

اصول مهندسی ترافیک (۵)

مهندس کامران زندی

فهرست مطالب

فصل ۱. مهندسی ترافیک	۸
۱-۱ تعاریف	۸
۲-۱ آمار و اطلاعات ترافیکی	۱۳
۳-۱ تعیین منطقه مورد بررسی	۱۴
۴-۱ ناحیه بندی ترافیکی	۱۴
۵-۱ دسته بندی خیابانها و شریانها (براساس تقسیم بندی امریکا و کانادا)	۱۵
۱-۵-۱ بین ایالتی:	۱۵
۲-۵-۱ تند راه:	۱۵
۱-۲-۵-۱ آزاد راه:	۱۶
۲-۲-۵-۱ بزرگراه:	۱۶
۳-۲-۵-۱ بیشه راه:	۱۶
۴-۲-۵-۱ خیابان های اصلی:	۱۶
۵-۲-۵-۱ جاده های اصلی:	۱۶
۶-۲-۵-۱ خیابان های جمع و پخش کننده (شهری):	۱۷
۷-۲-۵-۱ جاده های فرعی:	۱۷
۸-۲-۵-۱ خیابان های محلی:	۱۷
۹-۲-۵-۱ جاده روستایی:	۱۷
۱۰-۲-۵-۱ جاده کشاورزی:	۱۷
۱۱-۲-۵-۱ دسته بندی طرحهای جامع و تفصیلی شهرها:	۱۷
۱۲-۲-۵-۱ خیابانهای شریانی درجه یک:	۱۷
۱۳-۲-۵-۱ خیابانهای شریانی درجه دو:	۱۷
۱۴-۲-۵-۱ خیابانهای محلی:	۱۷
۶-۱ مراحل برنامه ریزی حمل و نقل شهری:	۱۸
فصل ۲. خصوصیات انسان و وسیله نقلیه	۱۹

- ۱-۲ انسان: ۱۹
- ۱-۱-۲ عوامل محیطی: ۱۹
- ۲-۱-۲ عوامل روانشناسی: ۱۹
- ۳-۱-۲ عوامل فیزیکی: ۲۰
- ۱-۳-۱-۲ دید ۲۰
- ۲-۳-۱-۲ شنوایی: ۲۱
- ۳-۳-۱-۲ احساس پایداری: ۲۱
- ۴-۳-۱-۲ زمان دید و عکس العمل T_{PIEV} : ۲۱
- ۲-۲ وسیله نقلیه: ۲۲
- ۲-۲-۲ تحلیل تصادف و طول خط ترمز: ۲۶
- فصل ۳. پارامترهای اندازه گیری ترافیک ۳۰
- ۱-۳ مطالعات حجم ترافیک: ۳۰
- ۱-۱-۳ تعاریف: ۳۰
- ۲-۱-۳ روش های اندازه گیری حجم ترافیک: ۳۴
- ۲-۳ کنترل ترافیک شهر تهران از نوع سیستم SCATS (سیستم ترافیکی سازگار و هماهنگ با ترافیک شهر سیدنی) ۴۲
- ۳-۳ ضریب پیک ساعتی: ۴۷
- ۴-۳ سرعت، زمان سفر و تأخیر ۴۹
- فصل ۴. گنجایش ۵۲
- ۱-۴ تعاریف ۵۲
- ۲-۴ کیفیت ترافیکی راه ها ۵۲
- ۱-۲-۴ گنجایش آزاد راه ها و بزرگراه ها ۵۶
- ۱-۱-۲-۴ تعاریف ۵۶
- ۲-۲-۴ گنجایش بخش های اصلی آزاد راه ها ۵۹

- ۶۰..... ۱-۲-۲-۴ معیار سنجش کیفیت در آزاد راه ها
- ۶۵..... ۳-۴ گنجایش رابط
- ۶۵..... ۱-۳-۴ گنجایش تنه رابط
- ۶۵..... ۲-۳-۴ سنجش کیفیت ترافیک در تنه رابط
- ۶۶..... ۳-۳-۴ گنجایش راه در دهانه رابط
- ۶۷..... ۴-۳-۴ کیفیت ترافیک در دهانه رابط ها
- ۶۹..... ۴-۴ گنجایش بخش ترافیک بهم بافته
- ۶۹..... ۱-۴-۴ تعیین تعداد خط عبور
- ۷۰..... ۲-۴-۴ کیفیت ترافیک
- ۷۲..... ۵-۴ گنجایش راه های چند خطه
- ۷۳..... ۱-۵-۴ معیار سنجش کیفیت ترافیک
- ۷۵..... ۶-۴ گنجایش راه های دو خطه
- ۷۵..... ۱-۶-۴ تعیین کیفیت ترافیک در راه های دو خطه
- ۷۵..... ۲-۶-۴ شرایط ایده آل
- ۷۶..... ۳-۶-۴ معیار سنجش کیفیت ترافیک در راه های دو خطه
- ۷۶..... ۴-۶-۴ محاسبه گنجایش راه های دو خطه
- ۷۶..... ۵-۶-۴ محاسبه گنجایش قطعه ای از راه دو خطه (شیب غیر مشخص)
- ۷۷..... ۶-۶-۴ محاسبه گنجایش جاده های دو خطه (شیب مشخص)
- ۸۶..... فصل ۵. پارکینگ
- ۸۶..... ۱-۵ اهمیت پارکینگ
- ۸۶..... ۲-۵ سطح توقف اتومبیل
- ۸۷..... ۳-۵ مطالعه پارکینگ
- ۸۸..... ۱-۳-۵ بررسی و برآورد پارکینگهای موجود

- ۵-۳-۲ تراکم پارکینگ ۸۸
- ۵-۳-۳ مدت پارک ۸۸
- ۵-۳-۴ برآورد پارکینگ لازم ۸۹
- ۵-۴ اشباع پارکینگ ۸۹
- ۵-۵ محل پارکینگ ۹۱
- ۵-۶ انواع پارکینگ ۹۱
- ۵-۶-۱ پارکینگ خیابانی ۹۲
- ۵-۶-۲ زاویه پارک کردن ۹۲
- ۵-۶-۳ افزایش ظرفیت پارکینگ خیابانی ۹۳
- ۵-۶-۴ توقف سنج (پارکومتر) ۹۳
- ۵-۶-۴-۱ مزایا و معایب استفاده از توقف سنجها: ۹۴
- ۵-۶-۴-۲ نصب توقف سنج: ۹۵
- ۵-۶-۵ پارکینگ همسطح (مسطحه) ۹۵
- ۵-۶-۶ پارکینگ چند طبقه (طبقاتی) ۹۶
- ۵-۶-۷ پارکینگ بامی ۹۷
- ۵-۶-۸ پارکینگ مکانیکی ۹۷
- ۵-۶-۹ پارکینگ زیرزمینی ۹۹
- فصل ۶. چراغ های راهنمایی: ۱۰۶
- ۶-۱ تاریخچه: ۱۰۶
- ۶-۲ معایب و محاسن چراغهای راهنمایی ۱۰۷
- ۶-۳ تعاریف: ۱۰۹
- ۶-۴ انواع سیستم های کنترل چراغ راهنمایی ۱۱۱
- ۶-۵ فاز بندی چراغ های راهنمایی: ۱۱۲

- ۶-۶ آئین نامه های زمانبندی چراغ های راهنمایی : ۱۱۵
- ۷-۶ محاسبات چراغ راهنمایی طبق آیین نامه مرکز مطالعات ترافیک انگلستان: ۱۱۶
- ۶-۷-۱ ضوابط نصب چراغ راهنمایی: ۱۱۶
- ۶-۷-۲ تردد اشباع یک رویکرد (مطابق آئین نامه انگلستان): ۱۱۷
- ۶-۷-۲-۱ مسیر مستقیم و گردش به راست ۱۱۷
- ۶-۷-۲-۲ مسیرهای گردش به چپ ۱۱۷
- ۶-۷-۳ تعیین زمان سبز مؤثر: ۱۱۸
- ۶-۷-۴ زمان زرد: ۱۲۰
- ۶-۷-۵ سنگینی ترافیک : ۱۲۱
- ۶-۷-۶ زمان سیکل بهینه: ۱۲۱
- ۶-۷-۷ گام بندی طراحی چراغ راهنمایی ۱۲۲
- فصل ۷. ضوابط طراحی تسهیلات پیاده رو: ۱۲۸
- ۷-۱ کلیات ۱۲۸
- ۷-۲ روابط اساسی محاسبات پیاده رو : ۱۲۹
- فصل ۸. وسایل کنترل ترافیک: ۱۳۱
- ۸-۱ خصوصیات وسایل کنترل ترافیک ۱۳۱
- ۸-۲ وظایف وسایل کنترل ترافیک به شرح زیر است: ۱۳۱
- ۸-۳ انواع وسایل کنترل ترافیک: ۱۳۲
- ۸-۳-۱ تابلو ها: ۱۳۲
- ۸-۳-۲ علامت گذاری ها: ۱۳۳
- ۸-۳-۳ علائم برجسته: ۱۳۳
- فصل ۹. میدان: ۱۳۴
- ۹-۱ کاربرد (مزایا) میدان: ۱۳۴

۲-۹ معایب میدان: ۱۳۴

۳-۹ نکات لازم در طراحی میدان: ۱۳۵

فهرست جداول: ۱۳۶

فهرست اشکال: ۱۳۸

فصل ۱. مهندسی ترافیک

۱-۱ تعاریف

الف) مهندسی ترافیک مطالعه قوانین اساسی در مورد جریان و تولید ترافیک و بکار گیری این دانش در موارد حرفه ای برنامه ریزی، طراحی و عملکرد سیستم های ترافیک به منظور دستیابی به حرکت ایمن و مفید افراد و کالا می باشد.

در تعریفی دیگر مهندسی ترافیک علم اندازه گیری حرکت و علم جابجایی ها است.

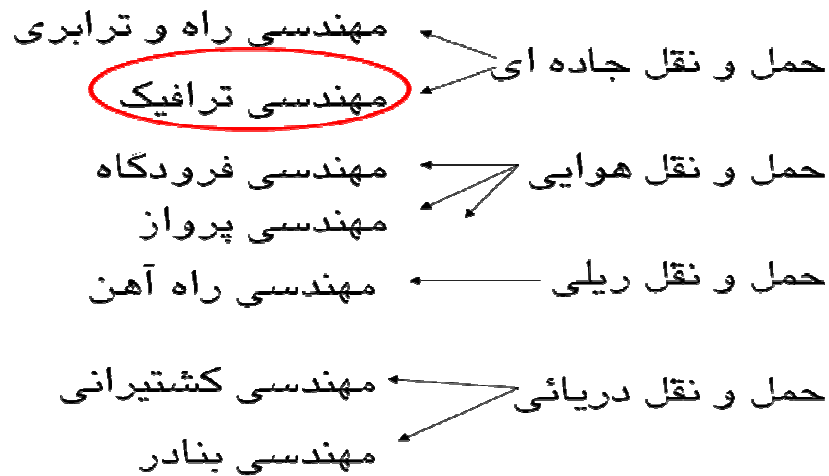
در تعریفی دیگر بخشی از مهندسی حمل و نقل^۱ است که درباره برنامه ریزی، طرح هندسی راه، عملیات ترافیک راه ها، خیابان ها و بزرگراهها و شبکه آنها، پایانه ها و کاربری زمین های مجاور و ارتباط آنها با دیگر سیستم های حمل و نقل صحبت می کند.

ب) زمینه کار مهندس ترافیک شامل موارد زیر است:

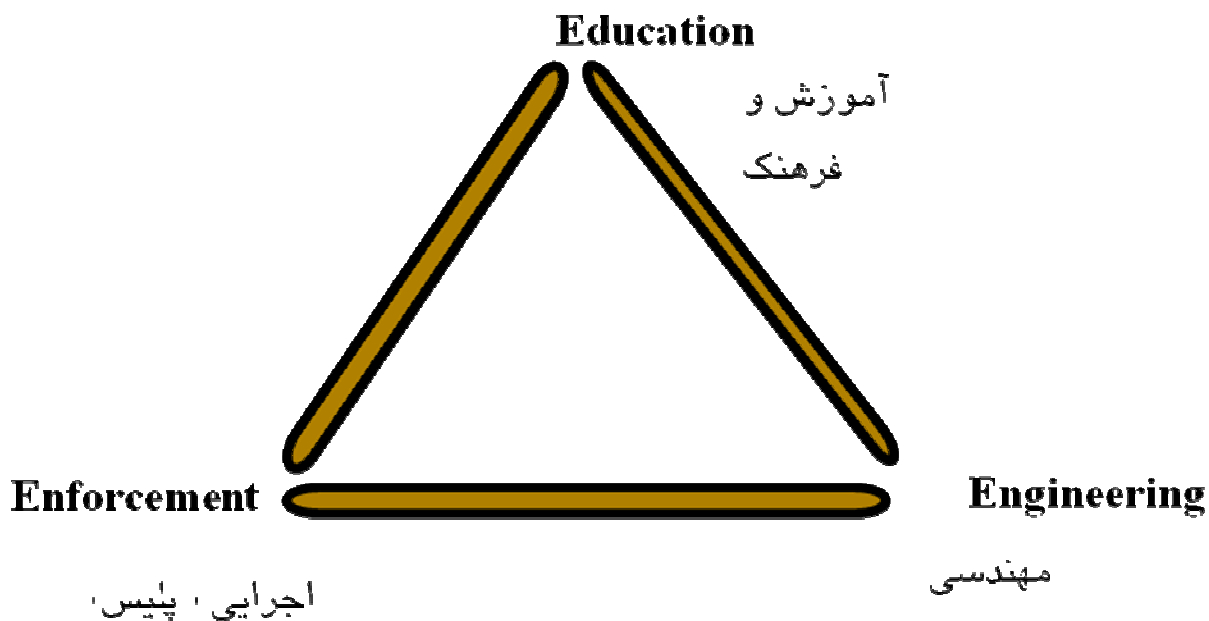
- مطالعه مشخصات ترافیک: علم اندازه گیری سفر، مطالعه قوانین اساسی مربوط به جریان و تولید ترافیک.
- عملیات ترافیکی: کاربرد این دانش در بررسی عملکرد سیستمهای ترافیک می باشد.
- برنامه ریزی حمل و نقل: کاربرد این دانش در برنامه ریزی های حمل و نقلی می باشد.
- طرح هندسی: این دانش در طراحی مورد استفاده قرار می گیرد.
- مدیریت: انجام وظایف مهندسی ترافیک نیاز به مقادیر کم و بیش مدیریت دارد.

¹ Transportation Engineering

زیر شاخه های مهندسی حمل و نقل:

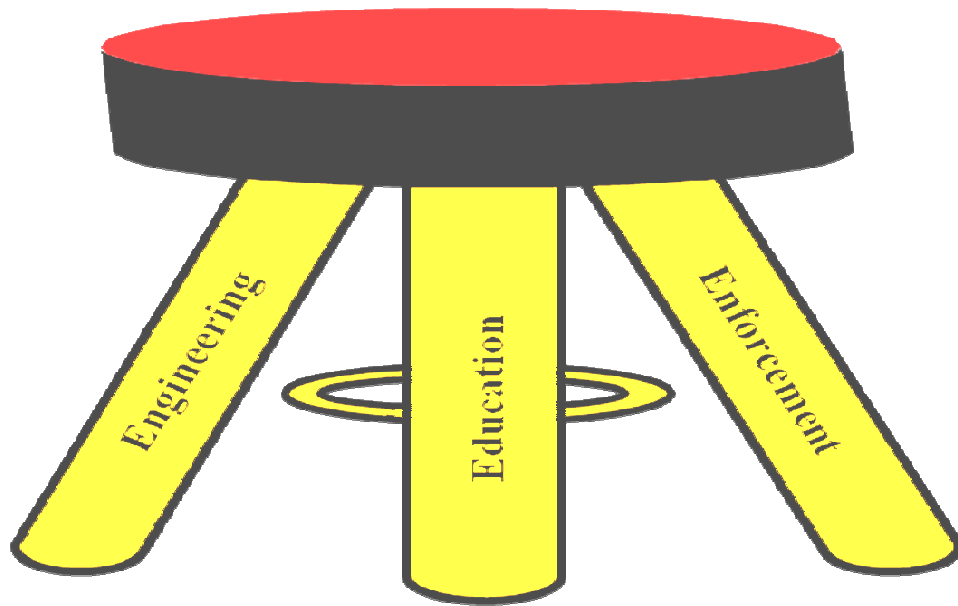


رئوس مثلث ترافیک به شرح زیر است:



شکل ۱. رئوس مثلث ترافیک

به مثلث فوق مثلث 3E نیز می گویند.



شکل ۲. The Safety Triangle

ج) مطالعه مشخصات ترافیک:

مطالعات ترافیک برای بدست آوردن اطلاعات در مورد حمل و نقل و روندهای ترافیکی کل منطقه و شرایط ترافیکی در محلهای مشخص انجام می شود.

مطالعات شامل موارد زیر می باشد:

- عوامل مربوط به انسان و وسیله نقلیه
- حجم ترافیک، سرعت، تاخیر
- جریان ترافیک و ظرفیت خیابانها، جاده ها و تقاطعها
- شکل های سفر، عوامل تولید سفر، مبداها و مقصدها
- عوامل مربوط به پارکینگ ها و پایانه ها
- عملکرد و استفاده سیستم حمل و نقل عمومی
- تحلیل تصادف

د) عملیات ترافیکی:

- مقررات:

- قوانین و مقررات شهری.
- کنترل سرعت، تقاطعها، پارکینگ، گردش ترافیک، جریان یک طرفه، استفاده از خط پارکومتر و غیره که با استفاده از دستگاههای کنترل برخورد از تضمین قانونی کافی انجام می شود.
- دستگاههای کنترل:
- تابلوها: که برای کنترل سرعت ها، تقاطعها، پارکینگ، خیابان های یکطرفه و غیره بکار می رود.
- چراغهای راهنمایی: عمدتاً برای کنترل تقاطعها مورد استفاده قرار می گیرد همچنین قابل استفاده برای کنترل سرعت وقتی که در یک سیستم قرار گیرد.
- علامتگذاری رویه: برای مشخص کردن محل وسایل نقلیه روی خیابان، و برای تکمیل تابلوها و چراغهای راهنمایی.
- جداسازی: برای هدایت و کنترل وسایل نقلیه در تقاطع های پیچیده بکار می رود.
- معیارها: ضوابطی که برای کنترل بکار برده می شود باید بر اساس حقایق مهندسی باشد. برای پیشبرد هماهنگی در اجرا، معیارهایی برای بسیاری از محلهای کنترل در نظر گرفته شده یا پیشنهاد شده است. روشهای سعی و خطا و قبول درخواستهای عموم مردم پرهزینه بوده و کارائی لازم را ندارد.

ه - وظایف برنامه ریزی ترافیک

مطالعات همه جانبه حمل و نقل منطقه ای برای هدایت توسعه تسهیلات حمل و نقل که معیارها و اهداف جامعه را تامین خواهد نمود.

برنامه های بلند مدت برای شبکه های راه، بر اساس مطالعات همه جانبه منطقه ای.

برنامه های بلند مدت برای سیستم های حمل و نقل عمومی، که آن هم بر اساس مطالعات همه جانبه منطقه ای می باشد.

برنامه های بلند مدت برای پارکینگ های غیرخیابان و پایانه ها.

تحقیق در مورد عوامل مربوط به سیستم های حمل و نقل و رفتار استفاده کنندگان از این سیستم ها

ارزیابی اثرات محیطی بر تغییرات سیستم حمل و نقل مفروض

و- وظایف طرح هندسی

- طرح جاده های جدید برای جابجائی حجم های زیاد با سرعت های مناسب.
- خصوصیات طرح هندسی مسیر، شیب، نیمرخ عرضی، کنترل دسترسی، تقاطعهای همسطح باید بر اساس تحلیل مهندسی ترافیک باشد.
- طرح مجدد جاده ها و تقاطعهای موجود برای ازدیاد ظرفیت و ایمنی
- طرح پارکینگ های خارج از خیابان و پایانه ها
- برقراری معیارهائی برای طرح لواحی، معبرها و کنترل دسترسی

ز- مدیریت

- سازمان کلی اداری برای واگذار کردن مسئولیت وظایف مهندسی ترافیک به یک اداره مخصوص
- سازمان این اداره برای اجرای وظایف خود
- عملکرد روز به روز این اداره
- برقراری تماس با مقامات عمومی، عموم مردم، سایر موسسات مربوطه، کمیته ها و گروهها
- برنامه ریزی پیشرفته مدیریتی، مانند بودجه بندی، نیازهای پرسنلی و پیشنهادات جهت تغییرات مدیریتی و سازمانی

ح - اجرا

اجرا تکمیل کننده مهندسی ترافیک است و همان هدف های ایمنی و کارائی حرکت ترافیک را دنبال می کند. فعالیتهای اصلی اجرائی گذاشتن محدودیتهائی روی این است که چه کسی رانندگی کند و یا چه وسیله نقلیه ای می تواند روی شبکه راهها کار کند، هدایت عملکرد سیستم و جلب متخلفین و مجازات و بازآموزی متخلفین محکوم.

گواهی و بازرسی: گواهی دادن به رانندگان و بازرسی وسائل نقلیه موتوری به منظور اطمینان از حداقل استاندارد برای رانندگان و وسائل نقلیه ای است که در سیستم ترافیک شرکت می کنند و با کنار گذاشتن متخلفین دائمی و وسائل نقلیه موتوری نامطمئن از روی جاده ها برقرار خواهد شد. این وظائف به سازمانهای دولتی واگذار شده است.

اعمال پلیس: اعمال قوانین ترافیکی و هدایت عملکرد ترافیک از وظائف پلیس است. این یک اصل اساسی است که هر قانون ترافیکی، مقررات و معیار کنترل، به ایمنی و کارایی حرکت ترافیک کمک می کند و بنابراین برای سلامتی و ایمنی جامعه باید اعمال شود. کنترلهای اعمال نشده بدتر از نبودن کنترل بطور کلی است، زیرا باعث می شود که بعضی رانندگان آنها را رعایت نکنند و دیگران را به خطر بیندازند. پلیس هدفهای خود را با حفاظت از جاده ها نیز تأمین می کند، کمک به ماشین های خارج شده از مسیر، بررسی تصادفات و هدایت ترافیک در موقعیت های اضطراری.

تشریفات دادگاهی: پرونده های تخلف ترافیکی معمولاً برای تشریفات لازم به دادگاهها ارجاع می شود. مانند تمام جرائم، این وظیفه دادگاه است که مجازات مناسب را به منظور تأمین احترام به قوانین ترافیکی و ضوابط کنترل تأمین کند، و اگر مناسب باشد، با تجویز حضور اجباری در سخنرانی های مخصوص بعنوان قسمتی از حکم، متخلف را ترغیب به بهتر شدن کند.

ط - آموزش:

در حالیکه بسیاری از متخصصین ترافیک در این عقیده توافق دارند که استفاده ایمن از خیابانها و جاده ها را می توان با دادن آگاهی کامل در مورد ایمنی به استفاده کنندگان تا حد زیادی بهبود بخشید، و هیچ توافق جمعی در مورد چگونگی رسیدن به چنین وضع شعف انگیزی وجود ندارد، رانندگان، بخصوص آنهایی که در حال یادگیری هستند، می توانند از برنامه های مخصوص تعلیم رانندگی که در مدارس و یا آموزشگاههای خصوصی وجود دارد استفاده کنند. پیاده ها را نمی توان به این شکل آموزش داد، بجز کودکان در کلاسهای ابتدائی که می توان برای آنها از ایمنی صحبت کرد و آموزش را با همکاری مهندسین ترافیک و یا پلیس انجام داد. کوشش زیادی می شود که از طریق رسانه های گروهی و با تاکید روی آمار تصادفات، شعارهای ایمنی و برنامه های دیگر به اکثریت مردم عادی دسترسی پیدا کرد، ولی هیچگونه شواهدی دال بر اینکه چنین روشهایی سود بخش بوده است وجود ندارد.

۱-۲ آمار و اطلاعات ترافیکی

انجام کلیه عملیات ترافیکی و تصمیم گیری در این خصوص مستلزم داشتن آمار و اطلاعات مستند می باشد. در واقع بدون داشتن آمار و اطلاعات صحیح و مستند، هر گونه تصمیم گیری توأم با خطا خواهد بود.

آمار جمع آوری شده باید دارای شرایط زیر باشد:

۱. اطلاعات کافی در آن موجود باشد.
۲. حداقل امکان اطلاعات لازم در آن جمع آوری شده باشد نه هر اطلاعاتی.
۳. قابلیت ارتباط با پایگاههای اطلاعاتی را داشته باشد.
۴. استفاده از آن برای دیگران راحت باشد^۱.
۵. اطلاعات قابلیت به روز کردن داشته باشند.

۱-۳ تعیین منطقه مورد بررسی

از نظر تئوریک منطقه مورد مطالعه می تواند بی نهایت بزرگ باشد چون ممکن است هر نقطه به هر نقطه دیگری در دور دست تقاضای حرکتی داشته باشد. در عین حال منطقه مورد بررسی نباید آنقدر بزرگ باشد که باعث افزایش هزینه های مطالعات گردد و نه آنقدر کوچک باشد که حرکت های اصلی در آن دیده نشده و باعث ایجاد خطا در مطالعات گردد.

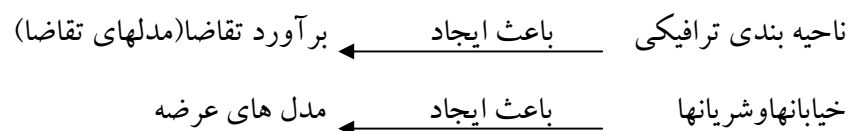
۱-۴ ناحیه بندی ترافیکی

محدوده مورد مطالعه را به نواحی کوچکتر تقسیم می کنیم این نواحی باید دارای خواص زیر باشند:

۱. تا حد امکان از لحاظ خصوصیات اقتصادی، اجتماعی، جمعیت و ... همگن باشد.
۲. تا حد امکان سعی شود سفرهای درون ناحیه ای حداقل گردد. (مکانهایی که دارای تولید سفر و جذب سفر قوی هستند تا حد امکان در یک ناحیه قرار نگیرند).
۳. مرزهای مشخص فیزیکی، هندسی، جغرافیایی و ... می توانند مرز بین ناحیه ها باشند.
۴. نواحی به هم پیوسته باشند (داخل هم قرار نگیرند).
۵. نواحی تا حد امکان گرد باشند (شکل نزدیک به دایره داشته باشند).
۶. خواص گرانیگاهی در مرکز داشته باشند.

¹ User friendly

۷. ناحیه بندی به گونه ای باشد که تعداد خانوارها، جمعیت اشتغال و به طور کلی مقدار تولید و جذب تقریباً مساوی داشته باشند.
۸. ناحیه بندی تا حد امکان به ناحیه بندی های مراکز آماری ایران نزدیک باشند.
۹. مساحت نواحی در حد قابل قبول باشد.
- ناحیه بندی ترافیکی باعث برآورد تقاضا و ساخت مدل های تقاضا می شود که در مقابل آن دسته بندی خیابانها و شریانها به ساخت مدل های عرضه منتهی می گردد:



۵-۱ دسته بندی خیابانها و شریانها (براساس تقسیم بندی امریکا و کانادا)

۱-۵-۱ بین ایالتی^۱:

این نوع راه از نظر ظاهر مشابه راه های تند راه می باشد یعنی چندین خط در هر طرف که توسط یک میانه کاملاً استاندارد از همدیگر جدا شده است. این نوع راه از لحاظ کیفیت تردد و امکانات در بالاترین حد ممکن است و ایالات مختلف آمریکا را به هم متصل می نماید. سرعت مجاز در این نوع راهها بالاست و این نوع راهها هدف دفاعی نیز داشته و به دلیل اتصال مناسب ایالات در مواقع بحرانی ساخته شده است.

۱-۵-۲ تند راه^۲:

که خود شامل موارد زیر می باشد:

^۱ Inter state

^۲ Express Way

۱-۲-۵-۱ آزاد راه^۱:

این نوع راهها اکثراً کاربرد بین شهری داشته و از نظر کیفیت همچنان بالاست. دسترسی ها در آن کاملاً کنترل شده است^۲ و لذا تقاطع های آن به صورت کاملاً غیر هم سطح احداث گردیده و در آمریکا سرعت مجاز حرکتی در آزادراهها بین ایالت های مختلف متفاوت است و حدود ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت می باشد.

۱-۲-۵-۲ بزرگراه^۳:

این نوع راهها اکثراً کاربرد درون شهری داشته و از نظر کیفیت مناسب می باشد. شکل ظاهری آن نزدیک به راه های بین ایالتی و آزادراههاست. دسترسی به این نوع راهها بطور کامل کنترل نشده و لذا در فواصلی مشخص و تعریف شده، تقاطع های غیر همسطح می تواند در آن وجود داشته باشد. سرعت مجاز در آنها حدود ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت می باشد.

۱-۲-۵-۳ بیشه راه^۴:

همان بزرگراه است که از لحاظ زیبایی به آن توجه شده است

۱-۲-۵-۴ خیابان های اصلی^۵:

چندین خیابان جمع و پخش کننده به خیابان اصلی متصل می شود.

۱-۲-۵-۵ جاده های اصلی:

اتصال شهرهای بزرگ به یکدیگر از طریق این نوع جاده ها فراهم می شود.

¹ Free Way

² Full Access Contoll

³ High Way

⁴ Park Way

⁵ Arterial Major

۱-۵-۲-۶ خیابان های جمع و پخش کننده (شهری)^۱:

این نوع خیابانها، جمع کننده چندین خیابان محلی و اتصال آن به خیابانهای اصلی است.

۱-۵-۲-۷ جاده های فرعی:

اتصال شهرهای کوچک با یکدیگر یا با شهرهای بزرگ را فراهم می کند.

۱-۵-۲-۸ خیابان های محلی^۲:

دسترسی به منازل مستقیماً از طریق خیابان محلی امکان پذیر است.

۱-۵-۲-۹ جاده روستایی:

دسترسی روستاها به شهرهای بزرگ یا راههای اصلی تر را فراهم می کند.

۱-۵-۲-۱۰ جاده کشاورزی:

دسترسی مراکز کشاورزی به روستاها یا سایر راههای روستایی یا فرعی را فراهم می کند.

۱-۵-۲-۱۱ دسته بندی طرحهای جامع و تفصیلی شهرها:

دسته بندی خیابانها بصورت زیر می باشد:

۱-۵-۲-۱۲ خیابانهای شریانی درجه یک:

این نوع خیابانها از نظر عملکردی مشابه بزرگراهها می باشند.

۱-۵-۲-۱۳ خیابانهای شریانی درجه دو:

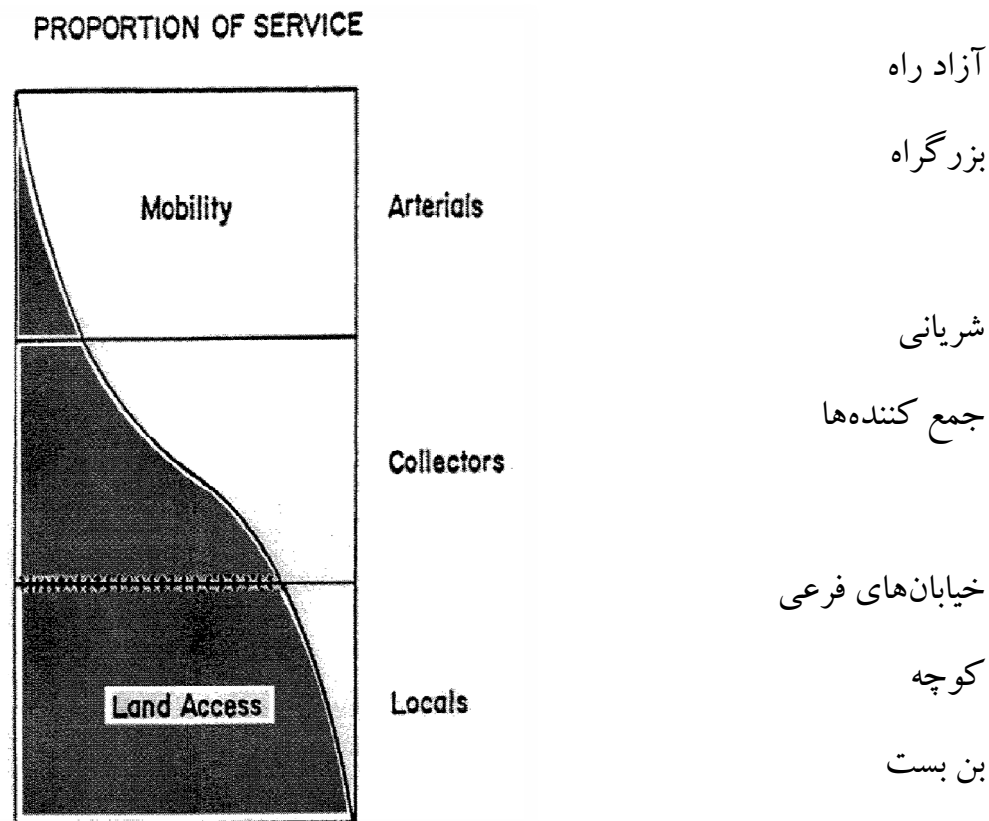
این نوع خیابانها از نظر عملکردی مشابه خیابانهای اصلی و جمع و پخش کننده ها می باشند.

۱-۵-۲-۱۴ خیابانهای محلی:

که مشابه خیابانهای محلی در دسته بندی خیابانهای آمریکا و کانادا می باشند.

^۱ Collector

^۲ Local Street



شکل ۳. مقایسه نقش جابجایی و دسترسی راهها

۱-۶ مراحل برنامه ریزی حمل و نقل شهری:

- تولید و جذب سفر: مدل تولید یا جذب سفر برای هر ناحیه محاسبه می شود. تولید و جذب سفر به خصوصیات اجتماعی، اقتصادی خانواده و ... بستگی دارد.
- توزیع سفر: در این مرحله سفرهای تولید و جذب شده بین نواحی توزیع می شود.
- تخصیص سفر: سفرهای توزیع شده بین مسیرهای مختلف تخصیص می یابد.
- تفکیک سفر: سفرهای توزیع شده بین انواع مختلف وسایل نقلیه (مد های مختلف حمل و نقلی) تفکیک می شود.

فصل ۲. خصوصیات انسان و وسیله نقلیه

۱-۲ انسان:

در بررسی انسان از جنبه های مختلفی می توان مورد ارزیابی قرار داد. انسان به عنوان استفاده کننده از سیستم در جایگاه های مختلفی ممکن است قرار گرفته باشد:

- راننده
- عابر پیاده
- دوچرخه سوار
- ...

۲-۱-۲ عوامل محیطی:

عوامل محیطی مؤثر بر انسان شامل موارد زیر است:

زمین، فضای اطراف، هوا و دید، تسهیلات ثابت موجود شامل مسیر ها و پایانه ها، جریان ترافیک و خصوصیات آن.

۲-۱-۲ عوامل روانشناسی:

عوامل روانشناسی شامل عوامل احساسی، عکس العمل های مقید، بلوغ، ذکاوت، محرک های شغلی و اجتماعی و تفریحی و

عوامل احساسی: عصبانیت، بی دقتی نسبت به مقررات، بی صبری، احترام و بی احترامی به قانون و

بلوغ: رانندگان نا بالغ و جوان دنبال هیجان بوده و تمایل به خود نمایی دارند.

عکس العمل های مقید: همیشه عادت، ایجاد عکس العمل مقید می کند. مثل نگاه به چپ هنگام عبور از خیابان، راهنما زدن و ..

۲-۱-۳ عوامل فیزیکی:

۲-۱-۳-۱ دید

- تیزی: در افراد مختلف متفاوت است و با روشنایی ارتباط کامل دارد. تیزی با مخروطی فرضی که از چشم خارج می شود و زاویه آن به صورت زیر تعریف می شود:
تیزی: مخروط ۳ درجه بهترین دید است.
- دید خوب: مخروط ۱۰ درجه دید خوب است (جهت نصب تابلو ها و علائم استفاده میشود).
- دید قابل قبول: مخروط ۲۰ درجه دید قابل قبول است.
- دید پیرامونی: مخروط ۱۲۰ تا ۱۸۰ درجه دید پیرامونی که با افزایش سرعت کاهش می یابد. مثلاً در سرعت ۶۰ km/h دید پیرامونی به مخروط ۴۰ درجه کاهش می یابد.
- در مطالعات ترافیکی، این دید چندان قابل اعتماد نیست و حسابی روی آن باز نمی شود.
- حرکت چشم: زمان لازم برای حرکت چشم از یک نقطه به نقطه دیگر است که می تواند جایگزین خوبی برای حرکت سر باشد برای هر حرکت چشم ۰.۲ تا ۰.۲۵ ثانیه زمان لازم است.
- درک عمق: درک پرسپکتیو، عمق، تشخیص سرعت و مسافت وسیله نقلیه مقابل و مسیر حرکت و.... می باشد که اغلب راننده های خوب هم در تشخیص سرعت و مسائل نقلیه با مشکل و خطا روبرو هستند.
- حساسیت چشم نسبت به رنگ ها: ۸٪ مردان و ۴٪ زنان دچار بیماری کوررنگی هستند. برای افراد کوررنگ، تشخیص رنگ قرمز و سبز مشکل است و هر دو را یک رنگ می بینند. لذا در چراغ های راهنمایی از رنگ سبز متمایل به آبی استفاده می گردد.
- حساسیت دید چشم به نور شدید و بالعکس: زمان سازگاری چشم از نور شدید به تاریکی و یا از تاریکی به نور شدید باید در مطالعات ترافیکی در نظر گرفته شود که مقدار تقریبی آن مطابق زیر اندازه گیری شده است:

▪ از تاریکی به روشنایی ۳ ثانیه

▪ از روشنایی به تاریکی ۶ ثانیه

به همین دلیل است که چراغ های ورودی یک تونل بصورت چند ردیفه و مابقی بصورت تک ردیفه اجرا گردیده است تا چشم به شرایط جدید عادت نموده و از ایجاد حادثه جلوگیری گردد.

- از بین رفتن دید: در سنین بالا بر اثر پیر چشمی که اصطلاحاً به آن آب مروارید نیز می گویند که انعطاف پذیری عدسی چشم کاسته شده و لذا دید رانندگان کاهش می یابد.

۲-۳-۱-۲ شنوایی:

شنوایی به اندازه بینایی، تأثیری در انسان به عنوان استفاده کننده از سیستم ندارد. این تأثیر برای رانندگان دارای اهمیت کمی است به گونه ای که فقط نمی توان به ناشنویان اخطار با صدا داد و رانندگان ناشنوا معمولاً بانصب برچسبی بر شیشه عقب اتومبیل خود، این قضیه را اعلام می کنند ولی این مشکل برای عابران پیاده شدیدتر می باشد و اغلب با خطرات جانی بسیاری همراه بوده است.

۳-۳-۱-۲ احساس پایداری:

واکنش رانندگان در هنگام اعمال ناپایداری مانند حرکت در سر پیچ، عبور از دست انداز و ...

