۱-۳-۱- معیارهای اجباری

معیارهای اجباری، برای تأمین هدف‌های طراحی مورد نیاز است. چنین معیارهایی مانند این بند با حروف پر رنگ‌تر چاپ و در آنها از واژه «باید» و «نباید» استفاده شده است.

۱-۳-۲- معیارهای توصیه‌شده

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

۱-۳-۳- معیارهای کنترل‌کننده

برای تأمین ایمنی راه‌ها باید به معیارهای کنترل‌کننده زیر توجه کرد:

۱- سرعت طرح
۲- عرض خط عبور
۳- عرض شانه
۴- عرض راه در ابنیه فنی
۵- قوس‌های افقی (پیچ‌ها)
۶- قوس‌های قائم (خم‌ها)
۷- شیب‌های طولی
۸- حداقل فواصل دید
۹- شیب‌های عرضی
۱۰- بربلندی
۱۱- عرض آزاد
۱۲- ارتفاع آزاد

کلیه معیارهای فوق از نوع معیارهای اجباری است.

۱-۳-۴- سایر معیارها

سایر معیارهایی که باید به آیین‌نامه‌ها و منابع دیگر مراجعه کرد شامل معیارهای میان، ایستگاه‌های عوارضی، راهدارخانه، علائم، تجهیزات ایمنی و جانمایی آنها، چراغ‌های راهنمایی و روشنایی راه است. **در صورت مشاهده مغایرت بین این آیین‌نامه با سایر منابع به ویژه منابع غیر آیین‌نامه‌ای، این آیین‌نامه معتبر است.**

۱-۴- موردهای عدول از معیارها

۱-۴-۱- عدول از معیارهای اجباری

از معیارهای اجباری این آیین‌نامه نمی‌توان عدول کرد.

۱-۴-۲- عدول از معیارهای توصیه‌شده

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

omoorepeyman.ir

تبصره ۲. سرعت طرح انتخابی نباید با سرعت عملکردی (که در مرحله بهره‌برداری راه قابل اندازه‌گیری است)، تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشته باشد.

تبصره ۳. در راه‌هایی با طول زیاد، تغییر سرعت‌های طرح انتخابی برای قطعات مختلف راه نباید به صورت ناگهانی انجام شود. این تغییر باید به تدریج و در طول کافی باشد تا امکان تغییر تدریجی سرعت برای رانندگان، قبل از رسیدن به قطعه با سرعت طرح کمتر فراهم شود. اختلاف سرعت طرح دو قطعه متوالی از یک مسیر نباید بیشتر از ۲۰ کیلومتر در ساعت باشد.

تبصره ۴. سرعت طرح انتخابی بیشتر از سرعت مجاز می‌باشد.

سرعت طرح برای راه‌های شریانی و اصلی مطابق جدول (۴-۲) و برای راه‌های فرعی مطابق جدول (۴-۳) می‌باشد.

جدول ۴-۲- سرعت طرح برای راه‌های شریانی و اصلی

نوع راه	راه‌های شریانی (آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها)			راه‌های اصلی درجه یک جداشده			راه‌های اصلی درجه یک و دو		
وضع پستی و بلندی	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)			سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)			سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)		
	حداقل	متوسط	حداکثر	حداقل	متوسط	حداکثر	حداقل	متوسط	حداکثر
دشت	۱۱۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۱۵	۱۲۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰
تپه‌ماهور	۱۱۰	۱۱۵	۱۲۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۰۰	۱۰۵	۱۱۰
کوهستانی	۸۰	۹۵	۱۱۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۸۰	۹۰	۱۰۰

جدول ۴-۳- سرعت طرح برای راه‌های فرعی

نوع راه	راه‌های فرعی درجه یک و دو			راه‌های فرعی درجه سه		
وضع پستی و بلندی	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) برای حجم طرح مشخص شده (وسیله نقلیه در روز)					
	۰ تا ۴۰۰	۴۰۰ تا ۲۰۰۰	۲۰۰۰ به بالا	۰ تا ۲۵۰	۲۵۰ تا ۴۰۰	۴۰۰ به بالا
دشت	۶۰	۸۰	۱۰۰	۵۰	۶۰	۸۰
تپه‌ماهور	۵۰	۶۰	۸۰	۳۰	۵۰	۶۰
کوهستانی	۳۰	۵۰	۶۰	۳۰	۳۰	۵۰

۴-۳-۱-۱- سرعت طرح در تونل‌ها

به علت‌های اقتصادی، عموماً تعیین ابعاد کافی برای مقطع عرضی و تجهیزات تونل به منظور حذف عیب ناشی از تغییر محیط ناگهانی هنگام ورود راننده، غیر ممکن است. لذا سرعت طرح برای تونل، اغلب از سرعت طرح راهی که تونل در آن قرار گرفته، کمتر است.

مقدار انتخاب شده سرعت طرح نه تنها در تعیین مشخصات هندسی تونل دخالت می‌کند، بلکه در موارد زیر نیز مؤثر است.

