آیین‌نامهٔ طراحی راههای شهری

بخش ۲

پلان و نیمرخهای طولی

وزارت مسکن و شهرسازی
۱۳۷۵

آیین‌نامهٔ طراحی راههای شهری، بخش ۲، پلان و نیمرخهای طولی

تهیه کننده: سازمان طرح تهیهٔ آیین‌نامه

آماده‌سازی و امور فنی چاپ: مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران

چاپ اول: ۱۳۷۵

لیتوگرافی: افشار

چاپ و صحافی: نقش جهان

تیراژ: ۱۵۰۰

حق چاپ برای وزارت مسکن و شهرسازی محفوظ است.

بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

پیشگفتار وزیر مسکن و شهرسازی و رئیس شورای عالی شهرسازی و معماری

خداوند بزرگ را سپاسگزارم که در پی تهیهٔ طرحهای جامع و تفصیلی و ضوابط و مقررات شهرسازی برای شهرهای کشور که از سال ۱۳۴۵ تاکنون ادامه داشته، همچنین تهیهٔ مقررات ملی ساختمانی ایران که از سال ۱۳۶۶ آغاز شده و بیش از نیمی از مباحث بیست گانه آن منتشر شده یا در حال انتشار است، اکنون، آیین‌نامهٔ طراحی راههای شهری که در کنار دو مجموعهٔ فوق‌الذکر ارکان اصلی کنترل ساختمان و شهرسازی را تشکیل می‌دهد، در اختیار جامعهٔ حرفه‌ای و مراجع بررسی و تصویب طرحها قرار می‌گیرد

نبود ضوابط و رهنمودهای طراحی راههای شهری، مشکلات و مسائل زیر را به‌وجود آورده بود:

- طرح‌ریزان شهری و طراحان راه ناچار از مداخله در سیاستگذاری می‌شدند، در حالی که نه صلاحیت و توان و نه فرصتی برای این کار داشتند؛
- منابعی که باید تماماً صرف مطالعه کردن وضعیت خاص هر طرح، یافتن و سنجیدن گزینه‌های مختلف و پرداختن به جزئیات شود، کلاً یا بعضاً در جستجوی الگوها و استانداردها صرف می‌شد؛
- پایه و مبنایی برای انتقال و تکامل تجربیات حرفه‌ای وجود نداشت و این خود یکی از دلایل اصلی کمبود نیروی کار ورزیدهٔ متخصص در امر طراحی شبکه راههای شهری بود؛
- در ارزیابی کار طرح‌ریزان شهری و طراحان راه وحدت نظر وجود نداشت.

آیین‌نامهٔ طراحی راههای شهری برای رفع مشکلات فوق با هدفهای زیر تهیه شد:

- اعمال سیاستها و خط مشی‌های اساسی و الگوهای مصرف مربوط به حمل و نقل شهری؛
- تدوین دستورالعملهای طراحی به‌منظور بهبود کیفیت طرحها، رعایت یکنواختی، و ساده کردن کار طراحی با معاف ساختن طراحان از انتخاب ضوابط تا آنها بتوانند بیشتر وقت خود را به مطالعه ویژگیهای هر طرح اختصاص دهند؛
- فراهم ساختن مرجعی یکنواخت و خودبسنده و ایرانی برای طراحان تا با استفاده از آن طراحی ساده‌تر شود و طرحها بهبود یابند؛
- آموزش دادن به طراحان و فراهم ساختن امکان بازآموزی مداوم آنها.

این آیین‌نامه طبق بند ٤ ماده ٢ قانون تأسیس شورایعالی شهرسازی و معماری ایران به‌عنوان بخشی از آیین‌نامه‌های شهرسازی در ٧ آذر ١٣٧٣ به‌تصویب شورای مذکور رسید.

لازم می‌دانم از آقای مهندس سیدرضا هاشمی معاون محترم شهرسازی و معماری که مجری و هماهنگ کنندهٔ طرح تهیهٔ آیین‌نامه راههای شهری ایران بوده و این وظیفه را با کمال شایستگی به انجام رسانده‌اند قدردانی نموده توفیق بیشتر ایشان را از خداوند بزرگ مسئلت نمایم.

عباس آخوندی

بسمه تعالی

پیشگفتار معاون شهرسازی و معماری

ساختمان شهر از مجموع بناهایی تشکیل می‌شود که هریک برای منظوری خاص، درجایی معین، و متصل به یکی از راهها برپا می‌گردند. هرچه برای ایمنی، بهداشت، آسایش، و صرفهٔ اقتصادی بنا لازم است موضوع مقررات ملی ساختمانی، و هرچه به‌نوع استفاده از بنا، شکل وابعاد آن، چگونگی و جای استقرار آن، و محل مناسب آن در شهر ارتباط دارد موضوع ضوابط و مقررات شهرسازی است.

مقررات ملی ساختمانی ایران به‌تصویب هیئت وزیران می‌رسد و شامل بیست مبحث است که تهیهٔ آنها در معاونت شهرسازی و معماری وزارت مسکن و شهرسازی از سال ۱۳۶۶، به‌تدریج آغاز شده و هنوز ادامه دارد. ضوابط و مقررات شهرسازی به تصویب شورای عالی شهرسازی و معماری ایران می‌رسد و سه گونه است:

۱. نقشه‌های شهرسازی مخصوص هر شهر؛

۲. ضوابط همراه نقشه‌های شهرسازی هر شهر[1]؛ و

۳. ضوابط و مقرراتی که خاص شهر معینی نیست بلکه در همهٔ شهرها یا دسته‌ای از آنها لازم‌الاجراست. تهیه انواع اول و دوم این ضوابط و مقرارت از سال ۱۳۴۵ با تصویب اولین طرح

---

۱. نقشه‌های شهرسازی شهرهای کوچک و ضوابط همراه آنها اگر به‌صورت طرح هادی، موضوع بند ٤ مادهٔ ۱ و قسمت الف بند ۲ مادهٔ ۳ـ قانون تغییر نام وزارت آبادانی و مسکن به وزارت مسکن و شهرسازی و تعیین وظایف آن، تهیه شود نیازی به تصویب شورای عالی شهرسازی و معماری ایران ندارد.

جامع شروع شد و با تصویب طرحهای بسیار دیگر در سالهای بعد ادامه یافت و تهیه ضوابط ومقررات نوع سوم از سال ۱۳۵۶ با تصویب دستورالعمل صدور پروانهٔ تأسیس و پروانهٔ بهره‌برداری از شهرک در خارج از محدودهٔ قانونی و حریم شهرها آغاز شد ولی توسعه سریع آن بعداز سال ۱۳۶۳ بود.

محدودیت در نوع استفاده از بناها، شکل و ابعاد آنها، چگونگی و جای استقرار، و محل مناسب آنها در شهر از محدودیت در تأمین دو نیاز اصلی ناشی می‌شود:

۱. نیاز ساکنان ساختمانها به فضا و نور و هوا و آرامش؛

۲. نیاز ساکنان ساختمانها به دسترسی امن و سالم و دلپذیر به همه‌جا، در زمانی متناسب با ضرورت و اهمیت مراجعه به آنها. بنابراین نه‌تنها نیاز به رفت و آمد از هر نقطه به نقاط دیگر با کیفیتی قابل قبول، بلکه نیاز به هوای سالم و آرامش کافی نیز بررسی اثرات متقابل اجزاء و قطعات شهری با راههای شهری و طراحی با هم آنها رااجتناب‌ناپذیر می‌سازد. در گذشته که اهمیت مطالعه و طراحی با هم کاربری و راه، به‌اندازهٔ امروز، شناخته نبود طراحی راهها که در واقع نقشی جز تقسیم سطح شهر به قطعات اصلی و تفکیک بعدی آنها به کوچکترین واحدهای بهره‌برداری و خرید و فروش نداشت منحصراً یا عمدتاً به محاسبهٔ ظرفیتهای حمل و نقل متکی بود؛ اما تجدیدنظر ناشی از تجارب سه‌دههٔ اخیر در روشهای شهرسازی و روی آوردن به جنبه‌های کیفی زندگی در شهرها و احترام به انسان در مقابل احترام به ماشین، مطالعه و طراحی با هم راه و کاربری را در بالاترین جایگاه قرار داده است.

وزارت مسکن و شهرسازی برای پاسخگویی به نیاز تهیه‌کنندگان و بررسی‌کنندگان طرحهای شهرسازی و طراحان و تصویب‌کنندگان نقشهٔ راههای شهری جدید یا تغییر راههای موجود، در سال ۱۳۷۰، تهیهٔ آیین‌نامهٔ طراحی راههای شهری را در برنامهٔ تحقیقاتی خود قرار داد و یک سازمان کار را زیر نظر معاون شهرسازی و معماری ایجاد کرد. این سازمان از گروه تحقیق و تدوین، کمیتهٔ فنی بررسی و دبیرخانهٔ شورای عالی شهرسازی و معماری تشکیل یافت.

گروه تحقیق و تدوین پیش‌نویس اول را تهیه کرد. این پیش‌نویس برای اظهارنظر ۱۸ مؤسسه وافراد صاحب‌نظر فرستاده شد. گروه تحقیق و تدوین، براساس نظرهای دریافت شده و نظرهای کمیتهٔ بررسی داخلی که خود تشکیل داده بود، پیش‌نویس دوم را تهیه کرد. پیش‌نویس دوم، مدت دوسال، در ۷۰ جلسه مورد بررسی کمیته فنی که اعضای آن را وزارت مسکن و شهرسازی از میان نمایندگان وزارتخانه‌های کشور و راه و ترابری و کارشناسان و متخصصان دانشگاهها، جامعهٔ مشاوران، سازمان ترافیک شهر تهران و سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران برگزیده بود قرار گرفت. چگونگی بررسیهای کمیتهٔ فنی و

نتایج آن در چند جلسه به شورای عالی شهرسازی و معماری گزارش داده شد و نظرهای اصلاحی شورا در تنظیم متن نهایی اعمال شد. متن اصلاحی نهایی در ۷ آذر ۱۳۷۳ به‌تصویب شورای عالی رسید.

این آیین‌نامه دوازده بخش دارد که به‌ترتیب عبارت‌اند از: مبانی، پلان و نیمرخهای طولی، اجزاء نیمرخهای عرضی، راههای شریانی درجهٔ ۱، تبادلها، راههای شریانی درجه ۲، تقاطعها، خیابانهای محلی، دسترسیها، مسیرهای پیاده، مسیرهای دوچرخه، و تجهیزات ایمنی؛ و اصول پنجگانهٔ حاکم بر آن عبارت‌اند از:

۱. یکپارچگی شهر و شبکه ارتباطی؛

۲. سعی در کاهش ترافیک موتوری با هرچه امکانپذیرتر و کارآمدتر کردن استفاده از پیاده‌روی، دوچرخه، اتوبوس؛

۳. توجه به نقشهای دیگر راههای شهری: نقش اجتماعی، نقش فضای شهری، نقش زیست محیطی، نقش عبوردادن خطوط تأسیسات شهری؛

٤. حل تعارض میان نقش ترافیکی و نقش اجتماعی راه؛

۵. تعیین بهینهٔ عرض راه در عین رعایت حال همهٔ استفاده کنندگان از آن.

استفاده کنندگان از این آیین‌نامه به آخرین دستاوردهای تجارب طراحی راههای شهری دسترسی پیدا می‌کنند؛ از سیاستها و خط مشیهای واحدی پیروی می‌کنند؛ همهٔ عوامل مؤثر در کیفیت طراحی را به حساب می‌آورند؛ برای حل مسائل گوناگون از رهنمودهای آن کمک می‌گیرند؛ ابعاد و اندازه‌ها را در حدود درست آنها به‌کار می‌برند؛ به زبانی مشترک در بررسی‌های حرفه‌ای مختلف دست می‌یابند؛ در بررسی و بازبینی و تصویب طرحها آن را مرجع و راهنمای خود قرار می‌دهند و سرانجام؛ با پیگیری تغییرات آن در تجدیدنظرهای بعدی دانش خود را به‌هنگام می‌کنند.

در پایان برخود لازم می‌دانم از کوششهای ارزشمند گروه تحقیق و تدوین، مخصوصاً سرپرست دانشمند آن آقای دکتر محمدرضا زریونی، اعضای محترم کمیتهٔ فنی و همکاران دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری، مخصوصاً سرکار خانم مهندس مالک که با شایستگی کامل این طرح تحقیقاتی را تا مراحل بررسی و تصویب پیش بردند قدردانی نمایم.

سیدرضا هاشمی

سازمان طرح تهیهٔ آیین‌نامهٔ طراحی راههای شهری

سیدرضا هاشمی	فوق‌لیسانس معماری، معاون شهرسازی و معماری، مجری طرح و هماهنگ‌کننده؛
شهلا مالک	فوق‌لیسانس معماری، مسؤول دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری، مدیرپروژه تحقیقاتی و دبیر کمیتهٔ فنی بررسی؛
	□
محمدرضا زریونی	دکترا در مهندسی عمران (ترافیک و حمل و نقل) رئیس گروه تحقیق و تدوین، تهیه‌کنندهٔ پیش‌نویسهای اولیه و نهایی؛
علی‌اکبر لیافی	لیسانس عمران، دستیار تدوین؛
	□
علی اتابک	فوق‌لیسانس مهندسی حمل و نقل، نمایندهٔ گروه تخصصی ترافیک و حمل و نقل جامعه مشاوران ایران، عضو کمیتهٔ فنی بررسی (در بخشهای ۳ تا ۸)؛
علی‌رضا امیدوار	فوق‌لیسانس مهندسی راه و ساختمان، کارشناس ارشد راه و ترابری، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
محمدمهدی رجائی رضوی	فوق‌لیسانس مهندسی راه و ساختمان (ترافیک)، عضو سازمان ترافیک و حمل و نقل تهران، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
سیدفرهاد رزم‌یار	فوق‌لیسانس مهندسی و برنامه‌ریزی حمل ونقل، نمایندهٔ وزارت کشور، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
بهمن رویانیان	فوق‌لیسانس مهندسی حمل و نقل، از مهندسان مشاور ترافیک و حمل و نقل ره‌پویان، عضو کمیتهٔ فنی بررسی (در بخشهای ۳ تا ۸)؛
فرهاد سلطانی‌آزاد	فوق‌لیسانس معماری، نماینده گروه تخصصی شهرسازی جامعه مشاوران ایران، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
مجید غمامی	فوق‌لیسانس معماری، از مهندسان مشاور معمار و شهرساز مهرازان، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
اردشیر گروسی	فوق‌لیسانس مهندسی عمران (راه وترابری)، نماینده معاونت فنی و راه‌سازی وزارت راه وترابری، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
علی منصورخاکی	دکترا در راه و ساختمان (راه و ترابری و حمل و نقل)، دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
حبیب‌الله نصیری	دکترا در مهندسی راه و ساختمان (مهندسی و برنامه‌ریزی حمل و نقل)، گروه عمران دانشکده عمران دانشگاه صنعتی شریف، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛

و با تشکر از دکتر حمید حبشی خیاط، دکتر منوچهر وزیری، و مهندس فریدون دژدار که به‌ترتیب ازطرف سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران، گروه عمران دانشکده عمران دانشگاه صنعتی شریف، و وزارت کشور در بعضی از جلسات کمیتهٔ فنی بررسی با این طرح همکاری داشتند.

بسمه تعالی

مصوبهٔ شورای عالی شهرسازی و معماری ایران

شورای عالی شهرسازی و معماری ایران در جلسه مورخ ۷۳/۹/۷، با استفاده از اختیارات موضوع بند ٤ ماده ۲ قانون تأسیس خود، بنا به پیشنهاد وزارت مسکن و شهرسازی «آیین‌نامهٔ طراحی راههای شهری» شامل ۱۲ بخش: یکم «مبانی طراحی راهها و خیابانهای شهری»، دوم «پلان و نیمرخ‌های طولی»، سوم «اجزای نیمرخ‌های عرضی»، چهارم «راههای شریانی درجه ۱»، پنجم «تبادلها»، ششم «راههای شریانی درجه ۲»، هفتم «تقاطعها»، هشتم «خیابانهای محلی»، نهم «دسترسیها»، دهم «مسیرهای پیاده»، یازدهم «راهنمای برنامه‌ریزی و طرح مسیرهای دوچرخه» و دوازدهم «تجهیزات ایمنی راه» را به‌شرح پیوست تصویب و مقرر نمود که:

۱. کلیه تهیه‌کنندگان طرحهای هادی، طرحهای جامع، طرحهای تفصیلی، طرحهای بهسازی و نوسازی، طرحهای آماده‌سازی، طرحهای جزئیات شهرسازی، طرحهای احداث راه جدید شهری، طرحهای بازسازی و نوسازی راه موجود شهری، طرحهای اصلاح ترافیکی، طرحهای سنجش تأثیرات ترافیکی توسعه، طرحهای ساختمانی (ازلحاظ نحوه اتصال به راههای شهری) که محدودهٔ عمل آنها داخل محدوده و حریم شهرهاست، و طرحهای انواع شهرکها مانند مسکونی، تفریحی، صنعتی مکلفند در تهیه طرحهای مزبور و تغییرات آنها، موارد مربوطه در آیین‌نامه طراحی راههای شهری را رعایت کنند و موارد استفاده یا استثناء را همراه با دلایل فنی و اقتصادی در گزارش فنی ضمیمه طرح مشخص نمایند. دلایل فنی و اقتصادی موارد استثناء باید حسب مورد به تصویب مراجع تصویب و صدور مجوز برسد.

۲. وزارت مسکن و شهرسازی، در اجرای قانون نظام مهندسی ساختمان، شرایط احراز صلاحیتهای لازم برای تهیه طرح کلی شبکه و طراحی هندسی راههای شهری را برای مهندسان رشته‌های ذی‌ربط تعیین کرده، ظرف مدت یک‌سال آینده تسهیلات لازم برای توسعه سریع و آموزش آیین‌نامه طراحی راههای شهری و اعطای گواهی صلاحیت به واجدین شرایط را فراهم کرده حدود صلاحیت آنها را در پروانه اشتغال به‌کار مهندسی آنها درج می‌نماید.

۳. در آن دسته از طرحهای موضوع بند ۱ که از تاریخ ۷٤/۱۰/۱ توسط مؤسسات مهندس مشاور تهیه شود، طرح کلی شبکه یا طرح هندسی راههای شهری و گزارش فنی آن باید حسب مورد به امضای مهندس دارای پروانه اشتغال و صلاحیت لازم برسد.

٤. آن دسته از طرحهای موضوع بند ۱ که قابل واگذاری به اشخاص حقیقی باشد از تاریخی که در هریک از شهرستانهای کشور از طرف وزارت مسکن و شهرسازی با هماهنگی سازمانهای نظام مهندسی قابل اجرا اعلام شود باید به امضای مهندسان دارای صلاحیت برای تهیه طرح کلی شبکه یا طراحی هندسی راههای شهری حسب مورد برسد.

۵. اخذ گواهی صلاحیت‌های موضوع این آیین‌نامه برای تهیه‌کنندگان طرحهای ساختمانی که در طراحی نحوه اتصال به راههای شهری مکلف به رعایت آن هستند لازم نیست.

٦. وزارت مسکن و شهرسازی مکلف است با تشکیل یک کمیته دائمی متشکل از کارشناسان متخصصان ذی‌صلاح نسبت به بازنگری مداوم این آیین‌نامه اقدام نماید.

این کمیته با بررسی نتایج حاصل از اجرای این آیین‌نامه که به‌صورت دلایل فنی و اقتصادی و فرهنگی موارد استثناء موضوع بند ۱ این مصوبه اعلام خواهد شد و هر نظر و پیشنهاد اصلاحی دیگری که به دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری برسد اصلاحات لازم در آیین‌نامه را به‌عمل خواهد آورد یا چنانچه تحقیقاتی را ضروری تشخیص دهد پیشنهاد خواهد نمود.

عباس آخوندی
وزیر مسکن و شهرسازی
و
رئیس شورای عالی شهرسازی و معماری ایران

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
■ ۱ شکل هندسی پلان و نیمرخهای طولی	۱
۱.۱ تعریفها	۱
۲.۱ پلان	۲
۱.۲.۱ مشخص کردن فواصل نسبت به خط محور	۲
۲.۲.۱ قوسهای افقی	٤
۳.۱ نیمرخ طولی	۱۰
۱.۳.۱ موقعیت و مقیاس	۱۰
۲.۳.۱ قوسهای قائم	۱۰
۳.۳.۱ قوسهای قائم مرکب	۱۲
■ ۲ فاصلهٔ دید	۱۵
۱.۲ تعریفها	۱۵
۲.۲ اصول	۱٦
۳.۲ فاصلهٔ دید توقف	۱٦
۱.۳.۲ فاصلهٔ تصمیم‌گیری	۱۷
۲.۳.۲ فاصلهٔ ترمزگیری	۱۷

۳.۳.۲ تعیین فاصلهٔ دید توقف ۱۸
۴.۳.۲ تأثیر شیب طولی در فاصلهٔ دید توقف ۱۸
۴.۲ فاصلهٔ دید انتخاب ۱۹
۵.۲ فاصلهٔ دید سبقت ۲۱

■ ۳ پلان ۲۳
۱.۳ تعریفها ۲۳
۲.۳ تعادل وسیلهٔ نقلیه در قوسها ۲۴
۳.۳ شیب عرضی حداکثر در قوسهای افقی ۲۶
۴.۳ تعیین شعاع حداقل برای قوسها ۲۸
۱.۴.۳ راههای شریانی درجه ۱ ۲۸
۲.۴.۳ راههای شریانی درجه ۲ ۲۹
۳.۴.۳ خیابانهای محلی ۲۹
۵.۳ تعیین شیب عرضی برای شعاعهای بزرگتر از شعاع حداقل ۳۰
۱.۵.۳ راههای شریانی درجه ۱ ۳۰
۲.۵.۳ راههای شریانی درجه ۲ ۰
۳.۵.۳ خیابانهای محلی ۱۴۱
۶.۳ تغییر شیبهای عرضی ۱
۱.۶.۳ تعیین طول سرشکن ۱
۲.۶.۳ طرز قراردادن طول سرشکن ۴۳
۳.۶.۳ تعیین حداقل طول مستقیم واقع بین دو قوس معکوس ۶
۴.۶.۳ طرز اعمال تبدیل شیبهای عرضی ۴۷
۷.۳ تعریض خط در قوسها ۹
۱.۷.۳ ضرورت ۴۹
۲.۷.۳ تعیین حداقل عرض خط ۲
۳.۷.۳ روش تعیین اضافه عرض ۵۲
۴.۷.۳ طرز اعمال اضافه عرض ۳
۸.۳ محدودیت دید افقی در قوسها ۵۳
۹.۳ هماهنگی اجزای پلان ۶

■ ۴ نیمرخهای طولی ۱
۱.۴ تعریفها ۱
۲.۴ حرکت وسایل نقلیه در شیبها ۶۲
۱.۲.۴ تغییر سرعت حرکت ۶۳
۲.۲.۴ کاهش ظرفیت ۶۳
۳.۲.۴ نیاز به فاصلهٔ دید بیشتر ۶۶
۴.۲.۴ افزایش آلودگی صوتی

۵.۲.٤ افزایش آلودگی هوا ٦٦
٦.۲.٤ مشکلات حرکت وسایل نقلیه در برف و یخبندان ٦٦
۷.۲.٤ افزایش تصادفات ٦۷
۳.٤ حداکثر شیب طولی ٦۸
٤.٤ حداقل شیب طولی ۷۰
۵.٤ قوسهای قائم ۷۰
۱.۵.٤ حداکثر مجاز تغییر شیب بدون استفاده از قوس قائم ۷۰
۲.۵.٤ تعیین طول قوس قائم گنبدی ۷۱
۳.۵.٤ تعیین طول قوس قائم کاسه‌ای ۷۲
٤.۵.٤ حداقل مطلق طول قوسهای قائم ۷۵
۵.۵.٤ وضعیت تخلیهٔ آبهای بارش در قوسهای قائم ۷۵
٦.۵.٤ قوسهای قائم در پلها و تونلها ۷٦
٦.٤ ضوابط کلی ۷٦
۱.٦.٤ تقاطعها ۷٦
۲.٦.٤ حداقل ارتفاع آزاد ۷۷
۳.٦.٤ حریم هوایی راه‌آهن ۷۸
٤.٦.٤ حریم هوایی رودخانه‌ها و مسیلها ۷۸

■ ۵ هماهنگی پلان و نیمرخ طولی ۷۹
۱.۵ اصول ۷۹
۲.۵ خیابانهای محلی ۷۹
۳.۵ راههای شریانی درجه ۲ ۸۰
٤.۵ راههای شریانی درجه ۱ ۸۱
۱.٤.۵ سیمای راه از دید محیط ۸۱
۲.٤.۵ سیمای محیط از دید راه ۸۲
۳.٤.۵ سیمای راه از دید راه ۸۲
٤.٤.۵ رابطهٔ شیبها و قوسها ۸۲
۵.٤.۵ قرارگیری مستقل دوطرف ۸۳

■ ٦ سایر عوامل تعیین‌کنندهٔ پلان و نیمرخ طولی ۸۵
۱.٦ تعریفها ۸۵
۲.٦ علایم کنترل و هدایت ترافیک ۸٦
۳.٦ چراغ راهنما ۸۸
٤.٦ هدایت آبهای بارش ۸۸
۱.٤.٦ عرض مجاز پخشی ۹۰
۲.٤.٦ چاهک و دریچه و حوضچه ۹۰
۳.٤.٦ لولهٔ زیرزمینی ۹۰

۴.۴.۶ مطالعهٔ جریان آبها در سطح روسازی ۹۱
۵.۴.۶ پلها و مسیلها ۹۱
۶.۴.۶ آبروها ۹۲
۷.۴.۶ درنظر گرفتن آبهایی که وارد حریم راه می‌شوند ۹۲
۸.۴.۶ طراحی محلهای تخلیه ۹۳
۵.۶ تأسیسات شهری ۹۳
۶.۶ کنترل ترافیک در حین اجرا ۹۳

۱

شکل هندسی پلان و نیمرخهای طولی

۱.۱ تعریفها

پلان ـ تصویر امتداد راه بر صفحه افقی است.

خط محور ـ خطی است واقع در پلان که مشخصات هندسی امتداد راه را نشان می‌دهد. خط محور مبنای تعیین فاصله‌ها است.

نقشهٔ نیمرخ طولی ـ برش جسم راه در امتداد آن است. این نقشه را به اختصار نیمرخ طولی نیز می گویند.

نیمرخ طولی ـ خطی است واقع در صفحهٔ قائم که مشخصات هندسی تصویر قائم کف تمام شدهٔ امتداد راه را نشان می‌دهد. نیمرخ طولی مبنای تعیین ارتفاعات است و به آن خط پروژه نیز می گویند.

نیمرخ طولی لبه ـ برش طولی جسم راه در محل لبهٔ جاده است.

قوس افقی ـ قوسی است که در پلان راه به کار می‌رود.

قوس ساده ـ قوس افقی دایره‌ای شکل است.

قوس مرکب ـ از ترکیب دو یا چند قسمت دایره‌ای مماس بر هم تشکیل می‌شود.

قوس اتصال ـ قسمتی از منحنی کلوتوئید است که در فاصلهٔ بین یک قوس دایره‌ای و یک امتداد مستقیم؛ یا در فاصله بین دو قوس دایره‌ای گذاشته می‌شود.

قوس قائم ـ قوسی است که به منظور تغییر تدریجی شیب طولی در نیمرخهای طولی به کار می‌رود. قوس قائم معمولاً قسمتی از یک سهمی درجه ۲ است.

قوس قائم مرکب ـ از ترکیب دو سهمی درجه ۲ مماس بر یکدیگر تشکیل می‌شود. آن را قوس قائم نامتقارن نیز می‌گویند.

رأس قوس ـ نقطهٔ تلاقی دو امتداد مستقیم مماس بر قوس است.

نقطه شکستگی ـ نقطهٔ تلاقی دو امتداد افقی یا دو شیب طولی است؛ در صورتی که بین آن دو امتداد قوس افقی یا قائم گذاشته نشود.

۲.۱ پلان

مشخصات هندسی پلان مسیر در روی نقشه‌ای به نام «پلان هندسی» تعیین می‌شود. پلان هندسی باید چنان کامل باشد که بتوان شکل کامل مسیر را با تمام جزئیات هندسی آن، به دقت یک سانتیمتر، از روی نقشه به روی زمین پیاده کرد. برای این کار، لازم است که کلیه نقاط تعیین کنندهٔ شکل هندسی راه به صورت ریاضی، با استفاده از فاصله و زاویه و یا مختصات نقاط، در روی پلان تعیین شوند تا بتوان آنها را مطابق نقشه در روی زمین پیاده کرد.

۱.۲.۱ مشخص کردن فواصل نسبت به خط محور

با استفاده از نقاط تعیین کنندهٔ شکل هندسی، خط محور را در روی زمین پیاده می‌کنند. سایر نقاط را باید به صورت رقمی نسبت به خط محور مشخص کنند؛ تا بتوان همهٔ جزئیات شکل

هندسی را به دقت یک سانتیمتر بر روی زمین پیاده کرد. برای این کار باید نقاط خارج از خط محور را به کمک دو فاصلهٔ زیر در روی پلان مشخص کنند:

ـ فاصلهٔ نقطه تا خط محور
ـ فاصلهٔ تصویر نقطه در روی خط محور از مبدأ فاصله‌ها

برای هر امتداد معمولاً یک خط محور در نظر می‌گیرند. اما هر جا سادگی پلان و همچنین سادگی پیاده کردن ایجاب کند می‌توان بیش از یک خط محور در یک امتداد در نظر گرفت. توصیه می‌شود که برای هر یک از سواره‌روهای آزادراهها و بزرگراهها خط محور جداگانه‌ای، منطبق بر خط پروژهٔ آنها، در نظر بگیرند.

محلهای زیر برای خط محور پیشنهاد می‌شود:

ـ وسط جاده، در راههای شریانی درجه ۲ و محلی
ـ وسط سواره‌روهای دوخطه یا چهارخطه هر طرف آزادراه و بزرگراه
ـ مرزبین خط سمت چپ وخط وسط، درسواره‌روهای سه‌خطهٔ آزادراه‌وبزرگراه
ـ مرز سواره‌رو و شانه (معمولاً شانهٔ سمت راست) در رابطها

شکل هندسی خط محور باید با رعایت معیارهای داده شده برای طرح پلان تعیین شود.

کلیهٔ نقاط مهم خط محور باید در روی پلان مشخص شود؛ و موقعیت هندسی آنها، به صورت ریاضی، با استفاده از فاصله و زاویه و مختصات تعیین شود. این نقاط عبارتند از:

ـ نقطهٔ شروع مسیر
ـ نقطهٔ انتهای مسیر
ـ نقطهٔ شروع قوسها، با علامت اختصاری BC
ـ نقطهٔ خاتمهٔ قوسها، با علامت اختصاری EC
ـ نقطهٔ تماس قوسها با یکدیگر، با علامت اختصاری PCC
ـ نقطهٔ رأس قوس، با علامت اختصاری PI
ـ نقطهٔ تلاقی محورهای مسیرهای مختلف، با ذکر نام دو مسیر و کیلومتر نقطهٔ تلاقی در روی هر دو محور

در پلان هندسی، اطلاعات زیر به صورت جدول داده شود:

ـ مختصات هندسی نقاط مهم نامبردهٔ فوق

ـ مختصات مراکز دایره‌ها

ـ زاویهٔ تغییر جهت امتدادها برحسب درجه یا گراد، با علامت اختصاری Δ

ـ طول مماس بر قوس، با علامت اختصاری T

ـ شعاع قوسهای دایره‌ای، با علامت اختصاری R

ـ طول قوسهای دایره‌ای، با علامت اختصاری L

ـ طول وتر قوسهای دایره‌ای، با علامت اختصاری L_c

ـ طول قوسهای اتصال، با علامت اختصاری S

ـ فاصله نقطهٔ وسط قوس دایره‌ای از نقطهٔ رأس آن، با علامت اختصاری E

۲.۲.۱ قوسهای افقی

امتدادهای مستقیم پلان به کمک سه نوع قوس افقی به یکدیگر متصل می‌شوند:

ـ قوسهای ساده

ـ قوسهای مرکب

ـ قوسهای اتصال

۱.۲.۲.۱ قوس ساده

قوس ساده قسمتی از دایره است که بر دو امتداد مماس می‌باشد. مشخصات هندسی این قوسها در شکل ۱ داده شده است. در کلیهٔ مواردی که استفاده از قوسهای مرکب یا کلوتوئید ضرورت ندارد، باید از قوس ساده استفاده کرد.

۲.۲.۲.۱ قوس مرکب

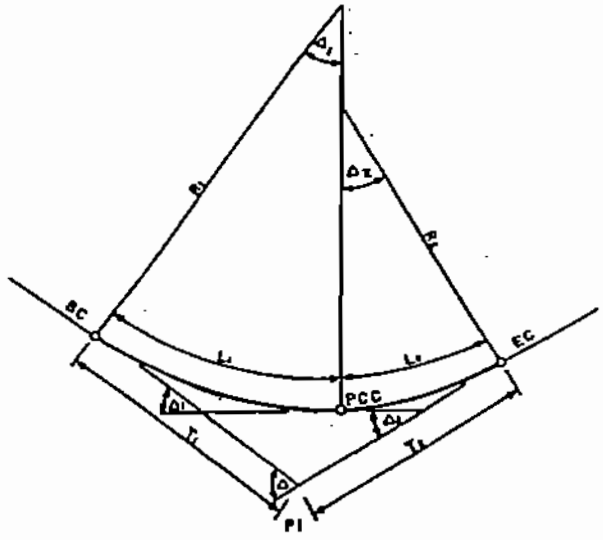
قوس مرکب قوسی است متشکل از دو یا چند قسمت از دایره‌های مختلف مماس بر یکدیگر. فایدهٔ قوسهای مرکب تطابق پذیری بسیار زیاد آنها است. با استفاده از قوسهای مرکب، می‌توان مسیر را به وضعیتهای مشکل فیزیکی (عوارض طبیعی یا ساخته شده) تطبیق داد.

$$L = \frac{\pi}{180} \Delta R$$

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$L_c = 2R \sin \frac{\Delta}{2}$$

$$E = \frac{R\left(1 - \cos \frac{\Delta}{2}\right)}{\cos \frac{\Delta}{2}}$$



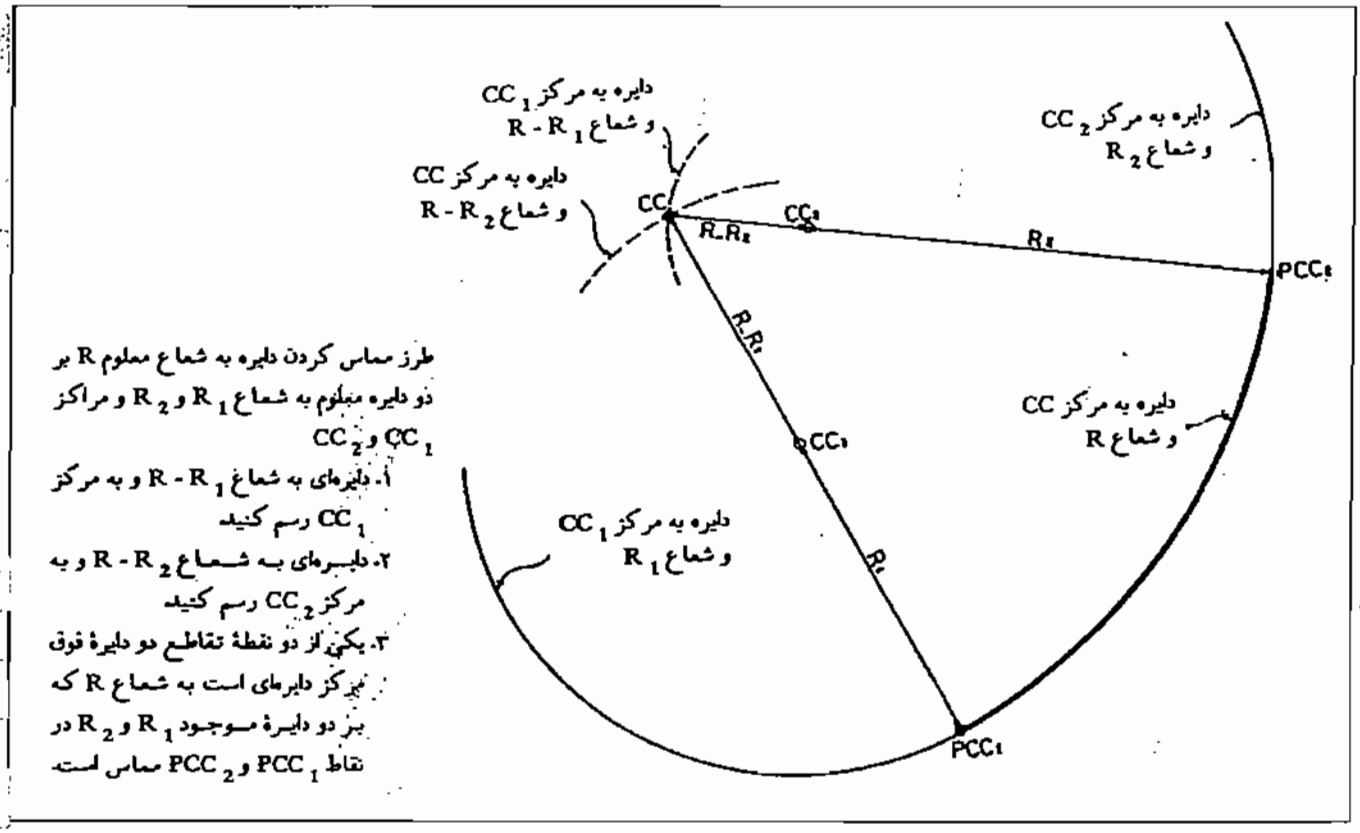
شکل ۱ مشخصات هندسی قوس دایره‌ای.