۴-۳-۱-۲ زمان دید و عکس العمل T_{PIEV} :

این زمان، تأخیری است در عکس العمل راننده، از زمان ایجاد خطر تا انجام عکس العمل مناسب که بین ۰/۵ تا ۴ ثانیه طول می کشد که معمولاً ۲/۵ ثانیه فرض می شود. عوامل افزایش این زمان شامل خستگی، پیری، مستی، داروهای خواب آور وعدم انتظار برای حادثه است. این زمان به چهار مرحله مطابق زیر تقسیم می شود:

- دید^۱
- فهم^۲
- تصمیم (حس)^۳
- اجرا^۴

^۱ Perception

^۲ Intellection

^۳ Emotion

^۴ Volition

۲-۲ وسیله نقلیه:

وسیله نقلیه نیز از دیدگاه های مختلفی قابل بررسی است:

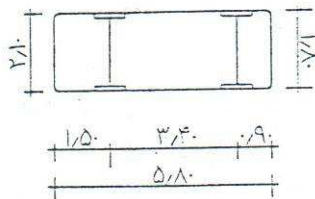
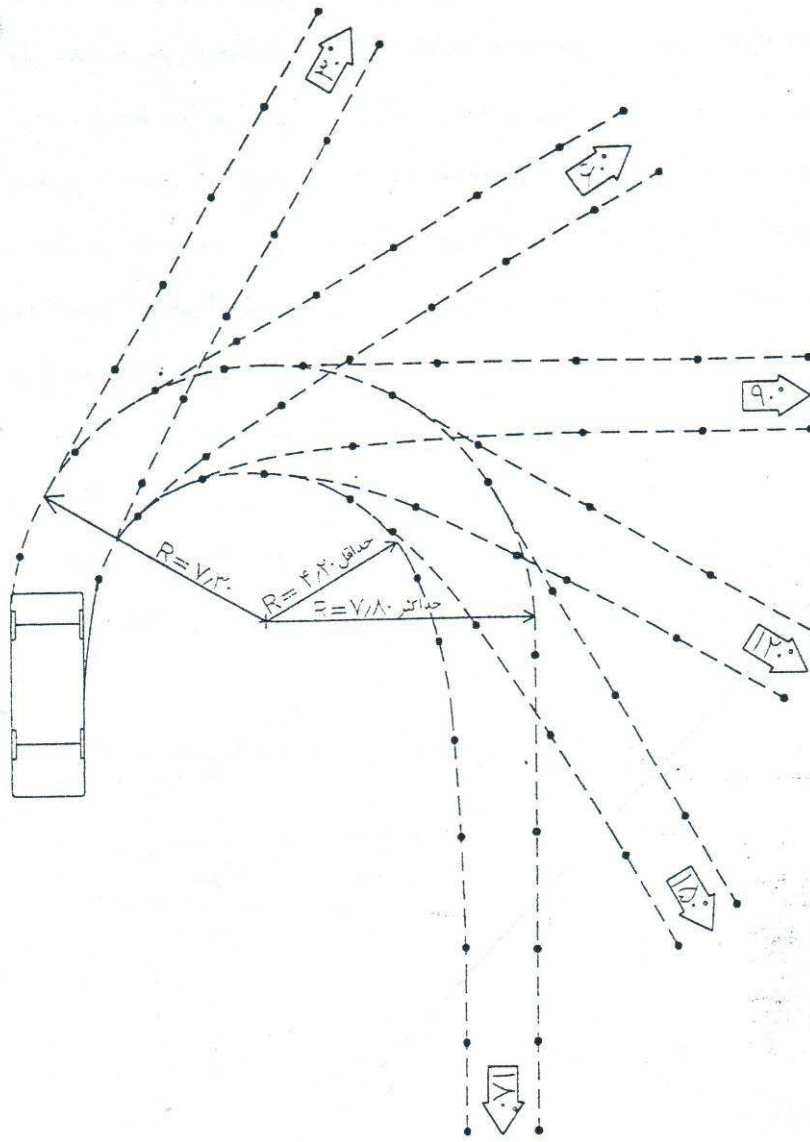
۱. ابعاد: طول، عرض، ارتفاع
۲. شعاع گردش: بخصوص شعاع گردش چرخ عقب وسایل نقلیه سنگین که این عامل در طراحی قوس در راهها، دور برگردانها و بطور کلی هندسه راهها تأثیر دارد.
۳. وزن: عامل وزن در طراحی سازه راهها شامل روسازی، پل ها و... موثر است. وزن محور وسیله نقلیه در طراحی ها دارای اهمیت بیشتری به نسبت وزن خود وسیله نقلیه است.
۴. توان: قدرت موتور برای افزایش شتاب را توان می گویند که می توان بصورت زیر فرض نمود:
از دیاد شتاب: ۵ تا ۶/۵ کیلومتر بر ساعت بر ثانیه فرض می شود.
کاهش شتاب: ۸ کیلومتر بر ساعت بر ثانیه فرض می شود. اندازه و مشخصات خودرو طرح در جدول ۱-۲ آورده شده است.

جدول ۱-۲ اندازه های مشخصات چهار خودرو طرح پیشنهادی (متر)

خودرو طرح				مشخصات
کامیون با یدک	تریلی بزرگ	اتوبوس	سواری	
۱۸/۴**	۱۵/۲*	۷/۶	۳/۴	فاصله محور جلو و عقب
۰/۶	۰/۹	۲/۱	۰/۹	پیش آمدگی جلو
۰/۹	۰/۶	۲/۴	۱/۵	پیش آمدگی عقب
۱۹/۹	۱۶/۷	۱۲/۱	۵/۸	طول وسیله نقلیه
۲/۶	۲/۶	۲/۶	۲/۱	عرض وسیله نقلیه
۴/۱	۴/۱	۴/۱	متغیر	ارتفاع وسیله نقلیه
۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	ارتفاع برای طرح
۶/۸	۵/۹	۷/۴	۴/۲۰	حداقل شعاع دایره داخلی گردش
۱۳/۷	۱۳/۷	۱۲/۸	۷/۳	حداقل شعاع دایره خارجی گردش

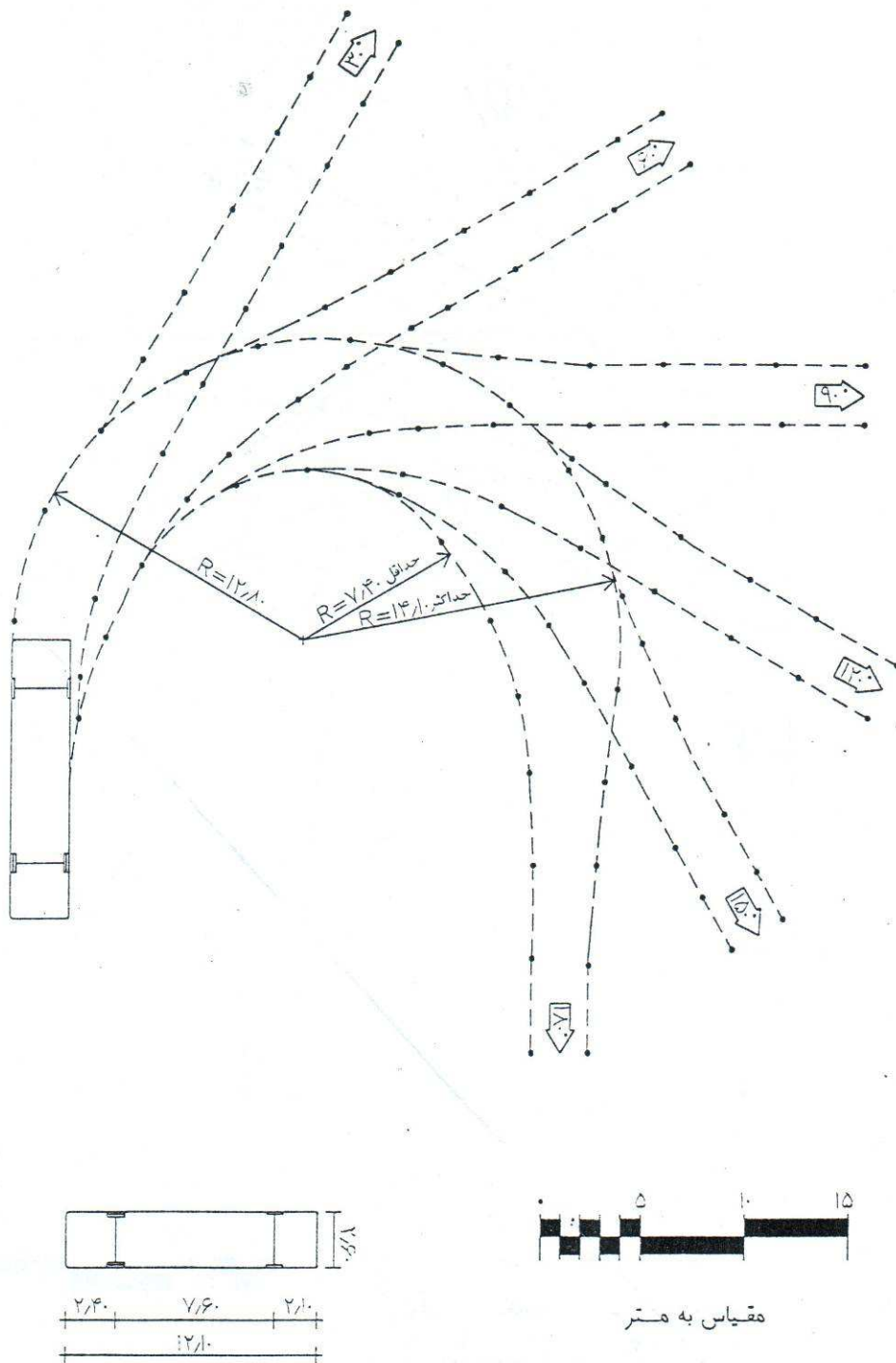
$$۴/۹+۱/۲+۷/۹+۱/۲=۱۵/۲*$$

$$۳/۶+۶/۱+۲/۳+۶/۴=۱۸/۴**$$

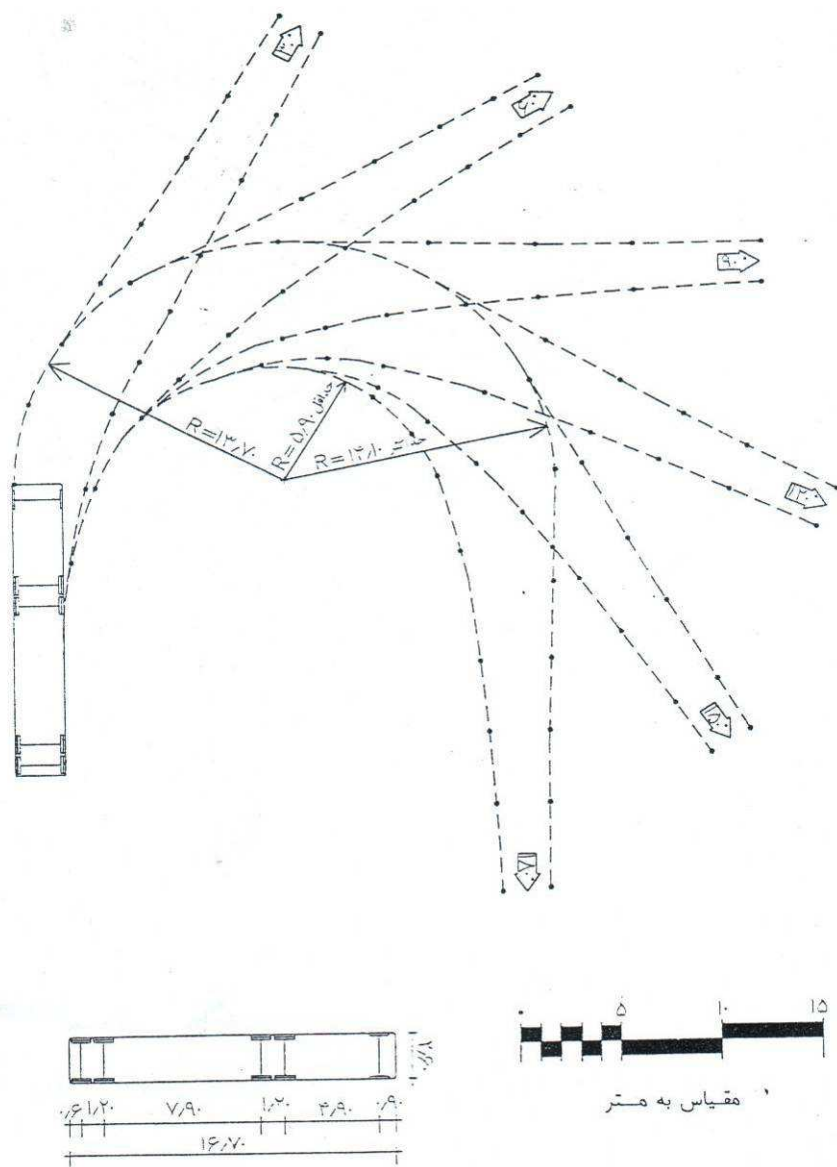


مقیاس به متر

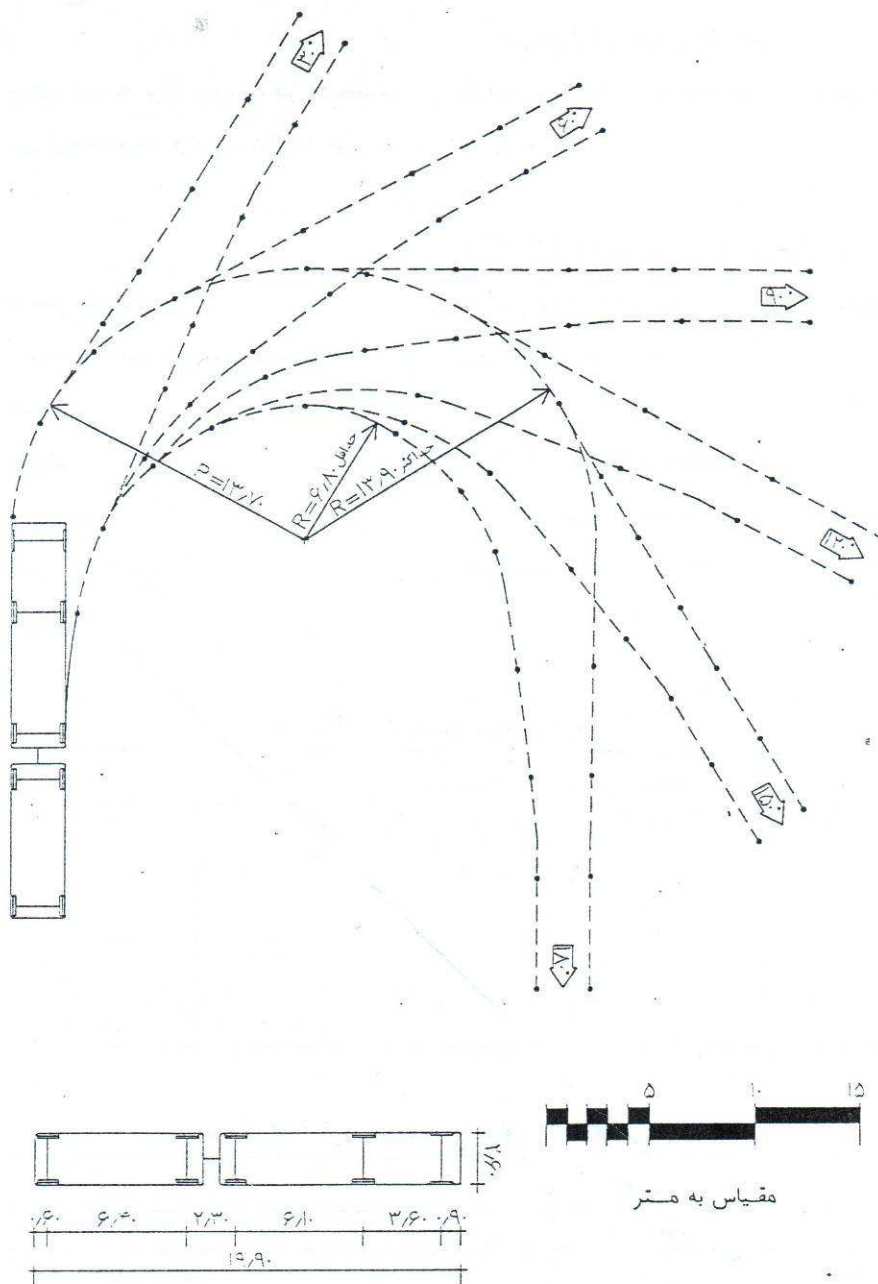
شکل ۴. مشخصات مسیر گردش خودروی طرح (سواری)



شکل ۵. مشخصات مسیر گردش خودروی طرح (اتوبوس)



شکل ۶. مشخصات مسیر گردش خودروی طرح (تریلی بزرگ)



شکل ۷. مشخصات مسیر گردش خودروی طرح (کامیون با یدک)

۲-۲-۲ تحلیل تصادف و طول خط ترمز:

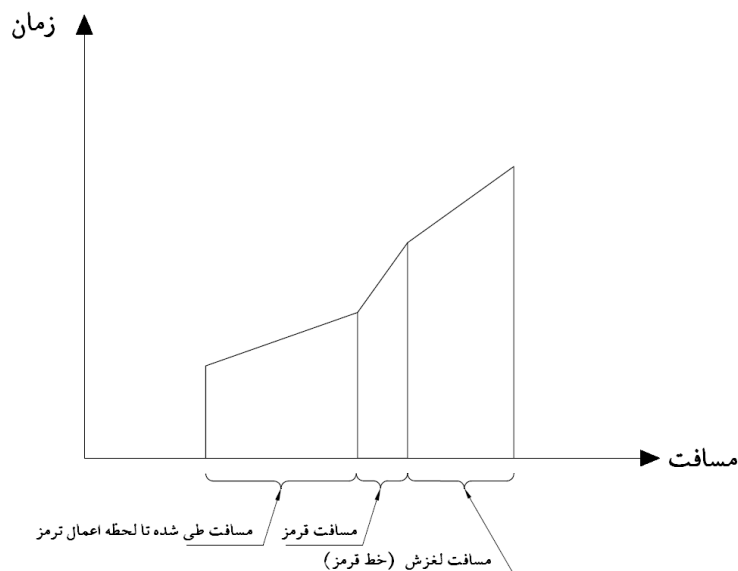
از لحظه وقوع یک حادثه تا تصادف وسیله نقلیه با آن فرآیند مختلفی اتفاق می افتد که می توان آنرا به مراحل زیر تقسیم نمود:

- طی مسافتی با همان سرعت اولیه تا مرحله انجام عکس العمل طی زمان T_{PIEV}

- شتاب منفی ترمز
 - شتاب منفی لغزش
 - برخورد احتمالی با مانع و تخلیه انرژی جنبشی اتومبیل
- مسافت لغزش مطابق رابطه زیر محاسبه می گردد :

$$\text{مسافت لغزش} = d = \frac{u^2 - v^2}{254(f \pm g)}$$

که در آن:



d = مسافت لغزش یا خط ترمز بر حسب متر

u = سرعت در ابتدای لغزش بر حسب Km/h

v = سرعت در انتهای لغزش بر حسب Km/h

g = مقدار شیب

شیب تا ۳٪ قابل اغماض است بیشتر از ۳٪ به صورت اعشاری با اصطکاک جمع می شود ($f+g$)، که شیب سربالایی بصورت اعشاری مثبت و سربایینی بصورت اعشاری منفی در نظر گرفته می شود.

سربالایی: $g \geq 0$

سربایینی: $g < 0$

f = ضریب اصطکاک بین چرخ و آسفالت (اصطکاک طولی) که مطابق جدول ۲-۲ در نظر گرفته می شود:

جدول ۲-۲ ضریب اصطکاک و فاصله دید توقف

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	سرعت حرکت (کیلومتر در ساعت)	ضریب اصطکاک	فاصله ترمز (متر)		فاصله دید گردشده طراحی (متر)	توقف برای
			حد بالا	حد پایین		
۳۰	۳۰	٪۴۰	۹	۹	۳۰	۳۰
۴۰	۴۰	٪۳۸	۱۷	۱۷	۴۵	۴۵
۵۰	۴۷	٪۳۵	۲۸	۲۵	۶۵	۶۰
۶۰	۵۵	٪۳۳	۴۳	۳۶	۸۵	۷۵
۷۰	۶۳	٪۳۱	۶۲	۵۰	۱۱۰	۹۵
۸۰	۷۰	٪۳۰	۸۴	۶۴	۱۳۵	۱۱۰
۹۰	۷۷	٪۳۰	۱۰۶	۷۸	۱۶۵	۱۳۰
۱۰۰	۸۵	٪۲۹	۱۳۵	۹۸	۲۰۰	۱۶۰
۱۱۰	۹۱	٪۲۸	۱۷۰	۱۱۶	۲۴۵	۱۸۰
۱۳۰	۱۱۰	٪۲۶.۸	۲۴۸	۱۷۸	۳۳۵	۲۵۰

عوامل مؤثر در اصطکاک بین لاستیک و روسازی به شرح زیر است :

- جنس لاستیک و میزان باد لاستیک
- جنس روسازی
- شرایط جوی
- سرعت (هر چه بیشتر باشد ضریب اصطکاک کاهش می یابد.)

اگر وسیله نقلیه در انتهای لغزش متوقف شود:

$$v = 0 \quad \Rightarrow \quad d = \frac{u^2}{254(f \pm g)} \quad \Rightarrow \quad u = \sqrt{254(f \pm g)d}$$

اگر وسیله نقلیه در انتهای لغزش متوقف نشود:

$$v \neq 0 \quad \Rightarrow \quad d = \frac{u^2 - v^2}{254(f \pm g)} \quad \Rightarrow \quad u = \sqrt{254(f \pm g)d + v^2}$$

مسافت توقف ایمن (d): مسافتی است که وسیله نقلیه در آن فاصله بتواند بطور کاملاً مطمئن و ایمن توقف کند که در محاسبه این مسافت، بدترین شرایط توقف یعنی توقف بر اثر لغزش وسیله نقلیه بر روی آسفالت که دارای ضریب اصطکاک کمتری به نسبت توقف بر اثر شتاب منفی ترمز است در نظر گرفته می شود.

$$v = 0 \rightarrow d = 0.28u \times T_{PIEV} + \frac{u^2}{254(f \pm g)}$$

d = مسافت توقف ایمن (متر)

فصل ۳. پارامترهای اندازه گیری ترافیک

۱-۳ مطالعات حجم ترافیک:

۱-۱-۳ تعاریف:

- حجم^۱: تعداد وسیله نقلیه ای که در واحد زمان از یک مقطع از یک جاده یا یک خیابان عبور می کنند که واحد آن به صورت veh/day ، $veh/month$ ، $veh/hour$ است:
 - حجم متوسط روزانه^۲: تعداد وسیله نقلیه عبوری از یک مقطع از یک جاده یا یک خیابان در مدت بیشتر از یک روز و کمتر از ۳۶۵ روز تقسیم بر تعداد روزهای شمارش بر حسب (veh/day) .
 - حجم متوسط روزانه در سال^۳: تعداد عبور وسیله نقلیه در یک سال تقسیم بر تعداد روزهای سال (۳۶۵) بر حسب (veh/day) .
 - حجم متوسط ساعتی در سال^۴: تعداد وسیله نقلیه عبوری از یک مقطع از یک جاده یا یک خیابان در مدت یک سال تقسیم بر تعداد ساعتهای یک سال بر حسب $(veh/hour)$.
- $$\frac{n}{365 \times 24}$$
- ماکزیمم حجم ترافیک ساعتی در سال^۵: حداکثر حجم ترافیک ساعتی که در یک سال ممکن است داشته باشیم بر حسب $(veh/hour)$.

¹ Volume

² ADT: Average Daily Traffic

³ AADT: Average Annual Daily Traffic

⁴ AAHT: Average Annual Hourly Traffic

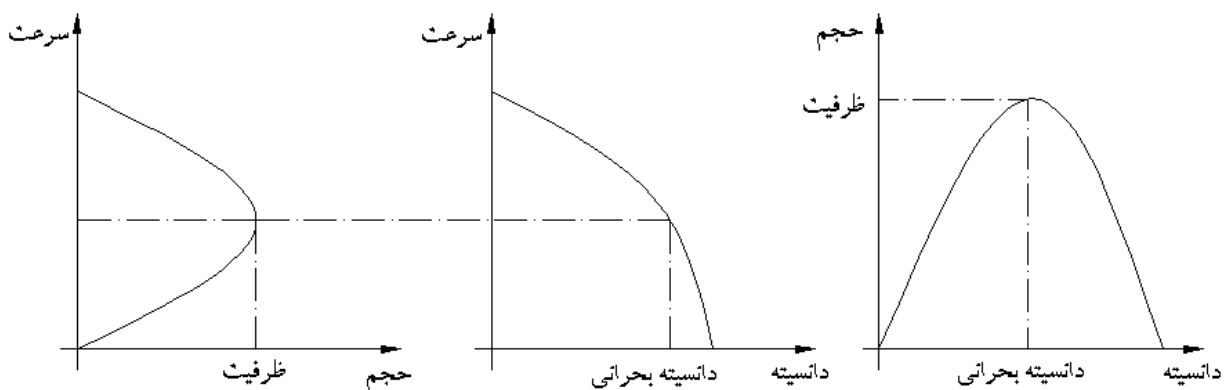
⁵ MAHT: Max. Annual Hourly Traffic

- حجم ساعتی طرح^۱: حجمی که برای طراحی به کار می رود، که معمولاً سی امین حجم ساعتی حداکثر بکار می رود (veh/hour). در این حالت فرض می گردد که ۲۹ ساعت در سال، حجم ترافیک موجود، از حجم طراحی بیشتر می شود.
- دانسیته^۲ (چگالی): تعداد وسیله نقلیه ای که در یک لحظه در واحد طول از یک جاده وجود داشته باشند. واحدهای دانسیته شامل $veh/mile$ ، veh/km می باشد.

$$\frac{\text{حجم}}{\text{دانسیته}} = \frac{V}{D} = S \text{ سرعت} \longrightarrow V = S * D$$

دانسیته × سرعت = حجم

روابط بین حجم، سرعت و دانسیته را می توان بصورت نمودارهای زیر بیان نمود:



¹ DHV: Design Hour Volume

² (Veh / Km) Density

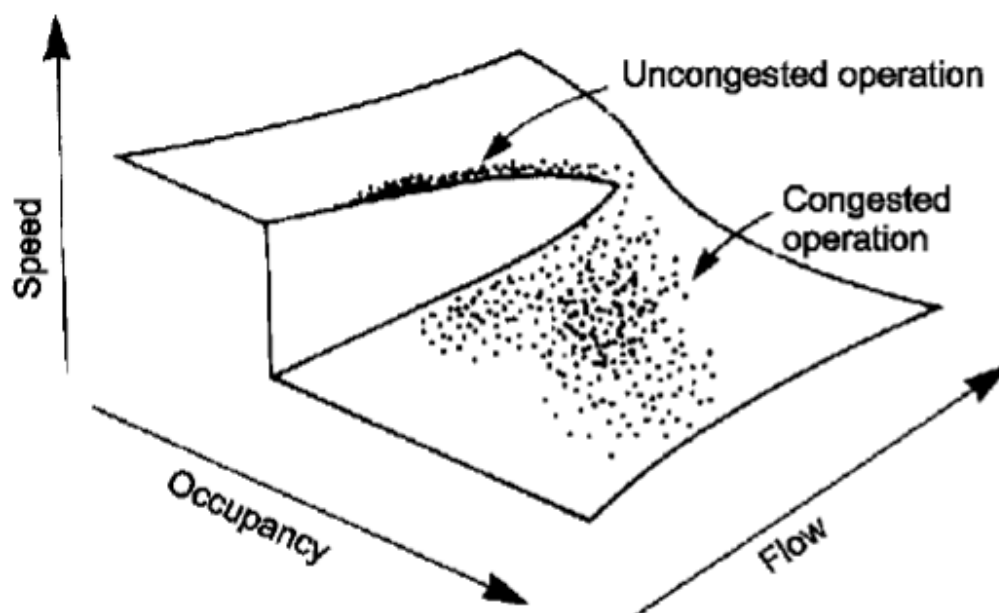


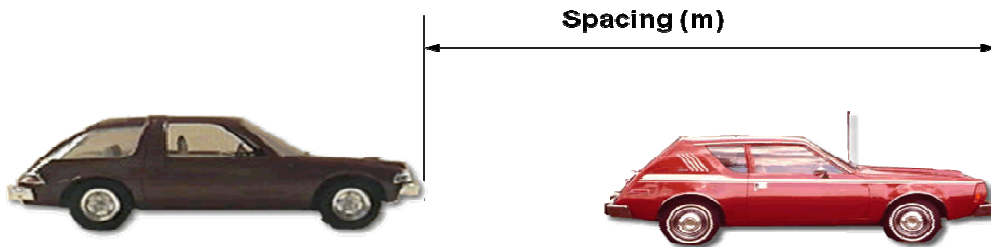
Figure 2.20
Conceptualization of Traffic Operations on a Catastrophe Theory Surface
Using the Maxwell Convention (Persaud and Hall 1989).

- ظرفیت^۱: حداکثر حجم قابل عبور از یک جاده را ظرفیت می گویند.
- دانسیته بحرانی^۲: دانسیته ای که در آن حجم به مقدار ظرفیت خود رسیده باشد را دانسیته بحرانی می گویند.

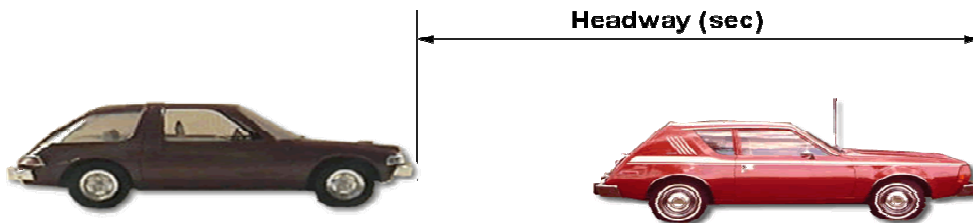
¹ Capacity

² Critical Density

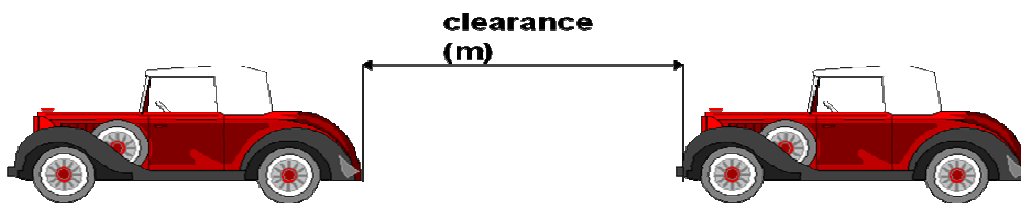
- فاصله عبور مکانی^۱: مسافت بین دو وسیله نقلیه متوالی در جریان ترافیک بر حسب متر از سپر جلوی یکی تا سپر جلویی بعدی را می گویند.



- فاصله عبور زمانی^۲: فاصله زمانی بین حرکت دو وسیله نقلیه متوالی در جریان ترافیک بر حسب ثانیه که از یک نقطه در جاده عبور می کنند.



- فاصله آزاد^۳: مسافت بین دو وسیله نقلیه متوالی در جریان ترافیک بر حسب متر از سپر عقب یکی تا سپر جلویی بعدی را می گویند.



- فاصله زمانی^۴: فاصله زمانی یا Gap عبارت است از فاصله زمانی بین دو وسیله نقلیه در حین حرکت که از سپر عقب خودروی جلویی تا سپر جلوی خودروی عقبی محاسبه می شود.

¹ Spacing² Headway³ Clearance⁴ Gap

۳-۱-۲ روش های اندازه گیری حجم ترافیک:

الف - روش های دستی (استفاده از نیروی انسانی)

۱. روش شمارش دستی:

از افراد مشاهده گر استفاده می گردد و روش پر هزینه ای است بخصوص برای زمان های طولانی. برای ثبت شمارش ترافیک معمولاً جداول ویژه ای تهیه و در آن معمولاً "از چوب خط به صورت استفاده میشود که نشانگر ۵ وسیله عبوری می باشد. (###)

۲. روش اتومبیل شمارشگر:

این روش یکی از روش های بسیار مؤثر و کاربردی در جهت شمارش حجم ترافیک می باشد. این روش توسط موسسه تحقیقات راه انگلستان تدوین گردیده است که اصول اولیه بسیار ساده ای دارد. در این روش وسیله نقلیه شمارشگر (شناور) ابتدا از شمال به جنوب و سپس از جنوب به شمال حرکت کرده و پارامترهای زیر را اندازه گیری می کند. به عنوان مثال با هدف پیدا کردن حجم ترافیک جنوب به شمال پارامترهای زیر اندازه گیری می شود:

V_N = حجم بر حسب وسیله نقلیه بر ساعت در جهت شمال.

M_S = تعداد وسیله نقلیه ای که در هنگام حرکت اتومبیل شمارشگر به سمت جنوب در جهت مخالف آن (به سمت شمال) شمارش گردیده اند. (از کنارش عبور کرده)

O_N = تعداد وسیله نقلیه ای که در هنگام حرکت اتومبیل شمارشگر به سمت شمال از آن سبقت گرفته اند.

P_N = تعداد وسیله نقلیه ای که در هنگام حرکت اتومبیل شمارشگر به سمت شمال از آنها سبقت گرفته است.

T_N = زمان حرکت اتومبیل شمارشگر در جهت شمال بر حسب دقیقه.

T_S = زمان حرکت اتومبیل شمارشگر در جهت جنوب بر حسب دقیقه.

d = فاصله بین نقطه A (شروع) تا B (انتهای) بر حسب Km.

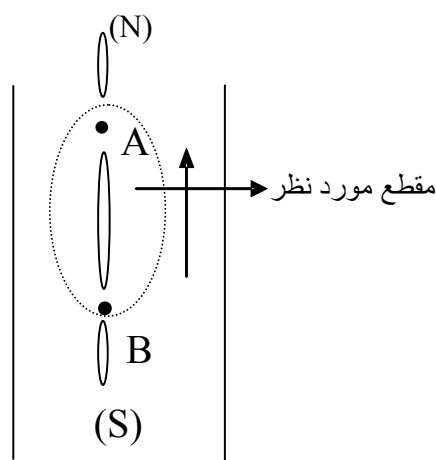
$$V_N = \frac{60 \times (M_S + O_N - P_N)}{T_N + T_S}$$

\overline{T}_N = زمان متوسط حرکت حجم ترافیک در جهت شمال بر حسب دقیقه

$$\overline{T}_N = T_N - \frac{60 \times (O_N - P_N)}{V_N}$$

$$S_n = \frac{60 \times d}{\overline{T}_n}$$

S_N = سرعت متوسط حرکت کل ترافیک (Km/h)



نکاتی که در حین انجام آزمایش باید رعایت شود به شرح زیر است:

- حتما خیابان دو طرفه باشد.
- حداقل ۶ مرتبه این آزمایش انجام شود و نتایج معدل گیری شوند.
- سرعت متوسط حرکت اتومبیل شمارشگر با سرعت متوسط حجم ترافیک تقریبا برابر باشد.
- در هنگام دور زدن زمان تلف شده در محاسبات حذف شود.
- مسیر حرکت توسط موانع هندسی تقسیم شده باشد و در بین مسیر هیچ ورودی یا خروجی نداشته باشیم.

ب- روشهای شمارش اتوماتیک یا خودکار:

۱. روش تماس الکتریکی^۱:

¹ Electric contact

این روش ایده باسکولی دارد. صفحات فلزی روی روسازی مانند باسکول نصب می شوند. ابعاد آن صفحات بطور تقریبی با ابعاد اتومبیل یا هر وسیله نقلیه عبوری برابر است. وزن وسیله بر روی صفحات باعث فشرده شدن فنرهای زیر آن و در نهایت سبب تماس الکتریکی می شود که خود ایجاد یک پالس می نماید با شمارش این پالس ها حجم ترافیک بدست می آید.

معایب:

- پر هزینه بودن
- تغییر جنس روسازی
- عدم تشخیص وسیله نقلیه سبک

مزایا:

- عملکرد ساده
- هزینه نگهداری ارزان و ساده
- تخصص بالا نیاز ندارد.

۲. روش مکانیکی (لوله هوای فشرده):

لوله ای حاوی هوای فشرده از عرض محور راه عبور داده می شود (آب هم می تواند باشد) انتهای این لوله مسدود و ابتدای آن به یک دستگاه حساس تغییر فشار متصل است. با عبور چرخ از روی این لوله فشار هوای داخل آن بیشتر شده و باعث می شود شمارشگر یک عدد به شمارش اضافه کند.

مزایا:

- هزینه ساخت کم
- قابلیت جابجایی
- هزینه تعمیر و نگهداری کم

معایب:

- شمارش محور انجام می شود نه وسایل نقلیه.

- روی روسازی نصب می شود.

۳. روش پردازش تصویری^۱:

دوربین های تصویر برداری روبروی مسیر حرکت قرار گرفته و تصویرهای برداشته شده به رایانه سپرده می شود و نرم افزار با استفاده از تفکیک رنگ و ابعاد و ... تعداد و نوع وسایل نقلیه عبوری را تخمین می زند.

مزایا:

- دقت قابل قبول
- قابلیت جابجایی
- عدم مزاحمت برای راننده

معایب:

- گران قیمت بودن
- نیاز به تخصص بالا دارد

۴. روش راداری^۲:

براساس امواج راداری اختلاف فرکانس موج تابیده و باز تابیده عبور وسیله نقلیه شناسایی می شود.

مزایا:

- عدم تغییر در جنس روسازی
- قابلیت جابجایی

معایب:

- هزینه بالا
- نیاز به تخصص بالا
- عبور هر شیء یا پرنده را به عنوان وسیله نقلیه تعبیر می نماید.

¹ Wide Area Detection Or Video Imaging

² Radar Detector

۵. شناسگر صوتی^۱:

مانند روش راداری است با این تفاوت که امواج صوتی به جای امواج راداری ارسال می شود. (بر اساس روابط دوپلر)

۶. شناسگر فتوالکتریک^۲:

در یک طرف خیابان منبع نور و در طرف دیگر فتوسل (جذب کننده نور) نصب می شود که با عبور وسیله نقلیه این جریان قطع شده و یک وسیله نقلیه شمارش می شود.

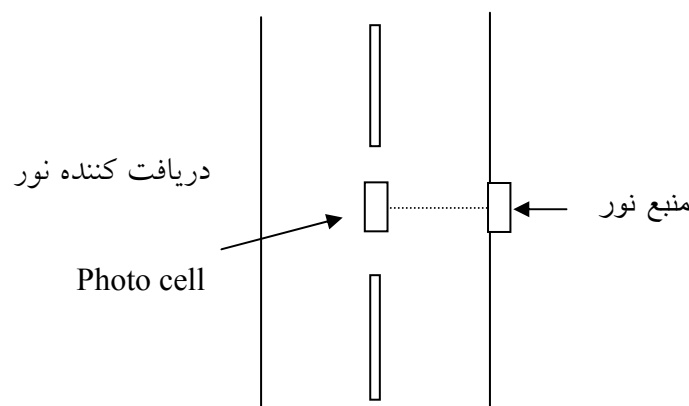
مزایا:

- ارزان است.
- جابجایی آن راحت است.
- با نصب در ارتفاع های مختلف امکان شمارش و تفکیک انواع وسایل سبک و سنگین وجود دارد.

