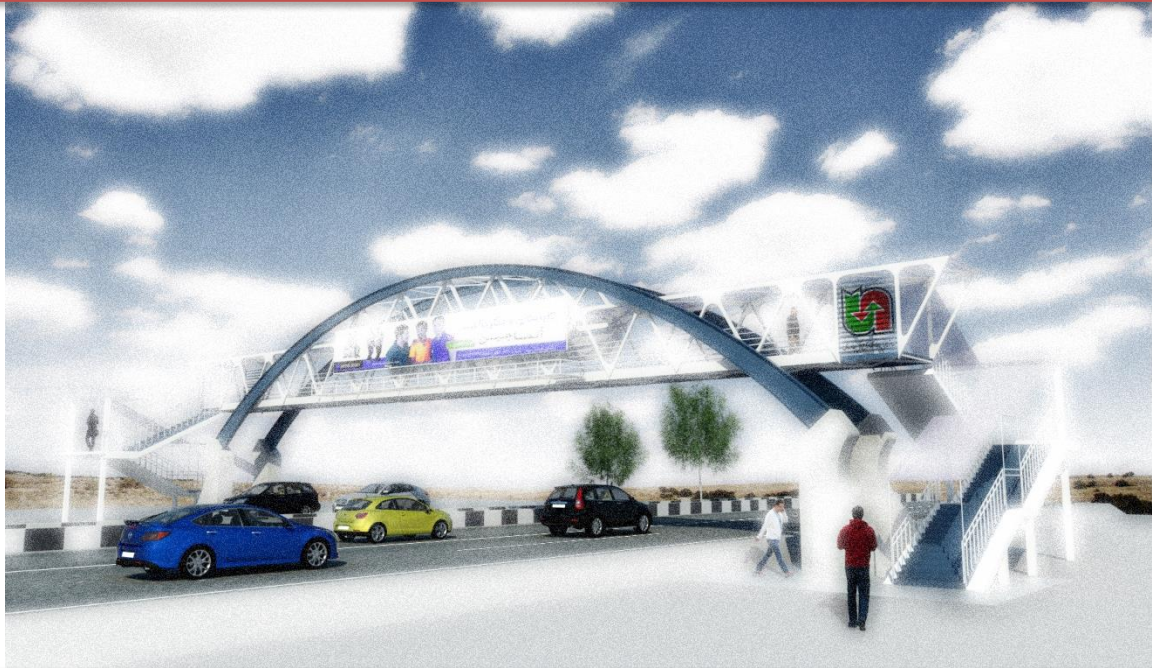




سازمان راه‌داری و حمل و نقل جاده‌ای

راه‌نمای مکانیابی و طراحی پل‌های عابر پیاده برون شهری و تبلیغات روی آنها



ضوابط ترافیکی، معماری، سازه ای و ایمنی و نگهداری
پل‌های عابر پیاده برون شهری و المان تبلیغاتی روی آنها



مهندسان مشاور

مهندسین مشاور پارس پرنون

۱۳۹۶



فهرست عنوان مطالب

۱	۱- کلیات
۴	۲- ضوابط ایمنی و ترافیکی
۴	۱-۲- تعاریف و اصطلاحات
۴	۱-۱-۲- انجام مطالعات قبل از احداث پل عابر پیاده
۴	۲-۱-۲- امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده
۴	۳-۱-۲- مکانیابی پل عابر پیاده
۴	۴-۱-۲- اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده
۴	۵-۱-۲- جانمایی پل عابر پیاده
۵	۲-۲- روش‌شناسی انجام مطالعه ترافیک
۵	۱-۲-۲- مراحل انجام مطالعه
۵	۲-۲-۲- فرآیند انجام مطالعه
۶	۳-۲-۲- ارتباط مفهومی میان گام‌های مطالعات قبل از احداث پل عابر پیاده
۷	۳-۲- امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده
۷	۱-۳-۲- هدف
۷	۲-۳-۲- ضرورت
۷	۳-۳-۲- خروجی کار
۷	۴-۳-۲- معرفی متغیرها
۷	۵-۳-۲- معرفی شاخص
۸	۶-۳-۲- فرآیند انجام کار
۸	۴-۲- مکانیابی پل عابر پیاده
۸	۱-۴-۲- هدف
۸	۲-۴-۲- ضرورت
۹	۳-۴-۲- خروجی کار
۹	۴-۴-۲- معرفی متغیرها
۹	۵-۴-۲- معرفی شاخص
۱۱	۶-۴-۲- فرآیند انجام کار
۱۲	۵-۲- اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده
۱۲	۱-۵-۲- هدف
۱۲	۲-۵-۲- ضرورت
۱۲	۳-۵-۲- خروجی کار
۱۲	۴-۵-۲- معرفی متغیرها
۱۳	۵-۵-۲- معرفی شاخص



۱۳	۲-۵-۵-۱- تصادفات فوتی و جرحی با عابر پیاده
۱۳	۲-۵-۵-۲- سرعت ۸۵ درصد از وسایل نقلیه
۱۳	۲-۵-۵-۳- وضعیت طول قابل انتخاب و عکس‌العمل برای راننده در امتداد مسیر
۱۴	۲-۵-۵-۴- مطلوبیت تامین روشنایی جاده در ساعات شب
۱۵	۲-۵-۵-۵- عملکرد راه
۱۶	۲-۵-۵-۶- زمان انتظار عابر برای عبور عرضی
۱۶	۲-۵-۵-۷- تقاضای عبور عرضی عابر پیاده از معبر
۱۷	۲-۵-۵-۸- تامین دسترسی به کاربری آموزشی در محدوده
۱۷	۲-۵-۵-۹- تامین دسترسی به کاربری های خدماتی-رفاهی - درمانی
۱۷	۲-۵-۵-۱۰- تامین دسترسی به مراکز پلیس، اورژانس و خدمات خودرو
۱۷	۲-۵-۵-۱۱- عرض سواره روی جاده
۱۸	۲-۵-۶- فرآیند انجام کار
۱۸	۲-۵-۶-۱- برآورد و برداشت شاخص‌های اولویت‌بندی
۱۸	۲-۵-۶-۲- بی‌مقیاس کردن مقادیر شاخص‌ها
۱۹	۲-۵-۶-۳- تعیین اولویت احداث پل عابر
۲۰	۲-۵-۶-۴- توصیه‌های ایمنی و امنیتی پل عابر

۲۱	۳- ضوابط معماری
۲۱	۳-۱- موقعیت احداث
۲۱	۳-۱-۱- جانمایی
۲۱	۳-۱-۲- دید و منظر
۲۱	۳-۱-۳- بستر پل
۲۲	۳-۲- ابعاد حرایم
۲۲	۳-۲-۱- حریم افقی
۲۲	۳-۲-۲- ارتفاع از سطح جاده
۲۲	۳-۳- ابعاد عرشه (گذرگاه عابر پیاده)
۲۲	۳-۳-۱- عرض عرشه
۲۳	۳-۳-۲- ارتفاع عرشه
۲۳	۳-۴- نرده و حفاظ عرشه
۲۳	۳-۴-۱- مشخصات نرده
۲۳	۳-۴-۲- مشخصات قرنیز
۲۴	۳-۵- مشخصات و ابعاد پلکان و شیبراه
۲۴	۳-۵-۱- مشخصات پلکان
۲۴	۳-۵-۱-۱- ابعاد پلکان
۲۴	۳-۵-۱-۲- تعداد پله ها
۲۴	۳-۵-۱-۳- مشخصات پاگرد



۲۴	۳-۵-۱-۴- مشخصات نرده پلکان
۲۴	۳-۵-۱-۵- مشخصات کف پلکان
۲۴	۳-۵-۱-۶- مشخصات سقف پلکان
۲۵	۳-۵-۲- مشخصات شیبراه
۲۵	۳-۵-۲-۱- میزان شیب
۲۵	۳-۵-۲-۲- عرض شیبراه
۲۵	۳-۵-۲-۳- مشخصات پاگرد
۲۵	۳-۵-۲-۴- مشخصات نرده شیبراه
۲۵	۳-۵-۲-۵- مشخصات کف شیبراه
۲۵	۳-۵-۲-۶- مشخصات سقف شیبراه
۲۵	۳-۶- پوشش کف عرشه پل
۲۶	۳-۷- پوشش سقف عرشه پل
۲۶	۳-۸- رنگ آمیزی
۲۶	۳-۸-۱- رنگ غالب بدنه پل
۲۶	۳-۸-۲- رنگ اجزای ایمنی پل
۲۶	۳-۹- نورپردازی
۲۷	۳-۱۰- ویژگیهای فضایی
۲۷	۳-۱۰-۱- رویت پذیری
۲۷	۳-۱۰-۲- شفافیت
۲۷	۳-۱۰-۳- احاطه پذیری
۲۷	۳-۱۱- ضوابط معلولین
۲۸	۳-۱۲- مشخصات تابلو تبلیغاتی
۲۸	۳-۱۲-۱- محل و نحوه نصب تابلو
۲۸	۳-۱۲-۲- سطح تابلو
۲۸	۳-۱۲-۳- نورپردازی تابلو
۲۹	۳-۱۲-۴- رنگ تابلو
۳۰	۴- ضوابط سازه
۳۰	۴-۱- بارها
۳۰	۴-۱-۱- بار مرده (DL)
۳۰	۴-۱-۲- بار زنده عابر پیاده (PL)
۳۱	۴-۱-۳- بار زنده معادل سوارکاری (EL)
۳۱	۴-۱-۴- بار برف (SL)
۳۱	۴-۱-۵- بار وسیله نقلیه (VL)
۳۲	۴-۱-۶- اثر سازه ای باد (WS)
۳۴	۴-۱-۷- بار زلزله (Eq)



۳۵	۴-۱-۸- بار ضربه وسیله نقلیه (CT)
۳۶	۴-۱-۹- بار خستگی (FL)
۳۶	۴-۱-۱۰- ترکیب بارها
۳۷	۴-۲- طراحی سازه های فولادی
۳۷	۴-۲-۱- مصالح
۳۸	۴-۲-۲- الزامات تحلیل و طراحی
۳۸	۴-۲-۲-۱- محدودیت های لاغری اعضا
۳۸	۴-۲-۲-۲- الزامات طراحی
۳۹	۴-۲-۳- خرپاهای میانگذر بدون مهاربندی در یال فوقانی
۳۹	۴-۲-۴- پروفیل های فولادی توخالی (HSS)
۳۹	۴-۲-۵- قوس ها
۴۰	۴-۳- طراحی سازه های بتنی
۴۰	۴-۴- طراحی سازه های با مصالح آلومینیومی، چوبی و پلیمری
۴۰	۴-۵- کنترل تغییر مکان
۴۱	۴-۶- کنترل لرزش
۴۲	۴-۷- تنش های مجاز خستگی
۴۲	۴-۸- ضوابط پی سازی
۴۳	۵- ضوابط ایمنی و نگهداری
۴۳	۵-۱- نرده های محافظ
۴۳	۵-۲- کاهش اثر برخورد
۴۴	۵-۳- زنگ زدایی ، آماده سازی و رنگ آمیزی قطعات فولادی
۴۵	۵-۴- ضوابط نگهداری سقف، پی و اجزای غیر سازه ای
۴۶	فهرست منابع و مراجع
۴۶	مراجع فارسی
۴۸	مراجع غیرفارسی
۵۰	پیوست ۱: نمونه موردی جهت مطالعات قبل از احداث پل عابر برون شهری



فهرست تصاویر

- شکل ۱- ارتباط مفهومی تعاریف به کار رفته در آیین‌نامه ۵
- شکل ۲- ارتباط مفهومی گام‌های مطالعات قبل از احداث پل عابر در جاده‌های برون‌شهری ۶
- شکل ۳- فرآیند انجام مرحله شناسایی محدوده برای امکان‌سنجی احداث پل عابر پیاده برون شهری ۸
- شکل ۴- فلوچارت انجام مرحله مکان‌یابی احداث پل عابر پیاده برون شهری ۱۱
- شکل ۵- شاخص‌ها و سنجه‌های اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده برون شهری ۱۸
- شکل ۶- کاهش اختلاف تراز پله و رمپ بواسطه تطبیق آن با شیب طبیعی بستر طراح ۲۱
- شکل ۷- در نظر گرفتن جهت صحیح ورود به رمپ یا پلکان پل ۲۲
- شکل ۸- الگوی بارگذاری محورهای وسیله نقلیه ۳۲
- شکل ۹- الگوی بارگذاری بار باد قائم ۳۲
- شکل ۱۰- خرپاهای میانگذر بدون مهاربندی در یال فوقانی (قاب U شکل) ۳۹
- شکل ۱۱- بار زنده خطی (W) وارد بر نرده های محافظ ۴۳

فهرست جداول

- جدول ۱- فاصله دید انتخاب بر اساس آیین‌نامه طرح هندسی راههای ایران، نشریه ۴۱۵ ۱۴
- جدول ۲- میزان شدت روشنایی متوسط در راهها بر اساس نشریه ۶۱۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راهها) ۱۵
- جدول ۳- نمونه فرم شاخص‌های اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده برون شهری ۱۹
- جدول ۴- انتخاب بار وسیله نقلیه ۳۲
- جدول ۵- مقادیر ضرایب بادگیری (K_z) ۳۳
- جدول ۶- مقادیر ضرایب اثر جهشی باد (Cd) ۳۳
- جدول ۷- ضرایب زلزله (C) ۳۵



۱- کلیات

طبق آمار اداره کل روابط عمومی و امور بین‌الملل سازمان پزشکی قانونی کشور و سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، در سال ۱۳۹۴، ۱۶ هزار و ۵۸۴ نفر در حوادث رانندگی کشته شده‌اند، این تعداد نسبت به مدت مشابه در سال گذشته ۱,۷ درصد کاهش یافته است. در این میان، ۶۵,۵ درصد کشته‌های تصادفات مربوط به جاده‌های برون شهری، ۲۶,۸ درصد در راه‌های درون شهری، ۷,۲ درصد در جاده‌های خاکی و روستایی و محل تصادف نیم درصد موارد نامعلوم بوده است. به بیان دیگر در سال ۹۴، ده هزار و ۸۶۰ نفر در محورهای برون شهری (هشت دهم درصد کاهش نسبت به سال ۹۳)، چهار هزار و ۴۵۳ نفر در مسیرهای درون شهری (۲,۹ درصد کاهش نسبت به سال ۹۳)، یک‌هزار و ۱۸۸ نفر در مسیرهای خاکی روستایی (۵,۱ درصد کاهش نسبت به سال ۹۳) و ۸۳ نفر نیز در مسیرهایی نامعلوم جان باخته‌اند.

تلفات عابران پیاده در ایران معادل حدود یک چهارم کل تلفات ناشی از حوادث رانندگی و معادل ۲۲,۲ درصد (سه هزار و ۶۸۸ نفر از متوفیان تصادفات) است. از لحاظ سنی ۸,۳۳ درصد افراد فوت شده در حوادث رانندگی سال گذشته ۱۰ سال و کمتر، ۵,۳ درصد ۱۷-۱۱ سال، ۲۶ درصد ۲۹-۱۸ سال، ۳۰,۱ درصد ۴۹-۳۰ سال، ۳۰,۲ درصد کشته‌های تصادفات ۵۰ سال به بالا داشته‌اند. علاوه بر آن، علت فوت بیش از نیمی از عابران پیاده به سبب وارد آمدن ضربه به سر و گردن گزارش شده است. بر این اساس لازم است تا در خصوص گذر عرضی عابریاده بالاخص برای کاربران آسیب‌پذیر توجه ویژه‌ای صورت پذیرد.

اگرچه تصادفات عابر در جاده‌ها مانند مناطق شهری عمدتاً از نوع برخورد با وسایل نقلیه است، اما دارای برخی ویژگی‌های خاص به شرح زیر بوده که توجه به آنها در پیشگیری از وقوع و کاهش شدت تصادفات عابران پیاده در جاده‌ها تاثیرگذار خواهد بود.

- احتمال کشته شدن یا جراحت شدید عابران پیاده در اثر برخورد با وسایل نقلیه در جاده‌ها به لحاظ سرعت حرکت بالاتر وسیله نقلیه و در نتیجه انتقال انرژی بیشتر به بدن عابر بسیار زیاد است.
- به دلیل بالاتر بودن سرعت در جاده‌ها نسبت به شهرها، زمان واکنش و عکس‌العمل راننده در مواجهه با خطرات نظیر حضور عابران پیاده در جاده افزایش یافته و به تبع آن مسافت دید توقف بیشتر شده و معمولاً قبل از اینکه وسیله نقلیه به‌طور کامل متوقف شده، با عابر برخورد می‌کند.
- روند رانندگی در جاده به‌گونه‌ای است که راننده انتظار روبرو شدن با عابران پیاده را نداشته زمینه محیط اطراف جاده همراه با اجزای کنار آن نظیر تابلوها و غیره، احتمال دیدن عابر را برای راننده به حداقل ممکن کاهش می‌دهد.
- برآورد و درک صحیح عابران پیاده از سرعت واقعی وسایل نقلیه در جاده‌ها پایین‌تر بوده و در عبور عرضی از جاده آنها را در معرض خطرات جدی قرار می‌دهد.^۱

پل‌های عابر پیاده برای عبور عرضی عابرین پیاده، دوچرخه‌سوارها و ... از جاده‌ها، خیابان‌ها، رودخانه‌ها و دره‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. باید توجه کرد که این راهنما برای طراحی پل‌هایی که محل تردد وسایل نقلیه هستند، کاربرد ندارد. برای نگارش این راهنما، ابتدا ضوابط و آیین‌نامه‌های داخلی و بین‌المللی معتبر و مرتبط گردآوری گردید و پس از دسته‌بندی، تحلیل و تعیین متغیرها، ضوابط و استانداردها تدوین گردید.

^۱ راهنمای گام به گام تدوین طرح ارتقای ایمنی عابرین پیاده، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، دفتر ایمنی و ترافیک، آبان ۱۳۸۹.



این راهنما شامل بخش‌های زیر است که به اختصار به شرح هر کدام پرداخته می‌شود.

- کلیات

شامل معرفی فرآیند تدوین راهنمای طراحی و مکانیابی پل‌های عابر پیاده برون شهری و تبلیغات روی آنها است.

- هدف

هدف از این راهنما، صرفاً ارائه نحوه مکانیابی و اولویت‌بندی احداث پل‌های عابر پیاده بین شهری می‌باشد که به تشخیص سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای نصب و بهره‌برداری می‌گردد.

- ضوابط ایمنی و ترافیکی

برای تدوین ضوابط ترافیکی راهنما به عنوان مهمترین بخش از پروژه، نخست متغیرهای موثر و همچنین الگوی استفاده از این متغیرها شناسایی شده و سپس آن متغیرها در سه مرحله کلی شامل "امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده"، "مکانیابی نقاط" و "اولویت‌بندی گزینه‌ها" تفکیک و پس از آن به انطباق آنها با شرایط راه‌های برون شهری کشور پرداخته شده است. در ادامه، متغیرها مورد پالایش قرار گرفتند و با تکیه بر مقادیر ارائه شده برای آنها در بخش مرور ادبیات، بررسی آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های بالادست و همچنین استفاده از نظرات خبرگان، مقادیر پیش فرضی برای این متغیرها اختیار شد. سپس مقادیر استنتاج شده مورد پیمایش میدانی قرار گرفته و با توجه به خروجی مطالعات پایلوت، مقادیر متغیرها در موارد لزوم اصلاح گردید. در آخرین گام مطالعات نیز، با توجه به متغیرها، مقادیر نهایی شده، و ارتباط مفهومی آنها با یکدیگر، بخش ایمنی و ترافیکی آیین‌نامه احداث پل‌های عابر برون شهری تدوین گردید.

- ضوابط معماری

ضوابط طراحی و معماری در این راهنما، بر اساس توجه ویژه به تأثیر مهم پل‌های عابر پیاده بر دید و منظر و سیمای جاده‌ای و نقش آنها به عنوان عناصر ساختاری و نیز گونه‌ای از مبلمان جاده‌ای که عملکرد اصلی آن تسهیل تردد عابرین پیاده است تدوین شده که در آن علاوه بر مسایل صرفاً ترافیکی و سازه‌ای، معیارهای دیگری نظیر ابعاد و استانداردها، فرم، رنگ، نورپردازی، نوع مصالح، اقلیم، مسایل اجتماعی، امنیت نیز مد نظر قرار گرفته‌اند.

- ضوابط سازه

در این بخش ضوابط بارگذاری (شامل بارهای مرده، بار عابر پیاده، بار سوارکاری، بار وسیله تعمیر و نگهداری، بار باد، بار زلزله، اثر ضربه وسیله‌نقلیه، بار خستگی و ترکیبات بارگذاری)، طراحی ایمن (شامل طراحی پل‌های فولادی، پل‌های بتنی و طراحی پل‌های با مصالح پلیمری، چوبی و آلومینیومی) و کنترل شرایط بهره‌برداری (تغییر مکان، لرزش و خستگی) ارائه شده است. مبنای ضوابط سازه‌ای این آیین‌نامه روش حالت حدی^۲ (LRFD) است.

- ضوابط ایمنی و نگهداری

در بخش پایانی ضوابط، با توجه به اهمیت بسیار زیاد مباحث مربوط به نگهداری پل پس از احداث و حین بهره‌برداری، ضوابط مربوطه که

² Load and Resistance Factor Design



بطور کلی در مورد نحوه طراحی نرده‌های محافظ، جلوگیری یا کاهش اثر برخورد وسایل نقلیه، زنگ زدایی، آماده سازی و رنگ آمیزی قطعات فولادی، نحوه نگهداری پی، سقف و عناصر غیر سازه‌ای است، ارایه شده.

- نقشه‌های پیوست

نقشه‌های پیوست این راهنما به عنوان نمونه‌های قابل اجرا مطابق ضوابط راهنما، بر اساس عرض محورهای جاده‌ای با دهانه‌های ۲۸، ۳۷، ۴۵ و ۶۶ متری تحت عنوان تیپ‌های (T01-B-28، T02-B-37، T03-A-37، T04-A-45 و T05-A-66) طراحی شده‌اند. لازم به ذکر است، تیپ‌های طراحی ارایه شده، به عنوان نمونه‌هایی که می‌توان بر اساس راهنمای حاضر طراحی نمود، پیشنهاد گردیده است و طراحی گونه‌های دیگر، در صورتی که تمامی ضوابط راهنما در آن لحاظ شده باشد بلامانع است.

اعضای اصلی در نگارش این راهنما به شرح ذیل هستند:

- کمیته گردآوری و نگارش:

• مهندسین مشاور پارس پرنون

- هادی فرحی جهرمی (مدیر پروژه)
- مهدی استادی جعفری (مدیر بخش ترافیک و ایمنی) / حسین نظامیان پور (کارشناس بخش ترافیک و ایمنی)
- علیرضا نجاری (مدیر بخش معماری) / یاشار جوان بخت (کارشناس بخش معماری)
- داوود کریمی (کارشناس بخش سازه) / یعقوب آرتین / حبیب عبدی (کارشناس بخش سازه)

- کمیته نظارت:

• سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای

اعضای کمیته نظارت	ناظر در بخش	سمت در سازمان
بابک طالبی	بخش معماری	مدیرکل دفتر سرمایه‌گذاری و نظارت بر بهره‌برداری
مجتبی امیرخانلو	مدیر پروژه، بخش معماری	کارشناس، دفتر سرمایه‌گذاری و نظارت بر بهره‌برداری
سوسن خوشخو	ترافیک و حمل و نقل، بخش معماری	رییس اداره نرخ گذاری و قراردادها
مجتبی مقدسیان	ترافیک، حمل و نقل و ایمنی	معاون بازرگانی دفتر سرمایه‌گذاری و نظارت بر بهره‌برداری
فاطمه باقری خلیلی	ترافیک، حمل و نقل و ایمنی	کارشناس حمل و نقل، دفتر سرمایه‌گذاری و نظارت بر بهره‌برداری
محمد پور تیموری	ترافیک، حمل و نقل و ایمنی	رییس گروه هماهنگی امور راهداری، دفتر ابنیه فنی راه
علیرضا گودرزی	ترافیک، حمل و نقل و ایمنی	رییس گروه حریم راهها، دفتر توسعه ایمنی راه و حریم
علی اصغر فانی	سازه	رییس گروه، دفتر فنی و امور پیمان‌ها
امیر مسعود منتظری	سازه	رییس گروه، دفتر فنی و امور پیمان‌ها



۲- ضوابط ایمنی و ترافیکی

۱-۲- تعاریف و اصطلاحات

۱-۱-۲- انجام مطالعات قبل از احداث پل عابر پیاده

در این راهنما، انجام مطالعات قبل از احداث پل‌های عابر، به مجموعه مطالعاتی اطلاق می‌شود که طی آن مراحل "امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده"، "مکانیابی پل عابر پیاده" و "اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده" انجام گیرد.

