۲

مبانی طراحی

فصل دوم- مبانی طراحی

۱ - خودرو طرح
۲ - سرعت طرح
۳- میزان آمد و شد (حجم ترافیک)
۴- گنجایش

ابعاد و ویژگی های انواع وسایل نقلیه ای که از راه استفاده می کند در طرح هندسی راه موثر است. بنابراین انتخاب خودروی طرح و سرعت اولین گام در مطالعات طرح هندسی راه است.

پیش بینی حجم ترافیک در آینده (دور و نزدیک) و درجه بندی راه (از نظر کنترل دسترسی) عوامل عمده ای در تعیین تعداد خط عبور - با توجه به گنجایش هر خط عبور در کیفیت ترافیک مورد نظر- به شمار می رود.

۲-۱- خودروی طرح

تعیین اجزای هندسی راه مانند حداقل عرض، ارتفاع آزاد، شعاع گردش و فاصله دید بر اساس مشخصات وسایل نقلیه ای انجام می گیرد که از راه استفاده می کنند. از آنجا که تفاوت بین ابعاد وسایل نقلیه زیاد است، لازم است چند وسیله ی نماینده که ابعاد آنها نشان دهنده ی بحرانی ترین گروه استفاده کننده از راه در هر مورد است انتخاب شود. این وسایل را خودرو طرح می نامند.

علت استفاده از چند خودروی طرح آن است که در بعضی موارد مانند فاصله‌ی دید خودروهای کوچکتر و در بعضی موارد مانند شعاع گردش خودروهای بزرگتر بحرانی ترین وسیله می‌باشند.

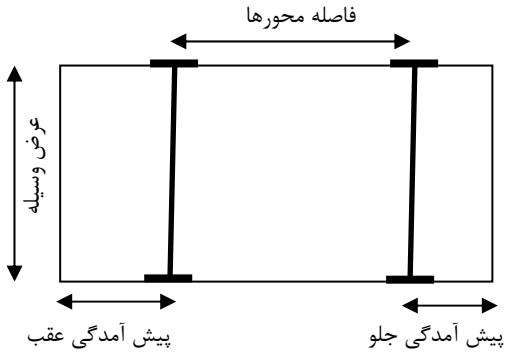
برای طرح هندسی راهها از خودروی طرحی استفاده می شود که در بین خودروهای استفاده کننده از راه, بیشترین نیاز را دارد. در مورد های خاصی که حجم ترافیک و مطالعات اقتصادی استفاده از خودروی طرح با نیازمندی های بیشتری را توجیه نکند، می توان از خودروی طرح با نیازهای کمتر صرف نظر کرد.

گر چه در نشریه های کشورهای توسعه یافته خودروها به ۱۶ گروه تقسیم شده اند، ولی از نظر طرح هندسی با توجه به این که بیشتر خودروها از راه عبور می کنند، استفاده از ۳ یا ۴ نوع خودروی طرح کافی است.

خودروهای طرح طبق آئین‌نامه وزارت راه و ترابری:

۱- سواری ۲- اتوبوس ۳- تریلی بزرگ ۴- کامیون با یدک

مشخصات چهار خودرو طرح در جدول ۴-۱ آمده است



جدول ۴-۱

مشخصات(متر)	خودرو طرح			
	سواری	اتوبوس	تریلی بزرگ	کامیون با یدک
فاصله محور جلو و عقب	۳,۴	۷,۶	۱۵,۲*	۱۸,۴**
پیش‌آمدگی جلو	۰,۹	۲,۱	۰,۹	۰,۶
پیش‌آمدگی عقب	۱,۵	۲,۴	۰,۶	۰,۹
طول وسیله‌نقلیه	۵,۸	۱۲,۱	۱۶,۷	۱۹,۹
عرض وسیله‌نقلیه	۲,۱	۲,۶	۲,۶	۲,۶
ارتفاع وسیله‌نقلیه	متغیر	۴,۱	۴,۱	۴,۱
ارتفاع برای طرح	۴,۵	۴,۵	۴,۵	۴,۵
حداقل شعاع دایره داخلی گردش	۴,۲	۷,۴	۵,۹	۶,۸
حداقل شعاع دایره خارجی گردش	۷,۳	۱۲,۸	۱۳,۷	۱۳,۷

*۴,۹+۱,۲+۷,۹+۱,۲=۱۵,۲

**۳,۶+۶,۱+۲,۳+۶,۴=۱۸,۴

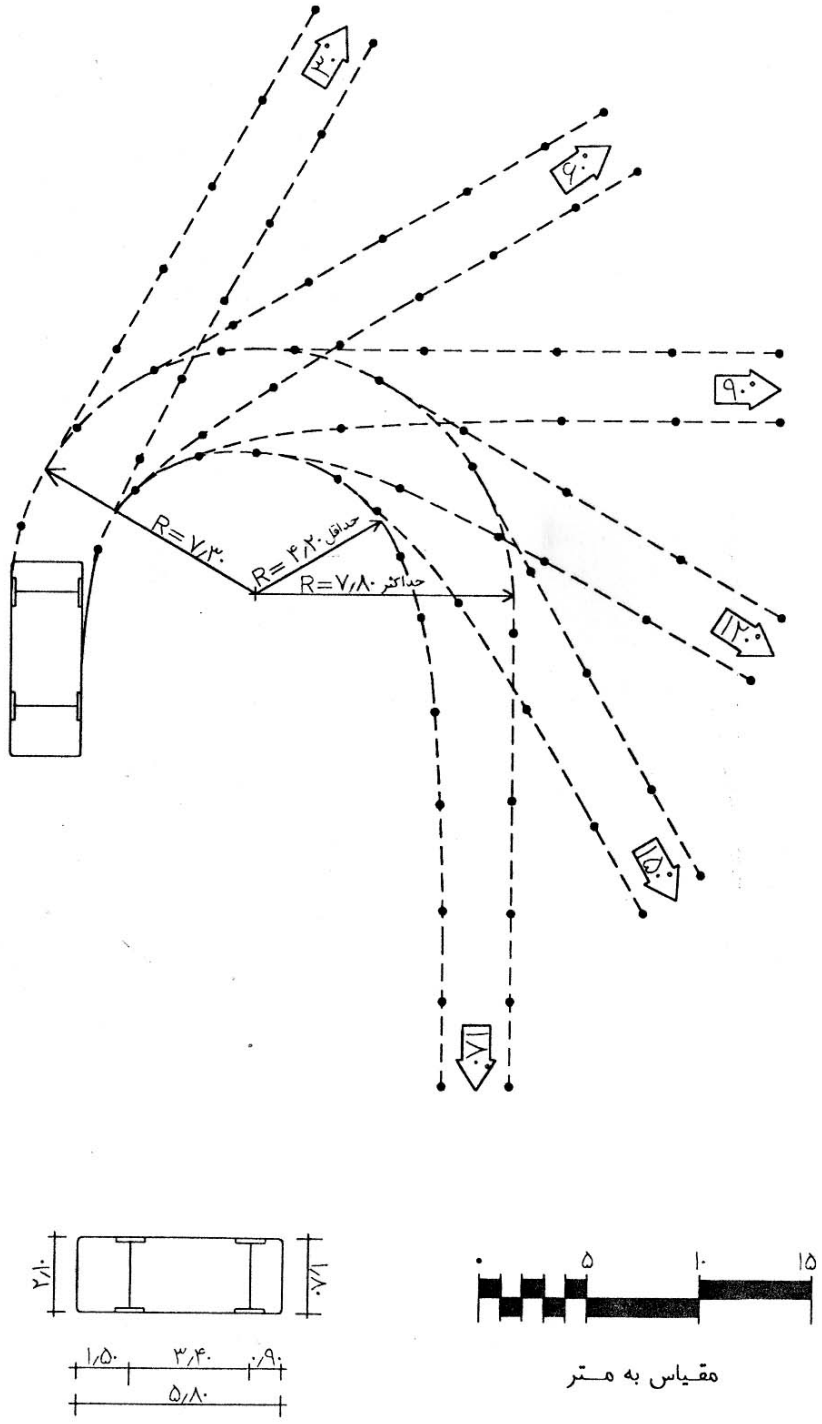
ابعاد اصلی که در طرح هندسی بیشتر تاثیر می گذارد عبارتست از:

- فاصله ی محور جلو و عقب.
- فاصله ی بیرونی چرخ های یک محور و حداقل شعاع گردش(مسیر داخلی و خارجی چرخها)