معایب:

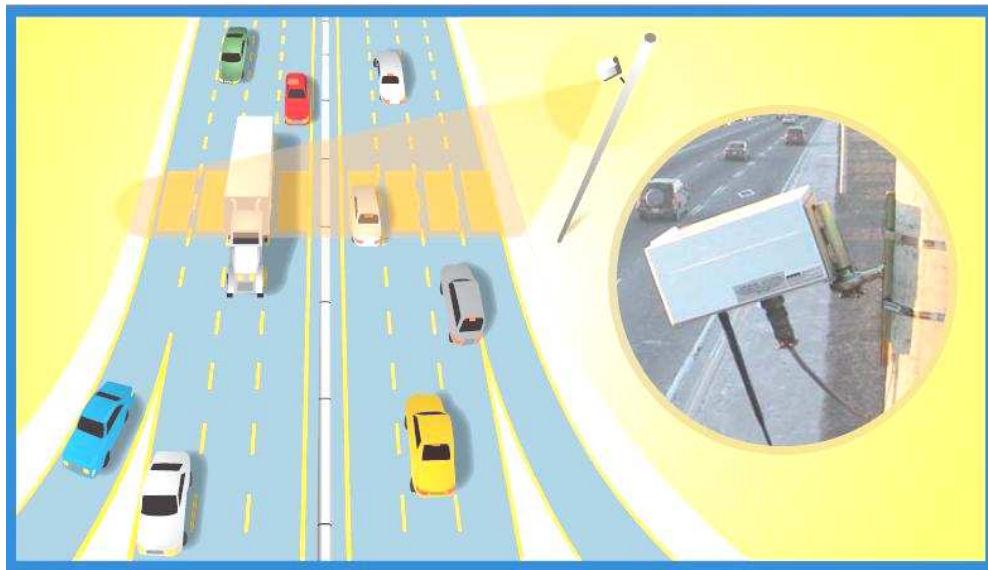
در راه یک خطه قابل استفاده است و در راه دو خطه باید در وسط راه روفورژ میانی وجود داشته باشد.

در شکل ۸ نمونه ای از نسل های جدید این نوع شناسگر ها نمایش داده شده است.



¹ Sonic Detector

² Photo Electric



شکل ۸. شناسگرهای چشم الکترونیکی جدید

۷. شناسگرهای حلقه ای^۱:

شناسگرهای حلقه ای به دو قسم شناسگرهای حلقه ای مغناطیسی و شناسگرهای حلقه ای القایی تقسیم می گردند.

الف- شناسگرهای حلقه ای مغناطیسی^۲:

با عبور وسیله نقلیه از محدوده الکتریکی^۳: اختلال در جریان الکتریکی ایجاد شده و این اختلال شناخته و شمارش می شود.

مزایا:

- هزینه خیلی کم برای نصب و نگهداری
- زیر رو سازی نصب می شود.

معایب:

- نیاز به تقویت کننده (آمپلی فایر) دارد.

¹ Loop Detector

² Magnetic loop detector

³ Electric Field

- نیاز به تخصص دارد.

- تنها عبور وسیله نقلیه شناسایی می شود نه حضور.

- عدم شناسایی وسیله نقلیه سبک و دارای فلز کمتر.

ب- شناسگر حلقه ای القایی^۱:

با عبور وسیله نقلیه از محدوده القایی باعث تغییر در محدوده فوق می شود و اتومبیل شمارش می گردد.

مزایا:

- هزینه خیلی کم برای نصب و نگهداری

- زیر روسازی نصب می شود.

- هم حضور و هم عبور وسیله نقلیه شناسایی می شود.

معایب:

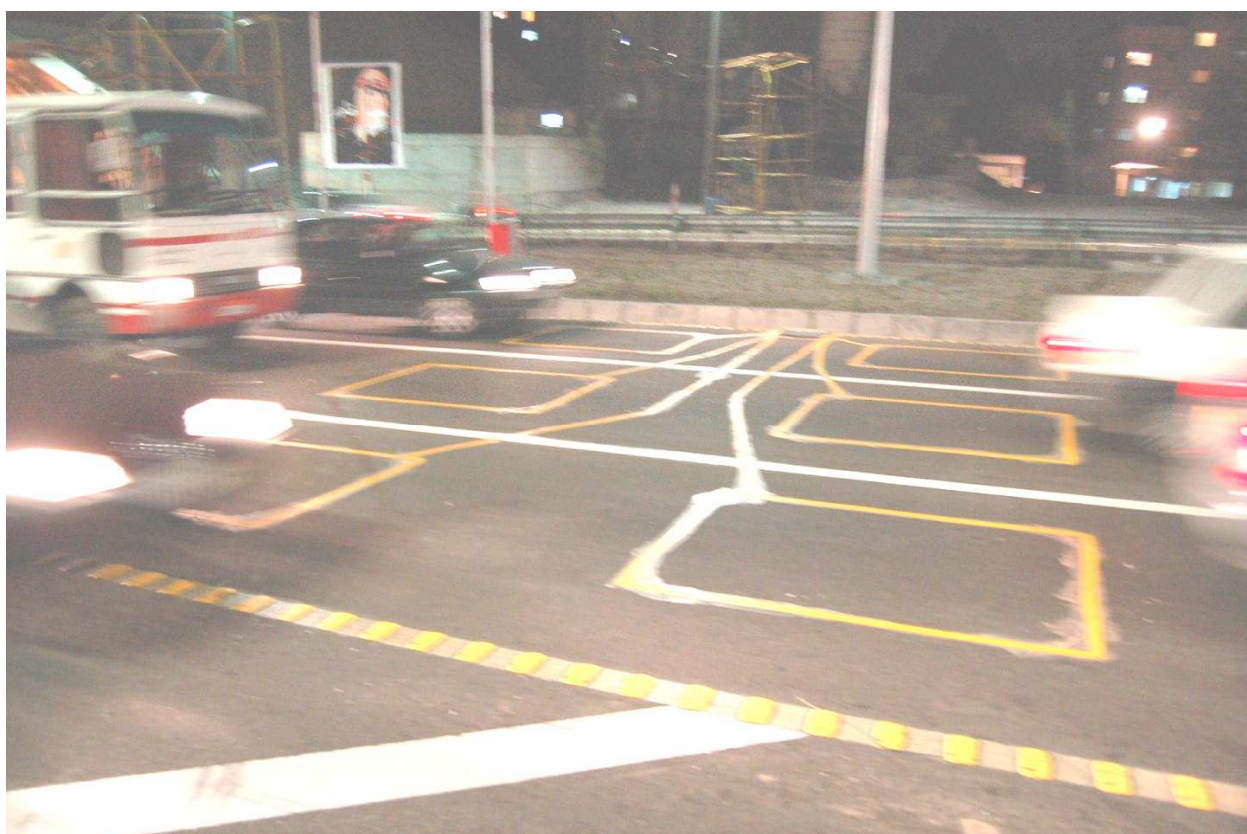
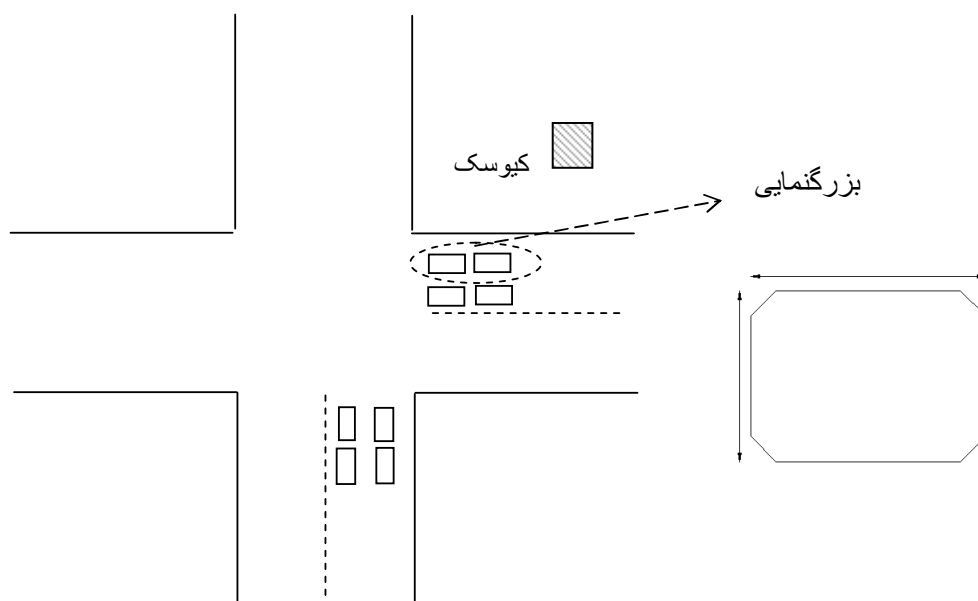
- نیاز به تقویت کننده دارد.

- نیاز به تخصص دارد.

- عدم شناسایی وسیله نقلیه سبک و دارای فلز کمتر.

سیستم تشخیص دهنده عبور وسیله نقلیه را Pulse mode و سیستم تشخیص دهنده حضور وسیله نقلیه را Presence mode می گویند.

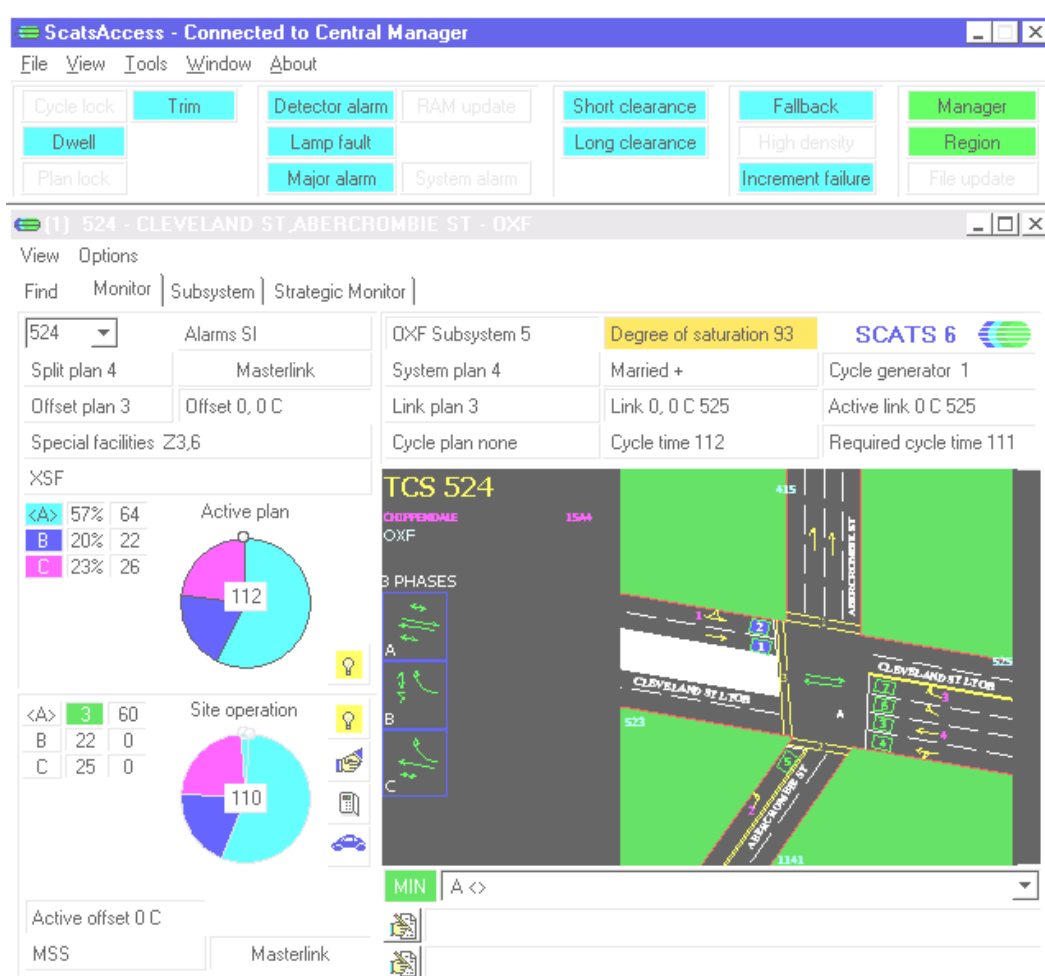
¹ Inductive Loop Detector



شکل ۹. نمونه ای از شاسگرهای حلقه ای

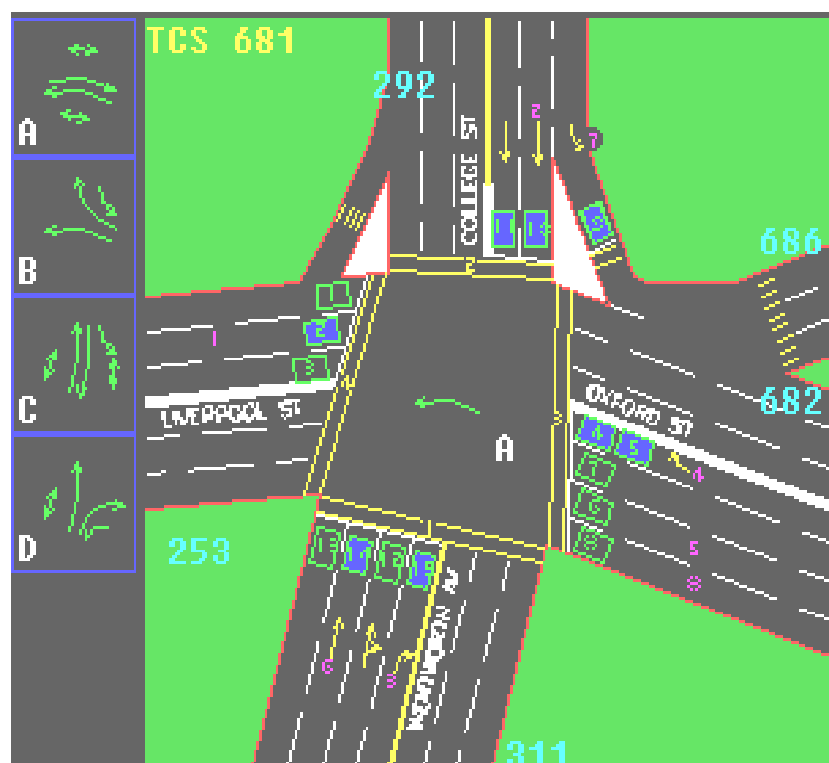
۲-۳ کنترل ترافیک شهر تهران از نوع سیستم *SCATS*^۱ (سیستم ترافیکی سازگار و هماهنگ با ترافیک شهر سیدنی)

سیستم کنترل ترافیک تهران با نام SCATS سیستمی است که از کشور استرالیا خریداری شده و مشابه سیستم به کار رفته در شهر سیدنی استرالیا می باشد. این سیستم کل تقاطع های شهر را بصورت یکپارچه و هماهنگ بررسی و کنترل می کند.



شکل ۱۰. صفحه نمایشگر نرم افزار SCATS

^۱ Sydney Co.ordinated Adaptive Traffic System



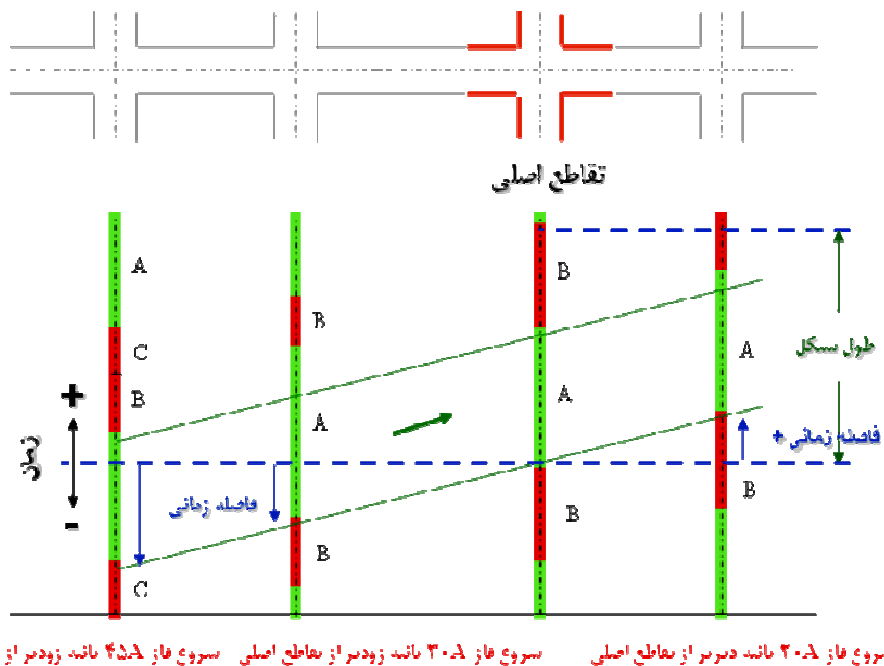
شکل ۱۱. شکل تقاطع در نرم افزار SCATS



شکل ۱۲. اتاق کنترل و مانیتورینگ

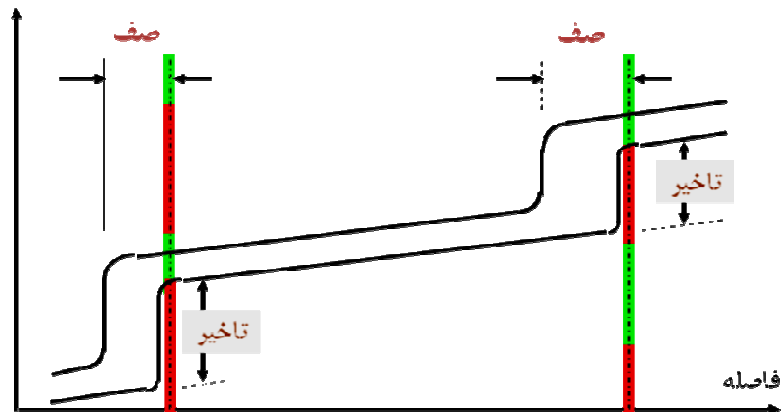
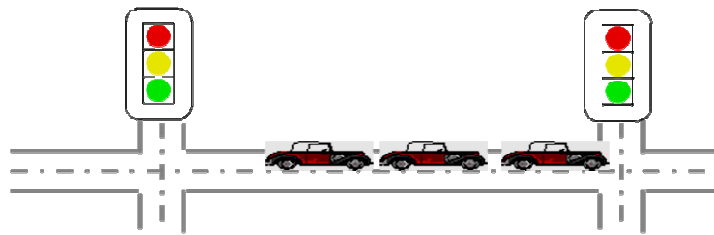
از وظایف مهم این سیستم هوشمندی توان موارد زیر را بر شمرد:

۱. زمان بندی بهینه چراغ های راهنمایی بر اساس ترافیک هر لحظه بصورت کاملاً زنده.
۲. ایجاد موج سبز^۱: این امکان فراهم می شود تا در عبور از تقاطع های متوالی به چراغهای سبز متوالی برسیم.

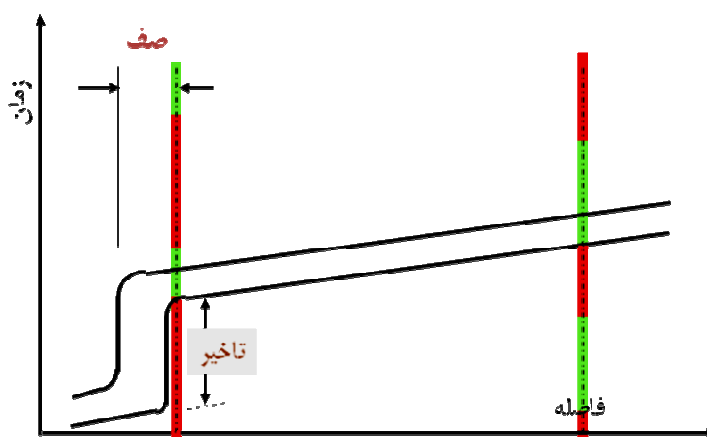


شکل ۱۳. نمایش چگونگی موج سبز

¹ Green wave



تأخیر ایجاد شده بر اثر عدم هماهنگی چراغ ها



کاهش تأخیر به وسیله ایجاد هماهنگی

شکل ۱۴. مقایسه تأخیر در حالت هماهنگی و عدم هماهنگی چراغها

۳. وجود نمایندگانی از آژانس و اورژانس و آتش نشانی در مرکز، جهت هدایت وسایل خود و برنامه ریزی جهت تسریع هدایت آنها به محل حادثه و مراکز امداد.
۴. وجود نمایندگانی از نیروی انتظامی در مرکز برای آگاهی و رسیدگی سریعتر به تخلفات
۵. ارسال پیام ها به تابلوهای پیام متغیر VMS^۱ از طریق این سیستم



۶. وجود نمایندگانی از تاکسیرانی و اتوبوسرانی و محیط زیست در مرکز

^۱ Variable Message Sign

۷. ارسال اطلاعات مربوط به ترافیک توسط رادیو پیام مستقر در مرکز با استفاده از اطلاعات در یافت شده از این سیستم



۳-۳ ضریب پیک ساعتی:

نرخ جریان^۱: معادل نرخ ساعتی عبور وسایل نقلیه از یک مقطع از جاده یا خیابان برای زمانی کمتر از یک ساعت (مثلاً ربع ساعت).

^۱ Rate Of Flow

در طراحی ها، نرخ جریان اندکی به واقعیت نزدیکتر بوده و دست بالاتر است که در خیلی از موارد در طراحی ها بجای حجم از آن استفاده می شود.
حال ضریبی مطابق رابطه زیر تعریف می کنیم:

$$\text{Peak Hour Factor (PHF)} = \frac{\text{حجم ساعتی}}{\text{ماکزیم تردد ساعتی معادل ربع ساعتی}} = \frac{V}{v} \leq 1$$

که در آن:

V : حجم ساعتی

v : نرخ جریان

PHF: ضریب پیک ساعتی

$$v = \frac{V}{PHF}$$

*همیشه حجم از نرخ جریان کوچکتر است یا در صورت یکنواختی جریان مساوی است ($V \leq v$).

ضریب پیک ساعتی همواره عددی کوچکتر یا مساوی یک است. هر چه جریان عبوری در ربع ساعت ها یکنواخت تر باشد این عدد به یک نزدیکتر می شود و در صورت یکنواختی کامل عبور ترافیک از مقطع، این عدد مساوی یک می شود که کمتر این اتفاق می افتد.

مثال: فرض کنید تعداد وسیله نقلیه عبوری برای هر یک ربع از یک ساعت خاص طبق مشخصات زیر باشد:

تعداد عبور	پریود زمانی
800	8:00 – 8:15
800	8:15 – 8:30
0	8:30 – 8:45
0	8:45 – 9:00

اگر کل جریان ترافیک بطور یکنواخت مشابه هریک از ربع ساعت های بالا باشد خواهیم داشت:

$$v_{15} * 4 = v$$

8:00 – 8:15	→	800	→ ×4	3200	}	max=3200=v
8:15 – 8:30	→	800	→ ×4	3200		
8:30 – 8:45	→	0	→ ×4	0		
8:45 – 9:00	→	0	→ ×4	0		

$V = 1600 \text{ veh/h}$ حجم ساعتی

در این حالت چنانچه کل جریان بصورت یکنواخت مشابه ربع ساعت اول و دوم ادامه می یافت جریان معادل ساعتی ۳۲۰۰ وسیله نقلیه در ساعت تردد ایجاد می شد. به این میزان تردد نرخ جریان می گویند که با v نشان داده می شود .

$$PHF = \frac{V}{v} = \frac{1600}{3200} = 0.5$$

مثال دیگری مشابه مثال قبل در زیر آمده است.

5:00 – 5:15	→	1000	→ ×4	4000	}	max=4800=v
5:15 – 5:30	→	1200	→ ×4	4800		
5:30 – 5:45	→	1100	→ ×4	4400		
5:45 – 6:00	→	1000	→ ×4	4000		

$V = 4300 \text{ veh/h}$ حجم ساعتی

$$PHF = \frac{V}{v} = \frac{4300}{4800} = 0.895$$

۳-۴ سرعت، زمان سفر و تأخیر

سرعت: شدت حرکت خودرو را سرعت می گویند. واحد آن به صورت Km/h(Kph) یا mile/h (mph) می باشد.

- سرعت نقطه ای: سرعت عبور وسیله نقلیه از یک مقطع (نقطه) خاص را سرعت نقطه ای گویند.
- سرعت نقطه ای متوسط: متوسط ریاضی تمام سرعت های نقطه ای وسایل نقلیه از یک نقطه را سرعت نقطه ای متوسط گویند.

- زمان سفر: زمان طی کردن یک مسیر از یک مبدا به یک مقصد به انضمام زمان های تاخیر و توقف را زمان سفر گویند.
- زمان حرکت: زمان طی کردن یک مسیر از یک مبدا به یک مقصد بدون احتساب زمان تأخیر و توقف را زمان حرکت گویند.
- سرعت سفر: کل مسافت طی شده تقسیم بر زمان سفر را سرعت سفر گویند.
- سرعت حرکت: کل مسافت طی شده تقسیم بر زمان حرکت را سرعت حرکت گویند.
- با توجه به اینکه (زمان حرکت \geq زمان سفر) لذا (سرعت سفر \geq سرعت حرکت) خواهد شد.
- سرعت طراحی: سرعتی که جهت طراحی از آن استفاده می شود که این مقدار حداکثر سرعتی است که وسیله نقلیه بتواند به صورت کاملاً ایمن عبور کند. این سرعت در طراحی های هندسی مسیرها به کار می رود. (سرعت مجاز $>$ سرعت طراحی)
- سرعت میانه: چنانچه کلیه سرعت های موجود را به صورت صعودی بچینیم سرعتی که نصف سرعت ها از آن بیشتر و نصف سرعت ها از آن کمتر باشد سرعت میانه است.
- سرعت نما (مد): سرعتی که بیشترین فراوانی را داشته باشد.
- سرعت متوسط زمانی (TMS)^۱: متوسط سرعتها یا میانگین ریاضی سرعتها می باشد.

$$TMS = \frac{\sum V_i}{n} = \frac{\sum \left(\frac{d}{t_i}\right)}{n} = \left(\frac{d}{n}\right) \sum \left(\frac{1}{t_i}\right)$$

- سرعت متوسط مکانی (SMS)^۲: مسافت طی شده تقسیم بر متوسط زمان می باشد.

$$SMS = \frac{d}{\sum \left(\frac{t_i}{n}\right)} = \frac{nd}{\sum t_i}$$

همیشه رابطه زیر برقرار است:

متوسط سرعت زمانی TMS < متوسط سرعت مکانی SMS

^۱ Time Mean Speed

^۲ Space Mean Speed

$$TMS = SMS + \left(\frac{S^2}{SMS} \right)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum f_i (V_i - V)^2}{n}}$$

که در آن:

d : مسافت طی شده

n : تعداد مشاهدات

S : انحراف از معیار

f_i : فراوانی

تاخیر: زمانی که بدون خواست راننده از بین برود (تلف شود).

انواع تاخیر به صورت زیر دسته بندی می شود:

(۱) تاخیر ثابت (۲) تاخیر رانندگی (۳) تاخیر زمان توقف (۴) تاخیر زمان سفر

- تاخیر ثابت: تاخیری که به دلیل حجم ترافیک ایجاد نشده است (مانند چراغ راهنمایی - تابلوی ایست) مقدار آن ثابت است.
- تاخیر رانندگی: بدلیل حجم ترافیک یا تداخل عابر پیاده ایجاد شود.
- تاخیر زمان توقف: تاخیری که به دلیل توقف ایجاد می شود. (به هر دلیلی)
- تاخیر زمان سفر: زمان واقعی طی کردن یک مسیر منهای زمان تئوریک آن را تاخیر زمان سفر گویند.
- اندیکس تراکم (Congestion index): نسبت زمان واقعی برای طی یک راه به زمان بدون تراکم (زمان حرکت آزاد) را اندیکس تراکم می گویند که همیشه داریم:
اندیکس تراکم $1 \leq$
- شدت تاخیر: نسبت مقدار تأخیر بر حسب دقیقه بر طول مسیر را شدت تأخیر می گویند که واحد آن min/Km است.
- درصد تاخیر: نسبت تاخیر به متوسط زمان سفر را درصد تأخیر می گویند.

فصل ۴. گنجایش

۴-۱ تعاریف

گنجایش :

گنجایش به بیشترین تعداد وسایل نقلیه ای گفته می شود که انتظار می رود بتواند ظرف مدت یک ساعت، با کیفیت معین ترافیک و راه، از یک مقطع یا طول یکنواختی از یک خط عبور یا راه بگذرد.

• گنجایش مطلق:

گنجایش مطلق به بیشترین تعداد سواری معادل گفته می شود که بتواند ظرف مدت یک ساعت، در ترافیک متراکم (کیفیت ث)، وضعیت (شرایط) ایده آل راه، و سرعت طرح مشخص از یک خط عبور بگذرد بی آنکه راه بندان شود.

• گنجایش طراحی:

گنجایش طراحی به گنجایشی گفته می شود که بر اساس کیفیت مورد نظر برای مسیر انتخاب می شود.

توجه: گنجایش راه ها در کشور ایران به علت عدم رعایت فاصله ضروری بین وسایل نقلیه بیش از مقادیر ذکر شده در جدول ۴-۱ جدول ۴-۲ است ولی این موضوع به نوبه خود احتمال تصادف را افزایش می دهد و بنابراین تقریباً از همان گنجایش های اعلام شده در نشریات بین المللی استفاده شده است.

۴-۲ کیفیت ترافیکی راه ها

برای سنجش کیفیت ترافیکی، شش وضعیت به شرح زیر در نظر گرفته شده است.

- کیفیت A (الف): کیفیت عالی (با تراکم کمتر از ۹ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)
- کیفیت B (ب): کیفیت بسیار خوب (با تراکم ۹ تا ۱۳ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)
- کیفیت C (پ): کیفیت خوب (با تراکم ۱۴ تا ۱۹ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)
- کیفیت D (ت): کیفیت قابل قبول (با تراکم ۲۰ تا ۲۶ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)

- کیفیت E (ث): کیفیت متراکم (در وضعیت استفاده از گنجایش مطلق) (با تراکم ۲۷ تا ۴۰ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)
- کیفیت F (ج): کیفیت بد (حالت ناپایدار و راه بندها با تراکم بیش از ۴۰ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)

در شکل ۱۵ و شکل ۱۶ نمونه هایی از سطوح سرویس آورده شده است.

❖ LOS A

- Free-flow operation



❖ LOS B

- Reasonably free flow
- Ability to maneuver is only slightly restricted
- Effects of minor incidents still easily absorbed



❖ LOS C

- Speeds at or near FFS
- Freedom to maneuver is noticeably restricted
- Queues may form behind any significant blockage.



شکل ۱۵. مقایسه سطوح مختلف سرویس

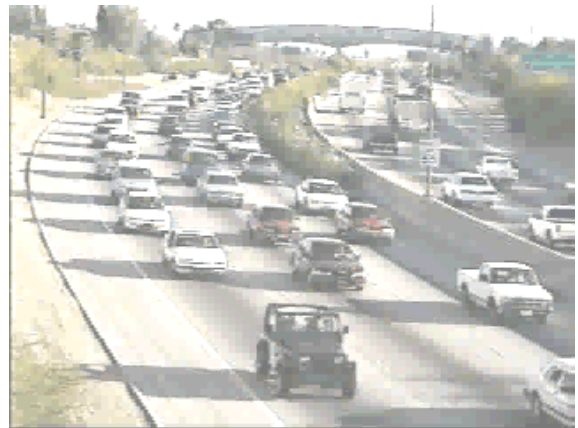
❖ LOS D

- Speeds decline slightly with increasing flows
- Density increases more quickly
- Freedom to maneuver is more noticeably limited
- Minor incidents create queuing



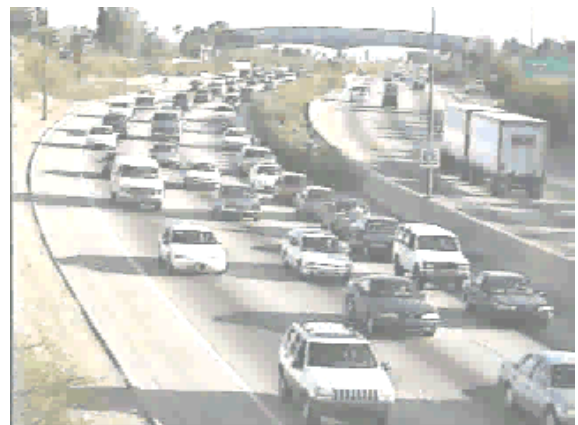
❖ LOS E

- Operation near or at capacity
- No usable gaps in the traffic stream
- Operations extremely volatile
- Any disruption causes queuing



❖ LOS F

- Breakdown in flow
- Queues form behind breakdown points
- Demand > capacity

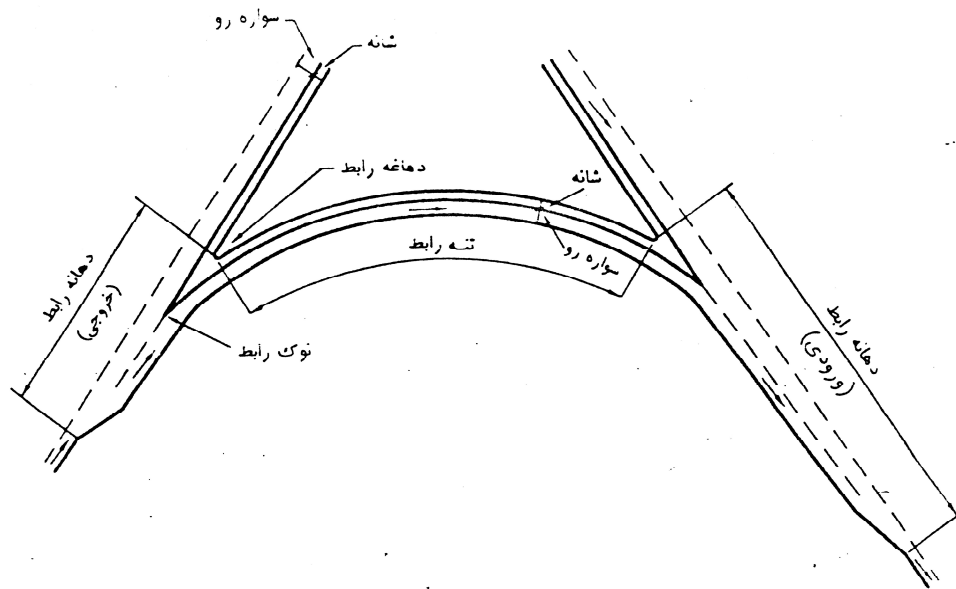


شکل ۱۶. ادامه مقایسه سطوح مختلف سرویس

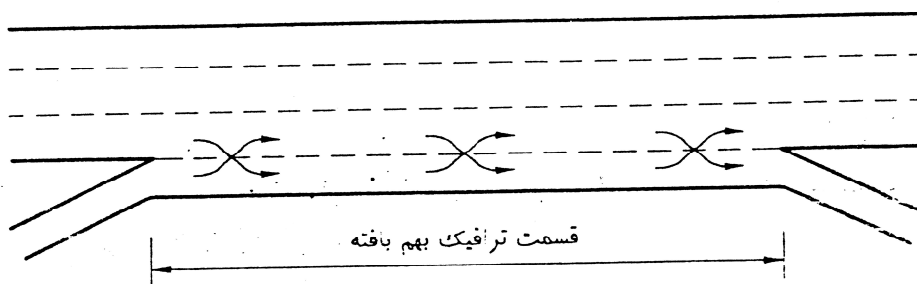
۴-۲-۱ گنجایش آزاد راه ها و بزرگراه ها

۴-۲-۱-۱ تعاریف

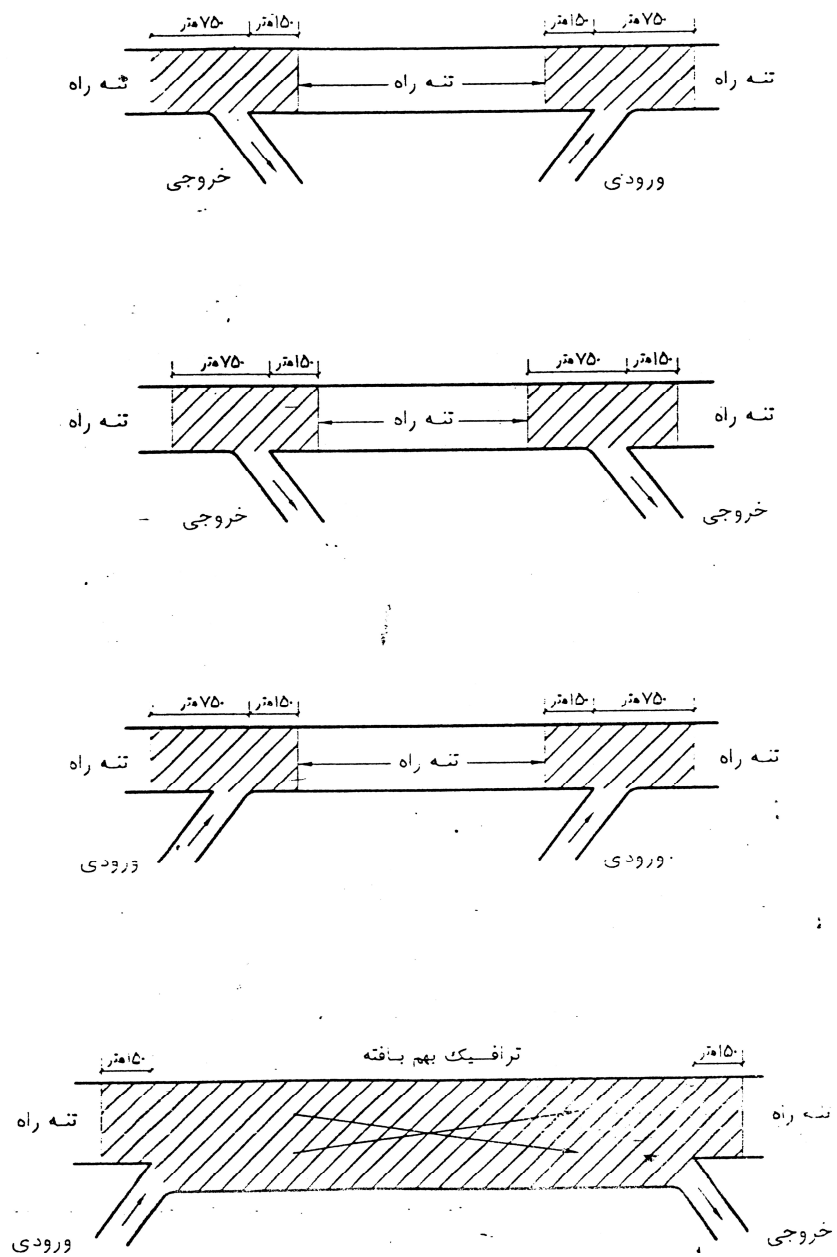
- دهانه رابط: محلی است که در آن، ترافیک رابط، به جریان اصلی ترافیک می پیوندد (دهانه ورودی) یا از جریان اصلی ترافیک جدا می شود (دهانه خروجی) بی آنکه ناچار به توقف شود (شکل ۱۷)
- انتهای رابط: محلی است که در آن، ترافیک رابط با استفاده از وسایل کنترل ترافیک (چراغ راهنما، تابلوی ایست یا تابلوی تقدم عبور) یا بدون آن به جریان ترافیک راه دیگری می پیوندد.
- تنه رابط :به بخش اصلی رابط گفته می شود که معمولا به عنوان یک راه مجزای یک طرفه طراحی می شود.
- بخش ترافیک بهم بافته: به بخشی از راه گفته می شود که در طول آن، دو یا چند جریان ترافیک بدون کمک علائم راهنمایی از هم عبور می کند.
- تنه راه: به بخشی از راه گفته می شود که، جریان ترافیک در آن، تحت تاثیر بخش بهم بافته، دهانه رابط یا تقاطع هم سطح نیست. (شکل ۱۹)



شکل ۱۷. نمایش رابط های ورودی و خروجی



شکل ۱۸. نمایش بخش ترافیک بهم بافته



شکل ۱۹. شکل های مختلف ورودی ها و خروجی ها و تنه راه

۴-۲-۲ گنجایش بخش های اصلی آزاد راه ها

گنجایش مطلق و گنجایش های طراحی هر خط از آزاد راه برای وضعیت ایده آل و بر حسب سواری معادل در جدول ۴-۱ داده شده است.