در استفاده از قوسهای مرکب، شرایط زیر باید رعایت شود:

- در قسمت اصلی راههای شریانی درجه ۱، نسبت شعاع بزرگتر به شعاع کوچکتر (در دو دایرهٔ مماس بر هم) نباید بیشتر از ۱٫۵ باشد. حداکثر این نسبت برای رابطهای همین راهها ۲٫۰ است.
- در راههای شریانی درجه ۲ و رابطهای آنها، نسبت شعاع بزرگتر به شعاع کوچکتر (در دو دایرهٔ مماس بر هم) نباید بیشتر از ۲٫۰ باشد.

محاسبات مربوط به قوسهای مرکب، با استفاده از کامپیوتر، ساده است. اول، طرز ترسیم قوسهای مرکب را با به کارگیری اصول هندسهٔ مقدماتی تعیین می‌کنند. برای جزئیات این کار به شکلهای ۲ و ۳ رجوع کنید. دوم، طرز ترسیم تعیین شده را قدم به قدم توسط نرم‌افزارهای ترسیمی انجام می‌دهند. نرم‌افزار مختصات نقاط موردنیاز را محاسبه می‌کند.

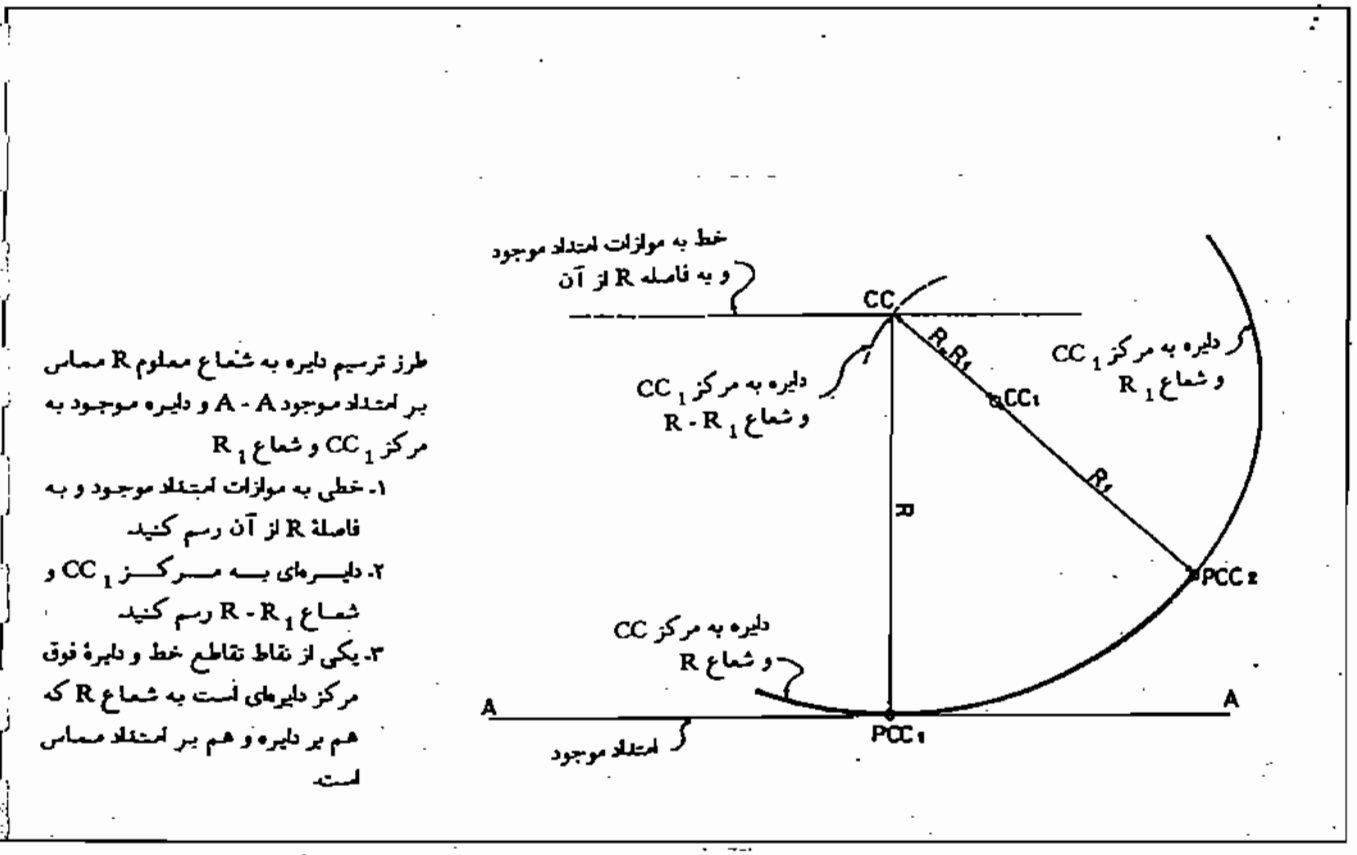
برای طرز محاسبهٔ مختصات اجزای قوسهای مرکب، بدون استفاده از کامپیوتر، با استفاده از زوایا به کتابهای نقشه‌برداری رجوع کنید. این طرز محاسبه مشکل و بسیار وقت‌گیر است و توصیه نمی‌شود. با وجود این، برای استفاده در مواردی که کامپیوتر و نرم‌افزارهای مناسب در دسترس نیست، محاسبات اجزای یک قوس مرکب دو مرکزی در شکل ٤ تشریح شده است.



طرز مماس کردن دایره به شعاع معلوم R بر دو دایره معلوم به شعاع R_1 و R_2 و مراکز CC_1 و CC_2

۱. دایره‌ای به شعاع $R - R_1$ و به مرکز CC_1 رسم کنید
۲. دایره‌ای به شعاع $R - R_2$ و به مرکز CC_2 رسم کنید
۳. یکی از دو نقطهٔ تقاطع دو دایرهٔ فوق مرکز دایره‌ای است به شعاع R که بر دو دایرهٔ موجود R_1 و R_2 در نقاط PCC_1 و PCC_2 مماس است.

شکل ۲ طرز مماس کردن یک دایره به شعاع معین به دو دایرهٔ موجود



طرز ترسیم دایره به شعاع معلوم R مماس بر امتداد موجود A - A و دایره موجود به مرکز CC_1 و شعاع R_1

۱. خطی به موازات امتداد موجود و به فاصلهٔ R از آن رسم کنید
۲. دایره‌ای به مرکز CC_1 و شعاع $R - R_1$ رسم کنید
۳. یکی از نقاط تقاطع خط و دایرهٔ فوق مرکز دایره‌ای است به شعاع R که هم بر دایره و هم بر امتداد مماس است.

شکل ۳ طرز مماس کردن یک دایره به شعاع معین به یک امتداد و یک دایرهٔ موجود

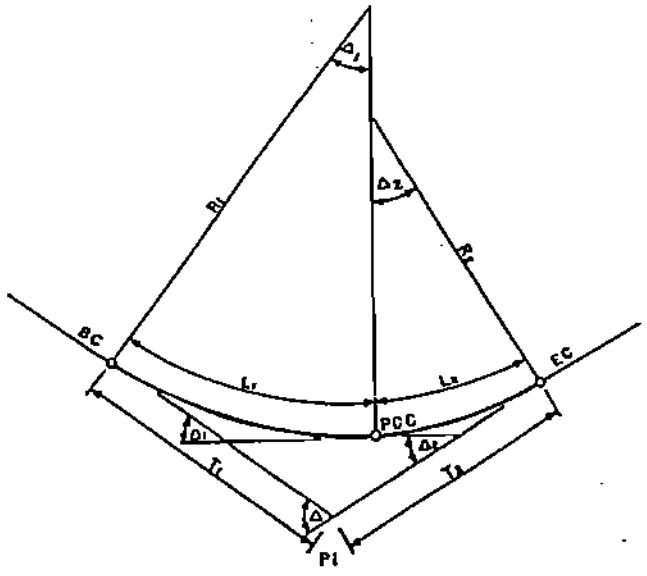
$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$$

$$T_1 = \frac{R_2 - R_1 \cos\Delta + (R_1 - R_2)\cos\Delta_2}{\sin\Delta}$$

$$T_2 = \frac{R_1 - R_2 \cos\Delta + (R_1 - R_2)\cos\Delta_1}{\sin\Delta}$$

$$L_1 = \frac{\pi}{180} R_1 \Delta_1$$

$$L_2 = \frac{\pi}{180} R_2 \Delta_2$$



شکل ٤ مشخصات هندسی قوس مرکب دو مرکزی

۳.۲.۲.۱ قوس اتصال

قوس اتصال، قسمتی از منحنی کلوتوئید است که بین دایره و امتداد مستقیم می‌گذارند تا تغییر شعاع تدریجی باشد. شعاع قوس اتصال در نقطهٔ تماس با امتداد مستقیم بی‌نهایت است و به تدریج کاهش می‌یابد تا در نقطهٔ تماس با قوس دایره‌ای، با شعاع دایره برابر می‌شود.

عیب قوسهای دایره‌ای این است که امتداد مستقیم (شعاع بی‌نهایت) ناگهان به دایره‌ای به شعاع معین متصل می‌شود. به این علت، نقطهٔ تماس دایره و امتداد مستقیم، در راههای شریانی درجه ۱ که امتدادهای راه طولانی است، شکسته به نظر می‌آید. و این موضوع به زیبایی بصری مسیر لطمه می‌زند. با گذاشتن قوس اتصال، در فاصلهٔ بین دایره و امتداد مستقیم، تغییر انحنا به طور تدریجی صورت می‌گیرد و امتداد راه شکسته به نظر نمی‌آید. به علاوه، در تغییر جهتها، قوس اتصال به مسیر طبیعی حرکت وسایل نقلیه نزدیکتر است، وجود آن در جاده‌های باریک به روانی حرکت وسایل نقلیه کمک می‌کند. همچنین، اگر شیب عرضی معمولی راه را در طول قوس اتصال، به شیب عرضی قوس برسانند، به زیبایی مسیر کمک می‌شود.

عیب قوس اتصال پیچیده کردن نقشه‌ها و مشکل ساختن پیاده کردن آنها در روی

زمین است. بنابراین، در مواردی که برتریهای فوق تحقق نمی‌یابد استفاده از آن ضرورت ندارد.

بهتر است در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای بلند آنها قوس اتصال به کار ببرند. در این موارد، اگر شعاع قوس دایره بیشتر از حداقلهای تعیین شده در جدول ۱ است، گذاشتن قوس اتصال بین قوس دایره و امتداد مستقیم ضروری نیست.

استفاده از قوس اتصال در راههای شریانی درجه ۲ و خیابانهای محلی و همچنین برای رابطهای کوتاه (طول رابط کمتر از ۵۰۰ متر) ضروری نیست.

قوسهای اتصال بر حسب طولشان تعیین می‌شوند با در دست داشتن شعاع قوس دایره‌ای و طول قوس اتصال، مشخصات قوس اتصال با استفاده از شکلهای ۵ و ٦ به دست می‌آید. مشخصات قوسهای اتصال استاندارد در شکل ۵ داده شده‌است.

جدول ۱ دایره‌هایی که درنظر گرفتن قوس اتصال برای آنها ضروری نیست، راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها.

سرعت طرح (کیلومتردرساعت)	۴۰ وکمتر	۵۰	٦۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰ وبیشتر
حداقل شعاع دایره (متر)	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۵۰۰	۱۷۵۰	۲۰۰۰	۲۲۵۰	۲۵۰۰

در تعیین طول قوس اتصال، سه شرط زیر را باید رعایت کنند:

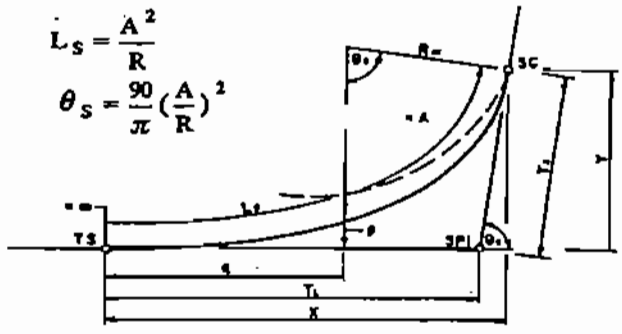
- طول قوس اتصال کمتر از طول لازم برای تغییر شیب عرضی معمولی به شیب عرضی قوس (طول سرشکن، که در بند ۱.٦.۳ تعیین شده است) نباشد، تا بتوان تغییر شیب عرضی لازم را در طول آن انجام داد.
- طول قوس اتصال کمتر از مسافتی که وسایل نقلیه در ظرف دو ثانیه در سرعت طرح طی می‌کنند نباشد، تا فایدهٔ اصلی قوس اتصال که زیبا ساختن مسیر است تحقق پیدا کند.
- سعی شود که از قوسهای اتصال استاندارد که پارامتر آنها در شکل ۵ داده شده استفاده شود.

پارامتر A برای قوسهای اتصال استاندارد

۲۵	۶۵	۱۱۰	۱۷۵	۲۴۰	۳۲۵	۵۵۰	۱۱۰۰
۳۰	۷۰	۱۲۰	۱۸۰	۲۵۰	۳۵۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۳۵	۷۵	۱۲۵	۱۹۰	۲۶۰	۳۷۵	۶۵۰	۱۳۰۰
۴۰	۸۰	۱۳۰	۲۰۰	۲۷۰	۴۰۰	۷۰۰	۱۴۰۰
۴۵	۸۵	۱۴۰	۲۱۰	۲۷۵	۴۲۵	۷۵۰	۱۵۰۰
۵۰	۹۰	۱۵۰	۲۲۰	۲۸۰	۴۵۰	۸۰۰	۱۶۰۰
۵۵	۹۵	۱۶۰	۲۲۵	۲۹۰	۴۷۵	۹۰۰	۱۷۰۰
۶۰	۱۰۰	۱۷۰	۲۳۰	۳۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۸۰۰

$$L_S = \frac{A^2}{R}$$

$$\theta_S = \frac{90}{\pi}\left(\frac{A}{R}\right)^2$$



مقادیر T_S, T_L, P, Q, Y, X از کتابهای محاسبات قوسهای کلوتوئید بدست می‌آید

شکل ۵-مشخصات هندسی قوس اتصال و پارامتر قوسهای اتصال استاندارد

$$L_S = \frac{A^2}{R}$$

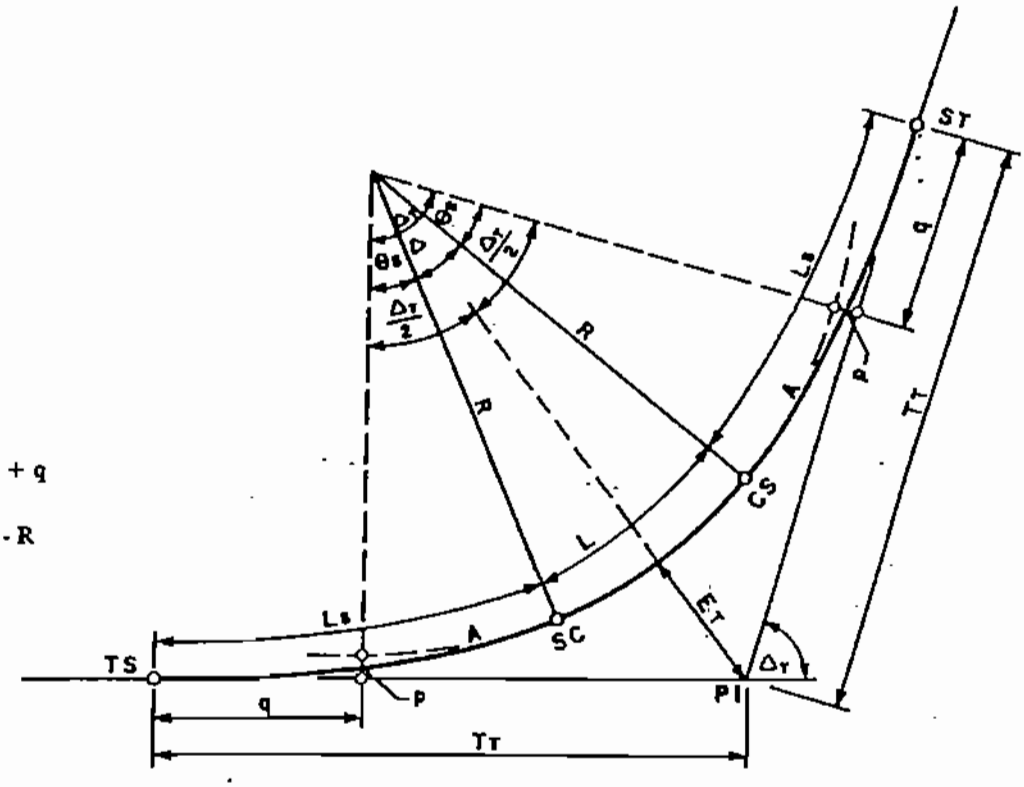
$$\theta_S = \frac{90}{\pi}\left(\frac{A}{R}\right)^2$$

$$\Delta = \Delta_T - 2\theta_S$$

$$L = \frac{\pi}{180}\Delta R$$

$$T_T = (R+P)\tan\frac{\Delta_T}{2} + q$$

$$E_T = (R+P)\sec\frac{\Delta_T}{2} - R$$



شکل ۶ مشخصات هندسی قوس اتصال در تماس با دایره

۳.۱ نیمرخ طولی

۱.۳.۱ موقعیت و مقیاس

نیمرخ طولی، مقطع طولی راه در امتداد حرکت وسایل نقلیه است. معمولاً، ازنظر سادگی نقشه‌ها، محل آن را بر خط محور منطبق می گیرند اما این انطباق همه جا ضروری نیست. در خیابانهایی که در وسط آنها جزیره وجود دارد و یا در موارد استثنایی، ممکن است منطبق کردن نیمرخ طولی بر خط محور، تهیهٔ نقشه‌ها و اجرا و یا هر دوی آنها را مشکل کند. در این موارد، می‌توان از انطباق دادن تصویر افقی خط پروژه با خط محور صرفنظر کرد؛ ولی باید تصویر خط پروژه را در روی پلان هندسی نشان دهند و آن را با عنوان «خط پروژه» مشخص کنند.

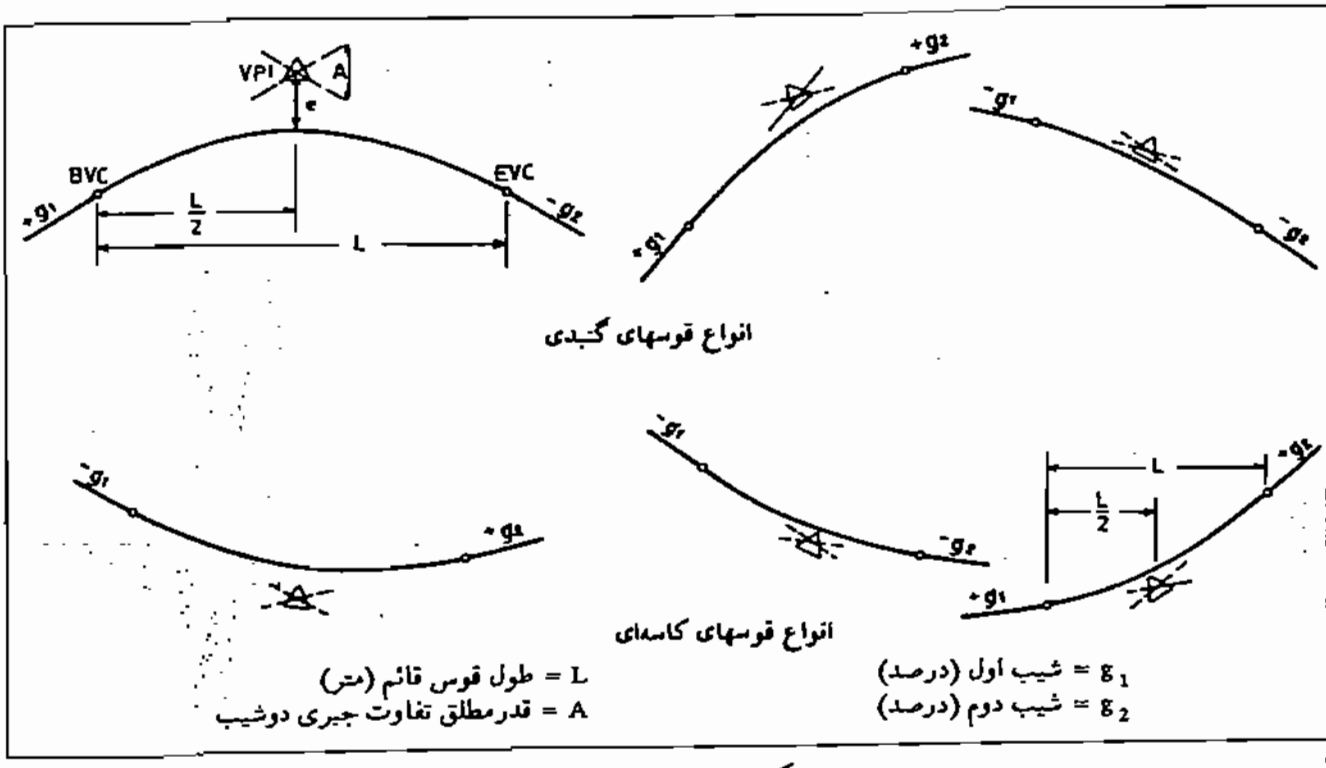
در نیمرخهای طولی، باید ارتفاعات را با مقیاسی ده برابر طولها نشان دهند. مقیاس طولها باید برابر مقیاس پلان هندسی باشد. فاصله و ارتفاع نقاط و همچنین شیبها و تغییر شیبها را باید به صورت عددی مشخص کنند. فاصله‌ها و ارتفاعات را باید برحسب متر و با دو رقم اعشار در زیر نیمرخ طولی بنویسند. درصد شیبهای طولی را باید با دو رقم اعشار (دقت یک صدم درصد) در بالای خط پروژه و در محل شیبها، بنویسند.

۲.۳.۱ قوسهای قائم

قوس قائم برای ملایم ساختن تغییر شیب طولی، بین دو شیب طولی مختلف گذاشته می‌شود. به منظور سادگی محاسبات و همچنین همسانی نقشه‌ها، برای قوسهای قائم از سهمی درجه ۲ استفاده شود. شکل ۷ انواع قوسهای قائم و شکل ۸ جزئیات هندسی آنها را نشان می‌دهد. خاصیت هندسی قوس قائم به نحوی است که رأس قوس عملاً در وسط طول آن واقع است.

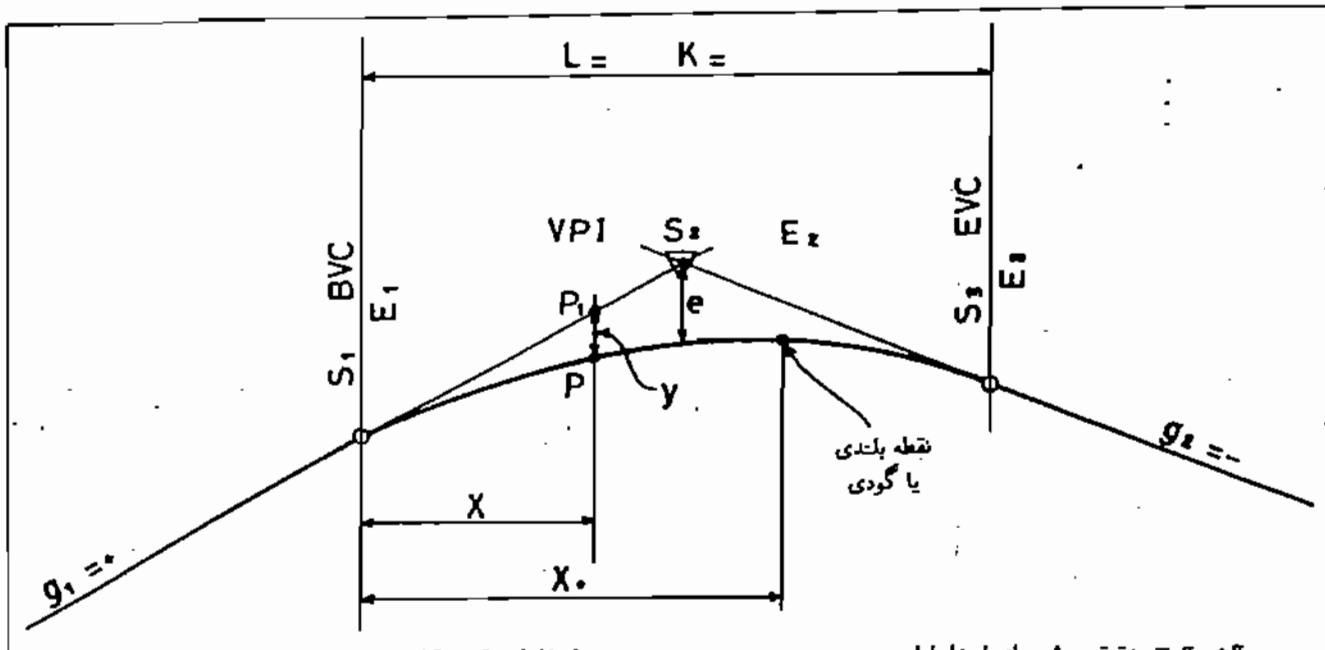
در نقشه نیمرخ طولی، نقاط زیر را باید به کمک فاصله و ارتفاع مشخص کنند:

- شروع خط پروژه
- خاتمهٔ خط پروژه
- نقاط شکستگی شیبها
- شروع قوس قائم، با علامت اختصاری BVC



g_1 = شیب اول (درصد)
g_2 = شیب دوم (درصد)
L = طول قوس قائم (متر)
A = قدرمطلق تفاوت جبری دوشیب

شکل ۷ انواع قوسهای قائم



g_1 و g_2 = به‌ترتیب شیبهای امتداد اول و دوم برحسب درصد با علامت + برای سربالایی و - برای سرپایینی
S_1 و S_2 و S_3 = به‌ترتیب کیلومترهای BVC وVPI وEVC
E_1 و E_2 و E_3 = به‌ترتیب ارتفاعات BVC و VPI و EVC
L = طول قوس قائم
A= تغییرشیب وبرابراست باقدرمطلق $g_1 - g_2$ برحسب درصد
K = ضریب نرمی قوس و برابر است با L/A، برحسب متر
e = تفاوت ارتفاع بین VPI در وسط قوس قائم، متر.
c از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$c = \frac{AL}{800}$$

تعیین ارتفاعات قوس قائم:
ارتفاع نقطهP واقع در روی قوس قائم و به‌فاصله X از شروع قوس برابر است با ارتفاع P_1 منهای (برای قوسهای گنبدی) یا به اضافهٔ (برای قوسهای کاسه‌ای) مقدار y که از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$y = (\frac{X}{L/2})^2 c = 4c(\frac{X}{L})^2$$

تعیین نقطهٔ بلندی یا گودی قوس قائم:
نقطه به شیب طولی صفر، اگر وجود داشته باشد در فاصلهٔ X_o از شروع قوس واقع است. X_o از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$X_o = (g_1) K$$

شکل ۸ طرز محاسبهٔ اجزای قوسهای قائم ساده

ـ خاتمهٔ قوس قائم، با علامت اختصاری EVC
ـ رأس قوس قائم، با علامت اختصاری VPI
ـ نقاط گودی یا بلندی قوس قائم (نقاط تغییر شیب)، اگر وجود داشته باشد، با علامت اختصاری HP برای نقطه بلندی و LP برای نقطهٔ گودی

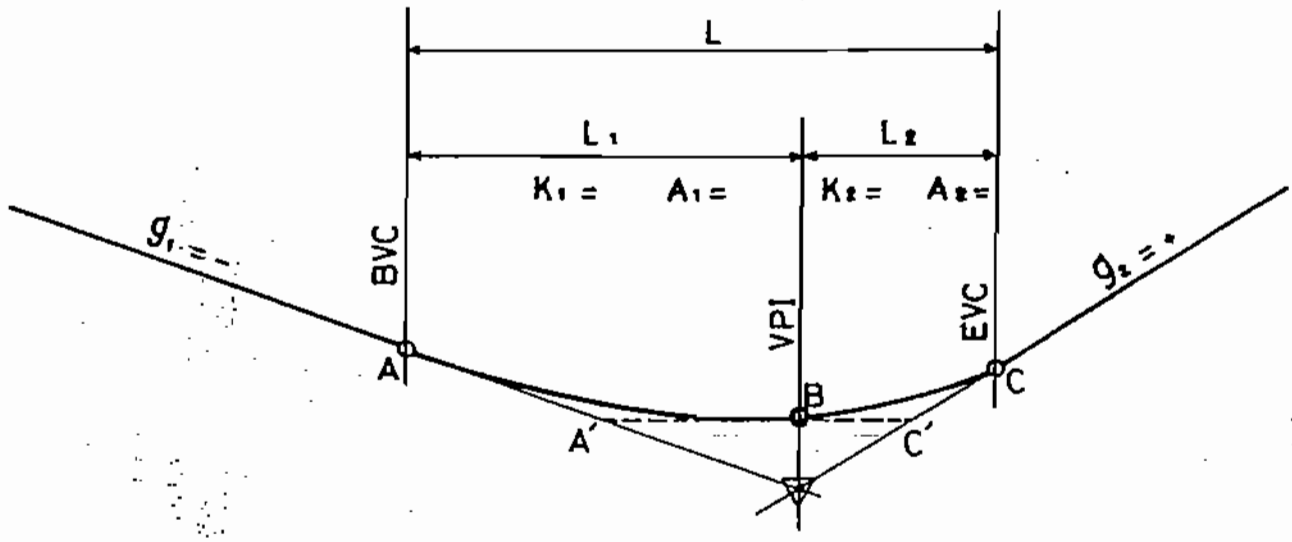
اطلاعات زیر را باید در روی نقشه نشان بدهند:

ـ شیبهای طولی، با علامت (+) برای سربالاییها و (-) برای سرپایینیها
ـ طول قوس قائم، با علامت اختصاری L
ـ ضریب نرمی قوس قائم، با علامت اختصاری K
ـ مقدار تغییر شیب قوس قائم، برحسب درصد و با دو رقم اعشار، با علامت اختصاری A

۳.۳.۱ قوسهای قائم مرکب

قوس قائم مرکب قوس قائمی است که از ترکیب دو سهمی درجه ۲ متفاوت و مماس بر یکدیگر تشکیل می‌شود.شکل ۹ خصوصیات هندسی این قوسها را نشان می‌دهد. به قوس قائم نامتقارن نیز می‌گویند.

در نیمرخ طولی اصلی (خط پروژه) راه، نباید از قوسهای قائم مرکب استفاده کنند. ولی استفاده از این قوسها در طراحی نیمرخ طولی لبه‌های جاده (که رعایت معیارهای طراحی هندسی در مورد آنها ضروری نیست) بلامانع و عموماً کارساز است.



دو سهمی درجهٔ ۲ در نقطهٔ B بر یکدیگر مماس هستند

شیب طولی در نقطهٔ تماس دو منحنی برابر است با شیب خط AC که از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{شیب خط } \acute{A}\acute{C} = g_B = \frac{g_1 L_1 + g_2 L_2}{L_1 + L_2}$$

A_1 = قدرمطلق $g_3 - g_1$

A_2 = قدرمطلق $g_2 - g_3$

$L_1 / A_1 = K_1$

$L_2 / A_2 = K_2$

بقیه روابط مانند قوس قائم ساده شکل ۸ می‌باشد

شکل ۹ طرز محاسبهٔ اجزای قوسهای قائم مرکب

۲

فاصلهٔ دید

۱.۲ تعریفها

فاصلهٔ دید ـ فاصله‌ای است که در هر نقطه از راه برای رانندهٔ وسیلهٔ نقلیه قابل رؤیت است.

فاصلهٔ دید افقی ـ فاصلهٔ دید مربوط به پلان است.

فاصلهٔ دید قائم ـ فاصلهٔ دید مربوط به نیمرخ طولی است.

فاصلهٔ دید توقف ـ حداقل فاصلهٔ دید لازم است برای متوقف ساختن بی‌خطر وسیلهٔ نقلیه در هنگام مواجه شدن با خطرات احتمالی در سطح جاده. فاصلهٔ دید توقف از فاصلهٔ تصمیم‌گیری و فاصلهٔ ترمزگیری تشکیل می‌شود.

فاصلهٔ دید انتخاب ـ حداقل فاصلهٔ دید لازم است برای انتخاب نوع عکس‌العمل و انجام آن در وضعیتهای غیرمنتظره و یا پیچیده. فاصلهٔ دید انتخاب از فاصلهٔ تصمیم‌گیری و فاصلهٔ عکس‌العمل تشکیل می‌شود.

فاصلهٔ تصمیم‌گیری ـ مسافتی است که از لحظهٔ برخورد با یک وضعیت جدید تا لحظهٔ شروع اعمال عکس‌العمل نسبت به آن وضعیت، توسط وسیلهٔ نقلیه طی می‌شود.

فاصلهٔ عکس‌العمل ـ مسافتی است که وسیلهٔ نقلیه در طول مدت عکس‌العمل طی می‌کند. برای دید توقف، فاصلهٔ ترمزگیری همان فاصله عکس‌العمل است.

فاصلهٔ ترمزگیری ـ مسافتی است که از لحظه شروع ترمزگیری تا توقف کامل، توسط وسیلهٔ نقلیه طی می‌شود.

فاصلهٔ دید سبقت ـ مسافتی است که وسیلهٔ نقلیه از لحظه شروع فکر سبقت گیری تا لحظه پایان آن طی می‌کند. فاصلهٔ دید سبقت یک نوع فاصلهٔ دید انتخاب است.

۲.۲ اصول

راننده باید بتواند جلوی خود را، به فاصله کافی، ببیند تا هنگام روبرو شدن با وضعیتهای پیش‌بینی نشده قادر به انتخاب و اعمال به موقع عکس‌العملهای لازم و خروج ایمن از وضعیت پیش آمده باشد. اگر خطری در روی سطح جاده ظاهر شود، فاصلهٔ دید راننده باید به اندازه‌ای باشد که بتواند پیش از برخورد به آن وسیله نقلیه را متوقف کند. به‌علاوه، در طول حرکت، راننده باید بتواند براساس اطلاعاتی که از اطراف خود می‌گیرد جهت و سرعت وسیلهٔ نقلیه را تغییر دهد. این اطلاعات باید به فاصله زمانی کافی و قبل از رسیدن به محل انتخاب به راننده برسد، تا وی فرصت کافی، برای جذب آنها و تصمیم‌گیری و اعمال عکس‌العمل لازم، داشته باشد؛ و بتواند با تغییر دادن سرعت و جهت حرکت، وسیلهٔ نقلیه را در وضعیت مناسب قرار دهد.