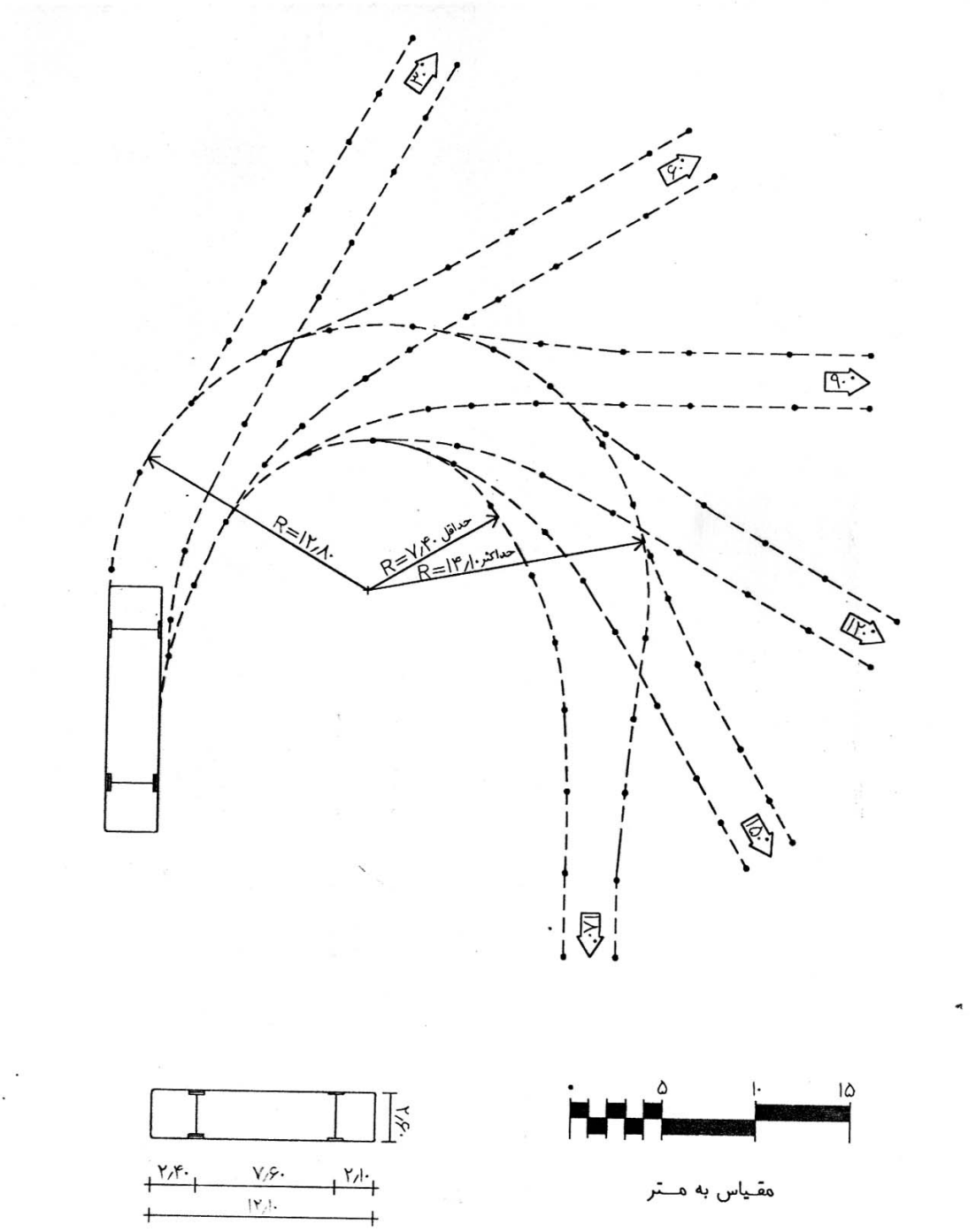
کامیون و اتوبوس نسبت به سواری طرح عرض بیشتری دارند و فاصله ی محور جلو و عقب و همچنین حداقل شعاع گردش آنها نیز بیشتر است. اتوبوس ها در مقایسه با اکثر تریلی ها دارای حداقل شعاع گردش داخلی بزرگتر، ولی شعاع خارجی کوچکتری است، لذا تریلی های بزرگ در موقع گردش به خط عبور پهن تری نیاز دارند. شعاع های گردش حداقل مندرج در جدول۴-۱ فقط برای سرعت های تا ۱۵ کیلومتر در ساعت درست است.

در بیشتر راههایی که محل عبور کامیون و تریلی است، بویژه در محل هایی که گردش ها با جدول و جزیره جریان‌بندی شده صورت می گیرد، باید کامیون با یدک مبنای طرح قرار داده شود. حتی در معابری که تریلی به ندرت از آنها عبور می کند، عرض روسازی باید به اندازه کافی در نظر گرفته شود تا خودرو مذکور بتواند از آن عبور کند. اگر چه طرح راه بر مبنای وسیله ی نقلیه ای صورت می گیرد که استفاده کننده ی اصلی راه است، اما راه باید همیشه برای بزرگترین خودرویی که ممکن است از آن عبور کند کنترل شود تا خودروی مذکور،هر چند با تجاوز به خطوط عبور دیگر ولی با ایمنی و بدون خطر قادر به عبور از آن باشد.

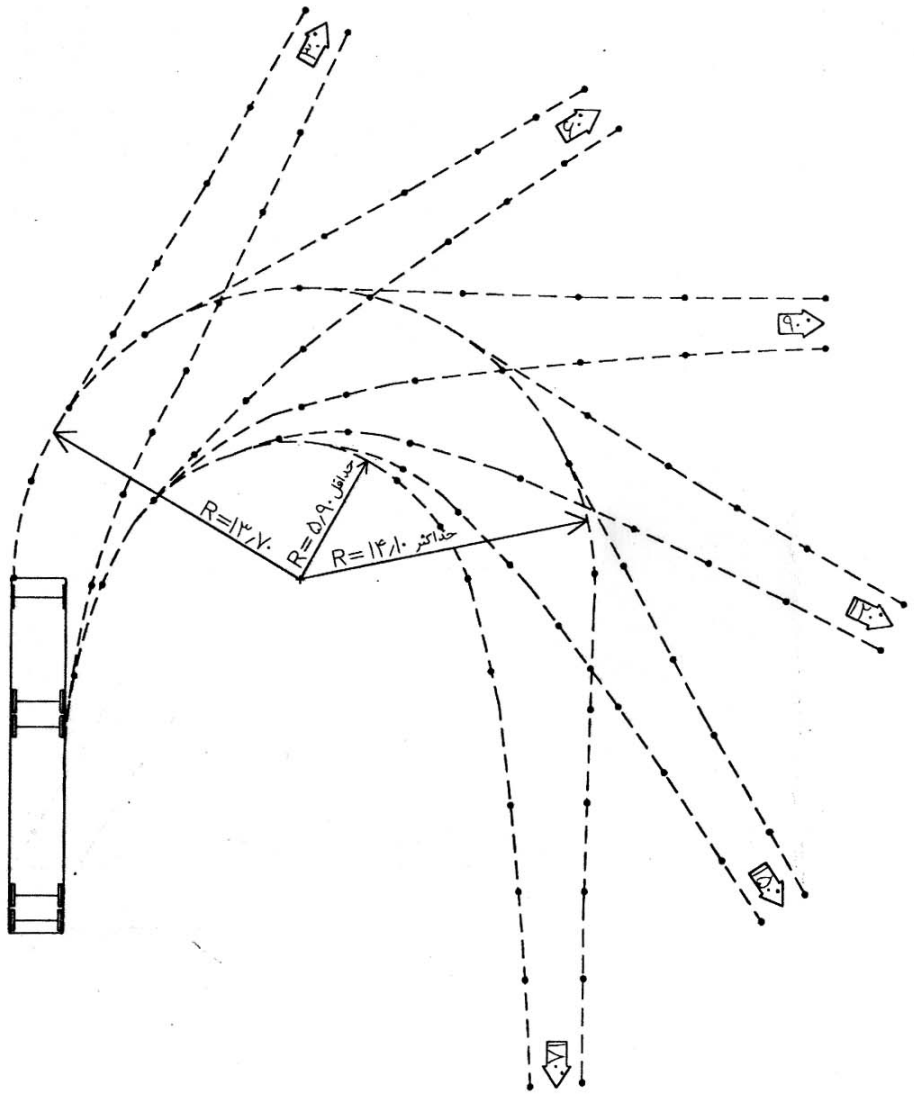
در طراحی تقاطع ها پس از انتخاب خودروی طرح از الگوهای داده شده با مقیاس متناسب استفاده می شود. بخش شروع گردش در امتداد مسیر ورود به تقاطع و بخش پایان گردش در امتداد مسیر خروج از تقاطع قرارداده شده و با رعایت فاصله ی حداقل ۶۰ سانتی متر از کنار مسیر چرخهای جلو و عقب، موقعیت کناره روسازی تعیین می‌شود.

