دو فصلنامه نشریه علمی مهندسی جغرافیایی سرزمین
دوره چهارم، شماره (پیاپی ۸)، پاییز و زمستان ۱۳۹۹
شاپای چاپی ۱٤۹۰-۲۵۳۸ شاپای الکترونیکی ۳۹۲۲-۲۵۳۸
www.JGET.ir
صص٤٢٦-٤٠٤

سنجش ایمنی عابران پیاده در خیابان های شهری با استفاده از مدل PSI (مطالعه موردی:خیابان های بافت مرکزی شهر قم)

شهاب الدین عیسی لو*– دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری،دانشگاه شهید بهشتی،تهران.ایران
محمود جمعه پور–*استاد برنامه ریزی شهری و منطقه ای دانشگاه علامه طباطبائی،تهران.ایران*
علی خاکساری – *استاد برنامه ریزی شهری ومنطقه ای دانشگاه علامه طباطبائی،تهران.ایران*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش۰۶ /۱۳۹۹/۰۷

چکیده

پیاده‌روی نه فقط به سبب تقویت سلامت عمومی بلکه درجهت کاهش مصرف منابع و زمین، کاهش آلودگی هوا و اغتشاش صوتی و انتشار گازهای گلخانه‌ای،در محیط‌های شهری؛شیوه ای نویدبخش و سودمند محسوب می‌شود. این در حالی است که پیاده‌روی همچنان با نتایجی منفی در سلامت عمومی مرتبط است.خطراتی نظیر تصادف با وسایل نقلیه، زمین خوردن، سقوط اجسام و سایر تهدیدات محیطی، این شیوه از تردد در شهرها را با چالش هایی جدی مواجه ساخته است، از آنجا که خیابان‌های شهری محیط‌هایی است که تمام شهروندان ناچار به عبور پیاده در آن هستند؛ضروری است شرایط مناسب پیاده‌روی برای تمام شهروندان در سنین مختلف و با هر توانایی جسمی را فراهم آورند.این پژوهش با کاربست مدل PSI به شناسایی مشکلات ایمنی عابران پیاده درخیابان های شهری در بخش مرکزی شهر قم پرداخته است.برای این منظور استفاده از آمار و اطلاعات مربوط به اسناد و برداشت‌های میدانی محقق ملاک تحلیل قرارگرفت.ماهیت تحقیق کاربردی و به لحاظ فرآیند توصیفی–تحلیلی و از نظر شیوه گردآوری اطلاعات اسنادی–میدانی و در تحلیل داده‌ها از روش کمّی استفاده شده است.نتایج پژوهش نشان داد خیابان‌های شهدای پانزده خرداد و شهدای عمار یاسر ناایمن‌ترین و خیابان‌های صفائیه و ارم از ایمن‌ترین خیابان‌ها بشمار می روند.از سوی دیگر کف سازی نامناسب پیاده‌روها به‌عنوان اصلی‌ترین عامل تحدیدکننده در عرصه پیاده رو و مدیریت ناصحیح سرعت به‌عنوان اصلی‌ترین عامل تهدید زا در عرصه سواره رو شرایط مناسب پیاده‌روی و پیاده مداری خیابان‌های بافت مرکزی شهر قم تحت‌الشعاع قرار داده است.در ادامه موثر ترین اقدامات متناسب با کمبود ها و کاستی ها به تفکیک هر معبر جهت بهبود قابلیت پیاده مداری این بخش از شهر ارائه شده است.

واژه‌گان کلیدی : پیاده مداری،ایمنی،عابران پیاده،خیابان،شهر قم

* نویسنده مسئول
E mail :mshahabisalou912@gmail.co

مقدمه

پیاده‌روی طبیعی‌ترین و رایج‌ترین شیوه جابجایی در جوامع بشری است. تقریباً آغاز و پایان هر سفری با پیاده‌روی همراه است بدین ترتیب تمامی شهروندان یک شهر عابر پیاده هستند. این شیوه از سفر کم‌هزینه‌ترین،سالم‌ترین و منعطف‌ترین شیوه‌های جابجایی در شهرها محسوب می‌شود که فرصت ادراک بهتر فضا توسط شهروندان، برخوردهای اتفاقی (غیررسمی) و چهره به چهره، سرزندگی فضا عمومی و توسعه اقتصاد محلی فراهم می‌سازد.(پاکزاد؛۲۲۵؛۱۳۸۶). عابران پیاده همواره طالب تسهیلاتی هستند که ایمن، جذاب و مناسب بوده و به سهولت مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی که طراحی تسهیلات عابر پیاده اصولی و صحیح باشد، دوام آن بیش تر و حفظ و نگهداری آن آسان تر خواهد بود. برعکس اگر تسهیلات عابر پیاده دارای طرح ضعیفی باشد و عابران پیاده، هنگام استفاده از آن احساس ناامنی وعدم آسایش کنند، میزان استفاده از این گونه محیط ها کاهش خواهد یافت.بنابرین ایمنی مسیر از مهمترین معیارهایی است که می تواند مردم را تشویق به پیاده روی کند تا پیاده روی را بعنوان گزینه ای جهت سیر و سفر انتخاب کنند. این فاکتورها ممکن است به افراد(عابرپیاده و راننده)، ترافیک و شرایط محیطی مرتبط باشند. شناخت بهتر روابط بین طراحی و ایمنی می تواند به طراحان کمک کند خیابانهای زیست پذیر و ایمن طراحی نمایند.

عابرین پیاده بخصوص کودکان، کهنسالان و افراد معلول از کاربران آسیب پذیر محسوب می گردند. تقریبا نیمی از ۱/۲۷ میلیون فرد برآورد شده که در تصادفات ترافیک جاده ای هرساله جان خود را از دست می دهند. عابرین پیاده، موتورسواران و دوچرخه سواران هستند. بنابراین نیازهای این کاربرانی خیابانی آسیب پذیر باید برآورده شود تا سفرهای ایمن تری داشته باشند.(صفارزاده؛۱۳۹۵) بهبود زیرساختارها بخشی مهم از تقویت ایمنی جاده ها است که ایمنی پیاده روی و دوچرخه سواری را افزایش و میزان مرگ و میر را کاهش می دهد. درحال حاضر به دلیل وجود مشکلات عمده در پیاده روی از قبیل عدم طراحی مناسب پیاده روها، فقدان حفاظت های کافی از عابر پیاده در مقابل عوامل جوی و تهدیدهایی که توسط وسایل نقلیه موتوری صورت می پذیرد، وجود آلودگی هوا و آلودگی صوتی در خیابان ها، تجاوز کاربری های مجاور معابر پیاده به پیاده روها و عدم استفاده از طرح های مناسب به منظور ترکیب حرکت سواره و پیاده در طی مسافت های عرضی و طولی خیابان، روز به روز از تعداد افرادی که تمایل به پیاده روی در شهر دارند کاسته شده و چه بسا شهروندان به دلیل خطرات بسیاری که در مسیر پیاده با آنها روبرو هستند، ترجیح می دهند که حتی مسافت های بسیار کوتاه را با اتومبیل طی نمایند. این امر باعث افزایش ترافیک و توجه مضاعف برنامه ریزان به حل مشکلات حمل و نقل موتوری است(احمدی و حبیب، ۶:۱۳۸۷).بسادگی می توان چنین مشکلاتی را در تجربه تمامی شهروندان محیط های کلانشهری سراغ گرفت.

قم یکی از شهرهای است که با نقش زیارتی- سیاحتی خود سالانه پذیرای ملیون ها زائر از نقاط مختلف کشور و جهان است که به سبب قرارگیری اکثر کارکردهای شهری در هسته مرکزی شهر روزانه بسیاری از مردم شهر بصورت پیاده در این بخش از شهر تردد می نمایند ازطرفی قرارگیری حرم مطهر حضرت معصومه(س)در همین منطقه گردشگران بسیاری در اکثر ایام سال به این بخش و اغلب در حرکت پیاده حضور می یابند.حال آنکه باتوجه به قدیمی بودن این بخش از شهر و هم فرسودگی و ناکارآمدی تسهیلات خیابانی برای عابران پیاده ضرورت ایجاب می نماید بمنظور بهبود قابلیت پیاده مداری خیابان با توجه به اصل اساسی ایمنی و اقدام موثردراین زمینه خیابان های این بخش از شهر که مشکلات بسیاری بویژه برای گروههای آسیب پذیر پیاده نظیر سالمندان،معلولان،کودکان،زنان باردار و.. بوجود می آورند(مهندسین مشاور باوند،۱۳۹۰)مورد سنجش قرار گیرد.

پیشینه پژوهش

در طی دهۀ گذشته، مطالعات شماری برای شناسایی اثرات فاکتورهای دخیل و بالقوه همچون ویژگی‌های عابران پیاده و رانندگان (مثلاً سن و جنسیت)، ویژگی‌های شکل هندسی جاده‌ها (مثل عرض جاده‌ها، همسویی افقی و عمودی)، ویژگی‌های ترافیک (مثلاً حجم ترافیک و سرعت عبور و مرور)، شرایط محیطی محله (مثلاً شکل شهری، کاربری زمین و دسترسی به وسایل حمل‌ونقل عمومی) و فاکتورهای دیگر (مثلاً آب‌وهوا، زمان و روشنایی) بر ایمنی حرکت عابران پیاده در شهرها انجام‌شده است. به‌طور مستقیم پژوهش‌های پیرامون موضوع ایمنی عابران پیاده در خیابان تحقیقات مختلفی تاکنون انجام‌شده است که در این بخش به برخی از مهم‌ترین این مطالعات اشاره می‌شود. مطالعاتی که در خصوص عامل راه و الگوی پیاده مداری در خیابان را موردبررسی قرار داده‌اند مستقیم بررسی می‌شود. اگرچه حوزه مطالعات ایمنی عابر پیاده به سه فاکتور اصلی راه، وسیله نقلیه، انسان

بازمی‌گردد. ولی در این پژوهش مستقیماً حول محور راه موردبررسی قرار می‌گیرد.باقری دریاکناری (۱۳۹۵) در پایان‌نامه خود با عنوان «طراحی و ساماندهی پیاده راه شهری در جهت ارتقای ایمنی عابران پیاده» به شناسایی و گزارش دهی مشکلات تهدیدکننده ایمنی عابران پیاده راه خیابان تختی شهر رشت می‌پردازد. وی در پایان این پژوهش افزایش راحتی و ایمنی هرچه بیشتر عابران پیاده در هنگام روز و شب را درگرو طراحی، اجرا و بهره‌برداری پروژه‌ها به ایمن‌ترین حالت ممکن می‌داند و درنتیجه پیشنهاد می‌نماید تا با تعریف سیاست و راهبردهایی در جهت ایمنی عابران پیاده به ارائه بهترین گزینه ایمنی عابران پیاده دست‌یابیم.سلجوقی (۱۳۹۴)، در مقاله‌ای با عنوان «نقش طراحی مطلوب شبکه حمل‌ونقل درون‌شهری در ساماندهی حرکت عابران پیاده» به شناسایی و ارتقای شاخص‌های مؤثر و مرتبط با ایمنی حرکت عابران پیاده در ساماندهی حمل‌ونقل درون‌شهری پرداخته‌اند، تا بدین‌وسیله بتوان به طراحی مطلوب در شبکه حمل‌ونقل درون‌شهری در راستای افزایش ایمنی حرکت عابران پیاده دست‌یافت. نتایج حاصل از مطالعه حاکی از آن است که ایمنی تردد، آرام‌سازی ترافیک در محدوده‌های مسکونی، تجهیزات ایمنی عابر پیاده و کیفیت رابطه میان عابر پیاده و وسیله نقلیه در گذرگاه به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در بحث ایمنی حرکت عابران پیاده در ساماندهی حمل‌ونقل درون‌شهری مطرح می‌باشند.فنگ وی و لوگرو (۲۰۱۲) در مقاله‌ای مشترک با عنوان ایمنی پایدار جاده و صرفه‌های آن در زندگی؛ صراحتاً اعلام می‌کنند که هم سازمان ملل متحد (۲۰۰۴) و هم سازمان بهداشت جهانی (۲۰۰۷) اذعان داشته‌اند که بار عظیم اجتماعی و اقتصادی تحمیل‌شده بر جامعه و ناشی از جاده آن را به یک مسئله جهانی تبدیل نموده است. در این تحقیق با مقایسه الگوهای شبکه جاده (شطرنجی ، متعارف ، دسترسی محدودشده ، انحراف از جاده) در محله‌های مسکونی و با مدل‌سازی vru تصادفات و در نظر گرفتن پارامترهایی چون نقاط حادثه‌خیز، وضعیت اجتماعی و جمعیت شناختی، مدیریت تقاضای سفر، و ساختار شبکه می‌پردازند. شواهد به‌دست‌آمده نشان داد. الگوی شبکه منحرف‌سازی جاده سه برابر سایر الگوها از ایمنی و خوانایی بیشتری برخوردار است. همچنین شبکه جاده‌ای شطرنجی نسبت به الگوی متعارف شبکه ۶۰٪ از تصادفات را کاهش می‌دهد.با توجه به مطالب بالا و پژوهش‌های انجام‌گرفته (داخلی و خارجی) می‌توان گفت درحالی‌که که مشکل ایمنی جاده و خیابان جدید نیست در سال‌های اخیر پژوهشگران با رویکردهای مختلفی به مسئله پرداخته‌اند و در سطح خرد بیشتر به تسهیلات جاده و در سطح ناحیه به هندسه شبکه معابر تمرکز ویژه‌ای شده استشکاری و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان شاخص ایمنی عابر پیاده برای ارزیابی امکانات در خیابان‌های شهری در این مقاله نویسندگان با اشاره به اینکه اکثر روش‌های ارزیابی برای سنجش ایمنی عابران پیاده در خیابان‌ها فقط امکانات محدودی را مدنظر قرار می‌دهند که نمی‌توانند تمامی نیازهای عابران پیاده را با سنین و توانایی‌های مختلف پوشش دهند. این مدل‌ها بر اساس امکانات کافی در سطح خرد ساخته نشده‌اند. چندین نمونه از این مطالعات محدود به ارزیابی ایمنی در تقاطع‌ها بوده‌اند. بااین‌حال عابران پیاده نیازمند ایمنی در راستای بخش‌های مختلف خیابان و در تقاطع‌ها نیز می‌باشند. این روش را می‌توان برای شناسایی مشکلات موجود و پیشنهاد بهبودهای لازم بکار برد. در این مطالعه تلاش شده امکانات گوناگون خیابان پوشش داده شوند طراحان می‌توانند از این نتایج برای اجرای مسیرهای ایمنی برای عابران پیاده استفاده نمایند.ریفات و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی با عنوان «الگوی خیابان شهری و ایمنی ترافیک عابران پیاده» به بررسی مقایسه تأثیر الگوهای مختلف خیابان و تأثیر آن بر ایمنی عابران پیاده پرداخته‌اند. در این مطالعه که در شهر کار گاری انجام‌گرفته است. با استفاده از داده‌های مربوط به تصادفات عابران پیاده طی سال‌های (۲۰۰۵-۲۰۰۳) پرداخته‌شده است. در این پژوهش با استفاده از مدل لوجیت نتایج گویای این است رایجی موسوم به طرح آب‌نبات‌چوبی، با شدت تصادف عابر پیاده بالا همراه است. این نتایج از مقایسه دو الگوی سنتی و نو به دست آمد.دوا ۲۰۱۷)، در مقاله با عنوان «تأثیر الگوی شبکه‌های ارتباطی بر روی ایمنی عابران پیاده: روش تحلیل فضایی منطقه مبنای بیزی» به بررسی میزان تأثیر الگوی شبکه ارتباطی بر رو تصادفات خودرو و عابران پیاده پرداخته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد الگوی نامنظم شبکه ارتباطی ازنظر وقوع تصادف عابر پیاده دارای ضریب ایمنی بالاتری نسبت به الگوهای منظمی نظیر الگوی شبکه شطرنجی است.

