جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه

# آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی

نشریه شماره ۱۹۶

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۷۸

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۸/۰۰/۷۳

**فهرستبرگه**

**سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها**

آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی / معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها.- تهران: سازمان برنامه وبودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۸.

۱ج.(شماره گذاری گوناگون).: مصور.- (سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره ۱۹۶)(انتشارات سازمان برنامه وبودجه؛ ۷۳/۰۰/۷۸)

ISBN 964-425-181-4

مربوط به بخشنامه شماره ۵٤٤٥٥/٥٤-۱۰۲/٦٥۱۰ مورخ ۱۳۷۸/۱۰/۱۵

واژه‌نامه : انگلیسی - فارسی؛ فارسی - انگلیسی

۱. راههای روستایی - طرح و برنامه‌ریزی. ۲. راهسازی - استانداردها. ۳. آیین‌نامه‌ها - ایران. الف. سازمان برنامه وبودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.

ش. ۱۹۶ ۲س/۳٦۸ TA

شابک ۴-۱۸۱-۴۲۵-۹۶۴ ISBN 964-425-181-4

***آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی***

**تهیه کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها**

ناشر: سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه، ۱۳۷۸

قیمت: ۱۰۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ

**همه حقوق برای ناشر محفوظ است.**

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه
دفتر رئیس

تاریخ : .....
شماره : .....
پیوست : .....

بسمه تعالی

| | |
|---|---|
| به: تمامی دستگاههای اجرایی و مشاوران | شماره: ۱۰۲/۶۵۱۰-۵۴/۵۴۵۵<br>تاریخ: ۱۳۷۸/۱۰/۱۵ |

موضوع: آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی

به‌استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آئین‌نامه استانداردهای اجرائی طرحهای عمرانی این دستورالعمل از نوع‌گروه [اول] مذکوردرماده هفت‌آئین‌نامه‌در [یک] صفحه صادر می‌گردد.

تاریخ مندرج در ماده ۸ آئین‌نامه در مورد این دستورالعمل [۱۳۷۹/۲/۱] می‌باشد.

به‌پیوست نشریه شماره ۱۹۶ دفترامورفنی وتدوین معیارهای این سازمان با عنوان "آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی" ابلاغ می‌گردد.

مفاد آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی در تمامی طرح‌هایی که هزینه اجرای آنها از محل اعتبارات طرح‌های عمرانی تأمین می‌گردد، لازم‌الاجرا است. ولی در یک دوره گذر دو ساله تا ۱۳۸۱/۲/۱ استفاده از دیگر آیین‌نامه‌های معتبر مجاز خواهد بود.

محمدعلی نجفی
معاون رییس‌جمهور و رییس
سازمان برنامه و بودجه

کدپستی : ۱۱۴۹۴، آدرس تلگرافی : تهران برنامه
تلفن ۳۲۷۱
شماره فکس : فارسی ۲۱۶۶۱۰۳، لاتین ۲۱۲۶۴۲

بسمه تعالی

## پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارهاو استانداردها درمراحل تهیه (مطالعات امکان سنجی)، مطالعه و طراحی، اجرا، بهره برداری و نگهداری طرحهای عمرانی بلحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها، کیفیت طراحی و اجرا ( عمرمفید ) و هزینه های نگهداری و بهره برداری از اهمیت ویژه أی برخوردار می باشد.

نظام جدید فنی و اجرایی طرحهای عمرانی کشور ( مصوب جلسه مورخ ۱۳۷۵/۳/۲۳ هیات محترم وزیران ) بکارگیری از معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه های نگهداری و بهره برداری در قیمت تمام شده طرحها را مورد تاکید جدی قرار داده است.

با توجه به مراتب فوق و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امورآب وزارت نیرو ( طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور ) با همکاری معاونت امور فنی سازمان برنامه و بودجه ( دفتر امور فنی و تدوین و معیارها ) بر اساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با درنظرداشتن مواردزیر تهیه و تدوین شده است :

_ استفاده از تخصصها و تجربه های کارشناسان و صاحبنظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی.

_ استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین المللی.

_ بهره گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت.

_ ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره برداری و ارزشیابی طرحها.

_ پرهیز از دوباره کاریها و اتلاف منابع مالی و غیر مالی کشور.

_ توجه به اصول و موازین مورد عمل موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایرموسسات معتبر تهیه کننده استاندارد.

ضمن تشکر از اساتید محترم دانشگاه صنعتی اصفهان، برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دستاندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یادشده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحبنظران و متخصصان نیز با اظهارنظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

دفتر امور فنی و تدوین معیارها

پائیز ۱۳۷۸

# اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی :

دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان برنامه و بودجه با استفاده از نظر کارشناسان عالی و کمیته‌های تخصصی مبادرت به تهیه این اثر نموده و آنرا برای استفاده جامعه مهندسی کشور در اختیار شما، همکار گرامی قرار داده است. این دفتر معترف است که با وجود تلاش فراوان و بی‌شائبه تهیه کنندگان، این اثر بطور طبیعی مصون از ایرادهایی نظیر :

غلطهای چاپی، دستوری، ابهام، ایهام، انشایی و موضوعی نیست.

از این رو، این دفتر صمیمانه از شما خواننده گرامی تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه اشکال و ایراد اعم از ویرایشی یا موضوعی مراتب را بصورت زیر گزارش فرمایید:

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- بصورت خلاصه ایرادتان را بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را بدقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر شما همکار ارجمند سپاسگزاریم.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان خوشدل‌نیکخو، سازمان برنامه و بودجه
دفتر امور فنی و تدوین معیارها، کد پستی ۱۱۴۹۴

## پیشگفتار

به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه،آیین نامه طرح‌هندسی راه روستایی توسط دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان برنامه و بودجه تهیه شده است. در این آیین نامه، از توان علمی و دانش مهندسی جمعی از کارشناسان برجسته کشور استفاده شده و هدف اصلی آن، فراهم آوردن مبنایی مشترک و اصلی، برای تهیه طرح‌هندسی راه روستایی است. در تهیه این آیین نامه، از منابع و مراجع معتبر داخلی و جهانی و نیز از تجارب جامعه مهندسی کشور بهره‌گیری شده است.

بررسی سابقه طراحی راه روستایی درکشور نشان میدهدکه دو بینش متفاوت، حاکم و مورد استفاده طراحان بوده است. در یک بینش اصل بر اقتصادی بودن طرح و رعایت کامل صرفه‌جویی است، و در نقطه مقابل، بینش دیگر مبنا را بر رعایت کامل اصول و استانداردهای ایمنی و آسایش استفاده‌کنندگان گذارده و خود را در چارچوب محدودیتهای مالی مقید نمی‌سازد. در بینش اول، هدف آن است که با بودجه‌ای معین، راه زیادتری ساخته شود، و روستاهای بیشتری از نعمت ارتباط جاده‌ای برخوردار گردند. در عوض، در بینش دوم، چنین استدلال می‌شود که راه‌ها روستایی در آینده تبدیل به راه‌های فرعی‌واصلی خواهند شد و لازم است در طرح هندسی آن، ضوابط و استانداردها رعایت شده باشد. در تدوین این آیین نامه هر دو بینش در نظرگرفته شده و راه‌حل میانی انتخاب گردیده است بطوریکه ضوابط و استانداردهای پیشنهادی نه آنقدر پایین است که ایمنی را به خطر اندازد و نه آنقدر بالا، که بتوان از راه روستایی بعنوان راه اصلی استفاده نمود. چنانچه در آینده احداث راه فرعی‌واصلی لازم باشد باید مسیریابی مجدد صورت‌گیرد و مسیرمناسب انتخاب گردد و از راه روستایی موجود بعنوان راه دسترسی محلی استفاده شود.

کار تدوین این آیین نامه در سال ۱۳۷۷ آغاز گردید. آقای دکتر علی اصغر اردکانیان مسئولیت تدوین متن پیش نویس و آقای دکتر حسن مقدم مدیریت کار را برعهده داشتند. در تهیه پیش‌نویس، ساختار اصلی نشریه ۱۶۱ (آیین نامه طرح هندسی راه) حفظ شد و

محتوای بخش‌ها با توجه به سیاست و بینش حاکم در طرح هندسی راه روستایی اصلاح گردید. پیش نویس به نظرخواهی کارشناسان، موسسات و سازمانهای ذیربط گذاشته شد. متن حاضر با توجه به این نظرخواهی تنظیم گردید.

دراینجا لازم است از تمام کسانی که در این نظرخواهی بطور فعال مشارکت نموده‌اند، تشکر و قدردانی شود زیرا نظریات کارشناسانه ایشان کمک بسیاری به ارتقای کیفیت آیین نامه نموده‌است. موسسات و سازمانهایی که در این زمینه ما را یاری نموده‌اند عبارتند از: اداره کل راه روستایی و معاونت عمران و صنایع روستایی جهاد سازندگی، دفتر هماهنگی امور راهداری، سازمان حمل‌ونقل‌وپایانه‌ها و دفتر تلفیق وزارت راه و ترابری، دفتر امور راه و ترابری سازمان برنامه و بودجه، مهندسان مشاور ایران استن، راهور ایران، رهپویان، سگال، و گذرراه. اسامی کارشناسانی که از این موسسات در بحث‌ها و نظرخواهی‌ها فعالانه مشارکت داشتند عبارت‌است از مهندسان اخوان، اسماعیل‌پور، امیدوار، برازنده، توسلی، زندی‌نژاد، سنجانی، شمس‌الکتابی، عطار، فرخو، فهیمی، مالکی، محمدیان، مخبر، نظرداد، نظری، هاشم‌زاده و هوایی. مسئولیت هماهنگی این نظرخواهی و آماده‌سازی متن تایپ شده نهایی را آقای مهندس توتونچی برعهده داشتند.

این آیین نامه در نه فصل تهیه شده است. هر فصل به طور جداگانه شماره‌گذاری شده تا اضافه کردن صفحات یک فصل، موجب بر هم خوردن شماره صفحات فصل‌های بعدی نشود. در سمت راست بالای صفحات فرد، موضوع آیین نامه و در سمت راست بالای صفحات زوج، عنوان فصل مربوط و درنهایت در سمت چپ بالای هر صفحه، تاریخ تکثیر مطالب آن صفحه ذکر شده است. این کار از مخلوط شدن این آیین نامه با آیین نامه‌های مشابه جلوگیری می‌کند. همواره صفحات دارای تاریخ جدیدتر، معیار کار خواهند بود. در آینده، می‌توان مطالبی که احتیاج به اصلاح داشته باشند را با خط تأکید مشخص و صفحات جدیدرا به منظور جایگزینی، برای استفاده‌کنندگان آیین نامه ارسال نمود. همچنین، آیین نامه به صورت دو ستونی نوشته شده است تا موجب تمرکز چشم به یک طرف صفحه و در نتیجه افزایش سرعت خواندن و کاهش خستگی خواننده شود. در

نگارش این آیین نامه در کنار قلم معمولی (قلم نازک)، از قلم سیاه برای بیان معیارهای اجباری، و قلم کج برای توضیح استفاده شده است. همچنین برای استفاده بهتر و دسترسی سریع خواننده به مطالب کتاب، فهرست راهنمای مفصلی تهیه و در انتهای کتاب آمده است . علاوه بر آن واژه‌نامه‌های فارسی - انگلیسی و انگلیسی - فارسی نیز در کنار آن ارائه گردیده تا راهنمای خوانندگانی باشد که با واژه‌های متداول در یکی از این دو زبان آشنایند و با استفاده آن مایلند آیین نامه را از طریق فهرست راهنما جستجو نموده و یا به مقابله دقیقتر مطالب بپردازند.

دفتر امور فنی و تدوین معیارها

زمستان ۱۳۷۸

## فهرست مندرجات


| فصل | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| ۱ | **کلیات** | | |
| | ۱-۱ سابقه | ۱-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۱-۱ وزارت راه و ترابری | ۱-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۱-۲ سازمان برنامه و بودجه | ۱-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۱-۳ وزارت جهاد سازندگی | ۱-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۱-۴ سازمان برنامه و بودجه با وزارت راه و ترابری | ۱-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۲ هدف از تهیه آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی | ۱-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۳ موردهای استفاده از آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی | ۱-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۳-۱ معیارهای اجباری | ۱-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۳-۲ معیارهای توصیه‌شده | ۱-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۳-۲ معیارهای کنترل کننده | ۱-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۳-۴ سایر معیارها | ۱-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۴ موردهای عدول از معیارها | ۱-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۴-۱ معیارهای اجباری طرح هندسی | ۱-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱-۴-۲ معیارهای توصیه‌شده | ۱-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲ | **اختصارها و تعریف‌ها** | | |
| | ۲-۱ اختصارها | ۲-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۲ تعریف‌ها | ۲-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۲-۱ انواع راه روستایی | ۲-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۲-۲ مقاطع عرضی | ۲-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۲-۳ ابنیه فنی | ۲-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۲-۴ تقاطع‌ها | ۲-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۲-۵ ترافیک | ۲-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

| فصل | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| ۳ | **طبقه‌بندی و درجه‌بندی راه روستایی** | | |
| | ۳-۱ سابقه | ۳-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۲ فلسفه طراحی شبکه | ۳-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۳ طبقه‌بندی راه روستایی | ۳-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۳-۱ مقدمه | ۳-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۳-۲ راه هموار (دشتی) | ۳-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۳-۳ راه تپه ماهوری | ۳-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۳-۴ راه کوهستانی | ۳-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۳-۵ راه هموار، تپه ماهور یا کوهستانی با مانع | ۳-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۴ درجه‌بندی راه روستایی | ۳-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۴-۱ مقدمه | ۳-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۴-۲ راه روستایی درجه یک | ۳-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۴-۳ راه روستایی درجه دو | ۳-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۴-۴ راه روستایی درجه سه | ۳-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۴ | **مبانی طراحی** | | |
| | ۴-۱ کلیات | ۴-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۲ خودرو طرح | ۴-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۲-۱ مشخصات عمومی | ۴-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۲-۲ حداقل شعاع گردش در تقاطع‌ها | ۴-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۳ سرعت طرح | ۴-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۳-۱ کلیات | ۴-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۳-۲ انتخاب سرعت طرح | ۴-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۳-۳ گروه‌بندی سرعت طرح | ۴-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۳-۴ معیارهای سرعت طرح | ۴-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۴ حجم ترافیک | ۴-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

| فصل | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| | ۴-۵ تأثیر محیط اطراف در طراحی راه | ۴-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۵-۱ کلیات | ۴-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۵-۲ اهمیت انتخاب سرعت طرح | ۴-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۵-۳ نکته‌های مرتبط با منظرآرایی راه | ۴-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۶ محل‌های قرضه و انبار (دپو) | ۴-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۵ | **معیارهای طرح هندسی راه روستایی و ابنیه** | | |
| | ۵-۱ فاصله دید | ۵-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱-۱ کلیات | ۵-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱-۲ انواع فاصله‌های دید | ۵-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱-۳ تأمین شعاع حداقل خم‌های دایره‌ای با توجه به فاصله دید | ۵-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱-۴ فاصله دید سبقت | ۵-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱-۵ فاصله دید سبقت در خم‌های گنبدی | ۵-۱۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱-۶ فاصله‌های دید انتخاب | ۵-۱۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱-۷ مشخص ساختن فاصله دید در نقشه‌ها | ۵-۱۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲ بربلندی | ۵-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲-۱ کلیات | ۵-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲-۲ رابطه بربلندی | ۵-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲-۳ حداکثر بربلندی | ۵-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲-۴ روش تأمین بربلندی | ۵-۱۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲-۵ طول تأمین بربلندی | ۵-۱۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲-۶ محدودیت‌های اعمال بربلندی | ۵-۱۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲-۷ روش اعمال طول تأمین بربلندی | ۵-۱۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲-۸ جدول‌های تعیین بربلندی در سرعت طرح و شعاع‌های مختلف پیچ | ۵-۱۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۳ پیچ (قوس افقی) | ۵-۲۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۳-۱ معیارهای کلی | ۵-۲۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۳-۲ شعاع پیچ | ۵-۲۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

| فصل | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| | ۵-۳-۳ پیچ مرکب | ۵-۲۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۳-۴ پیچ معکوس | ۵-۲۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۳-۵ پیچ تخت پشت | ۵-۲۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۳-۶ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید) | ۵-۲۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۳-۷ پل در پیچ | ۵-۲۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۳-۸ تعریض در پیچ | ۵-۲۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۳-۹ معیارهای کلی امتداد افقی مسیر (پلان) | ۵-۲۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۳-۱۰ مار پیچ‌ها | ۵-۲۹ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۴ شیب طولی | ۵-۳۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۴-۱ اصول کلی | ۵-۳۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۴-۲ موقعیت خط پروژه درنیمرخ عرضی | ۵-۳۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۴-۳ معیارهای انتخاب شیب | ۵-۳۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۴-۴ خم (قوس قائم) | ۵-۳۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۴-۵ معیارهای کلی نیمرخ طولی مسیر | ۵-۳۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۴-۶ هماهنگی پلان و نیمرخ طولی مسیر | ۵-۳۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۵ تغییرهای تدریجی عرض راه | ۵-۳۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۵-۱ کلیات | ۵-۳۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۵-۲ افزایش عرض راه | ۵-۳۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۵-۳ کاهش عرض راه | ۵-۳۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۵-۴ اتصال انتهای راه‌جدید به راه‌موجود | ۵-۳۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۶ پـــل | ۵-۳۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۶-۱ عرض پل | ۵-۳۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۶-۲ شیب عرضی | ۵-۳۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۶-۳ ارتفاع آزاد پل | ۵-۳۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۷ دیوارهای حایل | ۵-۳۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۷-۱ کلیـــات | ۵-۳۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۷-۲ انواع دیوارهای حایل | ۵-۳۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

| فصل | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| | ۵-۷-۳ دیوارهای حایل از لحاظ منظرآرایی | ۵-۳۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۷-۴ استفاده از جانپناه در دیوار حایل | ۵-۳۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۷-۵ زهکشی دیوار حایل | ۵-۳۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۷-۶ فاصله جانبی دیوار از مسیر | ۵-۳۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۶ | **نیمرخ‌های عرضی** | | |
| | ۶-۱ کلیات | ۶-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۲ سواره رو | ۶-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۲-۱ عرض سواره رو | ۶-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۲-۲ شیب عرضی سواره‌رو | ۶-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۲-۳ شانه | ۶-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۲-۴ شیب عرضی شانه | ۶-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۳ نهر جانبی(جوی کناری) | ۶-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۴ شیروانی | ۶-۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۴-۱ کلیات | ۶-۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۴-۲ شیروانی خاکریزی | ۶-۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۴-۳ شیروانی خاکبرداری | ۶-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۴-۴ حالت خاص خاکبرداری | ۶-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۴-۵ اندازه شیب شیروانی | ۶-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۴-۶ فاصله آزاد شیروانی تا حد حریم | ۶-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۴-۷ پلکانی کردن شیروانی خاکبرداری | ۶-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۵ جانپناه | ۶-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۶ حریم راه | ۶-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۷ نیمرخ عرضی راه در محل ابنیه فنی | ۶-۱۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۷-۱ نیمرخ عرضی راه در محل پل و رودگذر | ۶-۱۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۷-۲ نیمرخ عرضی راه در محل زیرگذر | ۶-۱۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۸ نیمرخ‌های عرضی نمونه | ۶-۱۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

| فصل | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| ۷ | **تقاطع‌ها** | | |
| | ۷-۱ کلیات | ۱-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱-۱ تعریف | ۱-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱-۲ اهمیت طراحی | ۱-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱-۳ هدف‌ها و اصول طراحی | ۱-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱-۴ انواع تقاطع | ۲-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱-۵ تقاطع با راه‌آهن | ۳-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۲ آمار و اطلاعات لازم برای طراحی | ۵-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۲-۱ عامل‌های انسانی | ۵-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۲-۲ عامل ترافیکی | ۸-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۲-۳ عامل فیزیکی | ۸-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۲-۴ عامل اقتصادی | ۸-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۲-۵ منابع گردآوری آمار و اطلاعات | ۸-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۳ اصول جریان‌بندی ترافیک | ۸-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۳-۱ جریان‌های ترافیک | ۸-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۳-۲ سطوح برخورد | ۹-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۳-۳ زاویه تقاطع | ۱۰-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۳-۴ نقاط برخورد | ۱۱-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۳-۵ جزیره‌های ترافیکی | ۱۱-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۴ معیارهای طراحی جریان‌بندی ترافیک | ۱۱-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۴-۱ کلیات | ۱۱-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۴-۲ فاصله‌دید در تقاطع | ۱۲-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۴-۳ پیچ‌های تقاطع | ۲۲-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۴-۴ روش تعریض در پیچ‌های تقاطع | ۲۴-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

| فصل | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| ۸ | **تخلیه آب‌های سطحی** | | |
| | ۸-۱ کلیات | ۸-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۲ تخلیه آب‌های سطح راه | ۸-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۲-۱ حداقل شیب عرضی راه | ۸-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۲-۲ حداقل شیب طولی راه | ۸-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۲-۳ تخلیه آب‌های سواره‌رو | ۸-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۲-۴ زمان تمرکز حوزه‌های آبریز کوچک | ۸-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۳ تخلیه آب‌های ورودی به حریم راه | ۸-۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۳-۱ تخلیه آب‌هایی که در خاکبرداری وارد حریم می‌شوند | ۸-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۳-۲ تخلیه آب‌هایی که از خاکریزی وارد حریم می‌شوند | ۸-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۴ مطالعات هیدرولوژی و تعیین دبی سیلاب | ۸-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۴-۱ کلیات | ۸-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۴-۲ تجزیه و تحلیل هیدرولوژیکی | ۸-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۴-۳ دبی سیلاب طرح (دبی اوج) | ۸-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۴-۴ شدت بارندگی | ۸-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۴-۵ ویژگی‌های حوزه آبگیر | ۸-۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۵ کاربرد هواشناسی در مهندسی راه | ۸-۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۵-۱ بارندگی | ۸-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۵-۲ بـرف | ۸-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۵-۳ تبخیر و تعرّق | ۸-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۶ ضابطه‌های تخمین دبی اوج رواناب سطحی | ۸-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۶-۱ رواناب سطحی | ۸-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۶-۲ آب‌های زیرسطحی | ۸-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۶-۳ آبنمود (هیدروگراف) سیل وحجم سیلاب | ۸-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۶-۴ زمان تمرکز | ۸-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۷ دبی سیلاب طرح | ۸-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۸ ابنیه فنی جمع‌آوری و تخلیه آب | ۸-۹ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

| فصل | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|
| | ۸-۸-۱ پل و آبرو | ۸-۹ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۸-۲ تخمین دبی اوج رواناب سطحی | ۸-۱۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۸-۳ انتخاب دوره بازگشت سیلاب | ۸-۱۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۸-۴ فرازآب و پایاب | ۸-۱۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۸-۵ امتداد شیب طولی آبروها | ۸-۱۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۸-۶ انواع آبرو | ۸-۱۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۸-۷ طراحی هیدرولیکی آبرو | ۸-۱۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۸-۸ قطر آبرو | ۸-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۹ کانال | ۸-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۹-۱ طرح هیدرولیکی | ۸-۱۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۹-۲ انواع مقطع کانال | ۸-۱۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۹-۳ طرح هیدرولیکی کانال | ۸-۱۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۱۰ اندازه بارش نزولات جوی | ۸-۱۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| پیوست | واژه‌نامه انگلیسی-فارسی | پ-۱ | ۱۳۷۸/۸/۱۲ |
| | واژه‌نامه فارسی-انگلیسی | پ-۶ | ۱۳۷۸/۸/۱۲ |
| | فهرست راهنما | پ-۱۲ | ۱۳۷۸/۸/۱۲ |

# فهرست شکل‌ها


| فصل | شماره | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|---|
| ۲ | ۱-۲ | انواع ابنیه فنی | ۳-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۴ | ۱-۴ | مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، سواری | ۳-۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۴ | مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، اتوبوس | ۴-۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۴ | مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، تریلی بزرگ | ۵-۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۵ | ۱-۵ | عبور از زیر در خم کاسه‌ای | ۲-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۵ | فاصله دید در پیچ برای حالت S < L | ۷-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۵ | روش تعیین میزان یاکسازی محوطه در پیچ | ۸-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۵ | نمونه‌ای از اندازه‌گیری و ثبت فاصله‌های دید در نقشه‌های مسطحه | ۱۲-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۵ | انواع دوران بربلندی | ۱۵-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۵ | نمونه‌های اعمال بربلندی | ۱۷-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۵ | تعریض روسازی در پیچ | ۲۹-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۵ | انواع خم‌ها | ۳۲-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۹-۵ | محدودیت دید در خم گنبدی | ۳۳-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱۰-۵ | محدودیت دید در خم کاسه‌ای و در تاریکی شب | ۳۴-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱۱-۵ | ابعاد دیوار حایل وزنی | ۳۷-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱۲-۵ | دیوار حایل طره‌ای | ۳۷-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۱۳-۵ | دیوار حایل با پشت‌بند | ۳۸-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۶ | ۱-۶ | اجزاء نیمرخ عرضی راه روستایی | ۲-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۶ | نمونه‌های مختلف جوی کناری | ۴-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۶ | شیروانی در خاکریزی | ۵-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۶ | حالت خاص خاکبرداری | ۵-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۶ | پلکانی کردن شیروانی | ۷-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۶ | انواع جان‌پناه | ۸-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۶ | حریم راه | ۹-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۶ | نمونه‌های نیمرخ عرضی راه‌روستایی | ۱۱-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۹-۶ | نمونه‌های نیمرخ عرضی ابنیه فنی راه‌روستایی | ۱۲-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

| فصل | شماره | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|---|
| ۷ | ۷-۱ | سه راهی ساده | ۷-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۲ | سه راهی با جزیره‌های گردش به راست | ۷-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۳ | انواع طرح‌های معمول برای تقاطع‌های چهارراه | ۷-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۴ | تقاطع راه‌روستایی - راه‌آهن | ۷-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۵ | عامل‌های‌مؤثر درفاصله دیدایمن تقاطع راه‌روستایی با راه‌آهن(درشرایطی‌که خودرو درحال حرکت‌است) | ۷-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۶ | فاصله دید ایمن لازم برای شروع حرکت وسیله‌نقلیه در حالت توقف و گذر از محل تقاطع | ۷-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۷ | نمایش جریان‌های عبور در یک چهارراه | ۷-۹ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۸ | انواع سطوح برخورد ترافیکی | ۷-۹ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۹ | زاویه برخورد تقاطع | ۷-۱۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱۰ | گزینه‌های مختلف تغییر مسیر در تقاطع‌ها | ۷-۱۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱۱ | مثلث فاصله دید در تقاطع | ۷-۱۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱۲ | فاصله دید وسیله توقف در یک تقاطع هم‌سطح برای هریک از عبورهای سه‌گانه | ۷-۱۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱۳ | فاصله طی شده از توقف در تقاطع هم‌سطح تا رسیدن به سرعت مورد نظر | ۷-۱۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱۴ | فاصله دید تقاطع در منطقه هموار (زاویه ۹۰ درجه) | ۷-۱۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱۵ | گردش به چپ متوسط وسیله نقلیه متوقف‌شده در تقاطع هم‌سطح | ۷-۱۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱۶ | منحنی‌های افزایش سرعت | ۷-۲۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱۷ | فاصله دید در تقاطع هم‌سطح | ۷-۲۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱۸ | تعیین فاصله دید برای حالت گردش به‌راست به‌یک‌راه روستایی | ۷-۲۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۱۹ | نمایش اثر تقاطع با زاویه حاده در فاصله دید | ۷-۲۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۲۰ | حداقل طرح پیچ برای خودروسواری | ۷-۲۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۲۱ | حداقل طرح پیچ برای کامیون و اتوبوس | ۷-۲۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۲۲ | حداقل طرح پیچ برای تریلی‌های متوسط و بزرگ | ۷-۲۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۲۳ | نمایش گردش به راست ۹۰ درجه با جزیره شبه مثلثی برای خودروهای طرح مختلف | ۷-۲۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸ | ۸-۱ | آبنمود سیلاب | ۸-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۲ | منحنی‌های زمان جریان آب در روی زمین (زمان تمرکز) | ۸-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۳ | تخمین زمان تمرکز با استفاده از سرعت در روش آپلند | ۸-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۸-۴ | خط‌های تراز هم باران برحسب سانتیمتر درسال | ۸-۱۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

## فهرست جدول‌ها


| فصل | شماره | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|---|
| ۴ | ۴-۱ | اندازه‌های مشخصات چهار خودرو طرح پیشنهادی (متر) | ۴-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۲ | گروه‌بندی سرعت طرح | ۴-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۳ | گروه سرعت طرح برای درجه‌بندی راه‌های روستایی | ۴-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۴ | درجه راه با توجه به برآورد حجم ترافیک متوسط روزانه سال طرح (وسیله نقلیه) | ۴-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۵ | ۵-۱ | حداقل فاصله دید توقف | ۵-۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲ | حداقل طول خم در خم‌های گنبدی (متر) | ۵-۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۳ | حداقل فاصله دید توقف در خم‌های گنبدی (متر) | ۵-۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۴ | حداقل طول خم در خم کاسه‌ای (متر) | ۵-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۵ | فاصله دید توقف در خم‌های کاسه‌ای (متر) | ۵-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۶ | حداقل فاصله آزاد جانبی مانع از محور خط عبور داخلی راه در پیچ‌ها برحسب (متر) | ۵-۹ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۷ | فاصله دید توقف در پیچ‌ها | ۵-۹ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۸ | حداقل فاصله دید سبقت | ۵-۱۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۹ | حداقل طول خم لازم برای فاصله سبقت در خم‌های گنبدی | ۵-۱۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱۰ | حداقل فاصله دید سبقت در خم گنبدی (برحسب متر) | ۵-۱۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱۱ | فاصله‌های دیدانتخاب | ۵-۱۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱۲ | ضریب‌های اصطکاک جانبی | ۵-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱۳ | حدود شعاع پیچ و سرعت طرح براساس بربلندی | ۵-۱۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱۴ | اندازه‌های شعاع حداقل (برحسب متر) برای سرعت طرح و بربلندی‌های مختلف | ۵-۱۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱۵ | طول لازم تأمین بربلندی در راه‌روستایی (برحسب متر) | ۵-۱۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱۶ | درصد بربلندی پیچ در راه‌های روستایی با فرض حداکثر شیب عرضی ۶ درصد | ۵-۱۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱۷ | درصد بربلندی پیچ در راه‌های روستایی با فرض حداکثر شیب عرضی ۸ درصد | ۵-۲۰ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱۸ | درصد بربلندی پیچ در راه‌های روستایی با فرض حداکثر شیب عرضی ۱۰ درصد | ۵-۲۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۱۹ | حداقل شعاع پیچ برای راه‌های روستایی | ۵-۲۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲۰ | حداقل طول بخش مستقیم واقع بین دو پیچ هم‌جهت (تخت پشت) راه روستایی | ۵-۲۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲۱ | حداقل شعاع پیچ بدون کلوتوئید | ۵-۲۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۲۲ | حداقل شعاع‌های داخلی و خارجی روسازی در مارپیچ | ۵-۲۹ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

| فصل | شماره | موضوع | صفحه | تاریخ |
|---|---|---|---|---|
| | ۲۳-۵ | حداکثرشیب‌طولی راه‌روستایی | ۳۱-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲۴-۵ | حداکثر طول فراز | ۳۱-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲۵-۵ | حداقل‌شیب طولی در انواع راه‌روستایی | ۳۱-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲۶-۵ | اندازه‌های حداقل K برای خم گنبدی | ۳۳-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲۷-۵ | اندازه‌های حداقل K برای خم کاسه‌ای | ۳۴-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۶ | ۱-۶ | عرض شانه طرفین راه‌روستایی | ۳-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۶ | اندازه شیب شیروانی برحسب ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری و طبقه بندی راه | ۶-۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۷ | ۱-۷ | فاصله دید ایمن راه‌روستایی به ازاء سرعت‌های مختلف خودرو و قطار | ۵-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۷ | حداقل فاصله دید ایمن در تقاطع‌های بدون کنترل | ۱۵-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۷ | زمان شتاب‌گیری برحسب ثانیه | ۱۹-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۷ | ضرایب اثر شیب بر زمان شتاب‌گیری وسیله‌نقلیه در تقاطع | ۲۲-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۷ | حداقل عقب‌نشینی برای استفاده از قوس مرکب در تقاطع‌ها | ۲۵-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۷ | حداقل اندازه‌های طرح گردش به راست | ۲۷-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸ | ۱-۸ | راهنمای انتخاب دورهٔ تخلیه مطلوب آب‌های کف راه | ۲-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۲-۸ | ضرایب رواناب برای مناطق ساخته نشده | ۲-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۳-۸ | نسبت متوسط میزان و شدت بارندگی برای مدت‌های تعیین‌شده به میزان و شدت بارندگی در ۳۰ دقیقه | ۳-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۴-۸ | ضرایب رواناب برای مناطق ساخته شده | ۱۰-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۵-۸ | ضرایب تبدیل $C_f$ | ۱۰-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۶-۸ | سرعت مجاز کانال‌باز(پوششش‌نشده) | ۱۵-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| | ۷-۸ | ضریب زبری مانینگ | ۱۶-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

# فصل اول - کلیات

## ۱-۱ سابقه

وزارت راه وترابری، سازمان برنامه و بودجه و وزارت جهادسازندگی ازگذشته در صدد تهیه آیین‌نامه، معیارهاو ابلاغیه هایی برای طرح‌هندسی راه‌های کشور بوده‌اند. این فعالیت‌ها شامل موردهای زیر بوده‌است.

### ۱-۱-۱ وزارت راه و ترابری

- ابلاغیه فنی شماره ۸ (سال ۱۳۳۶)
- دستورالعمل‌های فنی طرح هندسی راه، آزادراه و تونل، موسسه بِ ثِ اِ اُ اِم (سال ۱۳۵۸)

### ۱-۱-۲ سازمان برنامه و بودجه

- معیارهای طرح هندسی راه‌های اصلی و فرعی
(نشریه شماره ۸۵) ۱۳۶۵
- معیارهای طرح هندسی راه روستایی
(نشریه شماره ۸۶) ۱۳۶۴
- معیارهای طرح هندسی تقاطع‌ها
(نشریه شماره ۸۷) ۱۳۶۷
- چکیده‌ای از معیارهای طرح هندسی راه‌ها و تقاطع‌ها
(نشریه شماره ۸۸) ۱۳۶۴

### ۱-۱-۳ وزارت جهاد سازندگی

- آیین نامه طرح هندسی راه‌های روستایی
ابلاغ شده در سال ۱۳۷۳

### ۱-۱-۴ سازمان برنامه و بودجه با وزارت راه و ترابری

- آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها
(نشریه شماره ۱۶۱) ۱۳۷۵

## ۱-۲ هدف از تهیه آیین‌نامه طرح هندسی راه‌روستایی

هدف از تهیه آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی، تدوین معیاری واحد برای ایجاد هماهنگی در طراحی پروژه‌های راه‌روستایی است. پروژه‌های ساخت راه روستایی به منظور ایجاد شرایط مناسب برای ارتباط بین روستاهای کشورباهم و شبکه راههای کشورو با صرف کمترین هزینه صورت می‌گیرد، به نحوی که در آن نیازهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی به شرح زیر کاملاً رعایت شده باشد.

الف - حمل و نقل ایمن

ب - دستیابی به نیاز روستاهای کشور

پ - درنظرگیری هزینه‌هاوارزش‌های نگهداری محیط‌زیست ومنظرآرایی

ت - طراحی براساس امکان‌های‌مالی وبودجه واعتبارات قابل دسترسی واقعی

ث - هزینه نگهداری

توجه به موردهای بالا نیازمند این نکته است که راه‌روستایی با توجه به نیاز روستاهای نزدیک مسیر و نفع‌های کل منطقه، طرح‌ریزی شود. بهره‌برداری ارزان و ایمن از راه روستایی از مهمترین عامل‌های مورد نظر استفاده‌کنندگان است. در عین حال به منظرآرایی، اثرهای اجتماعی و اقتصادی نیز توجه خاص مبذول می‌شود.

**در طرح راه روستایی برای این مسئله که ایجاد ارتباط مورد نظر، چه هزینه‌هایی از سرمایه‌گذاری را به خود اختصاص می‌دهد و بازده آن در کل سیستم ارتباطات راه روستایی به چه میزان است باید توجه کافی مبذول داشت، تا اولویت راه مورد نظراز نظر نفع، هدف و ارزش‌های اجتماعی و ملّی معلوم شود.**

**در این مطالعات باید هماهنگی طرح هندسی با توجه به حجم ترافیک روزانه، طبقه‌بندی و درجه‌بندی راه و هم‌چنین انواع وسایل حمل و نقل برای دستیابی به هدف نهایی که همان تأمین ارتباط روستاهای کشور و ایمنی**

**بهره‌برداری از راه است موردنظر باشد.**

## ۱-۳ موردهای استفاده از آیین‌نامه طرح هندسی راه‌روستایی

در طرح هندسی راه، معمولاً حداقل معیارهای طراحی درنظرگرفته می‌شود وبدیهی‌است در موردهایی‌که تحلیل منفعت به هزینه و حجم ترافیک و شرایط ایمنی راه اجازه می‌دهد می‌توان گام را فراتر گذاشته و اندازه‌های بالاتر از حداقل مورد اشاره در آیین‌نامه را، در طراحی مورد توجه قرار داد. از آنجا که بعضی از راه‌ها قبل از نشر این آیین‌نامه ساخته شده‌است، ممکن است در بخش‌هایی از مسیر، معیارهای این آیین‌نامه رعایت نشده باشد. بدیهی است تغییر معیارها برای راه‌های موجود می‌تواند مستلزم هزینه‌های غیر ضروری معتنابهی گردد. درچنین موردهایی با بررسی‌های فنی و اقتصادی و تجزیه و تحلیل آمار تصادف‌ها می‌توان نسبت به اصلاح طرح هندسی راه‌های موجود و نصب جان‌پناه‌ها واصلاح پیچ‌ها و ساخت بربلندی و خط کشی (در مورد راه روستایی درجه یک و دو) و نصب علایم و امثال آن اقدام کرد. در این آیین‌نامه، معیارهای طرح هندسی راه روستایی برحسب اهمیت آنها از نظر توسعه راه روستایی کشور و اینکه چه نوع خدمتی را تحت شرایط ترافیکی پیش‌بینی شده برای آینده تأمین می‌کند، به شرح زیر طبقه‌بندی شده‌است.

### ۱-۳-۱ معیارهای اجباری

**معیارهای اجباری آنهایی است که برای تأمین هدف‌های طراحی مورد نیاز است. چنین معیارهایی مانند این بند با حروف درشت‌تر از سایر متن چاپ‌شده و در آنها از واژه «باید» و «نباید» استفاده شده است.**

### ۱-۳-۲ معیارهای توصیه شده

معیارهای توصیه شده، مانند این‌بند باحروف معمولی چاپ و در آنهااز واژه «بهتراست» و یا «می‌تواند» استفاده‌گردیده است.

### ۱-۳-۳ معیارهای کنترل کننده

**برای تأمین ایمنی راه‌ها باید به معیارهای کنترل‌کننده زیر توجه‌کرد.**

| | |
|---|---|
| ۱- **سرعت طرح** | ۲- **عرض راه** |
| ۳- **عرض شانه** | ۴- **عرض آبنما یا پل** |
| ۵- **قوس‌های‌افقی (پیچ‌ها)** | ۶- **قوس‌های عمودی (خم‌ها)** |
| ۷- **شیب‌های طولی** | ۸- **حداقل فاصله دید توقف** |
| ۹- **شیب‌های عرضی** | ۱۰- **بربلندی** |
| ۱۱- **عرض آزاد** | ۱۲- **ارتفاع آزاد** |

کلیه معیارهای فوق از نوع معیارهای اجباری است.

### ۱-۳-۴ سایر معیارها

سایر معیارها که در آینده تهیه خواهدشد شامل معیارهای خط کشی‌راه روستایی درجه یک و دو، علایم و جانمایی راه روستایی و سیستم جانپناه‌هاست.

## ۱-۴ موردهای عدول از معیارها

### ۱-۴-۱ معیارهای اجباری طرح هندسی

**موردهای عدول از معیارهای اجباری این آیین‌نامه، باید به تصویب کمیته‌ای که توسط وزارت جهاد سازندگی تعیین خواهدشد، برسد. از موردهای مصوب نمی‌توان به طور عام استفاده‌کرد.**

### ۱-۴-۲ معیارهای توصیه شده

برای عدول از معیارهای توصیه شده، تأیید مرجع تصویب‌کننده طرح لازم است.

# فصل دوم - اختصارها و تعریف‌ها

## ۲-۱ اختصارها

اختصارهایی‌که دراین‌آیین‌نامه به‌آن اشاره‌شده، بشرح زیراست:

**آشتو**

جامعه آمریکایی ادارات کل راه وترابری

*American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*

**اِی اِی دی تی**

متوسط ترافیک روزانه یکسال

*Average Annual Daily Traffic (AADT)*

**اِی دی تی**

متوسط ترافیک روزانه

*Average Daily Traffic (ADT)*

**بِ ثِ اِ اُ اِم**

دفتر مرکزی مطالعات برای تجهیزات عمرانی برون مرزی

*Le Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre Mer (BCEOM)*

**کَلترَنس**

اداره راه و ترابری کالیفرنیا

*California Department of Transportation (CalTrans)*

**مترت**

مرکز تحقیقات و آموزش راه و ترابری

*Road and Transportation Research and Training Center (RTRTC)*

## ۲-۲ تعریف‌ها

بعضی از واژه‌های مهم بشرح زیر تعریف شده است:

### ۲-۲-۱ انواع راه روستایی

راه روستایی به سه گروه زیر درجه بندی شده است:

**راه روستایی درجه یک**

راه با دو خط عبور و سواره‌روی روسازی شده به عرض ۵/۵ متر و شانه در هر طرف به عرض ۷۵ سانتی‌متر

**راه روستایی درجه دو**

راه با دو خط عبور و سواره‌روی روسازی شده به عرض ۵ متر و شانه در هر طرف به عرض نیم متر

**راه روستایی درجه سه**

راهی با سواره‌روی شنی به عرض سواره‌روی ۴ متر و پارکینگ تأمین عبور متقابل یا سبقت (بسته به خودروی طرح بـه طـول ۱۰ تا ۲۰ و به عرض ۳ متر با لچکی هر طرف بطول ۱۵ متر) در محل های مناسب و حد اکثر بفاصله یک کیلو متر از یکدیگر در هرطرف بطور متناوب (حداکثر فاصله بین پارکینگ دو طرف ۵۰۰ متر).

## ۲-۲-۲ مقاطع عرضی

**بستر روسازی راه**

سطح تمام شده خاکی راه که مصالح لایه‌های روسازی روی آن قرار می‌گیرد.

**کف راه**

آن بخش از سطح راه که برای عبور و توقف اضطراری وسایل نقلیه اختصاص داده شده‌است.

**سواره رو**

آن بخش از سطح رویه شنی و یا آسفالته راه که برای عبور وسایل‌نقلیه اختصاص داده شده است.

**شانه**

آن بخش از سطح جانبی راه که برای کمک به تأمین محل توقف اضطراری وسایل‌نقلیه و حفاظت روسازی راه روستایی درجه یک و دو اختصاص داده شده است.

**بربلندی**

شیب عرضی یکسره روسازی در امتداد شعاع‌پیچ.

**حاشیه راه**

اراضی حدفاصل بستر راه و منتهاالیه حریم

**خط عبور**

بخشی از سواره رو که در طول مسیر، به عبور یک ستون وسیله‌نقلیه اختصاص می‌یابد.

**فاصله دید توقف**

حداقل فاصله‌ای که وسیله نقلیه از لحظه مشاهده مانع توسط راننده، تا توقف طی می‌کند.

**ارتفاع آزاد**

حداقل فاصله قائم بین سطح راه و مانع بالای راه

**عرض آزاد**

حداقل فاصله عرضی بین حاشیه کف راه و مانع کناری راه

## ۲-۲-۳ *ابنیه فنی* (شکل ۲-۱)

**پل**

سازه فلزی، بتنی و یا با مصالح بنایی است که برای عبور از روی آب یا مسیری دیگرساخته می‌شود.

در راه‌روستایی حتی‌الامکان ازاحداث پل خودداری می‌گردد.

**آب نما**

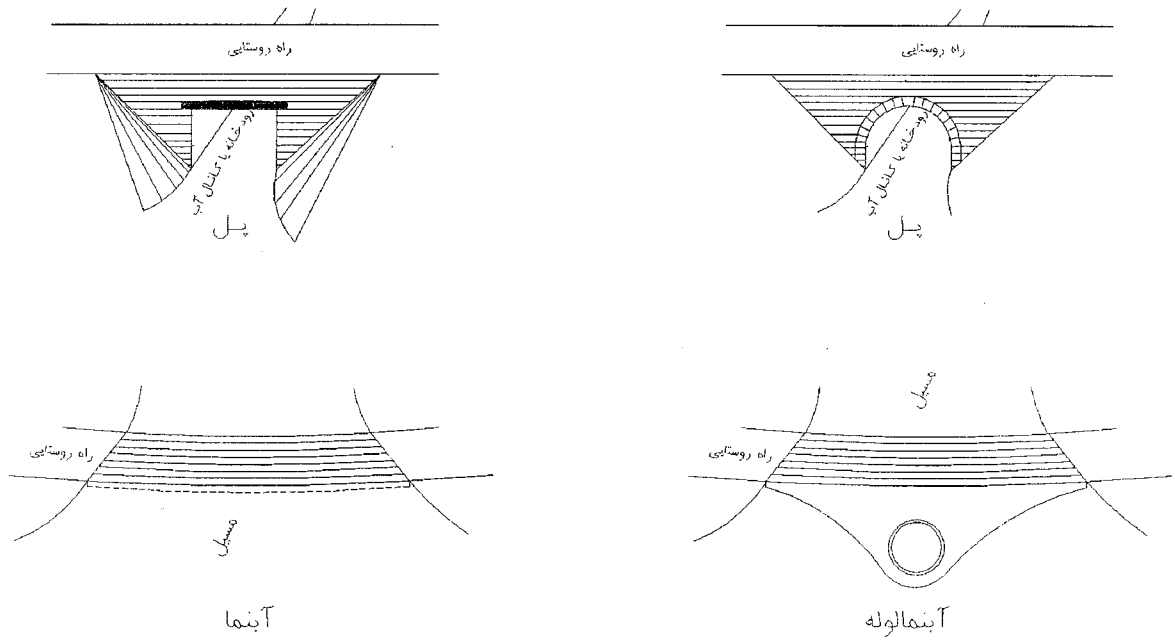
سازه‌سنگی یا بتنی‌است که برای عبور سیلاب از سطح راه ساخته می شود.

**آبروهای لوله ای**

لوله های فلزی یا بتنی است که برای عبور سیلاب از زیر مسیرراه ساخته می شود.

**آب نمالوله**

ترکیب آب نما و لوله است که برای عبور سیلاب کم از زیر و سیلاب زیاد از زیر و سطح راه ساخته می شود.




شکل ۲-۱ انواع ابنیه فنی

**دیوار**

انواع دیوارهایی که برای حفاظت عمایات خاکی و یا هدایت آب ساخته می شود.

### ۲-۲-۴ تقاطع‌ها

**طرح هندسی**

طرح بخش‌های قابل رویت مانند مسیر افقی، نیمرخ طولی، فاصله‌های دید، شیب‌ها و نیمرخ عرضی

**تقاطع**

محل تلاقی هم سطح دو یا چند راه

**سطح تقاطع**

سطح مشترک بین سواره‌روی راه‌های متقاطع

**مثلث دید**

در تقاطع‌ها به مثلثی گفته می‌شود که یک رأس آن در محل فرضی چشم راننده، رأس دیگر در محل فرضی وسیله نقلیه مسیر متقاطع و رأس سوم آن در محل برخورد دو امتداد عبور قراردارد.

### ۲-۲-۵ ترافیک

**ترافیک متوسط روزانه یکسال**

حجم کل ترافیک عبوری از محل معین یک راه در یکسال، تقسیم بر ۳۶۵ روز

**حجم متوسط ترافیک روزانه**

حجم کل ترافیک عبوری از محل معین یک راه تقسیم بر تعداد روزهای آمارگیری (معمولاً کمتر از یکسال)

**حجم ترافیک روزانه**

جمع کل وسایل‌نقلیه‌ای که طی یک شبانه‌روز از محل معین یک راه عبور می‌کند.

**سال طرح**

سالی که راه برای تأمین نیازهای حجم ترافیک آن طراحی می‌شود (معمولاً ده تا پانزده سال بعد).

**سرعت**

سرعت وسیله نقلیه بر حسب کیلومتر در ساعت

**سرعت طرح**

سرعتی‌است که طراحی طرح هندسی راه روستایی براساس آن صورت می‌گیرد.

**خودروی طرح**

خودرویی که طراحی راه (شیب‌ها، پیچ‌ها و خم‌ها) بر اساس نیازمندی‌های حرکت و گردش راحت و بدون اشکال آن صورت می‌گیرد.

**حجم ترافیک طرح**

برآورد تعداد وسیلهٔ‌نقلیه عبوری در روز که برای طراحی راه روستایی، در سال طرح، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**خط‌کشی**

خط‌های طولی پیوسته و ناپیوسته، به عرض ۱۰ سانتیمتر و بیشتر با رنگ‌های سفید و یا زرد (در مورد راه روستایی درجه یک و دو).

**علامت‌های ترافیک**

کلیه علامت‌هایی که برای دادن اطلاعات، جلب توجه به وضع راه و یا مقررات نصب می‌شود.

# فصل سوم - طبقه‌بندی و درجه‌بندی راه روستایی

## ۳-۱ سابقه

طبقه‌بندی راه روستایی، از نقطه نظرهای مختلف و به منظورهای گوناگون، برای تأمین نیازهای طراحی مهندسان، تصمیم‌گیری مدیران و بالاخره نیاز ارتباطی جامعه، امری ضروری است که از دیرباز به شیوه‌های مختلف، مورد عمل قرار گرفته است. با مشخص شدن نوع راه (مثلاً راه روستایی درجه یک)، تعیین مسیر و مشخصات هندسی به وسیله مهندس طراح ممکن می‌شود. تأمین اعتبار و تخصیص منابع مالی برای مدیران و مسئولین، باروشن‌شدن نقش کشوری راه (مثلاً راه روستایی درجه یک تا سه)، مقدور خواهدشد، لیکن طبقه‌بندی راه‌ها درایران، از گذشته دور براساس وضع راه از نظر پستی و بلندی صورت گرفته که در این آیین‌نامه از همان رویه استفاده شده است.

## ۳-۲ فلسفه طراحی شبکه

طراحی شبکه راه‌های روستایی براساس نوع استفاده مورد نظر از راه صورت می‌گیرد. راه‌ها از نظر نوع و موقعیت در شبکه، به درجه‌های مختلف تقسیم‌بندی شده‌اند. هم اکنون راه‌های محلی و روستایی که ارتباط مناطق روستایی، را با راه‌های فرعی یا اصلی تأمین می‌کند، جزو شبکه راه‌های وزارت جهاد سازندگی می‌باشد. این راه‌ها، ترافیک کوچک محلی و روستایی را جمع و برای ارتباط با مناطق عمده فعالیت، مانند شهرها، به راه اصلی متصل می‌سازد.

شبکه راه روستایی کشور، بهتر است به گونه‌ای مطالعه و طراحی شود که دسترسی به شبکه راه‌ها از طریق راه‌های فرعی و به ندرت از طریق راه‌های اصلی انجام شود. **راه‌روستایی نباید به‌طور مستقیم به بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها دسترسی داشته باشد، مگر در شرایط خاص که باید به تصویب وزارت راه و ترابری برسد.**

## ۳-۳ طبقه‌بندی راه روستایی

### ۳-۳-۱ مقدمه

در این آیین‌نامه، راه‌های روستایی کشور از نظر موقعیت توپوگرافی به شرح زیر طبقه‌بندی شده است.

### ۳-۳-۲ راه هموار (دشتی)

زمین محدودهٔ عبور راه، هموار (دشت) است. شیب عمومی خط بزرگترین شیب محدوده کمتر از ۳ در صد و شیب طولی راه، بسته به درجه راه حداکثر به ۵ تا ۷ درصد می‌رسد.

### ۳-۳-۳ راه تپه ماهوری

زمین محدودهٔ عبور، پستی و بلندی ملایمی دارد. خط بزرگترین شیب، عموماً دارای شیب ۳ تا ۷ درصد است. شیب طولی راه، بسته به درجه راه حداکثر به ۶ تا ۱۱ در صد می‌رسد.

### ۳-۳-۴ راه کوهستانی

راه از دامنه کوه، تپه‌های بلند و دره‌های گود می‌گذرد و گاهی دارای برش‌های عمیق و پل‌های بزرگ یا خاکریزهای بلند است. میزان سربالایی یا سرازیری خط بزرگترین شیب زمین، بیش از ۷ درصد است. شیب طولی راه،بسته به درجه راه حداکثر به ۱۰ تا ۱۵ در صد می‌رسد.

### ۳-۳-۵ راه هموار، تپه ماهوری یا کوهستانی با مانع

اگر در محدودهٔ عبور راه، مانع‌هایی از قبیل مرداب، شالیزار و جنگل وجود داشته باشد، بسته به مورد، راه از طبقهٔ «هموار با مانع» یا «تپه ماهوری بامانع» و یا «کوهستانی بامانع» خواهدبود.

## ۳-۴ درجه‌بندی راه روستایی

### ۳-۴-۱ مقدمه

راه روستایی، بسته به اهمیت مورد نظر در شبکه (راه‌های روستایی)، دارای درجه‌های مختلف است. در این آیین‌نامه راه روستایی کشور از نظر اهمیت به درجه‌های زیر، تقسیم‌بندی شده است.

### ۳-۴-۲ راه روستایی درجه یک

نقش این راه، تأمین ارتباط بین روستاهای عمده و یا اتصال روستاها به راه‌های فرعی وزارت راه و ترابری (و احتمالاً اصلی) است.

### ۳-۴-۳ راه روستایی درجه دو

نقش این راه، تأمین ارتباط محدود بین روستاها، یا اتصال روستاها، معادن و مراکز تولیدی روستایی به راه روستایی درجه یک ، راه فرعی وزارت راه و ترابری (و احتمالاً راه اصلی) است.

### ۳-۴-۴ راه روستایی درجه سه

نقش این راه، تأمین ارتباط کاملاً محلی و محدود بین روستاها، یا اتصال روستاها، معادن و مراکز تولیدی روستایی به راه‌های روستایی درجه دو و درجه یک (و احتمالاً راه‌فرعی وزارت راه و ترابری) است. کم‌بودن ترافیک و پایین‌بودن هزینهٔ اجرا، شاخص مهم این نوع راه است.

# فصل چهارم - مبانی طراحی

## ۴-۱ کلیات

ابعاد و ویژگی‌های انواع وسایل‌نقلیه که از راه‌های روستایی استفاده می‌کند در طرح هندسی راه مؤثر است. بنابراین انتخاب خودروی طرح، حجم ترافیک روزانه و سرعت، اولین گام در مطالعات طرح هندسی راه‌روستایی‌است. پیش‌بینی حجم ترافیک روزانه در آینده (دور و نزدیک) عامل عمده‌ای در تعیین درجه راه روستایی به شمار می‌رود. برای طرح هندسی راه‌های روستایی از خودروی طرحی استفاده می‌شود که در بین خودروهای استفاده کننده از راه بیشترین نیاز را دارد.

## ۴-۲ خودرو طرح

تعیین اجزای هندسی راه مانند: حداقل عرض، ارتفاع آزاد، شعاع‌گردش و فاصله دید، بر اساس مشخصات فیزیکی وسایل نقلیه‌ای انجام می‌گیرد که از راه استفاده می‌کند. از آنجا که تفاوت بین ابعاد وسایل‌نقلیه زیاد است، لازم است، چند وسیله شاخص، که ابعاد آنها نشان دهنده بحرانی‌ترین گروه استفاده کننده از راه در هر مورد است، انتخاب شود. این وسایل را خودرو طرح می‌نامند. انگیزه استفاده از چند خودروی طرح این است که در بعضی موردها مثل فاصله دید، خودروهای کوچکتر و در موردهای دیگر مانند شعاع پیچ، خودروهای بزرگتر، بحرانی‌ترین وسیله می‌باشد.

### ۴-۲-۱ مشخصات عمومی

برای تعیین بعضی از اجزای هندسی راه، لازم‌است، مشخصات فیزیکی وسایل‌نقلیه به طور دقیق‌تری مورد توجه قرار گیرد. برای طرح راه از سه نوع خودرو طرح: سواری، کامیون و اتوبوس، تریلی بزرگ، استفاده شده است.

### ۴-۲-۲ حداقل شعاع گردش در تقاطع‌ها

حداقل شعاع گردش، برای سه نوع خودرو طرح، در شکل‌های ۴-۱ تا ۴-۳ نشان داده شده است. ابعاد اصلی که در طرح هندسی تأثیر می‌گذارد، عبارت‌است از:

- فاصله محور جلو و عقب
- فاصله بیرونی چرخ‌های یک محور و حداقل شعاع گردش (مسیر داخلی و خارجی چرخ‌ها)

اندازه‌های‌بالابرای خودروهای‌طرح درجدول ۴-۱ داده‌شده‌است.

کامیون و اتوبوس نسبت به سواری طرح، عرض بیشتری دارد و فاصله محور جلو و عقب و همچنین حداقل شعاع گردش آنها نیز بیشتر است. اتوبوس‌ها در مقایسه با اکثر تریلی‌ها، دارای حداقل شعاع گردش داخلی بزرگتر ولی شعاع خارجی کوچکتری است لذاتریلی‌های بزرگ، درموقع گردش، به خط عبورپهن تری نیاز دارد. شعاع‌های گردش حداقل مندرج در جدول ۴-۱ فقط برای سرعت‌های تا ۱۵ کیلومتر درساعت، درست است.

**در بیشتر راه‌هایی که محل عبورخوروی سواری و کامیون است، باید برای خم ها خودروی سواری و برای سایر معیار هاکامیون مبنای طرح قرار داده شود. درراهی که تریلی به ندرت از آنها عبور می‌کند عرض روسازی پیچ ها باید به اندازه کافی در نظرگرفته شود تا خودرو مذکوربتواند از آن عبورکند. اگرچه طرح راه بر مبنای وسیله‌نقلیه‌ای صورت می‌گیرد که استفاده کننده اصلی راه است، اما راه باید همیشه برای بزرگترین خودرویی که ممکن است از آن عبور کند، کنترل شود تا خودروی مذکور، هرچند با تجاوز به خط عبور مقابل، ولی با ایمنی و بدون خطر، قادر به عبور از آن باشد.**

در طراحی تقاطع‌ها، پس از انتخاب خودرو طرح، از

الگوهای داده شده با مقیاس متناسب استفاده می‌شود. بخش شروع گردش در امتداد مسیر ورود به تقاطع و بخش پایان گردش در امتداد مسیر خروج از تقاطع قرار داده شده و با رعایت فاصله حداقل ۶۰ سانتی‌متر از کنار مسیر چرخ‌های جلو و عقب، موقعیت کناره روسازی تعیین می‌شود.