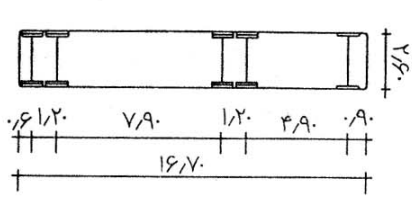


شکل ۴-۱ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، سواری

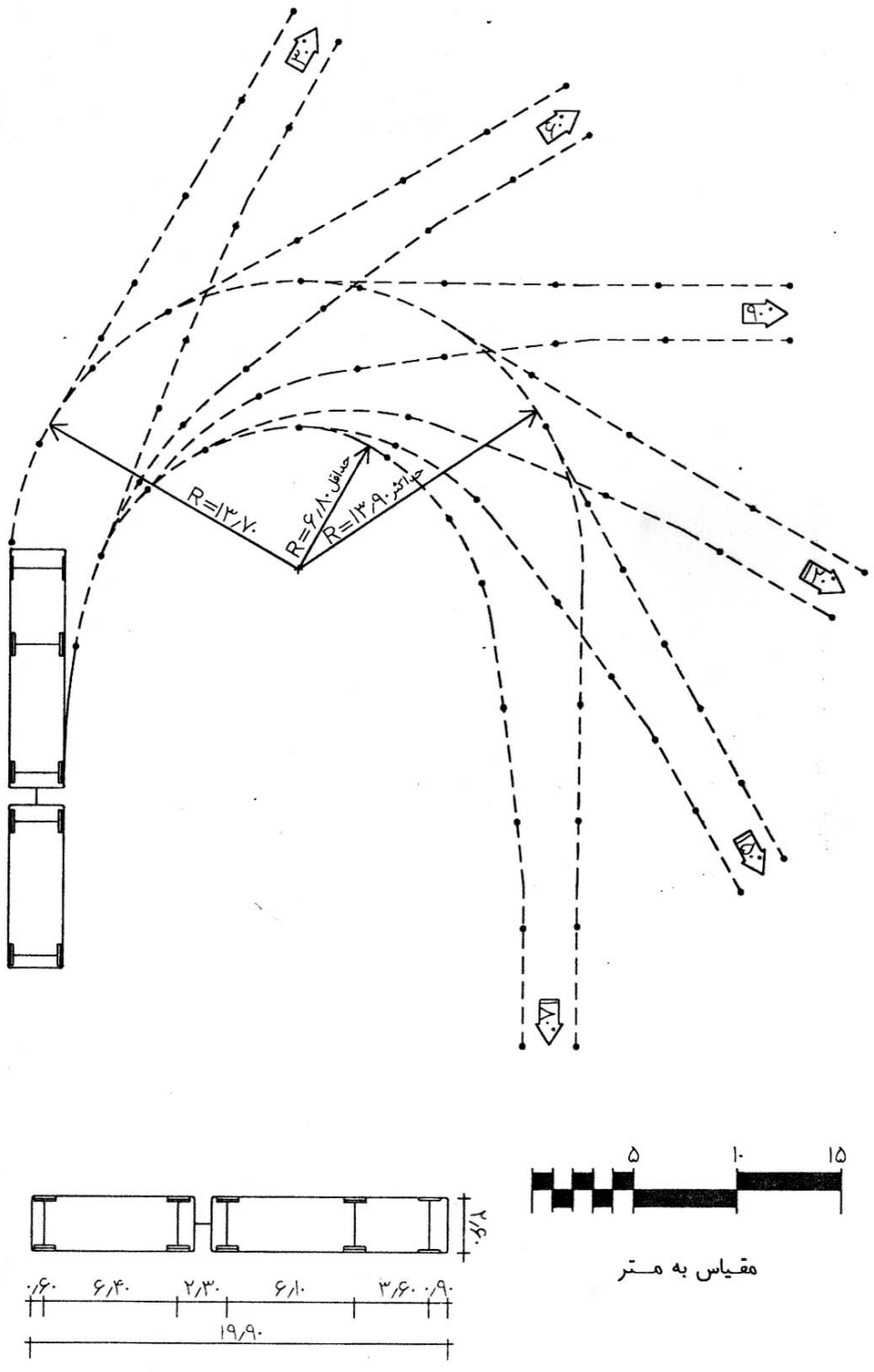


شکل ۴-۲ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، اتوبوس





شکل ۴-۳ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، تریلی بزرگ



شکل ۴-۴ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، کامیون با یدک

۲-۲- سرعت طرح

عبارت است از سرعتی که برای تعیین حداقل مشخصات مربوط به طرح هندسی (پیچ‌ها، خم‌ها و فواصل دید) قطعه موردنظر راه انتخاب می‌شود.

به عبارت دیگر سرعت طرح، سرعتی است که یک وسیله‌نقلیه بدون حضور وسایل‌نقلیه دیگر می‌تواند داشته باشد بدون آنکه با خطری مواجه گردد.

۲-۲-۱-عوامل مؤثر در انتخاب سرعت طرح

- طبقه‌بندی مسیر از نظر وضعیت توپوگرافی (کوهستانی، تپه ماهور، هموار)
- درجه بندی مسیر از نظر اهمیت (آزادراه، بزرگراه، راه اصلی جدا شده، راه اصلی، راه فرعی)
- ملاحظات اقتصادی
- عوامل محیطی
- نوع و حجم ترافیک
- منظر آرایی مسیر (انتخاب سرعت طرح در مناطقی که دارای زیبایی و چشم انداز های طبیعی است، به علت تاثیر اختلاط و ترکیب هماهنگ و موزون راه با محیط پیرامون، از اهمیت خاصی برخوردار است. لذا در انتخاب سرعت طرح در مناطقی که دارای زیبایی های طبیعی می باشد، بهتر است نکته های مربوط به منظرآرایی مسیر را نیز مد نظر قرار داد. چنانچه جلب توجه رانندگان به مناظر اطراف حادثه آفرین باشد، بهتر است تمهیدات لازم برای جلوگیری از دید رانندگان در محدوده زاویه دید به کار گرفته شود.)

با در نظر گرفتن عوامل بالا بیشترین سرعت ممکن به عنوان سرعت طرح انتخاب می شود، مگرآنکه موقعیت خاص راه مقادیر کمتری را ایجاب کند.

۲-۲-۲- گروه‌بندی سرعت طرح

وزارت راه سرعت‌های طرح را به ۵ گروه طبقه‌بندی کرده است.

جدول ۴-۲

نام گروه	سرعت طرح (km/hr)		
	حداقل	متوسط	حداکثر
V۱	۳۰	۴۰	۵۰
V۲	۶۰	۷۰	۸۰
V۳	۸۰	۹۰	۱۰۰
V۴	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰
V۵	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰

۲-۲-۳- گروه سرعت طرح برای انواع راه

درجه‌بندی راه	طبقه بندی راه		
	کوهستانی	تپه ماهور	هموار
آزادراه‌ها	V۳	V۴	V۵
بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی جداشده	V۳	V۴	V۴
راه‌های اصلی	V۲	V۳	V۴
راه‌های فرعی	V۱	V۲	V۳

۲-۳-سرعت حرکت

عبارت است از سرعت متوسطی است که وسایل‌نقلیه عملا با آن سرعت حرکت می‌کنند (و کمتر از سرعت طرح است).

- عوامل مؤثر در سرعت حرکت

۱- سرعت طرح: هر چه سرعت طرح بالا باشد سرعت حرکت بالاتر است.

۲- حجم ترافیک (میزان آمدو شد): هر چه حجم ترافیک بالاتر باشد سرعت حرکت کمتر است.

۳- شرایط محیطی: سرعت حرکت در شب و هوای بارانی و برفی و هوای مه‌آلود پائین‌تر از سرعت حرکت در روز و هوای آفتابی است.

۴- نحوه اجرای مقررات: هر چه مقررات صحیح‌تر اجرا شود سرعت حرکت بالا می‌رود.

۲-۴- حجم ترافیک (میزان آمد و شد)

تعداد وسایل نقلیه که از یک نقطه مشخص در یک زمان معین می گذرند، حجم ترافیک گویند.

۲-۴-۱- متوسط آمد و شد روزانه یک سال Average Annual Daily Traffic (AADT)

عبارت است از میزان آمد و شد کل عبوری از محل معین یک راه در یک سال تقسیم بر ۳۶۵.

موارد استفاده آن:

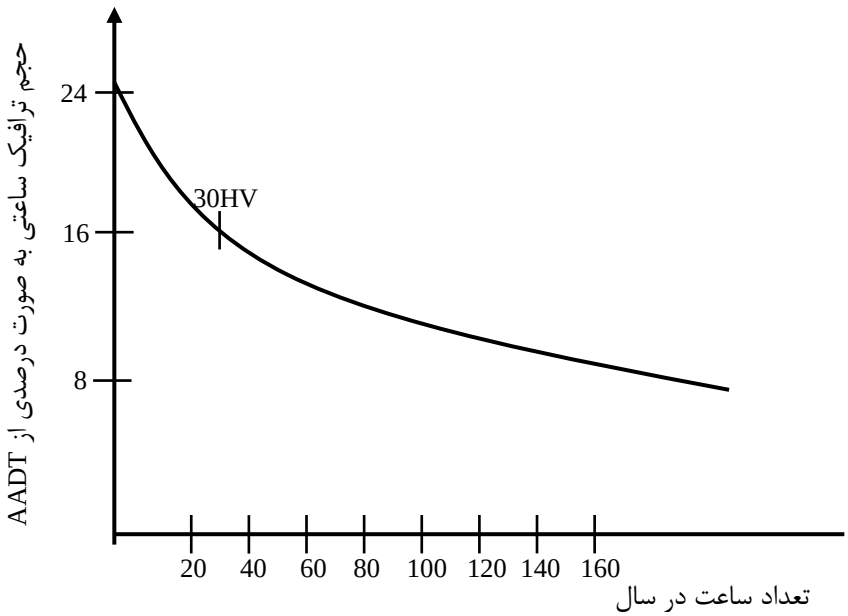
- تقسیم‌بندی راه‌ها
- محاسبات روسازی راه

۲-۴-۲- میزان آمد و شد ساعت طرح Design Hourly Volume (DHV)

حجم سی‌امین ساعت اوج (شلوغ) سال به عنوان میزان آمد و شد ساعت طرح برای طراحی راه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

حجم سی‌امین ساعت اوج عبارت است از حجم ترافیک ساعت اوج که فقط ۲۹ ساعت در سال، حجم ترافیک از آن بیشتر است.

هر گاه منحنی حجم ترافیک ساعتی را به صورت درصدی از AADT در دو جهت راه روی محور قائم و تعداد ساعاتی را که راه این حجم ترافیک را دارا می‌باشد در طی سال، روی محور افقی نشان بدهیم منحنی مربوطه معمولاً شکل زیر را خواهد داشت.



- مقایسه مقدار حجم ساعت سی‌ام در راه‌های مختلف

در راه‌های خارج شهر مقدار حجم ساعت سی‌ام حدود ۱۵٪ AADT است.

در راه‌های شهری مقدار حجم ساعت سی‌ام حدود ۸٪ AADT است.