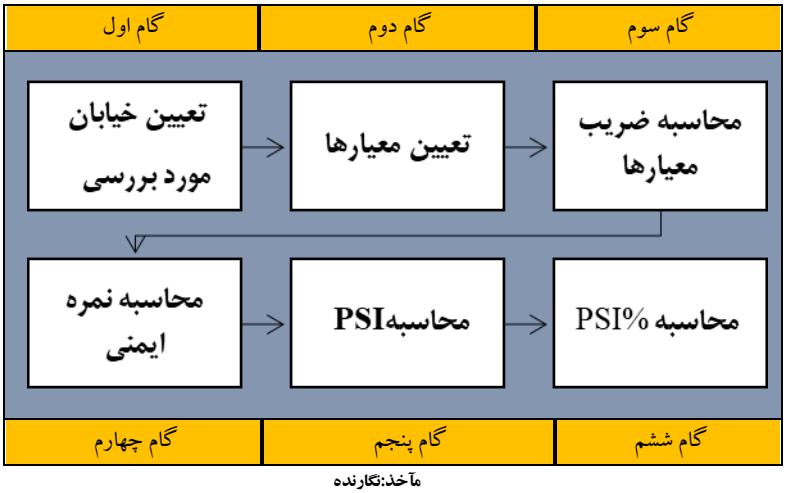
داده ها و روش کار

روش تحقیق در پژوهش حاضربه لحاظ هدف از نوع کاربردی-توسعه ای از نظر شیوه گردآوری اطلاعات اسنادی- میدانی و به لحاظ روش تجزیه و تحلیل کمّی می باشد و فرآیند انجام مطالعه توصیفی تحلیلی بوده و از طریق مراجعه مستقیم به محدوده مورد مطالعه و شناسایی و تحلیل ابعاد و جنبه های مختلف و ارزیابی ویژگی ها و عملکردهای اصلی یک خیابان شهری پیاده مدار- ایمن جهت شناسایی و تحلیل کاستی ها و مشکلات آن فضا و در نهایت، تحلیل داده های گردآوری شده وارائه اقدامات پیشنهادی و اصلاحی به منظور حل آنها خواهد بودبمنظور سهولت در جمع آوری اطلاعات از چک لیست بررسی های میدانی خود ساخته نگارندگان استفاده شد و بهمین ترتیب با دقت تمام داده های گردآوری شده وارد نرم افزار Excel شد. نرم افزار مزبور قابلیت تحلیل آماری مدل مذکور را داشته و با استفاده از فرمول نویسی در هر Worksheet به تحلیل داده ها پرداخته شده است.همچنین شایان ذکر است که برخی از مقادیر داده ها از طریق لایه های اطلاعاتی ماخوذ از نهاد های زیربط شهرداری قم،اداره برق استان قم،و... تهیه شده است و مابقی طبق برداشت های میدانی محقق انجام شد.

جدول ۱:تفاوت این پژوهش با پژوهش های پیشین

ماهوی و رویه‌ای	تفاوت این پژوهش و پژوهش‌های قبلی
روش‌شناسی	تأکید بر شاخص PSI و ارزیابی رویکرد ACTIVE در پژوهش به مسئله ایمنی می‌پردازد.
قلمرو تئوریکی	تأکید بر مبحث پیاده مداری و لزوم تحقق آن از طریق پیش‌شرط اصل ایمنی عابران
قلمرو موضعی	تأکید بر خیابان‌های بافت مرکزی شهر قم به سبب نقش شهر و ماهیت و ضرورت آن
مبانی فنی	تکیه‌بر ارتقاء حوزه روش‌شناسی و کمبود محتوا در این حوزه

شکل ۱:فرآیند آزمون شاخص PSI



مآخذ:نگارنده

جدول ۲:مدل مفهومی تحقیق و استخراج معیارها

عوامل	عرصه	هدف	معیارها
کالبدی	سواره‌رو	کاهش مواجهه عابران با ترافیک	لچکی تقاطع
		کاهش سرعت وسیله نقلیه	لاین‌های عبور و مرور کمتر
		بهبود مسافت دید و قابلیت دید وسیله نقلیه و عابر پیاده	جزیره میانی (رفیوژ/جان‌پناه)
			فاصله عبور کوتاه‌تر از خیابان (بسط جداول)
	پیاده‌رو	پیاده‌روی تمام شهروندان برحسب سن، جنس، توان جسمی	پیاده‌رو در هر دو طرف
			شیب معبر
ترافیکی	سواره‌رو	کاهش مواجهه عابران با ترافیک	سرعت عبور و مرور کمتر
			وجود تابلوها و چراغ‌های راهنما
			بولارد
		کاهش سرعت وسیله نقلیه	خط‌کشی گذرگاه عابر پیاده
			خط توقف ممتد
		بهبود مسافت دید و قابلیت دید وسیله نقلیه و عابر پیاده	روشنایی
	پیاده‌رو	پیاده‌روی تمام شهروندان برحسب سن، جنس، توان جسمی	آسفالت لمسی (هدایت)
			آسفالت لمسی (هشدار)
			رمپ جدول
			بالابر
			رمپ
			آسفالت پیاده‌رو
محیطی	سواره‌رو	کاهش مواجهه عابران با ترافیک	چشم‌انداز و درختان
		کاهش سرعت وسیله نقلیه	-
		بهبود مسافت دید و قابلیت دید وسیله نقلیه و عابر پیاده	انقطاع رفیوژ
	پیاده‌رو	پیاده‌روی تمام شهروندان برحسب سن، جنس، توان جسمی	-

تکنیک PSI

*PSI به اختصار شاخص ایمنی عابر پیاده است .به طور مستقل چنین روشی اولین بار توسط (اسدی شکاری،معین الدینی و زالی شاه)درسال ۲۰۱۵ با بررسی در خیابان کانبرا در ایالت سمباوانگ سنگاپور مورد بررسی قرار گرفت.روشی سیستماتیک برای تعیین مشکلات ایمنی خیابان برای عابران پیاده از یک سو و از سویی شناسایی دقیق نیازمندیهای لازم برای آن است.به بیان دیگر یک روش سیستمی برای ارزشیابی و نقص های یک خیابان است.هدف شاخص PSI افزایش اطمینان ایمنی خیابان برای حرکت عابران پیاده و تسهیلات لازم برای حرکت آنان از طریق انطباق شرایط موجود با استانداردها از طریق یک فرآیند منظم و دقیق می باشد که اجرای آن از طریق طی نمودن شش مرحله که درنهایت میزان ایمنی هریک از شاخص ها هم بطور جداگانه و یکجا در

*-Pedestrian safety index

خیابان مورد بررسی دست می یابد.بنابراین با معرفی گام ها و مراحل این شاخص و استفاده از استانداردهای داخلی در فرآیند آزمون شاخص به پیاده سازی آن در خیابان های بخش مرکزی شهر قم در جهت حل مشکلات این بخش پرداخته می شود.

شرح و تفسیر نتایج

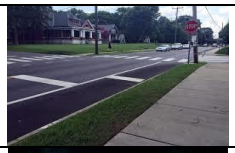
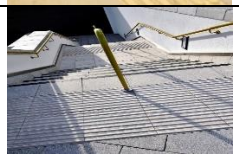
گام اول : معرفی محدوده مطالعه و خیابان مورد بررسی

به منظور درک بیشتر و عمیق تر موضوع و حصول اطمینان از عملکرد و بازدهی مثبت شاخص PSI در شهرسازی، این روش بر روی خیابان های بخش مرکزی شهر قم که به سبب تراکم و رفت وآمد و مراجعات بسیاری از شهروندان و زائران،شایسته تامل ، بحث و بررسی است اجرا و پیاده سازی شد.تعداد ۲۸ محور از خیابان های این بخش مورد ارزیابی قرار گرفته است که در ضلع شمالی آن بازار مرکزی شهر قم،در ضلع غربی آن حرم مطهر حضرت معصومه(س) مستقر می باشند. به دلیل آنکه روزانه و بسته به فصول در ایّام سال محور فوق تردد های پیاده بسیاری را در خود دارد مبحث ایمنی تردد عابران در برابر عوامل محیطی،کالبدی،ترافیکی امری ضروری است که بدان پرداخته می شود.

گام دوم : معرفی معیارهای مورد بررسی

دستورالعمل های راهنما که قبلا طراحی شده اند با هدف شناسایی امکانات مناسب با استفاده از استانداردهای کیفی مبتنی بر تحقیق و توصیفات مربوطه ارائه گشته اند. در این مطالعه، اکثر امکاناتی که مربوط به ایمنی عابر پیاده میشوند براساس دستورالعملهای راهنمای موجود داخلی و خارجی ۲۵ دستورالعمل در نظر گرفته شده اند. برای شناسایی این فاکتورها، دستورالعملهای راهنمای طراحی شده مرور شدند. فرایند مرور دستورالعملهای راهنما ادامه یافت تا تمامی شاخصها و استانداردها تکرار شدند. مواجهه با شاخصها و استانداردهای تکراری نشان میدهد که طیف وسیعی از شاخصها در فرایند مرور گنجانده شده اند. بنابراین ۲۰ شاخص زیر از ۲۵ دستورالعمل راهنمای طراحی شده در کشورهای گوناگون مرور شدند. ۱) سرعت عبور و مرور کمتر،۲) لاینهای عبور و مرور کمتر، ۳) فاصله ی عبور کوتاهتر از خیابان (بسط جداوا)، ۴) محل عبور میان بلوک عابر پیاده، ۵) چشم انداز و درختان، ۶) آسفالت پیاده رو، ۷) علامت گذاری (محل عبور عابرپیاده)، ۸) پیادهمهای مخصوص عابرپیاده و میانه، ۹) مثلثی ها، ۱۰) پیاده رو در هر دو طرف، ۱۱) باریکه های توقف پیشرفته، ۱۲) روشنایی، ۱۳) وجود تابلوها و چراغهای راهنما، ۱۴) بولارد، ۱۵) شیب، ۱۶) بالابر، ۱۷) رمپ جدول دار، ۱۸) آسفالت لمسی (هدایت)، ۱۹) آسفالت لمسی (هشدار)، ۲۰) رمپ.