وضعیت ایده آل:

(۱) کلیه وسایل نقلیه، اتومبیل سواری باشد.

(۲) شیب طولی کمتر از ۰.۲٪ باشد.

(۳) عرض هر خط ۳.۶۵ متر (۱۲ فوت) باشد.

(۴) تا فاصله ۱.۸۵ متری (۶ فوت) لبه سواره رو جسم و یا مانعی وجود نداشته باشد.

چنانچه شرایط راه و ترافیک با شرایط ایده آل داده شده در بالا تفاوت داشته باشند اعداد جدول ۴-۱ با استفاده از رابطه زیر تعدیل می شود.

$$SF = MSF * f_1 * f_2 * f_3$$

SF = گنجایش در شرایط واقعی راه و ترافیک و برای کیفیت معین ترافیک، بر حسب وسیله نقلیه در ساعت.

MSF = گنجایش طراحی برای کیفیت معین ترافیک. (سواری معادل در ساعت برای حالت ایده آل)

$f_1 (f_w) =$ ضریب تعدیل عرض خط و فاصله مانع از لبه سواره رو که از جدول ۴-۲ بدست می آید.

$f_2 (f_{HV}) =$ ضریب تعدیل وسایل نقلیه سنگین، که به صورت زیر بدست می آید:

۱- چنانکه قطعه ای از آزاد راه، شامل سربالایی ها، سرازیری ها و بخش های افقی را بتوان به عنوان یک قطعه یکنواخت در نظر گرفت یعنی شیب ها به اندازه ای طولانی یا زیاد نباشد که روی عملکرد ترافیک در طول قطعه مورد نظر اثر گذارد، در این صورت، سواری معادل وسایل نقلیه سنگین برای آن قطعه یکنواخت آزاد راه از جدول ۴-۳ بدست می آید.

در این حالت طول شیب های مساوی یا بزرگتر از ۳ درصد نباید بیشتر از یک کیلومتر باشد.^۳

¹ Service Flow

² Max. Service Flow

³ Unspecific Grade

۲- اگر قطعه مورد نظر آزاد راه، شامل شیب های مساوی یا بزرگتر از ۳ درصد با طول بیشتر از یک کیلومتر، یا شیب کمتر از ۳ درصد با طول بیشتر از ۲ کیلومتر باشد، سواری معادل وسایل نقلیه سنگین از جدول ۴-۴ و جدول ۴-۵ به دست می آید. در مورد سرازیری هایی که اثر جدی روی عملکرد وسایل نقلیه سنگین دارد بهتر است بررسی جداگانه ای انجام گیرد. پس از تعیین مقادیر سواری معادل کامیون ها و اتوبوس ها، به یکی از دو روش بالا، مقدار f_p از رابطه زیر تعیین می شود^۱:

$$f_2 = \frac{1}{1 + T(E_t - 1) + B(E_b - 1)}$$

T = نسبت تعداد کامیون ها و تریلی ها به کل ترافیک (درصد کامیون و تریلی)

B = نسبت تعداد اتوبوس ها به کل ترافیک (درصد اتوبوس)

E_t = سواری معادل کامیون ها و تریلی ها (از جدول مربوطه)

E_b = سواری معادل اتوبوس ها (از جدول مربوطه)

f_p (ضریب تعدیل برای آشنایی به راه که از جدول ۴-۶ بدست می آید).

۴-۲-۱ معیار سنجش کیفیت در آزاد راه ها

شش کیفیت مختلف و متوسط سرعت حرکت وسایل نقلیه در جدول ۴-۱ ارائه شده است.

مثال: گنجایش یک آزاد راه چهار خطه (دو خط در هر جهت) با شرایط زیر را حساب کنید:

۱. کیفیت ترافیک (ب)

۲. عرض هر خط عبور ۳.۶۵ متر

۳. فاصله مانع کناره جاده یک متر از هر طرف

۴. شیب طولی راه ۳٪ و ثابت

۵. طول شیب ۱۵۰۰ متر

۶. سرعت طرح ۱۱۰ کیلومتر در ساعت

^۱ Specific Grade

۷. ترکیب ترافیک: ۱۵٪ کامیون و ۵٪ اتوبوس و بقیه اتومبیل سواری

۸. ضریب تعدیل آشنایی به راه $f_r = 0.85$

حل:

۱- گنجایش با کیفیت (ب) برای سرعت طرح ۱۱۰ کیلومتر در ساعت (جدول ۴-۱)

وسیله نقلیه سواری معادل در ساعت برای هر خط عبور $MSF=1100$

۲- محاسبه ضرایب تعدیل.

الف - ضریب تعدیل f_1 برای خط با عرض ۳.۶۵ متر و مانع با فاصله یک متر (جدول ۴-۲)

$$f_1 = 0.97$$

ب- ضرایب E_t و E_b (جدول ۴-۴) $E_b = 1.6$ و $E_t = 5$

پ- ضریب تعدیل f_r می شود:

$$f_2 = \frac{1}{1 + T(E_t - 1) + B(E_b - 1)}$$

$$f_2 = \frac{1}{1 + 0.15(5 - 1) + 0.05(1.6 - 1)} = 0.61$$

۳- گنجایش با کیفیت (ب) برای هر خط عبور

$$SF = MSF \times f_1 \times f_2 \times f_3$$

$$SF = 1100 \times 0.97 \times 0.61 \times 0.85$$

$$SF = 553$$

۴- گنجایش با کیفیت (ب) برای دو خط عبور در یک جهت

وسیله نقلیه در ساعت

$$SF = 2 \times 553 = 1106$$

جدول ۴-۱ گنجایش هر خط عبور آزادراه ها بر حسب کیفیت ترافیک و سرعت طرح

سرعت طرح ≥ 110 Km/h			سرعت طرح ≥ 110 Km/h			حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبور	کیفیت ترافیک
متوسط سرعت حرکت Km/h	V/C	گنجایش طراحی MSF	متوسط سرعت حرکت Km/h	V/C	گنجایش طراحی MSF		
—		۷۰۰	≥ 95	۰.۳۵	۱۱۰۰	۸	الف
≥ 80	۰.۵	۱۱۰۰	≥ 90	۰.۵۷	۱۵۰۰	۱۳	ب
≥ 75	۰.۷	۱۵۰۰	≥ 80	۰.۷۵	۱۸۵۰	۱۹	پ
≥ 70	۰.۹	۱۸۵۰	≥ 70	۰.۹۲	۲۰۰۰	۲۶	ت
≥ 50	۱	۲۰۰۰	≥ 50	۱	*	۴۰	ث
$50 >$	*	*	$50 >$	*	*	بیشتر از ۴۰	ج
سرعت طرح ≥ 110 Km/h			سرعت طرح ≥ 110 Km/h			حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبور	کیفیت ترافیک
متوسط سرعت حرکت Km/h	V/C	گنجایش طراحی MSF	متوسط سرعت حرکت Km/h	V/C	گنجایش طراحی MSF		
—		—	—	—	—	۸	الف
—		—	—	—	—	۱۳	ب
—		۱۳۰۰	≥ 70	۰.۶۸	۱۶۵۰	۱۹	پ
≥ 50	۰.۶۸	۱۶۵۰	≥ 65	۰.۸۷	۱۹۰۰	۲۶	ت
≥ 45	۱	۱۹۰۰	≥ 45	۱	*	۴۰	ث
*	*	*	$45 >$	*	*	بیشتر از ۴۰	ج

۱) منظور از متوسط سرعت حرکت، میانگین سرعت وسایل نقلیه در یک خط عبور از قطعه مورد نظر یک راه است.

۲) V/C عبارت است از حجم ترافیک نسبت به گنجایش مطلق

* ترافیک در این کیفیت بسیار متغیر و ناپایدار است.

جدول ۴-۲ ضرایب تعدیل عرض خط و فاصله جسم تا لبه سواره رو در آزاد راه ها

ضریب تعدیل									فاصله مانع از لبه سواره رو (متر)
مانع در یک طرف سواره					مانع در دو طرف سواره				
عرض خط، متر									
۳.۶۵	۳.۵	۳.۲۵	۳	۳.۶۵	۳.۵	۳.۲۵	۳	۲.۷۵	
آزاد راه چهارخط (دو خط در هر جهت)									
۱	۰.۹۹	۰.۹۷	۰.۹	۱	۰.۹۹	۰.۹۷	۰.۹۹	۰.۸۲	>۱.۸۵
۰.۹۹	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۸۸	۰.۹۹	۰.۹۷	۰.۹۴	۰.۸۸	۰.۸	۱.۵
۰.۹۸	۰.۹۶	۰.۹۴	۰.۸۷	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۲	۰.۸۶	۰.۷۸	۱
۰.۹۶	۰.۹۴	۰.۹۱	۰.۸۵	۰.۹۴	۰.۹۲	۰.۸۸	۰.۸۳	۰.۷۵	۰.۵
۰.۹	۰.۸۹	۰.۸۶	۰.۸	۰.۸۲	۰.۸	۰.۷۷	۰.۷۲	۰.۶۶	۰
آزاد راه شش یا هشت خطه (سه یا چهار خط در هر جهت)									
۱	۰.۹۹	۰.۹۵	۰.۸۸	۱	۰.۹۹	۰.۹۷	۰.۹۹	۰.۷۹	>۱.۸۵
۰.۹۹	۰.۹۷	۰.۹۳	۰.۸۶	۰.۹۹	۰.۹۷	۰.۹۳	۰.۸۶	۰.۷۷	۱.۵
۰.۹۸	۰.۹۶	۰.۹۲	۰.۸۵	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۱	۰.۸۴	۰.۷۶	۱
۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۱	۰.۸۴	۰.۹۵	۰.۹۳	۰.۸۹	۰.۸۲	۰.۷۴	۰.۵
۰.۹۴	۰.۹۲	۰.۸۹	۰.۸۳	۰.۹۱	۰.۸۹	۰.۸۶	۰.۷۹	۰.۷	۰

جدول ۴-۳ سواری معادل وسایل نقلیه سنگین برای قطعه ای یکنواخت از آزادراه

نوع منطقه			ضریب
هموار	تپه ماهوری	کوهستان	
۱.۷	۴	۸	E_t
۱.۵	۳	۵	E_b

جدول ۴-۴: سواری معادل کامیون و تریلی در آزاد راه

درصد وسایل سنگین																سر بالایی (درصد)	طول (کیلومتر)
۲۰	۱۵	۱۰	۸	۶	۵	۴	۲	۲۰	۱۵	۱۰	۸	۶	۵	۴	۲		
آزاد راه ۶ یا ۸ خطه								آزاد راه ۴ خطه									
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	<۱ همه طول ها
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱ ۰-۱
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۱-۲
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۴	>۲
۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۲ ۰-۰.۵
۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۵	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۵	۵	۰.۵-۱
۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۶	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۶	۶	۱-۱.۵
۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۷	۴	۴	۴	۴	۵	۶	۶	۶	۷	۱.۵-۲.۵
۴	۴	۴	۴	۵	۶	۶	۸	۴	۴	۵	۵	۶	۶	۶	۶	۸	>۲.۵
۳	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۳	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۶	۳ ۰-۰.۵
۴	۵	۵	۵	۶	۶	۶	۷	۴	۵	۵	۵	۶	۶	۶	۶	۸	۰.۵-۱
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۹	۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۷	۹	۱-۱.۵
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۹	۵	۵	۶	۶	۷	۷	۷	۷	۹	۱.۵-۲.۵
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۱۰	۵	۵	۶	۶	۷	۷	۷	۷	۱۰	>۲.۵
۴	۴	۴	۴	۵	۶	۶	۷	۴	۴	۴	۴	۵	۶	۶	۷	۷	۴ ۰-۰.۵
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۹	۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۷	۱۰	۰.۵-۱
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۸	۱۰	۶	۶	۶	۶	۷	۸	۸	۸	۱۲	۱-۲
۶	۶	۶	۷	۸	۹	۹	۱۱	۷	۷	۸	۸	۹	۹	۹	۹	۱۳	>۲
۵	۵	۵	۵	۶	۶	۶	۸	۵	۵	۵	۵	۶	۶	۶	۸	۸	۵ ۰-۰.۵
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۸	۶	۶	۶	۶	۷	۸	۸	۸	۱۰	۰.۵-۱
۷	۷	۷	۷	۸	۹	۱۰	۱۲	۸	۸	۸	۸	۱۰	۱۱	۱۱	۱۲	۱۲	۱-۲
۷	۷	۷	۷	۸	۹	۱۰	۱۲	۸	۸	۸	۸	۱۰	۱۱	۱۱	۱۱	۱۴	>۲
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۹	۶	۶	۶	۶	۷	۷	۷	۹	۹	۶ ۰-۰.۵
۶	۶	۶	۶	۷	۸	۸	۱۱	۷	۷	۷	۷	۸	۹	۹	۹	۱۳	۰.۵-۱
۶	۶	۶	۷	۸	۹	۹	۱۱	۷	۷	۷	۷	۸	۹	۹	۹	۱۳	۱-۲
۸	۸	۸	۸	۹	۱۰	۱۰	۱۳	۹	۹	۹	۹	۱۱	۱۲	۱۲	۱۲	۱۷	>۲
یادداشت : برای شیب های بیش از ۶ درصد ارقام مربوط به ۶ درصد را بکاربرید.																	

جدول ۴-۵ سواری معادل اتوبوس در آزادراه

شیب طولی (درصد)	سواری معادل اتوبوس
۰ تا ۳	۱.۶
۴*	۱.۶
۵*	۳.۰
۶*	۵.۵
* وقتی طول سربالایی بیش از ۵۰۰ متر است.	

جدول ۴-۶ ضرایب تعدیل برای آشنایی با راه

نوع رانندگان	ضریب تعدیل
رانندگان دائمی و حرفه ای	۱
رانندگان تفریحی و غیر دائمی	۰.۷۵-۰.۹**

** داوری فنی یا اطلاع های محلی برای انتخاب مقدار دقیق بکار رود.

۴-۳ گنجایش رابط

گنجایش رابط برای دو بخش تنه رابط و دهانه رابط بررسی می شود.

۴-۳-۱ گنجایش تنه رابط

جدول ۴-۷ این گنجایش را برای شرایط ایده آل راه و ترافیک ارائه داده است در صورت وجود اختلاف با شرایط ایده آل مطابق دستور مندرج در بند ۴-۲-۲ تعدیل می شود.

۴-۳-۲ سنجش کیفیت ترافیک در تنه رابط

معیار سنجش کیفیت ترافیک در تنه رابط، حجم ترافیک عبوری با توجه به سرعت طرح است که در جدول ۴-۷ مشخص شده است.

چنانچه از نظر گنجایش تنه رابط، یک خط عبور کافی باشد، تحت شرایط زیر باید یک رابط دو خط یا یک خطه با امکان سبقت برای وسیله نقلیه سواری در نظر گرفت.

(۱) طول رابط بیشتر از ۳۰۰ متر باشد.

(۲) رابط در سربالایی و شیب طولی آن ۵٪ یا بیشتر باشد.

(۳) مشخصات هندسی رابط مطابق استانداردهای مطلوب نباشد، یا در انتهای رابط، چراغ راهنما، تابلوی ایست و امثال آن باشد.

۳-۳-۴ گنجایش راه در دهانه رابط

در مورد رابط های ورودی، حاصل جمع حجم ترافیک رابط ورودی و حجم ترافیک خط عبور سمت راست آزاد راه در نقطه بلافاصله بعد از ورودی، نباید از اعداد مندرج در ستون دوم جدول ۸-۴ بیشتر شود. در مورد رابط های خروجی، حجم ترافیک خط عبور در نقطه بلافاصله قبل از خروجی، نباید از ارقام داده شده در ستون سوم جدول ۸-۴ بیشتر شود.

ارقام گنجایش، برای تطبیق با شرایط واقعی، مطابق بند ۳-۳-۴ تعدیل میشود. برای محاسبه حجم تقریبی ترافیک در خط عبور سمت راست آزاد راه در نزدیکی ورودی ها و خروجی ها از جدول ۹-۴ و جدول ۱۰-۴ استفاده شود.

جدول ۹-۴ گنجایش تقریبی تنه رابط یک خطه بر حسب سواری معادل در ساعت

سرعت طرح رابط (کیلومتر در ساعت)					کیفیت ترافیک
بیشتر از ۸۰	۶۶-۸۰	۵۱-۶۵	۳۱-۵۰	۳۰ و کمتر	
۶۰۰	-	-	-	-	الف
۹۰۰	۹۰۰	-	-	-	ب
۱۳۰۰	۱۲۵۰	۱۱۰۰	-	-	پ
۱۶۰۰	۱۵۵۰	۱۳۵۰	۱۲۰۰	-	ت
۱۷۰۰	۱۶۵۰	۱۶۰۰	۱۴۵۰	۱۲۵۰	ث
متغیر	متغیر	متغیر	متغیر	متغیر	ج

- رسیدن به کیفیت ترافیکی معین، به خاطر محدودیت سرعت امکان پذیر نیست.

برای به دست آوردن گنجایش رابط های دو خطه اعداد بالا را در ضرایب زیر ضرب کنید.

۲ برای سرعت طرح بیشتر از ۶۵ کیلومتر در ساعت

۱.۹ برای سرعت طرح ۵۱-۶۵ کیلومتر در ساعت

۱.۶ برای سرعت طرح ۳۱-۵۰ کیلومتر در ساعت

۱.۷ برای سرعت طرح کمتر از ۳۱ کیلومتر در ساعت

جدول ۴-۸ گنجایش دهانه رابط در آزاد راه

کیفیت ترافیک	حداکثر حجم ترافیک خط سمت راست (سواری معادل در ساعت)	
	بلافاصله پس از ورودی	بلافاصله پیش از خروجی
الف	۶۰۰	۶۵۰
ب	۱۰۰۰	۱۰۵۰
پ	۱۴۵۰	۱۵۰۰
ت	۱۷۵۰	۱۸۰۰
ث	۲۰۰۰	۲۰۰۰

جدول ۴-۹ درصد تقریبی ترافیک عبوری در خط عبور سمت راست، در نزدیک دهانه رابط ها

حجم کل ترافیک عبوری در یک جهت راه (سواری معادل در ساعت)	درصدی از ترافیک عبوری که از خط سمت راست استفاده می کند		
	راه هشت خطه	راه شش خطه	راه چهار خطه
۶۵۰۰ و بیشتر	۱۰	-	-
۶۰۰۰-۶۴۹۹	۱۰	-	-
۵۵۰۰-۵۹۹۹	۱۰	-	-
۵۰۰۰-۵۴۹۹	۹	-	-
۴۵۰۰-۴۹۹۹	۹	۱۸	-
۴۰۰۰-۴۴۹۹	۸	۱۴	-
۳۵۰۰-۳۹۹۹	۸	۱۰	-
۳۰۰۰-۳۴۹۹	۸	۶	۲۰
۲۵۰۰-۲۹۹۹	۸	۶	۳۵
۲۰۰۰-۲۴۹۹	۸	۶	۳۰
۱۵۰۰-۱۹۹۹	۸	۶	۲۵
۱۴۹۹ و کمتر	۸	۶	۲۰
ترافیک عبوری تحت تأثیر هیچ دهانه رابطی بیش از ۱۲۰۰ متر نیست			

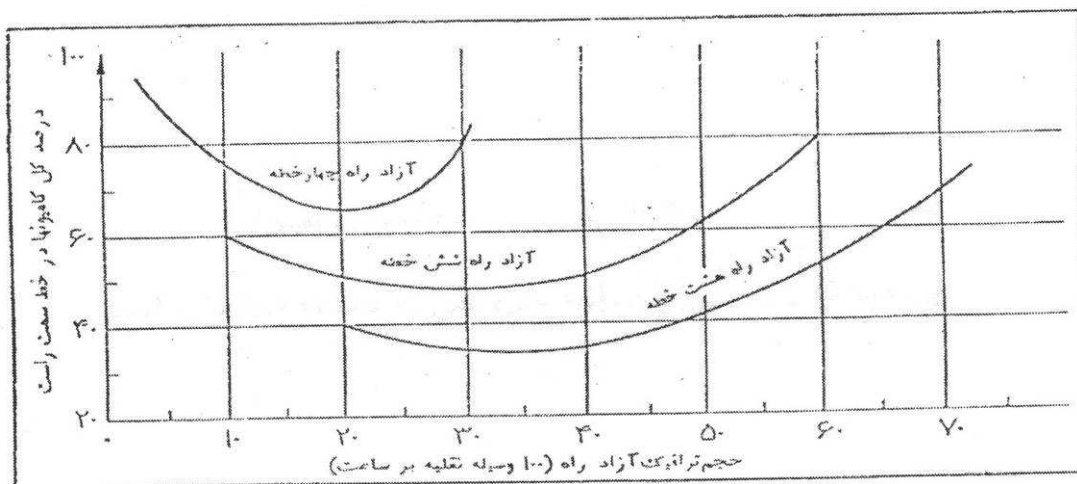
۴-۳-۴ کیفیت ترافیک در دهانه رابط ها

کیفیت ترافیک در دهانه رابط با حجم ترافیک خط عبور سمت راست آزاد راه در نزدیکی ورودی و خروجی سنجیده می شود. برای این کار می توان از ارقام داده شده در جدول ۴-۸ استفاده کرد. در صورت نداشتن اطلاع از حجم وسایل نقلیه سنگین و اتوبوس ها در خط عبور سمت راست، از شکل ۲۰ و برای تبدیل آن به سواری معادل از جدول ۴-۳ استفاده شود.

جدول ۴-۱۰ درصدی از ترافیک رابط که در خط عبور سمت راست باقی می ماند

درصدی از ترافیک رابط که در خط سمت راست باقی می ماند		فاصله از دماغه رابط (متر)
رابط ورودی	رابط خروجی	
۱۰۰	۱۰۰	۰
۹۹	۹۶	۲۰۰
۹۵	۶۰	۳۰۰
۸۵	۳۷	۴۰۰
۷۵	۲۷	۵۰۰
۶۴	۲۰	۶۰۰
۵۳	۱۶	۷۰۰
۴۰	۱۳	۸۰۰
۳۰	۱۰	۹۰۰
۲۰	۱۰	۱۰۰۰
۱۰	۱۰	۱۲۰۰

شکل ۲۰. حضور تقریبی کامیون در خط عبور سمت راست



۴-۴ گنجایش بخش ترافیک بهم بافته

برای تعیین گنجایش بخش ترافیک بهم بافته به ترتیب زیر عمل می شود:

۵) تعیین گنجایش طراحی هر خط عبور آزاد راه، با استفاده از جدول ۴-۱.

۶) تعیین نسبت گنجایش طراحی (MSF) هر خط به سرعت طرح (S).

۷) با استفاده از شکل ۲۱ (الف) و با در دست داشتن نسبت MSF/S و طول بخش

ترافیک بهم بافته، حداکثر حجم جریان های بهم بافته پیدا می شود. حداقل طول

بخش ترافیک بهم بافته در شکل ۲۱ (ب) داده شده است. طول بخش ترافیک بهم

بافته، فاصله بین دماغه ورودی و دماغه خروجی یا دماغه انشعاب است (شکل ۱۸).

۴-۴-۱ تعیین تعداد خط عبور

تعداد خط های لازم در بخش ترافیک بهم بافته با فرمول زیر می تواند محاسبه شود.

$$n = \frac{V + V_{w1}}{MSF} + \left[\frac{2L_{min}}{L_{act}} + 1 \right] \frac{V_{w2}}{MSF}$$

n = حداقل تعداد خطوط عبور لازم در بخش ترافیک بهم بافته

V = حجم ترافیک عبوری (سواری در ساعت)

V_{w1} = حجم ترافیک بهم بافته جریان بیشتر (سواری در ساعت)

V_{w2} = حجم ترافیک بهم بافته جریان کمتر (سواری در ساعت)

L_{min} = حداقل طول بخش ترافیک بهم بافته از شکل ۲۱ (قسمت ب) به متر

MSF = گنجایش طراحی از جدول ۴-۱ (سواری در ساعت)

L_{act} = طول بخش ترافیک بهم بافته (متر)

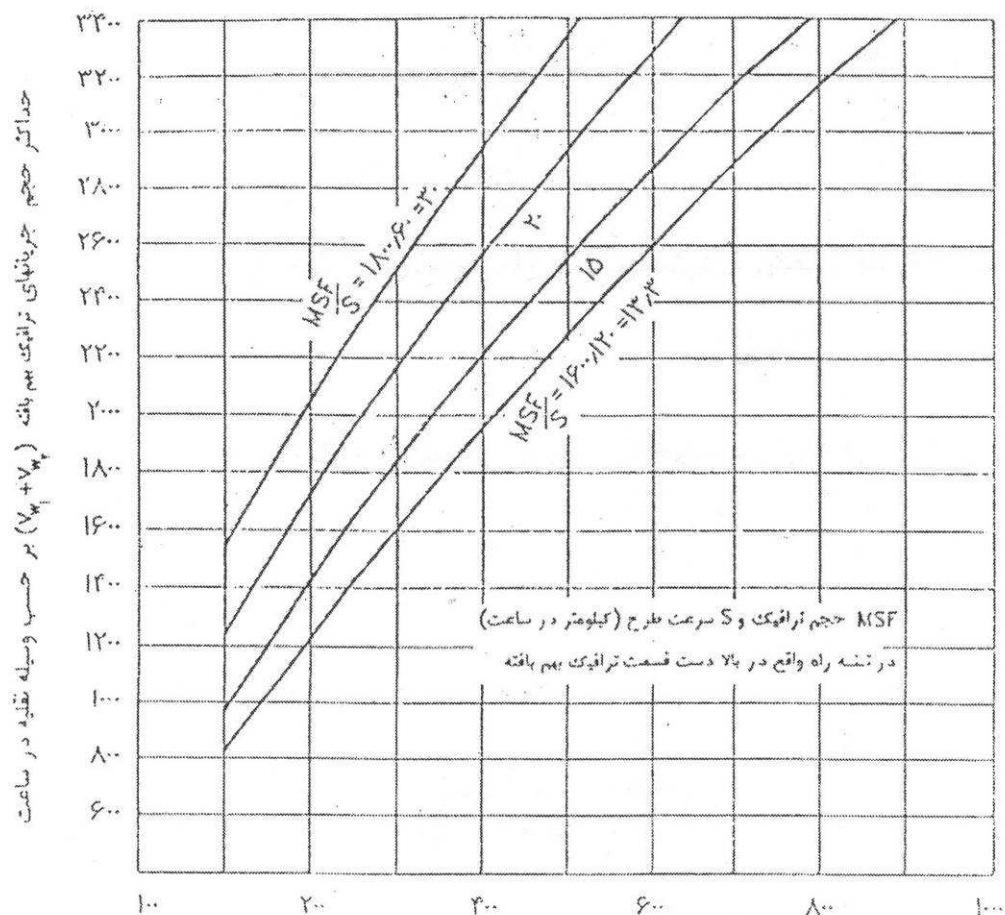
۴-۴-۲ کیفیت ترافیک

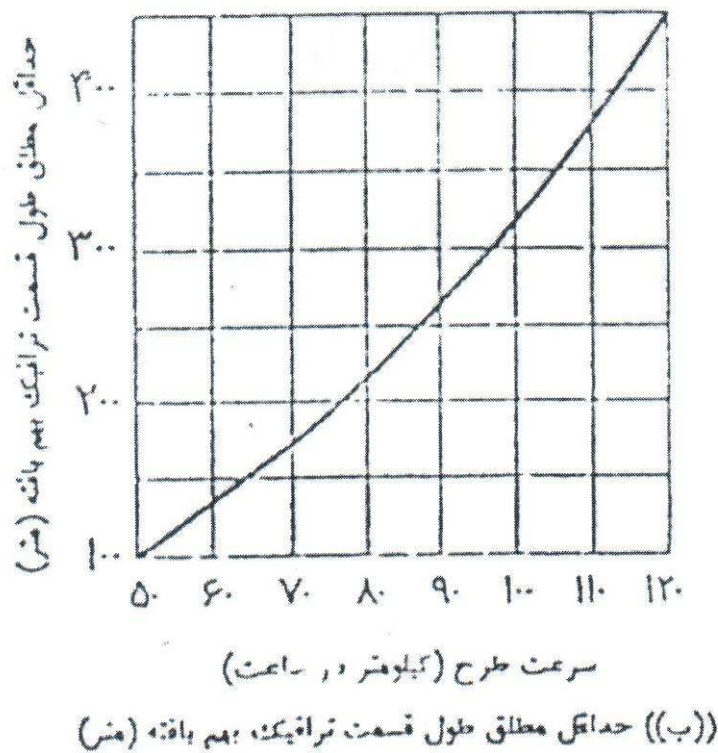
کیفیت ترافیک در بخش ترافیک بهم بافته با سرعت حرکت ترافیک عبوری و بهم بافته سنجیده می شود. این کیفیت ها در جدول ۴-۱۱ ارائه شده است.

جدول ۴-۱۱ سنجش کیفیت ترافیک در بخش ترافیک بهم بافته

کیفیت ترافیک	حداقل متوسط سرعت برای جریان های بهم بافته (کیلومتر در ساعت)	حداقل متوسط سرعت برای جریان های عبوری (کیلومتر در ساعت)
الف	۶۵	۷۰
ب	۵۵	۶۰
پ	۵۰	۵۰
ت	۵۰	۵۰
ث	۴۵	۴۵
ج	کمتر از ۴۵	کمتر از ۴۵

شکل ۲۱. الف-حداقل طول قسمت ترافیک به هم بافته در آزاد راه (m)





حداقل طول بخش ترافیک بهم بافته به شرح زیر تعیین می شود:

- (۱) با در دست داشتن حجم کل ترافیک جریان های بهم بافته و سرعت طرح نسبت MSF/S را حساب کنید و از روی شکل «الف» حداقل طول بخش ترافیک بهم بافته را بدست آورید.
- (۲) حداقل مطلق طول بخش ترافیک بهم بافته را برای سرعت طرح مورد نظر از روی شکل «ب» بدست آورید.
- (۳) طول بیشتر را به عنوان حداقل طول لازم برای بخش ترافیک بهم بافته در نظر بگیرید.

۴-۵ گنجایش راه های چند خطه

راه چند خطه به خاطر عدم کنترل کامل دسترسی، از آزاد راه و بزرگراه متمایز می شود. گنجایش طراحی هر خط عبور از راه اصلی چند خطه برای وضعیت ایده آل راه و بر حسب سواری معادل در جدول ۴-۱۲ داده شده است.

شرایط ایده آل:

۱- راه در دشت واقع است.

۲- عرض هر خط ۳.۶۵ متر است.

۳- تا فاصله ۱۸۵ متری لبه سواره رو و یا در میانه مانعی وجود ندارد.

۴- کلیه وسایل نقلیه اتومبیل سواری است.

۵- راه جدا شده است.

چنانچه شرایط راه و ترافیک یا شرایط ایده آل فوق الذکر تفاوت داشته باشد، اعداد جدول ۴-۱۲ به شرح زیر تعدیل می شود:

$$SF = (f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4) MSF$$

SF = گنجایش خط عبور

f_1 = ضریب تعدیل عرض خط و فاصله مانع از لبه سواره رو (جدول ۴-۱۳)

f_2 = ضریب تعدیل ترکیب ترافیکی، که با استفاده از فرمول بیان شده در بند ۴-۲-۲ بدست می آید.

f_3 = ضریب تعدیل برای آشنایی با راه (از جدول ۴-۶)

f_4 = ضریب تعدیل برای آبادانی های اطراف راه و نوع راه چند خطه (جدول ۴-۱۴)

MSF = گنجایش طراحی طبق جدول ۴-۱۲

۴-۵-۱ معیار سنجش کیفیت ترافیک

شش کیفیت مختلف بر اساس تراکم و متوسط سرعت حرکت وسایل نقلیه در جدول ۴-۱۲ ارائه شده است.

جدول ۴-۱۲ گنجایش هر خط عبور راه های اصلی (چند خطه) بر حسب کیفیت ترافیک و سرعت طرح

سرعت طرح ۱۰۰ km/h			سرعت طرح ≥ 110 Km/h			حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبوری	کیفیت ترافیک
گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h	گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h		
۶۵۰	۰.۳۳	≥ 80	۷۰۰	۰.۳۵	≥ 90	۸	الف
۱۰۰۰	۰.۵	≥ 75	۱۱۰۰	۰.۵۵	≥ 85	۱۳	ب
۱۳۰۰	۰.۶۵	≥ 70	۱۴۰۰	۰.۷	≥ 75	۱۹	پ
۱۷۰۰	۰.۸۵	≥ 65	۱۷۰۰	۰.۸۵	≥ 65	۲۶	ت
۲۰۰۰	۱	≥ 50	۲۰۰۰	۱	≥ 50	۴۰	ث
*	*	< 50	*	*	< 50	بیشتر از ۴۰	ج
سرعت طرح ۶۰ km/h			سرعت طرح ۸۰ Km/h			حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبوری	کیفیت ترافیک
گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h	گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h		
-	-	-	-	-	-	-	الف
-	-	-	۹۰۰	۰.۴۷	≥ 70	۱۳	ب
-	-	-	۱۱۵۰	۰.۶	≥ 60	۱۹	پ
۱۳۰۰	۰.۶۸	≥ 50	۱۴۵۰	۰.۷۶	≥ 55	۲۶	ت
۱۹۰۰	۱	≥ 45	۱۹۰۰	۱	≥ 45	۴۰	ث
*	*	< 45	*	*	< 45	بیشتر از ۴۰	ج

جدول ۴-۱۳ ضرایب تعدیل عرض خط و فاصله مانع از لبه سواره رو

ضریب تعدیل										فاصله مانع (^۱) از لبۀ سواره رو (متر)
مانع در دو طرف سواره رو (^۳)					مانع در یک طرف سواره رو (^۳)					
عرض خط (متر)										
۲.۷۵	۳	۳.۲۵	۳.۵	۳.۶۵	۲.۷۵	۳	۳.۲۵	۳.۵	۳.۶۵	
راه چهار خطه جدا شده (دو خط در هر جهت)										≥ ۰.۸۵ ۱.۲ ۰.۶ ۰
۰.۸۱	۰.۹۱	۰.۹۶	۰.۹۹	۱	۰.۸۱	۰.۹۱	۰.۹۶	۰.۹۹	۱	
۰.۷۹	۰.۸۸	۰.۹۳	۰.۹۶	۰.۹۷	۰.۷۹	۰.۸۶	۰.۹۱	۰.۹۴	۰.۹۸	
۰.۷۳	۰.۸۲	۰.۸۷	۰.۸۹	۰.۹	۰.۶۶	۰.۷۴	۰.۷۸	۰.۸۰	۰.۸۱	
راه شش خطه جدا شده (سه خط در هر جهت)										
۰.۷۸	۰.۸۹	۰.۹۴	۰.۹۸	۱	۰.۷۸	۰.۸۹	۰.۹۴	۰.۹۸	۱	
۰.۷۶	۰.۸۷	۰.۹۳	۰.۹۶	۰.۹۹	۰.۷۵	۰.۸۵	۰.۹۰	۰.۹۴	۰.۹۶	
۰.۷۴	۰.۸۵	۰.۹۰	۰.۹۳	۰.۹۴	۰.۷۰	۰.۸۱	۰.۸۶	۰.۹۰	۰.۹۱	
راه چهار خطه جدا نشده (دو خط در هر جهت)										≥ ۱.۸۵ ۱.۲ ۰.۶ ۰
۰.۷۷	۰.۸۹	۰.۹۴	۰.۹۸	۱	۰.۷۷	۰.۸۹	۰.۹۴	۰.۹۸	۱	
۰.۷۶	۰.۸۸	۰.۹۳	۰.۹۶	۰.۹۸	۰.۷۵	۰.۸۶	۰.۹۱	۰.۹۴	۰.۹۶	
۰.۷۵	۰.۸۶	۰.۹۱	۰.۹۴	۰.۹۵	۰.۷۴	۰.۸۵	۰.۹۰	۰.۹۳	۰.۹۴	
۰.۷۰	۰.۸۰	۰.۸۴	۰.۸۷	۰.۸۸	۰.۶۶	۰.۷۴	۰.۷۸	۰.۸۰	۰.۸۱	
راه شش خطه جدا نشده (سه خط در هر جهت)										≥ ۱.۸۵ ۱.۲ ۰.۶ ۰
۰.۷۷	۰.۸۹	۰.۹۵	۰.۹۸	۱	۰.۷۷	۰.۸۹	۰.۹۵	۰.۹۸	۱	
۰.۷۶	۰.۸۸	۰.۹۴	۰.۹۷	۰.۹۹	۰.۷۵	۰.۸۵	۰.۹۰	۰.۹۴	۰.۹۶	
۰.۷۵	۰.۸۶	۰.۹۱	۰.۹۴	۰.۹۵	۰.۷۴	۰.۸۵	۰.۹۰	۰.۹۳	۰.۹۴	
۰.۷۲	۰.۸۳	۰.۸۸	۰.۹۲	۰.۹۴	۰.۷۰	۰.۸۱	۰.۸۶	۰.۹۰	۰.۹۱	

علامت (-) نشان می دهد که ضریب کاربرد ندارد.

(۱) در صورتی که فاصله مانع در دو طرف مساوی نباشد از میانگین فاصله ها استفاده شود.

(۲) استفاده از ضرایب مربوط به موانع یک طرفه تأثیر جریان مقابل را نیز در بر می گیرد.

(۳) موانع دو طرفه شامل یک مانع در کنار راه و یک مانع در میانه نیز می شود.