۱- طول مربوط به روشنایی اضافی ورودی

۲- آغاز روشنایی کمتر در جایی که فاصله دید از فاصله دید توقف بیشتر باشد.

omoorepeyman.ir

شکل ۵-۱- نمونه‌ای از اندازه‌گیری و ثبت فواصل دید در نقشه‌ها

omoorepeyman.ir

– در مناطق حومه شهری به دلیل امکان توسعه آتی شهر و کاهش سرعت طرح، بهتر است ۶ درصد در نظر گرفته شود.

در هر صورت برای کاهش جابجایی جانبی وسایل نقلیه در سرعت‌های کم، حداکثر بربلندی انتخابی در سرعت طرح‌های کمتر باید به مقادیر جدول (۵-۱۴) محدود شود. در غیر این صورت اضافه عرض لازم برای کاهش امکان تجاوز وسیله نقلیه به خط مجاور، در نظر گرفته شود.

جدول ۵-۱۴- حداکثر مقدار بربلندی در سرعت‌های کم

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	حداکثر بربلندی (درصد)
۲۰	۸
۳۰	۸
۴۰	۱۰
۵۰	۱۱
۶۰	۱۱
۷۰	۱۲

۵-۲-۲-۲- طول تأمین بربلندی

از نظر تأمین ایمنی خودرو و همچنین حفظ زیبایی منظر و اجتناب از واکنش‌های آنی در مسیر، تغییرهای لازم در شیب عرضی راه، بهتر است به صورت تدریجی و ملایم و در طولی از راه، قبل و بعد از قوس های افقی انجام شود. این طول، طول تأمین بربلندی نامیده می‌شود. برای جلوگیری از نمودار شدن شکستگی محل‌های تغییر شیب بهتر است از یک خم کوتاه، برای گرد کردن استفاده شود. طول این خم حداقل ۵ متر خواهد بود.

طول تأمین بربلندی (L) از مجموع دو قسمت تشکیل شده است:

طول حذف شیب مخالف (L_t): طولی است که شیب عرضی مخالف شیب بربلندی حذف شده و به شیب صفر می‌رسد. طول حذف شیب مخالف قبل از قوس افقی و در قسمت مستقیم اعمال می‌شود. طول حذف شیب مخالف، از رابطه (۵-۱۷) بدست می‌آید.

$$L_t = \frac{e_{NC}}{e_d} L_r \qquad (۵-۱۷)$$

که در آن:

L_t: حداقل طول حذف شیب مخالف (متر)

L_r : حداقل طول شیب بربلندی (متر)

e_d: میزان بربلندی طرح (درصد)

e_{Nc}: میزان شیب عرضی راه (درصد).

چنانچه جهت اعمال طول شیب بربلندی، منحنی اتصال تدریجی بکار رود، در رابطه (۵-۱۷)، بجای L_r، از L_s (طول منحنی اتصال تدریجی) استفاده می‌شود.

طول شیب بربلندی (L_r): طولی است که شیب عرضی از شیب صفر به شیب بربلندی (و بالعکس) می‌رسد. معمولاً بخشی از طول شیب بربلندی در قبل از قوس افقی و بخشی از آن در قوس افقی اعمال می‌شود.

omoorepeyman.ir

۶-۱- کلیات

نیمرخ عرضی، نشان‌دهنده ابعاد و شیب عرضی سواره‌رو، شانه‌ها و میانه راه (در صورت وجود میانه)، شیب عرضی شیروانی خاکبرداری یا خاکریزی و موقعیت نهرهای جانبی است. اجزاء نیمرخ عرضی در شکل‌های (۶-۱) و (۶-۲) نمایش داده شده است.

نیمرخ‌های عرضی، بسته به عملکرد راه، پستی و بلندی منطقه و موقعیت قرارگرفتن در مسیر (مستقیم یا قوس افقی) متفاوت است. طبقه‌بندی راه در تعیین تعداد و عرض خطهای عبور، عرض شانه، شیب شیروانی، شیب و ضرورت وجود یا عدم وجود میانه تأثیر دارد. همچنین قوس افقی در تعیین میزان تعریض خط عبور و بربلندی اثر می‌گذارد.

۶-۲- سواره‌رو

سواره‌رو، قسمتی از سطح زبری روسازی راه (شنی، آسفالتی یا بتنی) است که برای حرکت و عبور وسایل نقلیه بکار می‌رود. این قسمت از کف راه، از شانه که معمولاً به توقف یا عبور اضطراری خودروها اختصاص دارد، متمایز است. در راه‌هایی که سواره‌رو آسفالتی یا بتنی دارد، شانه، اعم از آنکه رویه‌دار یا بدون رویه باشد، به صورت نواری درکنار سواره‌رو قرار دارد و از آن متمایز است، ولی در رویه‌های شنی، سراسر کف راه (شانه و سواره‌رو) یکپارچه است و نوار واحدی را تشکیل می‌دهد.