**جدول ۴-۱ اندازه‌های مشخصات سه خودرو طرح پیشنهادی (متر)**

| مشخصات | خودرو طرح | | |
|---|---|---|---|
| | سواری | اتوبوس | تریلی بزرگ |
| فاصله محور جلو و عقب | ۳/۴ | ۷/۶ | ۱۵/۲* |
| پیش‌آمدگی جلو | ۰/۹ | ۲/۱ | ۰/۹ |
| پیش‌آمدگی عقب | ۱/۵ | ۲/۴ | ۰/۶ |
| طول وسیله نقلیه | ۵/۸ | ۱۲/۱ | ۱۶/۷ |
| عرض وسیله نقلیه | ۲/۱ | ۲/۶ | ۲/۶ |
| ارتفاع وسیله نقلیه | متغیر | ۴/۱ | ۴/۱ |
| ارتفاع برای طرح | ۴/۵ | ۴/۵ | ۴/۵ |
| حداقل شعاع دایره داخلی گردش | ۴/۱۲۰ | ۷/۴ | ۵/۹ |
| حداقل شعاع‌دایره‌خارجی‌گردش | ۷/۱۳ | ۱۲/۸ | ۱۳/۷ |

* ۱۵/۲ = ۱/۲+۷/۹+۱/۲+۴/۹

*یادداشت: مهندسین مشاوری که از اتوکد (AutoCAD) برای تهیه نقشه‌های خود استفاده می‌کنند می‌توانند کپی پرونده شکل‌های ۴-۱ تا ۴-۳ را از دفتر امور فنی و تدوین معیارها دریافت کنند.*

## ۴-۳ سرعت طرح

### ۴-۳-۱ کلیات

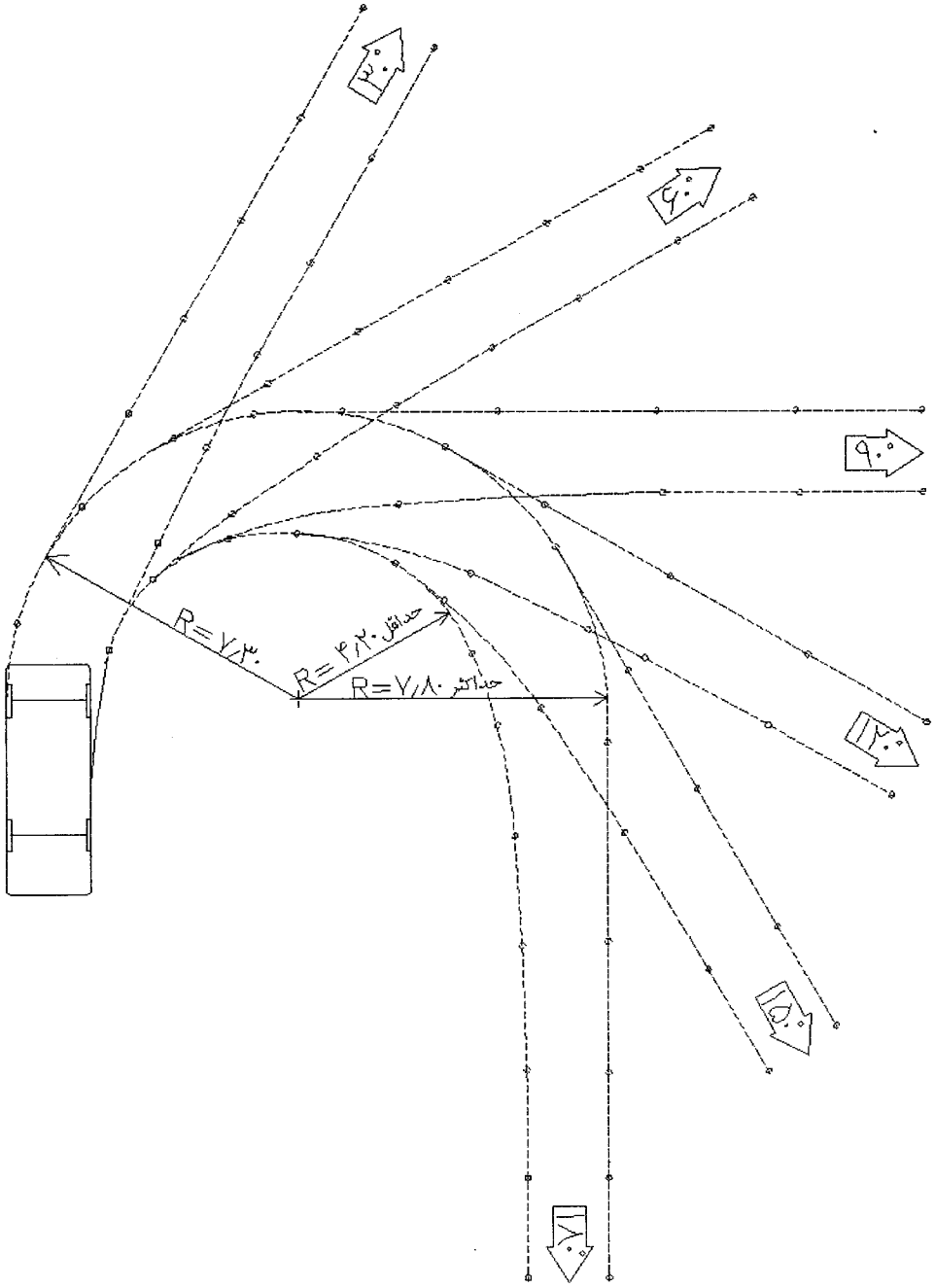
سرعت طرح، سرعتی است که برای تعیین حداقل مشخصات مربوط به طرح هندسی (پیچ‌ها، خم‌هاو فاصله‌های دید) قطعه مورد نظر راه انتخاب می‌شود.

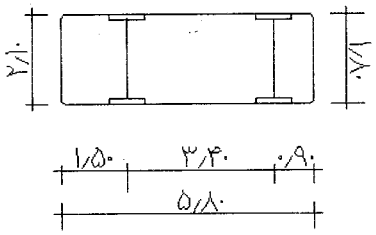
### ۴-۳-۲ انتخاب سرعت طرح

عامل‌های موثر در انتخاب سرعت طرح عبارت‌است از:

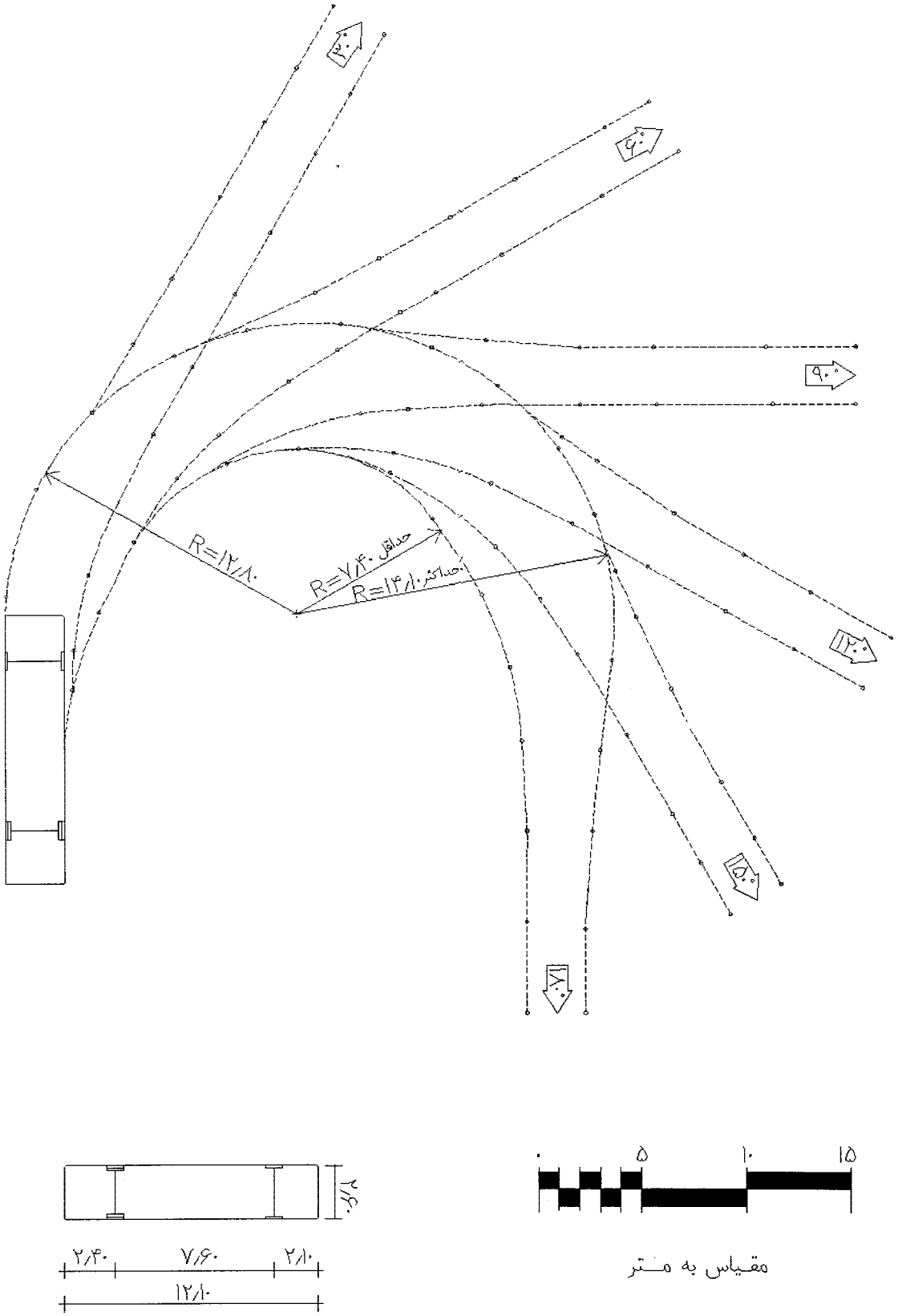
* طبقه بندی مسیر
* درجه بندی مسیر
* نگرش‌های اقتصادی
* عامل‌های محیطی
* نوع و حجم ترافیک
* منظرآرایی مسیر

با در نظر گرفتن عامل‌های بالا، بیشترین سرعت ممکن به عنوان سرعت طرح انتخاب می‌شود، مگر آنکه موقعیت خاص راه اندازه‌های کمتری را ایجاب کند.



شکل ۴-۱ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، سواری

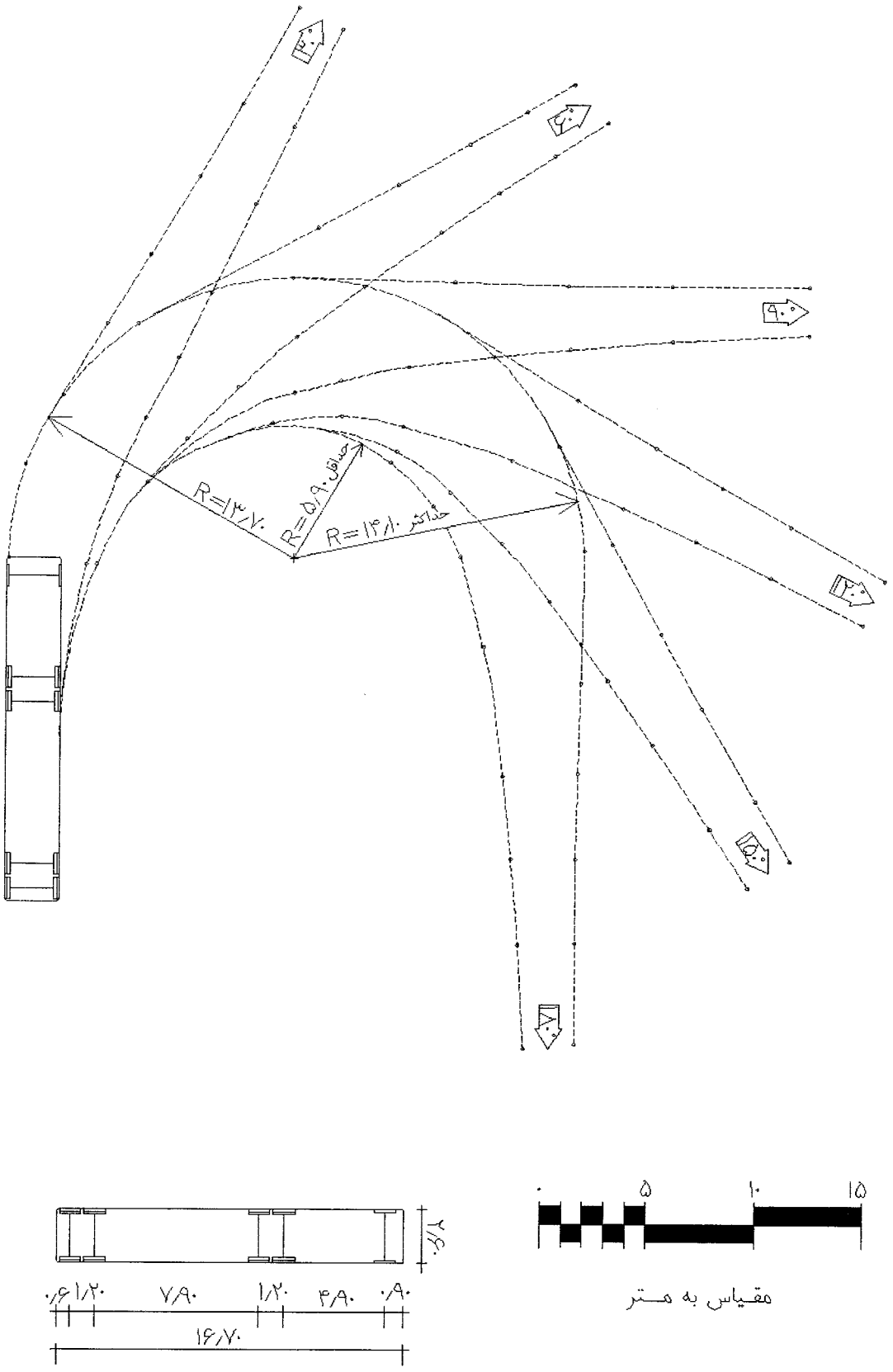









شکل ۴-۲ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، اتوبوس




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

### ۴-۳-۳ گروه‌بندی سرعت طرح

انواع سرعت‌های طرح انتخاب شده مطابق جدول ۴-۲ گروه‌بندی می‌شود.

### ۴-۳-۴ معیارهای سرعت طرح

سرعت طرح براساس درجه‌بندی راه و نیز پستی و بلندی منطقه مطابق جدول ۴-۳ انتخاب می‌شود.

جدول ۴-۲ گروه‌بندی سرعت طرح

| نام گروه | سرعت طرح (کیلومتردرساعت) | | |
|---|---|---|---|
| | حداقل | متوسط | حداکثر |
| $V_1$ | ۲۵ | ۳۰ | ۳۵ |
| $V_2$ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ |
| $V_3$ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ |
| $V_4$ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ |
| $V_5$ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ |

جدول ۴-۳ گروه سرعت طرح برای درجه‌بندی راه‌های روستایی

| درجه بندی راه | طبقه بندی راه | | |
|---|---|---|---|
| | کوهستانی | تپه ماهور | هموار |
| درجه یک | $V_2$ | $V_3$ | $V_5$ |
| درجه دو | $V_1$ | $V_3$ | $V_4$ |
| درجه سه | $V_1$ | $V_2$ | $V_3$ |

## ۴-۴ حجم ترافیک

حجم ترافیک راه‌های روستایی عبارت است از متوسط میزان برآورد تردد خودرو هابرحسب معادل سواری درسال طرح (ده و یا پانزده سال پس از شروع بهره برداری از راه).

معیار انتخاب درجه راه برحسب میزان حجم ترافیک متوسط روزانه سال طرح، در جدول ۴-۴ نشان داده شده است.

## ۴-۵ تأثیر محیط اطراف در طراحی راه

### ۴-۵-۱ کلیات

مراحل مطالعاتی راه روستایی و طرح هندسی آن، صرفاً تابع بررسی‌های اقتصادی وانتخاب مشخصات اصلی طراحی نیست، بلکه تحت تأثیر محیط اطراف راه ومنظرآرایی مسیر نیز هست.

ویژگی‌های محیط اطراف مسیر، مانند:

- پستی و بلندی
- زمین شناسی محل
- شرایط جوی
- منابع آب موجود، مانند نهرها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها
- تأسیسات پیرامون راه، مانند خطوط لوله و انتقال نیرو
- راه و راه‌آهن موجود
- مرکزهای صنعتی و معدنی هر دو طرف مسیر وتأسیسات مشابه مرتبط با این مرکزها
- تأسیسات نظامی
- روستاهای هر دو طرف راه و روش ارتباط آن‌ها پس از احداث راه
- روش نگهداری و کنترل گیاهان و درختان موجود در محل،

از عامل‌های تعیین کننده در مرحله‌های مطالعاتی طرح هندسی راه است.

علیرغم ضرورت بهینه سازی اقتصادی طرح، تأمین زیبایی و منظرآرایی مسیر ممکن است مستلزم هزینه اضافی نباشد.

**جدول ۴-۴ درجه راه با توجه به برآورد حجم ترافیک متوسط روزانه سال طرح (وسیله نقلیه)**

| متوسط ترافیک سال طرح | درجه راه روستایی | | |
|---|---|---|---|
| | درجه یک | درجه دو | درجه سه |
| بیش‌از ۴۰۰ | بله | خیر | خیر |
| ۳۰۱ تا ۴۰۰ | بله | بله | خیر |
| ۱۰۱ تا ۳۰۰ | خیر | بله | خیر |
| ۶۰ تا ۱۰۰ | خیر | بله | بله |
| کمتر از ۶۰ | خیر | خیر | بله |

### ۴-۵-۲ *اهمیت انتخاب سرعت طرح*

سرعت طرح از عامل‌های تعیین کننده ضابطه‌های طرح هندسی مسیر، مانند، موقعیت افقی و نیمرخ طولی راه است. انتخاب سرعت طرح در مناطقی که دارای زیبایی و چشم‌اندازهای طبیعی است، به انگیزه تأثیر اختلاط و ترکیب هماهنگ و موزون راه با محیط پیرامون، از اهمیت خاصی برخوردار است، لذا همانگونه که قبلاً در بخش سرعت طرح نیز اشاره شد، درانتخاب سرعت طرح مناطقی که دارای زیبایی‌های طبیعی می‌باشد، بهتراست نکته‌های مربوط به منظرآرایی مسیر را نیز مّدنظر قرارداد.

### ۴-۵-۳ *نکته‌های مرتبط با منظرآرایی راه*

در خلال طراحی مسیر راه، به منظور منظرآرایی‌آن، بهتراست نکته‌های زیر مّدنظر قرارگیرد:

- استقرار مسیر راه به گونه‌ای باشد که احداث راه جدید، درصورت‌امکان، محیط طبیعی اطراف راه را نگهداری کند و باعث پیدایش و جلوه چشم‌اندازهای پیرامون شود.
- نیمرخ طولی و مسیر کلی راه با طبیعت پیرامون، سازگارباشد و خاکریزی‌ها و خاکبرداری‌های بدمنظر و ناهمگون بامحیط اطراف، به حداقل برسد.

- برای درهم آمیزی و اختلاط مناسب راه با محیط پیرامون، بهتراست روش پاکسازی مسیر از درختان و گیاهان موجود و ترمیم و توسعه فضاهای سبز، درمحل‌های لازم، به موازات طرح هندسی، به وسیله کارشناسان ذیربط بررسی شود. **دراین ارتباط باید تخریب گیاهان و درختان با ارزش پیرامون (نظیر درختان کهنسال، گیاهان بومی و کمیاب) در حداقل ممکن، صورت گیرد. در مناطق ویژه‌ای که راه از داخل جنگل عبور می‌کند، باید قبل از تصمیم‌گیری نهایی دربارهٔ مسیر، وضعیت تخریب جنگل از دیدگاه محیط زیست، بطور کامل مورد بررسی کارشناسی قرار گیرد و درصورت لزوم، طرح ترمیم و جایگزینی لازم پیشاپیش بررسی شود و راه‌های نگهداری درخت وگیاه و روش نگهداری فضاهای سبز، پس از استقرار راه و تأثیر احتمالی آن در طرح هندسی مورد توجه قرارگیرد.**

- گزینه‌ای که ضمن رعایت اصول فنی و اقتصادی لازم، باعث به وجودآمدن چشم‌اندازها و دورنماهای زیبا می‌شود، برگزینه‌های دیگر برتری دارد.

- درصورت امکان بهتراست از استفاده معادن قرضه در مناطق خوش منظر اجتناب شود.

- **تخلیه آب‌های سطحی و زهکشی راه، در مناطق خوش منظر باید بگونه‌ای باشد که موجب فرسایش، و بدمنظری و تجمع هرزآب‌ها درمحل های نامناسب نشود.**

## ۴-۶ محل‌های قرضه وانبار (دپو)

ساختن راه، نیازمند مصالح خاکی برای تنه راه، یا شن و ماسه و سنگ مورد نیاز روسازی و ابنیه فنی، از معادن و ذخایر زمینی و کوهی و رودخانه‌ای‌است. علاوه براین،به دنبال آماده‌کردن بستر راه و انجام عملیات پی‌کنی، خاک‌برداری و برش کوه، مقداری پس‌مانده نیز حاصل می‌شود که نمی‌توان آن را در حریم راه تخلیه کرد.

**با توجه به موردهای بالا، انجام مطالعات یک مسیر باید با در نظر گرفتن عامل‌های ذکر شده، شامل تمامی محل‌های معادن قرضه و نیز محل تخلیه پس‌مانده صورت گیرد تاگزینه بهینه را ارائه کند.**

**در ارتباط با طرح هندسی راه، وجود یا عدم وجود محل‌های ذکر شده، حایز اهمیت است و باید توسط طراحان در انتخاب گزینه‌ها مد نظر قرارگیرد.**

# فصل پنجم- معیارهای طرح هندسی راه‌روستایی و ابنیه

## ۵-۱ فاصله دید

### ۵-۱-۱ کلیات

تأمین فاصله دید کافی برای کنترل سرعت خودرو اجتناب از برخورد با مانع‌های غیرمنتظره و تصادف هنگام سبقت‌گیری، از اهمیت بسیاری برخوردار است.

در طرح هندسی راه، از این بخش به منظورتأمین فاصله دید کافی در موقعیت‌های مختلف استفاده می‌شود. **درتمام طول مسیر، با سرعت طرح باید دیدکافی، برای رانندگان تأمین و مناطق بدون فاصله دیدکافی، باعلایم مشخص شود.**

### ۵-۱-۲ انواع فاصله‌های دید

فاصله‌های دید در راه به سه گروه زیر تقسیم می‌شود (برای فاصله دید در تقاطع‌ها به فصل هفتم مراجعه گردد).

الف - فاصله دید توقف

ب - فاصله دید سبقت

پ - فاصله دید انتخاب

### ۵-۱-۲-۱ فاصله دید توقف

فاصله دید توقف مسافتی است که خودرو در حال حرکت، پس از مشاهده مانع توسط راننده و عمل ترمز، در مسیر خود، طی می‌کند تا قبل از برخورد با مانع متوقف شود. این فاصله مجموع دو فاصله است: یکی مسافت طی‌شده در مدت مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش، ودیگری مسافت طی‌شده پس از ترمز.

الف - فاصله مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش، مسافتی است که خودرو در مدت مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش راننده برای ترمزکردن، طی می‌کند. این مدت به‌عامل‌های متعددی مانند مهارت، هشیاری راننده، سرعت خودرو، نوع و رنگ و شرایط مانع، فاصله از مانع، نوع و شرایط راه و شرایط دید از لحاظ جوی بستگی دارد.

مقدار این زمان در طراحی، ۲/۵ ثانیه در نظر گرفته می‌شود.

ب - فاصله ترمز، مسافتی است که خودرو در سرعت مورد نظر پس از ترمز تا توقف طی می‌کند.

این فاصله از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$d = \frac{V^2}{250(F \pm G)}$$

که در این رابطه

d = فاصله ترمز بر حسب متر

V = سرعت خودرو بر حسب کیلومتر درساعت

F = ضریب اصطکاک در امتداد حرکت در روسازی خیس که در جدول ۵-۱ داده شده است.

G = قدرمطلق شیب راه بر حسب درصد که مقدارآن درسربالایی مثبت و در سرپایینی منفی خواهدبود.

برای محاسبه فاصله دید توقف با در نظرگرفتن مجموع دوفاصله ذکرشده از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$S = 0.7\,V + \frac{V^2}{250(F \pm G)}$$

به طوری که

S، فاصله دید توقف در امتداد مورد نظر بر حسب متر و V و F و G مطابق بند ب می‌باشد.

ضرایب اصطکاک، فاصله‌های ترمز و حدود فاصله دیدتوقف برای سرعت‌های مختلف و در امتداد افقی (G = ۰) در جدول ۵-۱ منعکس شده است.

**فاصله دید توقف باید مساوی فاصله دید راننده (با ارتفاع ۱۱۰ سانتی‌متر از سطح راه) از مانع احتمالی واقع بر سطح راه (با ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر) یا بیشتر از آن باشد.**

جدول ۵-۱ حداقل فاصله دید توقف

| سرعت‌طرح (کیلومتردرساعت) | ضریب اصطکاک | فاصله دید توقف (متر) |
|---|---|---|
| ۲۵ | ۰/۴۰ | ۲۵ |
| ۳۰ | ۰/۴۰ | ۳۰ |
| ۴۰ | ۰/۳۸ | ۴۵ |
| ۵۰ | ۰/۳۵ | ۶۵ |
| ۶۰ | ۰/۳۳ | ۸۵ |
| ۷۰ | ۰/۳۱ | ۱۰۵ |
| ۸۰ | ۰/۳۰ | ۱۳۰ |

### ۵-۱-۲-۲ فاصله دید توقف در خم‌های گنبدی

در خم‌های گنبدی، تعیین طول خم، به فاصله دید نیز بستگی دارد. طول خم در دو حالت زیر تعیین می‌شود.

الف - هنگامی که فاصله دید (S) از طول خم (L) کمتر است.

$$S < L$$

دراین حالت طول خم از رابطه کلی زیر به دست می‌آید.

$$L = \frac{A\,S^2}{۴۰۰}$$

در معادله فوق

L = طول خم (متر)

S = فاصله دید (متر)

A = تفاضل جبری دو شیب خم (درصد)

ب - هنگامی که فاصله دید از طول خم بزرگتر است.

$$S > L$$

در آن صورت

$$L = ۲S - \frac{۴۰۰}{A}$$

اندازه‌های مختلف S، L و A در جدول‌های ۵-۲ و ۵-۳ مشخص است.

### ۵-۱-۲-۳ فاصله دید توقف در خم‌های کاسه‌ای

طول خم در خم‌های کاسه‌ای براساس فاصله دید توقف در شب به کمک نور چراغ‌های جلو تعیین می‌شود. در این حالت ارتفاع چراغ‌های جلو خودرو از سطح راه برابر ۶۰ سانتیمتر و پرتو نور چراغ با زاویه یک درجه بالای محور طولی خودرو در نظر گرفته می‌شود.

در این مورد دو حالت زیر وجود دارد.

الف - اگر $S < L$ باشد

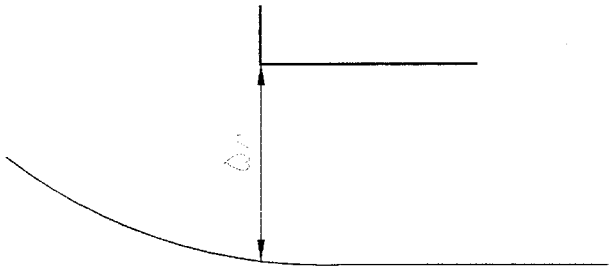
$$L = \frac{A\,S^2}{۱۲۰+۳/۵S}$$

ب - اگر $S > L$ باشد

$$L = ۲S - \frac{۱۲۰+۳/۵S}{A}$$

که در روابط فوق، L، S و A به ترتیب طول خم، فاصله دید توقف و اختلاف جبری دو شیب است. اندازه‌های مختلف A، S و L در جدول‌های ۵-۴ و ۵-۵ مشخص شده‌است.

پ - اگر راه از زیر مانعی عبور کند (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱ عبور از زیر مانع در خم کاسه‌ای

جدول ۵-۲ حداقل طول خم در خم‌های گنبدی (متر)

| A (%) | S=۲۵ V=۲۵ | S=۳۰ V=۳۰ | S=۵۰ V=۴۰ | S=۶۵ V=۵۰ | S=۸۵ V=۶۰ | S=۱۰۵ V=۷۰ | S=۱۳۰ V=۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۰* | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | |
| ۱/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ |
| ۲ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۶۰ |
| ۲/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۳ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۷۷ | ۱۲۷ |
| ۳/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۵۶ | ۹۶ | ۱۴۸ |
| ۴ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۷۰ | ۱۱۰ | ۱۶۹ |
| ۴/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۴۱ | ۸۱ | ۱۲۴ | ۱۹۰ |
| ۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۵۰ | ۹۰ | ۱۳۸ | ۲۱۱ |
| ۵/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۵۷ | ۹۹ | ۱۵۲ | ۲۳۲ |
| ۶ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۳ | ۶۳ | ۱۰۸ | ۱۶۵ | ۲۵۴ |
| ۶/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۸ | ۶۹ | ۱۱۷ | ۱۷۹ | ۲۷۵ |
| ۷ | ۳۰ | ۳۰ | ۴۳ | ۷۴ | ۱۲۶ | ۱۹۳ | ۲۹۶ |
| ۷/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۴۷ | ۷۹ | ۱۳۵ | ۲۰۷ | – |
| ۸ | ۳۰ | ۳۰ | ۵۰ | ۸۵ | ۱۴۵ | ۲۲۱ | – |
| ۸/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۵۳ | ۹۰ | ۱۵۴ | ۲۳۴ | – |
| ۹ | ۳۰ | ۳۰ | ۵۶ | ۹۵ | ۱۶۳ | ۲۴۸ | – |
| ۱۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۶۳ | ۱۰۶ | ۱۸۱ | ۲۷۶ | – |
| ۱۲ | ۳۰ | ۳۰ | ۷۵ | ۱۲۷ | ۲۱۷ | – | – |
| ۱۴ | ۳۰ | ۳۲ | ۸۸ | ۱۴۸ | ۲۵۳ | – | – |
| ۱۶ | ۳۰ | ۳۶ | ۱۰۰ | ۱۶۹ | ۲۸۹ | – | – |
| ۱۸ | ۳۰ | ۴۱ | ۱۱۳ | ۱۹۰ | – | – | – |
| ۲۰ | ۳۱ | ۴۵ | ۱۲۵ | ۲۱۱ | – | – | – |
| ۲۲ | ۳۴ | ۵۰ | ۱۳۸ | ۲۳۲ | – | – | – |
| ۲۴ | ۳۷ | ۵۴ | ۱۵۰ | ۲۵۴ | – | – | – |
| ۲۶ | ۴۰ | ۵۹ | ۱۶۳ | ۲۷۵ | – | – | – |
| ۲۸ | ۴۴ | ۶۳ | ۱۷۵ | ۲۹۶ | – | – | – |
| ۳۰ | ۴۷ | ۶۸ | ۱۸۸ | – | – | – | – |

L = طول خم (متر)

A = تفاوت جبری دوشیب (٪)

S = فاصله دید توقف (متر)

V = سرعت طرح (کیلومتردرساعت)

* = حداقل طول خم برای اختلاف شیب بیش‌از نیم درصد ۳۰۰ متر است و برای اختلاف شیب‌نیم درصد و کمتر از آن به طول خم احتیاجی نیست.

یادداشت: *موردهای ضروری استفاده‌از خم های به طول بیش از ۴۰۰ متر در راه‌روستایی بسیار نادر است.*

جدول ۵-۳ فاصله دید توقف در خم‌های گنبدی (متر)

| A (%) | L=۳۰ S | L=۵۰ S | L=۱۰۰ S | L=۱۵۰ S | L=۲۰۰ S | L=۳۰۰ S | L=۴۰۰ S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۲۱۵ | ۲۲۵ | ۲۵۰ | ۲۷۵ | ۳۰۰ | ۳۵۰ | ۴۰۰ |
| ۱/۵ | ۱۴۸ | ۱۵۸ | ۱۸۳ | ۲۰۸ | ۲۳۳ | ۲۸۳ | ۳۲۷ |
| ۲ | ۱۱۵ | ۱۲۵ | ۱۵۰ | ۱۷۵ | ۲۰۰ | ۲۴۵ | ۲۸۳ |
| ۲/۵ | ۹۵ | ۱۰۵ | ۱۳۰ | ۱۵۵ | ۱۷۹ | ۲۱۹ | ۲۵۳ |
| ۳ | ۸۲ | ۹۲ | ۱۱۷ | ۱۴۱ | ۱۶۳ | ۲۰۰ | ۲۳۱ |
| ۳/۵ | ۷۲ | ۸۲ | ۱۰۷ | ۱۳۱ | ۱۵۱ | ۱۸۵ | ۲۱۴ |
| ۴ | ۶۵ | ۷۵ | ۱۰۰ | ۱۲۲ | ۱۴۱ | ۱۷۳ | ۲۰۰ |
| ۴/۵ | ۵۹ | ۶۹ | ۹۴ | ۱۱۵ | ۱۳۳ | ۱۶۳ | ۱۸۹ |
| ۵ | ۵۵ | ۶۵ | ۸۹ | ۱۱۰ | ۱۲۶ | ۱۵۵ | ۱۷۹ |
| ۵/۵ | ۵۱ | ۶۱ | ۸۵ | ۱۰۴ | ۱۲۱ | ۱۴۸ | ۱۷۱ |
| ۶ | ۴۸ | ۵۸ | ۸۲ | ۱۰۰ | ۱۱۵ | ۱۴۱ | ۱۶۳ |
| ۶/۵ | ۴۶ | ۵۶ | ۷۸ | ۹۶ | ۱۱۱ | ۱۳۶ | ۱۵۷ |
| ۷ | ۴۴ | ۵۴ | ۷۶ | ۹۳ | ۱۰۷ | ۱۳۱ | ۱۵۱ |
| ۷/۵ | ۴۲ | ۵۲ | ۷۳ | ۸۹ | ۱۰۳ | ۱۲۶ | ۱۴۶ |
| ۸ | ۴۰ | ۵۰ | ۷۱ | ۸۷ | ۱۰۰ | ۱۲۲ | ۱۴۱ |
| ۸/۵ | ۳۹ | ۴۹ | ۶۹ | ۸۴ | ۹۷ | ۱۱۹ | ۱۳۷ |
| ۹ | ۳۷ | ۴۷ | ۶۷ | ۸۲ | ۹۴ | ۱۱۵ | ۱۳۳ |
| ۱۰ | ۳۵ | ۴۵ | ۶۴ | ۷۷ | ۸۹ | ۱۱۰ | ۱۲۶ |
| ۱۲ | ۳۲ | ۴۱ | ۵۸ | ۷۱ | ۸۲ | ۱۰۰ | ۱۱۵ |
| ۱۴ | ۲۹ | ۳۸ | ۵۳ | ۶۵ | ۷۶ | ۹۳ | ۱۰۷ |
| ۱۶ | ۲۸ | ۳۵ | ۵۰ | ۶۱ | ۷۱ | ۸۷ | ۱۰۰ |
| ۱۸ | ۲۶ | ۳۳ | ۴۷ | ۵۸ | ۶۷ | ۸۲ | ۹۴ |
| ۲۰ | ۲۵ | ۳۲ | ۴۵ | ۵۵ | ۶۳ | ۷۷ | ۸۹ |
| ۲۲ | – | ۳۰ | ۴۳ | ۵۲ | ۶۰ | ۷۴ | ۸۵ |
| ۲۴ | – | – | ۴۱ | ۵۰ | ۵۸ | ۷۱ | ۸۲ |
| ۲۶ | – | – | ۳۹ | ۴۸ | ۵۶ | ۶۸ | ۷۸ |
| ۲۸ | – | – | ۳۸ | ۴۶ | ۵۳ | ۶۵ | ۷۶ |
| ۳۰ | – | – | ۳۷ | ۴۵ | ۵۲ | ۶۳ | ۷۳ |

- S، L و A مطابق جدول ۵-۲ است.

جدول ۵-۴ حداقل طول خم در خم‌های کاسه‌ای (متر)

| A (%) | S=۲۵ V=۲۵ | S=۳۰ V=۳۰ | S=۵۰ V=۴۰ | S=۶۵ V=۵۰ | S=۸۵ V=۶۰ | S=۱۰۵ V=۷۰ | S=۱۳۰ V=۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۰* | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ |
| ۱/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ |
| ۲ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ |
| ۲/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ |
| ۳ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۱ | ۴۸ | ۶۸ |
| ۳/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۱ | ۵۱ | ۷۱ | ۹۶ |
| ۴ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۴۳ | ۶۶ | ۸۸ | ۱۱۶ |
| ۴/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۴ | ۵۳ | ۷۷ | ۱۰۲ | ۱۳۲ |
| ۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۴۱ | ۶۱ | ۸۷ | ۱۱۳ | ۱۴۷ |
| ۵/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۴۶ | ۶۷ | ۹۵ | ۱۲۴ | ۱۶۲ |
| ۶ | ۳۰ | ۳۰ | ۵۱ | ۷۳ | ۱۰۴ | ۱۳۶ | ۱۷۶ |
| ۶/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۵۵ | ۷۹ | ۱۱۲ | ۱۴۷ | ۱۹۱ |
| ۷ | ۳۰ | ۳۰ | ۵۹ | ۸۵ | ۱۲۱ | ۱۵۸ | ۲۰۶ |
| ۷/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۶۴ | ۹۱ | ۱۳۰ | ۱۷۰ | ۲۲۰ |
| ۸ | ۳۰ | ۳۲ | ۶۸ | ۹۷ | ۱۳۸ | ۱۸۱ | ۲۳۴ |
| ۸/۵ | ۳۴ | ۳۰ | ۷۲ | ۱۰۳ | ۱۴۷ | ۱۹۲ | ۲۵۰ |
| ۹ | ۳۰ | ۳۶ | ۷۶ | ۱۰۹ | ۱۵۶ | ۲۰۴ | ۲۶۵ |
| ۱۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۸۵ | ۱۲۲ | ۱۷۳ | ۲۲۶ | ۲۹۴ |
| ۱۲ | ۳۶ | ۴۸ | ۱۰۲ | ۱۴۶ | ۲۰۸ | ۲۷۱ | ۳۵۳ |
| ۱۴ | ۴۲ | ۵۶ | ۱۱۹ | ۱۷۰ | ۲۴۲ | ۳۱۷ | ۴۱۱ |
| ۱۶ | ۴۸ | ۶۴ | ۱۳۶ | ۱۹۵ | ۲۷۷ | ۳۶۲ | – |
| ۱۸ | ۵۴ | ۷۲ | ۱۵۳ | ۲۱۹ | ۳۱۱ | ۴۰۷ | – |
| ۲۰ | ۶۰ | ۸۰ | ۱۶۹ | ۲۴۳ | ۳۴۶ | – | – |
| ۲۲ | ۶۶ | ۸۸ | ۱۸۶ | ۲۶۷ | ۳۸۱ | – | – |
| ۲۴ | ۷۲ | ۹۶ | ۲۰۳ | ۲۹۲ | ۴۱۵ | – | – |
| ۲۶ | ۷۸ | ۱۰۴ | ۲۲۰ | ۳۱۶ | – | – | – |
| ۲۸ | ۸۴ | ۱۱۲ | ۲۳۷ | ۳۴۰ | – | – | – |
| ۳۰ | ۹۰ | ۱۲۰ | ۲۵۴ | ۳۶۵ | – | – | – |

* حداقل طول خم برای شیب بیش از نیم درصد ۳۰ متر است.

جدول ۵-۵ فاصله دید توقف در خم‌های کاسه‌ای (متر)

| A (%) | L=۳۰ S | L=۵۰ S | L=۱۰۰ S | L=۱۵۰ S | L=۲۰۰ S | L=۳۰۰ S | L=۴۰۰ S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | | | | | | | |
| ۱/۵ | | | | | | | |
| ۲ | | | | | | | |
| ۲/۵ | ۱۳۰ | ۱۶۳ | | | | | |
| ۳ | ۸۴ | ۱۰۸ | | | | | |
| ۳/۵ | ۶۴ | ۸۴ | ۱۳۴ | | | | |
| ۴ | ۵۳ | ۷۱ | ۱۱۶ | | | | |
| ۴/۵ | ۴۶ | ۶۳ | ۱۰۴ | | | | |
| ۵ | ۴۲ | ۵۷ | ۹۵ | ۱۳۲ | | | |
| ۵/۵ | ۳۸ | ۵۳ | ۸۸ | ۱۲۲ | | | |
| ۶ | ۳۵ | ۴۹ | ۸۳ | ۱۱۴ | | | |
| ۶/۵ | ۳۳ | ۴۷ | ۷۸ | ۱۰۷ | ۱۳۵ | | |
| ۷ | ۳۱ | ۴۴ | ۷۳ | ۱۰۱ | ۱۲۷ | | |
| ۷/۵ | ۳۰ | ۴۲ | ۷۰ | ۹۵ | ۱۲۰ | | |
| ۸ | ۲۹ | ۴۰ | ۶۶ | ۹۰ | ۱۱۴ | | |
| ۸/۵ | ۲۸ | ۳۹ | ۶۳ | ۸۶ | ۱۰۸ | | |
| ۹ | ۲۷ | ۳۷ | ۶۳ | ۸۶ | ۱۰۴ | | |
| ۱۰ | ۲۵ | ۳۵ | ۵۶ | ۷۶ | ۹۵ | ۱۳۲ | |
| ۱۲ | - | ۳۱ | ۴۹ | ۶۶ | ۸۳ | ۱۱۴ | ۱۴۴ |
| ۱۴ | - | ۲۸ | ۴۴ | ۵۹ | ۷۳ | ۱۰۱ | ۱۲۷ |
| ۱۶ | - | ۲۶ | ۴۰ | ۵۴ | ۶۶ | ۹۰ | ۱۱۴ |
| ۱۸ | - | - | ۳۷ | ۴۹ | ۶۱ | ۸۳ | ۱۰۴ |
| ۲۰ | - | - | ۳۵ | ۴۶ | ۵۶ | ۷۶ | ۹۵ |
| ۲۲ | - | - | ۳۳ | ۴۳ | ۵۳ | ۷۱ | ۸۸ |
| ۲۴ | - | - | ۳۱ | ۴۰ | ۴۹ | ۶۶ | ۸۳ |
| ۲۶ | - | - | ۲۹ | ۳۸ | ۴۷ | ۶۳ | ۷۸ |
| ۲۸ | - | - | ۲۸ | ۳۶ | ۴۴ | ۵۹ | ۷۳ |
| ۳۰ | - | - | ۲۷ | ۳۵ | ۴۲ | ۵۶ | ۷۰ |

پ-۱ در حالتی که $S > L$ باشد،

$$L = 2S - \frac{8C+410}{A}$$

به طوری که

L = طول خم (متر)

S = فاصله دید توقف (متر)

A = اختلاف جبری دو شیب (درصد)

C = بلندی (ارتفاع آزاد) سازه فوقانی تا خم (متر)

پ-۲ در حالتی که $S < L$ باشد،

$$L = \frac{S^2 A}{8(C - 0/6)}$$

L، S، A و C مطابق تعریف‌های بند قبل است

مطابق شکل، فاصله مانع از محور طولی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$m = R\left(1 - \cos\frac{28/65}{R} S\right)$$

که در این رابطه

m = فاصله مانع تا محور طولی خط عبور داخلی (متر)

R = شعاع پیچ تا محور طولی خط عبور داخلی (متر)

S = فاصله دید توقف (متر)

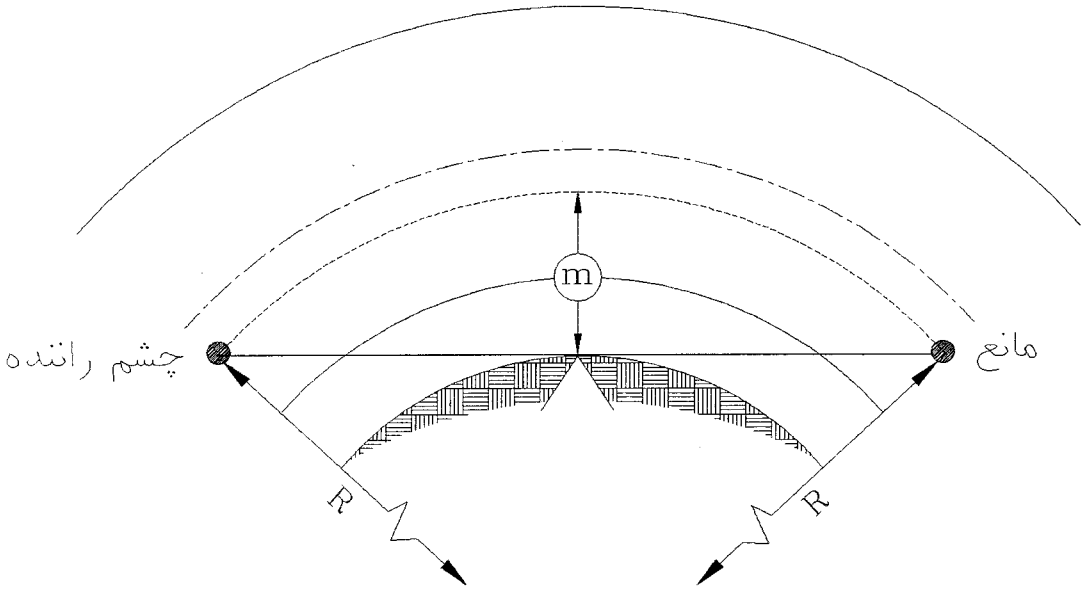
ب - حالتی که $S > L$ باشد.

### ۵-۱-۲-۴ فاصله دید توقف در پیچ‌ها

فاصله دید در پیچ‌ها ممکن است به وسیله مانع‌های مختلف، مانند ابنیه فنی، ساختمان‌ها، درختان و عوارض طبیعی محدود شده باشد. **هنگام طراحی مسیر، برای فاصله دید کافی باید ضابطه‌های این بند مورد استفاده قرارگیرد.** در این ارتباط، دو حالت، به شرح زیر، هنگام طراحی در نظر گرفته می‌شود:

الف - حالتی که $S < L$ باشد،

در این حالت فاصله دید کوچکتر از طول پیچ است و خط دید در ارتفاع ۰/۶۰ متری در امتداد محور میانی خط عبور کناری در نظر گرفته می‌شود (شکل ۵-۲).




**شکل ۵-۲ فاصله دید در پیچ برای حالت $S < L$**

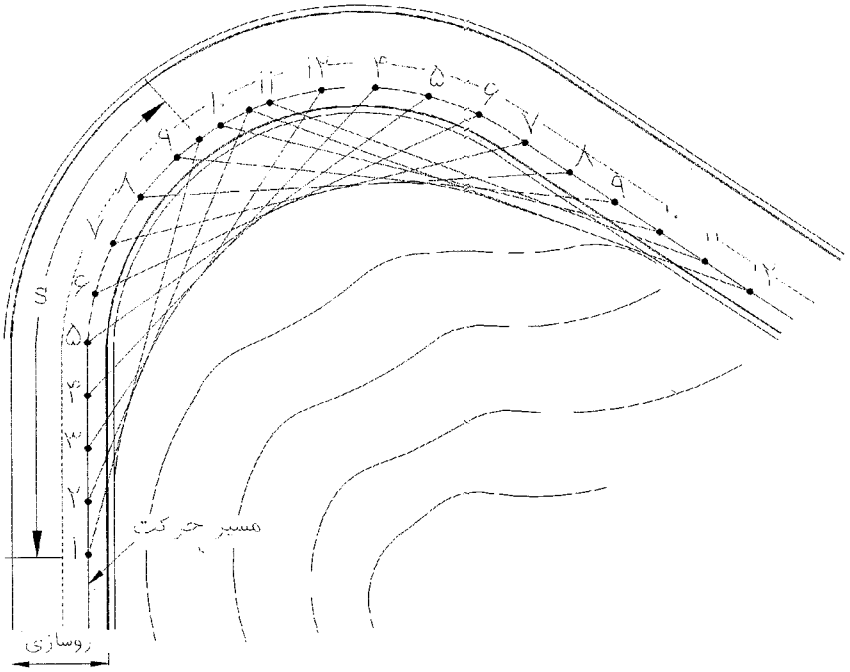
در این حالت فاصله دید بزرگتر از طول پیچ است و خط دید در ارتفاع ۰/۶۰ متری در امتداد محور میانی خط عبور کناری در نظر گرفته شده است و برای محاسبه m از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$m = \frac{L-(2S-L)}{8R}$$

که پارامترهای L، S، m و R مطابق تعریف‌های بند پیشین است.

برای پاکسازی محوطه شامل درختان یا زمین طبیعی می‌توان با درنظرگرفتن فاصله دید مطابق شکل ۵-۳ عمل کرد.

اندازه‌های مختلف m برای S و R در جدول ۵-۶ و اندازه‌های مختلف S برای m و R در جدول ۵-۷ مشخص شده‌است.




شکل ۵-۳ روش تعیین میزان پاکسازی محوطه درپیچ

### ۵-۱-۳ تأمین شعاع حداقل خم‌های دایره‌ای با توجه به فاصله دید

در موردهای اندکی که در نیمرخ طولی از خم‌های دایره‌ای استفاده شود، شعاع حداقل مورد نظر در ارتباط با فاصله دید از روابط زیر به دست می‌آید.

الف - حالتی که $S < L$ باشد،

در این حالت از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$Rmin = ۰/۴۶۷S^۲$$

ب - حالتی که $S > L$ باشد،

در این حالت از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$Rmin = \frac{۲۰۰}{A}\left(S - \frac{۱۲۰}{A}\right)$$

که Rmin، S و A به ترتیب شعاع حداقل خم (متر)، فاصله دید (متر) و تفاضل جبری دو شیب (درصد) است.

**اندازه‌های حداقل فوق باید با اندازه‌های حداقل شعاع که راحتی راننده را تأمین می‌کند (جدول ۵-۱۴) مقایسه و بیشترین مقدار آنها انتخاب شود.**

### ۵-۱-۴ فاصله‌های دید سبقت

فاصله دید سبقت، کمترین فاصله‌ای است که رانندگان می‌توانند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن و بدون برخورد با خودرو مقابل از خودرو جلوتر سبقت بگیرند. فاصله دید سبقت در راه‌روستایی، با درنظرگرفتن فاصله‌های طی شدهٔ خودروی در حال سبقت و خودروی در حالت حرکت در جهت مقابل به دست می‌آید و در جدول ۵-۸ منعکس است.

در ضمن، فاصله دید سبقت بر این پایه تعیین می‌شود، که ارتفاع چشم راننده از سطح راه ۱۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع مانع (خودرو مقابل) ۱۳۰ سانتی‌متر است.

جدول ۵-۶ حداقل فاصله آزاد جانبی مانع از محور خط عبور داخلی راه در پیچ‌ها بر حسب (متر)

| R (متر) شعاع پیچ | S=۲۵ V=۲۵ | S=۳۰ V=۳۰ | S=۵۰ V=۴۰ | S=۶۵ V=۵۰ | S=۸۵ V=۶۰ | S=۱۰۵ V=۷۰ | S=۱۳۰ V=۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۵ | ۳/۰۶ | – | – | – | – | – | – |
| ۳۰ | ۲/۵۷ | ۳/۶۷ | – | – | – | – | – |
| ۵۰ | ۱/۵۴ | ۲/۲۳ | ۶/۱۲ | – | – | – | – |
| ۱۰۰ | | | ۳/۱۱ | ۵/۲۴ | ۸/۹۰ | – | – |
| ۱۵۰ | | | ۲/۰۸ | ۳/۵۱ | ۵/۹۸ | ۹/۱۰ | – |
| ۲۰۰ | | | ۱/۵۶ | ۲/۶۴ | ۴/۵۰ | ۶/۸۵ | ۱۰/۴۷ |
| ۲۵۰ | | | | ۲/۱۱ | ۳/۶۰ | ۵/۴۹ | ۸/۴۰ |
| ۳۰۰ | | | | ۱/۷۶ | ۳/۰۱ | ۴/۵۸ | ۷/۲۰ |
| ۴۰۰ | | | | | ۲/۲۶ | ۳/۴۴ | ۵/۲۷ |
| ۵۰۰ | | | | | ۱/۸۱ | ۲/۷۵ | ۴/۲۲ |
| ۶۰۰ | | | | | ۱/۵۰ | ۲/۳۰ | ۳/۵۲ |
| ۷۰۰ | | | | | | ۱/۹۷ | ۳/۰۲ |
| ۸۰۰ | | | | | | ۱/۷۲ | ۲/۶۴ |
| ۹۰۰ | | | | | | ۱/۵۳ | ۲/۳۵ |
| ۱۰۰۰ | | | | | | | ۲/۱۱ |
| ۱۲۰۰ | | | | | | | ۱/۷۶ |
| ۱۴۰۰ | | | | | | | ۱/۵۱ |

جدول ۵-۷ فاصله دید توقف در پیچ‌ها*

| R (متر) | m=۲ | m=۳ | m=۴ | m=۵ | m=۶ | m=۷ | m=۸ | m=۹ | m=۱۰ | m=۱۱ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۵ | ۲۰ | ۲۵ | ۲۹ | ۳۲ | ۳۵ | ۳۸ | ۴۱ | ۴۴ | ۴۶ | ۴۹ |
| ۳۰ | ۲۲ | ۲۷ | ۳۱ | ۳۵ | ۳۹ | ۴۲ | ۴۵ | ۴۸ | ۵۰ | ۵۳ |
| ۵۰ | ۲۸ | ۳۵ | ۴۰ | ۴۵ | ۴۹ | ۵۴ | ۵۷ | ۶۱ | ۶۴ | ۶۸ |
| ۱۰۰ | ۴۰ | ۴۹ | ۵۷ | ۶۴ | ۷۰ | ۷۸ | ۸۱ | ۸۵ | ۹۰ | ۹۵ |
| ۱۵۰ | ۴۹ | ۶۰ | ۶۹ | ۷۸ | ۸۵ | ۹۲ | ۹۸ | ۱۰۴ | ۱۱۰ | ۱۱۶ |
| ۲۰۰ | ۵۷ | ۶۹ | ۸۰ | ۹۰ | ۹۸ | ۱۰۶ | ۱۱۴ | ۱۲۰ | ۱۲۷ | ۱۳۳ |
| ۲۵۰ | ۶۳ | ۷۸ | ۹۰ | ۱۰۰ | ۱۱۰ | ۱۱۹ | ۱۲۷ | ۱۳۵ | – | – |
| ۳۰۰ | ۶۹ | ۸۵ | ۹۸ | ۱۱۰ | ۱۲۰ | ۱۳۰ | ۱۳۹ | – | – | – |
| ۴۰۰ | ۸۰ | ۹۸ | ۱۱۳ | ۱۲۷ | ۱۳۹ | – | – | – | – | – |
| ۵۰۰ | ۸۹ | ۱۱۰ | ۱۲۷ | ۱۴۲ | – | – | – | – | – | – |
| ۶۰۰ | ۹۸ | ۱۲۰ | ۱۳۹ | – | – | – | – | – | – | – |
| ۷۰۰ | ۱۰۶ | ۱۳۰ | – | – | – | – | – | – | – | – |
| ۸۰۰ | ۱۱۳ | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| ۹۰۰ | ۱۲۰ | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| ۱۰۰۰ | ۱۲۷ | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| ۱۲۰۰ | ۱۳۹ | – | – | – | – | – | – | – | – | – |

* S، R و m مطابق تعریف‌های قبل است.

جدول ۵-۸ حداقل فاصله دید سبقت

| سرعت طرح (کیلومتردرساعت) | حداقل فاصله دید سبقت (متر) |
|---|---|
| ۲۵ | ۲۰۰ |
| ۳۰ | ۲۳۰ |
| ۴۰ | ۲۸۵ |
| ۵۰ | ۳۴۵ |
| ۶۰ | ۴۱۰ |
| ۷۰ | ۴۸۰ |
| ۸۰ | ۵۴۰ |

### ۵-۱-۵ فاصله دید سبقت در خم‌های گنبدی

روابط زیر بین فاصله‌های دید سبقت و طول خم‌ها وجود دارد.

الف - وقتی که $S > L$ باشد،

$$L = 2S - \frac{946}{A}$$

ب - وقتی که $S < L$ باشد،

$$L = \frac{A S^2}{946}$$

که در روابط بالا S، A و L به ترتیب، فاصله دید سبقت، اختلاف جبری دو شیب و طول خم برحسب در صداست.

اندازه‌های مختلف A و S و L در جدول‌های ۵-۹ و ۵-۱۰ مشخص شده‌است.

جدول ۵-۹ حداقل طول خم لازم برای فاصله دید سبقت در خم‌های گنبدی

| A (%) | =۲۰۰ =۲۵ | S=۲۳۰ V=۳۰ | S=۲۸۵ V=۴۰ | S=۳۴۵ V=۵۰ | S=۴۱۰ V=۶۰ | S=۴۸۰ V=۷۰ | S=۵۴۰ V=۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۱۳۷ |
| ۱/۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۶۱ | ۱۹۱ | ۳۳۱ | ۴۵۱ |
| ۲ | ۳۰ | ۳۰ | ۹۹ | ۲۱۹ | ۳۴۹ | ۴۸۹* | × |
| ۲/۵ | ۳۰ | ۸۳ | ۱۹۳ | ۳۱۳ | ۴۴۶* | × | × |
| ۳ | ۸۶ | ۱۴۶ | ۲۵۶ | ۳۷۹* | × | × | × |
| ۳/۵ | ۱۳۱ | ۱۹۱ | ۳۰۱ | ۴۴۲* | × | × | × |
| ۴ | ۱۶۴ | ۲۲۴ | ۳۴۵* | × | × | × | × |
| ۴/۵ | ۱۹۰ | ۲۵۲ | ۳۸۸* | × | × | × | × |
| ۵ | ۲۱۲ | ۲۸۰ | ۴۳۱* | × | × | × | × |
| ۵/۵ | ۲۳۳ | ۳۰۹ | ۴۷۴* | × | × | × | × |
| ۶ | ۲۵۵ | ۳۳۷* | × | × | × | × | × |
| ۶/۵ | ۲۷۶ | ۳۶۵* | × | × | × | × | × |
| ۷ | ۲۹۷ | ۳۹۳* | × | × | × | × | × |
| ۷/۵ | ۳۱۸ | ۴۲۱* | × | × | × | × | × |
| ۸ | ۳۳۹* | × | × | × | × | × | × |

* رعایت طول خم برای طول های طرف چپ علامت، برای راه‌روستایی اقتصادی نبوده و معمولاً مورد هم ندارد.

### ۵-۱-۶ فاصله‌های دید انتخاب

در محل‌های خاصی از راه (به ویژه در راه‌روستایی درجه یک و دو) در حوالی تقاطع و ایست کنار مسیر به منظور اجتناب ازواکنش‌های آنی توأم با خطای راننده، بهتراست فاصله دیدی بزرگتر از فاصله دید توقف پیش‌بینی کرد. این

فاصله را، فاصله دید انتخاب می‌نامند که در جدول ۵-۱۱ مشخص شده است.

**جدول ۵-۱۰ فاصله دید سبقت در خم گنبدی (برحسب متر)**

| A (%) | L=۳۰ S | L=۵۰ S | L=۱۰۰ S | L=۱۵۰ S | L=۲۰۰ S | L=۳۰۰ S | L=۴۰۰ S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۴۸۸ | ۴۹۷ | ۵۲۲ | ۵۴۷ | ۵۷۲ | – | – |
| ۱/۵ | ۳۳۰ | ۳۳۹ | ۳۶۴ | ۳۸۹ | ۴۱۴ | ۴۶۴ | ۵۱۴ |
| ۲ | ۲۵۲ | ۲۶۱ | ۲۸۶ | ۳۱۱ | ۳۳۶ | ۳۸۶ | ۴۳۶ |
| ۲/۵ | ۲۰۴ | ۲۱۴ | ۲۳۹ | ۲۶۴ | ۲۸۹ | ۳۳۹ | ۳۸۸ |
| ۳ | | | ۲۰۸ | ۲۳۲ | ۲۵۷ | ۳۰۷ | ۳۵۵ |
| ۳/۵ | | | | ۲۱۰ | ۲۳۵ | ۲۸۴ | ۳۲۸ |
| ۴ | | | | | ۲۱۸ | ۲۶۶ | ۳۰۷ |
| ۴/۵ | | | | | ۲۰۵ | ۲۵۱ | ۲۹۰ |
| ۵ | | | | | | ۲۳۸ | ۲۷۵ |
| ۵/۵ | | | | | | ۲۲۷ | ۲۶۲ |
| ۶ | | | | | | ۲۱۷ | ۲۵۱ |
| ۶/۵ | | | | | | ۲۰۹ | ۲۴۱ |
| ۷ | | | | | | ۲۰۱ | ۲۳۲ |
| ۷/۵ | | | | | | | ۲۲۵ |
| ۸ | | | | | | | ۲۱۷ |
| ۸/۵ | | | | | | | ۲۱۱ |
| ۹ | | | | | | | |

توضیح: محل‌های خالی شرایطی است که برای اختلاف شیب تعیین‌شده طول خم بیشتر از عدد تعیین‌شده در بالای ستون است.

