

ارائه طرح جدید خط کشی عابر پیاده به منظور افزایش ایمنی و کاهش هزینه

غلامحسین سلمانی زرنق، دانشجوی دکتری برنامه ریزی حمل و نقل

SALMANIZARNAG@tehran.ir

محمد باقر اسدی، کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل

mb_asd@yahoo.com

تلفن تماس: ۲۲۷۰۹۱۹۷ نمابر: ۲۲۷۱۳۵۹۱

چکیده

در مناطق سردسیر و مرطوب یکی از مشکلات ترافیک و ایمنی عبور در موقع بارش برف و باران، لغزندگی سطوح خط کشی عابر پیاده می باشد که موجب نارضایتی شهروندان می گردد. این معضل برای افراد مسن و معلول و کودکان نسبت به افراد عادی شدت بیشتری دارد. علاوه بر این یخبندان و خیس بودن سطوح مذکور موجب کاهش ضریب اصطکاک سطح رو سازی و افزایش فاصله ترمز می گردد. این امر باعث کاهش ایمنی در محلهای عبور عابرین گردیده و افزایش تعداد و شدت تصادفات و صدمات عابرین پیاده را به دنبال دارد. برای حل این مسأله، در این تحقیق نحوه خط کشی عابر پیاده در مناطق برف گیر شهر تهران و کشورهای که دارای شرایط مشابه هستند، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. نتیجه این بررسی ها منتج به ارائه راه حل بهینه ای شد که علاوه بر افزایش ایمنی، کاهش هزینه و زیبایی محیط را نیز به دنبال دارد. طرح خط کشی عابر پیاده مورد نظر که در واقع روش اصلاح شده طرح خط کشی دو پله ای می باشد، مطابق با الزامات استاندارد MUTCD² می باشد نتایج حاصل از مطالعات و تحقیقات انجام شده نشان می دهد که اجرای طرح فوق ضمن اینکه تأثیر به سزایی در افزایش ایمنی عبور عابرین دارد، درصد قابل ملاحظه ای از هزینه های اجرا و نگهداری را کاهش می دهد که میزان آن در محدوده مورد مطالعه (شهرداری منطقه یک) ۳۶ درصد معادل هزینه سالیانه اجرای خط کشی عابر پیاده برآورد گردیده است. چنانچه طرح مذکور در کلیه مناطق برف گیر و شمالی شهر تهران اجرا گردد صرفه جویی قابل ملاحظه ای در هزینه های خط کشی عابر پیاده در سطح شهر را به دنبال دارد.

کلید واژه: ایمنی-خط کشی-عابر پیاده-لغزندگی

۱- مقدمه

اولین بار در سال ۱۹۱۱ در ایالت میشیگان آمریکا رنگ بعنوان خط کشی و کنترل ترافیک خیابانها مورد استفاده واقع گردید ، در حالیکه قبل از آن با قرار دادن سنگهای سفیدی در وسط خیابان این منظور تامین می گردید .

در سایر کشورها و همچنین کشورمان نیز با ورود خودرو که از دهه دوم قرن اخیر سیر صعودی بخود گرفت ، استفاده از این رنگها متداول گردیده است .

در ابتدا رنگهای ساختمانی مبتنی بر رزین های آکیدی جهت خط کشی معابر استفاده می شد ، اما با افزایش تعداد خودروها و بدلیل زمان خشک شدن نسبتاً زیاد رنگهای مذکور لزوم اصلاح این رنگها و بهبود خواص کیفی آن به امر جدی تبدیل شد . امروزه با توجه به تعدد وسائط نقلیه ، کیفیت پوشش جاده ها ، شرایط آب و هوایی ، علائم هشدار دهنده ترافیکی از رنگها و مصالح مختلفی استفاده می شود . در جدول شماره ۱ معایب و محاسن انواع رنگهای ترافیکی نشان داده شده است . ضمن آنکه در جدول شماره ۲ رنگ های ترافیکی از لحاظ قیمت اجرا و طول عمر مقایسه شده اند .

