



معاونت عمرانی

دفتر حمل و نقل و دبیرخانه شورای عالی هماهنگی

ترافیک شهرهای کشور

راهنمای انواع مسیرهای حرکتی در سیستم اتوبوسرانی

# 1- بررسی خصوصیات مسیر حرکت

## 1-1- کلیات

سیستم اتوبوس همانند وسایل نقلیه ریلی که بر روی ریل حرکت می‌کنند، در مسیرهای حرکتی و هدایتی با ویژگیهای متفاوت حرکت می‌نماید. در حقیقت مسیرهای حرکت یکی از کلیدی‌ترین اجزاء سیستمهای اتوبوسرانی می‌باشند بطوریکه می‌توانند بر طراحی و برنامه‌ریزی تأثیر بسزایی داشته باشند.

هدف اصلی از ایجاد مسیرهای حرکتی برای سیستم اتوبوسرانی، فراهم نمودن فضایی برای عملکرد وسایل نقلیه این سیستم می‌باشد بطوریکه وسایل نقلیه بتوانند بدون تأخیر و برخورد با وسایل نقلیه دیگر، خدمات بهتر و مطمئن‌تری را به مسافران ارائه دهند. به گفته بسیاری از متخصصان حمل‌ونقل عمومی مسیر حرکت، مهمترین عنصر در تعیین میزان سرعت و قابلیت اطمینان در خدمات سیستم اتوبوسرانی است. در نهایت از آنجایی که اجزاء سیستم اتوبوسرانی در معرض دید عده زیادی از مسافران موجود و مسافران احتمالی در آینده قرار دارند، مسیرهای حرکتی می‌توانند تأثیر بسیاری بر پذیرش عمومی و خصوصیات این سیستم داشته باشند. مسیر حرکت اتوبوس‌ها دارای 2 خصوصیت بارز می‌باشد که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرند و عبارتند از:

- میزان و چگونگی تفکیک مسیر حرکت

- نحوه علامت‌گذاری مسیر حرکت

## 1-2- میزان و چگونگی تفکیک مسیر حرکت

چگونگی تفکیک مسیر حرکت از بقیه ترافیک وسایل نقلیه اصلی‌ترین پارامتر در طراحی مسیر حرکت می‌باشد. مسیرهای حرکتی می‌توانند بر اساس میزان دسترسی (نحوه تفکیک مسیر) و یا نوع تسهیلات طبقه‌بندی شوند. در جدول (1)، یک طبقه‌بندی پیشنهاد شده مسیرهای حرکت از نظر میزان دسترسی ارائه شده است. در این طبقه‌بندی مسیرهای حرکت به 5 گروه طبقه‌بندی شده‌اند

که پیشرفته‌ترین حالت آن خطوط ویژه کاملاً مجزای غیرهمسطح (رده I) و ابتدایی‌ترین حالت آن خطوط حرکتی موجود در خیابانهای شریانی با ترافیک مختلط (رده V) می‌باشد. در حالت ترافیک مختلط، وسایل نقلیه مورد استفاده در سیستم اتوبوس می‌توانند بدون تفکیک از وسایل نقلیه دیگر در هر خیابان شریانی یا بزرگراهها حرکت نمایند. افزایش میزان تفکیک مسیر مانند مسیره‌های ویژه در شریانی‌ها، مسیره‌های ویژه غیر همسطح و یا خطوط ویژه دارای اولویت عبور باعث افزایش صرفه جویی در زمان سفر و افزایش قابلیت اطمینان در خدمات سیستم اتوبوسرانی یک شهر می‌شود.

در جدول (2) نیز مسیره‌های حرکتی بر اساس نوع تسهیلات طبقه‌بندی شده‌اند که به سه گروه مسیره‌های ویژه اتوبوس<sup>1</sup>، آزادراه‌ها و خیابان‌های شریانی تقسیم‌بندی می‌شوند.

جدول (1): طبقه بندی مسیره‌های حرکت براساس نحوه و میزان تفکیک

رده دسترسی	کنترل دسترسی	نوع تسهیلات
I	جریان غیرمنقطع-کنترل کامل دسترسی	تونل‌های ویژه اتوبوس مسیر ویژه غیرهمسطح خطوط ویژه در آزادراهها
II	کنترل منقطع دسترسی	مسیر ویژه همسطح
III	خطوط جداشده فیزیکی در حریم خیابان	مسیر ویژه میانی در شریانی‌ها
IV	خطوط انحصاری/نیمه انحصاری	خطوط ویژه همسو یا خلاف جهت جریان ترافیک
V	ترافیک مختلط	

جدول (2): تقسیم بندی مسیرهای حرکت براساس نوع تسهیلات

نوع تسهیلات	رده دسترسی	مثال
مسیر ویژه اتوبوس: تونل ویژه اتوبوس مسیر ویژه غیرهمسطح مسیر ویژه همسطح	I I II	بوستون <sup>1</sup> - سیاتل <sup>2</sup> اتاوا <sup>3</sup> - پیتزبورگ میامی <sup>4</sup> - هارتفورد <sup>5</sup>
خطوط آزادراهی: خطوط همسو با جریان خطوط خلاف جهت جریان شعبراهه‌های ویژه اتوبوس یا اولویت‌بندی شده	I I I	اتاوا نیوجرسی <sup>6</sup> (رویگرد منتهی به تونل لینکلن) <sup>7</sup> لس آنجلس
خیابان‌های شریانی: مسیر ویژه میانی شریانی خطوط ویژه کنار گذر دو خط ویژه کنار گذر خط ویژه داخلی خط ویژه میانی خط ویژه خلاف جهت جریان ترافیک مختلط خطوط فرار از صف <sup>11</sup>	III IV IV IV IV IV V V	کوریتیبیا <sup>8</sup> - ونکوور روئن <sup>9</sup> - ونکوور خیابان مدیسون شهر نیویورک بوستون کلوند <sup>10</sup> لس آنجلس - پیتزبورگ لس آنجلس لیدز <sup>12</sup> - ونکوور

نکات کلی که برای مسیرهای حرکت مطرح هستند و باید در نظر گرفت به شرح زیر می باشند:

- مسیرهای حرکتی سیستم اتوبوسرانی معمولاً بصورت شعاعی طراحی می شوند بطوریکه مرکز شهر را به مناطق مسکونی یا تجاری حومه متصل می نمایند. در بعضی شهرهای بزرگ، مسیرهای حرکتی در صورتیکه چند مرکز جذب سفر و مناطق مسکونی را به یکدیگر متصل سازند، در حالتیکه بصورت معمول این وظیفه به عهده چند خط جداگانه اتوبوس باشد، می توانند بصورت شبکه‌ای اجرا شوند. همچنین امتداد مسیرهای حرکتی

1. Boston
2. Seattle
3. Ottawa
4. Miami
5. Hartford
6. New Jersey
7. Lincoln
8. Curitiba
9. Rouen
10. Cleveland
11. Queue Bypass (Queue Jumper)
12. Leeds

باید بصورت مستقیم باشد و تعداد گردشها به سمت چپ و راست باید به میزان حداقل باشند.

● در مسیرهای حرکتی که از مرکز شهر عبور می‌کنند و به مناطق اداری و تجاری شهر خدمات ارائه می‌دهند باید تسهیلاتی وجود داشته باشند تا خدمات مطلوبتری به مسافرانی که در این مناطق سفر خود را آغاز می‌کنند و یا به پایان می‌رسانند، ارائه شود. این تسهیلات باید بگونه ای باشند که میزان اطمینان مسافران از خدمات این سیستم را در سطح مطلوبی حفظ نمایند، زمان هدر رفته ناشی از تأخیرات جریان کلی ترافیک را به حداقل برسانند و دسترسی مناسبی را برای افراد پیاده فراهم نمایند.

● مسیرهای حرکتی در صورت امکان باید مطابق با خیابان‌هایی باشند که جریان ترافیکی کمی از آنها عبور می‌نمایند. بصورت کلی، سرعت و قابلیت اطمینان حمل‌ونقل همگانی باید از طریق روشهای مهندسی ترافیک حساس به حمل‌ونقل همگانی، ایجاد خطوط ویژه اتوبوس و یا در بعضی موارد اصلاح معابر افزایش یابد.

