



## تحلیل اقتصادی پل های عابر پیاده بر کاهش مصرف سوخت و آلاینده های هوا

سیدمحمد سیدحسینی، استاد تمام دانشگاه علم و صنعت، دانشکده صنایع<sup>1</sup>  
اعزاز صادق وزیری، کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات<sup>2</sup>  
کامران رحیم اف، دکترای برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، رئیس  
هیئت مدیره و مدیرعامل آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک<sup>3</sup>  
سیدمیرسجاد مختاری موسوی، دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد علوم و تحقیقات<sup>4</sup>  
[seyedhoseini@yahoo.com](mailto:seyedhoseini@yahoo.com)<sup>1</sup>  
[vaziri114@yahoo.com](mailto:vaziri114@yahoo.com) - 09122078219<sup>2</sup>  
[rahimof@mrt.ir](mailto:rahimof@mrt.ir)<sup>3</sup>  
[sajad.mokhtarimousavi@yahoo.com](mailto:sajad.mokhtarimousavi@yahoo.com) - 09123431443<sup>4</sup>

### چکیده

در این تحقیق به بررسی تداخل تردد وسایل نقلیه و عبور عرضی عابرین پیاده، توسط شبیه سازی های کامپیوتری پرداخته شده است، تا معلوم گردد که وجود پل عابر به چه میزان می تواند بر کاهش آلاینده های هوا و مصرف سوخت وسایل نقلیه تاثیرگذار باشد. در کلیه اهدافی که با بودجه ای مشخص و محدود نیاز به تصمیم گیری دقیقی در سطح شهر دارند، نیاز است که کلیه پارامترهای تاثیرگذار مانند منفعت ناشی از کاهش آلاینده های هوا در اثر احداث پل های عابر پیاده، پس از شبیه سازی های کامپیوتری، محاسبه گردند. بنابراین در این تحقیق پل های عابر پیاده به عنوان یکی از تسهیلات عابرین پیاده به دقت بررسی گردیده و پس از برداشت حجم آمار تردد وسایل نقلیه و عابرین پیاده مطالعه موردی (خیابان دکتر شریعتی مقابل متروی قیطریه) در دو حالت متفاوت تمام شبیه سازی های کامپیوتری صورت گرفته و در انتها مقدار کمی خروجی ها محاسبه گردید. از آنجایی که وسایل نقلیه در حالات کاهش و افزایش شتاب، میزان بیشتری سوخت مصرف می کنند، تاثیر حالات مذکور که ناشی از نبود پل عابر پیاده می باشد، بررسی گردیده است. به منظور هرچه کاربردی تر شدن تحقیق ارزش مالی نتایج حاصل از شبیه سازی محاسبه گشته است.

**کلمات کلیدی:** پل عابر پیاده - وسایل نقلیه - شبیه سازی کامپیوتری - آلاینده های هوا



## 1 - مقدمه

از آنجا که روند حمل و نقل به سمت حمل و نقل پایدار و حمل و نقل غیرموتوری که سازگار با محیط زیست می باشد حرکت می کند، ایمنی تردد عابرین پیاده از اهمیت والایی برخوردار می گردد. چنانچه به عابرین پیاده بتوان این اطمینان خاطر را داد که کلیه تسهیلاتی که در راستای فراهم کردن تردد ایمن و با کیفیت مطلوب برایشان فراهم گردیده است، نه تنها از آوردن وسایل نقلیه شخصی برای مسیرهای نه چندان طولانی استفاده نخواهند کرد، بلکه حتی به جای استفاده از وسایل نقلیه عمومی هم سعی می کنند که از مد حمل و نقلی پیاده روی استفاده کنند. مدی که هیچ گونه آلایندهی هوایی را به محیط زیست نمی افزاید. مدی که نه تنها کم هزینه ترین مد حمل و نقل می باشد، بلکه علاوه با کاهش تردد وسایل نقلیه، راهبندان های سنگین، آلودگی هوا و آلودگی صوتی، باعث افزایش سلامتی جسمی و روانی خود عابرین پیاده نیز می گردد. با توجه به مباحث بیان شده، مطلب باقی مانده و قابل توجه آن است که تصمیم گیرندگان طرح های حمل و نقلی و عمرانی از جمله شهرداران مناطق و معاونت های ترافیکی باید اطلاع دقیقی از کلیه منافع و هزینه های طرح ها، خصوصاً طرح هایی که برای تسهیلات عابرین پیاده در نظر گرفته می شود داشته باشند. در این تحقیق سعی گشته است که کلیه هزینه ها و منافع بر روی محیط زیست از جمله آلاینده های هوا و میزان مصرف سوخت دیده شود تا شخص تصمیم گیرنده به وضوح به کلیه ابعاد یک طرح از جنبه های مختلف آگاه گردد. نکته قابل توجه اینکه برای شفاف تر شدن اثر تسهیلات عابرین پیاده که در این تحقیق پل های عابرین پیاده بوده است، تمامی پارامترها کمی و ریالی گشته است [1].