۳.۲ فاصلهٔ دید توقف

فاصلهٔ دید توقف از دو فاصلهٔ زیر تشکیل می‌شود:

ـ فاصله تصمیم گیری
ـ فاصله ترمزگیری (عکس‌العمل)

۱.۳.۲ فاصلهٔ تصمیم‌گیری

در وضعیتهای عادی و هنگام روبرو شدن با خطرهایی که راننده انتظار آنها را در سطح جاده دارد، مدت تصمیم‌گیری را بین ۰ر٤ تا ۰ر۷ ثانیه اندازه گرفته‌اند اما، این مدت برای رانندگان خسته و یا در وضعیتهای نامساعد محیطی (وجود نور و صدای مزاحم) بیشتر است. برعکس، مدت تصمیم‌گیری در وضعیت مساعد محیطی و برای رانندگانی که تمرکز حواس دارند کوتاهتر است. آزمایش نشان داده که اگر رانندگانی که زمان تصمیم‌گیری آنها در شرایط عادی حدود ۱ر۵ ثانیه است، حواس خود را متمرکز کنند، زمان تصمیم‌گیری آنها به حدود ۰ر۳ ثانیه کاهش می‌یابد.

در تعیین فاصلهٔ دید توقف، زمان تصمیم‌گیری ۲ر۵ ثانیه گرفته می‌شود. به این ترتیب، فاصله تصمیم‌گیری از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$d_1 = ۰ر۷ V$$

که در آن:

d_1 = فاصله تصمیم‌گیری به متر، و

V = سرعت طرح به کیلومتر در ساعت است.

۲.۳.۲ فاصلهٔ ترمزگیری

فاصلهٔ ترمزگیری با استفاده از فرمول زیر تعیین می‌شود:

$$d_2 = \frac{V^2}{۲٤۵ (f \pm i)}$$

که در آن:

d_2 = طول فاصله ترمزگیری به متر،

i = شیب طولی، با علامت (+) برای سربالایی و (-) برای سرپایینی، و

f = ضریب اصطکاک بین چرخ و روسازی است. این ضریب به وضعیت روسازی و لاستیک، سرعت طرح، و مرطوب بودن یا نبودن روسازی بستگی دارد.

در فرمول فوق، ضریب اصطکاک برای روسازی فرسوده و مرطوب و لاستیک کهنه در نظر گرفته می‌شود.

۳.۳.۲ تعیین فاصلهٔ دید توقف

فاصلهٔ دید توقف، برای سرعت طرحهای مختلف و شیبهای طولی ۲ درصد یا کمتر، در جدول ۲ تعیین شده است. برای شیبهای طولی بیشتر، باید ارقام داده شده در این جدول را مطابق بند ۴.۳.۲ زیر تعدیل کنند.

۴.۳.۲ تأثیر شیب طولی در فاصلهٔ دید توقف

دید قائم

در سرپایینی، راننده در بلندی قرار دارد و دید قائم او بهتر است. در سربالایی، فاصلهٔ ترمزگیری و در نتیجه فاصلهٔ توقف کمتر است. حساب کرده‌اند که اگر فاصلهٔ دید توقف برای سربالایی کافی باشد، برای سرپایینی نیز کافی خواهد بود. زیرا بهتر شدن دید در سرپایینی برای جبران کردن افزایش فاصله ترمزگیری کافی است. پس، در راههای دو طرفه‌ای که هر دو طرف امتداد یکسانی دارند، فاصله‌های دید تعیین شده در جدول ۲، از نظر دید قائم، به تعدیل نیاز ندارد.

در راههای یک‌طرفه و همچنین در راههای دوطرفه‌ای که امتداد هر طرف مستقل از طرف دیگر است، باید تأثیر شیب طولی راه را در نظر بگیرند. در این موارد، چنانچه شیب طولی راه ۳ درصد یا بیشتر است، باید فاصله‌های دید داده شده در جدول ۲ را مطابق جدول تعدیل کنند.

دید افقی

در سرپایینی، فاصلهٔ ترمزگیری وسایل نقلیه سنگین بیشتر از سواریها است؛ ولی ارقام جدول ۳ براساس خصوصیات اتومبیل سواری تعیین شده است. بنابراین، ارقام جدول ۳ برای

جدول ۲ حداقل فاصلهٔ دید توقف (متر).

سرعت‌طرح (کیلومتر در ساعت)	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
حداقل فاصله دید توقف (متر)	۳۰	۴۵	۶۵	۸۵	۱۱۰	۱۳۵	۱۶۰	۱۸۵	۲۱۵	۲۴۵

جدول ۳ تعدیل فاصله‌های دید توقف برای شیبهای طولی ۳ درصد و بیشتر

سرعت طرح (کیلومتردرساعت)	تعدیل فاصله‌های دید توقف					
	در سربالاییها کم کنید (متر)			در سرپایینیها اضافه کنید (متر)		
	٪۳	٪۶	٪۹	٪۳	٪۶	٪۹
۴۰	–	–	۵	–	–	–
۵۰	۵	۵	۱۰	–	۵	۱۰
۶۰	۵	۵	۱۰	۵	۱۰	۱۵
۷۰	۵	۱۰	۱۵	۵	۱۰	۲۰
۸۰	۱۰	۱۵	۲۰	۱۰	۱۵	۳۰
۹۰	۱۰	۲۰	۲۵	۱۰	۲۰	۴۰
۱۰۰	۱۰	۲۰	–	۱۵	۳۰	–
۱۱۰	۱۵	۲۵	–	۱۵	۳۵	–
۱۲۰	۲۰	۳۰	–	۲۰	۴۰	–

تعدیل فاصله‌های دید توقف وسایل نقلیه سنگین در سرپایینی کفایت نمی‌کند از طرف دیگر، محل چشم رانندگان وسایل نقلیه سنگین نسبت به کف راه بالاتر از محل چشم رانندگان سواریها است. بر این اساس حساب کرده‌اند که اگر فاصلهٔ دید قائم برای رانندگان سواریها کافی باشد، این فاصله دید برای رانندگان وسایل نقلیه سنگین نیز کافی خواهد بود.

اما تأثیر ارتفاع بیشتر چشم رانندگان وسایل نقلیه سنگین تنها دید قائم را افزایش می‌دهد و تأثیرش در افزایش دید افقی محدود است. به این دلیل، وسایل نقلیه سنگین در سرپایینی به فاصلهٔ دید افقی بیشتری نیاز دارند، که ضابطهٔ آن به شرح زیر تعیین می‌شود:

اگر در سمت داخلی پیچ مانع دید افقی (ساختمان یا شیروانی خاکبرداری) وجود دارد و پیچ در انتهای یک سرپایینی تند و طولانی (شیب بیش از ۳ درصد و طول بیش از ۱ کیلومتر) واقع است، باید فاصله‌های دید توقف را، برای انواع راههای شریانی، به میزان ۲۰ درصد بیشتر از ارقامی بگیرند که با استفاده از جدولهای ۲ و ۳ به دست می‌آید.

۴.۲ فاصلهٔ دید انتخاب

فاصلهٔ دید توقف به رانندهٔ مسلط و حواس جمع فرصت می‌دهد تا در برخورد با خطری مورد

انتظار ولی ناگهانی، بتواند وسیلهٔ خود را متوقف کند اما، این فاصله برای وضعیتهای پیچیده‌ای که راننده باید برای انتخاب نوع عکس‌العمل، اطلاعات دریافتی را ارزیابی کند، معمولاً کافی نیست. بنابراین، در وضعیتهایی که اطلاعات دریافتی قاطع و آشکار نیست و یا عکس‌العملهای غیرمنتظره‌ای لازم می‌شود، فاصلهٔ دید توقف کافی نیست. در این موارد باید از فاصلهٔ دید انتخاب استفاده کنند.

فاصلهٔ دید انتخاب از دو قسمت، به شرح زیر، تشکیل می‌شود:

- فاصله تصمیم‌گیری
- فاصله عکس‌العمل

فاصلهٔ تصمیم‌گیری به وضعیت راننده، وضعیت محیط، و سادگی و پیچیدگی نوع انتخاب بستگی دارد. فاصلهٔ عکس‌العمل بیش از هر عامل دیگری تابع نوع عکس‌العمل و سرعت حرکت وسیله نقلیه است.

فاصله‌های دید انتخاب برای سرعت طرحهای مختلف در جدول ٤ داده شده است. درتعیین محل نصب علایم کنترل ترافیک، و همچنین در تعیین فاصلهٔ دید لازم برای قابل رؤیت کردن دهانهٔ خروجیها و انشعابها، و در سایر مواردی که راننده ناچار به تغییر خط است، باید فاصله دید انتخاب را به کار ببرند.

اگر به علت محدودیتهای فیزیکی، تأمین کردن فاصلهٔ دید انتخاب عملی نباشد، باید با استفاده از تابلوهای هدایتی یا پیش آگهی راننده را به وضعیت مورد نظر (مثلاً خروج از راه اصلی، ورود به محوطهٔ پارکینگ، و رسیدن به چراغ راهنما) هدایت کنند.

جدول ٤ حداقل فاصلهٔ دید انتخاب (متر).

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١٢٠
فاصلهٔ دید انتخاب در وضعیت «الف»	١١٥	١٦٠	٢٠٥	٢٥٥	٣٠٠	٣٥٠	٣٩٥	٤٥٠	٤٩٠
فاصلهٔ دید انتخاب در وضعیت «ب»	١١٥	١٦٠	٢٠٠	٢٤٠	٢٨٠	٣١٥	٣٤٥	٣٨٠	٤٠٥
فاصلهٔ دید انتخاب در وضعیت «ج»	١٥٠	٢٠٥	٢٤٥	٣٠٠	٣١٥	٣٥٥	٣٩٠	٤٢٥	٤٥٠

وضعیت «الف» توقف کردن در وضعیتهای پیچیده

وضعیت «ب» تغییر دادن سرعت، تغییر خط، و یا تغییر مسیر در اطراف شهرها

وضعیت «ج» تغییر دادن سرعت، تغییر خط، و یا تغییر مسیر در داخل شهرها

۵.۲ فاصلهٔ دید سبقت

در راههای دوخطهٔ دوطرفه، سبقت گیری در خطی انجام می گیرد که مورد استفادهٔ وسایل نقلیه طرف مقابل است. برای سبقت گیری در این راهها، راننده باید بتواند فاصله‌ای را که برای سبقت گیری در خط طرف مقابل و بازگشت ایمن به خط اولیه کافی است، در جلوی خود ببیند. این فاصله را فاصله دید سبقت می گویند.

در راههای شهری، فراهم ساختن فاصله دید سبقت ضرورتی ندارد و توصیه نمی‌شود اما، در علامت گذاری راههای دوخطهٔ دوطرفه اطراف شهرها و راههای عبوری لازم می‌شود که قسمتهای مجاز و غیرمجاز برای سبقت گیری را با علامت گذاری مشخص کنند. در این موارد، باید از فاصله‌های دید سبقت تعیین شده در جدول ۵ استفاده شود.

جدول ۵ حداقل فاصلهٔ دید سبقت (متر).

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰
حداقل فاصلهٔ دید سبقت (متر)	۳۵۰	۳۵۰	۴۵۰	۵۰۰	۵۵۰	۶۵۰	۷۰۰	۷۵۰

۳

پلان

۱.۳ تعریفها

شیب عرضی ـ شیب سطح راه در جهت عمود بر امتداد محور آن است.

شیب عرضی معمولی ـ شیب عرضی‌ای است که به منظور تخلیهٔ آب بارش به سطح راه می‌دهند. در عرف راه‌سازی «شیب عرضی معمولی» را به اختصار «شیب عرضی» نیز می‌گویند.

شیب عرضی قوس ـ شیب عرضی‌ای است که به منظور بهبود ایمنی به قسمتهای قوسی راه می‌دهند. جهت این شیب به طرف مرکز قوس سرازیر است.

شیب عرضی مخالف ـ شیب عرضی در قسمتهای قوسی است، در صورتی که جهت آن برخلاف جهت شیب عرضی قوس باشد.

شیب عرضی حداکثر ـ حداکثر شیب عرضی مجاز در قوسها است.

شعاع حداقل قوس ـ کمترین شعاعی است که یک قوس افقی می‌تواند داشته باشد، بی آنکه ایمنی راه کم شود.

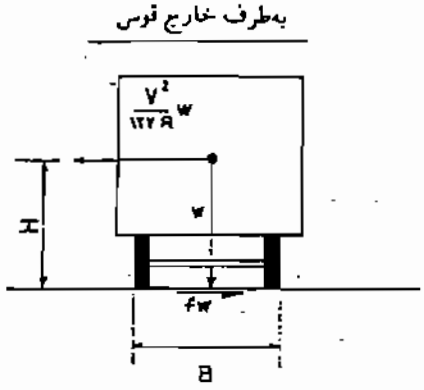
حداکثر نیروی عرضی مجاز ـ حداکثر نیروی ناشی از گریز از مرکز است که می‌تواند در قوسها به وسیلهٔ نقلیه وارد شود، بی آنکه ایمنی راه کاهش یابد.

طول سرشکن ـ طولی از محور راه است که بین دو شیب عرضی متفاوت در نظر می‌گیرند تا تغییر شیب عرضی در طول آن انجام گیرد.

۲.۳ تعادل وسیلهٔ نقلیه در قوسها

به‌وسیلهٔ نقلیه‌ای که در پیچها حرکت می‌کند نیروی گریز از مرکز وارد می‌شود نیروی گریز از مرکز سعی دارد که وسیلهٔ نقلیه را از مرکز قوس به طرف خارج آن بکشاند. اما، اصطکاک بین لاستیک و روسازی جاده با این نیرو؛ و وزن وسیله با لنگر ناشی از آن مقابله می‌کند. اگر مقدار نیروهای مقاوم بیشتر از نیروهای گریز از مرکز باشد، تعادل وسیله نقلیه حفظ می‌شود. در حالت تعادل، رانندهٔ وسیلهٔ نقلیه تحت تأثیر این دو نیروی مخالف قرار می‌گیرد و برحسب مقدار این نیروها احساس ناراحتی می‌کند.

نیروی گریز از مرکز به مرکز ثقل وسیلهٔ نقلیه وارد می‌شود، در حالی که نیروی مقاوم اصطکاک در سطح جاده بوجود می‌آید. در نتیجه، لنگری ایجاد می‌شود که سعی دارد وسیلهٔ نقلیه را به طرف خارج قوس واژگون کند. با این لنگر، لنگر ناشی از وزن وسیلهٔ نقلیه مقابله می‌کند. هر چه مرکز ثقل وسیلهٔ نقلیه بلندتر باشد، مقدار لنگر واژگون کننده بیشتر، و هر چه عرض وسیلهٔ نقلیه زیادتر باشد، مقدار لنگر مقاوم بیشتر است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ تعادل وسیلهٔ نقلیه در قوسها.

برای حفظ تعادل وسیلهٔ نقلیه در قوسهای افقی باید دو شرط زیر برقرار باشد:

$$\frac{V^2}{127R} \leq f$$

تا وسیلهٔ نقلیه به خارج جاده کشیده نشود؛ و

$$\frac{V^2}{127R} \leq \frac{B}{2H}$$

تا وسیلهٔ نقلیه واژگون نشود.

که در آنها:

R = شعاع قوس، متر؛
B = عرض وسیلهٔ نقلیه (فاصلهٔ بین لبه خارجی چرخهای دو طرف در تماس با سطح جاده)، متر؛
W = وزن وسیلهٔ نقلیه، کیلوگرم (در شکل ۱۰)؛
H = ارتفاع مرکز ثقل وسیلهٔ نقلیه تا سطح جاده، متر؛
V = سرعت وسیلهٔ نقلیه، کیلومتر در ساعت؛ و
f = ضریب اصطکاک بین سطح جاده و لاستیک.

حدود ضریب اصطکاک

حداکثر مجاز ضریب اصطکاک مورد برحسب دو عامل، به شرح زیر، تعیین می‌شود:

- حداکثر نیروی عرضی که راننده می‌تواند تحمل کند، بی‌آنکه در اثر وارد شدن فشار ناگهانی به ماهیچه‌ها، تعادل و آرامش رانندگی او به هم بخورد.
- جلوگیری از واژگونی وسایل نقلیهٔ بارکش.

در تعیین ضوابط، ضریب اصطکاک f را نباید بیش از مقداری گرفت که وارد شدن نیروی عرضی معادل آن به راننده، باعث کاهش کنترل او بر وسیلهٔ نقلیه‌اش شود. این حداکثر بستگی به نوع راه و سرعت طرح آن دارد. وضعیت روسازی و لاستیک در تعیین این حداکثر نقشی ندارند؛ زیرا حداکثر نیروی عرضی مجاز، از نظر حفظ آرامش و کنترل راننده، همیشه کمتر از حداکثر نیروی عرضی مقاومی است که بین چرخ و جاده، حتی در بدترین وضعیتهای روسازی و لاستیک، وجود دارد.

حداکثر مجاز ضریب اصطکاک برای راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها برحسب سرعت طرح این راهها، در جدول ٦ تعیین شده است. این حداکثر برای تقاطعهای همسطح واقع در راههای شریانی درجه ۱، و همچنین برای راههای شریانی درجه ۲، خیابانهای محلی، و تقاطعهای آنها بیشتر است و از جدول ۷ به دست می آید.

برای جلوگیری کردن از واژگون شدن وسایل نقلیه، ضریب اصطکاک در تحت هیچ شرایطی نباید از حد تعیین کنندهٔ B/۲H بیشتر شود. این نسبت برای انواع وسایل نقلیه متفاوت است، ولی ارقام مربوط به بارکشها تعیین کننده است. روند تغییرات در ابعاد بارکشها نشان می‌دهد که نسبت فوق رو به کاهش است. در حال حاضر، بارکشهای سنگینی (نظیر تانکرهای حمل سوخت و مواد فله) با نسبت B/۲H بین ۰٫۲٤ تا ۰٫۳۰ در جاده‌های بین‌المللی دیده می‌شوند. به‌علاوه، این ضریب برای بارکشهای معمولی که خارج از استاندارد تعیین شده بار می‌زنند، ممکن است به همین حدود برسد. بنابراین، ضریب اصطکاک بیش از ۰٫۲٤ در تحت هیچ شرایطی در نظر گرفته نمی‌شود.

۳.۳ شیب عرضی حداکثر در قوسهای افقی

در طراحی قوسهای افقی سعی می‌کنند که با شیب دادن سطح راه به طرف مرکز قوس، مقدار نیروی عرضی کم کنند. اگر سطح راه دارای شیب عرضی e به طرف مرکز قوس باشد و اگر وزن وسیله نقلیه برابر W باشد، از نیروی عرضی وارد بر وسیلهٔ نقلیه به مقدار we کاسته می‌شود. رابطهٔ تعادل وسایل نقلیه در پیچها به صورت زیر است:

$$\frac{V^{۲}}{۱۲۷R} \leq e+f$$

حدود شیب عرضی حداکثر

طراح باید شیب عرضی حداکثر برای قوسهای افقی را به عنوان یکی از داده‌های اصلی طرح در نظر بگیرد. شیبهای عرضی حداکثر برای انواع راههای شهری و شرایط اقلیمی جدول ۸ تعیین شده است.

چنانکه در جدول فوق می‌بینید، برای راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها می‌توان شیب عرضی بیشتری در نظر گرفت. زیرا، سرعت وسایل نقلیه در این راهها در حد یکدیگر است و جریان ترافیک پیوستگی دارد. به‌علاوه، راههای شریانی درجه ۱ با بناها

جدول ٦ حداقل شعاع قوس در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها.

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	حداکثر شیب عرضی	حداکثر ضریب اصطکاک مجاز	جمع	حداقل شعاع حساب شده (متر)	حداقل شعاع استاندارد (متر)
۳۰	۰٫۰٤	۰٫۱۷۰	۰٫۲۱۰	۳۳٫۷۵	۳۵
٤۰	۰٫۰٤	۰٫۱٦۵	۰٫۲۰۵	٦۱٫٤٦	٦۵
۵۰	۰٫۰٤	۰٫۱۵۹	۰٫۱۹۹	۹۸٫۹۲	۱۰۰
٦۰	۰٫۰٤	۰٫۱۵۳	۰٫۱۹۳	۱٤٦٫۸۷	۱۵۰
۷۰	۰٫۰٤	۰٫۱٤۷	۰٫۱۸۷	۲۰٦٫۳۲	۲۱۰
۸۰	۰٫۰٤	۰٫۱٤۰	۰٫۱۸۰	۲۷۹٫۹۷	۲۸۰
۹۰	۰٫۰٤	۰٫۱۳٤	۰٫۱۷٤	۳٦٦٫۵۵	۳۸۰
۱۰۰	۰٫۰٤	۰٫۱۲۸	۰٫۱٦۸	٤٦۸٫٦۹	٤۷۵
۱۱۰	۰٫۰٤	۰٫۱۲۲	۰٫۱٦۲	۵۸۸٫۱۲	٦۰۰
۱۲۰	۰٫۰٤	۰٫۱۱۵	۰٫۱۵۵	۷۳۱٫۵۲	۷۵۰
۳۰	۰٫۰٦	۰٫۱۷۰	۰٫۲۳۰	۳۰٫۸۱	۳۰
٤۰	۰٫۰٦	۰٫۱٦۵	۰٫۲۲۵	۵۵٫۹۹	۵۵
۵۰	۰٫۰٦	۰٫۱۵۹	۰٫۲۱۹	۸۹٫۸۹	۹۰
٦۰	۰٫۰٦	۰٫۱۵۳	۰٫۲۱۳	۱۳۳٫۰۸	۱۳۰
۷۰	۰٫۰٦	۰٫۱٤۷	۰٫۲۰۷	۱۸٦٫۳۹	۱۹۰
۸۰	۰٫۰٦	۰٫۱٤۰	۰٫۲۰۰	۲۵۱٫۹۷	۲۵۰
۹۰	۰٫۰٦	۰٫۱۳٤	۰٫۱۹٤	۳۲۸٫۷٦	۳٤۰
۱۰۰	۰٫۰٦	۰٫۱۲۸	۰٫۱۸۸	٤۱۸٫۸۳	٤۲۰
۱۱۰	۰٫۰٦	۰٫۱۲۲	۰٫۱۸۲	۵۲۳٫٤۹	۵۲۵
۱۲۰	۰٫۰٦	۰٫۱۱۵	۰٫۱۷۵	٦٤۷٫۹۲	٦۵۰
۳۰	۰٫۰۸	۰٫۱۷۰	۰٫۲۵۰	۲۸٫۳۵	۳۰
٤۰	۰٫۰۸	۰٫۱٦۵	۰٫۲٤۵	۵۱٫٤۲	۵۰
۵۰	۰٫۰۸	۰٫۱۵۹	۰٫۲۳۹	۸۲٫۳٦	۸۰
٦۰	۰٫۰۸	۰٫۱۵۳	۰٫۲۳۳	۱۲۱٫٦٦	۱۲۰
۷۰	۰٫۰۸	۰٫۱٤۷	۰٫۲۲۷	۱٦۹٫۹۷	۱۷۰
۸۰	۰٫۰۸	۰٫۱٤۰	۰٫۲۲۰	۲۲۹٫۰٦	۲۳۰
۹۰	۰٫۰۸	۰٫۱۳٤	۰٫۲۱٤	۲۹۸٫۰٤	۳۰۰
۱۰۰	۰٫۰۸	۰٫۱۲۸	۰٫۲۰۸	۳۷۸٫۵٦	۳۸۰
۱۱۰	۰٫۰۸	۰٫۱۲۲	۰٫۲۰۲	٤۷۱٫٦٦	٤۷۵
۱۲۰	۰٫۰۸	۰٫۱۱۵	۰٫۱۹۵	۵۸۱٫٤۷	٦۰۰
۳۰	۰٫۱۰	۰٫۱۷۰	۰٫۲۸۰	۲۵٫۳۱	۲۵
٤۰	۰٫۱۰	۰٫۱٦۵	۰٫۲٦۵	٤۷٫۵٤	۵۰
۵۰	۰٫۱۰	۰٫۱۵۹	۰٫۲۵۹	۷٦٫۰۰	۷۵
٦۰	۰٫۱۰	۰٫۱۵۳	۰٫۲۵۳	۱۱۲٫۰٤	۱۱۰
۷۰	۰٫۱۰	۰٫۱٤۷	۰٫۲٤۷	۱۵٦٫۲۰	۱٦۰
۸۰	۰٫۱۰	۰٫۱٤۰	۰٫۲٤۰	۲۰۹٫۹۷	۲۱۰
۹۰	۰٫۱۰	۰٫۱۳٤	۰٫۲۳٤	۲۷۲٫۵٦	۲۸۰
۱۰۰	۰٫۱۰	۰٫۱۲۸	۰٫۲۲۸	۳٤۵٫۳۵	۳۵۰
۱۱۰	۰٫۱۰	۰٫۱۲۲	۰٫۲۲۲	٤۲۹٫۱۷	٤۲۰
۱۲۰	۰٫۱۰	۰٫۱۱۵	۰٫۲۱۵	۵۲۷٫۳۸	۵۲۵
۱۳۰	۰٫۱۰	۰٫۱۰۹	۰٫۲۰۹	٦۳٦٫۷۰	٦۵۰

جدول ۷ حداقل شعاع قوس باشیب عرضی ٤ درصد، راههای شریانی درجه ۲ و رابطهای آنها.

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۲۰	۳۰	٤۰	۵۰	۶۰
حداکثر ضریب اصطکاک مجاز	۰٫۲٤	۰٫۲۳	۰٫۲۱	۰٫۱۹	۰٫۱۸
حداقل شعاع (متر)	۱۲٫۵	۲۷٫۵	۵۰	۸۵	۱۳۰

جدول ۸ حداکثر شیب عرضی مجاز در قوسها.

شرایط اقلیمی	راههای شریانی و رابطهای آنها		خیابانهای محلی
	درجه ۱	درجه ۲	
سردسیر با زمستانهای پر برف	۶	٤	نیمرخ معمولی
معتدل با چند برف در سال	۸	٤	نیمرخ معمولی
گرمسیر بدون برف	۱۰	٤	نیمرخ معمولی

اطراف خود فاصله دارند و تغییر ارتفاع لبهٔ جاده، معمولاً مشکل آفرین نیست.

شیب عرضی حداکثر برای راههای شریانی درجه ۲ و رابطهای تقاطعها کمتر تعیین می‌شود؛ زیرا شیب عرضی زیاد ممکن است با وضعیت ورودی ساختمانها و محوطه‌های اطراف این راهها سازگار نباشد، یعنی اختلاف ارتفاع ناشی از آن برای اتصال دادن بناها اطراف به راه ایجاد مشکل کند. همچنین، شیب عرضی زیاد ممکن است لبه‌های جاده را در قسمتهای قوسی بالاتر و پایینتر از سطح زمینهای اطراف قرار دهد، که از نظر زیبایی بصری قابل قبول نیست.

٤.۳ تعیین شعاع حداقل برای قوسها

۱.٤.۳ راههای شریانی درجه ۱

شعاع حداقل برای قوسهای راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای تقاطعهای غیرهمسطح آنها برحسب سرعت طرح و حداکثر شیب عرضی مجاز، در جدول ۶ تعیین شده است. در این جدول، حداقل شعاع براساس رابطهٔ:

$$R_{\text{حداقل}} = \frac{V^2}{127\,(E+F)}$$

محاسبه شده که در آن به‌جای V سرعت طرح، به‌جای E حداکثر شیب عرضی، و به‌جای F حداکثر مجاز ضریب اصطکاک گذاشته شده است.

حداقل شعاع برای رابطهای تقاطعهای همسطح واقع در راههای شریانی درجه ۱ مطابق بند ۲.٤.۳ تعیین شود.

۲.٤.۲ راههای شریانی درجه ۲

شعاع حداقل برای قوسهای راههای شریانی درجه ۲ و رابطهای آنها، برحسب سرعت طرح و حداکثر شیب عرضی مجاز ٤ درصد، در جدول ۷ تعیین شده است. این جدول مانند جدول ٦ براساس فرمول داده شده در بند ۱.٤.۳ محاسبه شده است. تفاوت دو جدول ٦ و ۷، ناشی از حداکثر ضریب اصطکاک مجاز برای راههای شریانی درجه ۱ و ۲ است.

در راههای شریانی درجه ۲ ممکن است بخواهند مقطع عرضی معمولی راه را در قوسها حفظ کنند در این صورت، شعاع حداقل بیشتر است. شعاع حداقل قوسها با فرض ۲ درصد شیب عرضی مخالف در جدول ۹ تعیین شده است. از این جدول در مواردی استفاده می‌کنند که می‌خواهند مقطع عرضی معمولی رادر قوسها نگه دارند.

جدول ۹ حداقل شعاع قوس با شیب عرضی معمولی، راههای شریانی درجه ۲ و رابطهای آنها.

سرعت طرح (کیلومتردرساعت)	۲۰	۳۰	٤۰	۵۰	٦۰
حداقل شعاع (متر)	۱۵	۳۵	۷۰	۱۲۰	۱۸۰

۳.٤.۲ خیابانهای محلی

در خیابانهای محلی، شیب عرضی معمولی راه رانباید به مناسبت وجود قوس تغییر داد در این راهها، از نظر ایمنی وسایل نقلیه موتوری، شعاع قوسها نباید از حداقلهای تعیین شده در جدول ۱۰ کمتر باشد. از طرف دیگر، برای وادار کردن وسایل نقلیه موتوری به کاهش سرعت، باید سعی کنند که شعاع قوسهای خیابانهای محلی در حدود شعاعهای حداقل باشد.

جدول ۱۰ حداقل شعاع قوس در خیابانهای محلی.

سرعت طرح (کیلومتردرساعت)	۲۰	۲۵	۳۰
شعاع حداقل (متر)	۱۵	۲۵	۳۵

۵.۳ تعیین شیب عرضی برای شعاعهای بزرگتر از شعاع حداقل

۱.۵.۳ راههای شریانی درجه ۱

در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای تقاطعهای غیرهمسطح آنها، شیب عرضی مناسب برای قوسهایی که شعاع آنها از شعاع حداقل بیشتر است، به ترتیب زیر تعیین شود:

اول) چنانچه شعاع قوس برابر یا بزرگتر از ارقام داده شده در جدول ۱۱ است، تغییر دادن شیب عرضی در قوس لازم نیست.

دوم) چنانچه شعاع قوس کمتر از مقادیر داده شده در جدول ۱۱ است، شیب عرضی را با استفاده از جدولهای ۱۲ تا ۱۵ یا شکلهای ۱۱ تا ۱۴، به دست آورید. برای شعاعهایی که در این جدولها نیست، شیب عرضی را، از روی اعداد مجاور، به تناسب تعیین کنید.

شیبهای عرضی برحسب درصد و تا یک رقم اعشار تعیین و در نقشه‌ها نشان داده شود. شیب عرضی رابطهای تقاطعهای همسطح واقع در راههای شریانی درجه ۱ مطابق بند ۲.۵.۳ تعیین شود.

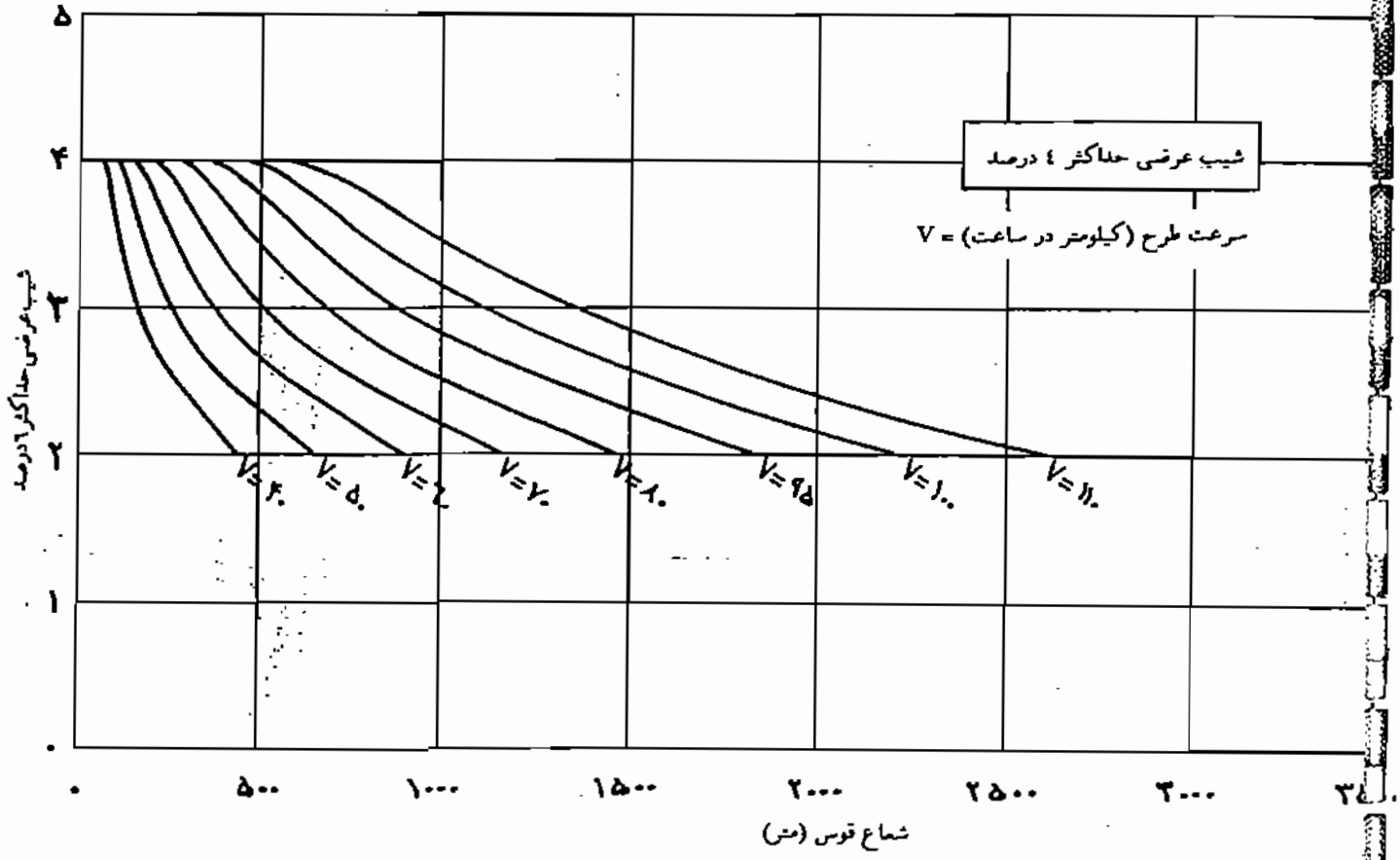
جدول ۱۱ حداقل شعاع قوس با شیب عرضی معمولی، راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها.