توضیح

ارتباط مفهومی تعاریف به کار رفته در آیین‌نامه، در بند ۲-۲-۲-۱ نشان داده شده است.

۲-۱-۲- امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده

منظور از امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده، تعیین نقاط و نواحی از راه‌های برون شهری است که در آنها می‌بایستی انجام اقدامات ایمن‌سازی عبور عرضی عابرین پیاده و از جمله احداث پل عابر مورد بررسی قرار گیرد. خروجی مرحله امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده، لکه‌گذاری در سطح شبکه معابر برون شهری خواهد بود.

۳-۱-۲- مکانیابی پل عابر پیاده

منظور از مکانیابی پل عابر، بررسی شرایط فنی احداث پل‌های عابر در نقاط تعیین شده در مرحله امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده و شناسایی و تعیین نقاط نقاط دارای ریسک تصادفات عابر که دارای لزوم احداث پل عابر است. در این مرحله، لزوم احداث پل عابر پیاده در نقاط حایز شرایط احداث پل تایید می‌شود.

۴-۱-۲- اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده

منظور از اولویت‌بندی احداث پل عابر، مرتب کردن نقاط شناسایی شده مرحله "مکانیابی پل عابر" بر اساس میزان اثرگذاری آنها در ایمن‌سازی عبور عابرین از جاده‌های برون شهری است.

۵-۱-۲- جانمایی پل عابر پیاده

منظور از جانمایی پل عابر پیاده، مجموعه اقدامات و تمهیدات لازم برای تعیین و تدقیق موقعیت پل عابر بمنظور طراحی معماری و سازه پل است.



۲-۲- روش‌شناسی انجام مطالعه ترافیک

۲-۲-۱- مراحل انجام مطالعه

مطالعه ترافیک پل عابر پیاده برون شهری شامل انجام چهار مرحله بصورت زیر است:

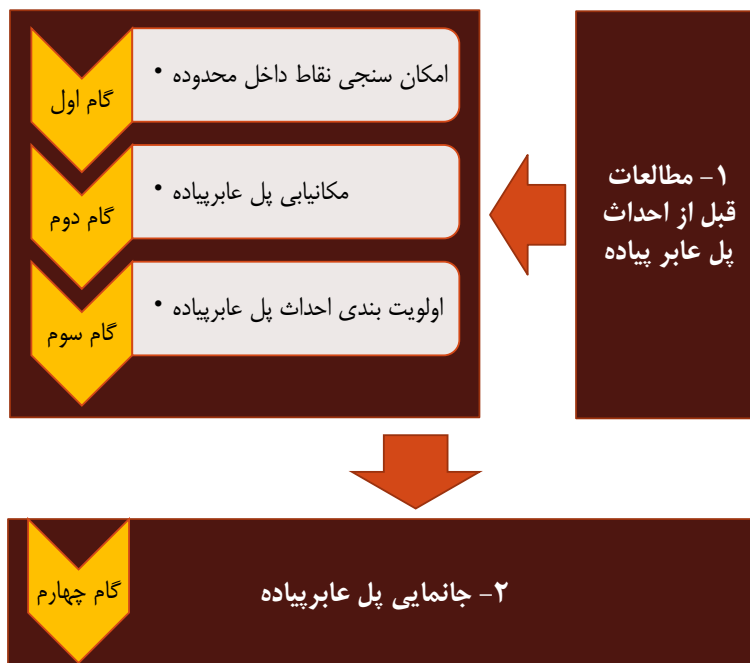
- شناسایی محدوده
- مکانیابی پل عابر پیاده
- اولویت بندی احداث پل عابر پیاده
- جانمایی پل عابر پیاده

۲-۲-۲- فرآیند انجام مطالعه

فرآیند انجام مطالعه در دو بخش کلی مطالعات قبل از احداث پل عابر پیاده و جانمایی پل عابر پیاده صورت می‌پذیرد. در بخش اول، لازم است سه گام شامل امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده، مکانیابی پل عابر پیاده و اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده به ترتیب بیان شده انجام گیرد.

توضیح

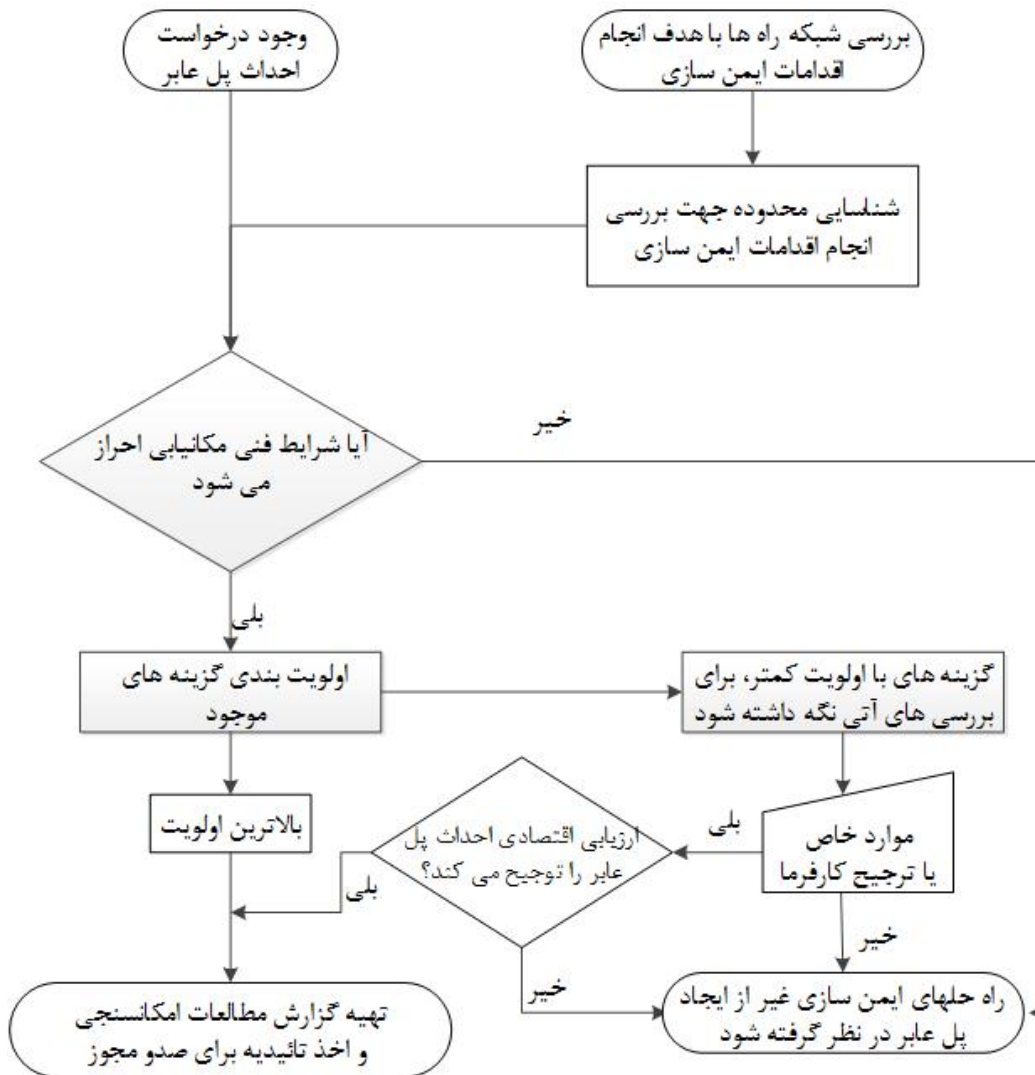
ارتباط مفهومی تعاریف به کار رفته در راهنما بصورت شکل زیر می‌باشد.



شکل ۱- ارتباط مفهومی تعاریف به کار رفته در آیین‌نامه

۲-۲-۳- ارتباط مفهومی میان گام‌های مطالعات قبل از احداث پل عابر پیاده

در شکل ۲، ارتباط مفهومی میان گام‌های مطالعات قبل از احداث پل عابر پیاده نشان داده شده است.



شکل ۲- ارتباط مفهومی گام‌های مطالعات قبل از احداث پل عابر در جاده‌های برون شهری



۲-۳-۳- امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده

۲-۳-۳-۱- هدف

هدف از امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده، تعیین نقاط و نواحی از راه‌های برون شهری و شناسایی نقاط عمومی و مستعد بررسی احداث پل عابر است که در آنها می‌بایستی انجام اقدامات ایمن‌سازی عبور عرضی عابرین پیاده مورد بررسی قرار گیرد.

۲-۳-۳-۲- ضرورت

ضرورت وجود این مرحله، به منظور جلوگیری از اعمال سایر روش‌های غیرفنی یا اعمال سلیقه در وضعیت موجود در کل کشور بوده که می‌تواند ضمن ایجاد وحدت رویه در آغاز بررسی نقاط دارای پتانسیل احداث پل عابر پیاده، از حذف بی‌مورد سایر نقاط دارای پتانسیل احداث پل که ممکن است در ابتدا از نظر کارشناس مربوطه دارای اهمیت کمتری است، جلوگیری به عمل آورد.

۲-۳-۳-۲- خروجی کار

خروجی کار در مرحله امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده، تهیه نقشه‌های لکه‌گذاری شده بر روی محورهای برون شهری برای بررسی در مرحله مکانیابی احداث پل عابر است.

۲-۳-۳-۴- معرفی متغیرها

متغیرهای به کار رفته در مرحله امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده شامل موارد ذیل می‌گردد:

- تعداد خطوط عبوری جاده برون شهری
- حجم تردد وسایل نقلیه
- سرعت مجاز وسایل نقلیه
- کاربری عمده مولد و جاذب سفر

۲-۳-۳-۵- معرفی شاخص

شاخص‌های به کار رفته در مرحله امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده متناسب با متغیرهای بند ۲-۳-۴ شامل موارد ذیل می‌گردد:

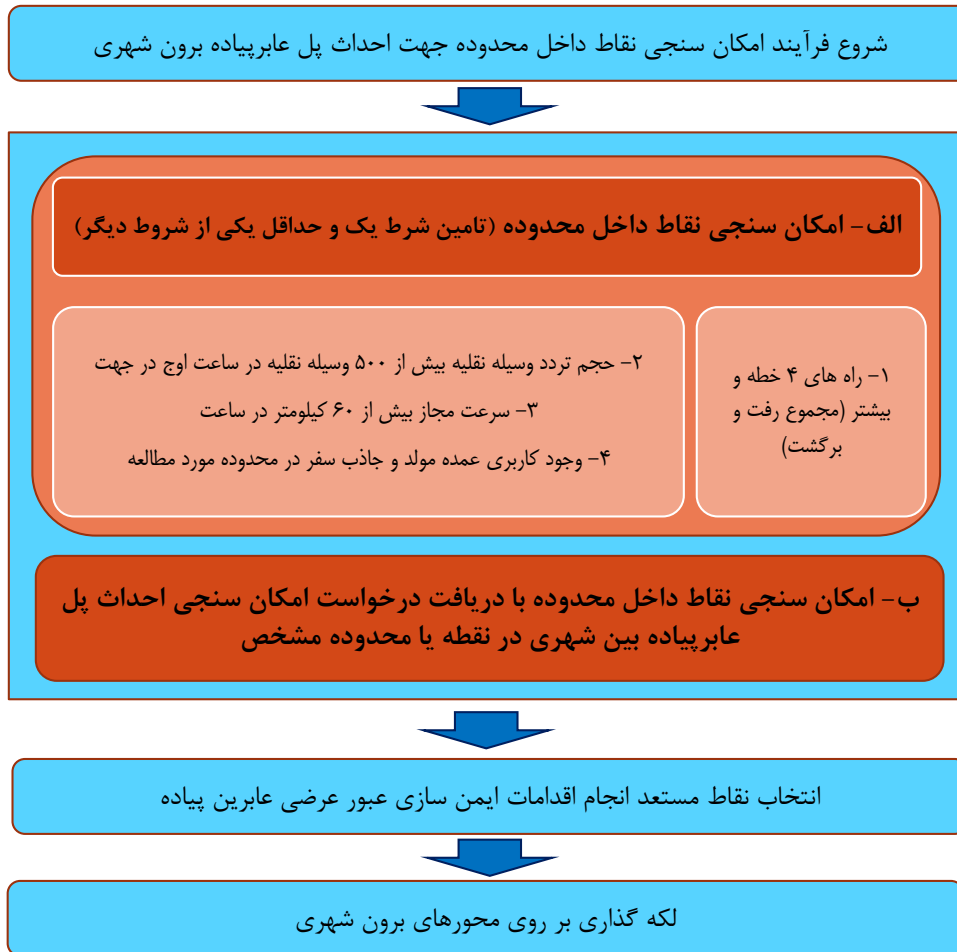
- § راه‌های ۴ خطه و بیشتر (مجموع رفت و برگشت)
- § حجم تردد وسیله نقلیه بیش از ۵۰۰ وسیله نقلیه در ساعت اوج در یک جهت
- § سرعت مجاز بیش از ۶۰ کیلومتر در ساعت
- § وجود کاربری عمده مولد و جاذب سفر در محدوده مورد مطالعه

توضیح

کاربری عمده مولد و جاذب سفر شامل مدرسه ابتدایی، راهنمایی، دبیرستان و یا هرگونه مرکز آموزشی، بیمارستان، مجتمع بین‌راهی، مراکز گردشگری، مراکز پلیس، اورژانس و خدمات خودرو می‌شود.



۲-۳-۶- فرآیند انجام کار



شکل ۳- فرآیند انجام مرحله شناسایی محدوده برای امکان‌سنجی احداث پل عابر پیاده برون شهری

۲-۴- مکانیابی پل عابر پیاده

۲-۴-۱- هدف

هدف از مکانیابی پل عابر پیاده، بررسی شرایط فنی در نقاط دارای ریسک تصادفات عابر و شناسایی و تعیین نقاط لازم به منظور احداث پل عابر پیاده است. در این مرحله، لزوم احداث پل عابر پیاده در یک موقعیت تعیین و اعلام می‌شود.

۲-۴-۲- ضرورت

ضرورت وجود این مرحله، شناسایی نقاط دارای پتانسیل احتمال تصادف عابر پیاده در هنگام گذر عرضی از معابر بین‌شهری و حل این مشکل با روش احداث پل عابر پیاده است.



۲-۴-۳- خروجی کار

خروجی کار در مرحله مکانیابی پل عابر، بررسی تامین شرایط فنی و تایید نقاط حایز شرایط احداث پل عابر و ارسال به منظور اولویت‌بندی احداث پل عابر است.

۲-۴-۴- معرفی متغیرها

متغیرهای به کار رفته در مکانیابی پل عابر پیاده شامل موارد ذیل می‌گردد:

- حجم تردد عابر پیاده جهت عبور عرضی
- حجم تردد وسایل نقلیه
- سرعت مجاز وسایل نقلیه
- مشخصات فیزیکی راه
- فاصله تا محل عبور ایمن

۲-۴-۵- معرفی شاخص

شاخص‌های به کار رفته در مرحله مکانیابی پل عابر پیاده متناسب با متغیرهای بند ۲-۴-۴ شامل موارد ذیل می‌گردد:

- § حجم تردد عابر پیاده جهت عبور عرضی حداقل ۱۰۰ عابر پیاده در ۴ ساعت اوج متوالی
- § در محور آزادراه برابر با ۹۰۰ وسیله نقلیه در ساعت، در محور بزرگراه برابر با ۷۰۰ وسیله نقلیه در ساعت و در محور راه اصلی درجه یک برابر با ۵۰۰ وسیله نقلیه در ساعت در جهت اوج ترافیک
- تبصره ۱: در صورتی که در محور راه اصلی درجه یک در محدوده گذر عرضی عابر پیاده از عرض جاده، جداکننده فیزیکی و ایمن مسیر رفت و برگشت وجود نداشته باشد، لازم است حداقل مجموع حجم تردد در مسیرهای رفت و برگشت برابر با ۷۵۰ وسیله نقلیه در ساعت اوج ترافیک باشد.
- تبصره ۲: در صورتی که مقادیر شاخص حجم تردد وسایل نقلیه به تفکیک محور در یک استان تامین نشود، ۸۰ درصد بیشینه تردد وسایل نقلیه در محور هم رده عملکردی در همان استان می‌تواند ملاک عمل قرار گیرد.
- § سرعت مجاز بیش از ۶۰ کیلومتر در ساعت
- § عرض سواره روی معبر حداقل ۱۲ متر
- § حداقل فاصله تا محل عبور ایمن حداقل ۳۰۰ متر

توضیح

❖ نحوه برداشت حجم تردد عابر پیاده (آماربرداری / برآورد تقاضای عبور عرضی عابر)

○ آماربرداری

گام ۱: تعیین محدوده عبور عرضی عابر در مجاور کاربری (های) موردنظر



گام ۲: برداشت آمار تردد عرضی عابر پیاده در ۴ ساعت اوج متوالی (تعیین ساعت اوج عبور عرضی عابر پیاده، با توجه به الگوی کاربری‌های حاشیه راه و بررسی میدانی قبل از انجام آماربرداری می‌باشد).

گام ۳: همسنگ سازی عابر پیاده (کودکان و افراد کم توان جسمی معادل ۲,۵ نفر نسبت به افراد عادی لحاظ شود)

○ برآورد تقاضای عبور عرضی عابر پیاده

در شرایط عملکردی آزادراه و همچنین سایر عملکردهای جاده‌ای در صورتی که با ایجاد موانع فیزیکی امکان عبور عرضی عابر پیاده فراهم نباشد، می‌بایست برآورد تقاضای عبور عرضی عابر پیاده با توجه به کاربری‌های پیرامونی برای ۴ ساعت اوج متوالی انجام گیرد.

❖ نحوه برداشت حجم تردد وسیله نقلیه (اطلاعات تردد شمار جاده‌ای / آماربرداری^۳)

در مورد شاخص حجم تردد وسایل نقلیه، می‌بایست در جریان عادی^۴ برداشت صورت گیرد.

○ اطلاعات تردد شمار:

گام ۱: اخذ اطلاعات تردد شمار جاده‌ای در یکی از فصول بهار و پاییز^۵

گام ۲: تحلیل یک بازه یک هفته تا ۱۰ روزه

گام ۳: تعیین ساعت اوج سفر در هر جهت در محور اصلی

○ آماربرداری:

گام ۱: برداشت آمار حجم وسایل نقلیه در ۴ ساعت اوج متوالی در دو جهت

گام ۲: همسنگ سازی حجم ترافیک برای خودروی سواری در هر جهت

گام ۳: تعیین ساعت اوج در هر جهت

❖ نحوه برداشت سرعت مجاز

برداشت میدانی سرعت مجاز در هر محدوده با توجه به محدودیت سرعت وسایل نقلیه توسط علائم راهنمایی

❖ نحوه برداشت عرض سواره روی معبر (بازدید میدانی)

برداشت عرض سواره رو باید در محل بیشینه عبور عرضی عابر پیاده انجام شود.

❖ حداقل فاصله تا محل عبور ایمن (بازدید میدانی)

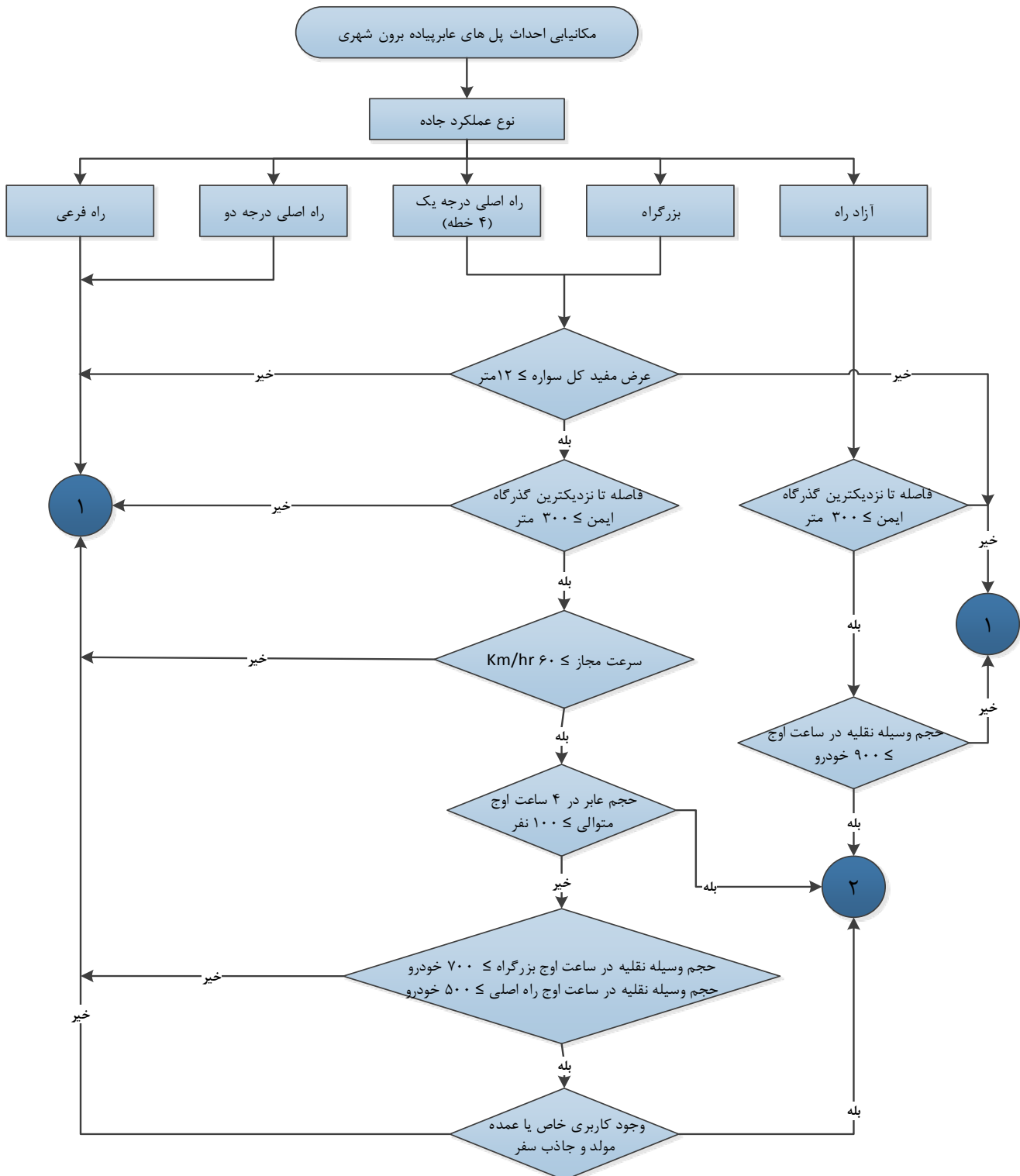
محل عبور ایمن شامل پل عابر یا زیرگذر موجود، آرماسازی ترافیک و کنترل ترافیک با چراغ راهنمایی مخصوص عابر پیاده است.

^۳ در صورتی که بنا به دلایلی نظیر وجود محورهای فرعی متقاطع و یا وجود کاربری‌های حاشیه راه که منجر به تولید و جذب سفر در محدوده مورد نظر جهت احداث پل عابر پیاده شود، ضروری است آماربرداری احجام تردد وسایل نقلیه صورت پذیرد.

^۴ جایجایی مجموعه وسایل نقلیه، در قطعاتی از راه که بین دو محل انشعاب (تقاطع، تبادل و هرگونه راه ورود به تاسیسات کناری) قرار می‌گیرند، جریان عادی نام دارد. در این جریان، همه واحدهای متحرک عازم یک محل هستند و به سوی نقطه مشترکی پیش می‌روند. افزایش یا کاهش سرعت عبور و منحرف شدن به سمت چپ و راست، فقط به منظور سبقت یا توقف ضروری و یا حفظ مقصد مشترک است. (آیین نامه ایمنی راهها، نشریه ۱-۲۶۷، ایمنی راه و حریم، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، بخش ۲-۲)

۴، صفحه ۱۷)

^۵ در صورتی که کاربری عمده حاشیه راه به گونه‌ای باشد که کاربری مذکور دارای جاذبه گردشگری در سایر فصول باشد، می‌توان از اطلاعات تردد سایر فصول نیز استفاده نمود.



شکل ۴- فلوچارت انجام مرحله مکان‌یابی احداث پل عابر پیاده برون شهری

۱: سایر راهکارهای ایمن‌سازی گذر عارضی عابر پیاده در محدوده موردنظر

۲: تایید مرحله مکانیابی و تشخیص لزوم احداث پل عابر در محدوده موردنظر



۲-۵- اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده

۲-۵-۱- هدف

هدف از اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده، تعیین اولویت احداث پل عابر به لحاظ اهمیت و امتیاز آنان از نظر شاخص‌های ایمنی و احتمال بروز تصادفات است. در این مرحله، اولویت احداث پل عابر پیاده در یک موقعیت در مقایسه با سایر نقاط مکانیابی شده تعیین و اعلام می‌شود.