جدول «۱» معایب و محاسن انواع رنگهای ترافیکی [حاج محمدی، ۸۵]

نوع رنگ	محاسن	معایب
پایه حلالی	۱- قیمت مناسب ۲- سهولت کاربرد	۱- دوام کم ۲- زمان خشک شدن بالا
پایه آب	۱- دوستدار محیط زیست ۲- زمان انبارداری بالا ۳- غیر قابل اشتعال	۱- محدودیت ضخامت ۲- مخازن ضد زنگ جهت اجرا
رنگهای دو جزئی	۱- دوام بالا ۲- اجرا با ضخامت بالا ۳- زمان خشک شدن مناسب ۴- قابلیت دید خوب	۱- هزینه اجرا ۲- تجهیزات مخصوص ۳- انبارداری ۴- مضر بودن برای سلامتی انسان

۵- لغزنده بودن سطح رنگ		
۱- هزینه اجرا ۲- هزینه مواد ۳- تجهیزات مخصوص	۱- دوام بالا ۲- دوستاندار محیط زیست ۳- اجرا با ضخامت بالا ۴- زمان خشک شدن کوتاه	ترمو پلاستیک گرم

جدول «۲»: مقایسه اقتصادی رنگهای ترافیک با توجه به قیمت اجرا و طول عمر [حاج

محمدی، ۸۵]

نوع رنگ	هزینه مواد + اجرا به ازای یک باند ترافیکی به عرض ۱۴ سانتی متر و طول واحد / ضخامت فیلم خشک	میانگین دوام رنگ
پایه حلالی	۳۰۰۰ ریال / ۳۰۰ میکرون	۱۲-۶ ماه
پایه آب	۳۲۰۰ ریال / ۳۰۰ میکرون	۱۲-۶ ماه
دو جزئی	۱۰۰۰۰ ریال / ۱ میلی متر	۴-۲ سال
ترمو پلاستیک گرم	۱۲۰۰۰ ریال / ۱ میلی متر	۵-۳ سال

هزینه های فوق تقریبی بوده و صرفاً به عنوان معیاری جهت مقایسه عنوان گردیده و جنبه

تئوری دارد

به منظور افزایش عمر و دوام خط کشی ها در مناطق سردسیر و برف گیر ، اجرای سطوح خط کشی عابر پیاده به صورت دو جزئی بعنوان روش معمول صورت می پذیرد. علیرغم مزایای روش فوق از جمله معایب آن این است که در زمان بارش برف و باران و یخبندان سطوح مذکور به شکل لغزنده در می آید . در نتیجه منجر به افزایش سوانح برای عابرین پیاده و برخورد آنها با وسایل نقلیه عبوری و یا سر خوردن هنگام عبور از خط کشی عابر پیاده می گردد. این امر شکایات مردمی زیادی را به دنبال دارد. عمده این شکایات از جانب مدیران مدارس صورت می

گیرد چرا که بیشتر خط کشی ها در نزدیکی مدارس انجام می شود و کودکان به علت ضعف در کنترل بدنی ، بیشترین صدمات را متحمل می شوند. این معضل برای افراد مسن و معلول نیز شدت بیشتری نسبت به افراد عادی دارد. این مسئله علاوه بر سر خوردن عابرین عبوری بر روی بلوکهای منقوش، همچنین احتمال سر خوردن وسایل نقلیه را نیز افزایش می دهد. تمامی موارد دست به دست هم می دهد تا تعداد تصادفات و سوانح عابرین پیاده افزایش یابد و بالطبع آن هزینه های مادی و معنوی فراوانی را برای شهروندان به همراه دارد.

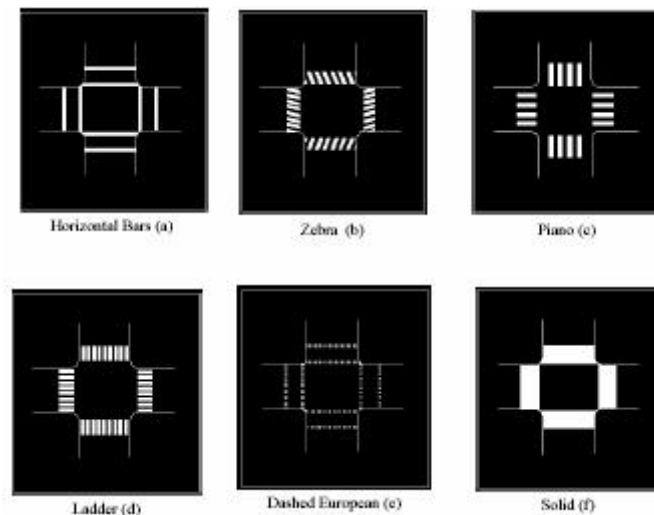
بررسی مقالات و مطالعات انجام شده نشان می دهد که این معضل تنها به کشور ما اختصاص ندارد و کشورهای که دارای شرایط مشابه از لحاظ آب و هوایی هستند با این مشکل دست به گریبانند. هدف این پژوهش یافتن راهی است که ضمن رعایت الزامات و استانداردهای مهندسی ترافیک از لحاظ ایمنی معایب فوق را مرتفع نماید.