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
حداقل شعاع قوس (متر)	۳۵۰	۶۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۳۵۰۰	۴۰۰۰	۴۵۰۰	۵۰۰۰
ضریب اصطکاک ناشی‌ازنیروی عرضی	۰٫۰۴۰	۰٫۰۴۱	۰٫۰۴۰	۰٫۰۳۹	۰٫۰۳۹	۰٫۰۴۰	۰٫۰۳۸	۰٫۰۴۰	۰٫۰۴۱	۰٫۰۴۳

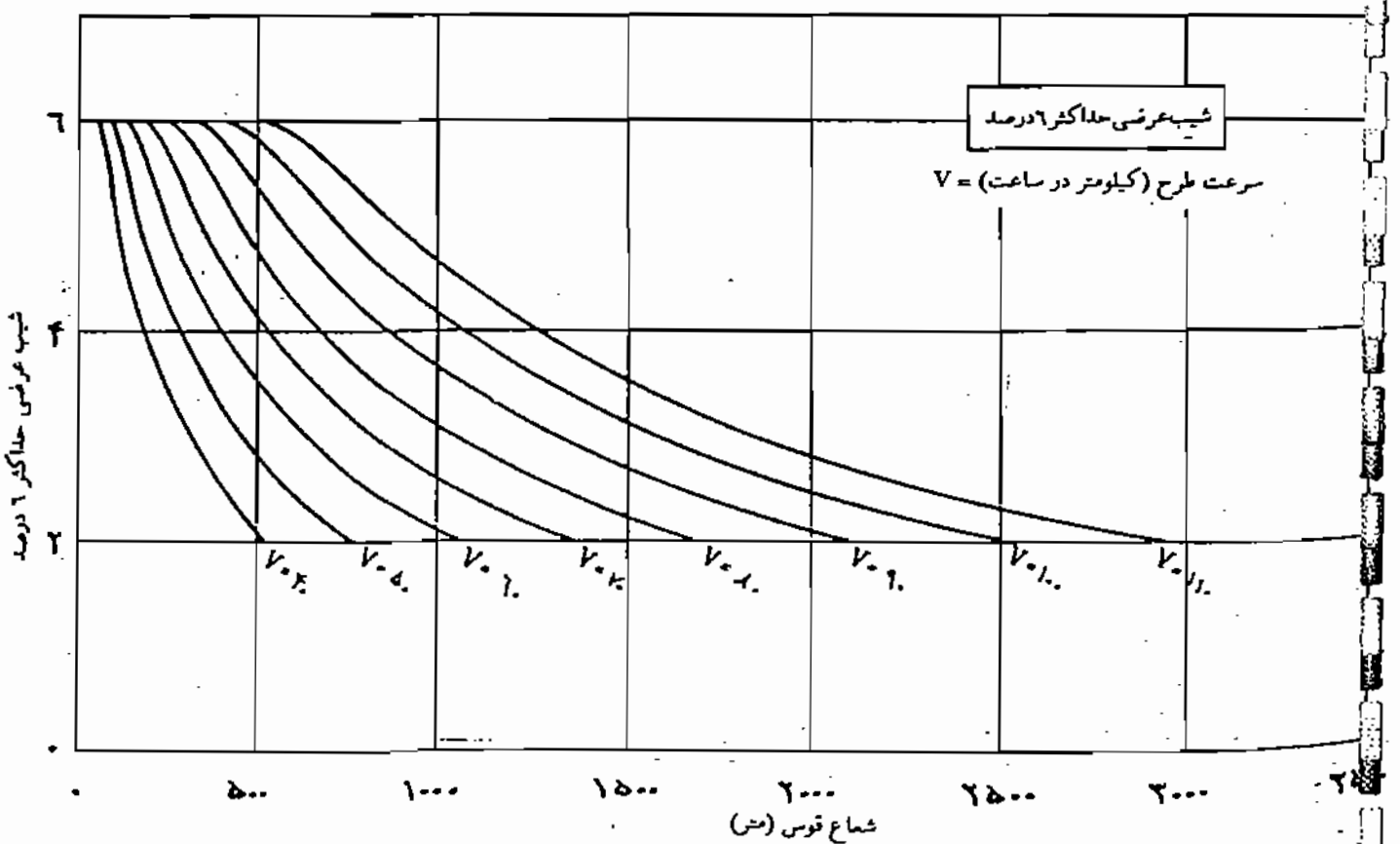
۲.۵.۳ راههای شریانی درجه ۲

در راههای شریانی درجه ۲ و رابطهای آنها، شیب عرضی مناسب برای قوسهایی که شعاع آنها از شعاع حداقل بیشتر است، به ترتیب زیر تعیین شود:

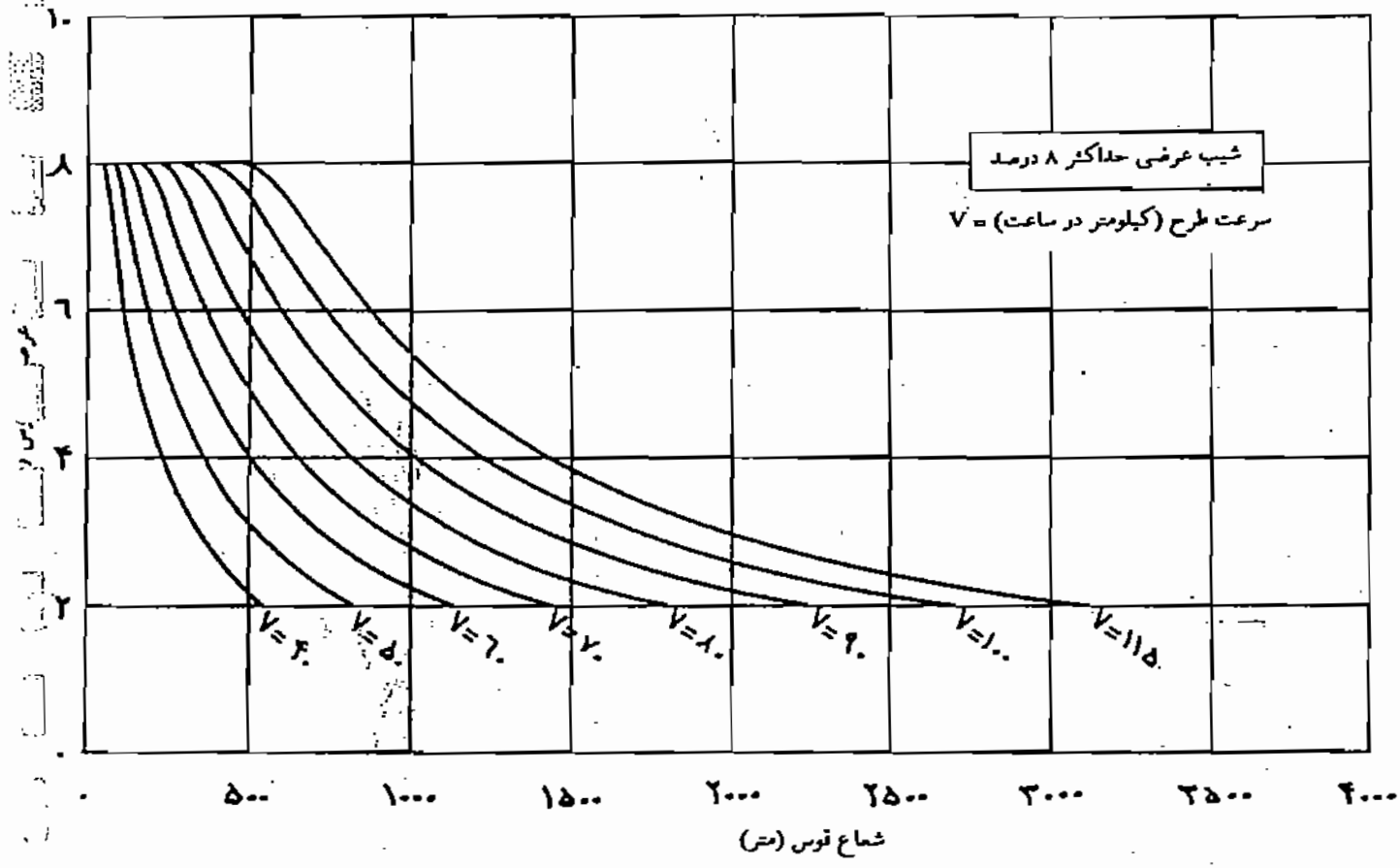
اول) چنانچه شعاع قوس برابر یا بزرگتر از ارقام داده شده در جدول ۹ است، تغییر دادن شیب عرضی در قوس لازم نیست.



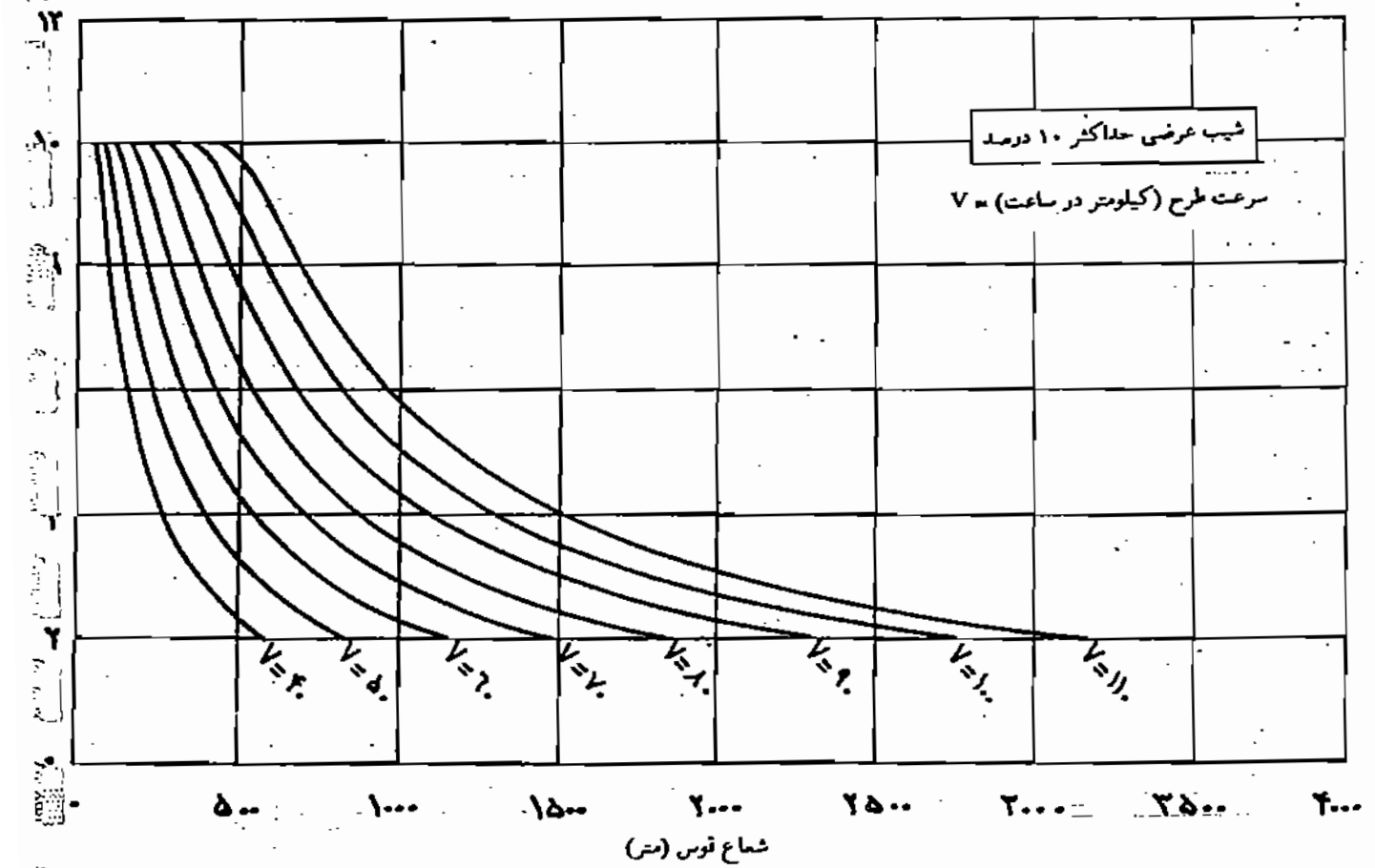
شکل ۱۱ تعیین شیب عرضی در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها، حداکثر شیب عرضی ٤ درصد



شکل ۱۲ تعیین شیب عرضی در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها، حداکثر شیب عرضی ٦ درصد



شکل ۱۳ تعیین شیب عرضی در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها، حداکثر شیب عرضی ۸ درصد



شکل ۱۴ تعیین شیب عرضی در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها، حداکثر شیب عرضی ۱۰ درصد

جدول ۱۲ شیب عرضی قوس در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها، برای حداکثر شیب عرضی ٤ درصد (۱).

سرعت‌طرح (ساعت/کیلومتر) / شعاع (متر)	۳۰	٤۰	۵۰	٦۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
۲۵										
۳۰	٤/۰									
٤۵	۳/۸									
۵۰	۳/۷									
۵۵	۳/٦									
٦۰	۳/۵	٤/۰								
٦۵	۳/٤	٤/۰								
۷۰	۳/۳	٤/۰								
۷۵	۳/۳	۳/۹								
۸۰	۳/۲	۳/۹								
۸۵	۳/۱	۳/۸								
۹۰	۳/۰	۳/۷								
۹۵	۳/۰	۳/۷								
۱۰۰	۲/۹	۳/٦	٤/۰							
۱۰۵	۲/۹	۳/٦	٤/۰							
۱۱۰	۲/۸	۳/۵	٤/۰							
۱۱۵	۲/۸	۳/۵	۳/۹							
۱۲۰	۲/۷	۳/٤	۳/۹							
۱۲۵	۲/۷	۳/٤	۳/۹							
۱۳۰	۲/٦	۳/۳	۳/۹							
۱٤۰	۲/٦	۳/۲	۳/۸							
۱۵۰	۲/۵	۳/۱	۳/۷	٤/۰						
۱٦۰	۲/۵	۳/۰	۳/٦	٤/۰						
۱۷۰	۲/٤	۳/۰	۳/٦	٤/۰						
۱۸۰	۲/٤	۲/۹	۳/۵	۳/۹						
۱۹۰	۲/۳	۲/۹	۳/٤	۳/۹						
۲۰۰	۲/۳	۲/۸	۳/۳	۳/۸						
۲۱۰	۲/۲	۲/۸	۳/۳	۳/۸	٤/۰					
۲۲۰	۲/۲	۲/۷	۳/۲	۳/۷	٤/۰					
۲۳۰	۲/۱	۲/۷	۳/۲	۳/۷	٤/۰					
۲٤۰	۲/۱	۲/٦	۳/۱	۳/٦	٤/۰					
۲۵۰	/	۲/٦	۳/۱	۳/٦	۳/۹					
۲۸۰	/	۲/۵	۲/۹	۳/٤	۳/۸	٤/۰				
۳۰۰	/	۲/٤	۲/۹	۳/۳	۳/۷	٤/۰				
۳۲۰	/	۲/٤	۲/۸	۳/۲	۳/۷	٤/۰				
۳٤۰	/	۲/۳	۲/۷	۳/۲	۳/٦	۳/۹				
۳۵۰	۰	۲/۳	۲/۷	۳/۱	۳/۵	۲/۹				
۳۸۰		۲/۲	۲/٦	۳/۰	۳/٤	۳/۸	٤/۰			

جدول ۱۲ (ادامه)

شعاع (متر) / سرعت‌طرح (ساعت/کیلومتر)	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
۴۰۰		۲/۲	۲/۶	۲/۹	۳/۴	۳/۷	۴/۰			
۴۲۰		۲/۱	۲/۵	۲/۹	۳/۳	۳/۷	۴/۰			
۴۵۰		/	۲/۴	۲/۸	۳/۲	۳/۶	۳/۹			
۴۷۵		/	۲/۴	۲/۷	۳/۱	۳/۵	۳/۸	۴/۰		
۵۰۰		/	۲/۳	۲/۷	۳/۰	۳/۵	۳/۸	۴/۰		
۵۲۵		/	۲/۳	۲/۶	۳/۰	۳/۴	۳/۷	۴/۰		
۵۵۰		/	۲/۲	۲/۶	۲/۹	۳/۳	۳/۷	۳/۹		
۵۷۵		/	۲/۲	۲/۵	۲/۹	۳/۳	۳/۶	۳/۹	۴/۰	
۶۰۰		۰	۲/۱	۲/۵	۲/۸	۳/۲	۳/۶	۳/۹	۴/۰	
۶۵۰			/	۲/۴	۲/۷	۳/۱	۳/۵	۳/۸	۴/۰	
۷۰۰			/	۲/۳	۲/۶	۳/۰	۳/۳	۳/۷	۳/۹	۴/۰
۷۵۰			/	۲/۳	۲/۶	۲/۹	۳/۲	۳/۶	۳/۹	۴/۰
۸۰۰			/	۲/۲	۲/۵	۲/۸	۳/۲	۳/۵	۳/۸	۴/۰
۸۵۰			/	۲/۱	۲/۴	۲/۷	۳/۱	۳/۴	۳/۷	۳/۹
۹۰۰			/	/	۲/۴	۲/۷	۳/۰	۳/۳	۳/۶	۳/۹
۹۵۰			/	/	۲/۳	۲/۶	۲/۹	۳/۲	۳/۵	۳/۸
۱۰۰۰			۰	/	۲/۲	۲/۵	۲/۸	۳/۲	۳/۵	۳/۸
۱۰۵۰				/	۲/۲	۲/۵	۲/۸	۳/۱	۳/۴	۳/۷
۱۱۰۰				/	۲/۱	۲/۴	۲/۷	۳/۰	۳/۳	۳/۶
۱۱۵۰				/	/	۲/۴	۲/۷	۳/۰	۳/۳	۳/۶
۱۲۰۰				/	/	۲/۳	۲/۶	۲/۹	۳/۲	۳/۵
۱۲۵۰				/	/	۲/۲	۲/۶	۲/۸	۳/۱	۳/۴
۱۳۰۰				/	/	۲/۲	۲/۵	۲/۸	۳/۱	۳/۳
۱۴۰۰				/	/	/	۲/۴	۲/۷	۲/۹	۳/۳
۱۵۰۰				۰	/	/	۲/۳	۲/۶	۲/۸	۳/۱
۱۶۰۰					/	/	۲/۲	۲/۵	۲/۷	۳/۰
۱۷۰۰					/	/	۲/۱	۲/۴	۲/۷	۲/۹
۱۸۰۰					/	/	/	۲/۳	۲/۶	۲/۹
۲۰۰۰					۰	/	/	۲/۲	۲/۴	۲/۷
۲۲۰۰						/	/	/	۲/۳	۲/۵
۲۵۰۰						۰	/	/	۲/۱	۲/۳
۳۰۰۰							/	/	/	/
۳۵۰۰							۰	/	/	/
۴۰۰۰								۰	/	/
۴۵۰۰									۰	/
۵۰۰۰										۰

علامت ۰ نشان می دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی درقوس نیست

علامت/ نشان می‌دهد که‌شیب مخالف باید حذف شودومقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای که برای هدایت آبهای سطحی ضروری است، ساخته‌شود

جدول ۱۳ شیب عرضی قوس در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها، برای حداکثر شیب عرضی ٦ درصد (۱).

سرعت‌طرح (ساعت/کیلومتر) / شعاع (متر)	۳۰	٤۰	٥۰	٦۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
۲٥										
۳۰	٦/۰									
٤٥	٥/٦									
٥۰	٥/٤									
٥٥	٥/۲	٦/۰								
٦۰	٥/۰	٦/۰								
٦٥	٤/۹	٥/۹								
۷۰	٤/۷	٥/۸								
۷٥	٤/٦	٥/۷								
۸۰	٤/٥	٥/٦								
۸٥	٤/۳	٥/٥								
۹۰	٤/۲	٥/٤	٦/۰							
۹٥	٤/۱	٥/۳	٦/۰							
۱۰۰	٤/۱	٥/۲	٦/۰							
۱۰٥	٤/۰	٥/۱	٥/۹							
۱۱۰	۳/۹	٥/۰	٥/۹							
۱۱٥	۳/۸	٤/۹	٥/۸							
۱۲۰	۳/۸	٤/۸	٥/۷							
۱۲٥	۳/۷	٤/۸	٥/۷							
۱۳۰	۳/٦	٤/۷	٥/٦	٦/۰						
۱٤۰	۳/٥	٤/٥	٥/٥	٦/۰						
۱٥۰	۳/۳	٤/٤	٥/۳	٥/۹						
۱٦۰	۳/۲	٤/۳	٥/۲	٥/۹						
۱۷۰	۳/۱	٤/۲	٥/۱	٥/۸						
۱۸۰	۳/۰	٤/۱	٤/۹	٥/۷						
۱۹۰	۲/۹	٤/۰	٤/۸	٥/٦	٦/۰					
۲۰۰	۲/۸	۳/۹	٤/۷	٥/٥	٦/۰					
۲۱۰	۲/۷	۳/۸	٤/٦	٥/٤	٥/۹					
۲۲۰	۲/٦	۳/۷	٤/٥	٥/۳	٥/۹					
۲۳۰	۲/٥	۳/٦	٤/٤	٥/۲	٥/۸					
۲٤۰	۲/٤	۳/٦	٤/۳	٥/۱	٥/۸					
۲٥۰	۲/۳	۳/٥	٤/۲	٥/۱۰	٥/۷	٦/۰				
۲۸۰	۲/۱	۳/۳	٤/۰	٤/۸	٥/٥	٦/۰				
۳۰۰	/	۳/۱	۳/۹	٤/٦	٥/۳	٥/۹				
۳۲۰	/	۳/۰	۳/۸	٤/٥	٥/۲	٥/۸	٦/۰			
۳٤۰	/	۲/۹	۳/۷	٤/٤	٥/۰	٥/۷	٦/۰			
۳٥۰	۰	۲/۸	۳/٦	٤/۳	٥/۰	٥/٦	٦/۰			
۳۸۰		۲/٦	۳/٤	٤/۱	٤/۸	٥/٤	٥/۹			

جدول ۱۳ (ادامه)

شعاع (متر) / سرعت‌طرح (ساعت/کیلومتر)	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
۴۰۰		۲/۵	۳/۳	۴/۰	۴/۷	۵/۳	۵/۸			
۴۲۰		۲/۴	۳/۲	۳/۹	۴/۶	۵/۲	۵/۸	۶/۰		
۴۵۰		۲/۳	۳/۱	۳/۸	۴/۴	۵/۰	۵/۶	۶/۰		
۴۷۵		۲/۲	۳/۰	۳/۷	۴/۳	۴/۹	۵/۵	۵/۹		
۵۰۰		۲/۱	۲/۹	۳/۶	۴/۲	۴/۸	۵/۴	۵/۹		
۵۲۵		/	۲/۸	۳/۵	۴/۱	۴/۷	۵/۳	۵/۸	۶/۰	
۵۵۰		/	۲/۷	۳/۴	۴/۰	۴/۶	۵/۲	۵/۷	۶/۰	
۵۷۵		/	۲/۶	۳/۳	۳/۹	۴/۴	۵/۱	۵/۶	۶/۰	
۶۰۰		۰	۲/۵	۳/۲	۳/۸	۴/۳	۵/۰	۵/۵	۵/۹	
۶۵۰			۲/۳	۳/۰	۳/۶	۴/۱	۴/۸	۵/۳	۵/۸	۶/۰
۷۰۰			۲/۲	۲/۹	۳/۴	۴/۰	۴/۶	۵/۱	۵/۶	۶/۰
۷۵۰			۲/۱	۲/۷	۳/۲	۳/۸	۴/۴	۵/۰	۵/۵	۵/۹
۸۰۰			/	۲/۵	۳/۱	۳/۶	۴/۲	۴/۸	۵/۳	۵/۸
۸۵۰			/	۲/۴	۳/۰	۳/۵	۴/۱	۴/۶	۵/۱	۵/۷
۹۰۰			/	۲/۳	۲/۸	۳/۴	۳/۹	۴/۵	۵/۰	۵/۵
۹۵۰			/	۲/۲	۲/۷	۳/۲	۳/۸	۴/۳	۴/۸	۵/۴
۱۰۰۰			۰	۲/۱	۲/۶	۳/۱	۳/۷	۴/۲	۴/۷	۵/۲
۱۰۵۰				/	۲/۵	۳/۰	۳/۵	۴/۱	۴/۵	۵/۱
۱۱۰۰				/	۲/۴	۲/۹	۳/۴	۳/۹	۴/۴	۵/۰
۱۱۵۰				/	۲/۳	۲/۸	۳/۳	۳/۸	۴/۳	۴/۸
۱۲۰۰				/	۲/۲	۲/۷	۳/۲	۳/۷	۴/۲	۴/۷
۱۲۵۰				/	۲/۲	۲/۶	۳/۱	۳/۶	۴/۰	۴/۶
۱۳۰۰				/	۲/۱	۲/۵	۳/۰	۳/۵	۳/۹	۴/۴
۱۴۰۰				/	/	۲/۴	۲/۸	۳/۳	۳/۷	۴/۲
۱۵۰۰				۰	/	۲/۲	۲/۷	۳/۱	۳/۵	۴/۰
۱۶۰۰					/	۲/۱	۲/۶	۳/۰	۳/۴	۳/۸
۱۷۰۰					/	/	۲/۴	۲/۸	۳/۲	۳/۶
۱۸۰۰					/	/	۲/۳	۲/۷	۳/۱	۳/۵
۲۰۰۰					۰	/	۲/۱	۲/۵	۲/۸	۳/۲
۲۲۰۰						/	/	۲/۳	۲/۶	۳/۰
۲۵۰۰						۰	/	/	۲/۳	۲/۷
۳۰۰۰							/	/	/	۲/۳
۳۵۰۰							۰	/	/	/
۴۰۰۰								۰	/	/
۴۵۰۰									۰	/
۵۰۰۰										۰

علامت ۰ نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

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

جدول ۱٤ شیب عرضی قوس در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها، برای حداکثر شیب عرضی ۸ درصد (۱).

سرعت‌طرح (ساعت/کیلومتر) / شعاع (متر)	۳۰	٤۰	٥۰	٦۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
۲٥										
۳۰	۸/۰									
٤٥	۷/۲									
٥۰	٦/۹	۸/۰								
٥٥	٦/٤	۸/۰								
٦۰	٦/٤	۷/۹								
٦٥	٦/۱	۷/۷								
۷۰	٥/۹	۷/٦								
۷٥	٥/۷	۷/٤								
۸۰	٥/٥	۷/۲	۸/۰							
۸٥	٥/٤	۷/۱	۸/۰							
۹۰	٥/۲	٦/۹	۸/۰							
۹٥	٥/۱	٦/۷	۷/۹							
۱۰۰	٥/۰	٦/٦	۷/۸							
۱۰٥	٤/۸	٦/٥	۷/۷							
۱۱۰	٤/۷	٦/۳	۷/٦							
۱۱٥	٤/٥	٦/۲	۷/٥							
۱۲۰	٤/٤	٦/۱	۷/٤	۸/۰						
۱۲٥	٤/۳	٥/۹	۷/۳	۸/۰						
۱۳۰	٤/۲	٥/۸	۷/۲	۸/۰						
۱٤۰	٤/۰	٥/٦	٦/۹	۷/۹						
۱٥۰	۳/۸	٥/٤	٦/۷	۷/۸						
۱٦۰	۳/٦	٥/۳	٦/٥	۷/٦						
۱۷۰	۳/٤	٥/۱	٦/۳	۷/٥	۸/۰					
۱۸۰	۳/۳	٤/۹	٦/۲	۷/۳	۸/۰					
۱۹۰	۳/۱	٤/۸	٦/۰	۷/۱	۷/۹					
۲۰۰	۳/۰	٤/٦	٥/۸	۷/۰	۷/۸					
۲۱۰	۲/۹	٤/٥	٥/۷	٦/۸	۷/۷					
۲۲۰	۲/۸	٤/۳	٥/٥	٦/۷	۷/٦					
۲۳۰	۲/۷	٤/۲	٥/٤	٦/٥	۷/٥	۸/۰				
۲٤۰	۲/٦	٤/۱	٥/۳	٦/٤	۷/٤	۸/۰				
۲٥۰	۲/٥	٤/۰	٥/۲	٦/۳	۷/۳	۷/۹				
۲۸۰	۲/۳	۳/٦	٤/۸	٥/۹	٦/۹	۷/۷				
۳۰۰	۲/۱	۳/٥	٤/٦	٥/۷	٦/۷	۷/٦	۸/۰			
۳۲۰	۱/۰	۳/۳	٤/٤	٥/٥	٦/٤	۷/٤	۸/۰			
۳٤۰	۱/۰	۳/۱	٤/۲	٥/۳	٦/۲	۷/۲	۷/۹			—
۳٥۰	۰	۳/۱	٤/۱	٥/۲	٦/۱	۷/۱	۷/۸			
۳۸۰		۲/۹	۳/۹	٤/۹	٥/۸	٦/۸	۷/٦	۸/۰		

جدول ١٤ (ادامه)

شعاع (متر) / سرعت طرح (ساعت/کیلومتر)	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١٢٠
٤٠٠		٢/٧	٣/٧	٤/٧	٥/٧	٦/٦	٧/٥	٨/٠		
٤٢٠		٢/٦	٣/٦	٤/٦	٥/٥	٦/٤	٧/٣	٧/٩		
٤٥٠		٢/٥	٣/٤	٤/٣	٥/٢	٦/٢	٧/١	٧/٨		
٤٧٥		٢/٤	٣/٢	٤/٢	٥/١	٦/٠	٦/٩	٧/٦	٨/٠	
٥٠٠		٢/٣	٣/١	٤/٠	٤/٩	٥/٨	٦/٧	٧/٥	٨/٠	
٥٢٥		٢/٢	٣/٠	٣/٩	٤/٧	٥/٦	٦/٥	٧/٣	٧/٩	
٥٥٠		٢/١	٢/٩	٣/٧	٤/٥	٥/٤	٦/٣	٧/٢	٧/٨	
٥٧٥		/	٢/٨	٣/٦	٤/٤	٥/٢	٦/٢	٧/٠	٧/٧	٨/٠
٦٠٠		٥	٢/٧	٣/٥	٤/٢	٥/١	٦/٠	٦/٨	٧/٦	٨/٠
٦٥٠			٢/٥	٣/٣	٤/٠	٤/٨	٥/٧	٦/٥	٧/٣	٧/٩
٧٠٠			٢/٣	٣/١	٣/٨	٤/٥	٥/٤	٦/٢	٧/٠	٧/٧
٧٥٠			٢/٢	٢/٩	٣/٦	٤/٣	٥/١	٥/٩	٦/٧	٧/٥
٨٠٠			٢/١	٢/٧	٣/٤	٤/١	٤/٩	٥/٦	٦/٤	٧/٢
٨٥٠			/	٢/٦	٣/٢	٣/٩	٤/٦	٥/٤	٦/١	٧/٠
٩٠٠			/	٢/٥	٣/٠	٣/٧	٤/٤	٥/٢	٥/٩	٦/٧
٩٥٠			/	٢/٣	٢/٩	٣/٥	٤/٢	٤/٩	٥/٦	٦/٤
١٠٠٠			٥	٢/٢	٢/٨	٣/٤	٤/١	٤/٧	٥/٤	٦/٢
١٠٥٠				٢/١	٢/٧	٣/٢	٣/٩	٤/٦	٥/٢	٦/٠
١١٠٠				٢/١	٢/٦	٣/١	٣/٨	٤/٤	٥/٠	٥/٧
١١٥٠				/	٢/٥	٣/٠	٣/٦	٤/٢	٤/٨	٥/٥
١٢٠٠				/	٢/٤	٢/٩	٣/٥	٤/١	٤/٧	٥/٣
١٢٥٠				/	٢/٣	٢/٨	٣/٤	٣/٩	٤/٥	٥/٢
١٣٠٠				/	٢/٢	٢/٧	٣/٣	٣/٨	٤/٤	٥/٠
١٤٠٠				/	٢/١	٢/٥	٣/١	٣/٦	٤/١	٤/٧
١٥٠٠				٥	/	٢/٤	٢/٩	٣/٤	٣/٨	٤/٤
١٦٠٠					/	٢/٢	٢/٧	٣/٢	٣/٦	٤/٢
١٧٠٠					/	٢/١	٢/٦	٣/٠	٣/٤	٤/٠
١٨٠٠					/	/	٢/٤	٢/٩	٣/٣	٣/٨
٢٠٠٠					٥	/	٢/٢	٢/٦	٣/٠	٣/٤
٢٢٠٠						/	/	٢/٤	٢/٧	٣/٢
٢٥٠٠						٥	/	٢/١	٢/٤	٢/٨
٣٠٠٠							/	/	/	٢/٤
٣٥٠٠							٥	/	/	/
٤٠٠٠								٥	/	/
٤٥٠٠									٥	/
٥٠٠٠										٥

علامت ٥ نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست

علامت / نشان می‌دهد که شیب مخالف باید حذف شودومقطع عرضی با شیب عرضی یکسرهای که‌برای هدایت آبهای سطحی ضروری است، ساخته‌شود

جدول ۱۵ شیب عرضی قوس در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها، برای حداکثر شیب عرضی ۱۰ درصد (۱).

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

جدول ۱۵ (ادامه)

شعاع (متر) \ سرعت‌طرح (ساعت/کیلومتر)	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
۴۰۰		۲/۸	۳/۹	۵/۱	۶/۳	۷/۵	۸/۸	۹/۸		
۴۲۰		۲/۷	۳/۸	۴/۹	۶/۱	۷/۳	۸/۶	۹/۶	۱۰	
۴۵۰		۲/۶	۳/۶	۴/۷	۵/۷	۶/۹	۸/۲	۹/۳	۱۰	
۴۷۵		۲/۴	۳/۴	۴/۵	۵/۵	۶/۶	۷/۹	۹/۱	۹/۹	
۵۰۰		۲/۳	۳/۲	۴/۳	۵/۳	۶/۴	۷/۶	۸/۸	۹/۷	
۵۲۵		۲/۲	۳/۱	۴/۱	۵/۱	۶/۱	۷/۳	۸/۵	۹/۵	۱۰
۵۵۰		۲/۱	۳/۰	۳/۹	۴/۹	۵/۹	۷/۱	۸/۲	۹/۳	۱۰
۵۷۵		/	۲/۹	۳/۸	۴/۷	۵/۷	۶/۸	۸/۰	۹/۱	۹/۹
۶۰۰		۰	۲/۸	۳/۷	۴/۵	۵/۵	۶/۶	۷/۷	۸/۸	۹/۸
۶۵۰			۲/۶	۳/۴	۴/۲	۵/۱	۶/۲	۷/۲	۸/۳	۹/۴
۷۰۰			۲/۴	۳/۲	۴/۰	۴/۸	۵/۸	۶/۸	۷/۸	۹/۰
۷۵۰			۲/۲	۳/۰	۳/۷	۴/۵	۵/۵	۶/۵	۷/۴	۸/۵
۸۰۰			۲/۱	۲/۸	۳/۵	۴/۳	۵/۲	۶/۱	۷/۰	۸/۱
۸۵۰			/	۲/۷	۳/۳	۴/۱	۵/۰	۵/۸	۶/۷	۷/۷
۹۰۰			/	۲/۵	۳/۲	۳/۹	۴/۷	۵/۵	۶/۳	۷/۳
۹۵۰			/	۲/۴	۳/۰	۳/۷	۴/۵	۵/۳	۶/۱	۷/۰
۱۰۰۰			۰	۲/۳	۲/۹	۳/۵	۴/۳	۵/۱	۵/۸	۶/۷
۱۰۵۰				۲/۲	۲/۸	۳/۴	۴/۱	۴/۸	۵/۵	۶/۴
۱۱۰۰				۲/۱	۲/۶	۳/۲	۳/۹	۴/۶	۵/۳	۶/۲
۱۱۵۰				/	۲/۵	۳/۱	۳/۸	۴/۵	۵/۱	۵/۹
۱۲۰۰				/	۲/۴	۳/۰	۳/۶	۴/۳	۴/۹	۵/۷
۱۲۵۰				/	۲/۳	۲/۹	۳/۵	۴/۱	۴/۸	۵/۵
۱۳۰۰				/	۲/۲	۲/۸	۳/۴	۴/۰	۴/۶	۵/۳
۱۴۰۰				/	۲/۱	۲/۶	۳/۲	۳/۷	۴/۳	۵/۰
۱۵۰۰				۰	/	۲/۴	۳/۰	۳/۵	۴/۰	۴/۷
۱۶۰۰					/	۲/۳	۲/۸	۳/۳	۳/۸	۴/۴
۱۷۰۰					/	۲/۲	۲/۶	۳/۱	۳/۶	۴/۱
۱۸۰۰					/	/	۲/۵	۳/۰	۳/۴	۳/۹
۲۰۰۰					۰	/	۲/۳	۲/۷	۳/۱	۳/۶
۲۲۰۰						/	۲/۱	۲/۵	۲/۸	۳/۳
۲۵۰۰						۰	/	۲/۲	۲/۵	۲/۹
۳۰۰۰							/	/	۲/۱	۲/۴
۳۵۰۰							۰	/	/	۲/۱
۴۰۰۰								۰	/	/
۴۵۰۰									۰	/
۵۰۰۰										۰

علامت ۰ نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

علامت / نشان می‌دهد که‌شیب مخالف باید حذف شودومقطع عرضی با شیب عرض یکسرهای که برای هدایت آبهای سطحی ضروری است، ساخته‌شود.

دوم) چنانچه شعاع قوس کمتر از ارقام داده شده در جدول ۹ و برابر یا بزرگتر از ارقام داده شده در جدول ۱۶ است، شیب عرضی مخالف را (اگر وجود دارد) حذف کنید و تمام سطح جاده را با شیب عرضی برابر شیب معمولی راه، در جهت مرکز قوس، طرح کنید.