۶-۲-۱- تعداد خطوط و عرض سواره‌رو

تعداد خطوط راه به نوع راه و حجم ترافیک عبوری از آن بستگی دارد. عرض سواره‌رو در ایمنی و آسایش استفاده‌کنندگان از راه اثر دارد. سواره‌رو، برحسب مورد، دارای یک یا چند خط عبور بوده و عرض هر خط عبور بسته به طبقه‌بندی عملکردی راه و موقعیت قرارگرفتن در مسیر (مستقیم یا قوس افقی) متفاوت است. عرض خطوط سواره‌رو تأثیر زیادی بر ایمنی و راحتی رانندگی داشته و در سطح خدمت‌دهی و ظرفیت راه نیز مؤثر است. خطوط باریک باعث می‌شوند که رانندگان خودروهایشان را در فاصله‌ای کم‌تر از میزان مطلوب از کنار یکدیگر حرکت دهند. **در قسمتهای مستقیم راه‌ها، تعداد خطوط با عرض‌های ذیل برای سواره‌رو باید در نظر گرفته شود:**

- آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها باید حداقل دو خط عبور، برای هر جهت حرکت داشته باشند. عرض یک خط برای قسمت‌های مستقیم مسیر آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها، ۳/۶۵ متر است.

- راه‌های اصلی درجه یک در هر جهت حرکت، دارای یک خط ترافیک عبوری یا بیشتر می‌باشند. حداقل عرض یک خط،۳/۵ متر است. عرض مطلوب یک خط عبور در راه‌های اصلی درجه یک، ۳/۶۵ متر است.

- راه‌های اصلی درجه دو در هر جهت حرکت، دارای یک خط ترافیک عبوری یا گاهی بیشتر می‌باشند. عرض مطلوب سواره‌رو در راه‌های اصلی درجه دوی دو خطه، مطابق جدول (۶-۱) است. برای راه‌های اصلی درجه دوی چند خطه، حداقل عرض هر خط، برابر ۳/۵ متر است.

omoorepeyman.ir

- راه‌های فرعی درجه یک و دو، دو خطه می‌باشند. عرض مطلوب سواره‌رو، مطابق جدول (۶-۲) است.

- راه‌های فرعی درجه سه، یک یا دو خطه می‌باشند. عرض مطلوب سواره‌رو در راه‌های دسترسی دو خطه، مطابق جدول (۶-۳) است. برای راه‌های فرعی درجه سه یک خطه، حداقل عرض سواره‌رو ۴ متر است.

- عرض خط اضافی ویژه وسایل نقلیه سنگین (کندرو) در سربالایی، برای آزادراه و بزرگراه، ۳/۵۰ متر و برای راه اصلی، ۳/۲۵ متر است.

- عرض خط کمکی و خط ویژه گردش به چپ، ۳ تا ۳/۶۵ متر است (به فصل‌های تقاطع‌ها و تبادل‌ها مراجعه شود).

تبصره ۱. عرض خط‌های ارائه شده در این آیین‌نامه، شامل پهنای نوار خط‌کشی‌های میانی است و شامل اضافه عرض در قوس-های افقی و پهنای نوار خط‌کشی‌های کناری نیست. اضافه عرض قوس‌های افقی، به عرض‌های تعیین شده برای خط عبور، افزوده می‌شود.

تبصره ۲. پهنای نوار خط‌کشی‌های کناری (در راه‌های جداشده خط‌کشی منتهی الیه سمت راست و خط‌کشی کناری مجاور میانه) جزو پهنای شانه می‌باشند و در صورتی که شانه خاکی باشد، باید به اندازه پهنای خط‌کشی یاد شده، شانه رویه‌دار شود.

تبصره ۳. **مقادیر عرض خط‌ها در مسیر در پل‌های بزرگ و تونل‌ها نیز باید رعایت شود.** کاهش این عرض در موردهای استثنایی مستلزم کسب مجوز مربوط است.

تبصره ۴. هرگونه تغییر در عرض سواره‌رو (در موارد استثنایی) تدریجی است و با نصب علائم مشخص می‌شود.

جدول ۶-۱- عرض مطلوب سواره‌رو در راه‌های اصلی درجه دوی دو خطه

حداقل عرض سواره‌رو (متر)[1] برای احجام طرح مشخص شده (وسیله نقلیه در روز)				
سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	کمتر از ۴۰۰	۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	بیش از ۲۰۰۰
۶۰	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۰۰	۷/۳۰
۷۰	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۰۰	۷/۳۰
۸۰	۶/۵۰	۷/۰۰	۷/۳۰	۷/۳۰
۹۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۳۰	۷/۳۰
۱۰۰	۷/۳۰	۷/۳۰	۷/۳۰	۷/۳۰
۱۱۰	۷/۳۰	۷/۳۰	۷/۳۰	۷/۳۰

۱- در بهسازی راه‌های اصلی درجه دو، چنانچه سوابق ایمنی و وضعیت مسیر رضایت‌بخش باشد، عرض سواره‌رو موجود کفایت می‌کند، به شرطی که از ۶/۵ متر کمتر نباشد.

omoorepeyman.ir

جدول ۶-۲- عرض مطلوب سواره‌رو در راه‌های فرعی درجه یک و دو

حداقل عرض سواره‌رو (متر)[1] برای احجام طرح مشخص شده (وسیله نقلیه در روز)				
سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	کمتراز ۴۰۰	۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	بیش از ۲۰۰۰
۳۰	۶/۰۰[2]	۶/۰۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۴۰	۶/۰۰[2]	۶/۰۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۵۰	۶/۰۰[2]	۶/۰۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۶۰	۶/۰۰[2]	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۷۰	–	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۸۰	–	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۹۰	–	–	–	۷/۳۰
۱۰۰	–	–	–	۷/۳۰

۱- در بهسازی راه‌های فرعی درجه یک و دو، چنانچه سوابق ایمنی و وضعیت مسیر رضایت‌بخش باشد، عرض سواره‌رو موجود کفایت می‌کند، به شرطی که از ۶/۵ متر کمتر نباشد.

