

# آیین نامه طرح هندسی راه روستایی

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه

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

۱.ج. (شماره گذاری گوناگون): مصور. - (سازمان برنامه و بودجه، دفتر امور فنی و  
تدوین معیارها؛ نشریه شماره ۱۹۶) (انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۸/۰۰/۷۳)  
ISBN 964-425-181-4

مربوط به بخشنامه شماره ۵۴/۵۴۵۵-۵۴/۶۵۱۰-۱۰۲ مورخ ۱۳۷۸/۱۰/۱۵

واژه نامه: انگلیسی - فارسی؛ فارسی - انگلیسی

۱. راههای روستایی - طرح و برنامه ریزی. ۲. راهسازی - استانداردها. ۳. آیین نامه ها  
- ایران. الف. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ب.  
عنوان. ج. فروست.

ش. ۱۹۶ ۲/س ۳۶۸ TA

ISBN 964-425-181-4

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۱۸۱-۴

آیین نامه 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  
دستورین

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

بسمه تعالی

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| شماره: ۱۰۲/۶۵۱۰-۵۴/۵۴۵۵                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | به: تمامی دستگاههای اجرایی و مشاوران |
| تاریخ: ۱۳۷۸/۱۰/۱۵                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                      |
| موضوع: آیین نامه طرح هندسی راه روستایی                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                      |
| <p>به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آیین نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی این دستورالعمل از نوع گروه <b>اول</b> مذکور در ماده هفت آیین نامه در <b>یک</b> صفحه صادر می گردد.</p> <p>تاریخ مندرج در ماده ۸ آیین نامه در مورد این دستورالعمل <b>۱۳۷۹/۲/۱</b> می باشد.</p> <p>به پیوست نشریه شماره ۱۹۶ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان با عنوان "آیین نامه طرح هندسی راه روستایی" ابلاغ می گردد.</p> <p>مفاد آیین نامه طرح هندسی راه روستایی در تمامی طرحهایی که هزینه اجرای آنها از محل اعتبارات طرحهای عمرانی تأمین می گردد، لازم الاجرا است. ولی در یک دوره گذر دو ساله تا ۱۳۸۱/۲/۱ استفاده از دیگر آیین نامه های معتبر مجاز خواهد بود.</p> <p><b>محمد علی نجفی</b><br/>معاون رئیس جمهور و رئیس<br/>سازمان برنامه و بودجه</p> |                                      |

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل 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 ای 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، امور آب وزارت نیرو ( طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور ) با همکاری معاونت امور فنی سازمان برنامه و بودجه ( دفتر امور فنی و تدوین و معیارها ) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است :

\_ استفاده از تخصصها و تجربه های کارشناسان و صاحب نظران 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 سایر موسسات 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 دست اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یادشده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحب نظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

دفتر امور فنی و تدوین معیارها

پاییز 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، ابهام، 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 خوشدل‌نیکخوا، 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 در کشور نشان می‌دهد که 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 فرعی و اصلی خواهند شد و لازم است در طرح‌هندسی آن، ضوابط و استانداردها رعایت شده باشد. در تدوین این آیین نامه هر دو بینش در نظر گرفته 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 فرعی و اصلی لازم باشد باید مسیریابی مجدد صورت گیرد و مسیر مناسب 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 طرح‌هندسی 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.

در اینجا 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 حمل و نقل و پایانه‌ها 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 عبارت است از مهندسان اخوان، اسماعیل پور، 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 شماره گذاری 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 در نهایت 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 جدید را به منظور جایگزینی، برای استفاده کنندگان 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 واژه نامه های فارسی انگلیسی و انگلیسی فارسی نیز در کنار آن ارائه گردیده تا راهنمای خوانندگانی باشد که با واژه های متداول در یکی از این دو زبان آشنايند و با استفاده آن مایلند آیین نامه را از طریق فهرست راهنما جستجو نموده و یا به مقابله دقیقتر مطالب پردازند.

دفتر امور فنی و تدوین معیارها

زمستان ۱۳۷۸

## فهرست مندرجات

| فصل   | موضوع                                                   | صفحه | تاریخ     |
|-------|---------------------------------------------------------|------|-----------|
| ۱     | کلیات                                                   |      |           |
| ۱-۱   | ۱-۱ سابقه                                               | ۱-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱-۱-۱ | ۱-۱-۱ وزارت راه و ترابری                                | ۱-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱-۱-۲ | ۲-۱-۱ سازمان برنامه و بودجه                             | ۱-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱-۱-۳ | ۳-۱-۱ وزارت جهاد سازندگی                                | ۱-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱-۱-۴ | ۴-۱-۱ سازمان برنامه و بودجه با وزارت راه و ترابری       | ۱-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲-۱   | ۲-۱ هدف از تهیه آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی         | ۱-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۳-۱   | ۳-۱ مورد های استفاده از آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی | ۲-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱-۳-۱ | ۱-۳-۱ معیارهای اجباری                                   | ۲-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲-۳-۱ | ۲-۳-۱ معیارهای توصیه شده                                | ۲-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲-۳-۱ | ۲-۳-۱ معیارهای کنترل کننده                              | ۲-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲-۳-۱ | ۲-۳-۱ سایر معیارها                                      | ۲-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۴-۱   | ۴-۱ مورد های عدول از معیارها                            | ۲-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱-۴-۱ | ۱-۴-۱ معیارهای اجباری طرح هندسی                         | ۲-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲-۴-۱ | ۲-۴-۱ معیارهای توصیه شده                                | ۲-۱  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲     | اختصارها و تعاریف                                       |      |           |
| ۱-۲   | ۱-۲ اختصارها                                            | ۱-۲  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲-۲   | ۲-۲ تعاریف                                              | ۱-۲  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱-۲-۲ | ۱-۲-۲ انواع راه روستایی                                 | ۱-۲  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲-۲-۲ | ۲-۲-۲ مقاطع عرضی                                        | ۲-۲  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۳-۲-۲ | ۳-۲-۲ ابنه فنی                                          | ۲-۲  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۴-۲-۲ | ۴-۲-۲ تقاطع ها                                          | ۳-۲  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۵-۲-۲ | ۵-۲-۲ ترافیک                                            | ۳-۲  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

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

| فصل | موضوع                                 | صفحه | تاریخ     |
|-----|---------------------------------------|------|-----------|
|     | ۴-۵ تأثیر محیط اطراف در طراحی راه     | ۴-۶  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۲-۵-۱ کلیات                           | ۴-۶  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۲-۵-۲ اهمیت انتخاب سرعت طرح           | ۴-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۲-۵-۳ 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 غم‌دای 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 بریلندی                                                   | ۵-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|  | ۵-۲-۱ کلیات                                                   | ۵-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|  | ۵-۲-۲ رابطه بریلندی                                           | ۵-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|  | ۵-۲-۳ حداکثر بریلندی                                          | ۵-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|  | ۵-۲-۴ روش تأمین بریلندی                                       | ۵-۱۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|  | ۵-۲-۵ طول تأمین بریلندی                                       | ۵-۱۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|  | ۵-۲-۶ محدودیت‌های اعمال بریلندی                               | ۵-۱۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|  | ۵-۲-۷ روش اعمال طول تأمین بریلندی                             | ۵-۱۶ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|  | ۵-۲-۸ جدول‌های تعیین بریلندی 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     |
|--------|--------------------------------------|------|-----------|
| ۳-۳-۵  | بیج مرکب                             | ۲۴-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۴-۳-۵  | بیج معکوس                            | ۲۴-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۵-۳-۵  | بیج تخت پشت                          | ۲۶-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۶-۳-۵  | قوس اتصال تدریجی (کلونوید)           | ۲۶-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۳ ۵    | ۷ پل در بیج                          | ۲۷-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۳-۵  | نمایش در بیج                         | ۲۷-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۹-۳-۵  | معیارهای کلی امتداد افقی مسیر (پلان) | ۲۸-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱۰-۳-۵ | مار بیج ها                           | ۲۹-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۴-۵    | شیب طولی                             | ۳۰-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱-۴-۵  | اصول کلی                             | ۳۰-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲-۴-۵  | موقعیت خط پروژه در نیمرخ عرضی        | ۳۰-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۳-۴-۵  | معیارهای انتخاب شیب                  | ۳۰-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۴ ۵    | ۴ خم (قوس قائم)                      | ۳۱-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۵ ۴ ۵  | ۵ معیارهای کلی نیمرخ طولی مسیر       | ۳۴-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۶ ۴ ۵  | ۶ هماهنگی پلان و نیمرخ طولی مسیر     | ۳۴-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۵-۵    | تغییرهای تدریجی عرض راه              | ۳۵-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱-۵-۵  | کلیات                                | ۳۵-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲-۵-۵  | افزایش عرض راه                       | ۳۵-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۳ ۵ ۵  | کاهش عرض راه                         | ۳۵-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۴-۵-۵  | اتصال انتهایی راه جدید به راه موجود  | ۳۵-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۶-۵    | پل                                   | ۳۶-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱ ۶ ۵  | ۱ عرض پل                             | ۳۶-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲ ۶ ۵  | ۲ شیب عرضی                           | ۳۶-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۳ ۶ ۵  | ۳ ارتفاع آزاد پل                     | ۳۶-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۷-۵    | دیوارهای حایل                        | ۳۶-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۱-۷-۵  | کلیات                                | ۳۶-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۲ ۷-۵  | انواع دیوارهای حایل                  | ۳۶-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

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

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

| فصل   | موضوع                                           | صفحه | تاریخ     |
|-------|-------------------------------------------------|------|-----------|
| ۸     | تخلیه آب های سطحی                               |      |           |
| ۸-۱   | کلیات                                           | ۱-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۲   | تخلیه آب های سطح راه                            | ۱-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۲-۱ | حدافیل شیب عرضی راه                             | ۱-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۲-۲ | حدافیل شیب طولی راه                             | ۱-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۲-۳ | تخلیه آب های سواره رو                           | ۱-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۲-۴ | زمان تمرکز حوزه های آبریز کوچک                  | ۱-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۳   | تخلیه آب های ورودی به حریم راه                  | ۱-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۳-۱ | تخلیه آب هایی که در خاکبرداری وارد حریم می شوند | ۳-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۳-۲ | تخلیه آب هایی که از خاکریزی وارد حریم می شوند   | ۳-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۴   | مطالعات هیدرولوژی و تعیین دبی سیلاب             | ۳-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۴-۱ | کلیات                                           | ۳-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۴-۲ | تجزیه و تحلیل هیدرولوژیکی                       | ۳-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۴-۳ | دبی سیلاب طرح (دبی اوج)                         | ۳-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۴-۴ | شدت بارندگی                                     | ۳-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۴-۵ | ویژگی های حوزه آبریز                            | ۴-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۵   | کاربرد هواشناسی در مهندسی راه                   | ۴-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۵-۱ | بارندگی                                         | ۵-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۵-۲ | برف                                             | ۵-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۵-۳ | تبخیر و تعرق                                    | ۵-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۶   | ضابطه های تخمین دبی اوج رواناب سطحی             | ۵-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۶-۱ | رواناب سطحی                                     | ۵-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۶-۲ | آب های زیر سطحی                                 | ۵-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۶-۳ | آبشود (هیدروگراف) سیل و حجم سیلاب               | ۵-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۶-۴ | زمان تمرکز                                      | ۶-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۷   | دبی سیلاب طرح                                   | ۶-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۸   | ابنیه فنی جمع آوری و تخلیه آب                   | ۹-۸  | 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 | فرارآب 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 | فطر آبرو                  | ۸-۱۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸-۹-۹ | 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 | واژه نامه انگلیسی-فارسی   | پ-۱  | ۱۳۷۸/۸/۱۲ |
|       | واژه نامه 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 ایبه فنی                                                | ۲-۳  | 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                       | ۴-۵  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۵   | ۱-۵   | عبور از زیر در خم کامدای                                      | ۲-۵  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۲-۵   | فاصله دید در پیچ برای حالت $S < 1$                            | ۵-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۳-۵   | روش تعیین میزان پاک‌سازی محوطه در پیچ                         | ۵-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۴-۵   | نمونه‌ای از اندازه‌گیری و ثبت فاصله‌های دید در نقشه‌های مسطحه | ۵-۱۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۵-۵   | انواع دوران بربلندی                                           | ۵-۱۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۶-۵   | نمونه‌های اعمال بربلندی                                       | ۵-۱۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۷-۵   | تعریض روسازی در پیچ                                           | ۵-۲۹ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۸-۵   | انواع حجم‌ها                                                  | ۵-۳۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۹-۵   | محدودیت دید در خم گنبدی                                       | ۵-۳۳ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۰-۵  | محدودیت دید در خم کامدای و در تاریکی شب                       | ۵-۳۴ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۱-۵  | ابعاد دیوار حایل وزنی                                         | ۵-۳۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۲-۵  | دیوار حایل طسره‌ای                                            | ۵-۳۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۳-۵  | دیوار حایل با پشت‌بند                                         | ۵-۳۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۶   | ۱-۶   | اجزاء نیمرخ عرضی راه روستایی                                  | ۶-۲  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۲-۶   | نمونه‌های مختلف جوی کناری                                     | ۶-۴  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۳-۶   | شیروانی در خاکریزی                                            | ۶-۵  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۴-۶   | حالت خاص خاکبرداری                                            | ۶-۵  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۵-۶   | پلکانی کردن شیروانی                                           | ۶-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۶-۶   | انواع جان‌پناه                                                | ۶-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۷-۶   | جریمه راه                                                     | ۶-۹  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۸-۶   | نمونه‌های نیمرخ عرضی راه روستایی                              | ۶-۱۱ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۹-۶   | نمونه‌های نیمرخ عرضی ایبه فنی راه روستایی                     | ۶-۱۲ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

| فصل | شماره | موضوع                                                                                             | صفحه | تاریخ     |
|-----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|
| ۷   | ۱-۷   | سه راهی ساده                                                                                      | ۲-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۲-۷   | سه راهی با جزیره های گردش به راست                                                                 | ۲-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۳-۷   | انواع طرح های معمول برای تقاطع های چهارراه                                                        | ۳-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۴-۷   | تقاطع راهروستایی - راه آهن                                                                        | ۳-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۵-۷   | عوامل های مؤثر در فاصله دید ایمن تقاطع راهروستایی با راه آهن (در شرایطی که خودرو در حال حرکت است) | ۶-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۶-۷   | فاصله دید ایمن لازم برای شروع حرکت وسیله نقلیه در حالت توقف و گذر از محل تقاطع                    | ۷-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۷-۷   | سایش جریان های عبور در یک چهارراه                                                                 | ۹-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۸-۷   | انواع سطوح برخورد ترافیکی                                                                         | ۹-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۹-۷   | زاویه برخورد تقاطع                                                                                | ۱۰-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۰-۷  | گزینه های مختلف تغییر مسیر در تقاطع ها                                                            | ۱۰-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۱-۷  | ملاحظات فاصله دید در تقاطع                                                                        | ۱۲-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۲-۷  | فاصله دید وسیله توقف در یک تقاطع هم سطح برای حرکت از عبور های سه گانه                             | ۱۶-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۳-۷  | فاصله دید شده از توقف در تقاطع هم سطح تا رسیدن به سرعت مورد نظر                                   | ۱۸-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۴-۷  | فاصله دید تقاطع در منطقه هموار (زاویه ۹۰ درجه)                                                    | ۱۸-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۵-۷  | گردش به چپ متوسط وسیله نقلیه متوقف شده در تقاطع هم سطح                                            | ۱۸-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۶-۷  | محیط های افزایش سرعت                                                                              | ۲۰-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۷-۷  | فاصله دید در تقاطع هم سطح                                                                         | ۲۱-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۸-۷  | تعین فاصله دید برای حالت گردش به راست به یک راهروستایی                                            | ۲۱-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۱۹-۷  | سایش اثر تقاطع ۹۰ زاویه حاده در فاصله دید                                                         | ۲۲-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۲۰-۷  | حد اقل طرح پیچ برای خودرو سواری                                                                   | ۲۳-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۲۱-۷  | حد اقل طرح پیچ برای کامیون و اتوبوس                                                               | ۲۳-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۲۲-۷  | حد اقل طرح پیچ برای تریلی های متوسط و بزرگ                                                        | ۲۴-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۲۳-۷  | سایش گردش به راست ۹۰ درجه با جزیره سبب منتهی برای خودرو های طرح مختلف                             | ۲۶-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸   | ۱-۸   | آبشود سبیل                                                                                        | ۵-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۲-۸   | محیط های زمان چرخش آب در روی زمین (ره اند - موزن)                                                 | ۷-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۳-۸   | محیط زمان تمرکز یا استفاده از سرعت در روس آب اند                                                  | ۹-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|     | ۴-۸   | محیط های نواز هم باران بر حسب سانسور در سال                                                       | ۱۷-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

## فهرست جدول‌ها

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

| فصل  | شماره | موضوع                                                                                    | صفحه | تاریخ     |
|------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|
| ۵-۲۳ | ۵-۲۳  | حداکثر شیب طولی راهروستایی                                                               | ۳۱-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۵-۲۴  | حداکثر طول، فراز                                                                         | ۳۱-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۵-۲۵  | حداقل شیب طولی در انواع راهروستایی                                                       | ۳۱-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۵-۲۶  | اندازه های حداقل K برای خم گنبدی                                                         | ۳۳-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۵-۲۷  | اندازه های حداقل K برای خم کاسه ای                                                       | ۳۴-۵ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۶    | ۶-۱   | عرس شاه طرفین راهروستایی                                                                 | ۳-۶  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۶-۲   | اندازه سبب نیروانی برحسب ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری و طبقه بندی راه                     | ۶-۶  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۷    | ۷-۱   | فاصله دید ایمن راهروستایی به ازاء سرعت های مختلف خودرو و قطار                            | ۵-۷  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۷-۲   | حداقل فاصله دید ایمن در تقاطع های بدون کنترل                                             | ۱۵-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۷-۳   | زمان شتاب گیری برحسب ثانیه                                                               | ۱۹-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۷-۴   | ضرایب اثر شیب بر زمان شتاب گیری وسیله نقلیه در تقاطع                                     | ۲۲-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۷-۵   | حداقل عقب نشینی برای استفاده از فوسن مرکب در تقاطع ها                                    | ۲۵-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۷-۶   | حداقل اندازه های طرح گردش به راست                                                        | ۲۷-۷ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۸-۱   | راهشمار انتخاب دوره تخلیه مطلوب آب های کف راه                                            | ۲-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
| ۸    | ۸-۲   | ضرایب رواناب برای مناطق ساخته نشده                                                       | ۲-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۸-۳   | نسبت متوسط میزان و شدت بارندگی برای مدت های تعیین شده به میزان و شدت بارندگی در ۳۰ دقیقه | ۳-۸  | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۸-۴   | ضرایب رواناب برای مناطق ساخته شده                                                        | ۱۰-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۸-۵   | ضرایب تبدیل $C_t$                                                                        | ۱۰-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۸-۶   | سرعت مجاز کانال باز (پوشش نشده)                                                          | ۱۵-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |
|      | ۸-۷   | ضریب زبری مانینگ                                                                         | ۱۶-۸ | ۱۳۷۸/۶/۳۰ |

## فصل اول - کلیات

### ۱-۱ سابقه

وزارت راه و ترابری، سازمان برنامه و بودجه و وزارت جهادسازندگی از گذشته در صدد تهیه آیین‌نامه، معیارها و ابلاغیه‌هایی برای طرح هندسی 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 پ. ت. ا. ا. م (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

- آیین‌نامه 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 راه روستایی

هدف از تهیه آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی، تدوین معیاری واحد برای ایجاد هماهنگی در طراحی پروژه‌های راه روستایی است. پروژه‌های ساخت راه روستایی به منظور ایجاد شرایط مناسب برای ارتباط بین روستاهای کشور باهم و شبکه راه‌های کشور 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 - در نظرگیری هزینه‌ها و ارزش‌های نگهداری محیط زیست و منظر آرای

ت - طراحی براساس امکان‌های مالی و بودجه و اعتبارات قابل دسترسی واقعی

ث - هزینه نگهداری

توجه به موردهای بالا نیازمند این نکته است که راه روستایی 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 منظر آرای، 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 نظر از نظر نفع، هدف و ارزش‌های اجتماعی و ملی 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 مورد نظر باشد.

۱-۳-۲ معیارهای توصیه شده

معیارهای توصیه شده، مانند این بند با حروف معمولی چاپ و در آنها از واژه «بهبتر است» و یا «می‌تواند» استفاده گردیده است.

### ۱-۳-۳ مورد های استفاده از آیین نامه طرح هندسی

#### راه روستایی

در طرح هندسی راه، معمولاً حداقل معیارهای طراحی در نظر گرفته می‌شود و بدیهی است در مورد هایی که 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 آیین نامه راه، در طراحی مورد توجه قرار داد. از آنجا که بعضی از راه‌ها قبل از نشر این آیین نامه ساخته شده‌است، ممکن است در بخش هایی از مسیر، معیارهای این آیین نامه رعایت نشده باشد. بدیهی است تغییر معیارها برای راه‌های موجود می‌تواند مستلزم هزینه‌های غیر ضروری معتنا بهی گردد. در چنین مورد هایی با بررسی‌های فنی و اقتصادی و تجزیه و تحلیل آمار تصادف‌ها می‌توان نسبت به اصلاح طرح هندسی راه‌های موجود و نصب جان‌پناه‌ها و اصلاح پیچ‌ها و ساخت بریلندی و خط کشی (در مورد راه روستایی درجه یک و دو) و نصب علائم و امثال آن اقدام کرد. در این آیین نامه، 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 چاپ شده و در آنها از واژه «باید» و «نباید» استفاده شده است.

۱-۳-۳ معیارهای کنترل کننده

برای تأمین ایمنی راه‌ها باید به معیارهای کنترل کننده زیر توجه کرد.

۱- سرعت طرح ۲- عرض راه

۳- عرض شانه ۴- عرض آبنما یا پل

۵- قوس‌های افقی (پیچ‌ها) ۶- قوس‌های عمودی (خم‌ها)

۷- شیب‌های طولی ۸- حداقل فاصله دید توقف

۹- شیب‌های عرضی ۱۰- بریلندی

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 خواهند شد شامل معیارهای خط‌کشی راه روستایی درجه یک و دو، علائم و جانمایی راه روستایی و سیستم جانپناه‌هاست.

#### ۱-۴-۱ مورد های عدول از معیارها

۱-۴-۱ معیارهای اجباری طرح هندسی

مورد های عدول از معیارهای اجباری این آیین نامه، باید به تصویب کمیته‌ای که توسط وزارت جهاد سازندگی تعیین خواهد شد، برسد. از مورد های مصوب نمی‌توان به طور عام استفاده کرد.

۱-۴-۲ معیارهای توصیه شده

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

## فصل دوم - اختصارها و تعریف‌ها

مترت

مرکز تحقیقات و آموزش راه و ترابری

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

### ۱-۲ اختصارها

اختصارهایی که در این آیین‌نامه به آن اشاره شده، بشرح زیر است:

آشتو

جامعه آمریکایی ادارات کل راه و ترابری

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

### ۲-۲ تعریف‌ها

بعضی از واژه‌های مهم بشرح زیر تعریف شده است:

ای ای دی تی

متوسط ترافیک روزانه یکسال

*Average Annual Daily Traffic (AADT)*

### ۱-۲-۲ 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

ای ای دی تی

متوسط ترافیک روزانه

*Average Daily Traffic (ADT)*

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

ب ب ا ام

دفتر مرکزی مطالعات برای تجهیزات عمرانی برون مرزی

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

راه روستایی درجه سه

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

کلترنس

اداره راه و ترابری کالیفرنیا

*California Department of Transportation (CalTrans)*

## ۲-۲-۲ مقاطع عرضی

بستر روستازی راه

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

## 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

کف راه

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

## عرض آزاد

حداقل فاصله عرضی بین حاشیه کف راه و مانع کناری راه

سواره رو

۲-۲-۳ ابنیه فنی (شکل ۲ ۱)

آن بخش از سطح رویه شنی و یا آسفالتی راه که برای عبور وسایل نقلیه اختصاص داده شده است.

## پل

سازه فلزی، بتنی و یا با مصالح بنایی است که برای عبور

شانه

از روی آب یا مسیری دیگر ساخته می‌شود.

در راه روستایی حتی الامکان از احداث پل خودداری می‌گردد.

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

## آب نما

سازه سنگی یا بتنی است که برای عبور سیلاب از سطح راه ساخته

بربلندی

می‌شود.

شیب عرضی یکسره روستازی در امتداد شعاع پیچ.

## آبروهای لوله ای

لوله های فلزی یا بتنی است که برای عبور سیلاب از زیر مسیر راه

حاشیه راه

ساخته می‌شود.

اراضی حدفاصل بستر راه و متناهی حريم

## آب نمالوله

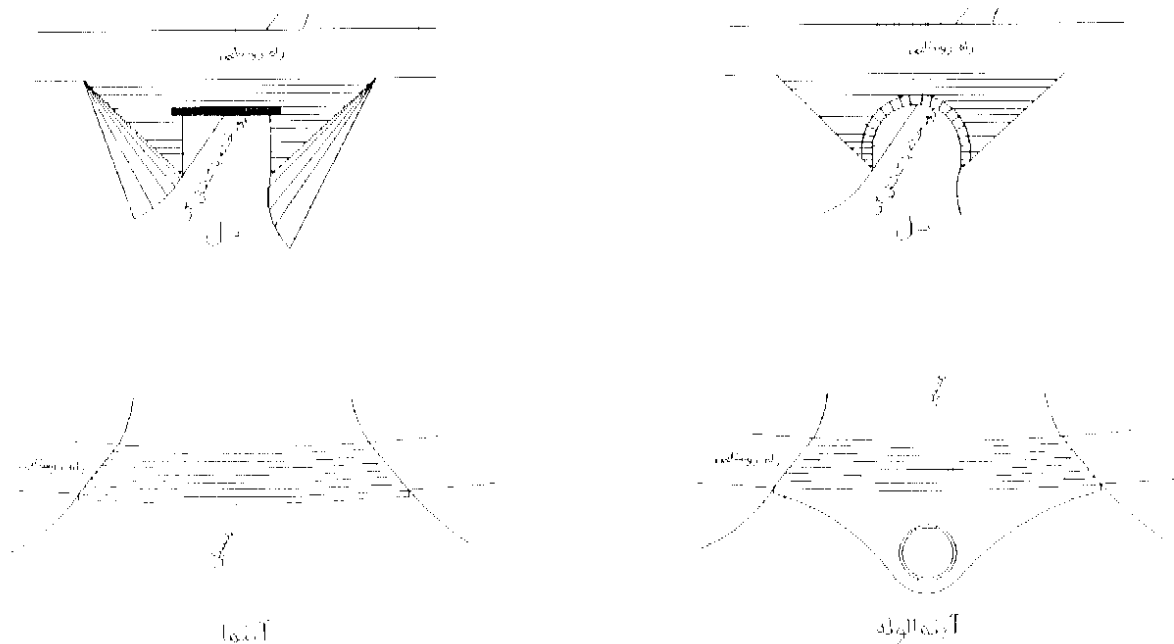
ترکیب آب نما و لوله است که برای عبور سیلاب کم از زیر و

خط عبور

بخشی از سواره رو که در طول مسیر، به عبور یک ستون

سیلاب زیاد از زیر و سطح راه ساخته می‌شود.

وسیله نقلیه اختصاص می‌یابد.



شکل ۱-۲ انواع ابنیه فنی

#### دیوار

#### مثلث دید

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

در تقاطع ها به مثلثی گفته می شود 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 قرار دارد.

#### ۲-۲-۲ تقاطع ها

#### طرح هندسی

طرح بخش های قابل رویت مانند مسیر افقی، نیمرخ طولی، فاصله های دید، شیب ها و نیمرخ عرضی

#### 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)

#### تقاطع

محل تلاقی هم سطح دو یا چند راه

#### سطح تقاطع

سطح مشترک بین سواره روی راه های متقاطع

### علامت‌های ترافیک

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

### حجم ترافیک روزانه

جمع کل وسایل نقلیه‌ای 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

سرعتی است 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 وسیله نقلیه عبوری در روز که برای طراحی راه روستایی، در سال طرح، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### خط کشی

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

## فصل سوم - طبقه بندی و درجه بندی راه روستایی ۳-۱ سابقه

باشد، مگر در شرایط خاص که باید به تصویب وزارت راه و ترابری برسد.

### ۳-۳ طبقه بندی راه روستایی ۳-۳-۱ مقدمه

در این آیین نامه، راه های روستایی کشور از نظر موقعیت توپوگرافی به شرح زیر طبقه بندی شده است.

#### ۳-۳-۲ راه هموار (دشتی)

زمین محدوده 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 می رسد.

#### ۳-۳-۳ راه تپه ماهوری

زمین محدوده 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 درصد می رسد.

#### ۳-۳-۴ راه کوهستانی

راه از دامنه کوه، تپه های بلند و دره های گود می گذرد و گاهی دارای برش های عمیق و پل های 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 درصد می رسد.

طبقه بندی راه روستایی، از نقطه نظرهای مختلف و به منظورهای گوناگون، برای تأمین نیازهای طراحی مهندسان، تصمیم گیری مدیران و بالاخره نیاز ارتباطی جامعه، امری ضروری است که از دیرباز به شیوه های 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 می شود. تأمین اعتبار و تخصیص منابع مالی برای مدیران و مسئولین، باروشن شدن نقش کشوری راه (مثلاً راه روستایی درجه یک تا سه)، مقدور خواهد شد، لیکن طبقه بندی راه ها در ایران، از گذشته دور براساس وضع راه از نظر پستی و بلندی صورت گرفته که در این آیین نامه از همان رویه استفاده شده است.

### ۳-۲ فلسفه طراحی شبکه

طراحی شبکه راه های روستایی براساس نوع استفاده مورد نظر از راه صورت می گیرد. راه ها از نظر نوع و موقعیت در شبکه، به درجه های مختلف تقسیم بندی شده اند. هم اکنون راه های محلی و روستایی که ارتباط مناطق روستایی، را با راه های فرعی یا اصلی تأمین می کنند، جزو شبکه راه های وزارت جهاد سازندگی می باشد. این راه ها، ترافیک کوچک محلی و روستایی را جمع و برای ارتباط با مناطق عمده فعالیت، مانند شهرها، به راه اصلی متصل می سازد.

شبکه راه روستایی کشور، بهتر است به گونه ای مطالعه و طراحی شود که دسترسی به شبکه راه ها از طریق راه های فرعی و به ندرت از طریق راه های اصلی انجام شود. **راه روستایی نباید به طور مستقیم به بزرگراه ها و آزادراه ها دسترسی داشته**

وزارت راه و ترابری) است. کم بودن ترافیک و پایین بودن هزینه اجراء شاخص مهم این نوع راه است.

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

اگر در محدوده عبور راه، مانع‌هایی از قبیل مرداب، شالیزار و جنگل وجود داشته باشد، بسته به مورد، راه از طبقه «هموار با مانع» یا «تپه ماهوری با مانع» و یا «کوهستانی با مانع» خواهد بود.

### 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 راه فرعی)

## فصل چهارم - مبانی طراحی

## ۴-۱ کلیات

## ۴-۲-۲ حداقل شعاع گردش در تقاطع ها

حداقل شعاع گردش، برای سه نوع خودرو طرح، در شکل های ۴-۱ تا ۴-۳ نشان داده شده است. ابعاد اصلی که در طرح هندسی تأثیر می گذارد، عبارت است از:

فاصله محور جلو و عقب

- فاصله بیرونی چرخ های یک محور و حداقل شعاع گردش (مسیر داخلی و خارجی چرخ ها)

اندازه های بالا برای خودروهای طرح در جدول ۴-۱ داده شده است.

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. اتوبوس ها در مقایسه با اکثر تریلی ها، دارای حداقل شعاع گردش داخلی بزرگتر ولی شعاع خارجی کوچکتری است لذا تریلی های بزرگ، در موقع گردش، به خط عبور پهن تری نیاز دارد. شعاع های گردش حداقل مندرج در جدول ۴-۱ فقط برای سرعت های تا ۱۵ کیلومتر در ساعت، درست است.

**در بیشتر راه هایی که محل عبور خودروی سواری و کامیون است، باید برای خم ها خودروی سواری و برای سایر معیار ها کامیون مبنای طرح قرار داده شود. در راهی که تریلی به ندرت از آنها عبور می کند عرض روسازی پیچ ها باید به اندازه کافی در نظر گرفته شود تا خودرو مذکور بتواند از آن عبور کند. اگرچه طرح راه بر مبنای وسیله نقلیه ای صورت می گیرد 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، هر چند با تجاوز به خط عبور مقابل، ولی با ایمنی و بدون خطر، قادر به عبور از آن باشد.**

در طراحی تقاطع ها، پس از انتخاب خودرو طرح، از

ابعاد و ویژگی های انواع وسایل نقلیه که از راه های روستایی استفاده می کند در طرح هندسی راه مؤثر است. بنابراین انتخاب خودروی طرح، حجم ترافیک روزانه و سرعت، اولین گام در مطالعات طرح هندسی راه روستایی است. پیش بینی حجم ترافیک روزانه در آینده (دور و نزدیک) عامل عمده ای در تعیین درجه راه روستایی به شمار می رود. برای طرح هندسی راه های روستایی از خودروی طرحی استفاده می شود 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، شعاع گردش و فاصله دید، بر اساس مشخصات فیزیکی وسایل نقلیه ای انجام می گیرد که از راه استفاده می کند. از آنجا که تفاوت بین ابعاد وسایل نقلیه زیاد است، لازم است، چند وسیله شاخص، که ابعاد آنها نشان دهنده بحرانی ترین گروه استفاده کننده از راه در هر مورد است، انتخاب شود. این وسایل را خودرو طرح می نامند. 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، بحرانی ترین وسیله می باشد.

## ۴-۲-۱ مشخصات عمومی

برای تعیین بعضی از اجزای هندسی راه، لازم است، مشخصات فیزیکی وسایل نقلیه به طور دقیق تری مورد توجه قرار گیرد. برای طرح راه از سه نوع خودرو طرح: سواری، کامیون و اتوبوس، تریلی بزرگ، استفاده شده است.

الگوهای داده شده با مقیاس متناسب استفاده می شود. بخش  
شروع گردش در امتداد مسیر ورود به تقاطع و بخش پایان گردش  
در امتداد مسیر خروج از تقاطع قرار داده شده و با رعایت فاصله  
حداقل ۶۰ سانتی متر از کنار مسیر چرخ های جلو و عقب،  
موقعیت کناره روستازی تعیین می شود.

جدول ۴-۱ اندازه های مشخصات سه خودرو طرح پیشنهادی (متر)

| مشخصات                      | خودرو طرح |        |            |
|-----------------------------|-----------|--------|------------|
|                             | سواری     | اتوبوس | تریلی بزرگ |
| فاصله محور جلو و عقب        | ۳/۴       | ۷/۶    | ۱۵/۲*      |
| پیش آمدگی جلو               | ۰/۹       | ۲/۱    | ۰/۹        |
| پیش آمدگی 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 | ۴/۲۰      | ۷/۴    | ۵/۹        |
| حداقل شعاع دایره خارجی گردش | ۷/۳       | ۱۲/۸   | ۱۳/۷       |

\* ۱۵/۲ - ۱۱/۲ + ۷/۹ + ۲/۱ + ۴/۹

یادداشت: مهندسی مشاور که از اتوکد (AutoCAD) برای تهیه نقشه های خود استفاده

می کند می تواند این برویه شکل های ۱-۴ تا ۱-۱۳ را از دفتر امور مهندسی و معماری معمارها

دریافت کند.

## ۳-۴ سرعت طرح

۳-۴-۱ کلیات

سرعت طرح، سرعتی است که برای تعیین حداقل مشخصات  
مربوط به طرح هندسی (پیچ ها، خم ها و فاصله های دید) قطعه مورد  
نظر راه انتخاب می شود.

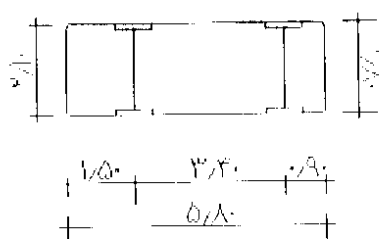
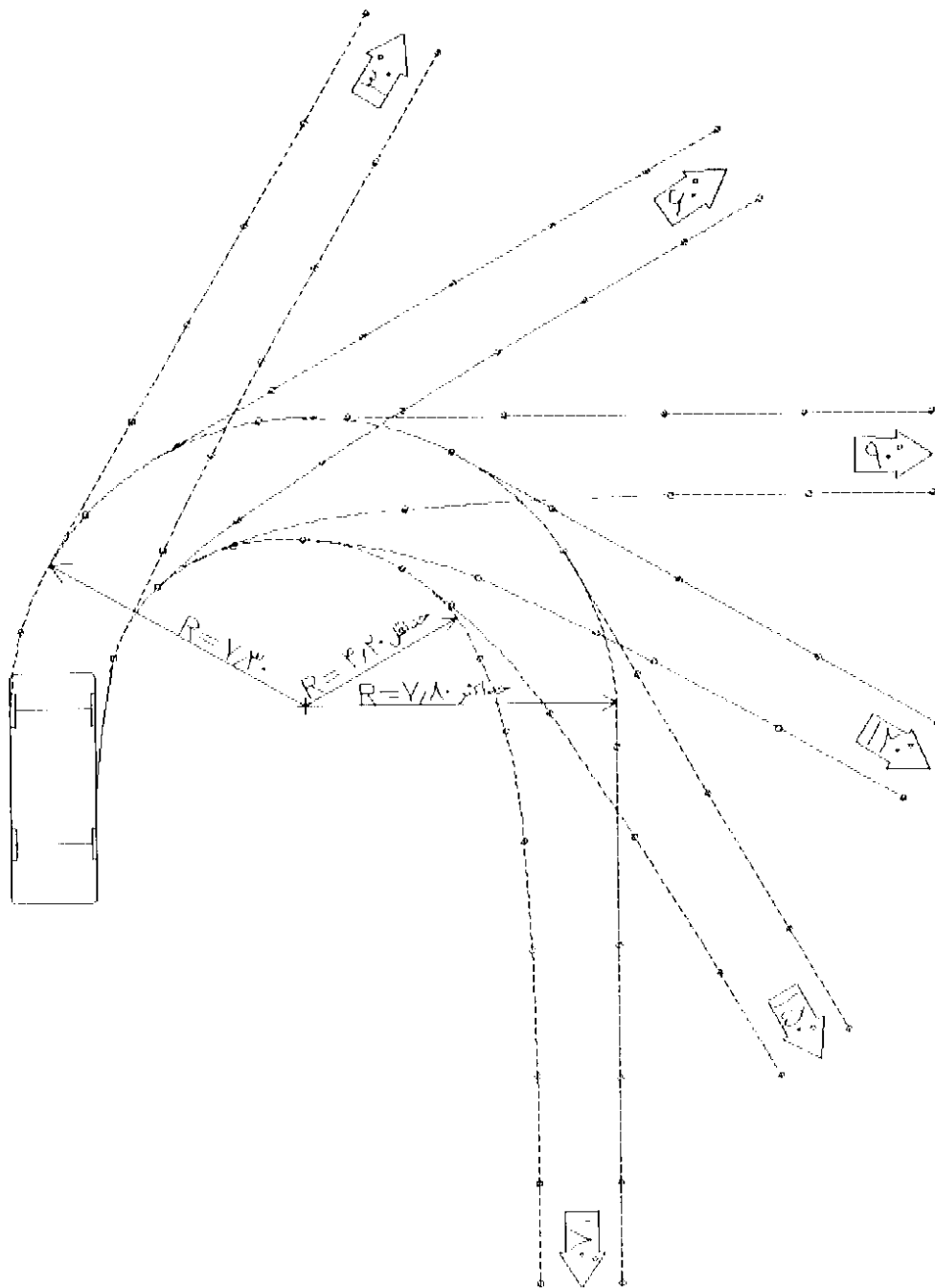
## ۳-۴-۲ انتخاب سرعت طرح

عوامل های موثر در انتخاب سرعت طرح عبارت است از:

- \* نگرش های اقتصادی
- \* عامل های محیطی
- \* نوع و حجم ترافیک
- \* منظر آرایی مسیر
- با در نظر گرفتن عامل های بالا، بیشترین سرعت ممکن به  
عنوان سرعت طرح انتخاب می شود، مگر آنکه موقعیت خاص  
راه اندازه های کمتری را ایجاب کند.