جدول ۳:معیارهای مورد ارزیابی و معادل انگلیسی آن ها به همراه تصاویر

شماره	معیار مورد بررسی		شماره	معیار مورد بررسی	
C۱	سرعت عبور و مرور کمتر Slower traffic speed		C۱۱	نواره کناری توقف advance stop bar	
C۲	لاینهای عبور و مرور کمتر fewer traffic lane		C۱۲	روشنایی lighting	
C۳	عبور کوتاهتر از خیابان shorter crossing distance		C۱۳	تابلوها و چراغهای راهنما signing	
C۴	انقطاع عبور از جانپناه mid-block crossing		C۱۴	بولارد Bollard	
C۵	چشم انداز و درختان landscape and tree		C۱۵	شیب slope	
C۶	کفسازی پیاده رو footpath pavement		C۱۶	بالابر lift	
C۷	خط کشی عابر پیاده marking (crosswalk)		C۱۷	رمپ جدول Curb ramp	
C۸	جانپناه یا جزیره میانی pedestrian refuge and median		C۱۸	موزائیک بریل (هدایت) tactile pavement (guiding)	
C۹	لچکی تقاطع corner island		C۱۹	موزائیک بریل (هشدار) tactile pavement (warning)	
C۱۰	پیاده رو در هر دوطرف خیابان sidewalk on both sides		C۲۰	رمپ Ramp	

جدول ٤:عمق ارزیابی برای دستورالعملها و شاخصهای مخصوص عابرین پیاده

دستوالعمل	شاخص ها																			
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
١	١	٣	٢	٢	٣	٠	١	١	٠	٣	٠	٢	١	١	٣	١	١	١	١	٠
٢	٠	٠	٠	٢	٢	١	٠	٠	٠	٠	٠	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١
٣	١	٠	١	٠	٢	١	١	٠	٠	٣	٠	١	١	١	١	٠	٠	١	١	٠
٤	٠	٠	٠	٠	٢	١	١	٢	١	٠	٠	٢	١	٢	١	٠	٠	٠	٠	٠
٥	٣	٠	٠	٠	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	١	٠	٠	٣	٠	٠	٠	٠	٠
٦	٣	٠	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢	٠	٢	٠	٠	١	٠	٠	٠
٧	١	٠	٠	١	٢	٠	٢	٢	٠	٠	٠	٢	١	٢	٢	٠	٣	٠	٠	٢
٨	٠	٠	٣	٣	٢	٣	١	١	١	٣	٠	٢	٣	٢	٣	٠	٣	٠	٢	٢
٩	٣	١	٢	٢	٣	١	٠	٣	٠	٣	٠	١	٢	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠
١٠	٣	١	٣	٣	٢	٣	٣	١	٢	٣	٣	٣	٣	٠	٣	٠	٣	١	١	١
١١	٣	٣	٣	٢	٣	٣	٢	٣	٢	٠	٠	٢	١	٠	١	٠	٢	٠	٠	١
١٢	٣	٠	١	٠	٠	٣	٠	٢	٠	٣	٠	٠	١	٠	٣	٠	٢	٠	٠	٠
١٣	١	٠	١	٠	٢	٠	٠	٠	٠	٣	٠	٠	٠	٠	١	٠	٠		٠	٠
١٤	٣	٠	٢	٢	١	١	١	٢	٠	٣	١	٠	١	١	٠	٠	٢	٠	٠	٠
١٥	١	٠	٠	١	٢	٠	٠	٢	٠	٣	٠	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
١٦	١	٠	٢	٢	١	٣	١	٢	٢	٠	٠	٠	١	٠	٣	٠	٣	٠	٣	٢
١٧	٣	٣	١	٣	٣	٣	٣	٣	٢	٣	٣	٣	٣	٢	٢	٣	٣	٣	٣	٣
١٨	٣	٢	٣	٢	٣	٣	١	٢	٠	٣	٠	٣	١	٢	٣	٠	٢	٠	١	١
١٩	١	١	٢	٣	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٠	٢	١	١	٣	١	٣	٠	٣	٢
٢٠	٣	٣	٢	٣	٢	٣	٣	٣	٢	٣	٢	٣	٢	٢	١	٠	٣	١	٢	٠
٢١	٣	٣	٢	١	١	٣	٢	٢	٢	١	٢	١	٢	٠	١	١	١	٢	٢	١
٢٢	٠	١	٣	١	٠	٢	٠	٣	٢	٢	١	٠	١	٠	٣	٠	٠	٠	١	١
٢٣	٣	٢	٠	٠	٢	٠	٠	٠	٠	١	٢	٢	٠	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٢٤	٣	٣	٢	١	١	٠	١	٣	١	٣	٣	٠	١	٠	١	٠	٠	٠	٠	١
٢٥	١	٢	٣	١	١	٢	٣	٣	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٣	١	١	٢	١	١
$\sum_{i=1}^{15} Ci$	٤٧	٢٨	٣٨	٣٦	٤٣	٣٩	٢٨	٤٣	٢٢	٤٨	١٩	٣٧	٣١	٢٣	٤٢	٧	٣٣	١١	٢١	١٩

1-Clarke (2008),2-City of Calgary (2008),3-Sutherland and Morrish (2006),4-City of Whittle sea (2009),5-Narrabri Shire Council(2001),6-City of Charles Strut(2009),7-Heramb (2007),8- Vander slice (1998),9-Ashland City Council (1999),10-Access Minneapolis (2008),11-CDOT (2007),12-Pima County (2005),13-Neighborhood Streets Project Stakeholders (2000)14-City of Aurora (2007),15-Burde(1999),16-Boodlal (2001)17-UTTIPEC(2009)18-City of New York(2009),19-RDM (2010),20- City of Tacoma (2009),

۲۱-آئین نامه طراحی راه های شهری (۱۳۷۵)،۲۲- آئین نامه طرح هندسی راه ها(۱۳۷۵)،۲۳- آئین نامه ایمنی راه های کشور(۱۳۹۳)،۲۴- آئین نامه طبقه بندی راه های شهری(۱۳۹۰)،۲۵-دستورالعمل سه جلدی تسهیلات پیاده روی(۱۳۷۶)

گام سوم:محاسبه ضریب هریک از معیارها

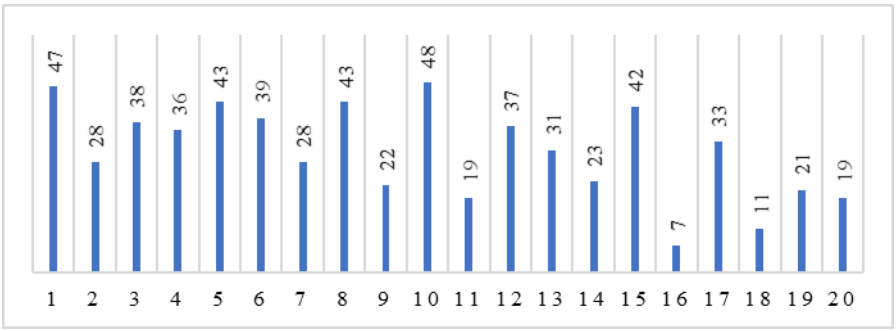
ضریب شاخصهای ایمنی (C) معرف اثربخشی هر شاخص ایمنی برای شاخص ایمنی عابرپیاده است. بنابراین اهمیت و الویت هر شاخص بتوسط C نشان داده میشود. این ضریب، با ارزیابی اهمیت شاخص برای دستورالعملهای گوناگون براورد میگردد. اگر یک شاخص دارای میزان اهمیت بالا باشد با تفصیل بیشتری در دستورالعملها و استانداردهای بیشتر شرح داده میشود. برخی از دستورالعملها بیانگر آن هستند که برخی از شاخصها باید در خیابانها مدنظر قرار گیرند اما هیچگونه استانداردی برای چگونگی تامین آنها پیشنهاد نشده است. بعلاوه، برخی از دستورالعملها شاخصهایی ارائه میدهندک ه بیش از فقط توصیه هایی ساده هستند اما استاندارد کاملی در اختیار قرار نمیدهند. با این حال برخی از دستورالعملها، توصیفات و استانداردهای کامل برای برخی از شاخصها ارائه میدهند. در نتیجه سه گروه برای توصیف شاخصهای ایمنی هنگام استفاده از دستورالعملهای گوناگون وجود دارد. این گروهها میتوانند عمق ارزیابی (D) را برای هر شاخص نشان دهند. نتایج نمیتوانند از یک ارزیاب به ارزیابی دیگر چندان تغییر کنند زیرا شرایط طبقه بندی، استانداردها و توصیفات یکسانی برای معرفی مرزهای هر گروه مورد استفاده قرار میگیرد. برای مثال UTTIPRC (۲۰۰۹) دارای استانداردهای کاملی برای بالابر است. اما درنظرگیری اسفالت لمسی (هدایتگر) برای خیابانها بسادگی توسط کلارک (۲۰۰۸) توصیه شده بدون اینکه استاندارد یا توضیحی ارائه شود. هرامب (۲۰۰۷) بنوعی درنظرگیری رمپهای مناسب را برای عابرین پیاده توصیف کرده اما استاندارد کافی ارائه نداده است. بنابراین عمق ارزیابی UTTIPEC برای بالابر ۳ است. عمق ارزیابی کلارک برای آسفالت لمسی، ۱ است (هدایتگر)، و عمق ارزیابی هرامب برای رمپها ۲ است. بعلاوه برخی از شاخصها توسط برخی از دستورالعملها مورد استفاده قرار نگرفته اند. برای مثال سیگنال مخصوص عابرین پیاده توسط شهر ویتلسی (۲۰۰۹) ذکر نشده که بدین معناست که در این مورد D برابر است با صفر.حضور یک شاخص در چندین دستورالعمل حاکی از آن است که برای شرایط ایمن، ضروری است. بنابراین این شاخص ممکن است ضریب بالاتری داشته باشد. بعلاوه، وقتی امکاناتی مهم شناخته شده باشد جزئیات و ساتاندارهای مفصل تری برای آن در دستورالعملها موجود است. بر این اساس عمق ارزیابی (D) که یک روش رتبه بندی است که شاخصها و تعداد دستورالعملهایی را طبقه بندی میکند که شاخصهایی بخصوص را مدنظر قرار داده اند برای محاسبه ی C بکار گرفته شد. در جدول ۱، D برای هر شاخص و دستورالعمل ارائه شده است. در جدول ۲ تعداد دستورالعملهایی که شاخص i را با عمق ارزیابی j ارزیابی میکنند ارائه شده است (جدول Nij). بنابراین ضریب هر شاخص عابرپیاده بصورت زیر تعریف میگردد (به معادله (۲) و شکل ۱ مراجعه کنید):

جدول ۵:محاسبه Nij برای ارزیابی شاخص ایمنی عابرپیاده

عمق ارزیابی	شاخص ها																				
	۱				۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱	۸	۴	۴	۷	۶	۶	۸	۳	۳	۲	۲	۲	۶	۱۳	۴	۸	۴	۴	۴	۴	۶	۸	
۲	۰	۳	۸	۷	۱۱	۳	۴	۸	۸	۲	۴	۴	۸	۳	۸	۲	۰	۴	۲	۳	۴	۲	
۳	۱۳	۶	۵	۵	۴	۹	۴	۸	۱	۱۴	۳	۵	۴	۱	۱۰	۱	۷	۱	۳	۱	۳	۱	

معادله ۱- $Ci=\sum_{j=1}^{3}(Dj\ Nij)$,	a- D1 (**ناقص**) = ۱ ؛D2 (**نیمه کامل**) = ۲ ؛D3(**کامل**) = ۳
درحالیکه: c = ضریب شاخص ایمنی i= تعداد شاخص j= عمق تعداد ارزیابی D= عمق ارزیابی	D0= 0 (ذکر نشده) D1 = 1 (ناقص) D2 = 2 (نیمه کامل) D3 = (کامل) N = تعداد دستورالعملها (Nij = تعداد دستورالعملهایی که شاخص i را با عمق ارزیابی j ارزیابی میکنند.
بصورتی که داریم: C_1= (8×1) + (0×2) + (13×3) =47 C_2=28,C_3=38,C_4=36,C_5=43.C_6=39,C_7=28,C_8=43,C_9=22,C_{10}=48,C_{11}=19,C_{12}=37,C_{13}=37 C_{14}=23,C_{15}=42,C_{16}=7,C_{17}=33,C_{18}=11,C_{19}=21,C_{20}=19.	

تمامی ضرایب شاخصهای ایمنی براساس معادله زیر محاسبه شده اند.



نمودار۱: وزن هریک از شاخص ها

گام چهارم:محاسبه نمره ایمنی SI

Sii برای بدست اوری شاخص ایمنی عابرپیاده مورد نیاز است. مقایسه ی استانداردهای دستورالعمل ترکیبی (استانداردهای ترکیبی برای هر شاخص) با شرایط خیابانهای موجود برای محاسبه ی SIi مورد استفاده قرار گرفت. این دستورالعمل ترکیبی بصورت دستورالعمل ایمنی عابرپیاده تعریف شده است. استانداردهای طراحی که به صورت جهانی کاربردی هستند انتخاب شدند تا این مدل برای محیطهای اجتماعی- اقتصادی گوناگون مفید باشد. بعلاوه این روش، استانداردها را با شرایط موجود مقایسه میکنند. بنابراین با استفاده از استانداردهای کامل و جهانی میتوانند میزان تطابق یک خیابان با استانداردهای جهانی را مشخص ساخت. کامل بودن یک عامل موثر برای انتخاب استانداردها برای شاخصهایی است که در دستورالعملها با یکدیگر تفاوت دارند. در جدول ۴ مراجع و ماخذها برای استانداردهای شاخص گوناگون نشان داده شده است.

SIi، یک عدد بین ۰ و ۱ است. بالاترین سازگاری با استانداردها در ۱ اتفاق می افتد و هیچگونه تناسبی در ۰ بدست نمیاید. علاوه بر این، چندین نقطه برای شرایطی که تناسب بین ۰ و ۱ وجود دارد برقرار است. در جدول زیر نشان داده شده چگونه SIi برای هر شاخص ایمنی در مطالعه ی موضوعی محاسبه شده است.