۲- برای راه‌هایی که حجم طرح آنها کمتر از ۲۵۰ وسیله نقلیه در روز باشد، می‌توان از حداقل عرض ۵/۵ متر استفاده کرد.

جدول ۶-۳- عرض مطلوب سواره‌رو در راه‌های فرعی درجه سه

حداقل عرض سواره‌رو (متر)[1] برای احجام طرح مشخص شده (وسیله نقلیه در روز)				
سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	کمتر از ۴۰۰	۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	بیش از ۲۰۰۰
۲۰	۵/۵۰	۶/۰۰	۶/۰۰	۶/۵۰
۳۰	۵/۵۰	۶/۰۰[1]	۶/۰۰	۷/۳۰[2]
۴۰	۵/۵۰	۶/۰۰[1]	۶/۵۰	۷/۳۰[2]
۵۰	۵/۵۰	۶/۰۰[1]	۶/۵۰	۷/۳۰[2]
۶۰	۵/۵۰	۶/۰۰[1]	۶/۵۰	۷/۳۰[2]
۷۰	–	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۳۰
۸۰	–	۶/۵۰	۶/۵۰	۷/۳۰[2]

۱- برای راه‌هایی کوهستانی با حجم طرح ۴۰۰ تا ۶۰۰ وسیله نقلیه در روز، می‌توان از سواره‌رو به عرض ۵/۴ متر و شانه به عرض ۰/۶ متر استفاده کرد.

۲- در بهسازی راه‌های فرعی درجه سه، چنانچه سوابق ایمنی و وضعیت مسیر رضایت‌بخش باشد، عرض سواره‌رو موجود کفایت می‌کند، به شرطی که از ۶/۵ متر کمتر نباشد.

۶-۲-۲- شیب عرضی سواره‌رو

شیب عرضی برای تخلیه و هدایت آب از سطح رویه به خارج از مسیر می‌باشد. میزان شیب عرضی در قسمت‌های مستقیم و قوس‌های افقی با شعاع بزرگ که احتیاج به بربلندی نداشته باشد، به طبقه‌بندی عملکردی راه، نوع رویه، تعداد خطهای عبور، شرایط

omoorepeyman.ir

و طویل (پل‌های با طول بیشتر از ۱۰۰ متر و تونل‌ها)، از این قاعده مستثنی است. در چنین موردهایی، به علت‌های اقتصادی و با تصویب کارفرما، بخشی از شانه به پیاده‌رو (غیرهمکف) تبدیل‌شود. این گونه تغییر و تبدیل‌ها کاملاً تدریجی و همراه با نصب علائم و تجهیزات ایمنی کافی اعمال می‌شود.

استفاده از شانه، برای پیاده‌رو و دوچرخه‌رو، در حالت کلی خالی از اشکال نیست، چه این کار علاوه بر افزایش احتمال تصادف، شانه را از ایفای نقش اصلی خود باز می‌دارد. برای ترافیک کم پیاده، دوچرخه و راه‌های کم اهمیت، ایجاد مسیر جدا برای پیاده و دوچرخه ضرورت ندارد. **در غیر این صورت، باید معابر ایمن پیش‌بینی شود.** در مورد تسهیلات پیاده، به فصل چهارم مراجعه شود.

عرض شانه طرفین راه برای انواع مختلف راه‌ها در جدول (۶-۴) آورده شده است.

جدول ۶-۴- عرض شانه طرفین راه‌ها

نوع راه		تعداد خط عبور	عرض شانه(متر)	
			راست	چپ
آزادراه و بزرگراه		۴	۳/۰۰[۱]	۱/۵۰[۲]
آزادراه و بزرگراه		۶ یا بیشتر	۳/۰۰[۱]	۲/۰۰[۲]
راه اصلی درجه یک جداشده		۴	۳-۲/۴	۱/۵۰[۲]
راه اصلی درجه یک جداشده		۶	۳-۲/۴	۲/۰۰[۲]
راه اصلی درجه یک دو خطه		۲	۲/۸۵-۱/۸۵	۲/۸۵-۱/۸۵
راه اصلی درجه دو	ADT سال طرح			
	کمتر از ۴۰۰	۲	۱/۲۰	۱/۲۰
	بین ۴۰۰ تا ۲۰۰۰	۲	۱/۸۵	۱/۸۵
	بیشتر از ۲۰۰۰	۲	۲/۴	۲/۴۰
راه فرعی	ADT سال طرح			
	کمتر از ۴۰۰	۲	۰/۶۵	۰/۶۵
	بین ۴۰۰ تا ۱۵۰۰	۲	۱/۵۰	۱/۵۰
	بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	۲	۱/۸۵	۱/۸۵
	بیشتر از ۲۰۰۰	۲	۲/۴۰	۲/۴۰

۱- چنانچه حجم وسایل نقلیه سنگین در ساعت طرح در یک جهت از ۲۵۰ وسیله نقلیه در ساعت تجاوز کند، عرض شانه راست، باید حداقل ۳/۶۵ متر باشد.
۲- برای عرض شانه خاکی به ردیف (۶-۸-۲-ت) مراجعه شود.
تبصره: در صورت رویه‌دار بودن قسمتی از عرض شانه‌ها و کفایت آن (عرض ذکر شده در این جدول)، بقیه عرض بخشی از شانه خاکی محسوب می‌شود.