۲-۵-۲- ضرورت

ضرورت وجود این مرحله، شناسایی نقاط دارای اهمیت بیشتر و اولویت بالاتر برای احداث پل عابر پیاده به لحاظ تامین مالی و در دستور کار قرارگیری فرآیند اجرایی است.

۲-۵-۳- خروجی کار

خروجی کار در مرحله اولویت‌بندی احداث پل عابر، ارائه گزارش اولویت‌دهی احداث پل عابر برای انجام فرآیند مناقصات و مزایده‌های پل عابر براساس مدل ریاضی است.

۲-۵-۴- معرفی متغیرها

متغیرهای به کار رفته در مرحله اولویت‌بندی پل عابر پیاده شامل موارد ذیل می‌گردد:

- سابقه تصادف با عابر پیاده
- سرعت عملکردی وسایل نقلیه عبوری
- فاصله دید انتخاب وسایل نقلیه
- وضعیت روشنایی در محدوده عبور
- نوع عملکرد راه
- زمان انتظار عابر برای عبور عرضی
- تقاضای عبور عرضی عابر پیاده از معبر
- تامین دسترسی به کاربری آموزشی در محدوده
- تامین دسترسی به کاربری‌های خدماتی ° رفاهی ° درمانی
- تامین دسترسی به مراکز پلیس، اورژانس و خدمات خودرو
- عرض سواره‌روی جاده



۲-۵-۵- معرفی شاخص

شاخص‌های به کار رفته در مرحله اولویت‌بندی متناسب با متغیرهای بند ۲-۵-۴ شامل موارد ذیل می‌گردد.

۲-۵-۵-۱- تصادفات فوتی و جرحی با عابر پیاده

سنجه مربوط به این شاخص، مجموع وزنی تصادفات فوتی و جرحی عابر پیاده در سه سال گذشته است.

توضیح

شاخص مجموع وزنی تصادفات فوتی و جرحی عابر پیاده در سه سال گذشته از رابطه زیر برآورد می‌شود.

$$C = (C_f * 9 + C_i * 3) / 9$$

C: مجموع وزنی تصادفات فوتی و جرحی عابر پیاده (معادل تصادف فوتی)

C_f: تعداد تصادف منجر به فوت در سه سال گذشته در محدوده مورد مطالعه

C_i: تعداد تصادف منجر به جرح در سه سال گذشته در محدوده مورد مطالعه

۲-۵-۵-۲- سرعت ۸۵ درصد از وسایل نقلیه

سنجه این شاخص، ۸۵ امین سرعت مشاهده شده در منحنی سرعت وسایل نقلیه در شرایط جریان آزاد ترافیک است.

توضیح

مطابق با تعریف آیین‌نامه تجهیزات و کنترل ترافیک (MUTCD)، سرعت ۸۵ درصدی وسایل نقلیه، سرعتی است که ۸۵ درصد رانندگان در شرایط آزاد در آن سرعت و یا کمتر به رانندگی می‌پردازند. سرعت عملکردی از نظر آیین‌نامه طرح هندسی بزرگراه‌ها (AASHTO)، سرعتی است که مشاهده می‌شود رانندگان در آن سرعت و در شرایط جریان آزاد ترافیک وسایل نقلیه خود را می‌رانند. غالباً ۸۵ امین درصد سرعت در منحنی توزیع سرعت‌های رسم شده، بیانگر سرعت عملکردی با توجه به اجزای طرح و محل قرارگیری مسیر است.

۲-۵-۵-۳- وضعیت طول قابل انتخاب و عکس‌العمل برای راننده در امتداد مسیر

سنجه این شاخص، نسبت حداقل فاصله دید انتخاب ایمن مطابق با راهنما (جدول بند ۲-۵-۵-۳-توضیح) به طول واقعی قابل انتخاب برای راننده در امتداد مسیر (مطابق با برداشت میدانی و در نظرگیری شرایط هندسی مسیر، شیب و تجهیزات و المان‌های واقع در حاشیه راه) است.

توضیح

فاصله دید انتخاب، حداقل فاصله‌ای است که راننده نیاز به دیدن دارد تا بتواند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن، مسیر خود را انتخاب کند. به‌طور کلی، توصیه بر این است که در محل‌های خاص مانند حوالی تقاطع‌های نیازمند مانورهای غیرمنتظره یا غیرعادی، تبادل‌ها، محل‌های



استراحت و توقف‌گاه‌های کنار مسیر، ایستگاه‌های اخذ عوارض، رابط‌ها، محل‌های کاهش خط عبور به منظور اجتناب از واکنش‌های آنی توام با خطای راننده، بهتر است از فاصله دید انتخاب استفاده شود. این متغیر از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$d = 0.278vt$$

در رابطه فوق؛

v: سرعت طرح بر حسب کیلومتر بر ساعت؛

t: زمان پیش‌مانور و مانور بر حسب ثانیه (بین ۱۰,۲ تا ۱۱,۲ در راه‌های برون شهری در نظر گرفته می‌شود)
در جدول زیر فاصله دید انتخاب بر اساس سرعت‌های طرح مختلف در راه‌های برون شهری نشان داده شده است.

جدول ۱- فاصله دید انتخاب بر اساس آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران، نشریه ۴۱۵

فاصله دید انتخاب (متر)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۱۴۵	۵۰
۱۷۰	۶۰
۲۰۰	۷۰
۲۳۰	۸۰
۲۷۰	۹۰
۳۱۵	۱۰۰
۳۳۰	۱۱۰
۳۶۰	۱۲۰
۳۹۰	۱۳۰

پس از تعیین حداقل فاصله دید انتخاب مطابق با جدول فوق، لازم است این مقدار در وضعیت موجود و بصورت میدانی بررسی گردد. در این زمینه، ممکن است برخی عوامل طبیعی (مانند وجود قوس طولی و عرضی جاده) و عوامل مصنوعی (مانند موانع و المان‌های تبلیغاتی و تاسیساتی) سبب کاهش دید انتخاب گردد و به هر میزان که موانع دید وجود داشته باشد، نسبت در نظر گرفته شده در این شاخص کمتر از یک خواهد شد. در غیر این صورت، فاصله دید انتخاب واقعی برابر با فاصله دید انتخاب ایمن مطابق با آیین‌نامه می‌گردد.

۲-۵-۵-۴- مطلوبیت تامین روشنایی جاده در ساعات شب

سنجه این شاخص، میزان شدت روشنایی متوسط در راه در ساعات شب است.

توضیح

میزان شدت روشنایی متوسط در راهها بر اساس نشریه ۱۹۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی مطابق با جدول زیر است. سنجه عدم مناسب بودن شدت روشنایی متوسط در راه در ساعات شب بر اساس نشریه ۱۹۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی در نظر گرفته می‌شود.

$L = 1$ ؛ در صورت انحراف بیش از ۳۰ درصد کمتر از شدت روشنایی متوسط با در نظرگیری همزمان عملکرد معبر، کاربری و رویه جاده

$L = 0.5$ ؛ در صورت انحراف بین صفر تا ۳۰ درصد کمتر از شدت روشنایی متوسط با در نظرگیری همزمان عملکرد معبر، کاربری و رویه

جاده

$L = 0$ ؛ در صورت تامین شدت روشنایی متوسط با در نظرگیری همزمان عملکرد معبر، کاربری و رویه جاده



جدول ۲- میزان شدت روشنایی متوسط در راه‌ها بر اساس نشریه ۶۱۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راه‌ها)

ضریب یکنواختی طولی	ضریب یکنواختی کلی	شدت روشنایی متوسط (لوکس)			نوع منطقه	نوع راه
		رویه‌های آسفالتی ریزدانه	رویه‌های آسفالتی	رویه‌های بتنی		
۰/۱۷	۰/۳۳	۷	۸	۶	همه مناطق	شیرینانی درجه ۱- آزادراه
۰/۲۰	۰/۳۳	۱۲	۱۳	۹	تجاری	شیرینانی درجه ۱- بزرگراه
۰/۲۰	۰/۳۳	۹	۱۱	۷	تجاری - مسکونی	
۰/۱۷	۰/۳۳	۷	۸	۶	مسکونی	
۰/۱۷	۰/۳۳	۱۴	۱۶	۱۱	تجاری	شیرینانی درجه ۲- اصلی
۰/۱۷	۰/۳۳	۱۰	۱۲	۸	تجاری - مسکونی	
۰/۱۷	۰/۳۳	۷	۸	۶	مسکونی	
۰/۱۲	۰/۲۵	۹	۱۱	۷	تجاری	شیرینانی درجه ۲- فرعی
۰/۱۲	۰/۲۵	۷	۸	۶	تجاری - مسکونی	
۰/۱۲	۰/۲۵	۵	۶	۴	مسکونی	
۰/۱۲	۰/۱۷	۷	۸	۶	تجاری	محلی
۰/۱۲	۰/۱۷	۶	۷	۵	تجاری - مسکونی	
۰/۱۲	۰/۱۷	۴	۴	۳	مسکونی	

۲-۵-۵-۵- عملکرد راه

عملکرد راه‌های برون شهری که دارای قابلیت احداث پل عابر پیاده هستند، بصورت آزادراه، بزرگراه و راه اصلی درجه یک با حداقل چهار خط عبور رفت و برگشت است.

توضیح

• آزادراه

راهی با حداقل چهار خط عبور که مسیرهای رفت و برگشت از هم جدا شده و بدون تقاطع همسطح، بدون دسترسی از حاشیه، ممنوعیت عبور پیاده و دوچرخه و سایر وسایل نقلیه غیرموتوری، ورود و خروج با زاویه کم و در مواردی ممنوعیت عبور تمام یا بخشی از وسایل نقلیه تجاری است.

• بزرگراه

مانند آزادراه ولی با امکانات محدود تقاطع هم‌سطح و دسترسی از حاشیه است.

• راه اصلی

راهی است با روسازی آسفالتی یا بتنی که برای عبور وسایل نقلیه موتوری و به‌ندرت وسایل نقلیه غیرموتوری و پیاده در نظر گرفته می‌شود و جزئی از شبکه سراسری و ملی راه‌هاست. راه اصلی در بسیاری از حالت‌ها، به‌صورت دوخطه دو طرفه عمل می‌نماید؛ ولی در مواردی می‌تواند



به چهار خطه و حتی شش خطه پیوسته یا مجزا توسعه یابد. تقاطع‌ها معمولاً همسطح هستند، بنابراین راه‌های اصلی به سه گروه زیر تقسیم-بندی شده است:

- ۱- راه اصلی جدا شده با عبورهای مجزا و حداقل دو خط عبور در هر طرف؛
- ۲- راه اصلی درجه یک دو طرفه با حداقل دو خط عبور با سواره‌رو به عرض ۳٫۶۵ متر برای هر خط عبور و شانه‌های طرفین به عرض حداقل ۱٫۸۵ متر؛
- ۳- راه اصلی درجه دو با سواره‌رو به عرض ۷ متر با شانه‌های طرفین به عرض حداقل یک متر. خاطرنشان می‌گردد احداث پل عابر پیاده در راه اصلی، در حالتی است که حداقل چهار خط عبور تامین گردد. با توجه به طبقه‌بندی فوق، برای سنجش نوع عملکرد راه، اعداد ذیل با توجه به نوع عملکرد جاده در نظر گرفته می‌شود:

- آزادراه: ۱
- بزرگراه: ۰٫۸
- راه اصلی درجه یک با چهار خط عبور: ۰٫۶

۲-۵-۵-۶- زمان انتظار عابر برای عبور عرضی

متوسط زمانی که نیاز است تا عابر پیاده برای عبور عرضی از جاده مورد استفاده قرار گیرد.

توضیح

در نشریه ۲-۱۴۴، احداث پل عابر پیاده در صورتی که در جریان تردد وسایل نقلیه فواصل عبور کافی وجود نداشته باشد و حداقل زمان انتظار عابر برای عبور عرضی به‌طور متوسط یک دقیقه باشد، قویاً توصیه شده است. متوسط زمان انتظار عابر پیاده برای عبور از عرض جاده از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$t_w = \text{Average}(t_{w, p, 1-5}, t_{w, o-p, 1-5})$$

$t_{w, p, 1-5}$: زمان انتظار عابر پیاده برای عبور از عرض جاده در ساعت اوج در نمونه‌های یک تا پنج

$t_{w, o-p, 1-5}$: زمان انتظار عابر پیاده برای عبور از عرض جاده در ساعت غیر اوج در نمونه‌های یک تا پنج

۲-۵-۵-۷- تقاضای عبور عرضی عابر پیاده از معبر

میزان تقاضای عبور عرضی عابر در یک مقطع عرضی و بصورت دو طرفه

توضیح

با توجه به متفاوت بودن شرایط کاربری‌های واقع در حاشیه جاده‌های کشور، این معیار با استفاده یکی از روش‌های زیر محاسبه می‌گردد:

- برآورد تقاضای عبور عرضی عابر پیاده

در شرایط عملکردی آزادراه و همچنین سایر عملکردهای جاده‌ای در صورتی که با ایجاد موانع فیزیکی امکان عبور عرضی عابر پیاده فراهم



نباشد، می‌بایست برآورد تقاضای عبور عرضی عابر پیاده با توجه به کاربری‌های پیرامونی برای ۴ ساعت اوج متوالی انجام گیرد.

• برداشت عبور عرضی عابر پیاده

در شرایط عملکردی بزرگراه و راه اصلی که به نوعی عبور عرضی عابر پیاده صورت می‌گیرد، می‌توان با استفاده از روش آماربرداری، عبور عرضی عابران را برداشت نمود.

۲-۵-۵-۸- تامین دسترسی به کاربری آموزشی در محدوده

وجود مدرسه ابتدایی، راهنمایی، دبیرستان و یا هر گونه مرکز آموزشی در فاصله کمتر از ۳۰۰ متر

۲-۵-۵-۹- تامین دسترسی به کاربری‌های خدماتی-رفاهی - درمانی

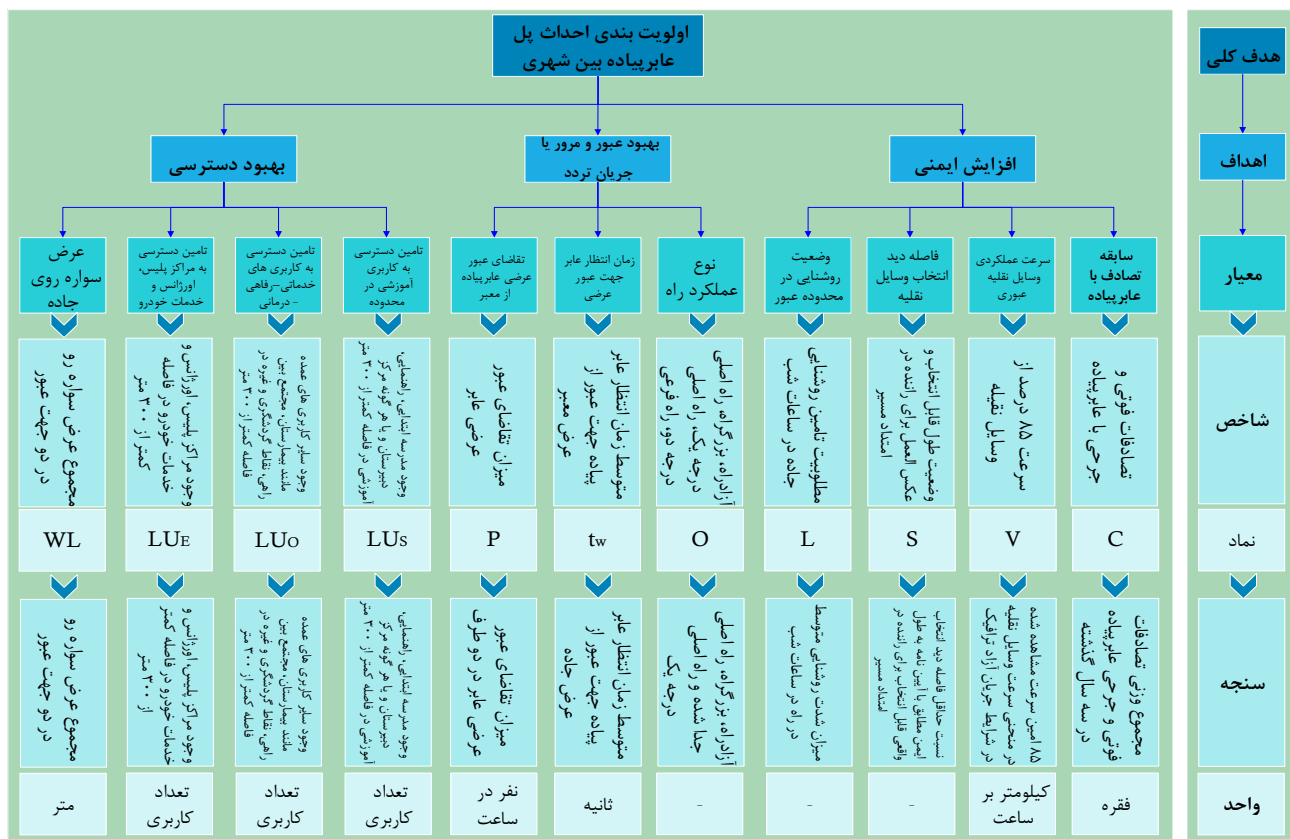
وجود سایر کاربری‌های عمده مانند بیمارستان، مجتمع بین‌راهی، مراکز گردشگری و غیره در فاصله کمتر از ۳۰۰ متر

۲-۵-۵-۱۰- تامین دسترسی به مراکز پلیس، اورژانس و خدمات خودرو

وجود مراکز پلیس، اورژانس و خدمات خودرو در فاصله کمتر از ۳۰۰ متر

۲-۵-۵-۱۱- عرض سواره روی جاده

مجموع عرض سواره رو در دو جهت عبور



شکل ۵- شاخص‌ها و سنجه‌های اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده برون شهری

۲-۵-۶- فرآیند انجام کار

فرآیند انجام اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده برون شهری دارای سه گام بصورت ذیل است.

۲-۵-۶-۱- برآورد و برداشت شاخص‌های اولویت‌بندی

برآورد و برداشت شاخص‌های اولویت‌بندی مطابق با بخش ۲-۵-۵ صورت می‌پذیرد.

۲-۵-۶-۲- بی‌مقیاس کردن مقادیر شاخص‌ها

به منظور قابل مقایسه شدن مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری (به ازای شاخص‌های گوناگون) لازم است تا مقادیر شاخص‌ها بی‌مقیاس شود.

توضیح

عناصر معیارهای تبدیل شده (n_{ij}) بدون بعد از رابطه زیر بدست می‌آیند.

$$n_{ij} = \left(\frac{r_{ij} - r_j^{\min}}{r_j^* - r_j^{\min}} \right) \times 0.9 + 0.05$$

$$r_j^* = \max_i r_{ij}$$

بدیهی است که مقادیر بدست آمده بین اعداد ۰,۰۵ الی ۰,۹۵ خواهند بود.



۲-۵-۶-۳- تعیین اولویت احداث پل عابر^۶

پس از انجام مراحل فوق، لازم است اولویت نقاط مورد تایید مرحله مکانیابی، برای تدقیق نقاط (در مرحله جانمایی) و ارائه برنامه زمانی احداث پل‌های عابر پیاده برون شهری تعیین گردد. به این منظور، از رابطه مقابل استفاده شده است. در ادامه، پیشنهاد می‌گردد اطلاعات برداشت شده در نقاط مورد نظر مطابق با بند ۲-۵-۵، در جدول ۳ گردآوری و ارائه شود. در نهایت، با انجام محاسبه، اولویت نقاط با اهمیت بیشتر و دارای ریسک تصادف بالاتر با عابر پیاده برای عبور عرضی از جاده‌ها تعیین می‌گردد.

$$PO_i = 0.74 (0.68 C_i + 0.1V_i + 0.14 S_i + 0.08L_i) + 0.11 (0.08 O_i + 0.32 tw_i + 0.6 P_i) + 0.15 (0.63 LU_{S_i} + 0.11 LU_{O_i} + 0.17 LU_{E_i} + 0.09 WL_i)$$

در این رابطه، متغیرهای به کار رفته بصورت زیر تعریف می‌شوند:

PO_i : امتیاز اکتسابی نقطه واقع در محدوده i

C_i : مجموع وزنی تصادفات فوتی و جرحی عابر پیاده در سه سال گذشته در محدوده i

V_i : ۸۵ امین سرعت مشاهده شده در منحنی سرعت وسایل نقلیه در شرایط جریان آزاد ترافیک در محدوده i

S_i : نسبت حداقل فاصله دید انتخاب ایمن مطابق با راهنما به طول واقعی قابل انتخاب برای راننده در امتداد مسیر در محدوده i

L_i : میزان شدت روشنایی متوسط در راه در ساعات شب در محدوده i

O_i : عملکرد معبر شامل آزادراه، بزرگراه، راه اصلی جدا شده و راه اصلی درجه یک در محدوده i

tw_i : متوسط زمان انتظار عابر پیاده برای عبور از عرض جاده در محدوده i

P_i : میزان تقاضای عبور عرضی عابر به حجم عبور وسایل نقلیه در دو طرف در محدوده i

LU_{S_i} : وجود مدرسه ابتدایی، راهنمایی، دبیرستان و یا هر گونه مرکز آموزشی در فاصله کمتر از ۳۰۰ متر در محدوده i

LU_{O_i} : وجود سایر کاربری‌های عمده مانند بیمارستان، مجتمع بین راهی، مراکز گردشگری و غیره در فاصله کمتر از ۳۰۰ متر در محدوده i

LU_{E_i} : وجود مراکز پلیس، اورژانس و خدمات خودرو در فاصله کمتر از ۳۰۰ متر در محدوده i

WL_i : مجموع عرض سواره رو در دو جهت عبور در محدوده i

جدول ۳^۶ نمونه فرم شاخص‌های اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده برون شهری

بهبود دسترسی			بهبود تردد یا عبور و مرور				افزایش ایمنی			هدف	
WL_i	LU_{E_i}	LU_{O_i}	LU_{S_i}	P_i	tw_i	O_i	L_i	S_i	V_i	C_i	شاخص
متر	تعداد کاربری	تعداد کاربری	تعداد کاربری	نفر در ساعت	ثانیه	-	-	-	کیلومتر بر ساعت	فقره	واحد
											محدوده ۱
											محدوده ۲
											...
											محدوده i

^۶ مطابق با روش‌شناسی در نظر گرفته شده در مطالعات پشتیبان مربوط به این راهنما، به منظور تعیین وزن و ضریب اهمیت هر یک از شاخص‌های به کارگیری شده در بخش اولویت‌بندی احداث پل عابر، از تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. با توجه به وابستگی میان متغیرهای اولویت‌بندی، از تحلیل شبکه ANP استفاده شده است. در این خصوص، پس از طراحی شبکه مفهومی متغیرها، با استفاده از فرم نظرسنجی، میزان اهمیت شاخص‌ها از خبرگان و کارشناسان مرتبط با موضوع بدست آمده است.



۶-۲- توصیه‌های ایمنی و امنیت پل عابر

- توپوگرافی محل به گونه‌ای باشد، که حداقل نیاز به تغییر ارتفاع برای احداث پل باشد.
- امکان استفاده برای معلولین که معمولاً از طریق ایجاد رمپ‌های کم شیب است، فراهم گردد.
- برای جلوگیری برای تردد همسطح، لازم است نرده یا فنس تعبیه کرد.
- ترجیحاً با رمپ ورودی در یک خط باشد تا امکان دید پیوسته وجود داشته باشد.
- برای مکان‌هایی که استفاده پل برای عابران کم‌توان جسمی اعم از معلول، کودکان و سالخوردگان را مشکل می‌سازد، آسانسور تعبیه شود.
- شرایطی فراهم شود که امکان پرتاب اشیاء به پایین را محدود سازد.
- در نواحی‌ای که امکان یخبندان و برف وجود دارد، احتمال سقوط برف و یخ به جاده در نظر گرفته شود.
- در طراحی، اقدامات مناسب برای جلوگیری از وقوع جرم در نظر گرفته شود.
- دید در مسیرهای دسترسی به پل و خود مسیر پل نباید محدود باشد.
- برای حفظ امنیت عابران پیاده بایستی اقدامات زیر انجام شود:
 - نور کافی به صورت پیوسته وجود داشته باشد.
 - عابرین بایستی به کل طول مسیر بدون هیچ‌گونه مانعی دید داشته باشند و در محل‌هایی که ممکن است از مکان‌های عمومی نیز به مسیر دید وجود داشته باشد.
 - مسیر بایستی دارای تابلوهای نشان‌دهنده جهت باشند.
 - ترجیحاً مسیر عرشه پل به دوربین‌های مدار بسته مجهز شود.
 - از پل نباید به ساختمان‌های مجاور دید طبیعی^۷ باشد.