## 2 - ادبیات تحقیق

در این بخش سعی می گردد به منظور درک بهتر اقدامات صورت گرفته در ادامه تحقیق و تا پیش از پرداختن به متدولوژی، مواردی فنی مرتبط با تحقیق بیان گردد.

### 1-2 - سرعت پیاده روی

سرعت پیاده روی افراد در شرایط تردد آزاد، بسته به سن، جنس، وضعیت جسمانی عابر و سایر عوامل از قبیل منظور از سفر پیاده، زمان سفر و شرایط محیطی و جوی متفاوت است. اشخاص سالم می توانند سرعت پیاده روی خود را از حد کندروی به میزان  $0/9 - 0/6$  متر در ثانیه تا حد تندروی به میزان  $1/8 - 1/5$  متر بر ثانیه تغییر دهند. به طور کلی میانگین سرعت آزاد پیاده روی بزرگسالان با افزایش سن، کاهش می یابد. با این وجود ممکن است در هر گروه سنی افراد کندرو یا تندرو مشاهده شود. حداکثر سرعت پیاده روی مشاهده شده در گروه سنی 13-25 برابر  $1/32$  متر بر ثانیه و حداقل





آن در گروه سنی بالای 55 برابر  $1/05$  متر بر ثانیه بوده است. در مورد کودکان (گروه سنی 6-12 سال) سرعت پیاده‌روی به واسطه کوتاهی طول گام‌ها، عملاً کمتر است و حدود  $1/14$  متر بر ثانیه می‌باشد. ولی در صورتی که کودکان پیاده‌روی را همراه با دویدن انجام دهند سرعت آنها بیشتر از حد میانگین بزرگسالان خواهد بود. از نظر توزیع جنسی سرعت پیاده‌روی، متوسط سرعت خانم‌ها حدود 10 درصد کمتر از آقایان مشاهده شده است در حالی که میزان این تفاوت در برخی دیگر از منابع حدود 5% گزارش شده است. بالاترین سرعت، مربوط به عبور از عرض خیابان ( $1/3$  متر در ثانیه) و کمترین سرعت در گردش‌گاه‌ها ( $1/1$  متر بر ثانیه) بوده و در سایر کاربری‌ها، متوسط سرعت آزاد پیاده‌روی در حدود  $1/2$  متر بر ثانیه نسبتاً ثابت است [4].

## 2-2 - تلفات و صدمات جاده‌ای

بنابر گزارش مشترک سازمان بهداشت جهانی و بانک جهانی در اطراف و اکناف جهان، هر روز در حدود 16000 نفر به علت انواع مصدومیت‌ها فوت می‌کنند. جرح ناشی از انواع صدمات 12 درصد از بار ناخوشی و عدم سلامت انسان‌ها را در سطح جهان تشکیل می‌دهد و این سومین عامل کل مرگ و میر و مهمترین عامل مرگ و میر انسانهای یک تا چهل ساله می‌باشد. در این میان صدمات جاده‌ای مهمترین عامل ایجاد مصدومیت بوده و یافته‌های سازمان بهداشت جهانی نشان می‌دهد که 25 درصد تلفات ناشی از مصدومیت‌ها در سطح جهان، ناشی از مصدومیت‌های تصادفات رانندگی است. بر مبنای مطالعات انجام یافته در میان ملل مختلف، یک برآورد محافظه‌کارانه نسبت بین تعداد تلفات جاده‌ای، تعداد مجروحان سخت که احتیاج به بستری شدن در بیمارستان دارند و تعداد مجروحان سبک را به صورت (1:15:70) در بیشتر کشورها نشان می‌دهد [8].