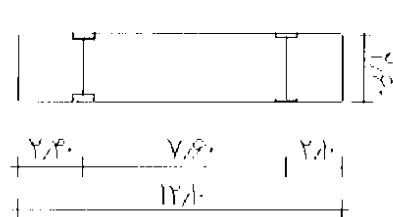
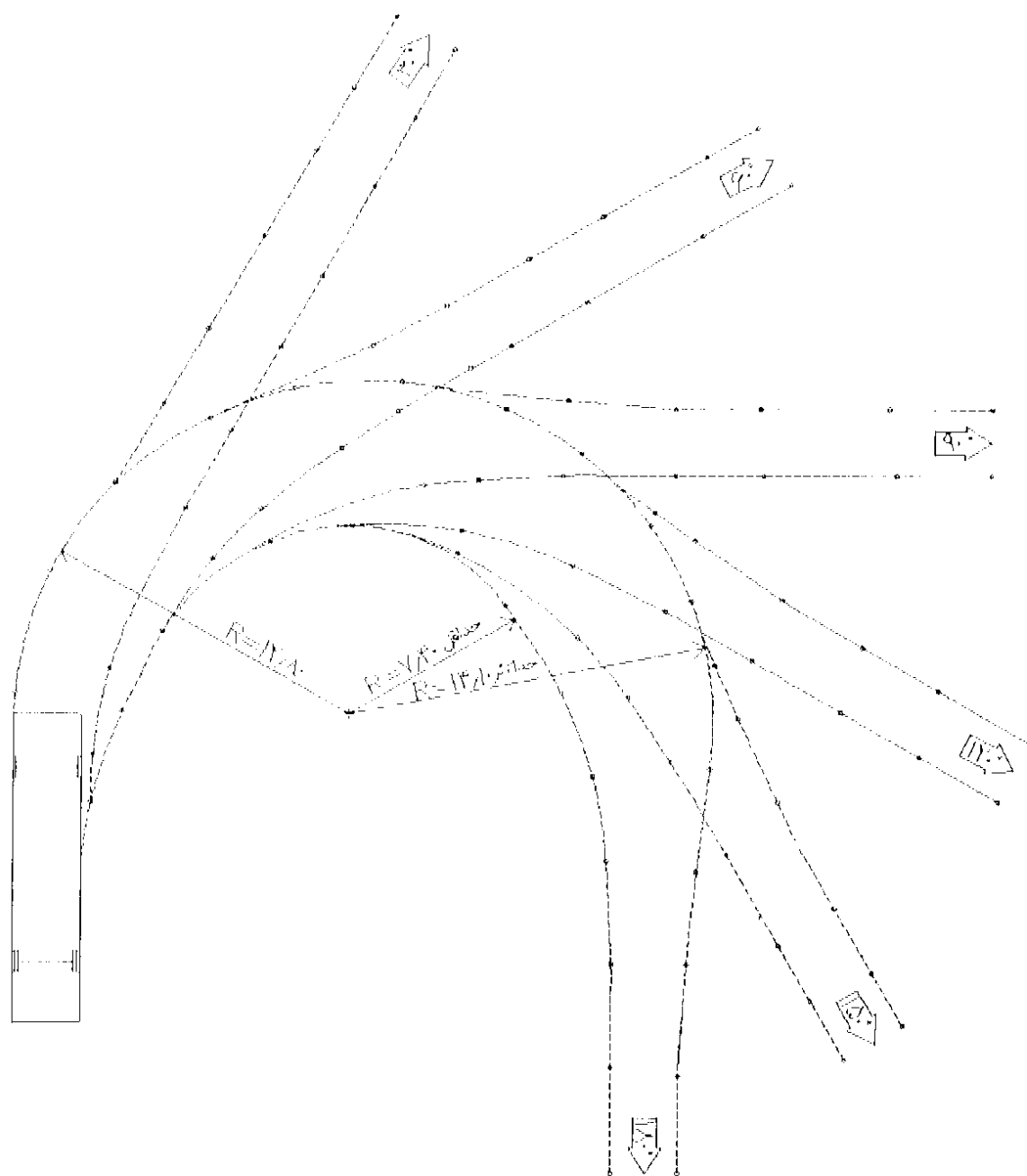
\* طبقه بندی مسیر

\* درجه بندی مسیر



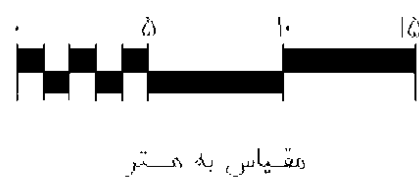
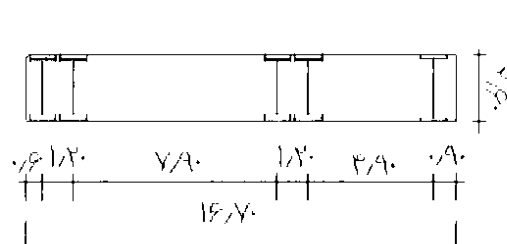
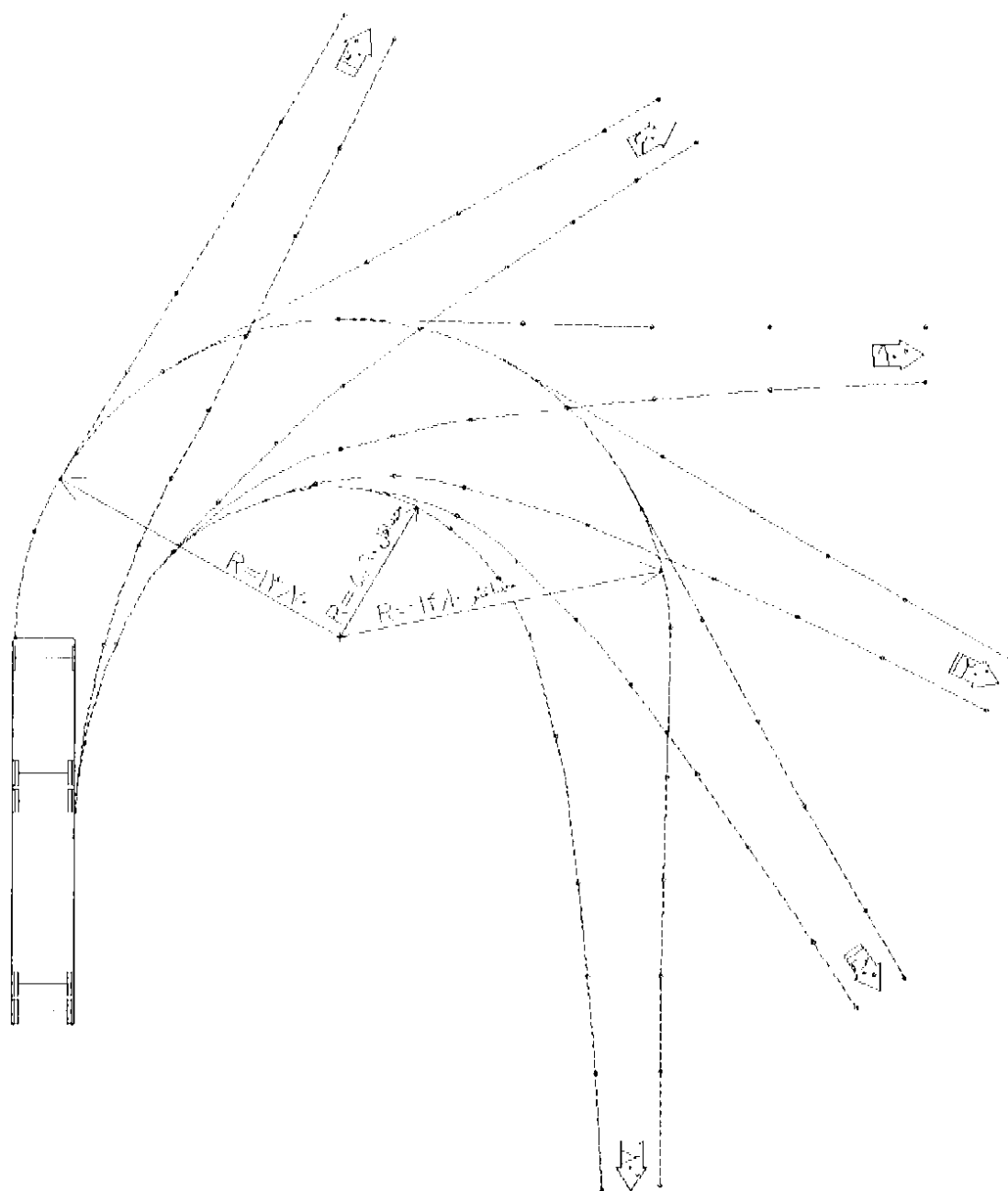
مقیاس به متر

شکل ۴-۱ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، سواری



مقیاس به متر

شکل ۴-۲ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، اتوبوس



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

#### ۳-۳-۴ گروه‌بندی سرعت طرح

#### ۴-۳-۴ معیارهای سرعت طرح

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

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

جدول ۲-۴ گروه‌بندی سرعت طرح

| نام گروه       | سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) |       |        |
|----------------|----------------------------|-------|--------|
|                | حداقل                      | متوسط | حداکثر |
| V <sub>1</sub> | ۲۵                         | ۳۰    | ۳۵     |
| V <sub>۲</sub> | ۳۰                         | ۴۰    | ۵۰     |
| V <sub>۳</sub> | ۴۰                         | ۵۰    | ۶۰     |
| V <sub>۴</sub> | ۵۰                         | ۶۰    | ۷۰     |
| V <sub>۵</sub> | ۶۰                         | ۷۰    | ۸۰     |

جدول ۳-۴ گروه سرعت طرح برای درجه‌بندی راه‌های روستایی

| درجه بندی راه | طبقه بندی راه  |                |                |
|---------------|----------------|----------------|----------------|
|               | کوهستانی       | تپه ماهور      | هموار          |
| درجه یک       | V <sub>۲</sub> | V <sub>۳</sub> | V <sub>۵</sub> |
| درجه دو       | V <sub>۱</sub> | V <sub>۳</sub> | V <sub>۴</sub> |
| درجه سه       | V <sub>۱</sub> | V <sub>۲</sub> | V <sub>۳</sub> |

#### ۴-۴ حجم ترافیک

#### ۵-۴ تأثیر محیط اطراف در طراحی راه

حجم ترافیک راه‌های روستایی عبارت است از متوسط

#### ۴-۵-۱ کلیات

میزان برآورد تردد خودرو و هابر حسب معادل سواری در سال طرح (ده و یا پانزده سال پس از شروع بهره برداری از راه).

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

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

ویژگی‌های محیط اطراف مسیر، مانند:

- پستی و بلندی
- تأسیسات نظامی
- زمین شناسی محل
- روستاهای هر دو طرف راه و روش ارتباط آن‌ها پس از
- شرایط جوی
- احداث راه
- منابع آب موجود، مانند نهرها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها
- تأسیسات پیرامون راه، مانند خطوط لوله و انتقال نیرو
- از عامل‌های تعیین کننده در مرحله‌های مطالعاتی طرح هندسی راه
- راه و راه‌آهن موجود
- است.
- مراکزهای صنعتی و معدنی هر دو طرف مسیر و تأسیسات
- مشابه مرتبط با این مرکزها
- 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)

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

#### 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، در انتخاب سرعت طرح مناطقی که دارای زیبایی‌های طبیعی می‌باشد، بهتر است نکته‌های مربوط به منظرآرایی مسیر را نیز مدنظر قرار داد.

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

در خلال طراحی مسیر راه، به منظور منظرآرایی آن، بهتر است نکته‌های زیر مدنظر قرار گیرد:

استقرار مسیر راه به گونه‌ای باشد که احداث راه جدید، در صورت امکان، محیط طبیعی اطراف راه را نگهداری کند و باعث پیدایش و جلوه چشم‌اندازهای پیرامون شود.

نیمرخ طولی و مسیر کلی راه با طبیعت پیرامون، سازگار باشد و خاکریزها و خاکبرداری‌های بده‌منظر و ناهمگون با محیط اطراف، به حداقل برسد.

آماده کردن بستر راه و انجام عملیات پی‌کشی، 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 قرصه و نیز محل تخلیه پس‌مانده صورت گیرد تا گزینه 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 متد نظر قرار گیرد.

- برای درهم آمیزی و اختلاط مناسب راه با محیط پیرامون، بهتر است روش پاکسازی مسیر از درختان و گیاهان موجود و ترمیم و توسعه فضاهای سبز، در محل‌های لازم، به موازات طرح هندسی، به وسیله کارشناسان ذیربط بررسی شود. در این 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 درباره مسیر، وضعیت تخریب جنگل از دیدگاه محیط زیست، بطور کامل مورد بررسی کارشناسی قرار گیرد و در صورت لزوم، طرح ترمیم و جایگزینی لازم پیشاپیش بررسی شود و راه‌های نگهداری درخت و گیاه و روش نگهداری فضاهای سبز، پس از استقرار راه و تأثیر احتمالی آن در طرح هندسی مورد توجه قرار گیرد.

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

در صورت امکان بهتر است از استفاده معادن قرصه 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 در محل‌های نامناسب نشود.

#### ۴-۶ محل‌های قرصه و انبار (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 گوهی و رودخانه‌ای است. علاوه بر این، به دنبال

## فصل پنجم - معیارهای طرح هندسی

## راه روستایی و ابنیه

## ۵-۱ فاصله دید

## ۵-۱-۱ کلیات

تأمین فاصله دید کافی برای کنترل سرعت خودرو اجتناب از برخورد با مانع های غیرمنتظره و تصادف هنگام سبقت گیری، از اهمیت بسیاری برخوردار است.

در طرح هندسی راه، از این بخش به منظور تأمین فاصله دید کافی در موقعیت های مختلف استفاده می شود. در تمام طول مسیر، با سرعت طرح باید دید کافی، برای رانندگان تأمین و مناطق بدون فاصله دید کافی، با علائم مشخص شود.

## ۵-۱-۲ انواع فاصله های دید

فاصله های دید در راه به سه گروه زیر تقسیم می شود (برای فاصله دید در تقاطع ها به فصل هفتم مراجعه گردد).

الف - فاصله دید توقف

ب - فاصله دید سبقت

پ - فاصله دید انتخاب

## ۵-۲-۱-۱ 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 می کند تا قبل از برخورد با مانع متوقف شود. این فاصله مجموع دو فاصله است: یکی مسافت طی شده در مدت مشاهده، تصمیم گیری و واکنش، و دیگری مسافت طی شده پس از ترمز.

الف - فاصله مشاهده، تصمیم گیری و واکنش، مسافتی است که خودرو در مدت مشاهده، تصمیم گیری و واکنش راننده برای ترمز کردن، طی می کند. این مدت به عامل های 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 می شود. ب - فاصله ترمز، مسافتی است که خودرو در سرعت مورد نظر پس از ترمز تا توقف طی می کند.

این فاصله از رابطه زیر بدست می آید.

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

که در این رابطه

d = فاصله ترمز بر حسب متر

V = سرعت خودرو بر حسب کیلومتر در ساعت

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

G = قدر مطلق شیب راه بر حسب درصد که مقدار آن

در سربالایی مثبت و در سربایینی منفی خواهد بود.

برای محاسبه فاصله دید توقف با در نظر گرفتن مجموع

دو فاصله ذکر شده از رابطه زیر استفاده می شود.

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

به طوری که

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

ضرایب اصطکاک، فاصله های ترمز و حدود فاصله دید توقف برای سرعت های 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 سانتی متر از سطح راه) از مانع احتمالی واقع بر سطح راه (با ارتفاع ۱۵ سانتی متر) یا بیشتر از آن باشد.**

جدول ۵-۱ حداقل فاصله دید توقف

| سرعت طرح<br>(کیلومتر در ساعت) | ضریب<br>اصطکاک | فاصله دید توقف<br>(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                     |

#### ۵-۱-۲-۳ فاصله دید توقف در خم های کاسه ای

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

در این مورد دو حالت زیر وجود دارد.

الف - اگر  $L < S$  باشد

$$L = \frac{A S^2}{120 + 3.75S}$$

ب - اگر  $L > S$  باشد

$$L = 2S - \frac{120 + 3.75S}{A}$$

که در روابط فوق،  $L$ ،  $S$  و  $A$  به ترتیب طول خم، فاصله دید توقف و اختلاف جبری دو شیب است. اندازه های مختلف  $S$ ،  $A$  و  $L$  در جدول های ۵-۴ و ۵-۵ مشخص شده است. پ - اگر راه از زیر مانعی عبور کند (شکل ۵-۱).

#### ۵-۱-۲-۲ فاصله دید توقف در خم های گنبدی

در خم های گنبدی، تعیین طول خم، به فاصله دید نیز بستگی دارد. طول خم در دو حالت زیر تعیین می شود.  
الف - هنگامی که فاصله دید ( $S$ ) از طول خم ( $L$ ) کمتر است.

$$S < L$$

در این حالت طول خم از رابطه کلی زیر به دست می آید.

$$L = \frac{A S^2}{400}$$

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.

$$S > L$$

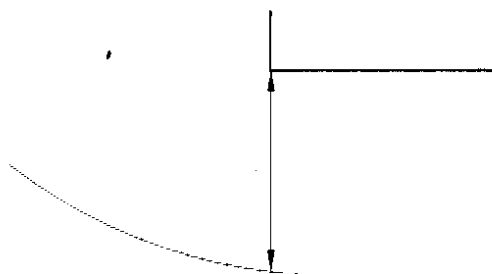
در آن صورت

$$L = 2S - \frac{400}{A}$$

اندازه های مختلف  $S$ ،  $L$  و  $A$  در جدول های ۵-۲ و ۵-۳

مشخص است.

شکل ۵-۱ عبور از زیر مانع در خم کاسه ای



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

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

L = طول خم (متر)  
S = فاصله دید توقف (متر)  
A = تفاوت جبری دوشیب (%)  
V - سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

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

یادداشت: موردهای ضروری استفاده از خم های به طول بیش از ۴۰۰ متر در راه روستایی بسیار نادر است.

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

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

- S، L و A مطابق جدول ۵-۲ است.

جدول ۴-۵ حداقل طول خم در خم های کاسه ای (متر)

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

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

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

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

ب- 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)

ب- ۲ در حالتی که  $S < L$  باشد،

$$L = \frac{S^2 A}{8(C - 0.6)}$$

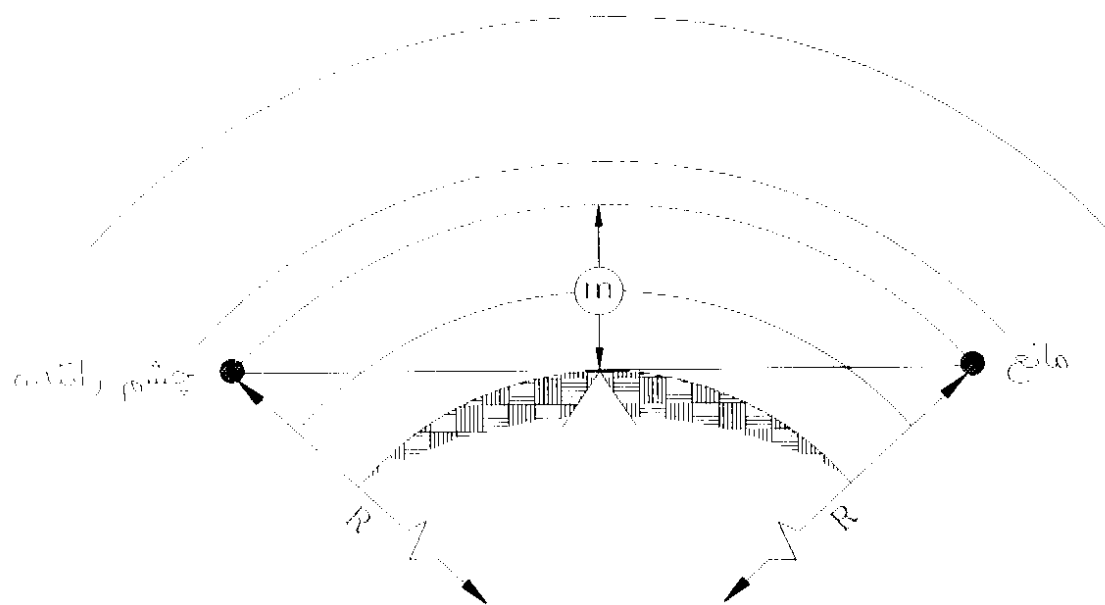
$L, S, A$  و  $C$  مطابق تعریف‌های بند قبل است

#### ۵-۲-۴ 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 قرار گیرد. 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  $S < L$

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.

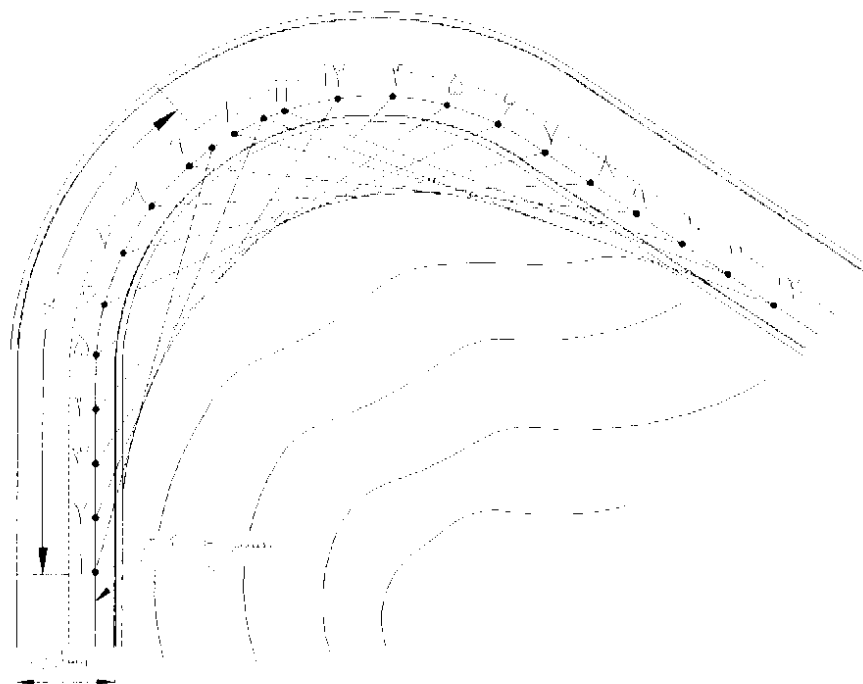
در این حالت فاصله دید بزرگتر از طول پیچ است و خط دید در ارتفاع ۰/۶۰ متری در امتداد محور میانی خط عبور کناری در نظر گرفته شده است و برای محاسبه  $m$  از رابطه زیر استفاده می‌شود.

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

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

برای پاکسازی محوطه شامل درختان یا زمین طبیعی می‌توان با در نظر گرفتن 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 شده است.



شکل ۵-۳ روش تعیین میزان پاکسازی محوطه در پیچ

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 جلو تر سبقت بگیرند. فاصله دید سبقت در راه‌روستایی، با در نظر گرفتن فاصله‌های طی شده 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 سانتی متر و ارتفاع مانع (خودرو مقابل) ۱۳۰ سانتی متر است.

#### 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  $L < S$  باشد،

در این حالت از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$R_{min} = \frac{0.46VS^2}{S}$$

ب - حالتی که  $S > L$  باشد،

در این حالت از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$R_{min} = \frac{200}{A} \left( S - \frac{120}{A} \right)$$

که  $R_{min}$  و  $S$  و  $A$  به ترتیب شعاع حداقل خم (متر)، فاصله دید (متر) و تفاضل جبری دو شیب (درصد) است.

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

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

جدول ۵-۷ فاصله دید توقف در پیچ‌ها\*

| m=۱۱ | m=۱۰ | m=۹ | m=۸ | m=۷ | m=۶ | m=۵ | m=۴ | m=۳ | m=۲ | R (متر) |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| ۴۹   | ۴۶   | ۴۲  | ۴۱  | ۳۸  | ۳۵  | ۳۲  | ۲۹  | ۲۵  | ۲۰  | ۲۵      |
| ۵۳   | ۵۰   | ۴۸  | ۴۵  | ۴۲  | ۳۹  | ۳۵  | ۳۱  | ۲۷  | ۲۲  | ۳۰      |
| ۶۸   | ۶۲   | ۶۱  | ۵۷  | ۵۲  | ۴۹  | ۴۵  | ۴۰  | ۳۵  | ۲۸  | ۵۰      |
| ۹۵   | ۹۰   | ۸۵  | ۸۱  | ۷۸  | ۷۰  | ۶۴  | ۵۷  | ۴۹  | ۴۰  | ۱۰۰     |
| ۱۱۶  | ۱۱۰  | ۱۰۴ | ۹۸  | ۹۲  | ۸۵  | ۷۸  | ۶۹  | ۶۰  | ۴۹  | ۱۵۰     |
| ۱۳۳  | ۱۲۷  | ۱۲۰ | ۱۱۲ | ۱۰۶ | ۹۸  | ۹۰  | ۸۰  | ۶۹  | ۵۷  | ۲۰۰     |
| -    | -    | ۱۳۵ | ۱۲۷ | ۱۱۹ | ۱۱۰ | ۱۰۰ | ۹۰  | ۷۸  | ۶۳  | ۲۵۰     |
| -    | -    | -   | ۱۳۹ | ۱۳۰ | ۱۲۰ | ۱۱۰ | ۹۸  | ۸۵  | ۶۹  | ۳۰۰     |
| -    | -    | -   | -   | -   | ۱۳۹ | ۱۲۷ | ۱۱۳ | ۹۸  | ۸۰  | ۴۰۰     |
| -    | -    | -   | -   | -   | -   | ۱۴۲ | ۱۲۷ | ۱۱۰ | ۸۹  | ۵۰۰     |
| -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | ۱۳۹ | ۱۲۰ | ۹۸  | ۶۰۰     |
| -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | ۱۳۰ | ۱۰۶ | ۷۰۰     |
| -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | ۱۱۳ | ۸۰۰     |
| -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | ۱۲۰ | ۹۰۰     |
| -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | ۱۲۷ | ۱۰۰۰    |
| -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | ۱۳۹ | ۱۲۰۰    |

\* S, R و m مطابق تعریف‌های قبل است.

جدول ۵-۸ حداقل فاصله دید سبقت

| سرعت طرح<br>(کیلومتر در ساعت) | حداقل فاصله دید سبقت<br>(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.

$$L = 2S - \frac{946}{A} \quad \text{الف - وقتی که } S > L \text{ باشد،}$$

$$L = \frac{A S^2}{946} \quad \text{ب - وقتی که } S < L \text{ باشد،}$$

که در روابط بالا S، A و L به ترتیب، فاصله دید سبقت،

اختلاف جبری دو شیب و طول خم بر حسب در صد است.

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

مشخص شده است.

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

| S=۵۴۰<br>V=۸۰ | S=۴۸۰<br>V=۷۰ | S=۴۱۰<br>V=۶۰ | S=۳۴۵<br>V=۵۰ | S=۲۸۵<br>V=۴۰ | S=۲۳۰<br>V=۳۰ | =۲۰۰<br>-۲۵ | A<br>(%) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|----------|
| ۱۳۷           | ۳۰            | ۳۰            | ۳۰            | ۳۰            | ۳۰            | ۳۰          | ۱        |
| ۲۵۱           | ۳۳۱           | ۱۹۱           | ۶۱            | ۳۰            | ۳۰            | ۳۰          | ۱/۵      |
| x             | ۴۸۹           | ۳۴۹           | ۲۱۹           | ۹۹            | ۳۰            | ۳۰          | ۲        |
| x             | x             | ۴۴۶           | ۳۱۳           | ۱۹۳           | ۸۳            | ۳۰          | ۲/۵      |
| x             | x             | x             | ۳۷۹           | ۲۵۶           | ۱۴۶           | ۸۶          | ۳        |
| x             | x             | x             | ۴۴۲           | ۳۰۱           | ۱۹۱           | ۱۳۱         | ۳/۵      |
| x             | x             | x             | x             | ۳۴۵           | ۲۲۴           | ۱۶۴         | ۴        |
| x             | x             | x             | x             | ۳۸۸           | ۲۵۲           | ۱۹۰         | ۴/۵      |
| x             | x             | x             | x             | ۴۳۱           | ۲۸۰           | ۲۱۲         | ۵        |
| x             | x             | x             | x             | ۴۷۴           | ۳۰۹           | ۲۳۳         | ۵/۵      |
| x             | x             | x             | x             | x             | ۳۳۷           | ۲۵۵         | ۶        |
| x             | x             | x             | x             | x             | ۳۶۵           | ۲۷۶         | ۶/۵      |
| x             | x             | x             | x             | x             | ۳۹۳           | ۲۹۷         | ۷        |
| x             | x             | x             | x             | x             | ۴۲۱           | ۳۱۸         | ۷/۵      |
| x             | x             | x             | x             | x             | x             | ۳۳۹         | ۸        |

※ رعایت طول خم برای طول‌های 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 از واکنش‌های

آنی توأم با خطای راننده، بهتر است فاصله دیدی

بزرگتر از فاصله دید توقف پیش‌بینی کرد. این

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

جدول ۱۰-۵ فاصله دید سبقت در خم گنبدی (بر حسب متر)

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

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

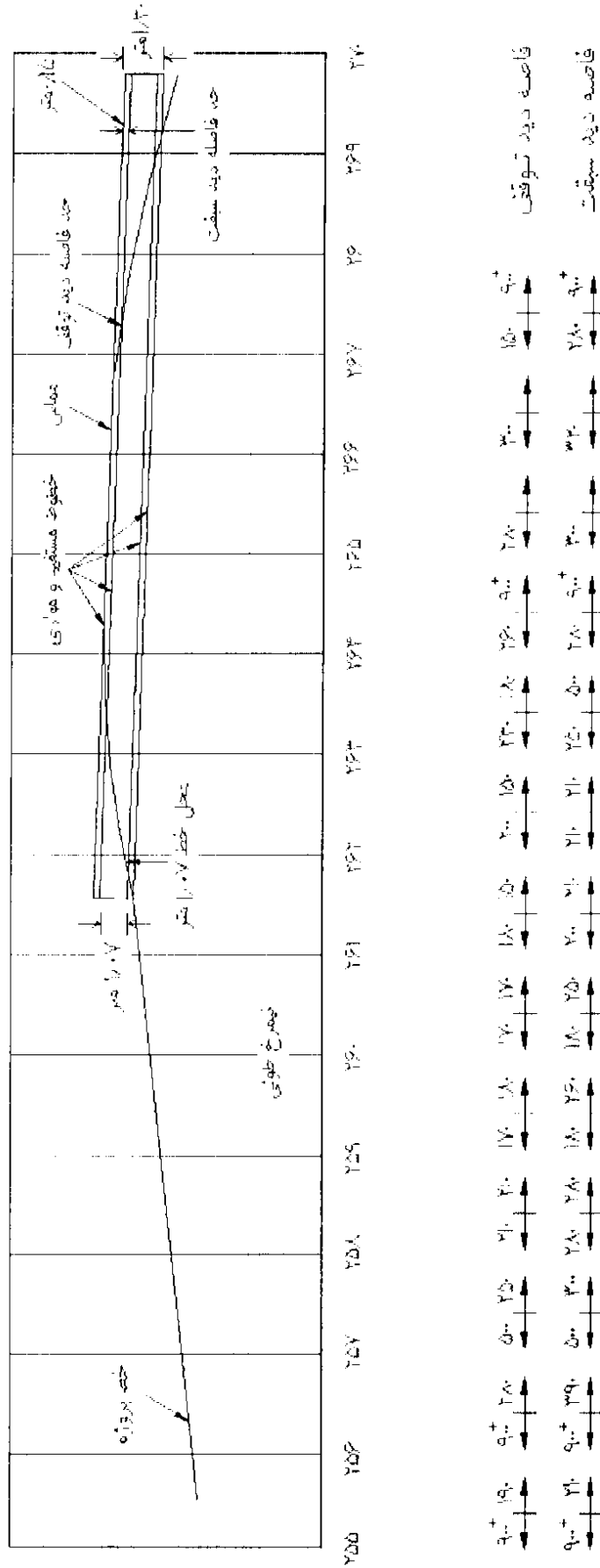
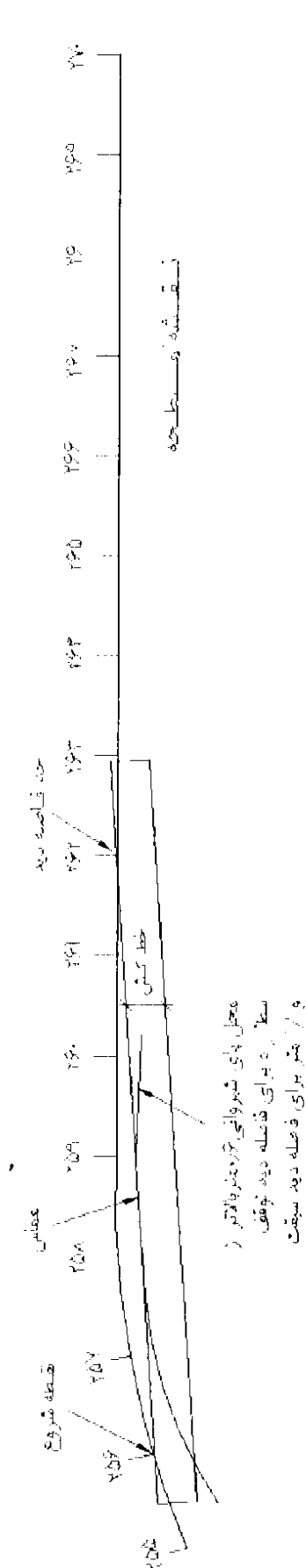
۱-۵-۷ مشخص ساختن فاصله دید در نقشه‌ها

بهتر است 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 انسحای پیچ‌ها و عقب‌نشینی مانع‌های جانبی مورد استفاده قرار داد. در عین حال بهتر است، 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 مشخص ساختن فاصله دید توقف و سبقت کمک می‌کند.

جدول ۱۱-۵ فاصله‌های دید انتخاب

| سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) | فاصله دید انتخاب (متر) |
|----------------------------|------------------------|
| ۲۵                         | ۷۵                     |
| ۳۰                         | ۹۰                     |
| ۴۰                         | ۱۲۰                    |
| ۵۰                         | ۱۴۵                    |
| ۶۰                         | ۱۷۵                    |
| ۷۰                         | ۲۰۰                    |
| ۸۰                         | ۲۳۰                    |



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

## ۵-۲ برابندی

## 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 تغییر یابد. با استفاده از برابندی (شیب عرضی یکسره) می‌توان در مقطع راه، بین نیروی اصطکاک جانبی چرخ و روسازی و مؤلفه وزن خودرو در امتداد برابندی، با نیروی گریز از مرکز تعادل ایجاد کرد.

## ۵-۲-۲ رابطه برابندی

بین برابندی و دیگر عوامل مؤثر در نگهداری تعادل خودرو در پیچ رابطه زیر برقرار است.

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

به طوری که

$e$  = مقدار برابندی بر حسب متر بر متر

$f$  - ضریب اصطکاک جانبی لاستیک چرخ با سطح جاده

$V$  = سرعت طرح بر حسب کیلومتر در ساعت

$R$  = شعاع پیچ بر حسب متر

مقدار ضریب اصطکاک جانبی به عامل‌های زیر بستگی دارد.

وضعیت لاستیک چرخ‌های خودرو

نوع روسازی

- خشک یا تر یا یخ‌زده بودن 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 ۸۰ کیلومتر در ساعت و با

فرض حداکثر برابندی ۶٪ بطریق زیر محاسبه می‌شود.

از جدول ۵-۱۲ برای سرعت ۸۰ کیلومتر در ساعت  $F=0.14$

$$\text{با استفاده از رابطه فوق} \quad 0.06 + 0.14 = \frac{80^2}{127 \times R}$$

نتیجه می‌گیریم که حداقل شعاع پیچ برابر است با:

$$R_{\min} = 250 \text{ متر}$$

جدول ۵-۱۲ ضریب‌های اصطکاک جانبی

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

## ۵-۲-۳ حداکثر برابندی

مقدار حداکثر برابندی 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 برابندی و شرایط تخلیه آب‌های سطح راه

با توجه به عامل‌های بالا اندازه‌های برابندی نباید از

اندازه‌های زیر تجاوز کند:

- در راه روستایی در مناطقی که در معرض بارش برف و

یخبندان نیست، ۱۲٪

- در منطقه هایی با ارتفاع بیش از هزار متر از سطح دریا و در شرایط برف و یخبندان، ۸٪  
 در حدود شعاع پیچ و سرعت طرح در ارتباط با اندازه های  
 در مورد هایی که محدودیت خاص طراحی، انتخاب اندازه های  
 بر بلندی متفاوتی را الزامی کند، می توان با استفاده از رابطه  
 بند ۲۵، سرعت طرح یا شعاع پیچ را تعیین کرد.  
 بر بلندی در جدول ۵-۱۳ منعکس شده است.  
 اندازه های شعاع حداقل برای سرعت طرح و اندازه های  
 بر بلندی مختلف در جدول ۵-۱۴ منعکس شده است.

جدول ۵-۱۳ حدود شعاع پیچ و سرعت طرح بر اساس بر بلندی

| مقدار بر بلندی<br>(درصد) | شعاع پیچ (R)<br>(متر) | سرعت طرح (V)<br>(کیلومتر در ساعت) |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| ۱۲٪                      | $25 \leq R \leq 30$   | $25 \leq V \leq 30$               |
| ۱۱٪                      | $30 < R \leq 55$      | $30 < V \leq 40$                  |
| ۱۰٪                      | $55 < R \leq 90$      | $40 < V \leq 50$                  |
| ۹٪                       | $90 < R \leq 135$     | $50 < V \leq 60$                  |
| ۸٪                       | $135 < R \leq 175$    | $60 < V \leq 70$                  |
| ۷٪                       | $175 < R \leq 250$    | $70 < V \leq 80$                  |
| ۶٪                       | $250 \leq R$          | $V \leq 80$                       |
| ۵٪                       | $265 \leq R$          | $V \leq 80$                       |
| ۴٪                       | $280 \leq R$          | $V \leq 80$                       |
| ۳٪                       | $300 \leq R$          | $V \leq 80$                       |
| ۲٪                       | $315 \leq R$          | $V \leq 80$                       |
| *                        | $420 \leq R$          | $V \leq 80$                       |

علامت \* نشان می دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

جدول ۵-۱۴ اندازه های شعاع حداقل (بر حسب متر) برای سرعت طرح و بر بلندی های مختلف

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

۴-۲-۵ روش تأمین برابندی

پ - دوران نیمرخ عرضی حول لبه خارجی

برای تأمین برابندی معمولاً از سه روش زیر استفاده می شود.

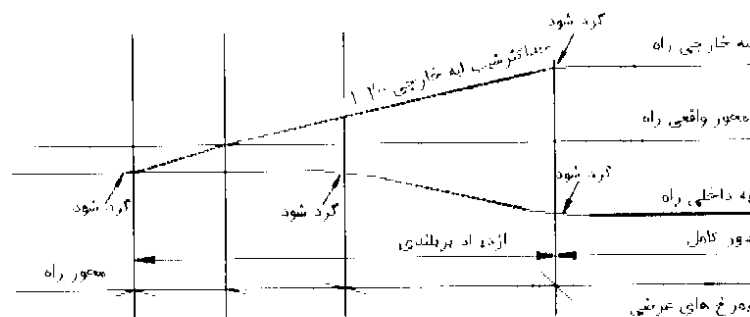
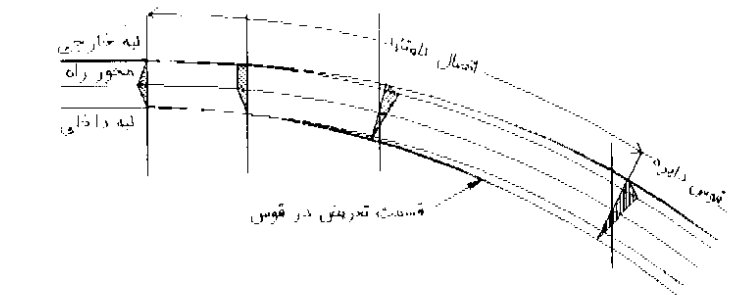
موردهای یادشده در شکل ۵-۵ نشان داده شده است. روش

الف - دوران نیمرخ عرضی حول محور طولی راه

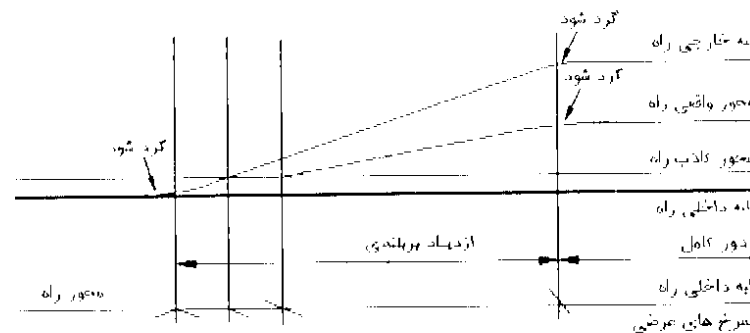
اول، به دلیل کمترین مقدار تغییر مکان در لبه های روسازی، از

ب - دوران نیمرخ عرضی حول لبه داخلی

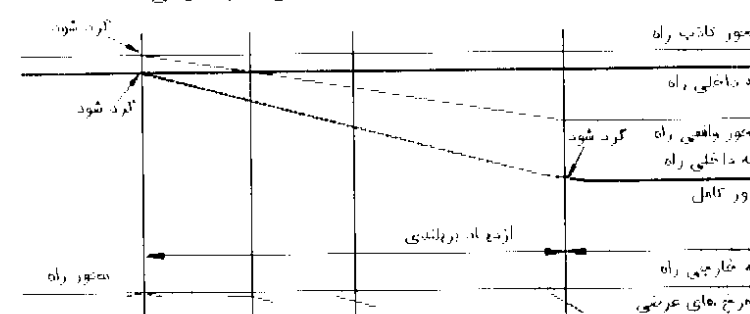
متداول ترین روش ها برای راه روستایی است.



الف - برای تعبیه برابندی پایه داخلی و خارجی، محور محوری، محور راه تغییر مکان می دهد.



ب - برای تعبیه برابندی پایه خارجی و محور، محور، محور لبه داخلی تغییر مکان می دهد.



پ - برای تعبیه برابندی لبه داخلی و محور، محور، محور لبه خارجی تغییر مکان می دهد.

شکل ۵-۵ انواع دوران برابندی

برای جلوگیری از نمودارشدن شکستگی محل‌های تغییر شیب بهتراست از یک خم کوتاه، برای گرد کردن استفاده شود. طول این خم حداقل ۵ متر خواهد بود.

طول تأمین بریلندی ۲٪ بریلندی در بخش مستقیم مسیر و ۱٪ بقیه در داخل پیچ اعمال شود. در صورت استفاده از قوس اتصال تدریجی، تمام بریلندی در طول قوس اتصال تدریجی تأمین می‌شود.

در موردهایی که محل لبه داخلی روسازی برای کانال تخلیه آب‌های سطحی در نظر گرفته 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 و متناسب بودن قرارگیری روسازی نسبت به زمین طبیعی اطراف توجه شود.