جدول ۴-۱۴ ضرایب تعدیل برای آبادانی های اطراف راه

نوع راه	جدا شده	جدا نشده
برون شهری	۱	۰.۹۵
حومه شهری	۰.۹	۰.۸

۶-۴ گنجایش راه های دو خطه

راه دو خطه جاده ای است که در هر جهت دارای یک خط عبور برای ترافیک است. برای سبقت گرفتن، نیاز به استفاده از خط عبور مقابل است (در محل هایی که مسافت دید کافی است و فاصله بین وسایل نقلیه جلو و همچنین فاصله خودروی جهت مقابل اجازه می دهد).

۶-۴-۱ تعیین کیفیت ترافیک در راه های دو خطه

سه پارامتر زیر برای تعیین کیفیت ترافیکی جاده های دو خطه بکار می رود:

الف - درصد تاخیر

درصد تاخیر نشان دهنده تحرک و دسترسی است و برابر با متوسط درصد زمانی است که کل وسایل نقلیه، به دلیل حرکت به صورت قطار و عدم توانایی سبقت گرفتن از دست می دهد.

ب- متوسط سرعت حرکت

متوسط سرعت حرکت نشان دهنده تحرک در جاده های دو خطه است و برابر است با طول بخش تحت مطالعه تقسیم بر متوسط زمان حرکت کل وسایل نقلیه ای که در دو جهت، آن بخش جاده را پیموده اند.

پ - ضریب دسترسی به راه

نشان دهنده میزان مشکلات دسترسی به جاده می باشد و برابر است با نسبت حجم ترافیک (V) به گنجایش مطلق (C) در شرایط ایده آل ($\frac{V}{C}$). هر چه ضریب بزرگتر باشد دسترسی به جاده مشکل تر است.

۶-۴-۲ شرایط ایده آل

۱- سرعت طرح مساوی یا بیشتر از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت است.

۲- عرض خط عبور مساوی یا بیشتر از ۳.۶۵ متر است.

۳- شانه های راه بدون مانع و عرض آنها مساوی ۱.۸۵ متر یا بیشتر است.

۴- سبقت در طول جاده امکان پذیر است.

۵- وسایل نقلیه از نوع سواری است.

۶- توزیع ترافیک در دو جهت به صورت ۵۰/۵۰ است.

۷- هیچگونه عامل بازدارنده مانند وسایل کنترل ترافیک یا دورزدن وسایل نقلیه وجود ندارد.

۸- منطقه عبور، دشت است.

در شرایط ایده آل، گنجایش مطلق جاده دوخطه برابر ۲۸۰۰ سواری در ساعت برای هر دو جهت است.

۴-۶-۳ معیار سنجش کیفیت ترافیک در راه های دو خطه

برای سنجش کیفیت ترافیک قطعه ای یکنواخت از راه موجود بر حسب منطقه و نسبت حجم ترافیک به گنجایش مطلق، به جدول ۴-۱۵ و در مورد سربالایی ها بر حسب متوسط سرعت به جدول ۴-۱۶ مراجعه شود.

۴-۶-۴ محاسبه گنجایش راه های دو خطه

این محاسبه ها برای دو حالت زیر در نظر گرفته می شود:

الف - قطعه ای از راه به عنوان قطعه ای نمونه از مسیر

ب- شیب مشخص

در حالت (الف) برای هر قطعه از راه، شرایط متوسط توپوگرافی منطقه، شرایط هندسی و ترکیب ترافیکی در نظر گرفته می شود و در نتیجه مقدار متوسطی به عنوان گنجایش یک قطعه راه محاسبه می شود. این روش برای قطعات راهی به طول حداقل ۳.۵ کیلو متر بکار می رود.

در روش قطعه راه، طول شیب های مساوی یا بزرگتر از ۳٪ باید کمتر از یک کیلو متر باشد.

اگر شرایط بالا وجود نداشته باشد هر بخش راه با استفاده از یک شیب مشخص به طور مجزا مورد بررسی قرار می گیرد.

۴-۶-۵ محاسبه گنجایش قطعه ای از راه دو خطه (شیب غیر مشخص)

برای محاسبه گنجایش، رابطه کلی زیر می تواند مورد استفاده قرار گیرد

$$SF = 2800 \left(\frac{V}{C} \right) f_1 \times f_2 \times f_3$$

SF = گنجایش راه برای دو جهت در شرایط واقعی راه و ترافیک و برای کیفیت ترافیک مورد نظر برحسب وسیله نقلیه در ساعت.

نسبت حجم ترافیک برای کیفیت ترافیک مورد نظر به گنجایش مطلق در شرایط ایده آل که از جدول ۴-۱۵ بدست می آید.

f_1 = ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو جهت که از جدول ۴-۱۷ بدست می آید.

f_2 = ضریب تعدیل برای عرض خط عبور و عرض مفید شانه که از جدول ۴-۱۸ بدست می آید.

f_3 = ضریب تعدیل برای وسایل نقلیه سنگین در ترافیک که با فرمول زیر محاسبه می شود.

$$f_3 = \frac{1}{1 + T(E_t - 1) + B(E_b - 1)}$$

T = نسبت تعداد کامیون ها و تریلی ها به کل ترافیک.

B = نسبت تعداد اتوبوس ها به کل ترافیک.

E_t = سواری معادل کامیون ها و تریلی ها از جدول ۴-۱۹.

E_b = سواری معادل اتوبوس از جدول ۴-۱۹.

۴-۶-۶ محاسبه گنجایش جاده های دوخطه (شیب مشخص)

تحلیل بر اساس شیب سربالایی که از یک مسیر هموار (افقی) شروع شده است انجام می گردد. در صورتی که شیب های متعددی موجود باشد می توان یک شیب متوسط را با تقسیم کل اختلاف ارتفاع به طول محاسبه کرد.

رابطه تعیین گنجایش ترافیک برای یک شیب متوسط سربالایی به صورت زیر است.

$$SF = 2800 \left(\frac{V}{C} \right) \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4$$

تعاریف SF و $\left(\frac{V}{C} \right)$ قبلاً در روش قطعه ای از راه داده شده است.

برای تعیین $\left(\frac{V}{C} \right)$ در این حالت به جدول ۴-۲۰ مراجعه شود.

f_1 = ضریب تعدیل برای توزیع جهتی راه که از جدول ۴-۲۱ بدست می آید.

f_2 = ضریب تعدیل برای عرض خط عبور و عرض مفید شانه که از جدول ۴-۱۸ بدست می آید.

f_3 = ضریب تعدیل برای اثر شیب روی اتومبیل های سواری که به روش زیر تعیین می شود.

$$f_3 = \frac{1}{1 + PI_p}$$

P = درصد اتومبیل سواری در سربالایی.

I_p = ضریب بازدارندگی برای اتومبیل سواری که به صورت زیر محاسبه می گردد

$$I_p = 0.02(E - E_0)$$

E = معادل اتومبیل سواری برای شیب، سرعت و طول شیب مشخص که از جدول ۴-۲۲ به دست می آید.

E_0 = معادل اتومبیل سواری برای شیب صفر درصد و سرعت مشخص که از جدول ۴-۲۲ به دست می آید.

f_4 = ضریب تعدیل برای وسایل نقلیه سنگین در سربالایی که به روش زیر تعیین می شود:

$$f_4 = \frac{1}{1 + p_{hv}(E_{hv} - 1)}$$

P_{hv} = درصد کل وسایل نقلیه سنگین در سربالایی

E_{hv} = سواری معادل برای کل وسایل نقلیه سنگین موجود در سربالایی که از رابطه زیر بدست می آید:

$$E_{hv} = 1 + (0.25 + P_t)(E - 1)$$

P_t = نسبت کامیون ها در کل وسایل نقلیه سنگین که از تقسیم درصد کامیون های موجود به کل درصد وسایل نقلیه سنگین در ترافیک بدست می آید.

$$P_t = \frac{T}{T + B}$$

E = سواری معادل برای شیب، سرعت و طول شیب مشخص که از جدول ۴-۲۲ بدست می آید.

T = نسبت تعداد کامیون ها و تریلی ها به کل ترافیک در سربالایی.

B = نسبت تعداد اتوبوس ها به کل ترافیک در سربالایی.

مثال:

مطلوبست گنجایش راه برای کیفیت (ث) و (پ)

جاده ای دو خطه در یک منطقه کوهستانی با مشخصات زیر:

- شیب ۶٪ در طول ۱.۵ کیلو متر
 - سرعت طرح ۱۰۰ کیلو متر در ساعت
 - عرض خط عبور ۳.۶۵ متر
 - عرض شانه ها ۱ متر
 - درصد مناطق سبقت ممنوع ۶۰٪
 - توزیع جهتی ترافیک ۷۰/۳۰
 - ۱۰٪ کامیون
 - ۸٪ اتوبوس
 - ۸۲٪ اتومبیل سواری
- (الف) - گنجایش راه برای کیفیت (ث)

حل:

نسبت حجم ترافیک به گنجایش مطلق برای سرعت ۶۰ کیلو متر در ساعت (جدول ۴-۲۰)

$$\frac{V}{C} = 0.82$$

ضریب تعدیل توزیع ترافیک در دو جهت راه از جدول ۴-۲۱:

$$f_1 = 0.78$$

$$f_2 = \frac{1 + 0.97}{2} = 0.985$$

ضریب تعدیل عرض خط عبور از جدول ۴-۱۸

از جدول ۴-۲۱

$$E_0 = 1.3, E = 3.8$$

$$I_p = 0.02(E - E_0) = 0.02(3.8 - 1.3) = 0.05$$

$$f_3 = \frac{1}{1 + P I_p} = \frac{1}{1 + 0.82(0.05)} = 0.96$$

$$P = 0.82$$

$$P_{hv} = T + B = 0.10 + 0.08 = 0.18$$

$$P_t = \frac{0.10}{0.18} = 0.55$$

$$E_{hv} = 1 + (0.25 + P_t)(E - 1) = 1 + (0.25 + 0.55)(3.80 - 1) = 3.24$$

$$f_4 = \frac{1}{1 + P(E_{hv} - 1)} = \frac{1}{1 + 0.18(3.24 - 1)} = 0.7$$

بنابراین، گنجایش برای کیفیت (ث) بدست می آید.

$$SF = 2800(0.82)(0.78)(0.985)(0.96)(0.7) = 1179$$

ب) — گنجایش راه برای کیفیت (پ)

حل:

از جدول ۴-۲۰ برای سرعت ۷۰ کیلومتر بر ساعت و ۶۰٪ مناطق سبقت ممنوع

$$\frac{V}{C} = 0.68$$

$$f_1 = 0.78$$

از جدول ۴-۲۱

$$f_2 = \frac{1 + 0.92}{2} = 0.96$$

از جدول ۴-۱۸

$$E_0 = 1.4, E = 4.3$$

از جدول ۴-۲۱

$$P = 0.82$$

$$P_{hv} = 0.18$$

$$P_t = 0.55$$

$$I_p = 0.02(E - E_0) = 0.02(4.3 - 1.4) = 0.058$$

$$f_3 = \frac{1}{1 + PI_p} = \frac{1}{1 + 0.82(0.058)} = 0.95$$

$$E_{hv} = 1 + (0.25 + P_t)(E - 1) = 1 + (0.25 + 0.55)(4.3 - 1) = 3.64$$

$$f_4 = \frac{1}{1 + P(E_{hv} - 1)} = \frac{1}{1 + 0.18(3.64 - 1)} = 0.67$$

بنابراین گنجایش در کیفیت (پ) بدست می آید :

$$SF = 2800 * (0.68)(0.78)(0.96)(0.95)(0.67) = 907$$

وسیله نقلیه در ساعت برای دو طرف راه

جدول ۴-۱۵ نسبت حجم ترافیک به گنجایش در شرایط ایده آل راه بر حسب طبقه بندی و کیفیت ترافیک

کیفیت ترافیک	درصد زمان تأخیر	نسبت $V/C^{(۱)}$																	
		منطقه مسطح						منطقه تپه ماهوری						منطقه کوهستانی					
		درصد مناطق سبقت ممنوع						درصد مناطق سبقت ممنوع						درصد مناطق سبقت ممنوع					
		متوسط سرعت حرکت ^(۲)						متوسط سرعت حرکت ^(۲)						متوسط سرعت حرکت ^(۲)					
		۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۲۰	۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۲۰	۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۲۰	۰
الف	≤ 30	≥ 93	۰.۱۵	۰.۱۲	۰.۰۹	۰.۰۷	۰.۰۴	≥ 91	۰.۱۵	۰.۱۰	۰.۰۷	۰.۰۵	۰.۰۳	≥ 90	۰.۱۴	۰.۰۹	۰.۰۷	۰.۰۴	۰.۰۱
ب	≤ 45	≥ 88	۰.۲۷	۰.۲۴	۰.۲۱	۰.۱۹	۰.۱۷	≥ 86	۰.۲۶	۰.۲۳	۰.۱۹	۰.۱۷	۰.۱۳	≥ 86	۰.۲۵	۰.۲۰	۰.۱۹	۰.۱۳	۰.۱۰
پ	≤ 60	≥ 83	۰.۴۳	۰.۳۹	۰.۳۶	۰.۳۴	۰.۳۲	≥ 82	۰.۴۲	۰.۳۹	۰.۳۵	۰.۳۲	۰.۲۸	≥ 78	۰.۳۹	۰.۳۳	۰.۲۸	۰.۲۳	۰.۱۶
ت	≤ 75	≥ 80	۰.۶۴	۰.۶۲	۰.۶۰	۰.۵۹	۰.۵۸	≥ 78	۰.۶۲	۰.۵۷	۰.۵۲	۰.۴۸	۰.۴۳	≥ 72	۰.۵۸	۰.۵۰	۰.۴۵	۰.۴۰	۰.۳۳
ث	> 75	≥ 72	۱	۱	۱	۱	۱	≥ 64	۰.۹۷	۰.۹۴	۰.۹۲	۰.۹۱	۰.۹۰	≥ 56	۰.۹۱	۰.۸۷	۰.۸۴	۰.۸۲	۰.۷۸
ج	۱۰۰	< 72	-	-	-	-	-	< 64	-	-	-	-	-	< 56	-	-	-	-	-

(۱) نسبت حجم ترافیک به گنجایش در شرایط ایده آل راه

(۲) متوسط سرعت حرکت کلیه وسایل نقلیه برای راه هایی با سرعت طرح بیش از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت است. چنانچه سرعت طرح جاده کمتر از ۱۰۰

کیلومتر بر ساعت باشد باید به ازاء هر ۱۰ کیلومتر در ساعت کاهش در سرعت طرح، متوسط سرعت حرکت، ۴ کیلومتر بر ساعت کاهش یابد.

جدول ۴-۱۶ معیار سنجش کیفیت ترافیک در راه های دو خطه در سربالایی ها

کیفیت ترافیک	متوسط سرعت در سربالایی (km/hr)
الف	≥ 90
ب	≥ 80
پ	≥ 70
ت	≥ 65
ث	$\geq 60^{(1)}$
ج	$< 60^{(1)}$

(۱) سرعت ترافیک در گنجایش مطلق، بسته به درصد و طول شیب و ترکیب ترافیک و حجم ترافیک فرق می کند.

جدول ۴-۱۷ ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو جهت _ قطعه راه

توزیع ترافیک در دو طرف	۵۰/۵۰	۴۰/۶۰	۳۰/۷۰	۲۰/۸۰	۱۰/۹۰	۰/۱۰۰
ضریب تعدیل	۱	۰.۹۴	۰.۸۹	۰.۸۳	۰.۷۵	۰.۷۱

جدول ۴-۱۸ ضریب تعدیل برای عرض خط عبور و عرض مفید شانه

عرض مفید شانه ^(۱) (متر)	عرض خط (۲.۷۵ متر)	عرض خط (۳ متر)	عرض خط (۳.۲۵ متر)	عرض خط (۳.۵ متر)	عرض خط (۳.۶۵ متر)
کیفیت (۲) کیفیت (الف-ت) ث	کیفیت (۲) کیفیت (الف-ت) ث	کیفیت (۲) کیفیت (الف-ت) ث	کیفیت (۲) کیفیت (الف-ت) ث	کیفیت (۲) کیفیت (الف-ت) ث	کیفیت (۲) کیفیت (الف-ت) ث
≥ 18.5	۰.۷ ۰.۷۶	۰.۸۴ ۰.۸۷	۰.۹۲ ۰.۹۴	۰.۹۸ ۰.۹۹	۱ ۱
۱.۲	۰.۶۵ ۰.۷۴	۰.۷۷ ۰.۸۵	۰.۸۳ ۰.۹۱	۰.۹۰ ۰.۹۵	۰.۹۲ ۰.۹۷
۰.۶	۰.۵۷ ۰.۷	۰.۶۸ ۰.۸۱	۰.۷۳ ۰.۸۶	۰.۷۸ ۰.۹۱	۰.۸۱ ۰.۹۳
۰	۰.۴۹ ۰.۶۶	۰.۵۸ ۰.۷۵	۰.۶۴ ۰.۸۲	۰.۶۸ ۰.۸۶	۰.۷ ۰.۸۸

(۱) در صورتی که عرض شانه در طرفین راه متفاوت باشد از عرض میانگین استفاده شود.

(۲) ضریب تعدیل در کلیه سرعت های کمتر از ۷۵ کیلومتر بر ساعت قابل استفاده است.

جدول ۴-۱۹ سواری معادل کامیون و اتوبوس - قطعه راه

نوع منطقه			کیفیت ترافیک	نوع وسیله نقلیه
کوهستانی	تپه ماهوری	مسطح		
۷	۴	۲	الف	کامیون و تریلی (Et)
۱۰	۵	۲.۲	ب و پ	
۱۲	۵	۲	ت و ث	
۵.۷	۳	۱.۸	الف	اتوبوس (Eb)
۶	۳.۴	۲	ب و پ	
۶.۵	۲.۹	۱.۶	ت و ث	

جدول ۴-۲۰ مقادیر نسبت حجم به گنجایش ($\frac{V}{C}$) بر حسب سرعت، درصد شیب و درصد مناطق سبقت ممنوع

درصد مناطق سبقت ممنوع						متوسط سرعت سربالایی کیلومتر در ساعت	شیب راه (%)
۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۲۰	۰		
۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۱۲	۰.۱۴	۰.۱۷	۰.۲۱	۹۰	۳
۰.۲۵	۰.۲۸	۰.۲۹	۰.۳۱	۰.۳۶	۰.۴۰	۸۵	
۰.۴۹	۰.۵۱	۰.۵۴	۰.۵۷	۰.۶۱	۰.۶۶	۸۰	
۰.۷۲	۰.۷۴	۰.۷۶	۰.۷۹	۰.۸۳	۰.۸۸	۷۵	
۰.۹۰	۰.۹۱	۰.۹۳	۰.۹۵	۰.۹۷	۱.۰۰	۷۰	
۱.۰۰	۱.۰۰	۱.۰۰	۱.۰۰	۱.۰۰	۱.۰۰	۶۵	
۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۱۱	۰.۱۳	۰.۱۵	۰.۱۹	۹۰	۴
۰.۲۳	۰.۲۵	۰.۲۷	۰.۲۹	۰.۳۴	۰.۳۸	۸۵	
۰.۴۷	۰.۴۹	۰.۵۱	۰.۵۴	۰.۵۸	۰.۶۳	۸۰	
۰.۶۹	۰.۷۱	۰.۷۳	۰.۷۶	۰.۸۰	۰.۸۵	۷۵	
۰.۸۸	۰.۸۹	۰.۹۰	۰.۹۲	۰.۹۴	۰.۹۵	۷۰	
۰.۹۹	۰.۹۹	۰.۹۹	۰.۹۹	۰.۹۹	۱.۰۰	۶۵	
۰.۰۴	۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۰۹	۰.۱۲	۰.۱۵	۹۰	۵
۰.۱۴	۰.۲۱	۰.۲۳	۰.۲۵	۰.۲۹	۰.۳۴	۸۵	
۰.۳۹	۰.۴۱	۰.۴۳	۰.۴۷	۰.۵۱	۰.۵۹	۸۰	
۰.۵۹	۰.۶۱	۰.۶۴	۰.۶۸	۰.۷۳	۰.۸۱	۷۵	
۰.۷۷	۰.۷۹	۰.۸۱	۰.۸۴	۰.۷۸	۰.۹۵	۷۰	
۰.۹۰	۰.۹۲	۰.۹۳	۰.۹۴	۰.۹۵	۰.۹۸	۶۵	
۰.۹۶	۰.۹۷	۰.۹۷	۰.۹۸	۰.۹۸	۱.۰۰	۶۰	۶
۰.۰۱	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۴	۰.۰۶	۰.۰۶	۹۰	
۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۱۵	۰.۱۷	۰.۲۱	۰.۲۵	۸۵	
۰.۲۸	۰.۳۰	۰.۳۳	۰.۳۷	۰.۴۲	۰.۵۰	۸۰	
۰.۴۶	۰.۴۹	۰.۵۳	۰.۵۸	۰.۶۴	۰.۷۰	۷۵	
۰.۶۲	۰.۶۵	۰.۶۸	۰.۷۴	۰.۸۱	۰.۸۹	۷۰	
۰.۷۶	۰.۸۰	۰.۸۲	۰.۸۶	۰.۹۰	۰.۹۶	۶۵	
۰.۸۷	۰.۸۶	۰.۸۸	۰.۹۱	۰.۹۴	۰.۹۹	۶۰	
۰.۹۶	۰.۹۷	۰.۹۷	۰.۹۸	۰.۹۸	۱.۰۰	۵۰	۷
۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۹۰	
۰.۰۴	۰.۰۴	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۹	۰.۱۱	۸۵	
۰.۱۴	۰.۱۷	۰.۲۰	۰.۲۴	۰.۲۹	۰.۳۶	۸۰	
۰.۲۸	۰.۳۲	۰.۳۷	۰.۴۴	۰.۵۳	۰.۵۶	۷۵	
۰.۴۳	۰.۴۸	۰.۵۴	۰.۶۲	۰.۷۱	۰.۸۲	۷۰	
۰.۵۷	۰.۶۳	۰.۶۸	۰.۷۴	۰.۸۱	۰.۹۲	۶۵	
۰.۶۸	۰.۷۴	۰.۷۶	۰.۷۹	۰.۷۸	۰.۹۷	۶۰	
۰.۸۴	۰.۸۶	۰.۸۸	۰.۹۱	۰.۹۴	۱.۰۰	۵۰	

۱. نسبت جریان ترافیک به گنجایش مطلق در شرایط ایده آل (۲۸۰۰ وسیله نقلیه سواری معادل در ساعت) با فرض این که عملکرد اتومبیل سواری تحت تاثیر شیب قرار ندارد.

۲. برای مقادیر مابین (درصد مناطق سبقت ممنوع) درون یابی شود همچنین (درصد شیب) به عدد صحیح بالاتر گرد شود.

جدول ۴-۲۱ ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو طرف راه دو خط شیب مشخص

درصد ترافیک در سربالایی	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
ضریب تعدیل	۱.۵	۱.۲	۱	۰.۸۷	۰.۷۸	۰.۷	۰.۶۴	۰.۵۸

جدول ۴-۲۲ سواری معادل در راه های دو خط - شیب مشخص

متوسط سرعت در سر بالایی (کیلومتر بر ساعت)								طول شیب (کیلومتر)	شیب راه (%)
۹۰	۸۵	۸۰	۷۵	۷۰	۶۵	۶۰	۵۰		
۲.۲	۱.۸	۱.۶	۱.۵	۱.۴	۱.۳	۱.۳	۱.۳	نا محدود	۰
۳.۳	۲.۶	۲.۱	۱.۹	۱.۸	۱.۷	۱.۷	۱.۶	۰.۵	۳
۴.۶	۳.۴	۲.۶	۲.۳	۲.۰	۱.۹	۱.۹	۱.۸	۱.۰	
۶.۶	۴.۵	۳.۲	۲.۸	۲.۴	۲.۲	۲.۱	۲.۱	۱.۵	
۱۰.۱	۶.۰	۴.۲	۳.۴	۲.۹	۲.۶	۲.۵	۲.۴	۲.۰	
۱۴.۱	۷.۶	۵.۲	۴.۱	۳.۴	۳.۰	۲.۹	۲.۷	۲.۵	
۵۹.۹۲۰.۶	۹.۹	۶.۲	۴.۹	۴.۰	۳.۶	۳.۳	۳.۰	۳.۰	
۹۴.۴	۱۸.۷	۸.۶	۶.۸	۵.۵	۴.۸	۴.۳	۳.۷	۴.۰	
*	۲۹.۸	۱۱.۷	۹.۱	۷.۲	۶.۰	۵.۳	۴.۳	۵.۰	
	۴۳.۶	۱۷.۴	۱۲.۷	۹.۳	۷.۴	۶.۴	۵.۱	۶.۰	
۳.۶	۲.۸	۲.۴	۲.۰	۱.۹	۱.۸	۱.۸	۱.۷	۰.۵	۴
۵.۴	۴.۰	۳.۱	۲.۷	۲.۳	۲.۱	۲.۱	۲.۰	۱.۰	
۹.۸	۶.۱	۴.۲	۳.۴	۳.۰	۲.۶	۲.۵	۲.۴	۱.۵	
۱۶.۷	۶۹.۰	۵.۸	۴.۶	۳.۷	۳.۳	۳.۱	۲.۸	۲.۰	
۲۵.۲	۱۳.۵	۷.۵	۵.۹	۴.۶	۴.۱	۳.۷	۳.۴	۲.۵	
۴۷.۷	۱۷.۳	۹.۶	۷.۵	۵.۹	۵.۰	۴.۵	۴.۰	۳.۰	
۶۷.۸	۳۴.۵	۱۴.۸	۱۱.۵	۸.۷	۷.۳	۶.۴	۵.۳	۴.۰	
*	۵۳.۷	۲۲.۸	۱۶.۸	۱۲.۱	۹.۹	۸.۵	۶.۸	۵.۰	
*	۶۰.۲	۴۱.۲	۲۷.۳	۱۷.۶	۱۳.۱	۱۱.۰	۸.۵	۶.۰	
۴.۴	۳.۲	۲.۵	۲.۳	۲.۰	۱.۹	۱.۹	۱.۸	۰.۵	۵
۷.۶	۵.۰	۳.۷	۳.۰	۲.۷	۲.۴	۲.۳	۲.۳	۱.۰	
۱۴.۳	۸.۲	۵.۴	۴.۳	۳.۶	۳.۲	۳.۰	۲.۸	۱.۵	
۲۸.۲	۱۳.۶	۷.۸	۶.۰	۴.۷	۴.۲	۳.۹	۳.۴	۲.۰	
۴۶.۸	۲۰.۳	۱۰.۶	۸.۱	۶.۱	۵.۴	۴.۹	۴.۲	۲.۵	
۷۹.۹	۳۱.۳	۱۵.۰	۱۱.۱	۸.۴	۷.۰	۶.۲	۵.۰	۳.۰	
*	۴۴.۸	۲۶.۳	۱۹.۲	۱۴.۵	۱۱.۴	۹.۷	۷.۳	۴.۰	
*	*	۴۱.۰	۳۱.۰	۲۲.۷	۱۶.۵	۱۳.۷	۹.۸	۵.۰	
*	*	*	۵۴.۶	۳۹.۱	۲۳.۸	۱۹.۰	۱۲.۹	۶.۰	
۴.۴	۳.۷	۲.۸	۲.۴	۲.۲	۲.۰	۲.۰	۱.۹	۰.۵	۶
۹.۷	۶.۳	۴.۳	۳.۶	۳.۱	۲.۷	۲.۶	۲.۵	۱.۰	
۴۷.۸۲۰.۶	۱۱.۴	۷.۰	۵.۴	۴.۳	۳.۸	۳.۶	۳.۲	۱.۵	
۷۸.۶	۲۱.۰	۱۱.۵	۸.۳	۶.۲	۵.۳	۴.۸	۴.۲	۲.۰	
*	۳۲.۰	۱۶.۸	۱۱.۸	۸.۶	۷.۱	۶.۳	۵.۳	۲.۵	
*	۴۵.۵	۲۴.۲	۱۷.۱	۱۲.۸	۹.۸	۸.۵	۶.۶	۳.۰	
*	*	۴۷.۲	۳۳.۵	۲۳.۷	۱۷.۸	۱۴.۹	۱۰.۵	۴.۰	
*	*	*	۵۴.۱	۳۸.۶	۲۷.۶	۲۲.۴	۱۵.۰	۵.۰	
*	*	*	*	۵۶.۰	۴۲.۰	۳۳.۰	۲۱.۳	۶.۰	
۵.۹	۴.۱	۳.۱	۲.۷	۲.۴	۲.۲	۲.۲	۲.۱	۰.۵	۷
۱۲.۵	۷.۹	۵.۱	۴.۲	۳.۶	۳.۲	۴.۰	۲.۸	۱.۰	
۳۱.۶	۱۶.۶	۸.۸	۶.۷	۵.۳	۴.۶	۴.۲	۳.۸	۱.۵	
*	۲۹.۸	۱۹.۱	۱۱.۳	۸.۱	۶.۷	۶.۱	۵.۱	۲.۰	
*	۴۶.۶	۲۵.۲	۱۷.۰	۱۱.۷	۹.۴	۸.۳	۶.۶	۲.۵	
*	۷۷.۲	۳۹.۲	۲۶.۳	۱۷.۹	۱۴.۰	۱۱.۹	۸.۸	۳.۰	
*	*	۵۳.۱	۴۳.۰	۳۳.۵	۲۷.۴	۲۲.۷	۱۵.۱	۴.۰	
*	*	*	*	۶۱.۶	۴۳.۳	۳۴.۱	۲۲.۰	۵.۰	
*	*	*	*	*	۵۹.۵	۴۳.۸	۲۹.۰	۶.۰	

*در شیب و طول شیب مشخص شده متوسط سرعت غیر قابل حصول است.

فصل ۵. پارکینگ

۱-۵ اهمیت پارکینگ

هر سال ۸۷۶۰ ساعت است اگر فرض کنیم که هر اتومبیل در طول سال به طور متوسط بیست هزار کیلومتر مسافت پیماید و متوسط سرعت آن چهل کیلومتر در ساعت باشد: مدت زمانی که یک اتومبیل در سال به طور متوسط در حرکت است برابر با ۲۰۰ ساعت می شود. بنابراین، هر اتومبیل به طور متوسط ۸۵۶۰ ساعت در سال در حال توقف است و احتیاج به محلی برای توقف دارد. این محاسبه ساده نشان می دهد که مدت زمان نیاز هر اتومبیل به پارکینگ به مراتب بیشتر از مدت زمان حرکت آن است. پیش بینی و تدارک فضای لازم و کافی برای وسایل نقلیه در مواقعی که از آنها استفاده نمی شود، از معضلات بزرگ شهرها، بخصوص شهرهای بزرگ است. دشواری مسئله بیشتر به خاطر آن است که این فضا را غالباً باید در محدودترین و گرانترین نقاط شهر در نظر گرفت.

چون بیشتر وسایل نقلیه را در بیشتر شهرها انواع اتومبیل تشکیل می دهد، مشکل پارکینگ اصولاً در رابطه با این وسیله در نظر گرفته می شود. ما نیز در این فصل بیشتر به نقش اتومبیل در ایجاد مسئله پارکینگ و راه حلهای آن می پردازیم.

۲-۵ سطح توقف اتومبیل

متوسط سطحی که برای توقف یک اتومبیل در نظر گرفته می شود، چهارده مترمربع است. اگر متوسط تعداد سرنشین هر اتومبیل را دو نفر فرض کنیم، به طور متوسط حداقل هفت متر مربع از سطح شهر جهت پارکینگ برای هر سرنشین اتومبیل اختصاص پیدا می کند. از طرف دیگر، چون اتومبیل وسیله ای شخصی است، حداقل دو جای پارک برای آن لازم است، یکی در محل سکونت صاحب آن و دیگری در محل کسب و کار و یا محلهایی نظیر مراکز خرید، که جای پارک اخیر بخصوص در شبها و ایام تعطیل، تقریباً بدون استفاده می ماند.

مقایسه ای ساده نشان می دهد که چگونه یک اتومبیل فضای زیادی از شهر را اشغال می کند. شخص ایستاده تقریباً ۰.۱۸ مترمربع سطح اشغال می کند و در موقع حرکت و یا نشستن احتیاج به حدود ۰.۵۵ مترمربع زمین دارد. خانه ای با صد و چهل مترمربع زیربنا به راحتی پنج نفر را در خود جا می دهد، و اگر همین خانه را دو طبقه در نظر بگیریم، که در هر طبقه آن ۵ نفر زندگی کنند، سهم هر فرد چهارده مترمربع می شود. یک اتوبوس یک طبقه در موقع توقف به حدود ۲۳.۵ مترمربع زمین احتیاج

دارد که با توجه به ظرفیت متوسط آن این سطح برای هر مسافر ۱.۰۲ مترمربع به حساب می آید. بدیهی است که این سطح در مورد یک اتوبوس دو طبقه تقریباً به نصف می رسد. ممکن است به نظر برسد که با ساختن پارکینگهای وسیع در محلهای مناسب می توان مسئله پارکینگ را حل کرد، ولی با توجه به موانع و مشکلات اجرایی و پیامدهای ناشی از ایجاد پارکینگهایی که صرفاً جوابگوی نیازهای کمی باشند، به این نتیجه می رسیم که به طور کلی نمی توان بدون در نظر گرفتن تمام ابعاد مسئله ترافیک شهر بر مشکل پارکینگ غلبه کرد. در ادامه، به پاره ای از این گونه مشکلات اشاره می کنیم.

ساختن پارکینگهای وسیع، و احیاناً چند طبقه در نقاطی نظیر مراکز شهر، که غالباً با کمبود فضای لازم جهت توقف وسایل نقلیه روبرو یند، به علت محدودیت و گران بودن زمین هزینه های هنگفتی در بر دارد. در بیشتر موارد، حتی اگر بودجه و اعتبار کافی موجود باشد، به علل گوناگونی، نظیر وجود ساختمانهای باستانی یا از بین رفتن بافت اصیل شهری، ساختن پارکینگ به اندازه کافی در مراکز شهرها مقدور نیست.

از طرف دیگر، ایجاد پارکینگ در مراکز شهرها و مکانهایی که از نظر تردد وسایل نقلیه و تراکم ترافیک محدودیتهایی دارند، به علت جاذبه ترافیک بیشتر باعث افزایش مشکلات می شود. به علاوه، تخلیه پارکینگها در این مکانها غالباً در ساعات معینی از روز و در فاصله زمانی کوتاهی صورت می گیرد که باعث افزایش ناگهانی بار ترافیک به جاده ها و خیابانهای مجاور و اطراف و در نتیجه تراکم بیشتر ترافیک می شود.

بنابراین، مسئله پارکینگ در شهرها را باید با مطالعه دقیق و با اتکاء به آمار و اطلاعات لازم و در نظر گرفتن مسائل دیگر ترافیک و ترابری شهری بررسی کرد تا بتوان به راه حلی اصولی رسید.

۵-۳ مطالعه پارکینگ

قبل از هر گونه اظهار نظر و تصمیم گیری در مورد ایجاد پارکینگ و حل مسئله آن در یک منطقه لازم است اطلاعات اولیه لازم را در مورد منطقه مورد نظر تهیه کرد. اهم این آمار و اطلاعات لازم عبارت اند از بررسی و برآورد پارکینگهای موجود، تراکم پارکینگ، مدت پارک و برآورد پارکینگهای لازم، که در زیر به شرح آنها می پردازیم:

۵-۳-۱ بررسی و برآورد پارکینگهای موجود

برای این بررسی قبلاً باید نقشه ای به مقیاس ۱/۱۲۵۰ از منطقه مورد مطالعه تهیه کرد. سپس کلیه امکانات پارکینگ موجود (شامل پارکینگهای خیابانی - طول محلهایی از خیابانها که پارک کردن در آنها در تمام طول روز و یا در ساعاتی از روز مجاز است، پارکینگهای خصوصی - اعم از روباز یا مسقف، مسکونی یا تجاری، پارکینگهای عمومی - اعم از همسطح یا چند طبقه، و هر نوع پارکینگ دیگر خواه دائمی یا موقت) برداشت و برآورد می شود. این اطلاعات جمع آوری شده را، با در نظر گرفتن علامت و رنگ بخصوص برای هر یک از انواع پارکینگها، بر روی نقشه یاد شده ثبت و مشخص می کنند.

به طور کلی بهتر است که از دو نسخه نقشه، یکی برای مشخص کردن پارکینگهای خیابانی و دیگری برای مشخص کردن سایر انواع پارکینگها استفاده کرد.

۵-۳-۲ تراکم پارکینگ

منظور از تراکم پارکینگ تعداد وسایل نقلیه ای است که در زمان مورد نظر از پارکینگهای ناحیه مطالعاتی استفاده می کنند. این زمان، بیشتر ساعتی از شبانه روز است که احتمال احتیاج به پارکینگ و ایجاد تراکم در آن حداکثر باشد. ساده ترین روش محاسبه پارکینگ مشاهده است. به این ترتیب که یک یا دو نفر آمارگر که نقشه ناحیه مطالعاتی به مقیاس ۱/۱۲۵۰ را در اختیار دارند، به کمک اتومبیلی خیابانها و مسیرهای داخل این ناحیه را به آهستگی می پیمایند و تعداد وسایل نقلیه ای را که در کنار مسیرها پارک کرده اند، می شمردند و یادداشت می کنند. تعداد وسایل نقلیه پارک شده در پارکینگهای غیر خیابانی را نیز با مراجعه و آمارگیری مستقیم در ساعت مورد نظر اندازه می گیرند. پس از جمع آوری اطلاعات لازم در مورد تراکم پارکینگ، آنها را با علائم مخصوص و رنگهای خاص مشخص کننده هر مورد به نقشه منتقل می کنند.

۵-۳-۳ مدت پارک

برای مطالعه، بررسی و حل مشکل پارکینگ دانستن مدت زمانی که وسایل نقلیه در پارکینگهای مختلف متوقف اند، ضروری است.

اندازه گیری مدت پارک در پارکینگهای خیابانی به صورت مستقیم و به وسیله آمار گیرانی که پیاده مسیرهای مختلف را طی می کنند صورت می گیرد. آمارگیری در هر مسیر یا در هر قسمت از یک

مسیر جداگانه انجام می شود. انتخاب مسیر (یا قسمتهایی از یک مسیر) باید طوری باشد که یک آمارگیر بتواند طول آن را به صورت رفت و برگشت در فاصله زمانی معینی پیماید. این فاصله زمانی معمولاً ربع ساعت، نیم ساعت یا یک ساعت خواهد بود. آمارگیر ضمن این مدت شماره پلاک وسایل نقلیه پارک شده در طول مسیر را یادداشت می کند. به این ترتیب می توان مدت توقف هر وسیله را به دست آورد.

واضح است که نتایج حاصل با خطاهایی همراه است، زیرا امکان دارد که وسیله نقلیه ای بعد از عبور آمارگیر از محل، پارک کند، قبل از اینکه آمارگیر مجدداً به محل مذکور برگردد رفته باشد. در این مورد می توان با در نظر گرفتن ضرایب و تصحیهایی خطای مذکور را تا حدودی جبران کرد.