سوم) چنانچه شعاع قوس کمتر از مقادیر داده شده در جدول ۱۶ است، شیب عرضی را از روی منحنی شکل ۱۵ و یا از رابطهٔ زیر بدست آورید:

$$e = \frac{V^2}{127R} - F$$

که در آن:

V = سرعت طرح، کیلومتر در ساعت؛

R = شعاع قوس، متر؛

F = حداکثر ضریب اصطکاک مجاز، از جدول ۷؛ و

e = شیب عرضی.

شیبهای عرضی برحسب درصد و تا یک رقم اعشار تعیین و در نقشه‌ها نشان داده شود.

جدول ۱۶ حداقل شعاع قوس بدون وجود شیب عرضی مخالف، راههای شریانی درجه ۲ و رابطهای آنها

سرعت طرح (کیلومتردرساعت)	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
حداقل شعاع (متر)	۱۵	۳۰	۶۰	۱۰۰	۱۵۰

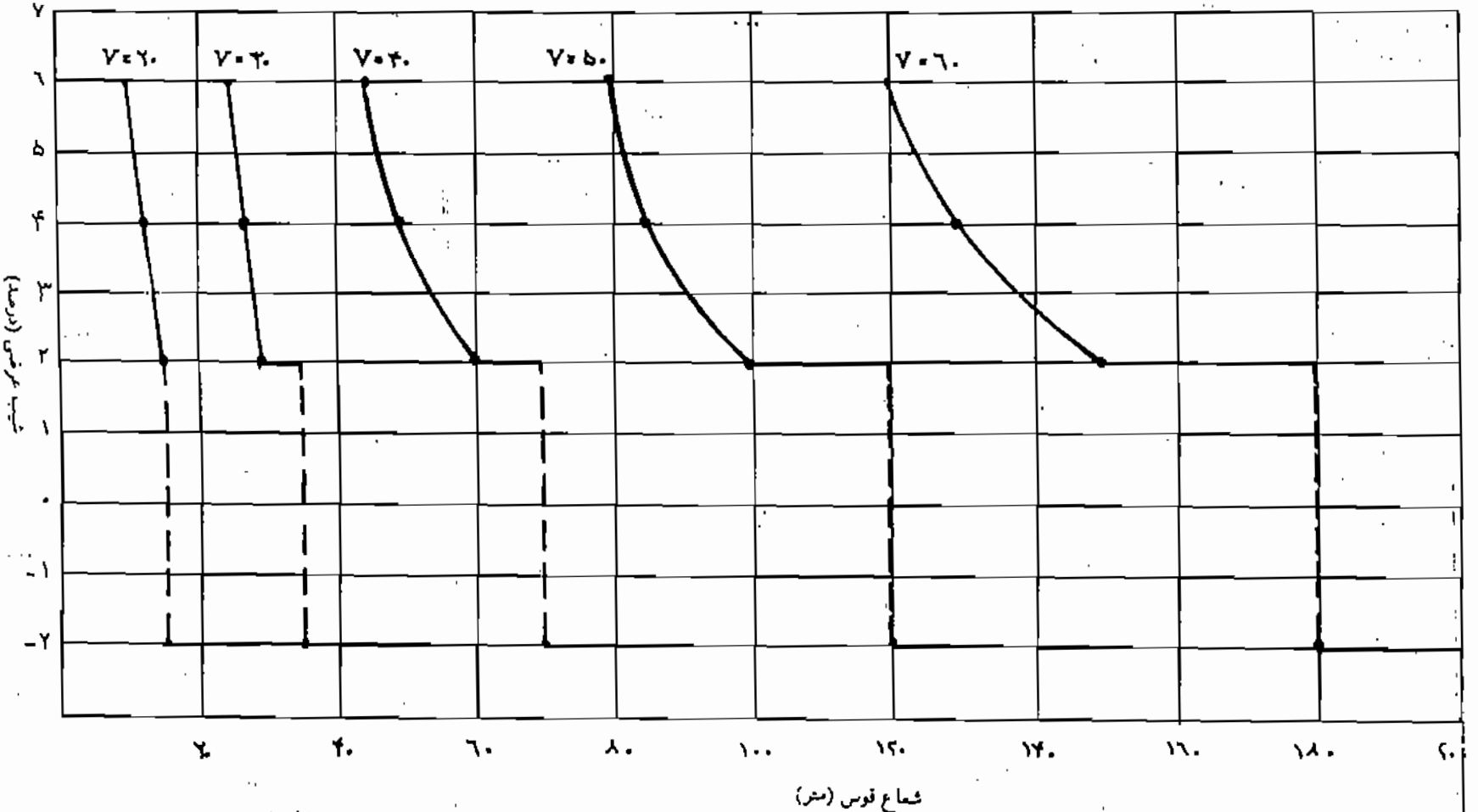
۳.۵.۳ خیابانهای محلی

در خیابانهای محلی به مناسبت وجود قوس شیب عرضی راه را نباید تغییر داد.

۶.۳ تغییر شیبهای عرضی

۱.۶.۳ تعیین طول سرشکن

برای رعایت ایمنی وسایل نقلیه و زیبایی بصری، شیبهای عرضی را باید ملایم و تدریجی تغییر داد. برای این منظور، بین دو شیب عرضی مختلف، طولی به‌عنوان طول سرشکن در نظر می‌گیرند. حداقل طول سرشکن مطابق قاعدهٔ زیر تعیین می‌شود:



راهنما:

۷ = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

- - - = شیبهای عرضی بین ۲ درصد مخالف و ۲ درصد معمولی پیشنهاد نمی‌شود

شکل ۱ تغییر در شیب عرضی در قسمتهای مستقیم و در قوسها

طول لازم برای سرشکن کردن یک درصد تغییر شیب عرضی نباید از نصف مسافتی که وسیلهٔ نقلیه در ظرف یک ثانیه در سرعت طرح طی می‌کند، کمتر باشد. بر این مبنا، طول سرشکن نباید کمتر از حداقلی باشد که از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$L = ۰٫۱۵ \, V e$$

که در آن:

L = حداقل طول سرشکن، متر؛

e = تغییر شیب عرضی، درصد؛ و

V = سرعت طرح، کیلومتر در ساعت.

به علاوه، در هیچ حالتی، طول سرشکن را نباید از ۳۰ متر کمتر گرفت. یعنی، چنانچه طولی که از رابطهٔ بالا به دست می‌آید از ۳۰ متر کمتر است، طول سرشکن را باید حداقل ۳۰ متر گرفت.

در صورتی که قوس اتصال وجود دارد، توصیه می‌شود که طول سرشکن برابر طول قوس اتصال گرفته شود. برای طرز تعیین طول قوس اتصال به بند ۲-۱ رجوع کنید.

۲-۶-۲ طرز قرار دادن طول سرشکن

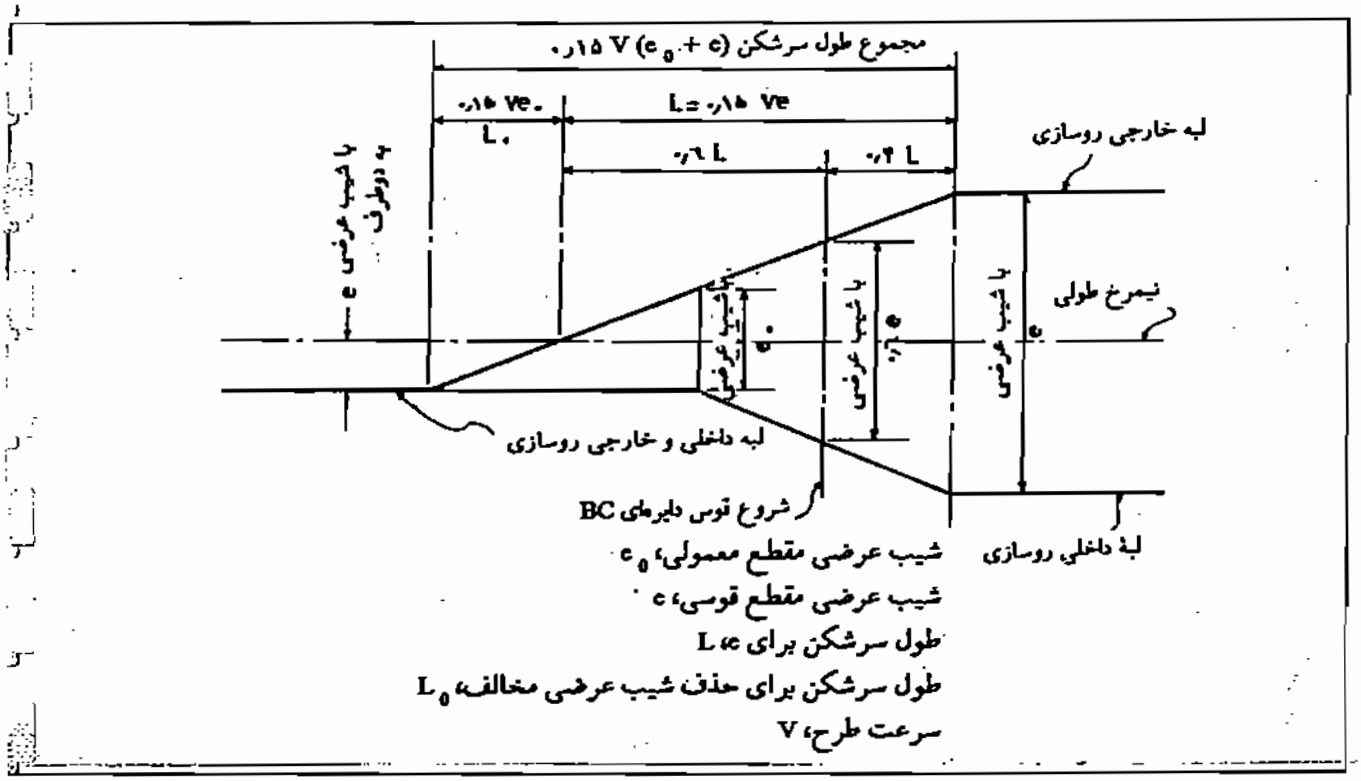
اگر قوس اتصال وجود دارد، شیب مخالف را قبل از قوس اتصال حذف کنید. این کار را در طولی که از فرمول بالا، با منظور کردن شیب عرضی مخالف به جای e، به دست می‌آید انجام دهید. تغییر از شیب عرضی صفر تا شیب عرضی قوس را در طول قوس اتصال اعمال کنید.

اگر قوس اتصال وجود ندارد، قرار دادن تمام طول سرشکن قبل از شروع دایره موجب می‌شود که شیب عرضی مقطع راه حتی قبل از رسیدن به قسمت قوسی، به شیب عرضی کامل قوس نزدیک باشد. چنین وضعیتی مطلوب نیست. برعکس، اگر تمام طول سرشکن را بعد از شروع قوس قرار دهند، قسمتهایی از قوس دارای شیب عرضی مخالف می‌شود و یا شیب عرضی آن با شیب عرضی لازم تفاوت زیادی پیدا می‌کند.

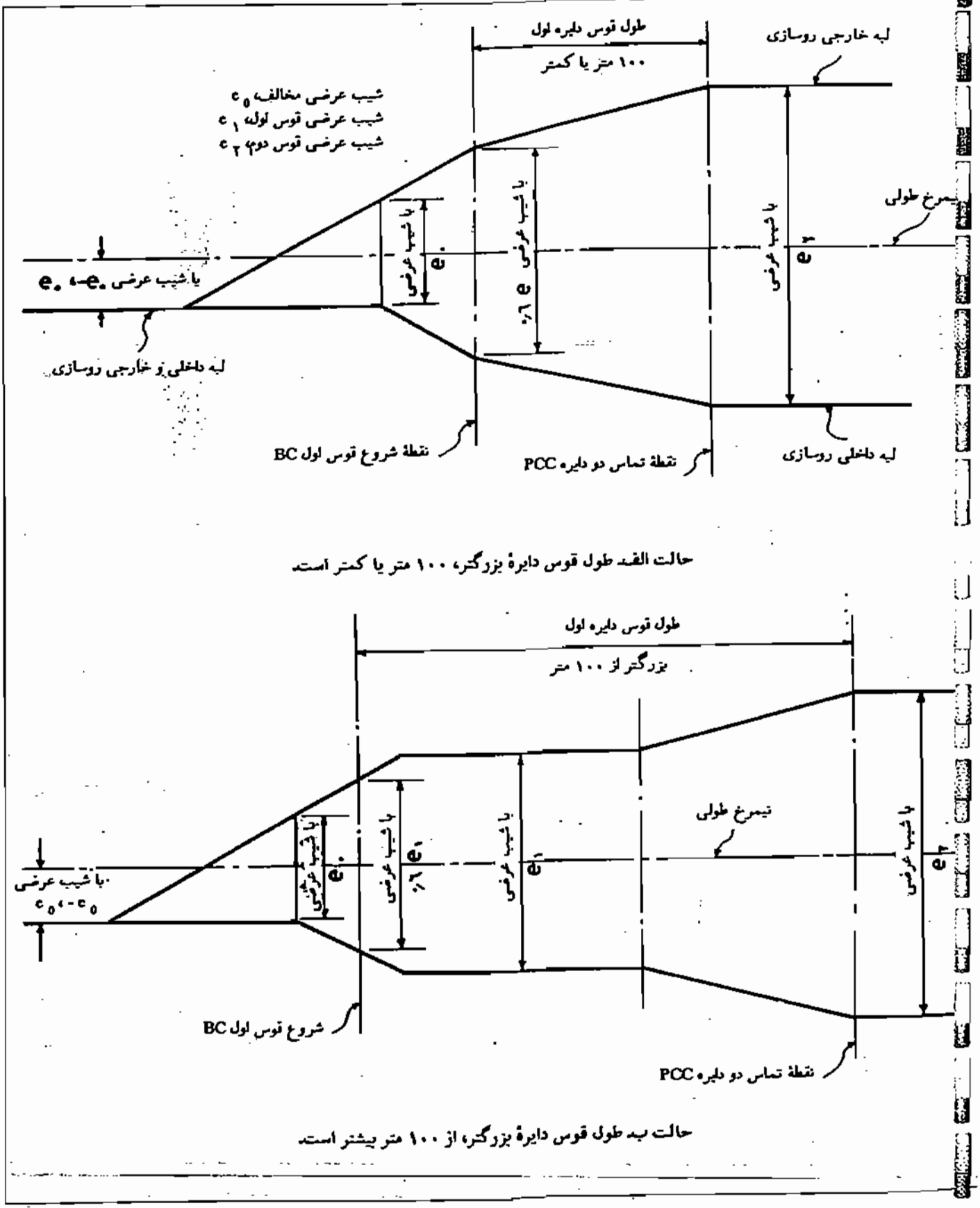
به عنوان یک حد وسط، باید شیب عرضی را در نقطه شروع قوس برابر ۰٫۶۰ شیب عرضی کامل قوس بگیرند بر اساس این ضابطه، تمام طول لازم برای حذف شیب عرضی مخالف (اگر وجود داشته باشد) و همچنین ۶۰ درصد طول لازم برای رسیدن به شیب عرضی قوس، در قسمت مستقیم واقع در قبل از شروع قوس و بقیهٔ طول سرشکن در قسمت دایره‌ای قرار می گیرد.

در مواردی که به علت کمبود جا اعمال قاعدهٔ بالا مشکلات مهمی به وجود می آورد، می‌توان شیب عرضی را در محل شروع یا خاتمهٔ قوس تا ۵۰ درصد شیب عرضی کامل قوس کاهش داد. این حداقل مطلقی است که تنها در حالتهای اضطراری باید از آن استفاده کنند. در تحت هیچ شرایطی شیب عرضی در شروع یا خاتمه قوس دایره‌ای نباید کمتر از ۵۰ و بیشتر از ۶۰ درصد شیب عرضی کامل قوس باشد (شکل ۱۶).

در قوسهای مرکب، اگر طول دایره‌ای که شیب عرضی کمتری دارد، ۱۰۰ متر یا کمتر است، تغییر شیب عرضی بین دو دایره را به صورت یکنواخت در تمام طول این دایره سرشکن کنید. در غیر این صورت، تمام طول سرشکن را قبل از رسیدن به دایره با شیب عرضی بیشتر قرار دهید. در هر دو حالت، حداقل طول سرشکن نباید از ۳۰ متر کمتر باشد (شکل ۱۷).



شکل ۱۶ طرز قراردادن طول سرشکن در قوسهای ساده



شکل ۱۷ طرز قراردادن طول مرشکن در قوسهای مرکب

۳.۶.۳ تعیین حداقل طول مستقیم واقع بین دو قوس معکوس

بین دو دایرهٔ معکوس باید یک قسمت مستقیم برای سرشکن کردن تغییر شیبهای عرضی قرار داد. طول این قسمت نباید در تحت هیچ شرایطی از ۶ر۰ مجموع طولهای سرشکن برای شیب عرضی دو دایره کمتر باشد؛ تا بتوان ۶۰ درصد شیب عرضی هر قوس را در محل شروع آن تأمین کرد. اما، با رعایت این حداقل مطلق، مقطع راه در فاصله بین دو قوس معکوس شیب دوطرفه معمولی را پیدا نمی کند زیرا، در این طول تنها می‌توان شیب عرضی یک دایره را حذف و بلافاصله شیب عرضی دایره دیگر را در جهت مخالف شروع نمود. در این ترتیب، در قسمت مستقیم واقع بین دو دایرهٔ معکوس مقطعی وجود پیدا می کند که فاقد شیب عرضی است. این وضعیت از نظر تخلیهٔ آب بارشها از سطح راه مناسب نیست.

برای جلوگیری از این وضعیت و همچنین برای دادن فرصت بیشتر به رانندگان برای تغییر جهت، باید سعی کنند که در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها فاصله مستقیم واقع بین دو قوس معکوس از حداقل مطلق فوق تا حد امکان بیشتر باشد. مطلوب آن است که مقطع عرضی در فاصله دو قوس به مقطع عرضی معمولی راه (با شیب عرضی معمول تخلیهٔ آبهای سطحی به دو طرف) برسد و بعد تغییر جهت دهد. اما تأمین این وضعیت مطلوب در شرایط مشکل (که معمولاً قوسهای معکوس در آن شرایط پیش می‌آیند) همیشه ساده نیست.

بر این مبنا، حداقل مطلق و حداقل مطلوب طول مستقیمی که باید در فاصلهٔ بین دو قوس معکوس قرار داده شود به شرح زیر تعیین می‌شود:

$$L_1 = ۰ر۰۹ (e_1 + e_2) V$$

$$L_2 = ۰ر۱۵ (e_1 + e_2) V$$

که در آن:

L_1 = حداقل مطلق طول قسمت مستقیم واقع بین دو دایرهٔ معکوس، متر؛

L_2 = حداقل مطلوب طول قسمت مستقیم واقع بین دو دایرهٔ معکوس، متر؛

e_1 = شیب عرضی دایره اول، درصد؛

e_2 = شیب عرضی دایره دوم، درصد؛ و

V = سرعت طرح، کیلومتر در ساعت.

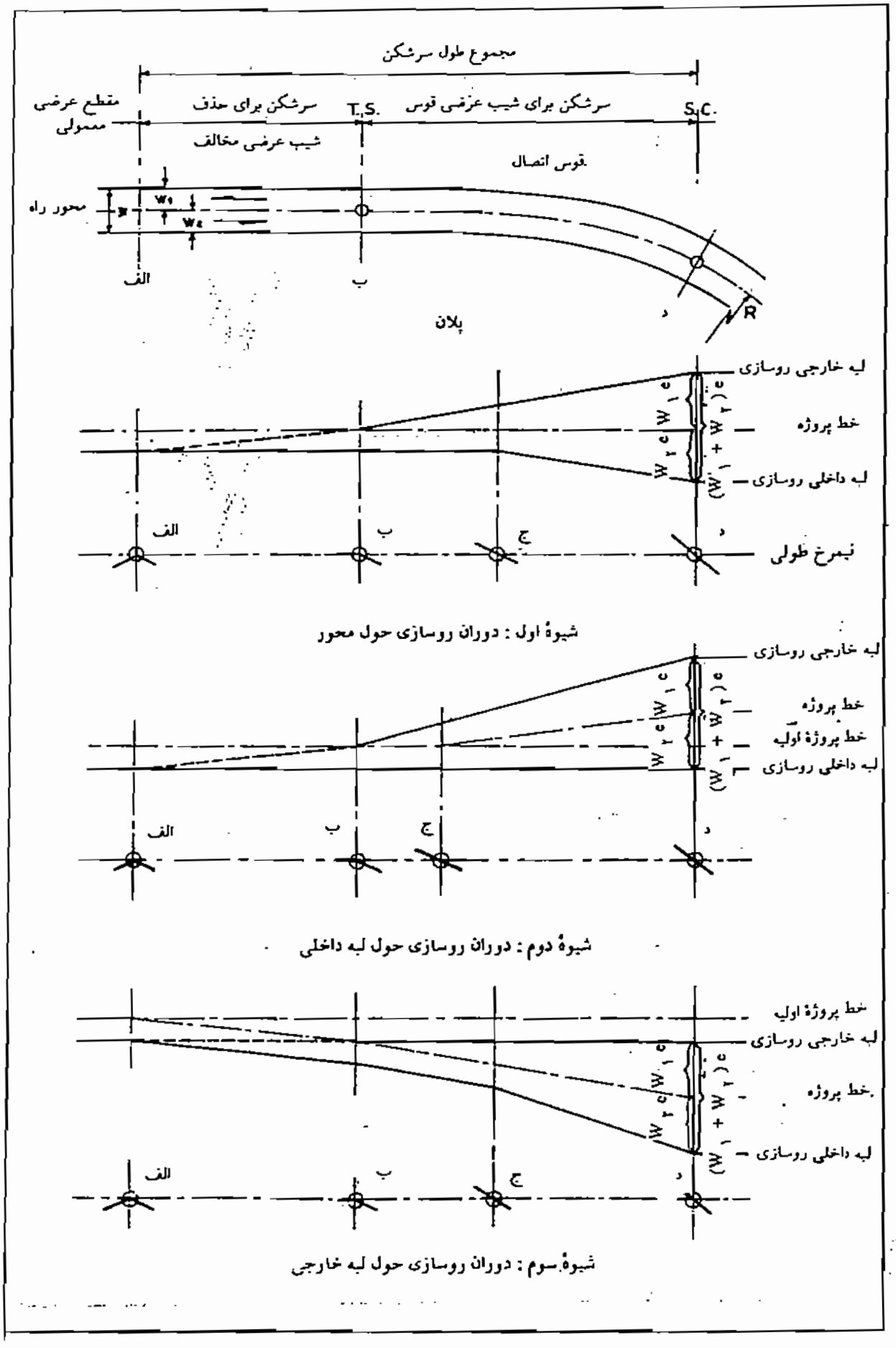
۴.۶.۳ طرز اعمال تبدیل شیبهای عرضی

به منظور تخلیه آب بارشها از سطح راه، آن را از وسط به دو طرف شیب می‌دهند این شیب را که معمولاً حدود ۲ درصد است شیب عرضی معمولی می گویند شیب عرضی در قوسها، یک جهته و به سمت مرکز قوس است. برای اعمال تغییرات شیبهای عرضی و رسیدن از مقطع معمولی (با شیب عرضی دو جهته) به مقطع قوس (با شیب عرضی یک جهته)، ابتدا باید، با حفظ شیب عرضی موافق شیب عرضی قوس، شیب عرضی مخالف را حذف کنند و به مقطعی برسند که شیب عرضی آن در یک جهت و موافق شیب عرضی لازم برای قوس است. از این مقطع به بعد، شیب عرضی تمام عرض روسازی را تغییر می‌دهند تا به شیب عرضی کامل قوس برسند.

در شکل ۱۸ طرز اعمال تغییر شیب عرضی را مشاهده می کنید در این شکل، تغییر ارتفاعات دو لبهٔ روسازی نسبت به خط پروژه نشان داده شده است. برای تغییر دادن شیب عرضی، ابتدا شیب عرضی موافق شیب قوس را ثابت نگه می‌دارند و تنها شیب عرضی مخالف را تغییر می‌دهند؛ تا در مقطعی (مقطع «ج» در شکل ۱۸) تمام عرض سواره‌رو شیب عرضی یکسره‌ای برابر شیب معمولی راه پیدا می کند از این مقطع به بعد، به شیب عرضی یکسره می‌افزایند تا آن شیب برابر شیب عرضی کامل قوس شود (مقطع «د» در شکل ۱۸). برای برگردانیدن شیب عرضی قوس به شیب عرضی معمولی، همین جریان را به طور معکوس، در سر دیگر قوس، تکرار می کنند.

شکل ۱۸ سه شیوهٔ مختلف اعمال شیب عرضی را تشریح می کند در شیوهٔ اول ارتفاع خط پروژه را ثابت نگه می‌دارند و برای تأمین شیب عرضی قوس، لبهٔ خارجی را بالا و لبهٔ داخلی را پایین می‌برند این شیوه معمولی‌ترین و از نظر محاسبه و اجرا ساده‌ترین شیوه‌هاست. هر جا که افزایش ارتفاع لبهٔ خارجی و کاهش ارتفاع لبهٔ داخلی ایجاد مشکل نکند (از نظر زیبایی بصری و دسترسی به محوطه‌های اطراف) تغییر شیبهای عرضی باید با این شیوه انجام گیرد. در راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها، با توجه به فاصله‌ای که بین این راهها و توسعه‌های اطراف آنها وجود دارد پایین یا بالا بردن لبهٔ جاده معمولاً ایجاد مشکل نمی کند.

در راههای شریانی درجه ۲، در حالتهای خاص ممکن است که به علت وضعیت توسعه‌های اطراف بالا بردن یا پایین آوردن یکی از لبه‌های جاده عملی نباشد. در این موارد،



شکل ۱۸ شیوه‌های مختلف اعمال تغییر شیب عرضی.

ارتفاع خط پروژه را، در محدودهٔ قوس افقی، به اندازه لازم بالا و یا پایین می‌برند تا پس از اعمال شیب عرضی قوس، اختلاف ارتفاع لبه‌های روسازی از حدود مورد قبول (با توجه به توسعه‌های اطراف) بیشتر نشود. شکستگی و تغییر شیب طولی خط پروژه، به میزانی که برای پیاده کردن شیبهای عرضی در محدودهٔ قوسها لازم است، از نظر زیبایی بصری و حرکت وسایل نقلیه ایجاد مشکل نمی‌کند و پذیرفته است. در شیوه‌های دوم و سوم شکل ۱۸، از این روش استفاده شده و با تغییر دادن خط پروژه، ارتفاعات لبهٔ داخلی یا خارجی قوس را حفظ کرده‌اند.

در قوسهایی که در لبهٔ آنها جدول وجود دارد، به علت تغییر شیب عرضی و همچنین به علت کوتاهتر بودن طول لبهٔ داخلی قوس نسبت به محور آن، با وجود یک خط پروژه ملایم، نیمرخ لبهٔ داخلی جاده ممکن است شکسته و بدنما به نظر آید و خشی گودیهایی پیدا کند که در خط پروژه نیست. اگر در لبهٔ داخلی قوسها جدول گذاشته می‌شود، باید نیمرخ طولی لبه را رسم کنند و اگر این نیمرخ ناصاف و شکسته است آن را تعدیل نمایند.

برای این کار، اول ارتفاع لبه‌های روسازی را براساس خط پروژه و شیبهای عرضی، در قسمت قوسی و در طول سرشکن تعیین، و نیمرخ طولی لبهٔ داخلی را رسم کنید. سپس، شکستگیهای این نیمرخ را به طریق ترسیمی و یا با استفاده از قوسهای قائم، ملایم و صاف کنید. ارتفاعات نقاط مختلف لبهٔ روسازی را، به فاصلهٔ هر ۱۰ متر، از روی نیمرخ تعدیل شده تعیین کنید و آنها را در پلان ارتفاعات نشان دهید.

۷.۳ تعریض خط در قوسها

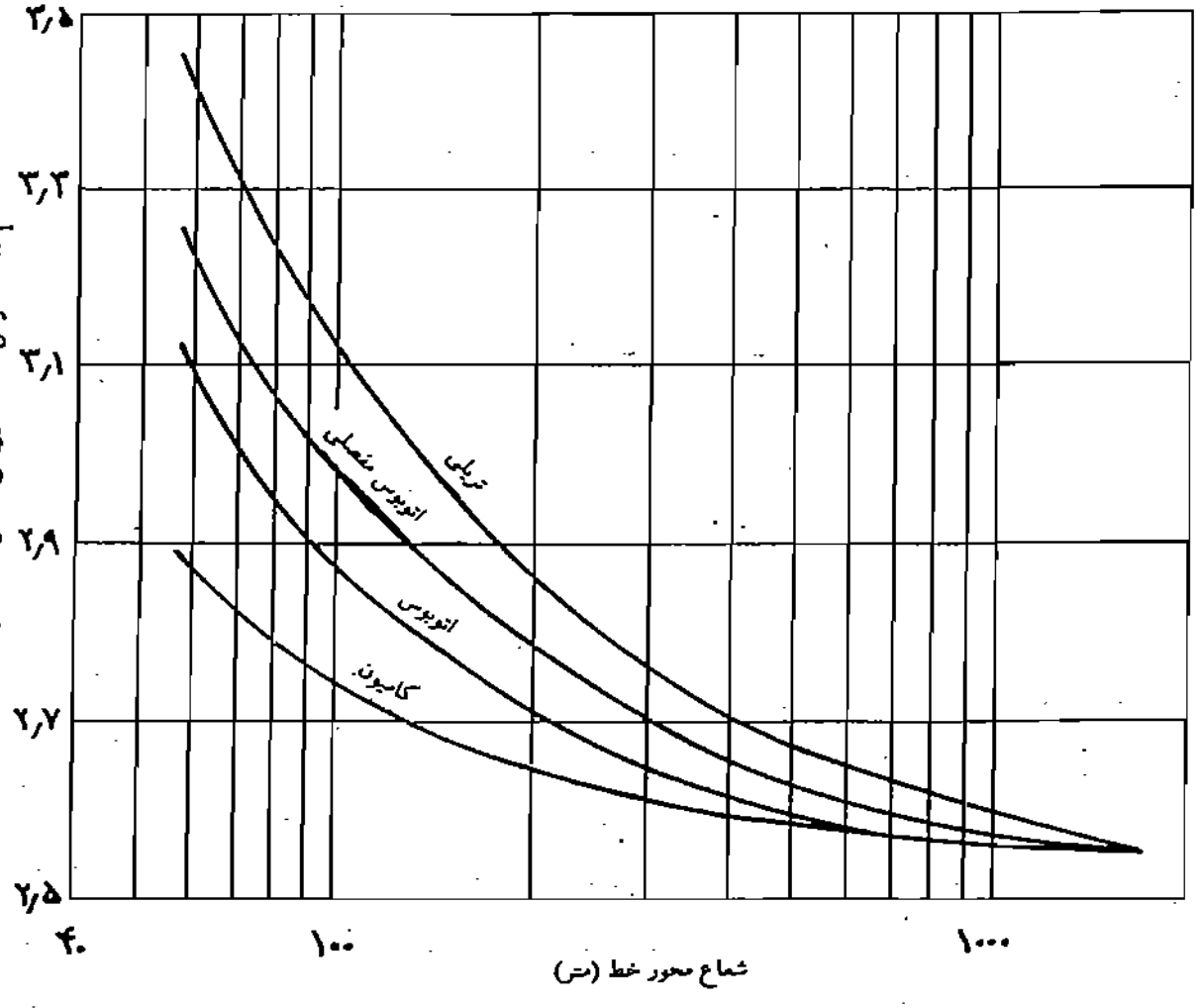
۱.۷.۳ ضرورت

وسایل نقلیه هنگام عبور از قوسها به سه مناسبت به عرض بیشتری نیاز دارند:

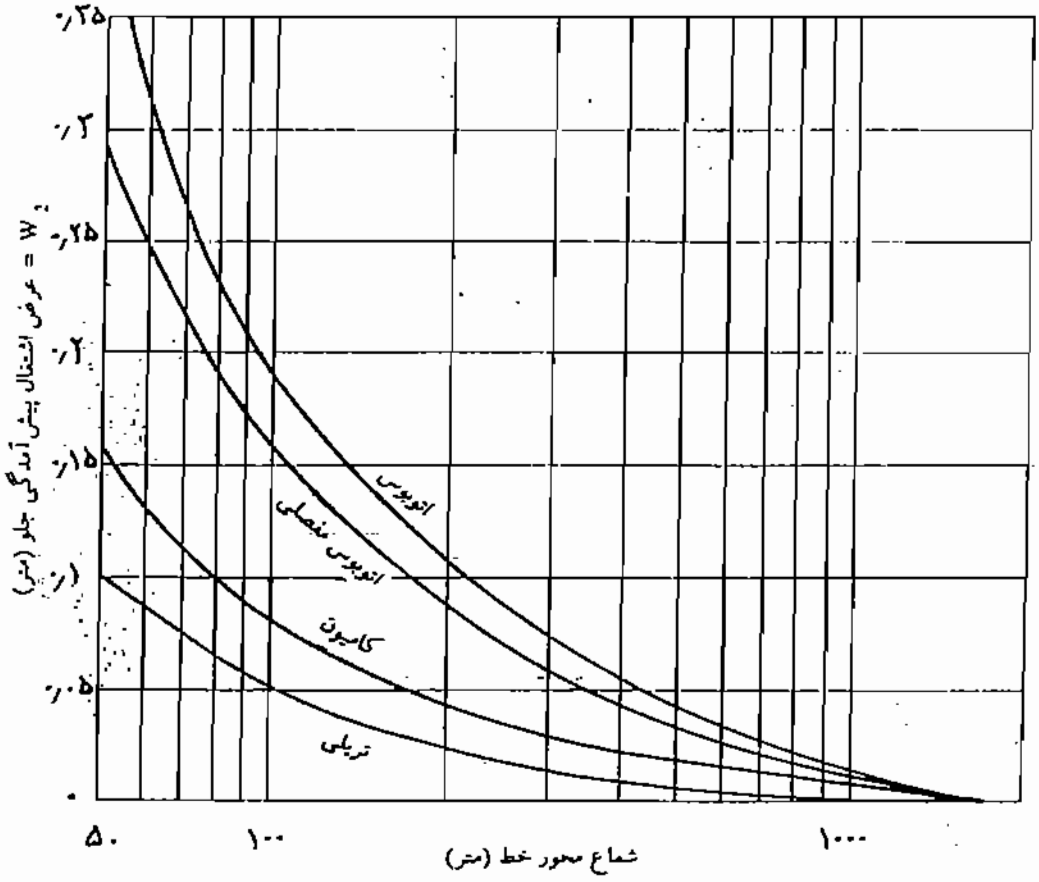
اول) وسیلهٔ نقلیه مستقیم است و کاملاً از شکل قوس پیروی نمی‌کند، به این علت، عرض اشغال وسیله نقلیه از عرض فیزیکی آن بیشتر است. منحنیهای شکل ۱۹ عرض اشغال انواع وسایل نقلیهٔ تیپ را در شعاعهای مختلف نشان می‌دهد.

دوم) در قوسها، پیش آمدگی جلوی وسیلهٔ نقلیه عرضی را اشغال می کند. منحنیهای شکل ۲۰ این عرض را برای انواع وسایل نقلیه تیپ در شعاعهای مختلف نشان می‌دهد. در سرعتهای ۱۵ کیلومتر در ساعت و کمتر، چنانچه خارج شدن پیش آمدگی جلو ممکن باشد و پیش آمدگی با موانع واقع در کنار سواره‌رو (درخت، پایه‌های علائم، و مانند آن) برخورد نکند؛ در تعیین عرض سواره‌رو، می‌توان پیش آمدگی جلو را در نظر نگرفت.