● مسیرهای حرکتی ویژه (مسیر ویژه اتوبوس، خطوط ویژه اتوبوس و خطوط فرار از صف) در صورت لزوم باید ایجاد شوند. این امر باید زمانی انجام شود که: 1- تراکم ترافیکی بالایی در مسیر وجود داشته باشد، 2- تعداد اتوبوس‌ها به حد کافی باشند، 3- طرح هندسی مسیر مناسب باشد و 4- رضایت عمومی برای ایجاد چنین تسهیلاتی وجود داشته باشد.

● در گلوگاهها و یا در طول مسیر باید اقدامات اولویت دهنده ای برای اتوبوس‌ها در نظر گرفته شود. در رویکردهایی که به پلهای عبور از رودخانه، تقاطع‌های اصلی یا دیگر گلوگاههایی که تراکم ترافیکی بالایی دارند، منتهی می‌شوند مسیرهای فرار از صف می‌توانند نقش مهمی در کاهش تأخیر داشته باشند.

● مسیرهای حرکت باید پذیرش عمومی اتوبوس‌ها را در اجتماع ایجاد و افزایش دهند. این مسئله بویژه زمانی که اتوبوس‌ها در خطوط ویژه، یا در مسیرهای ویژه میانی شریانی‌ها

حرکت می‌کنند، اهمیت می‌یابد. استفاده از رنگهای خاص در روسازی (بعنوان مثال سبز، زرد و یا قرمز) یا استفاده از مواد خاص که خطوط ویژه اتوبوس را از خطوط جریان کلی ترافیک متمایز می‌نماید می‌تواند به افزایش پذیرش عمومی کمک نماید.

● نصب علامت‌گذاری، نشانه‌گذاری و کنترل‌های چراغدار به حد کافی یکی از موارد مهم در مسیرهای حرکت می‌باشند. این امر به ویژه در مبادی ورود و خروج خطوط ویژه خلاف جهت در شریانی‌ها، مسیرهای میانی آنها، مسیرها و خیابان‌های ویژه عبور اتوبوس و خطوط ویژه اتوبوس در آزادراهها اهمیت دارد.

● خطوط ویژه اتوبوس و خطوط فرار از صف می‌توانند در طول خیابان‌های یک طرفه و دو طرفه تعبیه گردند. خطوط ویژه همسو با جریان را در مکان‌هایی می‌توان ایجاد نمود که علاوه بر خط ویژه حداقل دو خط برای جریان کلی ترافیک و همسو با آن وجود داشته باشد. خطوط ویژه خلاف جهت نیز در خیابان‌هایی می‌توان احداث کرد که حداقل دو خط برای جریان ترافیک مخالف تخصیص داده شده باشد. همچنین مسیرهای ویژه میانی شریانی‌ها در صورتی قابل اجرا هستند که حداقل یک خط برای عبور و یک خط برای پارکینگ در هر جهت وجود داشته باشد. در مواردی که شرایط کاملاً محدود کننده‌ای وجود دارد، برای احداث خط ویژه در خیابان‌های دو طرفه باید حداقل یک خط عبور و یک خط گردش به چپ علاوه بر خطوط ویژه برای جریان کلی ترافیک هرطرف وجود داشته باشد.

مسیرهای حرکت می‌توانند خدمات سیستم اتوبوس را در مناطق مرکزی شهر و همچنین مناطق مسکونی ارائه دهند. در مجموع، مسیرهای حرکت بر اساس فاکتورهایی از قبیل 1- تسهیلات ویژه برای اتوبوس‌ها، 2- نحوه قرارگیری خطوط ویژه (کناری یا میانی)، 3- جهت حرکت جریان (همسو یا خلاف جهت)، 4- نوع ترافیک (فقط اتوبوس، اتوبوس و تاکسی، و اتوبوس با وسایل نقلیه حمل کالا) و 5- کنترل ترافیک (پارکینگ، کنترل گردش و زمان‌بندی چراغها)، انواع گوناگونی دارند. بر این اساس مسیرهای حرکتی به گروههای 1- ترافیک مختلط، 2- خطوط ویژه که خود در

برگیرنده خطوط ویژه همسو با جریان<sup>1</sup>، خطوط ویژه داخلی همسو با جریان<sup>2</sup>، خطوط ویژه خلاف جهت<sup>3</sup> و خطوط ویژه میانی<sup>4</sup> می باشند، 3- مسیرهای ویژه میانی در شریانی ها<sup>5</sup>، 4- مسیرهای ویژه همسطح<sup>6</sup> و 5- مسیرهای ویژه غیر همسطح<sup>7</sup> تقسیم بندی می شوند که در ادامه بطور مفصل مورد بررسی قرار می گیرند.

در مورد مسیرهای حرکت بطور کلی نکاتی مطرح هستند که تعدادی از آنها عبارتند از:

- تمامی مسیرهای حرکتی به غیر از مسیر حرکت با ترافیک مختلط باید دارای اولویت عبور باشند. از جمله دلایل این امر می توان به: 1- حداکثر ساختن ظرفیت مسافر حمل شده در خیابان یا بزرگراه 2- حداقل ساختن تأخیر کلی 3- کمک به حفظ سرمایه گذاری در سیستم حمل و نقل همگانی از طریق حفظ سرعت و قابلیت اطمینان خدمت دهی و 4- افزایش پذیرش حمل و نقل همگانی جهت انجام سفرها و در نتیجه بهبود وضعیت محیط زیست، اشاره نمود.
- طراحی هندسی مسیر و بهسازی کلی ترافیک باید با خدمات اتوبوس ها هماهنگ باشند بطوریکه بازده کلی استفاده از مسیر افزایش یابد. بهسازی هایی که می توان انجام داد شامل منع پارکینگ حاشیه ای، اضافه نمودن خط گردش، محدود کردن گردشها، تصحیح زمان بندی چراغها و احداث خطوط فرار از صف برای اتوبوس ها می باشند.
- برنامه ریزی مسیرهای اتوبوس باید طوری انجام گیرد که کارآیی خطوط یا مسیرهای ویژه اتوبوس افزایش یابد. بطور کلی زمانی که تعداد وسایل نقلیه سیستم اتوبوسرانی از 40 عدد تجاوز می کنند، باید مسیرهای حرکت به صورت ویژه فقط به اتوبوس اختصاص

---

1. Concurrent Flow Curb Bus Lanes

2. Concurrent Flow-Interior Bus Lanes

3. Contra Flow Curb Bus Lanes

4. Median Bus Lanes

5. Arterial Median Bus ways

6. At-Grade Bus ways

7. Grade-Separated Bus ways

یابند. اما وقتی که تواتر و تعداد اتوبوس‌ها کم باشند، می‌توان اجازه استفاده از خطوط یا مسیرهای ویژه را به وسایل نقلیه پر سرنشین نیز داد.

● **طراحی مسیرهای حرکت باید بگونه‌ای انجام شود که متناسب با عرض خیابان و نیازهای ترافیکی باشد.** در بهترین حالت خطوط ویژه اتوبوس باید بگونه‌ای احداث شوند که خطوط جریان عبوری کل ترافیک و در نتیجه ظرفیت مسیر را در سمتی که ترافیک سنگین است، کاهش ندهند. ایجاد خطوط ویژه می‌تواند از طریق منع پارکینگ حاشیه‌ای یا کاهش عرض خطوط عبوری برای ایجاد خط عبوری جدید و یا حذف خطوط گردش به چپ انجام پذیرد.

● **اعمال مؤثر قانون و نگهداری خطوط و مسیرهای ویژه اتوبوس امری مهم می‌باشند.** برای این منظور باید از وسایل نقلیه‌ای که بطور غیرقانونی وارد این خطوط می‌شوند جریمه‌های سنگینی دریافت شود.

### ☑ **مسیرهای حرکت در ترافیک مختلط**

در شرایطی که موانع فیزیکی، محیطی و ترافیکی، اجرای خطوط ویژه و یا مسیرهای ویژه اتوبوس‌ها را امکان‌پذیر نسازند و همچنین اتوبوس‌ها قادر باشند تا در خیابان‌ها با سرعت مناسب عبور نمایند، اتوبوس‌ها می‌توانند در خیابان‌های موجود و به صورت مختلط با جریان کلی ترافیک فعالیت نمایند. در اصل، خطوط مشترک پایه‌ای ترین مسیر حرکت اتوبوس‌ها می‌باشند. لازم به ذکر است همه سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی که از وسایل نقلیه چرخ لاستیکی استفاده می‌کنند می‌توانند از این مسیرها استفاده کنند و مختص مُد خاصی نمی‌شود. مزایایی که این حالت دارد اینست که به هزینه‌های اجرایی و سرمایه‌گذاری پایینی نیاز دارد و اجرای آن سریع می‌باشد. با این حال این مسئله می‌تواند سرعت اتوبوس‌ها، قابلیت اطمینان خدمات و مقبولیت این سیستم را کاهش و زمان تأخیر را افزایش دهد و بهتر است این نوع مسیر حرکت بصورت خیلی محدود در خطوط ارتباطی به کار گرفته شود.