۵-۳-۴ برآورد پارکینگ لازم

پس از تعیین امکانات موجود، لازم است نیاز فعلی و بعدی به پارکینگ را در ناحیه مورد مطالعه برآورد و مشخص کرد تا بتوان بر اساس آن برنامه ای متناسب ریخت. در تشخیص نیاز فعلی باید توجه داشت که غالباً نیاز واقعی بیش از نیاز ظاهری است، زیرا امکان دارد به علت محدودیت پارکینگ بسیاری از مردم از آوردن وسیله نقلیه خود صرف نظر کنند یا از پارک کردن آن منصرف شوند. همچنین ممکن است بعضی به علت عدم دستیابی به محل مناسب، وسایل نقلیه خود را در محلهایی نسبتاً دور از محل مورد نظر پارک کرده باشند. به هر حال، تعیین تعداد محل پارک لازم به وسیله روشهای آماری و از طریق پرسشنامه و نظایر آن امکان پذیر است.

برآورد تعداد محل پارک لازم برای آینده امری نسبتاً دشوار است، زیرا بستگی به پارامترهای متنوع و متغیری نظیر آهنگ رشد جمعیت و آهنگ رشد تعداد وسایل نقلیه، چگونگی گسترش و ایجاد ساختمانها، وضعیت ترابری عمومی و اوضاع سیاسی و اقتصادی دارد. در هر صورت می توان با توجه به آمار و اطلاعات موجود از نیاز آتی به پارکینگ در ناحیه مطالعاتی، برآوردی تقریبی به دست آورد.

۵-۴ اشباع پارکینگ

بسیاری از شهرها، و بخصوص مراکز و محلهای اصلی کسب و تجارت در آنها، برای زمان حال و ترافیک فعلی طرح ساخته نشده اند. به همین دلیل در بیشتر شهرها این نقاط و مراکز، نسبت به سایر نقاط شهر با مشکلات ترافیکی بیشتری روبرویند و از نظر پارکینگ نیز مضیقه بیشتری دارند. شاید

منطقی به نظر برسد که مراکز شهرها و محلهایی را که از نظر ترافیک مشکلات زیاد و ظاهراً غیرقابل حلی دارند دوباره سازی کرد، ولی با اندکی توجه می توان دریافت که این کار، حتی در صورت وجود اعتبارات کافی، به علل گوناگون سیاسی و فرهنگی و اقتصادی امکان ندارد.

ممکن است ترغیب مردم به تغییر محل کسب و کار خود و انتقال فعالیتهایی که در این مراکز وجود دارد به نقاط دیگر شهر، راه حل این مشکل به نظر برسد. این عمل نیز از بسیاری لحاظ و در بسیاری موارد دشوار است، و راه حلی اصولی نیست. بر عکس، حتی باید سعی کرد که بقای مراکز اصلی شهرها تقویت و خصوصیت‌های ویژه و باستانی آنها حفظ شود.

شاید تصور شود که اختصاص کلیه مکانهای موجود برای پارک کردن و ساختن پارکینگهای جدید و اختصاص کناره خیابانهای مرکزی برای توقف وسایل نقلیه راه حل این مشکل باشد. اما با توجه به اینکه ظرفیت خیابانهای مرکزی در بیشتر شهرها حتی کفاف نیاز موجود را (به خصوص در ساعات تراکم) نمی دهد، اختصاص قسمتی از عرض خیابانها برای توقف وسایل نقلیه باعث کاهش ظرفیت آنها می شود و این راه حل اصولی نیست. به علاوه، وسایل نقلیه ای که در کنار خیابانها و پارکینگهای مجاور توقف می کنند، غالباً در بدترین ساعات روز از نظر تراکم ترافیک (عصرها و نزدیک غروب) به جریان ترافیک در خیابانهای مجاور وارد می شوند و تراکم آنها را بیشتر می کنند.

راه حل منطقی، مطالعه جامع و دقیق ترافیک در مکانهایی است که مسئله پارکینگ در آنها حاد و دشوار است. به این ترتیب، می توان با تکیه بر نتایج حاصل، راه حل اصولی را که غالباً برای هر شهر، بسته به مقتضیات شهری، اقتصادی و اجتماعی آن، فرق می کند پیدا کرد. نتیجه آنکه این راه حلها متنوع و بر حسب مورد متفاوت اند. یکی از این راه حلها، اولویت دادن به وسایل نقلیه فعال (نظیر وسایل ترابری تجاری و صنعتی) برای استفاده از امکانات پارکینگ موجود در مقابل وسایل نقلیه غیرفعال است. وسایل نقلیه فعال باید همه روزه، بر حسب ضرورت، کالاهای مختلف را تخلیه و بارگیری کنند، در مقابل، گروهی از وسایل نقلیه در بیشتر ساعات شبانه روز، بدون استفاده، در جایی متوقف هستند، از جمله اتومبیل کارمندان و مغازه داران که غالباً در تمام مدت کار اداری یا مدت کسب محلی، پارک شده اند. این گروه از وسایل نقلیه باید تا آنجا که مقدور است از نظر امکانات پارک کردن محدود شوند و این امکانات به وسایل نقلیه ای که زمان توقف کمتری دارند، نظیر وسایل نقلیه متعلق به مشتریان و مراجعه کنندگان ادارات و بانکها، اختصاص پیدا کند. در این مورد می توان مقرراتی وضع و اجرا کرد که بر اساس آن هر محل پارک چندین مرتبه مورد استفاده

قرار گیرد. محدود کردن زمان توقف (که مثلاً حداکثر دو ساعت باشد) از جمله مقرراتی است که می توان وضع کرد.

در صورت محدود بودن ظرفیت خیابانهای مجاور و لزوم افزایش ظرفیت پارکینگها باید راههایی برای افزایش ظرفیت مسیر (نظیر ممنوع کردن توقف در کنار خیابانها، جلوگیری از تخلیه و بارگیری در ساعات تراکم ترافیک و اصلاح تقاطع ها) در نظر گرفت.

۵-۵ محل پارکینگ

از نظر رانندگان وسایل نقلیه شخصی، بهترین محل پارکینگ جلومحل کار آنها و حداکثر در چندمتری آن است، اما تأمین این خواست غالباً دشوار است. از نظر مهندسی ترافیک، بهترین محل برای احداث پارکینگ در شهرها نزدیک ایستگاههای اصلی و مرکزی وسایل نقلیه عمومی نظیر اتوبوس، راه آهن، مترو، پایانه های شهری و فرودگاهها است.

از مهمترین عوامل تعیین محل پارکینگ اندازه و ظرفیت آن است. پارکینگ را باید طوری طرح ریزی کرد و ساخت که بتواند حداکثر ظرف نیم ساعت پنجاه درصد ظرفیت خود را تخلیه کند. بنابراین مسیرهای مجاور آن باید قدرت کشش (ظرفیت) این بار ترافیکی اضافی را داشته باشند. از این رو، اندازه پارکینگ در رابطه با ظرفیت آن اهمیت دارد. پارکینگ کوچک ممکن است در ساعات اوج اثر کمی بر ترافیک خیابانهای مجاور داشته باشد، اما پارکینگ نسبتاً بزرگ می تواند تراکم زیادی در خیابانهای مجاور ایجاد کند و سبب تأخیر قابل توجهی شود.

ورودی و خروجی پارکینگها باید طوری انتخاب شود که وسایل نقلیه ای که به آن وارد یا از آن خارج می شوند، ترافیک را قطع نکنند و در عین حال باعث ایجاد مشکل برای استفاده کنندگان از پارکینگ نیز نشوند.

۵-۶ انواع پارکینگ

انواع پارکینگهایی که امروزه در کشورهای مختلف مورد استفاده اند، عبارت اند از: پارکینگهای خیابانی، پارکینگ همسطح، پارکینگ چند طبقه، پارکینگ بامی، پارکینگ مکانیکی، پارکینگ زیرزمینی. هر یک از این پارکینگها که به شرح مختصر آنها می پردازیم؛ ممکن است انواعی داشته باشند.

۵-۶-۱ پارکینگ خیابانی

استفاده وسایل نقلیه از سطح خیابانها به عنوان پارکینگ هنگامی مشکل چندانی ایجاد نمی کند که تعداد این وسایل در شهر نسبت به ظرفیت خیابانها کم باشد. ظرفیت جاده را در آغاز طرح معمولاً طوری در نظر می گیرند که جوابگوی نیازهای آینده طرح باشد. از این رو ظرفیت هر جاده در سالهای اولیه استفاده از آن غالباً بیش از نیاز بالفعل آنهاست و به همین علت استفاده وسایل نقلیه از قسمتی از سطح خیابان به عنوان پارکینگ در این حالت مشکل چندانی ایجاد نمی کند. اما، به تدریج که بر تعداد وسایل نقلیه افزوده می شود، کمبود فضای عبور و مرور وسایل نقلیه محسوس می شود. در این صورت، توقف وسایل نقلیه در کنار خیابانها در ساعاتی از روز یا در تمام طول روز ممنوع می شود.

جاده را اصولاً برای عبور و مرور وسایل نقلیه می سازند. پس اولویت استفاده از سطح خیابان، با وسایل نقلیه در حال حرکت است. بنابراین در مواقعی که ظرفیت خیابان برای عبور وسایل نقلیه کافی نیست باید از توقف وسایل نقلیه در آنجا جلوگیری کرد. از طرف دیگر، به علت عادت مردم به استفاده از سطح خیابانها به عنوان پارکینگ، و کمبود پارکینگهای عمومی و خصوصی، و همچنین افزایش تعداد وسایل نقلیه، جلوگیری کامل و تمام وقت از پارک این گونه وسایل در خیابانها بسیار دشوار است. پارک خیابانی در اکثر شهرهای دنیا پدیده ای رایج است و کمابیش عادی شده است. بنابراین، به کار گرفتن مدیریت ترافیک برای استفاده از سطح خیابانها به عنوان پارکینگ بسیار اهمیت دارد و می توان با اتخاذ روشهایی از امکانات موجود به نحو مطلوبی استفاده کرد. در هر حال، انتخاب سطح جاده ها به عنوان پارکینگ از نامناسبترین روشهای حل مسئله پارکینگ است، زیرا گرانترین و غالباً بهترین زمینها به پارکینگ اختصاص می یابند و همین باعث کاهش ظرفیت خیابان، ممانعت از سبقت، افزایش تصادف، ایجاد خطر برای عابران پیاده و کندی ترافیک می شود.

۵-۶-۱-۱ زاویه پارک کردن

طرز پارک کردن در خیابانها نیز نکته مهمی است. رانندگان بر حسب مورد، وسیله نقلیه خود را موازی جدول کنار خیابان یا به حالت زاویه دار با آن پارک می کنند. هر کدام از این دو روش مزایا و معایبی دارد. در پارک موازی طولی از جدول یا کناره خیابان که برای توقف وسیله نقلیه لازم است، به حداکثر خود می رسد، در صورتی که اگر وسایط نقلیه با زاویه ای نسبت به جدول پارک شود، این طول اشغال شده کمتر خواهد شد. هر چه زاویه پارک افزایش یابد، این طول کمتر می شود. و در

حالتی که وسیله با زاویه ۹۰ درجه پارک شود به حداقل خود می رسد. شکل ۵-۱ سطح لازم برای پارک وسایل نقلیه را با زوایای مختلف نشان می دهد.

برای رانندگان، پارک کردن به صورت زاویه دار مناسبتر است، زیرا ورود و خروج از پارک در این حالت راحت تر از حالت موازی صورت می گیرد. اما در طریقه موازی، برای پارک کردن و خروج از پارک چند دفعه جلو و عقب کردن لازم است.

از معایب پارک زاویه ای خطرناک بودن آن در موقع خارج شدن و قطع ترافیک عبور است. به علاوه، در مواقعی که ارتفاع جدول کم است، امکان اشغال قسمتی از پیاده رو توسط وسیله نقلیه وجود دارد، زیرا وسایل نقلیه می توانند تا حد چرخهای جلو خود در پیاده رو جلوبیایند و سدی برای عابران پیاده به وجود آورند.

در صورت عریض بودن خیابان و کم بودن حجم ترافیک آن، ممکن است قسمتی از فضای میانی خیابان را به پارکینگ اختصاص دهند. از مهمترین عیبهای این گونه پارکینگ عبور اجباری سرنشینان وسایل نقلیه پارک شده از عرض خیابان است و احتمال تصادف در این حالت افزایش پیدا می کند.

۵-۶-۱-۲ افزایش ظرفیت پارکینگ خیابانی

گفتیم که اگر به علت تعدد مراجعان از نظر تعداد محل پارک محدودیت ظرفیت وجود داشته باشد، باید ترتیبی داد که از هر محل پارک چند دفعه در روز استفاده شود. در پارکینگهای خیابانی برای رسیدن به این مقصود می توان از توقف سنج استفاده کرد که در ادامه بحث به اجمال آن را شرح می دهیم.

۵-۶-۱-۳ توقف سنج (پارکومتر)

یکی از رایج ترین راههای اخذ وجه از پارکهای خیابانی و محدود کردن مدت توقف، استفاده از توقف سنج است. از توقف سنج، که کارل مگی آن را اختراع کرده است، برای اولین بار در سال ۱۹۳۵ استفاده شد. به مرور، استفاده از توقف سنج گسترش یافت و امروزه در بیشتر شهرهای بزرگ دنیا از آن استفاده می شود.

مهمترین نکاتی که در انتخاب محلهای مناسب برای نصب توقف سنج باید در نظر گرفت، عبارت انداز: لزوم عبور آزاد ترافیک، لزوم دسترسی به محلهای مجاور، و در نظر گرفتن ظرفیت و فاصله

پارکینگهای عمومی از محل مورد نظر. نصب توقف سنج در محل، بدون در نظر گرفتن وضعیت مناطق مجاور، ممکن است باعث ایجاد تراکم در خیابانهای مجاور شود، زیرا رانندگان برای فرار از پرداخت وجه ممکن است به خیابانهای اطراف رو آورند. به همین دلیل، برای نصب و استفاده از توقف سنجها باید منطقه ای وسیعتر از منطقه مورد نظر برای نصب توقف سنج را بررسی و مطالعه کرد.

مزایا و معایب استفاده از توقف سنجها: ۵-۶-۱-۴

مزیت مهم استفاده از توقف سنجها آن است که چون علاوه بر محدود بودن زمان توقف باید وجه نسبتاً زیادی هم برای پارک کردن پرداخت، صاحبان وسایل نقلیه معمولاً از توقفهای طولانی و بیجا اجتناب می کنند و در نتیجه از هر محل پارک چند دفعه در روز استفاده می شود. به علاوه، چون محل توقف وسایل نقلیه با خط کشی مشخص شده است، رانندگان برای پارک کردن در دسر چندانی نخواهند داشت (برخلاف پارکینگهای خیابانی بدون توقف سنج). از مزایای دیگر استفاده از توقف سنج، در درآمد قابل توجهی است که بابت حق توقف عاید می شود و می توان از آن برای بهبود وضع ترافیک استفاده کرد.

استفاده از توقف سنج معایبی نیز دارد که مهمترین آنها از این قرارند: استفاده از توقف سنج اصولاً راه حل کلی و جامعی برای مسئله پارکینگ به شمار نمی رود: چون هر محل پارک باید برای بزرگترین اتومبیلها (یا حداقل تا حدودی بزرگتر از اندازه متوسط اتومبیلها) در نظر گرفته شود، قاعدتاً از تعداد محلهای پارک در مقایسه با حالتی که توقف سنج وجود ندارد کاسته می شود. به ساکنان مناطق مسکونی که توقف سنج در مجاورت منزل آنها نصب می شود، از نظر پرداخت حق توقف مخارجی تحمیل می شود. به طور کلی، نصب توقف سنج به زیبایی شهر لطمه می زند.

کنترل توقفهای خیابانی با توقف سنج وقتی قابل توجیه است که نتوان با علائمی نظیر توقف ممنوع، محدودیت زمان توقف، نظایر آنها، از توقف وسایل نقلیه در کنار خیابانها جلوگیری کرد. لزوم استفاده از این وسیله غالباً به علت احتیاج مبرم به محل توقف برای بارگیری و تخلیه، مراجعه به سازمانها و مؤسسات، و عدم وجود پارکینگهای عمومی کافی پیش می آید. در این مواقع، رانندگان به اجبار علائم مذکور را نادیده می گیرند و حتی گاهی به صورت پهلوی به پهلوی توقف می کنند.

۵-۱-۶-۵ نصب توقف سنج:

برای تعیین محل نصب توقف سنجها به اطلاعاتی نیاز است، از جمله محل‌هایی که برای بارگیری و تخلیه لازم اند و فاصله بین آنها، نوع اجناسی که باید بارگیری یا تخلیه شوند، محل ورودی ساختمانها، محل لوله های سوخت منازل و ساختمانها، محل شیرهای آتش نشانی، فاصله تا تقاطعها که باید توقف ممنوع باشد، ایستگاههای اتوبوس و محل عبور عابران پیاده. همچنین باید نوع وسایل نقلیه ای که مجاز به استفاده از توقف سنجها هستند، مشخص شود تا اندازه و محل پارک متناسب با آنها در نظر گرفته شود. وسایل نقلیه دیگری نیز نظیر اتومبیلهای آتش نشانی، آمبولانسها، وسایل حمل و نقل ادارات و سازمانها که ناچارند در مکانهای بخصوصی توقف کنند باید مورد نظر قرار گیرند.

شاید لازم نباشد که در تمام مناطق همه توقف سنجها را به توقف های کوتاه مدت اختصاص داد. شاید بتوان بعضی از محلها را برای توقف های کوتاه مدت و بعضی دیگر را برای توقفهای طولانی تر در نظر گرفت. در این صورت، لازم است شکل ظاهری توقف سنجهایی که برای دو حالت فوق در نظر گرفته می شوند باهم تفاوت داشته باشند تا رانندگان در استفاده از آنها دچار اشتباه نشوند.

به طور کلی، طول و عرض مناسب برای هر محل پارک را به ترتیب ۶ و ۲/۵ متر در نظر می گیرند اما در مواقع اضطراری می توان طول هر محل پارک را به ۵/۸ متر کاهش داد. همیشه باید بین هر چند محل پارک فاصله ای قائل شد تا امکان پیاده و سوار شدن مسافران از وسایل نقلیه دیگر وجود داشته باشد.

۵-۱-۶-۵ پارکینگ همسطح (مسطحه)

پارکینگ همسطح به قطعه زمینی اطلاق می شود که صرف نظر از شکل آن بتوان از آن به عنوان پارکینگ استفاده کرد. آنچه در مورد این گونه پارکینگها اهمیت دارد این است که قواعد اساسی طرح پارکینگها در آنها رعایت شود، به طوری که از قطعه زمین موجود حداکثر استفاده حاصل شود.

اندازه محل‌های پارک بر حسب مورد، و با توجه به اندازه اتومبیل‌هایی که از آن استفاده خواهند کرد، بین $۵/۵ \times ۴/۷۵ \times ۲/۵$ مترمربع است. عرض مسیری که بین هر دو ردیف در محل‌های پارک در نظر می گیرند، بر حسب آنکه عبور یک طرفه یا دو طرفه باشد متفاوت است. برای عبور یک طرفه در حالتی که پارک کردن به صورت عمودی در نظر گرفته شود عرضی برابر شش متر، و برای عبور دو طرفه با

همین زاویه پارک، عرضی معادل $7/5$ متر باید در نظر گرفت. در صورتی که اتومبیلها با زاویه ای کمتر از 90° درجه پارک شوند، عرض لازم کاهش می یابد. نمونه هایی از طرز تعبیه محلهای پارک (پهلواگاهها) عمودی یا زاویه دار در شکل ۲۳ تا شکل ۲۹ نشان داده شده است.

چون امکان گردش اتومبیلها در پیچهای بین محلهای پارک اهمیت دارد، به صرفه است که از چند جای پارک برای سهولت گردش صرف نظر شود. شعاع گردش برای اتومبیلهای مختلف با اندازه های متفاوتی که دارند فرق می کند. قطر دایره گردش بر حسب مورد بین $7/5$ تا 15 متر تغییر می کند. در عمل، دایره گردش را با قطر کمتر از 18 متر در نظر نمی گیرند.

۵-۶-۳ پارکینگ چند طبقه (طبقاتی)

در مناطق نظیر مراکز شهرها، که زمین کمیاب و گران است، و یا نزدیک فرودگاههای بزرگ و ایستگاههای مرکزی مسافربری عمومی که در آنها به تعداد نسبتاً زیادی محل پارک احتیاج است، ایجاد پارکینگهای همسطح برای جوابگویی به نیازهای منطقه صلاح نیست. در این قبیل موارد، به جای پارکینگهای همسطح از پارکینگهای چند طبقه استفاده می کنند و در نتیجه، برحسب تعداد طبقات، از مساحت زمین موجود چند برابر استفاده می شود.



در طرح پارکینگهای چند طبقه چهار عامل اهمیت بیشتری دارد : ۱. مشخص کردن ظرفیت بر اساس نیازهای پیش بینی شده، ۲. سهولت ورود و خروج وسایل نقلیه، ۳. مخارج احداث و نگهداری پارکینگ، و ۴. رعایت هماهنگی لازم بین ساختمان پارکینگ و ساختمانهای مجاور.

تعداد طبقات پارکینگهای چند طبقه تابع چهار عاملی است که ذکر کردیم. به طور کلی، امروزه معتقدند که تعداد طبقات پارکینگهایی که اتصال طبقات آنها به یکدیگر با رابط صورت می گیرد، از پنج طبقه تجاوز نکند. شکل ۳۰ نمونه هایی از پارکینگهای چند طبقه را نشان می دهد.

۵-۶-۴ پارکینگ بامی

در محلهایی که زمین بسیار نادر و گران باشد، و ایجاد پارکینگهای مستقل نیز مقدور یا به صرفه نباشد، یکی از راههای ایجاد پارکینگ استفاده از بام ساختمانهاست. بدیهی است که اگر قرار باشد از بام ساختمان به عنوان پارکینگ استفاده شود، باید در طرح و محاسبه ساختمان پیش بینی های لازم صورت گیرد.

۵-۶-۵ پارکینگ مکانیکی

در مواقعی که زمین کافی برای ایجاد پارکینگهای بزرگ و مناسب وجود نداشته یا بسیار گران باشد، ممکن است استفاده از وسایل مکانیکی، نظیر بالابرهای مخصوص به جای رابط، بیشتر مقرون به صرفه باشد. این گونه پارکینگها را اصطلاحاً پارکینگهای مکانیکی می نامند.



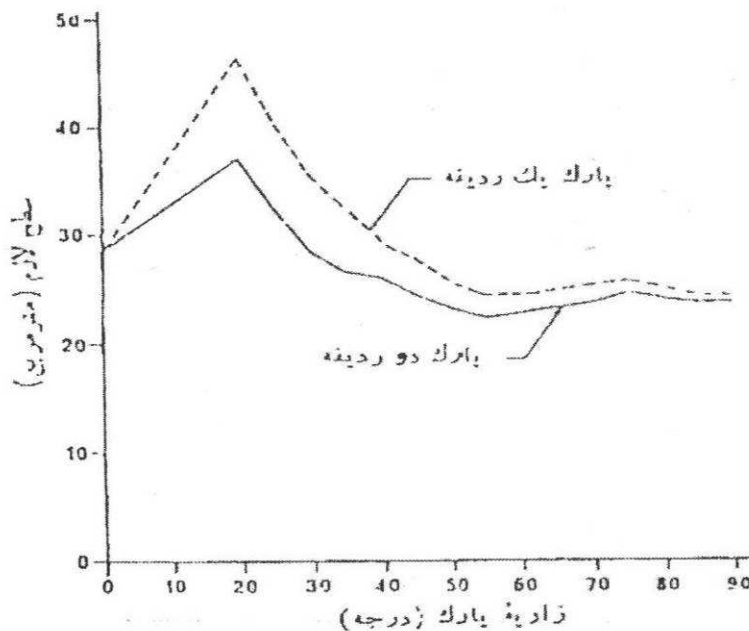


پارکینگهای مکانیکی را با توجه به وسایل مورد استفاده می توان به سه گروه تقسیم کرد: ۱. پارکینگهای مکانیکی با وسایل مکانیکی ساده، ۲. پارکینگهای مکانیکی با حرکت افقی، و ۳. پارکینگهای مکانیکی با بالابرهای ثابت و متحرک.

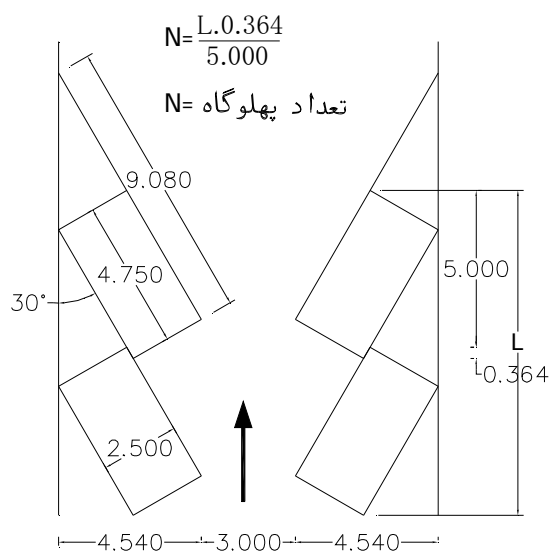
۶-۶-۵ پارکینگ زیرزمینی

این نوع پارکینگ پایینتر از سطح زمین ساخته می شود. این گونه پارکینگ را می توان در زیر جاده، میدان، پارک، یا زیرزمین ساختمانهای مسکونی، هتل ها و ساختمانهای عمومی دیگر ساخت. پارکینگ زیرزمینی بیشتر قسمتی از ساختمان اصلی را تشکیل می دهد و به علت لزوم صرف هزینه زیاد برای خاکبرداری، ساختن دیوارها، شیبهای مختلف و تأسیسات گوناگون، کمتر اتفاق می افتد که جدا از ساختمان اصلی ساخته شود.

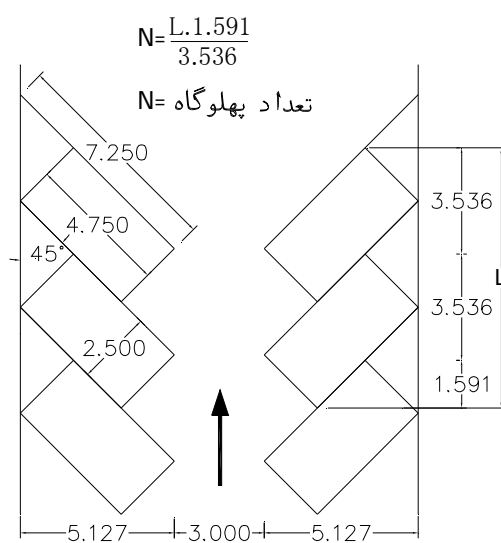
پارکینگهای زیرزمین خصوصیت ویژه ای ندارند و بیشتر در مکانهایی که زمین کم و گران باشد، یا وجود ساختمانهای باستانی و موانع دیگر اجازه ایجاد پارکینگهای همسطح یا چند طبقه را ندهد، ساخته می شوند.



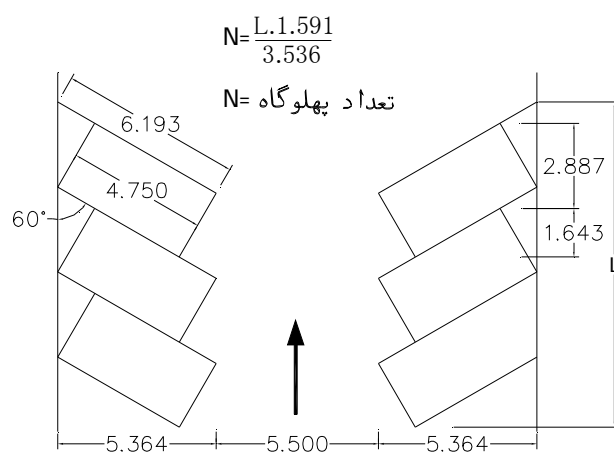
شکل ۲۲. سطح لازم برای پارک اتوموبیل با زوایای مختلف



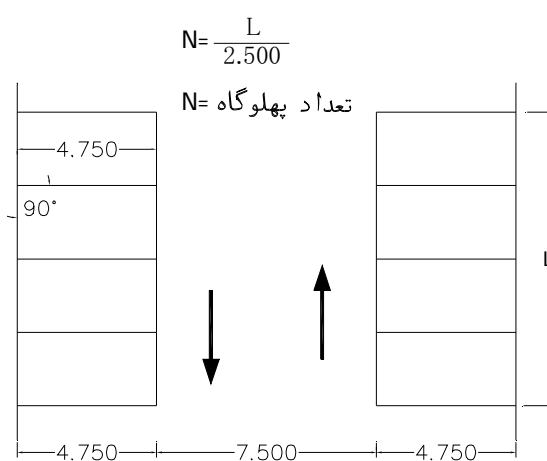
شکل ۲۳. اندازه های لازم برای پارک با زاویه ۳۰ درجه



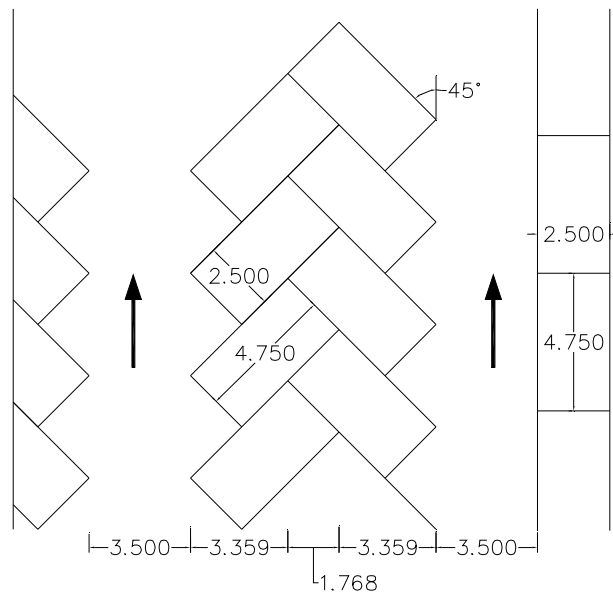
شکل ۲۴. اندازه های لازم برای پارک با زاویه ۴۵ درجه



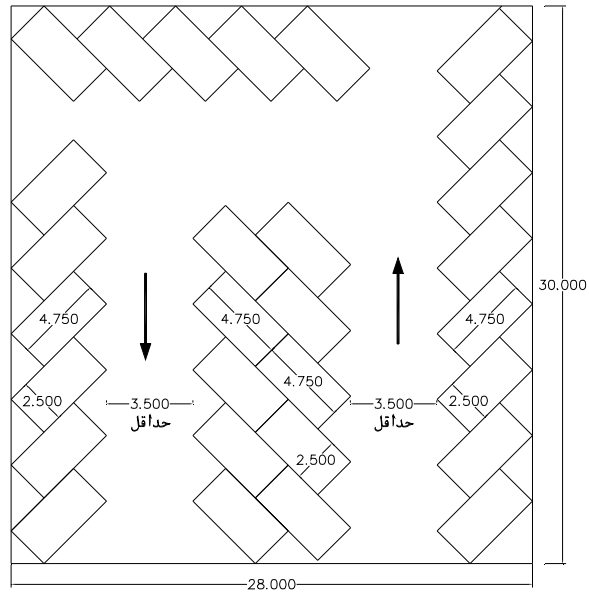
شکل ۲۵. اندازه های لازم برای پارک با زاویه ۶۰ درجه



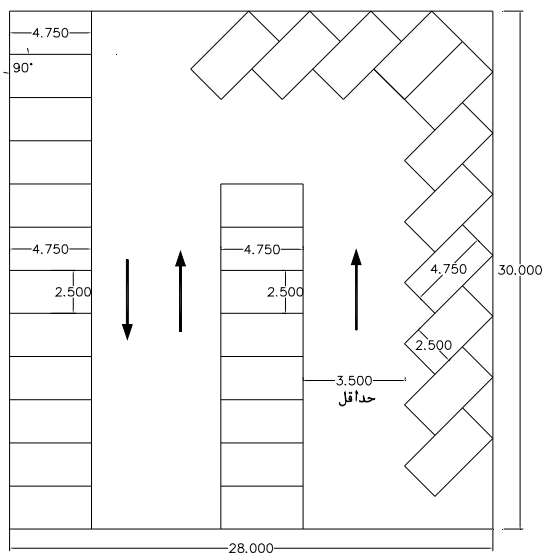
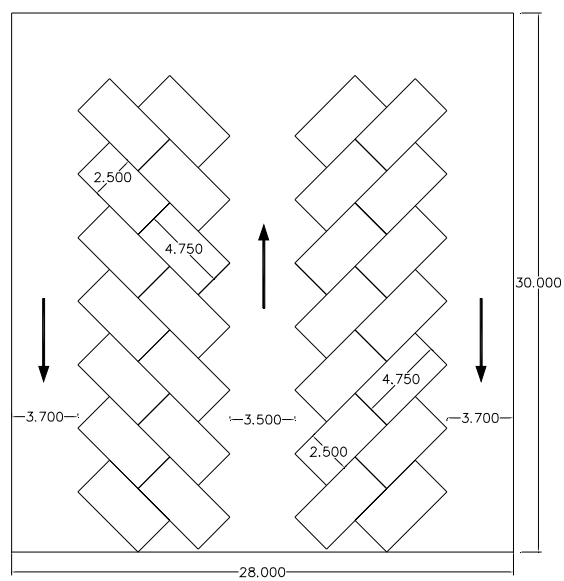
شکل ۲۶. اندازه های لازم برای پارک با زاویه ۹۰ درجه



شکل ۲۷. نمونه ای از طرح و اندازه های لازم برای پارک (عبور یک طرفه)

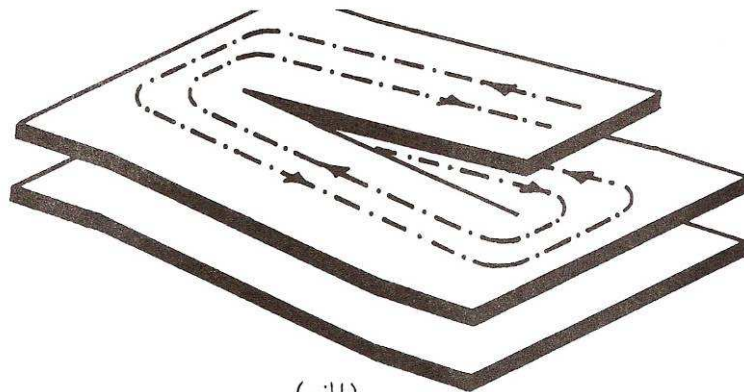


شکل ۲۸. نمونه ای از طرح و اندازه های لازم برای پارک روبه رو (عبور دو طرفه)

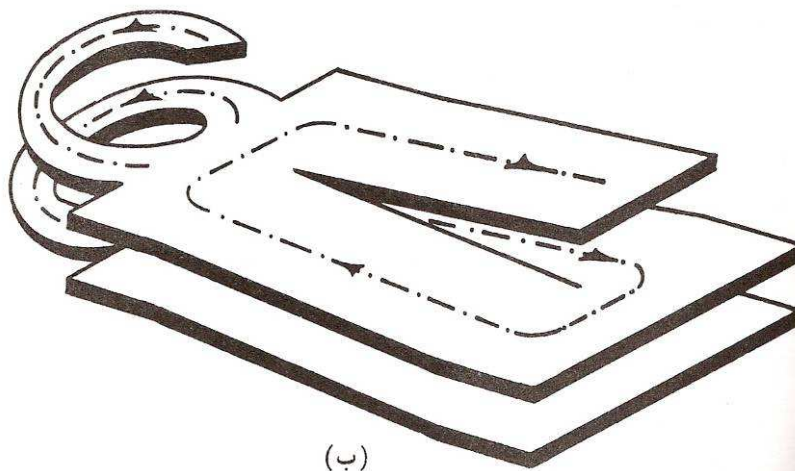


شکل ۲۹. دو نمونه از طرز تعبیه محلهای پارک

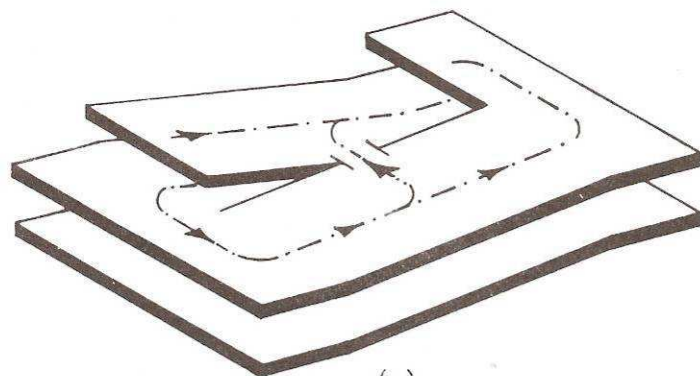
شکل ۳۰. چند نوع پارکینگ چند طبقه: الف) پارکینگ با طبقات شیبدار پیوسته و ترافیک دو طرفه، ب) پارکینگ با طبقات شیبدار پیوسته و راه خروجی حلزونی مجزا، ج) پارکینگ با طبقات شیبدار و ترافیک یک طرفه با راه عبور میانی، د) پارکینگ با طبقات افقی و روابط مستقیم، ه) پارکینگ با طبقات افقی و راههای ورودی و خروجی حلزونی.



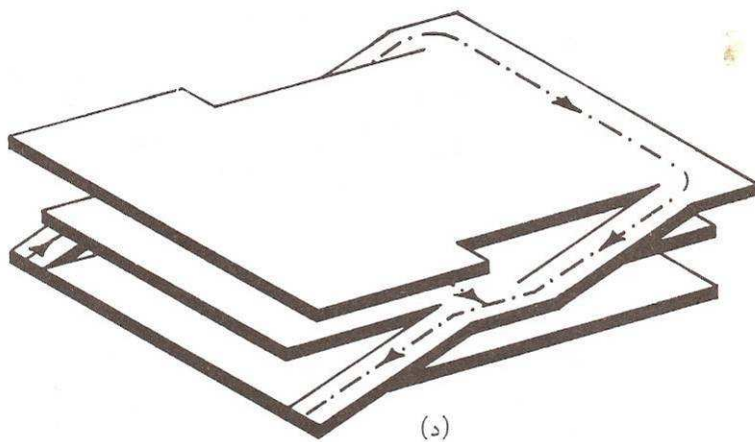
(الف)



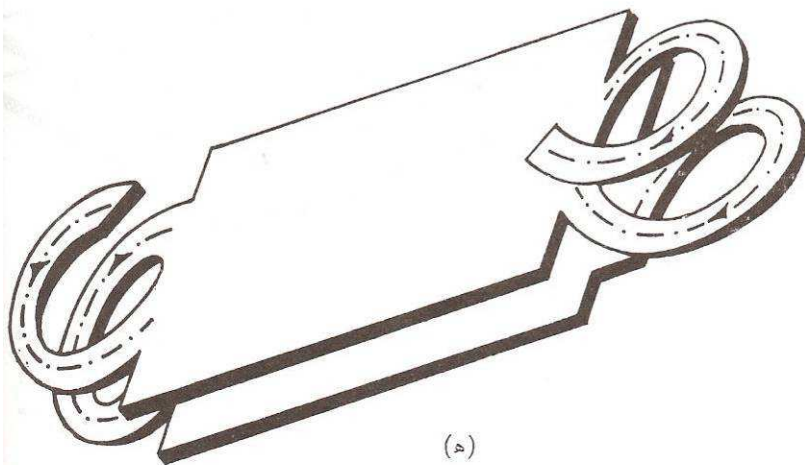
(ب)



(ج)



(د)



(ه)

فصل ۶. چراغ های راهنمایی:

۶-۱ تاریخچه:

اولین چراغ راهنمایی در شهر وست مینستر انگلستان (در سال ۱۸۶۸) استفاده می شده که از نوع گاز سوز بوده و در اثر یک انفجار از بین رفته است.