## 3 - متدولوژی تحقیق

در این تحقیق، اولین کاری که صورت می‌گیرد، تعیین عوامل تحت تاثیر احداث پل عابر پیاده بوده است که پس از مطالعه ی منابع پیشین به بررسی تغییرات میزان تولید آلاینده های هوا و مصرف سوخت وسایل نقلیه پرداخته شده است. براین اساس استفاده از نرم افزار مناسب که توانایی فراهم نمودن خروجی های مدنظر را داشته باشد ضروری می باشد تا به کمک خروجی ها به تجزیه و تحلیل تاثیر پل عابر از نقطه نظر آلودگی هوا پرداخته شود. نرم افزاری که با اهداف این تحقیق هم خوانی داشته باشد باید نرم افزاری میکروسیمیولتر باشد که در تحقیق انجام شده از بین تمامی نرم افزارهای میکروسیمیولتر، از نسخه اصلی نرم افزار AIMAUN استفاده گردیده است. ارزیابی‌های اقتصادی، ابزاری دقیق برای تصمیم‌گیرندگان اند تا به کمک آنها با صرف بودجه‌ای محدود، به نتیجه‌ای بهینه





رسیده و گامی مؤثر در راستای نیل به اهدافی همچون ارتقا ایمنی معابر، کاهش آلاینده‌های هوا و در پی آن کاهش آلودگی هوا، برآورد هزینه‌ی مالی ناشی از آلودگی هوا و برآورد هزینه مالی ناشی از صرفه‌جویی در مصرف سوخت برداشته باشند. بنابراین سودهای ناشی از کاهش آلودگی هوا و مصرف سوخت بعد از برداشت آمار تردد وسایل نقلیه و عابرین پیاده محاسبه می‌گردد و سپس ارزش ریالی منافع حاصل برای مطالعه‌ی موردی محاسبه می‌گردد.

#### 4 - سود ناشی از کاهش مصرف سوخت

با بررسی میزان مصرف سوخت وسایل نقلیه در دو حالت بدون وجود پل عابر و در حالت وجود پل عابر، میزان اختلاف مصرف سوخت، پس از شبیه‌سازی در این دو حالت حاصل می‌گردد. به عبارت دیگر یک بار با وجود تردد عرضی عابرین پیاده از عرض خیابان که به مثابه‌ی نبود پل عابر پیاده می‌باشد و یک بار بدون تردد عرضی عابرین پیاده از عرض خیابان که به مثابه وجود پل عابر پیاده و نرده در رفوژ میانی می‌باشد، شبیه‌سازی‌ها انجام گرفت که از اختلاف خروجی مصرف سوخت وسایل نقلیه به میزان تأثیرگذاری پل عابر پیاده پی برده شد.

#### 5 - سود ناشی از کاهش آلودگی هوا

از جمله گازهایی که بسیار برای محیط زیست آلوده کننده‌اند و توسط وسایل نقلیه تولید می‌شوند، می‌توان از  $CO$  و  $NO_x$ ،  $HC$  یاد کرد. از نقاط قوت نرم‌افزار AIMSUN این است که میزان سه گاز فوق‌الذکر را در خروجی‌هایش می‌دهد. بنابراین باید یک بار در حالت بدون پل عابر و یک بار در حالت وجود پل عابر، کلیه‌ی شبیه‌سازی‌ها را جداگانه انجام داد تا از اختلاف میزان این سه گاز در دو حالت مختلف پی به نقش پل عابر پیاده در کاهش ایجاد گازهای مذکور به تبع آن پی به کاهش آلودگی هوا برد [2].

#### 6 - شبیه‌سازی کامپیوتری

به منظور بررسی تأثیر عملکرد وجود پل عابر پیاده به منظور تردد عرضی عابرین پیاده‌ای که قصد عبور از عرض خیابان را دارند نیاز به شبیه‌سازی دقیق کامپیوتری توسط نرم‌افزاری میکروسیمولیتور (Micro Simulator) می‌باشد. یکی از بهترین نرم‌افزارهای شبیه‌ساز میکروسیمولیتور، نرم‌افزار ایمنان (AIMSUN) می‌باشد. بنابراین در تحقیق پیش رو نیز از این نرم‌افزار برای شبیه‌سازی استفاده





گردید. برای پی بردن به تأثیر وجود یا عدم وجود پل عابر نیاز است که دو بار شبیه‌سازی صورت گیرد. یک بار در حالتی که پل عابری در شبیه‌سازی وجود ندارد و عابرین پیاده گذرنده از عرض خیابان با تداخل با وسایل نقلیه عبوری از وسط خیابان رد شده و به سمت دیگر خیابان می‌رسند و یک بار هم در حالتی که پل عابر پیاده وجود دارد و به واسطه‌ی پل عابر پیاده و نرده کشی در رفوژ میانی عابری با وسایل نقلیه تداخل ندارد. از تفاضل خروجی‌های تجزیه و تحلیل شده‌ی نرم‌افزار به اختلاف مواردی همچون مصرف سوخت و آلاینده‌های هوا می‌توان پی برد که با کمی کردن و به عبارت دیگر ریالی کردن کلیه‌ی پارامترها به ارزش مالی آنها و در نهایت به ارزش مالی هر کدام از این پارامترها در طول سال معلوم می‌گردد.