⁷ Natural Surveillance



۳- ضوابط معماری

۳-۱- موقعیت احداث

۳-۱-۱- جانمایی

احداث پل عابر پیاده برون شهری در محل قوس افقی جاده یا نقاطی که دید کافی ندارند ممنوع است.

توضیح

- در جانمایی پل، الزامات ترافیکی (پارامترهای فنی مکانیابی و اولویت‌بندی) نسبت به اولویت‌های معماری ارجحیت دارند.
- جانمایی پل باید به گونه‌ای باشد که ضمن تأمین دید کافی برای سواره، اتصال فیزیکی و کالبدی مناسبی را با کاربری‌ها و فضاهای طرفین جاده فراهم آورد.
- احداث پل در محل قوس افقی جاده و نقاطی است که دید کافی ندارند، ممنوع است. این امر علاوه بر تأمین ایمنی پل، در هنگام نصب تابلو تبلیغاتی روی آن، اهمیت بیشتری دارد.

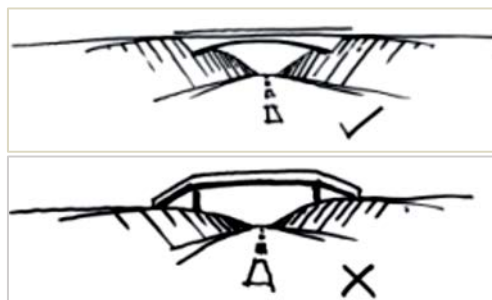
۳-۱-۲- دید و منظر

جانمایی پل باید به گونه‌ای انجام گیرد که موجب ایجاد موانع بصری یا اختلال در دید به هرگونه مناظر و طبیعت پیرامون یا عناصر مصنوع و ابنیه ارزشمند در پس زمینه و جداره‌های اطراف آن نشده و در حرکت عابر پیاده بر روی آن، بیشترین امکان دید به محیط طبیعی پیرامون و بهره برداری بصری از آن فراهم گردد.

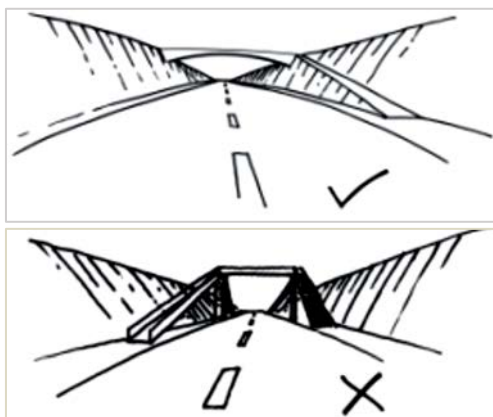
۳-۱-۳- بستر پل

پل باید بر اساس شکل بستر طبیعی و توپوگرافی زمین محل احداث آن طراحی شده و حداقل دخل و تصرف در وضعیت طبیعی محیط پیرامون را بدنبال داشته باشد و طراحی پارامترهایی نظیر میزان شیب رمپ و تعداد پله بر اساس تطابق با بستر زمین پیش بینی گردد.

توضیح



شکل ۶- کاهش اختلاف تراز پله و رمپ بواسطه تطبیق آن با شیب طبیعی بستر طراحی



شکل ۷- در نظر گرفتن جهت صحیح ورود به رمپ یا پلکان پل

۳-۲- ابعاد حریم

۳-۲-۱- حریم افقی

رعایت فاصله حداقل ۴/۵۰ متر به عنوان حریم افقی از انتهای شانه راه تا پایه پل عابر پیاده الزامی است.

توضیح

برای ایمن‌سازی و جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه با پایه‌های پل در طرفین، نصب حفاظ‌های فلزی (گاردریل) از فاصله ۳۰ متری قبل از پایه تا فاصله ۱۰ متری بعد از پایه در هر یک از مسیرهای حرکتی طرفین جاده، الزامی است.

۳-۲-۲- ارتفاع از سطح جاده

ارتفاع مفید^۸ پل عابر پیاده (از کف تمام شده آسفالت تا سطح زیرین پایینترین المان آن) حداقل ۵/۲۰ متر در نظر گرفته شود.

توضیح

ارتفاع مفید پل با توجه به ابعاد توصیه شده در آیین نامه داخلی^۹، این ارتفاع ۵/۲۰ متر توصیه می‌گردد.

۳-۳- ابعاد عرشه (گذرگاه عابر پیاده)

۳-۳-۱- عرض عرشه

عرض مفید عرشه پل عابر پیاده برای پله‌های احداث شده بر روی جاده‌هایی با ۴ مسیر عبوری در هر طرف و کمتر از آن، ۱/۸۰ متر و برای پله‌های احداث شده بر روی جاده‌هایی با بیش از ۴ مسیر عبوری در هر طرف، ۲/۴۰ متر در نظر گرفته شود.

^۸ Vertical Clearance

^۹ آیین نامه طرح هندسی راه‌های ایران، نشریه شماره ۴۱۵، انتشارات معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، ۱۳۹۱، ص ۱۳۸.



توضیح

در اغلب آیین نامه های مورد بررسی این عرض ۸ فوت معادل ۲/۴۳ متر توصیه شده و در آیین نامه داخلی (آیین نامه طرح هندسی راه‌های ایران، نشریه شماره ۴۱۵) ۱/۸۰ متر پیشنهاد شده است. بنابراین با توجه به تعداد مسیرهای عبوری در طرفین جاده‌ها و اندازه دهانه پل، عرض عرشه حداقل ۱/۸۰ متر و حداکثر ۲/۴۰ متر در نظر گرفته شده است.

در آیین نامه^{۱۰} LRFD آمریکا همچنین توصیه شده در پلهایی که عبور دوچرخه برای آن پیش بینی شده است می بایستی عرض پل ۲ فوت معادل ۶۰/۹ سانتیمتر بیشتر در نظر گرفته شود.

۳-۲-۳- ارتفاع عرشه

ارتفاع مفید گذرگاه عابرین روی عرشه پل عابر پیاده (از کف تمام شده عرشه پل تا سطح زیرین پایبتر المان پوشش سقف) ۲/۵۰ متر در نظر گرفته شود.

توضیح

این ارتفاع بصورت مفید ۲/۵۰ در نظر گرفته می‌شود، اما در مواردیکه ارتفاع پل موجب اختلال در دید و منظر خاصی در پیرامون پل گردد یا الزام زیبایی شناختی وجود داشته باشد می‌تواند به ۲/۰۰ متر کاهش یابد.

در آیین نامه LRFD آمریکا نیز این ارتفاع ۸ فوت (۲/۴۳ متر)، توصیه شده است.

۳-۴- نرده^{۱۱} و حفاظ عرشه

۳-۴-۱- مشخصات نرده

علاوه بر عناصر سازه‌ای که دیواره پل را تشکیل می‌دهد، نرده محافظ باید حداقل ۱/۲۰ متر از کف عرشه نصب گردد.

توضیح

ابعاد پیشنهادی در منابع مختلف از ۸۰ سانتی متر تا ۱۱۰ سانتی متر متغیر است که برای تأمین حداکثر ایمنی در پلهای عابر پیاده این ارتفاع ۱/۲۰ توصیه می‌گردد.

۳-۴-۲- مشخصات قرنیز

در نظر گرفتن قرنیز به ارتفاع ۱۵ سانتی متر در سرتاسر طرفین عرشه پل عابر پیاده و پلکان آن، به منظور جلوگیری از سقوط اشیاء به پایین پل، الزامی است.

¹⁰ LRFD BRIDGE Manual, MassDot, 2013 Edition

¹¹ Railing



۳-۵- مشخصات و ابعاد پلکان و شیب‌راه

۳-۵-۱- مشخصات پلکان

۳-۵-۱-۱- ابعاد پلکان

عرض پلکان پل عابر پیاده ۱/۸۰ متر، اندازه کف پله ۳۰ سانتی متر و ارتفاع آن ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شود.

توضیح

در صورتیکه بدلیل وجود مسایلی نظیر مالکیت یا حرایم مختلف در اراضی مجاور محل احداث پل، محدودیتهایی در ابعاد پلکان وجود داشته باشد، در نظر گرفتن ارتفاع پله تا ۱۸ سانتیمتر (با هدف کاهش طول رمپ آن) مجاز است.

۳-۵-۱-۲- تعداد پله ها

حداکثر تعداد ۱۸ پله در هر رمپ پلکان در پل عابر پیاده در نظر گرفته شود.

توضیح

طبق توصیه آیین نامه LRFD آمریکا تعداد پله در هر رمپ نباید از ۱۹ بیشتر باشد.

۳-۵-۱-۳- مشخصات پاگرد

در نظر گرفتن یک پاگرد به عرض ۱/۸۰ متر و عمق حداقل ۱/۵۰ متر میان رمپ‌های پلکان پل عابر پیاده الزامی است.

۳-۵-۱-۴- مشخصات نرده پلکان

استفاده از نرده ایمنی به ارتفاع حداقل ۸۵ سانتیمتر از کف پلکان در سرتاسر مسیر آن الزامی است.

۳-۵-۱-۵- مشخصات کف پلکان

پوشش کف در سرتاسر مسیر پلکان می‌بایستی مطابق با مشخصات ارائه شده در بند ۳-۶ باشد.

۳-۵-۱-۶- مشخصات سقف پلکان

پوشش سقف در سرتاسر مسیر پلکان می‌بایستی مطابق با مشخصات ارائه شده در بند ۳-۷ باشد.

توضیح

در صورتیکه اختلاف ارتفاع سطح ورودی پلکان و سطح عرشه پل عابر پیاده در هر یک از طرفین پل به اندازه ۱۸ پله یا کمتر از آن باشد نیاز به احداث پاگرد نیست.

۳-۵-۱-۷- جهت ورود پلکان

ورودی پلکان در جهت موافق با ترافیک باشد و روبروی ترافیک وارد نشود.



۳-۵-۲- مشخصات شیبراه

۳-۵-۲-۱- میزان شیب

در صورت استفاده از شیبراه بجای پلکان، شیب آن می‌بایستی حداقل ۵ درصد و حداکثر ۱۲ درصد در نظر گرفته شود.

۳-۵-۲-۲- عرض شیبراه

عرض شیبراه می‌بایستی $1/80$ متر در نظر گرفته شود.

۳-۵-۲-۳- مشخصات پاگرد

پاگردهای شیبراه می‌بایست دارای عرض $1/80$ متر و عمق حداقل $1/80$ متر باشد؛ در صورت نیاز به ایجاد سهولت بیشتر در چرخش، عمق پاگرد تا $2/20$ متر قابل افزایش است.

در نظر گرفتن یک پاگرد، به ازای هر $13/00$ متر طول برای رمپهای ۱۲ درصد، به ازای هر $18/80$ متر طول برای رمپهای ۸ درصد و به ازای هر $31/00$ متر طول برای رمپهای ۵ درصد الزامی است.

۳-۵-۲-۴- مشخصات نرده شیبراه

استفاده از نرده ایمنی به ارتفاع حداقل ۸۵ سانتیمتر از کف شیبراه در سرتاسر طول آن الزامی است.

۳-۵-۲-۵- مشخصات کف شیبراه

پوشش کف در سرتاسر شیبراه می‌بایستی مطابق با مشخصات ارایه شده در بند ۳-۶ باشد.

۳-۵-۲-۶- مشخصات سقف شیبراه

پوشش سقف در سرتاسر شیبراه می‌بایستی مطابق با مشخصات ارایه شده در بند ۳-۷ باشد.

۳-۵-۲-۷- جهت ورود شیبراه

ورودی شیبراه در جهت موافق با ترافیک باشد و روبروی ترافیک وارد نشود.

توضیح

طراحی رمپ بسته به مورد استفاده و شرایط بستر طرح در موقعیتهای مختلف، متفاوت بوده و به همین دلیل براساس اختلاف ارتفاع عرشه پل تا سطح زمین و شیب حاصله برای رمپ، ممکن است فرمهای متنوعی را برای طراحی آن ایجاد نماید. به همین علت:

۱. مناسب است ورودی رمپ ترجیحاً در نقطه‌ای نزدیک به عرشه پل در نظر گرفته شود.
۲. بسته به تراز و طولهای متنوعی که در طراحی رمپ برای پلهای مختلف حاصل می‌شود، استفاده از پاگرد در فواصل کمتر از طولهای یاد شده در بند ۳-۵-۲-۳ بلامانع است.

۳-۶- پوشش کف عرشه پل

بمنظور جلوگیری از لغزندگی و محافظت در برابر عوامل جوی و فرسایش، کف عرشه پل، پلکان یا شیبراه آن باید با استفاده از کفپوش پلی اورتان ضد لغزش با دانه بندی سیلیس و رنگ مقاوم UV به ضخامت ۴ میلیمتر، متناسب با رنگ بدنه پل پوشیده شده و استفاده از ورق فلزی به عنوان پوشش نهایی کف ممنوع است.



۳-۷- پوشش سقف عرشه پل

به منظور محافظت از عوامل جوی از قبیل بارندگی و تابش، سقف پل در سرتاسر طول عرشه و پلکان یا شیب‌راه آن باید با استفاده از ورق پلی کربنات دوجداره به ضخامت ۶ میلیمتر پوشیده شود.

۳-۸- رنگ آمیزی

۳-۸-۱- رنگ غالب بدنه پل

با توجه به نقش پل در ایجاد پیوند بصری میان جداره‌های پیرامون، رنگ غالب آن باید به تناسب محیط مجاور از طیف‌های مختلف یکی از رنگ‌های سفید، آبی، سبز، قهوه‌ای یا خاکستری انتخاب گردد.

۳-۸-۲- رنگ اجزای ایمنی پل

رنگ بخش‌های ایمنی پل عابر پیاده نظیر نرده‌های محافظ و قرنیزها می‌بایستی با رنگ غالب پل متفاوت باشد.

توضیح

بر اساس توصیه یک مطالعه دانشگاهی در دانشگاه بین المللی فلوریدا^{۱۲}، برای به حداقل رساندن رنگ آمیزی، تمام نرده‌های ایمنی پله و رمپ عابر پیاده و عناصر حفاظتی ملزم به استفاده از استیل ضد زنگ هستند.

۳-۹- نورپردازی

نورپردازی پل باید برای ایمنی تردد عابر پیاده و افزایش زیبایی پل در فضای شب، طبق محاسبات مربوطه و در بخش‌های زیر در نظر گرفته شود:

۱. ورودی

۲. پلکان

۳. دیواره‌ها

۴. نرده‌های محافظ

۵. نقاطی که در مجاورت موانع فیزیکی قرار دارد

توضیح

توصیه‌های مهم مطالعه دانشگاهی در دانشگاه بین المللی فلوریدا (FIU) در رابطه با نورپردازی پل شامل موارد ذیل است:

۱. تمام پله‌ها و رمپ‌ها باید در شب با چراغ‌های کافی به شکلی که کاربران بتوانند از لحاظ بصری اختلاف طبقات و پله‌ها را به درستی

¹² FIU-University, City Prosperity Project - Pedestrian Bridge, Prepared by: T.Y.LIN International Engineers, June 2014.



تشخیص دهند، مجهز شود.

۲. برای پوشش کامل سیستم حفاظتی، استفاده از دوربین امنیتی که در ارتفاع غیر قابل دسترس نصب شده ضروری است.

۳. تمام اجزای نورپردازی پل و رمپ و پله های آن باید مقاوم در برابر آب و هوای محیط طراحی شده و با حداقل مصرف انرژی و بیشترین روشنایی را داشته باشد. ال ای دی های مورد استفاده در پل می‌بایستی دارای حداقل ۵ سال کارکرد مفید باشند.

۴. استفاده از چند رنگ برای زیبایی پل و نورپردازی پل با استفاده از انرژی خورشیدی توصیه می‌گردد.

۳-۱۰- ویزگیهای فضایی

۳-۱۰-۱- رویت پذیری

فضای پل باید رویت پذیر بوده و این امر بواسطه استفاده از مصالحی که امکان دید به داخل پل را فراهم کند محقق گردد.

۳-۱۰-۲- شفافیت

استفاده از جداره های صلب و پوشش سراسری دیواره های پل توسط تابلوهای تبلیغاتی ممنوع است.

۳-۱۰-۳- احاطه پذیری

فضای داخل پل باید با استفاده از راهروهای مستقیم و نورپردازی مناسب طراحی گردد که امکان محاط بودن عابر پیاده را بر کل فضایی که از آن عبور خواهد کرد فراهم آورده و از ایجاد فضاهای تاریک و خلوت ممانعت به عمل آورد.

توضیح

دلایل عمده ناهنجاریهای اجتماعی در فضای پل عابر پیاده عمدتاً همان ویژگیهای فضاهای بی‌دفاع شهری هستند و عبارتند از عدم رویت پذیری، محاط بودن، نبود فرصت نظارتی، خلوتی و تاریکی، ازدحام و تراکم جمعیت، رهاشدگی و فرسودگی که در طراحی کالبدی و فضای داخلی پل، می‌بایست مد نظر قرار گیرد.

۳-۱۱- ضوابط معلولین

در مکانهایی که به تشخیص طراح، عبور معلولین از عرض جاده اجتناب ناپذیر است، می‌بایستی امکان استفاده معلولین و دسترسی صندلی چرخدار بواسطه وجود رمپ (مطابق یا مشخصات مندرج در بند ۳-۵-۲) یا بالابر برقی فراهم گردد.

توضیح

از آنجاییکه در این راهنما، سازه پله، به عنوان جزئی مستقل از عرشه پل در نظر گرفته شده است، بنابراین انتخاب سیستم دسترسی از سطح جاده به کف عرشه پل بستگی به تصمیم طراح داشته و به تبع شرایط می‌تواند در قالب پلکان، پله برقی، رمپ و بالابر طراحی شود.



۳-۱۲-۱- مشخصات تابلو تبلیغاتی

در خصوص نصب تابلوهای تبلیغاتی روی پلهای عابر پیاده برون شهری، کلیه ضوابط مرتبط با تابلوهای تبلیغاتی مندرج در آیین‌نامه ایمنی راههای کشور (نشریه ۱-۲۶۷) می‌بایست رعایت گردد.

۳-۱۲-۱-۱- محل و نحوه نصب تابلو

۳-۱۲-۱-۱- ارتفاع تابلو تبلیغاتی باید حداقل ۳ متر و طول آن حداکثر به اندازه قسمتی از دهانه پل (طول عرشه پل) که در بالای مسیر حرکت قرار دارد، در نظر گرفته شود. در خصوص پلهای قوسی شکل، ضمن رعایت حداقل ارتفاع ۳ متر برای تابلو، طول آن باید به اندازه‌ای باشد که در هیچ نقطه‌ای، ضلع یا محدوده بالایی تابلو، از محدوده زیرین المان قوسی پل به سمت بالاتر تجاوز ننماید.

۳-۱۲-۱-۲- تابلوهای تبلیغاتی روی پل می‌بایست به اندازه ۵۰ سانتی متر بالاتر از کف عرشه نصب گردد.

۳-۱۲-۱-۳- رعایت خطوط تراز در نصب تابلوهای تبلیغاتی روی پل الزامی است.

۳-۱۲-۱-۴- هر گونه المانهای سازه ای یا غیر سازه ای تابلو تبلیغاتی نباید موجب اختلال در حرکت یا کاهش عرض مفید عبور عابرین گردد

توضیح

- نصب تابلو تبلیغاتی روی پلهای عابر پیاده نبایستی موجب پوشیده شدن کل بدنه پل، از بین رفتن دید کامل به فضای داخل پل و کاهش امنیت آن گردد.
- بطور کلی، تابلوهای تبلیغاتی نصب شده روی پل عابر پیاده که دارای شکل قوسی هستند، ضمن رعایت حداقل ارتفاع ۳ متر باید از جهات مختلف از محدوده‌های ذیل تجاوز ننماید:
 - حد پایین: ۵۰ سانتیمتری بالای کف عرشه
 - حد چپ: نصف طول عرشه یا همان نصف اندازه دهانه پل
 - حد بالا و حد راست: حداکثر تا محدوده زیرین المان قوسی پل

۳-۱۲-۲- سطح تابلو

۳-۱۲-۲-۱- انجام محاسبات سازه‌ای لازم برای سطح تابلو با توجه به ابعاد و مساحت آن، الزامی است.

۳-۱۲-۲-۲- سطح تابلو تبلیغاتی روی پلهای عابر پیاده باید صاف، بدون برجستگی در کادر یا حاشیه، و بدون هرگونه انحناء یا پخی باشد.

۳-۱۲-۳- نورپردازی تابلو

۳-۱۲-۳-۱- سطح تابلو باید با محاسبات و طراحیهای لازم نورپردازی شود.

۳-۱۲-۳-۲- نورپردازی تابلو باید با انجام محاسبات لازم و زاویه مناسب، از بالا به پایین به گونه‌ای صورت گیرد تا نور حاصل از آن موجب خیرگی چشم رانندگان عبوری نگردد.

۳-۱۲-۳-۳- نورپردازی تابلوهای تبلیغاتی نباید به گونه ای باشد که با نورپردازی تابلوهای مسیر یا نورپردازی علائم هشدار دهنده اشتباه شود.



۳-۱۲-۳-۴- نورپردازی تابلوهای تبلیغاتی بصورت گردان و چشمک زن ممنوع است.

۳-۱۲-۴- رنگ تابلو

استفاده از ترکیب رنگهای تابلوهای راهنمای مسیر (شامل رنگهای زمینه و متن) در تابلوهای تبلیغاتی مجاز نیست که این ترکیب رنگها عبارتند از:

۱. زمینه‌های آبی، سبز و قرمز با متن سفید

۲. زمینه‌های سفید و زرد با نوشتار سیاه



۴- ضوابط سازه

۴-۱- بارها

۴-۱-۱- بار مرده ($DL^{۱۳}$)

بارهای مرده عبارتند از: وزن اجزای دائمی سازه و معماری و وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت و تابلوهای تبلیغاتی

توضیح

به منظور محاسبه بارهای مرده، باید از مقادیر ارائه شده برای وزن مخصوص مصالح در استاندارد شماره ۵۱۹^{۱۴}، یا مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (مبحث ۶)^{۱۵} استفاده گردد.

۴-۱-۲- بار زنده عابر پیاده ($PL^{۱۶}$)

پل‌های عابر پیاده باید برای یک بار یکنواخت معادل ۴/۵ کیلونیوتن بر مترمربع مطابق بند ۳-۱ آیین نامه طراحی پل عابر آشتو طراحی شوند. این بار باید به گونه ای توزیع گردد که بیشترین اثر را داشته باشد. در نظر گرفتن اثر دینامیکی این بار ضرورت ندارد. چنانچه سطح بارگیر بار عابر پیاده در اعضای باربر اصلی عرشه پل کمتر از ۰/۶ متر باشد، باید این اعضا کفایت سازه ای برای تحمل بار عابر پیاده با سطح بارگیر ۰/۶ متر (به معنای یک خط عابر پیاده) را داشته باشند.

توضیح

پل عابر پیاده ممکن است در محل‌های پر رفت و آمد و با امکان تجمع (برای مثال راه دسترسی به استادیوم ورزشی یا ایستگاه مترو) احداث شود، لذا بر اساس ضوابط آیین نامه طراحی پل عابر آشتو^{۱۷} و^{۱۸} کاهش بار زنده عابر پیاده مجاز نیست. بار عابر پیاده در نشریه ۱۳۹^{۱۹} برای پل‌های عابر پیاده بر اساس دهانه عرشه (L) از رابطه زیر بدست می آید:

$$PL = 2 + 150 / (L + 150)$$

استاندارد اروپا (بخش بارگذاری پل‌ها)^{۲۰}، مقدار ۵ کیلونیوتن بر مترمربع را برای پل‌های عابر پیاده پیشنهاد داده است. این مقدار بر اساس

¹³ Dead Load of structural components and nonstructural attachments and wearing surfaces and utilities

^{۱۴} موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد شماره ۵۱۹، حداقل بارهای وارد بر ساختمان‌ها و ابنیه فنی

^{۱۵} وزارت راه و شهرسازی معاونت مسکن و ساختمان، مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، بارهای وارد بر ساختمان، ۱۳۹۲

¹⁶ Pedestrian Live Load

^{۱۷} آیین نامه طراحی پل عابر آشتو در تکمیل آیین نامه طراحی پل آشتو، دستورالعمل‌های طراحی و ساخت پل‌های عابر پیاده را ارائه می‌دهد. تنها بخش‌هایی که عملکرد اضافی یا متفاوت در برخورد با پل‌های عابر پیاده نیاز باشد در این آیین نامه اشاره شده است. همچنین مطابق با ضوابط آیین نامه طراحی پل عابر آشتو جهت محاسبه بار باد و بار خستگی باید به آیین نامه طراحی علائم آشتو مراجعه کرد.