راهکارهایی که می‌توان برای کاهش تأخیر در این حالت اعمال نمود بصورت خلاصه در زیر معرفی شده‌اند.

## توقفگاه پیش آمده اتوبوس<sup>1</sup>

در برخی ایستگاهها به منظور تسهیل در امر پهلوگیری اتوبوس‌ها و همچنین جلوگیری از توقف وسایل نقلیه دیگر، در محل ایستگاهها، مکان ایستادن مسافران را بصورت پیش آمده در حریم خیابان ایجاد می‌نمایند. توقفگاههای پیش آمده مزایایی به همراه دارند که عبارتند از: 1- ایجاد فضای بیشتر برای توقف مسافران در ایستگاه، 2- کاهش عرض خیابان برای عبور ایمن مسافران، 3- حذف حرکت جانبی اتوبوس‌ها در هنگام ورود و خروج به ایستگاه، 4- حذف تأخیرهای ناشی از بازگشت مجدد اتوبوس‌ها به خطوط جریان ترافیک در هنگام خروج از ایستگاه، 5- جداسازی افراد منتظر در ایستگاه و افرادی که در پیاده‌رو در حال رفت و آمد هستند. شکل‌های (2) و (3) نمای کلی یک توقفگاه پیش آمده را نشان می‌دهند.



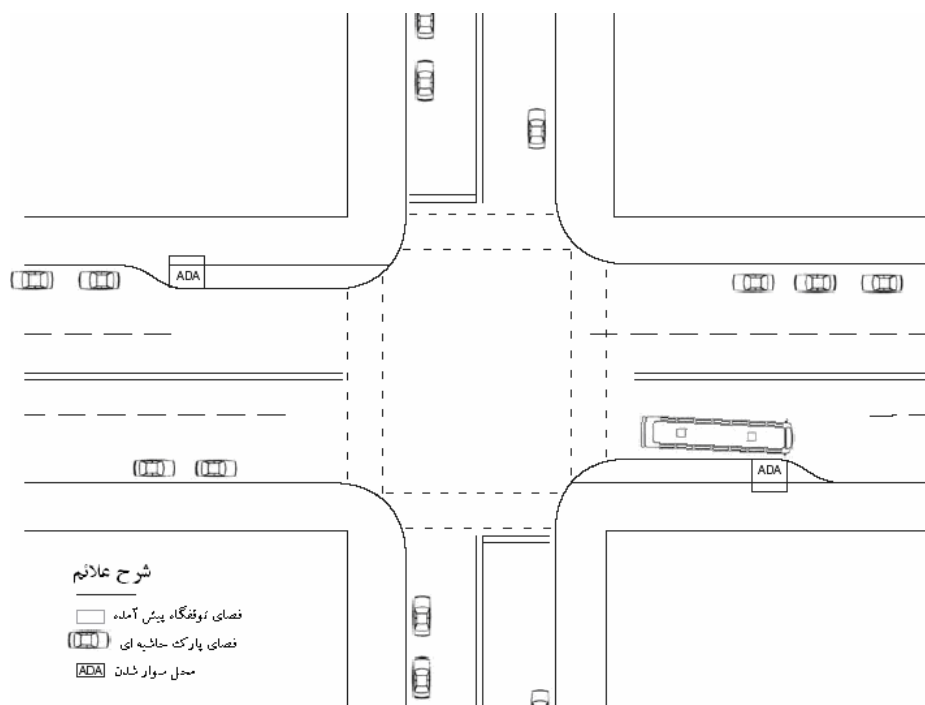
شکل (2): نمای یک توقفگاه پیش آمده

با این حال پیشامدگی جلوی ایستگاه و توقف اتوبوس‌ها می‌توانند منجر به ایجاد صفوفی در پشت اتوبوس‌های متوقف شده گردد که این امر باعث می‌شود تا رانندگان دیگر برای تغییر خط و عبور از کنار اتوبوس متوقف شده، اقدام به انجام مانورهای نامطمئن می‌نمایند. شرایطی که منجر می‌شود تا ایجاد توقفگاههای پیش آمده به صرفه شوند شامل: 1- رفت و آمد زیاد اتوبوس‌ها 2- حجم زیاد

---

1. Bus Bulb

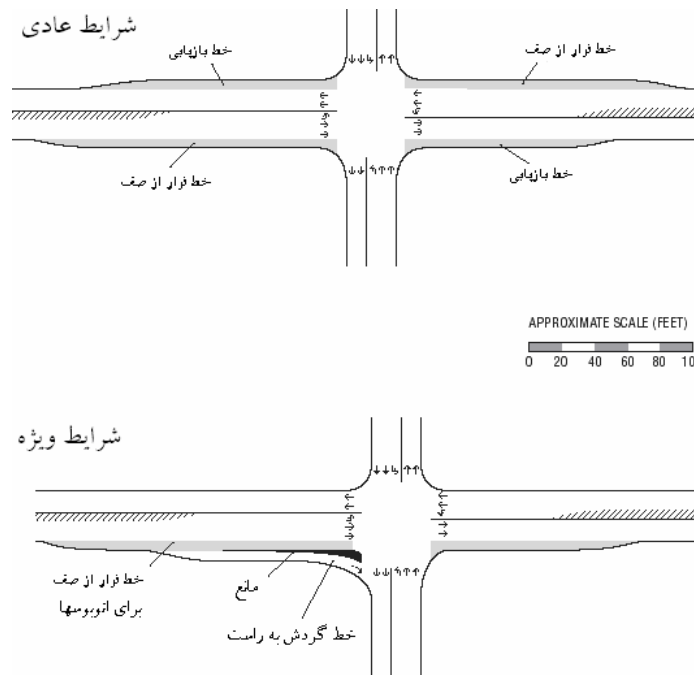
مسافران سوار و پیاده شده 3- وجود پیاده‌رو 4- سرعت پایین ترافیک 5- وجود حداقل 2 خط دیگر برای عبور جریان کلی ترافیک از کنار اتوبوس متوقف شده و 6- وجود مشکل در بازگشت اتوبوس‌ها به جریان کل ترافیک در هنگام خروج از ایستگاه، می‌باشند. بطور کلی در مکان‌هایی ایستگاه اتوبوس پیش آمده احداث می‌شود که بتوان از عرض خط پارک حاشیه ای در آن نقطه گرفت و پارک حاشیه ای را حذف نمود و به ایستگاه اتوبوس پیش آمده اختصاص داد.



شکل (3): نمای کلی ایستگاه پیش آمده در یک تقاطع

### مسیرهای فرار از صف

خطوط مشترک حرکتی می‌توانند با استفاده از مسیرهای فرار از صف اصلاح شوند. مسیرهای فرار از صف معمولاً در تقاطعات چراغدار و یا سایر مکان‌هایی که ازدحام ترافیک در زمان اوج ترافیک وجود دارد (مانند مکان‌هایی که عرض خطوط کاهش پیدا می‌کند یا در پلها و...) ایجاد می‌شوند. این مسیرها می‌توانند بصورت 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 بصورت جداگانه فراهم شوند. به منظور ورود راحت اتوبوس‌ها به مسیرهای فرار از صف، ورودی این مسیرها باید به حد کافی از تقاطع دور باشند. نمای کلی از هر دو مسیر فرار از صف در شکل (4) نشان داده شده است.