### ۵-۲-۵ طول تأمین بریلندی

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 بریلندی نامیده می‌شود و برای راهروستایی طبق جدول ۵-۱۵ می‌باشد.

### ۵-۲-۶ محدودیت‌های اعمال بریلندی

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

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

| سرعت طرح<br>(کیلومتر در ساعت) | مقدار بریلندی |    |    |    |     |     |
|-------------------------------|---------------|----|----|----|-----|-----|
|                               | 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 بریلندی در شانه‌های راهروستایی درجه یک با تغییرهای تدریجی رویه سواره روی مجاور متناسب است.

حالت الف - طول قوس بزرگتر، برابر یا کوچکتر از ۱۰۰ متر است.

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

روش اعمال بریلندی در هریک از موردهای بالا در

شکل ۵-۶ مشخص شده است.

### ۵-۲-۷ روش اعمال طول تأمین بریلندی

روش اعمال طول تأمین بریلندی در پیچ‌های مرکب که پیچ

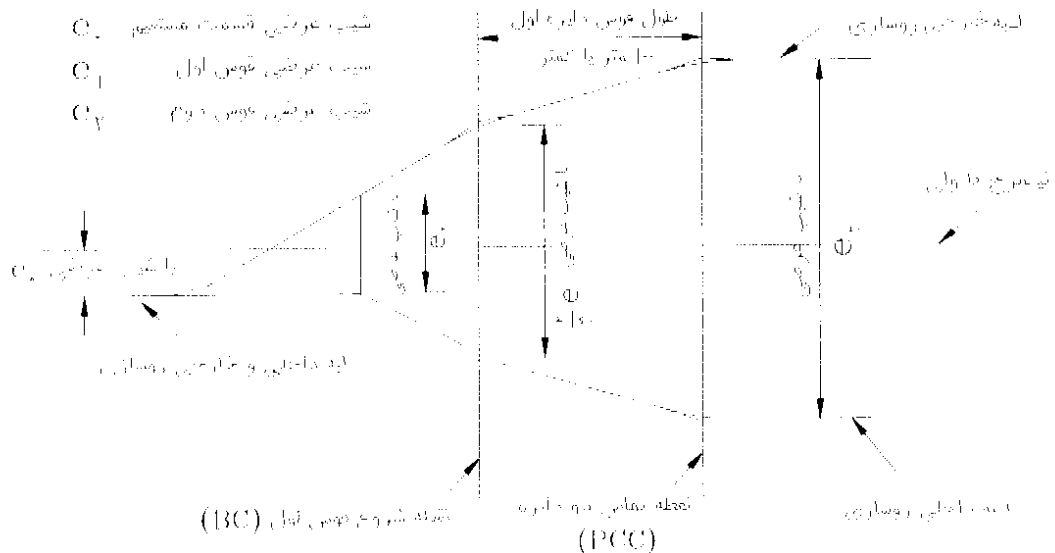
بزرگتر در حد فاصل خط مستقیم و پیچ با شعاع کوچکتر

## ۵-۲-۸ جدول‌های تعیین بریلندی در سرعت طرح

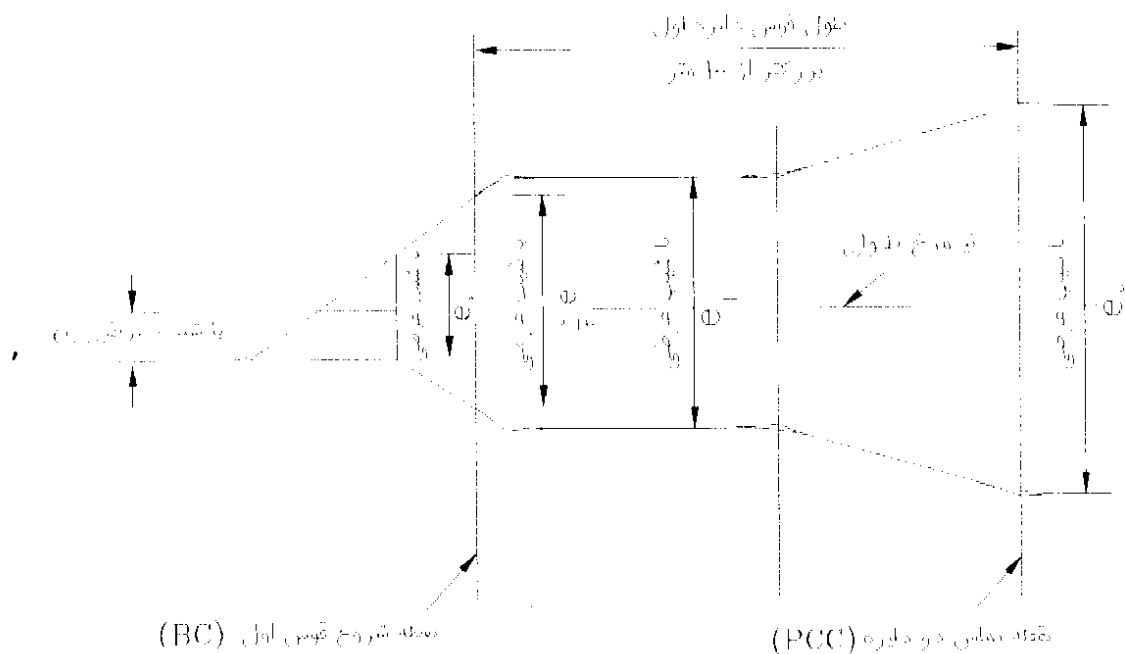
### و شعاع‌های مختلف پیچ

اندازه‌های مختلف بریلندی برای سرعت طرح و شعاع‌های

مختلف پیچ برای راه روستایی با در نظر گرفتن حداکثر بریلندی 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 بریلندی در قوس‌های مرکب

جدول ۵-۱۶ درصد بریلندی پیچ در راه‌روستایی با فرض حداکثر شیب عرضی ۶ درصد

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

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

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

علامت \* نشان می دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

علامت / نشان می دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره ای که برای هدایت آب های سطحی ضروری است، ساخته می شود.

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

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

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) | سرعت طرح (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 | ۵/۴ | ۶/۳ |
| ۴۷۵      |                 |    |    | ۲/۴ | ۳/۳ | ۴/۲ | ۵/۳ | ۶/۲ |
| ۵۰۰      |                 |    |    | ۲/۳ | ۳/۲ | ۴/۱ | ۵/۲ | ۶/۱ |
| ۵۲۵      |                 |    |    | ۲/۲ | ۳/۱ | ۴/۰ | ۵/۱ | ۶/۰ |
| ۵۵۰      |                 |    |    | ۲/۱ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۶/۰ |
| ۵۷۵      |                 |    |    | /   | ۲/۸ | ۳/۶ | ۴/۴ | ۵/۲ |
| ۶۰۰      | *               |    |    |     | ۲/۷ | ۳/۵ | ۴/۳ | ۵/۱ |
| ۶۵۰      |                 |    |    |     | ۲/۵ | ۳/۳ | ۴/۱ | ۵/۰ |
| ۷۰۰      |                 |    |    | ۲/۳ | ۳/۱ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۶/۰ |
| ۷۵۰      |                 |    |    | ۲/۲ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۶/۰ |
| ۸۰۰      |                 |    |    | ۲/۱ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۵/۰ | ۶/۰ |
| ۸۵۰      |                 |    |    | /   | ۲/۶ | ۳/۴ | ۴/۳ | ۵/۲ |
| ۹۰۰      |                 |    |    | /   | ۲/۵ | ۳/۳ | ۴/۲ | ۵/۱ |
| ۹۵۰      |                 |    |    | /   | ۲/۴ | ۳/۲ | ۴/۱ | ۵/۰ |
| ۱۰۰۰     | *               |    |    |     | ۲/۳ | ۳/۱ | ۴/۰ | ۵/۰ |
| ۱۰۵۰     |                 |    |    |     | ۲/۲ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۵/۰ |
| ۱۱۰۰     |                 |    |    |     | ۲/۱ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۵/۰ |
| ۱۱۵۰     |                 |    |    |     | /   | ۲/۵ | ۳/۳ | ۴/۲ |
| ۱۲۰۰     |                 |    |    |     | /   | ۲/۴ | ۳/۲ | ۴/۱ |
| ۱۲۵۰     |                 |    |    |     | /   | ۲/۳ | ۳/۱ | ۴/۰ |
| ۱۳۰۰     |                 |    |    |     | /   | ۲/۲ | ۳/۰ | ۴/۰ |
| ۱۴۰۰     |                 |    |    |     | /   | ۲/۱ | ۳/۰ | ۴/۰ |
| ۱۵۰۰     | *               |    |    |     |     | ۲/۴ | ۳/۳ | ۴/۲ |
| ۱۶۰۰     |                 |    |    |     |     | ۲/۳ | ۳/۲ | ۴/۱ |
| ۱۷۰۰     |                 |    |    |     |     | ۲/۲ | ۳/۱ | ۴/۰ |
| ۱۸۰۰     |                 |    |    |     |     | ۲/۱ | ۳/۰ | ۴/۰ |
| ۲۰۰۰     | *               |    |    |     |     | /   | ۲/۵ | ۳/۳ |
| ۲۲۰۰     |                 |    |    |     |     | /   | ۲/۴ | ۳/۲ |
| ۲۵۰۰     | *               |    |    |     |     | /   | ۲/۳ | ۳/۱ |

علامت \* نشان می دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

علامت / نشان می دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره ای که برای هدایت آب های سطحی ضروری است، ساخته می شود.

جدول ۵-۱۸ درصد بریلندی پیچ در راه روستایی با فرض حداکثر شیب عرضی ۱۰ درصد

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

علامت \* نشان می دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.  
علامت / نشان می دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره ای که برای هدایت آب های سطحی ضروری است، ساخته می شود.

ادامه جدول ۵-۱۸

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

علامت \* نشان می دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

علامت / نشان می دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره ای که برای هدایت آب های سطحی ضروری است، ساخته می شود.

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 و یا 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 بر بلندی 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 در ساعت)

$e_{\max}$  = حداکثر بر بلندی (متر بر متر)

$f_{\max}$  = حداکثر ضریب اصطکاک جانبی

در جدول ۵-۱۹ اندازه‌های حداقل شعاع پیچ برای اندازه‌های مختلف سرعت طرح، ضریب اصطکاک جانبی و بر بلندی داده شده است.

بهبتر است 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 از دیاد طول راه و ضرورت تعریض بیشتر راه در پیچ است.

### ۵-۳-۳ پیچ مرکب

پیچ مرکب، از بیش از یک قوس دایره‌ای هم جهت با شعاع‌های مختلف، تشکیل شده که بر یکدیگر مماس است. 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. باین حال اگر با صرف هزینه نسبتاً کم، بتوان از پیچ ساده استفاده کرد بهتر است از بکارگیری پیچ مرکب خودداری شود.

در پیچ مرکب، هنگامی که شعاع قوس بزرگتر، برابر یا کمتر از ۳۰۰ متر باشد، شعاع قوس کوچکتر باید حداقل برابر دوسوم شعاع قوس بزرگتر در نظر گرفته شود.

### ۵-۳-۴ پیچ معکوس

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

جدول ۵-۱۹ حداقل شعاع پیچ برای راه روستایی

| سرعت طرح<br>(کیلومتر در ساعت) | حداکثر بریلندی<br>$e_{max}$ | حداکثر<br>تقریباً $f_{max}$ (اندازه های گرد شده) | حداقل شعاع (متر) |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|------------------|
| ۲۵                            | ۲٪                          | ۰/۱۷۰                                            | ۳۵               |
| ۳۰                            |                             | ۰/۱۷۰                                            | ۳۵               |
| ۴۰                            |                             | ۰/۱۶۵                                            | ۶۵               |
| ۵۰                            |                             | ۰/۱۶۰                                            | ۱۰۰              |
| ۶۰                            |                             | ۰/۱۵۳                                            | ۱۵۰              |
| ۷۰                            |                             | ۰/۱۴۷                                            | ۲۱۰              |
| ۸۰                            |                             | ۰/۱۴۰                                            | ۲۸۰              |
| ۲۵                            | ۶٪                          | ۰/۱۷۰                                            | ۲۵               |
| ۳۰                            |                             | ۰/۱۷۰                                            | ۳۰               |
| ۴۰                            |                             | ۰/۱۶۵                                            | ۵۵               |
| ۵۰                            |                             | ۰/۱۶۰                                            | ۹۰               |
| ۶۰                            |                             | ۰/۱۵۳                                            | ۱۳۰              |
| ۷۰                            |                             | ۰/۱۴۷                                            | ۱۹۰              |
| ۸۰                            |                             | ۰/۱۴۰                                            | ۲۵۰              |
| ۲۵                            | ۸٪                          | ۰/۱۷۰                                            | ۲۵               |
| ۳۰                            |                             | ۰/۱۷۰                                            | ۳۰               |
| ۴۰                            |                             | ۰/۱۶۵                                            | ۵۰               |
| ۵۰                            |                             | ۰/۱۶۰                                            | ۸۰               |
| ۶۰                            |                             | ۰/۱۵۳                                            | ۱۲۰              |
| ۷۰                            |                             | ۰/۱۴۷                                            | ۱۷۰              |
| ۸۰                            |                             | ۰/۱۴۰                                            | ۲۳۰              |
| ۲۵                            | ۱۰٪                         | ۰/۱۷۰                                            | ۲۵               |
| ۳۰                            |                             | ۰/۱۷۰                                            | ۳۰               |
| ۴۰                            |                             | ۰/۱۶۵                                            | ۵۰               |
| ۵۰                            |                             | ۰/۱۶۰                                            | ۷۵               |
| ۶۰                            |                             | ۰/۱۵۳                                            | ۱۱۰              |
| ۷۰                            |                             | ۰/۱۴۷                                            | ۱۶۰              |
| ۸۰                            |                             | ۰/۱۴۰                                            | ۲۱۰              |
| ۲۵                            | ۱۲٪                         | ۰/۱۷۰                                            | ۲۵               |
| ۳۰                            |                             | ۰/۱۷۰                                            | ۲۵               |
| ۴۰                            |                             | ۰/۱۶۵                                            | ۴۵               |
| ۵۰                            |                             | 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

$L_p$  = حداقل مطلوب طول بخش مستقیم، متر

بین دو پیچ معکوس قرار داده شود به شرح زیر توصیه

$I_1$  = بریلندی پیچ اول، درصد

می شود.

$I_2$  = بریلندی پیچ دوم، درصد

$V$  = سرعت طرح، کیلومتر در ساعت

$$L_1 = 0.09 (I_1 + I_2) V$$

اگر از قوس های اتصال تدریجی (کلوتوئید) استفاده شود،

$$L_2 = 0.15 (I_1 + I_2) V$$

ایجاد بخش مستقیم ضرورتی ندارد.

در این رابطه

$L_1$  = حداقل مطلق طول بخش مستقیم، متر

### 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 در نظر گرفته می‌شود.

### ۵-۳-۶ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

به منظور تأمین ایمنی کافی در طرح راه‌روستایی درجه یک بهتر است 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 دو پیچ هم جهت (تخت پشت) راه‌روستایی

| 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 انحنای انجام گیرد.

ب) اعمال بریلندی 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.

$$L = 0.036 \frac{V^3}{R}$$

در این رابطه

$L$  - حداقل طول منحنی کلوتوئید (متر)

$V$  - سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

$R$  - شعاع پیچ (متر)

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

## ۵-۳-۷ پل در پیچ

فرض می شود.

$F_A$  = عرض پیش آمدگی جلو وسیله نقلیه (متر)  
 $Z$  = عرض اضافی مجاز به دلیل دشواری رانندگی در پیچ (متر)  
 اندازه های  $U$  و  $F_A$  و  $Z$  از رابطه های زیر به دست می آید.

$$U = U_0 + R - \sqrt{R^2 - L^2} \quad (1)$$

$$F_A = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R \quad (2)$$

$$Z = \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad (3)$$

در این رابطه ها

$U_0$  - عرضی که توسط وسیله نقلیه (عرض خارجی چرخ ها) در مسیر مستقیم اشغال می شود (متر).

$R$  - شعاع محور راه روستایی در پیچ (متر)

$L$  - فاصله بین محورهای جلو و عقب

$A$  - فاصله بین پیش آمدگی جلو وسیله نقلیه و محور جلو

$V$  - سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

برای تعیین مقدار اضافه عرض روستازی در پیچ، لازم است که وسیله نقلیه مناسبی که نماینده نوع وسایل نقلیه در راه مورد نظر است انتخاب شود و مبنای طرح قرار گیرد.

برای پیچ های با شعاع کمتر از ۱۷۰ متر، میزان اضافه عرض، حداقل ۰/۶ متر منظور می شود و برای روستازی راه روستایی در پیچ هایی با شعاع انحنای ۱۷۰ متر یا بیشتر، اضافه عرض در نظر گرفته نمی شود.

اضافه عرض روستازی راه روستایی یک خطه، نصف راه روستایی دو خطه در نظر گرفته می شود.

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

اجرای برابندی و همچنین اجرای پیچ در روی پل همیشه مشکل آفرین است. آب جمع شده در سطح پل زودتر از نقاط دیگر راه یخ می زند و رانندگان که انتظار یخ زدگی در سطح راه را ندارند، ممکن است هنگام عبور از سطح پل دچار اشتباه شده و وسیله نقلیه آنها لغزیده و موجب تصادف شود. در اینگونه موارد، برای رفع اشکال بهتر است، در صورت امکان، از پل زیر خاکی استفاده شود.

## ۵-۳-۸ تعریض در پیچ

گاهی لازم است عرض روستازی در پیچ افزایش داده شود.

دلیل های این افزایش عرض عبارت است از:

- خودرو در پیچ، عرض بیشتری اشغال می کند.
- معمولاً راننده در پیچ به سختی می تواند از محور خطی که در آن حرکت می کند، پیروی کند.
- مقدار اضافه عرض روستازی در پیچ از رابطه های زیر به دست می آید (شکل ۵-۷).

$$W = W_c - W_{II} \quad (1)$$

$$W_c = 2(U + C) + F_A + Z \quad (2)$$

در این رابطه ها

$W$  - اضافه عرض روستازی در پیچ برای راه روستایی (متر)

$W_c$  - عرض روستازی راه روستایی درجه یک و دو در پیچ (متر)

$W_{II}$  - عرض روستازی راه روستایی درجه یک و دو در

مسیر مستقیم (متر)

$U$  - عرضی که توسط وسیله نقلیه (خارج به خارج چرخ ها) در

قوس اشغال می شود (متر)

$C$  - فاصله آزاد جانبی وسیله نقلیه، برای سواره روها با عرض ۶،

۶/۵ و ۷/۳ متر این مقدار به ترتیب برابر با ۰/۶، ۰/۷ و ۰/۹ متر

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 بر بلندی 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  $\frac{1}{4}$  تا  $\frac{1}{2}$  طول تأمین اضافه عرض، در امتداد مستقیم و مابقی در طول پیچ انجام شود؛ این روش مشابه روشی است که برای تأمین بر بلندی 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 جزئیات کامل در نقشه‌های اجرایی مشخص می‌شود.

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

علاوه بر عامل‌های کنترل‌کننده‌ای که در بندهای قبل در مورد امتداد افقی مسیر راه ذکر شد، عامل‌های کلی دیگری نیز در نظر گرفته می‌شود. در زیر رهنمودهای کلی امتداد افقی مسیر راه آمده است.

الف) امتداد افقی مسیر، بهتر است 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 سربایینی می‌رسد، برتر است.

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

پ) هماهنگی امتداد افقی مسیر در طول راه نگهداری شود و از به کار بردن 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.

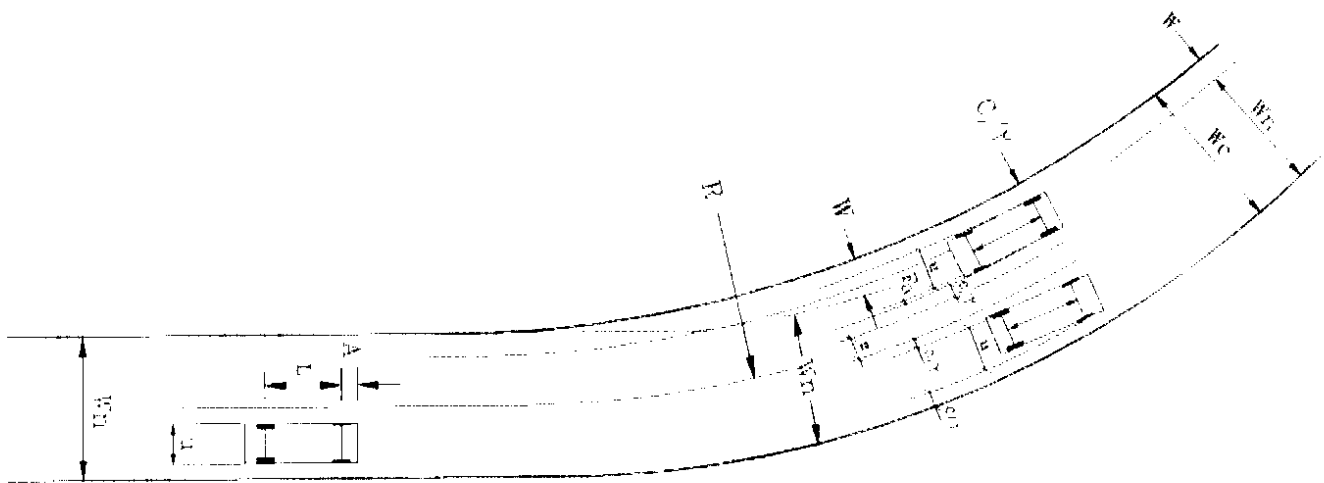
ت) بهتر است طول پیچ، به اندازه کافی زیاد باشد. تا از به وجود آمدن پیچ ظاهراً تند پرهیز شود.

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

ج) پیچ مرکب با شعاع‌های نامتناسب همان اشکالی را به وجود می‌آورد که اتصال یک مسیر مستقیم به یک پیچ با شعاع کم پدید می‌آید. در پیچ مرکب، نباید شعاع پیچ بزرگتر از یک

ونیم برابر شعاع پیچ کوچکتر باشد. در موردهایی که تأمین شرایط بالا امکان‌پذیر نباشد، مشکل به کمک یک قوس اتصال تدریجی یا یک پیچ واسطه دیگر رفع 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) به کار رود.  
ح) پلان راه باید با نیمرخ طولی آن هماهنگ باشد.



شکل ۵-۷ تعریض روسازی در پیچ

#### ۵-۳-۱۰ مارپیچ ها

در راه های روستایی واقع در مناطق دشوار، برای پیوند دو راستا، که با یکدیگر زاویه بسیار کوچک و بسته ای می سازند، بمنظور پرهیز از شعاع های بسیار کم یا شیب های خیلی تند، غالباً استفاده از مارپیچ، ضرورت پیدا می کند.

حداقل شعاع های 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 می باشد.

#### جدول ۵-۲۲ حداقل شعاع های داخلی و خارجی روسازی

در مارپیچ ها

| خودروی<br>طرح | شعاع داخلی<br>(متر) |            | شعاع خارجی برای راه (متر) |            |
|---------------|---------------------|------------|---------------------------|------------|
|               | درجه ۳              | درجه ۱ و ۲ | 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 خسرویس

طرح در طول ۱۰ تا ۲۰ متر به حاشیه روسازی در قسمت مستقیم اتصال میگردد.

## ۵-۴ شیب طولی

### ۵-۴-۱ اصول کلی

شیب طولی به شیب سطح تمام شده راه در امتداد مسیر گفته می شود. این شیب همان شیب طولی خط پروژه است و بطور عمده به وسیله پستی و بلندی، درجه راه، پیچ، قدرت و سایل نقلیه سنگین، هزینه تملک حریم راه، ایمنی، مسافت دید، هزینه های ساخت راه و زهکشی کنترل می شود. در تمام طول راه، تأمین فاصله دید توقف بر اساس سرعت طرح، ضروری است.

تخلیه آب های سطحی بر تعیین شیب طولی راه اثر می گذارد. در مناطق هموار، شرایط تخلیه آب های سطحی غالباً تعیین کننده ارتفاع خط پروژه است. در نواحی تپه ماهور، شیب طولی متغیر و هماهنگ با پستی و بلندی زمین، هزینه ساخت را کم می کند، ولی در عین حال کاربرد آن اغلب مطلوب نیست. در نواحی کوهستانی نیز موقعیت مسیر راه، تعیین کننده شیب طولی آن است. به هر حال، مقایسه اقتصادی شیب های طولی مختلف برای تعیین گزینه بهینه، ضروری است.

### ۵-۴-۲ موقعیت خط پروژه در نیم رخ عرضی

خط پروژه اغلب بر محور راه روستایی (به منظور تأمین

بر بلندی) و در موردهای استثنایی بر کنار سواره رو منطبق می باشد.

### ۵-۴-۳ معیارهای انتخاب شیب

از دید شیب طولی راه، معمولاً مشکلات زیر را دارد.  
الف) کاهش سرعت حرکت و سایل نقلیه، بویژه وسایل نقلیه سنگین در سربالایی  
ب) افزایش آلودگی (صدا و هوا) در سربالایی  
پ) لغزش حرکت و سیله نقلیه در شیب در شرایط برف و یخبندان  
ت) کاهش ایمنی تقاطع های 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 بر حسب نوع منطقه در جدول ۵-۲۳ داده شده است.

بهبتر است علاوه بر شیب طولی به طول شیب نیز توجه شود. طراح بهتر است از بکار بردن شیب های تند در طول های زیاد اجتناب کند. حداکثر طول فراز بر اساس شیب طولی راه روستایی در جدول ۵-۲۴ مشخص گردیده 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

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

\* 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 افزود.

جدول ۵-۲۴ حداکثر طول فراز

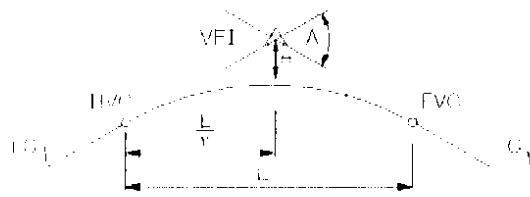
| شیب طولی (درصد) | ۷   | ۸   | ۹   | ۱۰  | ۱۱  | ۱۲  | ۱۳+ |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| طول فراز (متر)  | ۷۵۰ | ۶۵۰ | ۵۸۰ | ۵۳۰ | ۴۷۵ | ۴۳۵ | ۴۰۰ |

جدول ۵-۲۵ حداقل شیب طولی در انواع راه روستایی

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

#### ۴-۴-۵ 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 شیب طولی ۰/۵٪ یا کمتر باشد، قرار دادن خم در محل تغییر شیب ضروری نیست. انواع خم‌های سهمی در شکل ۵-۸ نشان داده شده است.

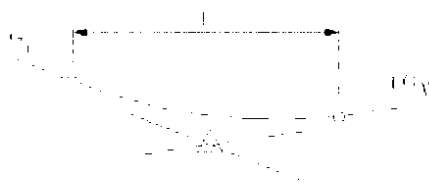


شکل ۱

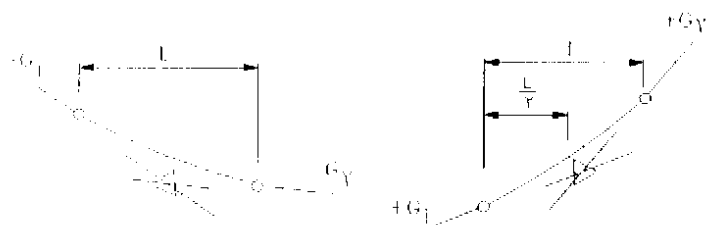


شکل ۲

الف - انواع خم‌های گنبدی (قوس‌های برآمده)



شکل ۳



شکل ۴

$G_1$  = قدر مطلق شیب اول (درصد)

$G_2$  = قدر مطلق شیب دوم (درصد)

$L$  = طول خم (متر)

$A$  = قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب

ب - انواع خم‌های کاسه‌ای (قوس‌های فرورفته)

شکل ۵-۸ انواع خم‌ها

$L$  - 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.

۸ - قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب

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

طول خم گنبدی باید به اندازه‌ای باشد که حداقل

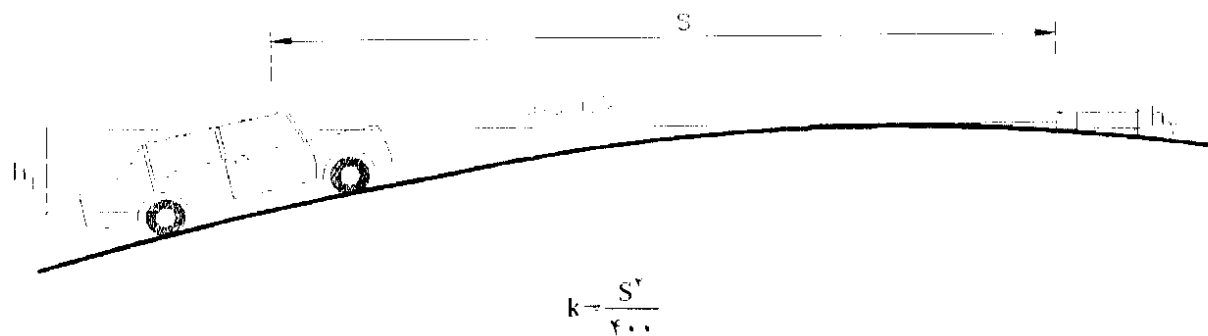
فاصله دید توقف برای راننده وسیله نقلیه فراهم شود

(شکل ۵-۹). تأمین فاصله دید در خم گنبدی با توجه به

رابطه  $1. \geq KA$  صورت می‌پذیرد، که در آن.

جدول ۵-۲۶ اندازه های حداقل K برای خم گنبدی

| سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) | 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  |



$h_1$  - 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 کاسه ای (قوس فرورفته)

یادداشت ۱

کوچه طول خم به قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب بستگی دارد ولی در هر صورت بهتر است از ۶۷/۰ (۷۰ = سرعت طرح بر حسب کیلومتر در ساعت) و در هر حال از ۳۰ متر کمتر نباشد.

یادداشت ۲

هنگام طرح خم های نوع ۱ و ۳، تداخل آب باران در آنها مورد بررسی قرار می گیرد (بویژه موقعی که خم ها و پیچ ها با یکدیگر ترکیب می شوند و یا برابندی تغییر جهت می دهد) در چنین مورد هایی برای قنوها نیم رخ طولی جداگانه در نظر گرفته می شود.

یادداشت ۳

قرار دادن خم گنبدی در بل بلا مانع است ولی در مورد خم کاسه ای بهتر است باید در صورت امکان، در یک طرف، خم قرار گیرد.

خم کاسه ای، در روستایی روز دید راننده را محدود نمی کند. اما در تاریکی، فاصله ای که توسط نور چراغ های وسایل نقلیه، در این خم روشن می شود محدود است (شکل ۵-۱۰). حداقل طول خم کاسه ای از رابطه زیر به دست می آید.

$$L \geq KA$$

که در آن

$L$  - طول خم کاسه ای (متر)

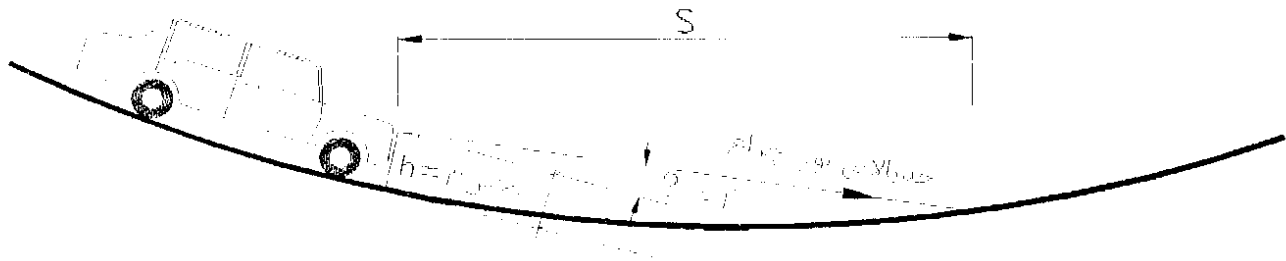
$K$  - ضریبی است تابع سرعت طرح و فاصله دید توقف است که

از جدول ۵-۲۷ بدست می آید.

۸ - قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب

جدول ۵-۲۷ اندازه‌های حداقل K برای خم کاسه‌ای

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



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

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 در خم کاسه‌ای و در تاریکی شب

راه امکان‌پذیر باشد.

۵-۴-۵ معیارهای کلی نیم‌رخ طولی مسیر

علاوه بر عامل‌های کنترل‌کننده‌ای که در بندهای قبل در مورد

شیب طولی مسیر راه ذکر شد، 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

۶-۴-۵ 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 عیب‌ها را تشدید کند. هرگاه طرح امتدادهای افقی و قائم به طور توأم انجام شود، ایمنی راه بیشتر، سرعت یک‌نواخت‌تر و ظاهر راه خوش‌منظرتر 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) بهتر است که تعادل مناسبی بین پیچ و نیمرخ طولی راه موجود باشد (پیچ با شعاع کم با نیمرخ طولی با شیب کم متعادل نیست).

ب) در یک خم گنبندی بهتر است پیچ تند در قله خم قرار گیرد.  
پ) در یک خم کاسه‌ای بهتر است پیچ تند در کف کاسه قرار گیرد.

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

ث) نیمرخ طولی و پیچ راه بهتر است تا حد امکان در تقاطع و حوالی 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 بهتر است در بخش‌های مستقیم راه صورت بگیرد و از اعمال این تغییرها در محل‌هایی که دارای محدودیت‌های فاصله دید افقی و قائم است، اجتناب شود.

بهتر است تمامی طول مسیر اعمال تغییر عرض راه، برای راننده‌ای که در حال نزدیک شدن به بخش کم عرض تر 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، بهتر است 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 در ساعت)

### 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 پل

پل، سازه‌ای با دهانه بیش از ۶ متر است که امکان عبور راه از روی آبراهه، دره، خط انتقال انرژی و یا راه دیگری را میسر می‌سازد. دهانه پل در طول محور راه و در فاصله بین دو تکیه‌گاه اندازه‌گیری می‌شود. در پل چند دهانه، طول هر دهانه، ۳ متر یا بیشتر است.

## ۵-۶-۱ عرض پل

- ۱- عرض آزاد پل، به‌تراست برابر با کل عرض سواره‌رو و و شانه راه‌منتهی به آن باشد.
- ۲- عرض آزاد پل، فاصله داخلی بین جان‌پناه دو طرف آن است.

## ۵-۶-۲ شیب عرضی

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

## ۵-۶-۳ ارتفاع آزاد پل

برای حداقل ارتفاع آزاد پل‌های عبوری از روی راه آهن و راه‌های وزارت راه و ترابری از وزارت راه و ترابری سؤال شود.

## ۵-۷ دیوارهای حایل

### ۵-۷-۱ کلیات

دیوارهای حایل برای نگهداری خاک و نیز سربار ناشی از راه یا تأسیسات مختلف روی آن در پای خاک‌برداری یا خاکریزی بکار می‌رود. بسته به ارتفاع خاک، محدودیت‌های اجرایی، نوع تأسیسات واقع بر روی خاک و شرایط اقلیمی می‌توان از دیوارهای حایل مختلف استفاده کرد.

دیوارهای حایل می‌تواند در کنار مسیر راه و در مجاورت

تأسیسات پیش‌بینی شود.

مطالب زیر جنبه راهنمایی برای طرح هندسی داشته و برای

طراحی دیوار باید از نقشه‌های تیپ مورد تأیید 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 بتابی مانند سنگ و یا بتن ساده ساخته می‌شود و به دلیل نوع مصالح مورد مصرف، برای پایداری، نیاز به ضخامت‌های زیاد دارد. کاربرد دیوار وزنی در ارتفاع زیاد غیراقتصادی است و در محل‌هایی با لرزه‌خیزی بالا که سربار مهمی را تحمل می‌کند مناسب نیست. به لحاظ اقتصادی حداکثر ارتفاع مناسب برای چنین دیوارهایی ۲ تا ۵ متر است. ابعاد لازم برای طراحی هندسی برحسب ارتفاع دیوار مطابق شکل ۵-۱۱ توصیه می‌شود.

### ب - دیوار حایل طره‌ای

این دیوار از نوع بتن مسلح و برای ارتفاع تا ۱۱ متر قابل استفاده است. استفاده از این دیوارها تا ارتفاع ۶ متر اقتصادی می‌باشد. ابعاد تقریبی دیوارها برای احتساب در طرح اجزای نیمرخ عرضی برحسب ارتفاع دیوار مطابق شکل ۵-۱۲ توصیه می‌شود.

بهتر آن است به این نکته توجه شود که در نقاط لرزه‌خیز

نیروهای زلزله موجب افزایش ابعاد دیوار می‌شود.

در حالت‌هایی که نتوان از دیوارهای طره‌ای پاشنه‌دار استفاده

نمود، می‌توان در صورت امکان از دیوارهای طره‌ای پنجه‌دار به

صورت ۱-ا استفاده کرد. باید تأثیر این نوع دیوار در نیمرخ

عرضی مسیر پایین دیوار در نظر گرفته شود. به‌تراست که برای

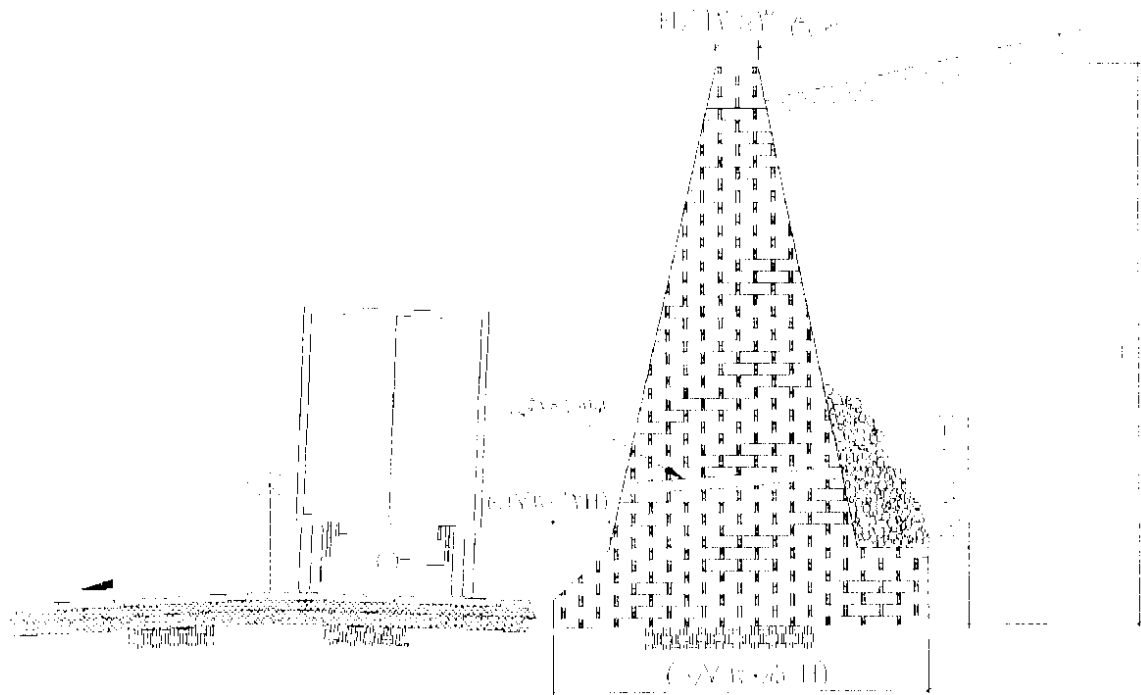
پایداری بیشتر این دیوارها از زبانه برشی استفاده شود.

### پ - دیوار حایل با پشت بند

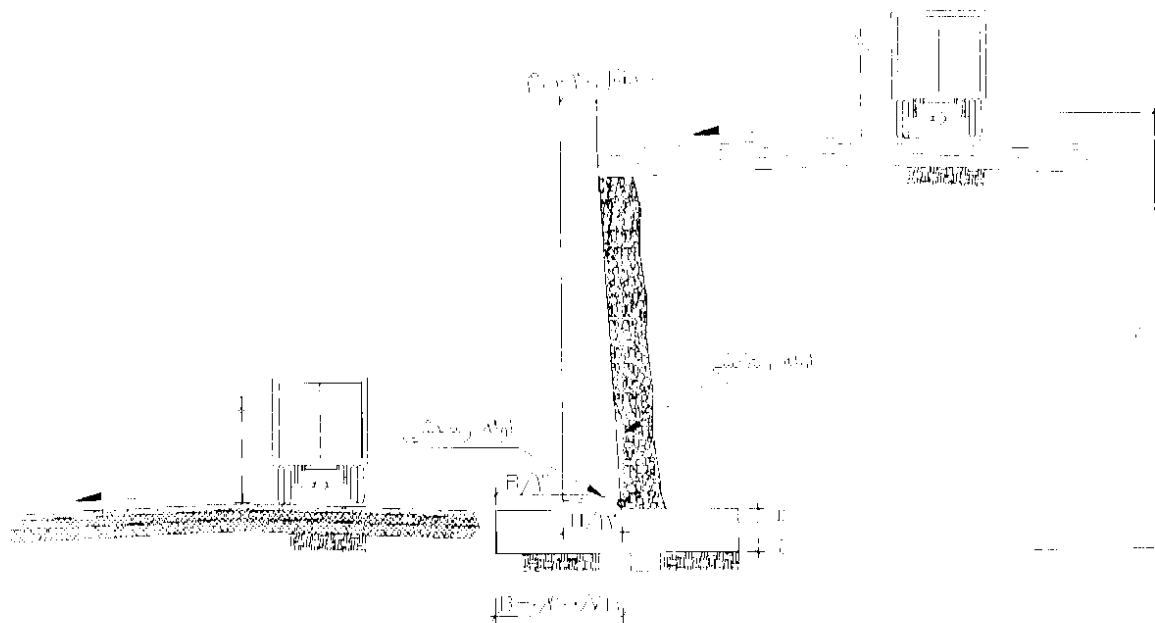
از این نوع دیوار (شکل ۵-۱۳) در موردهایی که کاهش

دیوار در نیمرخ عرضی راه مدنظر قرار گیرد.