اولین چراغ راهنمایی الکتریکی در اوهایو آمریکا ۱۹۱۳ بوده است.

در سال ۱۹۱۷ در شهر سالت لیک ۶ تقاطع با یک سیستم به هم متصل شدند.

در سال ۱۹۲۸ اولین دستگاه کنترل ترافیک با تغییر زمان بندی (شناسگر لوله هوای فشرده) بکار رفت.

اوایل دهه ۵۰ در شهر دنور از کامپیوتر آنالوگ برای کنترل ترافیک استفاده شد.

در سال ۱۹۶۰ از کامپیوتر دیجیتال استفاده شد.

در سال ۱۹۶۳ حدود ۲۰ تقاطع در شهر تورنتو توسط سیستم کنترل کامپیوتری چراغ هدایت شد.

حد فاصل سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۷۵ بیش از ۳۰۰ سیستم کنترل ترافیک در شهرهای بزرگ دنیا نصب شدند.

تاریخچه چراغ راهنمایی در ایران:

اولین چراغ راهنمایی به صورت کوله پشتی بوده است که توسط دگمه ای که بر آن نصب گردیده بود کنترل می شده است.

کنترل چراغ های راهنمایی بعدی از داخل کیوسک صورت می گرفته.

در سال ۱۳۳۹ خورشیدی چراغ های راهنمایی اتوماتیک شدند. (اولین چراغ اتوماتیک در تهران استفاده شده است).

اوایل دهه ۷۰ خورشیدی از سیستم هوشمند گالیله استفاده شد که این سیستم بصورت کاملاً مجزا (ISOLATED) هر تقاطع را به تنهایی زمان بندی می نموده است.

اواخر دهه ۷۰ خورشیدی از سیستم هوشمند SCATS استفاده شد که شرح آن در فصول قبلی آورده شده است.

۶-۲ معایب و محاسن چراغهای راهنمایی

استفاده از چراغهای راهنمایی همراه با معایب و محاسنی به شرح زیر می باشد:

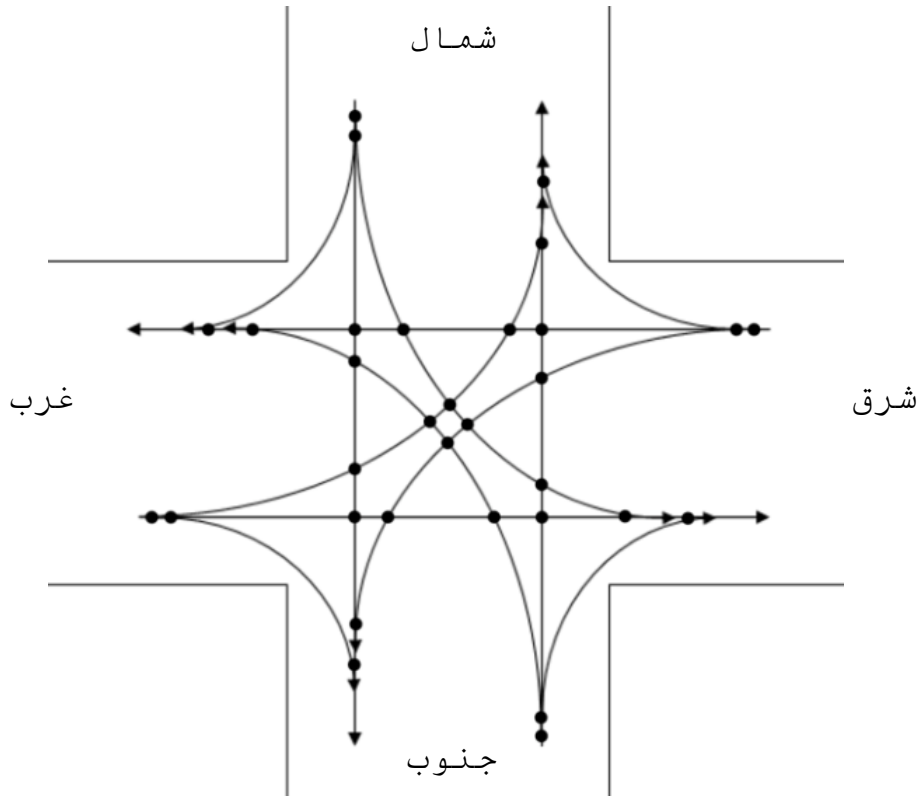
-مزایای چراغ های راهنمایی:

- کم کردن تعداد نقاط برخورد از ۳۲ به ۸ گره
- کم کردن تعداد برخوردهای ۹۰ درجه بخصوص با عابران پیاده
- وسیله ای برای قطع یک جهت ترافیک برای ایجاد مسیر برای جهت های دیگر
- دادن حق تقدم عبور
- صرفه جویی در نیروی انسانی، نیروی اجرایی پلیس، زمان و سوخت (در صورتی که اولاً چراغ درست زمان بندی شده باشد و ثانیاً وجود آن لازم باشد.)
- تبدیل حرکتهای تداخلی به حرکتهای تقدمی و تأخیری

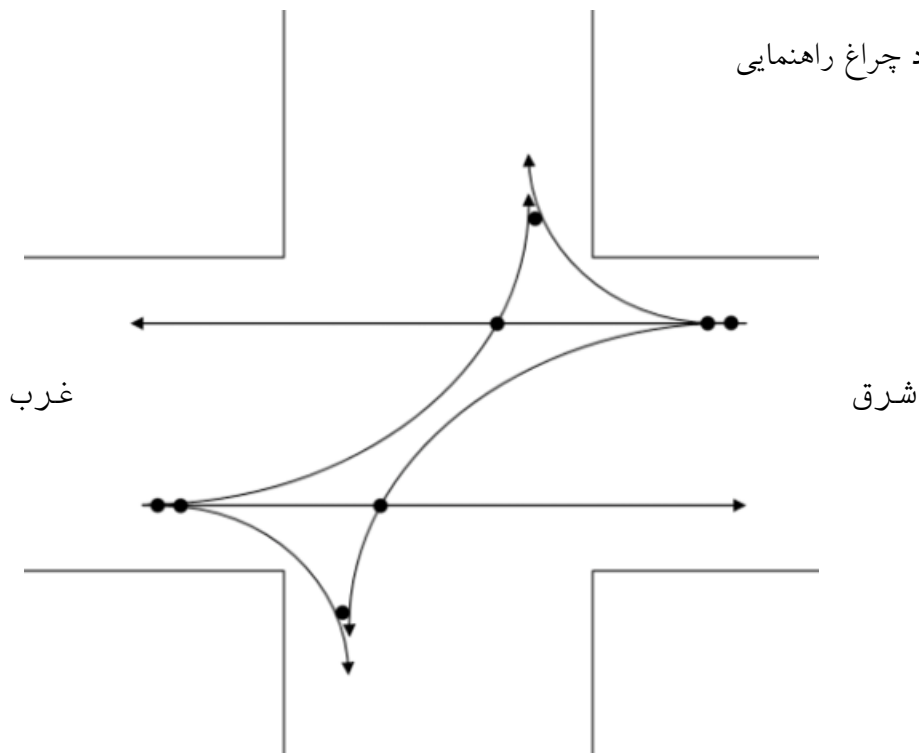
-معایب چراغ راهنمایی:

- در حالت حجم ترافیک کم باعث ایجاد تاخیر بیشتر نسبت به حالت بدون چراغ می گردد.
- اگر زمان بندی درست نباشد، باعث ایجاد تاخیر بیشتر نسبت به حالت بدون چراغ می گردد.

۳۲ گره در حالت عدم وجود چراغ راهنمایی

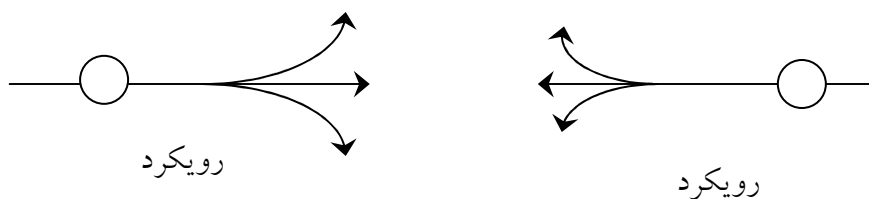


۸ گره در حالت وجود چراغ راهنمایی



۳-۶ تعاریف:

۱. زمان چرخه یا زمان سیکل^۱: فاصله زمانی از شروع سبز یک مسیر (فاز) تا شروع مجدد سبز همان فاز را سیکل گویند.
۲. فاز^۲: زمانی از یک سیکل که در آن یک یا چند جریان ترافیکی اجازه عبور داشته باشد. (۲، ۳ و ۴ ... فازه (زمانه)).
۳. زمان تمام قرمز^۳: زمانی که در آن تمام چراغ های مربوط به وسیله نقلیه یک تقاطع (در همه فازها) قرمز باشند، که به دو دلیل از آن استفاده می شود:
 - تخلیه کامل ترافیک تقاطع
 - برای اختصاص فاز جداگانه جهت عبور عابران پیاده
۴. زمان زرد^۴: زمان زرد برای دو منظور زیر طراحی می شود:
 - به رانندگان داخل تقاطع فرصت داده می شود که تقاطع را تخلیه نمایند.
 - به رانندگان قبل تقاطع فرصت داده می شود قبل از تقاطع توقف نمایند یا در صورت عدم امکان توقف بتوانند از آن عبور نمایند.
۵. رویکرد: حرکتی که از یکی از مسیرها وارد تقاطع می شود که این رویکرد می تواند پس از ورود، هر یک از مسیرهای موجود (مستقیم، چپ، راست) را انتخاب نماید.

¹ Cycle length² Phase³ All red period⁴ Amber

۳. بازه^۱: زمانی که در آن کلیه چراغها بدون تغییر باقی بماند. (بازه سبز - بازه زرد - بازه قرمز)
۴. زمان بین دو سبز^۲: فاصله زمانی بین پایان سبز یک فاز تا شروع سبز فاز بعد را زمان بین دو سبز می گویند که مجموع زمان زرد و تمام قرمز می باشند (I).
- $I = \text{Amber} + \text{All red}$
۵. پلاتون^۳: گروهی از وسایل نقلیه که حرکات و توقف آنها به صورت جمعی می باشد. بعنوان مثال گروهی از وسایل نقلیه که در پشت چراغ قرمز توقف کرده اند و با سبز شدن چراغ شروع به حرکت می کنند.
۶. گره^۴: هر نقطه برخورد دو مسیر را یک گره گویند.
۷. کمان^۵: هر مسیر حرکتی را یک کمان گویند، که به صورت روبرو نشان داده می شود.
۸. خط^۶: فاصله بین دو خط کشی متوالی (یک مسیر عبور) را خط گویند.
۹. حداقل زمان سبز^۷: حداقل زمانی که یک فاز باید سبز باشد، حتی اگر ترافیک نباشد.
۱۰. زمان تمدید^۸: مقدار زمانی که بر حسب اضافه شدن حجم ترافیک به حداقل زمان سبز اضافه می شود.
۱۱. حداکثر زمان سبز^۹: حداکثر زمانی که یک فاز می تواند سبز باشد.

¹ Interval² Inter green period³ Platon⁴ Conflict⁵ Link⁶ Lane⁷ Min Green Interval⁸ Unit Extention⁹ Max Green Interval

۶-۴ انواع سیستم های کنترل چراغ راهنمایی

سیستم های کنترل چراغ های راهنمایی به انواع زیر تقسیم می گردد:

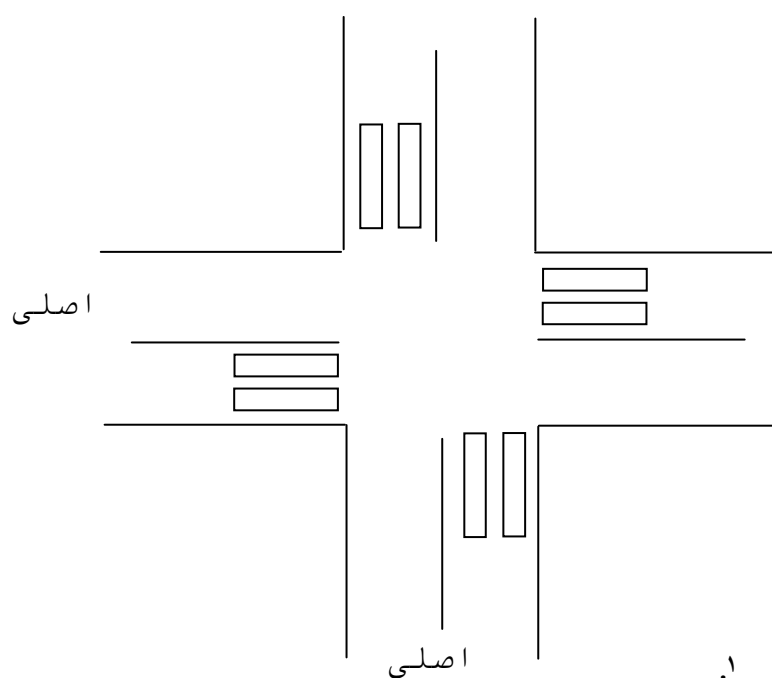
۱. چراغ با زمان بندی ثابت^۱: در این نوع سیستم ها، زمان چراغها در تمام ساعات شبانه روز ثابت است و نسبت به ترافیک حساس نیست.
۲. چراغ های از پیش زمان بندی شده^۲: در این نوع چراغ راهنمایی بر حسب شمارش حجم تردد در ساعات مختلف شبانه روز و روزهای مختلف هفته و سال، برنامه هایی از قبل روی چراغ راهنمایی تعریف می کنیم و چراغ بر حسب برنامه یاد شده عمل می کند.
۳. چراغ های نیمه تطبیقی^۳: در محل تقاطع یک خیابان اصلی با یک خیابان فرعی اتفاق می افتد که معمولاً شناسگرها در خیابان فرعی نصب می شوند و لذا زمان بندی به ترافیک مسیر فرعی حساس خواهد بود. یعنی چنانچه ترافیک مسیر فرعی به حجم تعریف شده نرسد زمان سبز مسیر اصلی آنقدر تمدید می گردد تا به حداکثر زمان سبز برسد در این حالت سبز به فاز فرعی می رسد.
۴. چراغ های تمام تطبیقی^۴: در محل تقاطع خیابانهای اصلی با یکدیگر به کار می رود و زمان بندی چراغ به حجم تمام مسیرها حساس است. لذا شناسگرها در همه مسیرهای اصلی نصب می گردد.
۵. سیستم های کنترل ترافیک هوشمند: که در آن کل تقاطع های شهر به صورت یک مجموعه و سیستم کنترل می گردد (مطابق سیستم SCATS).

¹ Fixed Time

² Pre time

³ Semi Actuated

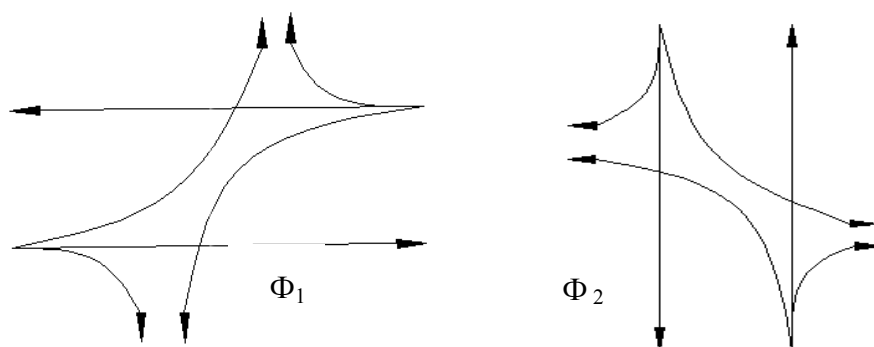
⁴ Full Actuated



۵-۶ فاز بندی چراغ های راهنمایی^۱:

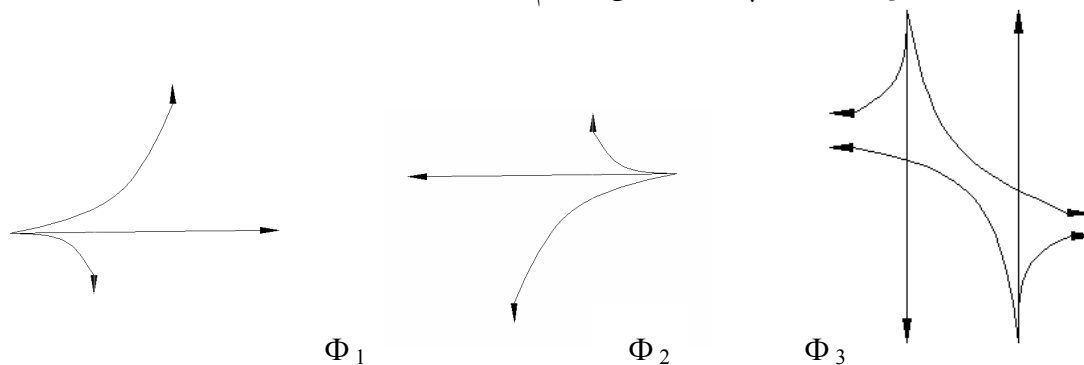
جدا کردن مسیرهای مختلف حرکتی را فاز بندی گویند. انواع مختلف فازبندی چراغهای راهنمایی به شرح زیر است:

۱. چراغ های دو فازه: در یک چهار راه با حجم ترافیک معتدل به دلیل برخورد مسیرهای اصلی از چراغ دو فازه استفاده می شود.

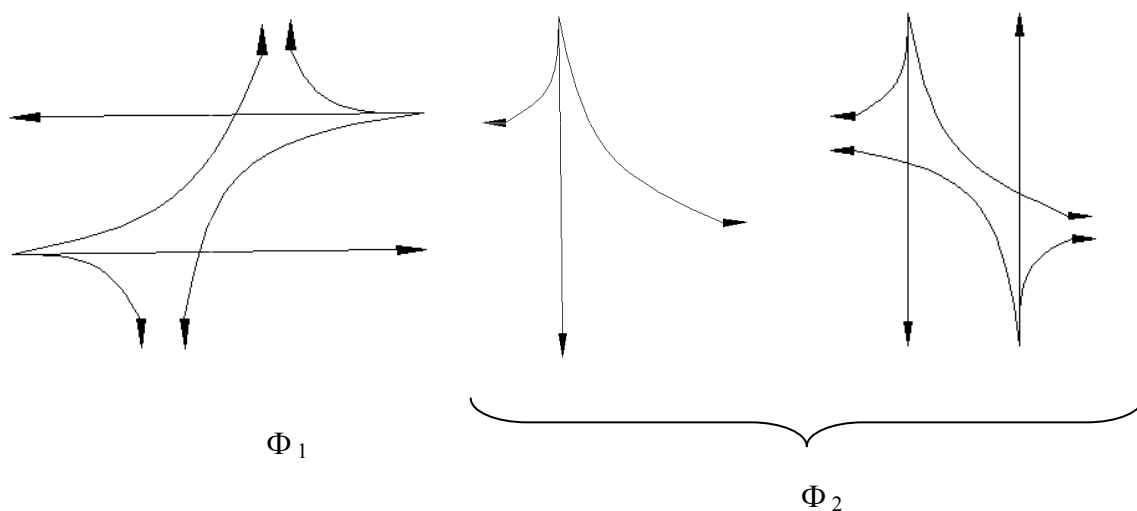


^۱ Phasing

۲. چراغ های سه فازه: علت اصلی سه فازه کردن، برخورد مسیر حرکت گردش به چپ یک رویکرد با حرکت مستقیم رویکرد مخالف آن است که برای رفع این برخورد، فاز جداگانه ای برای گردش های به چپ در نظر می گیریم.



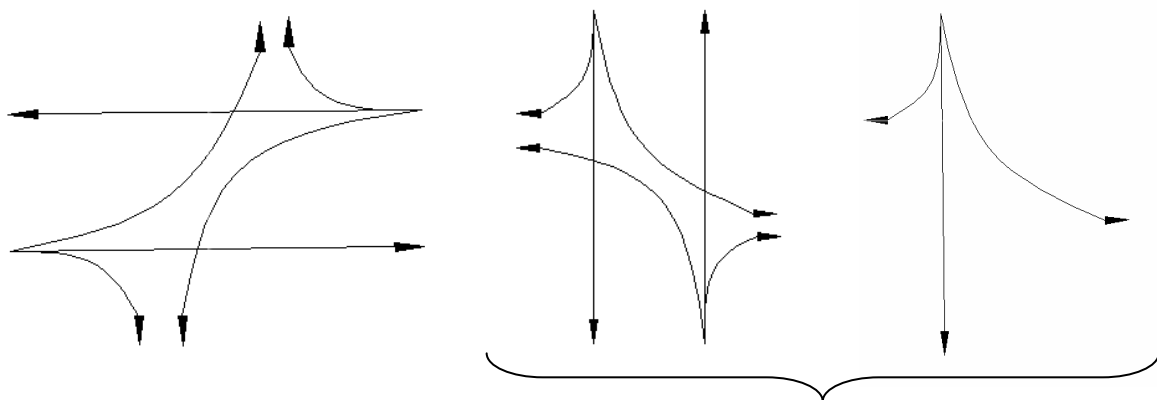
۳. چراغ دوفازه دیر آزاد شونده: وقتی تعداد گردش به چپ ها زیاد نیست که به فاز جداگانه احتیاج داشته باشد، ولی وجود آن باعث ایجاد مشکلاتی شده باشد، از فاز بندی دیر آزاد شونده یا زود قطع شونده استفاده می کنیم که در این حالت یکی از رویکردهای تقاطع دیرتر از بقیه سبز (آزاد) می شود.



دیر آزاد شونده برای رویکرد جنوبی

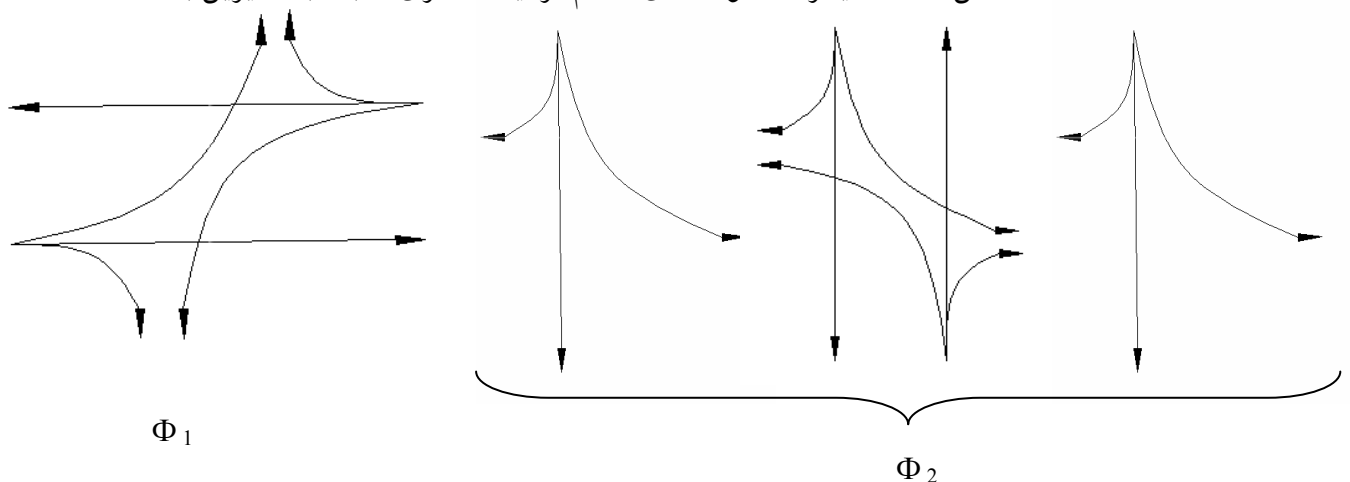
به تمام ترافیک رویکرد جنوبی اجازه داده می شود که برای یک مدت زمان، بدون اینکه چراغ رویکرد مشترک (شمالی) سبز شده باشد، حرکت کند. بعد از این مدت اولیه مسیر مقابل (شمالی) نیز سبز خواهد شد. و تمام ترافیک دو رویکرد که یک فاز را تشکیل می دهند حرکت خواهند کرد.

۴. فاز بندی زود قطع شونده: زمان سبز رویکرد شمالی برای یک مدت زمانی زودتر از رویکرد دیگر همان فاز (جنوبی) تمام می گردد و در این مدت زمان به تمام ترافیک رویکرد جنوبی اجازه عبور داده می شود که بدون برخورد حرکت کنند.



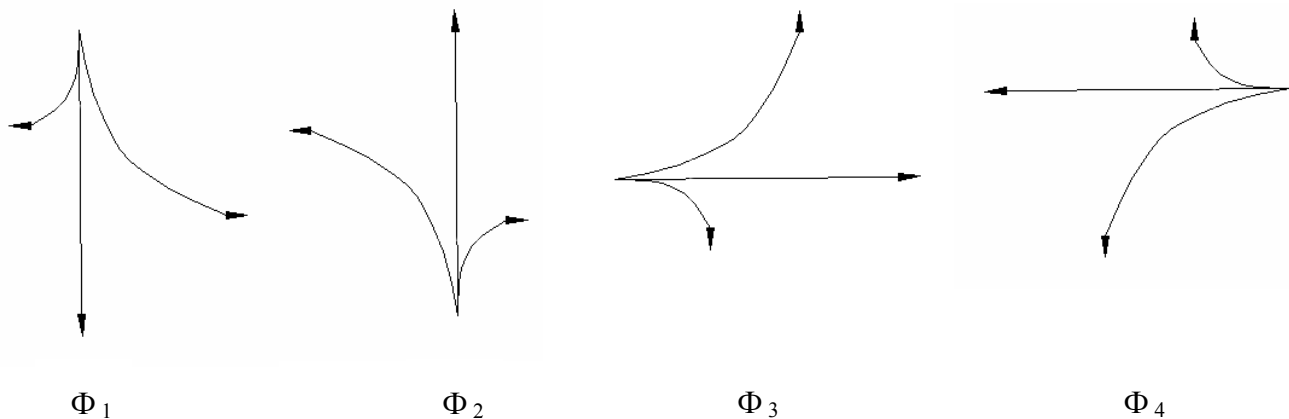
Φ_1 Φ_2 زود قطع شونده برای رویکرد جنوبی

۵. فاز بندی دیر آزاد شونده و زود قطع شونده توأم: در این حالت یکی از رویکردها دیرتر از سایر رویکردها آزاد و همچنین همان رویکرد زودتر از سایر رویکردها قطع می شود چرا که ممکن است رویکرد مذکور دارای حجم ترافیک کمتری نسبت به سایرین باشد.



دیر آزاد شونده و زود قطع شونده برای رویکرد جنوب به شمال

۶. چراغ های چهار فازه: در این حالت به دلیل تداخل زیاد رویکردها با یکدیگر و همچنین اهمیت همه ورودی ها، برای هر یک از رویکردها یک فاز جداگانه حرکتی در نظر گرفته می شود. باید توجه داشت که هر چه تعداد فاز بالاتر رود زمان تاخیر بیشتری شود.



۶-۶ آئین نامه های زمانبندی چراغ های راهنمایی :

برای طراحی چراغهای راهنمایی آئین نامه های مختلفی وجود دارد که برخی از آنها به شرح زیر است :

۱- آئین نامه مرکز مطالعات ترافیک انگلستان

۲- آئین نامه امریکا (HCM)

۳- آئین نامه تقاطع های هم سطح شهری (نشریه ۲-۱۴۵) که آئین نامه ایران اقتباس از آئین نامه مرکز مطالعات ترافیک انگلستان است که به همین دلیل در زیرآئین نامه مرکز مطالعات ترافیک انگلستان استفاده شده است.

۶-۷ محاسبات چراغ راهنمایی طبق آیین نامه مرکز مطالعات ترافیک انگلستان:

۶-۷-۱ ضوابط نصب چراغ راهنمایی:

طبق آیین نامه مرکز مطالعات انگلستان چنانچه یک و یا چند ضابطه از ضوابط زیر برای یک تقاطع صدق نماید نصب چراغ لازم است:

ضابطه ۱ _ حداقل حجم ترافیک: برای هر هشت ساعت یک روز، متوسط مجموع حجم ترافیک دو رویکرد اصلی حداقل ۵۰۰ وسیله در ساعت (۶۰۰ در حالت بیش از یک خط) و حجم ترافیک رویکرد فرعی با ترافیک سنگین تر حداقل ۱۵۰ وسیله نقلیه در ساعت (۲۰۰ وسیله در حالت بیش از یک خط).

ضابطه ۲ _ قطع کردن مسیر ممتد ترافیک: در حالتی که وسایل نقلیه در انتظار فاصله عبور هستند و در تقاطع توقف کرده اند برای هر ۸ ساعت یک روز متوسط مجموع حجم ترافیک دو رویکرد اصلی ۷۵۰ وسیله نقلیه در ساعت (۹۰۰ در صورتی که بیش از یک خط عبور باشد) و حجم ترافیک دو رویکرد فرعی با ترافیک سنگین تر حداقل ۷۵ وسیله نقلیه در ساعت (۱۰۰ برای حالت بیش از یک خط).

ضابطه ۳ _ حداقل ترافیک عابران پیاده: برای هر هشت ساعت یک روز متوسط مجموع حجم دو رویکرد اصلی حداقل ۶۰۰ وسیله نقلیه در ساعت (۱۰۰۰ در صورتی که قسمت جداکننده وسط بصورت مرتفع و با عرض حداقل ۱/۲ متر وجود داشته باشد) و ترافیک عابران پیاده در عرض شلوغ تر خیابان اصلی حداقل ۱۵۰ نفر در ساعت باشد. اعمال ضابطه ۳ در حالتی که فاصله بین وسایل نقلیه برای عبور عابران پیاده کافی نباشد، لازم است.

ضابطه ۴ _ گذرگاه دانش آموزان: در محلهایی که محل گذر دانش آموزان با تعداد زیاد باشد.

ضابطه ۵ _ گروهی کردن ترافیک: در خیابان های اصلی با تعداد تقاطع های زیاد و فاصله کم نصب چراغ راهنمایی در تمام تقاطع ها به دلیل توقفهای پی در پی و تاخیر های زیاد امکان پذیر نیست و در تقاطع هایی که فاصله آنها از ۳۰۰ متر کمتر نباشد حرکت ترافیک را به صورت گروهی در می آورند.

ضابطه ۶ - آمار تصادفات: چراغ راهنمایی باعث کاهش برخوردهای ۹۰ درجه می شود. لذا برای کاهش تصادفات از چراغ استفاده می شود.

۶-۷-۲ تردد اشباع یک رویکرد (مطابق آئین نامه انگلستان):

تردد اشباع یک رویکرد حداکثر حجمی است که یک رویکرد می تواند از خود عبور دهد که واحد آن بر حسب وسیله نقلیه سواری بر ساعت است (Pcu/h یا Pcu/h)^۱ و بصورت زیر محاسبه می گردد:

۶-۷-۲-۱ مسیر مستقیم و گردش به راست

الف - برای رویکرد با عرض بیشتر از ۵.۵ متر

$$S = 525W \quad (W > 5.5m)$$

ب - برای عرض رویکرد مساوی و کمتر از ۵.۵ متر (W ≤ ۵.۵ m) طبق جدول زیر:

W(m)	۳	۳.۵	۴	۴.۵	۵	۵.۵
S(pcu/h)	۱۸۵۰	۱۸۷۵	۱۹۷۵	۲۱۷۵	۲۵۵۰	۲۹۰۰

که در آن:

W = عرض رویکرد (متر)

S = تردد اشباع (Pcu/h) (وسیله نقلیه معادل سواری بر ساعت)

اثر شیب:

به ازای هر ۱٪ سر بالایی ۳٪ از تردد اشباع کاسته می شود و به ازای هر ۱٪ سر پائینی ۳٪ به تردد اشباع اضافه می شود.

۶-۷-۲-۲ مسیرهای گردش به چپ

تردد اشباع مسیرهای گردش به چپ بستگی به متوسط شعاع منحنی مسیر حرکت دارد:

^۱ Passenger Car unit per hour

یک خط گردش به چپ : $S = 1600 \text{ (pcu / h)}$ حداقل

$$S = \frac{1800}{1 + (152/r)} \geq 1600$$

دو خط گردش به چپ : $S = 2700 \text{ (pcu / h)}$ حداقل

$$S = \frac{3000}{1 + (152/r)} \geq 2700$$

که در آن:

r : شعاع مسیر گردش به چپ (m)

S : تردد اشباع رویکرد (pcu/h)

توجه : در طراحی چراغهای راهنمایی، حجم ترافیک باید برحسب معادل سواری بر ساعت باشد. لذا حجم انواع مختلف وسایل نقلیه را با ضرایب جدول ۶-۱ به معادل همسنگ سواری تبدیل می کنیم:

جدول ۶-۱ ضرایب همسنگ سواری

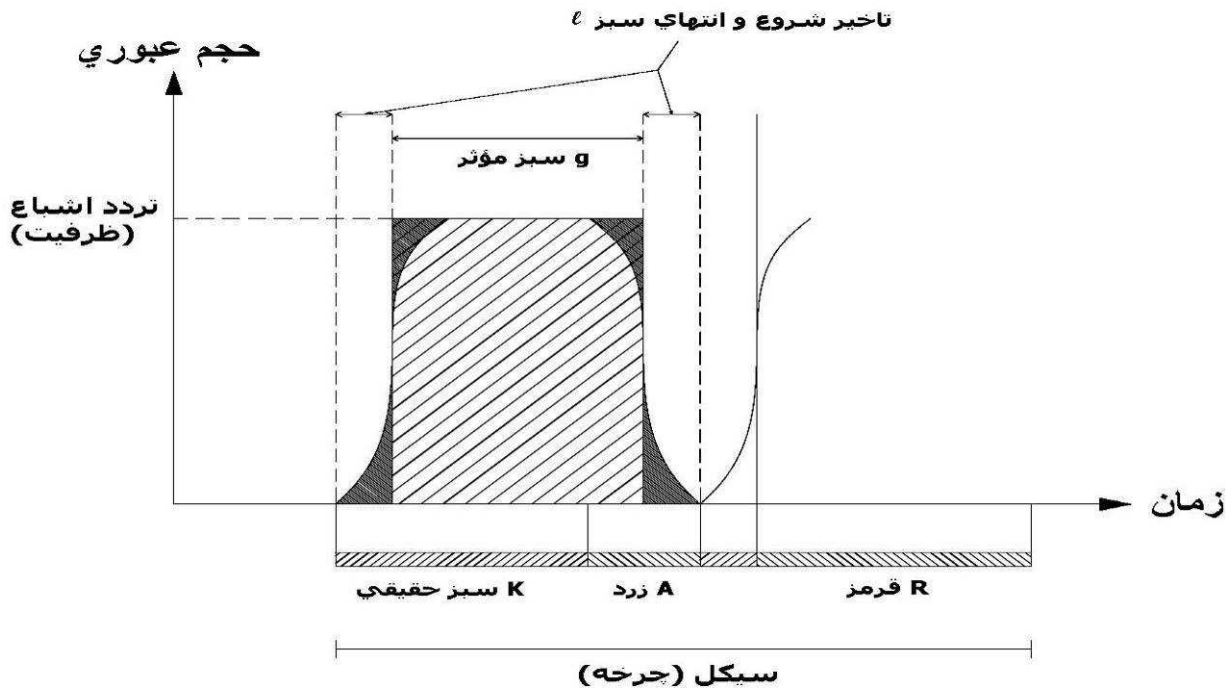
۱	اتوبوس	معادل ۲/۲۵ اتومبیل
۲	کامیون بزرگ یا کوچک	معادل ۱/۷۵ اتومبیل
۳	وانت	معادل ۱ اتومبیل
۴	موتور سیکلت	معادل ۰/۳۳ اتومبیل
۵	دوچرخه	معادل ۰/۲ اتومبیل

در مواردی که مسیر گردش به چپ با مسیر مستقیم و گردش به راست مشترک باشد و خط عبور جداگانه برای آن در نظر گرفته نشده باشد، تردد اشباع رویکرد با فرض اینکه تمام ترافیک مستقیم حرکت می کنند محاسبه می شوند ولی معادل اتومبیل گردش به چپ ترافیک به اندازه ۷۵٪ افزوده می شود (در ضریب ۱/۷۵ ضرب می شود).

۶-۷-۳ تعیین زمان سبز مؤثر:

واضح است که تردد از روی خط توقف نمی تواند بطور ناگهانی شروع شود و یا خاتمه پیدا کند، همیشه شروع حرکت وسائل نقلیه با کندی خاصی همراه است تا به حداکثر برسد و در انتها نیز میزان

تردد بتدریج صفر می شود. این تغییرات را در منحنی زیر می توان دید. سطح زیر این منحنی نشان دهنده تعداد کل وسائل نقلیه ای است که در مدت زمان سبز بعلاوه زرد از خط توقف گذشته اند.



شکل ۳۱. نمودار زمانی چراغ

در شکل ۳۱ تغییرات ممکن است با منحنی فوق مقداری اختلاف داشته باشد زیرا گذشته از اینکه تردد در ابتدا و انتهای حرکت در هر موقعیت متفاوت است، در اواسط زمان سبز نیز ممکن است نوساناتی داشته باشد. به هر حال اگر این سطح را با یک مستطیل که ارتفاع آن تردد اشباع را نشان می دهد جایگزین کنیم، قاعده آن زمان سبز مؤثر را نشان خواهد داد.

جمع زمانهای تأخیر در شروع و انتها را زمان تلف شده می گویند. به این ترتیب زمان سبز مؤثر مدت زمانی است که بطور تئوری می توان گفت تردد در آن مدت بحالت اشباع می باشد (طول مستطیل). اگر:

$$l: \text{زمان تلف شده} = \text{تأخیر شروع} + \text{تأخیر انتها}$$

$$k: \text{زمان سبز حقیقی}$$

$$A: \text{زمان زرد}$$

$$g: \text{زمان سبز مؤثر}$$

با توجه به شکل ۳۱ خواهید داشت:

$$k + A = g + l$$

مدت زمان تلف شده در محاسبات چراغ راهنمایی را معمولاً ۲ ثانیه در نظر می گیرند. مقدار واقعی آن در هر رویکرد یک تقاطع بستگی به خصوصیات فیزیکی آن دارد.