	SI_{20}	SI_{19}	SI_{18}	SI_{17}	SI_{16}	SI_{15}	SI_{14}	SI_{13}	SI_{12}	SI_{11}	SI_{10}	SI_9	SI_8	SI_7	SI_6	SI_5	SI_4	SI_3	SI_2	SI_1
S_1	۱	۰.۶۸	۰.۵۶	۰.۴۸	۰	۰.۸۹	۰.۸۹	۰.۴۱	۱	۰.۸۱	۱	۱	۱	۰.۸۳	۱	۰.۷۶	۱	۱	۱	۰
S_2	۰.۶	۰.۶۹	۰.۵۶	۰.۲۹	۱	۰.۹۴	۰.۹۴	۰.۸۴	۱	۰.۶۷	۰.۹۳	۱	۱	۰.۸۳	۱	۰.۹۱	۱	۱	۱	۰
S_3	۰.۲۱	۰.۴۶	۰.۵۹	۰.۱۳	۰	۰.۸۷	۰.۸۷	۰.۱۳	۰.۶۷	۱	۰.۹۳	۰.۸۹	۰.۸۹	۰.۶۷	۱	۰.۸۱	۰.۶۷	۱	۰.۵	۱
S_4	۰.۶۶	۰.۱۸	۰.۳۶	۰.۲۱	۰	۰.۸۵	۰.۴۵	۰.۶۸	۰.۱۷	۰.۶۹	۰.۴۶	۰.۱۳	۰.۴۵	۰.۷۵	۰.۳۱	۰.۳۳	۰.۲۸	۰.۱۴	۰.۲۵	۱
S_5	۰	۰	۰	۰.۲۷	۰	۰.۹۳	۰	۰	۰.۲۷	۰.۷۵	۰.۶۳	۰.۶۹	۰.۴۹	۰.۶۳	۰.۲۱	۰.۲۹	۰.۱۶	۰.۳۱	۰	۱
S_6	۰.۶۶	۰.۵۳	۰.۵۳	۱	۰	۰.۹۱	۰.۹۱	۰.۲	۰.۷۳	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۸۲	۰.۶۹	۱	۱	۰.۷۵	۰
S_7	۰.۲۱	۰.۱۳	۰.۱	۰.۳	۰	۰.۷۸	۰.۴۶	۰.۲	۰.۵۸	۰.۳۱	۱	۱	۰.۴	۰.۵	۰.۲۵	۰.۳۴	۰.۳۳	۱	۰.۷۵	۱
S_8	۰.۹۳	۰.۸۳	۰.۸۲	۰.۲۸	۰	۱	۰.۹	۰.۴۱	۰.۹۳	۱	۱	۱	۱	۰.۹۲	۰.۹۲	۰.۹۶	۱	۱	۱	۰
S_9	۰.۲۴	۰.۴۹	۰.۴۱	۰.۴۴	۰	۰.۸۱	۰.۸۱	۰.۲۳	۰.۸۵	۰.۷۵	۱	۱	۰.۸	۰.۳۱	۰.۶۳	۰.۵۶	۰.۶۳	۱	۰.۵	۱
S_{10}	۰.۸	۰.۳۲	۰.۵۶	۰.۲۳	۰	۱	۰.۲۵	۰.۶۱	۰.۲۵	۰.۲۵	۰.۴۶	۱	۰.۴۶	۰.۶۸	۰.۴۲	۰.۴۵	۰.۵۴	۰.۵۶	۰	۱
S_{11}	۰.۹۱	۰	۰.۸۸	۰.۸۸	۰	۱	۰.۲	۰.۳۱	۰.۲۶	۱	۰.۸۳	۰.۷۱	۰.۸۷	۰.۴۸	۰.۲۸	۰.۳۱	۰.۱۲	۰.۱۵	۱	۰
S_{12}	۱	۰.۲۸	۰.۸۹	۰.۴۴	۰	۱	۱	۰.۸۸	۰.۶۴	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۸۶	۰.۸۲	۱	۱	۱	۰
S_{13}	۰.۹۶	۰.۶	۰.۵۵	۰.۷۷	۱	۱	۰.۳۶	۰.۷۴	۰.۷۶	۰.۷۵	۱	۱	۰.۹۱	۱	۰.۷۶	۰.۶۸	۰.۴۹	۱	۰.۷۵	۰
S_{14}	۱	۰.۳۱	۰.۰۲	۰.۹	۱	۱	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۶۵	۰.۸۶	۱	۱	۰.۵۸	۱	۰.۴۳	۰.۵۹	۱	۱	۰.۷۵	۱
S_{15}	۱	۰.۶۹	۰.۵	۰.۲۲	۱	۱	۰.۸۹	۰.۸۹	۰.۸۷	۰.۳۷	۰.۸۲	۱	۰.۷۸	۰.۸۲	۰.۶۵	۰.۳۵	۰.۶۹	۰.۸۶	۰.۵	۱
S_{16}	۱	۰.۶۵	۰.۲۵	۰.۳۱	۱	۱	۰.۸۹	۰.۸۹	۰.۸۹	۰.۴۱	۰.۵۱	۰.۴۱	۰.۵۵	۰.۶۴	۰.۳۲	۰.۳۱	۰.۳۷	۰.۲۵	۱	۱
S_{17}	۰	۰.۸۷	۰.۶۹	۰	۰	۰.۸۹	۰.۱۲	۰.۶۵	۰.۶۵	۱	۰.۴۷	۰.۱۷	۰.۴۵	۱	۰.۶۵	۰.۳۱	۰.۷۹	۰.۴۸	۰.۷۵	۰
S_{18}	۰	۰.۳	۰.۷۹	۰.۲۸	۰	۰.۸۷	۰.۸۹	۰.۸۹	۰.۸۶	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۶۳	۰.۳۳	۰.۳۱	۱	۰.۵	۰
S_{19}	۱	۰.۴۵	۰.۳	۰.۶۴	۱	۱	۰.۷۲	۰.۷۲	۰.۷۵	۰.۴	۱	۱	۰.۱۹	۰.۱۹	۰.۴	۰.۴۹	۰.۳۱	۱	۰.۲۵	۱
S_{20}	۱	۰.۴۷	۰.۳۳	۰.۴۷	۰	۱	۰.۷۸	۰.۳۲	۰.۲۸	۰.۶	۰.۲۸	۰.۵۵	۰.۵۶	۰.۵۶	۰.۳۱	۰.۴۹	۰.۳۱	۰.۱۲	۰	۱
S_{21}	۰.۶۹	۰	۰.۱۲	۰.۹۴	۰	۱	۰.۳۴	۰.۳۶	۰.۶۹	۰.۲۲	۰.۸۶	۱	۰.۱۱	۰.۲۶	۰.۵۶	۰.۵۶	۰.۶۵	۰.۲۹	۰	۱
S_{22}	۰.۶	۰.۸۶	۰.۶۱	۰.۲۳	۰	۰.۹۶	۰.۰۴	۰.۴۶	۰.۴۶	۱	۰.۷۱	۰.۷۱	۰.۲۲	۰.۸۶	۰.۶۸	۰.۲۳	۰.۸۷	۰.۳۵	۱	۰
S_{23}	۱	۰	۰	۰.۱۸	۰	۱	۰.۲۸	۰.۶۴	۰.۶۹	۱	۱	۱	۰.۹۷	۰.۸۶	۰.۸۶	۰.۸۶	۰.۷۳	۰.۸۶	۰.۷۵	۱
S_{24}	۰.۸۸	۰.۳۳	۰.۴۱	۰.۷۲	۰	۱	۰.۴۴	۰.۹	۰.۴۶	۰.۹۷	۰.۷۱	۰.۷۱	۰.۹۷	۰.۷۲	۰.۶۸	۰.۶۸	۱	۰.۶۳	۰.۵	۰
S_{25}	۰.۰۴	۰	۰.۳۳	۰.۳۳	۱	۰.۹۶	۰.۹۶	۰.۹۲	۰.۶۹	۱	۰.۹۴	۱	۰.۸۸	۱	۰.۸۴	۰.۸۴	۱	۱	۰	۰
S_{26}	۰.۹۲	۰.۱۴	۰.۳۳	۰.۱	۰	۰.۹۸	۰.۹۸	۰.۸۵	۰.۸۵	۰.۴	۱	۱	۱	۱	۰.۹۱	۰.۶۳	۰.۸۸	۰.۸۴	۰.۵	۱
S_{27}	۱	۰.۸۶	۰.۶۵	۰.۶۹	۰	۱	۰.۹۹	۰.۶۷	۰.۶۷	۰.۴	۰.۲۹	۱	۱	۱	۰.۹۱	۰.۹۱	۱	۱	۱	۱
S_{28}	۱	۰.۳	۰.۸	۰.۱۷	۰	۱	۰.۸۲	۰.۳۲	۰.۸	۰.۴	۰.۸	۰.۸۹	۰.۸۹	۰.۸۹	۰.۹۳	۰.۹۹	۰.۹۳	۰.۴۱	۰.۷۵	۱

جدول۶: محاسبه نمره **SI** برای شاخص ها

جدول ۷:معادلات محاسبه شاخص PSI

توصیف شاخص ارزیابی	
۱-سرعت عبور و مرور کمتر (محدودیت سرعت)	٦-کف سازی پیاده‌رو
$SI_1=\begin{cases}0 \text{ if } s > 50\\1 \text{ if } s \le 50\end{cases}$ S = متوسط سرعت وسیله نقلیه در خیابان Km/h	SI6 = C/N W= 1.5 C = مساحت دارای آسفالت استاندارد (m^2) $N=\begin{cases}(\text{طول تقاطع} \times \text{طول خیابان در دو طرف}) \times 1.8 \text{ if } W < 1.80\ m\\(\text{طول تقاطع} \times \text{طول خیابان در دو طرف}) \times W \ge \text{if } W\ 1.80\ m\end{cases}$ W = عرض پیاده‌رو (m) اگر W در بخش‌های مختلف خیابان تفاوت داشته باشد Wi=عرض پیاده‌روی در بخش i Ci=مساحت آسفالت استاندارد در بخش i (m^2) $SI6=\left(\sum_{i=1}^{k}(PCi \times li)\right)\Big/(\text{طول تقاطع} - \text{طول خیابان در دو طرف})$ I=1,2,3,...K(بخش‌های مختلف خیابان با عرض متغیر برای پیاده‌روها) PCi = Ci/Ni
۲-لاین عبور و مرور کمتر (تعداد لاین حرکتی).	
$SI_2=\begin{cases}0 \text{ if No lanes} > 5\\0.25 \text{ if No lanes} = 5\\0.5 \text{ if No lanes} = 4\\0.75 \text{ if No lanes} = 3\\1 \text{ if No lanes} \le 2\end{cases}$	
۳-فاصله عبور کوتاه‌تر (محدودیت آکس سواره).	
$SI_3=\begin{cases}1 \text{ if } P \ge 1 \text{ نیاز ندارد و پیاده راه است}\\P \text{ if } p < 1\\0 \text{ if t با اینکه پیاده راه نیست نیاز ندارد}\end{cases}$ $P=C/N$ C= تعداد استاندارد جداول موردنیاز به بسط. N= تعداد کل بسط جدول‌ها که خیابان نیاز دارد.	
٤-فاصله عبور کوتاه‌تر (انقطاع رفیوژ).	۷-خط‌کشی عبور عابر پیاده.
$SI_4=\begin{cases}\text{مجموع بخش‌هایی که بیشتر از } 120 \text{ هستند متر } Pi/\\\text{مجموع طول خیابان کمتر از } 120 \text{ متر باشد و } 0 = Ci = 0\end{cases}$ $PI_4=\begin{cases}1 \text{ if } Pci\ P\ 1\\Pci \text{ if } Pci < 1\end{cases}$ $Pci = ci/ni$ I=1,2,3, ...k (بخش‌های گوناگون خیابان بین تقاطع‌هایی که بیش از ۱۲۰ متر هستند). Ci= تعداد محله‌های عبور مرکزی استاندارد در بخش i Ni= طول خیابان در بخش i /۱۲۰	$SI_7=\begin{cases}1 \text{ if } P \ge 1\\1 \text{ if } P < 1\end{cases}$ $P=C/N$ C= تعداد علائم راهنمایی و راهنمایی استاندارد مخصوص محل عبور عابر پیاده N= تعداد محل‌های عبور عابر پیاده که خیابان به آن‌ها نیاز دارد (در تقاطع‌ها)
٥-چشم‌انداز و درختان	۸-جان‌پناه یا جزیره میانی
$SI5 = (P1 + P2)/2$ $P_1 = F/N$ F=طول خیابانی که دارای شرایط استاندارد فضای خالی عمودی است. N=طول خیابان (هر دو سمت)-طول کلی تقاطع‌ها و محدودیت‌های استاندارد منظور شدهٔ آن‌ها(m) $P_2 = NI/I$ NI = تعداد تقاطع‌های دارای شرایط استاندارد ثانویه I = تعداد کل تقاطع‌ها	$SI_8=\begin{cases}1 \text{ if } P \ge 1\\1 \text{ if } P < 1\end{cases}$ $P=C/N$ C=تعداد جان‌پناه‌های استاندارد در محل‌های عبور عابر پیاده N= تعداد جان‌پناه‌های استاندارد موردنیاز در محل‌های عبور عابر پیاده