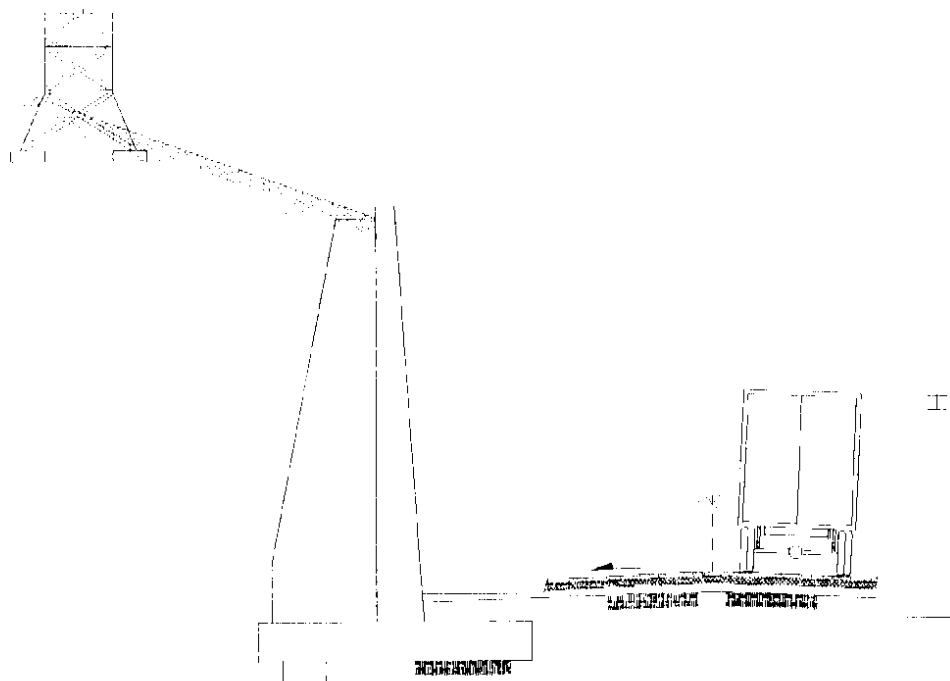
حرکت جانبی دیوار مدنظر است و یا ارتفاع دیوار زیاد است معمولاً استفاده می شود. باید فضای کافی برای پشت بندهای



شکل ۵-۱۱ ابعاد دیوار حایل وزنی



شکل ۵-۱۲ دیوار حایل طره ای



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 در نظر گرفتن 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 مجهز شود. 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 مدنظر قرارگیرد.

### ۵-۷-۵ زهکشی دیوار حایل

در طرح هندسی مسیرهایی که در بالای دیوار حایل قرار می‌گیرد، باید موقعیت آبروها کاملاً تعیین شود تا از آبستگی دیوار، جلوگیری به عمل آید. باید تخلیه آب سطحی جمع‌آوری شده به پایین و خارج از محوطه دیوار در طرح هندسی در نظر گرفته 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 دیوار حایل از لبه راه از یک متر کمتر نباشد و در طراحی مسیر افقی دیوار حایل، مسائل مربوط به فاصله دید مورد توجه قرارگیرد.

## فصل ششم - نیمرخ های عرضی

### ۶-۱ کلیات

نیمرخ های عرضی، بسته به طبقه بندی راه، درجه بندی راه و موقعیت قرارگرفتن در مسیر (مستقیم یا پیچ) متفاوت است. طبقه بندی راه در تعیین شیب شیروانی نیمرخ عرضی مؤثر است ولی درجه بندی راه در تعیین عرض شانه و عرض سواره رو تأثیر دارد و بالاخره پیچ در تعیین میزان تعریض راه و بریلندی اثر می گذارد. نیمرخ عرضی، نشان دهنده ابعاد، شیب عرضی سواره رو، شانه ها، شیب عرضی شیروانی خاکبرداری یا خاکریزی و موقعیت جوی های جانبی است. اجزاء نیمرخ عرضی در شکل ۱-۶ نمایش داده شده است.

### ۶-۲ سواره رو

سواره رو، قسمتی از سطح نهایی روسازی راه (شنی یا آسفالتی) است که برای حرکت و عبور وسایل نقلیه بکار می رود. این قسمت از کف راه، از شانه، که معمولاً برای حفاظت روسازی اختصاص دارد، متمایز است. در راه هایی که سواره رو آسفالتی دارد، شانه، به صورت نواری در کنار سواره رو قرار دارد و از آن متمایز است، ولی در رویه های شنی، سراسر کف راه (شانه و سواره رو) یکپارچه است و نوار واحدی را تشکیل می دهد.

روسازی آسفالتی سواره رو طوری طراحی و ساخته می شود که شکل سطح راه و ابعاد آن در اثر استفاده تغییر نکند، تخلیه آب های سطحی به سهولت صورت گیرد و بالاخره زبری سطح راه در حد مطلوب نگهداری شود.

### ۶-۲-۱ عرض سواره رو

عرض سواره رو در ایمنی و آسایش استفاده کنندگان از راه اثر دارد. سواره رو، 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 قسمت های مستقیم، عرض های زیر را باید در نظر گرفت.

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

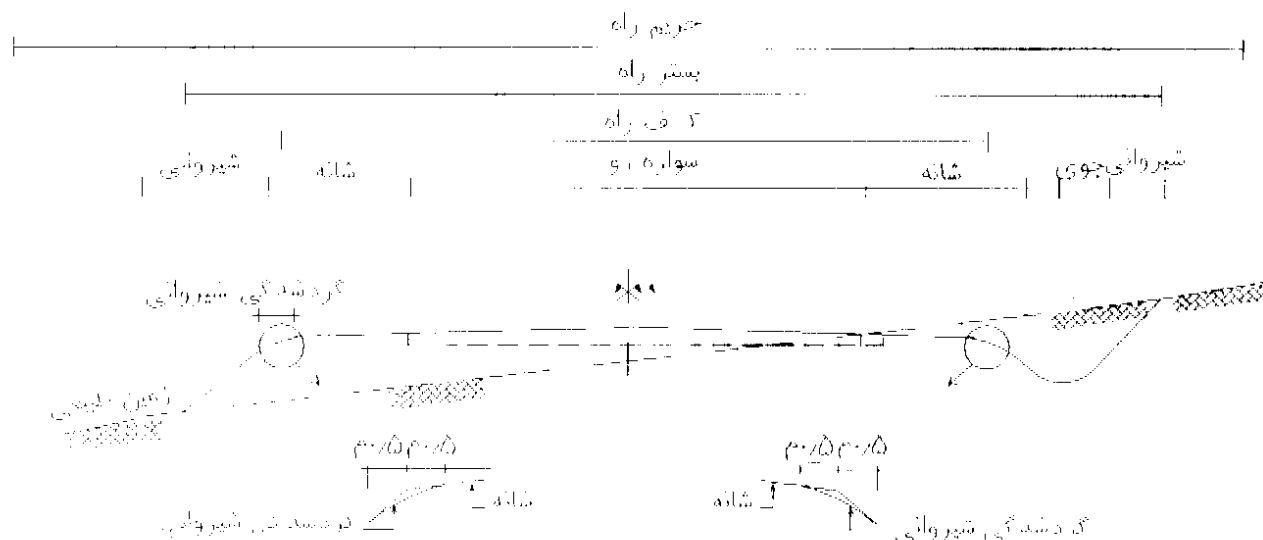
### ۶-۲-۲ شیب عرضی سواره رو

میزان شیب عرضی در قسمت های مستقیم (و پیچ های با شعاع بزرگ که احتیاج به بریلندی نداشته باشد) به درجه بندی راه، نوع رویه، وضع جوی منطقه عبور راه و بالاخره سرعت طرح بستگی دارد.

شیب عرضی سواره رو، در قسمت های مستقیم و پیچ هایی که احتیاج به بریلندی نداشته باشد، برای رویه های آسفالتی و روکش روسازی قدیمی، ۲ تا ۳ درصد و برای رویه های شنی ۴ تا ۶ درصد است.

شیب عرضی یادشده، از محور راه به طرفین آن اعمال می شود. شیب های عرضی تندتر از ۲٪ از نظر تخلیه آب بارش، مطلوب تر است. برای مناطقی مانند نواحی معتدل ساحلی که نزول باران های شدید و سیل آسا، حالت غالب دارد، بهتر است از حد بالایی شیب عرضی، و برای منطقه های 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 پایین تر استفاده شود.



شکل ۶-۱ اجزاء نیمرخ عرضی راه روستایی

## ۶-۲-۳ شانه

## از آزادی عمل در رانندگی

۳- افزایش فاصله دید در پیچ‌های داخل برش‌ها و در نتیجه

افزایش ایمنی

۴- کمک به فراهم کردن فاصله آزاد جانبی علایم از لبه سواره‌رو

۵- هدایت آب بارش جاری شده از سواره‌رو

۶- فراهم کردن محل عبور پیاده، دوچرخه و ماشین‌های کشاورزی

علاوه بر شانه، منظور کردن نوار نگهدار شانه (شانه خاکی) از

شسته شدن لبه خارجی شانه جلوگیری و محل مناسبی را برای نصب

علایم فراهم می‌کند (شکل ۱-۶). عرض این نگهدار خاکی ۵۰

سانتیمتر است که با ۵۰ سانتی متر از شیروانی مجاور، پیوند قوسی

(گردش‌دگی) دارد.

شانه‌راه روستایی درجه یک و دو باید همکف سواره‌رو یا

شانه، بخشی از کف راه است که در طرفین سواره‌رو قرار می‌گیرد

و برای حفاظت سواره‌رو 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 وسایل نقلیه نیز، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

علاوه بر این، شانه راه دارای مزیت‌های زیر است.

۱- ایجاد نوعی فرصت و راه نجات و کاهش شدت سوانح، برای

خودرویی که به هر دلیل از سواره‌رو منحرف شده است.

۲- ایجاد احساس پهن بودن نوار عبور، آسایش و آسودگی ناشی

مقداری و در جهتی تعیین کرد که اختلاف جبری شیب شانه و سواره رو از ۸ درصد بیشتر نشود.

حداکثر ۱/۵ سانتیمتر از آن پایین تر باشد و در محل پل های کوچک نیز همانند سایر قسمت های راه، ادامه یابد.

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

### ۳-۶ نهر جانبی (جوی کناری)

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

### ۴-۲-۶ شیب عرضی شانه

شیب عرضی شانه در قسمت های مستقیم، ۵ تا ۶ درصد تعیین می شود. در محل هایی که سواره رو، دارای شیب عرضی یکسره یا پربلندی باشد شیب عرضی شانه را باید

جدول ۱-۶ عرض شانه طرفین راه روستایی

| 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 پل ها، آبنماها و آبنما نوله ها نیز باید رعایت شود. کاهش این عرض ها، در مورد های استثنایی، مستلزم تفسیر مجوز مربوط است.

یادداشت ۲

عرض های ذکر شده شامل اضافه عرض پیچ ها نیست. اضافه عرض پیچ ها، به عرض های تعیین شده برای سواره رو افزوده می شود.

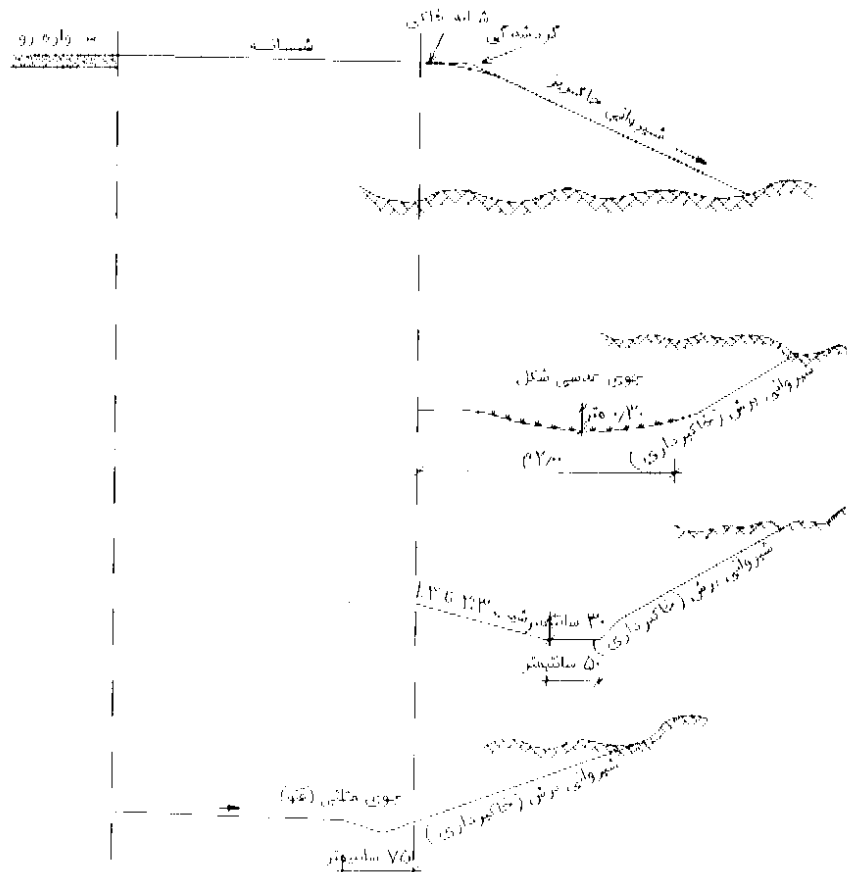
یادداشت ۳

هرگونه تغییر در عرض روسازی تدوین می است و با نصب علائم مشخص می شود.

بارش، از شانه خاکی می توان استفاده کرد.

چنانچه راه در خاکبرداری قرار گرفته باشد، آب های سطحی از لبه به جوی کناری هدایت می شود و در طول راه جریان می یابد تا به محل مناسبی مانند «آبرو» برسد و از آنجا تخلیه شود. این جوی، بسته به شرایط می تواند از نوع پوشش دار، خاکی، قنویهای مثلثی شکل (شکل ۲-۶) و معبر سرپوشیده با مقطع چهارگوش باشد.

اگر آب باران در محل دور شدن از کف راه، به شیروانی خاکریزی برسد، ساده ترین شیوه 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 می شود، پیوندد. این شیوه، فرسایش شانه و شیروانی و بویژه خط جدایی آن دو را تشدید می کند. برای پرهیز از آثار زیانمند آب حاصل از



شکل ۶-۲ نمونه‌های مختلف جوی کناری

## ۴-۶ شیروانی

## ۴-۶-۱ کلیات

در لبه خارجی شانه (یا شانه خاکی) نیمرخ عرضی با شیب، به زمین طبیعی می‌پیوندد (شکل ۶-۳).

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 تغییر کند. به طور کلی بهتر است 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 حساب آوردن سربار ناشی از وسایل نقلیه 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 ۴-۶ مراجعه شود).

## ۴-۶-۲ 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

عامل های زیر بستگی دارد.

پ - شیب بستر طبیعی خاکریزی (ضرورت کندن شیار و

الف - خواص خاک محل خاکبرداری

پلکانی کردن بستر، قبل از احداث خاکریزی).

ب - ارتفاع خاکبرداری

ت - حریم راه

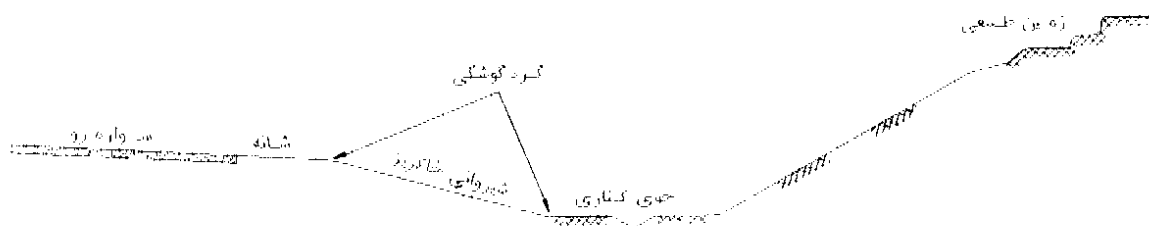
پ - طبقه بندی راه

ث - هزینه خاکریزی

ت - حریم راه

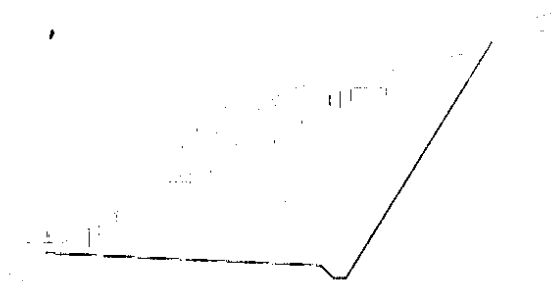
ث - هزینه خاکبرداری

### ۳-۴-۶ شیروانی خاکبرداری



شکل ۳-۶ شیروانی در خاکریزی

### ۴-۴-۶ حالت خاص خاکبرداری



شکل ۴-۶ 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 (وسایل نقلیه سنگین، برف) نگه می دارد تعیین و چنانچه شیب زمین طبیعی تندتر از آن باشد برای رفع خطریزش اقدامات ضروری پیشنهاد می شود. شکل ۴-۶، به روشن تر شدن موضوع کمک می کند. در این نمونه، لبه سمت چپ «کف راه» یعنی نقطه A، روی زمین طبیعی قرار گرفته است.

## ۴-۵-۶ 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 بر حسب 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 نزدیک‌تر است، اندازه‌گیری می‌شود.

برای شیروانی‌های خاکریزی دو راه حل را می‌توان در نظر 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 خارج شدن وسیله نقلیه از مسیر)

انتخاب بهترین راه حل، 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 بر حسب ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری و طبقه‌بندی راه

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

\* در محل‌هایی که شیروانی، در فاصله کمتر از پنج متر از حاشیه شانه به زمین طبیعی برسد، بهتر است فاصله پنج متری ثابت از حاشیه شانه منظور و حاشیه شیروانی به آن نقطه با شیب یک‌در یک منتهی شود.

\*\* در زمین‌های رسی ولایی که در معرض فرسایش قرار دارد، بهتر است از کاربرد شیب‌های تندتر از ۱:۲ اجتناب شود.

## 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 متر است. بنابراین حریم راه‌ها در بعضی از قسمت‌ها با حریم اعلام شده می‌تواند متفاوت باشد.

## مطالعه‌کننده باید محل‌هایی که راه به دلیل فوق به حریم

بیشتری نیاز دارد معین و به کارفرما پیشنهاد کند.

## ۴-۷ پلکانی کردن 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،

ضابطه‌های مربوط به نصب و به ویژه ایمن ساختن دو انتهای جان‌پناه، باید مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۵-۶ پلکانی کردن شیروانی

هریک از دو نوع جان‌پناه (فلزی و بتنی) واجد مزیت‌ها و عیب‌هایی است. 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.

در کاربرد جان‌پناه‌ها بهتر است 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 مجاز است).

پ - فاصله سپر فلزی جان‌پناه فلزی از پایه‌های پشت آن، حدود ۲۰ سانتیمتر باشد.

ت - بالای جان‌پناه بتنی و یا بالای سپر جان‌پناه فلزی باید از

زمین شروع و در انتهای دیگر به زمین برسد. در مورد

بعد از جوی کناری، پله‌ای منظور می‌شود تا مصالح حاصل از ریزش، روی آن انباشته و در فاصله‌های معین تخلیه شود و از پر شدن جوی کناری و ایجاد مانع در برابر جریان یافتن و تخلیه آب جلوگیری شود. شیب شیروانی به جنس زمین، نوع لایه‌ها و طرز قرار گرفتن آنها بستگی دارد. در محدوده 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، بهتر است شیروانی به شکل پلکانی (شکل ۵-۶) درآید. در حالت کلی عرض پله‌ها، ارتفاع بین پله‌ها و شیب شیروانی حد فاصل پله‌ها، بستگی به مشخصات لایه‌های زمین دارد و می‌تواند مقدار یکنواختی نباشد. هر جا که ممکن است بهتر است به منظر آرایشی توجه و شیب یکنواختی اختیار کرد.

برای پرهیز از انباشتگی فوق‌العاده مصالح ریزشی در مجاورت جوی کناری، بهتر است ارتفاع پله اول را کمتر در نظر گرفت.

#### شیب طولی و عرضی پله‌ها، باید طوری باشد که تخلیه

متناسب آب بارش را امکان‌پذیر نماید. عرض پله‌ها، به ویژه پله اول، بهتر است به میزانی باشد که ریزش‌ها را بتوان به وسیله ماشین‌های راه‌سازی تخلیه نمود. به این منظور عرض ۴ تا ۶ متر توصیه می‌شود. در صورت لزوم باید، آب بارش بالای شیروانی را با توجه به شکل ۵-۶ از طریق جوی بالای شیروانی تخلیه کرد.

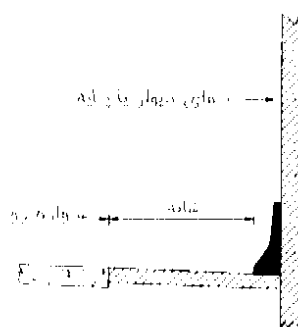
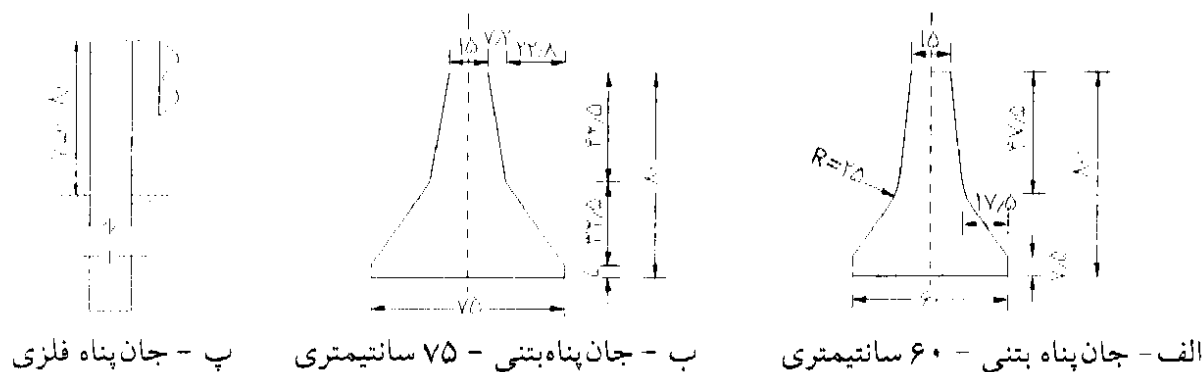
#### ۵-۶ جان‌پناه

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،

محل نصب جانپناه باندازه عرض پائین جانپناه احتیاج به تعریض دارد. در کنار کوله و پایه پل و هر نوع دیواره، بهتراست از نیمرخ یک طرف قائم جانپناه بتنی استفاده شود (شکل ۶-۶ ت).

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 در کنار لبه خارجی شانه راه قرار می‌گیرد، لذا راه در



ت - کاربرد جانپناه بتنی در کنار دیوار

#### شکل ۶-۶ انواع جانپناه

دو حد حریم راه باشد، بنا به تعریف پادشده، 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، بدنه راه نام دارد.

قبل از آغاز ساختمان هر راه، حریم مورد نیاز آن، براساس تصویب‌نامه قانونی، در جلسه‌ای به نام «کمیسیون حریم» تحت بررسی قرار می‌گیرد و حریم آن تعیین می‌شود. در تصویب‌نامه مورخ ۱۹/۲/۱۳۶۹ دو نوع حریم شرح 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

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

در صورت استفاده از قطعه‌های پیش‌ساخته، بهتراست قفل و بست آنها به یکدیگر به طریق 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.

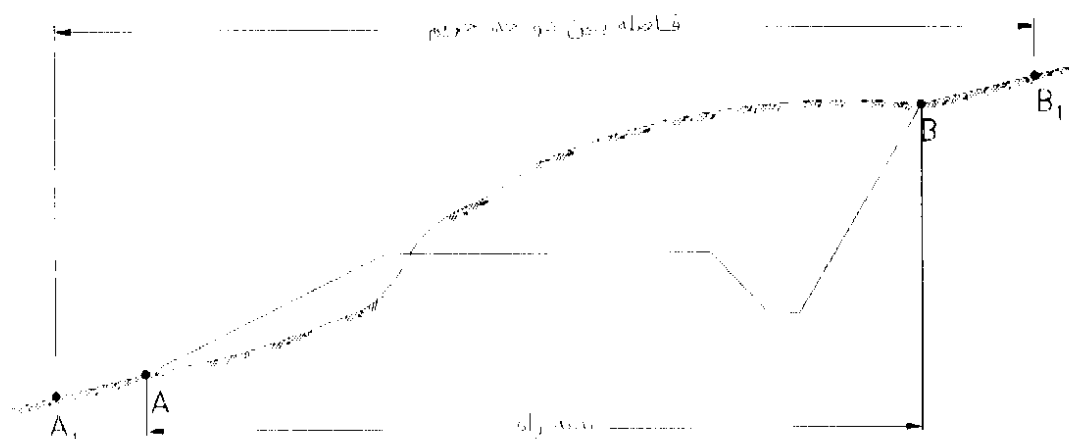
اگر A و B طبق شکل ۶-۷، دو حد ساختمانی و  $A_1$  و  $B_1$

تبصره ۱- در مواردی که لازمست حریمهای ذکر شده 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 ۲- کشاورزی در حریم راههای روستایی در صورتی که به تشخیص وزارت جهاد سازندگی بر جسم راه آسیب نرزد مجاز است.

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

۲- در مواردی که راه روستایی اجباراً از داخل روستا عبور نماید، 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



شکل ۶-۷ حریم راه

یادداشت  
از آنجایی که تصویب نامه های فعلی جوابگوی کامل و درستی برای تعیین کلیه راه ها براساس تعریف های جدید این آیین نامه نیست، بهتر است پیشنهاد جدید و کامل تری برای حریم راه های کشور براساس طبقه بندی و درجه بندی جدید تهیه شود و پس از تصویب مراجع قانونی مورد استفاده قرارگیرد.

اداره یا موسسه ای که مطالعه راه را برعهده دارد، نوع حریم مورد نیاز را پیشنهاد می کند. همچنین حریم مربوط به حالت های خاص، مورد به مورد بررسی و برای آن، پیشنهاد مناسب ارائه می شود. در هر صورت، حریم پیشنهادی بهتر است فضای مورد نیاز به هنگام ساختن راه و نیز نگهداری و توسعه و بهسازی بعدی آن را تأمین کند.

## 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، بهتر است به طور تدریجی همراه با نصب علائم 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 خواهد بود.

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

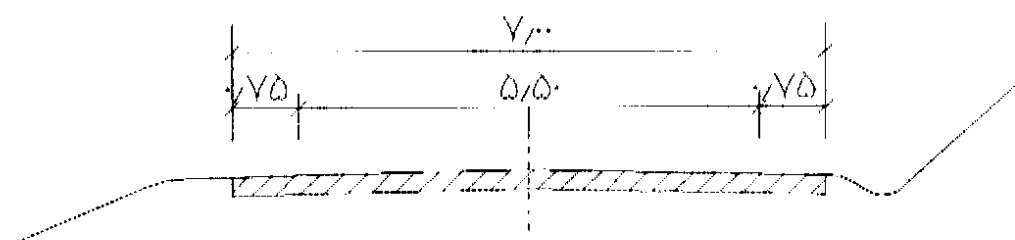
می‌شود که فضای لازم برای ساختن راه و همچنین حداقل ارتفاع آزاد مورد نیاز تأمین و بالاخره، امکان بهسازی و توسعه بعدی فراهم شود.

عرض سواره‌رو و شانه بهتر است در محل‌های 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 انجام شود.

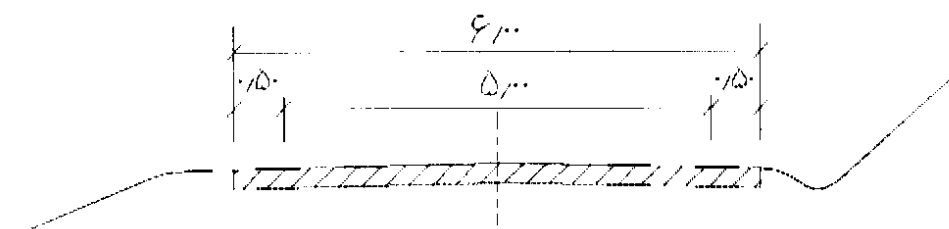
حداقل فاصله لبه سواره‌رو از دیوار پل عبوری از بالای راه و هرگونه مانع خطرناک، برابر است با پهنای شانه و فاصله لازم برای نصب جان‌پناه (حداقل مطلق ۶۰ سانتیمتر، به علاوه فاصله لازم برای نصب جان‌پناه). حداقل فاصله لبه سواره‌رو از پایه پل و هرگونه مانع خطرناک، برابر است با مجموع پهنای شانه و فاصله لازم برای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

## ۶-۸ نیمرخ‌های عرضی نمونه

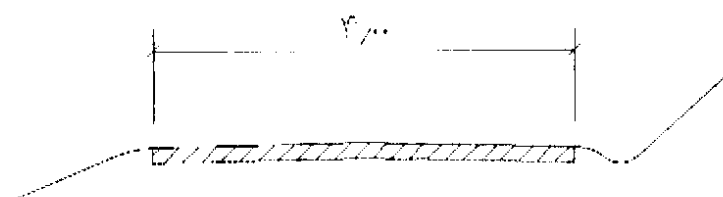
نمونه‌هایی از نیمرخ عرضی راه در شکل ۶-۸ و پل در شکل ۶-۹ برای قسمت‌های مستقیم انواع مختلف راه‌روستایی، ارائه شده که نقش توضیح و تشریح مطالب بخش ۱ تا ۸ را دارد.



راه روستایی درجه یک

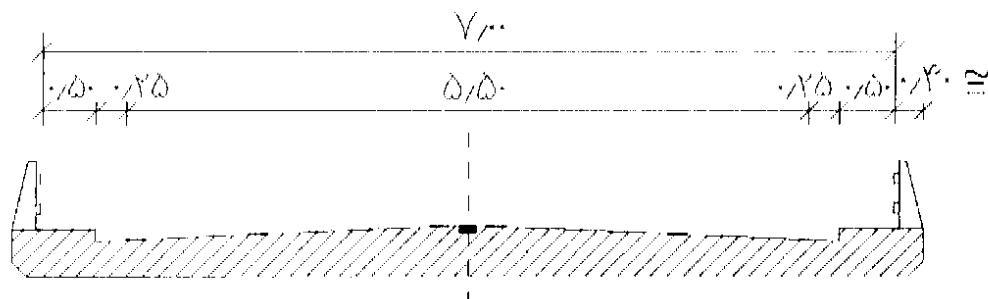


راه روستایی درجه دو

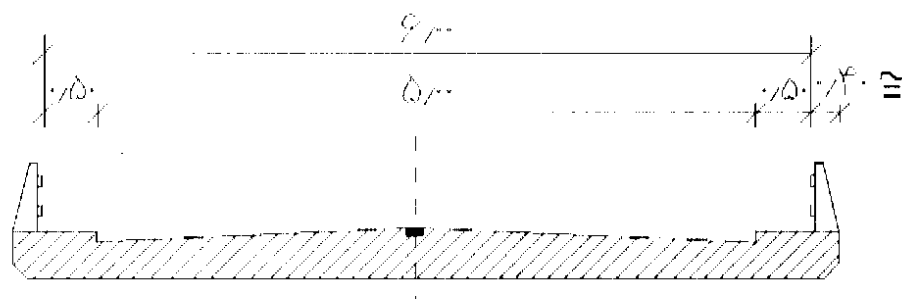


راه روستایی درجه سه

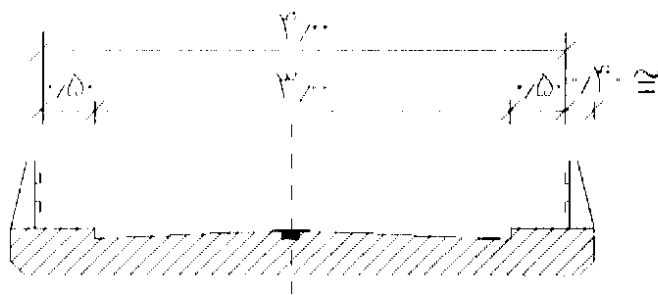
شکل ۶-۸ نمونه‌های نیم‌رخ عرضی راه روستایی



راه روستایی درجه یک



راه روستایی درجه دو



راه روستایی درجه سه

شکل ۶-۹ نمونه‌های نیمرخ عرضی ابنیه فنی راه روستایی

## فصل هفتم - تقاطع ها

## ۱- رانندگان

- عادت ها

- توان تصمیم گیری

- انتظار

- زمان تصمیم گیری و عکس العمل

- برابری با مسیرهای طبیعی حرکت

۲- عادت ها و ویژگی های عابران

## ۱-۷-۱-۲-۳-۲ عامل ترافیکی

در طرح تقاطع ها، ویژگیهای ترافیکی زیر مدنظر قرار می گیرد.

- بُعد ها و ویژگیهای خودرو طرح

- انواع حرکت های تقاطع (عبور مستقیم، گردش به چپ و راست)

- ترکیب وسیله های نقلیه

- سرعت وسیله های نقلیه

- موقعیت ایستگاه وسیله های حمل و نقل همگانی نسبت

به تقاطع (در صورت وجود)

- سابقه تصادف هادر تقاطع های موجود یا مشابه

## ۱-۷-۱-۳-۳-۳ عامل فیزیکی

عامل های فیزیکی مورد توجه در تقاطع عبارتند از:

- ویژگی و کاربری زمین های مجاور

- نیم رخ طولی

- فاصله دید

- زاویه تقاطع

- سطح برخورد

- علامت های کنترل ترافیک

- تردد دو چرخه، حیوان ها، گاری و ماشین آلات کشاورزی

- تخلیه آب های سطحی

## ۱-۷-۱ کلیات

## ۱-۷-۱-۱ تعریف

تقاطع، محل تلاقی همسطح دو یا چند راه است که تسهیلات هدایت ترافیک هریک از آنها را نیز در بر می گیرد. هر کدام از راه های منتهی به تقاطع، یک شاخه تقاطع نامیده می شود. معمولی ترین نوع تقاطع، حالتی است که دو راه یکدیگر را قطع کند و از هم بگذرد، چنین تقاطعی چهارراه نام دارد.

## ۱-۷-۲ اهمیت طراحی

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

## ۱-۷-۳ هدف ها و اصول طراحی

هدف اساسی از طرح تقاطع، کاهش احتمال برخورد وسیله های نقلیه با یکدیگر و همچنین تأمین ایمنی و سهولت گذر پیاده از آن است. به این منظور، چهار عامل زیر در طرح هندسی تقاطع ها مورد توجه قرار می گیرد.

۱- عامل انسانی

۲- عامل ترافیکی

۳- عامل فیزیکی

۴- عامل اقتصادی

## ۱-۷-۱-۳-۱ عامل انسانی

با توجه به آنکه حرکت وسیله های نقلیه و عابران در تقاطع، از تصمیم های انسانی سرچشمه می گیرد، لذا عامل های انسانی زیر در طرح تقاطع ها مورد توجه قرار می گیرد.

## ۴-۳-۱-۷ عامل اقتصادی

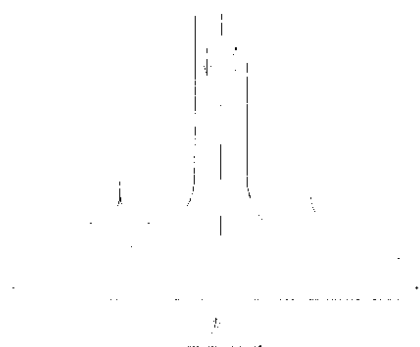
بررسی گزینه‌ها، در صورت نیاز، براساس عامل‌های

اقتصادی زیر صورت می‌گیرد.

- هزینه و زمان اجرای هرگزینه

- هزینه تملک مستحدثات هرگزینه

- مقایسه برآوردها



## ۴-۱-۷ انواع تقاطع

براساس تعداد راه‌های منتهی به تقاطع می‌توان آن را به دو

دسته کلی تقسیم کرد:

- سه راه

- چهارراه

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

شکل ۱-۷ سه راهی ساده

ب - سه راهی با جزایر ترافیکی گردش به راست (شکل ۲-۷)

با ایجاد جزیره‌های ترافیکی در محل تقاطع و جدا کردن

جریان‌های مختلف ترافیک موجود در تقاطع، می‌توان بر سرعت

گردش به راست و ایمنی تقاطع افزود.

با توجه به آنکه در سه راهی‌های بیرون شهری، معمولاً

محدودیت فضا وجود ندارد لذا طرح‌های مشتمل ایجاد جزیره

های ترافیکی، نسبت به سایر طرح‌ها برتری دارد.

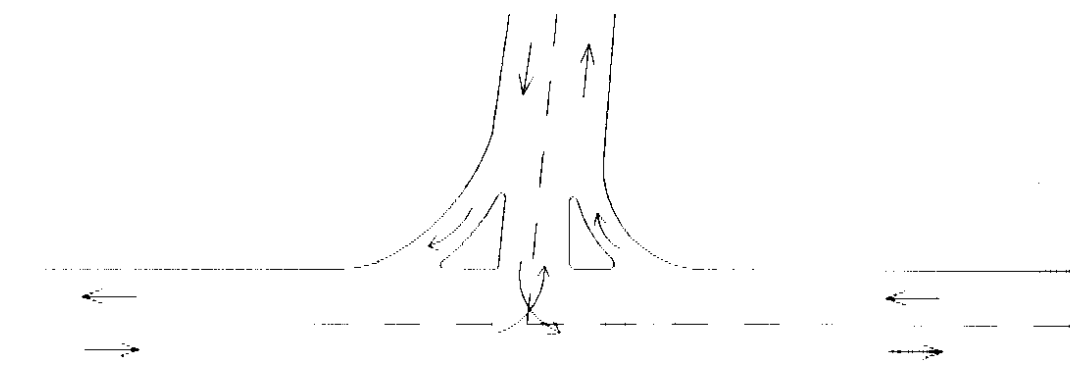
۴-۱-۷-۱ انواع طرح‌های سه راهی و موردهای استفاده

از آنها

طرح‌های مختلف تقاطع‌های سه راهی و موردهای استفاده از

هریک عبارتند از:

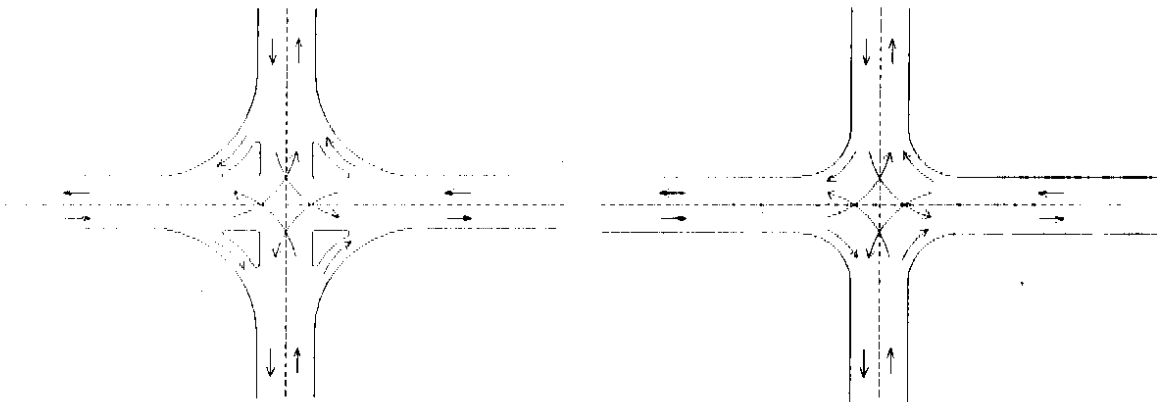
الف - سه راهی ساده (شکل ۱-۷)



شکل ۲-۷ سه راهی با جزایر ترافیکی گردش به راست

## ۲-۳-۱-۷ انواع طرح‌های چهارراه

اصول طراحی چهارراه، دقیقاً مشابه با سه راه است.



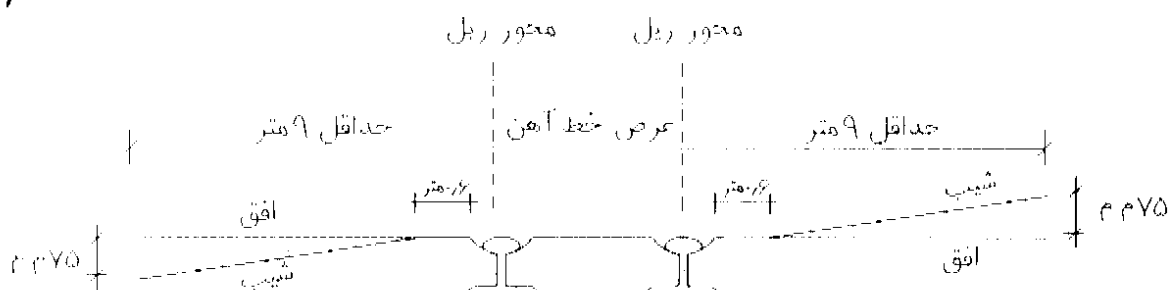
## شکل ۳-۷ انواع طرح‌های معمول برای تقاطع‌های چهارراه

## ۵-۱-۷ تقاطع با راه آهن

تقاطع راه با راه آهن، اغلب محلی حادثه آفرین و خطرناک است. در مورد راه‌روستایی که دارای ترافیک کمی است 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 راه آهن باید به گونه‌ای باشد که راننده مجبور به توجه به عامل‌های دیگر و شرایط محیط و در نتیجه غفلت از وجود راه آهن نشود. زاویه تقاطع راه‌روستایی با راه آهن، بهتر است قائمه باشد. علاوه بر آن بهتراست که محل تقاطع، ضمن هم‌آهنگی با وزارت

راه و ترابری، در قسمت مستقیم راه‌روستایی و راه آهن واقع شود تا هم رانندگان و هم لکوموتیوران دید خوبی روی تقاطع داشته باشند.