¹⁸ AASHTO LRFD GUIDE SPECIFICATIONS FOR THE DESIGN OF PEDESTRIAN BRIDGES, DECEMBER 2009 (& 2015 INTERIM)

^{۱۹} سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، آیین نامه بارگذاری پل‌ها - نشریه ۱۳۹

²⁰ Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges



طول دهانه عرشه (L) تا مقدار حداقل ۲/۵ کیلونیوتن بر مترمربع کاهش داده می شود. رابطه پیشنهادی این آیین نامه به شرح زیر است:
$$PL = 2 + 120 / (L + 30)$$

۴-۱-۳- بار زنده معادل سوارکاری (EL^{۲۱})

در صورتی که امکان تردد سوارکار بر روی پل وجود داشته باشد، مطابق بند ۳-۳ آیین نامه طراحی پل عابر آشتو لازم است عرشه پل برای تحمل بار متمرکزی معادل ۴/۵ کیلونیوتن (با ضریب بار ۱/۷۵) در محدوده ۱۰ سانتیمتر در ۱۰ سانتیمتر کنترل گردد.

توضیح

اثر سم اسب به حدی است که امکان بروز پدیده سوراخ شدگی^{۲۲} بر روی سطح پل وجود خواهد داشت.

۴-۱-۴- بار برف (SL^{۲۳})

در صورت اجرای سقف، پل عابر پیاده باید برای تحمل بار برف یکنواخت وارد بر سطح سقف مطابق با ضوابط ۶-۶-۷ مبحث ۶ طراحی گردد. ضرایب C_e (ضریب برف گیری) و C_t (ضریب شرایط دمایی) به ترتیب ۰/۸ و ۱/۲ انتخاب می شوند.

توضیح

برای سقف پل های عابر پیاده با شیب کمتر از ۱۵ درجه و قوسی شکل با زاویه قائم بین تاج و پای قوس کمتر از ۱۰ درجه بار برف یکنواخت بر اساس مناطق مندرج در جدول ۷-۶-۱ مبحث ۶ به شرح زیر است:

- مناطق ۱، ۲ و ۳ : ۱/۰ کیلونیوتن بر مترمربع
- منطقه ۴: ۱/۵ کیلونیوتن بر مترمربع
- منطقه ۵: ۲/۰ کیلونیوتن بر مترمربع
- منطقه ۶: ۳/۰ کیلونیوتن بر مترمربع

۴-۱-۵- بار وسیله نقلیه (VL^{۲۴})

چنانچه از عبور وسیله نقلیه روی پل عابر با مانع دائمی فیزیکی جلوگیری نگردد، پل های عابر پیاده باید برای بار وسیله نقلیه تعمیر و نگهداری، طراحی گردد. لازم است که بار یک کامیون در مکانی با بیشترین اثر قرار داده شود. همچنین نباید این بار با بار عابر پیاده ترکیب گردد و در نظر گرفتن اثر دینامیکی آن نیز ضرورت ندارد.

توضیح

بر اساس بند ۳-۲ آیین نامه طراحی پل عابر آشتو بار وسیله نقلیه طراحی مطابق با جدول زیر انتخاب می گردد:

²¹ Equestrian Load

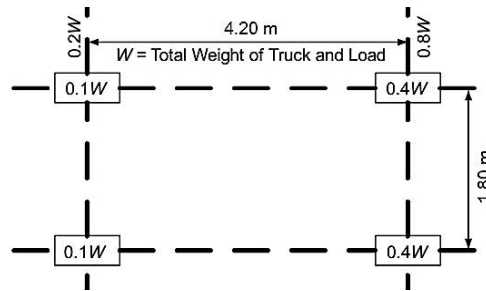
²² Punching

²³ Snow Load

²⁴ Vehicle Load

جدول ۴- انتخاب بار وسیله نقلیه

وزن کل (W) (کیلو نیوتن)	وسیله نقلیه طرح	عرض خالص عرشه (متر)
۴۵	H5	۳ تا ۲/۱۰
۹۰	H10	بیش از ۳



شکل ۸- الگوی بارگذاری محورهای وسیله نقلیه

۴-۱-۶- اثر سازه ای باد (WS^2)

پل‌های عابر پیاده باید برای تحمل، فشار باد وارد بر سازه (P_w) مندرج در بخش‌های ۳-۸ و ۳-۹ آیین نامه طراحی علائم آشتو^{۲۶} طراحی شوند.

$$P_w = q K_z G I_r C_d$$

$$q = 0.0000613 V^2$$

q: فشار باد مبنا (بر حسب کیلو نیوتن بر مترمربع)

V: سرعت مبنای باد بر حسب کیلومتر بر ساعت

(جدول ۶-۱۰-۲ مبحث ۶)

G: ضریب اثر دینامیکی، برابر با ۱/۱۴

K_z : ضریب بادگیری،

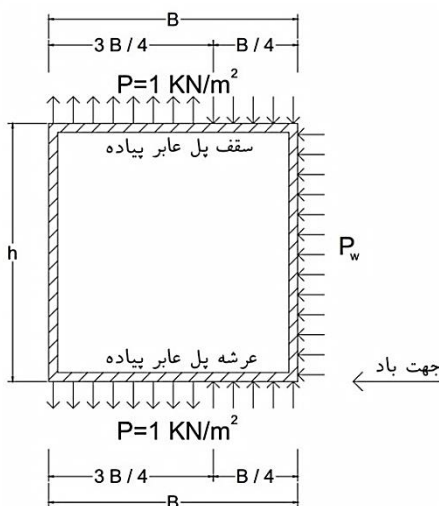
C_d : ضریب اثر جهشی باد،

بار باد باید بر کل سطح در معرض باد اعمال گردد. همچنین بار باد وارد بر نرده‌ها، تابلوها و علائم نصب شده روی پل عابر نیز باید لحاظ گردد.

ضریب اهمیت برای بار باد (I_r) باید ۱/۱۵ منظور گردد.

علاوه بر بار باد افقی، باید بار باد قائم به میزان ۱ کیلو نیوتن بر مترمربع با الگوی زیر بر سطح عرشه وارد گردد. باید توجه داشت که بار باد قائم با بار

زنده عابر پیاده، بار وسیله نقلیه و بار برف ترکیب نگردد.



شکل ۹- الگوی بارگذاری بار باد قائم

²⁵ Wind Load on Structure

²⁶ AASHTO Standard Specifications for Structural Supports for Highway Signs, Luminaires, and Traffic Signals, 6th Edition, section 3.8 (page 3-5) & section 3.9 (page 3-20)



توضیح

مقادیر ضریب بادگیری (K_z):

جدول ۵- ضرایب بادگیری

ارتفاع	K_z
۵ و کمتر	۰/۸۷
۱۰*	۱/۰۰
۱۵	۱/۰۹
۲۰	۱/۱۶
۲۵	۱/۲۱
۳۰	۱/۲۶

* ارتفاع بیش از ۱۰ متر برای موارد خاص در نظر گرفته شده است.

مقادیر ضریب اثر جهشی باد (C_d):

جدول ۶- مقادیر ضرایب اثر جهشی باد

C_d	عضو		
۱/۱۲	۱	تابلو	
۱/۱۹	۲		
۱/۲۰	۵		
۱/۲۳	۱۰		
۱/۳۰	۱۵		
۱/۲۰	با اعضای لوله ای و گرد		خرپا ها
۲/۰۰	با اعضای مسطح (قوطی، نبشی و ...)		
۱/۲۰	چند ضلعی		
۱/۷۰	سطوح (مانند نبشی، ورق و ...)		
۱/۰۰	الحاقات (دوربین ها، چراغ ها و ...)		



۴-۱-۷- بار زلزله (Eq ۲۷)

پل‌ها عابر پیاده باید در دو امتداد عمود بر هم قادر به تحمل نیروهای افقی ناشی از زلزله طرح^{۲۸} باشند و بتوانند نیروی جانبی زلزله را به نحوی مناسب به شالوده انتقال دهند. نیروی زلزله در هریک از امتداد های پل به صورت رفت و برگشت در نظر گرفته شود. محاسبات پل های عابر پیاده برای تحمل بار زلزله بر اساس روش استاتیکی معادل انجام می گیرد:

$$V = CW$$

V = برش پایه زلزله

W = وزن موثر لرزه ای^{۲۹}، شامل بارمرده + ۴۰ درصد بار زنده بار عابر پیاده + ۲۰ درصد بار برف (بار برف تنها در مناطق ۴، ۵ و ۶ جدول ۷-۶-۱ مبحث ۶ منظور می گردد).

C = ضریب زلزله

$$C = A B I / R_u$$

حداقل ضریب ضریب زلزله برابر است با:

الف- در حالت کلی:

$$C = 0.09$$

ب- مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد و زمین نوع III و IV:

$$C = 0.16 A I / R_u$$

نیروی قائم ناشی از زلزله (Fv) که اثر مولفه قائم شتاب زلزله در پل های عابر پیاده بوده و باید همزمان با بارهای مرده و زنده ترکیب شود. نیروی قائم ناشی از زلزله از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$F_v = 0.6 A I W_p$$

A: نسبت شتاب مینای طرح، بند ۲-۲ استاندارد ۲۸۰۰

B: ضریب بازتاب ساختمان، بند ۲-۳ و بند ۲-۴ (تعیین نوع خاک) استاندارد ۲۸۰۰

I: ضریب اهمیت سازه، برابر ۱/۲

Ru: ضریب رفتار سازه (جدول ۵-۱ و ۵-۲ استاندارد ۲۸۰۰)

Wp: بار مرده به اضافه کل سربار

توضیح

محاسبه بار زلزله در پل های عابر پیاده بر اساس ضوابط استاندارد ۲۸۰۰^{۳۰} است.

زمان تناوب اصلی نوسان پل (T) را میتوان از رابطه زیر محاسبه نمود.

$$T = 2\pi \sqrt{M/K}$$

²⁷ Earthquake Load

^{۲۸} زلزله طرح، زلزله ای است که احتمال فراگذشت آن در ۵۰ سال ده درصد باشد. دوره بازگشت این زلزله ۴۷۵ سال است.

²⁹ Effective Seismic Weight (Mass)

^{۳۰} مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰، ویرایش ۴



K: سختی جانبی پل در جهت مورد نظر است و از تقسیم نیروی جانبی فرضی وارده به عرشه پل به تغییر مکان حداکثر که در عرشه پل ایجاد میگردد، به دست می آید.
M: جرم موثر لرزه ای پل (کیلوگرم)

ضریب زلزله (C) برای پل های عابر پیاده با سیستم قاب خمشی فولادی و بتنی، خرابایی فولادی (ساخته شده از پروفیل لوله و قوطی) و قوسی ساخته شده از تیر ورق فولادی به شرح جدول زیر پیشنهاد می گردد:

جدول ۷- جدول ضرایب زلزله

ضریب زلزله حداقل		نوع زمین (بند ۲-۴) استاندارد ۲۸۰۰)
خطر نسبی کم و متوسط	خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد	
۰/۳۰	۰/۲۲	I و II
۰/۳۲	۰/۲۸	III و IV

۴-۱-۸- بار ضربه وسیله نقلیه (CT^{۳۱})

چنانچه بر اساس ضوابط مندرج در بخش ایمنی (بخش پنجم) محافظت در برابر ضربه وسایل نقلیه صورت نگیرد، مطابق بند ۳-۶-۵ آیین نامه طراحی پل آشتو^{۳۲} پایه ها باید برای تحمل بار استاتیکی معادل ضربه وسیله نقلیه (CT) در ارتفاع یک متر از سطح زمین به مقدار ۲۵۰۰ کیلونیوتن در امتداد محور طولی راه و ۷۰۰ کیلونیوتن در امتداد عمود بر محور راه طراحی شوند.

توضیح

بر اساس ضوابط استاندارد اروپا (بخش اثر تصادفات در سازه ها)، در جاده ها و بزرگراهها با فرض برخورد کامیون^{۳۳} در ارتفاع ۰/۵ تا ۱/۵ متر از سطح جاده، پایه پل ها باید برای نیروی افقی معادل ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ کیلونیوتن در امتداد محور راه و ۵۰۰ تا ۱۲۵۰ کیلونیوتن در امتداد عمود بر محور راه طراحی شوند. در حالت کلی حد پایین (۱۰۰۰ و ۵۰۰ کیلونیوتن) پیشنهاد شده است. این نیرو باید در سطحی به ابعاد ۰/۲۵ متر در عرض ۰/۲۵ متر اعمال گردد.

نشریه ۱۳۹، لازم می داند که پایه پل ها در کنار سواره رو باید برای جلوگیری از ضربه برخورد وسایل نقلیه محافظت شوند. در صورت عدم محافظت، پایه پل ها باید برای نیروی معادل ضربه ۸۰۰ کیلونیوتن در امتداد محور راه و ۳۰۰ کیلونیوتن در امتداد عمود بر محور راه، به طور مجزا طراحی شوند.

³¹ Vehicular Collision Force

³² AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 7th Edition

³³ Lorry



۴-۱-۹- بار خستگی (FL^{۳۴})

بار خستگی که در کنترل خستگی استفاده می شود باید به گونه ای که در بخش ۱۱ آیین نامه طراحی علائم آشتو (اثر جهشی باد طبیعی^{۳۵} و اثر جهشی باد کامیون^{۳۶}) اشاره شده در نظر گرفته شود.

توضیح

اثر جهشی باد طبیعی

$$P_G = 250 C_d$$

اثر جهشی باد کامیون

$$P_G = 900 C_d$$

مقدار C_d از جدول بخش ۴-۱-۶- محاسبه گردد.

۴-۱-۱۰- ترکیب بارها

پل های عابر پیاده باید برای ترکیب بارهای زیر طراحی شوند:

- بار مرده + بار عابر پیاده + بار برف
- بار مرده + بار وسیله نقلیه + بار برف
- بار مرده + بار باد
- بار مرده + بار زنده + بار زلزله
- بار مرده + بار زنده + بار ضربه برخورد
- بار مرده + بار زنده + بار خود کرنشی ناشی از اثرات تغییر دما (T)
- بار مرده + بار خود کرنشی ناشی از اثرات تغییر دما (T)

ترکیب بارها برای طراحی پل های عابر پیاده به روش LRFD^{۳۷} به شرح زیر است:

$$1.25 DL + 1.75 PL + 1.75 SL$$

$$1.25 DL + 1.75 VL + 1.75 SL$$

$$1.25 DL \pm 1.40 WS$$

$$0.90 DL \pm 1.40 WS$$

$$1.25 DL + 0.50 PL + 0.50 SL \pm 1.00 Eq$$

$$1.25 DL + 0.50 PL + 0.50 SL + 1.00 CT$$

$$1.25 DL + 1.75 PL + 0.50 T$$

$$1.25 DL + 0.50 PL + 1.20 T$$

ترکیب بارها برای کنترل پل های عابر پیاده برای حالت های بهره برداری به شرح زیر است:

³⁴ Fatigue Load

³⁵ Natural Wind Gust

³⁶ Truck-Induced Gust

³⁷ Load and Resistance Factor Design



1.00 DL + 1.30 PL
 1.00 DL + 1.00 PL + 0.30 WS
 1.00 DL + 0.70 WS
 1.00 DL + 0.80 PL + 1.00 T

ترکیب بارها برای کنترل پل‌های عابر پیاده برای خستگی به شرح زیر است:

1.00 FL

۴-۲- طراحی سازه های فولادی

۴-۲-۱- مصالح

مشخصات مصالح فولادی، مصالح پیچ، پرچ و گلمیخ باید بر اساس ضوابط بند ۱-۲ نشریه ۳۹۵^{۳۸} باشد.

حداقل ضخامت اجزای مقاطع فولادی ۸ میلیمتر است. ضخامت جان تیرهای نورد شده نباید کمتر از ۶ میلیمتر باشد. همچنین حداقل ضخامت پشتبندهای عرشه های ارتوتروپیک^{۳۹}، ۵ میلیمتر است. در اعضای با مقطع لوله ای شکل و یا قوطی حداقل ضخامت جدار محدود به ۶ میلیمتر است.

در محیط های خشک و عاری از هرگونه آثار خوردگی و یا در صورت پیش بینی تمهیدات موثر و ویژه در برابر خوردگی، ضخامت حداقل اعضای مقاطع فولادی و جان تیرهای نورد شده ۵ میلیمتر و ضخامت حداقل جدار اعضای با مقطع لوله ای شکل و یا قوطی ۳ میلیمتر است. در صورت استفاده از ورق فولادی در عرشه پل عابر، ضخامت آن حداقل باید ۴ میلیمتر بوده، ورق آجدار باشد و اجرای مهار افقی در عرشه الزامی است.

در صورتیکه شرایط خوردگی فولاد در میان باشد، باید اضافه ضخامت قربانی برای اجزای مقطع در نظر گرفته شود و یا سیستم محافظت موثر و یا رنگهای پوششی مناسب منظور گردد.

قطعات فولادی باید از معایی که به مقاومت و یا شکل ظاهری آن لطمه میزند عاری باشند. بکار بردن فولادهای مصرف شده قابل قبول نیست.

رواداری های ساخت قطعات فلزی باید بر اساس جدول ۱۷-۳ نشریه ۳۹۵ رعایت شود.

توضیح

مشخصات فولاد مصرفی به شرح زیر است:

• ضریب الاستیسیته،

$$E_s = 205 \text{ Gpa } (2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2)$$

• ضریب الاستیسیته برشی،

$$G_s = 79 \text{ Gpa } (0.79 \times 10^5 \text{ N/mm}^2)$$

• ضریب پواسون،

^{۳۸} معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، دستورالعمل طراحی پلهای فولادی، نشریه شماره ۳۹۵

^{۳۹} Orthotropic steel decks

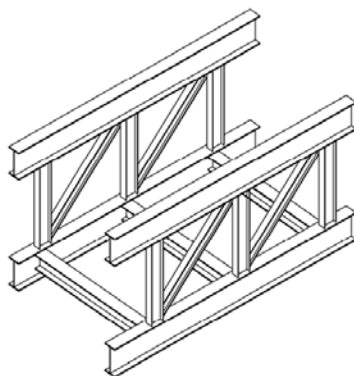


$$\nu = 0.3$$

۴-۲-۳- خرپاهای میانگذر بدون مهاربندی در یال فوقانی^{۴۰}

خرپاهای میانگذر (عبور از میان) را میتوان بدون بادبندی در صفحه یال فوقانی طراحی نمود، مشروط بر اینکه؛
الف: قاب U شکل متشکل از تیرهای عرضی کف و اعضای قائم خرپا، مقاومت خمشی جانبی کافی برای بار جانبی به مقدار حداقل ۴/۵ کیلونیوتن بر مترطول که بر یال فوقانی اعمال میشود، داشته باشد. این مقدار نباید از نیروی کمانشی یال فشاری کمتر باشد.
ب: یال فوقانی باید همانند ستونی متکی بر تکیه‌گاه‌های ارتجاعی در محل گره‌ها در نظر گرفته شود. نیروی کمانشی این ستون فرضی، حداقل باید ۱/۵ برابر مجموع نیروهای حاصل از بارهای مرده و زنده گردد.

◀ توضیح



شکل ۱۰- خرپاهای میانگذر بدون مهاربندی در یال فوقانی (قاب U شکل)

۴-۲-۴- پروفیل‌های فولادی توخالی^{۴۱} (HSS)

برای اعضای فولادی توخالی جوش داده توسط قوس الکتریکی، ضخامت جداره در طراحی ۰/۹۳ ضخامت اسمی دیواره باید منظور گردد. ضخامت اسمی مقاطع فولادی بسته باید بیشتر از ۶ میلیمتر باشد. اثر خوردگی به این ضخامت حداقل اضافه می‌گردد.

◀ توضیح

برای طراحی سیستم و اتصالات مقاطع توخالی مراجعه به مجموعه ضوابط^{۴۲} AISC به همراه کمیته بین‌المللی توسعه و مطالعات پروفیل‌های توخالی^{۴۳} (CIDECT) پیشنهاد می‌گردد.

۴-۲-۵- قوس‌ها

قوس‌ها باید بر اساس ضوابط آیین‌نامه طراحی پل آشتو با راهنمایی کتاب پل‌های قوسی^{۴۴} طراحی گردند.

⁴⁰ Half-Through Trusses

⁴¹ Hollow structural steel section

⁴² American Institute of Steel Construction

⁴³ International Committee for Development and Study of Tubular Structures

⁴⁴ Nettleton, Douglas A. Torkelson, John S; Arch bridges ; United States. Federal Highway Administration. Bridge Division 1977



۴-۳- طراحی سازه های بتنی

رعایت کلیه ضوابط فصول سوم تا نهم آیین نامه بتن ایران (آبا) در ارتباط با خصوصیات مواد بتن و فولاد، مسائل اجرایی و قالببندی سازه ها در مورد پلهای بتنی الزامی است. طراحی سازه پل های عابر پیاده بتنی باید بر اساس ضوابط فصل پنجم آیین نامه طراحی پل آشتو انجام گیرد.

توضیح

فصلهای سوم تا نهم آیین نامه بتن ایران (آبا) به مباحث زیر اختصاص داده شده است:

- فصل سوم مصالح بتن
- فصل چهارم فولاد
- فصل پنجم استانداردهای مشخصات و آزمایشها
- فصل ششم کیفیت بتن
- فصل هفتم اختلاط بتن و بتن ریزی
- فصل هشتم جزئیات آرماتوربندی
- فصل نهم ضوابط قالب بندی، لوله ها و مجراهای مدفون در بتن و درزهای اجرایی

۴-۴- طراحی سازه های با مصالح آلومینیومی، چوبی و پلیمری

مصالح، الزامات تحلیل و طراحی و محدودیت های اعضای سازه ای با مصالح آلومینیوم و چوبی باید بر اساس فصول ۷ و ۸ آیین نامه طراحی پل آشتو باشد.

برای طراحی پل های عابر پیاده با اعضای پلیمری (FRP)^{۴۵} باید به آیین نامه طراحی پل های عابر پیاده با مصالح پلیمری آشتو^{۴۶} مراجعه کرد.

در مورد اعضای سازه ای پلیمری، حداقل ضخامت اعضای بسته (مانند لوله ها) باید ۶ میلیمتر بوده و ضخامت اعضای سازه ای FRP باز (مانند ناودانی) و ورق های اتصالات باید بیشتر از ۱۰ میلیمتر باشد.

۴-۵- کنترل تغییر مکان^{۴۷}

مطابق بند ۵ آیین نامه طراحی پل عابر آشتو تغییر مکان پل عابر پیاده تحت بار عابر پیاده بدون ضریب نباید از $\frac{1}{36}$ طول دهانه بیشتر شود. همچنین تغییر مکان پل های طره ای تحت بار عابر پیاده باید کمتر از $\frac{1}{33}$ طول دهانه گردد.

تغییر مکان افقی تحت بار باد بدون ضریب نباید از $\frac{1}{36}$ طول دهانه بیشتر شود.

⁴⁵ FIBER REINFORCED POLYMER

⁴⁶ AASHTO Guide Specifications for Design of FRP Pedestrian Bridges

⁴⁷ Deflection



توضیح

دهانه محاسباتی (طول دهانه) مرکز به مرکز تکیه گاهها در نظر گرفته میشود.

۴-۶- کنترل لرزش^{۴۸}

لرزش سازه نباید باعث ناراحتی یا نگرانی عابرین پیاده گردد. مطابق بند ۶ آیین نامه طراحی پل عابر آشتو فرکانس پایه^{۴۹} سازه در جهت قائم بدون بار عابر پیاده به منظور جلوگیری از هارمونیک اول^{۵۰} باید بزرگتر از ۳ هرتز بوده و در جهت افقی فرکانس پایه سازه بدون بار عابر پیاده باید بیشتر از ۱/۳ هرتز باشد.

چنانچه فرکانس پایه نتوانست محدودیت بالا را تامین کند یا هارمونیک دوم مد نظر بود، می توان کفایت پل را در برابر لرزش با صحت رابطه زیر سنجید :

$$f \geq 2.86 \ln(816/W) \quad \text{یا} \quad W \geq 816 e^{(-0.35f)}$$

جایی که:

W = وزن سازه ، تنها شامل بار مرده (برحسب کیلونیوتن)

f = فرکانس پایه (برحسب هرتز)

می توان پل را به صورت تیر ساده دو سر مفصل فرض کرده و مقدار فرکانس پایه را از رابطه زیر حساب نمود :

$$f = 0.18 \sqrt{g/\Delta_{DL}}$$

Δ_{DL} : بیشترین تغییرمکان پل تحت بار مرده (برحسب متر)

g : شتاب ثقل (۹/۸۱ متر بر مجذور ثانیه)

توضیح

برای بررسی دقیق تر می توان عملکرد دینامیکی پل عابر پیاده را تحت گام های عابر پیاده را ارزیابی کرد. این ارزیابی باید موارد زیر را در بر گیرد:

- فرکانس و بزرگی گام های عابریاده
- اثر گروه عابر پیاده روی پل در یک زمان، شامل نظریه قفل موقعیت^{۵۱}
- تخمین مناسب میرایی سازه
- محدودیت های مرتبط با شتاب و (یا) سرعت

⁴⁸ Vibration

⁴⁹ Fundamental Frequency

⁵⁰ First Harmonic

⁵¹ Lock-in Phenomenon



۴-۷- تنش‌های مجاز خستگی

پایداری کلیه اعضای پل عابر پیاده باید برای تحمل بار خستگی (FL) کنترل گردد.