ادامه جدول ۷:معادلات محاسبه شاخص PSI

توصیف شاخص ارزیابی	
۹-لچکی تقاطع	۱۳-پیاده‌رو در هر دو طرف خیابان.
SI_9= اگر مقدار ۱ بشود یعنی نیازی به این مورد نیست $P = C/N$ C=تعداد مثلثی‌های استاندارد N= تعداد مثلثی‌هایی که خیابان دارد	$SI_{13} = (a + m)/2$ $a = \begin{cases} 1 \text{ if } P1 \geq 1 \\ P1 \text{ if } P1 < 1 \end{cases}$ $P_1 = l1/N1$ L_1=طول پیاده‌رو در یک سمت (m) N_1= طول خیابان – طول تقاطع‌ها در یک‌طرف (m) $m = \begin{cases} 1 \text{ if } P2 \geq 1 \\ P2 \text{ if } P1 < 1 \end{cases}$ p2= l2/N2 l_2= طول پیاده‌رو در سمت مقابل (m) n_2= طول خیابان – طول تقاطع‌ها در طرف دیگر (m)
۱۰-خط‌کشی توقف	
$SI_{10} = \begin{cases} 1 \text{ if } P \geq 1 \text{ مجموع بخش‌هایی که بیشتر از } 120 \text{ هستند متر} \\ P \text{ if } P < 1 \\ 0 \text{ if محل عبور کافی نیست و نیازی ندارد} \end{cases}$ P=C/N C = تعداد نوارهای توقف پیشرفته استاندارد N = تعداد کل نوارهای توقف پیشرفته که خیابان نیاز دارد.	۱۴-تابلوها و چراغ‌های راهنما.
۱۱-بولارد.	$SI_{14} = P = C/N$ C= تعداد کل امکانات تقاطع‌هایی که تابلو و علائم عبوری دارند. N = تعداد کل امکانات عبوری که خیابان بدان‌ها نیاز دارد
$SI_{11} = \begin{cases} 1 \text{ if } P \geq 1 \\ 1 \text{ if } P < 1 \end{cases}$ $P = C/N$ C= تعداد کل ردیف‌های بولارد استاندارد. N= (کل محل عبور عابر پیاده + کل بخش‌های میانی محل عبور عابر پیاده که خیابان به آن‌ها نیاز دارد) x ۲.	۱۵-روشنایی.
۱۲-شیب.	$SI_{15} = \begin{cases} 1 \text{ if } P \geq 1 \\ P \text{ if } P < 1 \end{cases}$ $P = C/N$ $C = \begin{cases} (Pi/\text{مجموع بخش‌هایی که بیشتر از } 120 \text{ متر هستند}) \\ 0\% \text{ مجموع طول خیابان کمتر از } 120 \text{ متر باشد} \end{cases}$ D = فاصله بین تیرهای چراغ (m) N = (طول خیابان (هر دو سمت) – طول تقاطع‌ها) (m) اگر D در بخش‌های مختلف خیابان متغیر باشد $SI_{14} = \sum_{i=1}^{k} ci / \sum_{i=1}^{k} Ni$ i=1,2,3,...k= بخش‌های مختلف خیابان با فواصل گوناگون بین تیرهای چراغ). $Ci = \begin{cases} (\text{طول خیابان و چراغ پیاده در بخش i}) \times 9) = D \text{ if } D > 9 \text{ m} \\ (\text{طول خیابان و چراغ پیاده در بخش i}) \text{ if } D \leq 9 \text{m} \end{cases}$ Ni = طول خیابان در بخش i (m)
SI12 = C/N C=مساحت پیاده‌رو با شیب استاندارد (m^2) $N = \begin{cases} (\text{طول تقاطع} \times \text{طول خیابان در دو طرف}) \times 1.8 \text{ if } W < 1.80 \text{ m} \\ (\text{طول تقاطع} \times \text{طول خیابان در دو طرف}) \times W \geq \text{if } W\ 1.80 \text{ m} \end{cases}$ W = عرض پیاده‌رو (m) اگر W در بخش‌های مختلف خیابان تفاوت داشته باشد Wi=عرض پیاده‌روی در بخش i Ci=مساحت آسفالت استاندارد در بخش i (m^2) $S_{12} = \left(\sum_{i=1}^{k} (PCi \times li)\right) / (\text{طول تقاطع} - \text{طول خیابان در هر دو طرف})$ i=1,2,3,...K (بخش‌های مختلف خیابان با عرض متغیر برای پیاده‌رو ها) DICi = Ci/Ni Ci=مساحت پیاده‌رو با شیب استاندارد در بخش i (m^2) $Ni = \begin{cases} (\text{طول خیابان در بخش i}) \times 1.8 \text{ if } W < 1.80 \text{ m} \\ (\text{طول خیابان در بخش i}) \times W \geq \text{if } W\ 1.80 \text{ m} \end{cases}$ Li= طول خیابان (در بخش i) (m)	

ادامه جدول ۷:معادلات محاسبه شاخص PSI

توصیف شاخص ارزیابی
۱۶-بالابر.
$SI_{16}=C/N$ **C**= تعداد کل بالابرهای استاندارد **N**= تعداد کل بالابرهای که خیابان بدان‌ها نیاز دارد **SI** =اگر یک باشد گر خیابان نیازی به بالابر ندارد و امکانات عبوری کافی وجود دارد **SI**= اگر صفر بشود خیابان به بالابر نیاز دارد و امکانات عبوری کافی نباشند.
۱۷-رمپ جدول.
SI17= $\begin{cases} 1 \text{ If } p \geq 1 & \text{نیاز دو ندارتسهیلات کافی است} \\ p \text{ if } < 1 & \\ 0 & \text{تسهیلات کافی نیست و نیاز ندارد} \end{cases}$ **P = C/N** **C**= تعداد رمپ‌های جدول دار استاندارد **N**= تعداد کل رمپ‌های جدول دار که خیابان به آن‌ها نیاز دارد.
۱۸-موزاییک بریل هدایتگر.
$SI_{18}=\begin{cases} 1 \text{ if } P \geq 1 \\ 1 \text{ if } P < 1 \end{cases}$ $P=C/N$ **C= طول استاندارد ردیف‌های موزاییک بریل هدایتگر به متر (m)** **N= طول موردنیاز ردیف‌های موزاییک بریل هدایتگر به متر (m)**
۱۹-موزاییک بریل هشدار
$SI_{19}=\begin{cases} 1 \text{ if } P \geq 1 \\ 1 \text{ if } P < 1 \end{cases}$ $P=C/N$ **C**= تعداد ردیف‌های آسفالت لمسی هشداردهنده استاندارد **N**= تعداد ردیف‌های آسفالت لمسی هشداردهنده موردنیاز
۲۰-رمپ
SI20= $\begin{cases} 1 \text{ If } p \geq 1 & \text{نیاز دو ندارتسهیلات کافی است} \\ p \text{ if } P < 1 & \end{cases}$ **P = C/N** **C**= تعداد رمپ‌های جدول دار استاندارد **N**= تعداد کل رمپ‌های جدول دار که خیابان به آن‌ها نیاز دارد.

ماخذ: (Asadi shekari et.al:2014)

گام پنجم:محاسبه نمره نهایی PSI

در این تحقیق، یک شاخص ایمنی عابرپیاده مبتنی بر سیستم نقطه ای برای درجه بندی خیابانها جهت ارزیابی امکانات ایمنی در خیابانهای شهری پیشنهاد شده است. این شاخص ها که مرتبط با امکانات ایمنی هستند همگی دارای اثراتی مشابه بر شاخص ایمنی عابرپیاده نیستند. درنتیجه هر شاخص ممکن است ضریبی مختص بخود داشته باشد. به لحاظ حسابی، شاخص ایمنی عابرپیاده را میتوان بصورت زیر تعریف کرد (به معادله (۱) مراجعه کنید): بمنظور تسهیل شناخت مقدار شاخص ایمنی عابرپیاده در یک سیستم رتبه بندی ویژه شاخص ایمنی عابرپیاده % تعریف شده است. مقدار شاخص ایمنی عابرپیاده% PSIعبارتست از درصد شاخص ایمنی عابرپیاده موجود به نسبت شاخص ایمنی عابرپیاده ایده آل. شاخص ایمنی عابرپیاده ایده آل زمانی رخ میدهد که سازگاری با استانداردها برای تمامی شاخصها رخ میدهد و وقتی تمامی SIi ها برابر با ۱ باشند. شاخص ایمنی عابرپیاده% بصورت زیر نشان داده میشود (معادله (۳)):

معادله ۲-	$PSI = \sum_{i=1}^{20} Ci\ SIi$
PSI= شاخص ایمنی عابرپیاده	
i= تعداد شاخص	
c= ضریب شاخص ایمنی	
SI= نمره ی شاخص ایمنی	

درحالیکه:	$PSI\% = \frac{PSI}{\sum_{i=1}^{20} C_i} \times 100,,$
PSI% = درصد شاخص ایمنی عابرپیاده	
PSI = شاخص ایمنی عابرپیاده	
i= تعداد شاخص	
c = ضریب شاخص عابرپیاده.	

جدول۶ طبقه بندیهای گوناگون را برای رتبه بندی شاخص ایمنی عابرپیاده و تفاسیر آنها را نشان میدهد. رتبه ی A برای شاخص ایمنی عابرپیاده نشان دهنده بالاترین شرایط ایمنی برای عابرپیاده است. رتبه بندی B برای شاخص ایمنی عابرپیاده ممکن است با برخی از بهبودرسانی ها قابل قبول باشد درحالیکه رتبه بندی C مستلزم توجه و بهبود بیشتر است. رتبه ی زیر C نیازمند بهبودرسانی قابل توجه است.