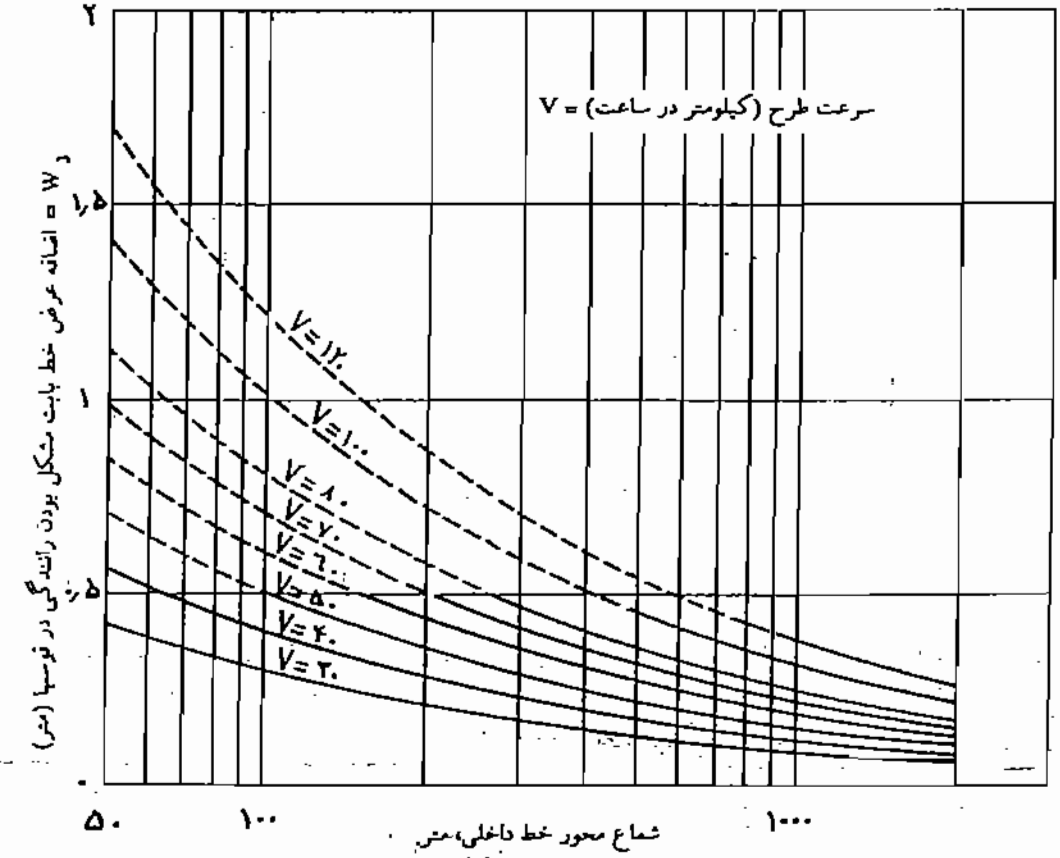
سوم) هدایت وسیلهٔ نقلیه در قوسها مشکلتر از قسمتهای مستقیم راه است. برای در نظر گرفتن این تفاوت، باید عرض بیشتری در قوس منظور کرد. اضافه عرض لازم از این بابت در شکل ۲۱ داده شده است.



شکل ۱۹ عرض اشغال وسایل نقلیهٔ تیپ در قوسها.



شکل ۲۰ عرض اشغال پیش آمدگی جلو برای وسایل نقلیه تیپ در قوسها.



شکل ۲۱ اضافه عرض برای مشکل‌تر بودن رانندگی در قوسها.

۲.۷.۳ تعیین حداقل عرض خط

حداقل عرض لازم خط در قسمتهای قوسی از رابطهٔ زیر به دست می آید:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + ۰ر۹$$

که در آن:

W = عرض خط در قسمتهای قوسی، متر؛

W_1 = عرض اشغال فیزیکی وسیله نقلیه، که از روی منحنیهای شکل ۱۹ به‌دست می آید، متر؛

W_2 = عرض اشغال پیش آمدگی جلو، که از روی منحنیهای شکل ۲۰ به دست می آید، متر؛ و

W_3 = اضافه عرض لازم برای جبران مشکلتر بودن رانندگی در قوسها، که از روی منحنیهای شکل ۲۱ به دست می آید، متر.

۳.۷.۳ روش تعیین اضافه عرض

برای به دست آوردن مقدار اضافه عرض لازم در قوسها، عرض خط در قسمتهای مستقیم (عرض معمولی خط) را از حداقل عرض لازم در قسمتهای قوسی، W، که مطابق بند ۲.۷.۳ تعیین می‌شود، کم کنید. اگر اضافه عرض لازم برای قوس کمتر از ۵ر۰ متر است، در نظر گرفتن آن ضروری نیست. اگر اضافه عرض لازم ۵ر۰ متر یا بیشتر است، اضافه عرض لازم را به صورت مضاربی از ۲۵ر۰ متر به عرض خط اضافه کنید.

مثلاً، چنانچه مقدار W برابر ۱۵ر۴ محاسبه شود، و عرض معمولی راه ۵ر۳ متر باشد اضافه عرض خط در قوس برابر است با:

$$۱۵ر۴ - ۵ر۳ = ۶۵ر۰ \text{ متر}$$

که چون بیشتر از ۵ر۰ متر است، اضافه عرض ضروری است. در اینجا اضافه عرض ۷۵ر۰ متر (مضربی از ۲۵ر۰ که نزدیک به اضافه عرض لازم است) در نظر گرفته می‌شود. بنابراین عرض پیشنهادی خط در قوس برابر است با:

$$۷۵ر۰ + ۵ر۳ = ۲۵ر۴ \text{ متر}$$

از روش فوق فقط در تعیین اضافه عرض لازم برای قسمتهای اصلی راهها استفاده شود اضافه عرض سایر قسمتها (رابطهای تقاطعها و تبادلها) در عرضهایی که برای آنها در بخشهای مربوط داده شده، در نظر گرفته شده است.

۴.۷.۳ طرز اعمال اضافه عرض

عریض کردن خطها در قوسها باید تدریجی و ملایم انجام شود، تا عرض اضافه شده مورد استفادهٔ وسایل نقلیه قرار گیرد و فواید آن تحقق یابد. برای عریض کردن خط در قوسها به شرح زیر عمل شود:

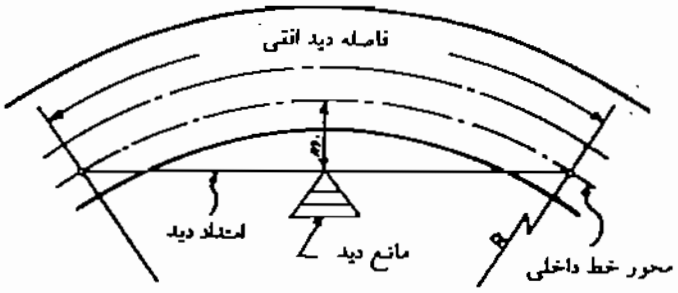
اول) خطها را از طرف لبهٔ داخلی قوس عریض کنید.

دوم) اگر قوس اتصال وجود دارد، تغییر عرض را در طول آن انجام دهید. اگر قوس اتصال وجود ندارد، طول تغییر عرض را مطابق بند ۹.۳ تعیین کنید و تمام طول را قبل از شروع قوس قرار دهید.

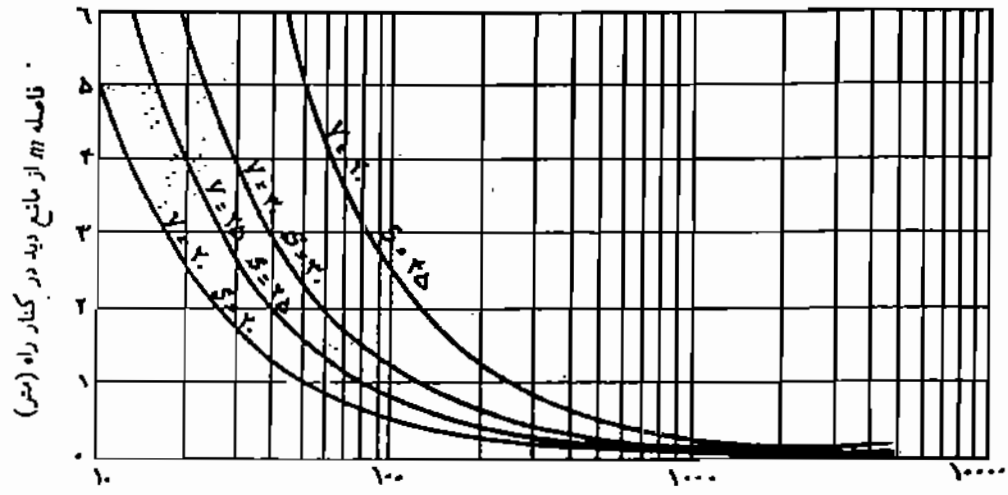
سوم) اتصال لبهٔ قسمت عریض شده به لبهٔ قسمت معمولی نباید با خط مستقیم صورت گیرد. این طرز عریض کردن، راه را بدتر کیب می‌کند. برای اعمال تعریض، باید لبهٔ داخلی قوس را با استفاده از قوسهای دایره‌ای ساده یا مرکب و یا کلوتوئید چنان طراحی کنند که نقطهٔ شروع قوس لبهٔ داخلی به اندازه طول لازم برای تغییر عرض، جلوتر از نقطهٔ شروع قوس در روی محور باشد. در این موارد، استفاده از قوسهای مرکب امکانات وسیعی به طراح می‌دهد.

۸.۳ محدودیت دید افقی در قوسها

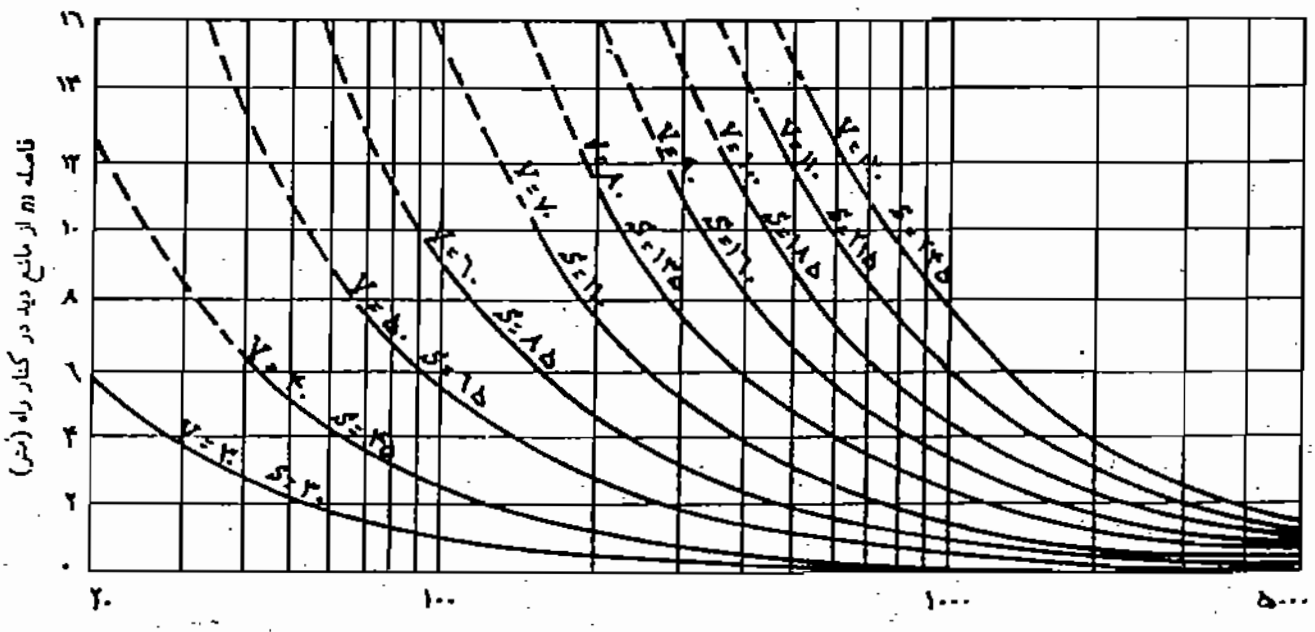
موانع دید واقع در کنار سواره‌رو ممکن است جلوی دید راننده را در قوسها بگیرد. ساختمان، دیوار، درخت، شیروانی خاکبرداری، و نرده‌های حافظ معمولی‌ترین موانع محدودکنندهٔ دید رانندگان در قوسهاست. موانع واقع در کنار سواره‌رو در صورتی دید افقی رانندگان را محدود می‌کنند که در سمت داخلی قوس واقع باشند (شکلهای ۲۲ و ۲۳).



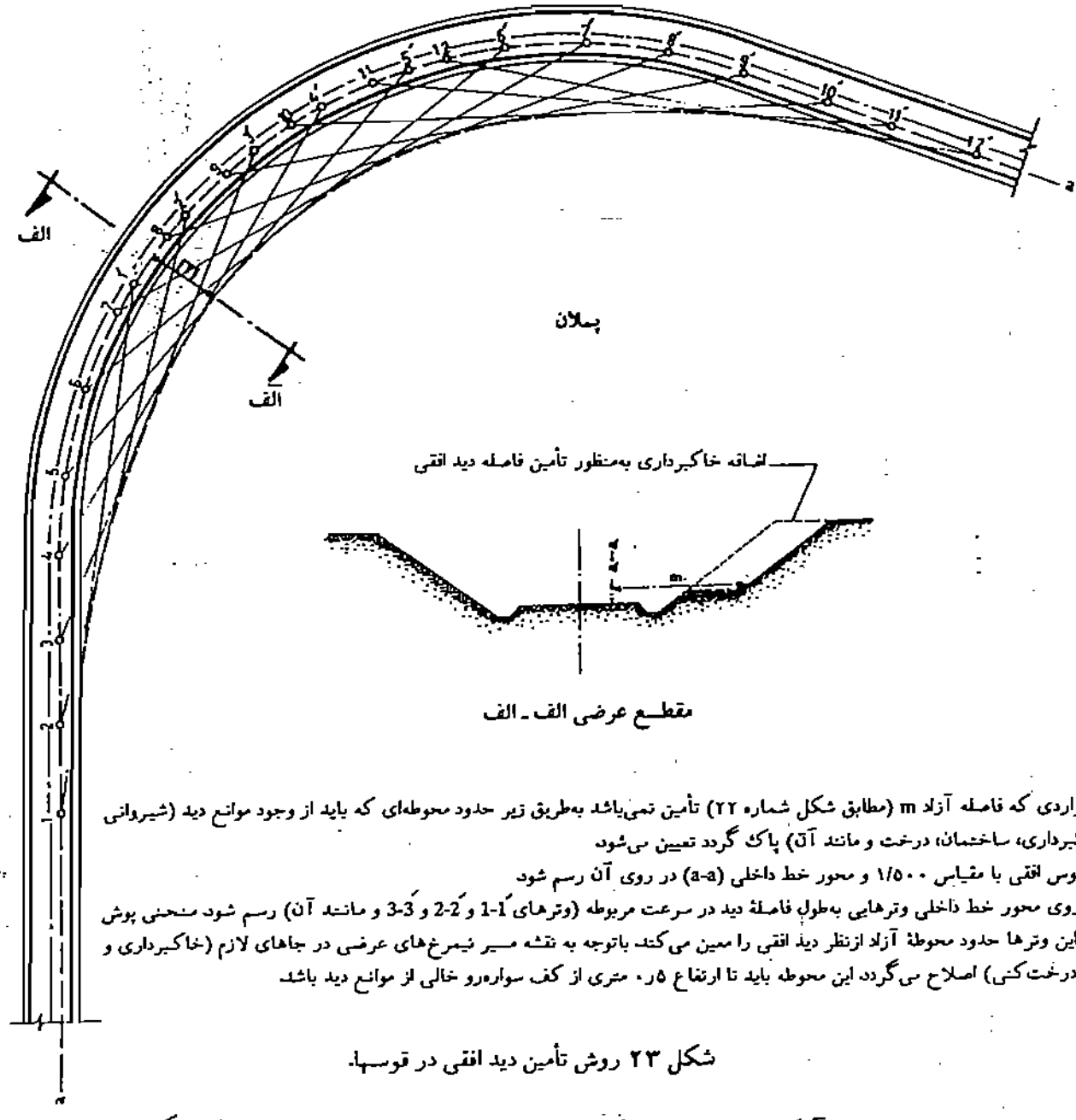
V = سرعت طرح، کیلومتر در ساعت
S = فاصله دید توقف، متر
m = حداقل فاصله آزاد واقع بین لبهٔ مانع دید و محور خط داخلی درارتفاع ۱٫۵ متری کف جاده، متر



شعاع محور خط داخلی در قوس (متر)



شکل ۲۲ حداقل فاصله مانع دید تا محور خط داخلی قوس.



درمواردی که فاصله آزاد m (مطابق شکل شماره ۲۲) تأمین نمی‌باشد به‌طریق زیر حدود محوطه‌ای که باید از وجود موانع دید (شیروانی خاکبرداری، ساختمان، درخت و مانند آن) پاک گردد تعیین می‌شود

۱ـ قوس افقی با مقیاس ۱/۵۰۰ و محور خط داخلی (a-a) در روی آن رسم شود

۲ـ روی محور خط داخلی وترهایی به‌طول فاصلهٔ دید در سرعت مربوطه (وترهای 1-1 و 2-2 و 3-3 و مانند آن) رسم شود منحنی پوش این وترها حدود محوطهٔ آزاد ازنظر دید افقی را معین می‌کند باتوجه به نقشه مسیر نیمرخ‌های عرضی در جاهای لازم (خاکبرداری و درخت‌کنی) اصلاح می‌گردد این محوطه باید تا ارتفاع ۰٫۵ متری از کف سواره‌رو خالی از موانع دید باشد

شکل ۲۳ روش تأمین دید افقی در قوسها

برای آنکه مانع واقع در کنارسواره‌رو باعث محدود شدن دید رانندگان نشود، شرط زیر باید برقرار باشد:

$$m \geq \frac{S^2}{8R}$$

که در آن:

S = حداقل فاصله دید توقف به متر، که مقدار آن برحسب سرعت طرح در جدول ۲ تعیین شده است؛

R = شعاع محور خط داخلی قوس به متر؛ و

m = فاصله مانع دید تا محور خط داخلی قوس به متر، که مقدار آن برای سرعت طرحهای مختلف در شکل ۲۲ تعیین شده است.

برای تأمین دید افقی، فاصله آزاد m باید در ارتفاع ۵ر۰ متری کف راه فراهم باشد.

در وضعیتی که قوس افقی در انتهای یک سرپایینی تند و طولانی واقع است، تأمین فاصله دید توقف کافی برای وسایل نقلیه سنگین ایجاب می‌کند که فاصله m را بیشتر بگیرند (به بند ۴.۳.۲ رجوع کنید). اگر شیب طولی سرپایینی ۳ درصد یا بیشتر و طول آن ۱ کیلومتر یا بیشتر است، مقدار S در فرمول بالا را ۲۰ درصد بیشتر از مقادیری بگیرید که از جدول ۲ و ۳ به دست می‌آید (در این موارد، مقدار m را نمی‌توان از منحنیهای شکل ۲۲ به‌دست آورد).

۹.۳ هماهنگی اجزای پلان

رعایت ضوابط داده شده برای اجزای پلان ضروری است، اما به تنهایی کافی نیست. یعنی مطابق استاندارد گرفتن همهٔ اجزا لزوماً به یک پلان خوب منجر نمی‌شود. در یک پلان خوب، اجزا متناسب با یکدیگر و هماهنگ با محیط خود انتخاب می‌شوند. در زیر، ضوابط و رهنمودهایی کلی، برای هماهنگی اجزای پلان در راههای شریانی درجه ۱ داده می‌شود. در این مورد، برای راههای شریانی درجه ۲، به بخش ۶؛ و برای خیابانهای محلی به بخش ۷ رجوع کنید.

اجزای مسیر راه باید با هم هماهنگ باشند. سرعت طرح در قسمتهای مختلف را نباید به طور ناگهانی تغییر داد. در یک مرحله نباید سرعت طرح را بیش از ۱۵ کیلومتر در ساعت تغییر دهند.

از حداقلها کمتر استفاده کنند و سعی شود که شعاع قوسها و مخصوصاً فاصله‌های

دید از حداقلهای تعیین شده در آیین‌نامه بیشتر باشد. همچنین، باید سعی کنند که طول شعاع قوسهای نزدیک به یکدیگر در حدود هم باشد.

از قرار دادن قوسی که شعاع آن حداقل یا نزدیک به حداقل است در انتهای یک امتداد مستقیم طولانی خودداری کنند. اگر قرار دادن قوس تندی در انتهای یک قسمت مستقیم ضروری است، بهتر است بین قوس تند و امتداد مستقیم، یک یا چند قوس ملایم‌تر قرار دهند. همچنین، از گذاشتن قوس تند در انتهای یک سرپایینی تند خودداری کنند. از قرار دادن پی در پی قوسهای حداقل که به مسیر حالت مارپیچ می‌دهد خودداری شود.

اگر زاویهٔ تغییر جهت ۵ درجه یا کمتر است، طول قوس نباید از ۱۵۰ متر کمتر باشد؛ اگر ۵ر۰ درجه یا کمتر است، قوس لازم نیست.

از تغییر جهتهای ناگهانی باید خودداری کنند. از این نظر، بهتر است که طول قسمت مستقیم واقع بین دو قوس معکوس را از حداقلهایی که در بند ۳.۶.۳ داده شده بیشتر بگیرند. برای قسمتهای اصلی راههای شریانی درجه ۱، توصیه می‌شود که این فاصله برابر مسافتی باشد که پیمودن آن در سرعت طرح، حداقل ۱۰ ثانیه زمان می‌گیرد. اما ممکن است نتوان این مطلوب را در وضعیتهای مشکل فراهم کرد. در این صورت، طول قسمت مستقیم واقع بین دو قوس باید به اندازه‌ای باشد که پیمودن آن در سرعت طرح ۷ ثانیه طول می‌کشد. در راههای شریانی درجه ۲ و برای سرعتهای طرح کمتر از ۷۰ کیلومتر در ساعت، می‌توان به حداقلهای تعیین شده بند ۳.۶.۳ اکتفا کرد.

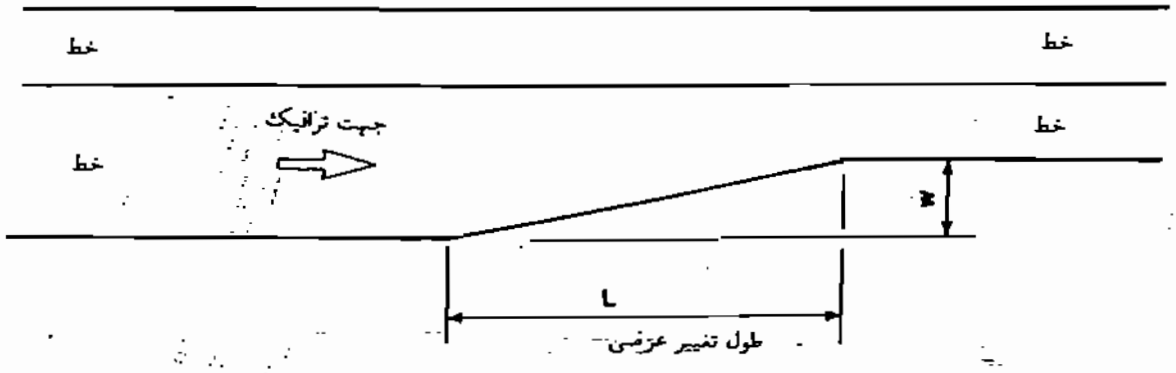
باید از قرار دادن فاصلهٔ مستقیم کوتاه بین دو قوس هم جهت خودداری کنند. برای این منظور، فاصلهٔ بین دو قوس هم جهت در راههای شریانی درجه ۱ نباید از اعداد داده شده در جدول ۱۷ کمتر باشد.

جدول ۱۷ حداقل طول قسمت مستقیم ضروری بین دو قوس هم جهت، راههای شریانی درجه ۱.

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
حداقل طول مستقیم در قوس هم‌جهت (متر)	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۵۰

عرض سواره‌رو را نباید به طور ناگهانی تغییر داد. این تغییر باید در طولی به نام طول تغییر عرض و مطابق دستور زیر انجام گیرد (شکل ۲۴):

V = سرعت طرح، کیلومتر در ساعت
W = کاهش عرضی روسازی، متر
L = طول تغییر عرضی، متر



برای سرعتهای طرح بیش از ۶۰ کیلومتر در ساعت:
$L = 0.6\ VW$
برای سرعتهای طرح ۶۰ کیلومتر در ساعت و کمتر:
$L = 0.4\ VW$

شکل ۲۴ کاهش عرض سواره‌رو

الف) طول کاهش عرض سواره رو را از روابط زیر به دست آورید:

برای سرعت طرحهای ۶۰ کیلومتر در ساعت و کمتر:

$$L = 0.4\ VW$$

برای سرعت طرحهای بیش از ۶۰ کیلومتر در ساعت:

$$L = 0.6\ VW$$

که در آنها:

L = طول کاهش عرض، متر؛

V = سرعت طرح، کیلومتر در ساعت؛ و

W = مقدار کاهش عرض، متر.

ب) طول افزایش عرض سواره رو را برابر نصف طول کاهش عرض، که به ترتیب فوق حساب می‌شود، بگیرید.

معیارهای فوق در وضعیتهای زیر حاکم نیست:

- در تقاطعها می‌توان طول تغییر عرض را کمتر از مقادیر فوق گرفت. برای ضوابط آن به بخش ۷، «تقاطعها» رجوع کنید.

- در مواردی که دید محدود است، ممکن است به منظور قابل رؤیت ساختن مسیر، طول بیشتری برای کاهش عرض لازم شود.

اجرای تغییر شیب عرضی و همچنین اجرای قوس در پلها همیشه مشکل است. به علاوه، آب جمع شده در سطح پلها زودتر یخ می‌زند و رانندگان که انتظار یخ‌زدگی سطح راه را ندارند، در عبور از روی پل سرعت خود را کم نمی‌کنند، و در نتیجه کنترل خود را، در روی سطح یخ‌زدهٔ پل، از دست می‌دهند.

به منظور هدایت بهتر آبهای بارش در روی پلها و همچنین با توجه به مشکل بودن اجرا، باید از قرار دادن پل در فاصلهٔ دو قوس معکوس نزدیک به هم و در محل تغییر شیب عرضی خودداری کنند. همچنین باید سعی کنند که تا حد امکان پلهای بزرگ در قوسها قرار نگیرند.

اجزای پلان راه و محل قوسها و امتدادها باید با اجزای نیمرخ طولی و قرارگیری کلی راه هماهنگ باشد. باید کاملاً متوجه بود که از یک پلان خوب و یک نیمرخ طولی خوب لزوماً یک مسیر خوب به دست نمی‌آید؛ مگر آنکه ارتباط اجزای افقی و قائم با یکدیگر سنجیده شود. برای اصول کلی هماهنگی نیمرخ طولی و پلان به فصل ۵ رجوع کنید.

۲

سمرخهای طولی

۱۰ تعریفها

شیب طولی ـ شیب سطح تمام شدهٔ راه در امتداد محور آن است. شیب طولی راه همان شیب طولی خط پروژه است.

طول شیب ـ طولی از راه است که در آن طول شیب طولی راه تغییر نمی‌کند. معمولاً این اصطلاح را در مورد طولهایی از راه که شیب طولی آنها تند است، به کار می‌برند.

حداکثر شیب طولی ـ شیب طولی‌ای است که به کار گرفتن شیب طولی بیش از آن در خط پروژه مجاز نیست.

حداقل شیب طولی ـ شیب طولی‌ای است که به کار گرفتن شیب طولی کمتر از آن در خط پروژه مجاز نیست.

قوس گنبدی (محدب) ـ قوس قائمی است به شکل کوژ یا برآمده.

قوس کاسه‌ای (مقعر) ـ قوس قائمی است به شکل کاس یا گودی.

ارتفاع آزاد ـ فاصلهٔ قائم بین بلندترین نقطه کف تمام شده راه و پایین‌ترین نقطهٔ زیر سقف سازهٔ واقع بر روی راه است.

حداقل ارتفاع آزاد ـ حداقل ارتفاع آزادی است که در طراحیها باید رعایت شود.

۲.٤ حرکت وسایل نقلیه در شیبها

شیب طولی راه در حرکت و طرز کار وسایل نقلیه و مخصوصاً وسایل نقلیه سنگین تأثیر می‌گذارد. این تأثیرات را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- سرعت حرکت وسایل نقلیهٔ و مخصوصاً وسایل نقلیهٔ سنگین در سرپایینیها افزایش می‌یابد.
- ظرفیت راه در سربالاییها، به علت کم شدن سرعت وسایل نقلیه سنگین کاهش می‌یابد.
- حداقل فاصلهٔ دید لازم برای وسایل نقلیهٔ سنگین در سرپایینیها افزایش می‌یابد.
- آلودگی صوتی ناشی از حرکت وسایل نقلیه سنگین در سربالاییها افزایش می‌یابد.
- آلودگی هوای ناشی از ترافیک در سربالاییها افزایش می‌یابد.
- به حرکت در آوردن وسایل نقلیه، هنگام برف و یخبندان، در سربالاییها مشکل است.
- احتمال تصادف وسایل نقلیه در شیبهای تند افزایش می‌یابد.

۱.۲.٤ تغییر سرعت حرکت

وسایل نقلیه در سرپایینیهای تند سرعت می‌گیرند. این موضوع مخصوصاً از نظر ایمنی پیاده‌ها در خیابانهای محلی اهمیت دارد.

سرعت وسایل نقلیه و مخصوصاً وسایل نقلیه سنگین در سربالاییهای تند و طولانی کاهش می‌یابد، و این موضوع در ظرفیت و ایمنی راههای شریانی تأثیر می‌گذارد.

اتومبیلهای سواری می‌توانند بدون کاهش قابل ملاحظه سرعت، سربالاییهای ٤ تا ۵ درصد را طی کنند. اما، از سرعت آنها در شیبهای تندتر و طولانی کاسته می‌شود.

تأثیر سربالاییهای تند و طولانی در حرکت وسایل نقلیهٔ سنگین بسیار بیشتر است. مقدار کاهش سرعت وسایل نقلیهٔ سنگین در سربالاییها به عوامل زیر بستگی دارد:

- نسبت وزن به نیروی محرکهٔ وسایل نقلیه سنگین
- مقدار شیب طولی
- طول شیب

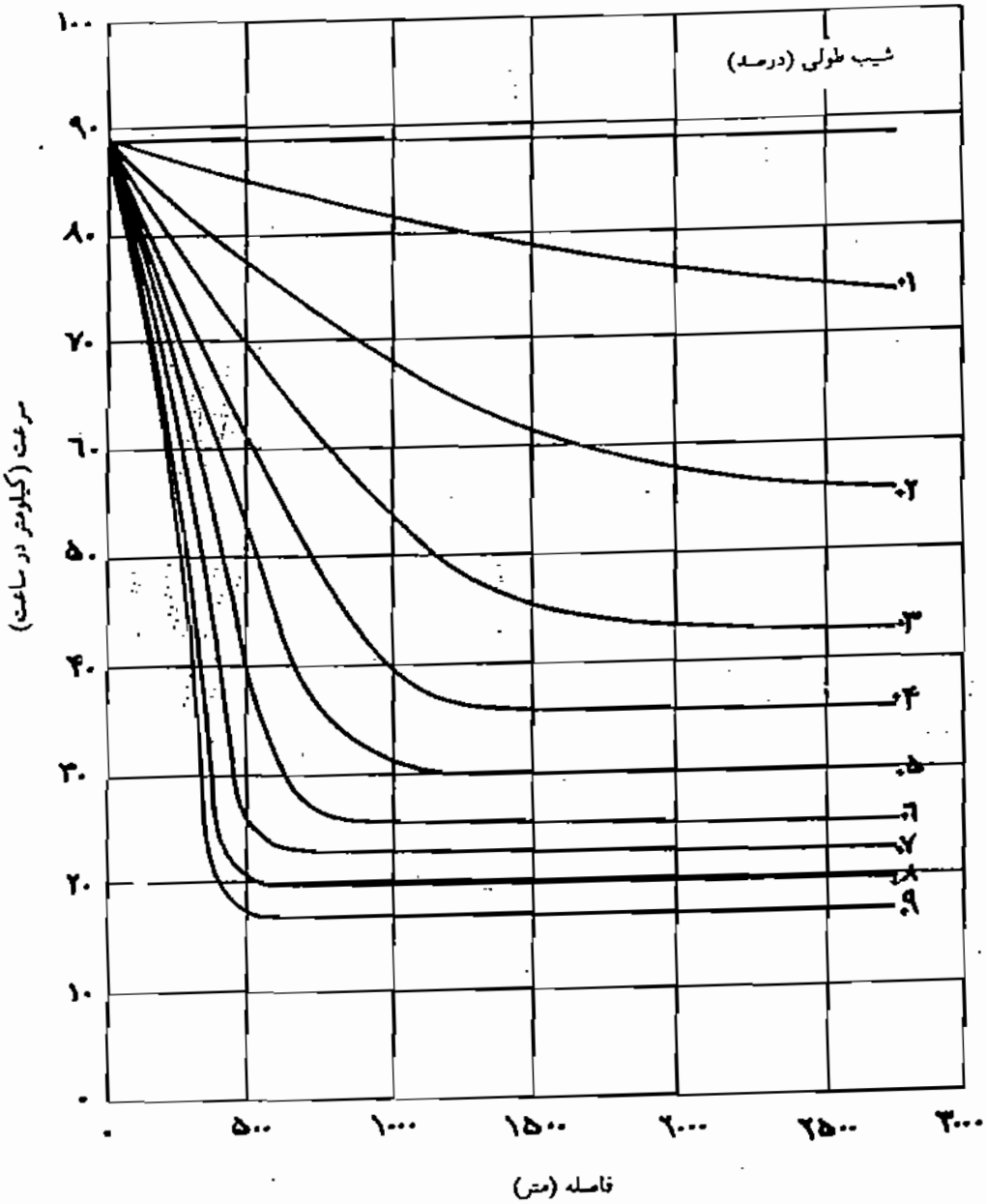
هر چه نسبت وزن به نیروی محرکه بیشتر باشد، تأثیر شیب در طرز حرکت وسایل نقلیهٔ سنگین زیادتر است. به علت بهتر شدن طرح هندسی راهها در سطح بین‌المللی، روند جهانی در جهت افزایش این نسبت است. باید انتظار داشت که در آینده وسایل نقلیه سنگین بزرگتر، با نسبت بیشتر وزن به نیروی محرکه، از راهها استفاده کنند.

شکل ۲۵ تغییرات کاهش سرعت یک وسیلهٔ نقلیهٔ سنگین نمونه (که نسبت وزن به نیروی محرکهٔ آن برابر ۱۵۰ کیلوگرم وزن برای هر یک اسب نیروی محرکه است) را نشان می‌دهد. این شکل کاهش سرعت را برای وسیلهٔ نقلیه سنگین نمونه که با سرعت ۹۰ کیلومتر در ساعت وارد سربالاییهای مختلف می‌شود، نشان می‌دهد. برای هر شیب طولی یک منحنی داده شده است. هر منحنی سرعت وسیلهٔ نقلیه را برحسب مسافتی که پس از ورود به شیب طی می‌کند، نشان می‌دهد.

شکل ۲٦ نحوهٔ سرعت گیری وسایل نقلیهٔ سنگین را در شروع حرکت در سربالاییها و سرپایینیها نشان می‌دهد. این شکل بر اساس طرز سرعت گیری وسیلهٔ نقلیه سنگین نمونه (۱۵۰ کیلوگرم برای هر اسب نیرو) و برای شیبهای طولی مختلف تهیه شده است. هر منحنی مربوط به شیب طولی نوشته شده در روی آن است، و سرعت را برحسب مسافتی که وسیلهٔ نقلیه پس از به حرکت در آمدن طی می‌کند، نشان می‌دهد.

۲.۲.۰ کاهش ظرفیت

به دلیل کاهش سرعت وسایل نقلیهٔ سنگین، ظرفیت راه در سربالاییها کاهش می‌یابد.