برای اعضای اصلی و اتصالات پل‌های عابر پیاده فولادی دامنه مجاز تنش خستگی باید بر اساس فرضیات جدول ۱۱-۲ و شکل ۱۱-۱ و مقادیر جدول ۱۱-۳ (ستون مربوط به بیش از ۲,۰۰۰,۰۰۰ تکرار) نشریه ۳۹۵ تعیین گردد.

برای اعضای پل‌های عابر پیاده بتنی دامنه مجاز تنش خستگی به شرح زیر است:

- اختلاف بین حداکثر و حداقل تنش‌های ایجاد شده در آرماتورهای مستقیم کششی، نباید از مقدار زیر تجاوز کند:

$$f_{fmax} = 145 - 0.33 f_{min} + 55(r/h)$$

در این رابطه:

f_{fmax} : حداکثر نوسان تنش

f_{min} : حداقل تنش، این تنش برای کشش مثبت و برای فشار منفی منظور می‌شود.

r/h : نسبت شعاع پایه آج میلگرد به ارتفاع آن. در مواردیکه این نسبت مشخص نیست مقدار آن باید برابر با $0/3$ در نظر گرفته شود.

- در وصله‌های جوشی و مکانیکی: ۱۸۰ مگاپاسکال

در مورد پل‌های عابر پیاده با مصالح آلومینیوم، چوب و پلیمری باید به منبع معرفی شده در بخش الزامات تحلیل و طراحی این پل‌ها مراجعه کرد.

توضیح

پایداری اعضای با پروفیل‌های توخالی (HSS^{۵۲}) لوله‌ای شکل و جزئیات آنها در آیین‌نامه طراحی پل آشتو بیان نشده و باید مقاومت اسمی در برابر خستگی از جدول ۱۱-۳ آیین‌نامه طراحی علائم آشتو یا شکل ۲-۱۳ آیین‌نامه AWS D1.1^{۵۳} تعیین گردد. مقاومت در برابر خستگی اعضای با پروفیل‌های توخالی (HSS) مربع و مستطیل (قوطی) شکل و جزئیات آنها با توجه به قوانین راهنمای شماره ۸ کمیته CIDECT بدست آید.

۴-۸- ضوابط پی‌سازی

طراحی پی‌های سطحی، عمیق و سازه‌های نگهبان در صورت نیاز باید بر اساس ضوابط مبحث هفتم^{۵۴} انجام گیرد. برای انتخاب موقعیت و عمق پی باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

- عمق پی باید حداقل $0/5$ متر در نظر گرفته شود.
- پی باید در تراز اجرا شود که تغییرات فصلی باعث تورم یا انقباض در خاک‌های رسی نشود.
- پی باید بر روی لایه باربر مناسب طبیعی و یا خاک بهسازی شده اجرا شود.
- پی باید در تراز اجرا شود که در آن تراز، یخ زدگی زمین در پی خرابی ایجاد نکند.
- پی‌ها باید از لبه شیب در بالا و پایین فاصله مناسبی داشته باشند که با کنترل پایداری شیب و تغییر شکل‌ها مشخص شود. زمانی که پی در بالای شیب قرار می‌گیرد خطی که شیب ۲ افقی به ۱ قائم از لبه پی می‌گذرد نباید با سطح شیب برخورد کند، مگر آن که تحلیل دقیق پایداری و تغییر شکل پی انجام شود.

⁵² Hollow Structural Sections

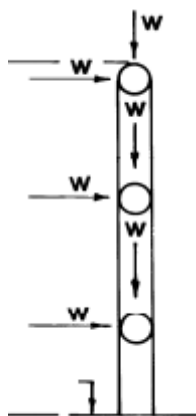
⁵³ American Welding Society, AWS D1.1 Structural Welding Code- Steel, 2000

⁵⁴ وزارت راه و شهرسازی معاونت مسکن و ساختمان، مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان، پی و پی‌سازی، ۱۳۹۲

۵- ضوابط ایمنی و نگهداری

۵-۱- نرده های محافظ

مطابق بند ۷-۲ نشریه ۱۳۹ علاوه بر رعایت ضوابط هندسی در بخش معماری، نرده های محافظ باید برای تحمل بار زنده W به میزان ۸۰۰ نیوتن بر متر در جهت قائم و افقی به طور همزمان طراحی گردند.



شکل ۱۱- بار زنده خطی (W) وارد بر نرده های محافظ

۵-۲- کاهش اثر برخورد

رعایت ارتفاع مفید (فاصله ایمن قائم) در طراحی پل های عابر پیاده برای عدم برخورد وسیله نقلیه با عرشه پل عابر پیاده الزامی است.

مطابق بند ۱-۳ آیین نامه طراحی پل عابر آشتو برای مقابله با اثر برخورد وسیله نقلیه با عرشه پل راهکارهای زیر پیشنهاد می شود :

- برقراری پیوستگی کلیه اعضای روسازه ، و پیوستگی آن با زیر سازه
- افزایش وزن روسازه
- افزایش سختی جانبی روسازه

برای جلوگیری از برخورد وسیله نقلیه با پای های پل رعایت حریم از انتهای شانته راه تا محل پایه های پل عابر پیاده الزامی است. مطابق بند ۳-۶-۵ آیین نامه طراحی پل آشتو، چنانچه فاصله امن تا پایه پل (حریم از انتهای شانته راه) رعایت نگردد برای مقابله با اثر برخورد وسیله نقلیه با پایه های پل راهکارهای زیر پیشنهاد می شود :

- ایجاد خاکریز
- نصب ضربه گیر ایستاده در فاصله ۳ متری از پایه ها
- ایجاد حفاظ به ارتفاع حداقل یک متر در فاصله ۳ متری از پایه ها



۳-۵- زنگ زدایی، آماده سازی و رنگ آمیزی قطعات فولادی

کلیه سطوح قطعات فولادی باید برای حفاظت در مقابل خوردگی رنگ آمیزی شوند. برای موثر بودن پوشش رنگ، سطح فولاد قبل از رنگ آمیزی باید به وسیله عملیات آماده سازی از هرگونه آلودگی، زنگ و آثار ناشی از برش کاری و جوشکاری تمیزکاری شود.

مطابق بند ۱۱-۸-۲-۳ مبحث یازدهم^{۵۵} زنگ زدایی فلز می تواند بسته به مشخصات فنی طرح به وسیله برس سیمی و یا روش ماسه پاشی تحت فشار و یا ساچمه زنی مطابق ضوابط مبحث دهم (بند ۱۰-۵-۴-۲) و نشریه ۳۹۵ (بند ۱۸-۲) صورت گیرد.

ضوابط رنگ آمیزی قطعات فولادی به شرح زیر است:

- کلیه مصالح قطعات فلزی باید با یکدست رنگ اولیه (ضدزنگ) و دو دست رنگ (آستر و رویه) با مشخصات جدول ۱۸-۱ نشریه ۳۹۵ رنگ آمیزی شوند.

رنگ آمیزی باید با توجه به میزان تعیین شده توسط سازنده انجام گیرد. اما ضخامت رنگ خشک شده نباید از حداقل ضخامت رنگ تعیین شده در جدول ۱۸-۱ نشریه ۳۹۵ کمتر شود. چنانچه میزان تعیین شده در یک دست رنگ نتواند ضخامت لازم را تامین کند، رنگ آمیزی باید مجدداً تکرار شود تا حداقل ضخامت مورد لزوم به دست آید.

توضیح

استاندارد ایزو ۸۵۰۱^{۵۶} روش بصری ارزیابی پاکسازی سطوح برای تعیین سیستم روش رنگ آمیزی را فراهم می نماید. آماده سازی سطوح با توجه به روش تمیز کاری سطح با حروف مناسب (Sa - St - FI) نشان داده می شود. باید توجه داشت قبل از تمیز کاری، لایه های سنگین ناشی از زنگ زدگی از سطوح جدا شده و حذف گردد، همچنین سطح باید از چربی ها، روغن و مواد زاید قابل رویت پاک باشد.

تمیز کاری پاششی (Sa)

آماده نمودن سطوح با استفاده از روش پاششی یا همان روش سندبلاست با حرف Sa نمایش داده می شود این نکته در مورد سندبلاست یا تمیز کاری پاششی حائز اهمیت است که سطح مورد نظر پس از اجرای سندبلاست می بایست از گرد و غبار ناشی از ساینده ها تمیز شود.

تمیز کاری سطح با دست و ابزار قدرتی (St)

زمانی که آماده سازی سطح با روش تمیز کاری دستی و ابزار قدرتی مثل برس سیمی، برس کاری، ساییدن با دست یا ماشین انجام شود با حروف St نمایش داده می شود. همانند روش اجرای سندبلاست بعد از تمیز کاری با دست همانند اجرای سندبلاست باید سطح را از گرد غبار ناشی از تمیز کاری پاک نمود.

تمیز کاری با شعله (FI)

بعد از تمیز کاری با شعله باید با ابزار برس سطح فلز را تمیز نمود. لازم به ذکر است روش تمیز کاری با شعله به ندرت استفاده می شود.

^{۵۵} وزارت راه و شهرسازی معاونت مسکن و ساختمان، مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان، طرح و اجرای ساختمان های صنعتی، ۱۳۹۲

^{۵۶} STANDARD ISO 8501, Corrosion Protection of Steel Structures by Painting



۵-۴- ضوابط نگهداری سقف، پی و اجزای غیر سازه ای

به منظور محافظت در مقابل خوردگی، ورق های کف عرشه و راه پله باید گالوانیزه گردند. مطابق بند ۱۸-۷ نشریه ۳۹۵ عملیات گالوانیزه کردن باید با شیوه غوطه وری داغ^{۵۷} بوسیله روی با خلوص ۰/۹۸ در هر مترمربع پوشانده شوند. قبل از عملیات گالوانیزه کردن سطح فلز باید کاملاً تمیز و عاری از هرگونه آلودگی های خارجی گردد. در مورد قطعات گالوانیزه شده و پیچهایی که مورد عملیات جوشکاری قرار خواهند گرفت نباید نزدیکتر از ۵ سانتیمتر به محل جوش گالوانیزه شوند چنین قسمتهائی که گالوانیزه نشده اند مطابق آنچه در بخش رنگ آمیزی آورده شده است مورد عملیات ترمیم قرار خواهند گرفت.

از سیستم پی پل های عابر پیاده باید با روش های مناسب در مقابل یخ زدگی، خوردگی و فساد ناشی از مواد زیان آور موجود در خاک محافظت گردد.

کلیه اجزای غیر سازه ای مانند ورق های سقف (در صورت اجرا)، تاسیسات مکانیکی و برقی باید با اتصال مناسب به اجزای سازه ای مهار شوند. همچنین باید در برابر زلزله، یخ زدگی، آتش سوزی و ضربه مقاوم بوده و به نحوه مناسب در برابر خوردگی محافظت شوند.

⁵⁷ hot dip process



فهرست منابع و مراجع

مراجع فارسی:

۱. احدی، محمدرضا؛ پوریاری، مقصود؛ روزیخواه، حسین. بررسی مشکلات ایمنی عابرین پیاده در راه‌های بین شهری (مطالعه در استان گیلان). هفتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران. ۱۳۸۵
۲. احمدی نژاد، محمود؛ افندی زاده، شهریار؛ کلهری، محمد حسن. تحلیل عوامل مؤثر در تصادفات عابرین پیاده در جاده‌های بین شهری. اولین کنفرانس مهندسی عمران. ۱۳۸۳
۳. اسد امرجی، مرتضی؛ میربها، بابک؛ مرکز تحقیقات حمل و نقل پارسه. ارائه الگوی نیازسنجی احداث گذرگاه غیر همسطح عابر پیاده در معابر شهری. نهمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران. ۱۳۹۰
۴. امینی، بهنام؛ مهرآمیز، حسن. ارائه مدل مکان‌یابی گذرگاه‌های عرضی ایمن برای عابران پیاده. ۱۳۸۶
۵. باقری، سید رامتین؛ حسن پور، شهاب؛ خوشبخت، علی؛ کاظمی، مجتبی. ارائه الگوی مکانیابی و طراحی تسهیلات گذرگاه عابر پیاده. مجله راهور شماره ۱۷. ۱۳۹۱
۶. بهرامی موینی، مهری؛ خشایی پور، مرتضی (از سازمان حمل‌ونقل و ترافیک تهران)؛ خطیب زاده، آرمین؛ کمره، داریوش (از شرکت مهندسی مشاور بهین تردد). ارائه مدل‌سازی نیازسنجی و امکان‌سنجی احداث پیاده راه‌ها. دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران. ۱۳۹۱
۷. حاجی حسینلو، منصور؛ حسینی، سیدعلی. مطالعات تصادفات عابرین پیاده با وسایل نقلیه در ایران و راهکارهای مقابله با آن. نخستین کنفرانس بین‌المللی حوادث رانندگی و جاده‌ای. ۱۳۸۴
۸. سازمان برنامه و بودجه. نشریه شماره ۱۴۴ (تسهیلات پیاده‌روی). جلد دوم. فصل سوم. ۱۳۷۵
۹. سازمان راه‌داری و حمل‌ونقل جاده‌ای، دفتر ایمنی و ترافیک. راهنمای گام به گام تدوین طرح ارتقای ایمنی عابرین پیاده. آبان ۱۳۸۹
۱۰. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. نشریه شماره ۱۳۹ (آیین نامه بارگذاری پل‌ها).
۱۱. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. نشریه شماره ۱-۲۶۷ (ایمنی راه و حریم).
۱۲. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. نشریه شماره ۴۶۳ (آیین نامه طراحی پل‌های راه و راه آهن در برابر زلزله).



۱۳. محمودی، آزاده؛ نجف آبادی پور، تورج؛ نوران، مجید. بررسی تحلیلی آمار تلفات عابران پیاده بر مبنای متغیرهای مختلف و ارزیابی اثربخشی اجرای طرح ارتقای ایمنی عابران پیاده. دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران. ۱۳۹۱
۱۴. معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور. نشریه شماره ۳۹۵ (دستورالعمل طراحی پل های فلزی) معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری. نشریه شماره ۴۱۵ (آیین نامه طرح هندسی راه های ایران). ۱۳۹۱
۱۶. وزارت راه و شهرسازی معاونت مسکن و ساختمان. مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان (پی و پی سازی). ۱۳۹۲
۱۷. وزارت راه و شهرسازی معاونت مسکن و ساختمان. مبحث یازدهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمان های صنعتی). ۱۳۹۲
۱۸. وزارت مسکن و شهرسازی. استاندارد ۲۸۰۰، آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله. ویرایش سوم و چهارم
۱۹. وزارت مسکن و شهرسازی. معاونت امور مسکن و ساختمان. مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (بارهای وارد بر ساختمان). ویرایش ۱۳۹۲
۲۰. وزارت مسکن و شهرسازی. معاونت امور مسکن و ساختمان. مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمانهای فولادی). ویرایش ۱۳۹۲



1. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), **Guide for Planning, Design, and Operation of Pedestrian Facilities**, 2004
2. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), **Guide Specifications for Design of FRP Pedestrian Bridges**.
3. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), **LRFD Bridge Design Specifications**, 7th Edition
4. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), **LRFD Guide Specifications For The Design Of Pedestrian Bridges**, December 2009 (& 2015 Interim)
5. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), **Pedestrian Crossing Treatment Guidelines**, Longmont; Colorado, 2001, Section 1.
6. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), **Standard Specifications for Structural Supports for Highway Signs, Luminaires, and Traffic Signals**, 6th Edition, section 3.8 & section 3.9.
7. American Welding Society , **AWS D1.1 Structural Welding Code- Steel** , 2000
8. Arizona Department of Transportation, **Pedestrian Safety Action Plan**, 2009, Section 6.2.5
9. Caltrans - State of California, **Highway Design Manual**, 2014, Topic 105.
10. Department of Transport of Western Australia, **Planning and designing for pedestrians: guidelines**, Version 5, 2012.
11. Departments of Transport, Planning, Disability Services Commission, Main Roads WA, WA Local Government Association, Public Transport Authority, The Royal Automobile Club of WA and the Institute of Public Works Engineering Australia WA, **Planning and Designing for Pedestrians: Guidelines**, 2012, Section 9
12. Euro Code Eurocode 1: **Actions on structures, Part 2: Traffic loads on bridges**
13. Feldmann, Markus & Heinemeyer, Christoph, **HIVOSS (Human Induced Vibration of Steel Structures) - Design of Footbridges, Background Document**, 2007-2008.
14. Highways Agency, **DESIGN MANUAL FOR ROADS AND BRIDGES**, Volume5: ASSESSMENT AND REPARATION OF ROAD SCHEMES, Section 2: PREPARATION AND IMFORMATION, TSO (The Stationery Office), May 2008.



15. ITE Committee, **Design and Safety of Pedestrian Facilities**, 1998, Chapter 2.
16. Massachusetts Department of Transportation, Highway Division, **LRFD BRIDGE Manual, MassDot**, 2013 Edition.
17. Ministry of Transportation, Ontario, Canada, **Ontario Traffic Manual, Pedestrian Crossing Facilities**, 2010, Book 15, Chapter 4.
18. Minnesota Department of Transportation, **Mn/DOT Bikeway Facility Design Manual**, Chapter 6.
19. Qin and Ivan (2001), **Estimating Pedestrian Exposure Prediction Model in Rural Areas, Transportation Research Record**, No. 1773.
20. Texas Department of Transportation Construction Division, **Pedestrian Crossing Guidelines for Texas**, 2000, Chapter 3.
21. T.Y.LIN International Engineers, **FIU-UniversityCity Prosperity Project - Pedestrian Bridge**, June 2014
22. University of North Carolina, Highway Safety Research Center, **Florida Pedestrian Planning and Design Handbook (Prepared for: Florida Department of Transportation)**, Chapter 16: Exclusive Pedestrian Facilities, April 1999
23. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration (FHWA), **Pedestrian Facilities Users Guide - Providing Safety and Mobility**, March 2002.
24. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration (FHWA), **Safety Effects of Marked Versus Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations**, 2005, Chapter 2.
25. VicRoads – Australia, **Traffic Engineering Manual**, 2008, Vol 1, Chapter 4.
26. Washington State Department of Transportation, **WSDOT Design Manual** - Chapter 1510 - Pedestrian Facilities, July 2013
27. Zimbabwe Government, **Guidelines for the Design and Construction of Suspension Footbridges**, 2000

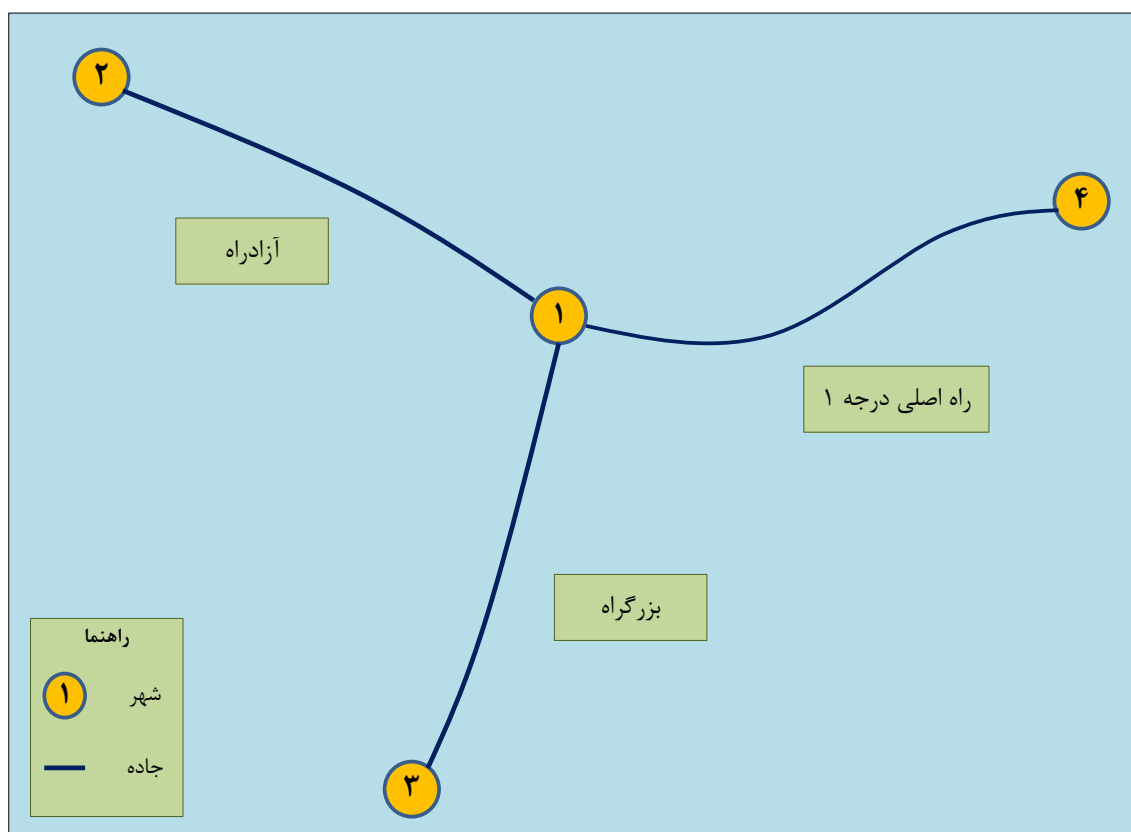


پیوست ۱:

نمونه موردی جهت مطالعات قبل از احداث پل عابر برون شهری

بیان مسئله

در این بخش به بیان یک نمونه موردی با اطلاعات فرضی در جاده‌های با سطح عملکرد مختلف پرداخته می‌شود. محدوده مورد مطالعه شامل سه محور مواصلاتی مربوط به چهار شهر ۱، ۲، ۳ و ۴ است که در شکل پ-۱ این موضوع نمایش داده شده است. محور مواصلاتی میان شهرهای ۱ و ۲ آزادراه، محور مواصلاتی بین شهرهای ۱ و ۳ بزرگراه و محور مواصلاتی بین شهرهای ۱ و ۴ راه اصلی درجه ۱ تعریف شده است. مسئله اساسی مورد بررسی، امکان‌سنجی، مکانیابی و اولویت‌بندی احداث پل‌های عابر پیاده برون شهری در محورهای موردنظر براساس روش به کار گرفته شده در راهنمای طراحی و مکانیابی پل‌های عابر پیاده برون شهری است. در ادامه، تلاش گردیده این موضوع بصورت گام به گام بیان شود.