	$SI_{1,}C_1$	$SI_{2,}C_2$	$SI_{3,}C_3$	$SI_{4,}C_4$	$SI_{5,}C_5$	$SI_{6,}C_6$	$SI_{7,}C_7$	$SI_{8,}C_8$	$SI_{9,}C_9$	$SI_{10,}C_{10}$	$SI_{11,}C_{11}$	$SI_{12,}C_{12}$	$SI_{13,}C_{13}$	$SI_{14,}C_{14}$	$SI_{15,}C_{15}$	$SI_{16,}C_{16}$	$SI_{17,}C_{17}$	$SI_{18,}C_{18}$	$SI_{19,}C_{19}$	$SI_{20,}C_{20}$	***PSI***
S1	۰	۲۸	۲۸	۳۶	۱۸/۴۹	۲۹/۶۴	۳۲/۲۴	۴۲	۲۲	۴۸	۱۵/۳۹	۲۲/۰۰۰	۱۵/۱۷	۹/۲	۲۷/۲۸	۰	۱۵/۸۴	۶/۱۶	۱۴/۲۸	۱۹	۴۵۵/۷۹
S2	۰	۲۸	۲۸	۳۶	۳۹/۱۳	۳۲/۳۷	۲۸	۴۲	۲۲	۲۵/۰۴	۱۹	۲۳/۰۸	۳۱/۰۸	۴/۶	۲۹/۴۸	۷	۹/۵۷	۶/۱۶	۱۴/۴۹	۱۱/۴	۴۸۱/۳۲
S3	۴۷	۱۴	۲۴/۷	۱۰/۰۸	۳۴/۸۳	۲۶/۱۳	۱۴	۳۸/۲۷	۴۸/۰	۴۸	۱۹	۲۴/۷۹	۲۹/۲۳	۲/۹۹	۲۶/۵۴	۰	۴/۲۹	۶/۴۹	۹/۶۶	۲/۹۹	۴۲۵/۴۱
S4	۴۷	۷	۵/۳۲	۱۰/۰۸	۱۴/۱۹	۱۲/۰۹	۲۱	۱۹/۳۵	۲۵/۰۸	۲۲/۰۸	۱۲/۱۱	۶/۲۹	۲۵/۱۶	۱۰/۳۵	۲۵/۷	۶/۹۳	۶/۹۳	۲/۹۶	۲/۷۸	۸/۲۴	۲۷۴/۹۹
S5	۴۷	۰	۱۱/۷۸	۵/۷۶	۱۲/۴۷	۸/۱۹	۱۷/۶۴	۳۸/۲۷	۱۴/۲۴	۱۴/۲۵	۹/۹۹	۲۴/۷۹	۲۹/۲۳	۲/۹۹	۲۸/۲۲	۰	۸/۹۱	۰	۰	۰	۲۵۲/۰۶
S6	۰	۲۱	۲۸	۲۶	۲۹/۶۷	۳۱/۹۸	۲۸	۴۲	۲۲	۴۸	۱۹	۲۷/۰۱	۷/۴	۴/۶	۲۸/۲۲	۲۳	۵/۸۲	۰	۰	۰	۴۵۴/۹۱
S7	۴۷	۲۱	۸/۷۴	۲۶	۱۴/۶۲	۹/۷۵	۱۴	۱۷/۲	۲۲	۴۸	۵/۸۹	۲۱/۴۶	۱۷/۰۲	۱۰/۵۸	۲۲/۷۶	۹/۹	۱۲/۵۴	۹/۰۲	۱۵/۳۳	۱۷/۶۷	۴۸۷/۴۶
S8	۰	۲۸	۲۸	۲۶	۴۱/۲۸	۳۵/۸۸	۱۸/۲	۴۳	۲۲	۴۸	۱۹	۲۴/۴۱	۱۴/۸	۹/۴۳	۲۲/۸	۷	۱۲/۵۴	۹/۰۲	۱۵/۳۳	۱۷/۶۷	۴۸۷/۴۶
S9	۴۷	۱۴	۲۲/۶۸	۲۴/۰۸	۲۴/۵۷	۲۴/۵۷	۸/۶۸	۲۴/۴	۲۲	۴۸	۱۹	۲۲/۷۵	۸/۵۱	۵/۲۹	۲۴/۰۲	۰	۴/۵۱	۴/۵۱	۱۰/۲۹	۴/۵۶	۲۹۷/۲۴
S10	۴۷	۰	۲۱/۲۸	۱۹/۴۴	۱۹/۲۵	۱۶/۲۸	۱۹/۰۴	۴۳	۱۰/۱۲	۴۸	۴/۷۵	۹/۲۵	۲۲/۵۷	۸/۰۵	۸/۴	۷	۷/۵۹	۶/۱۶	۶/۷۲	۱۵/۲	۲۵۶/۹
S11	۰	۲۸	۵/۷	۴/۲۲	۱۲/۲۲	۱۰/۹۲	۱۲/۴۴	۳۷/۴۱	۱۵/۶۲	۳۹/۸۴	۱۹	۱۲/۲۲	۹/۶۲	۷/۱۲	۸/۴	۷	۲۹/۰۴	۰	۵/۸۸	۱۷/۲۹	۲۹۷/۲۸
S12	۰	۲۸	۲۸	۲۶	۲۹/۵۶	۳۵/۵۴	۲۸	۴۳	۲۲	۴۸	۱۹	۲۲/۶۸	۲۶/۲۶	۴/۶	۴۲	۰	۱۴/۵۲	۹/۷۹	۵/۸۸	۱۹	۴۹۰/۸۳
S13	۰	۲۱	۲۸	۱۷/۴۶	۲۹/۲۴	۲۹/۶۴	۲۸	۳۹/۱۲	۲۲	۴۸	۱۴/۲۵	۲۸/۱۲	۲۷/۲۸	۸/۲۸	۴۲	۷	۲۵/۴۱	۶/۱۰۵	۱۲/۶	۱۸/۲۴	۴۶۱/۹۸
S14	۴۷	۲۱	۲۸	۲۶	۲۵/۳۷	۸/۹۷	۲۸	۲۴/۹۴	۲۲	۴۸	۱۶/۲۴	۲۴/۰۵	۲۲/۲	۱۴/۹۵	۴۲	۷	۲۹/۷	۰/۲۲	۶/۵۱	۱۹	۴۸۱/۲۵
S15	۴۷	۱۴	۲۲/۶۸	۲۴/۸۴	۱۵/۰۵	۲۵/۳۵	۲۸	۲۳/۵۴	۱۷/۱۶	۲۹/۲۶	۷/۰۳	۲۱/۴۶	۲۳/۶۷	۲۰/۴۷	۴۲	۷	۷/۲۶	۰	۰	۱۹	۴۲۴/۸۷
S16	۴۷	۲۸	۹/۵	۹/۷۲	۱۲/۲۳	۱۲/۴۸	۱۷/۹۲	۲۲/۶۵	۹/۰۲	۲۴/۴۸	۷/۷۹	۱۴/۰۶	۹/۶۲	۱۴/۲۶	۴۲	۷	۱۰/۲۳	۰	۰	۱۲/۲۵	۳۰۵/۴۱
S17	۰	۲۱	۱۸/۲۴	۲۸/۴۴	۲۸/۲۷	۱۱/۳۱	۲۸	۱۹/۳۵	۳/۷۴	۲۲/۵۶	۱۹	۲۴/۰۵	۲۴/۰۵	۲۲/۲۸	۴۲	۷	۱۰/۲۳	۰/۵۵	۱۴/۴۹	۱۶/۵۲	۳۲۹/۲۲
S18	۰	۱۴	۲۸	۲۶	۲۱/۳۹	۲۴/۵۷	۲۸	۴۳	۲۲	۴۸	۱۹	۲۲/۵۲	۲۲/۹۳	۲۰/۴۷	۴۲	۷	۹/۲۴	۸/۶۹	۶/۳	۴/۲۷	۴۶۹/۲۲
S19	۴۷	۷	۲۸	۲۶	۲۹/۱۳	۲۹/۶۴	۲۸	۴۳	۲۲	۴۸	۷/۶	۲۷/۷۵	۲۰/۷۲	۱۶/۵۶	۴۲	۷	۲۱/۱۲	۱/۳۲	۰	۱۹	۵۰۰/۸۴
S20	۴۷	۰	۴/۵۶	۱۱/۱۶	۲۸/۲۷	۱۱/۳۱	۱۵/۶۸	۸/۱۷	۱۲/۱	۱۲/۴۴	۱۱/۴	۱۰/۲۶	۱۱/۸۴	۱۷/۹۴	۴۲	۰	۲۸/۷۱	۳/۶۲	۹/۴۵	۱۹	۳۱۶/۰۲
S21	۴۷	۰	۱۱/۰۲	۲۲/۴	۲۶/۰۸	۲۱/۸۴	۷/۲۸	۴/۲۲	۱۸/۹۲	۴۸	۱۲/۶۸	۲۵/۵۳	۱۲/۲۲	۷/۸۲	۴۲	۰	۳۱/۰۲	۰	۰	۹/۳۱	۲۴۸/۹۵
S22	۰	۲۸	۱۲/۳	۹/۸۹	۲۶/۵۲	۲۴/۰۸	۲۴/۰۸	۳۰/۹۶	۱۵/۶۲	۲۴/۰۸	۱۹	۱۷/۰۲	۱۷/۰۲	۰/۹۲	۲۱/۹۲	۰	۷/۵۹	۶/۷۱	۱۸/۰۶	۱۱/۴	۲۴۲/۴۱
S23	۴۷	۲۱	۲۲/۶۸	۲۶/۲۸	۲۵/۳۷	۳۲/۵۴	۴۱/۸۱	۲۲	۲۲	۴۸	۱۹	۲۵/۵۳	۲۲/۶۸	۶/۴۴	۴۲	۰	۵/۹۴	۰	۰	۱۹	۴۶۷/۱۷
S24	۰	۱۴	۲۲/۹۴	۲۶	۲۹/۲۴	۲۸/۰۸	۴۲	۴۲	۲۲۲	۲۴/۰۸	۱۸/۴۳	۱۷/۰۲	۲/۲۳	۱۰/۱۲	۴۲	۰	۲۲/۷۶	۴/۵۱	۴/۸۳	۱۶/۷۲	۲۹۹/۰۶
S25	۰	۲۸	۲۸	۲۶	۲۷/۴۱	۲۲/۷۶	۲۸	۳۷/۸۴	۲۲	۴۸/۱۲	۱۹	۲۵/۵۳	۰/۷۴	۲۰/۴۷	۴۰/۲۲	۷	۷/۵۹	۰	۰	۳۲/۵۴	۲۲۶/۵۴
S26	۴۷	۱۴	۲۱/۹۲	۲۱/۶۸	۲۷/۰۹	۲۵/۴۹	۲۸	۱۷/۲	۲۲	۴۸	۷/۶	۲۱/۲۵	۲/۵۹	۵/۲۹	۴۱/۱۶	۰	۲/۳	۲/۵۲	۲/۹۴	۱۷/۴۸	۴۱۶/۷۲
S27	۴۷	۲۸	۲۸	۲۶	۲۹/۱۲	۲۴/۹۱	۲۸	۴۲	۲۲۲	۱۲/۹۲	۵/۷	۲۴/۷۹	۲۶/۶	۱/۱۵	۲۲/۱۸	۷	۲۲/۷۷	۷/۱۵	۱۸/۰۶	۱۹	۴۹۰/۲۶
S28	۴۷	۲۱	۱۵/۵۸	۲۲/۴۸	۱۲۵/۴۷	۲۶/۸۱	۲۴/۹۲	۲۰/۱	۲۱/۲۴	۲۸/۴	۱۴/۸۲	۲۲/۲۱	۱۱/۸۴	۱۸/۸۶	۴۲	۷	۵/۶۱	۸/۸	۶/۳	۱۹	۴۲۵/۶۴

جدول ۸:محاسبه نمره PSI برای هریک از محورها

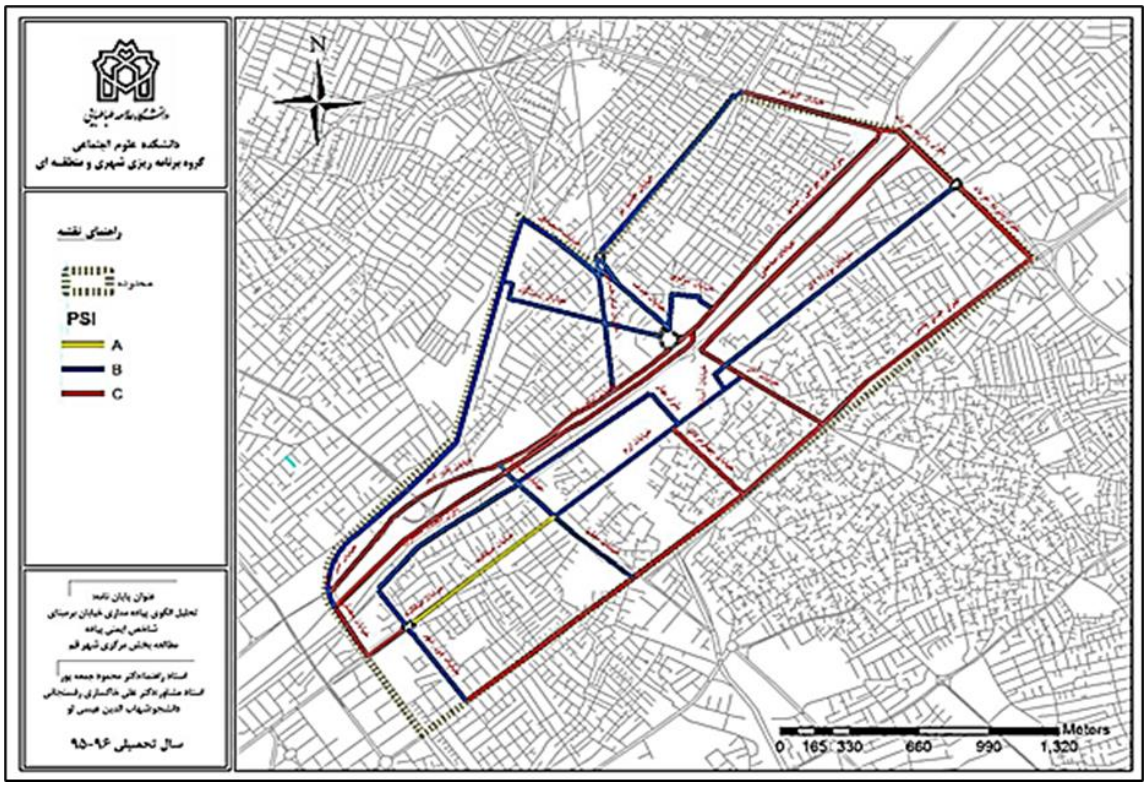
جدول ۹:محاسبه سطح ایمنی خیابان‌های بافت مرکزی شهر قم

مسیر	PSI%	$\sum_{1}^{20} Ci$	PSI	مسیر	PSI%	$\sum_{1}^{20} Ci$	PSI
S_1	۷۳	۶۲۱	۴۵۵/۷۹	S_{15}	۷۰	۶۲۱	۴۳۴/۸۷
S_2	۷۸	۶۲۱	۴۸۱/۳۲	S_{16}	۴۹	۶۲۱	۳۰۵/۴۱
S_3	۶۹	۶۲۱	۴۲۵/۴۱	S_{17}	۵۳	۶۲۱	۳۲۹/۷۲
S_4	۴۴	۶۲۱	۲۷۴/۹۹	S_{18}	۷۶	۶۲۱	۴۶۹/۲۲
S_5	۴۱	۶۲۱	۲۵۲/۰۶	S_{19}	۸۱	۶۲۱	۵۰۰/۸۴
S_6	۷۳	۶۲۱	۴۵۴/۹۱	S_{20}	۵۱	۶۲۱	۳۱۶/۰۲
S_7	۵۶	۶۲۱	۳۵۰/۷۴	S_{21}	۵۶	۶۲۱	۳۸۴/۹۵
S_8	۷۸	۶۲۱	۴۸۷/۳۶	S_{22}	۵۵	۶۲۱	۳۴۳/۴۱
S_9	۶۴	۶۲۱	۳۹۷/۳۴	S_{23}	۷۵	۶۲۱	۴۶۷/۱۷
S_{10}	۵۹	۶۲۱	۳۵۶/۹	S_{24}	۶۴	۶۲۱	۳۹۹/۰۶
S_{11}	۴۵	۶۲۱	۲۹۷/۳۸	S_{25}	۶۹	۶۲۱	۴۲۶/۵۴
S_{12}	۷۹	۶۲۱	۴۹۰/۸۳	S_{26}	۶۷	۶۲۱	۴۱۶/۷۲