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



## شکل ۴-۷ تقاطع راه‌روستایی - راه آهن

روستایی و یا غیرهمسطح کردن تقاطع راه با راه آهن (براساس مطالعات اقتصادی) اقدام لازم صورت گیرد.

طرح‌های هندسی تقاطع راه‌روستایی با راه آهن، بسته به نوع سیستم کنترل آن، تفاوت‌های مختصری دارد. چنانچه تابلو یا علامتگذاری سطح راه‌روستایی، تنها وسیله اعلان خطر وجود راه آهن 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، بهتر است در صورت افقی باشد تا این اجازه را به وسیله‌های نقلیه بدهد که در صورت گذر قطار از محل تقاطع، پشت خط توقف بایستند و پس از گذر آن، بدون هیچ مشکلی از تقاطع عبور کنند.

دو وضعیت قرارگیری خودرو نسبت به قطار، در حال نزدیک شدن به تقاطع، برای تعیین فاصله دید لازم در محل تقاطع راه‌روستایی با راه آهن عبارتند از:

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

هر دوی این وضعیت‌ها در شکل ۵-۷ 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.

طرح هندسی تقاطع راه‌روستایی با راه آهن، معمولاً با نصب علامت‌های کنترل ترافیک، همراه است. علامت‌های مورد استفاده برای این منظور، تابلوهای راهنمایی، علامت‌های افقی (خط نوشته‌های سطح راه در 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 راه آهن

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 دروازه‌های کنترل تردد و یا چراغ‌های راهنمایی به منظور کنترل تقاطع راه‌روستایی با راه آهن استفاده شود. علامت‌های افقی و عمودی کنترل تقاطع راه با راه آهن، در نشریه شماره ۹۹ سازمان برنامه و بودجه موجود است و تا زمانی که نشریه جدیدتری از طرف سازمان برنامه و بودجه یا وزارت راه و ترابری منتشر نشده 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 راه آهن، ایمنی لازم را به وجود نمی‌آورد، در آن صورت باید نسبت به تغییر مسیر راه

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

| حالت الف - سرعت خودروی در حالت حرکت<br>(کیلومتر در ساعت) |     |     |     |     |     |     |     | حالت ب - شروع به<br>حرکت از حالت توقف |     | سرعت قطار<br>کیلومتر در ساعت |
|----------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------|-----|------------------------------|
| ۸۰                                                       | ۷۰  | ۶۰  | ۵۰  | ۴۰  | ۳۰  | ۲۰  | ۱۰  |                                       |     |                              |
| فاصله قطار از تقاطع (متر)                                |     |     |     |     |     |     |     |                                       |     |                              |
| ۲۱                                                       | ۲۰  | ۱۸  | ۱۳  | ۱۵  | ۲۰  | ۲۴  | ۳۸  | ۴۵                                    | ۱۰  |                              |
| ۴۳                                                       | ۴۰  | ۳۸  | ۳۷  | ۳۷  | ۴۰  | ۴۸  | ۷۷  | ۹۱                                    | ۲۰  |                              |
| ۶۴                                                       | ۶۱  | ۵۸  | ۵۶  | ۵۶  | ۶۰  | ۷۲  | ۱۱۵ | ۱۳۶                                   | ۳۰  |                              |
| ۸۵                                                       | ۸۱  | ۷۷  | ۷۵  | ۷۵  | ۸۰  | ۹۶  | ۱۵۳ | ۱۸۱                                   | ۴۰  |                              |
| ۱۰۶                                                      | ۱۰۱ | ۹۶  | ۹۳  | ۹۲  | ۱۰۰ | ۱۲۰ | ۱۹۲ | ۲۲۷                                   | ۵۰  |                              |
| ۱۲۸                                                      | ۱۲۱ | ۱۱۵ | ۱۱۲ | ۱۱۲ | ۱۲۰ | ۱۴۴ | ۲۳۰ | ۲۷۲                                   | ۶۰  |                              |
| ۱۴۹                                                      | ۱۴۱ | ۱۳۴ | ۱۳۱ | ۱۳۱ | ۱۴۰ | ۱۶۸ | ۲۶۸ | ۳۱۷                                   | ۷۰  |                              |
| ۱۷۰                                                      | ۱۶۲ | ۱۵۴ | ۱۴۹ | ۱۵۰ | ۱۶۱ | ۱۹۳ | ۳۰۷ | ۳۶۲                                   | ۸۰  |                              |
| ۱۹۱                                                      | ۱۸۲ | ۱۷۳ | ۱۶۸ | ۱۶۸ | ۱۸۱ | ۲۱۷ | ۳۴۵ | ۴۰۸                                   | ۹۰  |                              |
| ۲۱۳                                                      | ۲۰۲ | ۱۹۲ | ۱۸۷ | ۱۸۷ | ۲۰۱ | ۲۴۱ | ۳۸۳ | ۴۵۳                                   | ۱۰۰ |                              |
| ۲۳۴                                                      | ۲۲۲ | ۲۱۱ | ۲۰۵ | ۲۰۶ | ۲۲۱ | ۲۶۵ | ۴۲۲ | ۴۹۸                                   | ۱۱۰ |                              |
| ۲۵۵                                                      | ۲۴۲ | ۲۳۰ | ۲۲۴ | ۲۲۵ | ۲۴۱ | ۲۸۹ | ۴۶۰ | ۵۴۴                                   | ۱۲۰ |                              |
| ۲۷۵                                                      | ۲۶۳ | ۲۴۹ | ۲۴۳ | ۲۴۳ | ۲۶۱ | ۳۱۳ | ۴۹۸ | ۵۸۹                                   | ۱۳۰ |                              |
| ۲۹۸                                                      | ۲۸۳ | ۲۶۹ | ۲۶۱ | ۲۶۲ | ۲۸۱ | ۳۳۷ | ۵۳۷ | ۶۳۴                                   | ۱۴۰ |                              |
| فاصله خودرو از تقاطع (متر)                               |     |     |     |     |     |     |     |                                       |     |                              |
| ۱۴۸                                                      | ۱۱۹ | ۹۳  | ۷۱  | ۵۲  | ۳۸  | ۲۶  | ۱۶  |                                       |     |                              |

#### تقاطع شد.

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 وسیله نقلیه‌ای 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 مقادیرهای لازم برای فاصله دید در این حالت نیز در جدول ۷-۱ تحت عنوان حالت ب آمده‌است.

#### 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 پیاده گذرنده از تقاطع

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

$$d_H = 0.28V_v t + \frac{V_v^2}{254f} + D + d_e$$

$$d_T = \frac{V_T}{V_v} \left[ 0.28V_v t + \frac{V_v^2}{254f} + 2D + L + W \right]$$

$d_H$  = فاصله دید در طول جاده (متر)

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

$V_v$  = سرعت خودرو (کیلومتر در ساعت)

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

$f$  = ضریب اصطکاک (جدول ۱-۵)

$D$  = فاصله خط ایست تا ریل (۲/۵ متر فرض می‌شود).

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

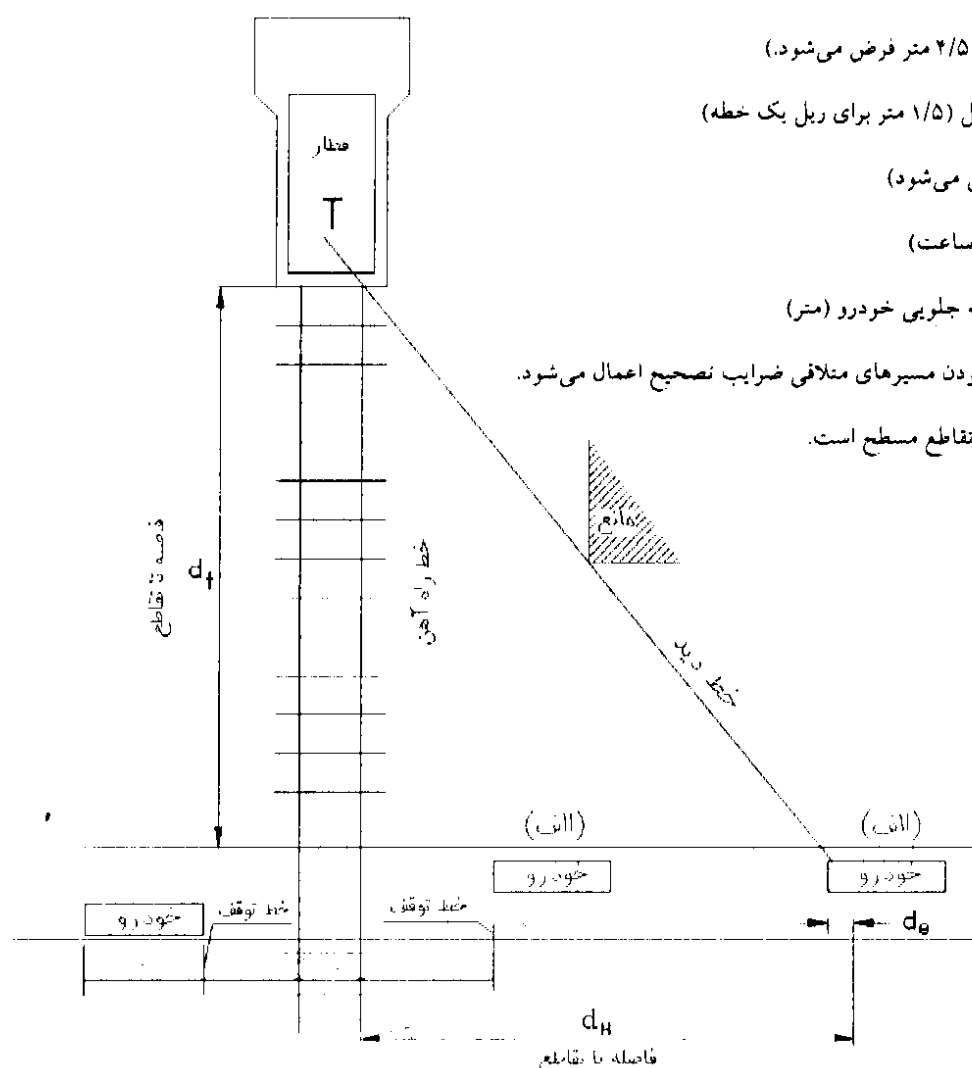
$L$  = طول خودرو (۲۰ متر فرض می‌شود)

$V_T$  = سرعت قطار (کیلومتر در ساعت)

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

یادداشت ۱- در صورت عمود نبودن مسیرهای متلاقی ضرایب تصحیح اعمال می‌شود.

یادداشت ۲- فرض شده منطقه تقاطع مسطح است.



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

$$d_T = 0.28 V_T \left[ \frac{V_G}{a_1} + \frac{L + 2D + W - d_a}{V_G} + J \right]$$

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

$V_T$  = سرعت قطار (کیلومتر در ساعت)

$V_G$  = حداکثر سرعت خودرو در دنده یک (۲/۷ متر بر ثانیه فرض می شود).

$a_1$  = شتاب خودرو در دنده یک (۰/۴۵ متر بر مجذور ثانیه فرض می شود).

$d_a = \frac{V_G^2}{2a_1}$  = فاصله طی شده توسط خودرو به هنگام شتاب گیری در دنده یک

$D$  = فاصله خط ایست تا ریل راه آهن (۴/۵ متر فرض می شود).

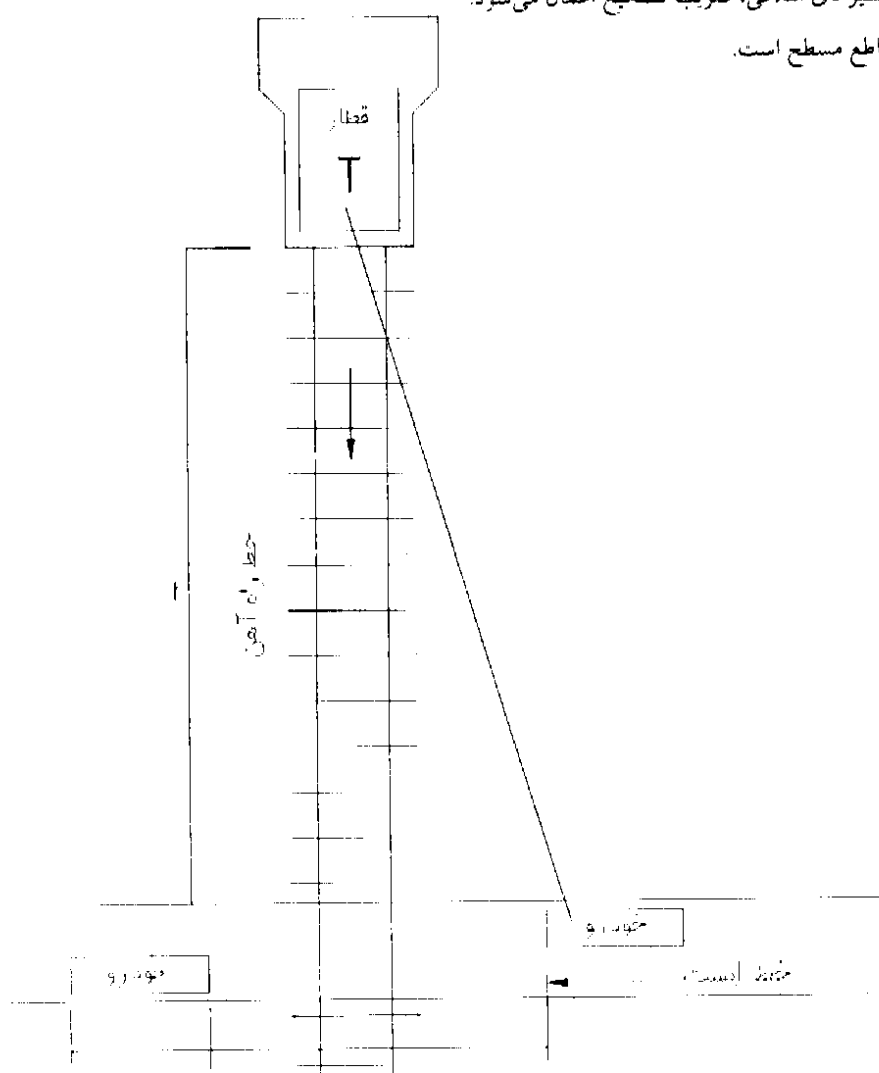
$W$  = فاصله خارجی لبه های ریل (۱/۵ متر برای ریل یک خطه)

$L$  = طول خودرو (۲۰ متر فرض می شود).

$J$  = زمان درک و عکس العمل (۲/۵ ثانیه فرض می شود).

\* در صورت عمود نبودن مسیرهای متلاقی، ضریب تصحیح اعمال می شود.

\* فرض می شود منطقه تقاطع مسطح است.



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

## ۷-۲-۲ عامل ترافیکی

شامل برآورد آمار در مورد:

- حجم ترافیک روزانه در همه جهت‌ها در روز نمونه سال شروع

بهره برداری. به تفکیک: دوچرخه، گاری، حیوان‌ها،

وسایله‌های نقلیه سبک (سواری)، سنگین (کامیون) و اتوبوس.

- 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 تصادفات در مورد تقاطع‌های موجود و مشابه

- موقعیت و وضعیت علامت‌ها و سیستم‌های کنترل ترافیک

- وضعیت پیاده‌روها و موقعیت ایستگاه‌های اتوبوس (در

صورت وجود)

برآورد اطلاعات ذکر شده، 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، خط‌کشی 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 و ترابری و سازمان‌های

جهاد سازندگی

- نقشه‌برداری جدید

- برآورد ترافیک

- بررسی‌های محلی

- گزارش تصادفات

- 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.

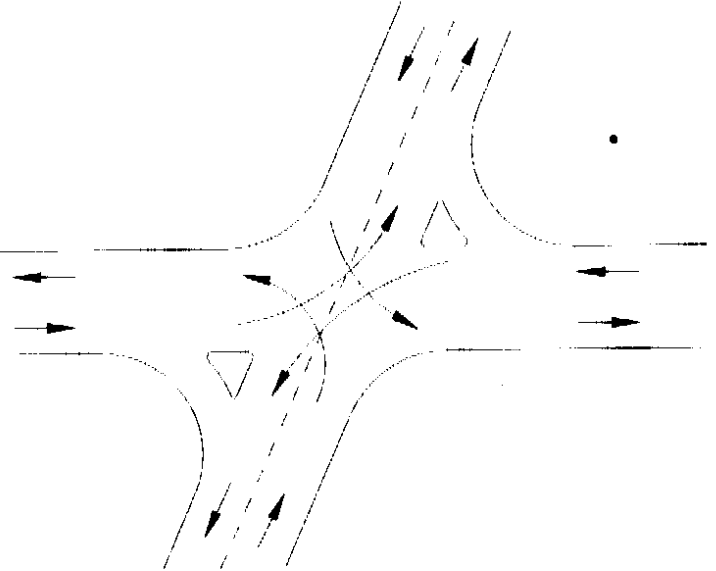
### ۷-۳-۲ سطوح برخورد

در طرح تقاطع‌ها بهتر است از ایجاد نواحی بزرگ تمام‌رو سازی شده اجتناب ورزید و به این ترتیب سطوح برخورد وسیله‌های نقلیه در تقاطع را کاهش داد. در شرایطی که راننده یک وسیله نقلیه در تقاطع، قادر به تشخیص حرکت سایر وسیله‌های نقلیه 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.

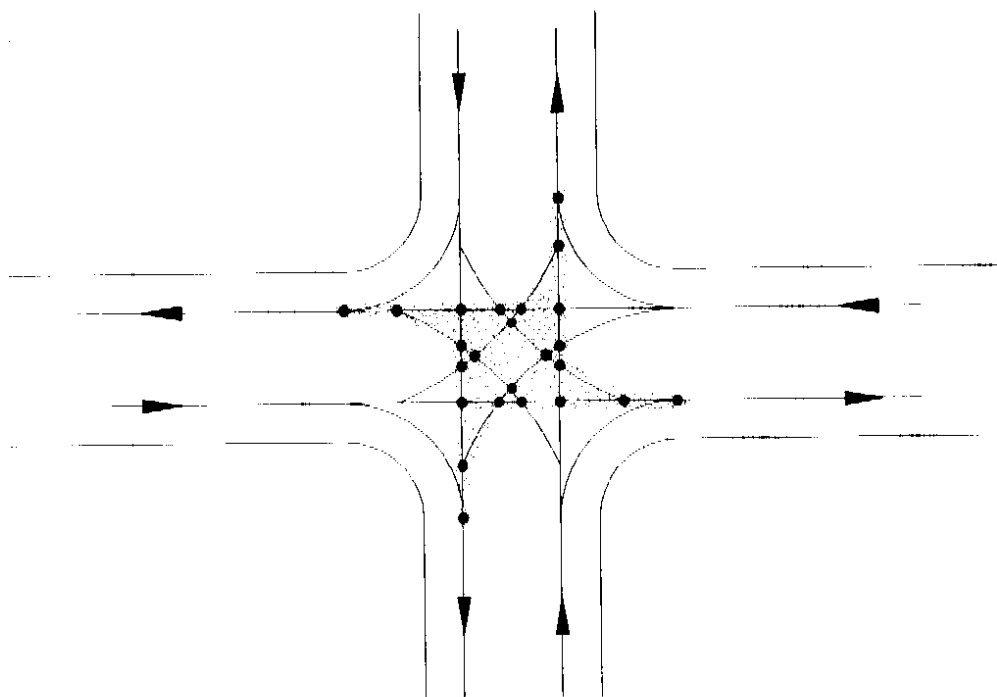
نمونه سطوح برخورد در انواع تقاطع در شکل ۷-۸

آمده است.

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



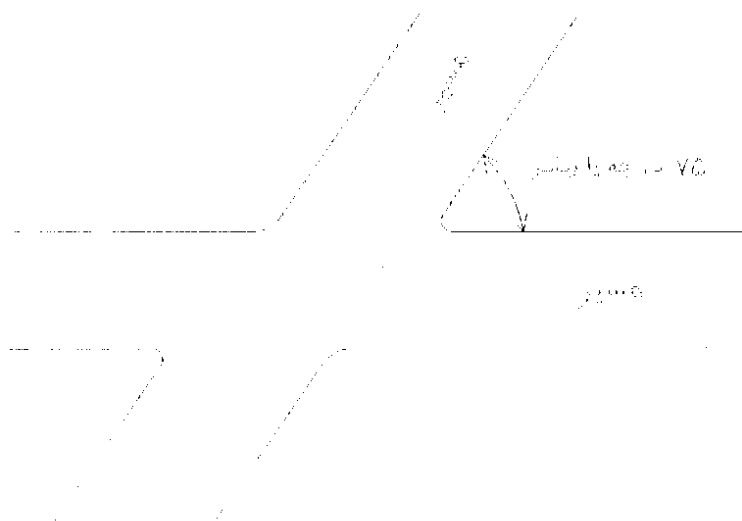
شکل ۷-۸ انواع سطوح برخورد ترافیکی

## ۷-۳-۳ زاویه تقاطع

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

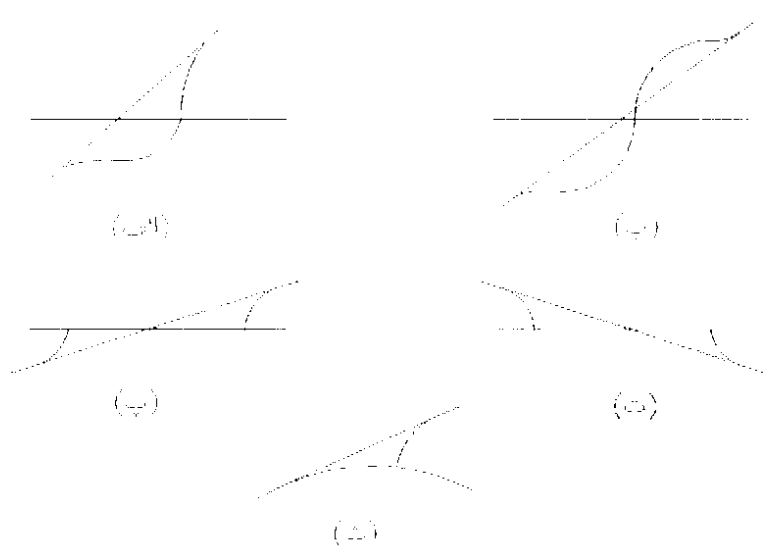
راه‌های متقاطع با زاویه حاده (تنگ) به محیط‌های چرخشی بزرگتری نیاز داشته و اغلب به محدودیت دید، به ویژه برای رانندگان کامیون منجر می‌شود. زمانی که یک کامیون در یک گردش به راست بیش از ۲۷۰ درجه حرکت می‌کند، راننده نقطه کوری را در سمت راست وسیله نقلیه خواهد داشت. چنین وضعیتی می‌تواند منجر به تصادف شود.

زاویه تقاطع، در هیچ شرایطی نباید کمتر از ۶۰ درجه باشد. مطلوب آن است که زاویه تقاطع بین ۷۵-۹۰ درجه باشد. این مقادارها 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 تر تقاطع در شکل ۷-۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۷-۱۰ گزینه‌های مختلف تغییر مسیر در تقاطع‌ها

ترافیک در تقاطع، حرکت‌های مختلف موجود در تقاطع از یکدیگر جدا و نقاط برخورد تقاطع، مشخص و محدود 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. از این جزیره‌ها برای نصب علامت‌های ترافیکی نیز می‌توان استفاده کرد.

جزیره، به یک نوع شکل هندسی محدود نیست 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 مشخص کردن روش مناسب استفاده از تقاطع

- تأمین فضا برای نصب علامت کنترل ترافیک

به طور کلی این جزیره‌ها شبیه مثلث است و در سطوحی قرار گرفته‌اند که معمولاً برای عبور وسیله‌های نقلیه مورد استفاده نیست. ابعاد جزیره‌ها، تابع نوع و شکل تقاطع است. طرح و محل جزیره‌ها به گونه‌ای تهیه می‌شود که برای وسیله‌های نقلیه خطری ایجاد نکند و ساخت و نگهداری آن نسبتاً ارزان و آسان باشد. مساحت جزیره‌ها بهتر است از پنج متر مربع 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

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

- حجم ترافیک

- وضعیت استفاده از زمین‌های محدوده مجاور تقاطع و

- هزینه تملک حریم

در مورد راه‌روستایی که حجم ترافیک شاخه‌ها 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 بهتر است طول این قسمت به اندازه‌ای باشد که بتواند ایمنی لازم را تأمین کند.

به طور کلی، بهتر است در صورت امکان، از طرح پیچ‌های تند (با شعاع کم) در شاخه‌های تقاطع و در حوالی محل تقاطع اجتناب ورزید، زیرا در چنین حالتی وسیله‌های نقلیه، علاوه بر ضرورت کاهش سرعت، هنگام حرکت گردش، قسمتی از خط مقابل را اشغال خواهد کرد. 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 و هدایت بهتر ترافیک در شاخه عبوری می‌شود.

### ۷-۳-۴ نقاط برخورد

در طرح تقاطع‌ها، بهتر است در صورت 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

افزایش ایمنی تقاطع نیز می‌شود، توجه به نکته‌های زیر ضرورت دارد.

- سادگی طرح تقاطع

- پیش‌بینی فاصله‌های دید در طرح

- راحتی جریان ترافیک در کلیه جهت‌ها

- مشخص بودن جهت‌ها و موقعیت جریان‌های مختلف

- مجزای کردن مسیرها و کاهش سطوح برخورد با جریان‌بندی صحیح ترافیک

- تسهیل حرکت‌های گردشی

- نصب سیستم کنترل ترافیک در صورت نیاز

- تأمین روشنایی در صورت امکان

- اطمینان به تخلیه آب‌های سطحی

#### ۲-۴-۷ فاصله دید در تقاطع

تأمین فاصله دید در تقاطع، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار 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

#### ۱-۲-۴-۷ فاصله دید تشخیص تقاطع

هدف از تأمین فاصله دید تشخیص، این است که اگر راننده وسیله‌نقلیه، در تقاطع با مانعی مواجه شود، قادر به اعمال عکس‌العمل به موقع و کنترل وسیله‌نقلیه خود برای جلوگیری از تصادف باشد. ضمن آنکه چنانچه قصد تغییر مسیر حرکت در تقاطع را داشته باشد بتواند تصمیم لازم را قبل از رسیدن به تقاطع بگیرد.

برای بهتر دیده شدن تقاطع، بهتر است به نکته‌های زیر توجه شود.

- فاصله دید از حداقل فاصله دید توقف بیشتر باشد.

- از قراردادن تقاطع در نزدیکی خم‌های گنبدی خودداری شود.

- از قراردادن تقاطع در پیچ‌های تند یا نزدیکی آنها و

مخصوصاً در سمت داخل پیچ، خودداری شود. چنانچه

این امر اجتناب‌ناپذیر است، باید با توجه به مانع‌های

دید موجود در تقاطع، به نوعی تقاطع را کنترل کرد.

- چنانچه به عللی تأمین فاصله دید توقف تا رسیدن به محل

تقاطع امکان‌پذیر نباشد، اطلاعات لازم با استفاده

از علامت‌های ترافیکی به رانندگان منتقل می‌شود.

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

طرح هندسی طوری تهیه می‌شود که در امتداد هریک از شاخه‌های تقاطع و در راستای خط دید رانندگان خودروهای شاخه‌های تقاطع که به محل تقاطع نزدیک می‌شوند، سطح دید بدون مانعی وجود داشته باشد. چنین سطحی، مثلث دید نام دارد. بنابراین، مثلث دید مثلثی است (معمولاً قائم‌الزاویه) که یک ضلع آن (وتر) چشم راننده وسیله‌نقلیه کنترل شده را به وسیله‌نقلیه‌ای که احتمال برخورد با آن می‌رود وصل می‌کند و دو ضلع دیگر آن در امتداد راه‌های منتهی به تقاطع است. در شکل ۷-۱۱ حالت‌های مختلف موجود برای مثلث دید در تقاطع، آمده است.

به طور کلی در محدوده مثلث دید نباید هیچگونه مانعی

وجود داشته باشد. مانع‌های دید در راه‌ها، معمولاً جان‌پناه

پل‌ها، شیروانی خاکبرداری‌ها، دیوارهای حایل خاکبرداری،

درخت‌ها و موردهای مشابه می‌باشد. نرده‌های حفاظ معمولاً به

علت ارتفاع کمی که دارد مانع دید در تقاطع‌ها نمی‌شود.

برای تعیین موانع دید، راستای دید از نقطه‌ای به ارتفاع ۱۱۰

سانتی‌متر که همان ارتفاع چشم راننده فرضی است، به مانعی به

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 وجود دارد لذا جهت جلوگیری از ایجاد خطر، قانون حق تقدم سمت راست به اجرا گذاشته می‌شود. در راه‌های 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 در یک 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 وسیله‌های نقلیه مسیر مهمتر واگذار کرد.

برای این منظور چنانچه در شکل ۷-۱۱ مسیر A مهمتر و مسیر B کم اهمیت تر باشد، 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.

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

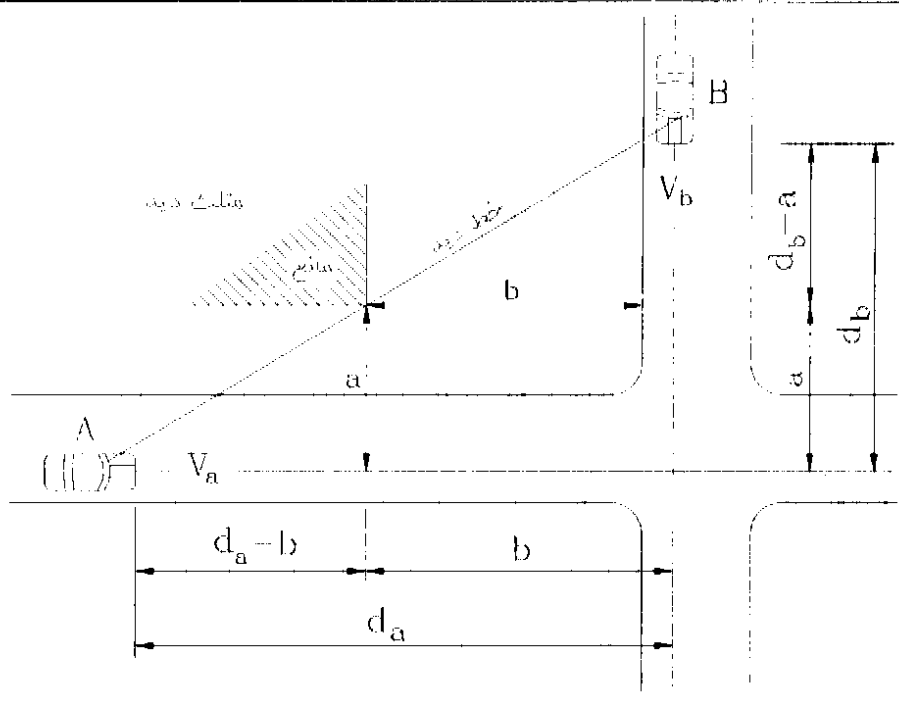
سپس سرعت  $V_b$  متناسب با این فاصله دید توقف بدست می‌آید. اثر شیب در این حالت نیز مشابه حالت اول است.

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 زیر تقسیم کرد.

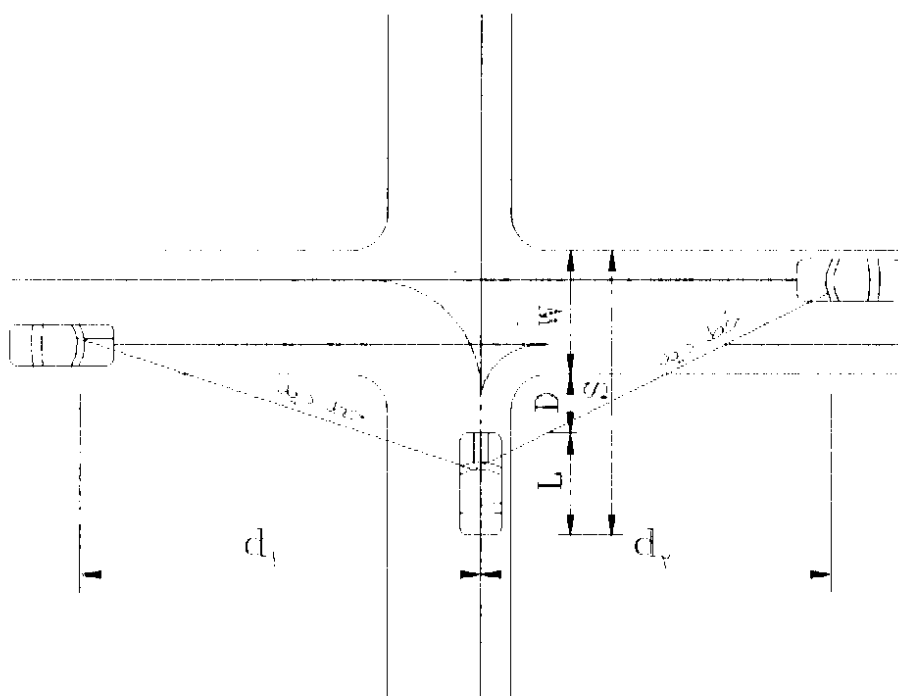
#### اول) تقاطع بدون کنترل

تقاطع بدون کنترل به تقاطعی گفته می‌شود 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 وسیله‌های نقلیه‌ای که در حال نزدیک شدن به تقاطع هستند، در فاصله زمانی مناسبی قبل از رسیدن به تقاطع، سرعت خود را کاهش 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 در ساعت 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 خواهد داشت. 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.



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 وسیله نقلیه، 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 ۷-۱۱ ب عامل‌های مؤثر در تعیین فاصله دید در این حالت 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 وسیله نقلیه متوقف در پشت خط یا علامت توقف، در فاصله ۶ متری از لبه روسازی مسیر دیگر مستقر است. سه نوع حرکت برای خودرو متوقف در این 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 وسیله نقلیه متوقف و فاصله‌ای که خودرو متحرک در مسیر عبوری تقاطع، طی همین زمان، براساس سرعت طرح مسیر طی می‌کند، محاسبه می‌شود. فاصله دید در این حالت از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$d = \frac{V}{3.6} (J + t_a)$$

که در آن:

$d$  = فاصله دید لازم در امتداد مسیر متقاطع، به متر  
 $V$  = سرعت طرح مسیر متقاطع، به کیلومتر در ساعت  
 $J$  = جمع زمان تصمیم‌گیری برای حرکت و اقدام به حرکت کردن (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.

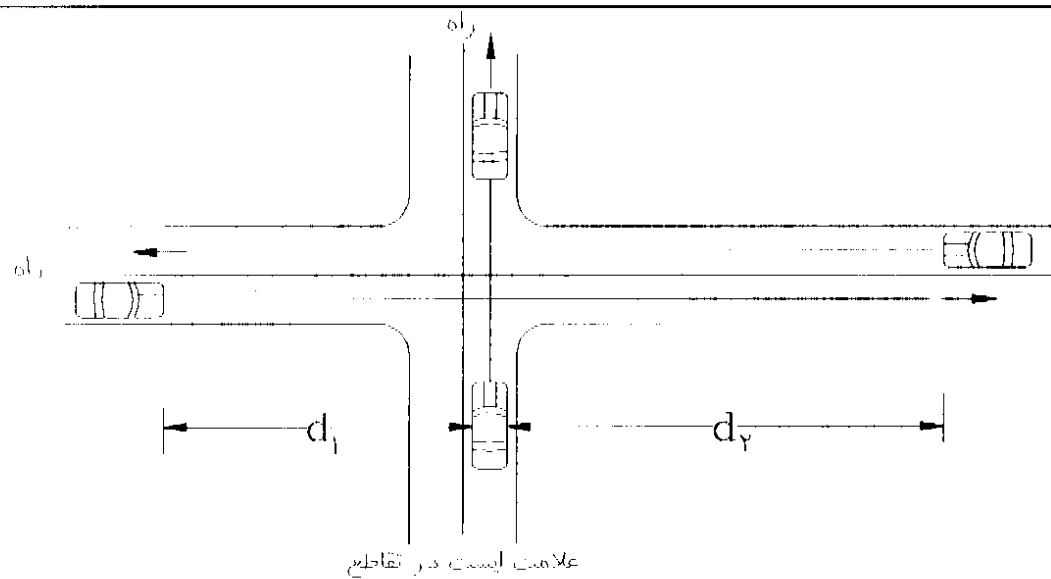
$$S = D + W + L$$

که در آن:

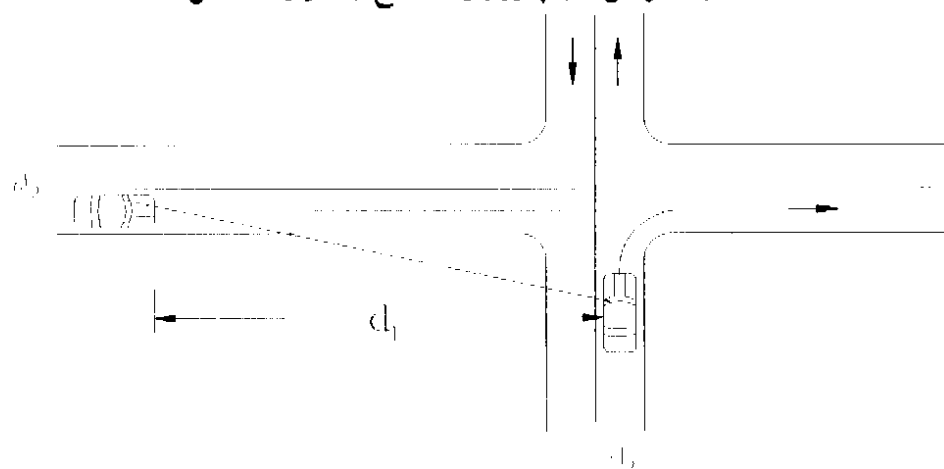
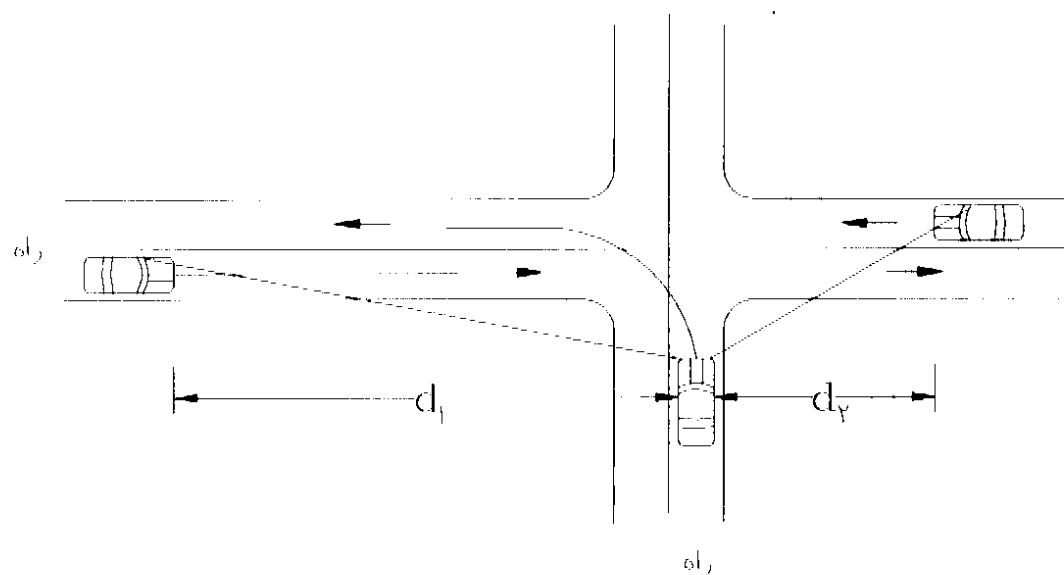
$D$  = فاصله لبه نزدیک روسازی مسیر متقاطع تا جلوی وسیله نقلیه متوقف، به متر (معمولاً سه متر فرض می‌شود).  
 $W$  = پهنای روسازی مسیر متقاطع، به متر  
 $L$  = طول وسیله نقلیه، به متر  
 در شکل ۷-۱۴ اجزای مؤثر بر فاصله دید حرکت مستقیم نشان داده شده است.