۶-۳-۱- شیب عرضی شانه

شیب عرضی شانه‌های رویه‌دار (آسفالتی یا بتنی) در قسمت‌های مستقیم و قوس‌های افقی باز، ۴ تا ۵ درصد و شانه‌های شنی، ۵ تا ۶ درصد تعیین می‌شود. **در محل‌هایی که سواره‌رو، دارای شیب عرضی یکسره یا بربلندی باشد، مقدار و جهت**

omoorepeyman.ir

در این حالت نباید از شیب‌های تندتر از ۱:۴ (یک قائم و چهار افقی) استفاده شود. البته به شرط آن که عرض ناحیه عاری از مانع در کنار راه تامین شود، می‌توان از ترکیب این شیب‌ها و شیب‌های تندتر نیز استفاده کرد. در آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی با ارتفاع خاکریزی کمتر از ۱/۵ متر، مطلوب آن است که شیب شیروانی‌ها ۱:۶ اجرا شود. جهت مطالب تکمیلی در این خصوص به "آیین‌نامه ایمنی راه‌ها- نشریه ۲۶۷" و "دستورالعمل ایمن‌سازی خطرات حاشیه راه" مراجعه شود.

۲- شیب‌های تند و در نظر گرفتن حفاظ

در صورت عدم امکان اجرای راه‌حل اول و در نظر گرفتن شیب‌های تندتر از ۱:۴ (یک قائم و چهار افقی)، باید از حفاظ مناسب استفاده شود. در صورت در نظر گرفتن حفاظ، شیب خاکریزی به خواص خاک‌هایی که مصرف می‌شود (تراکم پذیری، مقاومت به فرسایش)، شیب بستر طبیعی خاکریزی (ضرورت کندن شیار و پلکانی‌کردن بستر، قبل از احداث خاکریزی)، حریم راه و هزینه خاکریزی بستگی دارد.

بهترین راه حل از مقایسه اقتصادی، هزینه نصب، نگهداری و خطرات احتمالی حفاظ و افزایش شدت تصادفات در راه حل دوم، با هزینه افزایش حجم خاکریزی در راه حل اول انتخاب می‌شود.

شیروانی‌های خاکبرداری بهتر است شیبی برابر با ۱:۳ (یک قائم و سه افقی) و یا ملایم‌تر داشته باشند. در صورت استفاده از شیب‌های تندتر، پایداری خاک و ایمنی ترافیک مورد بررسی قرار گیرد. در صورت لزوم در این شیب‌های تندتر باید از دیوار حائل استفاده شود. در خصوص شیب کناره راه در محل برش‌ها، مطلوب آن است که کانال پای پاشنه شیروانی برش‌ها، خارج از ناحیه عاری از مانع باشد. در غیر این صورت، استفاده از حفاظ ضروری است. در این حالت نیز گزینه بهینه با مقایسه اقتصادی و ایمنی انتخاب می‌شود.

تبصره ۱. اگر میانه راه‌های مجزا، بسیار عریض و راه‌های رفت و برگشت کاملاً دور از هم باشد، شیروانی طرف چپ (سمت میانه)، همانند شیروانی طرف راست خواهد بود و شیب شیروانی طرف میانه هم با آثار ضوابطی که در بالا ذکرشد، تعیین خواهد شد.

تبصره ۲. در محل‌هایی که شیروانی، در فاصله کمتر از ۵ متر از حاشیه شانه به زمین طبیعی برسد، بهتر است فاصله ۵ متری از حاشیه شانه منظور و حاشیه شیروانی به آن نقطه با شیب یکنواخت متصل شود.

تبصره ۳. به لحاظ پایداری، در زمین‌های رسی و لای‌دار که در معرض فرسایش قرار دارند، بهتر است از شیب‌های تندتر از ۱:۳ اجتناب شود.

۶-۷-۳- فاصله آزاد شیروانی تا حد حریم

حداقل فاصله آزاد پای شیروانی خاکریزی یا لبه بالای شیروانی خاکبرداری طرفین راه از لبه حریم، ۳ متر و در صورت امکان، ۵ متر است. در برش‌های عمیق، مقادیر این حداقل، بشرح زیر تعیین می‌شود:

الف - برای عمق‌های ۱۰ تا ۱۵ متر، حداقل فاصله آزاد ۶ متر

ب - برای عمق‌های ۱۵ تا ۲۵ متر، حداقل فاصله آزاد ۷/۵متر

پ - برای عمق‌های بیش از ۲۵ متر، یک سوم عمق و حداکثر ۱۵ متر

omoorepeyman.ir

آنها با موانع خطرآفرین حاشیه راه و یا وسایل نقلیه ترافیک مقابل می‌شود و قادر است، وسایل نقلیه منحرف شده را با کمترین خسارت مالی و جانی متوقف و یا به ادامه حرکت در مسیر اصلی بازگرداند.