در راه‌های تفریحی‌گاهی مقدار حجم ساعت سی‌ام حدود ۳۵٪ AADT است.

۲-۴-۳- پیش‌بینی ترافیک

احداث راه و یا توسعه راه‌های موجود براساس حجم ترافیکی که در طول عمرش تولید می‌شود باید انجام گیرد. طبق توصیه مؤسسه آشتو مبنای طراحی ۲۰ سال در نظر گرفته می‌شود.

- عوامل مؤثر در حجم ترافیک در ۲۰ سال آینده

۱- ترافیک موجود و ترافیک جذب‌شده

۲- رشد طبیعی ترافیک در اثر ازدیاد جمعیت

۳- ترافیک تولید شده در اثر احداث تأسیسات جدید

۴- ترافیک ناشی از توسعه زمین‌های مجاور

- فاکتور پیش‌بینی ترافیک

عبارت است از نسبت ترافیک آتی به ترافیک حاضر.

مثال: قرار است یک بزرگراه احداث شود:

AADT = ۲۴۰۰۰ ترافیک حاضر روز / وسیله‌نقلیه

مدت طراحی = ۲۰ سال

رشد طبیعی ترافیک (براساس مطالعه بر روی راه‌های مشابه) = ۶۸٪

ترافیک تولیدشده = ۱۸٪

توسعه ترافیک در اثر توسعه زمین‌های مجاور = ۸۲۰۰ روز / مسافت

AADT = ? بعد از ۲۰ سال

حل-

درصد توسعه ترافیک بعد از ۲۰ سال = ۸۲۰۰ ÷ ۲۴۰۰۰ = ۳۴٪

درصد رشد = ۶۸٪ + ۱۸٪ + ۳۴٪ = ۱۲۰٪

فاکتور پیش‌بینی ترافیک = ۱۲۰ ÷ ۱۰۰ + ۱ = ۲,۲

AADT بعد از ۲۰ سال = ۲۴۰۰۰ × ۲/۲۰ = ۵۲۸۰۰ روز / وسیله‌نقلیه

۲-۵- گنجایش

گنجایش به بیشترین تعداد وسایل نقلیه‌ای گفته می‌شود که انتظار می رود بتواند ظرف مدت یک ساعت با کیفیت معین ترافیک و راه از یک مقطع با طول یکنواختی از یک خط عبور کند.

۲-۵-۱-مفاهیم اولیه

گنجایش مبنا (گنجایش حداکثر، گنجایش مطلق) Basic capacity

گنجایش مبنا به بیشترین تعداد سواری معادل گفته می‌شود که بتواند ظرف مدت یک ساعت در ترافیک متراکم (کیفیت ث)، وضعیت ایده‌آل راه، سرعت طرح مشخص از یک خط عبور بگذرد بدون آنکه راه‌بندان شود.

گنجایش طراحی Design Capacity

به گنجایشی گفته می‌شود که براساس کیفیت موردنظر ترافیک برای مسیر انتخاب می‌شود.
گنجایش راهها در کشور ایران به علت عدم رعایت فاصله ضروری بین وسایل نقلیه بیش از مقادیر ذکر شده در جدول های ۴-۴ و ۴-۱۵ است ولی این موضوع به نوبه خود احتمال تصادف را افزایش می دهد و بنابراین تقریبا از همان گنجایش های اعلام شده در نشریات بین المللی استفاده می شود.

کیفیت ترافیکی راه‌ها
کیفیت ترافیکی به شش گروه زیر تقسیم شده است.

کیفیت	تراکم وسیله نقلیه معادل در هر کیلومتر هر خط عبور
کیفیت الف ـ کیفیت عالی	< ۹
کیفیت ب ـ بسیارخوب	۹-۱۳
کیفیت پ ـ کیفیت خوب	۱۴-۱۹
کیفیت ت ـ کیفیت قابل قبول	۲۰-۲۶
کیفیت ث ـ کیفیت متراکم (دروضعیت استفاده از گنجایش مطلق)	۲۷-۴۰
کیفیت ج ـ کیفیت بد(حالت ناپایدار و راهبندان)	> ۴۰

۲-۵-۲-گنجایش انواع راهها

۲-۵-۲-۱- گنجایش آزادراه‌ها

جدول ۴-۴ گنجایش طراحی هر خط عبور آزادراه‌ها را در وضعیت ایده آل برحسب کیفیت ترافیک و سرعت طرح بدست می‌دهد.

- شرایط ایده‌آل

۱ـ کلیه وسایل نقلیه، سواری است.

۲ـ شیب طولی کمتر از ۲٪ است.

۳ـ عرض هر خط۳٫۶۵ متر است.

۴ـ تا فاصله ۱٫۸۵ متری لبه سواره رو، مانعی ندارد.

جدول ۴-۴ گنجایش هر خط عبور آزادراه‌ها بر حسب کیفیت ترافیک و سرعت طرح

کیفیت ترافیک	حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبور	سرعت طرح ≥ ۱۱۰ km/h			سرعت طرح ۱۰۰ km/h		
		متوسط‌سرعت حرکت km/h	$\frac{V}{C}$	گنجایش طراحی MSF	متوسط‌سرعت حرکت km/h	$\frac{V}{C}$	گنجایش طراحی MSF
الف	۸	≥ ۹۵	۰/۳۵	۷۰۰	–	–	–
ب	۱۳	≥ ۹۰	۰/۵۷	۱۱۰۰	≥ ۸۰	۰/۵	۱۰۰۰
پ	۱۹	≥ ۸۰	۰/۷۵	۱۵۰۰	≥ ۷۵	۰/۷	۱۴۰۰
ت	۲۶	≥ ۷۰	۰/۹۲	۱۸۵۰	≥ ۷۰	۰/۹	۱۸۰۰
ث	۴۰	≥ ۵۰	۱	۲۰۰۰	≥ ۵۰	۱	۲۰۰۰
ج	بیشتر از ۴۰	< ۵۰	*	*	< ۵۰	*	*
کیفیت ترافیک	حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبور	سرعت طرح ۸۰ km/h			سرعت طرح ۶۰ km/h		
		متوسط‌سرعت حرکت km/h	$\frac{V}{C}$	گنجایش طراحی MSF	متوسط‌سرعت حرکت km/h	$\frac{V}{C}$	گنجایش طراحی MSF
الف	۸	–	–	–	–	–	–
ب	۱۳	–	–	–	–	–	–
پ	۱۹	≥ ۷۰	۰/۶۸	۱۳۰۰	–	–	–
ت	۲۶	≥ ۶۵	۰/۸۷	۱۶۵۰	≥ ۵۰	۰/۶۸	۱۳۰۰
ث	۴۰	≥ ۴۵	۱	۱۹۰۰	≥ ۴۵	۱	۱۹۰۰
ج	بیشتر از ۴۰	< ۴۵	*	*	*	*	*

۱) منظور از متوسط سرعت حرکت، میانگین سرعت وسایل‌نقلیه 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.

چنانچه شرایط راه و ترافیک با شرایط ایده آل داده شده در بالا تفاوت داشته باشد، اعداد جدول ۴-۴ باید با استفاده از رابطه زیر تصحیح شود:

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

SF = گنجایش در شرایط واقعی راه و ترافیک و برای کیفیت معین ترافیک برحسب وسیله نقلیه در ساعت

MSF = گنجایش طراحی برای کیفیت معین ترافیک برحسب سواری معادل در ساعت

f_1 = ضریب تعدیل عرض خط و فاصله مانع از لبه سواره‌رو

f_2 = ضریب تعدیل وسایل نقلیه سنگین

f_3 = ضریب تعدیل برای آشنایی به راه

ضریب f_1 از جدول ۴-۵ بدست می‌آید

جدول ۴-۵ ضرایب تعدیل عرض خط و فاصله جسم تا لبهٔ سواره‌رو در آزادراه‌ها

فاصله مانع از لبهٔ سواره‌رو (متر)	ضریب تعدیل									
	مانع دریک طرف سواره‌رو					مانع در دوطرف سواره‌رو				
	عرض خط، متـــر									
	۳/۶۵	۳/۵۰	۳/۲۵	۳/۰۰	۲/۷۵	۳/۶۵	۳/۵۰	۳/۲۵	۳/۰۰	۲/۷۵
	آزادراه چهارخطه (دوخط درهرجهت)									
>۱/۸۵	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۰	۰/۸۳	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۹۶	۰/۹۰	۰/۸۲
۱/۵	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۸۸	۰/۸۱	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۸۰
۱/۰	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۸۷	۰/۸۰	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۸۶	۰/۷۸
۰/۵	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۸۵	۰/۷۹	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۸۸	۰/۸۳	۰/۷۵
۰/۰	۰/۹۰	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۰	۰/۷۲	۰/۸۲	۰/۸۰	۰/۷۷	۰/۷۲	۰/۶۶
	آزادراه شش یا هشت خطه (سه یا چهارخط درهرجهت)									
>۱/۸۵	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۹۵	۰/۸۸	۰/۷۹	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۹۵	۰/۸۸	۰/۷۹
۱/۵	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۸۶	۰/۷۷
۱/۰	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۷۶	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۶
۰/۵	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۷۵	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۸۹	۰/۸۲	۰/۷۴
۰/۰	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۳	۰/۷۴	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۷۹	۰/۷۰

ضریب f_2 : ضریب تعدیل وسایل نقلیه ی سنگین که به صورت زیر به دست می آید :

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

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 جداول مربوطه)

E_b= سواری معادل اتوبوس ها (از جداول مربوطه)

تعیین سواری معادل وسایل نقلیه سنگین(E_t و E_b)

۱- چنانچه قطعه ای از آزادراه شامل سربالایی ها،سرازیری ها و بخش های افقی را بتوان به صورت یک قطعه یکنواخت در نظر گرفت، یعنی شیب ها به اندازه ای طولانی یا زیاد نباشند که روی عملکرد ترافیک در طول قطعه مورد نظر اثر گذارند، در این صورت سواری معادل وسایل نقلیه سنگین برای آن قطعه از راه از جدول ۴-۶ به دست می آید. در این حالت طول شیب های بزرگتر یا مساوی ۳٪ نباید بیش از ۱ کیلومتر باشد.