شکل پ-۱- نمایی از محدوده مورد مطالعه

مرحله اول: امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده مورد مطالعه

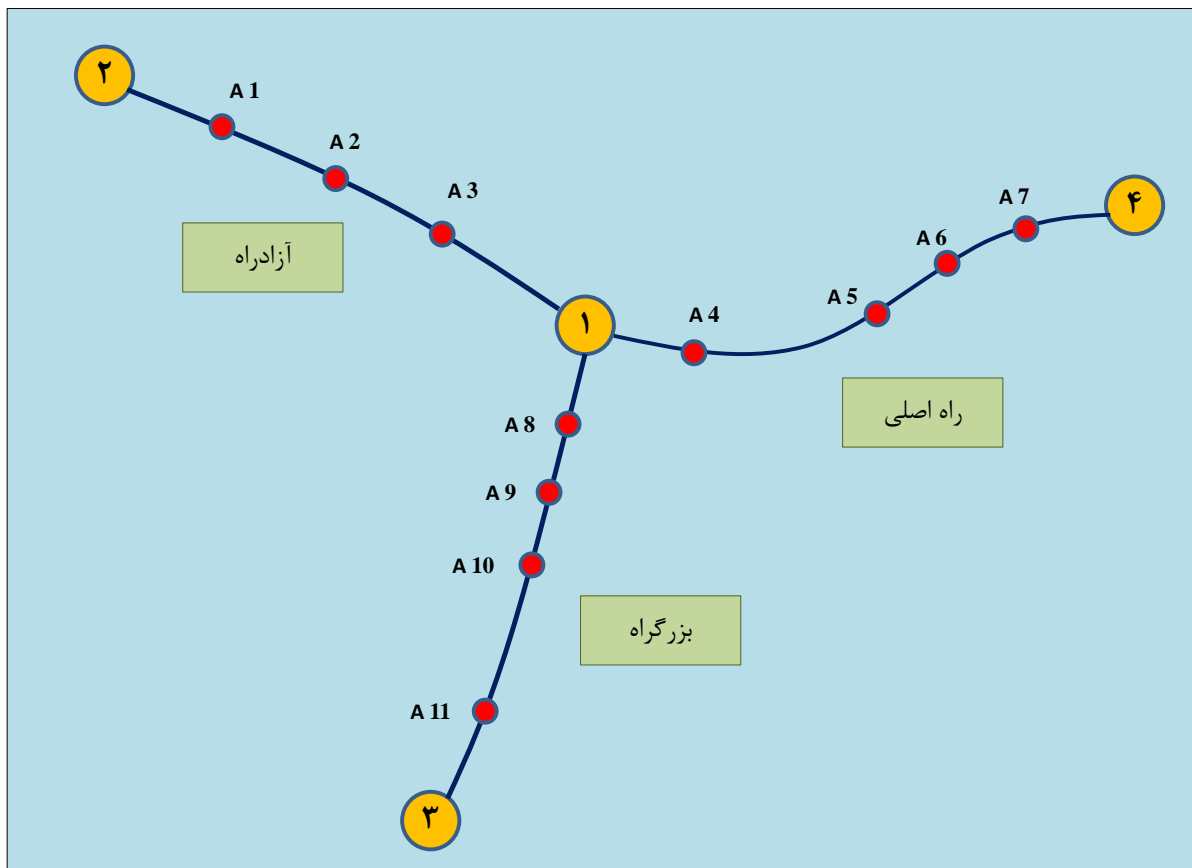
در مرحله اول، به امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده مورد مطالعه پرداخته می‌شود. به این منظور، لازم است تمامی نقاط و محدوده‌هایی که به واسطه داشتن کاربری عمده مولد و جاذب سفر دارای پتانسیل عبور عرضی عابر پیاده از جاده‌های برون شهری هستند، در یک نقشه و یا تصویر هوایی مشخص شوند. در این خصوص، خاطر نشان می‌گردد در صورتی که در یک محدوده مشخص، کاربری در حال ایجاد و یا توسعه بوده و تصور می‌شود در صورت بهره‌برداری تقاضای عبور عرضی عابر را به همراه داشته باشد، به گونه‌ای که بهره‌برداری از کاربری موردنظر صرفاً با وجود پل عابر پیاده محقق خواهد شد (مانند محدوده ایستگاه قطار بین شهری در مجاورت آزادراه)، لازم است در این مرحله به عنوان یک نقطه مشخص شود و در فرآیند تحلیل مرحله اول قرار گیرد.

در شکل پ-۲ نقاط شناسایی شده برای انجام مطالعات قبل از احداث پل عابر پیاده برون شهری نشان داده شده است. در این میان، نقاط A3 و A7 بدلیل در اختیار قرارگیری درخواست امکان‌سنجی احداث پل عابر پیاده بین شهری در این نقاط موردنظر قرار گرفته



اند. سایر نقاط به دلیل تامین شرط ۱ و حداقل یک شرط از شروط ۲ و ۳ مطابق با بند ۲-۳-۶ حایز بررسی و امکان‌سنجی احداث پل عابر می‌باشند. این موضوع در جداول پ-۱ و پ-۲ بررسی شده‌اند. بر اساس جدول پ-۱، نقاط A1 تا A3 دارای عملکرد آزادراهی بصورت هشت خط رفت و برگشت و سرعت مجاز ۹۰ کیلومتر بر ساعت، نقاط A4 تا A7 دارای عملکرد بزرگراهی بصورت شش خط رفت و برگشت و سرعت مجاز ۸۰ کیلومتر بر ساعت و نقاط A8 تا A11 دارای عملکرد راه اصلی درجه یک بصورت چهار خط رفت و برگشت و سرعت مجاز ۷۰ یا ۵۰ کیلومتر بر ساعت هستند. همچنین، سایر اطلاعات لازم در مرحله امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده شامل حجم تردد وسیله نقلیه و وجود کاربری عمده مولد و جاذب سفر در محدوده آورده شده است.

بر اساس جدول پ-۲ بررسی شاخص‌های امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده جهت احداث پل عابر پیاده برون شهری بیانگر این مطلب است که تمامی این محدوده‌ها (۱۱ محدوده) شرایط در نظر گرفته شده در این مرحله را تامین نموده و قابلیت بررسی در مرحله دوم (مکانیابی پل عابر پیاده) را دارند.



شکل پ-۲- نقاط شناسایی شده برای انجام مطالعات قبل از احداث پل عابر پیاده برون شهری



جدول پ-۱- برداشت شاخص‌های امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده جهت احداث پل عابر پیاده برون شهری

ب- امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده با دریافت درخواست امکان‌سنجی احداث پل	الف- امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده (تامین شرط یک و حداقل یکی از شروط دیگر)				محدوده	ردیف
	شرط ۴: وجود کاربری عمده مولد و جاذب سفر در محدوده	شرط ۳: سرعت مجاز بیش از ۶۰ کیلومتر در ساعت	شرط ۲: حجم تردد وسیله نقلیه بیش از ۵۰۰ وسیله نقلیه در ساعت اوج در جهت	شرط ۱: راه‌های ۴ خطه و بیشتر (مجموع رفت و برگشت)		
دبیرستان	۹۰	۱۸۶۰	آزادراه، ۸ خطه در دو جهت	A1	۱	
خدمات کوچک خودرو	۹۰	۱۷۲۰	آزادراه، ۸ خطه در دو جهت	A2	۲	
مجتمع بین راهی	۹۰	۱۹۰۰	آزادراه، ۸ خطه در دو جهت	A3	۳	
دبستان، مجتمع مسکونی	۷۰	۷۱۰	راه اصلی، ۴ خطه در دو جهت	A4	۴	
مرکز پلیس و اورژانس	۷۰	۵۸۰	راه اصلی، ۴ خطه در دو جهت	A5	۵	
کاربری خدماتی خرد	۵۰	۵۵۰	راه اصلی، ۴ خطه در دو جهت	A6	۶	
مجتمع مسکونی	۵۰	۶۰۰	راه اصلی، ۴ خطه در دو جهت	A7	۷	
پادگان نظامی	۸۰	۸۲۰	بزرگراه، ۶ خطه در دو جهت	A8	۸	
کاربری خدماتی خرد	۸۰	۶۶۰	بزرگراه، ۶ خطه در دو جهت	A9	۹	
مرکز تفریحی و گردشگری	۸۰	۷۱۰	بزرگراه، ۶ خطه در دو جهت	A10	۱۰	
آرامستان، خدمات ویژه خودرو	۸۰	۷۵۰	بزرگراه، ۶ خطه در دو جهت	A11	۱۱	



جدول پ-۲- بررسی شاخص‌های امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده جهت احداث پل عابر پیاده برون شهری

ب- امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده با دریافت درخواست امکان‌سنجی احداث پل	الف- امکان‌سنجی نقاط داخل محدوده (تأمین شرط یک و حداقل یکی از شروط دیگر)				محدوده	ردیف
	شرط ۴: وجود کاربری عمده مولد و جاذب سفر در محدوده	شرط ۳: سرعت مجاز بیش از ۶۰ کیلومتر در ساعت	شرط ۲: حجم تردد وسیله نقلیه بیش از ۵۰۰ وسیله نقلیه در ساعت اوج در جهت	شرط ۱: راه‌های ۴ خطه و بیشتر (مجموع رفت و برگشت)		
					A1	۱
					A2	۲
					A3	۳
					A4	۴
					A5	۵
					A6	۶
					A7	۷
					A8	۸
					A9	۹
					A10	۱۰
					A11	۱۱

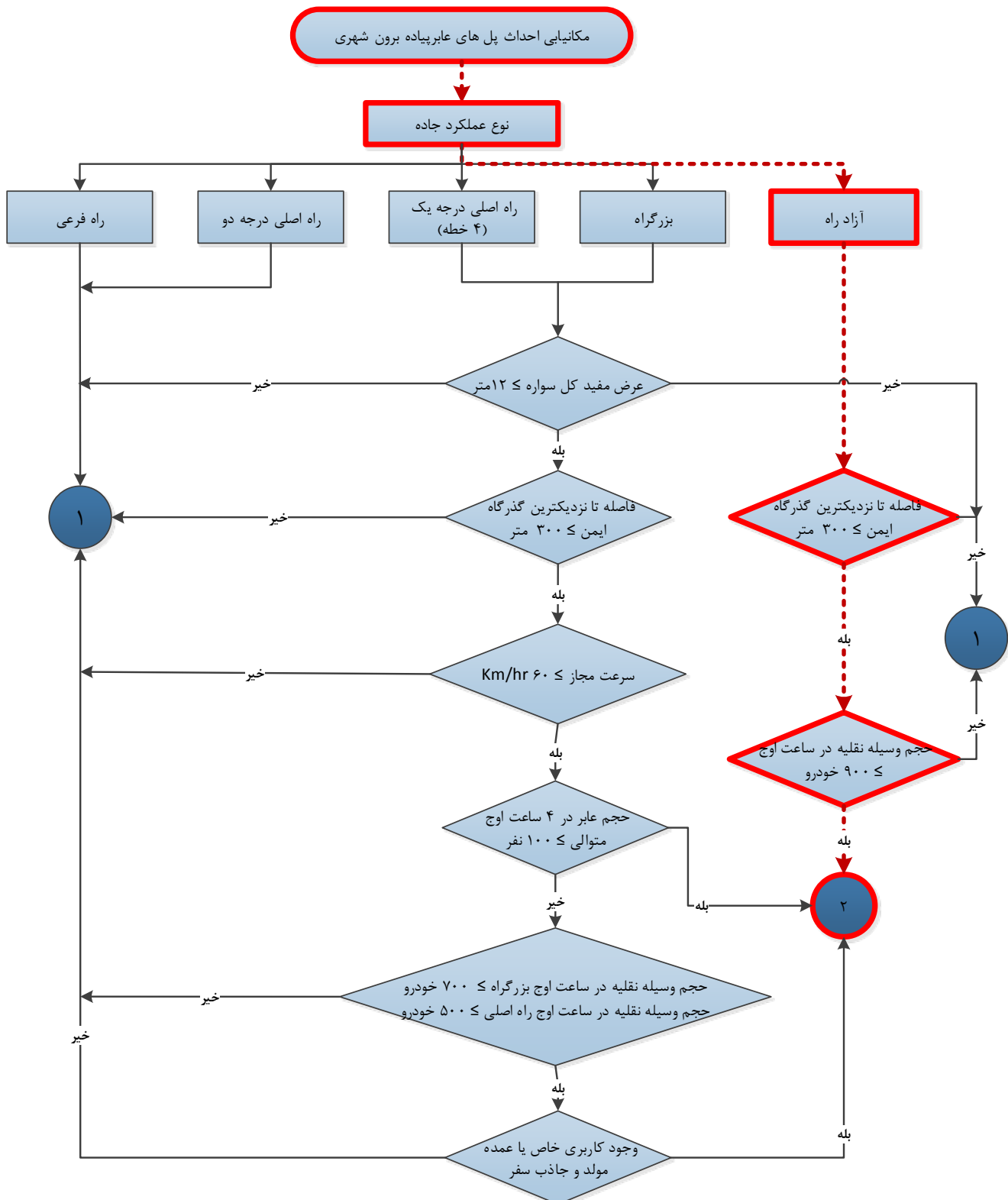


مرحله دوم: مکانیابی پل عابر پیاده

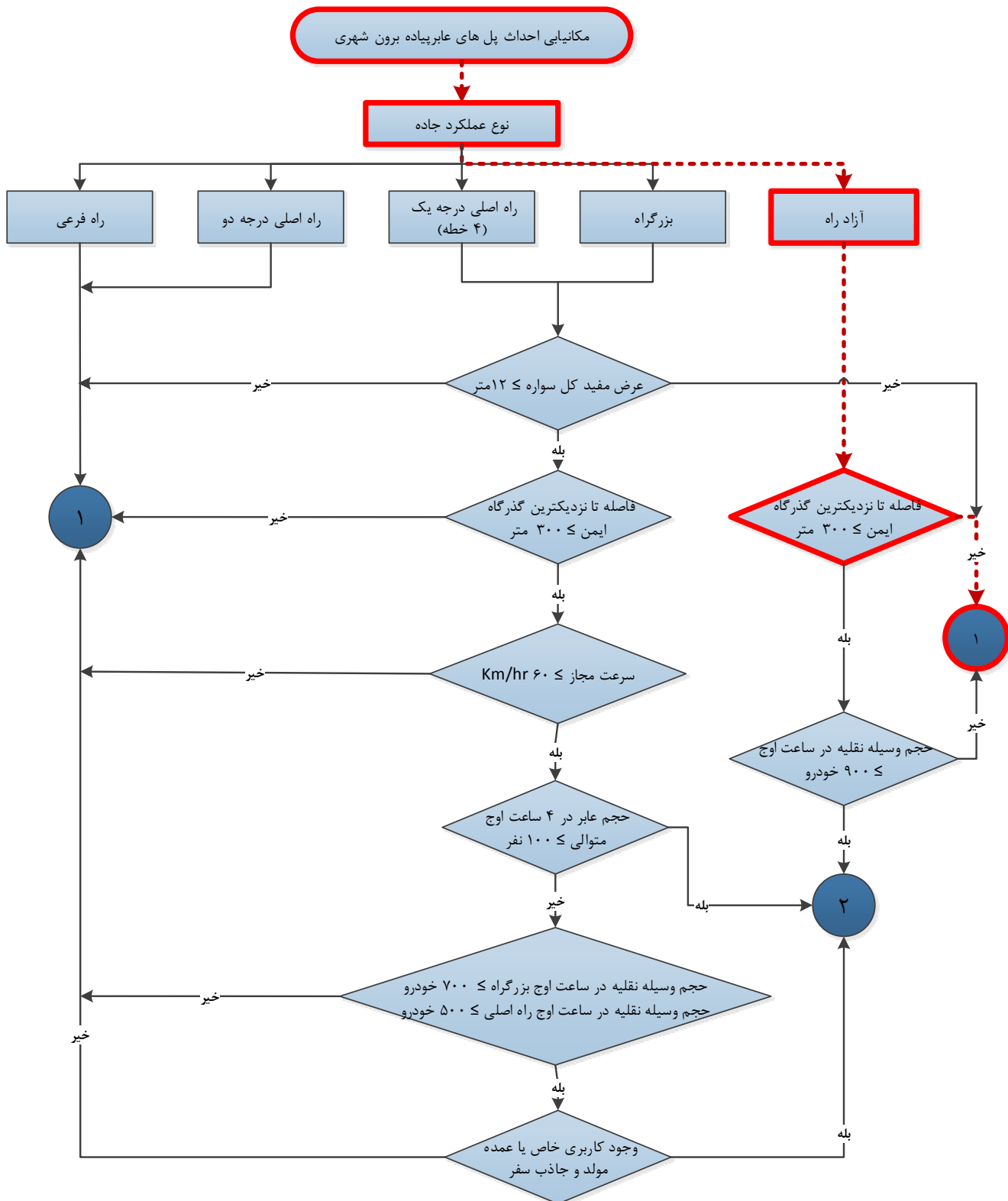
در مرحله دوم، به منظور بررسی شرایط در نظر گرفته شده برای مکانیابی پل عابر، می‌بایست تمامی پنج شاخص معرفی شده در بند ۲-۴-۵ برداشت و در هر موقعیت برداشت شود. در جدول پ-۳ مقادیر برداشت شده مورد نیاز در مرحله مکانیابی پل عابر پیاده آورده شده است. نحوه برداشت شاخص‌های حجم تردد عابر پیاده و وسیله نقلیه بصورت آمار برداری و مطابق با بند ۲-۴-۵ انجام گرفته است. در این خصوص، با توجه به ایجاد ممنوعیت تردد عرضی از محور آزادراه، در این بخش بر آورد عبور عابر صورت پذیرفته است. سایر شاخص‌های جدول پ-۳ بصورت میدانی برداشت گردیده است. در ادامه، فرآیند مکانیابی پل عابر مطابق با فلوجارت این مرحله در تمامی موقعیت‌ها مطابق با شکل‌های پ-۳ الی پ-۸ بررسی شده است.

جدول پ-۳- مقادیر برداشت شده مورد نیاز در مرحله مکانیابی پل عابر پیاده

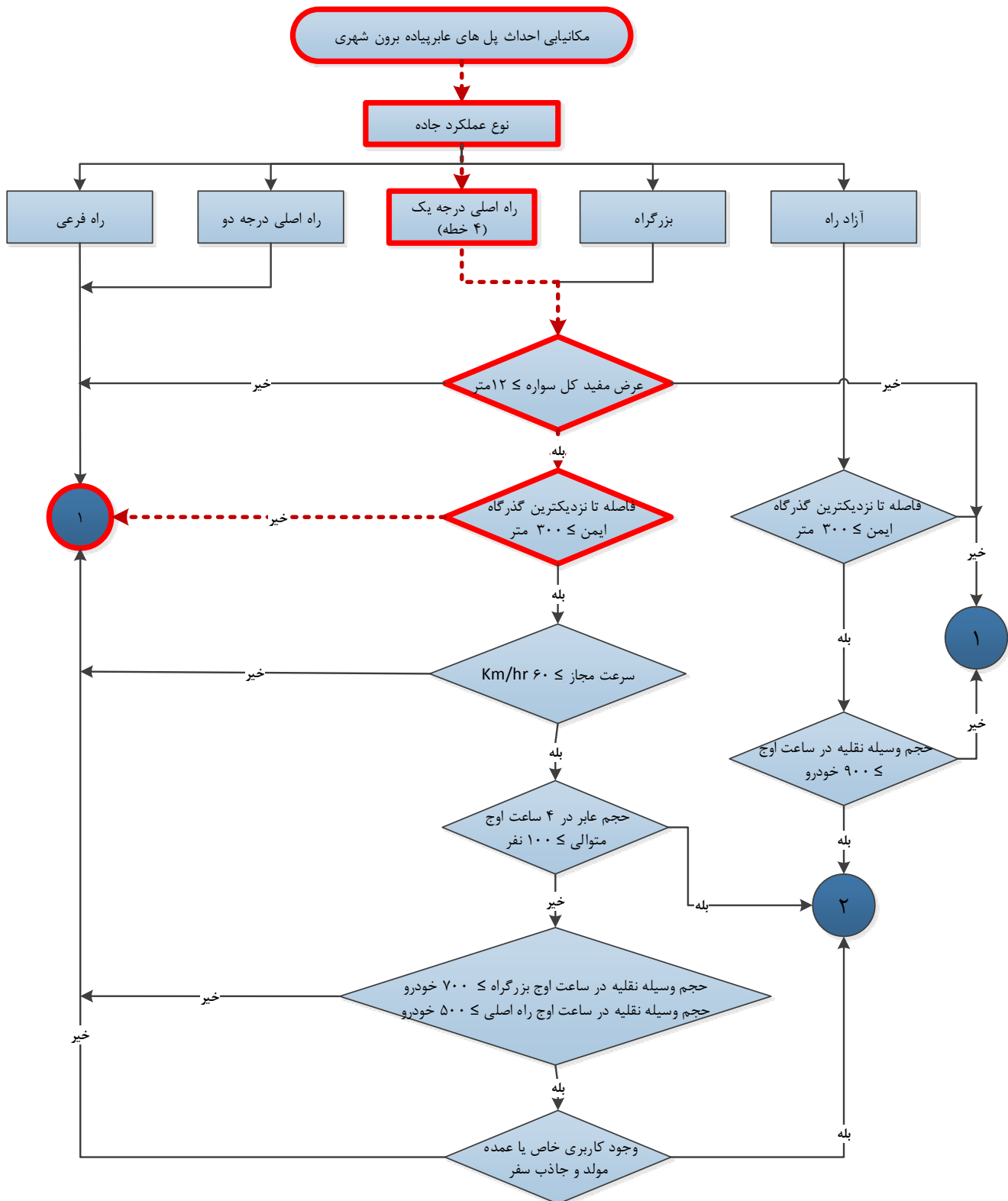
ردیف	محدوده	حجم تردد عابر پیاده	حجم تردد وسایل نقلیه	سرعت وسایل نقلیه	مشخصات فیزیکی راه	حداقل فاصله تا محل عبور ایمن
		حداقل ۱۰۰ عابر پیاده در چهار ساعت اوج متوالی	حداقل آزادراه ۹۰۰، بزرگراه ۷۰۰ و راه اصلی درجه یک ۵۰۰ وسیله نقلیه در ساعت اوج در جهت	حداقل ۶۰ کیلومتر در ساعت	حداقل عرض سواره روی معبر ۱۲ متر	حداقل ۳۰۰ متر
۱	A1	۹۳	۱۸۶۰	۹۰	۲۶	۳۵۰، پل عابر
۲	A2	۷۹	۱۷۲۰	۹۰	۲۶	۲۲۰، پل عابر
۳	A3	۱۳۳	۱۹۰۰	۹۰	۲۷	۵۰۰، پل عابر
۴	A4	۱۸۸	۷۱۰	۷۰	۱۴	۳۵۰، تقاطع چراغدار
۵	A5	۹۱	۵۸۰	۷۰	۱۶	۳۶۰، پل عابر
۶	A6	۲۱۰	۵۵۰	۵۰	۱۶	۲۸۰، تقاطع کنترل-شماره
۷	A7	۲۰۷	۶۰۰	۵۰	۱۶	۳۴۰، پل عابر
۸	A8	۱۴۷	۸۲۰	۸۰	۲۲	۴۵۰، پل عابر
۹	A9	۸۵	۶۶۰	۸۰	۲۱	۴۹۰، پل عابر
۱۰	A10	۲۴۶	۷۱۰	۸۰	۲۲	۳۸۰، زیرگذر عابر
۱۱	A11	۸۳	۷۵۰	۸۰	۲۲	۴۰۰، پل عابر



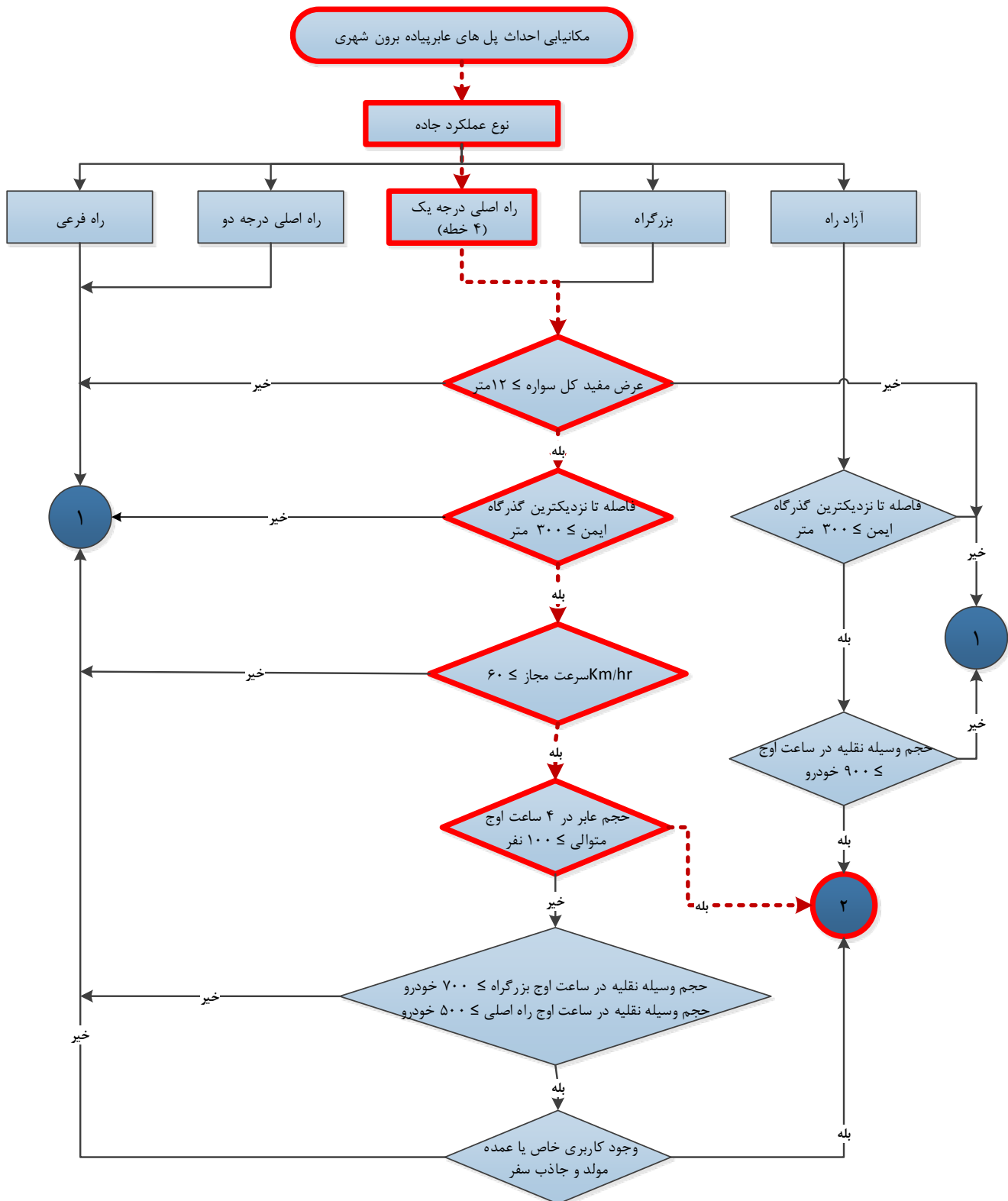
شکل پ-۳- مکانیابی احداث پل عابر پیاده در محدوده A1 و A3 در آزادراه