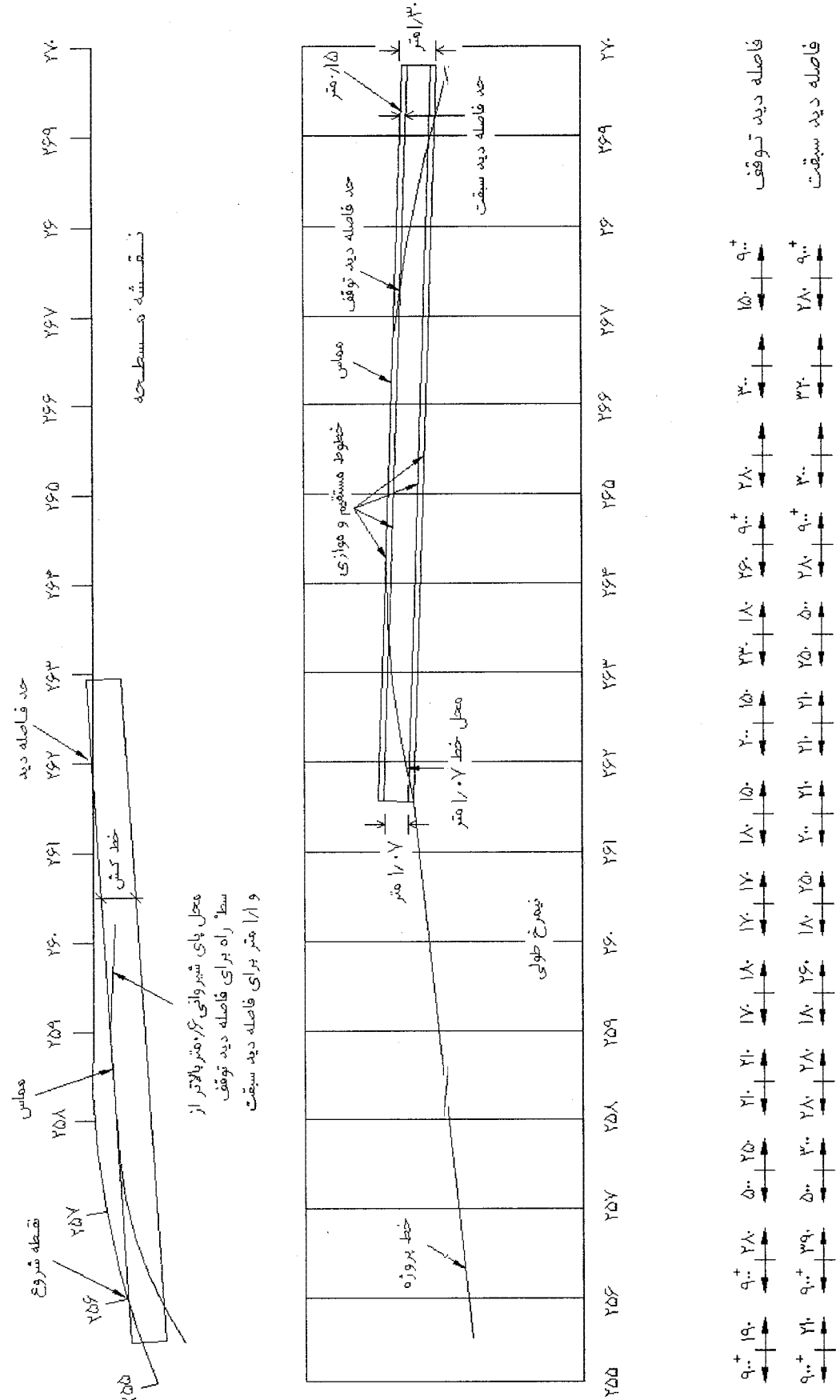
**جدول ۵-۱۱ فاصله‌های دید انتخاب**

| سرعت‌طرح (کیلومتر در ساعت) | فاصله دیدانتخاب (متر) |
|---|---|
| ۲۵ | ۷۵ |
| ۳۰ | ۹۰ |
| ۴۰ | ۱۲۰ |
| ۵۰ | ۱۴۵ |
| ۶۰ | ۱۷۵ |
| ۷۰ | ۲۰۰ |
| ۸۰ | ۲۳۰ |

### ۵-۱-۷ مشخص ساختن فاصله دید در نقشه‌ها

بهتراست فاصله‌های دید توقف و سبقت را مطابق شکل ۵-۴ به طور ترسیمی از نقشه‌های پلان و نیمرخ طولی نیز استخراج کرد و در طرح راه برای تعیین حداقل طول خم‌ها و انحنای پیچ‌ها و عقب‌نشینی مانع‌های جانبی مورد استفاده قرارداد. در عین حال بهتراست، طول‌هایی از مسیر راه را که امکان سبقت در آن وجود دارد یا فاصله کافی تأمین نیست، در نقشه‌ها مشخص کرد.

استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری به دقت و سرعت مشخص‌ساختن فاصله دید توقف و سبقت کمک می‌کند.




شکل ۵-۴ نمونه‌ای از اندازه‌گیری و ثبت فاصله‌های دید در نقشه‌های مسطحه

## ۵-۲ بربلنـــدی

### ۵-۲-۱ کلیات

هر خودرو در حال عبور از پیچ، تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز قرار می‌گیرد. برای تأمین ایمنی و راحتی حرکت خودرو بهتر است شیب عرضی راه با توجه به سرعت طرح تغییریابد. با استفاده از بربلندی (شیب عرضی یکسره) می‌توان در مقطع راه، بین نیروی اصطکاک جانبی چرخ وروسازی ومؤلفه وزن خودرو در امتداد بربلندی، با نیروی گریز از مرکز تعادل ایجاد کرد.

### ۵-۲-۲ رابطه بربلندی

بین بربلندی و دیگر عامل‌های مؤثر در نگهداری تعادل خودرو در پیچ رابطه زیر برقرار است.

$$e + f = \frac{V^2}{127R}$$

به طوری که

e = مقدار بربلندی بر حسب متربرمتر

f = ضریب اصطکاک جانبی لاستیک چرخ با سطح جاده

V = سرعت طرح بر حسب کیلومتر درساعت

R = شعاع پیچ برحسب متر

مقدار ضریب اصطکاک جانبی به عامل‌های زیر بستگی دارد.

- وضعیت لاستیک چرخ‌های خودرو
- نوع روسازی
- خشک یا تر یا یخ‌زده‌بودن سطح راه
- سرعت خودرو

جدول ۵-۱۲ اندازه‌های ضریب اصطکاک جانبی مجاز را در ارتباط با سرعت طرح مشخص می‌کند.

**مثال:**

حداقل شعاع پیچ برای سرعت طرح ۸۰کیلومتر درساعت و با فرض حداکثر بربلندی ٪۶ بطریق زیر محاسبه می‌شود.

ازجدول ۵-۱۲ برای سرعت ۸۰کیلومتردرساعت F=۰/۱۴

بااستفاده از رابطه فوق $\frac{80^2}{127 \times R} = 0/14 + 0/06$

نتیجه می‌گیریم که حداقل شعاع پیچ برابراست با:

$R_{min}$ = ۲۵۰ متر

**جدول ۵-۱۲ ضریب‌های اصطکاک جانبی**

| سرعت طرح (کیلومتر درساعت) | ضریب اصطکاک جانبی (f) |
|---|---|
| ۲۰ | ۰/۱۷ |
| ۲۵ | ۰/۱۷ |
| ۳۰ | ۰/۱۷ |
| ۴۰ | ۰/۱۷ |
| ۵۰ | ۰/۱۶ |
| ۶۰ | ۰/۱۵ |
| ۷۰ | ۰/۱۴ |
| ۸۰ | ۰/۱۴ |

### ۵-۲-۳ حداکثر بربلندی

مقدار حداکثر بربلندی تابع عامل‌های زیر است.

الف - شرایط جوی منطقه (دفعات تکرار و مقدار برف و یخ)

ب - نوع راه روستایی (کوهستانی، تپه ماهور یا دشت)

پ - درصد خودروهای سنگین و کندرو

ت - محدودیت‌های طراحی از لحاظ تأمین فضای کافی جهت اعمال بربلندی و شرایط تخلیه آب‌های سطح راه

**با توجه به عامل‌های بالا اندازه‌های بربلندی نباید از اندازه‌های زیر تجاوزکند:**

**- در راه‌روستایی در مناطقی که در معرض بارش برف و یخبندان نیست، ۱۲٪**

**- در منطقه‌هایی با ارتفاع بیش از هزارمتر از سطح دریا و در شرایط برف و یخبندان، ۸٪**

حدود شعاع پیچ و سرعت طرح در ارتباط با اندازه‌های بربلندی در جدول ۵-۱۳ منعکس شده است.

در موردهایی که محدودیت خاص طراحی، انتخاب اندازه‌های بربلندی متفاوتی را الزامی کند، می‌توان با استفاده از رابطهٔ بند ۵-۲-۲، سرعت طرح یا شعاع پیچ را تعیین کرد.

اندازه‌های شعاع حداقل برای سرعت طرح و اندازه‌های بربلندی مختلف در جدول ۵-۱۴ منعکس شده است.

**جدول ۵-۱۳ حدود شعاع پیچ و سرعت طرح براساس بربلندی**

| مقدار بربلندی (درصد) | شعاع پیچ (R) (متر) | سرعت طرح (V) (کیلومتر درساعت) |
|---|---|---|
| ۱۲٪ | ۲۵≤R≤۳۰ | ۲۵≤V≤۳۰ |
| ۱۱٪ | ۳۰<R≤۵۵ | ۳۰<V≤۴۰ |
| ۱۰٪ | ۵۵<R≤۹۰ | ۴۰<V≤۵۰ |
| ۹٪ | ۹۰<R≤۱۳۵ | ۵۰<V≤۶۰ |
| ۸٪ | ۱۳۵<R≤۱۷۵ | ۶۰<V≤۷۰ |
| ۷٪ | ۱۷۵<R≤۲۵۰ | ۷۰<V≤۸۰ |
| ۶٪ | ۲۵۰≤R | V≤۸۰ |
| ۵٪ | ۲۶۵≤R | V≤۸۰ |
| ۴٪ | ۲۸۰≤R | V≤۸۰ |
| ۳٪ | ۳۰۰≤R | V≤۸۰ |
| ۲٪ | ۳۱۵≤R | V≤۸۰ |
| * | ۴۲۰≤R | V≤۸۰ |

علامت * نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

**جدول ۵-۱۴ اندازه‌های شعاع حداقل (برحسب متر) برای سرعت طرح و بربلندی‌های مختلف**

| درصد بربلندی / سرعت طرح | ۶٪ | ۸٪ | ۱۰٪ | ۱۲٪ |
|---|---|---|---|---|
| ۲۵ | ۲۵ | ۲۵ | ۲۵ | ۲۵ |
| ۳۰ | ۳۵ | ۳۰ | ۳۰ | ۲۵ |
| ۴۰ | ۵۰ | ۵۵ | ۵۰ | ۴۵ |
| ۵۰ | ۹۰ | ۸۵ | ۸۰ | ۷۰ |
| ۶۰ | ۱۳۵ | ۱۲۵ | ۱۱۵ | ۱۰۵ |
| ۷۰ | ۱۹۵ | ۱۷۵ | ۱۶۵ | ۱۵۰ |
| ۸۰ | ۲۵۵ | ۲۳۰ | ۲۱۰ | ۱۹۵ |

### ۵-۲-۴ روش تأمین بربلندی

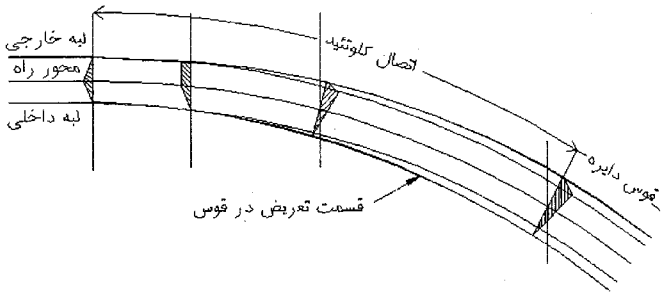
برای تأمین بربلندی معمولاً از سه روش زیر استفاده می‌شود.

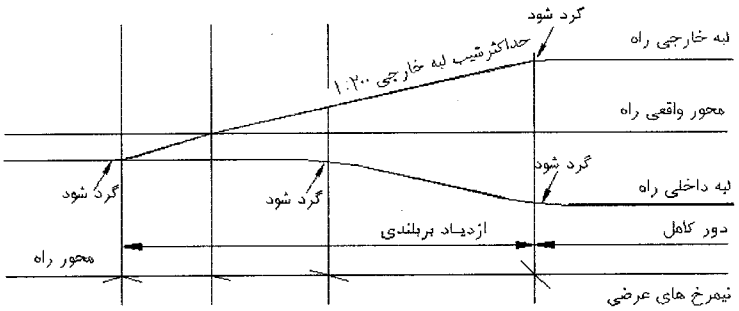
الف - دوران نیمرخ عرضی حول محور طولی راه

ب - دوران نیمرخ عرضی حول لبه داخلی

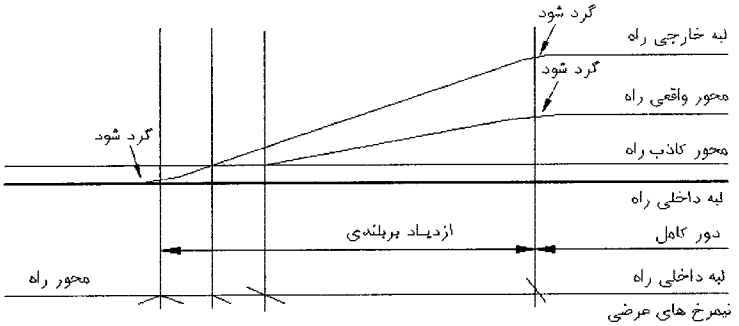
پ - دوران نیمرخ عرضی حول لبه خارجی

موردهای یادشده در شکل ۵-۵ نشان داده شده است. روش اول، به دلیل کمترین مقدار تغییرمکان در لبه‌های روسازی، از متداول‌ترین روش‌ها برای راه‌روستایی است.

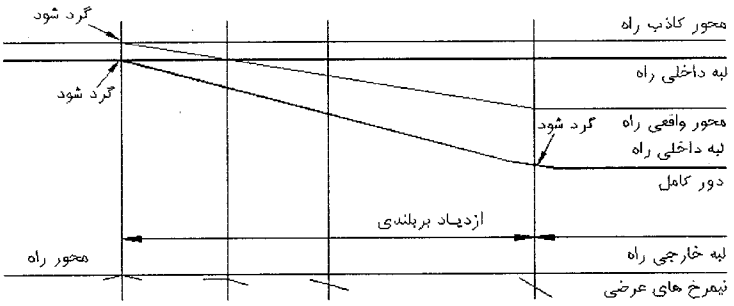



الف - برای تعبیه بربلندی ،لبه داخلی و خارجی ،حول محور راه تغییر مکان می‌دهد.




ب - برای تعبیه بربلندی ،لبه خارجی و محور ،حول لبه داخلی تغییر مکان می‌دهد.




پ - برای تعبیه بربلندی ،لبه داخلی و محور ،حول لبه خارجی تغییر مکان می‌دهد.

**شکل ۵-۵ انواع دوران بربلندی**

در موردهایی که محل لبه داخلی روسازی برای کانال تخلیه آب‌های سطحی در نظرگرفته شده، روش دوم و در موردهایی که تأکید بر ظاهر راه است از روش سوم استفاده می‌شود.

در انتخاب روش بهتراست به تخلیه آب‌های سطحی، اجتناب از شیب‌های بحرانی ومتناسب بودن قرارگیری روسازی نسبت به زمین طبیعی اطراف توجه شود.

### ۵-۲-۵ طول تأمین بربلندی

از نظر تأمین ایمنی خودرو و همچنین نگهداری زیبایی مسیر و اجتناب از حرکت‌های سریع در مسیر، تغییرهای لازم در شیب عرضی راه بهتراست به صورت تدریجی و ملایم و در طولی از راه، قبل و بعد از پیچ‌ها صورت گیرد.

این طول، طول تأمین بربلندی نامیده می‌شود و برای راه‌روستایی طبق جدول ۵-۱۵ می‌باشد.

برای جلوگیری از نمودارشدن شکستگی محل‌های تغییر شیب بهتراست از یک خم‌کوتاه، برای گردکردن استفاده شود. طول این خم حداقل ۵ متر خواهدبود.

طول تأمین بربلندی $\frac{2}{3}$ بربلندی در بخش مستقیم مسیر و $\frac{1}{3}$ بقیه در داخل پیچ اعمال شود. در صورت استفاده از قوس اتصال تدریجی، تمام بربلندی در طول قوس اتصال تدریجی تأمین می‌شود.

### ۵-۲-۶ محدودیت‌های اعمال بربلندی

الف- در مناطق کوهستانی، تأمین شعاع پیچ کافی و میزان بربلندی و طول لازم تأمین بربلندی گاهی‌امکان‌پذیر نیست. در چنین موردهایی می‌توان از بیشترین مقدار ممکن بربلندی و کمترین طول تأمین بربلندی استفاده کرد، مشروط برآنکه شدت تغییر در شیب عرضی از ٪۴ در طول ۲۰ متر تجاوز نکند.

**جدول ۵-۱۵ طول لازم تأمین بربلندی در راه‌روستایی (برحسب متر)**

| سرعت طرح | مقدار بربلندی | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (کیلومتردرساعت) | ٪۲ | ٪۴ | ٪۶ | ٪۸ | ٪۱۰ | ٪۱۲ |
| ۲۵ | ۲۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ |
| ۳۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ |
| ۴۰ | ۲۵ | ۲۵ | ۳۵ | ۴۵ | ۵۵ | ۶۵ |
| ۵۰ | ۳۰ | ۳۰ | ۳۵ | ۴۵ | ۵۵ | ۶۵ |
| ۶۰ | ۳۵ | ۳۵ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۵ |
| ۷۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۵۵ | ۶۵ | ۸۰ |
| ۸۰ | ۵۰ | ۵۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۵ | ۹۰ |

ب - تأمین تدریجی بربلندی در شانه‌های راه‌روستایی درجه یک با تغییرهای تدریجی رویه سواره روی مجاور متناسب است.

### ۵-۲-۷ روش اعمال طول تأمین بربلندی

روش اعمال طول تأمین بربلندی در پیچ‌های مرکب که پیچ بزرگتر در حد فاصل خط مستقیم و پیچ با شعاع کوچکتر قرارگرفته به شرح زیر است:

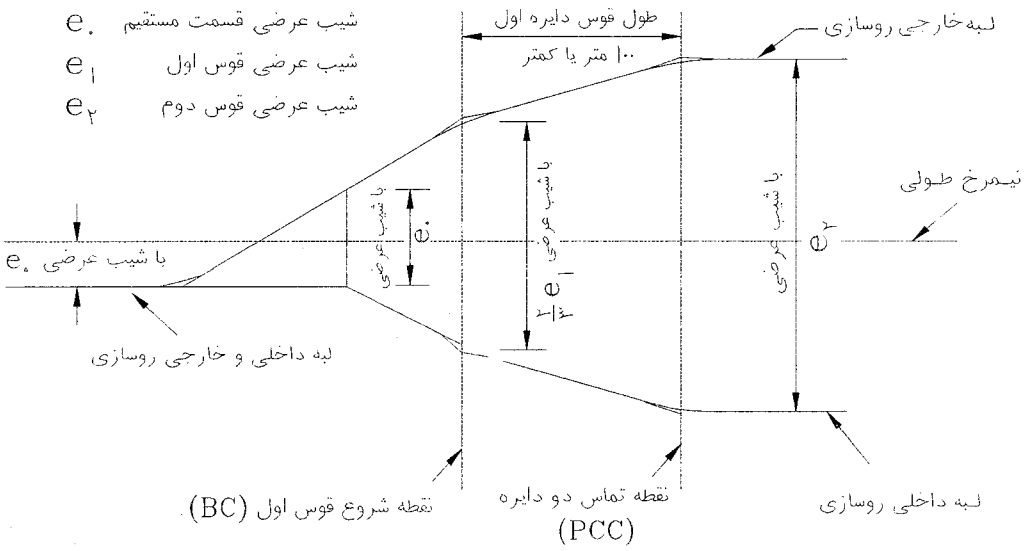
حالت الف - طول قوس بزرگتر، برابریاکوچکتراز ۱۰۰ متراست.

حالت ب - طول قوس بزرگتر، از ۱۰۰ متر بیشتر است.

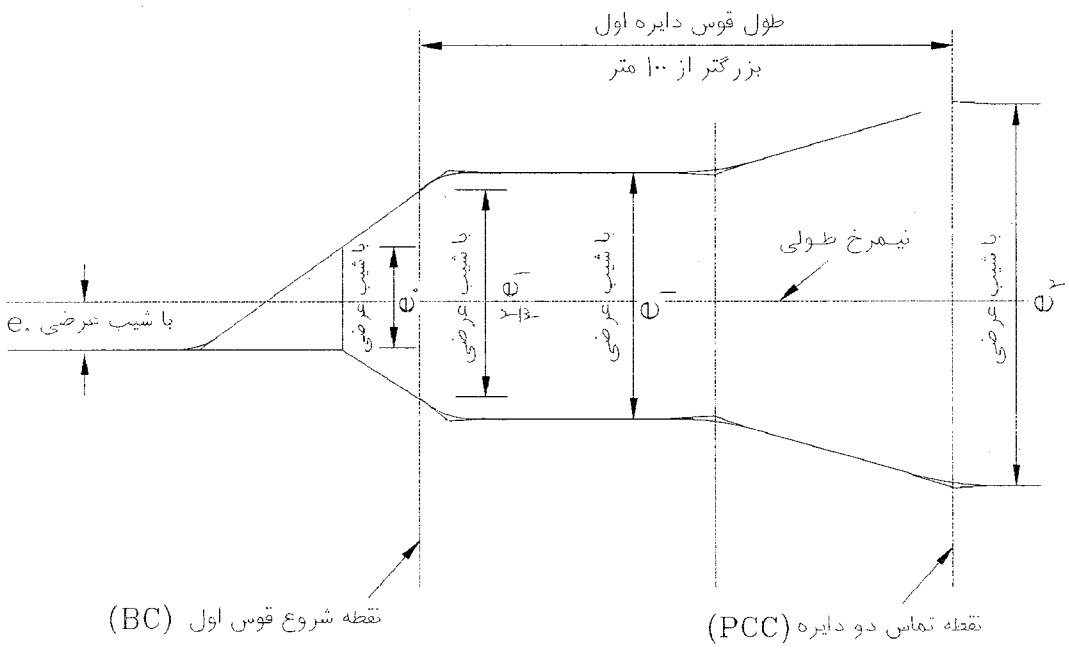
روش اعمال بربلندی در هریک از موردهای بالا در شکل ۵-۶ مشخص شده است.

### ۵-۲-۸ جدول‌های تعیین بربلندی در سرعت طرح و شعاع‌های مختلف پیچ

اندازه‌های مختلف بربلندی برای سرعت طرح و شعاع‌های مختلف پیچ برای راه‌روستایی با درنظرگرفتن حداکثر بربلندی مجاز در جدول‌های ۵-۱۶ تا ۵-۱۸ منعکس شده است.




حالت الف - طول قوس دایره بزرگتر، ۱۰۰ متر یا کمتر است.




حالت ب - طول قوس دایره بزرگتر، از ۱۰۰ متر بیشتر است.

**شکل ۵-۶ طرز تأمین بربلندی در قوس‌های مرکب**

جدول ۵-۱۶ درصد بربلندی پیچ در راه روستایی با فرض حداکثر شیب عرضی ۶ درصد

| سرعت‌طرح (km/h) / شعاع (m) | ۲۵ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۵ | ۶/۰ | | | | | | |
| ۳۰ | ۵/۹ | ۶/۰ | | | | | |
| ۴۵ | ۵/۲ | ۵/۶ | | | | | |
| ۵۰ | ۵/۰ | ۵/۴ | | | | | |
| ۵۵ | ۴/۷ | ۵/۲ | ۶/۰ | | | | |
| ۶۰ | ۴/۵ | ۵/۰ | ۶/۰ | | | | |
| ۶۵ | ۴/۴ | ۴/۹ | ۵/۹ | | | | |
| ۷۰ | ۴/۲ | ۴/۷ | ۵/۸ | | | | |
| ۷۵ | ۴/۱ | ۴/۶ | ۵/۷ | | | | |
| ۸۰ | ۴/۰ | ۴/۵ | ۵/۶ | | | | |
| ۸۵ | ۳/۹ | ۴/۳ | ۵/۵ | | | | |
| ۹۰ | ۳/۸ | ۴/۲ | ۵/۴ | ۶/۰ | | | |
| ۹۵ | ۳/۷ | ۴/۱ | ۵/۳ | ۶/۰ | | | |
| ۱۰۰ | ۳/۷ | ۴/۱ | ۵/۲ | ۶/۰۰ | | | |
| ۱۰۵ | ۳/۶ | ۴/۰ | ۵/۱ | ۵/۹ | | | |
| ۱۱۵ | ۳/۴ | ۳/۸ | ۴/۹ | ۵/۸ | | | |
| ۱۲۰ | ۳/۴ | ۳/۸ | ۴/۸ | ۵/۷ | | | |
| ۱۲۵ | ۳/۴ | ۳/۷ | ۴/۸ | ۵/۷ | | | |
| ۱۳۰ | ۳/۳ | ۳/۶ | ۴/۷ | ۵/۶ | ۶/۰ | | |
| ۱۴۰ | ۳/۲ | ۳/۵ | ۴/۵ | ۵/۵ | ۶/۰ | | |
| ۱۵۰ | ۳/۰ | ۳/۳ | ۴/۴ | ۵/۳ | ۵/۹ | | |
| ۱۶۰ | ۲/۹ | ۳/۲ | ۴/۳ | ۵/۲ | ۵/۹ | | |
| ۱۷۰ | ۲/۹ | ۳/۱ | ۴/۲ | ۵/۱ | ۵/۸ | | |
| ۱۸۰ | ۲/۸ | ۳/۰ | ۴/۱ | ۴/۹ | ۵/۷ | | |
| ۱۹۰ | ۲/۷ | ۲/۹ | ۴/۰ | ۴/۸ | ۵/۶ | ۶/۰ | |
| ۲۰۰ | ۲/۶ | ۲/۸ | ۳/۹ | ۴/۷ | ۵/۵ | ۶/۰ | |
| ۲۱۰ | ۲/۵ | ۲/۷ | ۳/۸ | ۴/۶ | ۵/۴ | ۵/۹ | |
| ۲۲۰ | ۲/۴ | ۲/۶ | ۳/۷ | ۴/۵ | ۵/۳ | ۵/۹ | |
| ۲۳۰ | ۲/۳ | ۲/۵ | ۳/۶ | ۴/۴ | ۵/۲ | ۵/۸ | |
| ۲۴۰ | ۲/۲ | ۲/۴ | ۳/۶ | ۴/۳ | ۵/۱ | ۵/۸ | |
| ۲۵۰ | ۲/۱ | ۲/۳ | ۳/۵ | ۴/۲ | ۵/۱ | ۵/۷ | ۶/۰ |
| ۲۸۰ | / | ۲/۱ | ۳/۳ | ۴/۰ | ۴/۸ | ۵/۵ | ۶/۰ |
| ۳۰۰ | / | / | ۳/۱ | ۳/۹ | ۴/۶ | ۵/۳ | ۵/۹ |
| ۳۲۰ | / | / | ۳/۰ | ۳/۸ | ۴/۵ | ۵/۲ | ۵/۸ |
| ۳۴۰ | * | / | ۲/۹ | ۳/۷ | ۴/۴ | ۵/۰ | ۵/۷ |
| ۳۵۰ | | * | ۲/۸ | ۳/۶ | ۴/۳ | ۵/۰ | ۵/۶ |
| ۳۸۰ | | | ۲/۶ | ۳/۴ | ۴/۱ | ۴/۸ | ۵/۴ |
| ۴۰۰ | | | ۲/۵ | ۳/۳ | ۴/۰ | ۴/۷ | ۵/۳ |

علامت * نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.
علامت / نشان می‌دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای که برای هدایت آب‌های سطحی ضروری است، ساخته می‌شود.

ادامه جدول ۵-۱۶

| سرعت‌طرح (km/h) / شعاع (m) | ۲۵ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴۲۰ | | | ۲/۴ | ۳/۲ | ۳/۹ | ۵/۶ | ۵/۲ |
| ۴۵۰ | | | ۲/۳ | ۳/۱ | ۳/۸ | ۴/۴ | ۵/۰ |
| ۴۷۵ | | | ۲/۲ | ۳/۰ | ۳/۷ | ۴/۳ | ۴/۹ |
| ۵۰۰ | | | ۲/۱ | ۲/۹ | ۳/۶ | ۴/۲ | ۴/۸ |
| ۵۲۵ | | | / | ۲/۸ | ۳/۵ | ۴/۱ | ۴/۷ |
| ۵۵۰ | | | / | ۲/۷ | ۳/۴ | ۴/۰ | ۴/۶ |
| ۵۷۵ | | | / | ۲/۶ | ۳/۳ | ۳/۹ | ۴/۴ |
| ۶۰۰ | | | ❊ | ۲/۵ | ۳/۲ | ۳/۸ | ۴/۳ |
| ۶۵۰ | | | | ۲/۳ | ۳/۰ | ۳/۶ | ۴/۱ |
| ۷۰۰ | | | | ۲/۲ | ۲/۹ | ۳/۴ | ۴/۰ |
| ۷۵۰ | | | | ۲/۱ | ۲/۷ | ۳/۲ | ۳/۸ |
| ۸۰۰ | | | | / | ۲/۵ | ۳/۱ | ۳/۶ |
| ۸۵۰ | | | | / | ۲/۴ | ۳/۰ | ۳/۵ |
| ۹۰۰ | | | | / | ۲/۳ | ۲/۸ | ۳/۴ |
| ۹۵۰ | | | | / | ۲/۲ | ۲/۷ | ۳/۲ |
| ۱۰۰۰ | | | | ❊ | ۲/۱ | ۲/۶ | ۳/۱ |
| ۱۰۵۰ | | | | | / | ۲/۵ | ۳/۰ |
| ۱۱۰۰ | | | | | / | ۲/۴ | ۲/۹ |
| ۱۱۵۰ | | | | | / | ۲/۳ | ۲/۸ |
| ۱۲۰۰ | | | | | / | ۲/۲ | ۲/۷ |
| ۱۲۵۰ | | | | | / | ۲/۲ | ۲/۶ |
| ۱۳۰۰ | | | | | / | ۲/۱ | ۲/۵ |
| ۱۴۰۰ | | | | | / | / | ۲/۴ |
| ۱۵۰۰ | | | | | ❊ | / | ۲/۲ |
| ۱۶۰۰ | | | | | | / | ۲/۱ |
| ۱۷۰۰ | | | | | | / | / |
| ۱۸۰۰ | | | | | | / | / |
| ۲۰۰۰ | | | | | | ❊ | / |
| ۲۲۰۰ | | | | | | | / |
| ۲۵۰۰ | | | | | | | ❊ |

علامت ❊ نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

علامت / نشان می‌دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای که برای هدایت آب‌های سطحی ضروری است، ساخته می‌شود.

جدول ۵-۱۷ درصد بلندی پیچ در راه روستایی بافرض حداکثر شیب عرضی ۸ درصد

| سرعت‌طرح (km/h) / شعاع (m) | ۲۵ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۵ | ۸/۰ | | | | | | |
| ۳۰ | ۷/۹ | ۸/۰ | | | | | |
| ۴۵ | ۶/۸ | ۷/۲ | | | | | |
| ۵۰ | ۶/۴ | ۶/۹ | ۸/۰ | | | | |
| ۵۵ | ۵/۹ | ۶/۴ | ۸/۰ | | | | |
| ۶۰ | ۵/۸ | ۶/۴ | ۷/۹ | | | | |
| ۶۵ | ۵/۶ | ۶/۱ | ۷/۷ | | | | |
| ۷۰ | ۵/۴ | ۵/۹ | ۷/۶ | | | | |
| ۷۵ | ۵/۲ | ۵/۷ | ۷/۴ | | | | |
| ۸۰ | ۵/۱ | ۵/۵ | ۷/۲ | ۸/۰ | | | |
| ۸۵ | ۵/۰ | ۵/۴ | ۷/۱ | ۸/۰ | | | |
| ۹۰ | ۴/۸ | ۵/۲ | ۶/۹ | ۸/۰ | | | |
| ۹۵ | ۴/۷ | ۵/۱ | ۶/۷ | ۷/۹ | | | |
| ۱۰۰ | ۴/۶ | ۵/۰ | ۶/۶ | ۷/۸ | | | |
| ۱۰۵ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۶/۵ | ۷/۷ | | | |
| ۱۱۰ | ۴/۴ | ۴/۷ | ۶/۳ | ۷/۶ | | | |
| ۱۱۵ | ۴/۲ | ۴/۵ | ۶/۲ | ۷/۵ | | | |
| ۱۲۰ | ۴/۱ | ۴/۴ | ۶/۱ | ۷/۴ | ۸/۰ | | |
| ۱۲۵ | ۴/۰ | ۴/۳ | ۶/۰ | ۷/۳ | ۸/۰ | | |
| ۱۳۰ | ۳/۹ | ۴/۲ | ۵/۸ | ۷/۲ | ۸/۰ | | |
| ۱۴۰ | ۳/۷ | ۴/۰ | ۵/۶ | ۶/۹ | ۷/۹ | | |
| ۱۵۰ | ۳/۶ | ۳/۸ | ۵/۴ | ۶/۷ | ۷/۸ | | |
| ۱۶۰ | ۳/۴ | ۳/۶ | ۵/۳ | ۶/۵ | ۷/۶ | | |
| ۱۷۰ | ۳/۲ | ۳/۴ | ۵/۱ | ۶/۳ | ۷/۵ | ۸/۰ | |
| ۱۸۰ | ۳/۱ | ۳/۳ | ۴/۹ | ۶/۲ | ۷/۳ | ۸/۰ | |
| ۱۹۰ | ۲/۸ | ۳/۱ | ۴/۸ | ۶/۰ | ۷/۱ | ۷/۹ | |
| ۲۰۰ | ۲/۷ | ۳/۰ | ۴/۶ | ۵/۸ | ۷/۰ | ۷/۸ | |
| ۲۱۰ | ۲/۷ | ۲/۹ | ۴/۵ | ۵/۷ | ۶/۸ | ۷/۷ | |
| ۲۲۰ | ۲/۶ | ۲/۸ | ۴/۳ | ۵/۵ | ۶/۷ | ۷/۶ | |
| ۲۳۰ | ۲/۵ | ۲/۷ | ۴/۲ | ۵/۴ | ۶/۵ | ۷/۵ | ۸/۰ |
| ۲۴۰ | ۲/۴ | ۲/۶ | ۴/۱ | ۵/۳ | ۶/۴ | ۷/۴ | ۸/۰ |
| ۲۵۰ | ۲/۳ | ۲/۵ | ۴/۰ | ۵/۲ | ۶/۳ | ۷/۳ | ۷/۹ |
| ۲۸۰ | ۲/۱ | ۲/۳ | ۳/۶ | ۴/۸ | ۵/۹ | ۶/۹ | ۷/۷ |
| ۳۰۰ | / | ۲/۱ | ۳/۵ | ۴/۶ | ۵/۷ | ۶/۷ | ۷/۶ |
| ۳۲۰ | / | / | ۳/۳ | ۴/۴ | ۵/۵ | ۶/۴ | ۷/۴ |
| ۳۴۰ | * | / | ۳/۱ | ۴/۲ | ۵/۳ | ۶/۲ | ۷/۲ |

علامت * نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

علامت / نشان می‌دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای که برای هدایت آب‌های سطحی ضروری است، ساخته می‌شود.

ادامه جدول ۵-۱۷

| شعاع (m) / سرعت‌طرح (km/h) | ۲۵ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۳۵۰ | | * | ۳/۱ | ۴/۱ | ۵/۲ | ۶/۱ | ۷/۱ | |
| ۳۸۰ | | | ۲/۹ | ۳/۹ | ۴/۹ | ۵/۸ | ۶/۸ | |
| ۴۰۰ | | | ۲/۷ | ۳/۷ | ۴/۷ | ۵/۷ | ۶/۶ | |
| ۴۲۰ | | | ۲/۶ | ۳/۶ | ۴/۶ | ۵/۵ | ۶/۴ | |
| ۴۵۰ | | | ۲/۵ | ۳/۴ | ۴/۳ | ۵/۲ | ۶/۲ | |
| ۴۷۵ | | | ۲/۴ | ۳/۲ | ۴/۲ | ۵/۱ | ۶/۰ | |
| ۵۰۰ | | | ۲/۳ | ۳/۱ | ۴/۰ | ۴/۹ | ۵/۸ | |
| ۵۲۵ | | | ۲/۲ | ۳/۰ | ۳/۹ | ۴/۷ | ۵/۶ | |
| ۵۵۰ | | | ۲/۱ | ۲/۹ | ۳/۷ | ۴/۵ | ۵/۴ | |
| ۵۷۵ | | | / | ۲/۸ | ۳/۶ | ۴/۴ | ۵/۲ | |
| ۶۰۰ | | | * | ۲/۷ | ۳/۵ | ۴/۲ | ۵/۱ | |
| ۶۵۰ | | | | ۲/۵ | ۳/۳ | ۴/۰ | ۴/۸ | |
| ۷۰۰ | | | | ۲/۳ | ۳/۱ | ۳/۸ | ۴/۵ | |
| ۷۵۰ | | | | ۲/۲ | ۲/۹ | ۳/۶ | ۴/۳ | |
| ۸۰۰ | | | | ۲/۱ | ۲/۷ | ۳/۴ | ۴/۱ | |
| ۸۵۰ | | | | / | ۲/۶ | ۳/۲ | ۳/۹ | |
| ۹۰۰ | | | | / | ۲/۵ | ۳/۰ | ۳/۷ | |
| ۹۵۰ | | | | / | ۲/۳ | ۲/۹ | ۳/۵ | |
| ۱۰۰۰ | | | | * | ۲/۲ | ۲/۸ | ۳/۴ | |
| ۱۰۵۰ | | | | | ۲/۱ | ۲/۷ | ۳/۲ | |
| ۱۱۰۰ | | | | | ۲/۱ | ۲/۶ | ۳/۱ | |
| ۱۱۵۰ | | | | | / | ۲/۵ | ۳/۰ | |
| ۱۲۰۰ | | | | | / | ۲/۴ | ۲/۹ | |
| ۱۲۵۰ | | | | | / | ۲/۳ | ۲/۸ | |
| ۱۳۰۰ | | | | | / | ۲/۲ | ۲/۷ | |
| ۱۴۰۰ | | | | | / | ۲/۱ | ۲/۵ | |
| ۱۵۰۰ | | | | | * | / | ۲/۴ | |
| ۱۶۰۰ | | | | | | / | ۲/۲ | |
| ۱۷۰۰ | | | | | | / | ۲/۱ | |
| ۱۸۰۰ | | | | | | / | / | |
| ۲۰۰۰ | | | | | | * | / | |
| ۲۲۰۰ | | | | | | | / | |
| ۲۵۰۰ | | | | | | | * | |

علامت * نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

علامت / نشان می‌دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای که برای هدایت آب‌های سطحی ضروری است، ساخته می‌شود.

جدول ۵-۱۸ درصد بربلندی پیچ در راه وستایی بافرض حداکثر شیب عرضی ۱۰ درصد

| سرعت‌طرح (km/h) / شعاع (m) | ۲۵ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۵ | ۱۰ | ۱۰ | | | | | |
| ۳۰ | ۹/۷ | ۹/۹ | | | | | |
| ۴۵ | ۸/۱ | ۸/۶ | | | | | |
| ۵۰ | ۷/۷ | ۸/۲ | ۱۰ | | | | |
| ۵۵ | ۷/۳ | ۷/۸ | ۹/۹ | | | | |
| ۶۰ | ۷/۰ | ۷/۵ | ۹/۷ | | | | |
| ۶۵ | ۶/۷ | ۷/۲ | ۹/۴ | | | | |
| ۷۰ | ۶/۴ | ۶/۹ | ۹/۲ | | | | |
| ۷۵ | ۶/۲ | ۶/۶ | ۸/۹ | ۱۰ | | | |
| ۸۰ | ۶/۰ | ۶/۴ | ۸/۷ | ۱۰ | | | |
| ۸۵ | ۵/۷ | ۶/۱ | ۸/۴ | ۹/۹ | | | |
| ۹۰ | ۵/۴ | ۵/۹ | ۸/۲ | ۹/۸ | | | |
| ۹۵ | ۵/۳ | ۵/۷ | ۸/۰ | ۹/۶ | | | |
| ۱۰۰ | ۵/۱ | ۵/۵ | ۷/۸ | ۹/۵ | | | |
| ۱۰۵ | ۴/۹ | ۵/۳ | ۷/۶ | ۹/۳ | | | |
| ۱۱۰ | ۴/۷ | ۵/۱ | ۷/۴ | ۹/۲ | ۱۰ | | |
| ۱۱۵ | ۴/۶ | ۵/۱ | ۷/۲ | ۹/۰ | ۱۰ | | |
| ۱۲۰ | ۴/۵ | ۴/۸ | ۷/۱ | ۸/۸ | ۱۰ | | |
| ۱۲۵ | ۴/۴ | ۴/۷ | ۶/۹ | ۸/۷ | ۹/۹ | | |
| ۱۳۰ | ۴/۲ | ۴/۵ | ۶/۸ | ۸/۵ | ۹/۸ | | |
| ۱۴۰ | ۴/۰ | ۴/۳ | ۶/۵ | ۸/۲ | ۹/۶ | | |
| ۱۵۰ | ۳/۷ | ۴/۰ | ۶/۲ | ۷/۹ | ۹/۴ | | |
| ۱۶۰ | ۳/۵ | ۳/۸ | ۵/۹ | ۷/۶ | ۹/۲ | ۱۰ | |
| ۱۷۰ | ۳/۳ | ۳/۶ | ۵/۷ | ۷/۴ | ۸/۹ | ۹/۹ | |
| ۱۸۰ | ۳/۱ | ۳/۴ | ۵/۵ | ۷/۱ | ۸/۷ | ۹/۸ | |
| ۱۹۰ | ۳/۰ | ۳/۳ | ۵/۳ | ۶/۹ | ۸/۵ | ۹/۷ | |
| ۲۰۰ | ۲/۹ | ۳/۱ | ۵/۱ | ۶/۷ | ۸/۲ | ۹/۵ | |
| ۲۱۰ | ۲/۸ | ۳/۰ | ۴/۹ | ۶/۵ | ۸/۰ | ۹/۳ | ۱۰ |
| ۲۲۰ | ۲/۷ | ۲/۹ | ۴/۷ | ۶/۳ | ۷/۸ | ۹/۲ | ۱۰ |
| ۲۳۰ | ۲/۶ | ۲/۸ | ۴/۵ | ۶/۱ | ۷/۶ | ۹/۰ | ۹/۹ |
| ۲۴۰ | ۲/۵ | ۲/۷ | ۴/۴ | ۵/۹ | ۷/۴ | ۸/۸ | ۹/۸ |
| ۲۵۰ | ۲/۴ | ۲/۶ | ۴/۲ | ۵/۷ | ۷/۲ | ۸/۶ | ۹/۷ |
| ۲۸۰ | ۲/۱ | ۲/۳ | ۳/۹ | ۵/۳ | ۶/۷ | ۸/۰ | ۹/۳ |
| ۳۰۰ | / | ۲/۲ | ۳/۶ | ۵/۰ | ۶/۴ | ۷/۷ | ۹/۰ |
| ۳۲۰ | / | / | ۳/۵ | ۴/۷ | ۶/۱ | ۷/۴ | ۸/۷ |
| ۳۴۰ | * | / | ۳/۳ | ۴/۵ | ۵/۸ | ۷/۱ | ۸/۴ |
| ۳۵۰ | | * | ۳/۲ | ۴/۴ | ۵/۷ | ۶/۹ | ۸/۲ |
| ۳۸۰ | | | ۳/۰ | ۴/۱ | ۵/۳ | ۶/۵ | ۷/۸ |
| ۴۰۰ | | | ۲/۸ | ۳/۹ | ۵/۱ | ۶/۳ | ۷/۵ |

علامت * نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.
علامت / نشان می‌دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای که برای هدایت آب‌های سطحی ضروری است، ساخته می‌شود.

ادامه جدول ۵-۱۸

| سرعت‌طرح (km/h) / شعاع (m) | ۲۵ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴۲۰ | | | ۲/۷ | ۳/۸ | ۴/۹ | ۶/۱ | ۷/۳ | |
| ۴۵۰ | | | ۲/۶ | ۳/۶ | ۴/۷ | ۵/۷ | ۶/۹ | |
| ۴۷۵ | | | ۲/۴ | ۳/۴ | ۴/۵ | ۵/۵ | ۶/۶ | |
| ۵۰۰ | | | ۲/۳ | ۳/۲ | ۴/۳ | ۵/۳ | ۶/۴ | |
| ۵۲۵ | | | ۲/۲ | ۳/۱ | ۴/۱ | ۵/۱ | ۶/۱ | |
| ۵۵۰ | | | ۲/۱ | ۳/۰ | ۳/۹ | ۴/۹ | ۵/۹ | |
| ۵۷۵ | | | / | ۲/۹ | ۳/۸ | ۴/۷ | ۵/۷ | |
| ۶۰۰ | | | ❊ | ۲/۸ | ۳/۷ | ۴/۵ | ۵/۵ | |
| ۶۵۰ | | | | ۲/۶ | ۳/۴ | ۴/۲ | ۵/۱ | |
| ۷۰۰ | | | | ۲/۴ | ۳/۲ | ۴/۰ | ۴/۸ | |
| ۷۵۰ | | | | ۲/۲ | ۳/۰ | ۳/۷ | ۴/۵ | |
| ۸۰۰ | | | | ۲/۱ | ۲/۸ | ۳/۵ | ۴/۳ | |
| ۸۵۰ | | | | / | ۲/۷ | ۳/۳ | ۴/۱ | |
| ۹۰۰ | | | | / | ۲/۵ | ۳/۲ | ۳/۹ | |
| ۹۵۰ | | | | / | ۲/۴ | ۳/۰ | ۳/۷ | |
| ۱۰۰۰ | | | | ❊ | ۲/۳ | ۲/۹ | ۳/۵ | |
| ۱۰۵۰ | | | | | ۲/۲ | ۲/۸ | ۳/۴ | |
| ۱۱۰۰ | | | | | ۲/۱ | ۲/۶ | ۳/۲ | |
| ۱۱۵۰ | | | | | / | ۲/۵ | ۳/۱ | |
| ۱۲۰۰ | | | | | / | ۲/۴ | ۳/۰ | |
| ۱۲۵۰ | | | | | / | ۲/۳ | ۲/۹ | |
| ۱۳۰۰ | | | | | / | ۲/۲ | ۲/۸ | |
| ۱۴۰۰ | | | | | / | ۲/۱ | ۲/۶ | |
| ۱۵۰۰ | | | | | ❊ | / | ۲/۴ | |
| ۱۶۰۰ | | | | | | / | ۲/۳ | |
| ۱۷۰۰ | | | | | | / | ۲/۲ | |
| ۱۸۰۰ | | | | | | / | / | |
| ۲۰۰۰ | | | | | | ❊ | / | |
| ۲۲۰۰ | | | | | | | / | |
| ۲۵۰۰ | | | | | | | ❊ | |

علامت ❊ نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

علامت / نشان می‌دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای که برای هدایت آب‌های سطحی ضروری است، ساخته می‌شود.

تأمین ایمنی برای سرعت طرح معین، اساس طرح هندسی راه روستایی است. بنابراین در طرح هندسی ضرورت دارد که کلیه عامل‌های محدودکننده این اصل به گونه‌ای حذف ویا اثر آنها کاهش داده شود.

شعاع پیچ از یک طرف به سرعت طرح و از طرف دیگر به پستی و بلندی محل وابسته است.

سرعت طرح، فاصله دید را تعیین می‌کند و از طرف دیگر، فاصله دید همراه با پستی و بلندی محل مورد توجه قرار می‌گیرد زیرا اغلب، فاصله دید، شعاع پیچ بزرگتری را برای سرعت طرح طلب می‌کند. همه عامل‌های ذکر شده مد نظر قرار می‌گیرد تا مشخصات هندسی پلان و نیمرخ طولی و نیمرخ عرضی راه، ایمن، اقتصادی، هماهنگ با طبیعت منطقه و متناسب با درجه‌بندی راه باشد.

مشخصات هندسی راه، تعیین کننده فاصله دید توقف خواهد بود.

### ۵-۳-۲ شعاع پیچ

در طرح پیچ راه، رابطه بین سرعت طرح، حداقل شعاع پیچ، حداکثر بربلندی و حداکثر ضریب اصطکاک جانبی بین لاستیک چرخ و سطح راه، به صورت زیر است.

$$R_{min} = \frac{V^2}{127\ (e_{max} + f_{max})}$$

در این رابطه

$R_{min}$ = حداقل شعاع پیچ (متر)

$V$ = سرعت طرح (کیلومتر درساعت)

$e_{max}$ = حداکثر بربلندی (متربرمتر)

$f_{max}$ = حداکثر ضریب اصطکاک جانبی

در جدول ۵-۱۹ اندازه‌های حداقل شعاع پیچ برای اندازه‌های مختلف سرعت طرح، ضریب اصطکاک جانبی و بربلندی داده شده‌است.

بهتراست در صورت امکان از بکارگیری شعاع پیچ حداقل، خودداری شود، مگر آن که محدودیت‌های شدیدی در انتخاب شعاع بزرگتر وجود داشته باشد. انتخاب شعاع‌های کوچکتر، موجب ازدیاد طول راه وضرورت تعریض بیشتر راه درپیچ است.

### ۵-۳-۳ پیچ مرکب

پیچ مرکب، از بیش از یک قوس دایره‌ای هم جهت با شعاع‌های مختلف، تشکیل شده که بریکدیگر مماس‌است. با ترکیب قوس‌های مختلف دایره‌ای به شعاع‌های گوناگون می‌توان پیچ مرکب مناسبی برای وضعیت‌های مختلف طراحی کرد و مسیر را با موقعیت‌های مشکل فیزیکی تطبیق داد. بااین حال اگر با صرف هزینه نسبتاً کم، بتوان از پیچ ساده استفاده کرد بهتراست از بکارگیری پیچ مرکب خودداری شود.

**درپیچ مرکب، هنگامی که شعاع قوس بزرگتر،برابر یا کمتراز ۳۰۰ متراباشد، شعاع قوس کوچکتر باید حداقل برابر دوسوم شعاع قوس بزرگتر در نظرگرفته شود.**

### ۵-۳-۴ پیچ معکوس

در پیچ معکوس به دلیل تغییر جهت پیچ، به منظور تأمین بربلندی قطعه مستقیمی بین دو پیچ تعبیه می‌شود تا تعدیلی بین خارج شدن از یک بربلندی و داخل شدن به بربلندی دیگر صورت گیرد.

جدول ۵-۱۹ حداقل شعاع پیچ برای راه‌روستایی

| سرعت طرح (کیلومتر درساعت) | حداکثر بربلندی $e_{max}$ | حداکثر ضریب اصطکاک $f_{max}$ | حداقل شعاع (متر) (اندازه‌های گردشده) |
|---|---|---|---|
| ۲۵ | | ۰/۱۷۰ | ۳۵ |
| ۳۰ | | ۰/۱۷۰ | ۳۵ |
| ۴۰ | | ۰/۱۶۵ | ۶۵ |
| ۵۰ | ۴٪ | ۰/۱۶۰ | ۱۰۰ |
| ۶۰ | | ۰/۱۵۳ | ۱۵۰ |
| ۷۰ | | ۰/۱۴۷ | ۲۱۰ |
| ۸۰ | | ۰/۱۴۰ | ۲۸۰ |
| ۲۵ | | ۰/۱۷۰ | ۲۵ |
| ۳۰ | | ۰/۱۷۰ | ۳۰ |
| ۴۰ | | ۰/۱۶۵ | ۵۵ |
| ۵۰ | ۶٪ | ۰/۱۶۰ | ۹۰ |
| ۶۰ | | ۰/۱۵۳ | ۱۳۰ |
| ۷۰ | | ۰/۱۴۷ | ۱۹۰ |
| ۸۰ | | ۰/۱۴۰ | ۲۵۰ |
| ۲۵ | | ۰/۱۷۰ | ۲۵ |
| ۳۰ | | ۰/۱۷۰ | ۳۰ |
| ۴۰ | | ۰/۱۶۵ | ۵۰ |
| ۵۰ | ۸٪ | ۰/۱۶۰ | ۸۰ |
| ۶۰ | | ۰/۱۵۳ | ۱۲۰ |
| ۷۰ | | ۰/۱۴۷ | ۱۷۰ |
| ۸۰ | | ۰/۱۴۰ | ۲۳۰ |
| ۲۵ | | ۰/۱۷۰ | ۲۵ |
| ۳۰ | | ۰/۱۷۰ | ۳۰ |
| ۴۰ | | ۰/۱۶۵ | ۵۰ |
| ۵۰ | ۱۰٪ | ۰/۱۶۰ | ۷۵ |
| ۶۰ | | ۰/۱۵۳ | ۱۱۰ |
| ۷۰ | | ۰/۱۴۷ | ۱۶۰ |
| ۸۰ | | ۰/۱۴۰ | ۲۱۰ |
| ۲۵ | | ۰/۱۷۰ | ۲۵ |
| ۳۰ | | ۰/۱۷۰ | ۲۵ |
| ۴۰ | | ۰/۱۶۵ | ۴۵ |
| ۵۰ | ۱۲٪ | ۰/۱۶۰ | ۶۵ |
| ۶۰ | | ۰/۱۵۳ | ۱۰۰ |
| ۷۰ | | ۰/۱۴۷ | ۱۴۵ |
| ۸۰ | | ۰/۱۴۰ | ۱۹۵ |

**حداقل مطلق و مطلوب طول مستقیمی که باید در فاصله بین دو پیچ معکوس قرار داده شود به شرح زیر توصیه می‌شود.**

$$L_1 = ۰/۰۹ (I_1 + I_2) V$$

$$L_2 = ۰/۱۵ (I_1 + I_2) V$$

در این رابطه

$L_1$ = حداقل مطلق طول بخش مستقیم، متر

$L_2$ = حداقل مطلوب طول بخش مستقیم، متر

$I_1$ = بربلندی پیچ اول، درصد

$I_2$ = بربلندی پیچ دوم، درصد

$V$ = سرعت طرح، کیلومتر درساعت

اگر از قوس‌های اتصال تدریجی (کلوتوئید) استفاده شود، ایجاد بخش مستقیم ضرورتی ندارد.

### ۵-۳-۵ پیچ تخت پشت

پیچ تخت پشت، از دو منحنی هم جهت متشکل است که به وسیله قطعه مستقیمی که بین آنها تعبیه شده به هم متصل شده‌اند. طول قطعه مستقیم، حداقل برابر اعداد داده شده در جدول ۵-۲۰، شعاع پیچ حداقل از اعداد داده شده در جدول ۵-۲۱ درنظر گرفته می‌شود.

### ۵-۳-۶ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

به منظور تأمین ایمنی کافی در طرح راه‌روستایی درجه یک بهتراست برای اتصال دو پیچ با اختلاف شعاع نسبتاً زیاد و یا اتصال یک مسیر مستقیم به یک پیچ دایره‌ای با شعاع کوچکتر از اندازه‌های داده شده در جدول ۵-۲۱، از قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید یا مشابه آن) استفاده شود.

**جدول ۵-۲۰ حداقل طول بخش مستقیم واقع بین دوپیچ هم جهت (تخت پشت) راه روستایی**

| سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) | ۲۵ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حداقل طول مستقیم بین دو پیچ هم جهت (متر) | ۱۰۰ | ۱۲۰ | ۱۶۰ | ۲۰۰ | ۲۴۰ | ۲۸۰ | ۳۰۰ |

**جدول ۵-۲۱ حداقل شعاع پیچ بدون کلوتوئید**

| سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) | ۲۵ | ۴۰ | ۶۰ | ۸۰ |
|---|---|---|---|---|
| حداقل شعاع پیچ (متر) | ۱۵۰ | ۳۰۰ | ۵۵۰ | ۱۰۰۰ |

استفاده از قوس اتصال تدریجی برای راه‌روستایی به ندرت ضرورت پیدا می‌کند ولی قوس اتصال تدریجی دارای مزایای زیر است.

الف) اتصال پیچ دایره‌ای شکل به مسیرهای مستقیم می‌تواند با تغییر تدریجی شعاع انحنا انجام گیرد.

ب) اعمال بربلندی از مقدار حداقل تا مقدار حداکثر آن می‌تواند در طول قوس اتصال تدریجی انجام گیرد.

پ) اعمال اضافه عرض روسازی در پیچ، می‌تواند در طول قوس اتصال تدریجی انجام گیرد.

ت) به کاربردن قوس اتصال تدریجی سبب می‌شود که راه، ظاهری خوش منظر داشته باشد.

معمولاً برای قوس اتصال تدریجی از منحنی کلوتوئید استفاده می‌شود که حداقل طول آن از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$L = ۰/۰۳۶\frac{V^۳}{R}$$

در این رابطه

L = حداقل طول منحنی کلوتوئید (متر)

V = سرعت طرح (کیلومتر درساعت)

R = شعاع پیچ (متر)

گاهی رابطه بالا با در نظر گرفتن بربلندی که مقدار طول کمتری به دست می‌دهد، اصلاح می‌شود. روش عملی‌تر برای تعیین طول قوس اتصال تدریجی، به کاربردن طولی است که برای اعمال بربلندی لازم است.

### ۵-۳-۷ پل در پیچ

اجرای بربلندی و همچنین اجرای پیچ در روی پل همیشه مشکل‌آفرین است. آب جمع شده در سطح پل زودتر از نقاط دیگر راه یخ می‌زند و رانندگان که انتظار یخ‌زدگی در سطح راه را ندارند، ممکن است هنگام عبور از سطح پل دچار اشتباه شده و وسیله‌نقلیه آنها لغزیده و موجب تصادف شود. در اینگونه موردها، برای رفع اشکال بهتراست، در صورت امکان، از پل زیر خاکی استفاده شود.

### ۵-۳-۸ تعریض در پیچ

گاهی لازم است عرض روسازی در پیچ افزایش داده شود. دلیل‌های این افزایش عرض عبارت‌است از:

- خودرو در پیچ، عرض بیشتری اشغال می‌کند.
- معمولاً راننده در پیچ به سختی می‌تواند از محور خطی که در آن حرکت می‌کند، پیروی کند.

مقدار اضافه عرض روسازی در پیچ از رابطه‌های زیر به دست می‌آید (شکل ۵-۷).

$$W = W_c - W_n \qquad (۱)$$

$$W_c = ۲ (U + C) + F_A + Z \qquad (۲)$$

در این رابطه‌ها

W = اضافه عرض روسازی در پیچ برای راه‌روستایی (متر)

$W_c$ = عرض روسازی راه روستایی درجه یک و دو در پیچ (متر)

$W_n$ = عرض روسازی راه روستایی درجه یک و دو در مسیر مستقیم (متر)

U = عرضی که توسط وسیله‌نقلیه (خارج به خارج چرخ‌ها) در قوس اشغال می‌شود (متر)

C = فاصله آزاد جانبی وسیله‌نقلیه، برای سواره‌روها با عرض ۶، ۶/۵ و ۷/۳ متر این مقدار به ترتیب برابر با ۰/۶، ۰/۷ و ۰/۹ متر فرض می‌شود.