۲- سابقه تحقیق

با توجه به اهمیت ، قدمت و گستردگی کاربرد "رنگهای ترافیکی و خط کشی های روسازی" در کشور و به منظور شناسایی آن در جامعه ، اولین سمینار ملی "رنگهای ترافیکی ، خط کشی و ایمنی راهها" در آبانماه ۱۳۸۵ برگزار شد. از جمله مقالات ارائه شده در این سمینار ، مقاله ای تحت عنوان "بررسی فنی و اقتصادی رنگها و مصالح مصرفی در خط کشی ها" است . [حاج محمدی ، ۸۵]

در مقاله مذکور انواع رنگهای ترافیکی مورد بررسی فنی و اقتصادی قرار گرفته است که در این تحقیق از نتایج حاصله استفاده گردیده است.

در کشور ما خط کشی عابر پیاده بر اساس روشهای استاندارد MUTCD انجام می شود در شکل ((۱)) طرحهای مختلف خط کشی که در این استاندارد معمول است نشان داده شده است.



شکل ((۱)) : طرحهای مختلف خط کشی (مرجع: edestrian Facilities Guidebook)

بر اساس تعریف MUTCD : خط کشی عابر پیاده مسیر مناسب عبور از خیابان را به عابرین پیاده نشان می دهد. ضمن آنکه به رانندگان هشدار می دهد که به محل عبور عابرین پیاده نزدیک می شوند.

مطابق آئین نامه فوق حداقل عرض بلوک ۱۵ cm و حداکثر آن ۶۰ cm است. فاصله بین بلوک ها بایستی بزرگتر از ۳۰ cm و کوچکتر از ۱/۵ متر باشد. لازم به ذکر است مهمترین ضابطه در خط کشی میزان دید راننده است. خط کشی باید به گونه ای باشد که به راحتی در فاصله ۴۶ متری دیده شود.

با توجه به شرایط مشابه آب و هوایی در سالت لیک سیتی^۳ و شکایت اهالی از لغزندگی سطوح عابر پیاده مسئولین شهر مذکور اقدام به ارائه طرح جدیدی به منظور رفع مشکل لغزندگی نمودند . براساس طرح مذکور اجرای خط کشی به صورت دو بلوک ۱.۲ متری و با فاصله ۱.۲ متری انجام می شود . با توجه به نحوه خط کشی در کشورمان و به منظور هماهنگی با طرحهای استاندارد کشور نسبت به اصلاح طرح اقدام گردید . که در بخش بعدی "انتخاب سیستم خط کشی بهینه" ارائه گردیده است .

۳- انتخاب سیستم خط کشی بهینه با توجه به شرایط آب و هوایی :

در این تحقیق بررسی مطالعات انجام شده و مقایسه آن با شرایط آب و هوایی کشورمان به منظور حل مشکل لغزندگی سطوح خط کشی عابر پیاده طرح جدیدی ارائه و تدقیق طرح با الزامات استانداردهای به روز دنیا بعمل آمد. طرح مذکور مورد آزمایش عملی قرار گرفت و بر اساس آن نتایج قابل ملاحظه ای بدست آمد.

۳-۱- معیارهای انتخاب سیستم های خط کشی

خصوصیات اصلی مورد انتظار از خط کشی راه ها و برخی از معیارهای اولیه برای انتخاب سیستم و مواد خط کشی را می توان بصورت زیر خلاصه کرد:

- قیمت مناسب با توجه به عملکرد مورد انتظار
- استحکام کافی و طول عمر سرویس دهی قابل قبول
- قابل رویت بودن و بازتاب نور برگشتی مورد انتظار توسط مواد خط کشی
- عدم تغییر حالت ظاهری و تغییر رنگ (سیاه شدگی و تیره شدن سطح خط کشی)
- چسبندگی مناسب مواد خط کشی به سطح روسازی جاده
- شرایط جوی و آب و هوایی منطقه
- تراکم و فشردگی ترافیک
- نوع روسازی، وضعیت رویه راه و سازگاری مواد خط کشی با سطح جاده
- نوع راه از قبیل: آزاد راهها، بزرگراه ها، راههای اصلی، راههای فرعی و راه های روستایی