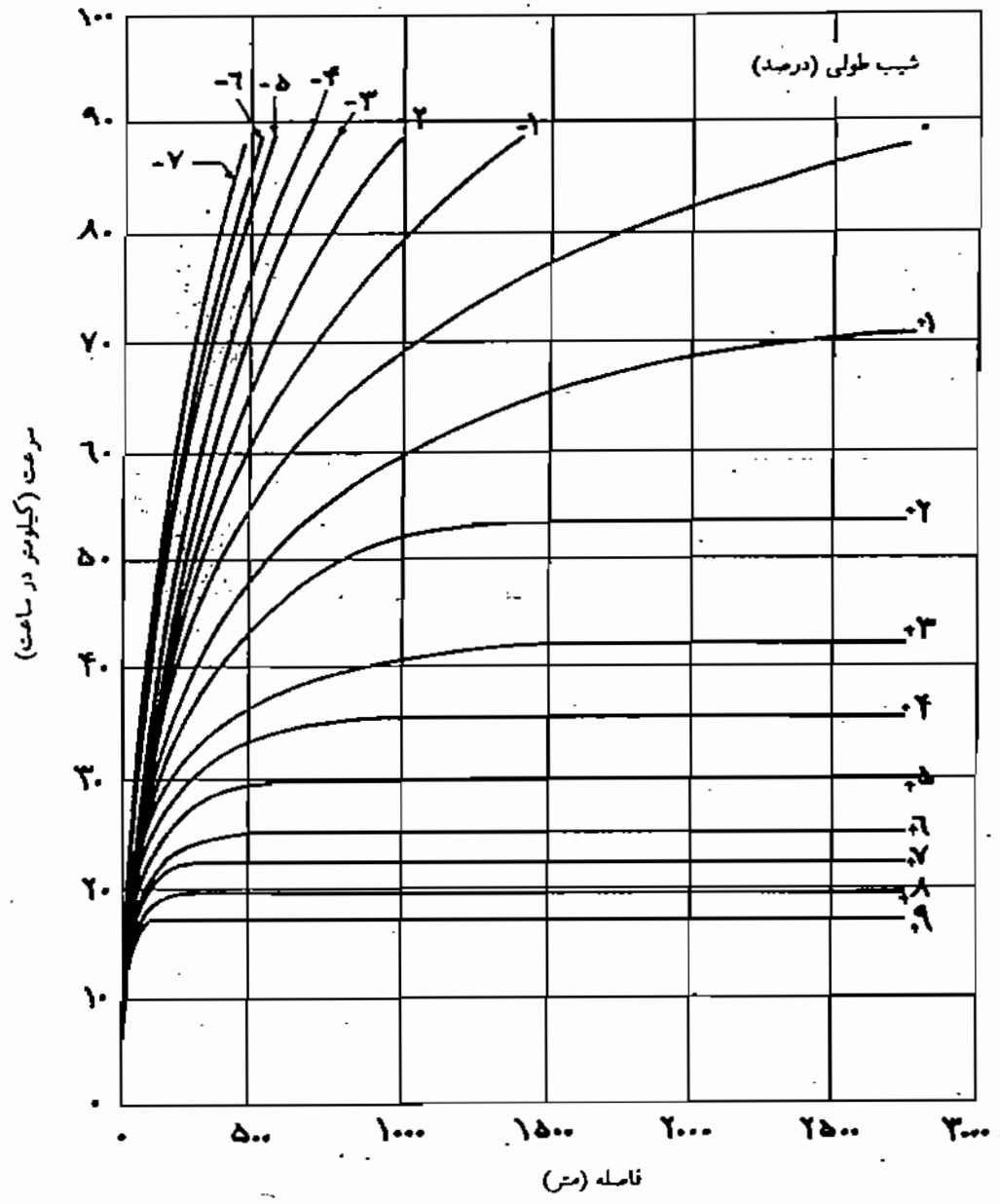


شکل ۲۵ کاهش سرعت وسایل نقلیه سنگین در سربالایی.

کاهش ظرفیت در سربالاییها به عوامل زیر بستگی دارد:

- درصد وسایل نقلیه سنگین
- مقدار شیب طولی
- طول شیب

سربالاییهای تند و طولانی راههای شریانی درجه ۱، غالباً از نظر ظرفیتی به صورت گلوگاه در می آیند. بنابراین، باید مطابق روش مندرج در ردیف ۲.۲.۵ بخش ۱، «مبانی» و



شکل ۲۶ طرز سرعت گیری وسایل نقلیه سنگین در شیبهای طولی مختلف

استفاده از جدولهای ۵ و ۶ همان بخش، ظرفیت راه را در سربالاییهایی که شیب آنها ۳ درصد یا تندتر است کنترل کنند و مطمئن شوند که کیفیت ترافیک در این قسمتها از کیفیت «د» بدتر نیست. در غیر این صورت، باید برای بهبود کیفیت ترافیک خط سربالایی در نظر بگیرند. برای جزئیات خط سربالایی به فصل ۵، بخش ۳، «اجزای نیمرخهای عرضی» رجوع کنید.

۳.۲.٤ نیاز به فاصلهٔ دید بیشتر

در سرپایینیها، فاصلهٔ ترمزگیری وسایل نقلیه بیشتر است، و آنها از این بابت به فاصلهٔ دید بیشتری برای توقف نیاز دارند. اما، رانندگان وسایل نقلیه در سرپایینی موضع بلندتری دارند و به این علت فاصلهٔ دورتری را می‌بینند. بنابراین، فاصله دید بیشتری که در سرپایینی مورد نیاز است در بیشتر موارد خود به خود فراهم می‌شود. توجه مخصوص در سرپایینیهایی ضروری است، که وجود موانع واقع در کنار راه دید افقی رانندگان وسایل نقلیه را در پیچها محدود می‌کند. برای ضوابط مربوط به افزایش فاصلهٔ دید توقف به بندهای ٤.۳.۲ و ۰.۳ رجوع کنید.

٤.۲.٤ افزایش آلودگی صوتی

مقدار سر و صدایی که وسایل نقلیه سنگین در سربالاییها ایجاد می‌کنند بسیار بیشتر از سر و صدای تولید شده در سرپایینیهاست. تفاوت سر و صدای وسایل نقلیهٔ سنگین در سربالاییها و سرپایینیها به ۲۰ دسی‌بل می‌رسد (دسی‌بل واحد اندازه‌گیری صدا است و برای نشان دادن اهمیت ۲۰ دسی‌بل تفاوت، اشاره می‌شود که این مقدار بیش از تفاوت استانداردهای تعیین شده برای داخل و بیرون بناهای مسکونی است). بنابراین، در قرار دادن سربالاییها باید تأثیرات آنها را بر بناهای واقع در اطراف راه که نسبت به سر و صدا حساس‌اند، در نظر بگیرند.

۵.۲.٤ افزایش آلودگی هوا

وسایل نقلیه در سربالاییها هوا را بیشتر آلوده می‌کنند. هر چه سربالایی تندتر باشد، تأثیر آن در آلودگی هوا زیادتر است.

٦.۲.٤ مشکلات حرکت وسایل نقلیه در برف و یخبندان

هنگامی که سطح راه یخ زده یا پوشیده از برف است، حرکت وسایل نقلیه و مخصوصاً حرکت در آوردن آنها در سربالاییها مشکل است. به این دلیل، مقدار شیب طولی را در مناطق سردسیر باید کمتر بگیرند. در این مناطق، تا آنجا که امکان دارد، شیب طولی تقاطعها را ملایمتر انتخاب کنند.

۷.۲.۳ افزایش تصادفات

در سربالاییها، تفاوت سرعت وسایل نقلیهٔ سنگین و سبک، و در سرپایینیهای تند و طولانی، سرعت زیاد وسایل نقلیه، به تعداد تصادفات می‌افزاید.

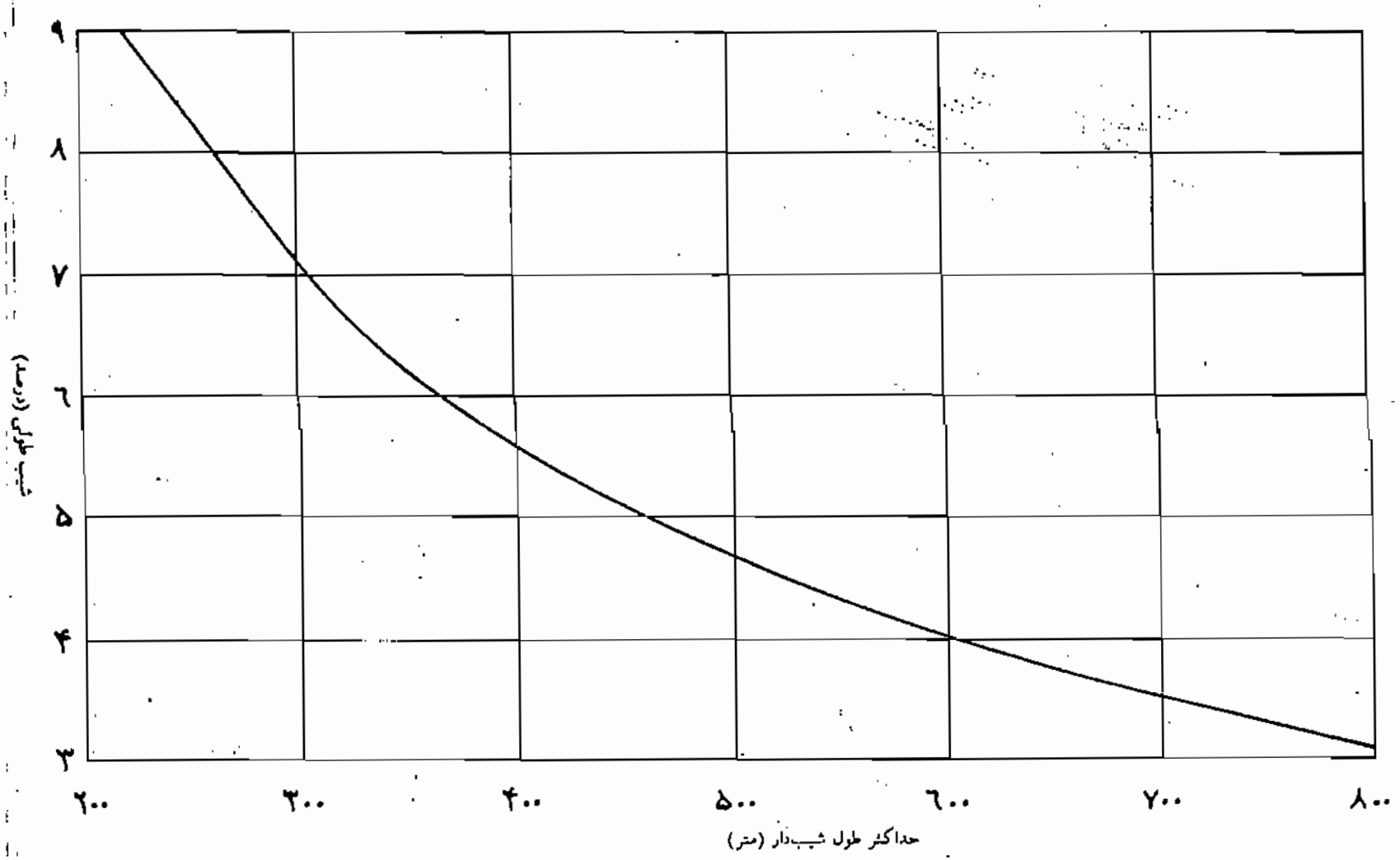
۳.۴ حداکثر شیب طولی

با توجه به اصول فوق، به عنوان یک سیاست کلی، باید سعی کنند که شیب طولی راههای شهری ملایم باشد.

از نظر رعایت حال دوچرخه‌ها و پیاده‌ها، شیب طولی راهها نباید از شیبهای داده شده در جدول ۱۸ بیشتر باشد. شیبهای طولی تند حرکت دوچرخه و پیاده را مشکل می‌کند. دوچرخه‌سواران بیشتر از پیاده‌ها نسبت به شیبهای تند حساسیت دارند. شیب طولی بیشتر از ۵ درصد برای دوچرخه‌سواران پذیرفته نیست. همچنین، سرجمع شیبهای طولی مسیرهای دوچرخه (شیب غالب) نباید از ۲ درصد بیشتر باشد.

از نظر حرکت وسایل نقلیه موتوری، حداکثر مجاز شیبهای طولی برای انواع راههای شریانی در جدولهای ۱۹ و ۲۰ و ۲۱ داده شده است. در استفاده از این جدولها باید مطالب زیر را کاملاً رعایت کنند:

- حداکثرهای داده شده در جدولهای ۱۹ و ۲۰ و ۲۱ حداکثرهای مطلق است و تا حد امکان باید از شیبهای طولی ملایمتر استفاده شود.
- در راههای شریانی درجه ۱، طول شیب نباید از طولی که برای هر شیب طولی از شکل ۲۷ به دست می‌آید، بیشتر باشد.
- چنانچه در امتداد مسیر وسایل نقلیه موتوری دوچرخه‌رو و پیاده‌رو در نظر گرفته می‌شود؛ یا چنانچه وسایل نقلیه موتوری و دوچرخه‌ها از سواره‌رو به طور مشترک استفاده می‌کنند، شیبهای طولی نباید از حداکثرهای داده شده در جدول ۱۸ بیشتر شود.



شکل ۲۷ حداکثر طول شیب برحسب درصد شیب طولی، راههای شریانی درجه ۱.

جدول ۱۸ حداکثر شیب طولی خیابان با توجه به نیازهای پیاده و دوچرخه

مسیری که در امتداد راه قرار دارد	حداکثر شیب طولی (درصد)	
	غالب	با طول شیب کمتر از ۲۰۰ متر
مسیرهای دوچرخه	۲	۵
مسیرهای پیاده	۵	۷

جدول ۱۹ حداکثر شیب طولی برای مسیر اصلی راههای شریانی درجه ۱.

نوع منطقه	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)					
	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
	حداکثر شیب طولی (درصد)					
هموار ه	٤	٤	٤	٤	۳	۳
تپه ماهور ه	٥	٥	٥	٥	٤	٤
کوهستانی	۷	۷	٦	٦	٥	٥

ه چنانچه نیمرخ دو طرف راه مستقل از هم باشد، در سرپایینی می‌توان به حداکثرهای داده شده ۱ درصد اضافه کرد.

جدول ۲۰ حداکثر شیب طولی برای رابطهای راههای شریانی درجه ۱.

نوع رابط و وضعیت قرارگیری	درصد وسایل نقلیه سنگین نسبت به حجم ترافیک	
	۵ درصد و بیشتر	کمتر از ۵ درصد
ورودی		
سرپایینی	۸	۸
سربالایی	٦	۷
خروجی		
سرپایینی	٥	٥
سربالایی	۸	۹

جدول ۲۱ حداکثر شیب طولی برای راههای شریانی درجه ۲ (درصد).

شرایط اقلیمی	وضعیت ترافیک وسایل نقلیه سنگین	
	معمولی(حدود ۲۰ درصد)	زیاد(بیش از ۲۰ درصد)
برف و یخبندانهای طولانی	٦	٦
تعدادی برف ویخبندان درطول سال	۸	۷
بدون برف و یخبندان	۱۰	۸

ـ مقدار شیب طولی باید با طبیعت منطقه سازگار باشد. برای رعایت این اصل، عموماً لازم است که شیبهای کمتری در محیطهای شهری انتخاب شود. غالباً، وجود شیبهای طولی تند از وجود یک ناهماهنگی بین پلان و نیمرخ طولی و یا بین راه و محیط اطرافش خبر می‌دهد.

٤.٤ حداقل شیب طولی

به منظور کمک کردن به تخلیهٔ آبهای بارش از سطح جاده، و همچنین تأمین حداقل شیب طولی لازم برای جریان آبهای جاری شده در پای جدولها و یا در آبروهای کنار راه (که هر دو از شیب طولی راه پیروی می‌کنند)، شیب طولی نباید از حداقلهای داده شده در جدول ۲۲ کمتر باشد.

جدول ۲۲ حداقل شیب طولی در انواع راههای شهری

وضعیت	حداقل شیب طولی (درصد)	
	حداقل مطلوب	حداقل مطلق
در کنار راه جدول وجود دارد	۰٫۵	۰٫۳
در کنار راه جدول وجود ندارد	۰٫۳	۰٫۲

٥.٤ قوسهای قائم

از نظر ایمنی، راحتی سرنشینان وسایل نقلیه، و زیبایی بصری راه شیبهای طولی را باید تدریجی و ملایم تغییر داد. برای این کار، از منحنیهایی که قوسهای قائم خوانده می‌شوند، و مشخصات آنها در بند ۳.۱ داده شده، استفاده می‌کنند. طول قوس قائم برحسب میزان تغییر شیب طولی تعیین می‌شود.

۱.٥.٤ حداکثر مجاز تغییر شیب بدون استفاده از قوس قائم

اگر مقدار تغییر شیب طولی ۰٫۵ درصد و یا کمتر است، گذاشتن قوس قائم در محل تغییر شیب ضروری نیست و نقطهٔ تغییر شیب را می‌توان به صورت یک شکستگی در نیمرخ طولی مشخص کرد. اگر مقدار تغییر شیب بیش از ۰٫۵ درصد است، در محل تغییر شیب باید قوس قائم قرار داد.

۲.۵.۰ تعیین طول قوس قائم گنبدی

قوسهای گنبدی دید رانندهٔ وسایل نقلیه را محدود می‌کنند. طول این قوسها باید به اندازه‌ای باشد که حداقل فاصلهٔ دید توقف، برای رانندگان وسایل نقلیه موتوری، فراهم شود. شکل ۲۸ نشان می‌دهد که چگونه قوسهای گنبدی جلوی دید رانندگان را می‌گیرند. اگر در قوسهای قائم گنبدی فاصلهٔ دید توقف فراهم شود، نرمی قوس برای تأمین راحتی سرنشینان و زیبایی بصری راه کافی خواهد بود.

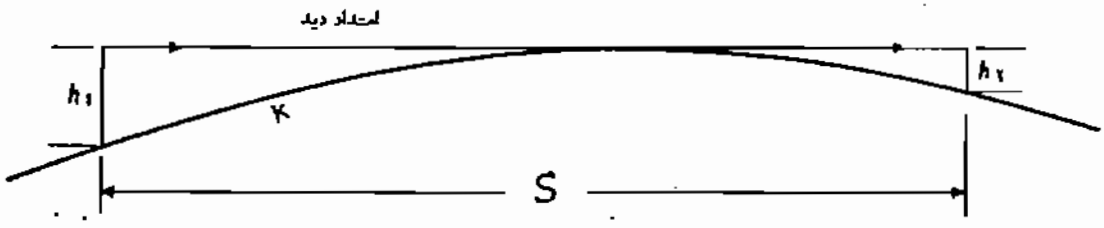
برای تأمین فاصلهٔ دید در قوسهای گنبدی، باید شرط زیر برقرار باشد:

$$L \geq K A$$

که در آن:

L = طول قوس قائم گنبدی، متر؛

K = ضریب، برحسب سرعت طرح از جدول ۲۳ به دست می‌آید (ضریب K برحسب متر است و معنای فیزیکی آن طول لازم قوس قائم برای یک درصد تغییر شیب طولی است)؛ و



$$K = \frac{S^2}{200\, h_1 (1 + \sqrt{h_2 / h_1})^2}$$

h_1 = فاصلهٔ چشم راننده از سطح راه: ۱٫۰۵ متر

h_2 = ارتفاع جسم مانع؛

- برای سرعت طرح کمتر از ۷۰ km/h: ۰٫۲۵ متر
- برای سرعت طرح ۷۰ km/h و بیشتر: ۰٫۱۵ متر

S = فاصلهٔ دید توقف

شکل ۲۸ محدودیت دید در قوس قائم گنبدی

A = مقدار جبری تغییر شیب طولی، درصد.

مقادیر K در جدول ۲۳ از رابطهٔ زیر محاسبه شده است:

$$K = \frac{S^2}{200\, h_1 \left(1 + \sqrt{h_2/h_1}\right)^2}$$

که در آن:

S = فاصلهٔ دید توقف، متر؛

h_1 = فاصلهٔ چشم راننده از سطح راه، که برابر ۰٫۵ متر تعیین می‌شود؛ و

h_2 = ارتفاع جسم مانع، متر.

مقدار h_2 برای سرعت طرحهای ۷۰ کیلومتر در ساعت و کمتر، ۰٫۲۵ متر؛ و برای سرعت طرحهای بیش از ۷۰ کیلومتر در ساعت ۰٫۱۵ متر تعیین می‌شود. رقم ۰٫۲۵ متر بر مبنای ارتفاع چراغهای عقب اتومبیلها تعیین شده است. در سرعت طرحهای زیاد، ارتفاع جسم ۰٫۱۵ متر تعیین می‌شود؛ زیرا برخورد وسایل نقلیه به اجسام بزرگتر از ۰٫۱۵ متر در سرعتهای زیاد برای وسیله نقلیه ایجاد خطر می‌کند.

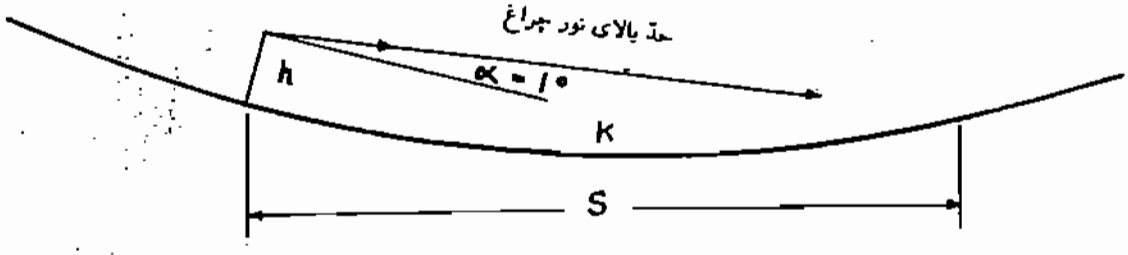
جدول ۲۳ مقادیر حداقل K برای قوسهای گنبدی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
حداقل مقدار K	۲	۴	۹	۱۶	۲۶	۴۶°	۶۴°	۸۶°	۱۱۶°	۱۵۰°

° در این موارد، تأثیر قوس قائم بر وضعیت تخلیهٔ آبهای بارش باید بررسی شود.

۳.۵.۴ تعیین طول قوس قائم کاسه‌ای

قوس کاسه‌ای در روز مانع دید نیست، و اگر روشنایی محیط کافی باشد در شب نیز دید راننده را محدود نمی‌کند اما قوس کاسه‌ای، فاصله‌ای را که توسط نور چراغهای وسایل نقلیه روشن می‌شود محدود می‌کند (شکل ۲۹). طول لازم برای تأمین دید راننده، توسط چراغهای خودرو بیشتر از طولی است که از نظر راحتی سرنشینان وسایل نقلیه برای قوسهای کاسه‌ای لازم است. بنابراین، اگر طول لازم برای تأمین دید توسط چراغهای وسایل نقلیه فراهم شود شرط لازم برای راحتی سرنشینان نیز تأمین می‌شود.



$$K = \frac{S^2}{200\,(h + S \tan \alpha)}$$

h = ارتفاع چراغهای جلو از سطح راه: ۰٫۶۰ متر
S = فاصلهٔ دید توقف
α = زاویهٔ پخش نور وسیلهٔ نقلیه: ۰٫۱ متر

شکل ۲۹ محدودیت دید در قوس قائم کاسه‌ای در وضعیت بدون روشنایی.

حداقل طول قوسهای کاسه‌ای، نظیر قوسهای گنبدی، از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$L \geq K A$$

که در آن:

L = طول قوس قائم کاسه‌ای، متر؛ و

K = ضریب، برحسب سرعت طرح و وضعیت روشنایی، از جدولهای ۲۴ یا ۲۵ به‌دست می‌آید.

در همهٔ موارد، بهتر است مقادیر داده شده در جدول ۲۴ را برای K به کار ببرند. اگر تأمین کردن طول قوس با ارقام جدول ۲۴ موجب مشکلات مهم اجرایی شود، با رعایت دو شرط زیر، می‌توان از مقادیر داده شده در جدول ۲۵ استفاده کرد. این دو شرط عبارتند از:

- راه شریانی درجه ۱ نباشد.
- روشنایی در شب به طور مصنوعی تأمین شود.

جدول ۲٤ مقادیر حداقل K برای قوسهای کاسه‌ای.

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۳۰	٤۰	۵۰	٦۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
حداقل مقدار K	٤	۷	۱۲	۱۷	۲٤	۳۱	۳۸	٤۵ ٥	۵۳ ٥	٦۱ ٥

٥ در این موارد، تأثیر قوس قائم بر وضعیت تخلیهٔ آبهای بارش باید بررسی شود.

جدول ۲۵ مقادیر حداقل K برای قوسهای کاسه‌ای، دروضعیت روشنایی کافی، راههای شریانی درجه۲ ومحلی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۳۰	٤۰	۵۰	٦۰	۷۰	۸۰
حداقل مقدار K	۲	٤	٦	۹	۱۳	۱٦

مقادیر K، داده شده در جدول ۲٤، از رابطهٔ زیر و براساس تأمین دید توسط نور بالاتر چراغ اتومبیلهای سواری محاسبه شده است:

$$K = \frac{S^2}{200\,(h + S\tan\alpha)}$$

که در آن:

h = ارتفاع چراغهای جلو از سطح سواره‌رو، که برابر ۰٫٦۰ متر تعیین می‌شود؛

S = فاصلهٔ دید توقف، متر؛ و

α = زاویهٔ پخش نور چراغ جلو خودرو، که برابر ۱ درجه تعیین می‌شود.

با جانشین کردن مقادیر نامبرده، رابطه فوق به صورت زیر در می آید:

$$K = \frac{S^2}{3{,}5\,S + 120}$$

مقادیر K، داده شده در جدول ۲۵، بر مبنای تأمین راحتی سرنشینان وسایل نقلیه موتوری است و از رابطهٔ زیر به دست آمده است:

$$K = \frac{V^2}{390}$$

که در آن V سرعت طرح برحسب کیلومتر در ساعت است.

در بازسازی راههای شریانی درجه ۲ و خیابانهای محلی موجود، چنانچه به کاربرد ارقام جدول ۲٤ و یا حتی جدول ۲۵ موجب مشکلات مهم اجرایی شود، درصورت تأمین

بودن روشنایی کافی، مقادیر K را می‌توان برای قوسهای قائم کاسه‌ای تا ۲۰ درصد کمتر از مقادیر داده شده در جدول ۲۵ گرفت.

۴.۵.۰ حداقل مطلق طول قوسهای قائم

در مواردی که میزان تغییر شیب طولی اندک است، حداقلهایی که برای قوسهای قائم با استفاده از روشهای فوق به دست می‌آید، از نظر زیبایی بصری ممکن است کافی نباشد؛ و نیمرخ طولی شکسته و بدنما به نظر آید. برای رعایت زیبایی بصری راه، طول قوسهای قائم گنبدی یا کاسه‌ای (برحسب متر) در هیچ وضعیتی نباید از ۶ر۰ سرعت طرح راه (برحسب کیلومتر در ساعت) کمتر باشد.

۵.۵.۰ وضعیت تخلیه آبهای بارش در قوسهای قائم

در قوسهای قائمی که شیب طولی تغییر جهت می‌دهد، باید به مسئلهٔ هدایت آبهای بارش در سطح راه توجه شود. نقطهٔ تغییر شیب طولی (نقطهٔ بلندی یا نقطهٔ گودی) را باید با استفاده از شکل ۸ تعیین کنند؛ و با توجه به شیبهای عرضی، مسیر جریان آب را در سطح راه مشخص نمایند. اگر به دریچهٔ تخلیهٔ آب نیاز است، محل آنها را باید براساس این بررسیها تعیین کنند.

بررسی جریان حرکت آبهای بارش سطح راه مخصوصاً در وضعیتهایی حساس است که قوسهای افقی و قائم با یکدیگر ترکیب می‌شوند. در این موارد، شیب طولی و شیب عرضی هر دو تغییر جهت می‌دهند و به این علت هر یک از آنها در نقطه‌ای صفر می‌شود. اگر شیب طولی صفر در حدود نقاطی قرار گیرد که در آن نقاط شیب عرضی برای تخلیه سریع آبهای بارش کافی نیست؛ آبهای بارش از روی سطح راه به خوبی تخلیه نمی‌شود. برای اصلاح وضعیت، حتی ممکن است تجدیدنظر در پلان و نیمرخ طولی لازم شود.

به علاوه، در نقاطی که لبهٔ راه دارای جدول است، و همچنین در نقاطی که شیب عرضی تغییر جهت می‌دهد، طول قوسهای قائمی که شیب طولی آنها تغییر جهت می‌دهد، نباید از حد معینی بیشتر باشد. عیب طول زیاد برای چنین قوسهای قائمی این است که در طول نسبتاً زیادی شیب طولی راه کمتر از حداقل مطلوب ۵ر۰ درصد می‌شود. اگر شیب عرضی کافی نباشد و یا در لبهٔ راه جدول باشد، تخلیهٔ آبهای بارش از سطح راه مشکل می‌شود. برای

جلوگیری از این مسئله، در مواردی که مقدار K برای قوسهای گنبدی یا کاسه‌ای بزرگتر از ۴۳ است، باید وضعیت تخلیهٔ آبهای بارش از سطح راه، با توجه به مشکلات نامبرده، بررسی شود، و برای رفع مشکلا ت آن چاره‌اندیشی کنند.

۶.۵.۴ قوسهای قائم در پلها و تونلها

قرار دادن قوسهای قائم گنبدی در پلها و تونلها بلامانع است. اما قرار دادن قوس قائم کاسه‌ای ته گود (که دارای خط‌القعر است) در پلها و تونلها و سایر ابنیهٔ فنی مجاز نیست. وجود نقطهٔ گودی در روی پلها و تونلها ممکن است در تخلیهٔ آبها ایجاد مشکل کند. گذاشتن دریچه در نقطه گودی مشکل را کاملاً حل نمی‌کند، زیرا دریچه ممکن است بگیرد در برف‌روبیها، برفهای انباشته شده غالباً دریچه‌ها را می‌بندد.

۶.۴ ضوابط کلی

علاوه بر ضوابطی که برای اجزای نیمرخهای طولی داده شد، رعایت ضوابط کلی تعیین‌شده در این بند نیز ضروری است.

۱.۶.۴ تقاطعها

در تقاطعها باید تا آنجا که امکان دارد شیبهای طولی را ملایم بگیرند. رعایت این موضوع در مناطق سردسیر که دارای برف و یخبندانهای طولانی است اهمیت بیشتری دارد.

اگر تقاطع دارای خط مخصوص گردش به چپ است، باید سعی کنند که شیب طولی انتهای صف اتومبیلهایی که در خط مخصوص گردش به چپ منتظر می‌مانند ملایم باشد. شیب طولی ۳ درصد یا بیشتر شیب تند محسوب می‌شود.

از نظر تخلیه بهتر آبهای بارش از سطح راه، توصیه می‌شود که شیب طولی حداقل را تقاطعها بیشتر بگیرند. زیرا، در محدودهٔ تقاطعها نیمرخهای دو راه مختلف با یکدیگر ترکیب می‌شوند و شیبهای عرضی از حداقلهای لازم کمتر شده و حتی در مواردی به صفر می‌رسد. شیب طولی یک درصد به عنوان یک حداقل مطلوب برای تقاطعها توصیه می‌شود.

۲.۶. حداقل ارتفاع آزاد

حداقل ارتفاع آزاد، از نظر امکان عبور وسایل نقلیهٔ بلند، برای انواع راهها به شرح زیر تعیین می‌شود:

- راههای شریانی درجه ۱، ۵٫۰ متر
- راههای شریانی درجه ۲ و خیابانهای محلی، ۴٫۵ متر

این حداقلها در همه جا باید رعایت شود به علاوه در موارد زیر، جهت رعایت ضوابط مربوط به سازمانهای دیگر و یا رعایت ایمنی، ارتفاع آزاد از حداقلهای فوق به شرح زیر بیشتر گرفته شود:

- حداقل ارتفاع آزاد در زیر پلهای مخصوص پیاده‌ها، از نظر رعایت ایمنی پیاده‌ها، ۲۵٫۰ متر بیشتر از ارقام بالا گرفته شود.
- حداقل ارتفاع آزاد در زیر شبکه‌های هوایی خطوط انتقال برق مطابق جدول ۲۶ گرفته شود.
- حداقل ارتفاع آزاد در زیر شبکه‌های هوایی خطوط تلفن و تلگراف مطابق جدول۲۷ گرفته شود.

اعداد داده شده در جدول ۲۶ و ۲۷ به عنوان رهنمود است. طراح باید ارتفاع و فاصله آزاد جانبی خطوط هوایی انتقال نیرو و اطلاعات را براساس جدیدترین استانداردهای وزارت نیرو و وزارت پست و تلگراف و تلفن کنترل کند.

جدول ۲۶ حداقل ارتفاع آزاد خطوط انتقال برق و در مجاورت راهها.

وضعیت عبور خطوط انتقال نیرو	ولتاژ (کیلو ولت)		
	۵ تا ۱۵۰	۱۵۱ تا ۲۵۰	۲۵۱ تا ۳۰۰ه
	حداقل ارتفاع آزاد (متر)		
در کنار راهها و از روی راههای اتصالی	۶٫۰۰	۷٫۵۰	۱۱٫۰۰
عبور از روی خیابانهای محلی	۸٫۰۰	۸٫۰۰	۱۱٫۰۰
عبور از روی راههای شریانی درجه ۲	۹٫۰۰	۹٫۰۰	۱۱٫۰۰
عبور از روی راههای شریانی درجه ۱	۱۱٫۰۰	۱۱٫۰۰	۱۱٫۰۰
عبور از روی خطوط راه‌آهن	۱۲٫۰۰	۱۲٫۰۰	۱۲٫۰۰
ه برای ولتاژهای بیش از ۳۰۰ کیلو ولت، برای هر کیلو ولت، ۲٫۵ سانتیمتر به ارتفاع آزاد داده شده برای ۳۰۰ کیلو ولت اضافه کنید.			

در طراحی راههای جدید باید در نظر داشت که ممکن است ارتفاع کف تمام شدهٔ راه به علت تجدید روسازیهای آینده، بالا بیاید؛ و در نتیجه ارتفاع آزاد راه از حداقل لازم کمتر شود. برای جلوگیری از این پیش آمد، دست کم باید ۱ر۰ متر از بابت اضافه شدن روسازیهای آینده به حداقلهای داده شده در بالا اضافه کرد.

۳.٦.٤ حریم هوایی راه‌آهن

در عبور راه از روی راه آهن، باید رعایت کرد که حداقل ارتفاع آزاد ۷ر۰ متر برای راه آهن فراهم باشد. این حداقل باید بین بالاترین سطح ریل و پایین‌ترین نقطهٔ زیر سازهٔ راه وجود داشته باشد.

٤.٦.٤ حریم هوایی رودخانه‌ها و مسیلها

به بند ٥.٤.٦ مراجعه شود.

جدول ۲۷ حداقل ارتفاع آزاد خطوط هوایی تلفن و تلگراف در مجاورت راهها.

وضعیت	حداقل ارتفاع آزاد (متر)
در کنار و به موازات راه	٦ر۰
عبور از روی راه	۸ر۰

۵

هماهنگی پلان و نیمرخ طولی

۱.۵ اصول

پلان و نیمرخ طولی اجزای ماندگار راه‌اند و تغییر و اصلاح بعدی آنها در خارج شهرها مشکل و پرهزینه و در درون شهرها تقریباً غیرممکن است. بنابراین، در مسیرگذاری و انتخاب اجزای پلان و نیمرخهای طولی نباید عجولانه و بدون مطالعهٔ کافی تصمیم گرفت.

به علاوه، پلان و نیمرخ طولی راههای شهری در ساختار معماری، بافت، جهت، هویت و وحدت فضاهای شهری تأثیر می‌گذارد پلان و نیمرخ طولی باید هماهنگ با هم، و متناسب با نقشهای مختلف راه و محیطهای شهری طراحی شوند.