ضریب	نوع منطقه		
	هموار	تپه ماهور	کوهستانی
E_t	۱,۷	۴	۸
E_b	۱,۵	۳	۵

جدول ۴-۶

۲- اگر قطعه مورد نظر آزادراه، شامل شیبهای مساوی یا بزرگتر از ۳درصد با طول بیش از ۱ کیلومتر، یا شیب کمتر از ۳ درصد با طول بیش از ۲ کیلومتر باشد، سواری معادل از جداول ۴-۷ و ۴-۸ به دست می آید.

جدول ۴-۷ سواری معادل کامیون و تریلی در آزادراه

سربالایی (درصد)	طول (کیلومتر)	درصد وسایل سنگین																	
		۲	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۵	۲۰	۲	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۵	۲۰
		آزادراه ۴خطه								آزادراه ۶ یا ۸ خطه							
< ۱	همه طول‌ها	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۱	۰-۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	۱-۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
	> ۲	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
۲	۰-۰/۵	۴	۴	۴	۳	۴	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۳	۳	۳	۳	۳
	۰/۵-۱	۵	۴	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۵	۴	۴	۳	۳	۳	۳	۳
	۱-۱/۵	۶	۵	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۶	۵	۵	۴	۴	۴	۴	۴
	۱/۵-۲/۵	۷	۶	۶	۵	۴	۴	۴	۴	۷	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۴
	>۲/۵	۸	۶	۶	۶	۵	۵	۴	۴	۸	۶	۶	۵	۴	۴	۴	۴
۳	۰-۰/۵	۶	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۳	۶	۵	۵	۵	۴	۴	۴	۳
	۰/۵-۱	۸	۶	۶	۶	۵	۵	۵	۴	۷	۶	۶	۶	۵	۵	۵	۴
	۱-۱/۵	۹	۷	۷	۶	۵	۵	۵	۵	۹	۷	۷	۷	۶	۵	۵	۵
	۱/۵-۲/۵	۹	۷	۷	۷	۶	۶	۵	۵	۹	۷	۷	۷	۶	۵	۵	۵
	>۲/۵	۱۰	۷	۷	۷	۶	۶	۵	۵	۱۰	۷	۷	۷	۶	۵	۵	۵
۴	۰-۰/۵	۷	۶	۶	۵	۴	۴	۴	۴	۷	۶	۶	۶	۵	۴	۴	۴
	۰/۵-۱	۱۰	۷	۷	۶	۵	۵	۵	۵	۹	۷	۷	۷	۶	۵	۵	۵
	۱-۲	۱۲	۸	۸	۷	۶	۶	۶	۶	۱۰	۸	۸	۷	۶	۵	۵	۵
	>۲	۱۳	۹	۹	۹	۸	۸	۷	۷	۱۱	۹	۹	۹	۸	۷	۶	۶
۵	۰-۰/۵	۸	۶	۶	۶	۵	۵	۵	۵	۸	۶	۶	۶	۵	۵	۵	۵
	۰/۵-۱	۱۰	۸	۸	۷	۶	۶	۶	۶	۸	۷	۷	۶	۵	۵	۵	۵
	۱-۲	۱۲	۱۱	۱۱	۱۰	۸	۸	۸	۸	۱۲	۱۰	۹	۸	۷	۷	۷	۷
	>۲	۱۴	۱۱	۱۱	۱۰	۸	۸	۸	۸	۱۲	۱۰	۹	۸	۷	۷	۷	۷
۶	۰-۰/۵	۹	۷	۷	۷	۶	۶	۶	۶	۹	۷	۷	۶	۵	۵	۵	۵
	۰/۵-۱	۱۳	۹	۹	۸	۷	۷	۷	۷	۱۱	۸	۸	۷	۶	۶	۶	۶
	۱-۲	۱۳	۹	۹	۸	۷	۷	۷	۷	۱۱	۹	۹	۸	۷	۶	۶	۶
	> ۲	۱۷	۱۲	۱۲	۱۱	۹	۹	۹	۹	۱۳	۱۰	۱۰	۹	۸	۸	۸	۸

یادداشت: برای شیب‌های بیش از ۶ درصد ارقام مربوط به ۶ درصد را بکاربرید.

جدول ۴-۸ 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.	

در مورد سرازیری هایی که اثر جدی روی عملکرد وسایل نقلیه سنگین دارد،بهتر است بررسی جداگانه ای صورت گیرد.

ضریب f_3 از جدول زیر بدست می‌آید:

جدول ۴-۹

نوع رانندگان	ضریب تعدیل
رانندگان دائمی و حرفه‌ای	۱
رانندگان تفریحی و غیردائمی	۰,۷۵-۰,۹**

**داوری فنی یا اطلاع محلی برای انتخاب مقدار دقیق به کار رود.

مثال برای محاسبه گنجایش آزادراه

- آزادراه چهار خطه (دو خط در هر جهت)
- کیفیت ترافیک «ب»
- عرض هر خط عبور ۳,۶۵ متر
- فاصله مانع کنار جاده یک متر از هر طرف
- شیب طولی راه ۳٪ ثابت
- طول شیب ۱۵۰۰ متر
- سرعت طرح ۱۱۰ کیلومتر در ساعت
- ترکیب ترافیک: ۱۵٪ کامیون، ۵٪ اتوبوس، بقیه سواری
- ضریب تعدیل آشنایی به راه ۸۵٪ = F_3

حل-

از جدول ۴-۴ برای سرعت طرح $^{km}/_{hr}$ ۱۱۰ و کیفیت «ب» گنجایش در شرایط ایده‌آل برابر است با:

MSF= 1100

از جدول ۴-۵ برای خط با عرض ۳٫۶۵ متر و مانع با فاصله یک متر : $f_1 = 0.97$

ضریب E_t از جدول ۴-۷ و ضریب E_b از جدول ۴-۸ : $\begin{cases} E_t = 5 \\ E_b = 1.6 \end{cases}$

$$\Rightarrow \quad f_2 = \frac{1}{1 + T(E_t - 1) + B(E_b - 1)} = \frac{1}{1 + 0.15(5-1) + 0.05(1.6-1)} = 0.61$$

بنابراین گنجایش برابر خواهد بود با:

وسیله نقلیه در ساعت در هر خط عبور $SF = MSF.f_1.f_2.f_3 = 1100 \times 0.97 \times 0.61 \times 0.85 = 553$

برا ی دو خط عبور در یک جهت: وسیله نقلیه در ساعت $SF = 2 \times 553 = 1106$

۲-۵-۲-۲- گنجایش راه های چندخطه:

راه چند خطه به دلیل عدم کنترل کامل دسترسی،از آزادراهها و بزرگراهها متمایز می شود.گنجایش طراحی هر خط عبور از راه اصلی چندخطه برای وضعیت ایده آل راه و بر حسب سواری معادل در جدول ۴-۱۵ داده شده است.

- شرایط ایده‌آل

۱- راه در دشت واقع است.

۲- عرض هر خط ۳٫۶۵ متر است.

۳ـ تا فاصله ۱٫۸۵ متری لبه سواره‌رو مانعی وجود ندارد.

۴ـ کلیه وسایل نقلیه اتومبیل سواری است.

۵ـ راه جدا شده است.

جدول ۴-۱۵ گنجایش هر خط عبور راه‌های اصلی (چندخطه) بر حسب کیفیت ترافیک و سرعت طرح

کیفیت ترافیک	حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبور	سرعت طرح ≥ ۱۱۰ km/h			سرعت طرح ۱۰۰ km/h		
		متوسط‌سرعت حرکت km/h	$\frac{V}{C}$	گنجایش طراحی MSF	متوسط‌سرعت حرکت km/h	$\frac{V}{C}$	گنجایش طراحی MSF
الف	۸	≥ ۹۰	۰/۳۵	۷۰۰	≥ ۸۰	۰/۳۳	۶۵۰
ب	۱۳	≥ ۸۵	۰/۵۵	۱۱۰۰	≥ ۷۵	۰/۵	۱۰۰۰
پ	۱۹	≥ ۷۵	۰/۷	۱۴۰۰	≥ ۷۰	۰/۶۵	۱۳۰۰
ت	۲۶	≥ ۶۵	۰/۸۵	۱۷۰۰	≥ ۶۵	۰/۸۵	۱۷۰۰
ث	۴۰	≥ ۵۰	۱	۲۰۰۰	≥ ۵۰	۱	۲۰۰۰
ج	بیشتر از ۴۰	< ۵۰	*	*	< ۵۰	*	*
کیفیت ترافیک	حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبور	سرعت طرح ۸۰ km/h			سرعت طرح ۶۰ km/h		
		متوسط‌سرعت حرکت km/h	$\frac{V}{C}$	گنجایش طراحی MSF	متوسط‌سرعت حرکت km/h	$\frac{V}{C}$	گنجایش طراحی MSF
الف	۸	–	–	–	–	–	–
ب	۱۳	≥ ۷۰	۰/۴۷	۹۰۰	–	–	–
پ	۱۹	≥ ۶۰	۰/۶	۱۱۵۰	–	–	–
ت	۲۶	≥ ۵۵	۰/۷۶	۱۴۵۰	≥ ۵۰	۰/۶۸	۱۳۰۰
ث	۴۰	≥ ۴۵	۱	۱۹۰۰	≥ ۴۵	۱	۱۹۰۰
ج	بیشتر از ۴۰	< ۴۵	*	*	< ۴۵	*	*

شش کیفیت مختلف بر اساس تراکم و متوسط سرعت حرکت وسایل نقلیه نیز در جدول ۴-۱۵ ارائه شده است.