بکارگیری حفاظهای ایمنی تنها زمانی کارا و توجیه‌پذیر هستند که صدمه برخورد با آنها از صدمه برخورد با موانع ثابت و یا سقوط به پرتگاه کمتر باشد. از این رو حفاظهای ایمنی باید تنها در جایی نصب شوند که تا حدامکان از سایر روش‌های کاهش خطر همچون اصلاح شیب‌های خاکریز و خاکبرداری، حذف یا جابجا کردن موانع صلب، یا شکننده کردن پایه علائم، تابلوها، چراغ‌ها و سایر موانع، ممکن به صرفه‌تر باشد. گاهی اوقات بکارگیری نابجا و یا ناقص این حفاظها سبب افزایش شدت تصادفات و خسارات می‌شود.

۶-۱۳-۱- انواع حفاظهای ایمنی

۶-۱۳-۱-۱- طبقه‌بندی بر اساس سختی

حفاظها بر اساس سختی به سه گروه تقسیم می‌شوند:

۱- انعطاف‌پذیر

۲- نیمه صلب

۳- صلب

۶-۱۳-۱-۲- طبقه‌بندی بر اساس جنس

حفاظهای ایمنی را از لحاظ جنس می‌توان در چهار گروه دسته بندی کرد:

۱- فلزی (ورقه‌ای و کابلی)

۲- بتنی

۳- پلاستیکی

۴- مرکب

که در این میان بیشترین کاربرد را انواع فلزی و بتنی دارند.

الف- حفاظهای فلزی

حفاظهای فلزی معمولا از دو قسمت اصلی پایه و نرده تشکیل می‌شوند. پایه‌ها از جنس فولاد نرم و عموما با مقطع ناودانی یا I ساخته می‌شوند. حفاظهای فلزی از نظر نوع نرده به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند. پر استفاده‌ترین آنها نوع سپری است که شامل ورق فولادی خم خورده است. این حفاظ با توجه به مشخصات و فاصله پایه‌ها می‌تواند انعطاف‌پذیر یا نیمه‌صلب باشد. گروه دیگر، حفاظهایی از جنس کابل فولادی و موسوم به حفاظ کابلی است که از گروه حفاظهای انعطاف‌پذیر می‌باشند.

omoorepeyman.ir

روند تعیین سطح کیفیت ترافیک بخش‌های اصلی آزادراه‌ها در نمودار شکل (۷-۱) ارائه شده است. تعیین سطح کیفیت ترافیکی آزادراه‌ها، با سه معیار فوق انجام می‌شود که ابتدا باید سرعت جریان آزاد و شدت جریان محاسبه شوند. روش گام به گام تعیین سطح کیفیت ترافیکی در ذیل آورده شده است.

الف- محاسبه سرعت جریان آزاد (FFS)

سرعت جریان آزاد، سرعت متوسط وسایل نقلیه سبک در شدت جریان کمتر از ۱۳۰۰ وسیله نقلیه سبک در ساعت در خط می‌باشد. سرعت جریان آزاد اندازه‌گیری شده میدانی، به ضرایب اصلاحی نیاز ندارد. جهت اطلاعات بیشتر در زمینه اندازه‌گیری مستقیم میدانی، می‌توان به مراجع معتبر در این زمینه مراجعه کرد.

در صورت موجود نبودن داده‌های میدانی، سرعت جریان آزاد را می‌توان از طریق رابطه (۷-۲) محاسبه کرد.

$$FFS=BFFS-f_{LW}-f_{LC}-f_{ID} \qquad (۷-۲)$$

که در آن:

FFS = سرعت جریان آزاد (کیلومتر در ساعت)

BFFS = سرعت جریان آزاد پایه برای راه‌های برون‌شهری که ۱۲۰ کیلومتر در ساعت فرض می‌شود.

f_{LW} = تعدیل عرض خط (جدول (۷-۲))

f_{LC} = تعدیل فاصله مانع از لبه سواره‌رو از سمت راست (جدول (۷-۳))

f_{ID} = تعدیل تراکم تبادل‌ها (جدول (۷-۴))

ب- تعیین شدت جریان

شدت جریان معادل وسیله نقلیه سبک در بازه زمانی ۱۵ دقیقه‌ای برای یک خط عبوری (v_p) از رابطه (۷-۳) بدست می‌آید.

$$v_p=\frac{V}{PHF\times N\times f_{HV}\times f_p} \qquad (۷-۳)$$

که در آن:

V = حجم ترافیک ساعت طرح (وسیله نقلیه سبک در ساعت)

PHF = ضریب ساعت اوج

N = تعداد خطوط

f_p = ضریب تعدیل مربوط به آشنایی راننده با مسیر (در تحلیل‌ها مقدار ۱ در نظر گرفته شود مگر در راه‌های تفریحی که می‌توان بین ۰/۸۵ تا ۰/۹۰ در نظر گرفت).