شکل (4): نمای کلی مسیرهای فرار از صف

همچنین مسیرهای فرار از صف باید بصورت مشخصی بوسیله علائمی روی روسازی متمایز گردند. در بسیاری موارد، در تقاطعها مسیرهای فرار از صف به همراه الویت‌بندی چراغ راهنمایی استفاده می‌شوند تا اتوبوس‌ها بتوانند با یک اولویت خاص زمانی نسبت به دیگر وسایل نقلیه از تقاطعها عبور نمایند. هزینه اجرایی مسیرهای فرار از صف 0/1 تا 0/29 میلیون دلار به ازای هر قطعه از مسیر فرار از صف در هر تقاطع (بدون در نظر گرفتن اولویت‌بندی چراغ) برآورده شده است. البته می‌توان هزینه اجرای مسیرهای فرار از صف را کاهش داد در صورتیکه مسیرهای موجود طوری مورد بازبینی قرار گیرند که نیاز به ساخت خط عبوری جدیدی برای این مسیرها نباشد و بتوان از خطوط موجود، خطی را برای این منظور اختصاص داد.

#### ☑ خطوط ویژه

همانطور که قبلاً گفته شد خطوط ویژه یکی از گروههای مسیرهای حرکتی می‌باشند که خود دارای انواع گوناگونی هستند که در ادامه بطور مفصل معرفی می‌شوند. اما خط ویژه چه مفهومی دارد؟ در حقیقت خط ویژه اتوبوس، یک خط ترافیکی در یک خیابان می‌باشد که به عبور اتوبوس‌ها

تخصیص یافته است. در کریدورهایی که امتداد مسیر اتوبوس‌ها با مسیر یک خیابان شریانی همسو می‌باشند، خطوط ویژه می‌توانند گزینه مناسبی از نظر سرعت و قابلیت نسبت به خطوط مشترک با دیگر وسایل نقلیه برای اتوبوس‌ها باشند. برای ایجاد خط ویژه در مسیرهای شریانی، یک خط عبور از خیابان شریانی فقط برای استفاده اتوبوس‌ها اختصاص می‌یابد بطوریکه دیگر وسایل نقلیه اجازه استفاده از این خط را نخواهند داشت. به منظور جلوگیری از استفاده دیگر وسایل نقلیه از خطوط ویژه می‌توان از موانع فیزیکی و یا نیروهای پلیس استفاده نمود. در خطوط ویژه حاشیه‌ای، دوچرخه سواران و وسایل نقلیه‌ای که قصد گردش به راست را دارند نیز می‌توانند وارد این خطوط شوند. همچنین در بعضی موارد این خطوط برای عبور وسایل نقلیه همسوار<sup>1</sup> (وسایل نقلیه با تعداد سرنشین بالا) نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته در چنین مواردی تنزل محسوسی در کیفیت کارکرد این خطوط مشاهده شده است که ناشی از تأخیری است که این وسایل در هنگام تعویض خط برای اتوبوس‌ها ایجاد نموده‌اند. مزیتی که خطوط ویژه اتوبوس دارند اینست که به اتوبوس‌ها این امکان را می‌دهند تا بتوانند در نواحی پر ترافیک مانند تقاطعات بدون آنکه با تأخیری روبرو شوند به حرکت خود ادامه دهند. لازم به ذکر است زمانی این نوع اولویت‌بندی تأثیر محسوس خود را نشان خواهد داد که تعداد مسافرانی که از طریق سیستم اتوبوسرانی جابجا می‌شوند نسبت به تعداد مسافرانی که توسط وسایل نقلیه دیگر جابجا می‌شوند بیشتر باشد. با این حال، تفکری که اغلب مردم نسبت به خطوط ویژه اتوبوس دارند مشابه تفکری است که نسبت به خطوط وسایل نقلیه پر سرنشین (HOV) دارند. حتی در مواقعی که بازده بالاتری (مسافر در ساعت) نسبت به خطوط HOV دارد و آن تفکر اینست که این خطوط کارآیی بالایی نخواهند داشت. در نتیجه بعضی از مردم بدون توجه به مقررات از این خطوط برای عبور وسیله نقلیه شخصی استفاده می‌کنند. لازم است برای اعمال قوانین و مقررات این خطوط کنترل شوند.

برخی از نکات کلی که درباره خطوط ویژه مطرح می‌باشند به شرح زیر هستند:

---

<sup>1</sup> - Carpool

• بطور کلی از پارک حاشیه‌ای قبل از احداث خطوط ویژه و حداقل در طول زمان اوج باید جلوگیری شود. این امر نتایج مختلفی را به همراه دارد که از جمله آنها می‌توان به 1- امکان ایجاد خط ویژه اتوبوس بدون کاهش ظرفیت مسیر برای کل جریان ترافیک، 2- کاهش تأخیرات و تداخلات ناشی از مانور برای پارک و 3- دسترسی آسانتر اتوبوس‌ها به ایستگاهها، اشاره نمود. (در مکان‌هایی که امکان منع پارکینگ حاشیه‌ای وجود ندارد، خط ویژه اتوبوس باید در کنار خط پارک تعبیه گردد)

• اعمال مقررات باید طوری تنظیم گردد که از سوار و پیاده کردن مسافران توسط تاکسی‌ها در خط ویژه اتوبوس جلوگیری بعمل آید. در خیابان‌های یکطرفه محل سوار و پیاده شدن مسافران از تاکسی باید در سمت مخالف خط ویژه تعبیه شوند.

• دسترسی مسافران به ایستگاهها و پایانه‌های اتوبوس باید ایمن و مطمئن باشد. ایستگاههای خطوط ویژه حاشیه‌ای باید فضای مناسبی را برای انتظار و عبور مسافران فراهم نمایند. محل‌های عبور از عرض خیابان برای دسترسی به ایستگاههای خطوط ویژه میانی باید در مکانهای چراغداری که زمان جداگانه‌ای را برای عبور عابران پیاده در زمان بندی چراغها در نظر گرفته‌اند، انجام گیرد. همچنین در طول مسیر بغیر از محل ایستگاهها باید حفاظ‌هایی تعبیه گردند تا از عبور نامطمئن و خطرناک عابران پیاده جلوگیری به عمل آید.

#### ✓ خطوط ویژه حاشیه‌ای همسو با جریان ترافیک

خطوط ویژه همسو با جریان معمولترین نوع راهکارهای اولویت‌دهی به اتوبوس‌ها می‌باشند که جریان عبوری اتوبوس‌ها را تسریع می‌بخشند. در اصل، این خطوط برای تسهیل حرکت اتوبوس در

مناطق مرکزی شهرها از طریق تفکیک مسیر حرکت آنها از جریان کلی ترافیک استفاده می شوند. لازم به ذکر است این خطوط در شریانی‌های خارج از محدوده مرکزی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

خطوط ویژه همسو با جریان می‌توانند در تمامی ساعات و یا صرفاً در ساعات اوج مورد استفاده قرار گیرند. برای خطوط ویژه حاشیه‌ای که در خیابان‌های یکطرفه و یا دو طرفه احداث می‌شوند باید  $3/5$  تا 4 متر عرض در نظر گرفته شود. در مکان‌هایی که خیابان دارای عرض کافی می‌باشد و همچنین نیاز برای دسترسی به مناطق تجاری در پیاده‌روها زیاد است خطوط ویژه باید دارای عرض 6 متر باشند تا اتوبوس‌ها بتوانند از کنار خودروهای باری که کار پخش و توزیع کالاها را دارند و در حال خدمت‌دهی به مکانهای تجاری کنار مسیر می‌باشند، عبور نمایند (بعنوان مثال چنین چیدمانی در مرکز شهر سانفرانسیسکو ایجاد شده است).



در شکل (5) خط ویژه‌ای در سانفرانسیسکو نشان داده شده است که بصورت خط ویژه کناری می‌باشد و در روزهای هفته از ساعت 7 صبح تا 6 بعدازظهر صرفاً اختصاص به سیستم حمل‌ونقل همگانی دارد. لازم به ذکر است خدمات‌دهی به پیاده‌روها در طول این خط به جز در ایستگاهها امکان‌پذیر است.

شکل (5): نمای خط ویژه، سانفرانسیسکو

همانطور که گفته شد در ساعات اوج ترافیک، خطوط ویژه اتوبوس می‌توانند نقش مهمی در جابجایی مسافران داشته باشند. چنانچه در مسیری خط ویژه اتوبوس بطور مشخص وجود نداشته باشد، می‌توان خط مخصوص پارکینگ را برای ساعتهای اوج به اتوبوس‌ها اختصاص داد. این روش، یکی از روشهای متداول مدیریت ترافیک بشمار می‌رود و می‌تواند تأثیرات مناسبی را بر روی ترافیک اعمال نماید. به علت اینکه در این حالت، ایستگاهها اتوبوس معمولاً در کنار خط قرار دارند و به همین دلیل تأخیری برای خارج شدن از ایستگاه و وارد شدن به خط عبوری به اتوبوس وارد

نمی‌شود. شکل (6) نشان دهنده نمونه‌ای از خطوط ویژه حاشیه‌ای برای اتوبوس‌های شهر بوستون می‌باشد.