#### 7-1 - نحوه محاسبه سود ناشی از کاهش مصرف سوخت (B<sub>1</sub>)

یکی دیگر از خروجی‌های نرم‌افزار میزان مصرف سوخت وسایل نقلیه می‌باشد. پس از دو بار شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار شبیه‌ساز که یک بار بدون وجود پل عابر و یک بار با وجود پل عابر پیاده اختلاف میزان مصرف سوخت وسایل نقلیه حاصل می‌گردد. نکته قابل ذکر اینکه در نرم‌افزار ایمسان، میزان مصرف سوخت به صورت میزان مصرف سوخت کلیه‌ی وسایل نقلیه‌ی موجود شبکه بیان می‌گردد. بنابراین در این قسمت به مانند قسمت محاسبه‌ی سود ناشی از کاهش زمان سفر، نباید اعداد حاصله را در تعداد وسایل نقلیه‌ی موجود در شبکه ضرب کرد [22].

#### 7-2 - نحوه محاسبه سود ناشی از کاهش آلودگی هوا (B<sub>2</sub>)

همانند نحوه‌ی محاسبه‌ی سود کاهش مصرف سوخت، نرم‌افزار میزان گازهای آلاینده‌ای همچون HC و NO<sub>x</sub> و CO را برای کل وسایل نقلیه موجود در شبکه می‌دهد و نه هر وسیله نقلیه. بنابراین در این حالت نیز نباید در تعداد وسایل نقلیه‌ای که در شبکه تردد می‌کنند، خروجی را ضرب نماییم. در نتیجه میزانی را که نرم‌افزار پس از تجزیه و تحلیل به عنوان خروجی بیان می‌کند، از یک ساعت به یک سال تبدیل نماییم و براساس اینکه هر کیلوگرم از گازهای مذکور چه میزان ضرر مالی ایجاد می‌نمایند، می‌توان به کل خسارت ناشی از افزایش گازهای آلاینده ناشی از نبود پل معابر پیاده پی برد [15].

#### 8 - مطالعه‌ی موردی

ایستگاه‌های مترو در سطح زمین، مکان‌هایی هستند که تردد بالای عابرین پیاده در آنها صورت می‌گیرد. در حالتی که در سطح زمین در طرفین خیابان یا بزرگراه، ایستگاه مترو تعبیه نگشته باشد و



فقط یک ورودی و خروجی برای مسافرین مترو از سطح زمین وجود داشته باشد، بخشی از مسافرین ناچار به گذر از عرض خیابان می باشند. چنانچه پل عابر پیاده ای در محل ایستگاه مترو بر روی خیابان به همراه نرده در رفوژ میانی احداث نگردد، عواقب خیلی زیادی که در رأس آنها کاهش ایمنی تردد عابرین پیاده می باشد، به همراه خواهد داشت. بنابراین برای ارتقا ایمنی تردد عابرین در معابر درون شهری، نیاز به احداث پل های عابر پیاده خصوصاً در نزدیکی ایستگاه های مترو ضروری می باشد. بخشی از خط 2 متروی تهران از خیابان دکتر شریعتی می گذرد. خیابانی که به واسطه ی تجاری بودن اکثر نقاط بافت اطراف خیابانش در حالتی که حتی خط مترو از آنجا رد نشده بود، تردد عرضی قابل توجهی از عرض خیابان توسط عابرین پیاده صورت می گرفت. بعد از راه اندازی ایستگاه های مترو در ایران، خیابان در محل ایستگاه های مترو تردد عابرین پیاده بیش از پیش گردید. همانطور که در شکل (1) نشان داده شده است، ایستگاه متروی قیطریه، از جمله ایستگاه هایی است که به واسطه اینکه فقط در یک سمت خیابان شریعتی و آن هم سمت شرقی خیابان می باشد، در سطح زمین ورودی و خروجی به مترو وجود دارد، تردد عرضی عابرین که در شکل (2) دیده می شود از سطح خیابان دکتر شریعتی بسیار زیاد است. شهرداری منطقه 1 اقدام به احداث پل عابر پیاده ی مکانیزه ای در جلوی ایستگاه مذکور در خیابان شریعتی نموده است که هنوز بهره برداری نگشته است. این ایستگاه مترو و پل عابر پیاده مکانیزه، پایین تر از بلوار صبا، پل رومی واقع گشته اند.