f_{HV} = ضریب تعدیل برای وسایل نقلیه سنگین در ترافیک که از رابطه (۷-۴) محاسبه می‌شود.

$$f_{HV}=\frac{1}{1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)} \qquad (۷-۴)$$

که در آن:

E_T = وسیله نقلیه سبک معادل کامیون‌ها و اتوبوس‌ها

omoorepeyman.ir

۹-۴-۷-۱- سرعت طرح

سرعت طرح رابطها بهتر است به سرعت حرکت در راه متقاطع با حجم ترافیک کم نزدیک باشد ولی به هیچ عنوان نباید کمتر از مقادیر نشان داده شده در جدول (۹-۳) باشد. **برای رابطهای خروجی از آزادراه و بزرگراه، سرعت طرح نباید کمتر از ۸۰ کیلومتر در ساعت باشد.**

سرعت طرح در رابطها با پایانه‌های رابط، ارتباطی ندارند. برای رابطهای گردش به راست، حد بالای سرعت طرح توصیه می‌شود. برای رابطهای سه راهه، در مسیرهای با سرعت طرح ۸۰ کیلومتر در ساعت و بیشتر، حداقل سرعت طرح ۴۰ کیلومتر در ساعت در نظر گرفته شود. برای رابطهای نیمه مستقیم، سرعت طرح بین حد بالایی و میانی جدول (۹-۳) مناسب است ولی سرعت طرح نباید کمتر از ۵۰ کیلومتر در ساعت باشد. برای رابطهای مستقیم مانند رابط جهتی، حداقل سرعت طرح، ۶۰ کیلومتر در ساعت است.

در انتخاب سرعت طرح رابطها، باید راه با سرعت طرح بیشتر را به عنوان ضابطه انتخاب کرد. در صورت متغیر بودن سرعت طرح، برای آن بخش از رابط که به راه با سرعت طرح کمتر نزدیک است، می‌توان سرعت طرح کمتری در نظر گرفت.

جدول (۹-۳)، در حالتی که رابط به راه متقاطع مهمی می‌رسد و تقاطع هم‌سطح بوجود می‌آید، کاربرد ندارد.

جدول ۹-۳- سرعت طرح در رابطها

سرعت طرح راه (کیلومتر در ساعت) / سرعت طرح رابط (کیلومتر در ساعت)	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰
حداکثر	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۱۰
متوسط	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰
حداقل	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۸۰

۹-۴-۷-۲- فاصله دید در رابطها

فاصله دید در رابطها، حداقل باید برابر با فاصله دید توقف باشد.

۹-۴-۷-۳- شیب طولی رابطها

شیب طولی رابطها بهتر است از ۸ درصد تجاوز نکند. در جدول (۹-۴)، حداکثر شیب طولی رابطها بر حسب درصد وسایل نقلیه سنگین آورده شده است. این شیب، در محل رابطهای ورودی که در سرازیری قرار دارند و یا در محل رابطهای خروجی که در سربالایی قرار دارند، می‌تواند ۱ درصد افزایش یابد.

۹-۴-۷-۴- بربلندی رابطها

میزان بربلندی در رابطها بر اساس مقادیر جداول فصل پنجم می‌باشد.

omoorepeyman.ir

جدول ۱۰-۲- ضریب زبری برای جریان ورقه‌ای

پوشش سطح	ضریب زبری
لایه آسفالتی	۰/۰۱۱ -۰/۰۱۶
بتن	۰/۰۱۲ -۰/۰۱۴
آجر با ملات سیمان	۰/۰۱۴
بتن قلوه سنگ	۰/۰۲۴
بایر	۰/۰۵
چمن با تراکم کم	۰/۱۵
چمن با تراکم متوسط	۰/۲۴
چمن با تراکم زیاد	۰/۴۱
علف‌زار با حداکثر ارتفاع ۳ سانتی‌متر با تراکم کم	۰/۴۰
علف‌زار با حداکثر ارتفاع ۳ سانتی‌متر با تراکم زیاد	۰/۸۰

۱۰-۲-۳-۱۰-۲- زمان جریان در آبراهه کوچک تا رسیدن به کانال اصلی

جریان ورقه‌ای بعد از طی مسیری کوتاه، تبدیل به یک آبراهه کوچک با ارتفاع آب ۴ تا ۱۰ سانتیمتر می‌شود. برای محاسبه سرعت جریان در آبراهه کوچک، از روش آپلند استفاده می‌شود. متوسط سرعت در روش آپلند را می‌توان از شکل (۱۰-۲) و یا از رابطه (۱۰-۳) بدست آورد.

$$V = ۱۰ K S^{۰/۵} \qquad (۱۰-۳)$$

V= سرعت (متر بر ثانیه)

S= شیب (متر بر متر)

K= ضریبی است که به پوشش زمین بستگی دارد (متر بر ثانیه) از جدول (۱۰-۱)

پس از محاسبه سرعت، زمان مورد نظر را می‌توان با رابطه (۱۰-۴) تعیین کرد.

$$T_t = \frac{L}{۱۰ V} \qquad (۱۰-۴)$$

T_t = زمان حرکت آب (دقیقه)

L = طول مسیر جریان (متر)

اگر در استفاده از رابطه موج سینماتیکی برای تعیین زمان حرکت ورقه‌ای آب، تشخیص دقیق طول آبراهه کوچک ممکن نباشد، می‌توان از روش آپلند برای تعیین مجموع زمان حرکت آب به صورت ورقه‌ای و زمان حرکت آب در آبراهه کوچک تا رسیدن به آبراهه اصلی استفاده کرد.