شکل (6): خط ویژه حاشیه‌ای همسو با جریان در بوستون، ایالات متحده

از نقطه نظر میزان تأثیر تعداد وسایل نقلیه بر طراحی این نوع خط ویژه می‌توان گفت زمانی که عرض خیابان و الگوی مسیر اجازه دهد و حجم اتوبوس در حالت اوج از 90 اتوبوس در ساعت تجاوز کند، باید دو خط اتوبوس ایجاد گردد. این مسئله باعث می‌شود، عبور اتوبوس‌ها از کنار یکدیگر بصورت ایمن انجام گردد و زمان سفر اتوبوس‌ها کاهش پیدا کند. در این حالت در خطوط دوگانه، از گردش به راست جریان کلی ترافیک جلوگیری به عمل می‌آید. خطوط ویژه حاشیه‌ای می‌توانند از طریق خطوط ممتد سفید، آسفالت کردن خطوط با مصالح و ترکیبهای مختلف و یا گاهی اوقات جداول برجسته، مجزا شوند. در مناطقی که گردش به راست مجاز می‌باشد خط ممتد سفید باید به خط منقطع سفید تبدیل گردد. در خیابان مدیسون<sup>1</sup> در شهر نیویورک، 2 خط کناری به اتوبوس‌ها اختصاص داده شده‌اند بطوریکه گردش به راست در این خیابان و در این خطوط محدود شده است. چنین طراحی بدان علت است که علاوه بر اینکه تاکسی‌ها نیز بتوانند در این خطوط رفت و آمد کنند، اتوبوس‌ها نیز بتوانند از کنار هم براحتی عبور نمایند.

خطوط ویژه حاشیه‌ای در بین انواع مسیرهای حرکتی کمترین هزینه اجرا و کم دردسرتین نحوه اجرا را به خود اختصاص داده است. این امر بدان علت است که اجرای این خطوط تقریباً با

---

1. Madison Avenue

علامت‌گذاری روسازی و یا تابلوهای اطلاع‌رسانی در خیابان انجام می‌شود. این خطوط نسبت به دیگر مسیرهای حرکتی فضای خیابان را کمتر اشغال می‌کنند.

با وجود مزایایی که این گروه از خطوط دارند اما اغلب این خطوط نسبت به مسیرهای دیگر کمترین صرفه‌جویی زمان سفر و یا جذب مسافر را به همراه دارند. از نظر اعمال قانون، به علت اینکه نیاز دسترسی به مکانهای تجاری کنار خیابان وجود دارد، محدودیت دسترسی از طریق قانون کار مشکلی است. عیب دیگری که این خطوط دارند، بحث گردش به راست وسایل نقلیه دیگر می‌باشد که در صورتیکه گردش به راست محدود نشود، بین خودروها و اتوبوس‌ها تداخل بوجود می‌آید.

#### ✓ خطوط ویژه خلاف جهت حرکت

گزینه دیگری که می‌توان بعنوان مسیر حرکت در نظر گرفت خط ویژه خلاف جهت جریان ترافیک می‌باشد. این خط ویژه خطی است که برخلاف جهت جریان در خیابان‌های معمولاً یکطرفه کشیده می‌شوند. این خطوط می‌توانند مسیرهای مستقیمی را برای اتوبوس‌ها در مناطقی که خیابان‌های یکطرفه نیز در شبکه راهها وجود دارند، فراهم نمایند. خطوط ویژه خلاف جهت بر خلاف خطوط ویژه حاشیه ای نیازی به مراقبت و اعمال شدید قانون ندارند زیرا افراد متخلف در این خطوط به راحتی شناسایی و جریمه می‌شوند. خطوط ویژه عادی خلاف جهت جریان باید حداقل 3/7 متر عرض داشته باشند اما مناسب‌ترین حالت خطوط با عرض 4 تا 4/5 متر می‌باشند تا بتوان فضایی نیز برای ایستادن افرادی که در وسط قرار گرفته‌اند و قصد عبور از جریان ترافیک مقابل را دارند، فراهم گردد. حرکت گردش به چپ جریان ترافیک مقابل حتی‌الامکان باید محدود شود و صرفاً در محل‌هایی انجام شود که دارای چراغ راهنمایی می‌باشند و دارای زمان گردش به چپ مجزا هستند. توقف وسایل نقلیه باری در خط ویژه برای تخلیه بار نیز باید محدود شود مگر در مکان‌هایی که فضایی ویژه در نظر گرفته شده است.



گاهی مواقع خط ویژه خلاف جهت در دومین خط عبور تعبیه می‌گردد. در این حالت خط عبور حاشیه‌ای معمولاً برای خدمت‌دهی و تخلیه کالاهای مکان‌های تجاری حاشیه مسیر در نظر گرفته می‌شود. این مسئله امکان دسترسی به تجهیزات و تسهیلات حاشیه را فراهم می‌سازد و همچنین ایمنی عابران پیاده را افزایش می‌دهد. اگرچه چنین کاری نیاز به افزایش فضای عبوری مسیر دارد. به علت اینکه معمولاً در خیابان‌های یک طرفه‌ای که دارای خط ویژه خلاف جهت می‌باشند، عابران پیاده در ابتدا بر اساس عادت، شرایط خیابان‌های یک طرفه را در نظر می‌گیرند لذا برای حفظ ایمنی عابران باید اقدامات پیشگیرانه‌ای در نظر گرفته شوند تا احتمال تصادفات کاهش یابد. بر این اساس تابلوها و علائم ویژه‌ای نیاز است تا در محل‌های اصلی عبور عابران پیاده نصب گردند. همچنین اتوبوس‌ها باید با چراغ روشن حرکت کنند تا تشخیص آنها توسط عابران پیاده راحت‌تر شود.

ایمنی مسافران می‌تواند از طریق 1- اعمال شدید مقررات برای عبور از محله‌های مجاز، 2- تابلوگذاری و علامت‌گذاری برای آگاهی عابران پیاده به منظور نگاه کردن به دو طرف خیابان در هنگام عبور، 3- وسایل اعلام خطر صوتی و تصویری نصب شده در خطوط ویژه خلاف جهت و 4- ایجاد دست‌اندازهای کوچک به همراه دو نوار زرد برای آن دسته از عابرانی که قدرت بینایی کمتری دارند، انجام پذیرد.

در مواقعی که در شبکه مسیرهای خیابانی، مسائل ترافیکی باعث می‌شوند تا یک خیابان بصورت یک طرفه درآید، با ایجاد خطوط ویژه خلاف جهت می‌توان مسیرهای اتوبوس را حفظ نمود، خدمات جدیدی از سیستم اتوبوس را در خیابان یک طرفه ارائه داد و این امکان را برای مسافران فراهم آورد تا آنها بتوانند از دو طرف خیابان برای سوار شدن به اتوبوس استفاده نمایند. با وجود این خطوط، اتوبوس‌ها می‌توانند از جریان ترافیک دیگر وسایل نقلیه تفکیک شوند و صفوفی که در ساعات اوج در تقاطع‌های چراغدار تشکیل می‌شود خللی در خدمات‌دهی اتوبوس‌ها وارد نسازد. همچنین این خطوط درجه بالایی از قابلیت اطمینان و مطلوبیت را برای مسافران فراهم می‌سازند.

خطوط ویژه خلاف جهت با ایجاد مسیر مستقیم برای اتوبوس‌ها، میزان مسافت، ساعت و هزینه‌های بهره‌برداری را کاهش می‌دهند.

از دیدگاه اتوبوس‌ها این خطوط معایبی نیز دارند که برخی از آنها عبارتند از: 1- در مکان‌هایی که خطوط ویژه از یک خط عبوری تشکیل شده‌اند، عبور از اتوبوس متوقف شده یا از کار افتاده امر مشکلی می‌باشد و 2- از آنجایی که اتوبوس‌ها در جهت خلاف برنامه ریزی هماهنگ چراغهای راهنمایی حرکت می‌کنند (در صورتی که تقاطع‌های چراغدار بصورت موج سبز با یکدیگر هماهنگ شده باشند)، تأخیرهایی به آنها وارد می‌شود.