گام ششم: تفسیر شاخص ایمنی عابرپیاده PSI٪

جدول ۱۰:تفسیر سطح ایمنی عابر پیاده در سطوح A تا E

رتبه بندی شاخص ایمنی عابرپیاده%	امتیاز مدل	تفسیر
A	۱۰۰-۸۰	بالاترین کیفیت (بسیار خوشایند)، وجود امکانات بسیار مهم ایمنی ایمنی برای عابر پیاده
B	۷۹-۶۰	بالاترین کیفیت (قابل قبول)، وجود برخی از امکانات ایمنی مهم مخصوص عابرپیاده
C	۵۹-۴۰	کیفیت متوسط (به سختی قابل قبول)، وجود امکانات ایمنی مخصوص عابرپیاده بدون فضای کافی برای بهبود
D	۳۹-۲۰	کیفیت پایین (ناراحت کننده)، حداقل امکانات ایمنی مخصوص عابرپیاده
E	۱۹-۰	پایین ترین کیفیت (ناخوشایند)



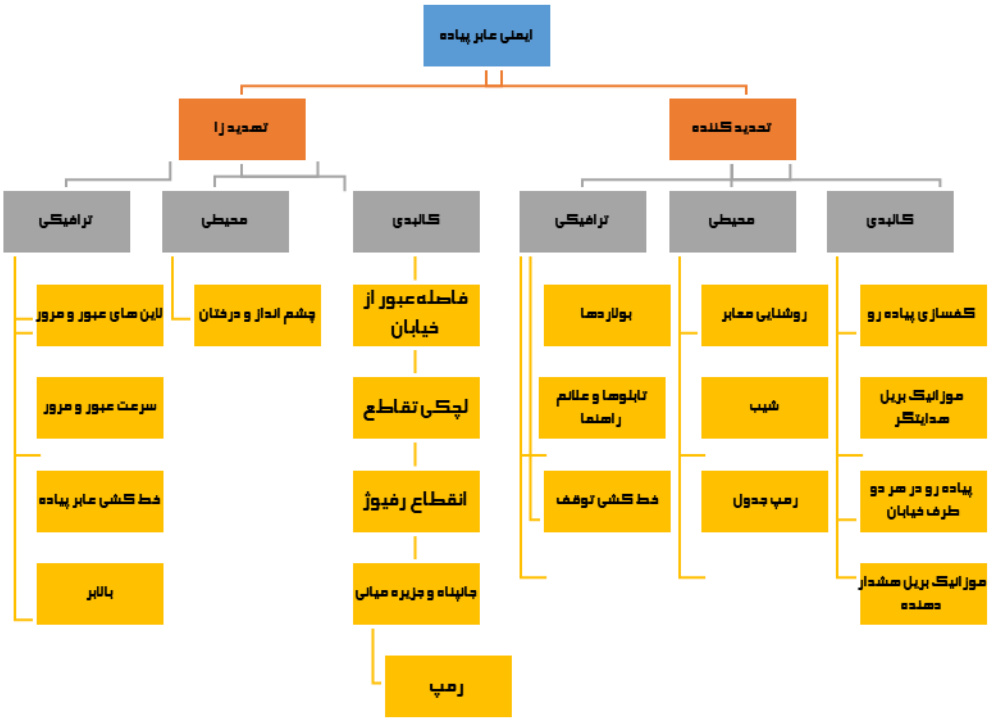
جدول ۱۱:شاخص ایمنی خیابان‌های بافت مرکزی شهر قم

نماد	E	D	C	B	A	نماد	E	D	C	B	A
S_1				*		S_{15}				*	
S_2				*		S_{16}			*		
S_3				*		S_{17}			*		
S_4			*			S_{18}				*	
S_5			*			S_{19}					*
S_6				*		S_{20}			*		
S_7			*			S_{21}			*		
S_8				*		S_{22}			*		
S_9				*		S_{23}				*	
S_{10}			*			S_{24}				*	
S_{11}			*			S_{25}				*	
S_{12}				*		S_{26}				*	
S_{13}				*		S_{27}				*	
S_{14}				*		S_{28}				*	

عرصه‌های پیاده‌رو و سواره برای سنجش ایمنی عابران پیاده در خیابان‌های شهری،مهم می‌باشد.تاکنون روش یکپارچه و واحدی درزمینهٔ اندازه‌گیری ایمنی در عرصه‌های ایمنی و پیاده مداری ارائه نشده است و گزینش این عرصه‌ها و شاخص‌ها همواره بر مبنای تشخیص پژوهشگر با توجه به نوع و اهداف پژوهش، داده‌های در دسترس و ویژگی‌های محدوده مطالعاتی صورت گرفته است. در این پژوهش نیز، به‌منظور تعیین عرصه‌های ایمنی عابر پیاده خیابان‌های بافت مرکزی شهر قم و تعیین شاخص‌های مربوط به هر عرصه،در سه دسته عوامل تهدیدکننده و عوامل تهدید زا و در قالب مؤلفه‌های سه‌گانه ترافیکی،کالبدی و محیطی

موردبررسی قرارگرفته است.نتایج حاصل از بررسی‌های انجام‌شده با استفاده از مدل PSI بیانگر این واقعیت است که خیابان‌های بافت مرکزی شهر قم هریک به لحاظ موضوعی و به لحاظ موضعی می‌بایستی موردتوجه قرار گیرند.

شکل ۲:عوامل تهدیدکننده و تهدید زای عابر پیاده در بافت مرکزی شهر قم



اولویت های موضوعی-موضعی	ارم	استقلال	امام خمینی	امام موسی صدر	امام رضا	ایستگاه	آذر	بهار	بلوار شهید سعیدی	بلوار شهید خرداد	چهارمردان	حانری یزدی	حجتیه	دورطهور	معلم	بازار	ساحلی	سپاه	صنعتیه	عمار یاسر	کوهپایه	مصلی	منتظری	موذن	نوزده دی	نیایش	هدف	هفت تیر
سرعت کمتر	۲۸	۲۱	۴	۲	۳	۲۰	۱۲	۲۲	۱۹	۵	۲۳	۲۴	۱۰	۲۵	۱۸	۱۳	۶	۲۶	۲۷	۱	۱۱	۱۶	۷	۱۷	۹	۱۴	۱۵	۸
لاین های عبور و مرور	۲۸	۲۴	۷	۹	۱	۱۹	۱۱	۲۳	۱۲	۴	۱۳	۱۷	۱۳	۱۵	۱۴	۵	۳	۲۵	۲۰	۲	۶	۱۶	۱۰	۲۶	۱۷	۱۸	۲۱	۸
عبور کوتاه تر خیابان	۲۸	۲۷	۴	۳	۶	۲۰	۱۹	۲۶	۱۳	۱	۱۲	۲۵	۱۸	۱۰	۱۷	۵	۱۱	۲۲	۱۲	۲	۷	۱۶	۸	۲۴	۱۴	۱۵	۲۱	۹
قطع رفیوژ	۲۷	۲۸	۱۱	۵	۶	۸	۹	۲۲	۱۰	۴	۲۰	۲۶	۱۱	۲۶	۱۷	۱۶	۱۴	۲۴	۱۵	۳	۷	۱۶	۲	۱۷	۱۸	۱۹	۲۵	۱
چشم‌انداز و درختان	۱۸	۱۶	۲	۶	۲۷	۲۵	۹	۱۲	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۲۱	۲۴	۱	۱۳	۳	۱۹	۲۰	۴	۴	۱۸	۵	۱۵	۷	۱۶	۱۷	۸
کف‌سازی پیاده‌رو	۱	۲	۳	۱۷	۱۸	۲۴	۴	۲۳	۵	۶	۷	۸	۱۹	۱۰	۱۶	۱۵	۲۱	۲۲	۲۸	۱۴	۲۰	۲۴	۹	۱۳	۲۵	۲۶	۱۱	۱۲
خط کشی	۸	۲۵	۷	۹	۱۰	۶	۱۱	۲۴	۲۰	۵	۱۳	۲۸	۲۳	۴	۱۴	۱۳	۳	۱۵	۲۶	۱۶	۱۷	۱۸	۳	۱۹	۲۱	۲۷	۲۳	۱
جان‌پناه	۱۱	۸	۹	۳	۱۰	۲۰	۱۶	۲۱	۷	۱۹	۱۵	۲۴	۶	۱۸	۲	۲۵	۱۲	۲۸	۱۴	۱	۲۲	۲۳	۵	۴	۱۷	۲۶	۱۳	۲۴
لچکی	۲۸	۲۱	۶	۲	۳	۱۶	۱۲	۲۲	۲۰	۵	۲۳	۲۵	۱۵	۲۴	۱۸	۱۱	۶	۲۶	۲۸	۱	۱۳	۱۹	۷	۱۷	۹	۱۶	۱۰	۸
پیاده‌رو	۱۰	۸	۹	۳	۱۰	۲۰	۱۶	۲۱	۱۱	۱۹	۱۵	۲۴	۶	۱۸	۲	۵	۱۲	۲۸	۱۴	۱	۲۲	۲۳	۵	۴	۱۷	۲۶	۱۳	۲۴
خط توقف	۲۸	۲۶	۶	۲	۳	۱۶	۱۲	۲۲	۲۰	۵	۲۳	۲۵	۱۵	۲۴	۱۸	۱۱	۶	۲۶	۲۸	۱	۱۳	۱۹	۷	۱۷	۹	۱۶	۱۰	۸
روشنایی	۲۵	۱۱	۶	۲	۳	۲۰	۱۲	۲۲	۱۹	۵	۲۳	۲۴	۱۰	۲۸	۱۸	۱۳	۶	۲۶	۲۷	۱	۱۱	۱۶	۷	۱۷	۹	۱۴	۱۵	۸
دقت‌ها و چراغ‌ها	۲۳	۲۶	۷	۹	۱	۱۹	۱۱	۲۳	۲۸	۴	۱۳	۲۷	۱۳	۱۵	۱۴	۵	۳	۲۵	۲۰	۲	۶	۱۶	۱۰	۲۶	۱۷	۱۸	۲۱	۸
بولاردها	۲۸	۲۰	۴	۶	۲۷	۱۹	۱۹	۲۶	۱۳	۱	۱۲	۲۵	۱۸	۱۰	۱۷	۵	۱۱	۲۲	۲۱	۲	۷	۱۶	۸	۲۴	۱۶	۱۵	۲۱	۹
شیب	۲۷	۱۶	۱۱	۵	۶	۸	۹	۲۲	۱۰	۴	۲۰	۲۶	۱۱	۱۳	۱۲	۲۸	۱۳	۲۴	۱۵	۳	۷	۱۶	۲	۱۷	۱۸	۱۹	۲۵	۱
پالاتر	۲۸	۲۶	۲	۶	۲۵	۲۲	۹	۲۲	۱۰	۱۱	۲۲	۲۳	۱۱	۲۶	۱	۱۳	۳	۱۹	۲۰	۴	۴	۱۸	۵	۱۵	۷	۱۶	۱۷	۸
رمپ جدول	۱	۲	۳	۱۷	۱۸	۲۴	۴	۲۳	۵	۶	۷	۸	۱۹	۱۰	۱۶	۱۵	۲۱	۲۲	۲۸	۱۴	۲۰	۲۴	۹	۱۳	۲۵	۲۶	۱۱	۱۲
موزاییک بریل	۹	۲۵	۷	۸	۱۰	۶	۱۱	۲۴	۲۰	۵	۲۸	۲۳	۱۳	۱۵	۱۴	۱۳	۳	۱۵	۲۶	۱۶	۱۷	۱۸	۳	۱۹	۲۱	۲۷	۲۳	۱
موزاییک هشدار	۱۱	۸	۹	۳	۱۰	۲۰	۱۶	۲۱	۷	۱۹	۱۵	۲۴	۶	۱۸	۲	۱۳	۱۲	۲۸	۱۴	۱	۲۲	۲۳	۵	۴	۱۷	۲۶	۱۳	۲۴
رمپ جدول	۲۰	۱۶	۴	۵	۲۴	۸	۱۲	۲۲	۱۷	۵	۲۳	۲۵	۱۵	۲۴	۱۸	۱۱	۶	۲۶	۲۸	۱	۱۳	۱۹	۷	۱۷	۹	۱۴	۱۰	۸

جدول ۱۲:اولویت های موضوعی وموضعی در ارتقاء ایمنی عابر پیاده در خیابان های بافت مرکزی شهر قم

بحث و نتیجه گیری

ایمنی عابران پیاده چالش منحصری در نواحی شهری است.این مسئله بخصوص در مناطق مرکزی شهرها نمود بیشتری یافته است.امروزه فراهم نبودن تسهیلات لازم در خیابان‌های شهری حرکت پیاده شهروندان و دسترسی آنان به امکانات شهری را محدود ساخته و بعضاً با خطراتی مواجه می‌سازد.به بیانی دیگر نابسامانی‌های فضای شهری،عدم انطباق آن با نیازهای تمام شهروندان منجر به نابرابری در میان شهروندان در یکسو،افزایش میزان اتکا به خودرو شخصی،آلودگی هوا،افزایش میزان تصادفات،افزایش میزان مصرف سوخت،بالا رفتن هزینه‌های خانوارها و در یک‌کلام کاهش زیست پذیری در محیط‌های شهری و به‌ویژه بخش مرکزی شهرها شده است.بنابراین اصلاح محیط و تدارک تجهیزات موردنیاز به‌گونه‌ای که ضمن تأمین ایمنی افراد بتواند به ترویج قابلیت پیاده مداری در خیابان‌های شهری کمک نماید بسیار ضروری و واجد ارزش است. خلق خیابان‌های پیاده مدار نیازمند تأمین ایمنی در برابر عوامل مختلف تحدیدکننده و تهدیدزاست.در این الگو از خیابان افراد سالمند،کودکان،زنان باردار،معلولان،جانبازان،همگی شهروندان باید بتوانند با حفظ استقلال فردی، آزادانه و بدون احساس خطر از محیط پیرامون خود به‌تمامی امکانات شهری(اعم از اماکن عمومی، معابر و محیط شهری و کاربری‌های پوسته خیابان...) دسترسی داشته و به‌صورت ایمن از آن استفاده نمایند و چنین امکانی زمینه مناسبی را برای تحقق عدالت به‌عنوان محور اصلی برنامه‌ریزی شهری به اجتماع، زندگی و فعالیت فراهم می‌سازد.