چنانچه شرایط راه و ترافیک به شرایط ایده آل ذکر شده تفاوت داشته باشد،اعداد جدول ۴-۱۵ به شرح زیر تعدیل می شود:

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

MSF = گنجایش خط عبور طبق جدول ۴-۱۵

f_1= ضریب تعدیل عرض خط و فاصله مانع از لبه سوراه‌رو که ازجدول ۴-۱۶ بدست می‌آید.

جدول ۴-۱۶ ضرایب تعدیل عرض خط و فاصلهٔ مانع از لبهٔ سواره‌رو

فاصله مانع[۱] از لبهٔ سواره‌رو (متر)	ضریب تعدیل									
	مانع دریک طرف سواره‌رو[۲]				مانع در دوطرف سواره‌رو[۳]					
	عرض خط، متـر									
	۲/۷۵	۳	۳/۲۵	۳/۵	۳/۶۵	۲/۷۵	۳	۳/۲۵	۳/۵	۳/۶۵
	راه چهارخطه جداشده (دوخط درهرجهت)									
≥ ۱/۸۵	۰/۸۱	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۹۹	۱	۰/۸۱	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۹۹	۱
۱/۲	۰/۸	۰/۹	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۷۹	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۹۷	۰/۹۸
۰/۶	۰/۷۹	۰/۸۸	۰/۹۳	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۷۶	۰/۸۶	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۴
۰	۰/۷۳	۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۹	۰/۶۶	۰/۷۴	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۸۱
	راه شش خطه جداشده (سه خط درهرجهت)									
≥ ۱/۸۵	۰/۷۸	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۹۸	۱	۰/۷۸	۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۹۸	۱
۱/۲	۰/۷۷	۰/۸۸	۰/۹۳	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۷۷	۰/۸۷	۰/۹۳	۰/۹۶	۰/۹۸
۰/۶	۰/۷۶	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۷۵	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۹۴	۰/۹۶
۰	۰/۷۴	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۷	۰/۸۱	۰/۸۶	۰/۹۰	۰/۹۱
	راه چهارخطه جدانشده (دوخط درهرجهت)									
≥ ۱/۸۵	۰/۷۷	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۹۸	۱	–	–	–	–	–
۱/۲	۰/۷۶	۰/۸۸	۰/۹۳	۰/۹۶	۰/۹۸	–	–	–	–	–
۰/۶	۰/۷۵	۰/۸۶	۰/۹۱	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۷۵	۰/۸۶	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۴
۰	۰/۷	۰/۸	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۸۸	۰/۶۶	۰/۷۴	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۸۱
	راه شش خطه جدانشده (سه خط درهرجهت)									
≥ ۱/۸۵	۰/۷۷	۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۹۸	۱	–	–	–	–	–
۱/۲	۰/۷۶۱	۰/۸۸	۰/۹۴	۰/۹۷	۰/۹۹	–	–	–	–	–
۰/۶	۰/۷۵	۰/۸۶	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۷۵	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۹۴	۰/۹۶
۰	۰/۷۲	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۷	۰/۸۱	۰/۸۶	۰/۹۰	۰/۹۱

علامت (-) نشان می‌دهد که ضریب کار برد ندارد.

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

(۲) استفاده از ضرایب مربوط به موانع یک طرفه تأثیر جریان مقابل را نیز دربر می‌گیرد.

(۳) موانع دوطرفه شامل یک مانع درکنار راه و یک مانع در میانه نیز می‌شود.

f_2= ضریب تعدیل ترکیب ترافیکی (ضریب تعدیل وسایل نقلیه سنگین) که نظیر آنچه برای آزادراه‌ها گفته شد حساب می‌شود.

f_3= ضریب تعدیل برای آشنایی با راه که نظیر آزادراه‌ها حساب می‌شود.

f_4= ضریب تعدیل برای آبادانی‌های اطراف و نوع راه چندخطه که از جدول زیر محاسبه می‌شود:

جدول ۴-۱۷

نوع راه	جدا شده	جدا نشده
برون شهری	۱	۰,۹۵
حومه شهری	۰,۹	۰,۸

۲-۵-۲-۳- گنجایش راه‌های دوخطه

راه دو خطه جاده ای است که در هر جهت دارای یک خط برای عبور 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 ی خودروی جهت مقابل اجازه می دهد.)

برای تعیین کیفیت ترافیکی جاده‌های دوخطه سه پارامتر زیر بکار می‌رود:

الف ــ درصد تأخیر: درصد تاخیر نشان دهنده ی تحرک و دسترسی است وبرابر با متوسط درصد زمانی است که کل وسایل نقلیه، به دلیل حرکت به صورت قطار و عدم توانایی سبقت گرفتن از دست می‌دهد.

ب ــ متوسط سرعت حرکت: نشان دهنده ی تحرک در جاده های دو خطه است و برابر است با طول بخش تحت مطالعه تقسیم بر متوسط زمان حرکت کل وسایل نقلیه‌ای که در دو جهت، آن بخش جاده را طی کرده است.

ج ــ ضریب دسترسی به راه: نشان‌دهنده میزان مشکلات دسترسی به جاده می‌باشد و برابر است با نسبت حجم ترافیک (V) به گنجایش مطلق (C) در شرایط ایده‌آل (یعنی V/C .)

هر چه این ضریب بزرگتر باشد، دسترسی به راه مشکل تر است.

الف- شرایط ایده‌آل:

۱ـ سرعت طرح $\geq 100\, km/hr$

۲ـ عرض خط عبور $\geq 3.65m$

۳-شانه های راه بدون مانع و عرض شانه‌ها $\geq 1.85m$

۴ـ سبقت در طول جاده امکان‌پذیر است.

۵ـ وسایل نقلیه از نوع سواری است.

۶ـ توزیع ترافیک در دو جهت به صورت ۵۰/۵۰ است.
۷ـ هیچ‌گونه عامل بازدارنده مانند وسایل کنترل ترافیک یا دور زدن وسایل نقلیه وجود ندارد.
۸ـ منطقه عبور، دشت است.
برای شرایط ایده‌آل گنجایش مطلق جاده دوخطه برابر ۲۸۰۰ سواری در ساعت برای هردو جهت است.

ب-محاسبه گنجایش راه‌های دوخطه برای شرایط واقعی

۱- روش قطعه راه

که در آن قطعه ای از راه به عنوان قطعه ای نمونه از مسیر در نظر گرفته می شود.در روش قطعه راه, شیب های مساوی یا بزرگتر از ۳٪ باید کمتر از یک کیلومتر باشد. اگر این شرایط وجود نداشته باشد هر بخش راه با استفاده از یک شیب مشخص به طور مجزا مورد بررسی قرار می گیرد.
در روش قطعه راه، 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 میشود. این روش برای قطعات راهی به طول حداکثر ۳,۵ کیلومتر به کار می رود. دراین حالت:

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

SF= گنجایش راه برای دو جهت در شرایط واقعی راه و ترافیک و برای کیفیت ترافیک مورد نظر برحسب وسیله نقلیه در ساعت.
$(\frac{V}{C})$ = نسبت حجم ترافیک برای کیفیت ترافیک موردنظر به گنجایش مطلق در شرایط ایده‌آل که از جدول ۴-۱۸ بدست می‌آید.
f_1= ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو جهت که از جدول ۴-۲۰ بدست می‌آید.
f_2= ضریب تعدیل برای عرض خط عبور و عرض مفید شانه که از جدول ۴-۲۱ بدست می‌آید.
f_3= ضریب تعدیل برای وسایل نقلیه سنگین در ترافیک که از فرمول زیر به دست می آید:

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

T= نسبت تعداد کامیون‌ها وتریلی‌ها به کل ترافیک
B= نسبت تعداد اتوبوس‌ها به کل ترافیک
E_t= سواری معادل کامیون‌ها و تریلی‌ها
E_b= سواری معادل اتوبوس‌ها

E_t و E_b از جدول ۴-۲۲ به دست می آیند.