$F_A$ = عرض پیش‌آمدگی جلو وسیله‌نقلیه (متر)

Z = عرض اضافی مجاز به دلیل دشواری رانندگی در پیچ (متر)

اندازه‌های U و $F_A$ و Z از رابطه‌های زیر به دست می‌آید.

$$U = U_0 + R - \sqrt{R^۲ - L^۲} \qquad (۱)$$

$$F_A = \sqrt{R^۲ + A(۲L + A)} - R \qquad (۲)$$

$$Z = \frac{V}{۱۰\sqrt{R}} \qquad (۳)$$

در این رابطه‌ها

$U_0$ = عرضی که توسط وسیله‌نقلیه (عرض خارجی چرخ‌ها) در مسیر مستقیم اشغال می‌شود (متر).

R = شعاع محور راه روستایی در پیچ (متر)

L = فاصله بین محورهای جلو و عقب

A = فاصله بین پیش‌آمدگی جلو وسیله‌نقلیه و محور جلو

V = سرعت طرح (کیلومتر درساعت)

برای تعیین مقدار اضافه عرض روسازی در پیچ، لازم است که وسیله نقلیه مناسبی که نماینده نوع وسایل‌نقلیه در راه مورد نظر است انتخاب شود و مبنای طرح قرارگیرد.

برای پیچ‌های با شعاع کمتر از ۱۷۰ متر، میزان اضافه عرض، حداقل ۰/۶ متر منظور می‌شود و برای روسازی راه‌روستایی در پیچ‌هایی با شعاع انحنای ۱۷۰ متر یا بیشتر، اضافه عرض درنظر گرفته نمی‌شود.

اضافه عرض روسازی راه‌روستایی یک خطه، نصف راه‌روستایی دوخطه درنظرگرفته می‌شود.

در تقاطع، که شعاع انحنای پیچ معمولاً خیلی کمتر است، مقدار اضافه عرض با معیار متفاوتی تعیین می‌شود (فصل ۷).

الف) در پیچ ساده (بدون قوس اتصال تدریجی)، تعریض فقط در امتداد لبه داخلی سواره‌رو انجام می‌شود. در پیچ با قوس اتصال تدریجی، تعریض در امتداد لبه داخلی سواره‌رو انجام می‌شود، یا نیمی از تعریض در امتداد لبه داخلی و نیمی دیگر در امتداد لبه خارجی انجام می‌گیرد.

ب) تعریض پیچ عموماً به طور تدریجی انجام می‌گیرد بهتر است تعریض در طول تأمین بربلندی انجام شود. معمولاً تعریض در طولی برابر با ۳۰ تا ۶۰ متر صورت می‌گیرد.

پ) بهتر است تعریض به جای خط مستقیم به صورت یک قوس ملایم و هماهنگ انجام شود.

ت) در پیچ ساده ممکن است $\frac{1}{2}$ تا $\frac{2}{3}$ طول تأمین اضافه عرض، در امتداد مستقیم و مابقی در طول پیچ انجام شود؛ این روش مشابه روشی است که برای تأمین بربلندی به کار می‌رود. در پیچ با اتصال تدریجی، تأمین اضافه عرض در طول قوس اتصال تدریجی انجام می‌شود.

ث) محدوده مربوط به تعریض پیچ با جزییات کامل در نقشه‌های اجرایی مشخص می‌شود.

### ۵-۳-۹ *ضابطه‌های کلی امتداد افقی مسیر (پلان)*

علاوه بر عامل‌های کنترل کننده‌ای که در بندهای قبل در مورد امتداد افقی مسیر راه ذکر شد، عامل‌های کلی دیگری نیز درنظرگرفته می‌شود. در زیر رهنمودهای کلی امتداد افقی مسیر راه آمده‌است.

الف) امتداد افقی مسیر، بهتراست تا حد امکان با پستی و بلندی و عوارض طبیعی زمین هماهنگ باشد. مسیری که به طور یکنواخت و هماهنگ با خط‌های تراز طرح می‌شود از مسیری که دارای بخش‌های مستقیم طولانی است و لیکن یکباره به سربالایی و سرپایینی می‌رسد، برتر است.

ب) تا حد امکان سعی در به کاربردن پیچ با شعاع زیاد شود و از به کاربردن پیچ با شعاع حداقل، جز در شرایط استثنایی، اجتناب شود.

پ) هماهنگی امتداد افقی مسیر درطول راه نگهداری شود و از به کاربردن پیچ تند در انتهای یک امتداد مستقیم طولانی یا تغییر ناگهانی از یک پیچ با شعاع بزرگ به یک پیچ با شعاع کوچک اجتناب شود.

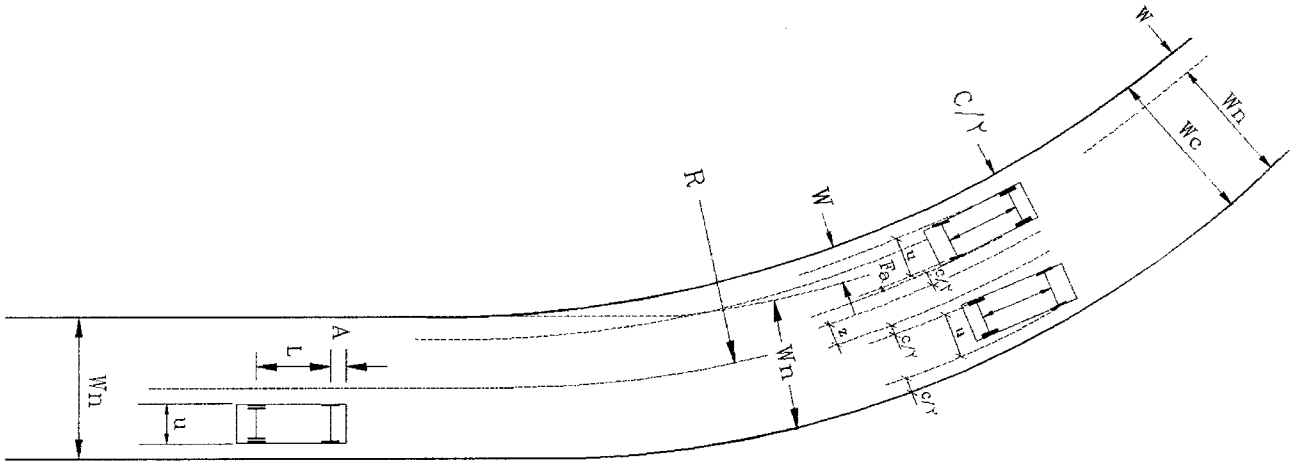
ت) بهتراست طول پیچ، به اندازه کافی زیاد باشد تا از به وجودآمدن پیچ ظاهراً تند پرهیز شود.

ث) در خاکریزهای بلند و طولانی بهتراست پیچ با شعاع زیاد انتخاب شود.

ج) پیچ‌مرکب با شعاع‌های نامتناسب همان اشکالی‌رابه‌وجود می‌آورد که اتصال یک مسیرمستقیم به‌یک پیچ با شعاع کم پدید می‌آید. **در پیچ مرکب، نباید شعاع پیچ بزرگترازیک ونیم برابر شعاع پیچ کوچکتربیشترباشد.** در موردهایی‌که تأمین شرایط‌بالاامکان‌پذیرنباشد، مشکل به کمک یک قوس‌اتصال تدریج یایک پیچ واسطه دیگررفع می‌شود.

چ) **از تغییر جهت ناگهانی در امتداد افقی مسیر باید احتراز شود. به این منظور، باید بین دو پیچ، خط مستقیم کافی یا قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید) به‌کار رود.**

ح) **پلان راه باید با نیمرخ طولی آن هماهنگ باشد.**




**شکل ۵-۷ تعریض روسازی در پیچ**

### ۵-۳-۱۰ مارپیچ ها

در راه‌های روستایی واقع در مناطق دشوار، برای پیوند دو راستا، که با یکدیگر زاویه بسیار کوچک و بسته‌ای می‌سازند، بمنظور پرهیز از شعاع‌های بسیار کم یا شیب‌های خیلی تند، غالباً استفاده از مارپیچ، ضرورت پیدا می‌کند.

حداقل شعاع‌های داخلی و خارجی مارپیچ های راه روستایی واقع در مناطق دشوار، در جدول ۵-۲۲ نشان داده شده است. سرعت طرح در چنین شرایطی کمتر از میزان حداقل تعیین شده در این آیین نامه بوده و حداکثر برابر ۱۵ کیلومتر در ساعت می‌باشد.

**جدول ۵-۲۲ حداقل شعاع‌های داخلی و خارجی روسازی در مارپیچ‌ها**

| خودروی طرح | شعاع داخلی (متر) | شعاع خارجی برای راه(متر) | |
|---|---|---|---|
| | | درجه ۳ | درجه ۱ و ۲ |
| سواری | ۳/۶۰ | ۸ | ۱۲ |
| کامیون | ۶/۸۰ | ۱۴/۷۰ | ۱۸/۷۰ |
| تریلی بزرگ | ۵/۱۰ | ۱۴/۷۰ | ۱۸/۷۰ |

*یادداشت: برای پیچ داخلی از اتصال تدریجی استفاده شده و پیچ خارجی بسته به خوروس طرح در طول ۱۰ تا ۲۰ متر به حاشیه روسازی در قسمت مستقیم متصل میگردد.*

## ۵-۴ شیب طولی

### ۵-۴-۱ اصول کلی

شیب طولی به شیب سطح تمام شده راه در امتداد مسیر گفته می‌شود. این شیب همان شیب طولی خط پروژه‌است و بطور عمده به وسیله پستی و بلندی، درجه راه، پیچ، قدرت وسایل‌نقلیهٔ سنگین، هزینه تملک حریم راه، ایمنی، مسافت دید، هزینه‌های ساخت راه و زهکشی کنترل می‌شود.

درتمام طول راه، تأمین فاصله دیدتوقف براساس سرعت طرح، ضروری است.

تخلیه آب‌های سطحی بر تعیین شیب طولی راه اثر می‌گذارد. در مناطق هموار، شرایط تخلیه آب‌های سطحی غالباً تعیین‌کننده ارتفاع خط پروژه است. در نواحی تپه ماهور، شیب طولی متغیر و هماهنگ با پستی و بلندی زمین، هزینه ساخت راکم می‌کند، ولی در عین حال کاربرد آن اغلب مطلوب نیست. در نواحی کوهستانی نیز موقعیت مسیر راه، تعیین‌کننده شیب طولی آن است. به هرحال، مقایسه اقتصادی شیب‌های طولی مختلف برای تعیین گزینه بهینه، ضروری است.

### ۵-۴-۲ موقعیت خط پروژه در نیمرخ عرضی

خط پروژه اغلب بر محور راه‌روستایی (به منظور تأمین بربلندی) و در موردهای استثنایی بر کنار سواره رو منطبق می‌باشد.

### ۵-۴-۳ معیارهای انتخاب شیب

ازدیاد شیب طولی راه، معمولاً مشکلات زیر را دارد.

الف) کاهش سرعت حرکت وسایل نقلیه، بویژه وسایل‌نقلیه سنگین در سربالایی

ب)افزایش آلودگی (صدا و هوا) در سربالایی

پ) لغزش حرکت وسیله‌نقلیه درشیب در شرایط برف ویخبندان

ت) کاهش ایمنی تقاطع‌های واقع در شیب

ث) افزایش احتمال تصادف

**باتوجه به موردهای بالا، باید از اعمال شیب طولی تند و طویل خودداری شود. حداکثر شیب طولی مجاز مسیر راه برحسب نوع منطقه درجدول ۵- ۲۳ داده شده‌است.**

بهتراست علاوه بر شیب طولی به طول شیب نیز توجه شود. طراح بهتراست از بکاربردن شیب های تند در طول های زیاد اجتناب کند. حداکثر طول فراز براساس شیب طولی راه روستایی در جدول ۵-۲۴ مشخص کردیده است.

حداقل مطلق و مطلوب شیب طولی با توجه به ضرورت تخلیه سطح روسازی و آبرو کناری از آب بارندگی در جدول ۵-۲۵ آمده است.

**جدول ۵-۲۳ حداکثر شیب طولی راه روستایی**

| نوع منطقه | سرعت طرح (کیلومتر درساعت) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۲۵ و کمتر | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۸۰ |
| | حداکثر شیب طولی (درصد) | | | | | |
| هموار | – | – | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ |
| تپه ماهور | ۱۱ | ۱۰ | ۹ | ۸ | ۷ | ۵ |
| کوهستانی * | ۱۲ | ۱۲ | ۱۱ | ۱۰ | ۹ | ۷ |

* در صورتی که راه در منطقه‌های گرمسیر و بدون احتمال یخبندان قرار گیرد و یا طول فراز از صد متر کمتر باشد، می‌توان تا ۳٪ به حداکثر شیب طولی راه فزود.

**جدول ۵-۲۴ حداکثر طول فراز**

| شیب طولی (درصد) | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳+ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طول فراز (متر) | ۷۵۰ | ۶۵۰ | ۵۸۰ | ۵۳۰ | ۴۷۵ | ۴۳۵ | ۴۰۰ |

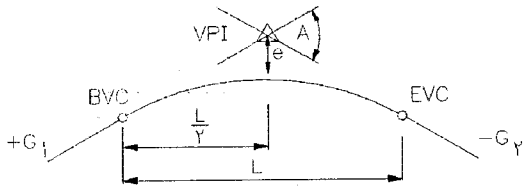
**جدول ۵-۲۵ حداقل شیب طولی در انواع راه‌روستایی**

| وضعیت | حداقل شیب طولی (درصد) | |
|---|---|---|
| | مطلوب | مطلق |
| مناطق هموار | ۰/۳ | ۰/۲ |

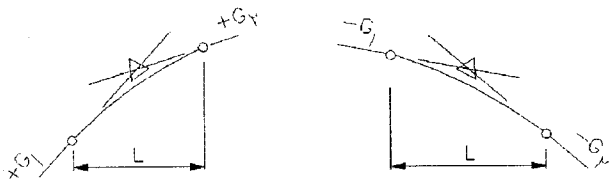
### ۵-۴-۴ خم (قوس قائم)

تغییر شیب طولی، به صورت تدریجی و به وسیله خم صورت می‌پذیرد. این خم، تأمین کننده مسافت دید کافی، تخلیه مناسب آب سطحی، ایمنی، آسایش راننده و زیبایی ظاهر راه خواهد بود.

چنانچه مقدار تغییر شیب‌طولی ۰/۵٪ یا کمتر باشد، قراردادن خم در محل تغییر شیب ضروری نیست. انواع خم‌های سهمی در شکل ۵-۸ نشان داده شده است.

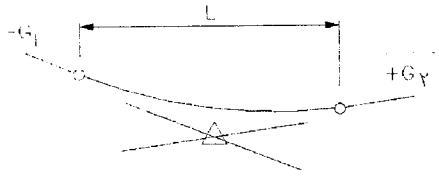



نوع ۱

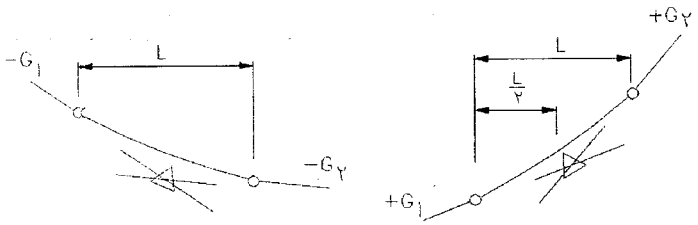



نوع ۲

**الف - انواع خم‌های گنبدی (قوس‌های برآمده)**




نوع ۳




نوع ۴

$G_1$ = قدر مطلق شیب اول (درصد)

$G_2$ = قدر مطلق شیب دوم (درصد)

L = طول خم (متر)

A = قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب

**ب - انواع خم‌های کاسه‌ای (قوس‌های فرورفته)**

**شکل ۵-۸ انواع خم‌ها**

***۵-۴-۴-۱ تعیین طول خم گنبدی (قوس برآمده)***

**طول خم گنبدی باید به اندازه‌ای باشد که حداقل فاصله دید توقف برای راننده وسیله‌نقلیه فراهم شود (شکل ۵-۹).** تأمین فاصله دید در خم‌گنبدی با توجه به رابطه $L \geq KA$ صورت می‌پذیرد، که در آن.

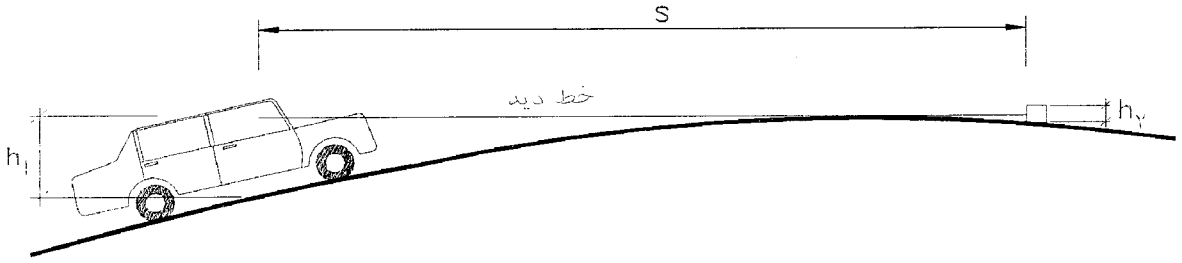
L = طول خم گنبدی (حداقل ۳۰ متر)

K = ضریب تابع سرعت طرح که از جدول ۵-۲۶ بدست می‌آید. این ضریب بر حسب متر است و معنای فیزیکی آن طول لازم خم برای یک درصد تغییر شیب طولی است.

A = قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب

جدول ۵-۲۶ اندازه‌های حداقل K برای خم گنبدی

| سرعت‌طرح(کیلومتردرساعت) | ۲۵ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| فاصله دید توقف S به متر | ۲۵ | ۳۰ | ۵۰ | ۶۵ | ۸۵ | ۱۰۵ | ۱۳۰ |
| حداقل مقدار K به متر | ۲ | ۳ | ۷ | ۱۱ | ۱۸ | ۲۷ | ۴۲ |




$$k=\frac{S^2}{400}$$

$h_1$ = فاصله چشم راننده از سطح راه: ۱۱۰ سانتیمتر

$h_2$ = ارتفاع مانع: ۱۵ سانتیمتر

S = فاصله دید توقف

شکل ۵-۹ محدودیت دید در خم گنبدی

### ۵-۴-۴-۲ تعیین طول خم کاسه‌ای (قوس فرورفته)

خم کاسه‌ای، در روشنایی روز دید راننده را محدود نمی‌کند. امّا در تاریکی، فاصله‌ای که توسط نور چراغ‌های وسایل‌نقلیه، در این خم روشن می‌شود محدوداست (شکل ۵-۱۰). حداقل طول خم کاسه‌ای از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$L \geq KA$$

که در آن

L = طول خم کاسه‌ای (متر)

K = ضریبی است تابع سرعت طرح و فاصله دید توقف است که از جدول ۵-۲۷ بدست می‌آید.

A = قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب

یادداشت ۱

*گرچه طول خم به قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب بستگی دارد ولی در هر صورت بهتراست از ۰/۶V (V = سرعت طرح بر حسب کیلومتر درساعت) و در هر حال از ۳۰ متر کمتر نباشد.*

یادداشت ۲

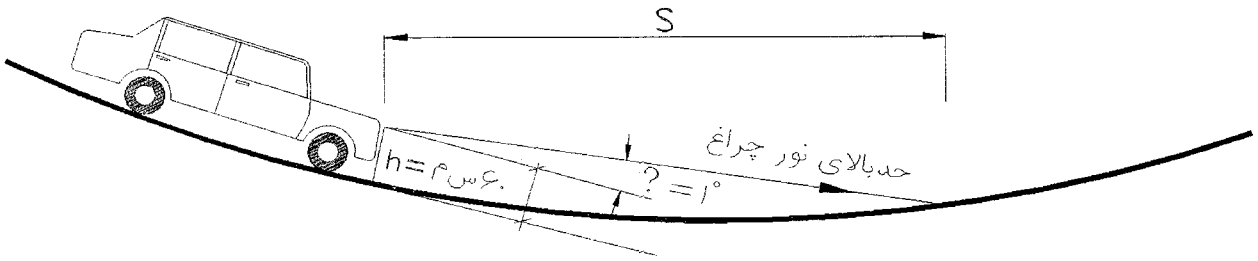
*هنگام طرح خم‌های نوع ۱ و ۳، تخلیه آب باران در آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد (بویژه موقعی که خم‌ها و پیچ‌ها با یکدیگر ترکیب می‌شوند و یا بربلندی تغییر جهت می‌دهد) در چنین موردهایی برای قنوها نیمرخ طولی جداگانه در نظر گرفته می شود.*

یادداشت ۳

*قرار دادن خم گنبدی در پل بلامانع است ولی در مورد خم کاسه ای بهتراست پل، در صورت امکان، در یک طرف خم قرار گیرد.*

جدول ۵-۲۷ اندازه‌های حداقل K برای خم کاسه‌ای

| سرعت طرح (کیلومتردرساعت) | ۲۵ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| فاصله دید توقف S به متر | ۲۵ | ۳۰ | ۵۰ | ۶۵ | ۸۵ | ۱۰۵ | ۱۳۰ |
| حداقل مقدار K به متر | ۳ | ۴ | ۸ | ۱۲ | ۱۷ | ۲۲ | ۲۹ |




$$K = \frac{S^2}{122+3/5S}$$

S = فاصله دید توقف

h = ارتفاع چراغ‌های جلو از سطح راه: ۶۰ سانتیمتر

$\alpha$ = زاویه پخش نور اتومبیل: یک درجه

**شکل ۵-۱۰ محدودیت دید، رخم کاسه‌ای و در تاریکی شب**

### ۵-۴-۵ معیارهای کلی نیمرخ طولی مسیر

علاوه بر عامل‌های کنترل کننده‌ای که در بندهای قبل در مورد شیب طولی مسیر راه ذکرشد، عامل‌های کلی دیگری نیز در نظر گرفته می‌شود. در زیر رهنمودهای کلی برای نیمرخ طولی مسیر راه آمده است.

الف- در سربالایی طولانی، بهتر است شیب در نزدیکی قله کاهش داده شود.

ب) در شرایطی که یک تقاطع همسطح در یک قطعه شیب‌دار راهی با شیب متوسط یا زیاد قرار دارد، بهتر است از شیب قطعه در محل تقاطع و حوالی آن کاسته شود.

پ) از بکاربردن خم کاسه‌ای در ترانشه‌ها (خاکبرداری‌ها) اجتناب می‌شود مگر آنکه تخلیه مناسب آب‌های سطحی راه امکان‌پذیر باشد.

### ۵-۴-۶ هماهنگی پلان و نیمرخ طولی مسیر

امتدادهای افقی و قائم مسیر راه نمی‌تواند مستقل از یکدیگر طراحی شود، بلکه مکمل یکدیگر است. یک ترکیب بد می‌تواند نکته‌های خوب هر یک را از بین ببرد و عیب‌هارا تشدید کند. هرگاه طرح امتدادهای افقی و قائم به طور توأم انجام شود، ایمنی راه بیشتر، سرعت یکنواخت‌تر و ظاهر راه خوش منظرتر می‌شود. تقریباً همواره می‌توان این اقدام‌ها را بدون تحمیل هزینه‌های اضافی انجام داد.

دست‌یابی به ترکیب مناسب امتداد افقی و قائم، با مطالعه فنی و در نظر گرفتن کنترل‌های کلی زیر امکان‌پذیر است.

الف) بهتراست که تعادل مناسبی بین پیچ و نیمرخ طولی راه موجودباشد (پیچ با شعاع کم بانیمرخ طولی با شیب کم متعادل نیست).

ب) دریک خم گنبدی بهتر است پیچ تند در قله خم قرارگیرد.

پ) دریک خم کاسه‌ای بهتر است پیچ تند در کف کاسه قرارنگیرد.

ت) لزوم تأمین امکان سبقت خودرو به طورکاملاً ایمن، معمولاً در قطعه‌های قابل ملاحظه‌ای از طول راه، ایجاب می‌کند که از ترکیب پیچ و خم صرفنظر شود.

ث) نیمرخ طولی و پیچ راه بهتراست تا حد امکان در تقاطع وحوالی آن به صورت افقی و ملایم باشد.

## ۵-۵ تغییرهای تدریجی عرض راه

### ۵-۵-۱ کلیات

در برخی موردها، نظیر محل‌های پیچ‌های گردش به چپ یا راست با شعاع کم، عرض راه به طور تدریجی در طولی از مسیر تغییر می‌کند.

تغییرهای تدریجی عرض راه بهتراست در بخش‌های مستقیم راه صورت بگیرد و از اعمال این تغییرها در محل‌هایی که دارای محدودیت‌های فاصله دید افقی و قائم است، اجتناب شود.

بهتراست تمامی طول مسیر اعمال تغییر عرض راه، برای راننده‌ای که در حال نزدیک‌شدن به بخش کم عرض‌تر مسیر است، قابل رویت باشد.

### ۵-۵-۲ افزایش عرض راه

برای تأمین امکان گردش به راست یا چپ و یا برای افزایش عرض خط عبور، تغییر تدریجی، در طول حداقل ۳۰ متر صورت می‌گیرد.

برای تعریض راه در محل تقاطع‌ها به فصل هفتم مراجعه گردد.

برای تأمین شعاع گردش مناسب خودروهای سنگین، در محل پیچ‌های با شعاع کم، نیاز به افزایش عرض خط‌های عبور است. برای معیارهای افزایش عرض راه در محل پیچ‌ها به بند ۵-۳-۸ این فصل مراجعه شود.

در موردهایی که از لچکی اتصال در بخش افزایش عرض راه در پیچ‌ها استفاده می‌شود، حداقل طول لچکی به نسبت ۱:۱۰ می‌باشد.

در شانه‌های راه، افزایش عرض، بهتراست به صورت تدریجی و ملایم صورت گیرد، ولی در صورت لزوم می‌توان تعریض را بدون لچکی اتصال تأمین کرد.

### ۵-۵-۳ کاهش عرض راه

**کاهش عرض مسیر باید به صورت تدریجی در طول لچکی $L = \frac{2}{3} WV$ صورت گیرد.**

به طوری که

L = طول لچکی جهت تغییر تدریجی عرض (متر)

W = عرض خط عبور (متر)

V = سرعت طرح (کیلومتر درساعت)

### ۵-۵-۴ اتصال انتهای راه جدید به راه موجود

**در بخش‌هایی از طول مسیر که یک راه جدید با مشخصات طرح بالاتر به راه قدیمی موجود، با مشخصات طرح پایین‌تر، متصل می‌شود، برای اجتناب از تغییرهای ناگهانی، اتصال دو مسیر باید از طریق تغییرهای تدریجی صورت گیرد.**

## ۵-۶ پـــل

پل، سازه‌ای با دهانه بیش از ۶ متراست که امکان عبور راه از روی آبراهه، دره، خط انـتقال انـرژی و یـا راه دیگـری را مـیسر می‌سازد. دهانه پل در طول محور راه و درفاصله بین دو تکیه‌گاه اندازه‌گیری می‌شود. در پل چند دهانه، طول هر دهانه، ۳ متر یا بیشتر است.

### ۵-۶-۱ عرض پـــل

۱- عرض آزاد پل، بهتراست برابر با کل عرض سواره‌رو و شانه راه‌منتهی به آن باشد.

۲- عرض آزاد پل، فاصله داخلی بین جان‌پناه دو طرف آن است.

### ۵-۶-۲ شیـب عرضـــی

شیب عرضی پل همان شیب عرضی راه منتهی به آن است.

### ۵-۶-۳ ارتفاع آزاد پل

برای حداقل ارتفاع آزاد پل های عبوری از روی راه آهن و راه های وزارت راه و ترابری از وزارت راه و ترابری سئوال شود.

## ۵-۷ دیوارهای حایل

### ۵-۷-۱ کلیات

دیوارهای حایل برای نگهداری خاک و نیز سربار ناشی از راه یا تأسیسات مختلفِ روی آن در پای خاک‌برداری یا خاکریزی بکار می‌رود. بسته به ارتفاع خاک، محدودیت‌های اجرایی، نوع تأسیسات واقـع بـرروی خـاک و شـرایـط اقـلیمی مـی‌توان از دیوارهای حایل مختلف استفاده کرد.

دیوارهای حایل می‌تواند درکنار مسیر راه و در مجاورت تأسیسات پیش‌بینی شود.

مطالب زیر جنبه راهنمایی برای طرح هندسی داشته و برای طراحی دیوار باید از نقشه های تیپ مـورد تأیـید وزارت راه و ترابری و یا جهاد سازندگی و یا طرح مهندس محاسب استفاده شود.

### ۵-۷-۲ انواع دیوارهای حایل

دیوارهای حایل بسته به موقعیت شامل انواع زیر است.

**الف - دیوار حایل وزنی**

این نوع دیوار معمولاً از مصالح بنایی مانند سنگ و یا بتن ساده ساخته می‌شود و به دلیل نوع مصالح مورد مصرف، برای پایداری، نیاز به ضخامت‌های زیاد دارد. کاربرد دیوار وزنـی در ارتفاع زیاد غیراقتصادی است و درمحل‌هایی با لرزه‌خیزی بالا که سربار مهمی راتحمل می‌کند مناسب نیست. به لحاظ اقتصادی حداکثرارتفاع مناسب برای چنین دیوارهایی ۴ تا ۵ مـتر است. ابعاد لازم برای طراحی هندسی بـرحسب ارتـفاع دیـوار مـطابق شکل ۵-۱۱ توصیه می‌شود.

**ب - دیوار حایل طره‌ای**

این دیوار ازنوع بتن مسلح وبرای ارتفاع تا ۱۱ مترقابل‌استفاده است. استفاده از این دیوارها تا ارتفاع ۶ متر اقتصادی می‌باشد. ابعاد تقریبی دیوارها برای احتساب درطرح اجزای نیمرخ عرضی برحسب ارتفاع دیوار مطابق شکل ۵-۱۲ توصیه می‌شود.

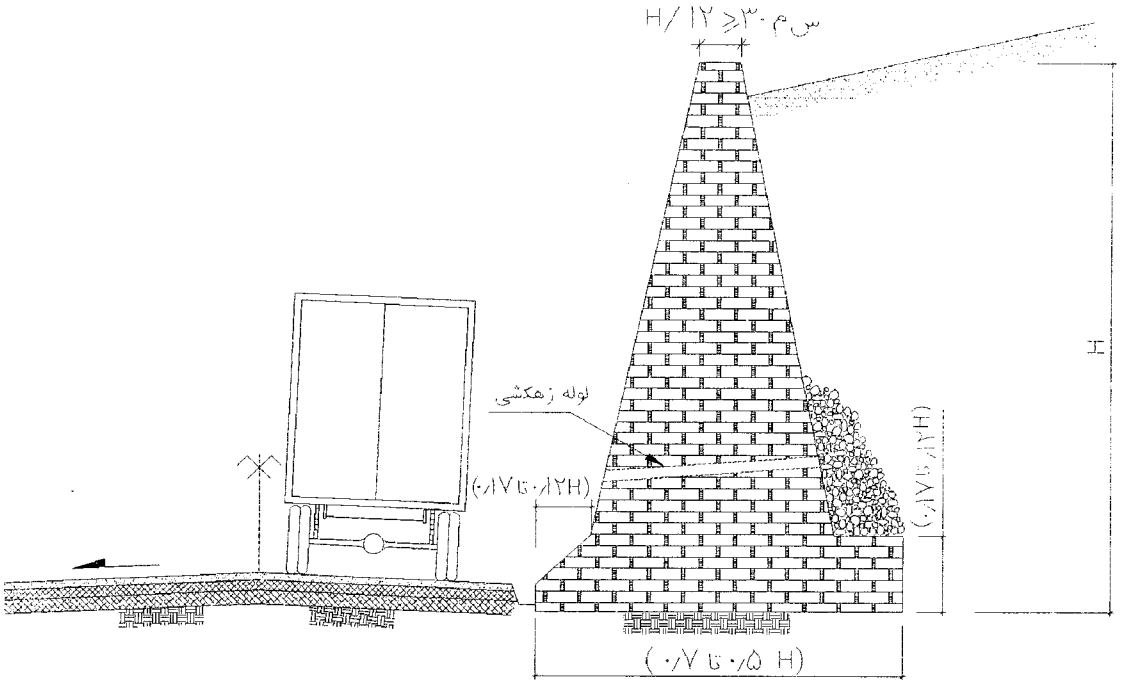
بهتر آن است به این نکته توجه شود که در نـقاط لرزه‌خیز نیروهای زلزله موجب افزایش ابعاد دیوار می‌شود.

در حالت‌هایی که نتوان از دیواره‌های طره‌ای پاشنه‌دار استفاده نمود، می‌توان درصورت امکان از دیوارهای طره‌ای پنجه دار به صورت L استفاده کرد. **باید تأثیر این نوع دیوار در نـیمرخ عرضی مسیر پایین دیوار درنظرگرفته شود.** بهتراست که برای پایداری بیشتر این دیوارها از زبانه برشی استفاده شود.

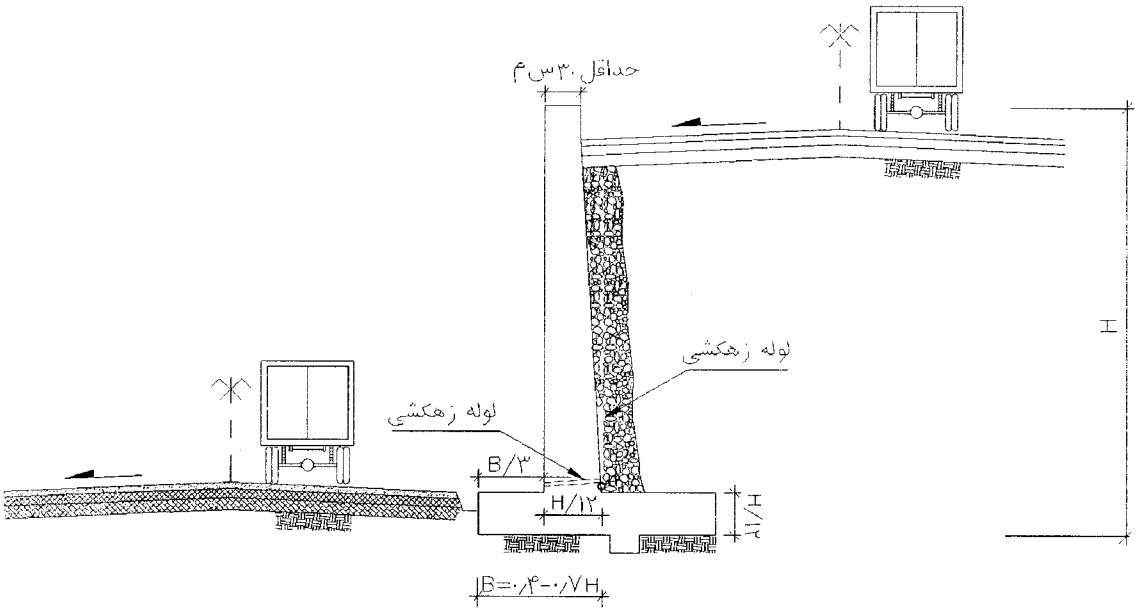
**پ - دیوار حایل با پشت بند**

از این نوع دیوار (شکـل ۵-۱۳) در مـوردهایی کـه کـاهش

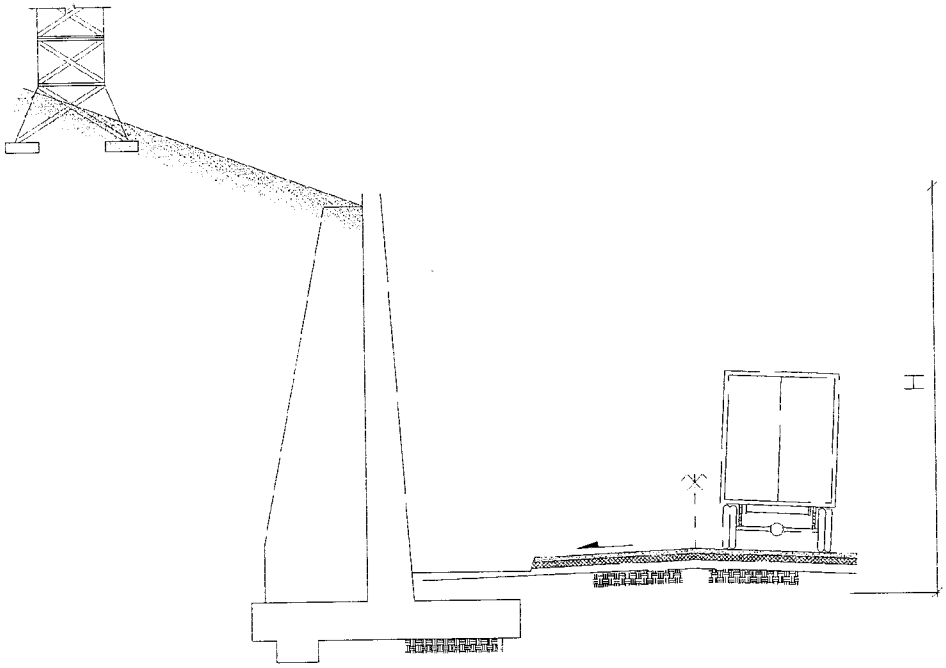
حرکت جانبی دیوار مد نظراست و یا ارتفاع دیوار زیاد است معمولاً استفاده می‌شود. **باید فضای کافی برای پشت‌بندهای دیوار در نیمرخ عرضی راه مدنظر قرارگیرد.**




**شکل ۵-۱۱ ابعاد دیوار حایل وزنی**




**شکل ۵-۱۲ دیوار حایل طره‌ای**




شکل ۵-۱۳ دیوار حایل با پشت بند

### ۵-۷-۳ دیوارهای حایل از لحاظ منظرآرایی

در طراحی دیوارهای حایل، بهتر است جوانب منظرآرایی مدنظر قرارگیرد. تغییر شیب در نیمرخ طولی بالای دیوار، بهتراست توسط خم‌های مناسب و هموار انجام و از شکستگی‌های ناگهانی در نیمرخ طولی، اجتناب شود. در صورت امکان با درنظرگرفتن محیط اطراف و امکان‌های فنی در انتخاب نوع مصالح و شکل ظاهری دیوار، هماهنگی لازم با مسیر صورت گیرد.

### ۵-۷-۴ استفاده از جان‌پناه در دیوار حایل

**دیوار حایل کنار مسیر راه باید به جان‌پناه‌های مناسب مجهزشود. روش اتصال جان‌پناه به دیوار و نیز ابعاد هندسی دیوار در محل اتصال باید قبلاً بررسی و در طرح هندسی مسیرهای بالا و پایین دیوار مد نظر قرارگیرد.**

### ۵-۷-۵ زهکشی دیوار حایل

**در طرح هندسی مسیرهایی که در بالای دیوارحایل قرار می‌گیرد، باید موقعیت آبروها کاملاً تعیین شود تا از آبشستگی دیوار، جلوگیری به عمل آید. باید تخلیه آب سطحی جمع آوری شده به پایین و خارج از محوطه دیوار در طرح هندسی در نظرگرفته شود. زهکشی خاک پشت دیوار و مسیر تخلیه آب حاصل از زه‌کشی در پایین دیوار باید مشخص و در نیمرخ عرضی نیز پیش‌بینی شود.**

### ۵-۷-۶ فاصله جانبی دیوار از مسیر

بهتراست در طراحی نیمرخ عرضی راه، فاصله دیوارحایل از لبه راه از یک متر کمتر نباشد و در طراحی مسیر افقی دیوارحایل، مسائل مربوط به فاصله دید مورد توجه قرارگیرد.

# فصل ششم - نیمرخ‌های عرضی

## ۶-۱ کلیات

نیمرخ‌های عرضی، بسته به طبقه‌بندی‌راه، درجه‌بندی‌راه وموقعیت قرارگرفتن در مسیر (مستقیم یا پیچ) متفاوت است. طبقه‌بندی راه در تعیین شیب شیروانی نیمرخ عرضی مؤثر است ولی درجه‌بندی راه در تعیین عرض شانه و عرض سواره رو تأثیر دارد و بالاخره پیچ در تعیین میزان تعریض راه و بربلندی اثر می‌گذارد. نیمرخ عرضی، نشان‌دهنده ابعاد، شیب عرضی سواره‌رو، شانه‌ها، شیب عرضی شیروانی خاکبرداری یا خاکریزی و موقعیت جوی‌های جانبی‌است. اجزاءنیمرخ عرضی درشکل ۶-۱ نمایش داده‌شده‌است.

## ۶-۲ سواره‌رو

سواره‌رو، قسمتی ازسطح نهایی روسازی راه (شنی یا آسفالتی) است که برای حرکت و عبور وسایل‌نقلیه بکار می‌رود. این قسمت از کف راه، از شانه، که معمولاً برای حفاظت روسازی اختصاص دارد، متمایز است. در راه‌هایی که سواره‌رو آسفالتی دارد، شانه، به صورت نواری درکنار سواره‌رو قرار دارد و از آن متمایز است، ولی در رویه‌های شنی، سراسر کف راه (شانه و سواره‌رو) یکپارچه است و نوار واحدی را تشکیل می‌دهد.

روسازی آسفالتی‌سواره‌رو طوری طراحی و ساخته می‌شود که شکل سطح راه و ابعاد آن در اثر استفاده تغییر نکند، تخلیه آب‌های سطحی به سهولت صورت گیرد و بالاخره زبری سطح راه در حد مطلوب نگهداری شود.

### ۶-۲-۱ عرض سواره‌رو

عرض سواره‌رو در ایمنی و آسایش استفاده کنندگان از راه اثر دارد. سواره‌رو، برحسب مورد، دارای یک یا دو خط عبور بوده و عرض آن بسته به درجه راه و موقعیت قرارگرفتن در مسیر (مستقیم یا پیچ) متفاوت است. **برای قسمت‌های مستقیم، عرض‌های زیر را باید در نظرگرفت.**

**الف - عرض سواره رو در راه روستایی درجه یک، ۵/۵ متر**

**ب - عرض سواره رو در راه روستایی درجه دو، ۵ متر**

**پ - عرض راه روستایی درجه سه، ۴ متر**

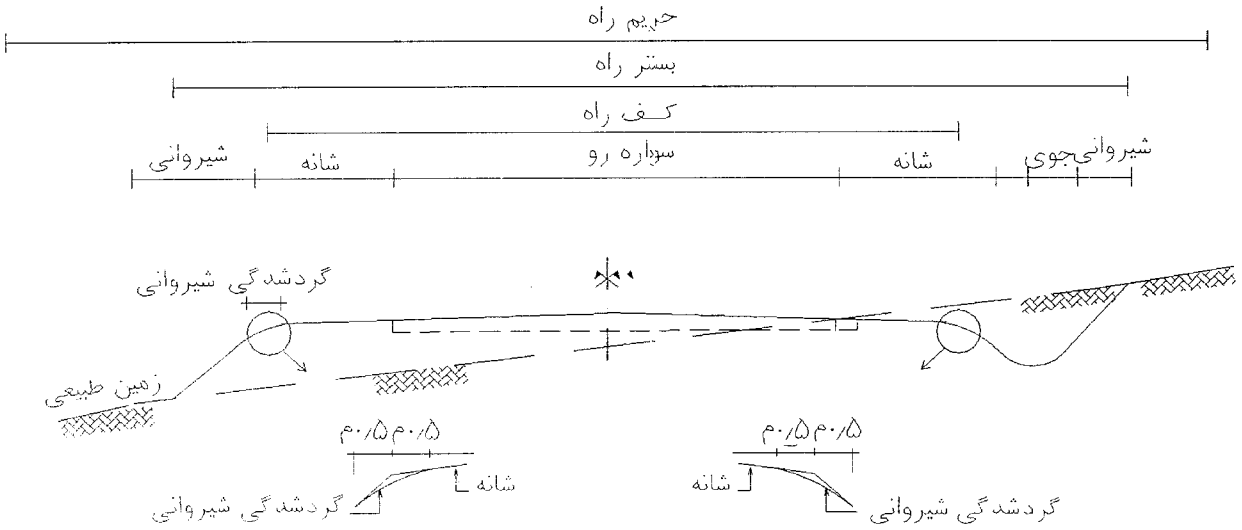
### ۶-۲-۲ شیب عرضی سواره‌رو

میزان شیب عرضی در قسمت‌های مستقیم (و پیچ‌های با شعاع بزرگ که احتیاج به بربلندی نداشته باشد) به درجه‌بندی راه، نوع رویه، وضع جوی منطقه عبور راه و بالاخره سرعت طرح بستگی دارد.

شیب عرضی سواره‌رو، در قسمت‌های مستقیم و پیچ‌هایی که احتیاج به بربلندی نداشته باشد، برای رویه‌های آسفالتی و روکش روسازی قدیمی، ۲ تا ۳ درصد و برای رویه‌های شنی ۴ تا ۶ درصد است.

شیب عرضی یادشده، از محور راه به طرفین آن اعمال می‌شود. شیب‌های عرضی تندتر از ٪۲ از نظر تخلیه آب بارش، مطلوب‌تر است. برای مناطقی مانند نواحی معتدل ساحلی که نزول باران‌های شدید و سیل‌آسا، حالت غالب دارد، بهتراست از حد بالایی شیب عرضی، وبرای منطقه‌های خشک با بادهای شدید، در جهت عرض راه، از حد پایینی شیب عرضی استفاده کرد.

برای مناطق سردسیر با برف و یخبندان مکرر بهتر است از شیب عرضی پایین‌تر استفاده شود.




**شکل ۶-۱ اجزاء نیمرخ عرضی راه روستایی**

### ۶-۲-۳ شانه

شانه، بخشی از کف راه است که در طرفین سواره‌رو قرار می‌گیرد و برای حفاظت سواره رو بکار می‌رود. در رویه‌های شنی، شانه و سواره‌رو به صورت سطح واحد و یکپارچه است ولی در راه‌هایی که سواره‌رو آسفالتی دارد، شانه، به صورت نواری کاملاً متمایز از سواره‌رو می‌باشد. در حقیقت، شانه رویه‌های شنی تا اندازه‌ای، باریکی سواره‌رو را جبران می‌کند و قسمتی از پهنای آن، گاه و بیگاه، برای عبور وسایل‌نقلیه نیز، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

علاوه براین، شانه راه دارای مزیت‌های زیر است.

۱ـ ایجاد نوعی فرصت و راه نجات و کاهش شدت سوانح، برای خودرویی که به هر دلیل از سواره‌رو منحرف شده است.

۲ـ ایجاد احساس پهن‌بودن نوار عبور، آسایش و آسودگی ناشی از آزادی عمل در رانندگی

۳ـ افزایش فاصله دید در پیچ‌های داخل برش‌ها و در نتیجه افزایش ایمنی

۴ـ کمک به فراهم‌کردن فاصله آزاد جانبی علایم از لبه سواره‌رو

۵ـ هدایت آب بارش جاری شده از سواره‌رو

۶ـ فراهم‌کردن محل عبور پیاده، دوچرخه و ماشین‌های کشاورزی

علاوه بر شانه، منظورکردن نوار نگهدار شانه (شانهٔ خاکی) از شسته‌شدن لبه خارجی شانه جلوگیری و محل مناسبی را برای نصب علایم فراهم می‌کند (شکل ۶ـ۱). عرض این نگهدار خاکی، ۵۰ سانتیمتر است که با ۵۰ سانتی‌متر از شیروانی مجاور، پیوند قوسی (گردشدگی) دارد.

**شانه‌راه‌روستایی درجه یک و دو باید همکف سواره‌رو یا**

**حداکثر ۱/۵ سانتیمتر ازآن پایین‌تر باشد و در محل پل‌های کوچک نیز همانند سایر قسمت‌های راه، ادامه یابد.**

عرض شانه طرفین راه برای انواع مختلف راه در جدول ۶-۱ منعکس شده است.

**۶-۲-۴ شیب عرضی شانه**

شیب عرضی شانه در قسمت‌های مستقیم، ۵ تا ۶ درصد تعیین می‌شود. **در محل‌هایی که سواره‌رو، دارای شیب عرضی یکسره یا بربلندی باشد شیب عرضی شانه را باید مقداری و در جهتی تعیین کرد که اختلاف جبری شیب شانه و سواره‌رو از ۸ درصد بیشتر نشود.**

## ۶-۳ نهر جانبی (جوی کناری)

آب حاصل از بارش (ریزش باران و آب شدن برف و یخ) بر سواره‌رو و شانه، در امتداد خط بزرگترین شیب کف راه جریان می‌یابد و پس از رسیدن به لبه خارجی این کف، لازم است تخلیه و از راه دور شود.

**جدول ۶-۱ عرض شانه طرفین راه‌روستایی**

| درجه راه | عرض روسازی | عرض شانه (متر) |
|---|---|---|
| درجه یک | ۵/۵ متر آسفالتی | ۰/۷۵ |
| درجه دو | ۵/۰ متر آسفالتی | ۰/۵ |
| درجه سه | ۴/۰ متر شنی | ندارد |

یادداشت ۱

**عرض های مشخص شده، در پل‌ها، آبنماها و آبنمالوله ها نیز باید رعایت شود.** *کاهش این عرض‌ها، در موردهای استثنایی، مستلزم کسب مجوز مربوط است.*

یادداشت ۲

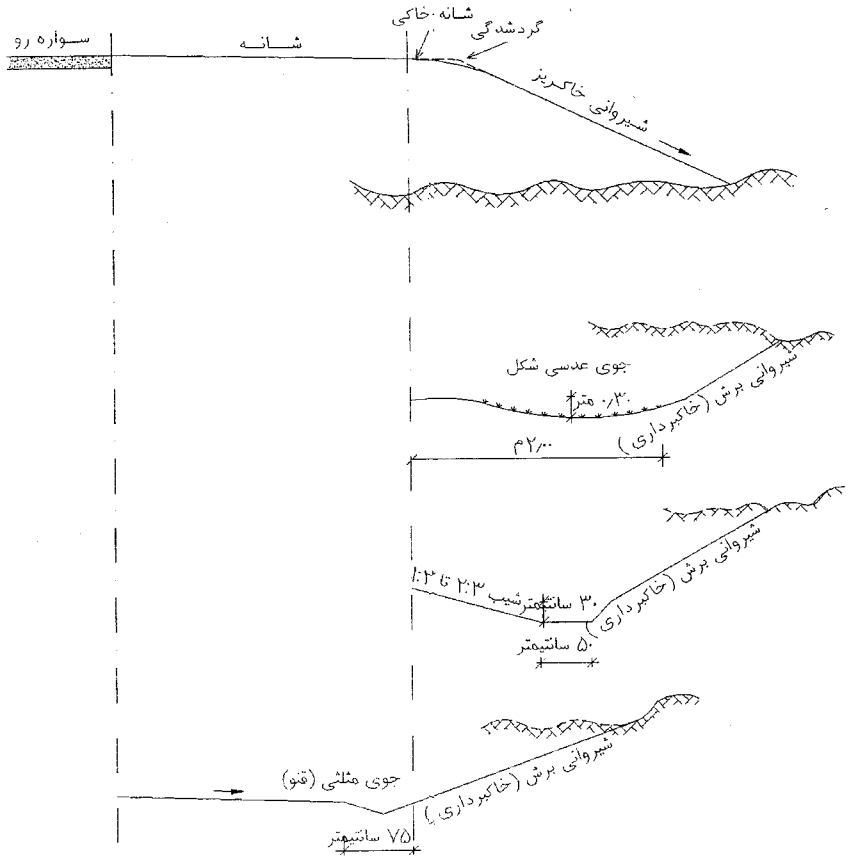
*عرض‌های ذکرشده شامل اضافه عرض پیچ‌ها نیست. اضافه عرض پیچ‌ها، به عرض‌های تعیین شده برای سواره رو افزوده می‌شود.*

یادداشت ۳

*هرگونه تغییر در عرض روسازی تدریجی است و با نصب علایم مشخص می‌شود.*

اگر آب باران در محل دورشدن از کف راه، به شیروانی خاکریزی برسد، ساده‌ترین شیوهٔ تخلیه، غلتیدن آب بر شیروانی خاکریزی (شیروانی روسازی و خاکریزی) است تا به پای آن برسد و به جریانی که در سرازیری حریم به بیرون راه هدایت می‌شود، بپیوندد. این شیوه، فرسایش شانه و شیروانی و بویژه خط جدایی آن دو را تشدید می‌کند. برای پرهیز از آثار زیانمند آب حاصل از بارش، از شانه خاکی می‌توان استفاده کرد.

چنانچه راه در خاکبرداری قرار گرفته باشد، آب‌های سطحی از لبه به جوی کناری هدایت می‌شود و در طول راه جریان می‌یابد تا به محل مناسبی مانند «آبرو» برسد و از آنجا تخلیه شود. این جوی، بسته به شرایط می‌تواند از نوع پوشش‌دار، خاکی، قنوهای مثلثی شکل (شکل ۶-۲) و معبر سرپوشیده با مقطع چهارگوش باشد.




**شکل ۶-۲ نمونه‌های مختلف جوی کناری**

## ۶-۴ شیروانی

### ۶-۴-۱ کلیات

در لبه خارجی شانه (یا شانهٔ خاکی) نیمرخ عرضی با شیب، به زمین طبیعی می‌پیوندد (شکل ٦ـ۳).

چنانچه راه در خاکبرداری (برش) باشد، پس از جوی کناری، «شیروانی خاکبرداری» آغاز می‌شود که در نقطه انتهایی خود، دیگر بار به زمین طبیعی می‌رسد.

هرچه شیروانی ملایم‌تر (کم شیب‌تر) باشد و آرام‌تر با زمین طبیعی پیوند بخورد، راه برای راننده و سرنشین، دلپذیرتر و ایمن‌تر است. شیب شیروانی با توجه به هزینه آن می‌تواند تغییرکند. به طور کلی بهتراست که در رسیدن شیب‌های عرضی مختلف به یکدیگر، تیزگوشگی‌ها به گردگوشگی تبدیل شود و شیب‌های تندتر از ۲:۳ به کار نرود.

خلاصه این که شیب شیروانی‌های طرفین کف راه، از طریق مطالعات ژئوتکنیک خاص مربوط به جنس خاک‌ها (زمین‌ها)، وضع استقرار طبیعی خاک‌ها در محل (احیاناً با به حساب‌آوردن سربار ناشی از وسایل‌نقلیه عبوری)، زیبایی، ایمنی، فرسایش و مطالعات اقتصادی و ایمنی راه تعیین می‌شود. بنابراین گرچه شیب شیروانی تا ۱:۲ قابل قبول است ولی در خاکبرداری‌ها یا خاکریزی‌های کم ارتفاع، استفاده از شیب تا ۱:۵ می‌تواند با توجه به افزایش هزینه کمی که دارد از نظر ایمنی راه، ارزنده باشد و اعمال شود (به یادداشت زیر جدول ۶-۲ مراجعه شود).

### ۶-۴-۲ شیروانی خاکریزی

شیبی که به شیروانی خاکریزی داده می‌شود، به عامل‌های زیر بستگی دارد.

الف - خواص خاک‌هایی که مصرف می‌شود (تراکم پذیری،

مقاومت به فرسایش).

ب - ارتفاع خاکریزی

پ - شیب بستر طبیعی خاکریزی (ضرورت کندن شیار و پلکانی‌کردن بستر، قبل از احداث خاکریزی).

ت - حریم راه

ث - هزینه خاکریزی

شیبی که برای شیروانی خاکبرداری درنظر گرفته می‌شود، به عامل‌های زیر بستگی دارد.

الف - خواص خاک محل خاکبرداری

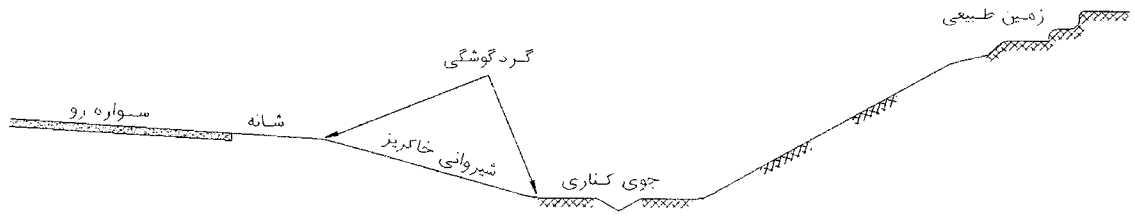
ب - ارتفاع خاکبرداری

پ - طبقه‌بندی راه

ت - حریم راه

ث - هزینه خاکبرداری

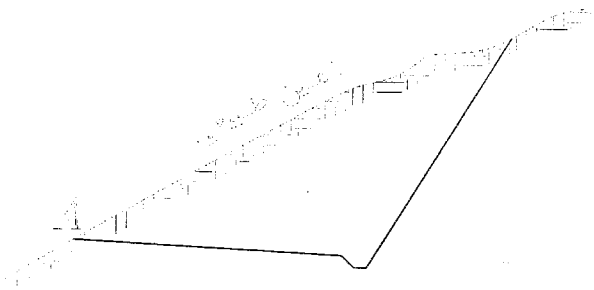
### ۶-۴-۳ شیروانی خاکبرداری




**شکل ۶-۳ شیروانی در خاکریزی**

### ۶-۴-۴ حالت خاص خاکبرداری

در حالتی که حاشیه سمت پایین (پایین دست) کف راه، در مرز تقاطع نیمرخ عرضی راه با زمین طبیعی قرارگیرد، شیب زمین طبیعی که کف راه را در مقابل سربار (وسایل‌نقلیه سنگین، برف) نگه می‌دارد تعیین و چنانچه شیب زمین‌طبیعی تندتراز آن باشد برای رفع خطرریزش اقدامات ضروری پیشنهاد می‌شود. شکل ۶-۴، به روشن‌تر شدن موضوع کمک می‌کند. دراین نمونه، لبه سمت چپ «کف راه» یعنی نقطه A، روی زمین طبیعی قرار گرفته است.



**شکل ۶-۴ حالت خاص خاکبرداری**

### ۶-۴-۵ اندازه شیب شیروانی

مقدار شیب شیروانی‌ها بر حسب نسبت ارتفاع (H) به طول افقی نظیر (L) در مقیاس یکسان، سنجیده می‌شود.

ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری که برحسب تعریف، ملاک تعیین شیب شیروانی قرار می‌گیرد عبارت است از ارتفاع (فاصله قائم) جسم راه نسبت به زمین طبیعی، که در روی قائم گذرنده بریکی از دو لبه (سمت چپ یا راست) کف راه، که به شیروانی مورد نظر نزدیکتراست، اندازه‌گیری می‌شود.

برای شیروانی‌های خاکریزی دو راه حل را می‌توان درنظر گرفت و از نظر اقتصادی مقایسه کرد. طراح، همواره راه حل ارزان‌تری را که در عین حال پاسخگوی ضابطه‌های هندسی، ژئوتکنیکی و ایمنی باشد، انتخاب و پیشنهاد می‌کند.

۱- شیب‌های تند و جان‌پناه در صورت ضرورت

۲- شیب‌های کم و حذف جان‌پناه و ایمنی بیشتر راه (در صورت خارج‌شدن وسیله‌نقلیه از مسیر)

انتخاب بهترین راه‌حل، از مقایسه اقتصادی، هزینه نصب جان‌پناه در راه حل اول، با هزینه افزایش حجم خاکریزی، در راه حل دوم انجام می‌پذیرد.

شیب شیروانی خاکبرداری و خاکریزی بسته به ارتفاع و طبقه‌بندی راه، در جدول ۶-۲ منعکس شده است.

**جدول ۶-۲ اندازه شیب شیروانی برحسب ارتفاع خاکریزی یاخاکبرداری و طبقه‌بندی راه**

| ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری (متر) | اندازه شیب شیروانی (قائم به افق، H:L) | | | ملاحظات |
|---|---|---|---|---|
| | مسطح | تپه‌ماهور | کوهستانی | |
| ۰ تا ۱/۵۰ | ۱:۴* | ۲:۷* | ۱:۳* | -- |
| ۱/۵۰ تا ۳/۰۰ | ۱:۳ | ۲:۵ | ۱:۲ | -- |
| ۳/۰۰ تا ۴/۵۰ | ۲:۵ | ۲:۵ | ۴:۷** | بررسی نصب جان‌پناه |
| ۴/۵۰ تا ۶/۰۰ | ۱:۲ | ۲:۳** | ۲:۳** | بررسی نصب جان‌پناه |
| بیش از ۶/۰۰ | ۲:۳** | ۲:۳** | ۲:۳** | بررسی نصب جان‌پناه |

* در محل‌هایی که شیروانی، در فاصله کمتر از پنج متر از حاشیه شانه به زمین طبیعی برسد، بهتراست فاصله پنج متری ثابت از حاشیه شانه منظور و حاشیه شیروانی به آن نقطه با شیب یکنواخت متصل شود.