۲.۵ خیابانهای محلی

در خیابانهای محلی، پلان راه باید کاملاً خود را به ساختار و بافت هستهٔ شهری تطبیق دهد. علاوه‌براین، اساس طرح پلان باید پایین نگه داشتن سرعت حرکت وسایل نقلیه باشد به

منظور اعمال سرعت حرکت کم، سواره‌رو در خیابانهای محلی نباید دارای قسمتهای مستقیم طولانی باشد در این خیابانها، برای کنترل سرعت، باید از قوسهای حداقل و یا نزدیک به حداقل استفاده کنند

طول قسمتهای مستقیم سواره‌رو در خیابانهای محلی برحسب سرعت طرح راه، نباید از ۱۰۰ متر و یا ۱۵۰ متر بیشتر باشد

در خیابانهای محلی باید از شیبهای طولی تند پرهیز کنند اما تغییر دادن متعدد و متوالی شیبهای طولی کاملاً پذیرفته است، زیرا به علت کوتاهی قسمتهای مستقیم، این تغییرات محسوس نبوده و راه بدشکل نمی‌شود

مسیر خیابانهای محلی باید از شیبهای ملایم زمین تبعیت کند مطلوب آن است که شیب طولی غالب در این راهها از حدود ۲ درصد بیشتر نباشد بدترین نوع قرارگیری در خیابانهای محلی وجود شیب طولی تند در قسمتهای مستقیم طولانی است. که از هردو آنها باید پرهیز کنند

قرارگیری خیابانهای محلی، کمتر تابع ضوابط هندسی و بیشتر تابع عملکرد ساختار هسته‌های شهری است. برای شکل شبکه و خصوصیات کلی قرارگیری این خیابانها، با بخش ۸، «خیابانهای محلی» رجوع کنید

۳.۵ راههای شریانی درجه ۲

راههای شریانی درجه ۲ در فاصله هسته‌های شهری قرار دارند این راهها عامل اصلی ارتباط دهندهٔ فضاهای شهری و ایجاد وحدت در ساختار معماری شهرند به علاوه، پلان و نیمرخ طولی این راهها در ساختمانهای اطراف آنها منعکس می‌شود و از نظر زیبایی بصری تأثیر چندین برابر در بیننده باقی می گذارد

معیارهایی که در اینجا مورد هماهنگی پلان و نیمرخ طولی راههای شریانی درجه ۱ داده شده، در مورد آن دسته از راههای شریانی درجه ۲ که طولشان زیاد و عملکردشان راههای شریانی درجه ۱ نزدیک است، نیز تاحدودی کاربرد دارد برای سایر ضوابط مربوط شکل شبکه به بخش ٦، «راههای شریانی درجه ۲» رجوع کنید

۴.۵ راههای شریانی درجه ۱

راههای شریانی درجه ۱ با مقیاسی بزرگ در بافت شهر حضور دارند و در ساختار معماری و ترکیب فضاهای شهری تأثیر می‌گذارند. از طرف دیگر، زیبایی بصری شهر و مناظری که در دید سرنشینان وسایل نقلیه قرار می‌گیرد، از نظر کیفیت زندگی شهری اهمیت دارد. به این ترتیب، زیبایی راهها را باید از سه زاویه دید:

- سیمای راه از دید محیط
- سیمای محیط از دید راه
- سیمای راه از دید راه

۱.۴.۵ سیمای راه از دید محیط

راه به صورت یک جسم خارجی حجیم بر ترکیب فضاها و ساختار معماری محیط خود تأثیر می‌گذارد. برای آن که حضور راه محیط خود را بدمنظره نکند، رعایت ضوابط زیر ضروری است:

- پلان و نیمرخ طولی با توجه به محیط اطراف و پستی و بلندیهای آن طراحی شود، تا جسم راه به صورتی هماهنگ و یکپارچه در محیط طبیعی و محیط ساخته شدهٔ اطرافش جا بگیرد. جسم راه در محیط اطراف خود نباید حجیم و تحمیلی و خارجی به نظر آید.
- در مناطق شهری، راههای پایین‌گذر به راههای همسطح برتری دارد.
- از احداث پلهای هوایی سواره در محدودهٔ داخل شهرها، جز در مواردی که روگذر به علت وضعیت طبیعی محل، راه‌حل منطقی است، باید خودداری کنند.
- از احداث راههای بالاگذر در محدودهٔ داخل شهرها باید خودداری کنند.

برای اصول و مبانی تأثیرات وجود راه در زیبایی محیطهای شهری به فصل ۹، بخش ۱، «مبانی» و برای ضوابط تأثیرات زیست‌محیطی راههای شریانی درجه ۱ به بخش ۴، «راههای شریانی درجه ۱»، رجوع کنید.

۲.٤.۵ سیمای محیط از دید راه

شهرنشینان بخش عمده‌ای از اوقات خود را در راهها می‌گذرانند. بنابراین، قرار دادن مناظر زیبا در دید سرنشینان وسایل نقلیه، کیفیت زندگی شهری را بالا می‌برد و به آسایش رانندگی می‌افزاید.

مسیرهایی که مناظر زیبای طبیعی و یا شهری را در دید سرنشینان وسایل نقلیه قرار می‌دهند برتری دارند. کوه، پارک، جنگل، رود، دریاچه و همچنین بناهای زیبا، یادبود، و تاریخی از جمله مناظری است که طراح باید سعی کند که در دید سرنشینان وسایل نقلیه قرار گیرد.

۳.٤.۵ سیمای راه از دید راه

رعایت کردن ضوابط هندسی، مشخصات ساختمانی، و توجه به جزئیات اجرایی به زیبایی بصری راه کمک می‌کند. به علاوه، به همین منظور اصول کلی زیر را باید رعایت کنند:

- قوسها، شیبها، و عرضها را ملایم و تدریجی تغییر دهند.
- قوسها و شیبها را با توجه به زیبایی بصری جسم سه بعدی راه باهم ترکیب کنند.
- جسم سه بعدی راه را با محیط سه بعدی اطرافش ترکیب کنند.

٤.٤.۵ رابطهٔ شیبها و قوسها

در راههای شهری، تا حد امکان نباید شیبهای طولی تند به کار برد. برای رعایت این ضابطه، ممکن است قوسهای افقی بیشتری لازم شود. ولی باید دقت کنند که راه به صورت قوسهای افقی پی در پی با شعاع حداقل (مارپیچ) درنیاید.

با هم بودن قوسهای افقی و قائم معمولاً به زیبایی بصری راه کمک می‌کند. برعکس، تغییر دادن پشت سر هم شیب طولی در قسمتهای مستقیم، امتداد راه را به صورت پستی و بلندیهای بدشکل در می‌آورد. از این نوع قرارگیری باید دوری کنند.

در نزدیکی بلندی قوسهای قائم گنبدی نباید قوس افقی تند قرار دهند. زیرا قوس گنبدی

دید را محدود می‌کند و راننده ممکن است نتواند پیچ را ببیند. چنین غفلتی، برای رانندگان، مخصوصاً در شبها پیش می‌آید. برای جلوگیری از محدودیت دید، به شرح زیر عمل شود:

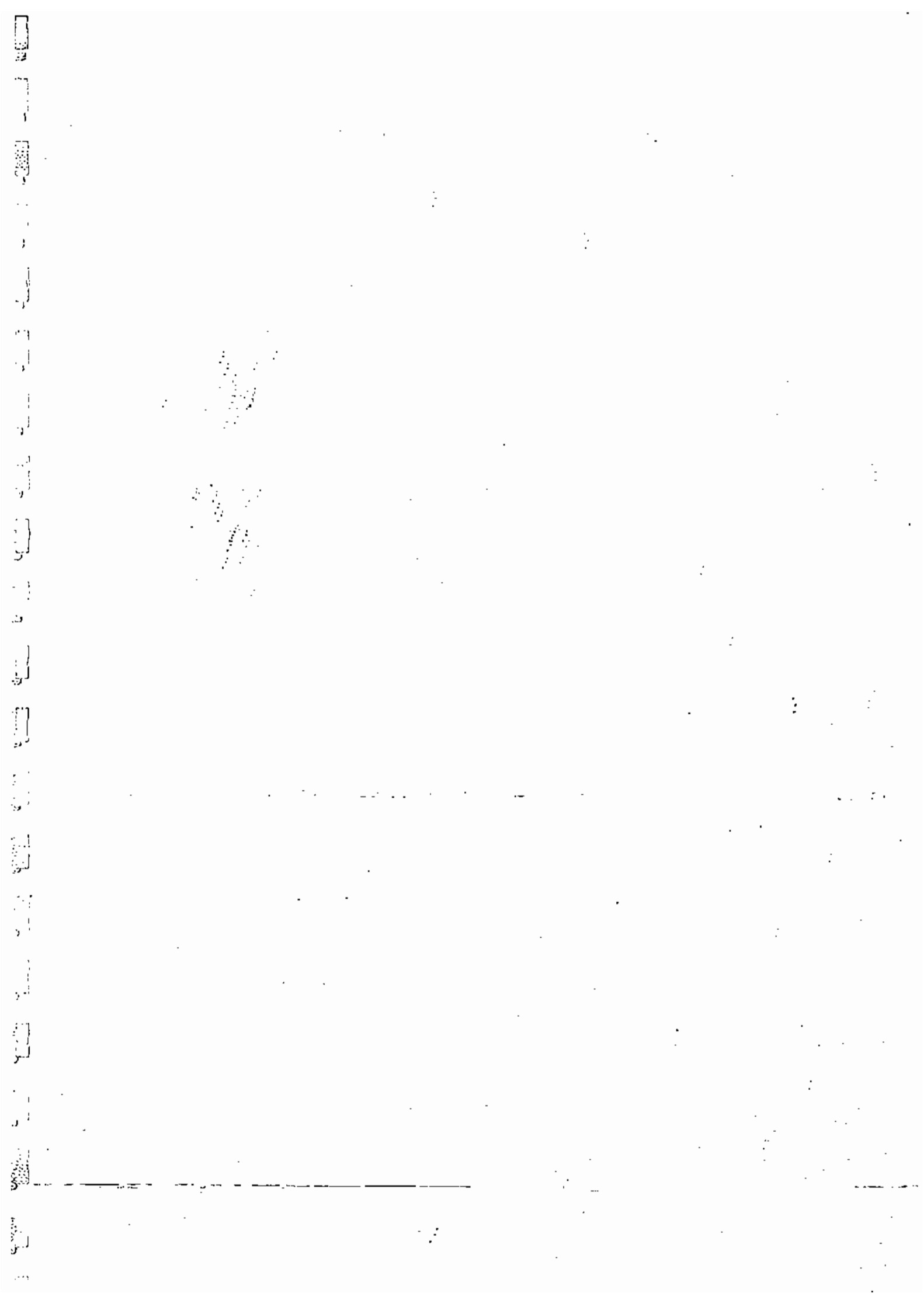
- سعی کنند که شروع قوس افقی قبل از شروع قوس قائم گنبدی قرار گیرد.
- شعاع قوس افقی و طول قوس قائم را تا حد امکان زیاد بگیرند.

در نزدیکی گودی قوسهای کاسه‌ای نباید قوس افقی تند گذاشته. زیرا اولاً راه شکسته و بدترکیب به نظر می‌آید. ثانیاً، ممکن است وسایل نقلیه در سرپایینی سرعت بگیرند و در پیچ تند کنترل خود را از دست بدهند. به علاوه، در چنین وضعیتی مزاحمت نور چراغهای مقابل شدید است.

در محل تقاطعها، باید سعی کنند که تا حد امکان شیبهای طولی ملایم (با رعایت حداقل شیب طولی از نظر تخلیه آبهای بارش) و شعاع قوسها زیاد باشد.

۵.۴.۵ قرارگیری مستقل دوطرف

در راههایی که سواره‌رو دو طرف از یکدیگر جداست، باید امکان مسیرگذاری مستقل دو طرف راه را بررسی کنند. در این راهها، یکی بودن امتداد مسیر دوطرف ضروری نیست. برعکس، با قرار دادن میانه‌ای با عرض متغیر، بهتر می‌توان راه را با محیط شهری و یا طبیعی آن تطبیق داد. حتی، در مواردی می‌توان میانه را چنان عریض گرفت که بتوان از آن برای کاربریهای مناسب شهری استفاده کرد. به این ترتیب، می‌توان راه شریانی را در درون بافت شهری جا داد و از تحمیلی بودن حضور آن کاست.



۶

سایر عوامل تعیین کنندهٔ پلان و نیمرخ طولی

۱.۶ تعریفها

تابلو ـ منظور تابلویی است که برای هدایت و تنظیم حرکت وسایل نقلیه، در راهها نصب می‌کنند.

خط کشی ـ منظور خط کشیها و سایر نشانه‌هایی است که برای هدایت و تنظیم حرکت وسایل نقلیه، در روی سطح جاده ترسیم می‌کنند.

پلان تابلو و خط کشی ـ پلانی است که در روی آن محل تابلوها و جزئیات خط کشیها مشخص می‌شود.

تابلوی بالاسری ـ تابلویی است که وسایل نقلیه از زیر آن عبور می‌کنند.

تابلوی جانبی ـ تابلویی است که در کنار جاده نصب می‌شود.

عرض آزاد ـ فاصلهٔ بین لبهٔ خارجی جاده و نمای دیوار یا پایه واقع در کنار راه است.

حداقل عرض آزاد ـ حداقل عرضی است که به موجب آیین‌نامه باید آزاد باشد.

خط ایست ـ خط پهن، پیوسته، و سفید رنگی است، عمود بر جهت حرکت وسایل نقلیه، که در تقاطعها می‌کشند و وسایل نقلیه باید قبل از آن بایستند.

جوب ـ نهر روبازی است که برای جمع‌آوری آب بارش سطح جاده در کنار آن می‌سازند.

جویک ـ مجرای عبور آب‌بارش در پای جدول لبهٔ جاده است.

عرض پخشی ـ عرض آب جاری شده در پای جدول لبهٔ جاده (جویک) است.

چاهک ـ مجرایی است قائم که آبهای بارش جمع‌آوری شده از سطح جاده، از طریق آن به لوله‌های زیرزمینی تخلیه آبهای سطحی منتقل می‌شود.

۲.۶ علایم کنترل و هدایت ترافیک

تابلو و خط کشی تکمیل کنندهٔ طرح هندسی است و بدون آنها قسمت عمده‌ای از هدفها و ارزشهای طرح بی‌اثر و بی‌فایده می‌ماند.

تهیهٔ نقشهٔ موقعیت تابلوها، خط کشیها، و سایر علایم کنترل و هدایت ترافیک جزء طرح هندسی است. موقعیت تابلوها و خط کشیها باید در روی پلانی به نام پلان تابلو و خط کشی نشان داده شود.

نقشهٔ مقدماتی نحوهٔ کنترل ترافیک و موقعیت تابلوهای هدایتی باید در مراحل اولیهٔ طراحی هندسی و قبل از پرداختن به تعیین جزئیات اجرایی راه تهیه شود در تقاطعها و تبادلها و سایر نقاط پیچیدهٔ ترافیکی، مشخصات هندسی با توجه به نحوهٔ حرکت، گردش، تغییر مسیر، و کنترل ترافیک موتوری تعیین می‌شود بنابراین، قبل از پرداختن به طرح هندسی، باید طرح ترافیکی راه را مشخص کنند.

انواع تابلوها به این شرح است:

ـ تابلوهای انتظامی که جریان ترافیک را تنظیم می‌کنند و اطاعت از آنها الزامی است.

- تابلوهای خطر که رانندگان را از وجود خطر احتمالی آگاه می‌کنند.
- تابلوهای هدایتی که رانندگان را به مقصدهای مختلف هدایت می‌کنند.
- تابلوهای اطلاعاتی که به رانندگان اطلاعات می‌دهند.

تابلوها از نظر محل نصب، دو نوع‌اند:

- تابلوهای جانبی
- تابلوهای بالاسری

تابلو باید به اندازهٔ کافی جلوتر از محل مورد نظر نصب شود، تا رانندگان برای تصمیم‌گیری و عکس‌العمل فرصت کافی داشته باشند. برای تعیین این فاصله، باید از فاصله‌های دید انتخاب (بند ۳.۲) استفاده شود.

اگر برای وضعیت موردنظر فاصلهٔ دید انتخاب در آیین‌نامه تعیین نشده، این فاصله را باید با استفاده از اطلاعات داده شده در فصل ۷ بخش میانی تعیین کنند. در این موارد، طراح باید با استفاده از اطلاعات نامبرده و به کار گرفتن نظر کارشناسی خود، زمان مناسبی برای تصمیم‌گیری و اعمال عکس‌العمل در نظر بگیرد و فاصله لازم را براساس این زمانها و سرعت طرح مورد نظر حساب کند.

ارتفاع آزاد برای تابلوهای بالاسری مطابق بند ۲.۶.۴ تعیین شود. پایه‌های تابلوهای بالاسری مانع خطر آفرین محسوب می‌شوند و اگر در داخل عرض ایمنی واقع شوند باید آنها را ایمن‌سازی کرد (به فصل ۱۳، بخش ۳، «اجزای نیمرخهای عرضی» رجوع کنید). طراح باید برای نصب تابلوهای بالاسری، تا حد امکان از سازه راههای متقاطعی که از روی راه می‌گذرد استفاده کند.

از خط کشی برای مشخص کردن محور سواره‌رو، لبهٔ سواره‌رو، پیاده‌گذر، دهانهٔ ورودی و خروجی، خط ایست، خطهای مخصوص گردشها، خطهای عبور، و محل پارکینگها استفاده می‌شود. برای تعیین نوع و شکل تابلوها و خط کشیها، باید تازه‌ترین استانداردهای ملی مربوط به علایم کنترل ترافیک را به کار برد. تا تعیین معیارهای ملی مصوب، می‌توان از نشریهٔ شمارهٔ ۹۹ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه، به نام «وسایل کنترل ترافیک»، استفاده کرد.

۳.۶ چراغ راهنما

برای تقاطعهای با چراغ راهنما باید نقشه‌ای به نام «نقشهٔ چراغ راهنما» تهیه شود. در این نقشه موقعیت و جزئیات چراغ راهنما را تعیین می‌کنند. برای جزئیات طراحی تقاطعها به بخش ۷، «تقاطعها» رجوع کنید. در اینجا، تنها آن دسته از ضوابط داده می‌شود که در تعیین پلان و نیمرخ طولی تأثیر می‌گذارند.

رانندگان وسایل نقلیه باید بتوانند حداقل دو چراغ راهنما را، به طور مداوم، از فاصلهٔ D، که در زیر تعیین می‌شود، ببینند:

$$D = ۳۰ + ۳ (V - ۳۰)$$

که در آن D به متر و V سرعت طرح راه به کیلومتر در ساعت است. اگر فاصله عرضی (افقی) مرکز حبابهای دو چراغ راهنما از ۳ متر کمتر باشد، از این نظر، نمی‌توان آنها را دو چراغ مجزا در نظر گرفت.

حداقل یک چراغ راهنما باید بعد از خط ایست نصب شود؛ تا رانندگان وسایل نقلیه متوقف شده بتوانند حداقل یک چراغ راهنما را از محل توقف خود ببینند.

ارتفاع آزاد واقع بین پایین‌ترین نقطهٔ قاب چراغ راهنمای بالاسری و کف راه باید بیشتر از حداقل ارتفاع آزاد راه و کمتر از ۶ر۰ متر باشد. ارتفاع وسط قاب چراغ راهنمای جانبی نباید از ۲ر۵ متر کمتر و از ۴ر۰ متر بیشتر باشد. این ارتفاع از کف پیاده‌رو یا سکوی واقع در میانه اندازه گرفته می‌شود.

با تأمین شرایط فوق و تا آنجا که عملاً ممکن است، باید پایه‌های چراغ راهنما را دورتر از لبهٔ جاده گذاشت. بین سطح طرف راه پایهٔ چراغ راهنما و نمای جدول باید حداقل ۶ر۰ متر فاصله باشد.

۴.۶ هدایت آبهای بارش

تعیین نحوهٔ تخلیهٔ آبهای سطحی وارد شده به حریم راه، و آبهای بارش جاری شده در سطح راه و همچنین طراحی تأسیسات لازم برای دفع این آبها جزء طرح هندسی است. این

مطالعات از قسمتهای زیر تشکیل می‌شود:

- تعیین سطح طغیان آب در رودخانه‌ها و مسیلهایی که راه آنها را قطع می‌کند.
- تعیین سطح طغیان آب در مسیلهایی که از کنار راه می‌گذرد.
- طراحی تأسیسات تخلیه آبهای بارش جاری شده در سطح راه.
- طراحی تخلیه آبهای سطحی که وارد حریم راه می‌شوند.
- طراحی محل خروج آبهای جمع‌آوری شده به محلهای تخلیه، حتی اگر این محلها خارج از حریم راه باشند.

متداولترین شیوهٔ جمع‌آوری آب بارش راههای شهری سیستم جوبهای روباز است. این سیستم برای تخلیه آبها کارآیی ندارد و از نظر ایمنی پیاده و سواره و بهداشت و زیبایی محیط مردود است و باید منسوخ شود.

سیستم جوبهای روباز، به علت گرفتگی همیشگی خود نمی‌توانند به عنوان مجاری تخلیهٔ آبهای سطحی عمل کنند. این جوبها به عنوان خط‌القعر و حوضچه عمل می‌کنند و آبهای بارش در آنها عموماً جاری نشده بلکه جمع می‌شود. در بارندگیهای شدید و متوسط، به علت گرفتگی جوبها، خیابان را آب می‌گیرد. بنابراین، طراحی هیدرولوژیکی و هیدرولیکی این مجاری روباز بی‌معنی و غیرضروری است.

نوع دیگری از مجاری روباز که در کنار جاده ساخته می‌شود، مجاری روباز مثلثی است. جوبهای مثلثی محل تجمع خاک و آشغال خیابان است و آنها را باید مرتباً پاک کرد. جوبهای مثلثی جارو کردن مکانیکی خیابان را مشکل می‌کند. این جوبها، به علت گرفتگی همیشگی خود، کارآیی ندارند و از نظر زیبایی و بهداشت محیط قابل قبول نیستند. استفاده از جوبهای مثلثی عموماً منسوخ شده است.

سیستمی که باید جانشین جوبهای روباز شود، سیستم مرسوم در همه جای دنیاست که در آن آب بارش در پای جدول خیابان و در روی سطح جاده جاری می‌شود و از طریق چاهکها به لوله‌های زیرزمینی انتقال آبهای سطحی منتقل می‌گردد. جنس معمول این لوله‌ها بتنی، سفالی، و پلاستیکی و قطر متداول آنها بین ۰٫۳ تا ۱٫۰ متر است. این لوله‌ها آبهای جمع‌آوری شده را به محلهای تخلیه هدایت می‌کنند. شاخ و برگ و گل و لای و سایر موادی که آب با خود حمل می‌کند توسط دریچه، واقع در محل ورود آب به چاهک،

گرفته می‌شود و یا در حوضچه، واقع در ته چاهک، ته‌نشین می گردد. مواد ته‌نشین شده در ته چاهک را می‌توان با وسایل مکانیکی یا دستی تخلیه کرد.

۱.۴.۶ عرض مجاز پخشی

عرض آبی که در بارندگیها در پای جدول جاری می‌شود و قسمتی از سطح جاده را می گیرد، باید برای بارندگی با دورهٔ بازگشت یک ساله حساب شود. فاصلهٔ چاهکها از یکدیگر را باید چنان تعیین کنند که این عرض از حداکثرهای زیر تجاوز نکند:

ـ در خیابانهای محلی:

تمام عرض خط دست راست، اگر خیابان چهار خط یا بیشتر دارد.

نصف عرض خط دست راست، اگر خیابان فقط دو خط دارد.

ـ در راههای شریانی درجه ۲:

نصف خط دست راست، اگر خط عبوری است.

تمام عرض خط دست راست، اگر خط پارکینگ حاشیه‌ای است.

ـ در راههای شریانی درجه ۱:

عرض شانه راه

۲.۴.۶ چاهک و دریچه و حوضچه

ظرفیت هیدرولیکی دریچهٔ چاهکها را باید کنترل کنند. مواد زایدی که روی دریچه جمع می‌شود، قسمتی از سطح آن را مسدود می کند. بنابراین، سطح دریچه باید دو برابر مقداری باشد که با محاسبهٔ هیدرولیکی به دست می آید. سطح دریچه‌ها برای دورهٔ بازگشت دو سال تعیین شود.

۳.۴.۶ لولهٔ زیرزمینی

اندازهٔ لوله‌ها را باید بر اساس محاسبات هیدرولیک و برای بارشهایی که دورهٔ بازگشت آنها دو ساله است تعیین کنند. قطر حداقل برای لوله‌ها ۳ر۰ متر است.

۴.۴.۶ مطالعهٔ جریان آبها در سطح روسازی

هنگامی که شیب عرضی راه تغییر جهت می‌دهد، باید وضعیت گذشتن جریان آب از یک طرف جاده به طرف دیگر را بررسی کنند وجود چنین جریانهایی ممکن است در راههایی که برای سرعت ۷۰ کیلومتر یا بیشتر طراحی می‌شوند ایجاد خطر کند وسایل نقلیه‌ای که با سرعت زیاد حرکت می‌کنند، هنگام گذشتن از جریان نازک آب سطحی، به علت نبودن اصطکاک بین چرخ و روسازی، ممکن است کنترل خود را از دست بدهند در طراحی راههای شریانی باید موارد زیر رعایت شود:

- جریان حرکت آب از عرض سواره‌رو، با توجه به شیبهای طولی و عرضی، بررسی شود. بهترین راه برای این کار ترسیم خطوط تراز، کف تمام شده جاده است. با توجه به خطوط تراز، جریان حرکت آبهای سطحی مشخص می‌شود؛ و بر اساس آن می‌توان محل مناسب را برای دریچه‌های تخلیهٔ آب تعیین کرد.

- در محل شروع تغییر جهت شیب عرضی دریچه‌ای گذاشته شود، تا قسمت عمدهٔ آب جمع شده در یک طرف، قبل از گذشتن از عرض خیابان، از طریق این دریچه تخلیه شود.

۵.۴.۶ پلها و مسیلها

در عبور از روی رودخانه‌ها و مسیلها و همچنین در گذشتن از کنار آنها، باید نیمرخ سطح آب را برای طغیانهای صد ساله تعیین کنند پایین‌ترین نقطهٔ سازهٔ پل باید حداقل ۱٫۰ متر بالاتر از بلندترین دو ارتفاع زیر باشد:

- سطح بر آورد شدهٔ طغیان صد ساله
- بالاترین ارتفاع سیلابی که دیده یا ثبت شده و یا داغ آن وجود دارد

در گذشتن مسیر از کنار مسیلها و رودخانه‌ها نیز به همین ترتیب عمل کنند در این موارد، سطح زیر روسازی (بستر روسازی) نباید از بلندترین، دو ارتفاع یاد شده پایین‌تر باشد.

۶.۴.۶ آبروها

آبرو لوله یا پل کوچکی (معمولاً به عرض تا ۳٫۰ متر) است که روی آن خاکریزی و روسازی و یا حداقل تمام ضخامت روسازی (شامل لایه‌های زیر اساس، اساس و رویه) گذاشته می‌شود. ظرفیت انتقال آب آبروها به شرح زیر تعیین شود:

- برای نهر، کانال، و مسیلهای کوچک متقاطع با راه، دهانه آبرو را باید چنان تعیین کنند که در بارندگیهایی که دوره بازگشت آنها ۲۵ ساله است، بالاترین سطح آب جمع شده در بالا دست آبرو از سطح زیر روسازی (بستر روسازی) فراتر نرود.
- برای ارتباط دادن هیدرولیکی دو طرف راه در عبور از جلگه‌های سیلگیر واقع در کنار مسیلها و رودخانه‌ها، ارتفاع خاکریزی، تعداد آبروها و دهانه‌های آنها را باید چنان تعیین کنند که بالاترین سطح آب طغیانهای صد ساله و همچنین بزرگترین طغیانهایی که دیده یا ثبت شده و یا داغ آنها موجود است، در بالا دست، از سطح زیر روسازی (بستر روسازی) فراتر نرود.

۷.۴.۶ در نظر گرفتن آبهایی که وارد حریم راه می‌شوند

حوزهٔ آبگیر راهها و خیابانهای شهری محدود به سطح این راهها نیست. خیابانها به عنوان زه‌کشهای شهر عمل می‌کنند و محل تجمع آبهای بارشی هستند که به حوزه‌های آبگیر اطراف آنها می‌رسد. در مطالعات آبشناسی راه، حوزه‌های آبگیری را که به راه مرتبط می‌شوند باید شناسایی و حجم آب آنها را برآورد کنند. سیستم تخلیهٔ آبهای سطحی راه باید براساس برآورد آیندهٔ حوزه‌های آبگیر آن، با توجه به پیش‌بینی سطوح غیرقابل نفوذ ناشی از آبادانیهای پیش‌بینی شده و میزان تراکمهای ساختمانی تعیین شده برای این حوزه‌ها، طراحی کنند. بارشهای وارد شده بر سطح راه، تنها جزیی از حجم آبی است که تأسیسات تخلیه آبهای سطحی برای آن محاسبه می‌شود. به این دلیل، مطالعات آبشناسی راهها و خیابانهای شهری غالباً مفصل و وقت گیر است.

۸.٤.٦ طراحی محلهای تخلیه

محلهای تخلیه آبها را باید از نظر حفاظت در مقابل فرسایش بررسی کرد در صورت لزوم، با سنگ‌چین کردن دهانه خروجی کانالهای تخلیه، باید آنها را در مقابل فرسایش احتمالی حفاظت کنند.

۵.٦ تأسیسات شهری

در نوسازی و توسعهٔ راهها و خیابانهای موجود باید کلیهٔ خطوط تأسیسات شهری را در روی پلان اجرایی نشان داد موارد زیر را باید در روی این پلان نشان دهند:

- خطوط زیرزمینی آب، برق، تلفن، گاز و نفت
- محل تیرهای برق و تلفن و تلگراف
- خطوط زیرزمینی مجاری تخلیه آبهای سطحی و فاضلاب

علاوه‌بر این، بهتر است مجاری تخلیه آبهای سطحی و فاضلاب را روی نیمرخ طولی راه نیز نشان دهند.

اگر به علت احداث راه، جابجایی دائمی و یا موقت تأسیسات شهری لازم می‌شود، این تغییرات را باید در روی پلان اجرایی نشان دهند.

کلیهٔ توافقهای لازم با سازمانهای عهده‌دار شبکه‌های تأسیسات شهری و همچنین مشخصات اجرایی لازم برای جابجا کردن خطوط تأسیسات شهری، باید در هنگام طراحی و قبل از شروع عملیات اجرایی تهیه شود.

برای ضوابط قرار دادن تأسیسات شهری در حریم راهها، به فصل ۱٦، بخش ۳، «اجزای نیمرخهای عرضی» رجوع کنید.

٦.٦ کنترل ترافیک در حین اجرا

طرز تنظیم ترافیک در حین اجرا، باید در نقشه‌های اختصاصی به نام «نقشه‌های کنترل ترافیک موجود» نشان داده شود تهیهٔ چنین نقشه‌هایی برای کلیهٔ راههایی که در بافتهای پر

طراحی می‌شوند الزامی است. در نقشه کنترل ترافیک موجود باید موارد زیر کاملاً مطالعه شوند:

- حرکت ایمن پیاده و دوچرخه
- حرکت و ایمنی وسایل نقلیه
- دسترسی به ایستگاههای وسایل نقلیه جمعی و عمومی
- دسترسی به بناهای اطراف
- افزایش حجم ترافیک در تقاطعهای اطراف

در کنترل ترافیک موجود، برحسب ضرورت، موارد زیر را باید مشخص کنند:

- تغییر مسیر و تعیین مسیرهای انحرافی و وسایل کنترل ترافیک برای مسیر انحرافی
- بستن کامل خیابان یا قسمتهایی از آن
- ساعات کار مجاز برای عملیات اجرایی
- تغییر موقت وسایل کنترل موجود به اقتضای تغییر وضعیت ترافیک در حین اجرا
- تغییر وضعیت ایستگاههای وسایل نقلیه جمعی و عمومی
- تغییر وضعیت روشنایی خیابان
- تغییر وضعیت پارکینگهای حاشیه‌ای

در تهیهٔ نقشه‌های کنترل ترافیک باید اصول زیر را رعایت کنند:

- اگر مسیر پیاده‌ها و دوچرخه‌ها قطع می‌شود، مسیر انحرافی ایمن و پیوسته‌ای برای آنها در نظر بگیرند و در روی نقشه نشان دهند.

- اگر دسترسی به ایستگاههای وسایل نقلیه عمومی در حین انجام عملیات اجرایی قطع می‌شود، برای تأمین دسترسی موقت به آنها، مسیرهای انحرافی در نظر بگیرند.

- در تعیین مسیرهای انحرافی برای ترافیک موتوری، باید به مناسب بودن محیط و مسیر انحرافی توجه کنند. اولاً، مسیر انحرافی را نباید از داخل محیطهایی

عبور دهند که از نظر تأثیرات زیست‌محیطی پذیرفته نیست. ثانیاً، وضعیت هندسی و ترافیکی مسیر انحرافی باید برای ترافیک انحرافی مناسب باشد.

- کاهش عرض روسازی و یا بستن خطها باید تدریجی و در طول کافی صورت گیرد. نحوهٔ تعیین طول مناسب برای کاهش عرض، در شکل ۲٤ تعیین شده است.

- برای تعیین وسایل کنترل ترافیک در حین اجرا، از نشریهٔ شمارهٔ ۹۹ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه استفاده شود.

- به ایمنی حرکت وسایل نقلیه در شب باید توجه شود. برای این منظور باید از شیرنگها و چراغهای چشمک‌زن استفاده کنند.

- محل مخروطها، بشکه‌ها، علایم خطر، تابلوها، نرده‌ها و راهبندها باید در روی نقشه تعیین شود. جای این وسایل را باید با توجه به سرعت وسایل نقلیه و دادن فرصت کافی به راننده برای ابراز عکس‌العمل تعیین کنند.

- وسایل کنترل ترافیکی را که باید در حین اجرا به طور موقت بردارند، یا بپوشانند، در روی نقشه کنترل ترافیک مشخص کنند.

در احداث راه در داخل بافتهای پر و یا تجدید بنای راههای موجود، ممکن است مسایل مربوط به کنترل ترافیک در حین اجرا سبب شود که طرح تغییر کند و نیمرخ طولی، مقطع عرضی و یا حتی مسیری انتخاب شود که بدون در نظر گرفتن این مسایل انتخاب نمی‌شد. در این موارد، نحوهٔ کنترل ترافیک موجود، ممکن است یکی از تعیین کننده‌های اصلی طرح باشد و در نظر گرفتن آن از ابتدای طرح مقدماتی لازم شود.

فهرست کتابها و نشریات
مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری

عنوان کتاب	نام نویسنده/ مترجم
کاربرد تکنولوژی جدید در طرح ریزی شهری و منطقه‌ای، چاپ دوم	بنکت روستت، مترجم: فرزانه طاهری
حقوق شهری و قوانین شهرسازی، چاپ سوم	فضل‌الله هاشمی
طراحی شهری در بافت قدیم شهر یزد چاپ دوم	محمود توسلی، ناصر بنیادی، محمد حسن مؤمنی، محمود یکشلو منصوری
مسکن و درآمد در تهران، چاپ دوم	میتو رفیعی
جمعیت و شهرنشینی در ایران (جلد۱) چاپ دوم	حبیب‌الله زنجانی
جمعیت و توسعه (مجموعه مقالات)	حبیب‌الله زنجانی
طراحی فضای شهری (جلد۱)	محمود توسلی، ناصر بنیادی
طراحی فضای شهری (جلد۲)	محمود توسلی، ناصر بنیادی
سنجش توسعهٔ صنعتی مناطق کشور	مینو رفیعی، اسفندیار خراط زبردست، پروین معزالدین
مکانیابی و معیارهای استقرار صنایع (تجربهٔ هندوستان)	وزارت کار و مسکن هندوستان، مترجم: مهندسین مشاور همگروه
طرح‌ریزی کالبدی	مجموعه مقالات کنفرانس
اقتصاد شهر	ادوین میلز، بروس همیلتون، مترجم: عبدالله کوثری
سیلابهای شهری	مصطفی بزرگ‌زاده، محمد طاهر طاهری بهبهانی
مسایل اساسی بلند مرتبه‌سازی	ولفگانگ شولز، گروه مترجمان
آب و شهر	گونارلیند، مترجم: بهرام معلمی
سیلگیری شهرها	گونارلیند، مترجم: مصطفی بزرگ‌زاده

● مجموعه مباحث و روشهای شهرسازی

۲. مسکن، چاپ دوم	فیروز توفیق
۳. اقتصاد چاپ دوم	مینو رفیعی
۴. جغرافیا، چاپ دوم	محمد تقی رهنمایی
۶. محیط زیست	کامبیز بهرام سلطانی
۷. معیارهای آسایش صوتی	کامبیز بهرام سلطانی

● آیین نامهٔ راههای شهری

بخش ۱ ـ میانی	بخش ۷ ـ تقاطعها
بخش ۲ ـ پلان و نیمرخهای طولی	بخش ۸ ـ خیابانهای محلی
بخش ۳ ـ اجزای نیمرخهای عرضی	بخش ۹ ـ دسترسیها
بخش ۴ ـ راههای شریانی درجه ۱	بخش ۱۰ ـ مسیرهای پیاده
بخش ۵ ـ تبادلها	بخش ۱۱ ـ راهنمای برنامه‌ریزی و طرح مسیرهای دوچرخه
بخش ۶ ـ راههای شریانی درجه ۲	بخش ۱۲ ـ تجهیزات ایمنی راه