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

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



حالت الف - عبور مستقیم بعد از ایست کامل



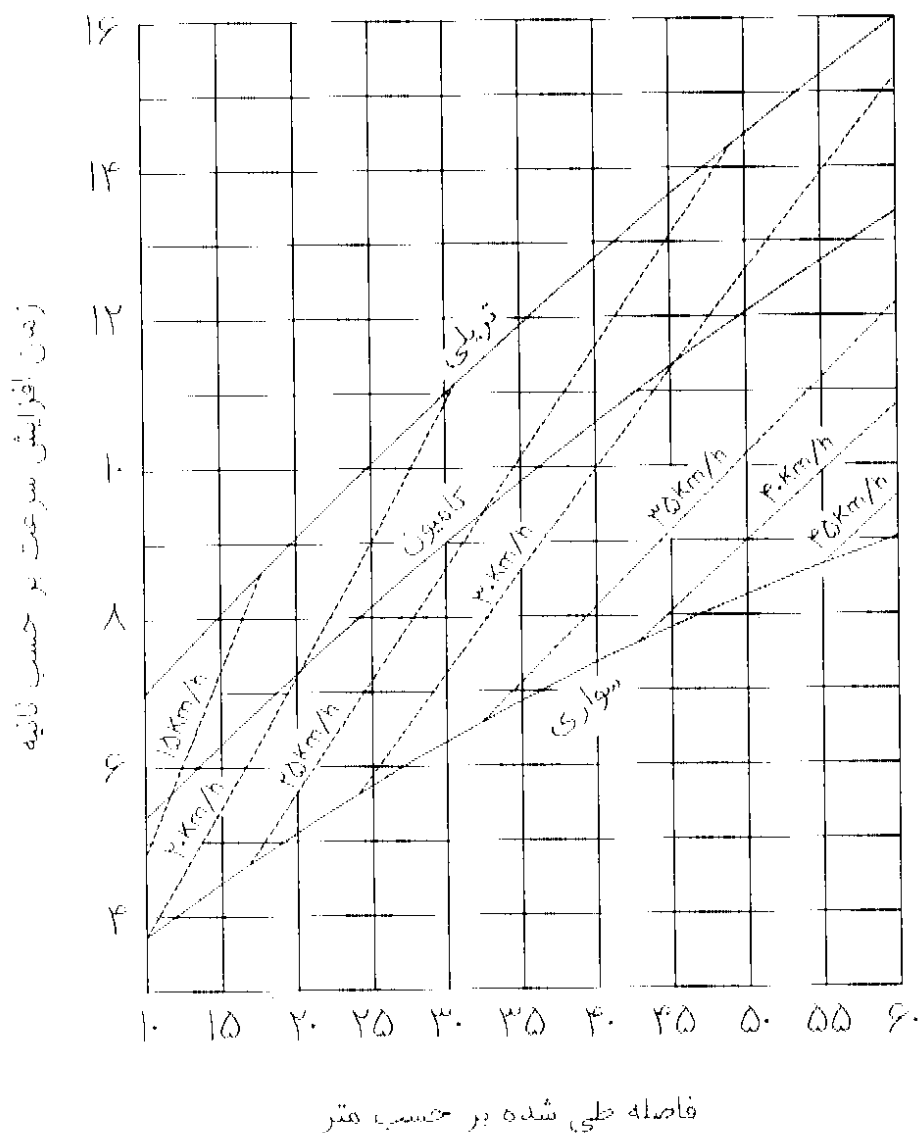
شکل ۷-۱۲ فاصله دید وسیله متوقف در یک تقاطع هم سطح برای هر یک از عبورهای سه گانه

محاسبه می‌شود، با این تفاوت که «ا» در این حالت، زمان لازم برای شتاب‌گرفتن و گردش به چپ و پیوستن به جریان ترافیک مسیر متقاطع (تقریباً  $1/5$  برابر پهنای خط عبور) و  $7$ ، برابر  $85$  درصد سرعت طرح مسیر متقاطع است. شکل  $7-15$  نحوه محاسبه فاصله دید گردش به چپ را نشان می‌دهد.

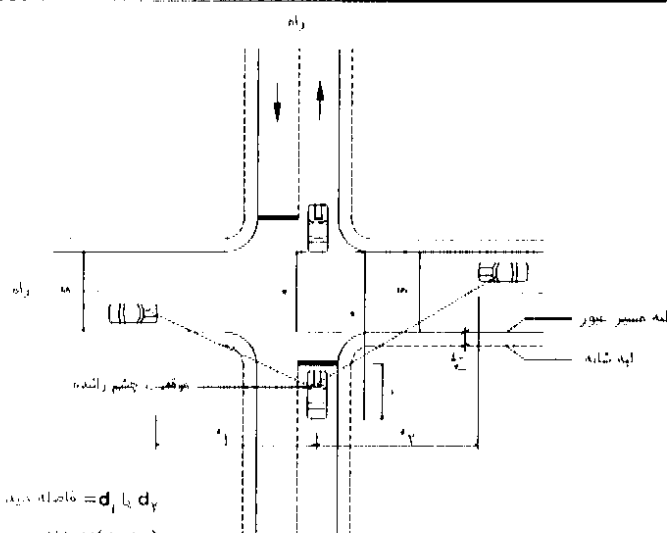
چنانچه به علت سرعت زیاد، تأمین فاصله دید امکان‌پذیر نباشد، سرعت مجاز مسیر متقاطع با نصب تابلو به حد مناسبی کاهش داده می‌شود. سرعت مناسب از شکل  $7-13$  قابل محاسبه است.

سوم - ب: گردش به چپ

فاصله دید لازم برای گردش به چپ نیز مانند حرکت مستقیم



شکل  $7-13$  فاصله طی شده از توقف در تقاطع هم‌سطح تا رسیدن به سرعت مورد نظر



$$d_1 \text{ یا } d_2 = \text{فاصله دید لازم در تقاطع}$$

$$d_1 \text{ یا } d_2 = 0.78 V(J+t_o)$$

که در آن:

$V$  = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

$J$  = زمان درنگ و عکس‌العمل (ثانیه عرض می‌شود)

$t_o$  = زمان افزایش سرعت

$$S = D + W + L$$

که در آن:

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

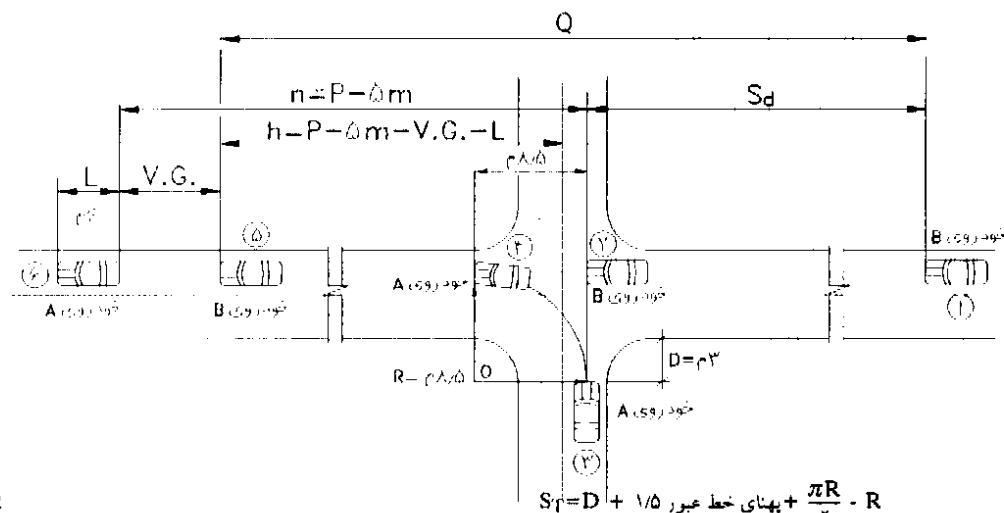
$D$  = فاصله ایده جانمایی دو رو تا ایده مسیر عبوری (متر)

$W$  = پهنای روسازی مسیر عبوری خودرو (متر)

$L$  = طول خودرو عبوری (متر برای سواری، ۹ متر برای کامیون)

$V$  = ۱۷ متر برای تریلر فرض می‌شود

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



$$n = P - S_T + R$$

$$S_d = Q - h$$

$V_B = ۸۵$  درصد سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

خودرو A: (۳)، موقعیت خودرو متوقف A

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

(۶) - (۳)، مسافت طی شده توسط خودرو A تا زمانی که به سرعت  $V_B$  برسد

خودرو B: (۱)، موقعیت خودرو B که با سرعت طرح مسیر در حالت حرکت است،

دو ثانیه قبل از آنکه خودرو A شروع به حرکت کند

(۵) - (۱)، مسافت طی شده توسط خودرو B تا زمانی که به سرعت  $V_B$  برسد و

فاصله ایمن دو خودرو رعایت شود، وقتی که خودرو A به نقطه (۶) رسیده باشد.

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

$V.G.$  = 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  $V_B$  بدون نیاز به سبقت‌گیری از خودرو

B که با سرعت طرح در حالت حرکت بوده و در حال کاهش سرعت تا  $V_B$  است.

سرعت خودرو A در نقطه (۳)، صفر است.

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

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

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

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

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

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

تقاطع به طور مورب و یا با شیب یکدیگر را قطع کند، با توجه به شرایط زیر اصلاح می‌شود.

#### الف - تأثیر زاویه تقاطع

در شرایطی که زاویه تقاطع کمتر از ۶۰ درجه باشد، اجزای طراحی مثلث دید، به صورت شکل ۷-۱۹ در خواهد آمد.

به این ترتیب طول اضلاع مثلث دید نسبت به حالت نظیر آن در تقاطع ۹۰ درجه، افزایش یا کاهش خواهد یافت. در چنین شرایطی فاصله بین مانع دید تا راه‌های منتهی به تقاطع، در امتداد موازی با هریک از آن دو سنجیده خواهد شد. چنانچه زاویه تقاطع، متغیر باشد با توجه به آنکه شرایط دید محدودی برای رانندگان بوجود می‌آید. استفاده از حالت اول به هیچ وجه توصیه نمی‌شود. از میان حالت‌های دوم و سوم نیز آنکه فاصله دید بزرگتری را بدست می‌دهد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حالت دوم، فاصله S برای تقاطع‌های اریب (تنگ)، بزرگتر از تقاطع‌های راست است. پهنای روسازی مسیر عبور وسیله نقلیه (W) نیز از حاصل تقسیم پهنای روسازی واقعی بر سینوس زاویه تقاطع بدست می‌آید. در چنین شرایطی فاصله دید، مستقیماً از نمودار شکل ۷-۱۵ قابل محاسبه نیست و با استفاده از روابط مورد اشاره در شکل تعیین می‌شود.

#### ب - تأثیر شیب

همانگونه که پیش از این گفته شد، شیب در تقاطع می‌تواند سبب کاهش یا افزایش فاصله لازم برای دید تقاطع شود. اثر شیب در فاصله دید تقاطع را می‌توان به صورت حاصل ضرب ضریبی در مقدار  $t_{ii}$  در نظر گرفت. این ضریب، در جدول ۷-۴ آمده است.

برای راه روستایی با استفاده از شکل ۷-۱۶، فاصله لازم برای آن که سرعت خودرو طرح (سواری و یا کامیون) به ۸۵ درصد سرعت طرح مسیرمقاطع برسد، محاسبه می‌شود. سپس زمان لازم برای طی این مسیر ( $t_{ii}$ ) از جدول ۷-۳ بدست می‌آید.

جدول ۷-۳ زمان شتاب‌گیری بر حسب ثانیه

| سرعت حداکثر<br>(کیلومتر در ساعت) | فاصله طی شده<br>(متر) | زمان ( $t_{ii}$ )<br>(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، فاصله Q در شکل ۷-۱۵ بدست می‌آید. با کم کردن مقدار h (که رابطه آن در شکل مذکور آمده است) از Q، فاصله دید توقف لازم، در این حالت محاسبه می‌شود. در شکل ۷-۱۷ مقادیر خلاصه شده فاصله دید لازم برای گردش به چپ، که براساس عامل‌های مختلف مؤثر در شکل ۷-۱۵ بدست آمده، داده شده است.

#### سوم - پ: گردش به راست

فاصله دید لازم برای گردش به راست تقریباً یک متر کمتر از فاصله دید نظیر گردش به چپ است. اجزای طراحی گردش به راست نیز در شکل ۷-۱۸ نمایش داده شده و با استفاده از شکل 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 که راه‌های منتهی به

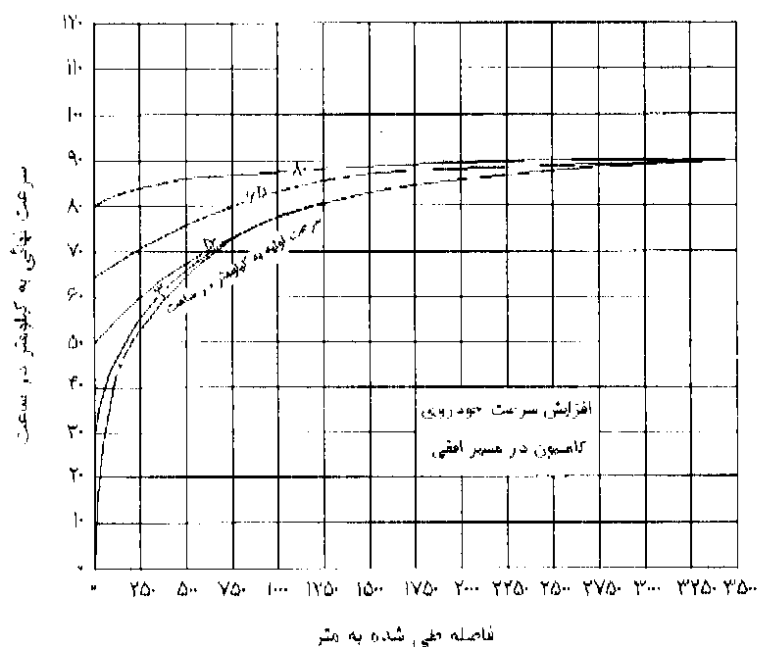
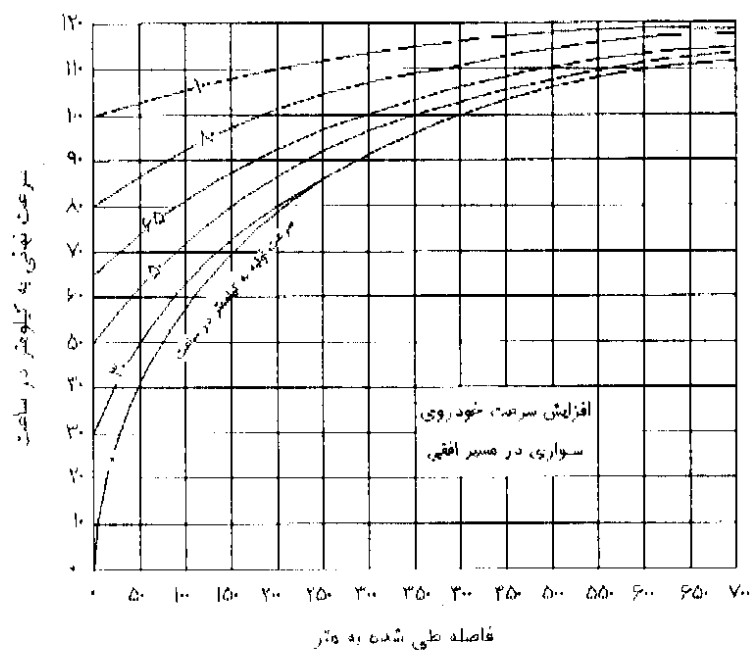
## ب - تأثیر شیب

در فاصله دید تقاطع را می‌توان به صورت حاصل ضرب ضریبی

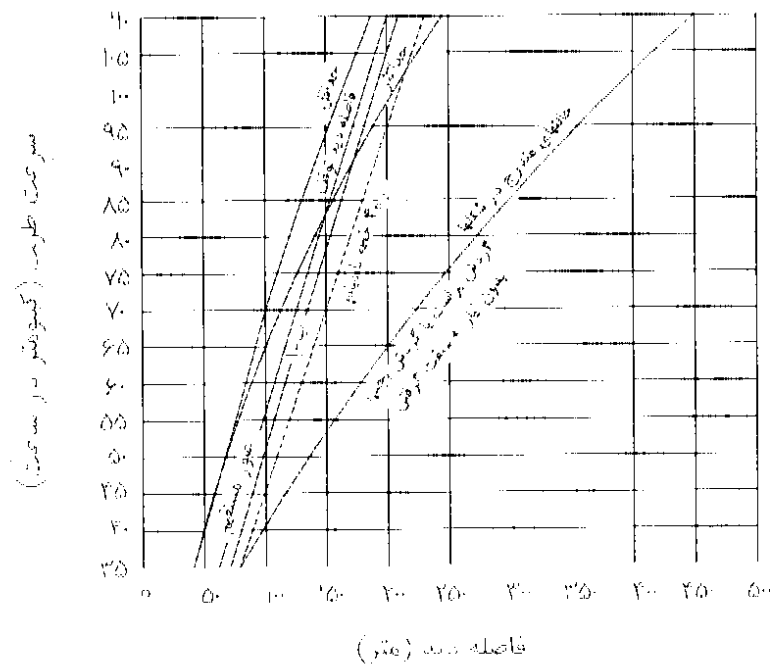
در مقدار  $d_a$  در نظر گرفت. این ضریب، در جدول ۴-۷ آمده است.

همانگونه که پیش از این گفته شد، شیب در تقاطع می‌تواند

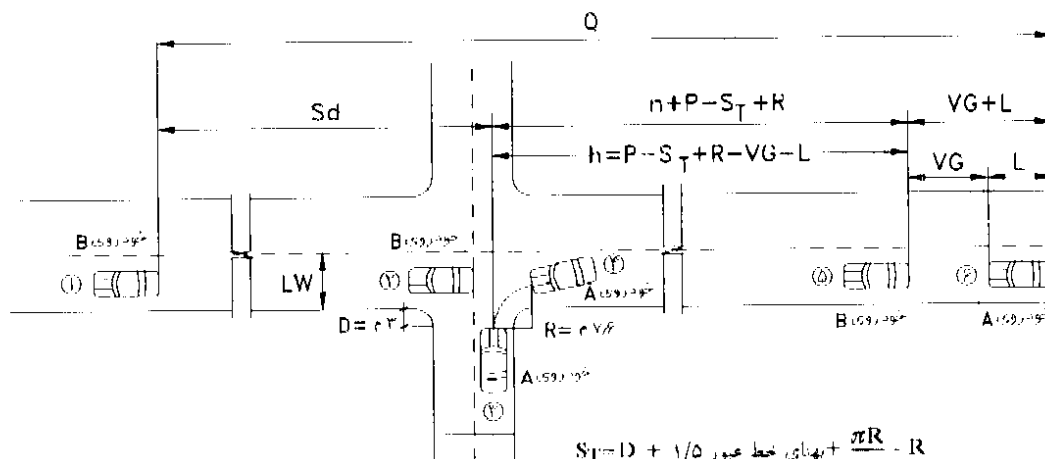
سبب کاهش یا افزایش فاصله لازم برای دید تقاطع شود. اثر شیب



شکل ۷-۱۶ منحنی‌های افزایش سرعت



شکل ۷-۱۷ فاصله دید در تقاطع هم سطح



$$S_T = D + \frac{\pi R}{2} + R$$

$V.G$  - 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  $V_h$  بدون نیاز به سبقت گیری از خودرو  $B$  که با سرعت طرح در حالت حرکت بوده و در حال کاهش سرعت تا  $V_h$  است.

سرعت خودرو  $A$  در نقطه (۳)، صفر است.

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

سرعت خودرو  $B$  در نقطه (۱)، برابر سرعت طرح می باشد.

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

خودروهای  $A$  و  $B$  ۶ متر طول دارند و در منطقه مسطوح قرار دارند.

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

$$n = P - S_T + R$$

$$S_d = Q - h$$

$V_h$  - ۸۵ درصد سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

خودرو  $A$ : (۳)، موقعیت خودرو متوقف  $A$

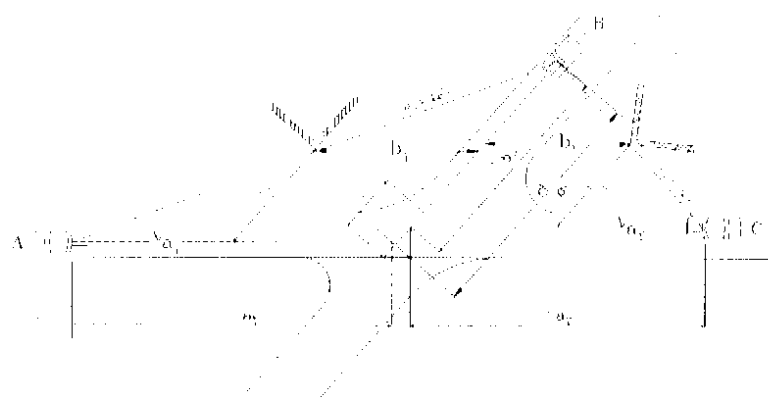
(۴) - (۳)، مسافت طی شده توسط خودرو  $A$  تا تکمیل گردش به راست

(۶) - (۳)، مسافت طی شده توسط خودرو  $A$  تا زمانی که به سرعت  $V_h$  برسد.

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

(۵) - (۱)، مسافت طی شده توسط خودرو  $B$  تا زمانی که به سرعت  $V_h$  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 راه روستایی



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

جدول ۷-۴ ضرایب اثر شیب بر زمان شتاب‌گیری

وسيله نقلیه در تقاطع

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

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 در هر 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 گردش

در تقاطع را سواری‌ها انجام می‌دهد. در آن صورت طرح تقاطع برای خودروهای بزرگتر از کامیون، غیرضروری است و چسبندگی جز اتلاف سرمایه نخواهد بود. خودرو طرح مطابق آنچه در بند ۴-۲ آمده است به ۴ دسته زیر تقسیم می‌شود.

- سواری

- کامیون (یا اتوبوس)

- تربیلی

- کامیون یک‌دار

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

۳-۴ 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 بانر عبور می‌کند، استفاده از حداقل‌های فوق برای صرفه جویی در تصرف زمین ضرورتی ندارد. بنابراین می‌توان از پیچ‌های ساده یک مرکزی و بایپیج‌های مرکب دو مرکزی نیز استفاده کرد.

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

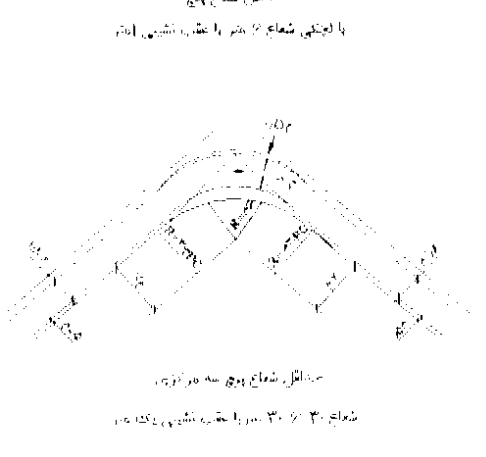
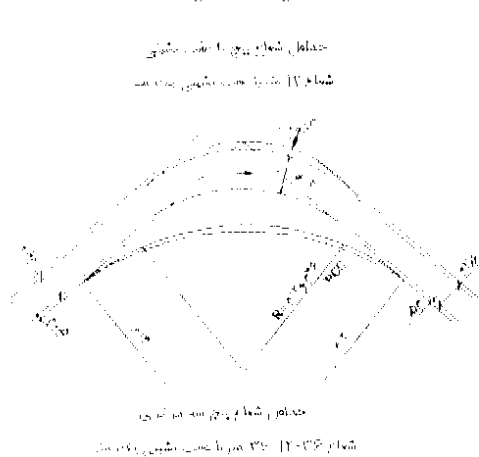
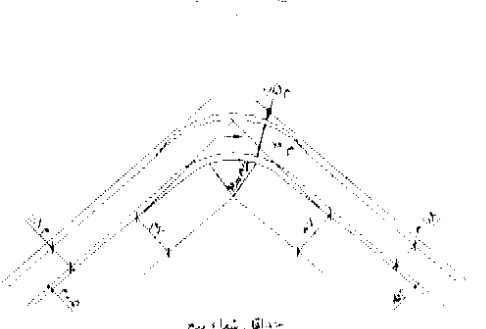
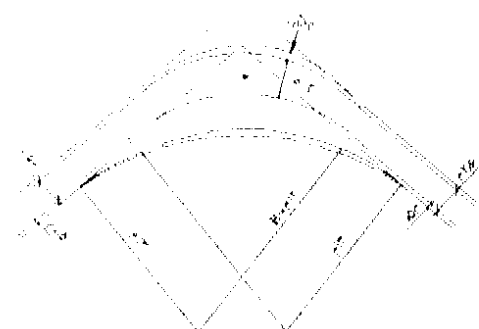
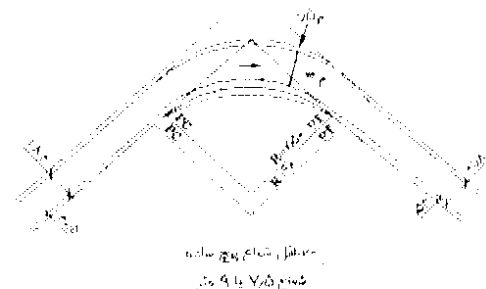
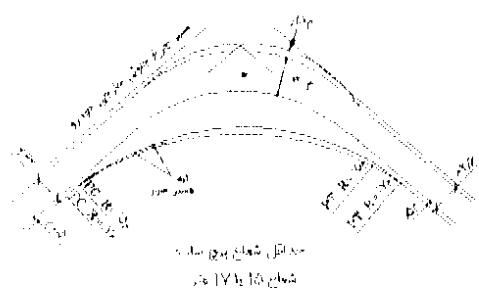
❖❖ راه ورودی راهی است که خودرو قصد ورود به آن را دارد.

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.

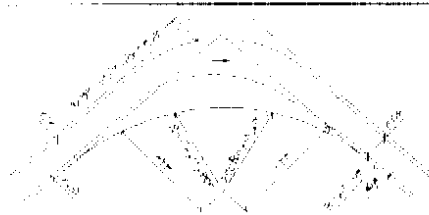
#### ۷-۴-۳-۱ طرح حداقل برای تیزترین گردش

در شکل‌های ۷-۲۰ تا ۷-۲۲ این فصل و شکل‌های ۴-۱ تا



شکل ۷-۲۱ حداقل طرح پیچ برای کامیون و اتوبوس

شکل ۷-۲۰ حداقل طرح پیچ برای خودرو سواری



شکل ۲۲-۷ حداقل عرض پیچ سه سرگرد  
در عرض ۱۲ تا ۱۵ متر و عرض پیچ ۴ تا ۶ متر



شکل ۲۳-۷ حداقل شعاع پیچ سه سرگرد  
در عرض ۱۲ تا ۱۵ متر

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

**طرفین، در آن گردش کنند.** حداقل عرض خط گردش برای خودرو سواری ۳/۶۵ متر و برای سایر خودروها ۴/۲ متر است. در جدول ۶-۷ مقادیر معمول برای طراحی خط‌های گردش در زوایای مختلف گردش، آمده است.

### ۲-۳-۴-۷ گردش با زاویه غیر قائم

اثر زاویه گردش بر قوس تقاطع در راه‌ها با استفاده از قوس مرکب در جدول ۵-۷ نشان داده شده است. در تقاطع راه‌های پرتردد که زاویه گردش بیش از ۱۲۰ درجه است بهتر است از خط عبور گردش به راست مجزا استفاده شود.

### ۴-۴-۷ 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 و سازی 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. در هر صورت، خط طولی محور راه، بهتر است 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 بر پهنای صورت گیرد، اگرچه طول‌های کوتاه‌تری نیز که گاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. به هر حال، تعریض، در طولی معادل ۳۰ تا ۶۰ متر (طول اتصال تدریجی) انجام می‌گیرد.

### ۳-۳-۴-۷ 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) در نظر گرفته شود. در چنین موردهایی معمولاً سطح روسازی شده تقاطع، بیش از اندازه افزایش می‌یابد و به این لحاظ معمولاً از یک جزیره شبه مثالی به منظور هدایت مناسب ترافیک در تقاطع، استفاده می‌شود. چنین جزیره‌ای محل مناسبی برای نصب علائم راهنمایی و پناه عابر پیاده نیز خواهد بود. کوچکترین سطحی که برای این جزیره در نظر گرفته می‌شود پنج متر مربع است. حداقل طول ضلع جزیره شبه مثالی پس از گرد کردن گوشه‌ها ۲/۵ متر است. برای نصب علامت‌ها یا برف روبی آسانتر، بهتر است جزیره‌های بزرگتری در نظر گرفته شود.

**عرض خط‌های گردش باید کافی باشد، به گونه‌ای که**

**خودرو طرح بتواند با فاصله آزاد ۰/۶ متر از لبه‌های**

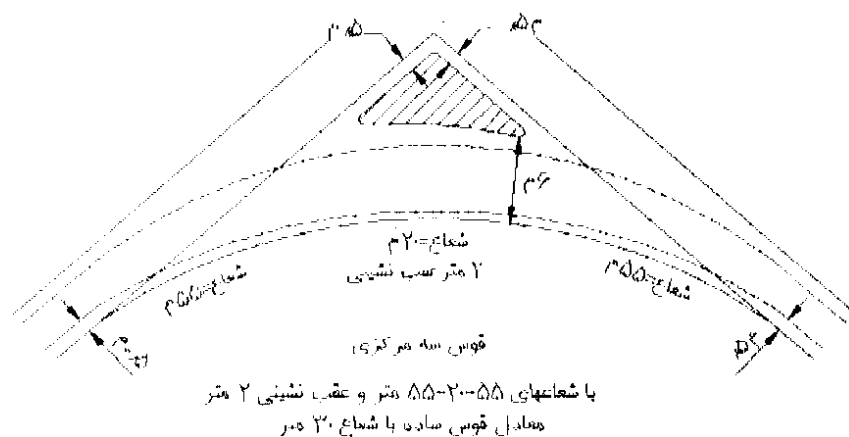
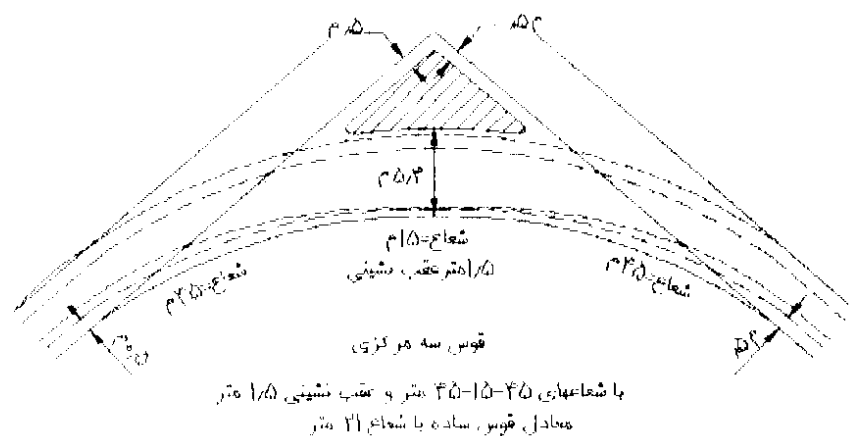
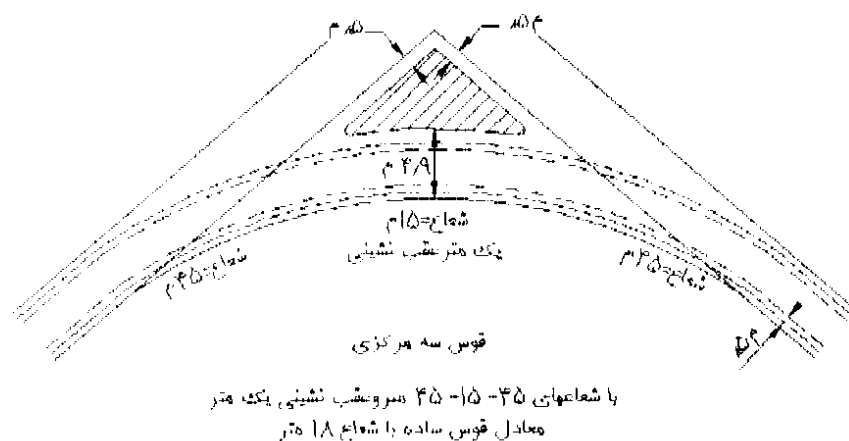
اعمال کامل تعریض بهتراست با پیچ ملایم و نرم تعریض شود. بخش مستقیم و بقیه در پیچ ایجاد می شود.

- در مسیرهای فاقد پیچ اتصال تدریجی،  $\frac{1}{4}$  تا  $\frac{1}{3}$  طول تعریض در

جدول ۵-۷ حداقل عقب نشینی برای استفاده از قوس مرکب در تقاطع ها

| زاویه تقاطع<br>(درجه) | وسيله نقلیه          | قوس مرکب سه مرکزی متقارن |                 | قوس مرکب سه مرکزی نامتقارن |                 |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
|                       |                      | شعاع ها (متر)            | عقب نشینی (متر) | شعاع ها (متر)              | عقب نشینی (متر) |
| ۴۵                    | سواری                | -                        | -               | -                          | -               |
|                       | اتوبوس               | -                        | -               | -                          | -               |
|                       | تریلی و کامیون یکدار | ۶۰-۳۰-۶۰                 | ۱۰              | -                          | -               |
| ۶۰                    | سواری                | -                        | -               | -                          | -               |
|                       | اتوبوس               | -                        | -               | -                          | -               |
|                       | تریلی و کامیون یکدار | 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 یکدار | 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 یکدار | 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 یکدار | 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 یکدار | 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 یکدار | ۵۰-۱۱-۵۰                 | ۲/۷             | ۶۰-۹-۴۰                    | ۲/۳-۱/۰         |
| ۱۵۰                   | سواری                | ۲۵-۶-۲۵                  | ۰/۶             | -                          | -               |
|                       | اتوبوس               | ۳۰-۹-۳۰                  | ۱/۲             | -                          | -               |
|                       | تریلی و کامیون یکدار | ۴۵-۱۱-۴۵                 | ۲/۱             | ۵۵-۹-۳۵                    | ۲/۳-۱/۰         |
| ۱۸۰                   | سواری                | ۱۵-۵ ۱۵                  | ۰/۲             | -                          | -               |
|                       | اتوبوس               | ۳۰-۹-۳۰                  | ۳/۰             | -                          | -               |
|                       | تریلی و کامیون یکدار | ۴۰-۸-۴۰                  | ۳/۰             | ۵۵-۸ ۳۰                    | ۴/۰-۲/۰         |

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



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

جدول ۶-۷ حداقل اندازه‌های طرح گردش به راست

| زاویه گردش | خودروی طرح | قوس مرکب سه محوره |                 | عرض خط<br>گردش (متر) | اندازه تقریبی<br>جزیره (مترمربع) |
|------------|------------|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------------------|
|            |            | شعاع‌ها (متر)     | عقب‌نشینی (متر) |                      |                                  |
| 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 عبور گه‌گاه کامیون یا اتوبوس اما با محدودیت فاصله آزاد جانبی در گردش

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

پ طرح برای تریلی و کامیون یک‌دار

## فصل هشتم - تخلیه آب های سطحی

## ۸-۱ کلیات

طراحی سیستم تخلیه آب های سطحی شامل روش های تخلیه آب های سطحی و طراحی ابنیه فنی و تسهیلات مربوطه است. ابنیه فنی و تسهیلات متداول برای تخلیه یا عبور آب های سطحی عبارت است از: پل ها، آبمالوله ها، آب نماها، آبروها، کانال ها، نهرهای کنارراه، قنویهای حاشیه و برم ها.

طرح تخلیه آب های سطحی با رعایت معیارهای فنی و با توجه به خاصه های (پارامترهای) متکی به آمار و اطلاعات موجود و مسائل ایمنی و اقتصادی تهیه می شود.

## ۸-۲ تخلیه آب های سطحی

تخلیه آب های سطحی شامل جمع آوری، هدایت و دور کردن آب های سطحی از سواره رو، شانه ها و آب های سطحی حریم راه، است. موردهایی که در طرح تخلیه آب های سطحی به آن توجه می شود عبارت است از: نوع روسازی، قبول یا عدم قبول احتمال سیلابی شدن سطح راه، میزان نفوذ آب، شیب های طولی و عرضی راه، روش تخلیه آب به نهرهای طرفین، ایمنی و هزینه.

## ۸-۲-۱ حداقل شیب عرضی راه

به منظور تخلیه آب های سطحی ناشی از بارندگی، راه باید دارای شیب عرضی باشد. شیب عرضی حداقل، در حدی تعیین می شود که با توجه به دقت اجرای کارهای ساختمانی و تغییر شکل راه بعد از بهره برداری، جریان و دفع آب های سطحی روی راه به خوبی انجام گیرد.

در امتدادهای مستقیم و در قوس های با شعاع انحنای زیاد بهتر است شیب عرضی راه روستایی، دو طرفه در نظر گرفته شود. حداقل شیب عرضی روسازی آسفالتی ۳٪-۲٪ و شنی ۴٪-۶٪ است.

چنانچه شعاع پیچ، از شعاع حداقل (مربوط به شیب عرضی حداقل) کمتر باشد شیب عرضی سواره رو در این حالت بر بلندی نامیده و به طرف داخل پیچ، سرازیر می شود. میزان حداقل بر بلندی، تابع سرعت طرح و شعاع قوس است.

## ۸-۲-۲ حداقل شیب طولی راه

به منظور دفع آب های 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 بر روی خاکریزی قرار داشته باشد، می توان راه را بدون شیب طولی ساخت.

## ۸-۲-۳ تخلیه آب های سواره رو

تخلیه آب های سواره رو برای یک دوره بازگشت سیلاب طرح و با توجه به امکان پخش آب، در کف راه طراحی می شود. میزان پخش آب طرح، متناسب با نوع راه است. میزان پخش آب طرح، به عامل های زیر بستگی دارد.

- شیب عرضی

- شیب طولی

- عرض سواره رو

- عرض شانه ها

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

## ۸-۳ تخلیه آب های ورودی به حریم راه

تخلیه آب هایی که وارد حریم می شوند به دو روش صورت می گیرد:

جدول ۸-۱ راهنمای انتخاب دوره تخلیه مطلوب آب های کف راه

| شرح                      |  | دوره بازگشت سیلاب طرح |                 |
|--------------------------|--|-----------------------|-----------------|
|                          |  | ۱۰٪<br>(۱۰ ساله)      | ۴٪<br>(۲۵ ساله) |
| راه روستایی درجه سه      |  | x                     | —               |
| راه روستایی درجه یک و دو |  | —                     | x               |

جدول ۸-۲ ضرایب رواناب برای مناطق ساخته نشده

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

مثال

حل

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

۰/۱۴ ضریب پستی و بلندی اراضی

۰/۰۸ ۱- میزان پستی و بلندی اراضی: شیب متوسط ۵٪ ضریب جنس اراضی

۰/۰۶ ۲- جنس بستر: خاک رس ضریب پوشش گیاهی اراضی

۰/۰۴ ۳- مورد استفاده: زراعی ضریب میزان چاله در حوزه

C = ۰/۳۶ ۴- چاله های موجود: نسبتاً گود

## 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 پل ها و آبروها و تسهیلات تخلیه آب های سطحی براساس دبی اوج طراحی می شود و واحد اندازه گیری کمی آن، مترمکعب بر ثانیه ( $m^3/s$ ) است. دبی اوج، به شدت بارندگی، مساحت حوزه آبرگیر، 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 نظر گرفته شود شدت بارندگی کمتر خواهد بود. متوسط نتایج آمار میزان و شدت بارندگی در مدت های کمتر از ۳۰ دقیقه نسبت به بارندگی در مدت ۳۰ دقیقه در جدول ۸-۳ آمده است. از این جدول برای مطالعاتی که آمار بهتری وجود نداشته باشد می توان استفاده کرد.

جدول ۸-۳ نسبت متوسط میزان و شدت بارندگی برای

مدت های تعیین شده، 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 |

۸-۳-۱ تخلیه آب هایی که در خاکبرداری وارد حریم می شوند.

برای تخلیه آب هایی که از اراضی بالادست خاکبرداری به طرف حریم سرازیر می شوند می توان 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 آب شستگی وجود دارد بهتر است پوشش دار باشد. برای نهرهای با شیب تندتر از ۱:۴ می توان از پوشش های پیش ساخته استفاده کرد.

۸-۳-۲ تخلیه آب هایی که از خاکریزی وارد حریم می شوند.

آب های کف راه که از روی خاکریزی ها به طرف حریم تخلیه می شوند، به قنوهای مربوطه طرفین راه هدایت می شوند.

## 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 از کف راه و تعیین ابعاد مربوطه در پل ها، آبنماها و آبروهاست.

## ۸-۴-۲ تجزیه و تحلیل هیدرولوژیکی

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

## ۵-۴-۱ ویژگی های حوزه آبخیز

## ۵-۴-۱-۵ خاک شناسی و زمین شناسی اراضی

## حوزه آبخیز

خاک شناسی و زمین شناسی اراضی حوزه آبخیز در تخمین میزان دبی رواناب سطحی مورد توجه قرار می گیرد.

## ۵-۴-۱-۶ نگهداشت سطحی حوزه آبخیز

در تخمین میزان دبی رواناب سطحی از اثر نگهداشت سطحی آب توسط رستنی ها و گودی های اراضی حوزه آبخیز صرف نظر می شود.

## ۵-۴-۱-۷ ارتفاعات نقاط اراضی حوزه آبخیز

ارتفاع متوسط حوزه آبخیز، رقمی است که ارتفاع ۵۰ درصد از نقاط اراضی حوزه آبخیز، بالاتر از آن باشد. در تخمین دبی رواناب سطحی به اختلاف ارتفاع حوزه آبخیز به ویژه در نقاط برف گیر توجه می شود.

## ۵-۴-۱-۸ موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز

در تخمین دبی رواناب سطحی به اثر گرمایی تابش آفتاب در حوزه های آبخیزی 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 می شود.

## ۵-۱ کاربرد هواشناسی در مهندسی راه

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

## ۵-۴-۱-۱ مساحت حوزه آبخیز

حجم رواناب سطحی با مساحت حوزه آبخیز رابطه مستقیم دارد. مساحت حوزه آبخیز به هکتار یا کیلومتر مربع بیان می شود که از روی نقشه های توپوگرافی یا عکس های هوایی محاسبه می گردد.