در صورتیکه زمان تمام قرمز وجود داشته باشد، مدت آن، که برابر است با زمان بین دو سبز منهای زمان زرد نیز جزء زمان تلف شده محسوب می شود. به این ترتیب کل زمان تلف شده در یک سیکل چراغ راهنمایی برابر است با:

$$L = \sum_{k=1}^n (I - A)_k + \sum_{k=1}^n l_k \quad (L = \text{کل زمان تلف شده (s)})$$

I: زمان بین دو سبز (s)

A: زمان زرد (s)

I-A: زمان تمام قرمز (s)

l: زمان تلف شده = تأخیر شروع + تأخیر انتها

۶-۷-۴ زمان زرد^۱

هدف از استفاده از زمان زرد (کهربائی) یکی اخطار به وسایل نقلیه ای است که به خط توقف نزدیک می شوند تا بتوانند یک توقف ایمن و مطمئن داشته باشند و دیگری تأمین زمان کافی جهت تخلیه وسایل نقلیه داخل تقاطع، قبل از شروع به حرکت مسیر دیگری باشد. بطور تئوری این مدت باید به اندازه ای باشد که وسیله نقلیه بتواند عرض خیابان را بایک سرعت نرمال طی کند و خود نیز از محدوده تقاطع خارج شود، بعلاوه مدت زمانی که برای انجام توقف مطمئن پشت چراغ قرمز نیاز دارد. لذا زمانی کافی برای پیمودن کل فاصله توقف و تخلیه تقاطع لازم می باشد. مقدار زمان زرد را می توان از فرمول زیر حساب کرد:

$$A = t + \frac{v}{2a} + \frac{w+l}{v}$$

^۱Amber

$A =$ زمان زرد بر حسب ثانیه

$t =$ زمان دید و عکس العمل، که مقدار آنرا یک ثانیه می توان در نظر گرفت.

$v =$ سرعت عبور وسیله نقلیه در تقاطع بر حسب متر بر ثانیه

$a =$ شتاب کند شونده برابر $\frac{4}{6}$ متر بر مجذور ثانیه (۱۵ فوت بر مجذور ثانیه)

$w =$ عرض تقاطع بر حسب متر

$l =$ طول وسیله نقلیه برابر $\frac{6}{1}m$ (۲۰ فوت)

حداقل زمان زرد ۳ ثانیه می باشد. در سرعتهای زیاد و یا در تقاطعهای عریض ممکن است تا ۶ ثانیه نیز برسد.

۶-۷-۵ سنگینی ترافیک :

درجه سنگینی ترافیک یک رویکرد را با y نشان می دهند که برابر است با تردد موجود تقسیم بر تردد اشباع آن رویکرد. $y = \frac{q}{s}$.

۶-۷-۶ زمان سیکل بهینه:

بهترین تقریب برای بدست آوردن زمان سیکل بهینه، از رابطه زیر بدست می آید (فرمول وبستر):

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - Y}$$

که در آن L کل زمان تلف شده در یک زمان سیکل و Y جمع ماکزیمم y های هر فاز می باشد. حداقل زمان سیکل ۲۵ ثانیه و حداکثر آن ۱۲۰ ثانیه مطلوب است. در صورت لزوم می توان زمان سیکل را حداقل، ۷۵ درصد C_o و حداکثر $\frac{1}{5}$ برابر آن در نظر گرفت بدون اینکه تأخیر متوسط از حد مجاز خارج شود که به آن زمان سیکل عملی یا C_p می گویند.

در حالت دو فاز، در فاز شرقی و غربی از نظر عددی از میان y_E و y_W بزرگترین عدد را y_1 و در فاز شمالی جنوبی از میان y_N و y_S بزرگترین را y_2 در نظر گرفته که از جمع آنها Y به دست می آید. در حالت سه فاز نیز بیشینه سنگینی ترافیکی رویکردهای فاز i را y_i میگوییم که:

$$Y = \sum y_i \quad y_i = \text{ماکزیمم } y \text{ (سنگینی ترافیک) هر فاز}$$

۶-۷-۷ گام بندی طراحی چراغ راهنمایی

بطور خلاصه می توان روش محاسبه زمان سیکل و زمان بندی چراغ راهنمایی یک تقاطع را بصورت زیر خلاصه کرد:

۱. تردد ترافیک را برای ساعت طرح مشخص کنید.
۲. با توجه به تردد ترافیک موجود فازبندی مناسب را معین کنید.
۳. زمان بین دو سبز، زمان زرد، زمانهای تلف شده و تردد های اشباع را تعیین کنید.
۴. تمام تردها را به معادل اتومبیل در ساعت تبدیل کنید.
۵. سنگینی ها را حساب کرده و برای هر فاز حداکثر y را مشخص کنید و براساس آن Y را بیابید.
۶. زمان سیکل اپتیمم را تعیین کنید (C_0).
۷. زمان سیکل عملی را انتخاب نمایید (C_p).
۸. کل زمان سبز مؤثر را حساب کنید (G):

$$G = C_p - L$$
۹. زمان سبز مؤثر هر فاز را تعیین کنید (با توجه به نسبت سنگینی هر فاز به کل سنگینی ترافیک) (g_i):

$$g_i = \frac{y_i}{Y} G$$

$$10. \text{ زمان سبز حقیقی هر فاز را پیدا کنید } (k_i):$$

$$k_i = g_i + l - A$$

۱۱. دیاگرام فازها را رسم کنید.

مثال - تردد موجود و اشباع رویکرد های مختلف یک تقاطع در شکل و فازبندی زیر نشان داده شده است در صورتی که زمان بین دو سبز برابر ۷ ثانیه و زمان تاخیر شروع و انتها هر فاز ۲ ثانیه و زمان زرد ۳ ثانیه در نظر گرفته شود. یک چراغ دو فازه طراحی کنید و دیاگرامها را ترسیم نمایید. تمام حجم بر حسب (pcu/h) می باشد.

$$q_N = 500$$

$$S_N = 1600$$

$$q_E = 350 \text{ تردد موجود}$$

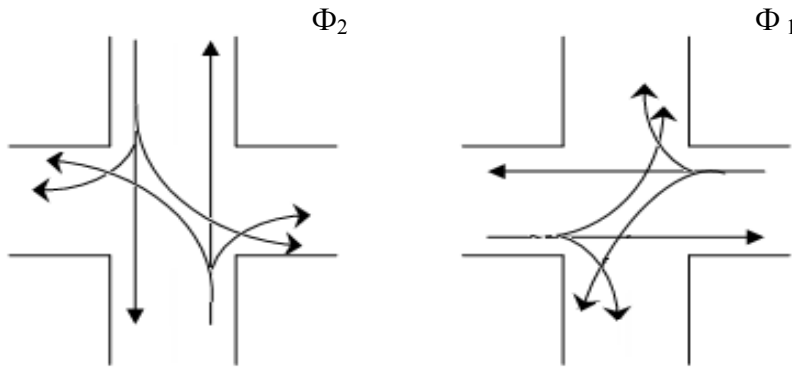
$$S_E = 1250 \text{ تردد اشباع}$$

$$q_W = 300$$

$$S_W = 1300$$

$$q_S = 450$$

$$S_S = 1350$$



$$I = 7 \text{ s} \quad \ell = 2 \text{ s} \quad A = 3 \text{ s}$$

$$L = \sum \ell + \sum (I - A) = 2 \times 2 + 2(7 - 3) = 12 \text{ s}$$

$$y_N = 500/1600 = 0.31$$

$$y_E = 350/1250 = 0.28$$

$$\text{Max}(y_E, y_W) = 0.28$$

$$\text{Max}(y_N, y_S) = 0.33$$

$$Y = 0.28 + 0.33 = 0.61$$

$$y_W = 300/1300 = 0.23$$

$$y_S = 450/1350 = 0.33$$

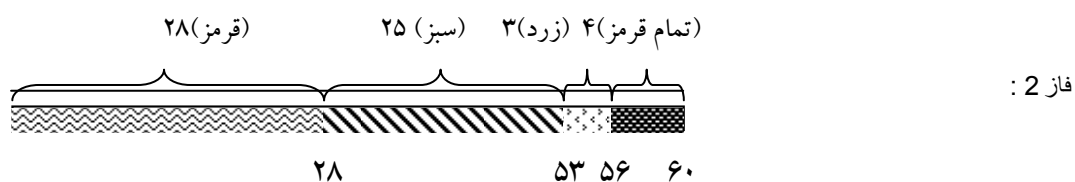
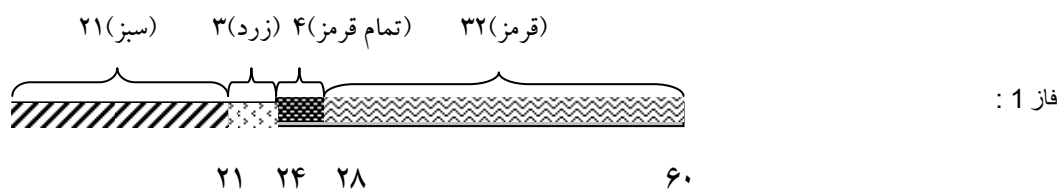
$$C_o = \frac{(1.5 \times L) + 5}{1 - Y} = \frac{(1.5 \times 12) + 5}{1 - 0.61} = 59 \approx 60 \text{ s} = C_p$$

$$G = C_p - L = 60 - 12 = 48 \text{ s}$$

$$g_i = \frac{y_i \times G}{Y}$$

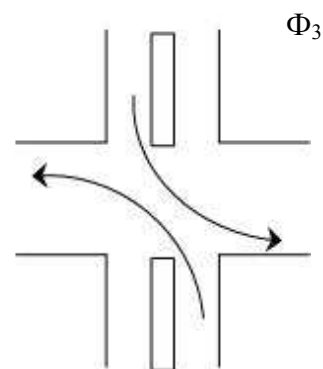
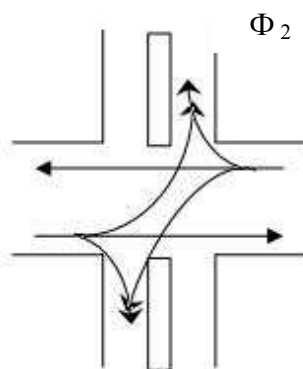
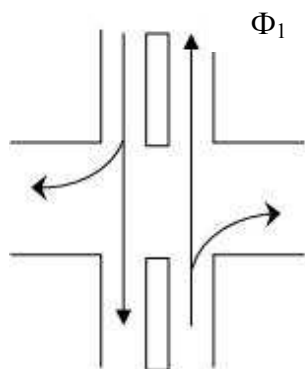
$$g_1 = \frac{0.28 \times 48}{0.61} = 22s \quad \longrightarrow \quad K_1 = g_1 + l - A = 22 + 2 - 3 = 21s$$

$$g_2 = \frac{0.33 \times 48}{0.61} = 26s \quad \longrightarrow \quad K_2 = g_2 + l - A = 26 + 2 - 3 = 25s$$



مثال- در یک تقاطع که با چراغ راهنمایی سه فازه باید کنترل شود تردد های ساعت طرح طبق جدول زیر است. هر رویکرد دارای دو خط عبور و هر خط عبور به عرض ۳/۵ متر است. زمان بین دو سبز ۴ ثانیه و زمان زرد ۳ ثانیه می باشد. تأخیر در هر زمان سبز ۲ ثانیه، تردد اشباع برای یک خط عبور ۱۸۷۵ و برای یک خط عبور گردش به چپ ۱۶۰۰ واحد اتومبیل در ساعت است. مطلوبست طراحی زمان بندی تقاطع فوق و رسم دیاگرام آن.

گردش به راست	مستقیم	گردش به چپ	نوع وسیله نقلیه	رویکرد
۴۰	۳۶۰	۴۶۰	اتومبیل	شمالی
۱۰	۵۰	۲۵	کامیون	
۱۰	۰	۱۰	اتوبوس	
۳۰	۳۲۰	۳۴۰	اتومبیل	جنوبی
۱۲	۶۵	۳۰	کامیون	
۰	۱۲	۲۰	اتوبوس	
۲۰	۳۶۰	۵۰	اتومبیل	غربی
۱۰	۴۵	۴۰	کامیون	
۱۰	۲۰	۰	اتوبوس	
۵۰	۵۳۰	۴۰	اتومبیل	شرقی
۵	۶۰	۲۰	کامیون	
۲۰	۱۰	۰	اتوبوس	



$$360 + 40 + 1.75 \times (10 + 50) + 2.25 \times (0 + 10) = 528(pcu/h)$$

مستقیم و گردش به راست شمالی

$$320 + 30 + 1.75 \times (12 + 65) + 2.25 \times (0 + 12) = 512(pcu/h)$$

مستقیم و گردش به راست جنوبی

$$1.75 \times (1.75 \times 40 + 50) + 360 + 20 + 1.75 \times (10 + 45) + 2.25 \times (10 + 20) = 754(pcu/h)$$

رویکرد غربی

$$1.75 \times (1.75 \times 20 + 40) + 530 + 50 + 1.75 \times (5 + 60) + 2.25 \times (20 + 10) = 893(pcu/h)$$

رویکرد شرقی

$$460 + (1.75 \times 25) + (2.25 \times 10) = 526(pcu/h)$$

گردش به چپ شمالی

$$340 + (1.75 \times 30) + (2.25 \times 20) = 438(pcu/h)$$

گردش به چپ جنوبی

$$S_N = 1875 \quad ; \quad S_E = 3675 \quad ; \quad S_{NL} = 1600$$

$$S_S = 1875 \quad ; \quad S_W = 3675 \quad ; \quad S_{SL} = 1600$$

تردد اشباع برای رویکرد های شرقی و غربی : $S=525 \quad w=525 \quad (2) \quad (3.5)=3675$

$$\left. \begin{array}{l} \text{سنگینی مستقیم و گردش به} \\ \text{راست شمالی و جنوبی} \end{array} \right\} \begin{array}{l} y = 528/1875 = 0.2816 \\ y = 512/1875 = 0.273 \end{array} \quad y_1 = 0.2816$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{سنگینی برای رویکرد شرقی و} \\ \text{غربی} \end{array} \right\} \begin{array}{l} y = 754/3675 = 0.205 \\ y = 893/3675 = 0.243 \end{array} \quad y_2 = 0.243$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{سنگینی گردش برای چپ} \\ \text{گردش به راست} \end{array} \right\} \begin{array}{l} y = 526/1600 = 0.3288 \\ y = 438/1600 = 0.2675 \end{array} \quad y_3 = 0.3288$$

$$Y = y_1 + y_2 + y_3 = 0.8534$$

$$L = \sum l + \sum (I - A) = 3*2 + 3(4-3) = 9 \text{ s} \quad \text{کل زمان تأخیر}$$

$$C_0 = (1.5*9+5) / (1-0.8534) = 126.19 \text{ s} \quad \text{سیکل بهینه}$$

$$C_p = 120 \text{ s} \quad \text{سیکل عملی}$$

$$G = 120-9 = 111 \text{ s} \quad \text{زمان سبز موثر کل}$$

$$g_1 = (0.2816*111) / 0.8534 = 36 \text{ s} \quad \text{مستقیم و گردش به راست شمالی و جنوبی}$$

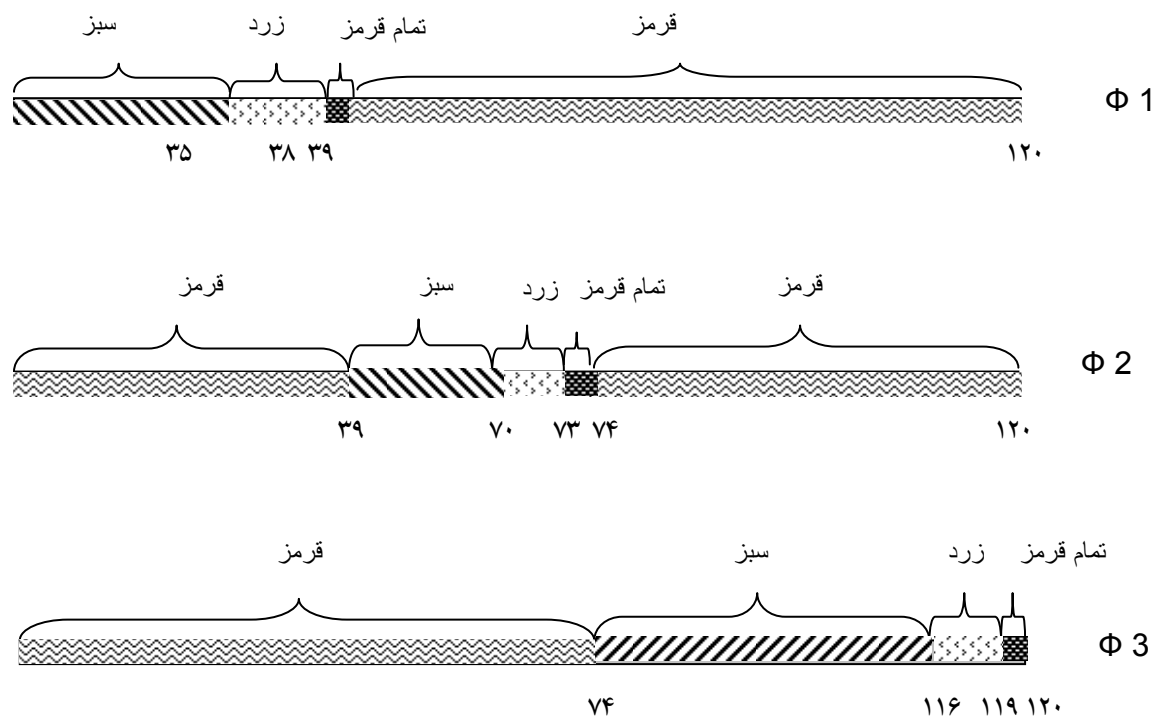
$$g_2 = (0.243*111) / 0.8534 = 32 \text{ s} \quad \text{شرقی و غربی}$$

$$g_3 = (0.3288*111) / 0.8534 = 43 \text{ s} \quad \text{گردش به چپ شمالی و جنوبی}$$

$$k_1 = 36+2-3 = 35 \text{ s}$$

$$k_2 = 32+2-3 = 31 \text{ s}$$

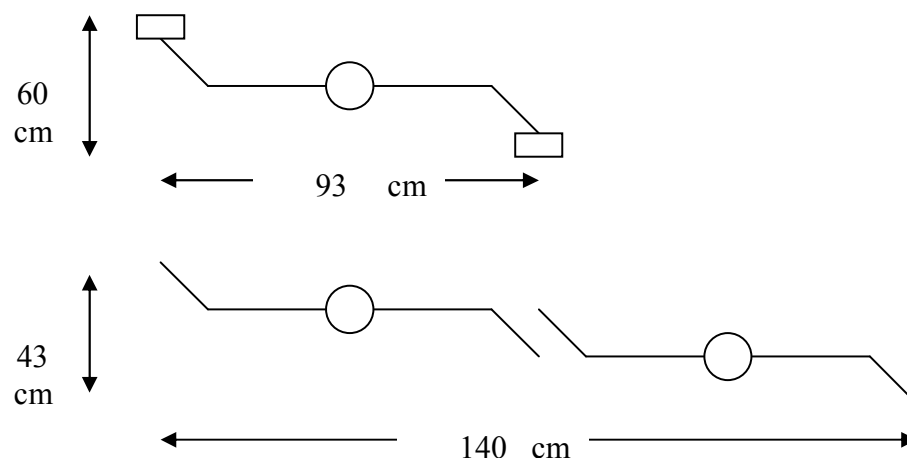
$$k_3 = 43+2-3 = 42 \text{ s}$$



فصل ۷. ضوابط طراحی تسهیلات پیاده رو:

۱-۷ کلیات

در این بخش هدف آن است تا ضوابط طراحی پیاده روها مورد بررسی قرار گیرد. در ابتدا ضخامت و پهنا و مشخصات فیزیکی انسان در شرایط مختلف مورد بررسی قرار گرفته است:



شکل ۳۲. ضخامت و پهنای بدن دو عابر پیاده در هنگام عبور از کنار یکدیگر:

نوجوان	زن	مرد	
۱۲۵	۱۸۵	۲۱۰	دسترسی
۱۱۵	۱۷۰	۱۹۰	قد
۱۰۵	۱۵۵	۱۷۵	تراز چشم
۹۰	۱۳۵	۱۵۵	کتف

عرض عصای نابینا ۹۰ سانتیمتر و در جلوی نابینا باید ۹۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر خالی باشد.

سرعت پیاده روی: سرعت پیاده روی افراد به سن، جنس و وضعیت جسمانی، شرایط محیطی و منظور سفر و ... بستگی دارد. متوسط سرعت پیاده روی افراد در پیاده رو ۱/۲۵ متر بر ثانیه و در گذرگاه عرضی حدود ۱/۱ متر بر ثانیه است.

میان سرعت پیاده روی افراد (۵۰٪ فراوانی بیشتر و مابقی کمتر از این سرعت حرکت می نمایند) برای عبور در پیاده رو برابر ۱/۱۵ متر بر ثانیه و در گذرگاه ۱ متر بر ثانیه است.

مسافت پیاده روی: حداکثر مسافت پیاده روی قابل قبول در شرایط ایران طبق جدول ۷-۱ است:

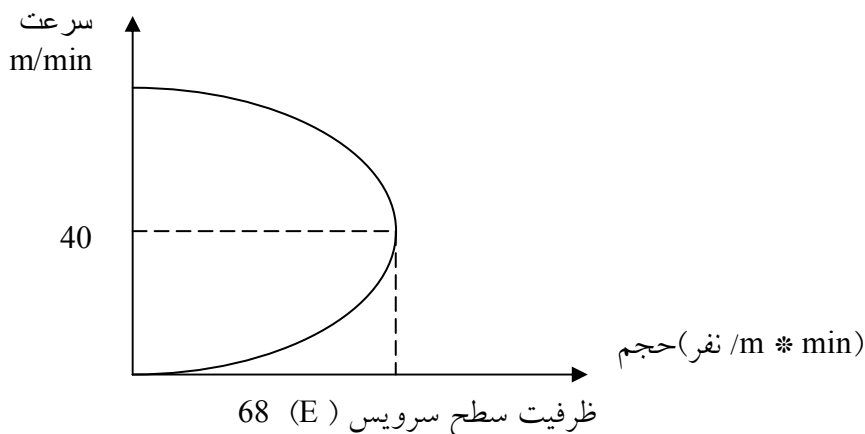
جدول ۷-۱ حداکثر مسافت پیاده روی قابل قبول در شرایط ایران

مقصد	مسافت پیاده روی (m)	زمان تقریبی (min)
پارکینگ - محل بازی کودکان	۲۰۰	۵
خرید روزانه - ایستگاه اتوبوس	۳۵۰	۷
مهد کودک - دبستان - خدمات بهداشتی	۷۰۰	۱۵
مراکز اداری - تجاری - محل کار	۱۵۰۰	۳۰

۷-۲ روابط اساسی محاسبات پیاده رو :

- حجم V ($m \times \text{دقیقه}$ / نفر): تعداد عبور عابر پیاده از واحد عرض موثر یک مقطع از پیاده رو در واحد زمان را حجم گویند.
- چگالی D (مترمربع/نفر): تعداد عابر پیاده در واحد سطح را چگالی گویند.
- معکوس چگالی M (نفر / مترمربع): سرانه مساحت هر عابر پیاده رامعکوس چگالی می گویند: $(M=1/D)$

رابطه بین سرعت و حجم:



سطح سرویس	M فضای حرکت	(m/min) میانگین سرعت	نرخ تردد (حجم)	سبب حجم به ظرفیت V/C
A	≥ 6	≥ 76	≤ 13	≤ 0.18
B	≥ 4	≥ 74	≤ 19	≤ 0.27
C	≥ 2.6	≥ 71	≤ 27	≤ 0.4
D	≥ 1.6	≥ 65	≤ 41	≤ 0.6
E	≥ 0.6	≥ 40	≤ 68	≤ 1
F	< 0.6	< 40	متغیر	متغیر

جدول ۷-۲ سطح سرویس پیاده رو

در جدول ۷-۲ سطح سرویس پیاده رو آمده است. سطح سرویس یا سطح خدمت معیاری برای تعیین کیفیت تردد است. سطح سرویس در محلهای عابر پیاده مشابه سطح سرویس در معابر خودرو است و هر چه سطح سرویس از A به B حرکت کند، از کیفیت تردد آن کاسته می شود. مشخصات پیاده روی طبق جدول زیر در سطوح سرویس مختلف آورده شده است:

مثال- مطلوبست محاسبه عرض پیاده رو برای عبور ۶۰ عابر پیاده در دقیقه در سطح سرویس B (یک طرف ساختمان)

تعداد عبوری = (۶۰ نفر / min)

سطح سرویس B: میانگین نرخ تردد در سطح سرویس = (۱۶ نفر / min * m)

عرض موثر مورد نیاز: $60/16 = 3.75 \text{ m}$

برای ملحوظ نمودن تاثیر کناره گیری از دیوار ساختمان ها حدود ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتر نیاز است:

عرض کل $m = 3.75 + 0.45 = 4.2$

چنانچه توزیع جهتی ۵۰-۵۰ باشد ظرفیت جریان دو طرفه معادل یک طرفه خواهد بود ولی با تغییر این نسبت (مثلا در حالت ۹۰-۱۰) ظرفیت تا ۱۵٪ کاهش می یابد.

فصل ۸. وسایل کنترل ترافیک:

۸-۱ خصوصیات وسایل کنترل ترافیک

وسایل کنترل ترافیک بعنوان ابزاری جهت هدایت و کنترل ترافیک بکار می رود که باید دارای خصوصیات زیر باشد:

- ۱) برای رفع یک نیاز مهم ترافیکی بکار برود.
- ۲) باید توجه را جلب نماید.
- ۳) باید یک پیام سریع و ساده را منتقل نماید
- ۴) باید احترام استفاده کنندگان از جاده را جلب نماید.
- ۵) باید در مکانی نصب شود که فرصت عکس العمل را فراهم نماید.
- ۶) باید از ضمانت قانونی برخوردار باشد.

۸-۲ وظایف وسایل کنترل ترافیک به شرح زیر است:

۱. تنظیم ترافیک
 - مطلع کردن: اطلاع رسانی (محدودیت سرعت، سبقت ممنوع، خیابان یک طرفه و...)
 - وادار کردن: (مانند ایست، احتیاط و ...)
 - ممانعت کردن: ممنوع کردن (مانند دور زدن ممنوع و ...)
 - مجاز کردن: (گردش به راست مجاز، عبور با احتیاط مجاز و ...)
 - اختصاص حق تقدم: (چراغ راهنمایی و...)
۲. اخطار
 - آگاهی دادن از وجود خطرات و موانع و ... (مانند جاده باریک می شود، پیچ خطرناک، سرعتگیر، تقاطع با راه آهن و...)
۳. هدایت ترافیک:

- خط کشی

- اطلاع دادن در خصوص مراکز خدماتی: (مانند پمپ بنزین، رستوران، هتل و ...)

- تشخیص مسیرهای مختلف

۸-۳ انواع وسایل کنترل ترافیک:

۸-۳-۱ تابلو ها:

مشخصات تابلو ها شامل موارد زیر است:

۱. شکل تابلو: تابلوها بر اساس شکل های مختلف، پیامهای مختلفی را اعلام می کنند به عنوان مثال: دایره- مثلث (برای اعلام خطر) - مستطیل (برای خبر دادن)
۲. رنگ تابلو: رنگ های تابلوها نیز گویای مفاهیم متفاوتی است. به عنوان مثال: قرمز: اعمال مقررات و تنظیم ترافیک، زرد: اخطار، نارنجی: کارهای ساختمانی، آبی: اطلاعات خدماتی، سبز: هدایت و مشخص نمودن مسیرها، قهوه ای: معرفی مراکز تفریحی و تاریخی و فرهنگی
۳. اندازه تابلو: بعضی از تابلو ها دارای اندازه استاندارد و تغییر ناپذیر هستند ولی بعضی از تابلوهای مستطیل با ابعاد دلخواه هستند که با توجه به فونت نوشتاری می توان ابعادی برای آن ها انتخاب کرد.
۴. سمبلها: علائم استفاده شده باید استاندارد یعنی ساده و قابل تشخیص باشد.
۵. لغات: نوشته ها تا حد امکان مفید و مختصر باشند. (حدود ۳ تا ۴ کلمه)
۶. روشنایی و انعکاس: باید در روز و شب کاملاً واضح باشد.
۷. چراغ های ضمیمه: چراغ های ضمیمه مثل چراغ های چشمک زن در محدوده تابلو نباشد.
۸. محل نصب تابلو ها: معمولاً در سمت راست و کنار جاده باید نصب شود. در خیابان ها یا جاده های عریض می توان تابلو را در بالای آن نصب کرد. تابلو باید در محدوده دید خوب باشد. هیچ گاه دو تابلو با پیغام های مختلف روی یک پایه نباید نصب شود.

۸-۳-۲ علامت گذاری ها:

تمام چیزهایی که روی رو سازی ترسیم یا نوشته شود، جزء علامت گذاری ها هستند. مانند خط کشی ها، نوشته ها برای جداسازی، تنظیم و هدایت ترافیک و اخطار بکار می رود. محدودیت علامت گذاری ها:

(۱) محو شدن بدلیل برف - کثیفی - روغن و...

(۲) محو شدن بدلیل خیس بودن جاده

(۳) محو شدن بدلیل تردد از روی آنها

(۴) لزوم تجدید در فواصل زمانی کوتاه

رنگ علامت گذاری ها:

زرد: برای جداکردن جهات مختلف حرکت

سفید: برای جدا کردن خطوط مختلف هم جهت

۸-۳-۳ علائم برجسته:

برای مشخص نمودن موانع فیزیکی موقعیت های خطرناک بخصوص در شب به کار می رود. این علائم در واقع مثل تابلو های کوچک روی روسازی عمل می کنند: مثل گل میخ و سرعت گیر.

سرعت گیر: یک المان ترافیکی نیست فقط در بعضی مواقع بدلیل طراحی بد مسیر نیاز به نصب آن می گردد. سرعت گیر باید به گونه ای باشد که علاوه بر رعایت مشخصات فیزیکی و هندسی، کاملاً قابل دیدن باشد به گونه ای که تأثیر بصری آن باعث کاهش سرعت وسیله نقلیه شود نه شوک ناشی از عبور آن. مکان بی سرعت گیر نیز کاملاً حساس و نیازمند مطالعه و بررسی است. در بسیاری از موانع از ترکیب سرعت گیر و معبر پیاده استفاده می شود.

فصل ۹. میدان:

میدان بیشتر یک المان شهرسازی است نه ترافیکی یعنی اکثراً به عنوان اجرای یک نماد، آبنما و یا ... احداث می شود. میدان از جهت ترافیکی در هنگامیکه حجم ترافیک زیاد نباشد، عامل موثری در بهبود حرکتهای خواهد بود ولی در صورت بالا بودن حجم ترافیک خود عاملی در جهت افزایش تأخیر می باشد.

۹-۱ کاربرد (مزایا) میدان:

۱. در خیابانهای محلی و جمع و پخش کننده که حجم ترافیک کم است.
۲. در مکانی که تاکید بر انتقال از یک محیط برون شهری به درون شهری باشد.
۳. ایجاد یک تغییر اساسی مانند تبدیل خیابان دو طرفه به یک طرفه.
۴. تغییر عمده در راستای مسیر که با قوس امکان پذیر نباشد.
۵. حجم بالای ترافیک چپ گرد.
۶. تقاطع های نزدیک به هم.

۹-۲ معایب میدان:

۱. تقاطع خیابانهای شریانی با حجم ترافیک بالا باعث کاهش ظرفیت و افزایش تاخیر میگردد.
۲. تعداد عابران پیاده و دوچرخه زیاد در میدان تمهیدات خاصی را می طلبد که طرح میدان را غیر اقتصادی و غیر ایمن می سازد.
۳. چنانچه سرعت ورودی های میدان زیاد باشد برای انجام حرکتهای تداخلی باید میدان بسیار بزرگ طراحی شود و لذا علاوه بر نیاز به سطح بیشتر، مسافت حرکتهای نیز اضافه می شود.
۴. احداث مرحله ای میدان در سالهای مختلف امکان پذیر نیست و باید یک پارچه اجرا شود.

۳-۹ نکات لازم در طراحی میدان:

۱. قطر جزیره: قطر جزیره ای میدان حداقل ۴ متر و حداکثر ۱۸ متر توصیه شده است.
۲. شکل جزیره: شکل جزیره باید به شکل مدور (دایروی، بیضوی،) باشد.
۳. محل جزیره
۴. تعداد خطوط گردش
۵. عرض خطوط گردش
۶. زاویه دید ورود به میدان
۷. زاویه برخورد خطوط ورودی به میدان
۸. تعداد و عرض خطوط ورود به میدان: این خطوط باید هنگام وارد شدن به میدان زیادتیر شوند.
۹. تعداد خیابان های منتهی به میدان : حداکثر ۳ و یا ۴ خیابان توصیه می شود.

فهرست جداول:

- جدول ۱-۲ اندازه های مشخصات چهار خودرو طرح پیشنهادی (متر)..... ۲۲
- جدول ۲-۲ ضریب اصطکاک و فاصله دید توقف..... ۲۸
- جدول ۱-۴ گنجایش هر خط عبور آزادراه ها بر حسب کیفیت ترافیک و سرعت طرح..... ۶۲
- جدول ۲-۴ ضرایب تعدیل عرض خط و فاصله جسم تا لبه سواره رو در آزاد راه ها..... ۶۳
- جدول ۳-۴ سواری معادل وسایل نقلیه سنگین برای قطعه ای یکنواخت از آزادراه..... ۶۳
- جدول ۴-۴ سواری معادل کامیون و تریلی در آزاد راه..... ۶۴
- جدول ۵-۴ سواری معادل اتوبوس در آزادراه..... ۶۵
- جدول ۶-۴ ضرایب تعدیل برای آشنایی با راه..... ۶۵
- جدول ۷-۴ گنجایش تقریبی تنه رابط یک خطه بر حسب سواری معادل در ساعت..... ۶۶
- جدول ۸-۴ گنجایش دهانه رابط در آزاد راه..... ۶۷
- جدول ۹-۴ درصد تقریبی ترافیک عبوری در خط عبور سمت راست، در نزدیک دهانه رابط ها..... ۶۷
- جدول ۱۰-۴ درصدی از ترافیک رابط که در خط عبور سمت راست باقی می ماند..... ۶۸
- جدول ۱۱-۴ سنجش کیفیت ترافیک در بخش ترافیک بهم بافته..... ۷۰
- جدول ۱۲-۴ گنجایش هر خط عبور راه های اصلی (چند خطه) بر حسب کیفیت ترافیک و سرعت طرح..... ۷۳
- جدول ۱۳-۴ ضرایب تعدیل عرض خط و فاصله مانع از لبه سواره رو..... ۷۴
- جدول ۱۴-۴ ضرایب تعدیل برای آبادانی های اطراف راه..... ۷۴
- جدول ۱۵-۴ نسبت حجم ترافیک به گنجایش در شرایط ایده آل راه بر حسب طبقه بندی و کیفیت ترافیک..... ۸۱
- جدول ۱۶-۴ معیار سنجش کیفیت ترافیک در راه های دو خطه در سربالایی ها..... ۸۲

- جدول ۴-۱۷ ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو جهت _ قطعه راه ۸۲
- جدول ۴-۱۸ ضریب تعدیل برای عرض خط عبور و عرض مفید شانه ۸۲
- جدول ۴-۱۹ سواری معادل کامیون و اتوبوس - قطعه راه ۸۳
- جدول ۴-۲۰ مقادیر نسبت حجم به گنجایش ($\frac{V}{C}$) بر حسب سرعت، درصد شیب و درصد مناطق سبقت ممنوع ۸۴
- جدول ۴-۲۱ ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو طرف راه دو خط شیب مشخص ۸۴
- جدول ۴-۲۲ سواری معادل در راه های دو خط - شیب مشخص ۸۵
- جدول ۶-۱ ضرایب همسنگ سواری ۱۱۸
- جدول ۷-۱ حداکثر مسافت پیاده روی قابل قبول در شرایط ایران ۱۲۹
- جدول ۷-۲ سطح سرویس پیاده رو ۱۳۰

فهرست اشکال:

- شکل ۱. رئوس مثلث ترافیک ۹
- شکل ۲. The Safety Triangle ۱۰
- شکل ۳. مقایسه نقش جابجایی و دسترسی راهها ۱۸
- شکل ۴. مشخصات مسیر گردش خودروی طرح (سواری) ۲۳
- شکل ۵. مشخصات مسیر گردش خودروی طرح (اتوبوس) ۲۴
- شکل ۶. مشخصات مسیر گردش خودروی طرح (تریلی بزرگ) ۲۵
- شکل ۷. مشخصات مسیر گردش خودروی طرح (کامیون با یدک) ۲۶
- شکل ۸. شناسگر های چشم الکترونیکی جدید ۳۹
- شکل ۹. نمونه ای از شناسگر های حلقه ای ۴۱
- شکل ۱۰. صفحه نمایشگر نرم افزار SCATS ۴۲
- شکل ۱۱. شکل تقاطع در نرم افزار SCATS ۴۳
- شکل ۱۲. اتاق کنترل و مونیتورینگ ۴۳
- شکل ۱۳. نمایش چگونگی موج سبز ۴۴
- شکل ۱۴. مقایسه تاخیر در حالت هماهنگی و عدم هماهنگی چراغها ۴۵
- شکل ۱۵. مقایسه سطوح مختلف سرویس ۵۴
- شکل ۱۶. ادامه مقایسه سطوح مختلف سرویس ۵۵
- شکل ۱۷. نمایش رابط های ورودی و خروجی ۵۷
- شکل ۱۸. نمایش بخش ترافیک بهم بافته ۵۷
- شکل ۱۹. شکل های مختلف ورودی ها و خروجی ها و تنه راه ۵۸
- شکل ۲۰. حضور تقریبی کامیون در خط عبور سمت راست ۶۸

- شکل ۲۱. الف- حداقل طول قسمت ترافیک به هم بافته در آزاد راه (m) ۷۰
- شکل ۲۲. سطح لازم برای پارک اتوموبیل با زوایای مختلف ۹۹
- شکل ۲۳. اندازه های لازم برای پارک با زاویه ۳۰ درجه ۱۰۰
- شکل ۲۴. اندازه های لازم برای پارک با زاویه ۴۵ درجه ۱۰۰
- شکل ۲۵. اندازه های لازم برای پارک با زاویه ۶۰ درجه ۱۰۱
- شکل ۲۶. اندازه های لازم برای پارک با زاویه ۹۰ درجه ۱۰۱
- شکل ۲۷. نمونه ای از طرح و اندازه های لازم برای پارک (عبور یک طرفه) ۱۰۲
- شکل ۲۸. نمونه ای از طرح و اندازه های لازم برای پارک روبه رو (عبور دو طرفه) ۱۰۲
- شکل ۲۹. دو نمونه از طرز تعبیه محلهای پارک ۱۰۳
- شکل ۳۰. چند نوع پارکینگ چند طبقه: الف) پارکینگ با طبقات شیبدار پیوسته و ترافیک دو طرفه، ب) پارکینگ با طبقات شیبدار پیوسته و راه خروجی حلزونی مجزا، ج) پارکینگ با طبقات شیبدار و ترافیک یک طرفه با راه عبور میانی، د) پارکینگ با طبقات افقی و روابط مستقیم، ه) پارکینگ با طبقات افقی و راههای ورودی و خروجی حلزونی. ۱۰۴
- شکل ۳۱. نمودار زمانی چراغ ۱۱۹
- شکل ۳۲. ضخامت و پهنای بدن دو عابر پیاده در هنگام عبور از کنار یکدیگر: ۱۲۸