جدول ۴-۱۸ نسبت حجم ترافیک به گنجایش در شرایط ایده‌آل راه برحسب طبقه‌بندی و کیفیت ترافیک

کیفیت ترافیک	درصد زمان تأخیر	نسبت V/C (۱)															
		منطقه مسطح							منطقه تپه ماهوری							منطقه کوهستانی						
		متوسط سرعت حرکت (۲)	درصد مناطق سبقت ممنوع							متوسط سرعت حرکت (۲)	درصد مناطق سبقت ممنوع						متوسط سرعت حرکت (۲)	درصد مناطق سبقت ممنوع					
			۰	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰			۰	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰		۰	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰
الف	≤ ۳۰	≥ ۹۳	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۴		≥ ۹۱	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	≥ ۹۰	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۱
ب	≤ ۴۵	≥ ۸۸	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۶		≥ ۸۶	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۳	≥ ۸۶	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۰
پ	≤ ۶۰	≥ ۸۳	۰/۴۳	۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۳۲		≥ ۸۲	۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۲۸	≥ ۷۸	۰/۳۹	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۱۶
ت	≤ ۷۵	≥ ۸۰	۰/۶۴	۰/۶۲	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۵۷		≥ ۷۸	۰/۶۲	۰/۵۷	۰/۵۲	۰/۴۸	۰/۴۶	۰/۴۳	≥ ۷۲	۰/۵۸	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۴۰	۰/۳۷	۰/۳۳
ث	> ۷۵	≥ ۷۲	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰		≥ ۶۴	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۹۰	≥ ۵۶	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۲	۰/۸۰	۰/۷۸
ج	۱۰۰	< ۷۲	–	–	–	–	–	–		< ۶۴	–	–	–	–	–	–	< ۵۶	–	–	–	–	–	–

(۱) نسبت حجم ترافیک به گنجایش در شرایط ایده‌آل راه

(۲) متوسط سرعت حرکت کلیه وسایل‌نقلیه برای راه‌هایی با سرعت طرح بیش از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت است. چنانچه سرعت طرح جاده کمتر از ۱۰۰ کیلومتر برساعت باشد باید به ازاء هر ۱۰ کیلومتر در ساعت کاهش در سرعت طرح، متوسط سرعت حرکت، ۴ کیلومتر برساعت کاهش یابد.

جدول ۴-۱۹ معیار سنجش کیفیت ترافیک در راه‌های دوخطه در سربالایی‌ها

کیفیت ترافیک	متوسط سرعت درسربالایی (km/hr)
الف	≥ ۹۰
ب	≥ ۸۰
پ	≥ ۷۰
ت	≥ ۶۵
ث	≥ ۶۰[1]
ج	< ۶۰[1]

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

توجه: برای سنجش ترافیک قطعه ای یکنواخت از راه موجود بر حسب منطقه و نسبت حجم ترافیک به گنجایش مطلق، به جدول ۴-۱۸ و در مورد سربالایی ها بر حسب سرعت متوسط به جدول ۴-۱۹ مراجعه می شود:

جدول ۴-۲۰ ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو جهت - قطعه راه

توزیع ترافیک در دو طرف	۵۰/۵۰	۶۰/۴۰	۷۰/۳۰	۸۰/۲۰	۹۰/۱۰	۱۰۰/۰
ضریب تعدیل	۱	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۸۳	۰/۷۵	۰/۷۱

جدول ۴-۲۱ ضریب تعدیل برای عرض خط عبور و عرض مفید شانه

عرض مفید شانه[1] (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 الف - ت	کیفیت[2] ث	کیفیت الف - ت	کیفیت[2] ث	کیفیت الف - ت	کیفیت[2] ث	کیفیت الف - ت	کیفیت[2] ث	کیفیت الف - ت	کیفیت[2] ث
≥ ۱/۸۵	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) درصورتی که عرض شانه در طرفین راه متفاوت باشد از عرض میانگین استفاده شود.

(۲) ضریب تعدیل در کلیه سرعت‌های کمتر از ۷۵ کیلومتربرساعت قابل استفاده است.

جدول ۴-۲۲ سواری معادل کامیون و اتوبوس - قطعه راه

نوع وسیله‌نقلیه	کیفیت ترافیک	نوع منطقه		
		مسطح	تپه ماهوری	کوهستانی
کامیون و تریلی (E_t)	الف	۲	۴	۷
	ب و پ	۲/۲	۵	۱۰
	ت و ث	۲	۵	۱۲
اتوبوس (E_b)	الف	۱/۸	۳	۵/۷
	ب و پ	۲	۳/۴	۶
	ت و ث	۱/۶	۲/۹	۶/۵

۲- روش شیب مشخص

در روش شیب مشخص تحلیل بر اساس شیب سربالایی که از یک مسیر هموار(افقی) شروع شده است، انجام می گیرد.در صورتی که شیب های متعددی وجود داشته باشند،می توان یک شیب متوسط را با تقسیم کل اختلاف ارتفاع به طول محاسبه کرد.

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

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

$\frac{V}{C}$ از جدول ۴-۲۳ به دست می آید.

f_1= ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دوجهت که از جدول ۴-۲۴ به دست می آید.

f_2= ضریب تعدیل برای عرض خط عبور و عرض مفید شانه که از جدول ۴-۲۱ (مانند روش قطعه راه) به دست می آید.

f_3= ضریب تعدیل برای اثر شیب روی اتومبیل‌های سواری که از رابطه ی مقابل به دست می آید:

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

P= درصد اتومبیل سواری در سربالائی

I_p= ضریب بازدارندگی برای اتومبیل سواری. $I_p = 0.02(E - E_0)$

E= معادل اتومبیل سواری برای شیب، سرعت و طول شیب مشخص

E_0= معادل اتومبیل سواری برای شیب صفر درصد و سرعت مشخص

E و E_0 از جدول ۴-۲۵ به دست می آیند.

f_4= ضریب تعدیل برای وسایل نقلیه سنگین در سربالایی:

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

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

E_{hv}= سواری معادل برای کل وسایل نقلیه سنگین موجود در سربالائی:

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

P_t= نسبت کامیون‌ها و تریلی‌ها به کل وسایل نقلیه سنگین،که از تقسیم درصد کامیون های موجود به کل درصد وسایل نقلیه سنگین در ترافیک به دست می آید: $P_t = \frac{T}{T + B}$

E= سواری معادل برای شیب، سرعت و طول شیب مشخص که ازجدول ۴-۲۵ به دست 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

جدول ۴-۲۳ مقادیر نسبت حجم به گنجایش[۱] (V/C) برحسب سرعت، درصد شیب و درصد مناطق سبقت ممنوع

شیب راه (٪)	متوسط سرعت سربالایی کیلومتر در ساعت	درصد مناطق سبقت ممنوع					
		۰	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰
۳	۹۰	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۶
	۸۵	۰/۴۰	۰/۳۶	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۲۵
	۸۰	۰/۶۶	۰/۶۱	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۵۱	۰/۴۹
	۷۵	۰/۸۸	۰/۸۳	۰/۷۹	۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۷۲
	۷۰	۱/۰۰	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۹۰
	۶۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۴	۹۰	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۶
	۸۵	۰/۳۸	۰/۳۴	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۳
	۸۰	۰/۶۳	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۵۱	۰/۴۹	۰/۴۷
	۷۵	۰/۸۵	۰/۸۰	۰/۷۶	۰/۷۳	۰/۷۱	۰/۶۹
	۷۰	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۸۹	۰/۸۸
	۶۵	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹
۵	۹۰	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۴
	۸۵	۰/۳۴	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۱۴
	۸۰	۰/۵۹	۰/۵۱	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۳۹
	۷۵	۰/۸۱	۰/۷۳	۰/۶۸	۰/۶۴	۰/۶۱	۰/۵۹
	۷۰	۰/۹۵	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۱	۰/۷۹	۰/۷۷
	۶۵	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۹۲	۰/۹۰
	۶۰	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۶
۶	۹۰	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱
	۸۵	۰/۲۵	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۲
	۸۰	۰/۵۰	۰/۴۲	۰/۳۷	۰/۳۳	۰/۳۰	۰/۲۸
	۷۵	۰/۷۰	۰/۶۴	۰/۵۸	۰/۵۳	۰/۴۹	۰/۴۶
	۷۰	۰/۸۹	۰/۸۱	۰/۷۴	۰/۶۸	۰/۶۵	۰/۶۲
	۶۵	۰/۹۶	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۸۰	۰/۷۶
	۶۰	۰/۹۹	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۸۸	۰/۸۶	۰/۸۷
	۵۰	۱/۰۰	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۶
۷	۹۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
	۸۵	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴
	۸۰	۰/۳۶	۰/۲۹	۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۴
	۷۵	۰/۵۶	۰/۵۳	۰/۴۴	۰/۳۷	۰/۳۲	۰/۲۸
	۷۰	۰/۸۲	۰/۷۱	۰/۶۲	۰/۵۴	۰/۴۸	۰/۴۳
	۶۵	۰/۹۲	۰/۸۱	۰/۷۴	۰/۶۸	۰/۶۳	۰/۵۷
	۶۰	۰/۹۷	۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۶۸
	۵۰	۱/۰۰	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۸۸	۰/۸۶	۰/۸۴

(۱) نسبت جریان ترافیک به گنجایش مطلق در شرایط ایده‌آل (۲۸۰۰ وسیله نقلیه سواری معادل در ساعت) با فرض این‌که عملکرد اتومبیل سواری تأثیر شیب قرار ندارد.

(۲) برای مقادیر مابین «درصد مناطق سبقت ممنوع» درون‌یابی شود. همچنین «درصد شیب» به عدد صحیح بالاتر گرد شود.