## ۵-۴-۱-۲ شکل حوزه آبخیز

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

## ۵-۴-۱-۳ شیب حوزه آبخیز

شیب حوزه یکی از عامل های عمده مؤثر در زمان تمرکز است. در شیب های تند، سرعت جریان آب بیشتر و در نتیجه زمان تمرکز رواناب سطحی کوتاه تر و شدت بارندگی بیشتر و در نتیجه دبی حاصل بیشتر است. متقابلاً در شیب های کم، زمان تمرکز طولانی و شدت بارندگی برای زمان طولانی تر کمتر است، در نتیجه دبی تخلیه کمتری حاصل می شود.

## ۵-۴-۱-۴ بهره وری زمین حوزه آبخیز

تغییر بهره وری زمین طبیعی مانند تبدیل اراضی کشاورزی یا بایر به مناطق مسکونی یا صنعتی موجب افزایش رواناب سطحی می شود. در بهره وری آینده یک حوزه آبخیز بهتر است به تغییرات احتمالی در آینده توجه شود.

#### ۸-۵-۱ بارندگی

دبی رواناب سطحی با توجه به ویژگی های مهم بارندگی، شامل  
موردهای زیر، تخمین زده می شود.

- شدت بارندگی براساس دوام و دوره بازگشت

- نوع بارندگی

- وسعت بارندگی

#### ۸-۶-۲ آب های زیرسطحی

به آب هایی که به طور جانبی از درون خاک زیر سطح زمین به  
طرف رودخانه یا کانال جریان پیدا می کند آب های زیرسطحی گفته  
می شود. در تعیین دبی اوج از جریان آب های زیرسطحی صرف نظر  
می شود.

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

منحنی تغییرهای دبی در زمان های مختلف برای یک حوزه آبریز  
را آبنمود سیل می نامند. منحنی آبنمود، (شکل ۸-۱) از سه قسمت  
عمده تشکیل می شود:

- بازوی بالارونده

- جریان اوج

- بازوی پایین رونده

حجم سیلاب را می توان از روی سطح زیر منحنی آبنمود  
تعیین کرد. گرچه حجم سیلاب در طرح ابنیه تخلیه آب های  
سطحی راه ها مورد توجه نیست ولی در بعضی موارد حجم  
سیلاب برای تحلیل بعضی از خاصه های طرح مورد استفاده قرار  
می گیرد.

#### ۸-۵-۲ برف

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

- میزان بارش برف سالیانه

- میزان آب ناشی از برف ذوب شده

- شدت ذوب برف

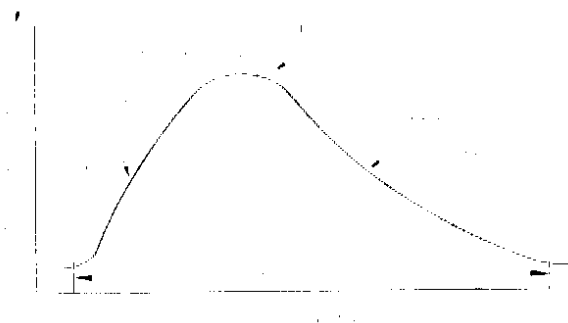
#### ۸-۵-۳ تبخیر و تعرق

می توان از افت های ناشی از تبخیر و تعرق در تخمین رواناب  
سطحی صرف نظر کرد.

#### ۸-۶ ضابطه های 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 می ماند. این  
آب پس از پرکردن چاله های سطح زمین به صورت جریان صفحه ای  
در امتداد بزرگترین شیب به راه می افتد و از طریق کانال اصلی از  
حوزه خارج می شود. این بخش از بارندگی را رواناب سطحی نامند.



شکل ۸-۱ آبنمود سیلاب

## ۸-۶-۴ زمان تمرکز

 $T_c = \text{زمان تمرکز به دقیقه}$ 
 $L = \text{طول افقی حوزه به متر}$ 

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

 $H = \text{اختلاف رقوم بین دورترین نقطه و دهانه آبرو یا پل به متر}$ 

شکل ۸-۳ تخمین زمان تمرکز با روش استدلالی برای

برآورد دبی حداکثر با استفاده از سرعت متوسط، تقریبی است.

رابطه های زیادی برای جریان در روی زمین ارائه شده است

که دو مورد آنها بشرح زیر است.

$$t_0 = \frac{6/92 L^{0.6} n^{0.6}}{i^{0.4} s^{0.4}} \quad \text{رابطه اول}$$

$$t_0 = \frac{3/3 (1/1 - C) (L)^{1/2}}{(s (100))^{1/3}} \quad \text{رابطه دوم}$$

در این دو رابطه

 $t_0 = \text{زمان جریان آب در روی زمین به دقیقه}$ 
 $L = \text{طول مسیر جریان در روی زمین به متر}$ 
 $S = \text{شیب مسیر جریان آب به متر بر متر}$ 
 $n = \text{ضریب زبری مانینگ}$ 
 $i = \text{شدت بارندگی طرح به میلی متر در ساعت}$ 
 $C = \text{ضریب رواناب سطحی}$ 

## 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 بخش آب در سطح راه سراسر

انتخاب دوره بازگشت سیلاب طرح مطابق جدول ۸-۱

می باشد.

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 می شود.

زمان تمرکز  $T_c$ ، حاصل جمع دو زمان جریان آب های

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 ویژگی های کانال و ابعاد هندسی آن معلوم

باشد، تخمین زمان جریان در کانال از تقسیم طول کانال به

سرعت جریان در کانال (رابطه مانینگ) بدست می آید.

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

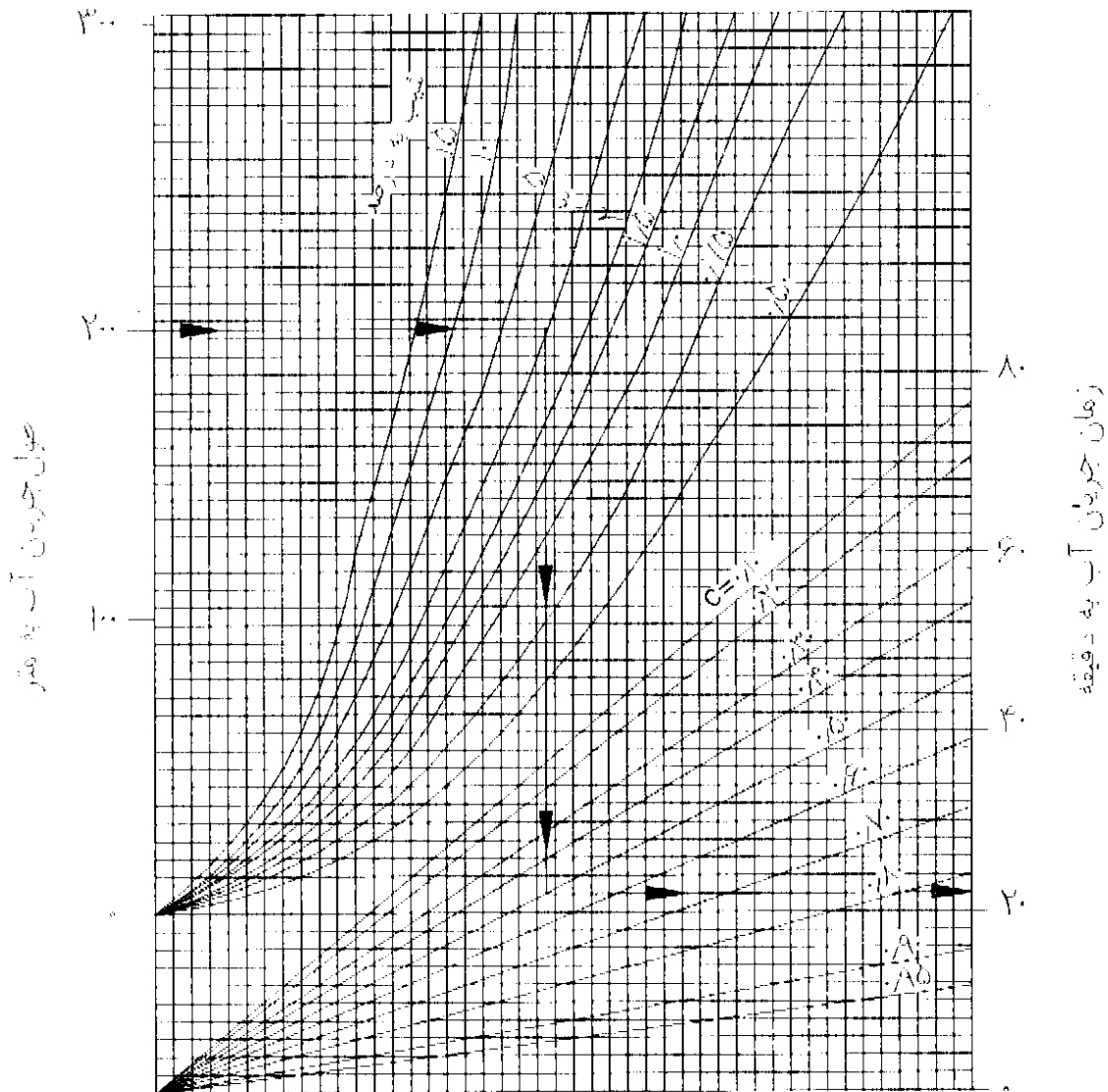
دهانه آبرو

زمان کلی تمرکز برای یک حوزه آبریز گلابی شکل را می توان

به وسیله روش تقریبی و با استفاده از رابطه کریچ بشرح زیر به

دست آورد.

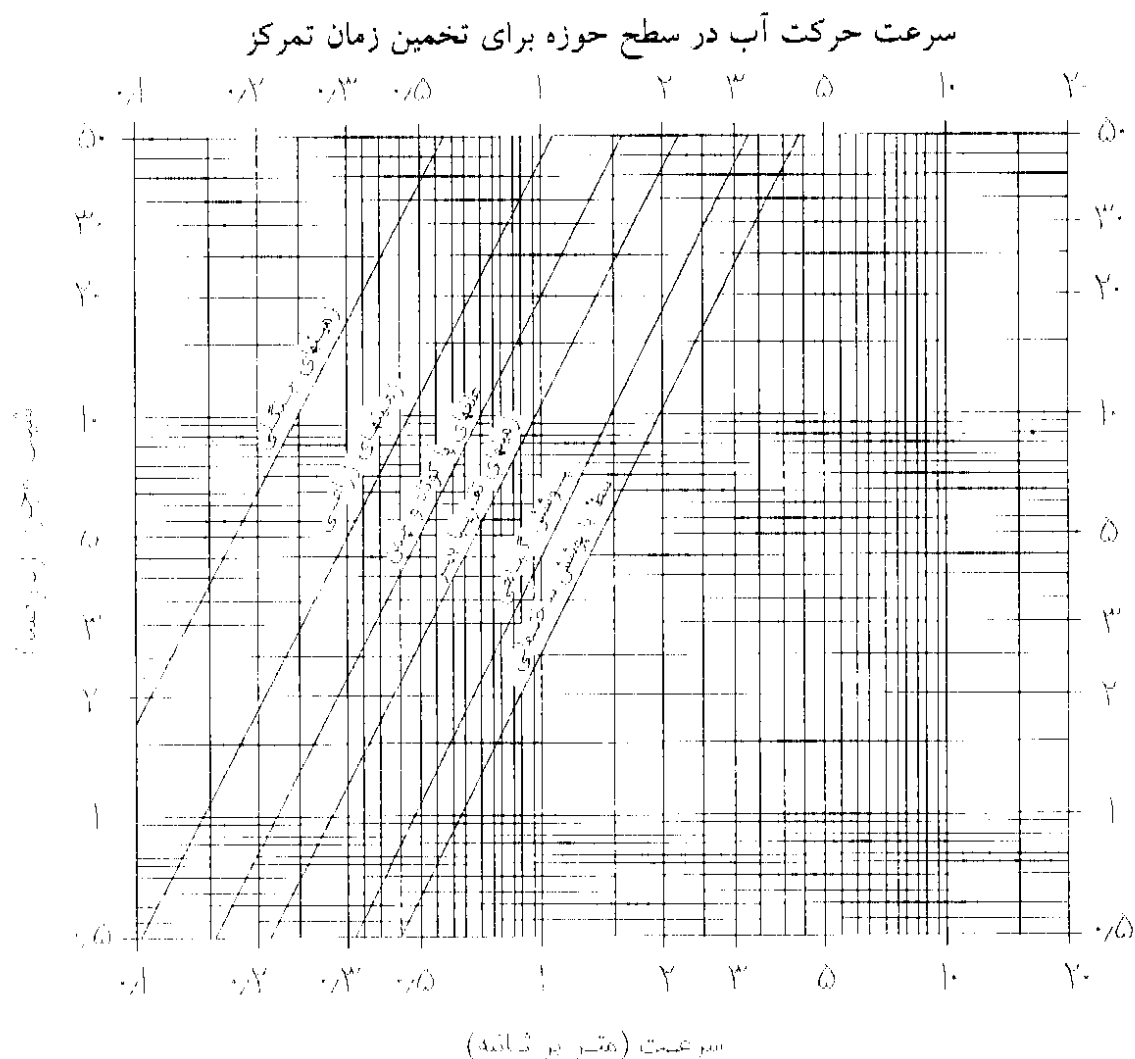
$$T_c = 0.0195 (L/S^{1/5})^{0.77}$$



شکل ۸-۲ منحنی های زمان جریان آب در روی زمین (زمان تمرکز)

برای استفاده از این روش ها، اطلاعات مربوط به شدت، دوام، دوره بازگشت سیلاب طرح، مورد نیاز است. طراحی هیدرولیکی ابنیه فنی تخلیه آب های سطحی پس از تعیین رواناب سطحی انجام می گیرد. برآورد رواناب سطحی حداکثر با دوره های بازگشت متفاوت، مهم ترین قسمت طراحی است. برای تخمین دبی سیلاب طرح، از روش های تجربی استفاده می شود.

در هیدرولوژی دوره بازگشت سیلاب چندساله را سیلاب با درصد احتمال بازگشت نیز بیان می کنند، به طوری که مدت بازگشت به سال ( $N$ ) و احتمال بازگشت ( $p$ ) عکس یکدیگرند یعنی  $p = \frac{1}{N}$ . بنابراین یک سیلاب با دوره ۵۰ ساله را می توان یک سیلاب با احتمال بازگشت ۲٪ بیان کرد. طراحی دبی سیلابی زهکشی راه ها بجز در مورد های استثنایی با استفاده از روش استدلالی قابل استفاده است.



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 اولیه 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 روش‌هاست. در این روش دبی سیلاب طرح از رابطه زیر محاسبه می‌شود.
- $$Q = 0.28 CIA$$
- دبی طرح (مترمکعب بر ثانیه)
- ۱- ضریب رواناب سطحی
- ۱ = متوسط شدت بارندگی با دوره بازگشت منتخب و در مدت برابر با زمان تجمع، بر حسب میلی‌متر در ساعت
- 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 اخیر، کاربرد روش استدلالی را محدود می‌سازد لذا بهتر است 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 انشعاب ها جداگانه بکارگرفت و جریان کانال اصلی را از جمع جریان آب انشعاب ها بدست آورد. دبی جریان کانال اصلی را می توان 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 خاصه های 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 جمع شدن در گودال های سطح حوزه آبریز تلف می شود. اندازه های ضرایب رواناب «C» در مناطق ساخته نشده را می توان 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 می توان از جدول ۸-۴ بدست آورد.

در موردهایی که حوزه آبریز موردنظر، به لحاظ پوشش سطحی از بخش های مختلف تشکیل شده باشد، ضریب رواناب را می توان از رابطه زیر بدست آورد.

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots}{A_1 + A_2 + \dots}$$

$C$  = 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 جدول های ۸-۲ و ۸-۴ برای دوره های بازگشت ۵ یا ۱۰ سال ارائه شده است و برای دوره های بازگشت بیشتر می توان از ضرایب تبدیل « $C_f$ » از جدول ۸-۵ و جدول های فوق الذکر استفاده کرد.

حاصلضرب « $C$ » در ضریب تبدیل « $C_f$ » نمی تواند از یک تجاوز کند.

## ۸-۸ ابنیه فنی جمع آوری و تخلیه آب

هدایت رواناب سطحی ناشی از نزولات جوی از یک طرف حریم راه به طرف دیگر نیازمند ساخت پل ها 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 می نامیم. وجه تمایز پل و آبرو عمدتاً در خاکریزی روی اکثر آبروهاست که در روی پل خاکریزی موجب اضافه هزینه می شود.

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       |
| قبرستان ها - پارک ها                 | ۰/۱۰-۰/۲۵       |
| زمین های بازی                        | ۰/۲۰-۰/۴۰       |
| محوطه ایستگاه راه آهن                | ۰/۲۰-۰/۴۰       |
| زمین های بازر                        | ۰/۱۰-۰/۳۰       |
| فضای سبز                             |                 |
| خاک های ماسه با شیب صفر تا ۲ درصد    | ۰/۰۵-۰/۱۰       |
| خاک های ماسه ای با شیب ۲-۷ درصد      | ۰/۱۰-۰/۱۵       |
| خاک های ماسه ای با شیب بیش از ۷ درصد | ۰/۱۵-۰/۲۰       |
| راه ها                               |                 |
| آسفالتی                              | ۰/۷۰-۰/۹۵       |
| بتنی                                 | ۰/۸۰-۰/۹۵       |
| شنی                                  | ۰/۷۰-۰/۸۵       |
| پیاده رو                             | ۰/۷۵-۰/۸۵       |
| پشت بام ها                           | ۰/۷۵-۰/۹۵       |

جدول ۸-۵ ضرایب تبدیل C<sub>f</sub>

| احتمال وقوع | دوره بازگشت به سال | ضرایب تبدیل «C <sub>f</sub> » |
|-------------|--------------------|-------------------------------|
| ۴٪          | ۲۵                 | ۱/۱                           |
| ۲٪          | ۵۰                 | ۱/۲                           |

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 می شود.

#### ۸-۸-۲ تخمین دبی اوج رواناب سطحی

پیش از طراحی هیدرولیکی پل ها و آبروها، باید دبی اوج رواناب سطحی (Q) بر حسب مترمکعب بر ثانیه تخمین زده شود.

از طراحی پل ها با عرشه مستغرق، حتی المقدور اجتناب می شود، ولی طراحی آبروها در شرایط مناسب می تواند با ورودی (مدخل) مستغرق در زمان سیلاب انجام گیرد.

(برای تخمین دبی اوج به بخش ۴-۸ مطالعات هیدرولوژی مراجعه شود). بهترین تخمین دبی اوج برای آبروهای با حوزه آبخیز بزرگتر از ۱۳۰ هکتار به دو روش زیر صورت گیرد. تا از مقایسه آن دو، نتیجه اطمینان بخش تری حاصل شود.

#### ۳-۸-۸ انتخاب دوره بازگشت سیلاب

برای انتخاب دوره بازگشت می توان یکی از دو روش زیر یا هر دو را در طراحی هیدرولیکی پل ها و آبروها مورد استفاده قرار داد.

روش معمول: استفاده از دوره بازگشت 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 پل های کوچک و آبروها لازم است که به نکته های زیر نیز توجه شود:

#### ۱-۳-۸-۸ در پل ها

- 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 پایین ترین 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 پل ها به میزان ۰/۶ متر.

- میزان ته نشست های متحرک و توده نخاله ها

#### ۲-۳-۸-۸ در آبروها

می توان یکی از معیارهای زیر را برای انتخاب دوره بازگشت سیلاب در طراحی هیدرولیکی آبروها در نظر گرفت.

- دوره بازگشت سیلاب ده ساله در صورتی که طراحی آبرو با دهانه بدون ورودی مستغرق در نظر گرفته شود.

- دوره بازگشت سیلاب ۲۵ ساله یا بزرگترین سیلاب ثبت شده در محل در صورتی که طراحی آبرو بدون پشته کردن فراز آب و سرعت خروجی بیش از اندازه باشد.

#### ۴-۸-۸ فراز آب و پایاب

#### ۱-۴-۸-۸ فراز آب

فراز آب به ارتفاع جریان آب بالادست از کف آبرو گفته می شود. باید از انتخاب فراز آبی که موجب تشکیل حوضچه آب غیر قابل قبول و یا سرعت خروجی بیش از اندازه بعثت شیب تند زمین شود، اجتناب کرد.

در انتخاب فراز آب 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

#### ۲-۴-۸-۸ پایاب

پایاب به عمق جریان آب در پایین دست آبرو می گویند. این

عمق به شیب و وضع پستی و بلندی پایین دست بستگی دارد. عمق

زیاد، ممکن است سبب غوطه ور شدن خروجی آبرو شود.

## ۸-۸-۵ امتداد شیب طولی آبرو

- دایره ای

به طور کلی مسیر آبرو بهتراست مستقیم و با شیب طولی ثابت باشد. در صورت عدم فرسایش مسیر آبرو، از امتداد شکسته (زاویه دار) می توان استفاده کرد. در غیر این صورت، محل شکستگی گرد می شود. در مواردی که استفاده از مسیر با امتداد شکسته اجتناب ناپذیر 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 امکان پذیر است.

الف - در شیب های ملایم که ایجاد رسوب، محتمل است می توان ورودی آبرو را بالاتر گرفت. میزان بالاتر بودن، به اندازه و طول آبرو و مقدار رسوب بستگی دارد. به این ترتیب رسوبات قبل از آبرو جمع و در فرصت های مناسب تخلیه می شود.

ب - در بسترهای با شیب تند، می توان شیب آبرو را ملایم تر از شیب بستر گرفت. تأمین سرعت لازم برای حمل مواد ته نشین شونده، در شیب مورد نظر ضروری است. در پایین دست، تمهیدات لازم برای هدایت آب و نگهداری بستر به عمل می آید. استفاده از این روش، صرفه جویی قابل ملاحظه ای در بر دارد.

پ - در خاکریزی بلند، چنانچه افزایش نشست در وسط نسبت به طرفین محتمل باشد، خیز (برآمدگی) در نظر گرفته می شود. برای جلوگیری از شسته شدن خروجی آبرو، تدابیری مانند سرریز در خروجی آبرو در نظر گرفته می شود.

## ۸-۸-۶ انواع آبرو

آبرو شامل انواع زیر است.

- ناوهای (دالی)

- طاقی

- جعبه ای

- بیضوی یا شبه بیضوی

در صورت استفاده از آبروهای لوله ای چنددهانه ای، فاصله بین سطوح خارجی لوله ها برابر نصف قطر اسمی یا حداقل ۰/۶ متر در نظر گرفته می شود.

## 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 می شود.

در هر یک از دو حالت با توجه به عامل های مختلف و رابطه های متفاوتی که برای تعیین و توجیه وضعیت هیدرولیکی آبرو وجود دارد و با استفاده از نمودارهای مربوطه یا برنامه های رایانه ای اندازه آبرو تعیین می شود.

## ۸-۸-۱-۷ طراحی ورودی آبرو

منظور از طراحی ورودی آبرو تعیین سطح مقطع و نوع ساختمان لبه ورودی آبرو است. سطح مقطع و ساختمان لبه ورودی آبرو از عامل های تعیین کننده سطح حوضچه تشکیل شده در ورودی آبرو است.

برای آبروهای دایره ای با قطر ۱/۵ متر یا بیشتر و لوله ای با قطر معادل دایره ای، می توان از ورودی قیفی شکل یا دیوار پیشانی استفاده کرد. برای آبروهای دایره ای با دهانه به قطر ۳۰ تا ۲۱۰ سانتیمتر و آبروهای لوله ای معادل بهتراست از ورودی و پایانه پیش ساخته 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 شیروانی ها

- افزایش پایداری سازه ای در انتهای آبروها

#### ۸-۸-۷-۲ طول آبرو

در انتخاب طول آبروی لوله ای به موردهای زیر توجه می شود:

الف - با توجه به شرایط انتهایی آبرو و برای خاکریزی ۴ متر یا کمتر طول نظری اعمال شود.

ب - برای خاکریزی های بیش از ۴ متر برای هر ۳ متر افزایش خاک، ۰/۳ متر و حداکثر ۲ متر در هر انتها در نظر گرفته شود.

پ - در موردهایی که خاکریزی بلند پله ای باشد افزایش طول آبرو براساس ارتفاع پایین ترین پله خواهد بود.

انتخاب زاویه دیوار بالی با توجه به جلوگیری از شسته شدن خاکریزی در انتهای دیوارهای بالی در اثر گرداب، صورت می گیرد.

#### ۸-۸-۸ قطر آبرو

حداقل قطر لوله و فاصله بین نقاط بازمین از نقطه نظر نگهداری و پاکسازی داخل آبروها براساس موردهای زیر تعیین می شود.

**حداقل قطر داخلی برای آبروهای زیر راه نباید از ۸۰ سانتیمتر کمتر باشد.** در موردهایی که کانال با مقطع دوزنقه کم عمق منتهی به آبرو باشد از دیوارهای بالی شکل استفاده شود. طراحی پایانه آبرو براساس حداکثر سرعت جریان آب صورت می گیرد. در موردهایی که سرعت زیاد پایانه ممکن است موجب شسته شدن بستر و شیب های کانال پایین دست شود،

می توان با تغییر شیب آبرو از سرعت پایانه کاست.

در موردهایی که سرعت خروجی را نتوان با تغییر شیب، کاهش قابل توجهی داد از انواع حفاظت های پایانه یا از بین برنده انرژی پایانه استفاده می شود.

در بررسی راه حل های جلوگیری از سرعت زیاد آب در پایانه، به ارزیابی اثرهای آن در فرسایش املاک پایین توجه می شود.

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 می شود.

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 می شود. در موردهایی که کانال با مقطع منظم و شیب های جانبی تند منتهی به آبرو باشد بهتر است از دیوار بالی شکل مستقیم استفاده شود.

#### ۸-۹ کانال

کانال، یک مسیر هدایت آب با سطح آزاد است. طراحی و اجرای نهادهای طبیعی و ترمیم شده و جوی حاشیه جاده، طبق ضابطه های این بخش از آیین نامه انجام می شود.

برای هدایت آب های سطحی توسط آبرو و لوله با مقطع غیر پر نیز ضابطه های این بخش از آیین نامه حکم فرماست.

در طراحی کانال های باز علاوه بر اصول هیدرولیکی، اقتصادی بودن طرح، نگرش های ایمنی برای وسایل نقلیه منحرف شده از سواره رو، منظر آرایی و هدایت آب های سطحی، بدون خسارت رساندن به راه ها و املاک مجاور، با حداقل آسیب رسانی به محیط زیست در نظر گرفته می شود.

## 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 نگرش های ایمنی

در طراحی کانال باید به ایمنی ترافیک توجه ویژه ای داشت. به منظور ایمنی وسایط نقلیه منحرف شده از سواره رو، باید از کانال باز با شیب های 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 می شود که هدف های پیش بینی شده را به بهترین وجه تأمین کند. در طراحی مسیر و شیب طولی کانال، در صورت امکان از تغییرهای ناگهانی اجتناب می شود. در محل تغییر ناگهانی مسیر کانال، موقعیت مناسبی برای حمله جریان آب فراهم می شود. در محل هایی که شیب طولی کانال به طور ناگهانی افزایش یابد، شرایط مناسبی برای شسته شدن کف و حاشیه کانال فراهم می شود. در محل هایی که شیب طولی کانال به طور ناگهانی کاهش یابد شرایط مناسبی برای ته نشینی مواد حمل شده بوجود می آید. سرعت مناسب آب در یک کانال، امکان شسته شدن و

ته نشینی مواد را از بین می برد.

سرعت مناسب آب به عامل های زیر بستگی دارد.

الف - ابعاد و شیب طولی کانال

ب - مقدار جریان آب های سطحی (دبی)

پ - پوشش کانال

ت - زبری بستر آب

ث - مواد رسوبی حمل شده توسط آب

سرعت مجاز یا مناسب جریان آب برای کانال باز (پوشش

نشده) را می توان از جدول ۸-۶ به دست آورد.

## ۸-۹-۲ انواع مقطع کانال

مقطع کانال مانند مقاطع طبیعی رودخانه ها، مسیل ها، 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 می شود.

کانال مثلثی یا V شکل، عمدتاً برای مقدار جریان کم نهرهای کنار راه طرح می شود. نهرهای V شکل، مستعد فرسایش است و چنانچه سرعت جریان از سرعت های مجاز جریان مشخص شده در جدول ۸-۶ تجاوز کند مقطع کانال احتیاج به پوشش خواهد داشت.

## ۸-۹-۲-۲ مقطع دوزنقه ای شکل

متداول ترین شکل کانال برای آب های سطحی با دبی زیاد، مقطع دوزنقه ای شکل است. کانال دوزنقه ای به اسانی به وسیله ماشین آلات راه سازی ساخته می شود و غالباً اقتصادی ترین مقطع است. در موردهایی که کانال عریض لازم است می توان با

$$L = 12 / X$$

گرد کردن تمام زوایه های مقطع عرضی کانال، ایمنی و

منظر آرای آن را بهبود بخشید. طول تقریبی این گرد کردن ها با

رابطه زیر تعیین می شود.  $X =$  کتانژانت شیب جانبی مقطع عرضی کانال

جدول ۸-۶ سرعت مجاز کانال باز (پوشش نشده)

| سرعت مجاز، متر بر ثانیه |             | نوع مصالح مقطع کانال      |
|-------------------------|-------------|---------------------------|
| جریان دائمی             | جریان منقطع |                           |
| ۰/۸                     | ۰/۸         | ماسه ریزدانه              |
| ۰/۸                     | ۰/۸         | لوم ماسه ای               |
| ۰/۹                     | ۰/۹         | لوم سیلتی                 |
| ۱/۱                     | ۱/۱         | لوم ریزدانه               |
| ۱/۲                     | ۱/۱         | خاکستر آتشفشانی           |
| ۱/۲                     | ۱/۱         | شن ریزدانه                |
| ۱/۵                     | ۱/۲         | رس سفت                    |
|                         |             | مواد دانه بندی شده        |
| ۲/۰                     | ۱/۵         | لوم تاشن                  |
| ۲/۱                     | ۱/۷         | لای تاشن                  |
| ۲/۳                     | ۱/۸         | شن                        |
| ۲/۴                     | ۲/۰         | شن درشت                   |
| ۲/۷                     | ۲/۱         | شن تا قلوه سنگ زیر ۱۵۰ مم |
| ۳/۰                     | ۲/۴         | شن تا قلوه سنگ زیر ۲۰۰ مم |

سواره رو و کانال، جان پناه فلزی یا بتنی بکاربرد.

قسمتی از اضافه هزینه کانال های با مقطع مستطیل شکل، با کاهش حریم راه و حجم خاکبرداری کانال جبران می شود.

#### ۸-۹-۳ طرح هیدرولیکی کانال

طرح هیدرولیکی کانال ها به علت آنکه با اکثر ابنیه فنی تخلیه آب های سطحی راه، ارتباط متقابل دارد از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

اصول هیدرولیکی بر یکنواخت فرض کردن جریان پایدار مبتنی است. در جریان های پایدار یکنواخت، عمق و دبی جریان

در موردهایی که مقطع عرضی کف کانال کم باشد طول  $L$  حداکثر برابر با عرض کف کانال می شود. در موردهایی که دبی آب های سطحی زیاد باشد، حداقل عرض کف کانال، به لحاظ اجرا و نگهداری، ۴ متر و حداقل عمق جریان آب ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته می شود.

#### ۸-۹-۲-۳ مقطع مستطیل شکل

در موردهای نادری که محدودیت حریم راه وجود دارد، می توان کانال های مستطیل شکل را برای هدایت جریان آب های سطحی با دبی زیاد در نظر گرفت. ممکن است در بعضی موردها بین

$Q =$  دبی تخلیه

$A_i =$  مساحت سطح مقطع  $i$

$V_i =$  سرعت متوسط جریان در مقطع  $i$

بر حسب 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

رابطه های تجربی زیادی برای محاسبه سرعت متوسط کانال های باز بدست آمده که رابطه مانینگ یکی از این رابطه هاست. رابطه مانینگ متکی بر فرض یکنواخت بودن جریان آب های سطحی است.

محاسبه سرعت متوسط جریان آب های 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 بر ثانیه)

$n =$  ضریب زبری مانینگ از جدول ۸-۷

$S =$  شیب کانال (متر بر متر)

$R =$  شعاع هیدرولیکی (متر)  $A/wp$

$A =$  مساحت سطح مقطع جریان (مترمربع)

$wp =$  محیط ترشده (متر)

جدول ۸-۷ ضریب زبری مانینگ

| نوع کانال            | ضریب زبری $n$ |
|----------------------|---------------|
| کانال های بدون پوشش  |               |
| لوم رسی              | ۰/۰۳۳         |
| ماسه                 | ۰/۰۲          |
| شن                   | ۰/۰۳          |
| تخته سنگ             | ۰/۰۴          |
| کانال های دارای پوشش |               |
| بتن سیمانی           | ۰/۰۱۴         |
| بتن آسفالتی          | ۰/۰۱۸         |

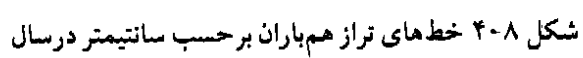
#### ۸-۱۰ اندازه بارش نزولات جوی

برای تعیین متوسط سالیانه بارش نزولات جوی در ایران می توان از آمار سازمان هواشناسی کشور و در صورت نبود اطلاعات بهتر از شکل ۸-۴ استفاده کرد.

#### ۸-۹-۳-۲ رابطه پیوستگی

یکی از اصولی که در جریان کانال در نظر گرفته می شود پیوستگی جریان است. این اصل، ثابت بودن جرم سیال گذرنده در واحد زمان در هر مقطعی از کانال را بیان می دارد. رابطه پیوستگی به شکل زیر بیان می شود.

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 = \dots = A_n V_n$$



## واژه‌نامه انگلیسی - فارسی

|                          |                                       |                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| abbreviations            | اختصارها                              | clear distance           | فاصله باز، فضای آزاد            |
| accidents                | تصادف، حادثه                          | clearance                | فضای آزاد، فضای باز             |
| aesthetic factors        | عوامل‌های زیبایی                      | coefficient of roughness | ضریب زبری                       |
| alignment                | مسیر                                  | coefficient of runoff    | ضریب جاری‌شدن آب باران          |
| alignment consistency    | یکنواختی مسیر، پیوستگی مسیر           | computer programs        | برنامه‌های رایانه‌ای            |
| angle of intersection    | زاویه تقاطع                           | concentrated flow        | جریان متمرکز                    |
| area of conflict         | سطح برخورد                            | concentration            | تمرکز                           |
| at-grade intersection    | تلاقی همسطح، تقاطع همسطح              | concrete                 | بتن                             |
| barrier                  | مانع                                  | concrete barriers        | جان‌پناه بتنی                   |
| basin                    | حوزه آبریز، حوزه آبریز                | construction             | ساخت، ساختمان                   |
| basin characteristics    | خصوصیات حوزه آبریز، مشخصات حوزه آبریز | contour grading          | نمایش شیب‌بندی با خطوط تراز     |
| benefit cost ratio       | نسبت سود به هزینه                     | conventional highways    | راه‌های معمولی                  |
| berm                     | پلکان خاکی                            | cost analysis            | تجزیه و تحلیل هزینه‌ها          |
| bicycles                 | دوچرخه                                | crest                    | قله                             |
| bridge                   | پل                                    | critical                 | بحرانی                          |
| bridge approach railings | نرده تقرب پل                          | critical depth           | عمق بحرانی                      |
| bridge curbs             | جدول بتنی پل                          | critical flow            | جریان بحرانی                    |
| bridge decks             | دال پل، عرشه پل                       | critical slope           | شیب بحرانی                      |
| broken back curve        | پیچ تخت پشت                           | critical velocity        | سرعت بحرانی                     |
| bus                      | اتوبوس                                | cross drainage           | تخلیه عرضی آب                   |
| capacity                 | گنجایش، ظرفیت                         | cross section            | مقطع عرضی                       |
| channel flow             | جریان آب در کانال                     | cross slope              | شیب عرضی                        |
| channelization           | جریان‌بندی ترافیک                     | crossing                 | تلاقی، تقاطع                    |
| classification           | طبقه‌بندی، گروه‌بندی                  | crown                    | تاج در مقطع عرضی راه            |
|                          |                                       | culvert                  | آبرو، کالورت، کانال کوچک زیرگذر |

|                         |                                       |                            |                               |
|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| curvature               | پیچ، انحنا                            | ditch slope                | شیب نهر                       |
| curve central angle     |                                       | drain slope                | شیب مسیر تخلیه آب             |
|                         | زاویه داخلی پیچ، زاویه داخلی قوس افقی | drainage                   | تخلیه آب                      |
| curve                   | پیچ، قوس افقی                         | drainage coefficient       | ضریب تخلیه                    |
| cut widening            | تعریض ترانشه                          | easement                   | نگهداری حریم                  |
| decision sight distance |                                       | economic analysis          | تجزیه و تحلیل اقتصادی         |
|                         | فاصله دید تصمیم، فاصله دید انتخاب     | economic studies           | مطالعات اقتصادی               |
| definition              | تعریف                                 | economics of design        | اقتصاد طراحی                  |
| delay                   | تاخیر، دیرکرد                         | elevated structure         | سازه بالای زمین (مانند پل)    |
| density                 | تراکم، فشردگی                         | environment                | محیط                          |
| depressed grade line    | خط شیب فرورفته                        | equipment crossing         | عبور عرضی ماشین آلات          |
| design discharge        | حجم تخلیه طراحی                       | erosion                    | فرسایش خاک                    |
| design                  | طرح                                   | erosion vegetative control |                               |
| design flood            | سیلاب طرح                             |                            | کنترل فرسایش خاک با گیاه کاری |
| design frequency        | دوره بازگشت سیلاب طرح                 | erosion control            | کنترل فرسایش خاک              |
| design daily volume     | حجم روزانه طرح                        | factor                     | عامل                          |
| design objectives       | هدف‌های طرح                           | field investigations       | بررسی محلی                    |
| design period           | دوران طرح، دوره طرح                   | flared end section         | بخش کم کردن عرض مسیر          |
| design responsibility   | مسئولیت طراحی                         | flood                      | سیل، سیلاب                    |
| design speed            | سرعت طرح، سرعت طراحی                  | flood design               | طراحی برای سیلاب              |
| design storm            | سیلاب طرح                             | flood design criteria      | ضابطه‌های طراحی برای سیلاب    |
| design vehicle          | خودروی طرح                            | flood maximum historical   | حداکثر سیلاب گذشته            |
| detour                  | راه انحرافی                           | flood measurement          | اندازه‌گیری سیلاب             |
| discharge               | حجم تخلیه آب                          | flood plain                | سطح آبگیر                     |
| discharge estimating    | برآورد حجم تخلیه آب                   | friction factors           | ضریب اصطکاک                   |
| discharge peak          | بزرگترین حجم تخلیه آب                 | gap                        | فاصله آزاد بین دو خودرو       |
| distance                | فاصله، مسافت                          | geometric design           | طرح هندسی                     |
| ditch                   | قنو، جوی آب، نهر                      | grade                      | شیب، درجه شیب                 |

|                          |                                   |                          |                                  |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| grade line               | خط شیب، خط پروژه                  | mandatory                | اجباری                           |
| gravity wall             | دیوار وزنی                        | markers                  | علامت‌ها، مشخص‌کننده‌ها          |
| guardrail                | جان‌پناه فلزی                     | mean velocity            | میانگین سرعت                     |
| guide                    | راهنما، رهنمود                    | metecology               | هواشناسی                         |
| gutter                   | جوی، نهر                          | minimum                  | حداقل، کمینه، کمترین             |
| head wall                | دیوار پل                          | minimum turning radius   | کمترین شعاع گردش، حداقل شعاع قوس |
| headlight glare          | خیرگی ناشی از نور چراغ جلوی خودرو | national highway network | شبکه راه‌های ملی                 |
| headlight sight distance | فاصله دید نور چراغ خودرو          | national highway system  | سیستم راه‌های ملی                |
| highway                  | راه، جاده                         | nonmotorized traffic     | ترافیک غیرموتوری                 |
| highway geometric design | طرح هندسی راه                     | objectives               | هدف‌ها                           |
| horizontal               | افقی                              | objectives of design     | هدف‌های طراحی                    |
| horizontal alignment     | مسیر افقی، پلان                   | open channel             | نهرهای باز، کانال‌های روباز      |
| horizontal clearance     | عرض آزاد، فضای باز عرضی           | overcrossing             | عبور از رو، گذر از رو، روگذر     |
| hydraulic radius         | شعاع ترشده                        | overland flow            | جریان آب در روی زمین             |
| hydrograph               | آب‌نمود، هیدروگراف، باران‌نگار    | overpass                 | روگذر                            |
| hydrograph methods       | روش استفاده از آب‌نمود            | painting                 | خط کشی                           |
| hydrological analysis    | تجزیه و تحلیل بارندگی             | passenger car            | سواری                            |
| infiltration             | نفوذ                              | passing sight distance   | فاصله دید برای سبقت              |
| initial construction     | ساخت اولیه                        | pedestrian               | پیاده                            |
| inlet                    | دهانه آبرو                        | pedestrian access        | دسترسی پیاده                     |
| intersection             | تقاطع، چندراهی                    | period                   | دوره، تناوب                      |
| irrigation               | آبیاری                            | pipe                     | لوله                             |
| landscape                | منظره                             | planting                 | گیاه‌کاری، بوته‌کاری، درخت‌کاری  |
| lane                     | خط عبور                           | points of conflict       | نقاط برخورد                      |
| left-turn                | گردش چپ                           | pollution                | آلودگی                           |
| local road               | راه روستایی، راه محلی             | precipitation            | باران و برف، نزولات جوی          |
| longitudinal profile     | نیم‌رخ طولی مسیر                  | private road             | راه اختصاصی                      |
| major highway            | راه اصلی                          |                          |                                  |

|                           |                                                |                         |                                |
|---------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| prohibited turns          | گردش‌های ممنوع                                 | rural area              | منطقه روستایی                  |
| protective coating        | لایه حفاظتی                                    | rural road              | راه روستایی                    |
| public road               | راه‌های عمومی                                  | safety                  | ایمنی                          |
| radius                    | شعاع                                           | sag                     | فرورفتگی                       |
| railings                  | نرده‌کشی                                       | salvage value           | ارزش پس‌مانده                  |
| railroad                  | راه‌آهن                                        | scenic                  | منظره‌دار، خوش منظره           |
| railroad crossings        | تلاقی راه‌آهن                                  | scenic highway          | راه خوش منظره                  |
| rainfall                  | میزان باران، بارش                              | scenic values           | ارزش‌های منظره                 |
| rate of return analysis   | تجزیه و تحلیل نرخ بازده                        | secondary road          | راه‌های فرعی                   |
| rational methods          | روش تجربی، روش سنتی                            | service life            | عمر خدمت‌دهی، عمر سرویس        |
| reconstruction            | تجدید ساختمان، دوباره سازی                     | serpentine              | مارپیچ                         |
| rehabilitation strategies | سیاست‌های بهسازی و توسعه                       | shoulder                | شانه                           |
| retaining wall            | دیوار حایل                                     | side ditch              | قنو، جوی جانبی، نهر جانبی      |
| retention basin           | حوضچه تأخیری                                   | sidewalk                | پیاده‌رو                       |
| return wall               | دیوار بازگشت                                   | sight distance          | فاصله دید، مسافت دید           |
| revegetation              | تجدید گیاه‌کاری، دوباره سبز کردن               | signal control          | کنترل با چراغ راهنمایی         |
| reversing curve           | پیچ معکوس، پیچ اس                              | signalized intersection | تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی    |
| right of way              | فاصله بین دو حد حریم راه                       | signs                   | علائم، تابلوها                 |
| right-turn                | گردش به‌راست                                   | single lane             | عبور یک خطه، یک خطه            |
| riprap                    | حفاظت با سنگ‌چین، سنگ‌چین‌کردن شیب             | site selection          | انتخاب محل                     |
| road                      | راه، جاده                                      | skew                    | اریب، کج، مایل                 |
| roadbed                   | بستر راه                                       | skew angle              | زاویه اریب                     |
| roadway                   | کف راه، سطح راه                                | slope                   | شیب                            |
| rolling profile           | نیم‌رخ طولی موج‌دار                            | spacing                 | فاصله مابین                    |
| roughness                 | ناهمواری راه                                   | speed                   | سرعت، تند                      |
| running speed             | سرعت حرکت                                      | spiral                  | حلزونی، کلوئوئید               |
| running time              | مدت حرکت، زمان حرکت، زمان سفر بدون احتساب توقف | spiral transition       | اتصال تدریجی حلزونی (کلوئوئید) |
|                           |                                                | stage construction      | مرحله‌بندی ساخت، ساخت مرحله‌ای |

|                         |                                 |                    |                                     |
|-------------------------|---------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| statistical methods     | روش‌های آماری                   | underpass          | زیرگذر                              |
| steel barriers          | جان‌پناه فلزی                   | undivided highways | راه‌های جدانشده                     |
| steel structure         | سازه فلزی                       | urban areas        | منطقه شهری                          |
| stepped slopes          | شیب‌بندی پلکانی، سراشیبی پلکانی | utilities          | تسهیلات مصرفی (آب، برق، گاز و تلفن) |
| stopping sight distance | فاصله دید توقف، مسافت دید توقف  | vehicle spacing    | فاصله بین دو خودرو                  |
| storm                   | رگبار، بارندگی شدید             | vertical clearance | ارتفاع آزاد                         |
| superelevation          | بریلندی، دور                    | vertical curves    | خم‌ها، قوس‌های قائم                 |
| surface                 | سطح، رویه                       | vertical signs     | علائم قائم                          |
| surface runoff          | جریان آب سطحی                   | vista points       | نقاط دارای محل توقف برای دید منظره  |
| taper                   | لچکی                            | walkways           | پیاده‌رو                            |
| threecenter curve       | پیچ سه مرکزی، قوس سه مرکزی      | wall               | دیوار                               |
| time of concentration   | زمان تمرکز، مدت تمرکز           | water pollution    | آلودگی آب                           |
| tow-lane highway        | راه دوخطه                       | widening           | تعریض، اضافه کردن عرض               |
| traffic                 | ترافیک، تردد                    | width on curves    | عرض پیچ، پهنای قوس                  |
| traffic islands         | جزیره‌های ترافیکی               |                    |                                     |
| traffic control devices | علائم کنترل ترافیک              |                    |                                     |
| traffic devices         | علائم ترافیک                    |                    |                                     |
| traffic marking         | خط‌کشی ترافیکی                  |                    |                                     |
| trailer                 | تریلی یدک، اتافک 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                     |                    |                                     |