شکل 1: عکس هوایی از مطالعه موردی [45]

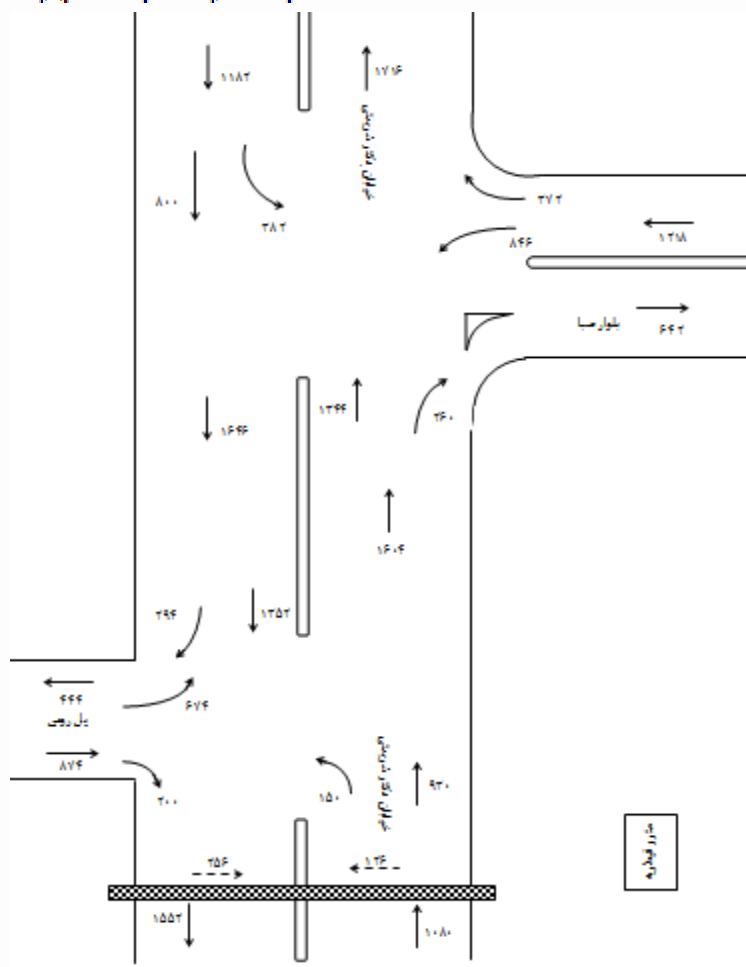
ملاک عمل ما در افزایش هزینه‌ها براساس نرخ تورمی است که هر سال توسط آمار بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران اعلام گردیده است. براساس حاصلضرب کلیه‌ی نرخ‌های تورم ضریبی حاصل می‌گردد که با لحاظ کردن آن می‌توان هزینه‌های سال 83 را به روز نمود.

جدول 1: میزان نرخ تورم

سال	83	84	85	86	87	88	89	90
نرخ تورم	15/2	12/1	13/6	18/4	25/4	10/8	12/4	21/5

بنابراین خواهیم داشت:

$$(1 + 0/152)(1 + 0/121)(1 + 0/136)(1 + 0/184)(1 + 0/254)(1 + 0/108) \\ \times (1 + 0/124)(1 + 0/215) = 3/296$$



شکل 2: احجام تردد مطالعه موردی





ضریب سرنشین سواری در ایران برابر با  $1/524$  می باشد و فرض می گردد که از 24 ساعت شبانه روز، 8 ساعت از شبها، شهروندان به استراحت می پردازند و ترددی از عرض خیابان صورت نمی گیرد. بنابراین تعداد ساعات شبانه روز به کار گرفته شده، 16 ساعت می باشد. در بررسی ها و ارزیابی های فنی و اقتصادی از این دست، تعداد روزهای سال را 290 روز می گیرند. توجیه این امر آن است که از آنجایی که پنج شنبه ها و جمعه ها شرایط با بقیه ایام هفته متفاوت است، پنج شنبه ها را به مانند بقیه ایام هفته فرض کرده و جمعه ها کلاً لحاظ نمی گردند. بنابراین  $12 \times 4 = 48$  از ایام سال کم می شود. از طرفی در ایران هر سال حدود 25 روز تعطیل رسمی وجود دارد.