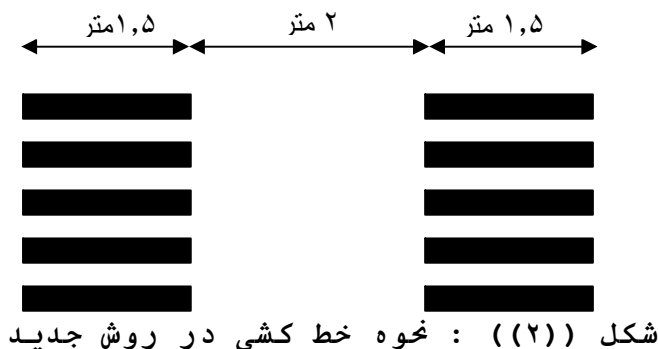
- ماشین آلات و تجهیزات در دسترس و به کارگیری تجهیزات و روش اجرای صحیح خط کشی

- سرعت خشک شدن مورد انتظار از مواد خط کشی
- وجود محدودیت های قانونی و زیست محیطی (مقدار مجاز مواد آلی فرار در ترکیب مواد) [میرعابدینی ۸۵]

با توجه به معیارهای یاد شده در شاخصه های سیستم پیشنهادی و ارزیابی آن با سایر روشها، این روش مخصوصاً در شش آیت اولیه دارای ویژگی های مناسبی نسبت به سایر روشها است.

در طرح جدید خط کشی ، به جاي اجراي پیوسته بلوک به طول ۵ متر ، از ۲ بلوک ۱,۵ متری استفاده مي شود. (شکل ۲)

در این حالت به فاصله دو متر وسط دو بلوک خط کشي نمي شود و تنها در طرفین ۱,۵ متر خط کشي انجام مي گردد. این روش بنام ((دو پله اي)) معروف است و به عابرین اجازه مي دهد از بین دو خط کشي با ایمنی حرکت کنند.



۴- امکان سنجي و ارزیابی فني و اقتصادي طرح مذکور در مقایسه با روشهای معمول :

۴-۱- مقایسه از نظر اقتصادي :

با توجه به هزینه های صرف شده برای خط کشي خیابانهای محدوده شهرداری منطقه یک تهران در سال ۸۵ ، محاسبات و برآورد هزینه در روش فوق و مقایسه آن با روش سنتي و معمول به شرح ذیل ارائه مي گردد:

هزینه خط کشي عابر پیاده و خط ایست با عرض ۵۰ سانتیمتر:

نرخ واحد اجراي خط کشي (هر متر طول) = ۱۱۱۴۸۰ ریال

نرخ واحد اجرا (هر متر طول) = ۱۲۳۸۷ ریال

در روش جدید به جاي ۵ متر خط کشي بلوک به صورت پیوسته، از ۲ بلوک ۱,۵ متری استفاده مي شود لذا طول خط کشي از ۵ متر به ۳ متر کاهش مي یابد:

$$\frac{5-3}{5} = \% 40$$

درصد کاهش میزان طول خط کشی

با توجه به آنکه زمان اجرا در روش جدید همان اندازه قبل است لذا کاهش هزینه تنها در بخش کاهش هزینه رنگ است:

$$ریال 44592 = 111480 * .04$$

هزینه اجرای هر متر خط کشی در روش قدیم:

$$ریال 123867 = 111480 + 12387$$

هزینه اجرای هر متر خط کشی در روش جدید:

$$ریال 79275 = (111480 - 44592) + 12387$$

میزان درصد کاهش در هزینه خط کشی :

$$\frac{123867 - 79275}{123867} = \% 36$$

با توجه به آمار عملکرد شهرداری منطقه یک، آمار خط کشی شهرداری منطقه یک از مورخه ۸۴/۸/۱ تا ۸۵/۸/۳۰ برابر ۱۲۳۰۴ متر طول می باشد لذا:

هزینه خط کشی در طول مدت فوق:

$$۱۲۳۰۴ * ۱۲۳۸۶۷ = ۱۵۲۴ \text{ (میلیون ریال)}$$

چون مدت یاد شده ۱۳ ماه است لذا هزینه خط کشی سالیانه:

(میلیون ریال)

$$۱۵۲۴ * ۱۲/۱۳ = ۱۴۰۶$$

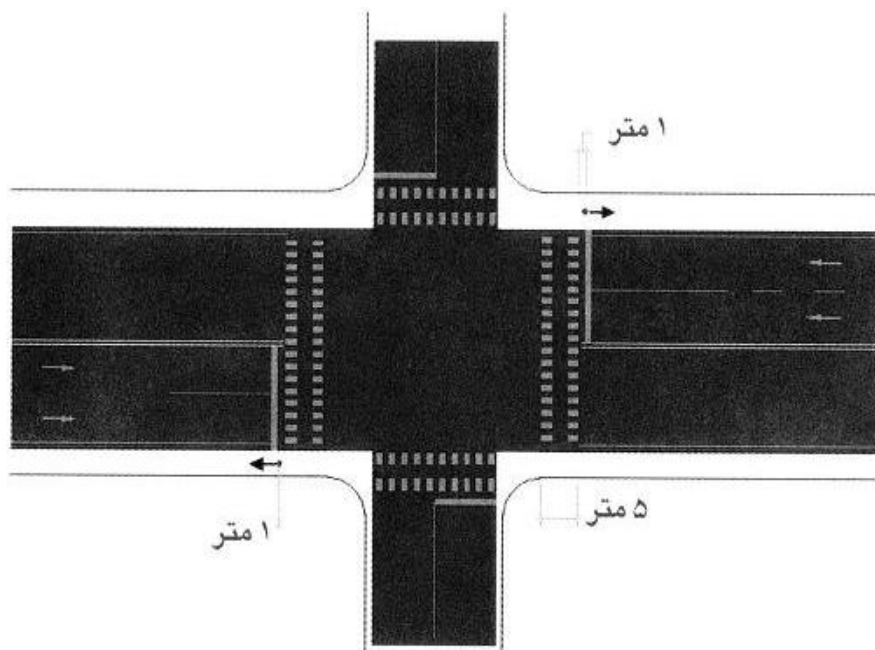
میزان کاهش هزینه سالیانه:

(میلیون ریال)

$$۱۴۰۶ * .36 = ۵۰۶$$

۴-۲- نحوه اجرا:

به منظور تبیین جزییات روش فوق ، در شکل ۳ نحوه خط کشی تقاطع ها با استفاده از روش جدید نشان داده شده است.



شکل ((۳)) : نحوه خط کشی تقاطع در روش جدید

۴-۳- ارزیابی از نظر ایمنی

به منظور بررسی طرح و ارزیابی اثرات آن، در شهرداری منطقه یک تهران، اقدام به نمونه هایی از روش فوق به مورد اجرا گذاشته شده است. تصاویر ۴ و ۵ نمونه های اجرا شده در محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد. همانگونه که در شکل مشاهده می شود میزان دید راننده در طرح جدید مناسب است. ضمن آنکه به علت تمایل عابرین به عبور از وسط خط کشی احتمال سرخوردن عابرین به میزان زیادی کاهش می یابد. علاوه بر آن از نظر منظر و زیبایی محیطی نسبت به روش قبلی چشم انداز بهتری را دارا می باشد.



شکل ۴- دید راننده در طرح جدید مانند طرح قدیم است.



شکل ۵- استقبال عابرین پیاده از طرح مذکور و عبور از منطقه ایمن

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات :

با توجه به مطالب یاد شده و همچنین نتایج حاصل از بررسی های نمونه های آزمایشی اجرا شده مشخص گردید که:

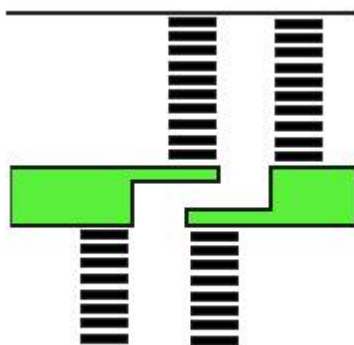
- جداسازی دو قسمت خط کشی ، میزان دید راننده را کاهش نمی دهد .
- مطالعات انجام شده نشان می دهد فاصله دید در هردو حالت یکسان است.
- جداسازی خطوط طولی ، محل ایمنی را برای عابرین پیاده در زمانهایی که سطوح خط کشی لغزنده هستند ، مهیا می کند . این امر موجب افزایش ایمنی عابرین پیاده ، هنگام عبور از خیابان می شود.
- با توجه به عدم پیوستگی خط به طول ۵ متر ، طرح مذکور میزان سرخوردگی ماشین ها را نیز کاهش می دهد.
- شهرهایی که از طرح مذکور استفاده کرده اند ، آنرا موفقیتی بزرگ دانسته اند چرا که طرح مذکور علاوه بر کاهش هزینه به زمان اجرایی بیشتری نیز نیاز ندارد .