** در زمین‌های رسی ولایی که در معرض فرسایش قراردارد، بهتراست از کاربرد شیب‌های تندتر از ۱:۲ اجتناب شود.

### ۶-۴-۶ فاصله آزاد شیروانی تا حد حریم

حداقل فاصله آزاد پای شیروانی خاکریزی یا کله شیروانی خاکبرداری طرفین راه، از لبه حریم ۳ متر و در صورت امکان ۵ متر است. در برش‌های با عمق بیش از ۱۰ متر (در راه روستایی نادر است)، حداقل فاصله آزاد ۶ متراست. بنابراین حریم راه‌ها در بعضی از قسمت‌ها با حریم اعلام شده می‌تواند متفاوت باشد.

**مطالعه کننده باید محل‌هایی که راه به دلیل فوق به حریم بیشتری نیاز دارد معین و به کارفرما پیشنهادکند.**

### ۶-۴-۷ پلکانی‌کردن شیروانی خاکبرداری

وقتی ارتفاع خاکبرداری (برش)، کمتر از ۶ و حتی ۱۰ متر باشد، معمولاً شیروانی برش، به صورت یکسره و یکنواخت بین جوی کناری و زمین طبیعی قرار می‌گیرد. در موردهای لزوم،

بعد از جوی کناری، پله‌ای منظور می‌شود تا مصالح حاصل از ریزش، روی آن انباشته و در فاصله‌های معین تخلیه شود و از پرشدن جوی کناری و ایجاد مانع در برابر جریان یافتن و تخلیه آب جلوگیری شود. شیب شیروانی به جنس زمین، نوع لایه‌ها و طرز قرارگرفتن آنها بستگی دارد. در محدودهٔ ارتفاعی ۶ تا ۱۰ متر گاهی ایجاد شیروانی شکسته و انتخاب شیب متناسب با جنس هر لایه، ضرورت پیدا می‌کند.

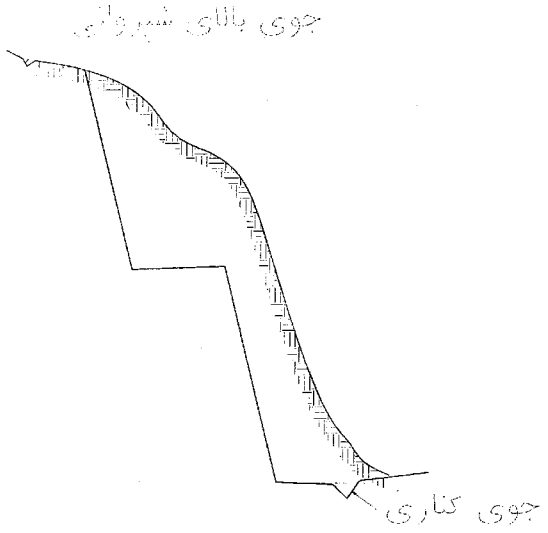
با افزایش ارتفاع برش و تجاوز آن از ۱۰ متر، بهتراست شیروانی به شکل پلکانی (شکل ۶-۵) درآید. درحالت کلی عرض پله‌ها، ارتفاع بین پله‌ها و شیب شیروانی حد فاصل پله‌ها، بستگی به مشخصات لایه‌های زمین دارد و می‌تواند مقدار یکنواختی نباشد. هرجا که ممکن است بهتراست به منظرآرایی توجه و شیب یکنواختی اختیار کرد.

برای پرهیز از انباشتگی فوق‌العاده مصالح ریزشی در مجاورت جوی کناری، بهتراست ارتفاع پله اول را کمتر درنظر گرفت.

**شیب طولی و عرضی پله‌ها، باید طوری باشد که تخلیهٔ متناسب آب بارش را امکان‌پذیر نماید.** عرض پله‌ها، به ویژه پله اول، بهتراست به میزانی باشد که ریزش‌ها را بتوان به وسیله ماشین‌های راه‌سازی تخلیه نمود. به این منظور عرض ۴ تا ۶ متر توصیه می‌شود. **درصورت لزوم باید، آب بارش بالای شیروانی راباتوجه به شکل ۵-٦ از طریق جوی بالای شیروانی تخلیه کرد.**

## ۶-۵ جان‌پناه

برای کنار راه، یکی از انواع جان‌پناه‌های متداول (سنگی، بتنی یا فلزی) را می‌توان بکاربرد. انتخاب یکی از این سه، به ایمنی و بررسی اقتصادی بستگی دارد. در هر صورت، **ضابطه‌های مربوط به نصب و به ویژه ایمن ساختن دو انتهای جان‌پناه، باید مورد توجه قرارگیرد.**




**شکل ۶-۵ پلکانی کردن شیروانی**

هریک از دو نوع جان‌پناه (فلزی و بتنی) واجد مزیت‌ها و عیب هایی‌است. یکی از عیب‌های عمده جان‌پناه فلزی در مقایسه با جان‌پناه بتنی بجای ماندن تغییر شکل آن در اثر تصادف است که معمولاً مدتها یک منظره زشت و ناپسند را در کنار راه تا موقع رفع نقص به وجود می‌آورد. جان‌پناه بتنی به صورت نیمرخ‌های الف و ب در شکل ۶-۶ قابل استفاده است.

درکاربرد جان‌پناه‌ها بهتراست به نکته‌های زیر توجه شود.

الف – طول جان‌پناه، حداقل ۴۰ متر باشد.

ب – لبه بالایی جان‌پناه در ۷۵ سانتیمتری بالای امتداد سطح رویه راه در محل نصب جانپناه قرار گیرد (افزایش ارتفاع تا ۵ سانتیمتر مجازاست).

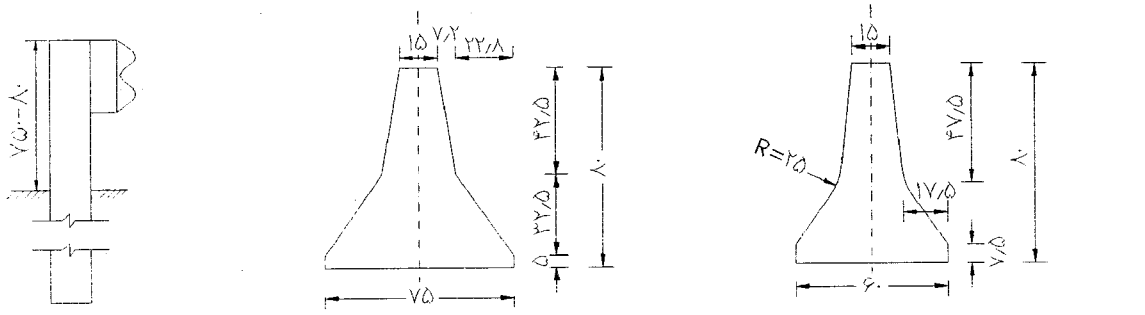
پ – فاصله سپرفلزی جان‌پناه فلزی از پایه‌های پشت آن، حدود ۲۰ سانتیمتر باشد.

ت – **بالای جانپناه بتنی و یابالای سپرجان‌پناه فلزی باید از زمین شروع و در انتهای دیگر به زمین برسد.** درمورد

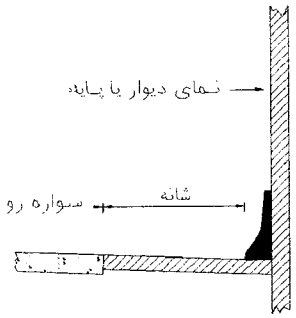
جان‌پناه فلزی، شروع آن می‌تواند به شکل حلزونی (با انحنا به طرف خارج کف راه) نیز درآید.

ث - فاصله پایه‌های جان‌پناه فلزی از هم، ۲ تا ۴ متر است.

ج - جان‌پناه درکنارلبه‌خارجی‌شانه راه قرار می‌گیرد، لذا راه در محل نصب جانپناه‌باندازه عرض‌پائین جان‌پناه احتیاج به تعریض دارد. درکنارکوله و پایه پل و هر نوع دیواره، بهتراست از نیمرخ یک طرف قائم جان‌پناه بتنی استفاده شود (شکل ۶-۶ ت).




الف- جان‌پناه بتنی - ۶۰ سانتیمتری ب - جان‌پناه‌بتنی - ۷۵ سانتیمتری پ - جان‌پناه فلزی




ت -کاربرد جان‌پناه بتنی درکنار دیوار

**شکل ۶-۶ انواع جان‌پناه**

جان‌پناه بتنی، در قطعه‌های حداکثر ۶ متری و یکپارچه است و تمامی آن در برابر ضربهٔ ناشی از انحراف خودرو، به صورت واحد ایستادگی می‌کند.

درصورت استفاده از قطعه‌های پیش‌ساخته، بهتراست قفل و بست آنها به‌یکدیگر به‌طریق مناسب قبل از اجرا پیش‌بینی شود.

## ۶-۶ حریم راه

حریم راه، عبارت است از زمین‌های بین حد نهایی بدنه راه، تا فاصله معینی از محور راه در هر طرف.

اگر A و B طبق شکل ۶-۷، دو حد ساختمانی و $A_1$ و $B_1$ دو حد حریم راه باشد، بنا به تعریف یادشده، حریم راه، عبارت است از نوارهای $AA_1$ و $BB_1$. نوار بین مرز A تا مرز B، به لحاظ زمین طبیعی، بستر راه و به لحاظ راهی که ساخته شده یا می‌شود، بدنهٔ راه نام دارد.

قبل از آغاز ساختمان هر راه، حریم مورد نیاز آن، براساس تصویب‌نامهٔ قانونی، در جلسه‌ای به نام «کمیسیون حریم» تحت بررسی قرار می‌گیرد و حریم آن تعیین می‌شود. در تصویب‌نامهٔ مورخ ۱۹/۲/۱۳۶۹ دو نوع‌حریم بشرح زیر تعریف شده.

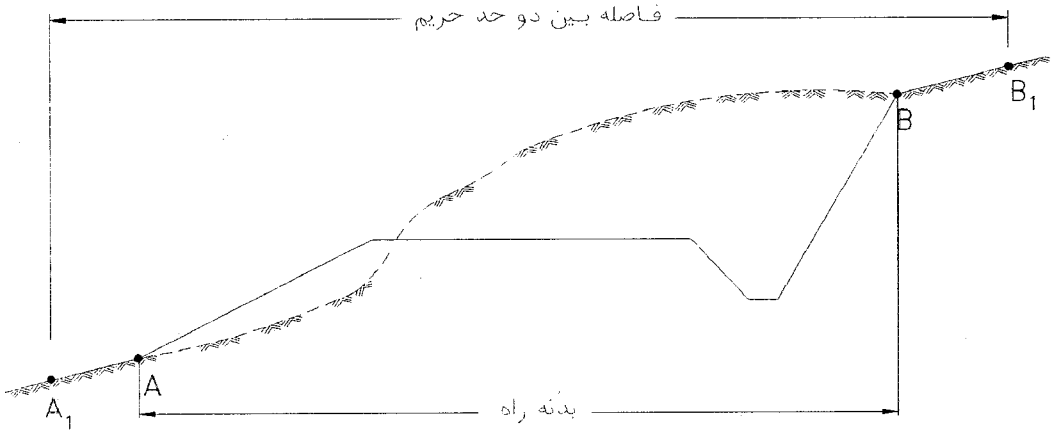
۱- حریم کلیه راههای روستایی (درجه ۱، ۲، ۳) عبارتست از اراضی بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله (۱۲/۵) متر از محور راه در

هر طرف، به قسمی که مجموع عرض بدنه راه و حریم طرفین آن (۲۵) متر شود.

۲ـ در مواردی که راه روستایی اجباراً از داخل روستا عبورنماید، حریم آن عبارتست از زمین‌های واقع بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله (۷/۵) متر از محور راه در هر طرف، به قسمی که مجموع عرض بدنه راه و حریم طرفین آن (۱۵) متر شود

تبصره ۱ـ درمواری که لازمست حریمهای ذکرشده تقلیل یا افزایش یابد بنا به پیشنهاد کمیسیونی متشکل از نمایندگان وزارتین جهادسازندگی و راه و ترابری و سازمان برنامه و بودجه به ریاست معاون عمرانی استانداری به تصویب اکثریت وزرای عضو کمیسیون زیربنایی و صنعت دولت خواهد رسید.

تبصره ۲ـ کشاورزی در حریم راههای روستایی در صورتی که به تشخیص وزارت جهاد سازندگی بر جسم راه آسیب نزند مجاز است.




**شکل ۶-۷ حریم راه**

اداره یا موسسه‌ای که مطالعه راه را برعهده دارد، نوع حریم مورد نیاز را پیشنهاد می‌کند. همچنین حریم مربوط به حالت‌های خاص، مورد به مورد بررسی و برای آن، پیشنهاد مناسب ارائه می‌شود. در هر صورت، حریم پیشنهادی بهتراست فضای مورد نیاز به هنگام ساختن راه و نیز نگهداری و توسعه و بهسازی بعدی آن را تأمین کند.

*یادداشت*

*از آنجایی که تصویب‌نامه‌های فعلی جوابگوی کامل و درستی برای تعیین کلیه راه‌ها براساس تعریف‌های جدید این آیین‌نامه نیست، بهتراست پیشنهاد جدید و کامل‌تری برای حریم راه‌های کشور براساس طبقه‌بندی و درجه‌بندی جدید تهیه شود و پس از تصویب مراجع قانونی مورد استفاده قرارگیرد.*

## ۶-۷ نیمرخ عرضی راه در محل ابنیه فنی

### ۶-۷-۱ نیمرخ عرضی راه در محل پل و روگذر

وقتی راه، مسیرهای کوچک و بزرگ جریان آب (رودخانه، آبرو، کانال) یا هرگونه ارتباط زمینی (راه‌آهن، راه) و یا بریدگی‌های عمیق را قطع می‌کند، معمولاً پلی احداث می‌شود.

عرض سواره‌رو در پل‌های بزرگ و طویل مانند بقیه راه‌است، مگر در موردهای بسیار استثنایی که کاهش عرض سواره‌رو مستلزم کسب مجوز مربوط است. کاهش پهنای شانه یا تبدیل آن به پیاده‌رو، بهتراست به طور تدریجی همراه با نصب علایم و تجهیزات ایمنی کافی باشد.

**پل روگذر راه از روی ارتباط‌های زمینی، باید حداقل فاصله آزاد جانبی و حداقل ارتفاع آزاد موردنیاز ارتباط‌های مزبور را در تمام عرض و طول پل تأمین کند حداقل فاصله و ارتفاع در نقاط بحرانی، مبنای تعیین دهانه‌ها و ارتفاع پل روگذر خواهدبود.**

**در هر یک از موردهای بالا، باید وضع نهایی قواره‌ی ارتباط زمینی به طور جداگانه، از واحد یا مسئول مربوط، پرسیده شود.**

### ۶-۷-۲ نیمرخ عرضی راه در محل زیرگذر

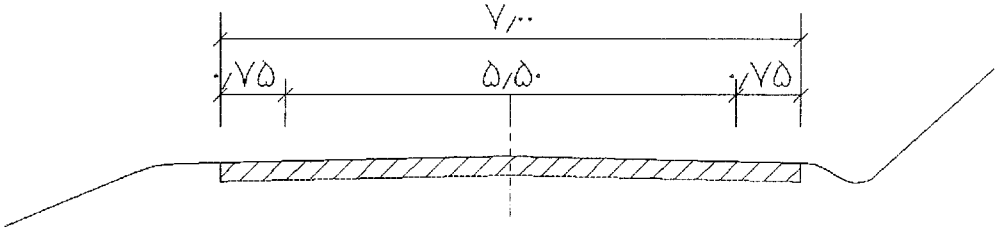
وقتی راه از زیر خط‌های انتقال یا ارتباط زمینی دیگر می‌گذرد، در محورهای مزبور، مانعی روی راه خواهد بود. دهانه (یا دهانه‌ها) و بلندی مانع از سطح راه، طوری در نظر گرفته می‌شود که فضای لازم برای ساختن راه و همچنین حداقل ارتفاع آزاد مورد نیاز تأمین و بالاخره، امکان بهسازی و توسعه بعدی فراهم شود.

عرض سواره‌رو و شانه بهتراست در محل های فوق، نگهداری ولی جوی کناری می‌تواند مشمول تغییرهایی شود. **این تغییرها، باید بر اساس مطالعات فنی و اقتصادی پیشنهاد و پس از تصویب مقام‌های مربوطه انجام‌شود.**

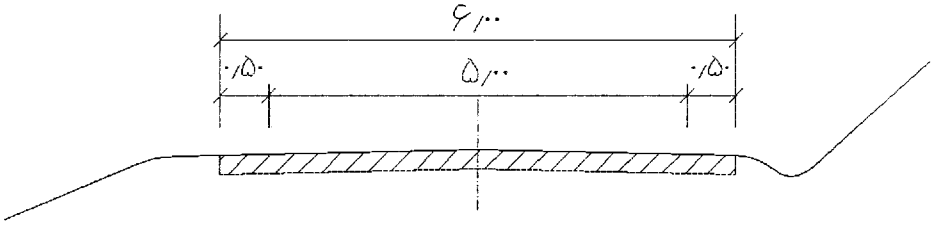
حداقل فاصله لبه سواره‌رو از دیوار پل عبوری از بالای راه و هرگونه مانع خطرناک، برابراست با پهنای شانه و فاصله لازم برای نصب جان‌پناه (حداقل مطلق ۶۰ سانتیمتر، به علاوه فاصله لازم برای نصب جان‌پناه). حداقل فاصله لبه سواره‌رو از پایه پل و هرگونه مانع خطرناک، برابراست با مجموع پهنای شانهٔ و فاصله لازم برای نصب جان‌پناه.

## ۶-۸ نیمرخ‌های عرضی نمونه

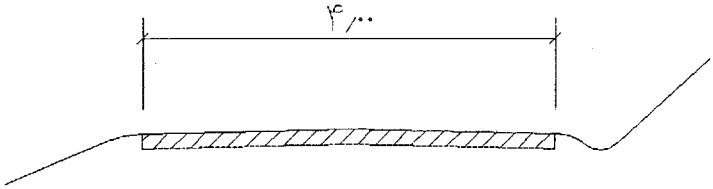
نمونه‌هایی ازنیمرخ عرضی راه در شکل ۶-۸و پل در شکل ۶-۹ برای قسمت‌های مستقیم‌انواع مختلف راه‌روستایی، ارائه‌شده که نقش توضیح و تشریح مطالب بخش ۱ تا ۸را دارد.




راه روستایی درجه یک

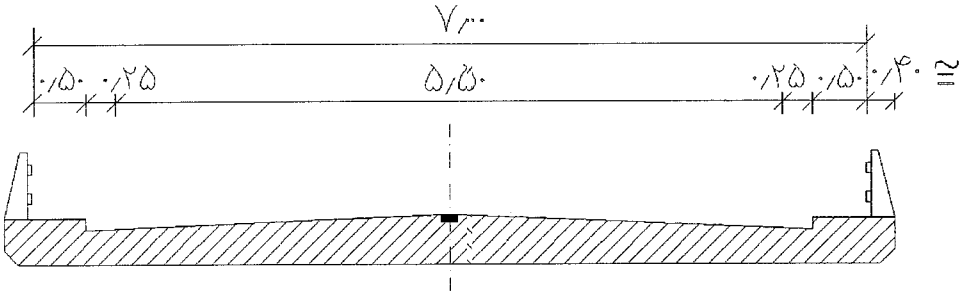



راه روستایی درجه دو

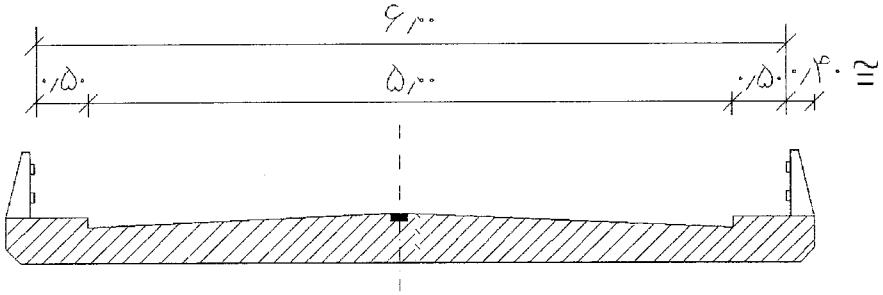



راه روستایی درجه سه

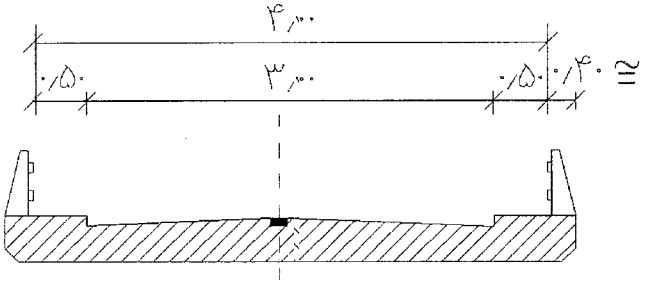
شکل ۶-۸ نمونه‌های نیمرخ عرضی راه روستایی




راه روستایی، درجه یک




راه روستایی درجه دو




راه روستایی، درجه سه

شکل ۶-۹ نمونه‌های نیمرخ عرضی ابنیه فنی راه روستایی

## فصل هفتم - تقاطع‌ها

### ۷-۱ کلیات

#### ۷-۱-۱ تعریف

تقاطع، محل تلاقی همسطح دو یا چند راه است که تسهیلات هدایت ترافیک هریک از آنها را نیز دربرمی‌گیرد. هر کدام از راه‌های منتهی به تقاطع، یک شاخه تقاطع نامیده می‌شود. معمولی‌ترین نوع تقاطع، حالتی است که دو راه یکدیگر را قطع کند و از هم بگذرد، چنین تقاطعی چهارراه نام دارد.

#### ۷-۱-۲ اهمیت طراحی

کارآیی، ایمنی و سرعت، تا حد زیادی به نحوه طراحی تقاطع ها بستگی دارد.

#### ۷-۱-۳ هدف‌ها و اصول طراحی

هدف اساسی از طرح تقاطع، کاهش احتمال برخورد وسیله‌های نقلیه با یکدیگر و همچنین تأمین ایمنی و سهولت گذر پیاده از آن است. به این منظور، چهارعامل زیر درطرح هندسی تقاطع‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد.

۱- عامل انسانی

۲- عامل ترافیکی

۳- عامل فیزیکی

۴- عامل اقتصادی

#### ۷-۱-۳-۱ عامل انسانی

با توجه به آنکه حرکت وسیله‌های نقلیه و عابران در تقاطع، از تصمیم‌های انسانی سرچشمه می‌گیرد، لذا عامل‌های انسانی زیر در طرح تقاطع‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد.

۱- رانندگان

- عادت‌ها
- توان تصمیم گیری
- انتظار
- زمان تصمیم‌گیری و عکس‌العمل
- برابری با مسیرهای طبیعی حرکت

۲- عادت‌ها و ویژگی‌های عابران

#### ۷-۱-۳-۲ عامل ترافیکی

درطرح تقاطع‌ها، ویژگیهای ترافیکی زیر مدنظر قرار می‌گیرد.

- بُعدها و ویژگیهای خودرو طرح
- انواع حرکت‌های تقاطع (عبورمستقیم،گردش به چپ وراست)
- ترکیب وسیله‌های‌نقلیه
- سرعت وسیله‌های نقلیه
- موقعیت ایستگاه وسیله‌های حمل‌ونقل همگانی نسبت به‌تقاطع (در صورت وجود)
- سابقه تصادف‌هادر تقاطع های موجود یا مشابه

#### ۷-۱-۳-۳ عامل فیزیکی

عامل‌های فیزیکی مورد توجه در تقاطع عبارتند از:

- ویژگی و کاربری زمین‌های مجاور
- نیمرخ طولی
- فاصله دید
- زاویه تقاطع
- سطح برخورد
- علامت‌های کنترل ترافیک
- تردد دوچرخه، حیوان‌ها، گاری و ماشین آلات کشاورزی
- تخلیه آب‌های سطحی

### ۷-۱-۳-۴ عامل اقتصادی

بررسی گزینه‌ها، در صورت نیاز، براساس عامل‌های اقتصادی زیر صورت می‌گیرد.

- هزینه و زمان اجرای هرگزینه
- هزینه تملک مستحدثات هر گزینه
- مقایسه برآوردها

### ۷-۱-۴ انواع تقاطع

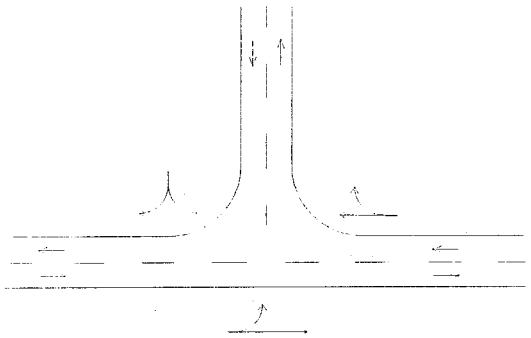
براساس تعداد راه‌های منتهی به تقاطع می‌توان آن را به دو دسته کلی تقسیم کرد:

- سه راه
- چهارراه

### ۷-۱-۴-۱ انواع طرح‌های سه راهی و موردهای استفاده از آنها

طرح‌های مختلف تقاطع‌های سه راهی و موردهای استفاده از هریک عبارتنداز:

**الف - سه راهی ساده** (شکل ۷-۱)



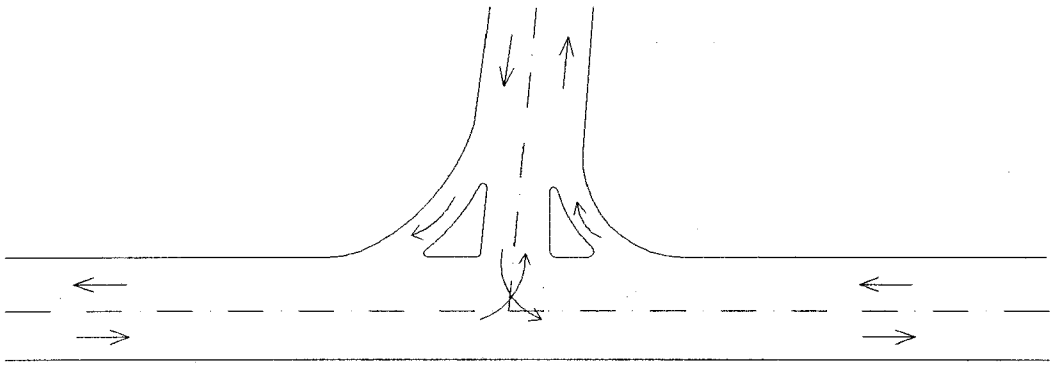
مورداستفاده: اتصال دوراه روستایی که ترافیک کمی در آنها جریان دارد.

**شکل ۷-۱ سه راهی ساده**

**ب - سه‌راهی باجزایر ترافیکی گردش به راست** (شکل ۷-۲)

باایجاد جزیره‌های ترافیکی در محل تقاطع و جداکردن جریان‌های مختلف ترافیک موجود در تقاطع، می‌توان بر سرعت گردش به راست وایمنی تقاطع افزود.

باتوجه به آنکه در سه راهی‌های برون شهری، معمولاً محدودیت فضا وجود ندارد لذا طرح‌های مشتمل ایجاد جزیره های ترافیکی، نسبت به سایر طرح‌ها برتری دارد.

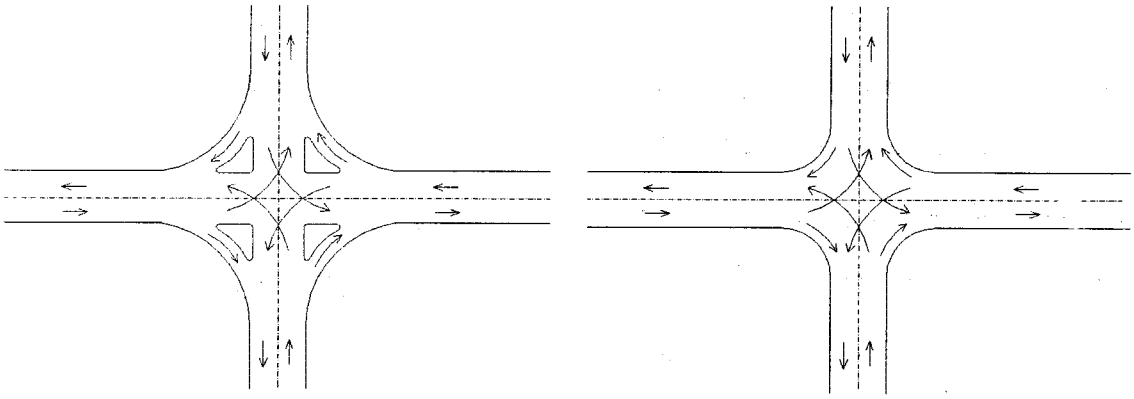


**شکل ۷-۲ سه‌راهی باجزایر ترافیکی گردش به راست**

**۷-۱-۴-۲ *انواع طرح‌های چهارراه***

اصول طراحی چهارراه، دقیقاً مشابه با سه راه است.

نمونه طرح‌های تقاطع‌های چهارراهی در شکل ۷-۳ آمده‌است.

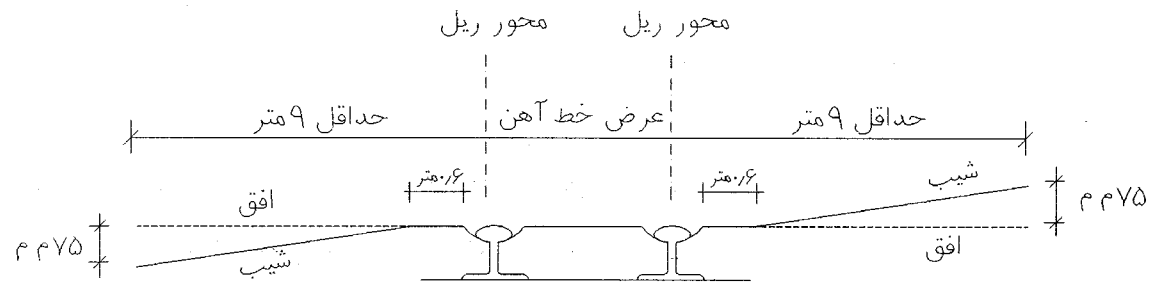


**شکل ۷-۳ انواع طرح‌های معمول برای تقاطع‌های چهارراه**

**۷-۱-۵ *تقاطع با راه‌آهن***

تقاطع راه با راه‌آهن، اغلب محلی حادثه آفرین و خطرناک است. در مورد راه‌روستایی که دارای ترافیک کمی‌است گرچه عبور از زیر و یا روی مسیر راه آهن اقتصادی نیست ولی از نظر ایمنی دارای اهمیت است. **طرح هندسی پلان و نیمرخ راه‌روستایی در محل‌های مجاز تقاطع هم‌سطح با راه‌آهن باید به‌گونه‌ای باشد که راننده مجبور به توجه به عامل‌های دیگر و شرایط محیط و درنتیجه غفلت از وجود راه‌آهن نشود.** زاویه تقاطع راه‌روستایی با راه‌آهن، بهتر است قائمه باشد. علاوه برآن بهتراست که محل تقاطع، ضمن هم آهنگی با وزارت راه و ترابری، در قسمت مستقیم راه‌روستایی و راه‌آهن واقع شود تا هم رانندگان و هم لکوموتیوران دید خوبی روی تقاطع داشته باشند.

نیمرخ طولی تقاطع راه با راه‌آهن نیز، بهتراست تا حد امکان ملایم‌تر و مسطح‌تر باشد زیرا درچنین حالتی فاصله دید بیشتری موجود خواهدبود و ترمزگیری یا شتاب‌گیری به نحو ساده‌تری صورت خواهدپذیرفت. حداکثر اختلاف شیب مجاز (سراشیبی یا سربالایی) بین سطح راه‌روستایی و راه‌آهن، در شکل ۷-۴ نشان داده شده است.




**شکل ۷-۴ تقاطع راه‌روستایی - راه‌آهن**

طرح هندسی تقاطع راه‌روستایی با راه‌آهن، معمولاً با نصب علامت‌های کنترل ترافیک، همراه است. علامت‌های مورد استفاده برای این منظور، تابلوهای راهنمایی، علامت‌های افقی (خط نوشته‌های سطح راه‌در مورد راههای روستایی با روسازی آسفالتی)، چراغ‌های راهنمایی چشمک‌زن و یا دروازه‌های کنترل ترافیک (دستی یا خودکار) است. مهمترین عامل‌های مؤثر در انتخاب نوع سیستم کنترل این گونه تقاطع‌ها عبارتست از:

۱- درجه راه‌روستایی

۲- حجم ترافیک راه‌روستایی و راه‌آهن

۳- حداکثر سرعت قطار در حوالی تقاطع

۴- سرعت مجاز وسیله‌های نقلیه

۵- آمار تصادف‌ها در مورد تقاطع‌های موجود و یا مشابه

۶- فاصله دید در محل تقاطع

۷- طرح هندسی تقاطع

۸- ملاحظات اقتصادی

با افزایش حجم تردد و همچنین کاهش فاصله دید، توصیه می‌شود از سیستم‌های مطمئن‌تر همچون دروازه‌ی کنترل تردد و یا چراغ‌های راهنمایی به منظور کنترل تقاطع راه‌روستایی با راه‌آهن استفاده شود. علامت‌های افقی و عمودی کنترل تقاطع راه با راه‌آهن، در نشریه شماره ۹۹ سازمان برنامه و بودجه موجوداست و تا زمانی که نشریه جدیدتری از طرف سازمان برنامه و بودجه یا وزارت راه وترابری منتشرنشده می‌توان به آن مراجعه کرد.

**چنانچه در بازدیدهای محلی و پس از مطالعه دقیق شرایط هندسی و ترافیکی محل، مشخص شود که تقاطع همسطح راه‌روستایی با راه‌آهن، ایمنی لازم را به وجود نمی‌آورد، در آن صورت باید نسبت به تغییر مسیر راه روستایی و یا غیرهمسطح کردن تقاطع راه با راه‌آهن (براساس مطالعات اقتصادی) اقدام لازم صورت‌گیرد.**

طرح‌های هندسی تقاطع راه‌روستایی با راه‌آهن، بسته به نوع سیستم کنترل آن، تفاوت‌های مختصری دارد. **چنانچه تابلو یا علامتگذاری سطح راه‌روستایی، تنها وسیله اعلان خطر وجود راه‌آهن و کنترل ترافیک تقاطع باشد، در آن صورت زاویه تقاطع باید قائمه یا نزدیک به آن باشد.** چنانچه از چراغ‌های چشمک‌زن و یا دروازه‌های کنترل تردد استفاده شده باشد، از ایجاد زاویه‌های تقاطع کوچک در تقاطع اجتناب می‌شود. راه‌روستایی در محل تقاطع، بهتراست درصورت امکان افقی باشد تا این اجازه را به وسیله‌های نقلیه بدهد که در صورت گذر قطار از محل تقاطع، پشت خط توقف بایستد و پس از گذر آن، بدون هیچ مشکلی از تقاطع عبور کند.

دو وضعیت قرارگیری خودرو نسبت به قطار، درحال نزدیک‌شدن به تقاطع، برای تعیین فاصله دید لازم در محل تقاطع راه‌روستایی با راه‌آهن عبارتنداز:

**وضعیت اول:** راننده خودرو، قطار در حال نزدیک‌شدن به تقاطع را در خط دید خود دارد و می‌تواند به راحتی پیش از رسیدن قطار به محل تقاطع از آن عبور کند.

**وضعیت دوم:** راننده خودرو، قطار در حال نزدیک‌شدن به تقاطع را در خط دید خود دارد اما تصمیم به توقف گرفته و قبل از تقاطع، توقف کامل می‌کند.

هر دوی این وضعیت‌ها درشکل ۷-۵ تحت عنوان حالت الف نشان داده شده است.

مقدار فاصله دید ایمن، به ازاء سرعت‌های مختلف حرکت خودرو و قطار، در جدول ۷-۱ مشخص شده است.

جدول ۷-۱ فاصله دید ایمن راه‌روستایی به ازاء سرعت‌های مختلف خودرو و قطار

| سرعت قطار کیلومتردرساعت | حالت ب - شروع به حرکت ازحالت توقف | حالت الف - سرعت خودروی در حالت حرکت (کیلومتر درساعت) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۱۰ | ۲۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ |
| | | فاصله قطار از تقاطع (متر) | | | | | | | |
| ۱۰ | ۴۵ | ۳۸ | ۲۴ | ۲۰ | ۱۵ | ۱۳ | ۱۸ | ۲۰ | ۲۱ |
| ۲۰ | ۹۱ | ۷۷ | ۴۸ | ۴۰ | ۳۷ | ۳۷ | ۳۸ | ۴۰ | ۴۳ |
| ۳۰ | ۱۳۶ | ۱۱۵ | ۷۲ | ۶۰ | ۵۶ | ۵۶ | ۵۸ | ۶۱ | ۶۴ |
| ۴۰ | ۱۸۱ | ۱۵۳ | ۹۶ | ۸۰ | ۷۵ | ۷۵ | ۷۷ | ۸۱ | ۸۵ |
| ۵۰ | ۲۲۷ | ۱۹۲ | ۱۲۰ | ۱۰۰ | ۹۴ | ۹۳ | ۹۶ | ۱۰۱ | ۱۰۶ |
| ۶۰ | ۲۷۲ | ۲۳۰ | ۱۱۴ | ۱۲۰ | ۱۱۲ | ۱۱۲ | ۱۱۵ | ۱۲۱ | ۱۲۸ |
| ۷۰ | ۳۱۷ | ۲۶۸ | ۱۶۸ | ۱۴۰ | ۱۳۱ | ۱۳۱ | ۱۳۴ | ۱۴۱ | ۱۴۹ |
| ۸۰ | ۳۶۲ | ۳۰۷ | ۱۹۳ | ۱۶۱ | ۱۵۰ | ۱۴۹ | ۱۵۴ | ۱۶۲ | ۱۷۰ |
| ۹۰ | ۴۰۸ | ۳۴۵ | ۲۱۷ | ۱۸۱ | ۱۶۸ | ۱۶۸ | ۱۷۳ | ۱۸۲ | ۱۹۱ |
| ۱۰۰ | ۴۵۳ | ۳۸۳ | ۲۴۱ | ۲۰۱ | ۱۸۷ | ۱۸۷ | ۱۹۲ | ۲۰۲ | ۲۱۳ |
| ۱۱۰ | ۴۹۸ | ۴۲۲ | ۲۶۵ | ۲۲۱ | ۲۰۶ | ۲۰۵ | ۲۱۱ | ۲۲۲ | ۲۳۴ |
| ۱۲۰ | ۵۴۴ | ۴۶۰ | ۲۸۹ | ۲۴۱ | ۲۲۵ | ۲۲۴ | ۲۳۰ | ۲۴۲ | ۲۵۵ |
| ۱۳۰ | ۵۸۹ | ۴۹۸ | ۳۱۳ | ۲۶۱ | ۲۴۳ | ۲۴۳ | ۲۴۹ | ۲۶۳ | ۲۷۵ |
| ۱۴۰ | ۶۳۴ | ۵۳۷ | ۳۳۷ | ۲۸۱ | ۲۶۲ | ۲۶۱ | ۲۶۹ | ۲۸۳ | ۲۹۸ |
| | | فاصله خودرواز تقاطع (متر) | | | | | | | |
| | | ۱۶ | ۲۶ | ۳۸ | ۵۲ | ۷۱ | ۹۳ | ۱۱۹ | ۱۴۸ |

چنانچه زاویه تقاطع، قائمه نباشد یا منطقه قرارگیری تقاطع مسطح نباشد در مقادیر بالا اصلاحاتی صورت می‌گیرد که مشابه با اثر شیب در طول مسیرهاست. وضعیت دیگر قرارگیری خودرو نسبت به قطار این است که وسیله‌نقلیه‌ای که پشت خط ریل، توقف کرده‌است، قصد شروع به حرکت و گذر از محل تقاطع را دارد. چنین وضعیتی در شکل ۷-۶ نشان داده شده و مقدارهای لازم برای فاصله دید در این حالت نیز در جدول ۷-۱ تحت عنوان حالت ب آمده‌است.

**چنانچه تأمین فاصله دید مندرج در جدول ۷-۱ امکان‌پذیر نباشد باید با استفاده از علامت‌های کنترل ترافیک، توجه رانندگان خودروها رابه وجود تقاطع با راه‌آهن جلب کرد و باعث توقف آنها تا رسیدن به محل تقاطع شد.**

## ۷-۲ آمار و اطلاعات لازم برای طراحی

رئوس آمار و اطلاعات و بررسی‌های محلی برای برآورد هریک از چهار عامل مورد توجه در تقاطع‌ها، عبارت است از:

### ۷-۲-۱ عامل‌های انسانی

شامل جمع‌آوری آمار و اطلاعات محلی در مورد:

- طرز رفتار رانندگان و انتظار آنها
- معیارهای تعیین زمان تصمیم‌گیری و عکس‌العمل رانندگان
- عادت و رفتار عابران پیادهٔ گذرنده از تقاطع

$$d_H = ۰/۲۸V_v t + \frac{V_v^۲}{۲۵۴f} + D + d_e$$

$$d_T = \frac{V_T}{V_v}\left[۰/۲۸V_v t + \frac{V_v^۲}{۲۵۴f} + ۲D + L + W\right]$$

$d_H$ = فاصله دید در طول جاده (متر)

$d_T$ = فاصله دید در طول ریل راه‌آهن (متر)

$V_v$ = سرعت خودرو (کیلومتردرساعت)

t = زمان درک و عکس‌العمل (۲/۵ ثانیه فرض می‌شود.)

f = ضریب اصطکاک (جدول ۱-۵)

D = فاصله خط ایست تا ریل (۴/۵ متر فرض می‌شود.)

W = فاصله خارجی لبه‌های ریل (۱/۵ متر برای ریل یک خطه)

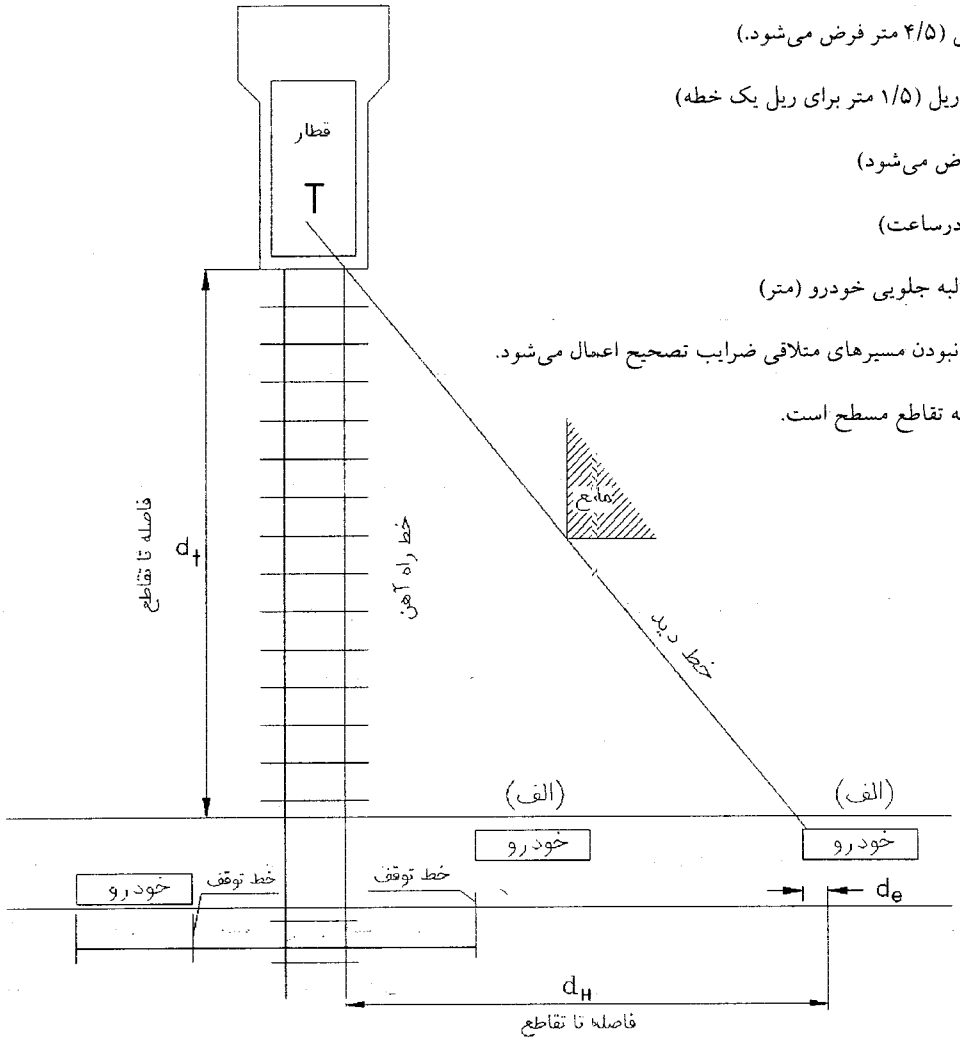
L = طول خودرو (۲۰ متر فرض می‌شود)

$V_T$ = سرعت قطار (کیلومتردرساعت)

$d_e$ = فاصله راننده خودرو تا لبه جلویی خودرو (متر)

یادداشت ۱- درصورت عمودنبودن مسیرهای متلاقی ضرایب تصحیح اعمال می‌شود.

یادداشت ۲- فرض شده منطقه تقاطع مسطح است.




**شکل ۷-۵ عامل‌های مؤثر در فاصله دید ایمن تقاطع راه‌روستایی با راه‌آهن (در شرایطی که خودرو، در حال حرکت است).**

$$d_T = ۰/۲۸V_T \left[\frac{V_C}{a_۱} + \frac{L + ۲D + W - d_a}{V_G} + J\right]$$

$d_T$ = فاصله دید لازم در طول ریل راه‌آهن به منظور شروع به حرکت و عبور ایمن خودرو از ریل (متر)

$V_T$ = سرعت قطار (کیلومتردرساعت)

$V_C$ = حداکثر سرعت خودرو در دنده یک (۲/۷ متربرثانیه فرض می‌شود.)

$a_۱$ = شتاب خودرو در دنده یک (۰/۴۵ متربرمجذورثانیه فرض می‌شود.)

$d_a = \frac{V_C^۲}{۲a_۱}$ = فاصله طی شده توسط خودرو به هنگام شتاب‌گیری در دنده یک

D = فاصله خط ایست تا ریل راه‌آهن (۴/۵ متر فرض می‌شود.)

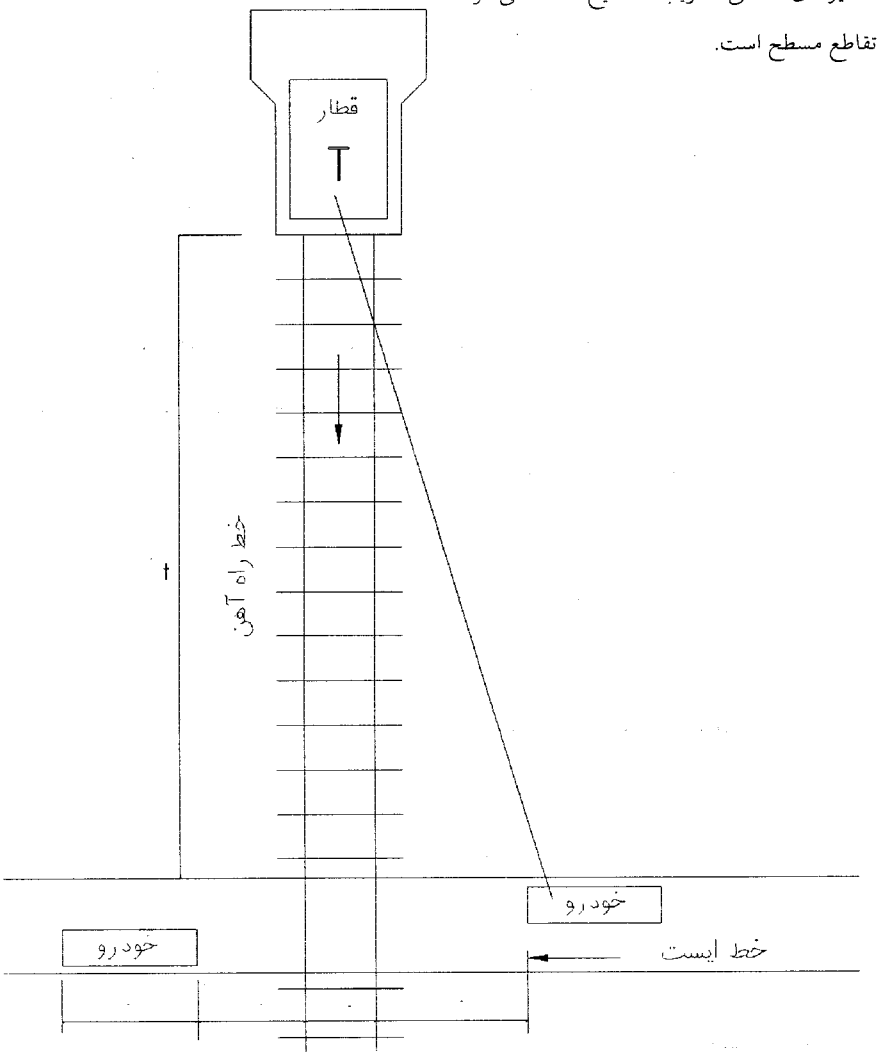
W = فاصله خارجی لبه‌های ریل (۱/۵ متر برای ریل یک خطه)

L = طول خودرو (۲۰ متر فرض می‌شود.)

J = زمان درک و عکس‌العمل (۲/۵ ثانیه فرض می‌شود.)

* درصورت عمودنبودن مسیرهای متلاقی، ضریب تصحیح اعمال می‌شود.

* فرض می‌شود منطقه تقاطع مسطح است.




**شکل ۷-۶ فاصله دید ایمن لازم برای شروع حرکت وسیله‌نقلیه در حالت توقف و گذر از محل تقاطع**

**۷-۲-۲ عامل ترافیکی**

شامل برآورد آمار در مورد:

- حجم ترافیک روزانه درهمه جهت‌ها درروز نمونه سال شروع بهره برداری. به تفکیک: دوچرخه، گاری، حیوان‌ها، وسیله‌های‌نقلیه سبک (سواری)، سنگین(کامیون) واتوبوس.
- پیش‌بینی ضریب رشد ترافیک براساس اطلاعات مربوط به کاربری زمین، مالکیت اتومبیل، در آمد ملی و طرح‌های توسعه و آمایش.
- وضعیت تقاطع‌های مجاور و هماهنگی با آنها.
- خودرو طرح
- سابقه تصادف‌هادر مورد تقاطع های موجود و مشابه
- موقعیت ووضعیت علامت‌ها و سیستم‌های کنترل ترافیک
- وضعیت پیاده‌روها و موقعیت ایستگاه‌های اتوبوس (در صورت وجود)

برآورد اطلاعات ذکرشده، مهمترین داده‌های تعیین‌کننده طرح هندسی تقاطع است و استفاده از آنها به منظور انجام طرح هندسی تقاطع، ضروری است.

**۷-۲-۳ عامل فیزیکی**

میزان و نحوه جمع‌آوری اطلاعات زیر تابعی از دقت مورد نیاز و اهمیت تقاطع است.

- درجه‌بندی راه‌های متقاطع
- کاربری زمین‌های نزدیک محل تقاطع
- عامل‌های محدودکننده دید
- زاویه تقاطع و مشخصات هندسی شاخه‌های تقاطع
- حریم تملک شاخه‌های تقاطع
- چگونگی تخلیه آب‌های سطحی
- امکان‌های حریم
- ارتفاع نقاط مختلف راه‌روستایی و شانه آن در محدوده تقاطع
- کیفیت روسازی موجود

**۷-۲-۴ عامل اقتصادی**

شامل جمع‌آوری یا برآورد آمار و اطلاعات:

- ارزش زمین و تملک کاربری‌های مجاور
- هزینه‌های انجام اصلاحات در روسازی تقاطع، خط کشی و نصب علامت‌های ترافیکی لازم

**منبع‌های گردآوری آمار و اطلاعات**

منابع، وسیله‌ها و اقدامات تهیه آمار و اطلاعات طرح هندسی تقاطع‌ها، عبارت است از:

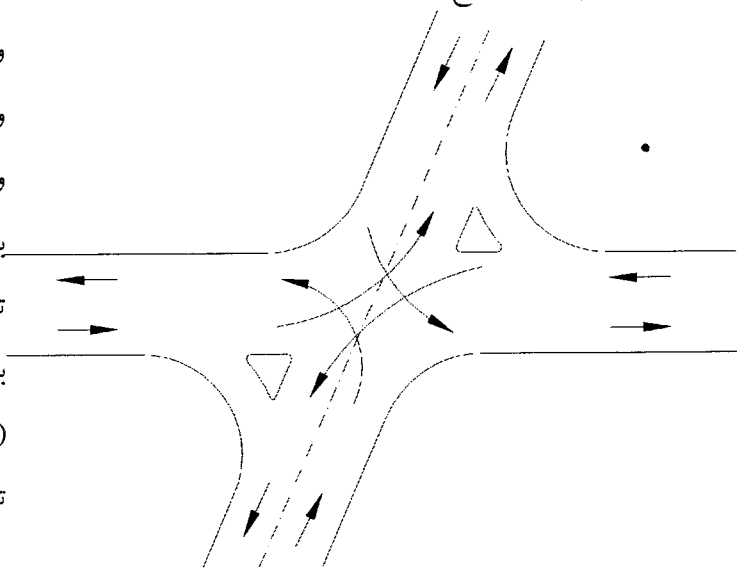
- نقشه‌های موجود در اداره‌های کل راه وترابری وسازمان‌های جهاد سازندگی
- نقشه‌برداری جدید
- برآورد ترافیک
- بررسی‌های محلی
- گزارش تصادف‌ها
- گفتگو با مسئولان و کارگزاران

**۷-۳ اصول جریان‌بندی ترافیک**

**۷-۳-۱ جریان‌های ترافیک**

تقاطع محل تلاقی (هم‌سطح) دو یا چند جریان ترافیکی با حجم‌ها و ویژگی‌های مختلف می‌باشد، بنابراین متناسب با این ویژگی‌ها، طوری طراحی می‌شود که ترافیک غالب در تقاطع با حداکثر سهولت و کمترین تأخیر، به حرکت خود ادامه دهد. چنین شرایطی ممکن است مستلزم ایجاد محدودیت‌هایی همچون توقف، تأخیر حرکت‌های کم اهمیت‌تر تقاطع باشد.

این محدودیت‌ها به صورت تدریجی در طول مسیر تا رسیدن به تقاطع اعمال می‌شود. در شکل ۷-۷ طرح قیاسی (شماتیک) جریان عبوری در تقاطع آورده شده است.

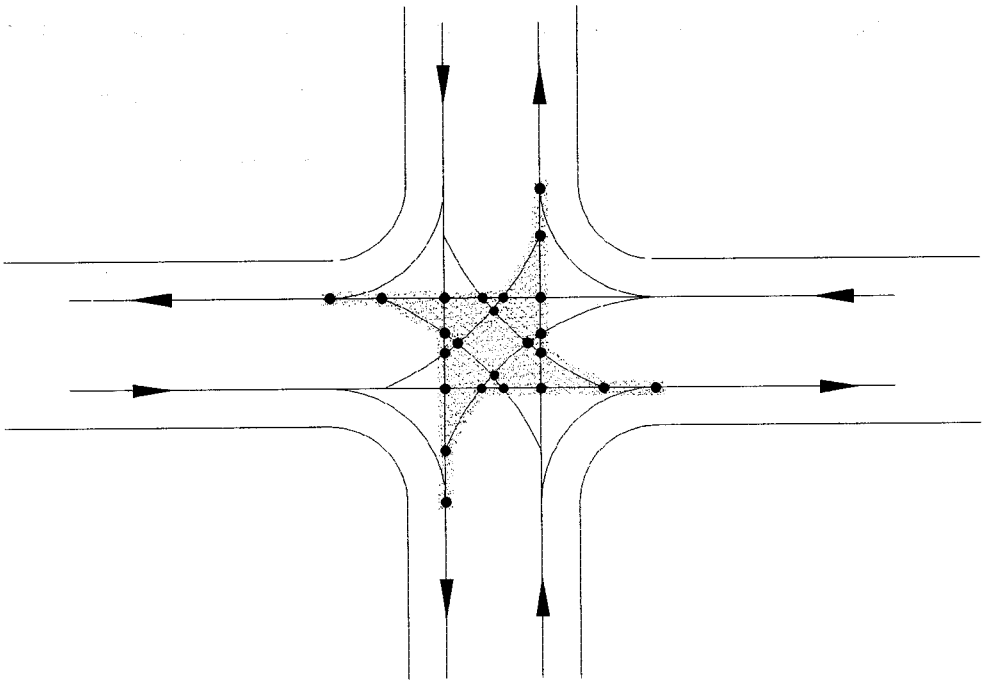


**شکل ۷-۷ نمایش جریان‌های عبور در یک چهارراه**

### ۷-۳-۲ سطوح برخورد

در طرح تقاطع‌ها بهتراست از ایجاد نواحی بزرگ تمام روسازی شده اجتناب ورزید و به این ترتیب سطوح برخورد وسیله‌های نقلیه در تقاطع راکاهش داد. در شرایطی که رانندهٔ یک وسیله نقلیه در تقاطع، قادر به تشخیص حرکت سایر وسیله‌های‌نقلیه موجود در تقاطع نباشد خطرهای ناشی از برخورد حرکت‌های متداخل تشدید می‌شود. جریان‌بندی ترافیک به کمک خط‌کشی یا جزیره‌های ترافیکی، سطوح برخورد را در تقاطع کاهش می‌دهد. با کاهش زاویه تقاطع (نسبت به حد معمول و متعارف ۹۰ درجه)، سطح برخورد در تقاطع افزایش می‌یابد.

نمونه سطوح برخورد در انواع تقاطع در شکل ۷-۸ آمده‌است.



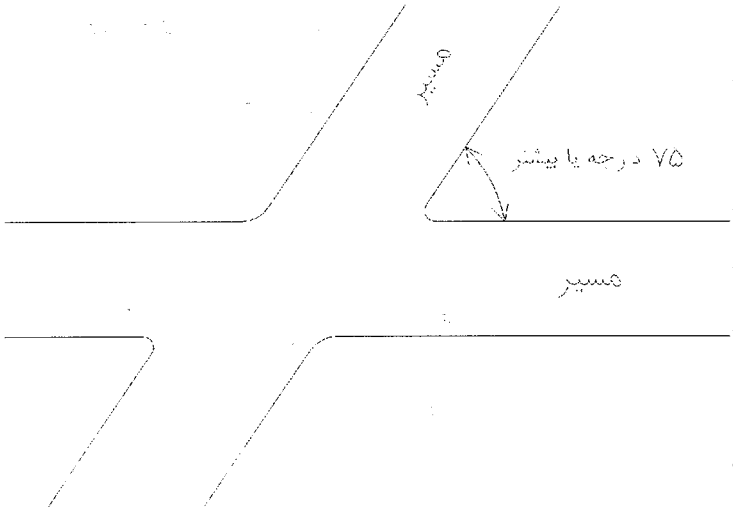
**شکل ۷-۸ انواع سطوح برخورد ترافیکی**

### ۷-۳-۳ زاویه تقاطع

به منظور ایمن‌سازی و اقتصادی‌کردن طرح تقاطع، بهترین زاویه برخورد شاخه‌های منتهی به تقاطع، گوشه راست (۹۰درجه) است. چنین زاویه‌ای کوتاهترین مسیر عبور را برای جریان‌های ترافیک تقاطع فراهم می‌سازد و سطح برخورد را به حداقل می‌رساند. علاوه براین، زاویه راست، مطلوب‌ترین شرایط را برای رانندگان، به منظور تشخیص و قضاوت در مورد موقعیت نسبی و سرعت وسیله‌های‌نقلیه نزدیک شونده به تقاطع، به وجود می‌آورد.