## واژه‌نامه فارسی - انگلیسی

|                       |                       |                     |                     |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| storm                 | بارندگی شدید          | culvert             | آبرو                |
| field investigations  | بررسی محلی            | hydrograph          | آب‌نمود             |
| concrete              | بتن                   | irrigation          | آبیاری              |
| critical              | بحرانی                | freeway             | آزادراه             |
| discharge estimating  | برآورد حجم تخلیه آب   | pollution           | آلودگی              |
| superelevation        | بربلندی               | water pollution     | آلودگی آب           |
| computer programs     | برنامه‌های رایانه‌ای  | trailer             | اتاقک سیار          |
| discharge peak        | بزرگترین حجم تخلیه آب | transition          | اتصال تدریجی        |
| expressway            | بزرگراه               | spiral transition   | اتصال تدریجی حلزونی |
| roadbed               | بستر راه              | bus                 | اتوبوس              |
| planting              | بوته کاری             | mandatory           | اجباری              |
| factor                | عامل                  | abbreviations       | اختصارها            |
| horizontal alignment  | پلان                  | vertical clearance  | ارتفاع آزاد         |
| bridge                | پل                    | salvage value       | ارزش پس مانده       |
| berm                  | پلکان خاکی            | scenic values       | ارزش‌های منظره      |
| width on curves       | پهنای قوس             | skew                | اریب                |
| pedestrian            | پیاده                 | widening            | اضافه کردن عرض      |
| sidewalk, walkway     | پیاده‌رو              | horizontal          | افقی                |
| curvature, curve      | پیچ                   | economics of design | اقتصاد طراحی        |
| reversing curve       | پیچ اس                | turning templates   | الگوهای گردش        |
| broken-back curve     | پیچ تخت پشت           | site selection      | انتخاب محل          |
| threecenter curve     | پیچ سه مرکزی          | curvature           | انحناء              |
| reversing curve       | پیچ معکوس             | flood measurement   | اندازه‌گیری سیلاب   |
| alignment consistency | پیوستگی مسیر          | safety              | ایمنی               |
| signs                 | تابلوها               | hydrograph          | باران‌نگار          |
| crown                 | تاج در مقطع عرضی راه  | precipitation       | باران و برف         |
| delay                 | تاخیر                 | rainfall            | بارش                |

|                           |                      |                         |                                     |
|---------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| highway, road             | جاده                 | reconstruction          | تجدید ساختمان                       |
| concrete barriers         | جان پناه بتنی        | revegetation            | تجدید گیاه کاری                     |
| guardrail, steel barriers | جان پناه فلزی        | economic analysis       | تجزیه و تحلیل اقتصادی               |
| bridge curbs              | جدول بتنی پل         | hydrological analysis   | تجزیه و تحلیل بارندگی               |
| overland flow             | جریان آب در روی زمین | rate of return analysis | تجزیه و تحلیل نرخ بازده             |
| channel flow              | جریان آب در کانال    | cost analysis           | تجزیه و تحلیل هزینه ها              |
| surface runoff            | جریان آب سطحی        | drainage                | تخلیه آب                            |
| critical flow             | جریان بحرانی         | cross drainage          | تخلیه عرضی آب                       |
| channelization            | جریان بندی ترافیک    | nonmotorized traffic    | ترافیک غیرموتوری                    |
| concentrated flow         | جریان متمرکز         | turning traffic         | ترافیک گردشی                        |
| refuge area               | جزیره جداکننده       | density                 | تراکم                               |
| traffic Islands           | جزیره های ترافیکی    | traffic                 | تردد                                |
| gutter                    | جوی                  | trailer                 | تریلی یدک                           |
| ditch                     | جوی آب               | utilities               | تسهیلات مصرفی (آب، برق، گاز و تلفن) |
| side ditch                | جوی جانبی            | accident                | تصادف                               |
| intersection              | چندراهی              | widening                | تعریض                               |
| accident                  | حادثه                | cut widening            | تعریض ترانشه                        |
| discharge                 | حجم تخلیه آب         | definition              | تعریف                               |
| design discharge          | حجم تخلیه طراحی      | transition              | تغییر تدریجی                        |
| hourly volume             | حجم ساعتی            | crossings, intersection | تقاطع                               |
| design hourly volume      | حجم ساعتی طرح        | signalized intersection | تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی         |
| minimum ' '               | حداقل                | at-grade intersection   | تقاطع همسطح                         |
| minimum turning radius    | حداقل شعاع قوس       | crossings               | تلاقی                               |
| flood maximum historical  | حداکثر سیلاب گذشته   | railroad crossings      | تلاقی راه آهن                       |
| major movements           | حرکت های اصلی        | at-grade intersection   | تلاقی همسطح                         |
| riprap                    | حفاظت با سنگ چین     | concentration           | تمرکز                               |
| spiral                    | حلزونی               | period                  | تناوب                               |
| basin                     | حوزه آبریز           | expressway              | تندراه                              |
| basin                     | حوزه آبرگیر          | speed                   | تندی                                |

|                                     |                        |                       |                                   |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| retaining wall                      | دیوار حایل             | retention basin       | حوضچه تأخیری                      |
| noise barrier                       | دیوار صداگیر           | basin characteristics | خصوصیات حوزه آبگیر                |
| gravity wall                        | دیوار وزنی             | grade line            | خط پروژه                          |
| highway, road                       | راه                    | grade line            | خط شیب                            |
| railroad                            | راه آهن                | depressed grade line  | خط شیب فرورفته                    |
| private road                        | راه اختصاصی            | lane                  | خط عبور                           |
| major highway                       | راه اصلی               | painting              | خط کشی                            |
| detour                              | راه انحرافی            | traffic marking       | خط کشی ترافیکی                    |
| rural road                          | راه بیابانی            | vertical curve        | خم                                |
| scenic highway                      | راه خوش منظره          | design vehicle        | خودروی طرح                        |
| tow-lane highway                    | راه دوخطه              | scenic                | خوش منظره                         |
| local road                          | راه روستایی            | headlight glare       | خیرگی ناشی از نور چراغ جلوی خودرو |
| local road                          | راه محلی               | bridge deck           | دال پل                            |
| guide                               | راهنما                 | grade                 | درجه شیب                          |
| undivided highways                  | راه‌های جدانشده        | access                | دسترسی                            |
| public road                         | راه‌های عمومی          | pedestrian access     | دسترسی پیاده                      |
| secondary road                      | راه‌های فرعی           | reconstruction        | دوباره سازی                       |
| conventional highways               | راه‌های معمولی         | revegetation          | دوباره سبزکردن                    |
| storm                               | رگبار                  | bicycle               | دوچرخه                            |
| hydrograph methods                  | روش استفاده از آب‌نمود | superelevation        | دور                               |
| empirical methods, rational methods | روش تجربی              | design period         | دوران طرح                         |
| rational methods                    | روش سنتی               | period                | دوره                              |
| statistical methods                 | روش‌های آماری          | design frequency      | دوره بازگشت سیلاب طرح             |
| overpass, overcrossing              | روگذر                  | design period         | دوره طرح                          |
| surface                             | رویه                   | inlet                 | دهانه آبرو                        |
| guide                               | ره‌نمود                | delay                 | دیرکرد                            |
| skew angle                          | زاویه اریب             | wall                  | دیوار                             |
| angle of intersection               | زاویه تقاطع            | return wall           | دیوار بازگشت                      |
| curve central angle                 | زاویه داخلی پیچ        | head wall             | دیوار پل                          |

|                          |                        |                             |                              |
|--------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| flood                    | سیل                    | curve central angle         | زاویه داخلی قوس افقی         |
| shoulder                 | شانه                   | time of concentration       | زمان تمرکز                   |
| national highway network | شبکه راه‌های ملی       | running time                | زمان حرکت                    |
| radius                   | شعاع                   | running time                | زمان سفر بدون احتساب توقف    |
| hydraulic radius         | شعاع ترشده             | underpass                   | زیرگذر                       |
| turning radius           | شعاع گردش              | construction                | ساخت                         |
| grade, slope             | شیب                    | initial construction        | ساخت اولیه                   |
| critical slope           | شیب بحرانی             | construction                | ساختمان                      |
| stepped slopes           | شیب‌بندی پلکانی        | stage construction          | ساخت مرحله‌ای                |
| cross slopes             | شیب عرضی               | elevated structure          | سازه بالای زمین (مانند پل)   |
| drain slope              | شیب مسیر تخلیه آب      | steel structure             | سازه فلزی                    |
| ditch slope              | شیب زهر                |                             | سازه‌های جدایی عمودی دو مسیر |
| friction factors         | ضریب اصطکاک            | grade separation structures |                              |
| drainage coefficients    | ضریب تخلیه             | stepped slopes              | سراشیبی پلکانی               |
| coefficient of runoff    | ضریب جاری‌شدن آب باران | speed                       | سرعت                         |
| coefficient of roughness | ضریب زبری              | critical velocity           | سرعت بحرانی                  |
| flood design criteria    | ضوابط طراحی برای سیلاب | running speed               | سرعت حرکت                    |
| classification           | طبقه‌بندی              | design speed                | سرعت طراحی                   |
| flood design             | طراحی برای سیلاب       | design speed                | سرعت طرح                     |
| geometric design         | طرح هندسی              | surface                     | سطح                          |
| highway geometric design | طرح هندسی راه          | area of conflict            | سطح برخورد                   |
| capacity                 | ظرفیت                  | roadway                     | سطح راه                      |
| factor                   | عامل                   | flood plain                 | سطح آبخیز                    |
| aesthetic factors        | عامل‌های زیبایی        | riprap                      | سنگ‌چین کردن شیب             |
| overcrossing             | عبور از رو             | passenger car               | سواری                        |
| undercrossing            | عبور از زیر            | rehabilitation strategies   | سیاست‌های بهسازی و توسعه     |
| equipment crossing       | عبور عرضی ماشین‌آلات   | national highway system     | سیستم راه‌های ملی            |
| single lane              | عبور یک خطه            | flood                       | سیلاب                        |
| bridge decks             | عرشه پل                | design flood, design storm  | سیلاب طرح                    |

|                            |                               |                           |                                             |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| horizontal clearance       | فضای باز عرضی                 | horizontal clearance      | عرض آزاد                                    |
| crest                      | قله                           | width on curves           | عرض پیچ                                     |
| ditch, gutter, side ditch  | قنر                           | transversal               | عرضی                                        |
| curve                      | قوس افقی                      | markers                   | علامت‌ها                                    |
| threecenter curve          | قوس سه مرکزی                  | signs                     | علائم                                       |
| vertical curve             | قوس قائم                      | traffic devices           | علائم ترافیک                                |
| culvert                    | کالورت                        | vertical signs            | علائم قائم                                  |
| truck                      | کامیون                        | traffic control devices   | علائم کنترل ترافیک                          |
| truck trailer              | کامیون یدک‌دار                | service life              | عمر خدمت‌دهی                                |
| culvert                    | کانال کوچک زیرگذر             | service life              | عمر سرویس                                   |
| open channel               | کانال‌های روباز               | critical depth            | عمق بحرانی                                  |
| skew                       | کج                            | distance                  | فاصله                                       |
| roadway                    | کف راه                        | gap                       | فاصله آزاد بین دو خودرو                     |
| spiral                     | کلو توئید                     | clear distances           | فاصله باز                                   |
| minimum                    | کمترین                        | right of way              | فاصله بین دو حد حریم راه                    |
| minimum turning radius     | کمترین شعاع گردش              | vehicle spacing           | فاصله بین دو خودرو                          |
| funneling                  | کم کردن عرض خط عبور           | sight distance            | فاصله دید                                   |
| minimum                    | کمینه                         | decision sight distance   | فاصله دید انتخاب                            |
| control of pollution       | کنترل آلودگی                  | passing sight distance    | فاصله دید برای سبقت                         |
| erosion control            | کنترل فرسایش خاک              | decision sight distance   | فاصله دید تصمیم                             |
|                            | کنترل فرسایش خاک با گیاه کاری | stopping sight distance   | فاصله دید توقف                              |
| erosion vegetative control |                               | headlight sight distance  | فاصله دید نور چراغ خودرو                    |
| overcrossing               | گذر از رو                     |                           | فاصله زمانی بین سپر جلو دو خودروی پشت سر هم |
| left turn                  | گردش به چپ                    | headway                   |                                             |
| right turn                 | گردش به راست                  | erosion                   | فرسایش خاک                                  |
| prohibited turns           | گردش‌های ممنوع                | sag                       | فرورفتگی                                    |
| classification             | گروه‌بندی                     | density                   | فشردگی                                      |
| capacity                   | گنجایش                        | clear distance, clearance | فضای آزاد                                   |
| planting                   | گیاه کاری                     | clear distance, clearance | فضای باز                                    |

|                       |                                    |                         |                   |
|-----------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------|
| railing               | نرده‌کشی                           | protective coating      | لایه حفاظتی       |
| precipitation         | نزولات جوی                         | taper                   | لچکی              |
| benefit-cost ratio    | نسبت سود به هزینه                  | pipe                    | لوله              |
| infiltration          | نفوذ                               | serpentine              | مارپیچ            |
| points of conflict    | نقاط برخورد                        | barriers                | مانع              |
| vista points          | نقاط دارای محل توقف برای دید منظره | skew                    | مایل              |
| easement              | نگهداری حریم                       | environment             | محیط              |
| contour grading       | نمایش شیب‌بندی با خطوط تراز        | time of concentration   | مدت تمرکز         |
| hydrograph            | نمودار باران                       | running time            | مدت حرکت          |
| ditch, gutter         | نهر                                | stage construction      | مرحله‌بندی ساخت   |
| side ditches          | نهر جانبی                          | design responsibility   | مسئولیت طراحی     |
| open channel          | نهرهای باز                         | distance                | مسافت             |
| longitudinal profile  | نیمرخ طولی مسیر                    | sight distance          | مسافت دید         |
| rolling profile       | نیمرخ طولی موج‌دار                 | stopping sight distance | مسافت دید توقف    |
| objective             | هدف                                | alignment               | مسیر              |
| objectives of design  | هدف‌های طراحی                      | horizontal alignment    | مسیر افقی         |
| design objectives     | هدف‌های طرح                        | basin characteristics   | مشخصات حوزه آبریز |
| meteorology           | هواشناسی                           | markers                 | مشخص‌کننده‌ها     |
| hydrograph            | هیدروگراف                          | economic studies        | مطالعات اقتصادی   |
| single lane           | یک خطه                             | cross section           | مقطع عرضی         |
| alignment consistency | یکنواختی مسیر                      | rural area              | منطقه روستایی     |
|                       |                                    | urban area              | منطقه شهری        |
|                       |                                    | landscape               | منظره             |
|                       |                                    | scenic                  | منظره‌دار         |
|                       |                                    | mean velocity           | میانگین سرعت      |
|                       |                                    | rainfall                | میزان باران       |
|                       |                                    | roughness               | ناهمواری راه      |
|                       |                                    | bridge approach railing | نرده تقرب پل      |

## فهرست راهنما

## الف

|                                            |                                      |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|
| آبرو ۱۱-۸،۶-۸،۳-۶،۳۸-۵،۳۰-۵،۲-۲            | اختصارها ۱-۲                         |
| امتداد شیب طولی ۱۲-۸                       | ارتفاع                               |
| انواع ۱۲-۸                                 | آزاد ۱-۴،۲-۵،۱-۶،۷-۱۰                |
| دهانه آبرو ۶-۸                             | آزاد پل ۳۶-۵                         |
| طرح ورودی ۱۲-۸                             | خاکریز ۵-۶،۶-۵                       |
| طرح هیدرولیکی ۱۲-۸                         | افزایش عرض راه ۳۵-۵                  |
| طول ۱۳-۸                                   | اقتصادی                              |
| قطر ۱۳-۸                                   | اثرها ۱-۱                            |
| آب نما ۳-۸،۲-۲                             | مقایسه ۵ ۳۰                          |
| آب نمالوله ۳-۸،۲-۲                         | نگرشها ۲-۴                           |
| آبنمود (هیدروگراف) ۵-۸                     | امتداد شیب طولی آبرو ۱۲-۸            |
| آبنمود سیلاب ۶-۸                           | انتخاب                               |
| آب های زیر سطحی ۵-۸                        | دبی سیلاب طرح ۱۴-۸                   |
| آزاد راه ۱-۱                               | درجه راه ۶-۴                         |
| آشتو ۱-۲                                   | دوره بازگشت سیلاب ۱۱-۸،۲-۸           |
| آبنیه فنی ۱۲ ۶،۱۰-۶،۱-۵،۲-۲                | سرعت طرح ۶-۴،۲-۴                     |
| جمع آوری و تخلیه آب ۱-۸،۳۸-۵،۳۰-۵،۱۶-۵،۸-۴ | شیب ۳۰-۵                             |
| ۱۵-۸،۱۱-۸،۹-۸،۷-۸                          | طول آبرو ۱۳-۸                        |
| اتصال                                      | قطر آبرو ۱۳-۸                        |
| تدریجی ۲۴-۷،۲۸-۵،۲۵-۵،۱۶-۵                 | اندازه                               |
| راه به راه های موجود ۲۲-۷،۲-۷،۳۵-۵         | بارش نزولات جوی ۱۶-۸                 |
| اجباری                                     | حداکثر بر بلندی ۱۳-۵                 |
| معیارهای ۲-۱                               | خاکبرداری ۵-۶                        |
| اجتماعی                                    | خاکریزی ۴-۶                          |
| ارزشها ۱-۱                                 | شیب شیروانی ۱-۶                      |
| اثرها ۱-۱                                  | ضریب اصطکاک جانبی مجاز ۲۴-۵،۱۳-۵،۲-۵ |

| انواع                       | بر بلندی           |
|-----------------------------|--------------------|
| آبرو ۱۲-۸                   | ۲-۲                |
| تقاطع ۲-۷                   | انواع دوران ۱۵-۵   |
| جان‌پناه ۸-۶                | پیچ مرکب ۱۷-۵      |
| چهارراه ۳-۷                 | پیچ معکوس ۲۴-۵     |
| حریم ۸-۶                    | تعیین میزان ۱۷-۵   |
| خم سهمی ۳۱-۵                | روش اعمال ۱۶-۵     |
| خم کاسه‌ای ۳۲-۵             | روش تامین ۱۵-۵     |
| خم گنبدی ۳۲-۵               | شرایط جوی ۱۴-۵     |
| دوران بر بلندی ۱۵-۵         | طول تامین ۱۶-۵     |
| دیوار حایل ۳۶-۵             | محدودیت اعمال ۱۶-۵ |
| روش طراحی تقاطع ۱۰-۷        | برنامه و بودجه ۱-۱ |
| سطوح برخورد ۹-۷             | بزرگترین شیب ۱-۳   |
| سه‌راهی ۲-۷                 | بستر سازی راه ۲-۲  |
| فاصله دید ۱-۵               |                    |
| مقطع کانال ۱۴-۸             |                    |
| اهمیت                       | پ                  |
| انتخاب سرعت طرح ۷-۴         | پایاب ۱۱-۸         |
| تقاطع ۸-۷                   | پستی و بلندی ۷-۴   |
| طراحی ۱-۷                   | پل ۳۶-۵، ۲-۲       |
| ای دی تی ۱-۲                | ارتفاع آزاد ۳۶-۵   |
| ای ای دی تی ۱-۲             | در پیچ ۲۷-۵        |
| ایمنی ۱-۱، ۱۳-۵، ۲۴-۵، ۳۴-۵ | روگذر ۱۰-۶         |
| ۱-۶، ۴-۶، ۱۰-۶، ۸-۱۴        | زیرگذر ۱۰-۶        |
|                             | شیب عرضی ۳۶-۵      |
|                             | عرض ۳۶-۵           |
|                             | عرض آزاد ۳۶-۵      |
| ب                           | پیچ                |
| بتنی                        | تخت پشت ۲۶-۵       |
| جان‌پناه ساده ۳۸-۵          | تعریض ۲۷-۵         |
| ب‌ث‌ا‌م ۱-۱                 | تقاطع ۲۲-۷         |

- حدافل فاصله ۵-۲۶  
حدافل فاصله آزاد جانبی ۵-۹  
حدافل فاصله دید توقف ۵-۷  
حدافل طول مطلق ۵-۲۵  
حدافل طول مطلوب ۵-۲۵  
ساده ۷-۲۳  
شعاع ۵-۵۰۹-۲۴  
طول ۵-۲۸  
مرکب ۵-۵۰۲۴-۷،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  
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 ۵-۵۰۲۷-۲۹  
تعیین دبی سیلاب ۸-۳  
تغییرات تدریجی عرض راه ۵-۳۵  
تقاطع ۲-۳، ۷-۱  
اصول طراحی ۷، ۱-۸  
انواع ۷-۲  
اهمیت ۷-۸  
بدون کنترل ۷-۱۳  
پیچ ۷-۲۲  
تأثیر زاویه ۷-۱۹  
تأثیر شیب ۷-۲۰  
حدافل شعاع گردش ۴-۱  
حدافل فاصله دید ۷-۱۵  
راه راه‌آهن ۷-۳  
زاویه ۷، ۱-۷، ۱۰-۷، ۱۹-۷  
سطح ۲-۳  
سطوح برخورد ۷-۹  
شاخه ۷، ۱-۷، ۸-۷، ۱۰-۷، ۱۲-۷  
عامل‌ها ۷-۱  
فاصله دید ۷-۴، ۱۲-۷  
فاصله دید حرکت ایمن ۷، ۱۲-۱۵  
فاصله دید حرکت مستقیم ۷-۱۵  
فاصله دید تشخیص ۷-۱۲

|                                          |                                  |
|------------------------------------------|----------------------------------|
| شعاع خم دایره ای ۵-۸                     | فاصله دید گردش به چپ ۷-۱۷        |
| شعاع گردش در تقاطع ها ۴-۱                | فاصله دید گردش به راست ۷-۲۱      |
| شعاع مارپیچ ۵-۲۹                         | کنترل مسیر فرعی ۷-۱۵             |
| شیب طولی راه ۵-۳۰                        | مثلث فاصله دید ۷-۱۴              |
| شیب عرضی راه ۹-۱                         | نقاط برخورد ۷-۱۱                 |
| ضریب اصطکاک ۵-۲۴                         | توصیه معیارها ۱-۱۰، ۱-۲          |
| طرح پیچ ۷-۲۳                             |                                  |
| طول خم کاسه ای ۵-۵، ۵-۳۳                 | <b>ج</b>                         |
| طول خم گنبندی ۵-۳، ۵-۱۰، ۵-۳۳            | جان پناه                         |
| طول ضلع جزیره ۷-۲۴                       | بشنی ۶-۸                         |
| طول منحنی کلو توئید ۵-۲۶                 | فلزی ۶-۸                         |
| عرض خط گردش ۷-۲۴                         | ونرده در دیوار حایل ۵-۳۸         |
| فاصله آزاد جانبی ۵-۹                     | جزیره های                        |
| فاصله دید ایمن در تقاطع ۷-۱۵             | ترافیکی ۷-۱۱، ۷-۲۴، ۷-۲۶         |
| فاصله دید توقف ۱-۵، ۲-۵، ۲-۳۲            | گردشی ۷-۲، ۷-۲۶                  |
| فاصله دید سبقت ۵-۱۰                      | هدایت کننده ۷-۱۱، ۷-۲۴           |
| عقب نشینی برای فوس مرکب در تقاطع ها ۷-۲۵ | جوی ۶-۳۰                         |
| مطلق طول ۵-۲۵                            |                                  |
| مطلوب طول ۵-۲۵                           | <b>ح</b>                         |
| حداکثر                                   | حاشیه راه ۲-۲                    |
| بربلندی ۵-۱۳، ۵-۲۴                       | حالت خاص خاکبرداری ۶-۵           |
| بربلندی مجاز ۵-۱۷، ۵-۲۰، ۵-۲۲            | حجم                              |
| شیب طولی راه ۵-۳۰                        | ترافیک روزانه ۲-۴                |
| ضریب اصطکاک جانبی ۵-۲۴                   | متوسط ترافیک روزانه ۲-۳          |
| حریم                                     | ترافیک طرح ۲-۴                   |
| راه ۵-۳۰، ۶-۹                            | سیلاب ۸-۵                        |
| راه در داخل روستا ۶-۹                    | حداقل                            |
| راه روستایی ۶-۸                          | اندازه های طرح گردش به راست ۷-۲۷ |
| کمسیون ۶-۸                               | شعاع پیچ بدون کلو توئید ۵-۲۶     |

حوزه آبگیر

دسترسی راهروستایی به

ارتفاعات ۴-۸

آزادراه ۱-۳

بهره‌وری زمین ۴-۸

راه اصلی ۲-۳، ۱-۳

خاک‌شناسی و زمین‌شناسی ۴-۸

راه فرعی ۲-۳، ۱-۳

شکل ۴ ۸

دهانه آبرو ۶-۸

شیب ۴-۸

دید

موقعیت جغرافیایی ۴-۸

انتخاب ۱۱-۵

نگهداشت سطحی ۴-۸

ایمن در تقاطع ۱۵-۷، ۱۲-۷

ویژگی‌ها ۴-۸

ترمز ۱-۵

تشخیص ۱۲-۷

توقف ۱ ۵

خ

خط‌کشی ۴-۲

توقف در پیچ ۱۳-۷، ۷-۵

خط‌هم‌تراز باران ۱۷-۸

توقف در خم کاسه‌ای ۶-۵، ۲-۵

خم

توقف در خم گنبندی ۴-۵، ۲ ۵

کاسه‌ای ۳۲-۵، ۲۴-۵

حرکت ایمن ۱۵-۷، ۱۲-۷

گنبندی ۳۵-۵، ۳۲-۵، ۱۰-۵

حرکت مستقیم در تقاطع ۱۵-۷

خودرو طرح

سبقت ۱۰-۵، ۸-۵

گردش به چپ ۱۷-۷

مسیر گردش اتوبوس ۴-۴، ۲-۴

گردش به راست ۲۱-۷

مسیر گردش سواری ۳-۴، ۱-۴

مثلت ۳-۲

مسیر گردش تریلی بزرگ ۵-۴، ۲-۴

دیوار

د

حایل ۳۶-۵

دبی

با پشت‌بند ۳۶-۵

اوج رواناب سطحی ۱۰-۸، ۵-۸

جان‌پناه ۸-۶، ۳۸-۵

تعیین ۳-۸

زهکشی ۳۸-۵

سیلاب ۱۴-۸، ۶-۸، ۳-۸

طره‌ای ۳۶-۵

ضابط‌های مربوط به تخمین ۵-۸

طره‌ای پاشنه‌دار ۳۶-۵

درجه‌بندی راه ۲-۳، ۱ ۳

فاصله لبه سواره رو ۱۰ ۶

درصد خودروهای سنگین و کندرو ۱۳-۵

وزنی ۳۶-۵

| ز                            | ر                    |
|------------------------------|----------------------|
| زمان جریان آب در             | رابطه                |
| روی زمین ۶-۸                 | پیوستگی ۱۶-۸         |
| کانال باز ۶-۸                | کریج ۱۶-۸            |
| روی زمین و کانال ۶-۸         | مانینگ ۱۶-۸          |
| زمان تمرکز ۷-۸، ۶-۸          | راه                  |
| زمین‌شناسی محل ۷-۴           | بامانع ۲-۳           |
| زهکشی دیوار حایل ۳۸-۵        | بستر روستازی ۲-۲     |
| زیست محیطی ۱-۱               | تپه ماهوری ۱-۳       |
|                              | حاشیه ۲-۲            |
|                              | حریم ۹-۶             |
| س                            | شیب عرضی ۱-۶         |
| سال طرح ۴-۲                  | عرض ۳-۶، ۱-۶         |
| سرعت                         | درجه بندی ۱-۲        |
| حرکت ۴-۲                     | دشتی (هموار) ۱-۳     |
| خودرو ۸-۵، ۱-۵               | روستایی ۱ ۳          |
| طرح ۲۴-۵، ۷-۴، ۲-۴، ۴-۲، ۲-۱ | شانه ۲-۲             |
| سرمایه‌گذاری ۱-۱             | روستایی درجه یک ۲ ۳  |
| سطوح برخورد در تقاطع ۹-۷     | روستایی درجه دو ۲-۳  |
| سواره‌رو ۱-۶، ۲-۲            | روستایی درجه سه ۲-۳  |
| روسازی ۱ ۶                   | کف ۲-۲               |
| شیب طولی ۱۴-۸                | کوهستانی ۱-۳         |
| شیب عرضی ۱-۶                 | محلی ۲-۳، ۱-۳        |
| عرض ۳-۶، ۱-۶                 | هموار (دشتی) ۱-۳     |
| سواری ۱-۴                    | راه آهن ۳۶-۵         |
| سواری معادل ۶ ۴              | روسازی               |
| سه‌راهی ساده ۲ ۷             | شیب عرضی ۱-۶         |
| سه‌راهی با جزایر ترافیکی ۲-۷ | عرض ۳-۶، ۱ ۶         |
|                              | روش طراحی تقاطع ۲۵-۷ |

|                                         |                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| ضابطه‌های                               | ش                                   |
| کلی امتداد افقی مسیر ۲۸-۵               | شانه                                |
| مربوط به تخمین دبی اوج ۵-۸              | خاکی ۳-۶                            |
|                                         | راه ۵-۶، ۲-۲                        |
| ط                                       | شیب عرضی ۳-۶                        |
| طبقه‌بندی راه ۱-۳                       | عرض ۳-۶                             |
| طراحی                                   | شدت بارندگی ۳-۸                     |
| شبکه راه ۱-۳                            | شرایط جوی ۷-۴                       |
| هیدرولیکی ۱۴-۸                          | شعاع                                |
| هیدرولیکی آبرو ۱۲-۸                     | پیچ ۲۴-۵                            |
| هیدرولیکی کانال ۱۵-۸                    | گردش ۱-۴                            |
| طرح                                     | شیب                                 |
| پیچ ۲۳-۷                                | تدریجی ۳۱-۵                         |
| سال ۴-۲                                 | حوزه آبرگیر ۴-۸                     |
| سرعت ۱-۱، ۲-۱، ۴-۲، ۴-۴، ۵-۶، ۲۴-۵      | طولی راه ۳۰-۵، ۱-۳، ۲-۱             |
| حجم ترافیک ۴-۲                          | عرضی راه ۲-۱                        |
| خودرو ۴-۲                               | عرضی پل ۳۳-۵                        |
| گردش به راست ۲۷-۷                       | عرضی سواره‌رو ۱-۶                   |
| ورودی ۱۲-۸                              | عرضی سواره‌رو و شانه ۳-۶، ۱-۶       |
| هندسی ۳-۲                               | شیب طولی و عرضی پله‌های شیروانی ۷-۶ |
| هیدرولیکی کانال ۱۵-۸                    | شیروانی                             |
| طول                                     | پلکانی کردن ۶-۶                     |
| تأمین بر بلندی ۱۶-۵                     | شیب ۶-۶، ۴-۶، ۱-۶                   |
| پیچ ۲۸-۵                                |                                     |
| خم ۳۱-۵، ۳-۵                            | ض                                   |
| خم کاسه‌ای ۳۳-۵                         | ضرب                                 |
| خم گنبدی ۳۲-۵                           | اصطکاک جانبی لاستیک چرخ ۲۴-۵، ۱۳-۵  |
| خم برای فاصله سبقت در خم‌های گنبدی ۱۰-۵ | اصطکاک در امتداد حرکت ۱-۵           |
| لچکی ۳۵-۵                               | رواناب سطحی ۵-۸                     |

ع

عرض

دید حرکت ایمن ۷-۱۲، ۷-۱۵

دید حرکت مستقیم ۷-۱۵

دید سبقت ۵-۵، ۸-۱۰

دید سبقت در خم گنبدی ۵-۱۰

دید گردش به چپ ۷-۱۷

دید گردش به راست ۷-۲۱

فراز آب ۸-۱۱

فلسفه طراحی شبکه ۳-۱

آزاد ۲-۲

آزاد پل ۵-۳۶

آزاد جانبی ۵-۹

اضافی مجاز ۵-۲۷

پل ۵-۳۶

تغییرهای تدریجی ۵-۳۵

راه ۱-۲

سواره رو ۶-۶، ۱-۳

شانه راه ۱-۲، ۲-۳

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

ف

فاصله

آزاد جانبی وسیله نقلیه ۵-۲۷

آزاد شیروانی تا حد حریم ۵-۶

بین پیش آمدگی جلو وسیله نقلیه و محور جلو ۵-۲۷

بین محور جلو و عقب ۵-۲۷

جانبی دیوار حایل از مسیر ۵-۳۸

دید ۴-۵، ۱-۷، ۴-۱۲

دید انتخاب ۵-۱۱

دید ایمن در تقاطع ۷-۱۲، ۷-۱۵

دید ترمز ۵-۱

دید تشخیص ۷-۱۲

دید توقف ۵-۱

دید توقف در پیچ ۵-۷، ۷-۱۳

دید توقف در خم کاسه‌ای ۵-۲، ۵-۶

دید توقف در خم گنبدی ۵-۲، ۵-۴

دید توقف در نقشه‌ها ۵-۱۱

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 دوزنقه‌ای شکل ۸-۱۴

مقطع مثلثی شکل ۸-۱۴

مقطع مستطیلی شکل ۸-۱۴

نگرش ایمنی ۸-۱۵

هیدرولیکی ۸-۱۵

- کاهش عرض راه ۳۵-۵  
کف راه ۲-۲  
کلترنس ۱-۲  
کلوتوید ۲۶-۵  
کنترل  
تقاطع بدون ۱۳-۷  
مسیر راه روستایی ۱۵-۷، ۱۳-۷
- گ  
گردش با زاویه قائم ۲۵-۷  
گردش به چپ ۱۸-۷، ۱۶-۷، ۱۱-۷  
گردش به راست ۲۴-۷، ۱۹-۷، ۱۶-۷، ۱۱-۷، ۲-۷  
گروه‌بندی سرعت طرح ۶-۴  
گنبدی (خم) ۳۲-۵  
گنجایش راه روستایی ۱-۲
- ل  
لچکی ۱-۲
- م  
مارپیچ‌ها ۲۹-۵  
مبانی طراحی ۱-۴  
مثلث دید ۳-۲  
مثلث فاصله دید در تقاطع ۱۴-۷  
محیط زیست ۸-۴، ۱-۱  
عدول از معیارها ۲-۱  
مسیر  
راه روستایی ۱۵-۷، ۱۳-۷  
گردش اتوبوس ۴-۴، ۲-۴
- گردش سواری ۳-۴، ۱-۴  
گردش تریلی بزرگ ۵-۴، ۲-۴  
ضابطه‌های کلی امتداد افقی ۲۸-۵  
کنترل ۱۵-۷  
نیمرخ طولی ۳۴-۵  
و شیب طولی ۱۴-۸  
و شیب طولی کانال ۱۴-۸  
مشخصات خودرو طرح پیشنهادی ۲-۴  
مشخص ساختن فاصله دید ۱۱-۵  
مطالعات هیدرولوژی ۳-۸  
معادل اتومبیل سواری ۶-۴  
معادله  
پیوستگی ۱۶-۸  
کریچ ۱۶-۸  
مانینگ ۱۶-۸  
معیارهای  
اجباری ۲-۱  
انتخاب شیب ۳۰-۵  
توصیه شده ۲-۱  
خط‌کشی ۴-۲  
سرعت طرح ۶-۴  
کنترل‌کننده ۲-۱  
کلی نیمرخ طولی مسیر ۳۴-۵  
مسیر راه روستایی ۱۵-۷، ۱۳-۷  
طراحی جریان‌بندی ترافیک ۱۱  
مقاطع عرضی ۲-۲  
منحنی سهمی ۳۱-۵  
منحنی‌های زمان تمرکز ۷-۸  
منظرآرایی ۷-۶، ۳۸-۵، ۷-۴، ۱-۱

## ن

### نشریه

آشتومتریک ۱-۱

سازمان برنامه و بودجه ۱-۱

طرح هندسی راه‌های ایالت کالیفرنیا ۱-۱

نقاط برخورد در تقاطع‌ها ۱۱-۷

### نگهداری

هزینه ۱-۱

نهر جانبی ۳-۶

### نیازی‌های

اجتماعی ۱-۱

اقتصادی ۱-۱

زیست محیطی ۱-۱

نیمرخ عرضی ۱-۶

راه در محل ابنیه فنی ۱۰-۶

راه در محل پل روگذر ۱۰-۶

راه در محل پل زیرگذر ۱۰-۶

راه روستایی ۲-۶

نمونه پل ۱۲-۶، ۱۰-۶

نمونه راه ۱۰-۶

## و

وزارت جهاد سازندگی ۱، ۱-۱ ۲

وزارت راه و ترابری ۱-۱

## ه

هزینه ۳۰-۵، ۱-۱

هماهنگی ۳۴-۵، ۱-۱

هیدرولوژی ۳-۸

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

## این کتاب

به ارائه معیارهای طرح هندسی راه  
روستایی پرداخته و شامل فصل‌های  
زیر است:

کلیات، اختصارها و تعریف‌ها،  
طبقه‌بندی و درجه‌بندی راه روستایی،  
مبانی طراحی، معیارهای طرح هندسی  
راه روستایی و ابنیه، نیرخ‌های عرضی،  
تقاطع‌ها، تخلیه‌آبهای سطحی.  
پیروی از مفاد این کتاب در طرح‌های  
عمرانی الزامی است.

مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

ISBN 964-425-181-4



9 789644 251818