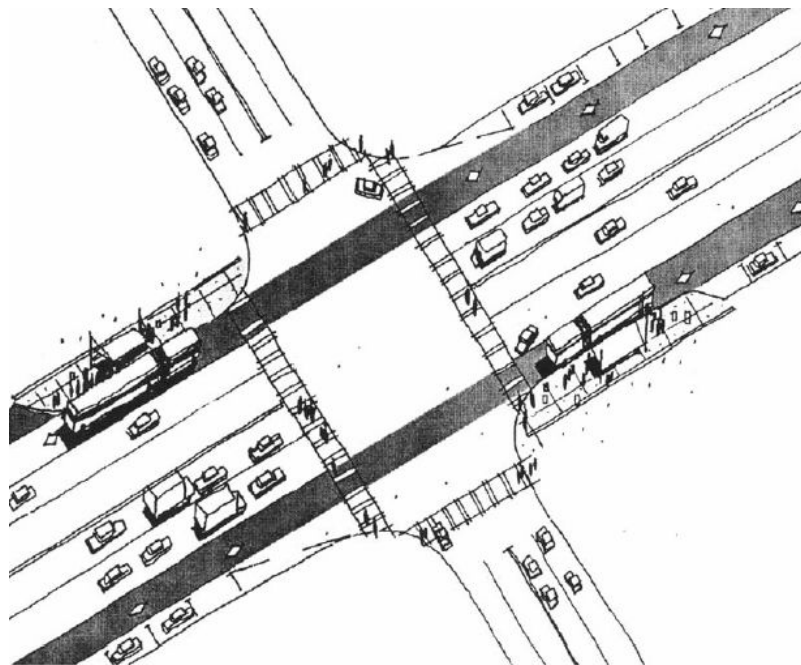
### ✓ خطوط ویژه داخلی همسو با جریان

در بعضی شرایط و مکان‌هایی که پارک حاشیه‌ای باید حفظ شود، خطوط ویژه همسو با جریان ترافیک باید در مجاورت خط پارک در خیابان‌های یکطرفه و دو طرفه ایجاد شوند. نمونه چنین مسیرهایی در مرکز شهر اتاوا و در طول خیابان واشنگتن<sup>1</sup> در شهر بوستون اجرا شده است. شکل (7) قسمتی از مسیر حرکت اتوبوس‌ها شهر بوستون را نشان می‌دهد که در آن خطی مخصوص پارک حاشیه‌ای در نظر گرفته شده است.



شکل (7): خط ویژه داخلی همسو با جریان در بوستون، ایالات متحده

خطوط ویژه داخلی همسو با جریان باید حداقل  $3/5$  متر عرض داشته باشند که باید توسط علامت گذاری روسازی، ترکیبهای مختلف آسفالت و یا رنگهای گوناگون بخوبی متمایز شوند. شکل (8) نمای کلی از خطوط ویژه همسو با جریان داخلی را در یک خیابان چند خطه نشان می‌دهد.



شکل (8): نمای کلی خط ویژه داخلی در یک خیابان

در خیابان‌هایی که فضای کافی وجود دارد، مطلوب است که خطوط گردش به چپ برای وسایل نقلیه دیگر فراهم شود. عرض مورد نیاز خیابان برای اجرای خطوط ویژه حداقل 18 متر (بدون وجود خط گردش چپ) و 21 متر (با وجود خطوط گردش به چپ یا راست) می‌باشد. ایجاد خطوط ویژه داخلی باعث می‌شوند دسترسی به کاربری‌های اطراف خیابان امکان‌پذیرتر شود. همچنین در نزدیکی تقاطعات، خط پارکینگ به خط گردش به راست تبدیل می‌شود تا وسایل نقلیه‌ای که قصد گردش به راست دارند از خط ویژه برای گردش استفاده نکنند. مشکل این نوع مسیرها این است که وسایل نقلیه برای ورود و خروج به محوطه پارک حاشیه‌ای باید از خطوط ویژه استفاده نمایند و همچنین لازم است نظارت کافی وجود داشته باشد تا از پارک دوبل وسایل نقلیه جلوگیری گردد تا باعث مسدود شدن مسیر ویژه نگردد.

✓ خطوط ویژه میانی

معمولاً در مسیرهایی که عرض کافی دارند، خطوط ویژه اتوبوس می‌توانند در وسط خیابان یا شریانی تعبیه شوند. برای تمایز خطوط ویژه میانی با دیگر خطوط عبوری می‌توان از رنگهایی در این خطوط استفاده نمود. سکوهای مسافران نیز معمولاً در سمت راست جهت حرکت قرار دارند. لازم به ذکر است که این سکوها می‌توانند در سمت چپ جهت حرکت نیز قرار گیرند اما در این حالت نیاز است تا وسایل نقلیه نیز به درهایی مجهز شوند که در سمت چپ قرار داشته باشند. در مکان‌هایی که فضا به حد کافی وجود دارد می‌توان دو خط جدا به منظور رفت و برگشت برای خطوط ویژه میانی تعبیه نمود که با توجه به محدودیت فضا در اکثر نقاط چنین امری کمتر امکان‌پذیر می‌باشد. تجربه‌های اجرای خطوط ویژه میانی نشان داده است که معمولاً خطوط ویژه میانی نسبت به خطوط ویژه کناری کمتر مورد تعرض وسایل نقلیه دیگر قرار می‌گیرند. با این حال این خطوط نسبت به خطوط ویژه کناری دارای یکسری معایب می‌باشند:

- گردش به چپ جریان کلی ترافیک با حرکت مستقیم اتوبوس‌هایی که در خط ویژه حرکت می‌کنند برخورد دارد. به همین منظور یا باید حرکتهای گردش به چپ را محدود نمود و یا باید در فازهای جداگانه‌ای در تقاطعهای چراغدار این حرکت انجام پذیرد.
- مسافران به منظور دسترسی به ایستگاهها باید از عرض خطوط ترافیک عبوری وسایل نقلیه عبور نمایند که این امر خود باعث ایجاد مسائل ایمنی برای عابران می‌شود. مخصوصاً زمانی که اتوبوسی در حال رسیدن به ایستگاه می‌باشد و اغلب مسافران برای رسیدن به اتوبوس عجله دارند و کمتر توجه به وسایل نقلیه عبوری می‌نمایند.
- از آنجایی که فضای بیشتری برای سوار و پیاده شدن مسافران در ایستگاهها نیاز است، در نتیجه در حوالی ایستگاهها باید عرض کلی خیابان را افزایش داد تا خللی در مسیر عبوری وسایل نقلیه دیگر ایجاد نشود.

• گردش به چپ وسایل نقلیه در خطوط عبوری جریان کل ترافیک باید در تقاطعات چراغدار و با فاز و زمان بندی جداگانه انجام گیرد. همچنین گردش به چپ در محل ایستگاهها باید محدود گردند و در مکانی دیگر امکان گردش به چپ ایجاد شود.

دسترسی به خطوط ویژه میانی در طول مسیر بصورت پیوسته امکان پذیر است و به همین خاطر اعمال مقررات مشکل می باشد اما در مقابل، در صورتیکه اتوبوسی در خط ویژه خراب شود، اتوبوس های دیگر با تغییر مسیر و استفاده از خطوط عبوری وسایل نقلیه دیگر می توانند به مسیر خود ادامه دهند. در شکل (9) نمایی از خط ویژه میانی در شهر روئن فرانسه نشان داده شده است.