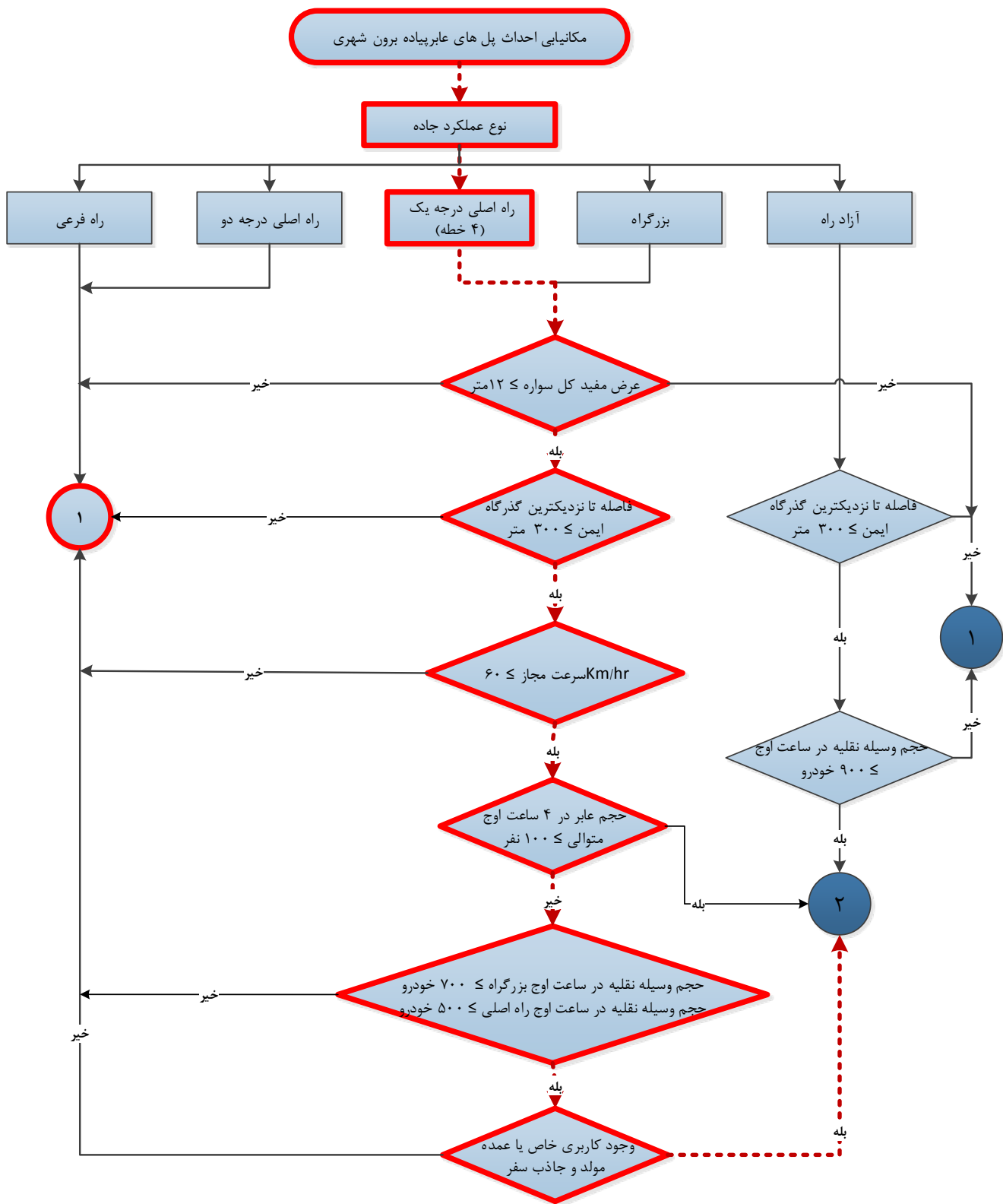
شکل پ-۴- مکانیابی احداث پل عابر پیاده در محدوده A2 در آزادراه



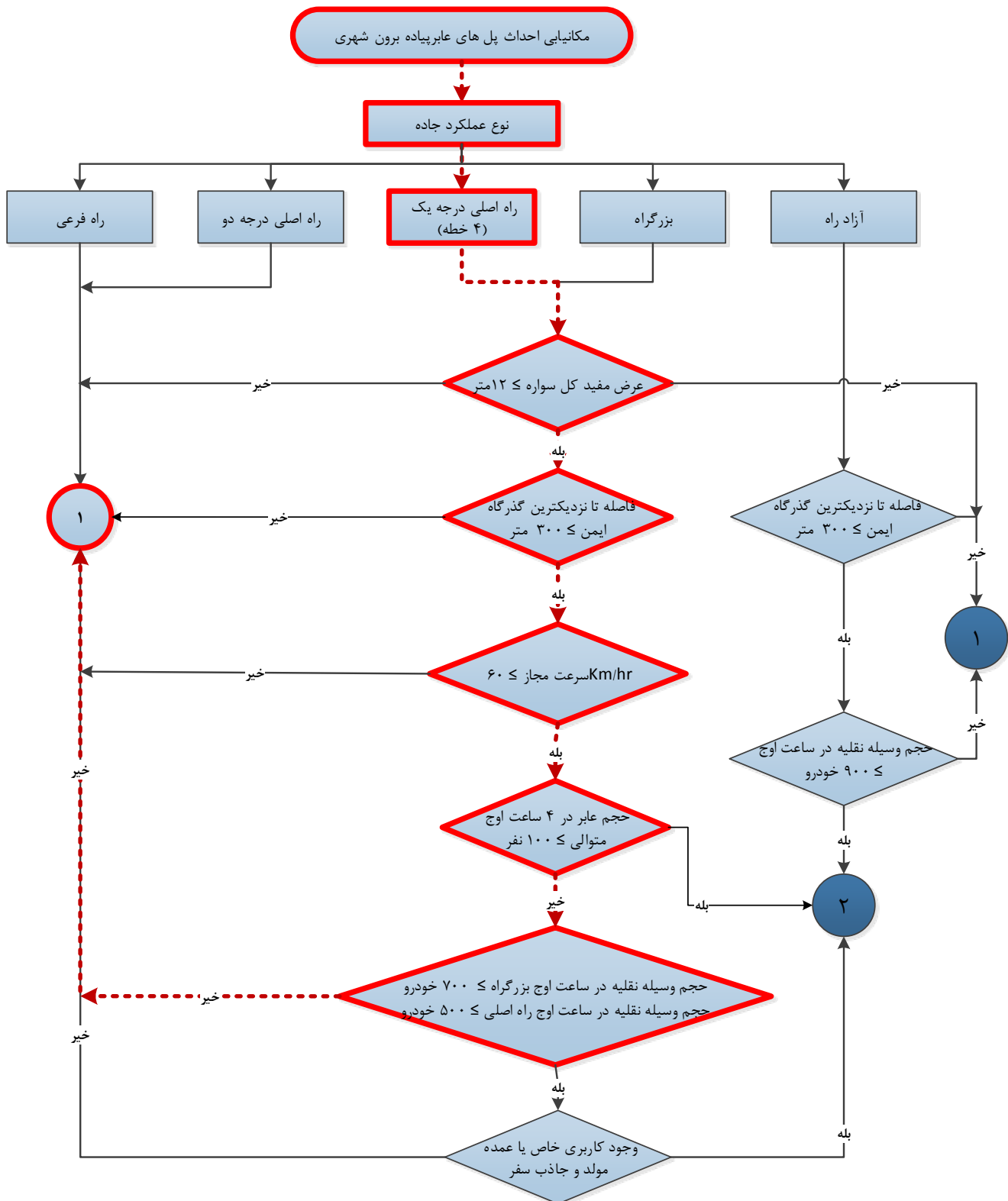
شکل پ-۵- مکانیابی احداث پل عابر پیاده در محدوده A1 در راه اصلی درجه یک



شکل پ-۶- مکانیابی احداث پل عابر پیاده در محدوده A4 و A7 در راه اصلی درجه یک و A8 و A10 در بزرگراه

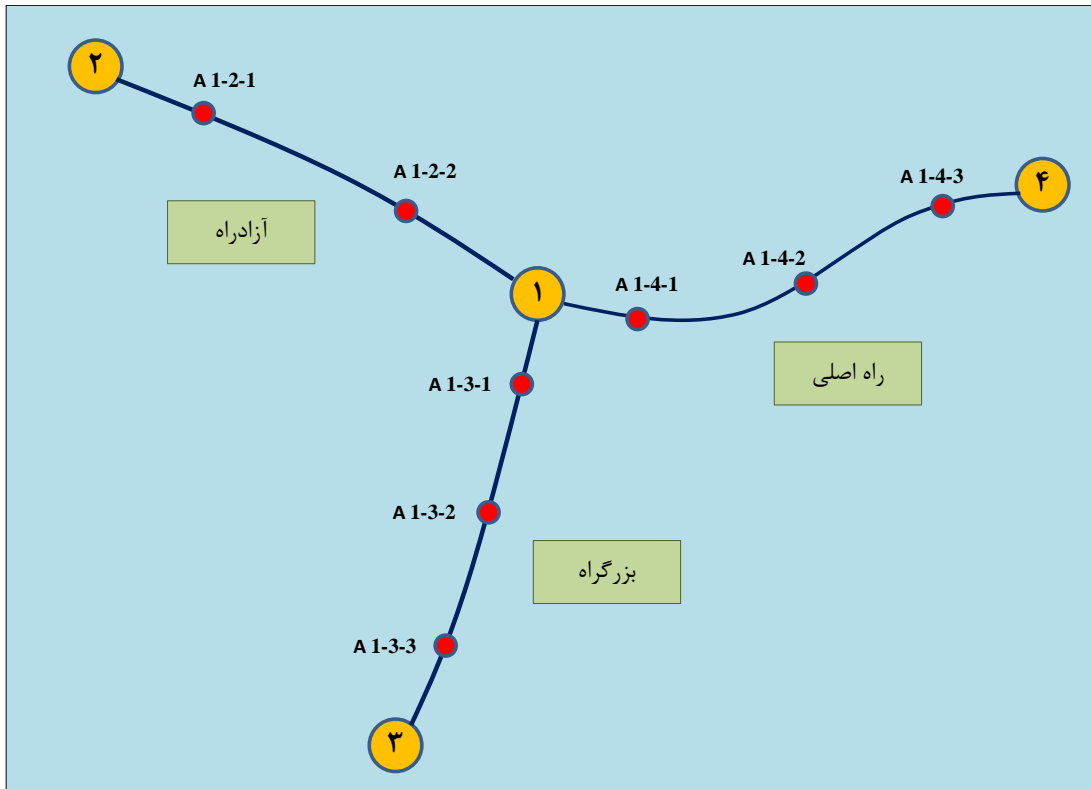


شکل پ-۷- مکانیابی احداث پل عابر پیاده در محدوده A5 در راه اصلی درجه یک و A11 در بزرگراه



شکل پ-۸- مکانیابی احداث پل عابر پیاده در محدوده A9 در بزرگراه

پس از بررسی فلوچارت‌های مکانیابی پل عابر در شکل‌های پ-۳ الی پ-۸، تمامی موقعیت‌ها به غیر از موقعیت‌های A2، A6 و A9 شرایط احداث پل عابر را تامین می‌کنند. قبل از بررسی اولویت احداث این موقعیت‌ها، نقاط نهایی و مورد تایید مرحله مکانیابی پل عابر پیاده مطابق با شکل پ-۹ مشخص می‌گردد. پیشنهاد می‌گردد به منظور سهولت در انجام تحلیل‌های آتی، نحوه شماره‌گذاری موقعیت‌ها بصورت سه شماره‌ای از چپ به راست به شهر مبدأ، شهر مقصد و شماره موقعیت انجام گیرد.



شکل پ-۹- نقاط نهایی و مورد تایید مرحله مکانیابی پل عابر پیاده

مرحله سوم: اولویت بندی احداث پل برون شهری

در این مرحله، ابتدا برآورد و برداشت شاخص‌های اولویت‌بندی مطابق با بندهای ۲-۵-۵ و ۲-۵-۶-۱ برآورد و برداشت شاخص‌های اولویت‌بندی صورت می‌پذیرد. به این منظور، در جدول پ-۴ متغیرهای موثر در اولویت بندی احداث پل برون شهری برداشت شده آورده شده است. پس از آن، مطابق با جدول پ-۵ محاسبه شاخص‌های اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده برون شهری صورت می‌پذیرد.

- تعداد تصادفات فوتی و جرحی در یک سال (فقره) بر اساس مستندات پلیس راهور و یا آمارنامه‌های سالیانه سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای
- حداقل فاصله دید انتخاب ایمن (متر) باتوجه به جدول واقع در بند ۲-۵-۵-۳
- طول واقعی قابل انتخاب راننده در امتداد مسیر (متر) مطابق با برداشت میدانی و در نظرگیری شرایط هندسی مسیر، شیب و تجهیزات و المان‌های واقع در حاشیه راه
- شدت روشنایی متوسط آیین نامه (لوکس) باتوجه به جدول واقع در بند ۲-۵-۵-۴
- شدت روشنایی متوسط موجود (لوکس) براساس برداشت در ساعات شب در هر محدوده
- متوسط زمان انتظار عابر جهت عبور عرضی در ساعت اوج و غیراوج (ثانیه) براساس برداشت حداقل پنج نمونه در ساعات اوج و غیر اوج ترافیک در هر محدوده



- تردد عابر پیاده عادی و کم توان جسمی در چهار ساعت متوالی (نفر)

جدول پ-۴- برداشت متغیرهای موثر در اولویت‌بندی احداث پل برون شهری

محدوده	C _i		S _i		L _i		tw _i		P _i	
	تعداد تصادفات فوتی در یک سال (فقره)	تعداد تصادفات جرحی در یک سال (فقره)	حداقل فاصله دید انتخاب ایمن (متر)	طول واقعی قابل انتخاب راننده در امتداد مسیر (متر)	شدت روشنایی متوسط آیین نامه (لوکس)	شدت روشنایی متوسط موجود (لوکس)	متوسط زمان انتظار عابر جهت عبور عرضی در ساعت اوج (ثانیه)	متوسط زمان انتظار عابر جهت عبور عرضی در ساعت غیر اوج (ثانیه)	تردد عابر پیاده عادی در چهار ساعت متوالی (نفر)	تردد عابر پیاده کم توان جسمی در چهار ساعت متوالی (نفر)
A1-2-1	۱	۲	۲۷۰	۲۳۵	۸	۷	۸۱	۳۹	۳۹	۲۲
A1-2-2	۰	۱	۲۷۰	۲۱۵	۸	۷	۷۵	۳۰	۱۰۵	۱۱
A1-4-1	۰	۲	۲۰۰	۱۷۵	۱۲	۱۱	۴۲	۱۸	۱۴۳	۱۸
A1-4-2	۲	۴	۲۰۰	۱۶۰	۱۲	۸	۴۵	۲۰	۳۱	۲۴
A1-4-3	۱	۵	۲۰۰	۱۴۵	۱۲	۱۰	۳۷	۱۷	۱۶۴	۱۷
A1-3-1	۲	۴	۲۳۰	۱۹۵	۱۱	۹	۴۹	۲۹	۱۲۴	۹
A1-3-2	۰	۲	۲۳۰	۱۸۰	۱۱	۱۰	۴۱	۲۵	۱۸۳	۲۵
A1-3-3	۱	۱	۲۳۰	۱۹۰	۱۱	۷	۵۲	۳۱	۳۰	۲۱

جدول پ-۵- محاسبه شاخص‌های اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده برون شهری

ردیف	هدف شاخص واحد	افزایش ایمنی			بهبود تردد یا عبور و مرور			بهبود دسترسی			
		C _i	V _i	S _i	L _i	O _i	tw _i	P _i	LU _s _i	LU _o _i	LU _e _i
		فقره	کیلومتر بر ساعت	-	-	-	ثانیه	نفر در ساعت	تعداد کاربری	تعداد کاربری	تعداد کاربری
۱	A1-2-1	۱,۷	۸۶	۱,۱۵	۰,۵	۱	۶۰	۹۴	۱	۰	۰
۲	A1-2-2	۰,۳	۸۳	۱,۲۶	۰	۱	۵۲,۵	۱۳۳	۰	۱	۰
۳	A1-4-1	۰,۷	۶۹	۱,۱۴	۰,۵	۰,۶	۳۰	۱۸۸	۱	۱	۰
۴	A1-4-2	۳,۳	۶۶	۱,۲۵	۱	۰,۶	۳۲,۵	۹۱	۰	۰	۲
۵	A1-4-3	۲,۷	۷۱	۱,۳۸	۰,۵	۰,۶	۲۷	۲۰۷	۰	۰	۱



۲۲	۰	۱	۰	۱۴۷	۳۹	۰,۸	۰,۵	۱,۱۸	۷۸	۳,۳	A1-3-1	۶
۲۲	۰	۲	۰	۲۴۶	۳۳	۰,۸	۰,۵	۱,۲۸	۷۵	۰,۷	A1-3-2	۷
۲۲	۱	۱	۰	۸۳	۴۱,۵	۰,۸	۱	۱,۲۱	۸۰	۱,۳	A1-3-3	۸

در ادامه، می‌بایست بی‌مقیاس کردن مقادیر شاخص‌ها به منظور امکان مقایسه میان شاخص‌ها به ازای معیارهای گوناگون مطابق با بند ۲-۵-۶ صورت گیرد. در جدول پ-۶ مقادیر بی بعد مربوط به شاخص‌های اولویت بندی احداث پل عابر پیاده برون شهری نمایش داده شده است.

جدول پ-۶- مقادیر بی‌بعد شده مربوط به شاخص‌های اولویت بندی احداث پل عابر پیاده برون شهری

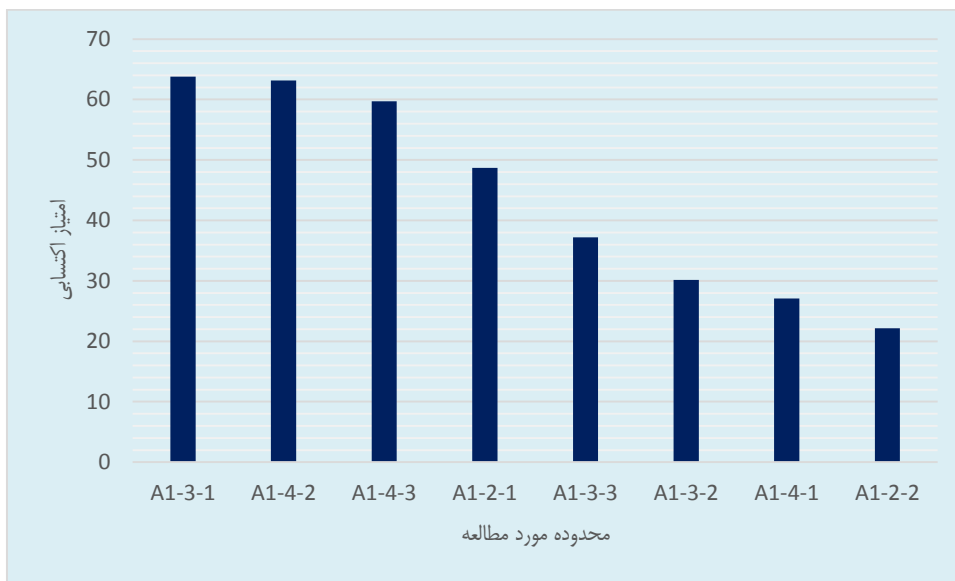
بهبود دسترسی			بهبود تردد یا عبور و مرور				افزایش ایمنی				هدف	ردیف
WL _i	LU _e _i	LU _o _i	LUS _i	P _i	tw _i	O _i	L _i	S _i	V _i	C _i	شاخص	
متر	تعداد کاربری	تعداد کاربری	تعداد کاربری	نفر در ساعت	ثانیه	-	-	-	کیلومتر بر ساعت	فقره	واحد	
۲۷	۲	۲	۱	۲۴۵,۵	۶۰	۱	۱	۱,۳۸	۸۶	۳,۳۳	Max	
۱۴	۰	۰	۰	۸۲,۵	۲۷	۰,۶	۰	۱,۱۴	۶۶	۰,۳۳	Min	
۰/۱۸۸	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۹۵	۰/۱۱	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۵۰	۰/۰۷	۰/۹۵	۰/۴۵	A1-2-1	۱
۰/۹۵	۰/۰۵	۰/۵۰	۰/۰۵	۰/۳۳	۰/۷۵	۰/۹۵	۰/۰۵	۰/۴۸	۰/۸۲	۰/۰۵	A1-2-2	۲
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۵۰	۰/۹۵	۰/۶۳	۰/۱۳	۰/۰۵	۰/۵۰	۰/۰۵	۰/۱۹	۰/۱۵	A1-4-1	۳
۰/۱۹	۰/۹۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۹۵	۰/۴۶	۰/۰۵	۰/۹۵	A1-4-2	۴
۰/۱۹	۰/۵۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۷۳	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۵۰	۰/۹۵	۰/۲۸	۰/۷۵	A1-4-3	۵
۰/۶۰	۰/۰۵	۰/۵۰	۰/۰۵	۰/۴۰	۰/۳۸	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۱۹	۰/۵۹	۰/۹۵	A1-3-1	۶
۰/۶۰	۰/۰۵	۰/۹۵	۰/۰۵	۰/۹۵	۰/۲۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۶	۰/۴۶	۰/۱۵	A1-3-2	۷
۰/۶۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۴۵	۰/۵۰	۰/۹۵	۰/۳۱	۰/۶۸	۰/۳۵	A1-3-3	۸

در نهایت، با توجه به ضرایب اهمیت شاخص‌های اولویت بندی مطابق با بند ۲-۵-۶-۳، امتیاز اکتسابی برای هشت نقطه مورد نظر مطابق با جدول پ-۷ محاسبه می‌گردد. خاطر نشان می‌گردد، در این مرحله صرفاً اولویت احداث پل عابر پیاده با توجه به ریسک تصادفات با عابر و محدودیت‌های مالی که منجر به عدم ساختن تمامی پل‌ها در سال پایه می‌شود، بررسی می‌گردد و لازم است در تمامی نقطه‌ها مطابق با در نظرگیری برنامه زمانی، پل‌های عابر احداث گردند. به این منظور، در شکل پ-۱۰ اولویت احداث پل عابر به ترتیب نشان داده شده است. بر این اساس، موقعیت‌های A1-3-1، A1-4-2 و A1-4-3 دارای بیشترین اهمیت احداث پل عابر بوده و سایر موقعیت‌ها در رتبه‌های دیگر قرار می‌گیرند.



جدول پ-۷- اولویت‌بندی احداث پل عابر پیاده برون شهری بر حسب امتیاز اکتسابی

بهبود دسترسی				بهبود تردد یا عبور و مرور			افزایش ایمنی				هدف	ردیف
WL _i	LUE _i	LUO _i	LUS _i	P _i	tw _i	O _i	L _i	S _i	V _i	C _i	شاخص	
متر	تعداد کاربری	تعداد کاربری	تعداد کاربری	نفر در ساعت	ثانیه	-	-	-	کیلومتر بر ساعت	فقره	واحد	
۰,۱۵				۰,۱۱			۰,۷۴				ضریب	
۰,۰۹	۰,۱۷	۰,۱۱	۰,۶۳	۰,۶	۰,۳۲	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۱۴	۰,۱	۰,۶۸	اهمیت	
Poi = ۴۸/۷											A1-2-1	۱
Poi = ۲۲/۱											A1-2-2	۲
Poi = ۲۷/۱											A1-4-1	۳
Poi = ۶۳/۲											A1-4-2	۴
Poi = ۵۹/۷											A1-4-3	۵
Poi = ۶۳/۸											A1-3-1	۶
Poi = ۳۰/۲											A1-3-2	۷
Poi = ۳۷/۲											A1-3-3	۸



شکل پ-۱۰- اولویت احداث پل عابر در موقعیت‌های واقع در محدوده مورد مطالعه