تاریخچه مطالعات نشان می دهد که استفاده از طرح مذکور ، از اواسط دهه ۹۰ متداول گشته و با توجه به موفقیت آن در بسیاری از نقاط اجرا شده است . بازخوردهای مردمی طرح کاملاً مطلوب بوده و مخصوصاً افراد مسن و مدیران مدرسه که حفاظت از سلامت کودکان بر عهده آنهاست ، استقبال مناسبی از طرح نموده اند .

در شرایط آب و هوایی مرطوب و سرد با توجه به مشکلات عدیده ای که در زمان بارش برف و یخبندان اتفاق می افتد استفاده از روش فوق نسبت به روشهای سنتی ارجحیت دارد .

درحوزه مورد مطالعه (شهرداری منطقه یک) به منظور ایمن سازی هرچه بیشتر عبور عابرین و ایجاد تناسب بین خط کشی و طرح اصلاح هندسی ، طرح مذکور به همراه قطع L شکل رفیوژ میانی اجرا شد که جزئیات آن در شکل ۶ ارائه می شود . با توجه به چرخش عابر به سمت وسایل نقلیه عبوری که باعث فرصت دید بیشتر عابرین در زمان عبور از میانه ها گردیده و از

حرکت ناگهانی عابرین به سمت وسایل نقلیه جلوگیری بعمل می آید . این امر تأثیر به سزایی در افزایش ایمنی عبور مخصوصاً برای کودکان را دارد .



شکل 6- ترکیب طرح جدید و قطع L شکل رفیوژ میانی به منظور افزایش ایمنی

با توجه به مطالب ارائه شده و نتایج حاصل از کاربرد روش جدید چنین استنباط می گردد که طرح جدید باعث افزایش ایمنی ، کاهش هزینه و زیبایی بصری می شود و از طرفی با الزامات و استانداردهای موجود هماهنگ است ، و با توجه به شرایط آب و هوایی اغلب شهرهای کشور از جمله مناطق مرطوب و سردسیر استفاده از طرح جدید بعنوان طرح واحد در شهرهای کشور قابل توسعه بوده و پیشنهاد می گردد که مسئولین و مدیران شهری موضوع فوق را در دستور کار قرار دهند که در آن صورت صرفه جویی در هزینه های خط کشی عابر پیاده بسیار قابل ملاحظه خواهد بود .

چنانچه طرح مذکور در سطح شهر تهران مورد بهره برداری قرار گیرد ، علاوه بر ایجاد یکنواختی در سطح شهر ، حداقل سالیانه یک میلیارد تومان از هزینه های خط کشی عابر پیاده کاسته می شود که با توجه به افزایش سالیانه هزینه ها در دراز مدت مبلغ صرفه جویی در هزینه بمراتب بیشتر خواهد شد .

۶- منابع و مراجع

- ۱- بهشاد حاج محمدی و مسرور مهاجرانی ، " بررسی فنی و اقتصادی رنگها و مصالح مصرفی در خط کشی ها "، سمینار ملی رنگهای ترافیکی ، خط کشی و ایمنی راه ها ، آبانماه ۸۵

۲- مجتبی میرعابدینی و همکاران ، " انواع مواد خط کشی و معیارهای ضروری در انتخاب آنها"
، سمینار ملی رنگهای ترافیکی ، خط کشی و ایمنی راه ها ، آبانماه ۸۵

3-FHWA, "Manual of Uniform Traffic Control Devices-Millinium Edition", 2000

4-Utah Department of Transportation Research and Development Division,
"Development of new Pedestrian Crossing Guidelines In Utah", April 2004

5-FHWA,"Pedestrian Safety and Countermeasure Selection System", Chapter
6:Case Studies, 2005

6-Joseph S. Milazzo II, PE, "The Effect og Pedestrian on the Capacity of Signalized
Intersections", Us TRB Paper 98-1032,1998

7-FHWA-RD-99-090, "Canadian Research on Pedestrian Safety ", Dec 1999

8-FHWA, " How to Develope a Pedestrian Safty Action Plan", Feb 2006