شکل (9): خط ویژه میانی در شهر روئن، فرانسه

#### ☑ مسیره‌های ویژه میانی در شریانی‌ها

مسیره‌های ویژه نیز همانند خطوط ویژه معمولاً در مسیره‌هایی که عرض کافی دارند، اجرا می شوند. تنها فرقی که بین خطوط ویژه و مسیره‌های ویژه می باشد وجود موانع فیزیکی برای تفکیک مسیر ویژه از خطوط عبوری جریان کلی ترافیک و محدود نمودن دسترسی است. مشکل دسترسی عابران پیاده به ایستگاهها و گردش به چپ وسایل نقلیه نیز از جمله مسائلی هستند که مسیره‌های ویژه میانی با آنها در ارتباط می باشند. لازم به ذکر است مسیره‌های ویژه میانی از نظر مسیر حرکتی و ایستگاهها جذابیت خاصی را برای کاربران به همراه دارند. همچنین در مسیره‌های ویژه میانی به علت آنکه بصورت فیزیکی جدا شده اند، اعمال مقررات راحت تر است و به همین دلیل نمای

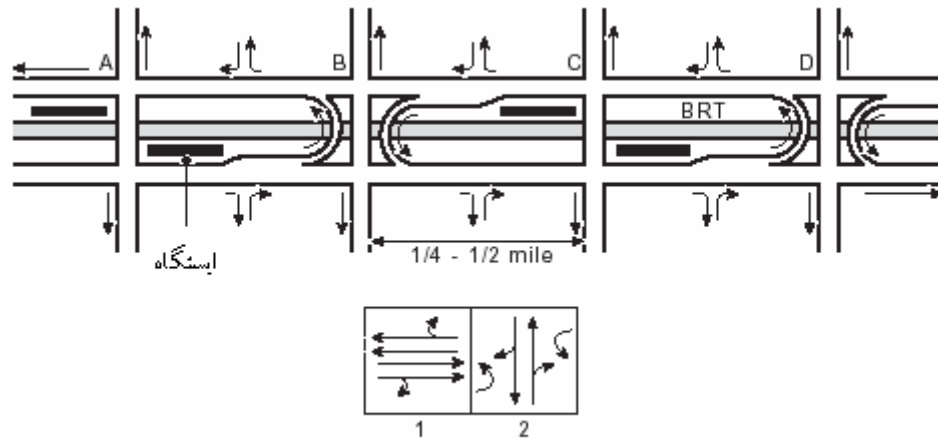
مطلوب‌تری از اتوبوس‌ها را به نمایش می‌گذارد. برای احداث هر کدام از این مسیرها حداقل به عرضی معادل 3 تا 4 خط عبوری نیاز است تا بتوان خطوط عبوری و ایستگاهها را در این فضا ایجاد نمود. در شکل (10) نمایی از مسیر ویژه میانی در شهر بوگوتا نشان داده شده است.



شکل (10): نمایی از مسیر ویژه میانی در شهر بوگوتا، کلمبیا

در طول راههای شریانی که دارای مسیر ویژه عریضی می‌باشند گردش به چپهای غیرمستقیم (یا احداث دوربرگردانهای استاندارد) می‌توانند تداخلهای ایجاد شده در تقاطعات را کاهش و فزبنندی چراغهای راهنمایی را آسانتر نمایند. در شکل (11) نمایی از گردش به چپ غیرمستقیم را در خیابان کنال<sup>1</sup> در مرکز شهر نیواورلئان<sup>2</sup> نشان می‌دهد. این راهکار بصورت گسترده‌ای در بزرگراههای با مسیرهای ویژه عریض در میشیگان<sup>3</sup> استفاده شده است و بهبودهایی در ظرفیت، زمان سفر و ایمنی در این بزرگراهها گزارش شده است.

- 
1. Canal Street
  2. New Orleans
  3. Michigan



فازبندی چراغها در مکانهای A,B,C,D

شکل (11): نمایی از گردش به چپ غیرمستقیم در خیابان کانال، نیواورلئان

مسیرهای ویژه میانی در شریانی ها که در میانه خیابانها تعبیه شده اند مشکلات ناشی از گردش به راست و دسترسی به پیاده رو را از بین برده است. این مسیرها به راحتی می توانند از نظر اعمال مقررات تحت نظر قرار گیرند و حس مطلوبیت مسافران را به سادگی به دست آورد. همچنین این مسیرها می توانند در تقاطعات اصلی که فضای کافی وجود دارد بصورت غیرهمسطح اجرا شوند تا تأخیرات ناشی از چراغهای راهنمایی حذف شوند.

با وجود تمام مزایایی که اینگونه مسیرها دارند گردش به چپها و دسترسی عابران پیاده به ایستگاهها از معایب این مسیرها می باشند.

### ☑ مسیرهای ویژه حاشیه ای همسطح

در بعضی از مناطق شهری می توان مسیرهایی برای حمل و نقل همگانی ایجاد نمود که صرفاً وسایل نقلیه سیستم حمل و نقل همگانی بتوانند در آن عبور نمایند. اینگونه مسیرها به علت اینکه وسایل نقلیه اتوبوس ها را از جریان کلی ترافیک بطور کامل مجزا می سازند و امکان دسترسی وسایل نقلیه دیگر به این مسیر را از طریق موانع فیزیکی از بین می برند، امکان افزایش و بهبود سرعت، قابلیت اطمینان و ایمنی را برای اتوبوس ها فراهم می نمایند. تنها نقطه تلاقی خطوط مجزای همسطح با خطوط عبوری وسایل نقلیه دیگر در تقاطعات می باشد.

در برخی موارد، در محلهایی که عرض کافی برای 2 خط رفت و برگشت برای مسیرهای ویژه حاشیه ای حمل و نقل همگانی وجود نداشته باشد، تنها یک خط به منظور رفت و برگشت وسایل نقلیه همگانی ایجاد می شود. در مواقعی که تواتر وسایل نقلیه کم می باشد یک خط نیز می تواند بسیاری از فواید دو خط رفت و برگشت را به همراه داشته باشد. (به عنوان مثال اتوبوسها بسته به جهت اوج ترافیک در صبح در یک جهت و در عصر در جهت دیگر سرویس دهند) لازم به ذکر است در محلهایی که تواتر وسایل نقلیه زیاد است به سیستمهای پیچیده چراغهای راهنمایی و برنامه زمان بندی هماهنگ جهت کارکرد ایمن و مناسب اتوبوسها نیاز است. مسیرهایی که در یک سمت آزادراه تعبیه می گردند (مانند مسیر جنوب شرقی شهر بریسبن<sup>1</sup> (شکل 12))، مطلوبیت بهتر، دسترسی آسانتر به ایستگاهها و نقاط دسترسی مناسب تر در میانه مسیر و در پایانهها را فراهم می نمایند.



شکل (12): مسیر ویژه همسطح در شهر بریسبن، استرالیا

### ☑ مسیرهای ویژه غیرهمسطح

مسیرهای ویژه اتوبوس که اغلب سطح آن دارای اختلاف ارتفاع با مسیر وسایل نقلیه می باشند و به همین دلیل کاملاً بصورت مجزا می باشند، جذاب ترین نوع مسیر حرکتی را برای اتوبوسها فراهم می نماید. مسیرهای ویژه باعث می شوند تا اتوبوسها خدمات خود را سریع و مطمئن ارائه دهند بطوریکه سرعت خدمات آنها قابل مقایسه با خدمات سیستم ریلی سریع باشد. این مسیرها مطلوبیت بالایی را فراهم می کنند و می تواند توسعه اراضی مجاور مسیر را نیز به همراه داشته باشند.

1. Brisbane



مسیرهای ویژه، اتوبوس‌ها را از دیگر انواع ترافیک جدا می‌سازد و شامل تسهیلات پارکینگ و نقاط کمکی تبادل مسافر- اتوبوس نیز می‌باشند. این مسیرها می‌توانند در ارتفاع بالاتر و یا پایین‌تر (مثل تونلها) اجرا شوند. همچنین می‌توانند بصورت کاملاً منفرد و یا در حریم آزادراهها احداث گردند. لازم به ذکر است می‌توان این مسیرها را بصورت همسطح اجرا نمود و در مکانهای خاصی مانند تقاطعات آنها را بصورت غیرهمسطح احداث کرد. در مناطقی که مسیرهای مناسبی وجود داشته باشند و تعداد اتوبوس‌ها نیز به اندازه کافی باشد برای عملکرد کارآتر اتوبوس‌ها مسیرهای ویژه باید نقش ستون اصلی برای اتوبوس‌ها داشته باشند.