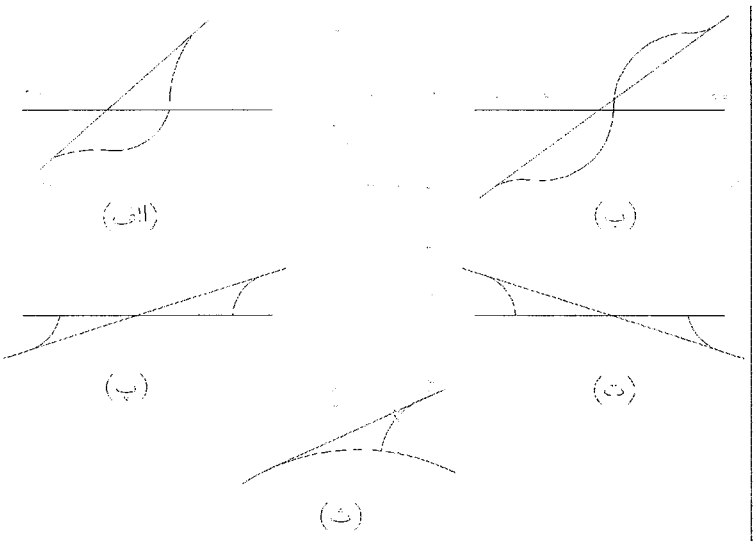
راه‌های متقاطع با زاویه حاده (تنگ) به محیط‌های چرخشی بزرگتری نیاز داشته و اغلب به محدودیت دید، به ویژه برای رانندگان کامیون منجر می‌شود. زمانی که یک کامیون در یک گردش به راست بیش از ۲۷۰ درجه حرکت می‌کند، راننده نقطه کوری را در سمت راست وسیله نقلیه خواهدداشت. چنین وضعیتی می‌تواند منجر به تصادف شود.

**زاویه تقاطع، در هیچ شرایطی نباید کمتر از ۶۰ درجه باشد.** مطلوب آن است که زاویه تقاطع بین ۹۰-۷۵ درجه باشد. این مقدارها در شکل ۷-۹ نشان داده شده است.




شکل ۷-۹ زاویه برخورد تقاطع

**چنانچه زاویه تقاطع کمتر از ۶۰ درجه باشد باید در تقاطع تغییر مسیر برای شاخه کم اهمیت تر پیش‌بینی شود.** انواع روش‌ها و حالت‌های تغییر مسیر شاخه کم اهمیت ترتقاطع در شکل ۷-۱۰ نشان داده شده است.




شکل ۷-۱۰ گزینه‌های مختلف تغییر مسیر در تقاطع‌ها

مهمترین عامل‌های مؤثر و مورد توجه در انتخاب هریک از حالت‌های بالا عبارتنداز:

- حجم ترافیک
- وضعیت استفاده از زمین‌های محدوده مجاور تقاطع و
- هزینه تملک حریم

در مورد راه‌روستایی که حجم ترافیک شاخه ها کم است، مطابق حالت پ از شکل بالا، می‌توان جریان عبوری شاخه تقاطع را قبل از رسیدن به محل تقاطع، به صورت گردش به راست وارد جریان مسیر دیگر تقاطع کرد و پس از طی مسیر کوتاهی به صورت گردش به چپ، از آن خارج کرد. مزیت چنین حالتی، کاهش هزینه بازیابی مسیر است و نقطه ضعف آن، لزوم حرکت گردش به چپ به منظور خروج از شاخه عبوری تقاطع می‌باشد. بنابراین بهتراست طول این قسمت به اندازه‌ای باشد که بتواند ایمنی لازم را تأمین کند.

به طور کلی، بهتراست درصورت امکان، از طرح پیچ‌های تند (با شعاع کم) در شاخه های تقاطع و در حوالی محل تقاطع اجتناب ورزید، زیرا در چنین حالتی وسیله‌های‌نقلیه، علاوه بر ضرورت کاهش سرعت، هنگام حرکت گردشی، قسمتی از خط مقابل را اشغال خواهدکرد. چنانچه شاخه عبوری تقاطع مطابق حالت ث از شکل بالا، قوس‌دار و شاخه کم اهمیت تر مماس بر آن باشد، اصلاح مسیر مطابق آنچه در شکل آمده سبب افزایش دید وهدایت بهتر ترافیک در شاخه عبوری می‌شود.

### ۷-۳-۴ نقاط برخورد

در طرح تقاطع‌ها، بهتراست درصورت امکان تعداد نقاط برخورد را به حداقل رساند. با کاهش تعداد این نقاط، تصمیم‌گیری راننده برای انجام حرکت در تقاطع با دقت بیشتری انجام می‌گیرد و بر ایمنی تقاطع افزوده می‌شود. با جریان‌بندی ترافیک درتقاطع، حرکت‌های مختلف موجوددرتقاطع ازیکدیگر جدا ونقاط برخورد تقاطع، مشخص ومحدود می‌شود.

### ۷-۳-۵ جزیره‌های ترافیکی

در تقاطع‌های با زاویه تنگ، به منظور کنترل و هدایت بهتر ترافیک و استفاده بهینه از سطح روسازی شده تقاطع، از جزیره‌های ترافیکی استفاده می‌شود. ازاین جزیره‌ها برای نصب علامت‌های ترافیکی نیز می‌توان استفاده کرد.

جزیره، به یک نوع شکل هندسی محدودنیست و ممکن است یک سطح روسازی محدود خط‌کشی شده یا یک سطح محدود علامت‌گذاری شده باشد.

از جزیره تقاطع برای یک یا چند منظور زیر استفاده می‌شود:

- جداسازی برخوردهای ترافیکی
- کنترل زاویه برخورد
- کاهش سطح روسازی اضافی (سطح برخورد)
- تنظیم ترافیک و مشخص‌کردن روش مناسب استفاده از تقاطع
- تأمین فضا برای نصب علائم کنترل ترافیک

به طور کلی این جزیره‌ها شبیه مثلث است و در سطوحی قرارگرفته‌اند که معمولاً برای عبور وسیله‌های نقلیه مورد استفاده نیست. ابعاد جزیره‌ها، تابع نوع و شکل تقاطع است. طرح و محل جزیره‌هابه گونه‌ای تهیه می‌شود که برای وسیله‌های‌نقلیه خطری ایجاد نکند و ساخت و نگهداری آن نسبتاً ارزان و آسان باشد. مساحت جزیره‌ها بهتراست از پنج مترمربع کمتر نباشد.

## ۷-۴ معیارهای طراحی جریان‌بندی ترافیک

### ۷-۴-۱ کلیات

شکل هندسی تقاطع متناسب با جریان ترافیک و رفتار مورد انتظار رانندگان، طراحی می‌شود. برای تحقق این امر، که موجب

افـزایش ایـمنی تـقاطع نـیز مـی‌شود، تـوجه بـه نکـته‌های زیـر ضرورت دارد.

- سادگی طرح تقاطع
- پیش‌بینی فاصله‌های دید در طرح
- راحتی جریان ترافیک در کلیه جهت‌ها
- مشخص‌بودن جهت‌ها و موقعیت جریان‌های مختلف
- مجزابودن مسیرها و کـاهش سـطوح بـرخـورد بـا جـریان‌بندی صحیح ترافیک
- تسـهیل حرکت‌های گردشی
- نصب سیستم کنترل ترافیک در صورت نیاز
- تأمین روشنایی در صورت امکان
- اطمینان به تخلیه آب‌های سطحی

### ۷-۴-۲ فاصله دید در تقاطع

تأمین فاصله دیـد در تـقاطع، از اهـمیت ویـژه‌ای بـرخـوردار است. فاصله دید در تقاطع از سه نظر بشرح زیر کنترل می‌شود.

الف - فاصله دید تشخیص تقاطع

ب - فاصله دید حرکت ایمن در تقاطع

پ - اثر زاویه تقاطع و شیب، بر فاصله دید تقاطع

#### ۷-۴-۲-۱ فاصله دید تشخیص تقاطع

هدف از تأمین فاصله دید تشخیص، این است که اگـر رانـنده وسیله‌نقلیه، در تـقاطع بـا مـانعی مـواجـه شـود، قـادر بـه اعـمال عکس‌العمل به موقع و کنترل وسیله نقلیه خود برای جلوگیری از تصادف باشد. ضمن آنکه چنانچه قـصد تـغییر مسـیر حـرکت در تقاطع را داشـته بـاشد بـتوانـد تـصمیم لازم را قـبل از رسـیدن بـه تقاطع بگیرد.

برای بهتر دیده‌شدن تقاطع، بهتراست به نکته‌های زیرتوجه شود.

- فاصله دید از حداقل فاصله دید توقف بیشتر باشد.
- از قراردادن تقاطع در نزدیکی خم‌های گنبدی خودداری شود.
- **از قراردادن تقاطع در پیچ‌های تـند یـا نـزدیکی آنـها و مخصوصاً در سمت داخل پیچ، خودداری شود. چنانچه این امر اجتناب‌ناپذیر است، باید با توجه بـه مـانع‌های دید موجود در تقاطع، به نوعی تقاطع راکنترل کرد.**
- چنانچه به عللی تأمین فاصله دید تـوقف تـا رسـیدن بـه مـحل تـقاطع امکـان‌پذیر نـباشد، اطـلاعات لازم بـا اسـتفاده از عـلامت‌های تـرافـیکی بـه رانـندگان مـنتقل مـی‌شود.

#### ۷-۴-۲-۲ فاصله دید حرکت ایمن در تقاطع

طرح هندسی طـوری تـهیه مـی‌شود کـه در امـتداد هـریک از شاخه‌های تقاطع و در راسـتای خـط دیـد رانـندگان خـودروهای شاخه‌های تقاطع که به محل تقاطع نزدیک مـی‌شوند، سـطح دیـد بدون مانعی وجود داشته بـاشد. چـنین سـطحی، مـثلث دیـد نـام دارد. بنابراین، مثلث دید مـثلثی است (مـعمولاً قـائم‌الزاویـه) کـه یک ضلع آن (وتر) چشم رانـندهٔ وسـیله نـقلیه کـنترل شـده را بـه وسیله‌نقلیه‌ای که احتمال برخورد بـا آن مـی‌رود وصـل مـی‌کند و دو ضـلع دیگـر آن در امـتداد راه‌هـای مـنتهی بـه تـقاطع است. در شکـل ۷-۱۱ حـالت‌های مـختلف مـوجود بـرای مـثلث دیـد در تقاطع، آمده است.

**به طورکلی در محدودهٔ مثلث دید نباید هیچگونه مانعی وجود داشته بـاشد.** مـانع‌های دیـد در راه‌هـا، مـعمولاً جـان‌پناه پل‌ها، شیروانی خاکبرداری‌هـا، دیـوارهـای حـایل خـاکـبرداری، درخت‌ها و موردهای مشابه می‌باشد. نرده‌های حفاظ مـعمولاً بـه علت ارتفاع کمی که دارد مانع دید در تقاطع‌ها نمی‌شود.

برای تعیین موانع دید، راستای دید از نقطه‌ای بـه ارتـفاع ۱۱۰ سانتی‌متر که همان ارتفاع چشم راننده فرضی است، به مـانعی بـه

ارتفاع ۱۳۰ سانتی‌متر در محور خط عبور ورودی تقاطع، وصل می‌شود.

مثلث دید تقاطع‌ها برای وضعیت‌های مختلف کنترل ترافیک، متفاوت است. تقاطع‌ها را از نظر کنترل می‌توان به چهارگروه زیرتقسیم کرد.

***اول) تقاطع بدون کنترل***

تقاطع بدون کنترل به تقاطعی گفته می شود که اهمیت مسیرهای منتهی به آن مشخص نیست و هیچگونه علامت تقدم، ایست یا چراغ راهنمایی به منظور کنترل ترافیک تقاطع وجود ندارد. در چنین شرایطی رانندگان وسیله‌های‌نقلیه‌ای که در حال نزدیک شدن به تقاطع هستند، در فاصله زمانی مناسبی قبل از رسیدن به تقاطع، سرعت خود راکاهش می‌دهند. زمان لازم برای این منظور، مرکب از زمان‌های درک و عکس‌العمل و ترمزگیری است. زمان درک و عکس‌العمل، معمولاً برابر دو ثانیه و زمان ترمزگیری، یک ثانیه فرض می‌شود. براساس زمان سه ثانیه‌ای فوق‌الذکر، حداقل فاصله دید لازم در امتداد هریک از شاخه‌های تقاطع، متناسب با سرعت طرح آنها در جدول ۷-۲ آمده است.

مثلاً چنانچه در شکل ۷-۱۱ الف، مسیر A سرعت طرحی برابر با ۸۰ کیلومتر درساعت و مسیر B سرعت طرحی برابر با ۵۰ کیلومتر در ساعت داشته باشد مثلث دید در امتداد مسیر A طولی معادل ۶۵ متر و در امتداد مسیر B طولی برابر با ۴۰ متر خواهدداشت. مقدارهای درج‌شده در جدول برای سطوح بدون شیب است. چنانچه هریک از شاخه‌های منتهی به تقاطع، دارای شیب مثبت یا منفی (سربالایی یا سرازیری) باشد، مطابق آنچه که در انتهای این بخش آمده است، از فاصله دید مذکور در بالا کاسته یا برآن افزوده می‌شود.

با توجه به آنکه در تقاطع بدون کنترل، امکان کاهش همزمان سرعت، توسط هر دو وسیله نقلیه موجود در شاخه‌های مجاور تقاطع و رسیدن همزمان آن دو، به تقاطع وجوددارد لذا جهت جلوگیری از ایجاد خطر، قانون حق تقدم سمت راست به اجرا گذاشته می‌شود. درراه‌های دوخطه باترددکم، هزینه تملک زمین به منظور تأمین این فاصله دید در تقاطع بدون کنترل، عموماً ناچیز است. **چنانچه تأمین مثلث دید بدون مانع امکان‌پذیر نباشد باید با استفاده از علامت‌های کنترل ترافیک، اطلاعات لازم برای کاهش سرعت خودروها یا توقف آنها دریک یا هر دو مسیر منتهی به تقاطع، به رانندگان منتقل شود.**

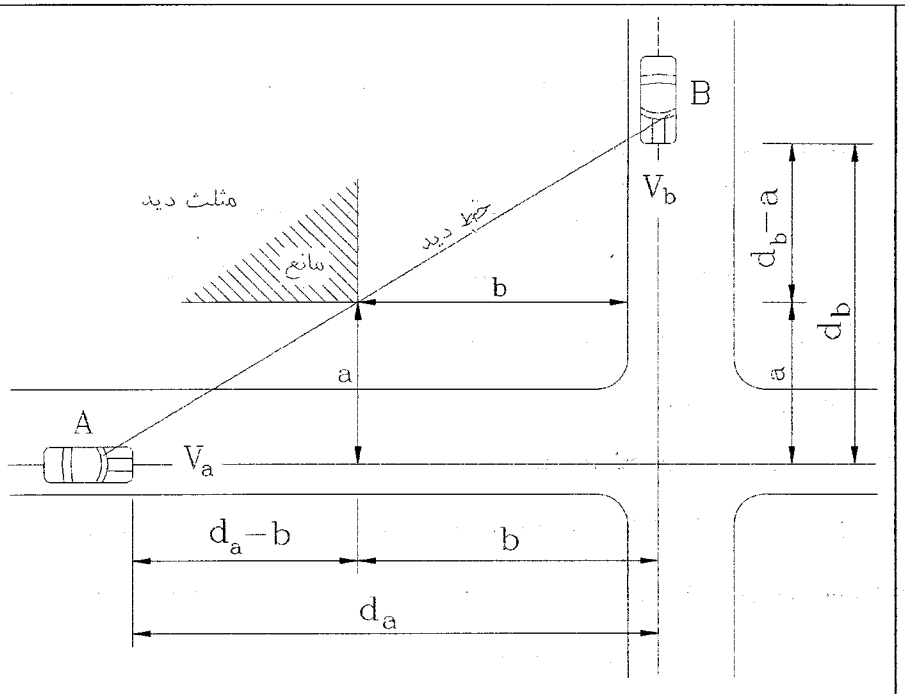
***دوم) کنترل مسیر راه روستایی با علامت‌های «حق تقدم»***

در شرایطی که امکان تأمین دید بدون مانع، متناسب با سرعت‌های طرح راه‌های منتهی به تقاطع، وجود نداشته و یا مقرون بصرفه نباشد، می‌توان با استفاده از علامت‌های کاهش سرعت، سرعت خودروها را در مسیر راه روستایی منتهی به تقاطع کاهش داد و تقدم عبور را به وسیله‌های‌نقلیه مسیر مهمتر واگذارکرد.

برای این منظور چنانچه در شکل ۷-۱۱ مسیر A مهمتر و مسیر B کم اهمیت ترباشد، در آن صورت برای تعیین سرعت مناسب خودروهای مسیر B در حوالی تقاطع، ابتدا با توجه به شکل ۷-۱۱، فاصله دید توقف $d_b$ در مسیر B محاسبه می‌شود.

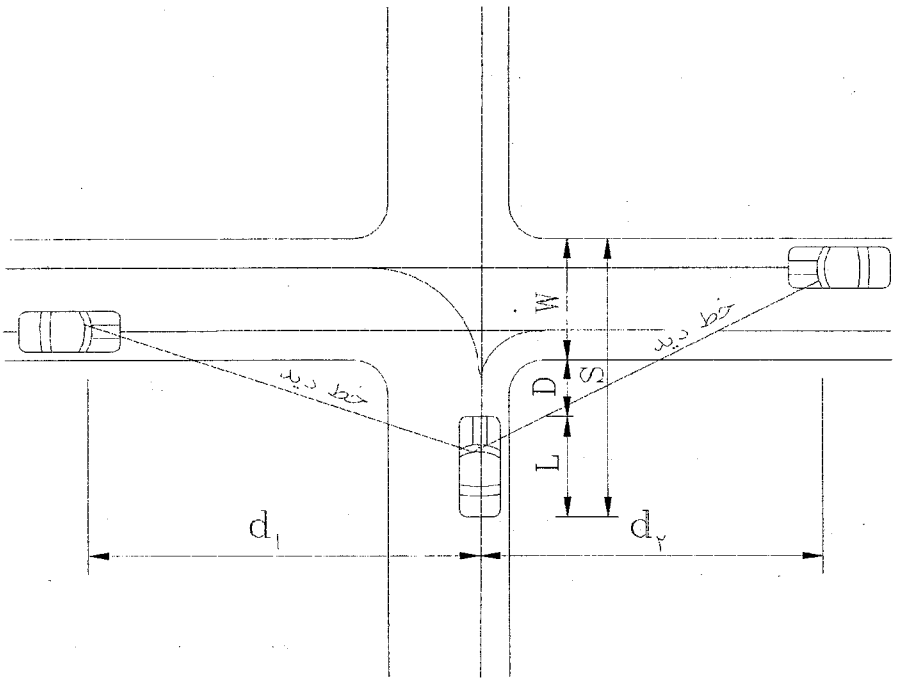
$$d_b = \frac{a \cdot d_a}{d_a - b}$$

سپس سرعت $V_b$ متناسب با این فاصله دید توقف بدست می‌آید. اثر شیب در این‌حالت نیز مشابه حالت اول است.




الف – حالت اول و دوم

راه روستایی فاقد کنترل و یا با علامت حق تقدم




ب – حالت سوم

کنترل روی راه روستایی با علامت ایست

شکل ۷-۱۱ مثلث فاصله دید در تقاطع

*سوم) کنترل مسیر راه روستایی با علامت‌های «ایست»*

**چنانچه ترافیک مسیر راه روستایی در تقاطع با علامت‌های ایست کنترل شود، طراحی باید طوری باشد تا راننده وسیله‌نقلیه، فاصله دید کافی داشته باشد که از حالت توقف شروع به حرکت کرده و مانور کامل خود (حرکت عبوری یا گردش به چپ یا گردش به راست) را به طور ایمن انجام دهد.** در شکل ۷-۱۱ب عامل‌های مؤثر در تعیین فاصله دید در این‌حالت آورده شده است. فاصله دید در امتداد مسیر مهمتر با مقادیر $d_1$ و $d_2$ نشان داده شده است. فرض بر این است که راننده وسیله‌نقلیهٔ متوقف در پشت خط یا علامت توقف، در فاصله ۶ متری از لبه روسازی مسیر دیگر مستقر است. سه نوع حرکت برای خودرو متوقف دراین مسیر فرض می‌شود.

هریک از این وضعیت‌ها، با حالت‌های الف، ب و پ در شکل ۷-۱۲ نشان داده شده است.

**سوم - الف: حرکت مستقیم**

فاصله دید لازم برای حرکت مستقیم از تقاطع، براساس زمان لازم برای ترک تقاطع توسط وسیله‌نقلیه متوقف و فاصله‌ای که خودرو متحرک در مسیر عبوری تقاطع، طی همین زمان، براساس سرعت طرح مسیر طی می‌کند، محاسبه می‌شود. فاصله دید در این‌حالت از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$d = \frac{V}{۳/۶} (J + t_a)$$

که در آن:

d = فاصله دید لازم در امتداد مسیر متقاطع، به متر

V = سرعت طرح مسیر متقاطع، به کیلومتر درساعت

J = جمع زمان تصمیم‌گیری برای حرکت و اقدام به حرکت‌کردن (معمولاً ۲ ثانیه فرض می‌شود.)

$t_a$ = زمان لازم برای شتاب‌گرفتن و عبور از مسیر متقاطع (طی فاصله S)، به ثانیه

فاصله زمانی $t_a$ تابع ویژگی‌های خودرو و راننده آن است.

در شکل ۷-۱۳ این فاصله زمانی برای انواع خودروهای طرح و فاصله‌های عبوری از تقاطع نشان داده شده است.

فاصله عبور(S) نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$S = D + W + L$$

که درآن:

D = فاصله لبه نزدیک روسازی مسیر متقاطع تا جلوی وسیله نقلیه متوقف، به متر (معمولاً سه متر فرض می‌شود.)

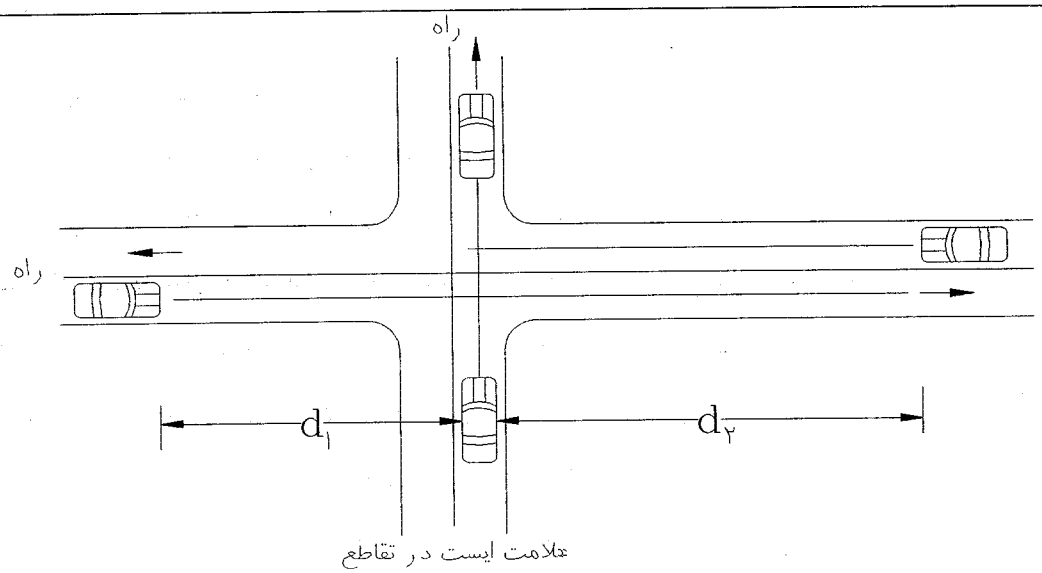
W = پهنای روسازی مسیر متقاطع، به متر

L = طول وسیله نقلیه، به متر

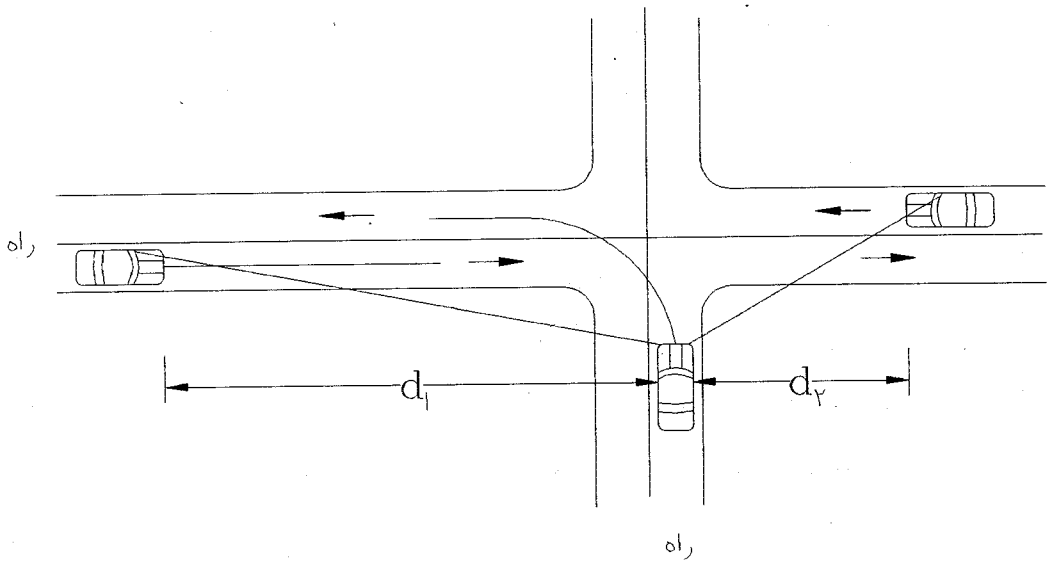
در شکل ۷-۱۴ اجزای مؤثر بر فاصله دید حرکت مستقیم نشان داده شده‌است.

**جدول ۷-۲ حداقل فاصله دید ایمن در تقاطع‌های بدون کنترل**

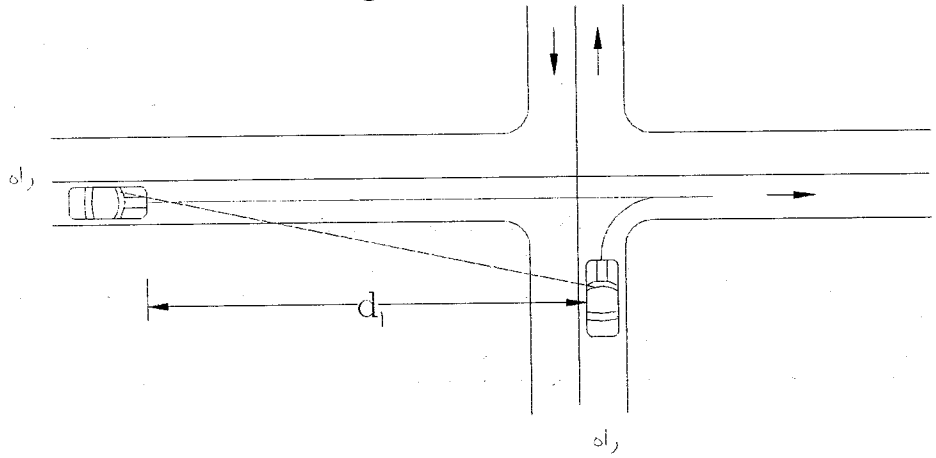
| سرعت (کیلومتر درساعت) | ۱۵ | ۲۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۷۰ | ۸۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حداقل فاصله دید ایمن (متر) | ۱۵ | ۲۰ | ۲۵ | ۳۵ | ۴۰ | ۵۰ | ۶۰ | ۶۵ |




حالت الف - عبور مستقیم بعد از ایست کامل




حالت ب - گردش به چپ روی راه متقاطع، بعد از ایست کامل



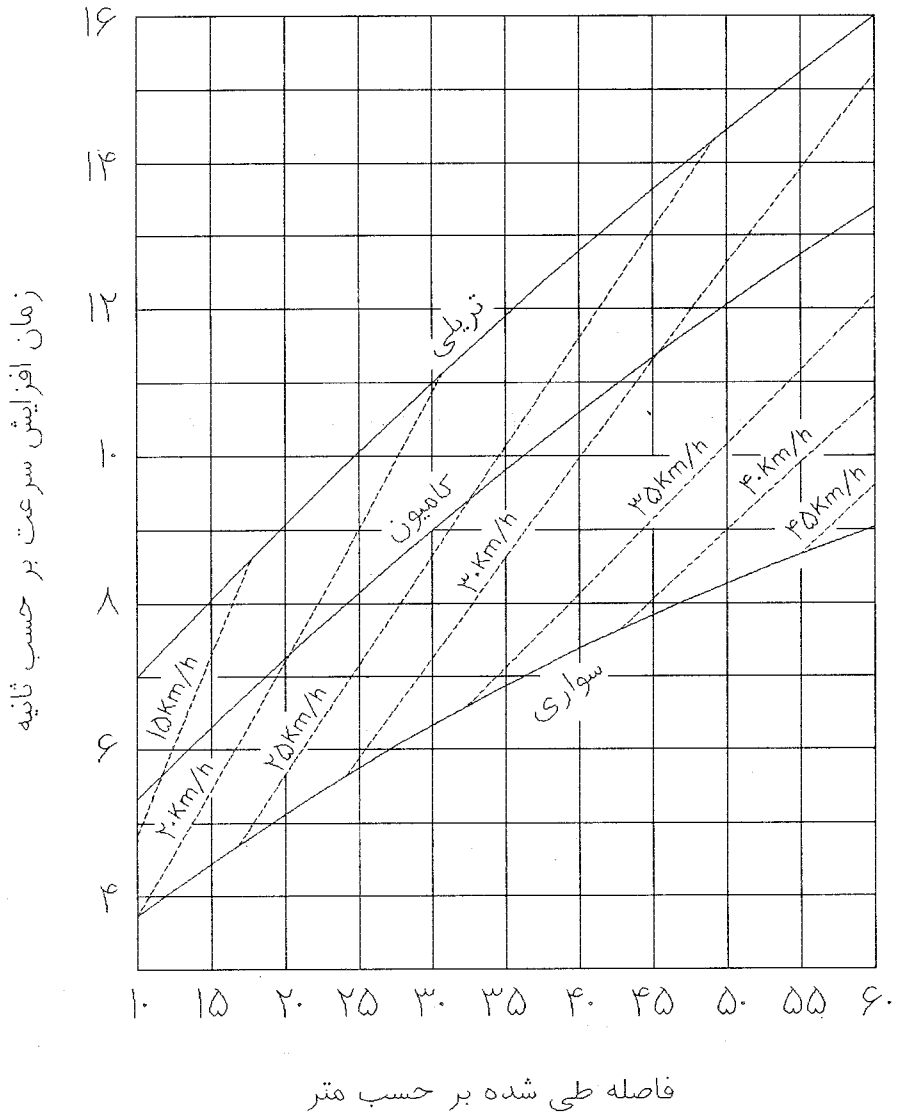

حالت پ - گردش به راست روی راه متقاطع بعد از ایست

شکل ۷-۱۲ فاصله دید وسیله متوقف در یک تقاطع هم‌سطح برای هر یک از عبورهای سه گانه

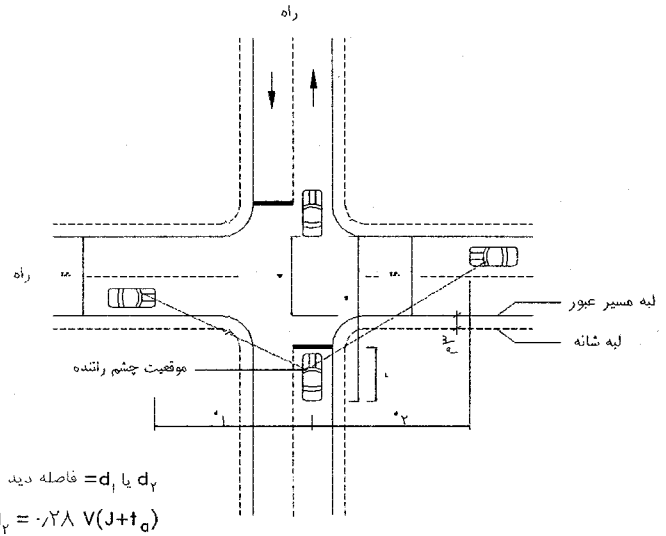
چنانچه به علت سرعت زیاد، تأمین فاصله دید امکان‌پذیر نباشد، سرعت مجاز مسیر متقاطع با نصب تابلو به حد مناسبی کاهش داده می‌شود. سرعت مناسب از شکل ۷-۱۳ قابل محاسبه است.

**سوم - ب: گردش به چپ**

فاصله دید لازم برای گردش به چپ نیز مانند حرکت مستقیم محاسبه می‌شود، با این تفاوت که $t_a$ در این‌حالت، زمان لازم برای شتاب‌گرفتن و گردش به چپ و پیوستن به جریان ترافیک مسیر متقاطع (تقریباً ۱/۵ برابر پهنای خط عبور) و V، برابر ۸۵ درصد سرعت طرح مسیر متقاطع است. شکل ۷-۱۵ نحوه محاسبه فاصله دید گردش به چپ را نشان می‌دهد.




**شکل ۷-۱۳ فاصله طی شده از توقف در تقاطع هم‌سطح تا رسیدن به سرعت مورد نظر**




$d_1$ یا $d_2$ = فاصله دید لازم در تقاطع

$d_1$ یا $d_2 = ۰/۲۸\ V(J+t_a)$

که در آن :

V= سرعت طرب (کیلومتر در ساعت)

J= زمان درک و عکس العمل (۲ثانیه فرض میشود)

$t_a$ = زمان افزایش سرعت

$S=D+W+L$

که در آن :

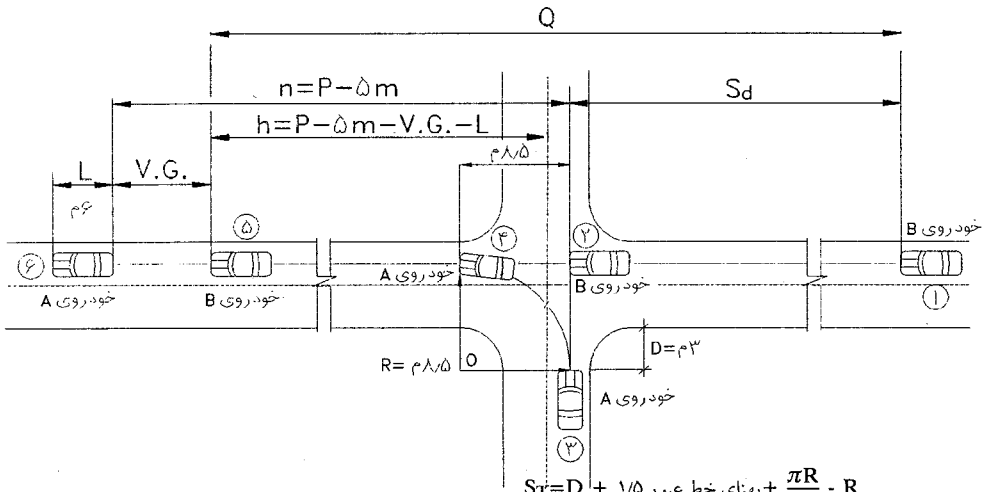
S= فاصله طی شده توسط خودرو برای عبور از راه اصلی (متر)

D= فاصله لبه جلوئی خودرو تا لبه مسیر عبوری (متر)

W= پهنای روسازی مسیر عبوری خودرو (متر)

L= طول خودروی عبوری (۶متر برای سواری ، ۹متر برای کامیون ۱۷ متر برای تریلر فرض میشود)

**شکل ۷-۱۴ فاصله دید تقاطع در منطقه هموار (زاویه ۹۰ درجه)**




$S_T = D + ۱/۵$ پهنای خط عبور $+ \frac{\pi R}{۲} - R$

V.G = فاصله ایمن بین خودروهای متوالی A و B در نقاط (۵) و (۶)

$S_d$ = مسافت دید لازم خودرو A برای شروع به حرکت از حالت توقف و تکمیل حرکت گردش به راست و سرعت گرفتن تا حد $V_a$ بدون نیاز به سبقت‌گیری از خودرو B که با سرعت طرح در حالت حرکت بوده و در حال کاهش سرعت تا $V_a$ است.

سرعت خودرو A در نقطه (۳)، صفراست.

سرعت خودرو A در نقطه (۶)، برابر $V_a$ است.

سرعت خودرو B در نقطه (۱)، برابر سرعت طرح مسیراست.

سرعت خودرو B در نقطه (۵)، برابر $V_a$ است.

خودروهای A و B ۶ متر طول دارند و در منطقه مسطح قراردارند.

$h := P - S_T + R - V.G - L$

$n = P - S_T + R$

$S_d = Q - h$

$V_a$ = ۸۵ درصد سرعت طرح ( کیلومتر درساعت)

خودرو A: (۳)، موقعیت خودرو متوقف A

(۴) - (۳)، مسافت طی شده توسط خودرو A تا تکمیل گردش به راست

(۶) -(۳)، مسافت طی‌شده توسط خودرو A تازمانی که به سرعت $V_a$ برسد.

خودرو B: (۱)، موقعیت خودرو B که با سرعت طرح مسیر در حالت حرکت است، دوثانیه قبل از آنکه خودرو A شروع به حرکت کند.

(۵) - (۱)، مسافت طی شده توسط خودرو B تا زمانی که به سرعت $V_a$ برسد و فاصله ایمن دو خودرو رعایت شود، وقتی که خودرو A به نقطه (۶) رسیده باشد.

**شکل ۷-۱۵ گردش به چپ متوسط وسیله نقلیه متوقف شده در تقاطع هم‌سطح**

بـرای راه روسـتایی بـا اسـتفاده از شکـل ۷-۱۶، فـاصله لازم برای آن که سرعت خودرو طـرح (سـواری و یـا کـامیون) بـه ۸۵ درصد سرعت طرح مسیر متقاطع برسد، محاسبه مـی‌شود. سـپس زمان لازم برای طی این مسیر ($t_a$) از جدول ۷-۳ بدست می‌آید.

**جدول ۷-۳ زمان شتاب گیری بر حسب ثانیه**

| سرعت حداکثر (کیلومتر درساعت) | فاصله طی شده (متر) | زمان ($t_a$) (ثانیه) |
|---|---|---|
| ۳۰ | ۲۵ | ۵/۷ |
| ۴۰ | ۴۰ | ۷/۳ |
| ۵۰ | ۷۰ | ۹/۸ |
| ۶۰ | ۱۱۰ | ۱۲/۳ |
| ۷۰ | ۱۶۰ | ۱۵/۲ |
| ۸۰ | ۲۳۵ | ۱۸/۸ |

به این ترتیب، فـاصله Q در شکـل ۷-۱۵ بـدست مـی‌آید. بـا کم‌کردن مقدار h (که رابطه آن در شکل مذکور آمـده است) از Q، فاصله دید توقف لازم، در این حالت محاسبه مـی‌شود. در شکـل ۷-۱۷ مقادیر خلاصه شده فاصله دید لازم برای گـردش بـه چپ، که بـراسـاس عـامل‌های مـختلف مـؤثر در شکـل ۷-۱۵ بـدست آمده، داده شده‌است.

**سوم - پ: گردش به راست**

فاصله دید لازم برای گردش به راست تقریباً یک متر کـمتر از فاصله دید نظیر گردش به چپ است. اجزای طـراحـی گـردش بـه راست نیز در شکل ۷-۱۸ نمایش داده شده و بـا اسـتفاده از شکـل ۷-۱۷ برای شرایط مختلف به راحتی قابل محاسبه است.

### ۷-۴-۲-۳ اثر زاویه تقاطع و شیب بر فاصله دید تقاطع

فاصله دید لازم برای تقاطع، در حالتی کـه راه‌هـای مـنتهی بـه تقاطع به طور مورب و یا با شیب یکدیگر را قـطع کـند، بـا تـوجه به شرایط زیر اصلاح می‌شود.

***الف - تأثیر زاویه تقاطع***

در شرایطی که زاویه تقاطع کـمتر از ۶۰ درجـه بـاشد، اجـزای طراحی مثلث دید، به صورت شکل ۷-۱۹ درخواهد آمد.

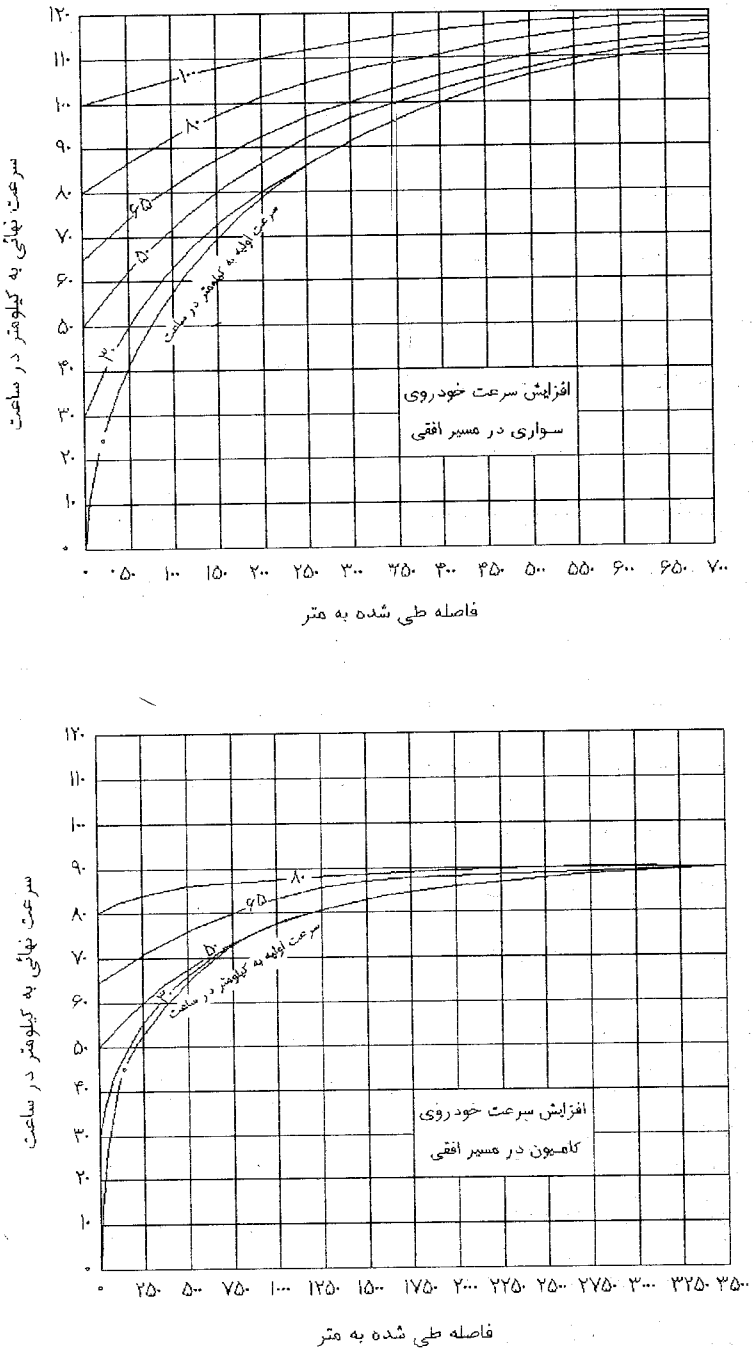
به این ترتیب طول اضلاع مثلث دید نسبت به حالت نـظیر آن در تقاطع ۹۰ درجه، افـزایش یـا کـاهش خـواهـدیافت. در چـنین شرایطی فـاصله بـین مـانع دیـد تـا راه‌هـای مـنتهی بـه تـقاطع، در امتداد موازی بـا هـریک از آن دو سـنجیده خـواهـدشد. چـنانچه زاویه تقاطع، متغیر باشد با توجه به آنکه شـرایـط دیـد مـحدودی برای رانندگان بوجود می‌آید. استفاده از حالت اول بـه هـیچ وجـه توصیه نمی‌شود. از میان حالت‌های دوم و سوم نـیز آنکـه فـاصله دید بزرگتری را بدست می‌دهد مـورد اسـتفاده قـرار مـی‌گیرد. در حالت دوم، فـاصله S بـرای تـقاطع‌های اریب (تـنگ)، بـزرگتر از تقاطع‌های راست است. پهنای روسازی مسیر عـبور وسـیله‌نقلیه (W) نیز از حاصل تـقسیم پـهنای روسـازی واقـعی بـر سـینوس زاویـه تـقاطع بـدست مـی‌آید. در چـنین شـرایـطی فـاصله دیـد، مستقیماً از نمودار شکل ۷-۱۵ قابل محاسبه نیست و بـا اسـتفاده از روابط مورد اشاره در شکل تعیین می‌شود.

***ب - تأثیر شیب***

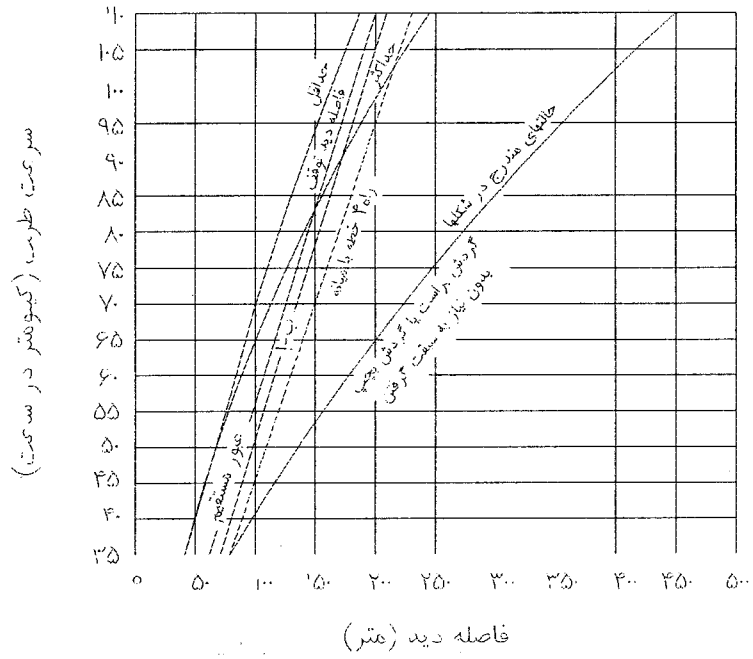
همانگونه که پیش از این گفته شد، شیب در تـقاطع مـی‌توانـد سبب کاهش یاافزایش فاصله لازم برای دید تقاطع شـود. اثـرشیب در فاصله دید تقاطع را می‌توان به صورت حاصل ضرب ضـریبی در مقدار $t_a$ درنظرگرفت. این ضریب، در جدول ۷-۴ آمده است.

**ب - تأثیر شیب**

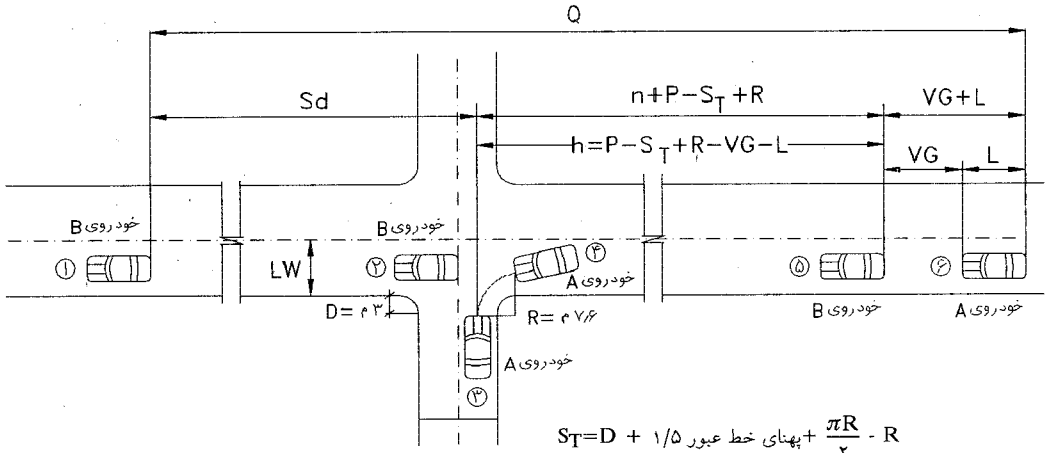
همانگونه که پیش از این گفته شد، شیب در تقاطع می‌تواند سبب کاهش یاافزایش فاصله لازم برای دید تقاطع شود. اثرشیب در فاصله دید تقاطع را می‌توان به صورت حاصل ضرب ضریبی در مقدار $t_a$ درنظرگرفت. این ضریب، در جدول ۷-۴ آمده است.




**شکل ۷-۱۶ منحنی‌های افزایش سرعت**




**شکل ۷-۱۷ فاصله دید در تقاطع هم‌سطح**




$S_T = D + 1/5 + \text{پهنای خط عبور} + \frac{\pi R}{2} - R$

V.G = فاصله ایمن بین خودروهای متوالی A و B در نقاط (۵) و (۶)

$S_d$ = مسافت دید لازم خودرو A برای شروع به حرکت از حالت توقف و تکمیل حرکت گردش به راست و سرعت گرفتن تا حد $V_a$ بدون نیاز به سبقت‌گیری از خودرو B که با سرعت طرح در حالت حرکت بوده و در حال کاهش سرعت تا $V_a$ است.

سرعت خودرو A در نقطه (۳)، صفراست.

سرعت خودرو A در نقطه (۶)، برابر $V_a$ است.

سرعت خودرو B در نقطه (۱)، برابر سرعت طرح مسیراست.

سرعت خودرو B در نقطه (۵)، برابر $V_a$ است.

خودروهای A و B ۶ متر طول دارند و در منطقه مسطح قراردارند.

$h = P - S_T + R - V.G - L$

$n = P - S_T + R$

$S_d = Q - h$

$V_a$ = ۸۵ درصد سرعت طرح (کیلومتر درساعت)

خودرو A: (۳)، موقعیت خودرو متوقف A

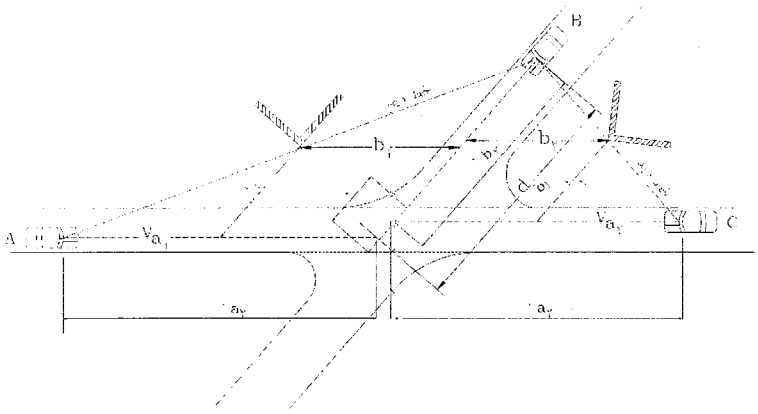
(۴) - (۳)، مسافت طی شده توسط خودرو A تا تکمیل گردش به راست

(۶) -(۳)، مسافت طی‌شده توسط خودرو A تازمانی که به سرعت $V_a$ برسد.

خودرو B: (۱)، موقعیت خودرو B که با سرعت طرح مسیر در حالت گردش است، دوثانیه قبل از آنکه خودرو A شروع به حرکت کند.

(۵) - (۱)، مسافت طی شده توسط خودرو B تا زمانی که به سرعت $V_a$ برسد و فاصله ایمن دو خودرو رعایت شود، وقتی که خودرو A به نقطه (۶) رسیده باشد.

**شکل ۷-۱۸ تعیین فاصله دید برای حالت گردش به راست به یک راه‌روستایی**




**شکل ۷-۱۹ نمایش اثر تقاطع با زاویه حاده در فاصله دید**

**جدول ۷-۴ ضرایب اثر شیب بر زمان شتاب‌گیریِ وسیله‌نقلیه در تقاطع**

| خودرو طرح | شیب مسیر (درصد) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | -۴ | -۲ | ۰ | ۲ | ۴ |
| سواری | ۰/۷ | ۰/۹ | ۱ | ۱/۱ | ۱/۳ |
| کامیون | ۰/۸ | ۰/۹ | ۱ | ۱/۱ | ۱/۳ |
| تریلی | ۰/۸ | ۰/۹ | ۱ | ۱/۲ | ۱/۷ |

### ۷-۴-۳ پیچ‌های تقاطع

طراحی پیچ اتصال دو مسیر، از مهمترین اجزای طرح هندسی تقاطع است. به طور کلی طرح هندسی پیچ‌های تقاطع، تابع عامل‌های زیر است.

- انتخاب خودرو طرح
- میزان تردد درهر یک از شاخه‌های تقاطع.
- سطح خدمت مورد انتظار از تقاطع
- زاویه گردش

خودرو طرح، مهمترین عامل تعیین‌کننده طرح هندسی قوس در تقاطع است. اگر آمار تردد تقاطع یا حرکت‌های ترافیکی موجود در تقاطع نشان دهد که تقریباً تمامی حرکت‌های گردشی در تقاطع را سواری‌ها انجام می‌دهد، در آن صورت طرح تقاطع برای خودروهای بزرگتر از کامیون، غیرضروری است و چیزی جز اتلاف سرمایه نخواهدبود. خودرو طرح مطابق آنچه در بند ۴-۲ آمده است به ۴ دسته زیر تقسیم می‌شود.

- سواری
- کامیون (یا اتوبوس)
- تریلی
- کامیون یدک‌دار

در تقاطع راه‌ها، عموماً به دلیل آنکه احتمال تردد کامیون یدک‌دار، نیز وجوددارد، غالباً از خودرو طرح کامیون یدک‌دار برای طراحی استفاده می‌شود. در حالات خاص که آمار ترافیک مشخص سازد که حجم کامیون یدک‌دار گردش‌کننده در تقاطع ناچیز است، طراح براساس الگوی ترافیک تقاطع، یکی از انواع دیگر خودروهای طرح را درنظر می‌گیرد. طراحی هندسی را می‌توان براساس شرایط حداقل (سرعت گردش یا وسیله نقلیه طرح) و امکان گردش وسیله‌نقلیه بزرگتر با استفاده از خط‌های مجاور انجام داد. برعکس، چنانچه حجم ترافیک راه خروجی (یا ورودی) قابل توجه باشد، طرح تقاطع براساس شرایط حداقل،

مستلزم نفوذ وسیله‌های نقلیه گردنده به خط‌های مجاور است که این به معنی کاهش ایمنی تقاطع می‌باشد.

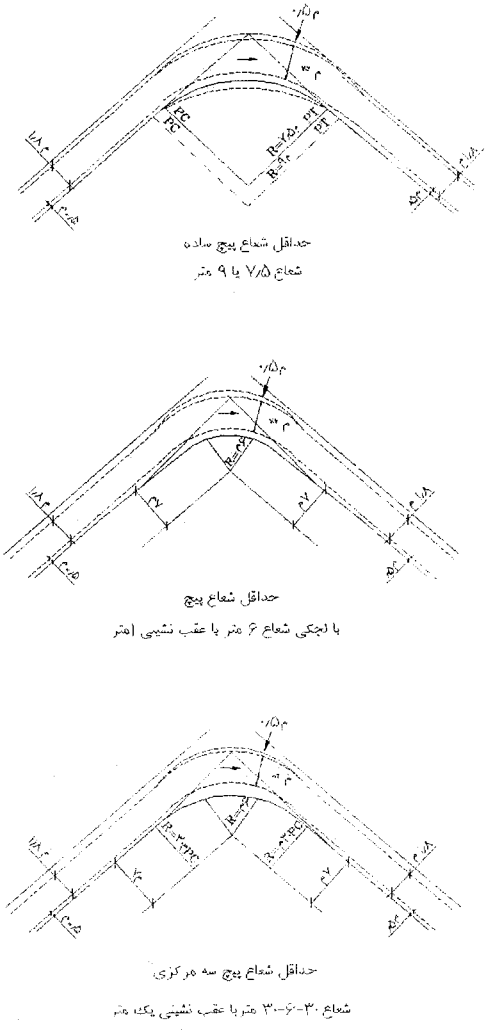
سطح خدمت مورد انتظار از تقاطع، می‌تواند تعیین کننده استفاده از شرایط حداقل یا جز آن، در طراحی هندسی قوس‌های تقاطع باشد. بدیهی است استفاده از شرایط بیش از مقدار حداقل، ضمن آنکه بر ایمنی تقاطع می‌افزاید، سبب سهولت بیشتر رانندگی به هنگام انجام حرکت‌های گردشی در تقاطع می‌شود.

### ۷-۴-۳-۱ طرح حداقل برای تیزترین گردش

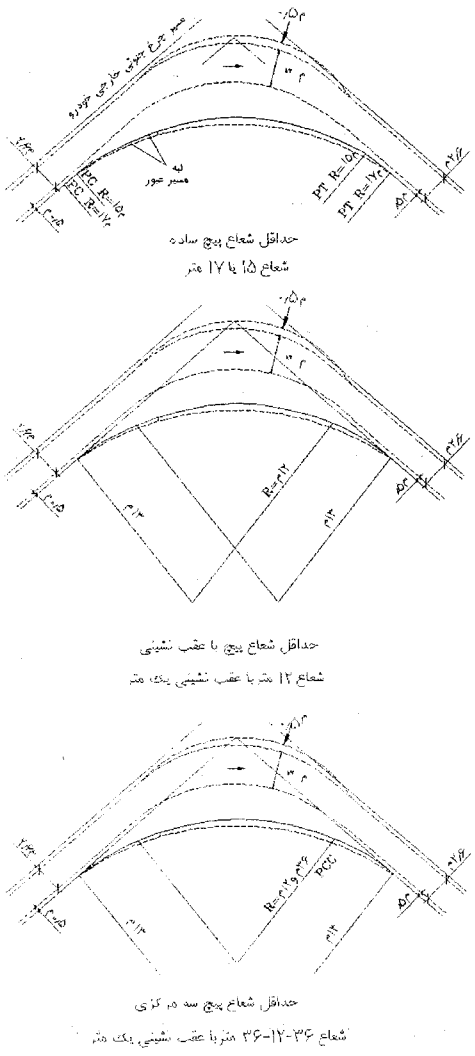
در شکل‌های ۷-۲۰ تا ۷-۲۲ این فصل و شکل‌های ۴-۱ تا ۴-۳ فصل چهارم، طرح‌های معمول برای انجام گردش خودروهای مختلف طرح با تیزترین (تندترین) گردش، داده شده است. این طرح‌ها منحصر به فرد نیست و می‌توان ترکیب قوس‌های مختلفی را بدست آورد که دارای عملکرد مشابه باشد. در مورد راه‌های روستایی که اغلب از اراضی بائر عبور می‌کند، استفاده از حداقل‌های فوق برای صرفه جویی در تصرف زمین ضرورتی ندارد. بنابراین میتوان از پیچ‌های ساده‌یک مرکزی و یاپیچ‌های مرکب دو مرکزی نیز استفاده کرد.

* راه خروجی راهی است که خودرو قصد ترک آن را دارد.

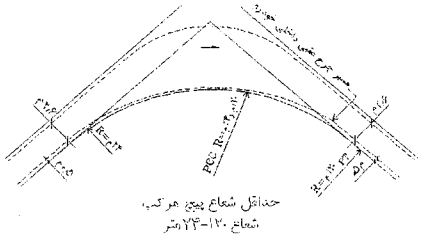
** راه ورودی راهی است که خودرو قصد ورود به آن را دارد.