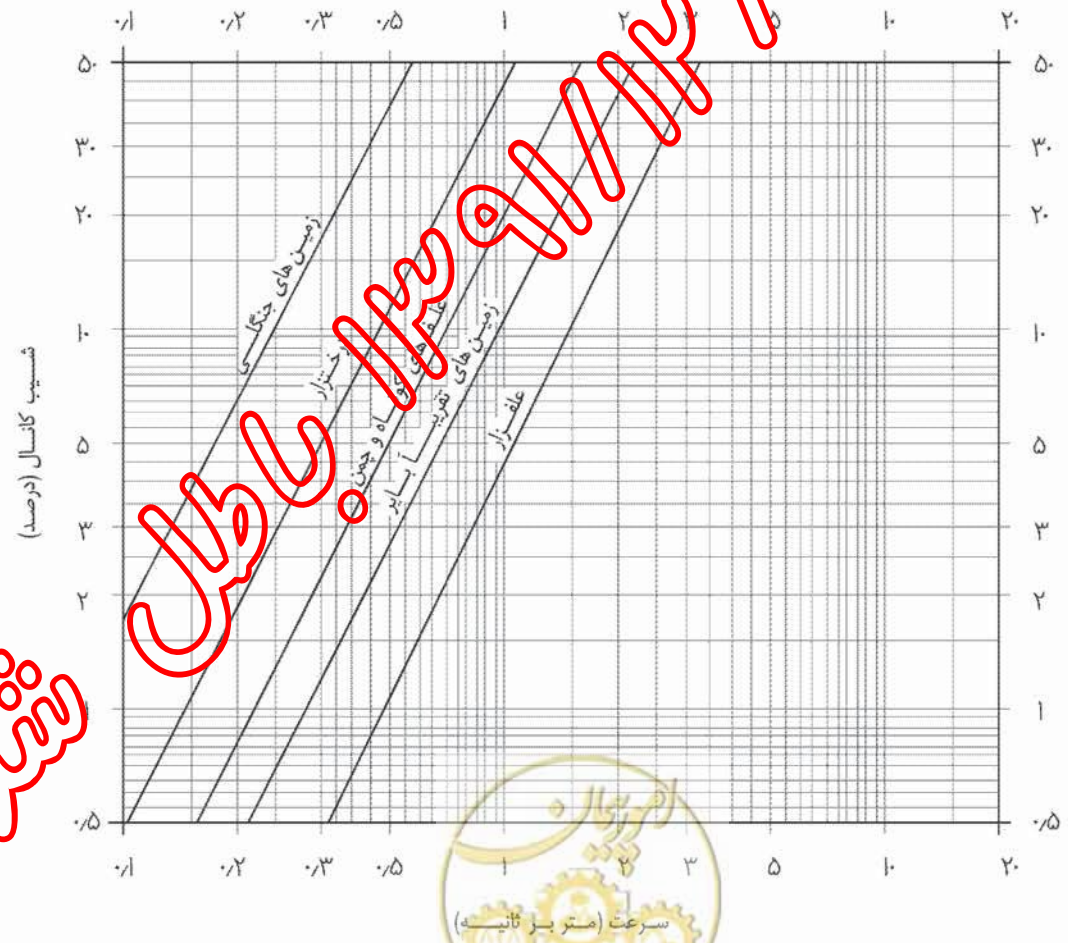
omoorepeyman.ir

جدول ۱۰-۳- ضریب پوشش زمین برای جریان در آبراهه کوچک

پوشش زمین	ضریب پوشش زمین (متر بر ثانیه)
زمین‌های جنگلی	۰/۰۷۶
درختزار	۰/۱۵۲
چمن	۰/۲۱۳
زمین‌های زراعی	۰/۲۷۴
زمین‌های تقریباً بایر	۰/۳۰۵
علف‌زار	۰/۴۵۷
سطح با رویه	۰/۴۹۱
سطح بدون رویه	۰/۶۱۹

۱۰-۲-۳-۱۰-۳- زمان جریان در آبراهه اصلی تا دهانه آبرو یا پل

در موردهایی که خصوصیات کانال و ابعاد هندسی آن معلوم باشد، تخمین زمان جریان در آبراهه اصلی از تقسیم طول آبراهه اصلی به سرعت جریان در آن بدست می‌آید. سرعت جریان در این حالت از رابطه مانینگ-ردیف (۱۰-۵-۳-۱)، محاسبه می‌شود.



شکل ۱۰-۲- روش آپلند برای تعیین زمان حرکت آب در آبراهه کوچک تا رسیدن به کانال باز یا مجموع زمان حرکت آب به صورت ورقه‌ای و زمان حرکت آب در آبراهه کوچک تا رسیدن به کانال باز

omoorepeyman.ir