این مسیرهای ویژه باید حداقل 5 دقیقه زمان سفر را نسبت به متوسط زمان سفر مسیرهای مختلف دیگر صرفه‌جویی کنند. همچنین ایجاد مسیرهای ویژه در آزادراههایی که ازدحام ترافیک دارند و یا در مکانهایی که شرایط فیزیکی اجتماعی و یا زیست محیطی، امکان گسترش راههای اصلی را از بین می‌برند مطلوب می‌باشد. در مراکز تجاری شهرها در صورتیکه در ساعت اوج سرعت اتوبوس‌ها کمتر از 8 تا 10 کیلومتر باشد، منطقه ازدحام ترافیک بیشتر از 1/5 کیلومتر باشد و گزینه اولویت‌بندی در خیابانهای همسطح نیز نتواند بهبودی در سرعت اتوبوس‌ها ایجاد کند توسعه مسیر ویژه (بعنوان مثال تونل‌های ویژه اتوبوس) راهکار مناسبی به نظر می‌رسد. از دیدگاه هزینه‌ای، تعداد مسافرانی که از طریق مسیر ویژه جابجا شده‌اند و زمان سفری که بصورت تخمینی صرفه‌جویی شده است باید با هزینه‌های توسعه مسیر رابطه مناسبی داشته باشد. در حالت ایده‌آل منافع زمان سفر که از طریق ارزش‌گذاری زمان صرفه‌جویی شده مسافران محاسبه می‌شود باید بیشتر از هزینه‌های سالانه نگهداری و بهره‌برداری توسعه مسیر شود.

مسیرهای ویژه می‌توانند از نظر مکانی در 1- امتداد و حریم مجزا 2- در یک سمت آزادراه و 3- در فضای میانی آزادراه تعبیه شوند. اشکال (13) و (14) نمونه‌ای از مسیرهای ویژه غیر هم سطح را نشان می‌دهند.

حریم مسیر باید با کاربری‌های اطراف و میزان دسترسی به نقاط کلیدی جذب مسافر هماهنگ باشد معمولاً از احداث مسیرها در مناطق مسکونی و یا مناطق متمرکز اداری جلوگیری می‌شود تا امکان رشد توسعه ناشی از حمل و نقل و تغییر کاربری این مناطق از بین برود.



شکل (13): مسیر ویژه غیر همسطح در شهر پیتزبورگ، ایالات متحده

مسیرهای ویژه انحصاری در امتداد یک آزادراه می‌تواند در فضای میانی آزادراه و یا در طول یک سمت از آزادراه و در حریم آن اجرا شوند. مزیتی که هر دو حالت دارند اینست که از زمینهای دولتی استفاده می‌شود و نیاز به تملک و خرید اراضی و در نتیجه پرداخت هزینه تملک نمی‌باشد.



شکل (14): نمایی دیگر از مسیر ویژه غیر همسطح در شهر پیتزبورگ، ایالات متحده

در مناطقی که آزادراهها بطور مناسب اجرا شده‌اند و از نظر هزینه امکان اجرای مسیر ویژه در حریم مسیر میسر نمی‌باشد مسیر ویژه را می‌توان در فضای میانی آزادراه اجرا نمود. این نوع مسیرها (مسیرهای ویژه غیرهمسطح) زمانی بهترین بازده را دارند که بخش اعظم تقاضا سفر خود را از مرکز تولید سفر (برای مثال مرکز تجاری شهر) آغاز و یا به یک مرکز اصلی جذب سفر ختم نمایند و در ایستگاههای میانی نیز پاسخگوی دیگر مسافران باشند. این راهکار از نظر اجرایی نسبت به دیگر مسیرهای ویژه راحت‌تر است و معمولاً هزینه سرمایه‌گذاری کمتری را به همراه دارند و از نظر تأثیرگذاری طرح هندسی بر شیبراهه‌ها و تبادلات آزادراه، کمترین تأثیر را دارند. با این وجود، دسترسی عابران پیاده به ایستگاهها مشکل است و ایجاد پایانه‌هایی که تبادلات بین چند مد امکان‌پذیر باشد، امکان‌پذیر نیست.

از دیدگاه طراحی در ادامه نکات کلی اشاره شده است که به شرح زیر می‌باشند:

- مسیر ویژه باید اتوبوس‌ها را قادر سازند تا بتوانند بدون آنکه به خط عبور مقابل تجاوز کنند از کنار یک اتوبوس متوقف شده و یا از کار افتاده عبور نمایند. این امر حداقل به 14/5 متر عرض در خطوط عبوری تا 24 متر در ایستگاهها که شامل سکوها، خطوط عبوری، خطوط توقف و جداکننده‌های میانی می‌باشند، نیاز دارد.
- طرح هندسی مسیر ویژه باید طوری طراحی شوند تا مسیر جوابگوی نیازهای اتوبوس‌هایی که در آن حرکت می‌کنند، با توجه به نوع اتوبوس باشد.
- سرعت مطلوب در مسیرهای ویژه کاملاً غیرهمسطح باید حداقل 80 کیلومتر در ساعت و حداکثر 110 کیلومتر در ساعت و در مسیرهای ویژه همسطح حداقل 65 کیلومتر در ساعت و حداکثر 80 کیلومتر در ساعت باشد. لازم به ذکر است در یک مسیر ویژه ممکن است در قطعات متفاوت سرعتهای مطلوب متفاوتی اعمال شوند.

### 3-1 علامت‌گذاری مسیر حرکت

همانگونه که خطوط راه آهن نشان‌گر مکان‌هایی هستند که مسافران می‌توانند سفر خود را آغاز و یا به پایان برسانند، علامت‌گذاری‌ها نیز می‌توانند بصورت مؤثر مسافران را به محلهای خدمات‌دهی اتوبوس‌ها راهنمایی کنند. علامت‌گذاری مسیر حرکت می‌تواند از طریق روشهای مختلفی از جمله علامت‌گذاری روی آسفالت، مشخص‌کننده‌های مسیر<sup>1</sup>، ترکیبها و بافتهای مختلف روسازی و رنگهای مختلف روسازی انجام پذیرد که در اینجا سه روش اصلی به اختصار بیان شده‌اند:

#### • استفاده از تابلوها و علائم

تابلوها و علائم، اساسی‌ترین روش برای علامت‌گذاری و اعلام خطوط ویژه اتوبوس‌ها



می‌باشند. نماد خطوط ویژه اتوبوس‌ها شکل لوزی می‌باشد و این مفهوم را دارد که خودروهای شخصی نباید وارد خطی که دارای علامت لوزی می‌باشد، شوند.

علائم و تابلوهای مربوط به این خطوط در مناطقی که مسیر سیستم حمل‌ونقل همگانی و یا خطوط ویژه اتوبوس در شریانی‌ها واقع می‌باشند، در تقاطعهای آن در تمامی جهات نصب می‌شوند.

شکل (15): نمونه تابلو

#### • مشخص‌کننده‌های برجسته مسیر



مشخص‌کننده‌های مسیر مانند برجسته نمودن آسفالت، خطوط رنگی<sup>2</sup>، لبه‌های برجسته<sup>3</sup> و یا برآمدگی‌هایی<sup>4</sup> در روسازی می‌توانند خطوط عبوری جریان کلی وسایل نقلیه را از مسیر حرکت اتوبوس‌ها متمایز نمایند.

شکل (16): نمونه ای از جداکننده

1. Lane delineators
2. Colored Line
3. Raised Curb
4. Bumps

## • رنگها و بافتهای گوناگون روسازی

اجرای رنگهای مختلف روسازی بوسیله آسفالتها یا بتن رنگی می تواند خطوط ویژه ای را که برای منظوره های مختلف تعبیه شده اند را از دیگر خطوط متمایز نماید و باعث کاهش تداخلهای وسایل نقلیه مختلف با خودروهای عبوری ویژه در این خطوط شوند. در شکل (17) نمونه ای از کاربرد رنگ در روسازی مسیر نمایش داده شده است.



شکل (17): نمونه ای از کاربرد رنگ در روسازی

بطور کلی لازم است با توجه به انتظاری که از سیستم اتوبوسرانی وجود دارد، نوع مسیر این مد حمل و نقل انتخاب گردد. در انتخاب نوع مسیر حرکتی عوامل مختلفی وجود دارد که از آن دسته می توان به تعداد تقاضا برای استفاده از این مد در حال و آینده، شرایط محیطی و میزان بودجه در اختیار و ... اشاره نمود. بطور کلی هرچه تسهیلات بهتر و مناسبتر برای سیستم حمل و نقل همگانی در نظر گرفته شود، به همان میزان استقبال و گرایش کاربران نیز به استفاده از این مد بیشتر خواهد شد.

لازم است پس از مطالعه دستورالعمل مذکور با توجه به مطالعات ترافیکی، بهترین و ایده آل ترین نوع مسیر در شهرها برای سیستم حمل و نقل همگانی انتخاب گردد تا میزان تاخیر وارده به کاربران به حداقل ممکن با توجه به منابع موجود برسد.