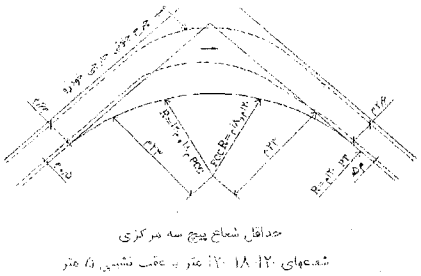

شکل ۷-۲۰ حداقل طرح پیچ برای خودرو سواری




شکل ۷-۲۱ حداقل طرح پیچ برای کامیون و اتوبوس



حداقل شعاع پیچ مرکب،
شعاع ۱۲۰-۷۲ متر



حداقل شعاع پیچ سه مرکزی
شعاعهای ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۰۰ متر با عقب نشینی ۱/۵ متر

**شکل ۷-۲۲ حداقل طرح پیچ برای تریلی‌های متوسط و بزرگ**

### ۷-۴-۳-۲ گردش با زاویه غیرقائم

اثر زاویه گردش بر قوس تقاطع در راه‌ها با استفاده از قوس مرکب در جدول ۷-۵ نشان داده شده است.

در تقاطع راه‌های پرتردد که زاویه گردش بیش از ۱۲۰ درجه است بهتراست از خط عبور گردش به راست مجزا استفاده شود.

### ۷-۴-۳-۳ طرح معمول برای خط‌های گردش

به منظور تأمین حرکت آزادانه‌تر برای وسیله‌های نقلیه در حین گردش، در موردهایی که طراح با محدودیت فضا یا هزینه روبرو نیست، ترجیح داده می‌شود که خودروهای طرح بزرگتر و همچنین شعاع‌های گردش بزرگتر (متناسب با سرعت‌های گردش بالاتر) درنظرگرفته شود. در چنین موردهایی معمولاً سطح روسازی شدهٔ تقاطع، بیش از اندازه افزایش می‌یابد و به این لحاظ معمولاً از یک جزیره شبه مثلثی به منظور هدایت مناسب‌تر ترافیک در تقاطع، استفاده می‌شود. چنین جزیره‌ای محل مناسبی برای نصب علائم راهنمایی و پناه عابر پیاده نیز خواهدبود. کوچکترین سطحی که برای این جزیره درنظرگرفته می‌شود پنج مترمربع است. حداقل طول ضلع جزیره شبه مثلثی پس از گردکردن گوشه‌ها ۲/۵ متر است. برای نصب علامت‌ها یا برف روبی آسانتر، بهتراست جزیره‌های بزرگتری درنظرگرفته شود.

**عرض خط‌های گردش باید کافی باشد، به گونه‌ای که خودرو طرح بتواند با فاصله آزاد ۰/۶ متر از لبه‌های طرفین، درآن گردش کند.** حداقل عرض خط گردش برای خودروِ سواری ۳/۶۵ مترو برای سایر خودروها ۴/۲ متر است. در جدول ۷-۶ مقادیر معمول برای طراحی خط‌های گردش در زوایای مختلف گردش، آمده است.

### ۷-۴-۴ نحوه تعریض پیچ‌های تقاطع

بطور کلی، تعریض پیچ به صورت تدریجی و با توجه به نقطه نظرات زیر صورت می‌گیرد.

- در پیچ‌های ساده (دایره‌ای)، تعریض، تنها در لبه داخلی روسازی صورت می‌گیرد. در پیچ اتصال تدریجی، تعریض را می‌توان تماماً در لبه داخلی انجام داده یا به نسبت بین پیچ‌های لبه داخلی و خارجی تقسیم کرد. درهر صورت، خط طولی محور راه، بهتراست منطبق بر محور تعریض باشد.
- تعریض پیچ، به صورت تدریجی و در یک طول کافی اعمال می‌شود تا تمامی سطح آن قابل استفاده باشد. بهتر است که تعریض در طول کامل اعمال بربلندی صورت گیرد، اگرچه طول‌های کوتاهتری نیز گه‌گاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. به هرحال، تعریض، در طولی معادل ۳۰ تا ۶۰ متر (طول اتصال تدریجی) انجام می‌گیرد.
- برای استفاده هرچه بهتر از فضای تعریض‌شده، لبه روسازی تا اعمال‌کامل تعریض بهتراست باپیچ ملایم ونرم تعریض‌شود.
- در مسیرهای فاقد پیچ اتصال تدریجی، $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{2}$ طول تعریض در

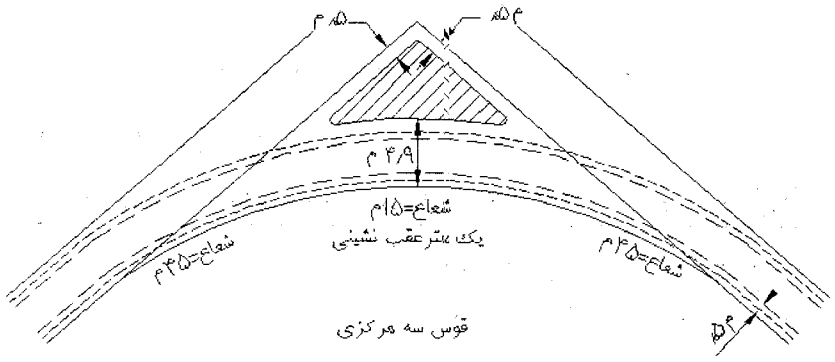
اعمال‌کامل تعریض بهتراست باپیچ ملایم ونرم تعریض‌شود. بخش مستقیم و بقیه در پیچ ایجاد می‌شود.

- در مسیرهای فاقد پیچ اتصال تدریجی، $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{2}$ طول تعریض در

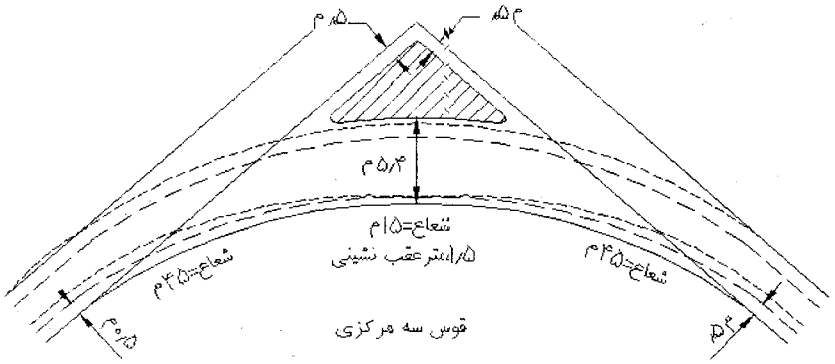
**جدول ۷-۵ حداقل عقب‌نشینی برای استفاده از قوس مرکب در تقاطع‌ها**

| زاویه تقاطع | | قوس مرکب سه مرکزی متقارن | | قوس مرکب سه مرکزی نامتقارن | |
|---|---|---|---|---|---|
| (درجه) | وسیله‌نقلیه | شعاع‌ها (متر) | عقب‌نشینی (متر) | شعاع‌ها (متر) | عقب‌نشینی (متر) |
| ۴۵ | سواری | – | – | – | – |
| | اتوبوس | – | – | – | – |
| | تریلی و کامیون یدک‌دار | ۶۰-۳۰-۶۰ | ۱۰ | – | – |
| ۶۰ | سواری | – | – | – | – |
| | اتوبوس | – | – | – | – |
| | تریلی و کامیون یدک‌دار | ۶۰-۲۳-۶۰ | ۱/۷ | ۸۵-۲۳-۶۰ | ۲/۰-۰/۶ |
| ۷۵ | سواری | ۳۰-۸-۳۰ | ۰/۶ | – | – |
| | اتوبوس | ۳۵-۱۴-۳۵ | ۰/۶ | – | – |
| | تریلی و کامیون یدک‌دار | ۵۵-۱۸-۵۵ | ۲/۰ | ۷۰-۱۵-۴۵ | ۳/۰-۰/۶ |
| ۹۰ | سواری | ۳۰-۶-۳۰ | ۰/۸ | – | – |
| | اتوبوس | ۳۶-۱۲-۳۶ | ۰/۶ | – | – |
| | تریلی و کامیون یدک‌دار | ۵۵-۱۵-۵۵ | ۲/۰ | ۶۰-۱۳-۴۵ | ۳/۰-۰/۶ |
| ۱۰۵ | سواری | ۳۰-۶-۳۰ | ۰/۸ | – | – |
| | اتوبوس | ۳۰-۱۱-۳۰ | ۱/۰ | – | – |
| | تریلی و کامیون یدک‌دار | ۵۵-۱۴-۵۵ | ۲/۵ | ۶۵-۱۲-۴۵ | ۳/۰-۰/۶ |
| ۱۲۰ | سواری | ۳۰-۶-۳۰ | ۰/۶ | – | – |
| | اتوبوس | ۳۰-۹-۳۰ | ۱/۰ | – | – |
| | تریلی و کامیون یدک‌دار | ۵۵-۱۲-۵۵ | ۲/۶ | ۶۵-۱۱-۴۵ | ۳/۶-۰/۶ |
| ۱۳۵ | سواری | ۳۰-۶-۳۰ | ۰/۵ | – | – |
| | اتوبوس | ۳۰-۹-۳۰ | ۱/۲ | – | – |
| | تریلی و کامیون یدک‌دار | ۵۰-۱۱-۵۰ | ۲/۷ | ۶۰-۹-۴۰ | ۴/۳-۱/۰ |
| ۱۵۰ | سواری | ۲۵-۶-۲۵ | ۰/۶ | – | – |
| | اتوبوس | ۳۰-۹-۳۰ | ۱/۲ | – | – |
| | تریلی و کامیون یدک‌دار | ۴۵-۱۱-۴۵ | ۲/۱ | ۵۵-۹-۳۵ | ۴/۳-۱/۰ |
| ۱۸۰ | سواری | ۱۵-۵-۱۵ | ۰/۲ | – | – |
| | اتوبوس | ۳۰-۹-۳۰ | ۳/۰ | – | – |
| | تریلی و کامیون یدک‌دار | ۴۰-۸-۴۰ | ۳/۰ | ۵۵-۸-۳۰ | ۴/۰-۲/۰ |

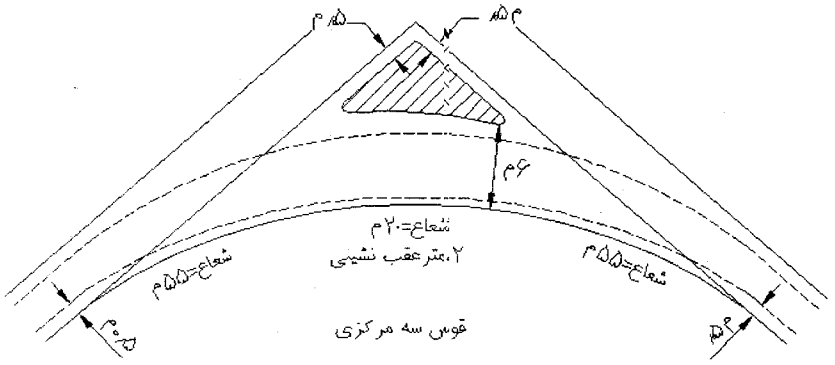
مقادیر مندرج در جدول ۷-۶ برای حالت گردش ۹۰ درجه وخودروهای طرح مختلف،در شکل ۷-۲۳ نشان داده شده است.




با شعاعهای ۴۵- ۱۵- ۴۵ متروعقب نشینی یک متر
معادل قوس ساده با شعاع ۱۸ متر




با شعاعهای ۴۵-۱۵-۴۵ متر و عقب نشینی ۱/۵ متر
معادل قوس ساده با شعاع ۲۱ متر




با شعاعهای ۵۵-۲۰-۵۵ متر و عقب نشینی ۲ متر
معادل قوس ساده با شعاع ۳۰ متر

**شکل ۷-۲۳ نمایش گردش به راست ۹۰ درجه‌با جزیره شبه مثلثی برای خودروهای طرح مختلف**

جدول ۷-۶ حداقل اندازه‌های طرح گردش به راست

| زاویه گردش | خودروی طرح | قوس مرکب سه محوره | | عرض خط | اندازه تقریبی |
|---|---|---|---|---|---|
| | | شعاع‌ها (متر) | عقب‌نشینی (متر) | گردش (متر) | جزیره (مترمربع) |
| ۷۵ | الف | ۴۵-۲۳-۴۵ | ۱/۰ | ۴/۲ | ۵/۵ |
| | ب | ۴۵-۲۳-۴۵ | ۱/۵ | ۵/۴ | ۵/۰ |
| | پ | ۵۵-۲۸-۵۵ | ۱/۰ | ۶/۰ | ۵/۰ |
| ۹۰ | الف | ۴۵-۱۵-۴۵ | ۱/۰ | ۴/۲ | ۵/۰ |
| | ب | ۴۵-۱۵-۴۵ | ۱/۵ | ۵/۴ | ۷/۵ |
| | پ | ۵۵-۲۰-۵۵ | ۲/۰ | ۶/۰ | ۱۱/۵ |
| ۱۰۵ | الف | ۳۵-۱۲-۳۵ | ۰/۶ | ۴/۵ | ۶/۵ |
| | ب | ۳۰-۱۱-۳۰ | ۱/۵ | ۶/۶ | ۵/۰ |
| | پ | ۵۵-۱۴-۵۵ | ۲/۴ | ۹/۰ | ۵/۵ |
| ۱۲۰ | الف | ۳۰-۹-۳۰ | ۰/۸ | ۴/۸ | ۱۱/۰ |
| | ب | ۳۰-۹-۳۰ | ۱/۵ | ۷/۲ | ۸/۵ |
| | پ | ۵۵-۱۲-۵۵ | ۲/۵ | ۱۰/۲ | ۲۰/۰ |
| ۱۳۵ | الف | ۳۰-۹-۳۰ | ۰/۸ | ۴/۸ | ۴۳/۰ |
| | ب | ۳۰-۹-۳۰ | ۱/۵ | ۷/۸ | ۳۵/۰ |
| | پ | ۵۰-۱۱-۵۰ | ۲/۷ | ۱۰/۵ | ۶۰/۰ |
| ۱۵۰ | الف | ۳۰-۹-۳۰ | ۰/۸ | ۴/۸ | ۱۳۰/۰ |
| | ب | ۳۰-۹-۳۰ | ۲/۰ | ۹/۰ | ۱۱۰/۰ |
| | پ | ۵۰-۱۱-۵۰ | ۲/۱ | ۱۱/۴ | ۱۶۰/۰ |

الف - طرح برای سواری و عبورگه‌گاه کامیون یا اتوبوس اما با محدودیت فاصله آزاد جانبی در گردش

ب - طرح برای کامیون یا اتوبوس طرح و عبورگه‌گاه تریلی اما با تجاوز به خط عبور مجاور در گردش

پ - طرح برای تریلی و کامیون یدک‌دار

# فصل هشتم - تخلیه آب‌های سطحی

## ۸-۱ کلیات

طراحی سیستم تخلیه آب‌های سطحی شامل روش‌های تخلیه آب‌های سطحی و طراحی ابنیه فنی و تسهیلات مربوطه است.

ابنیه فنی و تسهیلات متداول برای تخلیه یا عبور آب‌های سطحی عبارت است از: پل‌ها، آبنمالوله‌ها، آبنماها، آبروها، کانال‌ها، نهرهای کناراه، قنوهای حاشیه و برم‌ها.

طرح تخلیه آب‌های سطحی با رعایت معیارهای فنی و با توجه به خاصه‌های (پارامترهای) متکی به آمار و اطلاعات موجود و مسائل ایمنی و اقتصادی تهیه می‌شود.

## ۸-۲ تخلیه آب‌های سطح راه

تخلیه آب‌های سطحی شامل جمع‌آوری، هدایت و دورکردن آب‌های سطحی از سواره‌رو، شانه‌ها و آب‌های سطحی حریم راه، است. موردهایی که در طرح تخلیه آب‌های سطحی به آن توجه می‌شود عبارت است از: نوع روسازی، قبول یا عدم قبول احتمال سیلابی‌شدن سطح راه، میزان نفوذ آب، شیب‌های طولی و عرضی راه، روش تخلیه آب به نهرهای طرفین، ایمنی و هزینه.

### ۸-۲-۱ حداقل شیب عرضی راه

**به منظور تخلیه آب‌های سطحی ناشی از بارندگی، راه باید دارای شیب عرضی باشد.** شیب عرضی حداقل، در حدی تعیین می‌شود که با توجه به دقت اجرای کارهای ساختمانی و تغییرشکل راه بعد از بهره‌برداری، جریان و دفع آب‌های سطحی روی راه به خوبی انجام گیرد.

در امتدادهای مستقیم و در قوس‌های با شعاع انحنای زیاد بهتراست شیب عرضی‌راه‌روستایی، دوطرفه درنظرگرفته‌شود. حداقل‌شیب‌عرضی روسازی‌آسفالتی ٪۳-۲و شنی ٪۶-۴است.

چنانچه شعاع پیچ، از شعاع حداقل (مربوط به شیب عرضی حداقل) کمترباشد شیب عرضی سواره‌رو دراین حالت بربلندی نامیده و به طرف داخل پیچ، سرازیر می‌شود. میزان حداقل بربلندی، تابع سرعت طرح و شعاع قوس است.

### ۸-۲-۲ حداقل شیب طولی راه

به منظور دفع آب‌های سطحی، حداقل شیب طولی مطلوب برابر با ٪۰/۵ است ولی ممکن است تا میزان ٪۰/۳۵ نیز کاهش داده شود. در موردهایی که روسازی برروی خاکریزی قرارداشته‌باشد، می‌توان راه را بدون شیب طولی ساخت.

### ۸-۲-۳ تخلیه آب‌های سواره‌رو

تخلیه آب‌های سواره‌رو برای یک دوره بازگشت سیلاب طرح و با توجه به امکان پخش آب، در کف راه طراحی می‌شود. میزان پخش آب طرح، متناسب با نوع راه است.

میزان پخش آب طرح، به عامل‌های زیر بستگی دارد.

- شیب عرضی
- شیب طولی
- عرض سواره‌رو
- عرض شانه‌ها

برای تعیین دوره مطلوب بازگشت سیلاب طرح و امکان پخش آب در کف راه می‌توان از جدول ۸-۱ استفاده کرد.

## ۸-۳ تخلیه آب‌های ورودی به حریم راه

تخلیه آب‌هایی که وارد حریم می‌شوند به دو روش صورت می‌گیرد:

**جدول ۸-۱ راهنمای انتخاب، دوره تخلیه مطلوب آب‌های کف راه**

| شـــرح | دوره بازگشت سیلاب طرح | |
|---|---|---|
| | ۱۰٪ (۱۰ ساله) | ۴٪ (۲۵ ساله) |
| راه‌روستایی درجه سه | × | — |
| راه‌روستایی درجه یک و دو | — | × |

**جدول ۸-۲ ضرایب رواناب برای مناطق ساخته نشده**

| | کم | معمولی | زیاد | خیلی زیاد |
|---|---|---|---|---|
| پستی و بلندی اراضی | ۰/۰۸-۰/۲۰<br>اراضی نسبتاً هموار، شیب متوسط صفر تا ۵ درصد | ۰/۱۴-۰/۲۰<br>اراضی تپه ماهوری، شیب متوسط ۵ تا ۱۰ درصد | ۰/۲۰-۰/۲۸<br>اراضی کوهستانی، شیب متوسط ۱۰ تا ۳۰ درصد | ۰/۲۸-۰/۳۵<br>اراضی با شیب تند، شیب متوسط بالای ۳۰ درصد |
| جنس اراضی | ۰/۰۴-۰/۰۶<br>اراضی ماسه‌ای با عمق زیاد، خاک‌های بامیزان نفوذ زیاد خاک‌های با میزان نفوذ خوب | ۰/۰۶-۰/۰۸<br>اراضی لوم ماسه‌ای، لوم لایی، ماسه‌ای | ۰/۰۸-۰/۱۲<br>اراضی خاک رسی یا لومی، خاک‌های با میزان نفوذ کم | ۰/۱۲-۰/۱۶<br>اراضی باپوشش خاکی کم یا بدون آن، خاک‌های با میزان نفوذ قابل اغماض |
| پوشش گیاهی اراضی | ۰/۰۴-۰/۰۶<br>اراضی جنگلی با پوشش حدود ۹۰٪ | ۰/۰۶-۰/۰۸<br>اراضی زراعی با پوشش حدود ۵۰٪ | ۰/۰۸-۰/۱۲<br>اراضی چمنی با پوشش کمتر از ۲۰٪ | ۰/۱۲-۰/۱۶<br>اراضی لخت یا با پوشش خیلی پراکنده |
| میزان چاله در حوزه آبریز | ۰/۰۴-۰/۰۶<br>میزان گودال‌های سطحی خیلی زیاد، اراضی بزرگ و سیلابی | ۰/۰۶-۰/۰۸<br>میزان گودال‌های سطحی قابل ملاحظه، دریاچه و اراضی باتلاقی | ۰/۰۸-۰/۱۰<br>میزان گودال‌های سطحی کم، فاقد اراضی باتلاقی یا حوضچه‌های آب | ۰/۱۰-۰/۱۲<br>میزان گودال‌های سطحی قابل اغماض، فاقد اراضی باتلاقی |

**مثال**

**حل**

برای شرایط زیر، ضریب رواناب «C» رابرای حوزه آبریز پیدا کنید:

۱ـ میزان پستی و بلندی اراضی: شیب متوسط ۵٪

۲ـ جنس بستر: خاک رس

۳ـ مورد استفاده: زراعی

۴ـ چاله‌های موجود: نسبتاً کود

ضریب پستی و بلندی اراضی ۰/۱۴

ضریب جنس اراضی ۰/۰۸

ضریب پوشش گیاهی اراضی ۰/۰۶

ضریب میزان چاله در حوزه ۰/۰۴

$C = 0/32$

**۸-۳-۱ تخلیه آب‌هایی که در خاکبرداری وارد حریم می‌شوند.**

برای تخلیه آب‌هایی که از اراضی بالادست خاکبرداری به طرف حریم سرازیر می‌شوند می‌توان از نهرهای بالای شیروانی استفاده و یا اجازه داد از طریق شیروانی خاکبرداری وارد قنو های کنار راه گردد.

نهرهای با شیب تند که در آنها خطر آب‌شستگی وجود دارد بهتراست پوشش‌دار باشد. برای نهرهای با شیب تندتر از ۱:۴ می‌توان از پوشش‌های پیش‌ساخته استفاده کرد.

**۸-۳-۲ تخلیه آب‌هایی که از خاکریزی وارد حریم می‌شوند.**

آب‌های کف راه که از روی خاکریزی‌ها به طرف حریم تخلیه می‌شوند، به قنوهای مربوطه طرفین راه هدایت می‌شوند.

## ۸-۴ مطالعات هیدرولوژی و تعیین دبی سیلاب

### ۸-۴-۱ کلیات

مطالعات هیدرولوژی در مهندسی راه، شامل برآورد دبی رواناب سطحی و کنترل آن است. کنترل رواناب شامل دورکردن رواناب سطحی ازکف راه وتعیین ابعادمربوطه در پل‌ها، آبنماها و آبروهاست.

### ۸-۴-۲ تجزیه و تحلیل هیدرولوژیکی

برآورد حجم رواناب سطحی به وسعت حوزه آبگیر، شدت بارندگی، زمان تمرکز، شیب منطقه، جنس اراضی، اهمیت ابنیه فنی و مقدار پذیرش خطر: برای میزان خرابی راه، خسارت مالی وارد به املاک و خسارت احتمالی جانی بستگی دارد.

### ۸-۴-۳ دبی سیلاب طرح (دبی اوج)

دبی سیلاب طرح (دبی اوج) حداکثر میزان جریان رواناب سطحی گذرنده از یک مقطع، در حین بارندگی یا پس از آن است. ارتفاع عرشه پل‌ها و آبروها و تسهیلات تخلیه آب‌های سطحی براساس دبی اوج طراحی می‌شود و واحد اندازه‌گیری کمی آن، مترمکعب بر ثانیه ($m^3/s$) است. دبی اوج، به شدت بارندگی، مساحت حوزه آبگیر، جنس اراضی و دوره بازگشت انتخاب شده بستگی دارد.

### ۸-۴-۴ شدت بارندگی

شدت بارندگی عبارت است از متوسط حجم باران در طول بارندگی بر واحد زمان بر واحد سطح که با توجه به طول زمان بارندگی متفاوت است و با آن نسبت معکوس دارد. یعنی هر چه زمان بارندگی بیشتر در نظرگرفته شود شدت بارندگی کمترخواهدبود. متوسط نتایج آمار میزان و شدت بارندگی در مدت‌های کمتر از ۳۰ دقیقه نسبت به بارندگی در مدت ۳۰ دقیقه در جدول ۸-۳ آمده است. ازاین جدول برای مطالعاتی که آمار بهتری وجود نداشته باشد می‌توان استفاده کرد.

**جدول ۸-۳ نسبت متوسط میزان و شدت بارندگی برای مدت‌های تعیین‌شده، به میزان و شدت بارندگی در ۳۰ دقیقه**

| مدت بارندگی | ۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۳۰ |
|---|---|---|---|---|
| نسبت میزان بارندگی (٪) | ۳۷ | ۵۷ | ۷۲ | ۱۰۰ |
| نسبت شدت بارندگی (٪) | ۲۲۰ | ۱۷۰ | ۱۴۵ | ۱۰۰ |

### ۸-۴-۵ ویژگی‌های حوزه آبگیر

#### ۸-۴-۵-۱ مساحت حوزه آبگیر

حجم رواناب سطحی با مساحت حوزه آبگیر رابطه مستقیم دارد. مساحت حوزه آبگیر به هکتار یا کیلومترمربع بیان می‌شود که از روی نقشه‌های توپوگرافی یا عکس‌های هوایی محاسبه می‌گردد.

#### ۸-۴-۵-۲ شکل حوزه آبگیر

شکل حوزه آبگیر در مقدار رواناب سطحی مؤثر است. حوزه آبگیر کشیده باریک معمولاً به علت داشتن زمان تمرکز بیشتر دبی اوج کمتری نسبت به حوزه آبگیر با مساحت مساوی ولی با زمان تمرکز کمتر دارد.

#### ۸-۴-۵-۳ شیب حوزه آبگیر

شیب حوزه یکی از عامل‌های عمده مؤثر در زمان تمرکز است. در شیب‌های تند، سرعت جریان آب بیشتر و در نتیجه زمان تمرکز رواناب سطحی کوتاه‌تر و شدت بارندگی بیشتر و در نتیجه دبی حاصل بیشتر است. متقابلاً در شیب‌های کم، زمان تمرکز طولانی و شدت بارندگی برای زمان طولانی‌تر کمتر است، در نتیجه دبی تخلیه کمتری حاصل می‌شود.

#### ۸-۴-۵-۴ بهره‌وری زمین حوزه آبگیر

تغییر بهره‌وری زمین طبیعی مانند تبدیل اراضی کشاورزی یا بایر به مناطق مسکونی یا صنعتی موجب افزایش رواناب سطحی می‌شود.

در بهره‌وری آینده یک حوزه آبگیر بهتراست به تغییرات احتمالی در آینده توجه شود.

#### ۸-۴-۵-۵ خاک‌شناسی و زمین‌شناسی اراضی حوزه آبگیر

خاک‌شناسی و زمین‌شناسی اراضی حوزه آبگیر در تخمین میزان دبی رواناب سطحی مورد توجه قرار می‌گیرد.

#### ۸-۴-۵-۶ نگهداشت سطحی حوزه آبگیر

در تخمین میزان دبی رواناب سطحی از اثر نگهداشت سطحی آب توسط رستنی‌ها و گودی‌های اراضی حوزه آبگیر صرفنظر می‌شود.

#### ۸-۴-۵-۷ ارتفاعات نقاط اراضی حوزه آبگیر

ارتفاع متوسط حوزه آبگیر، رقومی است که ارتفاع ۵۰ درصد از نقاط اراضی حوزه آبگیر، بالاتر از آن باشد. در تخمین دبی رواناب سطحی به اختلاف ارتفاع حوزه آبگیر به ویژه در نقاط برف‌گیر توجه می‌شود.

#### ۸-۴-۵-۸ موقعیت جغرافیایی حوزه آبگیر

در تخمین دبی رواناب سطحی به اثر گرمایی تابش آفتاب در حوزه‌های آبگیری که شیب عمومی آنها به طرف جنوب باشد، تبخیر، تعرق، نفوذ بیشتر آب در خاک، ذوب برف در تابستان و شدت ذوب و همچنین به جهت جریان رواناب سطحی نسبت به جهت جریان رودخانه نیز توجه می‌شود.

## ۸-۵ کاربرد هواشناسی در مهندسی راه

از آمار و اطلاعات هواشناسی زیر برای مطالعات هیدرولوژی در تعیین دبی سیلاب استفاده می‌شود.

### ۸-۵-۱ بارندگی

دبی رواناب سطحی با توجه به ویژگی‌های مهم بارندگی، شامل موردهای زیر، تخمین زده می‌شود.

- شدت بارندگی براساس دوام و دوره بازگشت
- نوع بارندگی
- وسعت بارندگی

### ۸-۵-۲ برف

در تخمین رواناب سطحی در ارتباط با بارش برف به موردهای زیر توجه می‌شود.

- میزان بارش برف سالیانه
- میزان آب ناشی از برف ذوب‌شده
- شدت ذوب برف

### ۸-۵-۳ تبخیر و تعرّق

می‌توان از افت‌های ناشی از تبخیر و تعرّق در تخمین رواناب سطحی صرفنظر کرد.

## ۸-۶ ضابطه‌های تخمین دبی اوج رواناب سطحی

### ۸-۶-۱ رواناب سطحی

هنگامی که شدت بارندگی از ظرفیت نفوذ خاک بیشتر باشد بخشی از آب حاصله از بارندگی در سطح حوزه باقی می‌ماند. این آب پس از پرکردن چاله‌های سطح زمین به صورت جریان صفحه‌ای در امتداد بزرگترین شیب به راه می‌افتد و از طریق کانال اصلی از حوزه خارج می‌شود. این بخش از بارندگی را رواناب سطحی نامند.

### ۸-۶-۲ آب‌های زیرسطحی

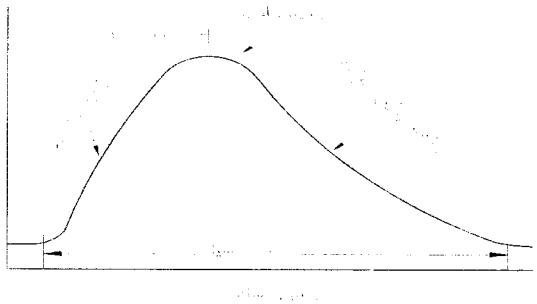
به آب‌هایی که به طور جانبی از درون خاک زیر سطح زمین به طرف رودخانه یا کانال جریان پیدا می‌کند آب‌های زیرسطحی گفته می‌شود. در تعیین دبی اوج از جریان آب‌های زیرسطحی صرف‌نظر می‌شود.

### ۸-۶-۳ آبنمود (هیدروگراف) سیل و حجم سیلاب

منحنی تغییرهای دبی در زمان‌های مختلف برای یک حوزه آبریز را آبنمود سیل می‌نامند. منحنی آبنمود، (شکل ۸-۱) از سه قسمت عمده تشکیل می‌شود:

- بازوی بالارونده
- جریان اوج
- بازوی پایین رونده

حجم سیلاب را می‌توان از روی سطح زیر منحنی آبنمود تعیین کرد. گرچه حجم سیلاب در طرح ابنیه تخلیه آب‌های سطحی راه‌ها مورد توجه نیست ولی در بعضی موردها حجم سیلاب برای تحلیل بعضی از خاصه‌های طرح مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۸-۱ آبنمود سیلاب

### ۸-۶-۴ زمان تمرکز

زمان تمرکز از مهمترین خاصه های فیزیکی حوزه است و عبارت است از مدت زمانی که دورترین قطره آب رواناب سطحی یک حوزه آبریز نسبت به نقطه تمرکز، لازم دارد تا مسیر خود را طی کند و به نقطه تمرکز برسد. برای تخمین دبی حداکثر، مدت دوام بارش با شدت یکنواخت برای تمام حوزه آبریز، برابر با زمان تمرکز $T_c$ فرض می‌شود.

زمان تمرکز $T_c$، حاصل جمع دو زمان جریان آب‌های سطحی بشرح زیر است.

۱- زمان جریان در روی زمین

۲- زمان جریان در کانال باز تا دهانه آبرو یا پل

#### ۸-۶-۴-۱ زمان جریان آب در روی زمین

زمان جریان آب نسبت به فاصله تقریبی جریان در روی زمین در شکل ۸-۲ نشان داده شده است.

#### ۸-۶-۴-۲ زمان جریان در کانال باز تا دهانه آبرو یا پل

در موردهایی که ویژگی‌های کانال و ابعاد هندسی آن معلوم باشد، تخمین زمان جریان در کانال از تقسیم طول کانال به سرعت جریان در کانال (رابطه مانینگ) بدست می‌آید.

#### ۸-۶-۴-۳ زمان کل جریان در روی زمین و کانال باز تا دهانه آبرو

زمان کلی تمرکز برای یک حوزه آبریز گلابی شکل را می‌توان به وسیله روش تقریبی و با استفاده از رابطه کریچ بشرح زیر به دست آورد.

$$T_e = ۰/۰۱۹۵(L/S^{۰/۵})^{۰/۷۷}$$

$T_e$ = زمان تمرکز به دقیقه

L = طول افقی حوزه به متر

$$S = \frac{H}{L}$$

H = اختلاف رقوم بین دورترین نقطه و دهانه آبرو یا پل به متر

شکل ۸-۳ تخمین زمان تمرکز با روش استدلالی برای برآورد دبی حداکثر بااستفاده از سرعت متوسط، تقریبی است.

رابطه‌های زیادی برای جریان درروی زمین ارائه شده است که دو مورد آنها بشرح زیر است.

- رابطه اول

$$t_0 = \frac{۶/۹۲L^{۰/۶}\, n^{۰/۶}}{i^{۰/۴}\, s^{۰/۳}}$$

- رابطه دوم

$$t_0 = \frac{۳/۳\ (۱/۱ - C)\ (L)^{۱/۲}}{(s\ (۱۰۰))^{۱/۳}}$$

در این دو رابطه

$t_0$ = زمان جریان آب در روی زمین به دقیقه

L = طول مسیر جریان در روی زمین به متر

S = شیب مسیر جریان آب به متر بر متر

n = ضریب زبری مانینگ

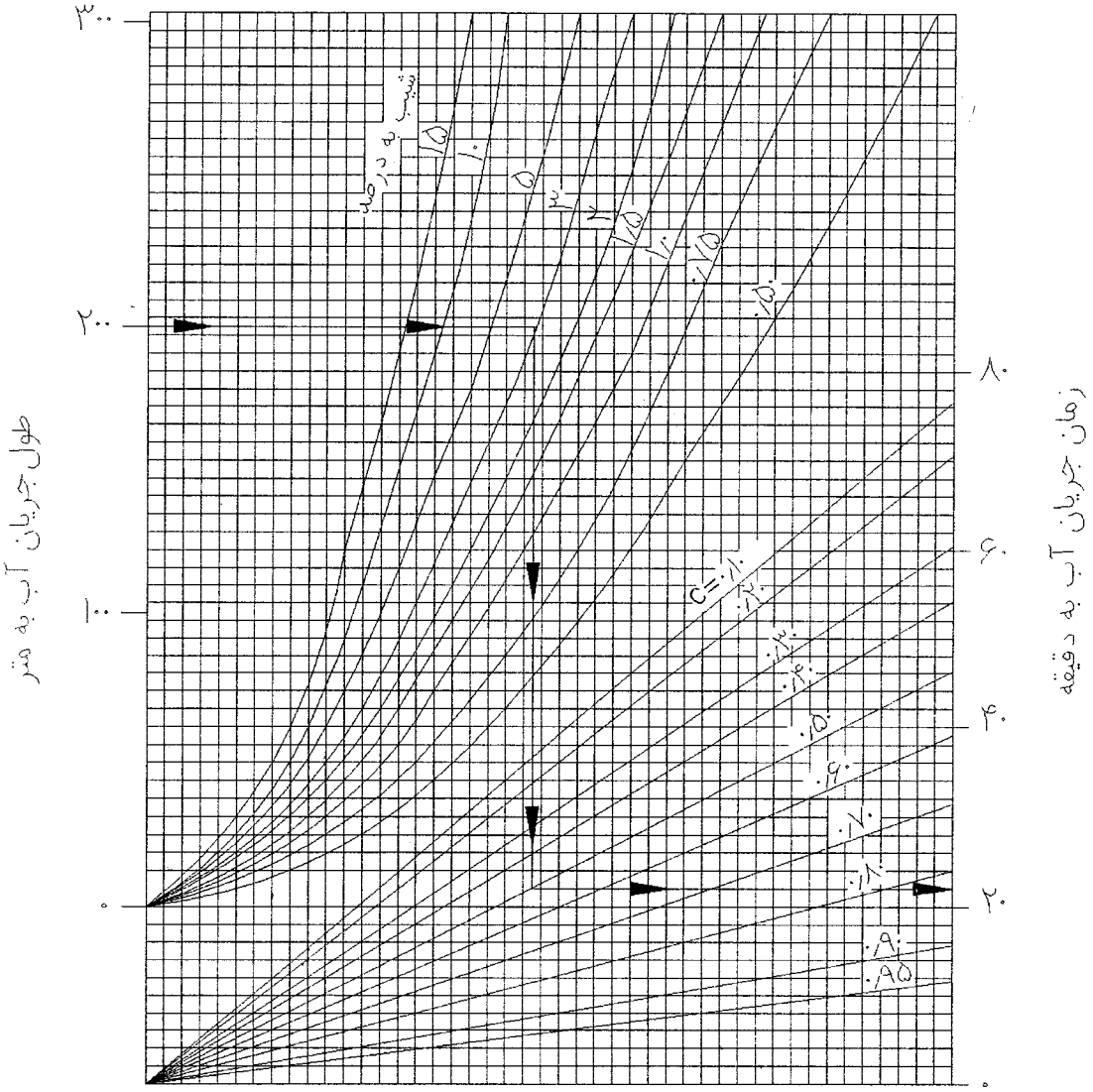
i = شدت بارندگی طرح به میلی متر در ساعت

C = ضریب رواناب سطحی

## ۸-۷ دبی سیلاب طرح

دبی سیلاب طرح یا گنجایش هیدرولیکی، مقدار آب تخمینی است که ابنیه فنی با یک دوره تناوب برگشت بتواند به طور معقول هدایت کند.

معیار مقدار قابل قبول پخش آب در سطح راه براساس انتخاب دوره بازگشت سیلاب طرح مطابق جدول ۸-۱ می‌باشد.



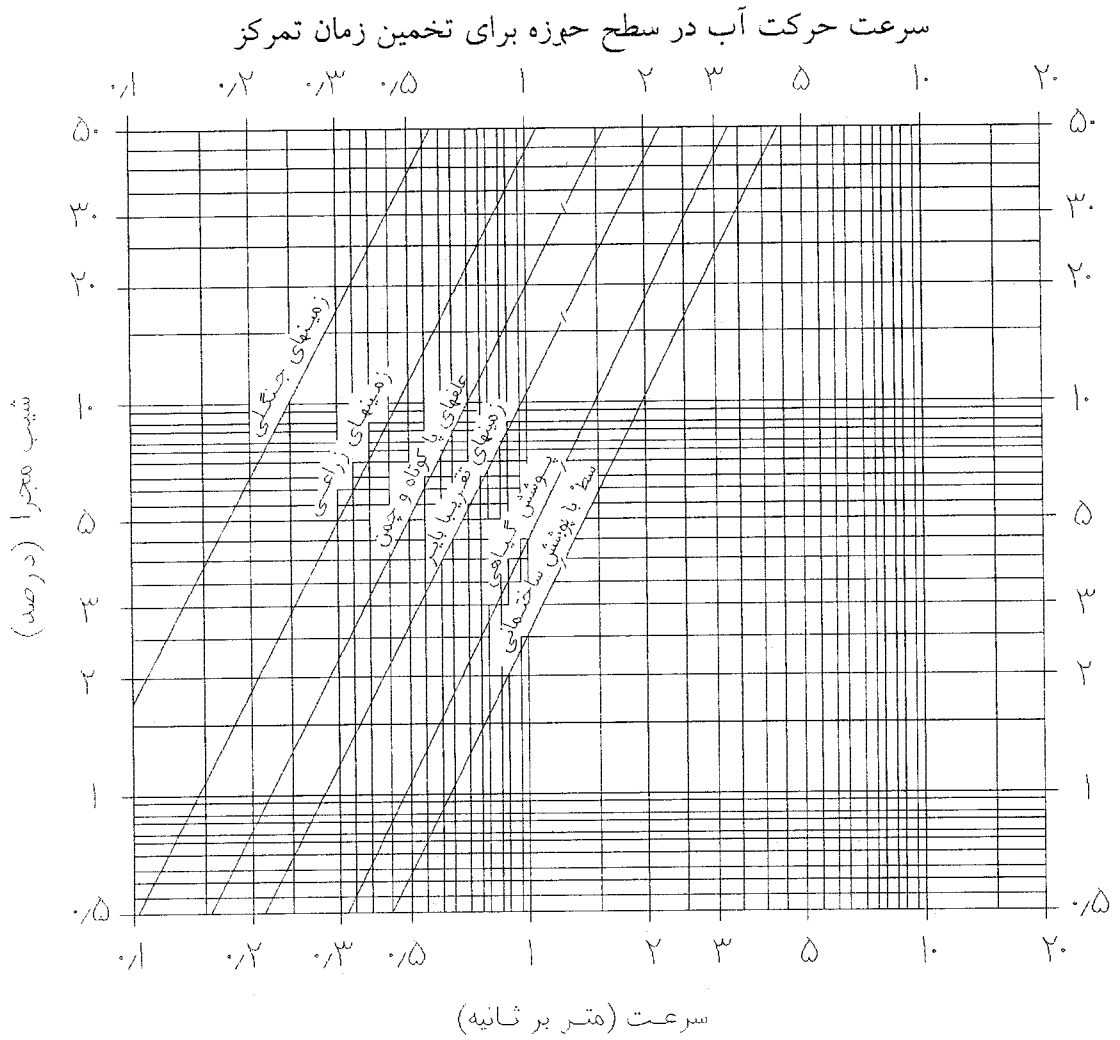

**شکل ۸-۲ منحنی‌های زمان جریان آب در روی زمین (زمان تمرکز)**

در هیدرولوژی دوره بازگشت سیلاب چندساله را سیلاب با درصد احتمال بازگشت نیز بیان می‌کنند، به طوری که مدت بازگشت به سال(N) و احتمال بازگشت(p) عکس یکدیگرند یعنی $p = \frac{۱}{N}$، بنابراین یک سیلاب با دوره ۵۰ ساله را می‌توان یک سیلاب با احتمال بازگشت ٪۲ بیان کرد.

طراحی دبی سیلابی زهکشی راه‌ها بجز در موردهای استثنایی با استفاده از روش استدلالی قابل استفاده است.

برای استفاده از این روش‌ها، اطلاعات مربوط به شدت، دوام، دوره بازگشت سیلاب طرح، مورد نیاز است.

طراحی هیدرولیکی ابنیه فنی تخلیه آب‌های سطحی پس از تعیین رواناب سطحی انجام می‌گیرد. برآورد رواناب سطحی حداکثر با دوره‌های بازگشت متفاوت، مهم‌ترین قسمت طراحی است. برای تخمین دبی سیلاب طرح، از روش‌های تجربی استفاده می‌شود.




**شکل ۸-۳ تخمین زمان تمرکز با استفاده از سرعت در روش آپلند**

اگر این روش‌ها به وسیله مهندسین مطلع بکار گرفته شود می‌توان نتایج قابل قبولی را برای برآورد حداکثر دبی رواناب سطحی ابنیه فنی به دست آورد.

یکی از این روش‌ها، روش استدلالی است که در برآورد دبی رواناب سطحی به طور متداول‌تری بکار می‌رود.

روش استدلالی یکی از ساده‌ترین روش‌هااست. دراین روش دبی سیلاب طرح از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Q = ۰/۲۸\ CIA$$

Q = دبی طرح (مترمکعب بر ثانیه)

C = ضریب رواناب سطحی

I = متوسط شدت بارندگی با دوره بازگشت منتخب و در مدت برابر با زمان تجمع، برحسب‌میلیمتردرساعت

A = مساحت حوزه آبریز (کیلومتر مربع)

در روش استدلالی، دوره بازگشت سیلاب طرح با دوره بازگشت بارندگی برابر است و همچنین شدت بارندگی یکسانی برای تمام سطح حوزه آبریز فرض شده است. این فرض آخر، کاربرد روش استدلالی را محدود می‌سازد لذا بهتراست روش استدلالی را فقط برای حوزه‌های آبریز کوچک و ساده و ترجیحاً

کوچکتر از ۱/۳ کیلومتر مربع یا ۱۳۰ هکتار بکارگرفت.

در موردهایی که حوزه آبریز نسبتاً کوچک باشد و جریان کانال اصلی از چند انشعاب تغذیه شود، بهتراست روش استدلالی را برای هریک از انشعاب‌ها جداگانه بکارگرفت و جریان کانال اصلی را از جمع جریان آب انشعاب‌ها بدست‌آورد.

دبی جریان کانال اصلی را می‌توان از آبنمود سیل نیز، در صورت وجود، بدست آورد.

برای به دست آوردن نتایج معقول از روش استدلالی،لازم است دقت زیاد و قضاوت صحیحی در بکاربردن فرضیات و خاصه‌های رابطه روش استدلالی اعمال شود.

ضریب رواناب «C» نسبت رواناب سطحی به کل نزولات جوی است.

بخشی از نزولات جوی به صورت نفوذ در خاک، تبخیر، تعرق و جمع‌شدن در گودال‌های سطح حوزه آبریز تلف می‌شود.

اندازه‌های ضرایب رواناب «C» در مناطق ساخته نشده را می‌توان از جدول ۸-۲ بدست آورد. این جدول با توجه به چهار خصوصیت زیر تنظیم شده است.

- پستی و بلندی اراضی حوزه (میزان شیب)
- جنس اراضی (میزان نفوذپذیری)
- میزان پوشش گیاهی حوزه (ممانعت از جریان آب)
- میزان چاله در حوزه (تأخیر در جریان آب)

ضرایب رواناب سطحی «C» در مناطق ساخته شده را می‌توان از جدول ۸-۴ بدست آورد.

در موردهایی که حوزه آبریز موردنظر، به لحاظ پوشش سطحی از بخش‌های مختلف تشکیل شده باشد، ضریب رواناب را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد.

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \ldots}{A_1 + A_2 + \ldots}$$

C = ضریب متوسط رواناب برای کل حوزه آبریز

$A_i$ = مساحت هر بخش از حوزه آبریز

$C_i$ = ضریب رواناب هر بخش از حوزه آبریز

ضرایب رواناب در جدول‌های ۸-۲ و ۸-۴ برای دوره‌های بازگشت ۵ یا ۱۰ سال ارائه شده است و برای دوره‌های بازگشت بیشتر می‌توان از ضرایب تبدیل «$C_f$» از جدول ۸-۵ و جدول‌های فوق‌الذکر استفاده کرد.

حاصلضرب «C» در ضریب تبدیل «$C_f$» نمی‌تواند از یک تجاوزکند.

## ۸-۸ ابنیه فنی جمع‌آوری و تخلیه آب

هدایت رواناب سطحی ناشی از نزولات جوی از یک طرف حریم راه به طرف دیگر نیازمند ساخت پل‌ها و آبروهای مناسب و متناسب یعنی ابنیه فنی است.

### ۸-۸-۱ پل و آبرو

در این آیین نامه ابنیه فنی با دهانه تا ۲ متر را آبرو و ابنیه فنی با دهانه بیش از ۲ متر تا ۱۵ متر را پل و ابنیه فنی با دهانه ۱۶ متر به بالا را پل بزرگ می‌نامیم. وجه تمایز پل و آبرو عمدتاً در خاکریزی روی اکثر آبروهاست که در روی پل خاکریزی موجب اضافه هزینه می‌شود.

جدول ۸-۴ ضرایب رواناب برای مناطق ساخته شده

| نوع منطقه ساخته شده | ضریب رواناب (C) |
|---|---|
| **صنعتی** | |
| مناطق با تراکم کم | ۰/۵۰-۰/۸۰ |
| قبرستان‌ها - پارک‌ها | ۰/۱۰-۰/۲۵ |
| زمین‌های بازی | ۰/۲۰-۰/۴۰ |
| محوطه ایستگاه راه‌آهن | ۰/۲۰-۰/۴۰ |
| زمین های بائر | ۰/۱۰-۰/۳۰ |
| **فضای سبز** | |
| خاک‌های ماسه با شیب صفر تا ۲ درصد | ۰/۰۵-۰/۱۰ |
| خاک‌های ماسه‌ای با شیب ۷-۲درصد | ۰/۱۰-۰/۱۵ |
| خاک‌های ماسه‌ای باشیب بیشتراز ۷ درصد | ۰/۱۵-۰/۲۰ |
| **راه‌ها** | |
| آسفالتی | ۰/۷۰-۰/۹۵ |
| بتنی | ۰/۸۰-۰/۹۵ |
| شنی | ۰/۷۰-۰/۸۵ |
| پیاده‌رو | ۰/۷۵-۰/۸۵ |
| پشت بام‌ها | ۰/۷۵-۰/۹۵ |

جدول ۸-۵ ضرایب تبدیل $C_f$

| ضرایب تبدیل «$C_f$» | دوره بازگشت به سال | احتمال‌وقوع |
|---|---|---|
| ۱/۱ | ۲۵ | ۴٪ |
| ۱/۲ | ۵۰ | ۲٪ |

از طراحی پل‌ها با عرشه مستغرق، حتی‌المقدور اجتناب می‌شود، ولی طراحی آبروها در شرایط مناسب می‌تواند با ورودی (مدخل) مستغرق در زمان سیلاب انجام گیرد.

در انتخاب پل یا آبرو به هزینه ساخت و نگهداری، پذیرش خطر خرابی و خسارت به املاک مجاور، ایمنی ترافیک و زیست محیطی و معماری توجه می‌شود.

### ۸-۸-۲ *تخمین دبی اوج رواناب سطحی*

**پیش از طراحی هیدرولیکی پل‌ها و آبروها، باید دبی اوج رواناب سطحی (Q) بر حسب مترمکعب بر ثانیه تخمین زده شود.**

(برای تخمین دبی اوج به بخش ۸ـ۴ مطالعات هیدرولوژی مراجعه شود). بهتراست تخمین دبی اوج برای آبروهای با حوزه آبگیر بزرگتر از ۱۳۰ هکتار به دو روش زیر صورت گیرد. تا از مقایسهٔ آن دو، نتیجه اطمینان بخش‌تری حاصل شود.

**۸-۸-۳ *انتخاب دوره بازگشت سیلاب***

برای انتخاب دوره بازگشت می‌توان یکی از دو روش زیر یا هر دو را در طراحی هیدرولیکی پل‌ها و آبروها مورد استفاده قرارداد.

**روش معمول**: استفاده از دوره بازگشتِ مشخص.

**روش تحلیلی**: استفاده از دوره بازگشتی که ضمن تامین نیاز تخلیه آب های سطحی، مستلزم کمترین هزینه بوده و با شرایط محلی و خطرات احتمالی، باصرفه ترین باشد.

در انتخاب دوره بازگشت و فاصله آزاد قائم پل‌های کوچک و آبروها لازم است که به نکته‌های زیر نیز توجه شود:

**۸-۸-۳-۱ *در پل‌ها***

- انتخاب دوره بازگشت سیلاب ۲۵ ساله برای پل ها و ۵۰ ساله یا بزرگترین دوره بازگشت سیلاب ثبت شده (هر کدام بزرگتر باشد) برای پل های بزرگ.
- قابل قبول بودن فاصله آزاد قائم بین سطح آب، بادوره بازگشت طرح و پایین‌ترین قسمت سازه پل که برای عبور سیلاب پنجاه ساله (از طریق استنباط به علت نداشتن آمار) در نظر گرفته می شود.
- تامین حداقل ارتفاع آزاد برای طراحی مقدماتی پل‌هابه میزان ۰/۶ متر.
- میزان ته نشست‌های متحرک و توده نخاله‌ها

**۸-۸-۳-۲ *در آبروها***

می‌توان یکی از معیارهای زیر را برای انتخاب دوره بازگشت سیلاب در طراحی هیدرولیکی آبروها در نظرگرفت.

- دوره بازگشت سیلاب ده ساله در صورتی که طراحی آبرو با دهانه بدون ورودی مستغرق در نظرگرفته شود.
- دوره بازگشت سیلاب ۲۵ ساله یا بزرگترین سیلاب ثبت شده درمحل درصورتی که طراحی آبرو بدون پشته‌کردن فراز آب و سرعت خروجی بیش از اندازه باشد.

**۸-۸-۴ *فرازآب و پایاب***

**۸-۸-۴-۱ *فرازآب***

فرازآب به ارتفاع جریان آب بالادست از کف آبرو گفته می‌شود. **باید از انتخاب فراز آبی که موجب تشکیل حوضچه آب غیرقابل قبول و یا سرعت خروجی بیش از اندازه بعلت شیب تند زمین شود، اجتناب کرد.**

در انتخاب فرازآب ورودی آبرو، به موردهای زیر توجه شود:

- ارتفاع خاکریزی
- هزینه خسارت وارده به تسهیلات راه
- هزینه خسارت وارده بر املاک بالادست در اثر تشکیل حوضچه آب
- سرعت فرساینده کف آبرو و پایین دست آن

**۸-۸-۴-۲ پایاب**

پایاب به عمق جریان آب در پایین دست آبرو می‌گویند. این عمق به شیب و وضع پستی و بلندی پایین دست بستگی دارد. عمق زیاد، ممکن است سبب غوطه‌ورشدن خروجی آبرو شود.

۸-۸-۵ *امتداد شیب طولی آبرو*

به طور کلی مسیر آبرو بهتراست مستقیم و با شیب طولی ثابت باشد. در صورت عدم فرسایش مسیر آبرو، از امتداد شکسته (زاویه‌دار) می‌توان استفاده کرد. در غیر این صورت، محل شکستگی گرد می‌شود. **در موردهایی که استفاده از مسیر با امتداد شکسته اجتناب‌ناپذیر است باید محل آن، به منظور بازدید و نگهداری قابل دسترسی باشد.**

بستر آبرو معمولاً بر بستر جریان آب منطبق است. استثناء از این قاعده به ترتیب زیر امکان‌پذیراست.

الف - در شیب‌های ملایم که ایجاد رسوب، محتمل است می‌توان ورودی آبرو را بالاتر گرفت. میزان بالاتربودن، به اندازه و طول آبرو و مقدار رسوب بستگی دارد. به این ترتیب رسوبات قبل از آبرو جمع و در فرصت‌های مناسب تخلیه می‌شود.

ب - در بسترهای با شیب تند، می‌توان شیب آبرو را ملایم‌تر از شیب بستر گرفت. تأمین سرعت لازم برای حمل مواد ته‌نشین‌شونده، در شیب مورد نظر ضروری است. در پایین دست، تمهیدات لازم برای هدایت آب و نگهداری بستر به عمل می‌آید. استفاده از این روش، صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای دربردارد.

پ - درخاکریزی بلند، چنانچه افزایش نشست دروسط نسبت به طرفین محتمل باشد، خیز (برآمدگی) درنظرگرفته می‌شود.

برای جلوگیری از شسته‌شدن خروجی آبرو، تدابیری مانند سرریز در خروجی آبرو درنظر گرفته می‌شود.

۸-۸-۶ *انواع آبرو*

آبرو شامل انواع زیر است.

- تاوه‌ای (دالی)
- دایره‌ای
- طاقی
- جعبه‌ای
- بیضوی یا شبه بیضوی

در صورت استفاده از آبروهای لوله‌ای چنددهانه‌ای، فاصله بین سطوح خارجی لوله‌ها برابر نصف قطر اسمی یا حداقل ۰/۶ متر در نظر گرفته می‌شود.

۸-۸-۷ *طراحی هیدرولیکی آبرو*

برای طراحی هیدرولیکی آبرو دو حالت: یکی کنترل جریان ورودی و دیگری کنترل جریان خروجی آبرو در نظر گرفته می‌شود.

در هر یک از دو حالت با توجه به عامل‌های مختلف و رابطه‌های متفاوتی که برای تعیین و توجیه وضعیت هیدرولیکی آبرو وجوددارد و با استفاده از نمودارهای مربوطه یا برنامه‌های رایانه‌ای اندازه آبرو تعیین می‌شود.

۸-۸-۷-۱ *طراحی ورودی آبرو*

منظور از طراحی ورودی آبرو تعیین سطح مقطع و نوع ساختمان لبه ورودی آبرواست. سطح مقطع و ساختمان لبه ورودی آبرو از عامل‌های تعیین‌کننده سطح حوضچه تشکیل شده در ورودی آبرواست.

برای آبروهای دایره‌ای با قطر ۱/۵ متر یا بیشتر و لوله‌ای با قطر معادل دایره‌ای، می‌توان از ورودی قیفی شکل یا دیوار پیشانی استفاده کرد. برای آبروهای دایره‌ای با دهانه به قطر ۳۰ تا ۲۱۰ سانتیمتر و آبروهای لوله‌ای معادل بهتراست از ورودی و پایانه پیش‌ساخته شیپوری استفاده شود. استفاده از آبروهای با

ورودی دارای دیوار پیشانی و دیوار بالی شکل دارای مزیت های زیر است.

- افزایش ظرفیت هیدرولیکی
- حفاظت خاکریزی و کاهش فرسایش شیروانی‌ها
- افزایش پایداری سازه‌ای در انتهای آبروها

**۸-۸-۷-۲ طول آبرو**

در انتخاب طول آبروی لوله‌ای به موردهای زیر توجه می‌شود:

الف - با توجه به شرایط انتهایی آبرو و برای خاکریزی ۴ متر یا کمتر طول نظری اعمال شود.

ب - برای خاکریزی‌های بیش از ۴ متر برای هر ۳ متر افزایش خاک، ۰/۳ متر و حداکثر ۲ متر در هر انتها در نظرگرفته شود.

پ - در موردهایی که خاکریزی بلند پله‌ای باشد افزایش طول آبرو براساس ارتفاع پایین‌ترین پله خواهدبود.

انتخاب زاویه دیوار بالی با توجه به جلوگیری از شسته‌شدن خاکریزی در انتهای دیوارهای بالی در اثر گرداب، صورت می‌گیرد.

**۸-۸-۸ قطر آبرو**

حداقل قطرلوله وفاصله بین نقاط بازمین ازنقطه‌نظر نگهداری و پاکسازی داخل آبروها براساس موردهای زیر تعیین می‌شود.

**حداقل قطرداخلی برای آبروهای زیر راه نباید از ۸۰ سانتیمتر کمترباشد.** در موردهایی که کانال با مقطع ذوزنقه کم عمق منتهی به آبرو باشد از دیوارهای بالی شکل استفاده شود.

طراحی پایانه آبرو براساس حداکثر سرعت جریان آب صورت می‌گیرد. در موردهایی که سرعت زیاد پایانه ممکن است موجب شسته‌شدن بستر و شیب‌های کانال پایین‌دست شود، می‌توان با تغییر شیب آبرو از سرعت پایانه کاست.

در موردهایی که سرعت خروجی را نتوان با تغییر شیب، کاهش قابل توجهی داد از انواع حفاظت‌های پایانه یا از بین‌برنده انرژی پایانه استفاده می‌شود.

در بررسی راه‌حل‌های جلوگیری از سرعت زیادآب در پایانه، به ارزیابی اثرهای آن در فرسایش املاک پایین توجه می‌شود.

در روش طراحی کنترل جریان آب در ورودی، برای افزایش ظرفیت آبرو، بدون افزایش فراز آب ورودی، از دیوارهای بالی شکل مستقیم - با توجه به مسیر بستر طبیعی مجاور آبرو یا دیوار بالی شکل - استفاده می‌شود.

برای ظرفیت بیشتر، دیوار بالی شکل، مستقیم با زاویه ۳۰ تا ۷۵ درجه و رقوم بالای آن، برابر رقوم بالای دیوار پیشانی در نظر گرفته می‌شود. در موردهایی که کانال با مقطع منظم و شیب‌های جانبی تند منتهی به آبرو باشد بهتراست از دیوار بالی شکل مستقیم استفاده شود.