کیفیت زندگی و برخورداری متناسب از امکانات شهری از ضروریات توسعه پایدار شهری است و پیاده‌روی ایمن به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین نیازهای شهروندان باید موردتوجه ویژه داده شوند. در این پایان‌نامه با تمرکزی بر شاخص ایمنی پیاده PSI سعی شد از یک‌سو نگاهی به شرایط پیاده‌روی در خیابان‌های بافت مرکزی شهر قم و مشکلاتی که در این حین به‌عنوان عوامل تحدیدکننده و تهدید زا در عرصه پیاده و سواره به وجود می‌آید پرداخته شود.روش ها و تکنیک های لازم برای شناسایی کاستی های خیابان های شهری بخصوص محدودیت ها و مشکلات مرتبط با ایمنی عابران پیاده امری است که کمتر به آن توجه شده است.در این مقاله استفاده از شاخص PSI به منزله تحلیل خیابان های بافت مرکزی شهر قم نشان داد که خیابان های موجود در این بخش و درسلسله مراتب شبکه دسترسی شرایط پیاده مداری متفاوتی را به لحاظ شاخص ایمنی به شهروندان قم عرضه نموده اند.در این حین مشخص شد که کدامیک از این خیابان ها ایمنی بالاتری دارند.و همین شناسایی زمینه تعیین کاستی های هربخش را نیز فراهم نموده و در پاسخ اصلی مسئله برنامه ریزی مبنی بر اینکه چه چیزی؟ در کجا؟ را پاسخگو می باشد.بر همین مبنا پیاده سازی این روش و نتایج حاصل از آن می تواند راهنمای پیاده مدار سازی خیابان های شهری برای تامین شرایط هرچه ایمن تر باشد.در ادامه به دستاورد های پژوهش و پاسخ به سوالات پژوهش پرداخته می شود.

پس از مراجعه به اسناد و مروری بر مطالعات کتابخانه‌ای و تهیه چک‌لیست خودساخته محقق و برداشت اطلاعات از ۲۸ خیابان در بافت مرکزی شهر قم؛سطوح پیاده مداری ایمن در الگوی برخورداری از تسهیلات حرکت عابر پیاده مشخص گردید.بنا بر نتایج حاصل از به‌کارگیری فرآیند و روش PSI؛ در ابتدا سطوح ایمنی خیابان که بر اساس مدل مذکور(A-E) می‌باشد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج کلی بیانگر این امر است که اکثر خیابان‌های به لحاظ شاخص ایمنی پیاده در سطوح B و C قرارگرفته‌اند.از تعداد ۲۸ خیابان موردبررسی تنها خیابان صفائیه رده ایمنی A را دارد این خیابان با درجه ۸۱ رده یک قرارگرفته است.۱۷ خیابان در رده B قرارگرفته‌اند. در این ارزیابی خیابان ارم، آستانه، امام خمینی، ایستگاه، بهار، سعیدی، حائری، حجتیه، دورشهر، معلم، سپاه، هفت‌تیر، هدف، نیایش، نوزده دی، مولوی، منتظری که در این میان بالاترین درجه ایمنی در این سطح خیابان‌های هدف و حائری با درجه ۷۹ پایین‌ترین درجه ایمنی خیابان مولوی با درجه ۶۴ ارزیابی شد.تعداد ۱۰خیابان در رده C قرارگرفته است که در این میان خیابان‌های آذر،امام خمینی،امام موسی صدر،زائر،ساحلی،عمار یاسر،کیوانفر،مصلی در رده C ارزیابی‌شده‌اند.که از میان این خیابان‌ها بالاترین درجه ایمنی در این سطح با خیابان ۱۵ خرداد با درجه ۵۹ و پایین‌ترین سطح بلوار امام رضا با درجه ۴۱ ارزیابی شدند.یافته‌های به‌دست‌آمده بیانگر این است که بیشتر خیابان‌های قم در رده B قرار دارند و نمره‌ای برابر با امکاناتی با ایمنی مهم و مخصوص عابر پیاده می‌باشند.. از این حیث این خیابان‌ها قابل‌قبول بوده و پیاده مدار تلقی می‌گردند.همچنین در سطح بعدی خیابان‌هایی که مورد ارزیابی قرارگرفته‌اند و در رده C می‌باشند نیز کیفیت متوسط (به‌سختی قابل‌قبول)، وجود امکانات ایمنی مخصوص عابر پیاده بدون فضای کافی برای بهبود می‌باشند. از این حیث توازنی میان قضاوت در خصوص خیابان‌های بخش

مرکزی قم صورت نمی‌گیرد. و این تفاوت نسبت به یکدیگر لزوم بررسی‌های دقیق‌تری را می‌طلبد. لذا اولویت‌های مکانی به ترتیب سطوح ایمنی مشخص‌شده است. در سطح A ایمنی با بالاترین کیفیت و قابل‌قبول بیانگر وجود برخی از امکانات مهم ایمنی عابر پیاده در خیابان صفائیه می‌باشد.همچنین در سطح دوم ایمنی در سطح B بیانگر کیفیت متوسط و به‌سختی قابل‌قبول بیانگر وجود امکانات ایمنی عابر پیاده بدون فضای کافی برای بهبود حرکت عابر پیاده در خیابان‌های ارم، آستانه، امام خمینی، ایستگاه، بهار، سعیدی، حائری، حجتیه، دورشهر، معلم ،سپاه، هفت‌تیر، هدف، نیایش، نوزده دی، مولوی، منتظری می‌باشد. در سطح C باکیفیت پائین و ناراحت‌کننده بیانگر حداقل امکانات ایمنی مخصوص عابر پیاده و به‌صورت ناخوشایند خیابان‌های آذر، امام خمینی، امام موسی صدر، زائر، ساحلی، عمار یاسر، کیوانفر، مصلی می‌باشد. تحقیق حاضر در یک چارچوب مشخص به ارزیابی وضعیت ایمنی پیاده مداری در سه سطح کالبدی، محیطی و ترافیکی از نگاه استانداردها پرداخته است. در حوزه کالبدی بررسی‌ها نشان می‌دهد که در سطوح سلسله‌مراتب شبکه ارتباطی خیابان‌های اصلی و شریانی به سبب افزایش میزان ترافیک در حال عبور و تبرا افزایش سرعت و ایجاد خطراتی را به دنبال دارد. از طرفی در مسیرهایی که کاربری‌های ترافیکی و جاذبه سفر بیشتر باشد زمینه ترافیک فراهم‌شده و از به همین ترتیب احتمال بروز برخوردها بیشتر می‌شود.از سوی دیگر زمانی که جاده‌های متقاطع فرعی بیشتر می‌شود.احتمال برخوردها بیشتر می‌شود و ازاین‌رو می‌بایستی میزان دسترسی‌ها به یک خیابان توجه جدی صورت گیرد.پیاده‌روها، اماکن عمومی و تجهیزات موجود در فضا قابل‌استفاده برای معلولین نیست .در چارچوب مسائل اجتماعی- اقتصادی می‌توان به مشکلات روحی روانی، انزوای اجتماعی و افزایش زمان و هزینه‌های جابجایی معلولین اشاره نمود و درنهایت علی‌رغم آنکه مدیریت شهری تلاش نموده تا فضاهای شهری با رعایت برخی از اصول فضاهای شهری بخش مرکزی شهر قم را مناسب‌سازی نماید بااین‌حال کاستی‌های قابل‌ملاحظه‌ای وجود دارد که در حال حاضر موانع کالبدی در وهله اول برای این دسته مشکلاتی را به وجود آورده است .در ارتباط با شرایط محیطی شهر قم می‌توان به عوامل اقلیمی نظیر روزهای پرتابش آفتابی و به‌صورت مستقیم انعکاس نور مانع از دید و گذر از عرض خیابان‌های می‌شود و همچنین کف‌سازی بعضی معابر به‌گونه‌ای بوده که انعکاس نور چشم عابران را می‌آزارد و دقت دید آنان را کاهش می‌دهد. در خصوص عوامل ترافیکی نیز در حال حاضر آنچه بشدت منجر به تهدید حیات عابران پیاده در بافت مرکزی شهر قم شده است حرکت بی‌نظم و نسق و آشفته عابران پیاده است.به‌طوری‌که در حال حاضر بیشتری آمار تصادفات فوتی،جرحی و خسارتی را به خود اختصاص داده است.

منابع

- احمدی، ملیحه و حبیب، فرح (۱۳۸۷)توسعه پایدار شهری با تأکید بر حرکت پیاده در آسیا، مجله علوم و فن‌آوری محیط‌زیست، دوره دهم، شماره سوم،۱۳-۱.
- باقری ،سید رامتین، صفار زاده، محمود، اسداللهی رضا(۱۳۹۰) مقایسه تجهیزات گذرگاه‌های عابر پیاده در معابر شهری برای افزایش ایمنی فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک/ شماره ۱۹ – زمستان ۱۳۸۹.
- مهندسین مشاور، نقش محیط، (۱۳۹۰) طرح جامع و تفصیلی مناطق ۸ گانه شهر قم.
- آئین نامه طراحی راه های شهری (۱۳۷۵)وزارت مسکن و شهرسازی،معاونت شهرسازی و معماری.
- آئین نامه طرح هندسی راه های ایران(۱۳۷۵)سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
- آئین نامه ایمنی راه های کشور(۱۳۹۳)سازمان راهداری و حمل ونقل جاده ای.
- آئین نامه طبقه بندی راه های شهری(۱۳۹۰)اداره کل ارزیابی و بهبود مدیریت شهرداری تهران.
- دستورالعمل سه جلدی تسهیلات پیاده روی(۱۳۷۶)وزارت راه و شهرسازی.
- Clarke, R.A.(2008). City of Ottawa Road Corridor Planning and Design Guidelines DELCAN Corporation. The Planning Partnership, Ottawa.
- Asadi-Shekari, Z., Moeinaddini, M., Zaly Shah, M.,(2013)a. Non-motorised level of service: addressing challenges in Pedestrian and bicycle level of service. Transp. Rev. 33, 166–194.

- City of Calgary,(2008). Pedestrian policy and design report, Calgary, Alberta, Canada.
- Sutherland, A., Morrish, G.,(2006). Street Design Guidelines. In: Petersen, A. (Ed.).Landcom, Parramatta, Australia
- City of Whittlesea,(2009). City of Whittlesea Development Guidelines. Municipal Policy Direction, Victoria, Australia.
- City of Whittlesea(2009)City of Whittlesea Development Guidelines. Municipal Policy Direction, Victoria, Australia.
- UTTIPEC,(2009)Pedestrian Design Guidelines. Delhi Development Authority, New Delhi.
- Narrabri Shire Council(2001)New South Wales Development Design Specification Geometric Road Design. Narrabri Shire Council, New South Wales, Australia.
- City of Charles Sturt(2009)Engineering & Open Space Development Guidelines-Road and Path Design Guidelines, Charles Sturt, South Australia.
- Heramb, C.,(2007)Street and site plan design standards. Chicago Department of Transportation, Chicago.
- Vanderslice, E.,(1998) Portland Pedestrian Design Guide. Office of Transportation Engineering and Development, Portland, OR.
- Ashland City Council,(1999) Street Standard Handbook. Department of Community Development, Ashland, OR.
- Access Minneapolis,(2008)Design Guidelines for Streets and Sidewalks. The Minneapolis Department of Public Works, Minneapolis, MN.
- CDOT,(2007) Charlotte's Urban Street Design Guideline. Charlotte Department of Transportation, Charlotte, NC.
- Pima County,(2005) Subdivision and Development Street Standards, Pima County, AZ.
- Neighborhood Streets Project Stakeholders(2000)Neighborhood Street Design Guidelines, An Oregon Guide for Reducing Street Widths. Stakeholder Design Team, Oregon
- City of Aurora,(2007) Aurora Urban Street Standards in Transit Oriented Developments and Urban Centers, Aurora, CO.
- Burden, D., (1999) Street Design Guidelines for Healthy Neighborhoods TRB Circular E-C019: Urban Street Symposium, Dallas, Texas
- Boodlal, L.,(2001)Accessible Sidewalks and Street Crossings. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- UTTIPEC(2009) Pedestrian Design Guidelines. Delhi Development Authority, New Delhi.
- City of New York, (2009). Street Design Manual. New York City Department of Transportation., New York
- City of Tacoma, (2009). Mobility Master Plan Bicycle and Pedestrian Design Guidelines, Tacoma Mobility Master Plan 1, Tacoma, WA.
- RDM, (2010). Mn/DOT Road Design Manual. Minnesota Department of Transportation, Minnesota