جدول ۴-۲۴ ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو طرف راه دو خطه - 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 ۴-۲۵ سواری معادل در راه‌های دوخطه - شیب مشخص

شیب راه (٪)	طول شیب (کیلومتر)	متوسط سرعت در سربالایی (کیلومتر در ساعت)							
		۵۰	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵	۸۰	۸۵	۹۰
۰	نامحدود	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۱/۶	۱/۸	۲/۲
۳	۰/۵	۱/۶	۱/۷	۱/۷	۱/۸	۱/۹	۲/۱	۲/۶	۳/۳
	۱/۰	۱/۸	۱/۹	۱/۹	۲/۰	۲/۳	۲/۶	۳/۴	۴/۶
	۱/۵	۲/۱	۲/۱	۲/۲	۲/۴	۲/۸	۳/۲	۴/۵	۶/۶
	۲/۰	۲/۴	۲/۵	۲/۶	۲/۹	۳/۴	۴/۲	۶/۰	۱۰/۱
	۲/۵	۲/۷	۲/۹	۳/۰	۳/۴	۴/۱	۵/۲	۷/۶	۱۴/۱
	۳/۰	۳/۰	۳/۳	۳/۶	۴/۰	۴/۹	۶/۲	۹/۹	۲۰/۶
	۴/۰	۳/۷	۴/۳	۴/۸	۵/۵	۶/۸	۸/۶	۱۸/۷	۵۹/۹
	۵/۰	۴/۳	۵/۳	۶/۰	۷/۲	۹/۱	۱۱/۷	۲۹/۸	۹۴/۴
	۶/۰	۵/۱	۶/۴	۷/۴	۹/۳	۱۲/۷	۱۷/۴	۴۳/۶	*
۴	۰/۵	۱/۷	۱/۸	۱/۸	۱/۹	۲/۰	۲/۴	۲/۸	۳/۶
	۱/۰	۲/۰	۲/۱	۲/۱	۲/۳	۲/۷	۳/۱	۴/۰	۵/۴
	۱/۵	۲/۴	۲/۵	۲/۶	۳/۰	۳/۴	۴/۲	۶/۱	۹/۸
	۲/۰	۲/۸	۳/۱	۳/۳	۳/۷	۴/۶	۵/۸	۹/۰	۱۶/۷
	۲/۵	۳/۴	۳/۷	۴/۱	۴/۶	۵/۹	۷/۵	۱۳/۵	۲۵/۲
	۳/۰	۴/۰	۴/۵	۵/۰	۵/۹	۷/۵	۹/۶	۱۷/۳	۴۷/۷
	۴/۰	۵/۳	۶/۴	۷/۳	۸/۷	۱۱/۵	۱۴/۸	۳۴/۵	۶۷/۸
	۵/۰	۶/۸	۸/۵	۹/۹	۱۲/۱	۱۶/۸	۲۲/۸	۵۳/۷	*
	۶/۰	۸/۵	۱۱/۰	۱۳/۱	۱۷/۶	۲۷/۳	۴۱/۲	۶۰/۲	*
۵	۰/۵	۱/۸	۱/۹	۱/۹	۲/۰	۲/۳	۲/۵	۳/۲	۴/۴
	۱/۰	۲/۳	۲/۳	۲/۴	۲/۷	۳/۰	۳/۷	۵/۰	۷/۶
	۱/۵	۲/۸	۳/۰	۳/۲	۳/۶	۴/۳	۵/۴	۸/۲	۱۴/۳
	۲/۰	۳/۴	۳/۹	۴/۲	۴/۷	۶/۰	۷/۸	۱۳/۶	۲۸/۲
	۲/۵	۴/۲	۴/۹	۵/۴	۶/۱	۸/۱	۱۰/۶	۲۰/۳	۴۶/۸
	۳/۰	۵/۰	۶/۲	۷/۰	۸/۴	۱۱/۱	۱۵/۰	۳۱/۳	۷۹/۹
	۴/۰	۷/۳	۹/۷	۱۱/۴	۱۴/۵	۱۹/۵	۲۶/۳	۴۴/۸	*
	۵/۰	۹/۸	۱۳/۷	۱۶/۵	۲۲/۷	۳۱/۰	۴۱/۰	*	*
	۶/۰	۱۲/۹	۱۹/۰	۲۳/۸	۳۹/۱	۵۴/۶	*	*	*
۶	۰/۵	۱/۹	۲/۰	۲/۰	۲/۲	۲/۴	۲/۸	۳/۷	۴/۴
	۱/۰	۲/۵	۲/۶	۲/۷	۳/۱	۳/۶	۴/۳	۶/۳	۹/۷
	۱/۵	۳/۲	۳/۶	۳/۸	۴/۳	۵/۴	۷/۰	۱۱/۴	۲۰/۶
	۲/۰	۴/۲	۴/۸	۵/۳	۶/۲	۸/۳	۱۱/۵	۲۱/۰	۴۷/۸
	۲/۵	۵/۳	۶/۳	۷/۱	۸/۶	۱۱/۸	۱۶/۸	۳۲/۰	۷۸/۶
	۳/۰	۶/۶	۸/۵	۹/۸	۱۲/۸	۱۷/۱	۲۴/۲	۴۵/۵	*
	۴/۰	۱۰/۵	۱۴/۹	۱۷/۸	۲۳/۷	۳۳/۵	۴۷/۲	*	*
	۵/۰	۱۵/۰	۲۲/۴	۲۷/۶	۳۸/۶	۵۴/۱	*	*	*
	۶/۰	۲۱/۳	۳۳/۰	۴۲/۰	۶۵/۰	*	*	*	*
۷	۰/۵	۲/۱	۲/۲	۲/۲	۲/۴	۲/۷	۳/۱	۴/۱	۵/۹
	۱/۰	۲/۸	۴/۰	۳/۲	۳/۶	۴/۲	۵/۱	۷/۹	۱۲/۵
	۱/۵	۳/۸	۴/۲	۴/۶	۵/۳	۶/۷	۸/۸	۱۶/۶	۳۱/۶
	۲/۰	۵/۱	۶/۱	۶/۷	۸/۱	۱۱/۳	۱۹/۱	۲۹/۸	*
	۲/۵	۶/۶	۸/۳	۹/۴	۱۱/۷	۱۷/۰	۲۵/۲	۴۶/۶	*
	۳/۰	۸/۸	۱۱/۹	۱۴/۰	۱۷/۹	۲۶/۳	۳۹/۲	۷۷/۲	*
	۴/۰	۱۵/۱	۲۲/۷	۲۷/۴	۳۳/۵	۴۳/۰	۵۳/۱	*	*
	۵/۰	۲۲/۰	۳۴/۱	۴۳/۳	۶۱/۶	*	*	*	*
	۶/۰	۲۹/۰	۴۳/۸	۵۹/۵	*	*	*	*	*

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

مثال - روش شیب مشخص برای تعیین گنجایش راه

مطلوب است گنجایش راه برای کیفیت «ت»
جاده دوخطه در یک منطقه کوهستانی با مشخصات زیر:

شیب 6% درطول 1.5^{km}
سرعت طرح: 100 km/hr
عرض خط عبور 3.65^{m}
عرض شانه ها 1.5^{m}
درصد مناطق سبقت ممنوع 60%
توزیع جهتی ترافیک 70/30 در سربالائی
ترکیب ترافیک: 10% کامیون، 8% اتوبوس، 82% اتومبیل سواری

حل- چون شیب راه 6% و طول آن 1.5 کیلومتر است باید از روش «شیب مشخص» استفاده نمود و از روش «قطعه راه» نمی‌توان استفاده کرد (در این روش طول شیب‌های مساوی یا بزرگتر از 3% باید از یک کیلومتر کمتر باشد)

$65^{km}/_{hr}$ = متوسط سرعت درسربالائی $\xrightarrow{\text{جدول ۴-۱۹}}$ برای کیفیت ترافیک ت

برای شیب 6% و متوسط سرعت سربالائی 65 و درصد مناطق سبقت ممنوع 60% :

$\xrightarrow{\text{جدول ۴-۲۳}}$ $V/C = 0.82$ (حجم به گنجایش)

درصدترافیک در سربالائی 70% و جدول ۴-۲۴ : $f_1 = 0.78$ ضریب تعدیل توزیع ترافیک

عرض خط عبور 3.65 متر و عرض شانه‌ها 1.5 متر و برای کیفیت ترافیک «ت»و با استفاده از درونیابی جدول ۴-۲۱ :

$$f_2 = \frac{1+0.12}{2} = 0.96$$

شیب 6% و طول شیب 1.5^{km} و متوسط سرعت در سربالایی $65^{km/hr}$ و جدول ۴-۲۵:

$$\begin{cases} E = 3.8 \\ E_0 = 1.3 \end{cases}$$

I_p = 0.02 (E-E0) $\Rightarrow$ Ip = 0.02 (3.8-1.3)=0.05 : ضریب بازدارندگی برای اتومبیل سواری

$$\Rightarrow f_3 = \frac{1}{1+PI_p} = \frac{1}{1+0.82(0.05)} \quad f_3 = 0.96$$ ضریب تعدیل برای اثر شیب روی اتومبیل‌های سواری

P_{hv}= T+B=0.10+0.08=0.18 درصد کل وسایل نقلیه سنگین در سربالائی

$p_t = \frac{T}{P_{hv}} = \frac{0.10}{0.18} = 0.55$ نسبت کامیون‌ها به کل وسایل نقلیه سنگین

E_{hv}= 1+(0.25+P_t)(E-1)=3.24 سواری معادل برای کل وسایل نقلیه سنگین موجود در سربالایی

$f_4 = \frac{1}{1 + P_{hv}(E_{hv} - 1)} = \frac{1}{1 + 0.18(3.24 - 1} = 0.71$ ضریب تعدیل وسایل نقلیه سنگین در سربالایی

گنجایش راه برای دو جهت راه :

$$SF = 2800\left(V/C\right) \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 = 2800(0.82) \times 0.78 \times 0.96 \times 0.96 \times 0.71 = 1171$$

وسیله نقلیه در ساعت برای دو طرف راه $\Rightarrow \quad SF = 1171$