## ۸-۹ کانال

کانال، یک مسیر هدایت آب باسطح آزاد است. طراحی و اجرای نهرهای طبیعی و ترمیم شده و جوی حاشیه جاده، طبق ضابطه‌های این بخش از آیین‌نامه انجام می‌شود.

برای هدایت آب‌های سطحی توسط آبرو و لوله با مقطع غیر پر نیز ضابطه‌های این بخش از آیین‌نامه حکم‌فرماست.

در طراحی کانال‌های باز علاوه بر اصول هیدرولیکی، اقتصادی‌بودن طرح، نگرش‌های ایمنی برای وسایل‌نقلیه منحرف شده از سواره‌رو، منظرآرایی و هدایت آب‌های سطحی، بدون خسارت رساندن به راه‌ها و املاک مجاور، با حداقل آسیب‌رسانی به محیط زیست درنظرگرفته می‌شود.

### ۸-۹-۱ طرح هیدرولیکی

میزان مطالعات هیدرولوژیکی و هیدرولیکی، به نوع راه، ابنیه فنی، قیمت تمام شده، ضریب اطمینان و محیط زیست بستگی دارد.

طرح هیدرولیکی یک کانال، شامل تعیین ظرفیت هیدرولیکی برای هدایت دبی سیلاب و تعیین نوع پوشش کانال برای جلوگیری از فرسایش آن است. ظرفیت هیدرولیکی یک کانال باز، به ابعاد، شکل، شیب طولی، پوشش و زبری آن بستگی دارد.

#### ۸-۹-۱-۱ انتخاب دبی سیلاب طرح

معیارهای تخمین دبی سیلاب طرح برای کانال، مانند معیارهای بخش آبرو و پل است.

#### ۸-۹-۱-۲ نگرش‌های ایمنی

**در طراحی کانال باید به ایمنی ترافیک توجه ویژه‌ای داشت. به منظور ایمنی وسایط نقلیه منحرف شده از سواره‌رو، باید از کانال باز با شیب‌های جانبی ملایم و کف قوسی استفاده شود.**

#### ۸-۹-۱-۳ طرح مسیر و شیب طولی کانال

مسیر و شیب طولی با توجه به شرایط محل، طوری طرح می‌شود که هدف‌های پیش‌بینی شده را به بهترین وجه تأمین کند. در طراحی مسیر و شیب طولی کانال، در صورت امکان از تغییرهای ناگهانی اجتناب می‌شود. در محل تغییر ناگهانی مسیر کانال، موقعیت مناسبی برای حمله جریان آب فراهم می‌شود. در محل‌هایی که شیب طولی کانال به طور ناگهانی افزایش یابد، شرایط مناسبی برای شسته‌شدن کف و حاشیه کانال فراهم می‌شود. در محل‌هایی که شیب طولی کانال به طور ناگهانی کاهش یابد شرایط مناسبی برای ته‌نشینی مواد حمل‌شده بوجود می‌آید. سرعت مناسب آب در یک کانال، امکان شسته‌شدن و ته‌نشینی مواد را از بین می‌برد.

سرعت مناسب آب به عامل‌های زیر بستگی دارد.

الف - ابعاد و شیب طولی کانال

ب - مقدار جریان آب‌های سطحی (دبی)

پ - پوشش کانال

ت - زبری بستر آب

ث - مواد رسوبی حمل شده توسط آب

سرعت مجاز یا مناسب جریان آب برای کانال‌باز (پوشش نشده) را می‌توان ازجدول ۸-۶ به دست آورد.

### ۸-۹-۲ انواع مقطع کانال

مقطع کانال مانند مقاطع طبیعی رودخانه‌ها، مسیل‌ها، نهرها و بشرح زیر است.

#### ۸-۹-۲-۱ مقطع مثلثی شکل

شکل مقطع یک کانال عموماً با توجه به هدف، زمین طبیعی، سرعت و مقدار جریان تعیین می‌شود.

کانال مثلثی یا V شکل، عمدتاً برای مقدار جریان کم نهرهای کنار راه طرح می‌شود. نهرهای V شکل، مستعد فرسایش است و چنانچه سرعت جریان از سرعت‌های مجاز جریان مشخص شده در جدول ۸-۶ تجاوز کند مقطع کانال احتیاج به پوشش خواهدداشت.

#### ۸-۹-۲-۲ مقطع ذوزنقه‌ای شکل

متداول‌ترین شکل کانال برای آب‌های سطحی با دبی زیاد، مقطع ذوزنقه‌ای شکل است. کانال ذوزنقه‌ای به آسانی به وسیله ماشین‌آلات راه‌سازی ساخته می‌شود و غالباً اقتصادی‌ترین مقطع است. درموردهایی که کانال عریض لازم است می‌توان با

گـردکردن تـمام زوایـه هـای مـقطع عـرضی کـانال، ایـمنی و منظرآرایی آن را بهبودبخشید. طول تقریبی ایـن گـردکردن هـا بـا رابطه زیرتعیین می‌شود.

$$L = ۱۲ / X$$

L = طول گردکردن به متر

X = کتانژانت شیب جانبی مقطع عرضی کانال

**جدول ۸-۶ سرعت مجاز کانال باز (پوشش‌نشده)**

| نوع مصالح مقطع کانال | سرعت مجاز، متربرثانیه | |
|---|---|---|
| | جریان دایمی | جریان منقطع |
| ماسه ریزدانه | ۰/۸ | ۰/۸ |
| لوم ماسه‌ای | ۰/۸ | ۰/۸ |
| لوم سیلتی | ۰/۹ | ۰/۹ |
| لوم ریزدانه | ۱/۱ | ۱/۱ |
| خاکستر آتشفشانی | ۱/۱ | ۱/۲ |
| شن ریزدانه | ۱/۱ | ۱/۲ |
| رس سفت | ۱/۲ | ۱/۵ |
| مواد دانه‌بندی‌شده | | |
| لوم تاشن | ۱/۵ | ۲/۰ |
| لای تاشـن | ۱/۷ | ۲/۱ |
| شـــن | ۱/۸ | ۲/۳ |
| شن درشت | ۲/۰ | ۲/۴ |
| شن تا قلوه سنگ زیر ۱۵۰ م م | ۲/۱ | ۲/۷ |
| شن تا قلوه سنگ زیر ۲۰۰ م م | ۲/۴ | ۳/۰ |

در موردهایی که مـقطع عـرضی کـف کـانال کـم بـاشد طـول L حداکثر برابر با عرض کف کانال می‌شود. در مـوردهایی کـه دبـی آب‌های سطحی زیاد باشد، حداقل عرض کف کانال، به لحاظ اجرا و نگهداری، ۴ متر و حداقل عـمق جـریان آب ۳۰ سـانتیمتر درنظرگرفته می‌شود.

### ۸-۹-۲-۳ مقطع مستطیل شکل

در موردهای نادری که محدودیت حریم راه وجـوددارد، مـی‌توان کانال‌های مستطیل شکل را برای هدایت جریان آب‌های سـطحی با دبی زیـاد درنـظرگرفت. مـمکن است در بـعضی مـوردها بـین سواره‌رو و کانال، جان‌پناه فلزی یا بتنی بکاربرد.

قسمتی از اضافه هزینه کانال‌های بـا مـقطع مسـتطیل شکـل، بـا کاهش حریم راه و حجم خاکبرداری کانال جبران می‌شود.

### ۸-۹-۳ طرح هیدرولیکی کانال

طرح هیدرولیکی کانال‌ها به علت آنکه با اکثر ابنیه فـنی تـخلیه آب‌هـای سـطحی راه، ارتـباط مـتقابل دارد از اهـمیت ویـژه‌ای برخوردار است.

اصول هـیدرولیکی بـر یکـنواخت فـرض‌کردن جـریان پـایدار مبتنی است. در جریان‌های پایدار یکنواخت، عمق و دبی جـریان

برحسب زمان ثابت است در نتیجه در طراحی کانال، شکل، ابعاد، شیب طولی و زبری پوشش مقطع آن ثابت است.

### ۸-۹-۳-۱ رابطه مانینگ

رابطه‌های تجربی زیادی برای محاسبه سرعت متوسط کانال‌های باز بدست آمده که رابطه مانینگ یکی از این رابطه‌ها است. رابطه مانینگ متکی برفرض یکنواخت‌بودن جریان آب‌های سطحی است.

محاسبه سرعت متوسط جریان آب‌های سطحی برای یک کانال باز به وسیله رابطه مانینگ بشرح زیر است.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

V = سرعت میانگین (متر برثانیه)

n = ضریب زبری مانینگ ازجدول ۸-۷

S = شیب کانال (متر برمتر)

R = شعاع هیدرولیکی (متر) = A/wp

A = مساحت سطح مقطع جریان (مترمربع)

wp = محیط ترشده (متر)

### ۸-۹-۳-۲ رابطه پیوستگی

یکی از اصولی که در جریان کانال درنظرگرفته می‌شود پیوستگی جریان است. این اصل، ثابت‌بودن جرم سیال گذرنده در واحد زمان در هر مقطعی از کانال را بیان می‌دارد. رابطه پیوستگی به شکل زیر بیان می‌شود.

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 = \ldots = A_n V_n$$

Q = دبی تخلیه

Ai = مساحت سطح مقطع i

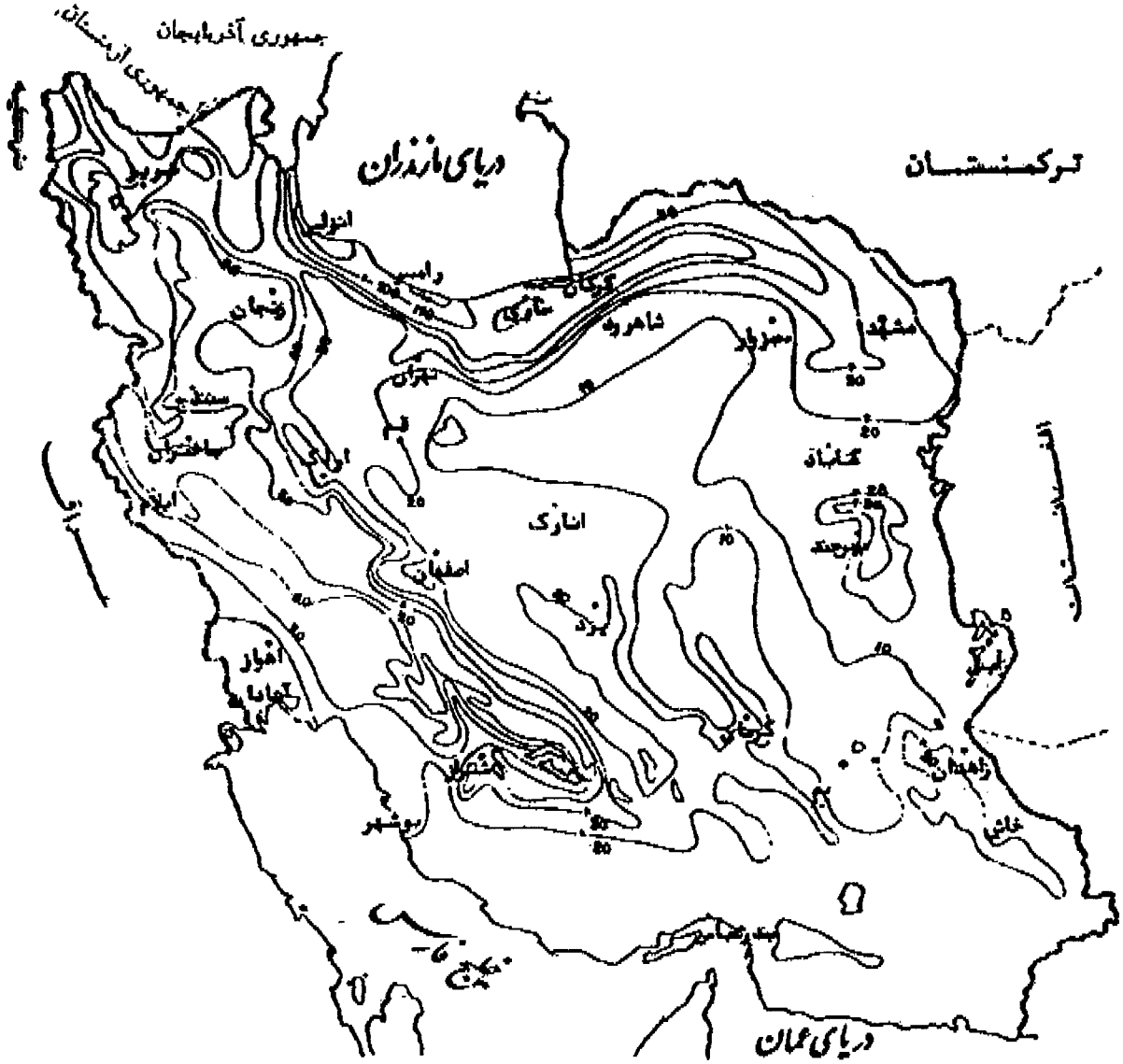
Vi = سرعت متوسط جریان در مقطع i

**جدول ۸-۷ ضریب زبری مانینگ**

| نوع کانال | ضریب زبری n |
|---|---|
| **کانال‌های بدون پوشش** | |
| لوم رسی | ۰/۰۳۳ |
| ماسه | ۰/۰۲ |
| شن | ۰/۰۳ |
| تخته سنگ | ۰/۰۴ |
| **کانال‌های دارای پوشش** | |
| بتن سیمانی | ۰/۰۱۴ |
| بتن آسفالتی | ۰/۰۱۸ |

## ۸-۱۰ اندازه بارش نزولات جوی

برای تعیین متوسط سالیانه بارش نزولات جوی در ایران می‌توان از آمار سازمان هواشناسی کشور و در صورت نبود اطلاعات بهتر از شکل ۸-۴ استفاده کرد.




شکل ۸-۴ خط‌های تراز هم‌باران برحسب سانتیمتر درسال

# واژه‌نامه انگلیسی - فارسی

| | |
|---|---|
| abbreviations | اختصارها |
| accidents | تصادف، حادثه |
| aesthetic factors | عامل‌های زیبایی |
| alignment | مسیر |
| alignment consistency | یکنواختی مسیر، پیوستگی مسیر |
| angle of intersection | زاویه تقاطع |
| area of conflict | سطح برخورد |
| at-grade intersection | تلاقی همسطح، تقاطع همسطح |
| barrier | مانع |
| basin | حوزه آبگیر، حوزه آبریز |
| basin characteristics | خصوصیات حوزه آبگیر، مشخصات حوزه آبریز |
| benefit-cost ratio | نسبت سود به هزینه |
| berm | پلکان خاکی |
| bicycles | دوچرخه |
| bridge | پل |
| bridge approach railings | نرده تقرب پل |
| bridge curbs | جدول بتنی پل |
| bridge decks | دال پل، عرشه پل |
| broken-back curve | پیچ تخت پشت |
| bus | اتوبوس |
| capacity | گنجایش، ظرفیت |
| channel flow | جریان آب در کانال |
| channelization | جریان‌بندی ترافیک |
| classification | طبقه‌بندی، گروه‌بندی |
| clear distance | فاصله باز، فضای آزاد |
| clearance | فضای آزاد، فضای باز |
| coefficient of roughness | ضریب زبری |
| coefficient of runoff | ضریب جاری‌شدن آب باران |
| computer programs | برنامه‌های رایانه‌ای |
| concentrated flow | جریان متمرکز |
| concentration | تمرکز |
| concrete | بتن |
| concrete barriers | جان‌پناه بتنی |
| construction | ساخت، ساختمان |
| contour grading | نمایش شیب‌بندی با خطوط تراز |
| conventional highways | راه‌های معمولی |
| cost analysis | تجزیه و تحلیل هزینه‌ها |
| crest | قله |
| critical | بحرانی |
| critical depth | عمق بحرانی |
| critical flow | جریان بحرانی |
| critical slope | شیب بحرانی |
| critical velocity | سرعت بحرانی |
| cross drainage | تخلیه عرضی آب |
| cross section | مقطع عرضی |
| cross slope | شیب عرضی |
| crossing | تلاقی، تقاطع |
| crown | تاج در مقطع عرضی راه |
| culvert | آبرو، کالورت، کانال کوچک زیرگذر |

| | |
|---|---|
| curvature | پیچ، انحنا |
| curve central angle | زاویه داخلی پیچ، زاویه داخلی قوس افقی |
| curve | پیچ، قوس افقی |
| cut widening | تعریض ترانشه |
| decision sight distance | فاصله دید تصمیم، فاصله دید انتخاب |
| definition | تعریف |
| delay | تأخیر، دیرکرد |
| density | تراکم، فشردگی |
| depressed grade line | خط شیب فرورفته |
| design discharge | حجم تخلیه طراحی |
| design | طرح |
| design flood | سیلاب طرح |
| design frequency | دوره بازگشت سیلاب طرح |
| design daily volume | حجم روزانه طرح |
| design objectives | هدف‌های طرح |
| design period | دوران طرح، دورهٔ طرح |
| design responsibility | مسئولیت طراحی |
| design speed | سرعت طرح، سرعت طراحی |
| design storm | سیلاب طرح |
| design vehicle | خودروی طرح |
| detour | راه انحرافی |
| discharge | حجم تخلیه آب |
| discharge estimating | برآورد حجم تخلیه آب |
| discharge peak | بزرگترین حجم تخلیه آب |
| distance | فاصله، مسافت |
| ditch | قنو، جوی آب، نهر |
| ditch slope | شیب نهر |
| drain slope | شیب مسیر تخلیه آب |
| drainage | تخلیه آب |
| drainage coefficient | ضریب تخلیه |
| easement | نگهداری حریم |
| economic analysis | تجزیه و تحلیل اقتصادی |
| economic studies | مطالعات اقتصادی |
| economics of design | اقتصاد طراحی |
| elevated structure | سازه بالای زمین (مانند پل) |
| environment | محیط |
| equipment crossing | عبور عرضی ماشین‌آلات |
| erosion | فرسایش خاک |
| erosion vegetative control | کنترل فرسایش خاک با گیاه‌کاری |
| erosion control | کنترل فرسایش خاک |
| factor | عامل |
| field investigations | بررسی محلی |
| flared end section | بخش کم‌کردن عرض مسیر |
| flood | سیل، سیلاب |
| flood design | طراحی برای سیلاب |
| flood design criteria | ضابطه‌های طراحی برای سیلاب |
| flood maximum historical | حداکثر سیلاب گذشته |
| flood measurement | اندازه‌گیری سیلاب |
| flood plain | سطح آبگیر |
| friction factors | ضریب اصطکاک |
| gap | فاصله آزاد بین دو خودرو |
| geometric design | طرح هندسی |
| grade | شیب، درجهٔ شیب |

| | |
|---|---|
| grade line | خط شیب، خط پروژه |
| gravity wall | دیوار وزنی |
| guardrail | جان‌پناه فلزی |
| guide | راهنما، رهنمود |
| gutter | جوی، نهر |
| head wall | دیوار پل |
| headlight glare | خیرگی ناشی از نور چراغ جلوی خودرو |
| headlight sight distance | فاصله دید نور چراغ خودرو |
| highway | راه، جاده |
| highway geometric design | طرح هندسی راه |
| horizontal | افقی |
| horizontal alignment | مسیر افقی، پلان |
| horizontal clearance | عرض آزاد، فضای باز عرضی |
| hydraulic radius | شعاع ترشده |
| hydrograph | آبنمود، هیدروگراف، باران‌نگار |
| hydrograph methods | روش استفاده از آبنمود |
| hydrological analysis | تجزیه و تحلیل بارندگی |
| infiltration | نفوذ |
| initial construction | ساخت اولیه |
| inlet | دهانه آبرو |
| intersection | تقاطع، چندراهی |
| irrigation | آبیاری |
| landscape | منظره |
| lane | خط عبور |
| left-turn | گردش چپ |
| local road | راه‌روستایی، راه محلی |
| longitudinal profile | نیمرخ طولی مسیر |
| major highway | راه اصلی |
| mandatory | اجباری |
| markers | علامت‌ها، مشخص‌کننده‌ها |
| mean velocity | میانگین سرعت |
| meteology | هواشناسی |
| minimum | حداقل، کمینه، کمترین |
| minimum turning radius | کمترین شعاع گردش، حداقل شعاع قوس |
| national highway network | شبکه راه‌های ملی |
| national highway system | سیستم راه‌های ملی |
| nonmotorized traffic | ترافیک غیرموتوری |
| objectives | هدف‌ها |
| objectives of design | هدف‌های طراحی |
| open channel | نهرهای باز، کانال‌های روباز |
| overcrossing | عبور از رو، گذر از رو، روگذر |
| overland flow | جریان آب در روی زمین |
| overpass | روگذر |
| painting | خط‌کشی |
| passenger car | سواری |
| passing sight distance | فاصله دید برای سبقت |
| pedestrian | پیاده |
| pedestrian access | دسترسی پیاده |
| period | دوره، تناوب |
| pipe | لوله |
| planting | گیاه‌کاری، بوته‌کاری، درخت‌کاری |
| points of conflict | نقاط برخورد |
| pollution | آلودگی |
| precipitation | باران و برف، نزولات جوی |
| private road | راه اختصاصی |

| | |
|---|---|
| منطقه روستایی | rural area |
| راه روستایی | rural road |
| ایمنی | safety |
| فرورفتگی | sag |
| ارزش پس‌مانده | salvage value |
| منظره‌دار، خوش منظره | scenic |
| راه خوش منظره | scenic highway |
| ارزش‌های منظره | scenic values |
| راه‌های فرعی | secondary road |
| عمر خدمت‌دهی، عمر سرویس | service life |
| مارپیچ | serpentine |
| شانه | shoulder |
| قنو، جوی‌جانبی، نهرجانبی | side ditch |
| پیاده‌رو | sidewalk |
| فاصله دید، مسافت دید | sight distance |
| کنترل با چراغ راهنمایی | signal control |
| تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی | signalized intersection |
| علایم، تابلوها | signs |
| عبور یک خطه، یک خطه | single lane |
| انتخاب محل | site selection |
| اریب، کج، مایل | skew |
| زاویه اریب | skew angle |
| شیب | slope |
| فاصله مابین | spacing |
| سرعت، تندی | speed |
| حلزونی، کلوتوئید | spiral |
| اتصال تدریجی حلزونی(کلوتوئید) | spiral transition |
| مرحله‌بندی ساخت، ساخت مرحله‌ای | stage construction |
| گردش‌های ممنوع | prohibited turns |
| لایه حفاظتی | protective coating |
| راه‌های عمومی | public road |
| شعاع | radius |
| نرده‌کشی | railings |
| راه‌آهن | railroad |
| تلاقی راه‌آهن | railroad crossings |
| میزان باران، بارش | rainfall |
| تجزیه و تحلیل نرخ بازده | rate of return analysis |
| روش تجربی، روش سنتی | rational methods |
| تجدید ساختمان، دوباره سازی | reconstruction |
| سیاست‌های بهسازی و توسعه | rehabilitation strategies |
| دیوار حایل | retaining wall |
| حوضچه تأخیری | retention basin |
| دیوار بازگشت | return wall |
| تجدید گیاه‌کاری، دوباره سبزکردن | revegetation |
| پیچ معکوس، پیچ اس | reversing curve |
| فاصله بین دو حد حریم راه | right of way |
| گردش به‌راست | right-turn |
| حفاظت با سنگ‌چین، سنگ‌چین‌کردن شیب | riprap |
| راه، جاده | road |
| بستر راه | roadbed |
| کف راه، سطح راه | roadway |
| نیمرخ طولی موج‌دار | rolling profile |
| ناهمواری راه | roughness |
| سرعت حرکت | running speed |
| مدت حرکت، زمان حرکت، زمان سفر بدون احتساب توقف | running time |

| | |
|---|---|
| statistical methods | روش‌های آماری |
| steel barriers | جان‌پناه فلزی |
| steel structure | سازه فلزی |
| stepped slopes | شیب‌بندی پلکانی، سراشیبی پلکانی |
| stopping sight distance | فاصله دید توقف، مسافت دید توقف |
| storm | رگبار، بارندگی شدید |
| superelevation | بربلندی، دِور |
| surface | سطح، رویه |
| surface runoff | جریان آب سطحی |
| taper | لچکی |
| threecenter curve | پیچ سه مرکزی، قوس سه مرکزی |
| time of concentration | زمان تمرکز، مدت تمرکز |
| tow-lane highway | راه دوخطه |
| traffic | ترافیک، تردد |
| traffic Islands | جزیره‌های ترافیکی |
| traffic control devices | علایم کنترل ترافیک |
| traffic devices | علایم ترافیک |
| traffic marking | خط‌کشی ترافیکی |
| trailer | تریلی یدک، اتاقک سیار |
| transition | تغییر تدریجی، اتصال تدریجی |
| transversal | عرضی |
| truck | کامیون |
| truck trailer | کامیون با یدک، کامیون یدک‌دار |
| turning radius | شعاع گردش |
| turning templates | الگوهای گردش |
| turning traffic | ترافیک گردشی |
| undercrossing | عبور از زیر |
| underpass | زیرگذر |
| undivided highways | راه‌های جدانشده |
| urban areas | منطقه شهری |
| utilities | تسهیلات مصرفی (آب، برق، گاز و تلفن) |
| vehicle spacing | فاصله بین دو خودرو |
| vertical clearance | ارتفاع آزاد |
| vertical curves | خم‌ها، قوس‌های قائم |
| vertical signs | علایم قائم |
| vista points | نقاط دارای محل توقف برای دید منظره |
| walkways | پیاده‌رو |
| wall | دیوار |
| water pollution | آلودگی آب |
| widening | تعریض، اضافه‌کردن عرض |
| width on curves | عرض پیچ، پهنای قوس |

# واژه‌نامه فارسی - انگلیسی

| | |
|---|---|
| آبرو | culvert |
| آبنمود | hydrograph |
| آبیاری | irrigation |
| آزادراه | freewaay |
| آلودگی | pollution |
| آلودگی آب | water pollution |
| اتاقک سیار | trailer |
| اتصال تدریجی | transition |
| اتصال تدریجی حلزونی | spiral transition |
| اتوبوس | bus |
| اجباری | mandatory |
| اختصارها | abbreviations |
| ارتفاع آزاد | vertical clearance |
| ارزش پس‌مانده | salvage value |
| ارزش‌های منظره | scenic values |
| اریب | skew |
| اضافه‌کردن عرض | widening |
| افقی | horizontal |
| اقتصاد طراحی | economics of design |
| الگوهای گردش | turning templates |
| انتخاب محل | site selection |
| انحنا | curvature |
| اندازه‌گیری سیلاب | flood measurement |
| ایمنی | safety |
| باران‌نگار | hydrograph |
| باران و برف | precipitation |
| بارش | rainfall |
| بارندگی شدید | storm |
| بررسی محلی | field investigations |
| بتن | concrete |
| بحرانی | critical |
| برآورد حجم تخلیه آب | discharge estimating |
| بربلندی | superelevation |
| برنامه‌های رایانه‌ای | computer programs |
| بزرگترین حجم تخلیه آب | discharge peak |
| بزرگراه | expressway |
| بستر راه | roadbed |
| بوته‌کاری | planting |
| عامل | factor |
| پلان | horizontal alignment |
| پل | bridge |
| پلکان خاکی | berm |
| پهنای قوس | width on curves |
| پیاده | pedestrian |
| پیاده‌رو | sidewalk, walkway |
| پیچ | curvature, curve |
| پیچ اس | reversing curve |
| پیچ تخت پشت | broken-back curve |
| پیچ سه مرکزی | threecenter curve |
| پیچ معکوس | reversing curve |
| پیوستگی مسیر | alignment consistency |
| تابلوها | signs |
| تاج در مقطع عرضی راه | crown |
| تأخیر | delay |

| | |
|---|---|
| تجدید ساختمان | reconstruction |
| تجدید گیاه‌کاری | revegetation |
| تجزیه و تحلیل اقتصادی | economic analysis |
| تجزیه و تحلیل بارندگی | hydrological analysis |
| تجزیه و تحلیل نرخ بازده | rate of return analysis |
| تجزیه و تحلیل هزینه‌ها | cost analysis |
| تخلیه آب | drainage |
| تخلیه عرضی آب | cross drainage |
| ترافیک غیرموتوری | nonmotorized traffic |
| ترافیک گردشی | turning traffic |
| تراکم | density |
| تردد | traffic |
| تریلی یدک | trailer |
| تسهیلات مصرفی (آب، برق، گاز و تلفن) | utilities |
| تصادف | accident |
| تعریض | widening |
| تعریض ترانشه | cut widening |
| تعریف | definition |
| تغییر تدریجی | transition |
| تقاطع | crossings, intersection |
| تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی | signalized intersection |
| تقاطع همسطح | at-grade intersection |
| تلاقی | crossings |
| تلاقی راه‌آهن | railroad crossings |
| تلاقی همسطح | at-grade intersection |
| تمرکز | concentration |
| تناوب | period |
| تندراه | expressway |
| تندی | speed |

| | |
|---|---|
| جاده | highway, road |
| جان‌پناه بتنی | concrete barriers |
| جان‌پناه فلزی | guardrail, steel barriers |
| جدول بتنی پل | bridge curbs |
| جریان آب در روی زمین | overland flow |
| جریان آب در کانال | channel flow |
| جریان آب سطحی | surface runoff |
| جریان بحرانی | critical flow |
| جریان‌بندی ترافیک | channelization |
| جریان متمرکز | concentrated flow |
| جزیره جداکننده | refuge area |
| جزیره‌های ترافیکی | traffic Islands |
| جوی | gutter |
| جوی آب | ditch |
| جوی جانبی | side ditch |
| چندراهی | intersection |
| حادثه | accident |
| حجم تخلیه آب | discharge |
| حجم تخلیه طراحی | design discharge |
| حجم ساعتی | hourly volume |
| حجم ساعتی طرح | design hourly volume |
| حداقل | minimum |
| حداقل شعاع قوس | minimum turning radius |
| حداکثر سیلاب گذشته | flood maximum historical |
| حرکت‌های اصلی | major movements |
| حفاظت با سنگ‌چین | riprap |
| حلزونی | spiral |
| حوزه آبریز | basin |
| حوزه آبگیر | basin |

| | |
|---|---|
| حوضچه تأخیری | retention basin |
| خصوصیات حوزه آبگیر | basin characteristics |
| خط پروژه | grade line |
| خط شیب | grade line |
| خط شیب فرورفته | depressed grade line |
| خط عبور | lane |
| خط‌کشی | painting |
| خط‌کشی ترافیکی | traffic marking |
| خم | vertical curve |
| خودروی طرح | design vehicle |
| خوش منظره | scenic |
| خیرگی ناشی از نور چراغ جلوی خودرو | headlight glare |
| دال پل | bridge deck |
| درجهٔ شیب | grade |
| دسترسی | access |
| دسترسی پیاده | pedestrian access |
| دوباره سازی | reconstruction |
| دوباره سبزکردن | revegetation |
| دوچرخه | bicycle |
| دِور | superelevation |
| دوران طرح | design period |
| دوره | period |
| دوره بازگشت سیلاب طرح | design frequency |
| دورهٔ طرح | design period |
| دهانه آبرو | inlet |
| دیرکرد | delay |
| دیوار | wall |
| دیوار بازگشت | return wall |
| دیوار پل | head wall |
| دیوار حایل | retaining wall |
| دیوار صداگیر | noise barrier |
| دیوار وزنی | gravity wall |
| راه | highway, road |
| راه‌آهن | railroad |
| راه اختصاصی | private road |
| راه اصلی | major highway |
| راه انحرافی | detour |
| راه بیابانی | rural road |
| راه خوش منظره | scenic highway |
| راه دوخطه | tow-lane highway |
| راه روستایی | local road |
| راه محلی | local road |
| راهنما | guide |
| راه‌های جدانشده | undivided highways |
| راه‌های عمومی | public road |
| راه‌های فرعی | secondary road |
| راه‌های معمولی | conventional highways |
| رگبار | storm |
| روش استفاده از آبنمود | hydrograph methods |
| روش تجربی | empirical methods, rational methods |
| روش سنتی | rational methods |
| روش‌های آماری | statistical methods |
| روگذر | overpass, overcrossing |
| رویه | surface |
| رهنمود | guide |
| زاویه اریب | skew angle |
| زاویه تقاطع | angle of intersection |
| زاویه داخلی پیچ | curve central angle |

| | |
|---|---|
| زاویه داخلی قوس افقی | curve central angle |
| زمان تمرکز | time of concentration |
| زمان حرکت | running time |
| زمان سفر بدون احتساب توقف | running time |
| زیرگذر | underpass |
| ساخت | construction |
| ساخت اولیه | initial construction |
| ساختمان | construction |
| ساخت مرحله‌ای | stage construction |
| سازه بالای زمین (مانند پل) | elevated structure |
| سازه فلزی | steel structure |
| سازه‌های جدایی عمودی دو مسیر | grade separation structures |
| سراشیبی پلکانی | stepped slopes |
| سرعت | speed |
| سرعت بحرانی | critical velocity |
| سرعت حرکت | running speed |
| سرعت طراحی | design speed |
| سرعت طرح | design speed |
| سطح | surface |
| سطح برخورد | area of conflict |
| سطح راه | roadway |
| سطح آبگیر | flood plain |
| سنگ‌چین‌کردن شیب | riprap |
| سواری | passenger car |
| سیاست‌های بهسازی و توسعه | rehabilitation strategies |
| سیستم راه‌های ملی | national highway system |
| سیلاب | flood |
| سیلاب طرح | design flood, design storm |
| سیل | flood |
| شانه | shoulder |
| شبکه راه‌های ملی | national highway network |
| شعاع | radius |
| شعاع ترشده | hydraulic radius |
| شعاع گردش | turning radius |
| شیب | grade, slope |
| شیب بحرانی | critical slope |
| شیب‌بندی پلکانی | stepped slopes |
| شیب عرضی | cross slopes |
| شیب مسیر تخلیه آب | drain slope |
| شیب نهر | ditch slope |
| ضریب اصطکاک | friction factors |
| ضریب تخلیه | drainage coefficients |
| ضریب جاری‌شدن آب باران | coefficient of runoff |
| ضریب زبری | coefficient of roughness |
| ضوابط طراحی برای سیلاب | flood design criteria |
| طبقه‌بندی | classification |
| طراحی برای سیلاب | flood design |
| طرح هندسی | geometric design |
| طرح هندسی راه | highway geometric design |
| ظرفیت | capacity |
| عامل | factor |
| عامل‌های زیبایی | aesthetic factors |
| عبور از رو | overcrossing |
| عبور از زیر | undercrossing |
| عبور عرضی ماشین‌آلات | equipment crossing |
| عبور یک خطه | single lane |
| عرشه پل | bridge decks |

| | |
|---|---|
| عرض آزاد | horizontal clearance |
| عرض پیچ | width on curves |
| عرضی | transversal |
| علامت‌ها | markers |
| علایم | signs |
| علایم ترافیک | traffic devices |
| علایم قائم | vertical signs |
| علایم کنترل ترافیک | traffic control devices |
| عمر خدمت‌دهی | service life |
| عمر سرویس | service life |
| عمق بحرانی | critical depth |
| فاصله | distance |
| فاصله آزاد بین دو خودرو | gap |
| فاصله باز | clear distances |
| فاصله بین دو حد حریم راه | right of way |
| فاصله بین دو خودرو | vehicle spacing |
| فاصله دید | sight distance |
| فاصله دید انتخاب | decision sight distance |
| فاصله دید برای سبقت | passing sight distance |
| فاصله دید تصمیم | decision sight distance |
| فاصله دید توقف | stopping sight distance |
| فاصله دید نور چراغ خودرو | headlight sight distance |
| فاصله زمانی بین سپر جلو دو خودروی پشت سر هم | headway |
| فرسایش خاک | erosion |
| فرورفتگی | sag |
| فشردگی | density |
| فضای آزاد | clear distance, clearance |
| فضای باز | clear distance, clearance |
| فضای باز عرضی | horizontal clearance |
| قله | crest |
| قنو | ditch, gutter, side ditch |
| قوس افقی | curve |
| قوس سه مرکزی | threecenter curve |
| قوس قائم | vertical curve |
| کالورت | culvert |
| کامیون | truck |
| کامیون یدک‌دار | truck trailer |
| کانال کوچک زیرگذر | culvert |
| کانال‌های روباز | open channel |
| کج | skew |
| کف راه | roadway |
| کلوتوئید | spiral |
| کمترین | minimum |
| کمترین شعاع گردش | minimum turning radius |
| کم‌کردن عرض خط عبور | funneling |
| کمینه | minimum |
| کنترل آلودگی | control of pollution |
| کنترل فرسایش خاک | erosion control |
| کنترل فرسایش خاک با گیاه‌کاری | erosion vegetative control |
| گذر از رو | overcrossing |
| گردش به‌چپ | left turn |
| گردش به‌راست | right turn |
| گردش‌های ممنوع | prohibited turns |
| گروه‌بندی | classification |
| گنجایش | capacity |
| گیاه‌کاری | planting |

| | |
|---|---|
| لایه حفاظتی | protective coating |
| لچکی | taper |
| لوله | pipe |
| مارپیچ | serpentine |
| مانع | barriers |
| مایل | skew |
| محیط | environment |
| مدت تمرکز | time of concentration |
| مدت حرکت | running time |
| مرحله‌بندی ساخت | stage construction |
| مسئولیت طراحی | design responsibility |
| مسافت | distance |
| مسافت دید | sight distance |
| مسافت دید توقف | stopping sight distance |
| مسیر | alignment |
| مسیر افقی | horizontal alignment |
| مشخصات حوزه آبریز | basin characteristics |
| مشخص‌کننده‌ها | markers |
| مطالعات اقتصادی | economic studies |
| مقطع عرضی | cross section |
| منطقه روستایی | rural area |
| منطقه شهری | urban area |
| منظره | landscape |
| منظره‌دار | scenic |
| میانگین سرعت | mean velocity |
| میزان باران | rainfall |
| ناهمواری راه | roughness |
| نرده تقرب پل | bridge approach railing |
| نرده‌کشی | railing |
| نزولات جوی | precipitation |
| نسبت سود به هزینه | benefit-cost ratio |
| نفوذ | infiltration |
| نقاط برخورد | points of conflict |
| نقاط دارای محل توقف برای دید منظره | vista points |
| نگهداری حریم | easement |
| نمایش شیب‌بندی با خطوط تراز | contour grading |
| نمودار باران | hydrograph |
| نهر | ditch, gutter |
| نهر جانبی | side ditche |
| نهرهای باز | open channel |
| نیمرخ طولی مسیر | longitudinal profile |
| نیمرخ طولی موج‌دار | rolling profile |
| هدف | objective |
| هدف‌های طراحی | objectives of design |
| هدف‌های طرح | design objectives |
| هواشناسی | meteorology |
| هیدروگراف | hydrograph |
| یک خطه | single lane |
| یکنواختی مسیر | alignment consistency |

# فهرست راهنما


**الف**

آبرو ۲-۲،۵-۵،۳۰-۵،۳۸-۶،۳-۸،۶-۸،۱۱

امتداد شیب‌طولی ۸-۱۲

انواع ۸-۱۲

دهانه آبرو ۸-۶

طرح ورودی ۸-۱۲

طرح هیدرولیکی ۸-۱۲

طول ۸-۱۳

قطر ۸-۱۳

آب‌نما ۲-۲،۸-۳

آب‌نمالوله ۲-۲،۸-۳

آبنمود(هیدروگراف) ۸-۵

آبنمود سیلاب ۸-۶

آب‌های زیرسطحی ۸-۵

آزادراه ۱-۱

آشتو ۲-۱

ابنیه فنی ۲-۲،۵-۱،۶-۱۰،۶-۱۲

جمع‌آوری و تخلیه‌آب ۴-۸،۵-۱۶،۵-۳۰،۵-۳۸،۸-۱،
۸-۷،۸-۹،۸-۱۱،۸-۱۵

اتصال

تدریجی ۵-۱۶،۵-۲۵،۵-۲۸،۷-۲۴

راه به راه‌های موجود ۵-۳۵،۷-۲،۷-۲۲

اجباری

معیارهای ۱-۲

اجتماعی

ارزش‌ها ۱-۱

اثرها ۱-۱

اختصارها ۲-۱

ارتفاع

آزاد ۱-۲،۴-۱،۵-۷،۶-۱۰

آزاد پل ۵-۳۶

خاکریز ۵-۶،۶-۵

افزایش عرض راه ۵-۳۵

اقتصادی

اثرها ۱-۱

مقایسه ۵-۳۰

نگرش‌ها ۲-۴

امتداد شیب طولی آبرو ۸-۱۲

انتخاب

دبی سیلاب طرح ۸-۱۴

درجه‌راه ۴-۶

دوره بازگشت سیلاب ۸-۲،۸-۱۱

سرعت طرح ۴-۲،۴-۶

شیب ۵-۳۰

طول آبرو ۸-۱۳

قطر آبرو ۸-۱۳

اندازه

بارش نزولات جوی ۸-۱۶

حداکثر بربلندی ۵-۱۳

خاکبرداری ۶-۵

خاکریزی ۶-۴

شیب شیروانی ۶-۱

ضریب اصطکاک جانبی مجاز ۵-۲،۵-۱۳،۵-۲۴

انواع
آبرو ۸-۱۲
تقاطع ۷-۲
جان‌پناه ۶-۸
چهارراه ۷-۳
حریم ۶-۸
خم سهمی ۵-۳۱
خم کاسه‌ای ۵-۳۲
خم گنبدی ۵-۳۲
دوران بربلندی ۵-۱۵
دیوار حایل ۵-۳۶
روش طراحی تقاطع ۷-۱۰
سطوح برخورد ۷-۹
سه‌راهی ۷-۲
فاصله دید ۵-۱
مقطع کانال ۸-۱۴
اهمیت
انتخاب سرعت طرح ۴-۷
تقاطع ۷-۸
طراحی ۷-۱.
ای دی تی ۲-۱
ای ای دی تی ۲-۱
ایمنی ۱-۱،۵-۱۳،۵-۲۴،۵-۳۴،
۶-۱،۶-۴،۶-۱۰،۸-۱۴

ب
بتنی
جان‌پناه ساده ۵-۳۸
ب ث اِ اُ اِم ۱-۱
بربلندی ۲-۲
انواع دوران ۵-۱۵
پیچ مرکب ۵-۱۷
پیچ معکوس ۵-۲۴
تعیین میزان ۵-۱۷
روش اعمال ۵-۱۶
روش تامین ۵-۱۵
شرایط جوی ۵-۱۴
طول تامین ۵-۱۶
محدودیت اعمال ۵-۱۶
برنامه و بودجه ۱-۱
بزرگترین شیب ۳-۱
بستر روسازی راه ۲-۲

پ
پایاب ۸-۱۱
پستی و بلندی ۴-۷
پل ۲-۲،۵-۳۶
ارتفاع آزاد ۵-۳۶
در پیچ ۵-۲۷
روگذر ۶-۱۰
زیرگذر ۶-۱۰
شیب عرضی ۵-۳۶
عرض ۵-۳۶
عرض آزاد ۵-۳۶
پیچ
تخت پشت ۵-۲۶
تعریض ۵-۲۷
تقاطع ۷-۲۲

حداقل فاصله ۵-۲۶
حداقل فاصله آزاد جانبی ۵-۹
حداقل فاصله دید توقف ۵-۷
حداقل طول مطلق ۵-۲۵
حداقل طول مطلوب ۵-۲۵
ساده ۷-۲۳
شعاع ۵-۵،۹-۲۴
طول ۵-۲۸
مرکب ۵-۲۴،۵-۲۸-۷،۲۳
معکوس ۵-۲۴
نحوه تعریض ۷-۲۴

**ت**

تبخیر ۸-۵
تجزیه و تحلیل هیدرولوژیکی ۸-۳
تخلیه آب‌های سطحی
تخمین دبی اوج ۸-۱۰
خاکبرداری ۸-۳
خاکریزی ۸-۳
راه ۸-۵
سواره‌رو ۸-۱
تخمین دبی اوج رواناب سطحی ۸-۱۰
ترافیک ۲-۳
اصول جریان‌بندی ۷-۸
جزیره‌های ۷-۱۱
عامل ۷-۱،۸-۷
علایم ۲-۴
گردشی ۷-۲
متوسط روزانه یکسال ۲-۳
معیارهای طراحی جریان‌بندی ۷-۱۱
نصب علائم ۷-۸
ترانشه ۵-۳۴
تعریف‌ها ۲-۱
تعریض
ترانشه
پیچ ۵-۵،۲۷-۲۹
تعیین دبی سیلاب ۸-۳
تغییرات تدریجی عرض راه ۵-۳۵
تقاطع ۲-۳،۷-۱
اصول طراحی ۷-۱،۷-۸
انواع ۷-۲
اهمیت ۷-۸
بدون کنترل ۷-۱۳
پیچ ۷-۲۲
تأثیر زاویه ۷-۱۹
تأثیر شیب ۷-۲۰
حداقل شعاع گردش ۴-۱
حداقل فاصله دید ۷-۱۵
راه-راه‌آهن ۷-۳
زاویه ۷-۱،۷-۱۰-۷،۱۹
سطح ۲-۳
سطوح برخورد ۷-۹
شاخه ۷-۱،۷-۸،۷-۱۰،۷-۱۲
عامل‌ها ۷-۱
فاصله دید ۷-۴،۷-۱۲
فاصله دید حرکت ایمن ۷-۱۲،۷-۱۵
فاصله دید حرکت مستقیم ۷-۱۵
فاصله دید تشخیص ۷-۱۲

فاصله دید گردش‌به‌چپ ۷-۱۷
فاصله دید گردش‌به‌راست ۷-۲۱
کنترل مسیر فرعی ۷-۱۵
مثلث فاصله دید ۷-۱۴
نقاط برخورد ۷-۱۱
توصیه معیارها ۱-۱،۱-۲

## ج

جان‌پناه
بتنی ۶-۸
فلزی ۶-۸
و نرده در دیوار حایل ۵-۳۸
جزیره‌های
ترافیکی ۷-۱۱،۷-۲۴،۷-۲۶
گردشی ۷-۲،۷-۲۶
هدایت‌کننده ۷-۱۱،۷-۲۴
جوی ۶-۳

## ح

حاشیه راه ۲-۲
حالت خاص خاکبرداری ۶-۵
حجم
ترافیک روزانه ۲-۴
متوسط ترافیک روزانه ۲-۳
ترافیک طرح ۲-۴
سیلاب ۸-۵
حداقل
اندازه‌های طرح گردش به راست ۷-۲۷
شعاع پیچ بدون کلوتوئید ۵-۲۶
شعاع خم دایره‌ای ۵-۸
شعاع گردش در تقاطع‌ها ۴-۱
شعاع مارپیچ ۵-۲۹
شیب طولی راه ۵-۳۰
شیب عرضی راه ۹-۱
ضریب اصطکاک ۵-۲۴
طرح پیچ ۷-۲۳
طول خم‌کاسه‌ای ۵-۵،۵-۳۳
طول خم‌گنبدی ۵-۳،۵-۱۰،۵-۳۳
طول ضلع جزیره ۷-۲۴
طول منحنی کلوتوئید ۵-۲۶
عرض خط گردش ۷-۲۴
فاصله آزاد جانبی ۵-۹
فاصله دید ایمن در تقاطع ۷-۱۵
فاصله دید توقف ۱-۲،۵-۲،۵-۳۲
فاصله دید سبقت ۵-۱۰
عقب‌نشینی برای قوس مرکب در تقاطع‌ها ۷-۲۵
مطلق طول ۵-۲۵
مطلوب طول ۵-۲۵
حداکثر
برلندی ۵-۱۳،۵-۲۴
برلندی مجاز ۵-۱۷،۵-۲۰،۵-۲۲
شیب طولی راه ۵-۳۰
ضریب اصطکاک جانبی ۵-۲۴
حریم
راه ۵-۳۰،۶-۹
راه در داخل روستا ۶-۹
راه روستایی ۶-۸
کمیسیون ۶-۸

حوزه آبگیر
ارتفاعات ۸-۴
بهره‌وری زمین ۸-۴
خاک‌شناسی و زمین شناسی ۸-۴
شکل ۸-۴
شیب ۸-۴
موقعیت جغرافیایی ۸-۴
نگهداشت سطحی ۸-۴
ویژگی‌ها ۸-۴

## خ

خط‌کشی ۲-۴
خط‌هم‌تراز باران ۸-۱۷
خم
کاسه‌ای ۵-۲۴،۵-۳۲
گنبدی ۵-۱۰،۵-۳۲،۵-۳۵
خودرو طرح
مسیر گردش اتوبوس ۴-۲،۴-۴
مسیر گردش سواری ۴-۱،۴-۳
مسیر گردش تریلی بزرگ ۴-۲،۴-۵

## د

دبی
اوج رواناب سطحی ۸-۵،۸-۱۰
تعیین ۸-۳
سیلاب ۸-۳،۸-۶،۸-۱۴
ضابطه‌های مربوط به تخمین ۸-۵
درجه‌بندی راه ۳-۱،۳-۲
درصد خودروهای سنگین و کندرو ۵-۱۳
دسترسی راه‌روستایی به
آزادراه ۳-۱
راه‌اصلی ۳-۱،۳-۲
راه‌فرعی ۳-۱،۳-۲
دهانه آبرو ۸-۶
دید
انتخاب ۵-۱۱
ایمن در تقاطع ۷-۱۲،۷-۱۵
ترمز ۵-۱
تشخیص ۷-۱۲
توقف ۵-۱
توقف در پیچ ۵-۷،۷-۱۳
توقف در خم کاسه‌ای ۵-۲،۵-۶
توقف در خم گنبدی ۵-۲،۵-۴
حرکت ایمن ۷-۱۲،۷-۱۵
حرکت مستقیم در تقاطع ۷-۱۵
سبقت ۵-۸،۵-۱۰
گردش‌به‌چپ ۷-۱۷
گردش‌به‌راست ۷-۲۱
مثلث ۲-۳
دیوار
حایل ۵-۳۶
با پشت‌بند ۵-۳۶
جان‌پناه ۵-۳۸،۶-۸
زهکشی ۵-۳۸
طره‌ای ۵-۳۶
طره‌ای پاشنه‌دار ۵-۳۶
فاصله لبه سواره رو ۶-۱۰
وزنی ۵-۳۶

## ر

رابطه
پیوستگی ۸-۱۶
کریچ ۸-۱۶
مانینگ ۸-۱۶
راه
بامانع ۳-۲
بستر روسازی ۲-۲
تپه ماهوری ۳-۱
حاشیه ۲-۲
حریم ۶-۹
شیب عرضی ۶-۱
عرض ۶-۱،۶-۳
درجه‌بندی ۲-۱
دشتی(هموار) ۳-۱
روستایی ۳-۱
شانه ۲-۲
روستایی درجه یک۳-۲
روستایی درجه دو ۳-۲
روستایی درجه سه ۳-۲
کف ۲-۲
کوهستانی ۳-۱
محلی ۳-۱،۳-۲
هموار (دشتی) ۳-۱
راه‌آهن ۵-۳۶
روسازی
شیب عرضی ۶-۱
عرض ۶-۱،۶-۳
روش طراحی تقاطع ۷-۲۰

## ز

زمان جریان آب در
روی زمین ۸-۶
کانال باز ۸-۶
روی زمین و کانال ۸-۶
زمان تمرکز ۸-۶،۸-۷
زمین‌شناسی محل ۴-۷
زهکشی دیوار حایل ۵-۳۸
زیست محیطی ۱-۱

## س

سال طرح ۲-۴
سرعت
حرکت ۲-۴
خودرو ۵-۱،۵-۸
طرح ۱-۲،۲-۴،۴-۲،۴-۷،۵-۲۴
سرمایه‌گذاری ۱-۱
سطوح برخورد در تقاطع ۷-۹
سواره‌رو ۲-۲،۶-۱
روسازی ۶-۱
شیب طولی ۸-۱۴
شیب عرضی ۶-۱
عرض ۶-۱،۶-۳
سواری ۴-۱
سواری معادل ۴-۶
سه‌راهی ساده ۷-۲
سه‌راهی با جزایر ترافیکی ۷-۲

## ش

شانه
- خاکی ۶-۳
- راه ۲-۶،۲-۵

شیب عرضی ۶-۳

عرض ۶-۳

شدت بارندگی ۸-۳

شرایط جوی ۴-۷

شعاع
- پیچ ۵-۲۴
- گردش ۴-۱

شیب
- تدریجی ۵-۳۱
- حوزه آبگیر ۸-۴
- طولی راه ۱-۲،۳-۱،۵-۳۰
- عرضی راه ۱-۲
- عرضی پل ۵-۳۳
- عرضی سواره‌رو ۶-۱
- عرضی سواره‌رو و شانه ۶-۱،۶-۳

شیب طولی و عرضی پله‌های شیروانی ۶-۷

شیروانی
- پلکانی‌کردن ۶-۶
- شیب ۶-۱،۶-۴،۶-۶

## ض

ضریب
- اصطکاک جانبی لاستیک چرخ ۵-۱۳،۵-۲۴
- اصطکاک در امتداد حرکت ۵-۱
- رواناب سطحی ۸-۵

ضابطه‌های
- کلی امتداد افقی مسیر ۵-۲۸
- مربوط به تخمین دبی اوج ۸-۵

## ط

طبقه‌بندی راه ۳-۱

طراحی
- شبکه راه ۳-۱
- هیدرولیکی ۸-۱۴
- هیدرولیکی آبرو ۸-۱۲
- هیدرولیکی کانال ۸-۱۵

طرح
- پیچ ۷-۲۳
- سال ۲-۴
- سرعت ۱-۱،۲-۴،۴-۲،۴-۴،۶-۵،۲۴-۵
- حجم ترافیک ۲-۴
- خودرو ۲-۴
- گردش به راست ۷-۲۷
- ورودی ۸-۱۲
- هندسی ۲-۳
- هیدرولیکی کانال ۸-۱۵

طول
- تأمین بربلندی ۵-۱۶
- پیچ ۵-۲۸
- خم ۵-۳،۵-۳۱
- خم کاسه‌ای ۵-۳۳
- خم گنبدی ۵-۳۲
- خم برای فاصله سبقت در خم‌های گنبدی ۵-۱۰
- لچکی ۵-۳۵

## ع

عرض
آزاد ۲-۲
آزاد پل ۵-۳۶
آزادجانبی ۵-۹
اضافی مجاز ۵-۲۷
پل ۵-۳۶
تغییرهای تدریجی ۵-۳۵
راه ۱-۲
سواره‌رو ۶-۱،۶-۳
شانه راه ۱-۲،۶-۳

## ف

فاصله
آزاد جانبی وسیله‌نقلیه ۵-۲۷
آزاد شیروانی تا حد حریم ۵-۶
بین پیش‌آمدگی جلو وسیله‌نقلیه و محور جلو ۵-۲۷
بین محور جلو و عقب ۵-۲۷
جانبی دیوار حایل از مسیر ۵-۳۸
دید ۴-۱،۵-۱،۷-۴،۱۲-۷
دید انتخاب ۵-۱۱
دید ایمن در تقاطع ۷-۱۲،۱۵-۷
دید ترمز ۵-۱
دید تشخیص ۷-۱۲
دید توقف ۵-۱
دید توقف در پیچ ۵-۷،۱۳-۷
دید توقف در خم کاسه‌ای ۵-۲،۶-۵
دید توقف در خم گنبدی ۵-۲،۴-۵
دید توقف در نقشه‌ها ۵-۱۱
دید حرکت ایمن ۷-۱۲،۱۵-۷
دید حرکت مستقیم ۷-۱۵
دید سبقت ۵-۸،۱۰-۵
دید سبقت در خم گنبدی ۵-۱۰
دید گردش‌به‌چپ ۷-۱۷
دید گردش‌به‌راست ۷-۲۱
فرازآب ۸-۱۱
فلسفه طراحی شبکه ۳-۱

## ق

قرضه و دپو ۴-۸
قوس
اتصال تدریجی ۵-۱۶،۵-۲۶
افقی (پیچ) ۱-۲،۵-۲۴
عمودی (خم) ۱-۲،۵-۳۱
مرکب ۵-۲۴

## ک

کاسه‌ای (خم) ۵-۳۲
کانال ۸-۱۳
انتقال آب‌های سطحی ۸-۱۳
رابطه پیوستگی ۸-۱۶
رابطه کریچ ۸-۱۶
رابطه مانینگ ۸-۱۶
مقطع ذوزنقه‌ای شکل ۸-۱۴
مقطع مثلثی شکل ۸-۱۴
مقطع مستطیلی شکل ۸-۱۴
نگرش ایمنی ۸-۱۵
هیدرولیکی ۸-۱۵

کاهش عرض راه ۵-۳۵
کف راه ۲-۲
کلترنس ۲-۱
کلوتویید ۵-۲۶
کنترل
تقاطع بدون ۷-۱۳
مسیر راه روستایی ۷-۱۳،۷-۱۵

گ

گردش با زاویه قائم ۷-۲۵
گردش به چپ ۷-۱۱،۷-۱۶،۷-۱۸
گردش به راست ۷-۲،۷-۱۱،۷-۱۶،۷-۱۹،۷-۲۴
گروه‌بندی سرعت طرح ۴-۶
گنبدی (خم) ۵-۳۲
گنجایش راه‌روستایی ۲-۱

ل

لچکی ۲-۱

م

مارپیچ ها ۵-۲۹
مبانی طراحی ۴-۱
مثلث دید ۲-۳
مثلث فاصله دید در تقاطع ۷-۱۴
محیط زیست ۱-۱،۴-۸
عدول از معیارها ۱-۲
مسیر
راه روستایی ۷-۱۳،۷-۱۵
گردش اتوبوس ۴-۲،۴-۴
گردش سواری ۴-۱،۴-۳
گردش تریلی بزرگ ۴-۲،۴-۵
ضابطه‌های کلی امتداد افقی ۵-۲۸
کنترل ۷-۱۵
نیمرخ طولی ۵-۳۴
و شیب طولی ۸-۱۴
و شیب طولی کانال ۸-۱۴
مشخصات خودرو طرح پیشنهادی ۴-۲
مشخص ساختن فاصله دید ۵-۱۱
مطالعات هیدرولوژی ۸-۳
معادل اتومبیل سواری ۴-۶
معادله
پیوستگی ۸-۱۶
کریچ ۸-۱۶
مانینگ ۸-۱۶
معیارهای
اجباری ۱-۲
انتخاب شیب ۵-۳۰
توصیه شده ۱-۲
خط‌کشی ۲-۴
سرعت طرح ۴-۶
کنترل‌کننده ۱-۲
کلی نیمرخ طولی مسیر ۵-۳۴
مسیر راه روستایی ۷-۱۳،۷-۱۵
طراحی جریان‌بندی ترافیک ۷-۱۱
مقاطع عرضی ۲-۲
منحنی سهمی ۵-۳۱
منحنی‌های زمان تمرکز ۸-۷
منظرآرایی ۱-۱،۴-۷،۵-۳۸،۶-۷

**ن**

نشریه

آشتو متریک ۱-۱

سازمان برنامه و بودجه ۱-۱

طرح هندسی راه‌های ایالت کالیفرنیا ۱-۱

نقاط برخورد در تقاطع‌ها ۷-۱۱

نگهداری

هزینه ۱-۱

نهر جانبی ۶-۳

نیازی‌های

اجتماعی ۱-۱

اقتصادی ۱-۱

زیست محیطی ۱-۱

نیمرخ عرضی ۶-۱

راه در محل ابنیه فنی ۶-۱۰

راه در محل پل روگذر ۶-۱۰

راه در محل پل زیرگذر ۶-۱۰

راه روستایی ۶-۲

نمونه پل ۶-۱۰،۶-۱۲

نمونه راه ۶-۱۰

**و**

وزارت جهاد سازندگی ۱-۱،۱-۲

وزارت راه و ترابری ۱-۱

**ه**

هزینه ۱-۱،۵-۳۰

هماهنگی ۱-۱،۵-۳۴

هیدرولوژی ۸-۳

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

# Rural Road Code

No: 196

Office of the Deputy for Technical Affairs
Bureau of Technical Affairs and Standards

1378/2000