$$365 - 48 - 25 = 292$$

### 9 - منفعت حاصل از کاهش مصرف سوخت

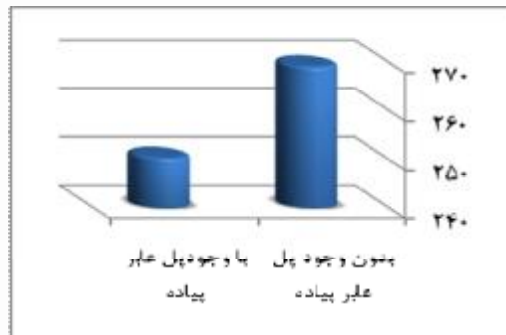
برای محاسبه ای این سود نیز ناچار دو بار شبیه سازی توسط نرم افزار شبیه ساز می باشیم. پس از برداشت آمار تردد عابرین پیاده گذرنده از عرض خیابان دکتر شریعتی و حجم تردد وسایل نقلیه عبوری از این معبر داده ها وارد نرم افزار میکروسیمولیتور ایمسان می گردد. در حالتی عابرین پیاده قصد عبور از عرض مقطع خیابان را دارند، ناچار وسایل نقلیه ای که با آنها تداخل دارند، مجبور به کاهش سرعت و احياناً توقف کامل و سپس افزایش سرعت تا رسیدن به سرعت قبلی خود را دارند. بنابراین مصرف سوخت آنها افزایش پیدا می کند. اما در حالتی که پل عابر پیاده خصوصاً پل عابر پیاده ای مکانیزه ای مثل پل عابر پیاده مکانیزه جلوی متروی قیطریه به انضمام نرده کشی در رفوژ میانی خیابان دکتر شریعتی وجود داشته باشد، هیچ داخلی بین وسایل نقلیه گذرنده و عبور عرضی عابرین پیاده وجود نداشته باشد، مصرف سوخت وسایل نقلیه کاهش می یابد. هر چند که ممکن است در وهله اول مقدار چشم گیر و قابل توجهی نباشد. ولی پس از محاسبات متوجه می شویم که در سال، هزینه ای قابل توجهی دارد. پس از دو بار شبیه سازی و دو بار خروجی گرفتن از نرم افزار، نتایج جدول (3) حاصل گردید.

جدول 3: میزان مصرف سوخت

میزان مصرف سوخت	مقدار	واحد
مصرف سوخت بدون وجود پل عابر پیاده	269/283	Litre
مصرف سوخت با وجود پل عابر پیاده	250/458	Litre







شکل 3: نمودار میزان مصرف سوخت

یعنی به خاطر تداخلی که در حرکت وسایل نقلیه و عبور عرضی عابرین پیاده در محل مطالعه‌ی موردی ما افزایش میزان مصرف سوخت به میزان رو به رو برحسب لیتر حاصل گردیده است:

$$269/283 - 250/458 = 18/825$$

همان طور که در help نرم‌افزار در بخش AimsunMicroMeso User Manual V 6.1 نوشته شده است، مقداری که به عنوان خروجی مصرف سوخت اعلام می‌گردد، میزان مصرف سوخت کلیه‌ی وسایل نقلیه‌ای است که در شبکه حضور داشته‌اند و نه هر وسیله‌ی نقلیه‌ای جداگانه. مطلب دیگر آنکه سوخت وسایل نقلیه بنزین با قیمت لیتری 400 تومان در نظر گرفته شده است. با توجه به مطالب بیان گشته میزان سود ناشی از کاهش مصرف سوخت در سال، برحسب تومان برابر است با:

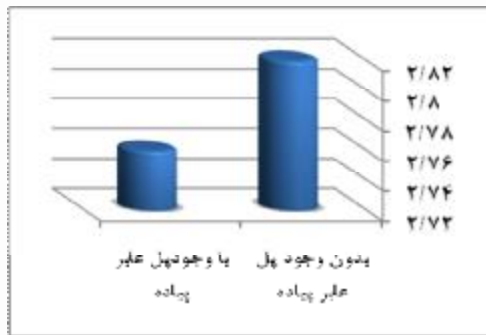
$$B_7 = 18/825 \times 400 \times 16 \times 29 = 34939 \dots$$

#### 10 - منفعت حاصل از کاهش آلودگی هوا

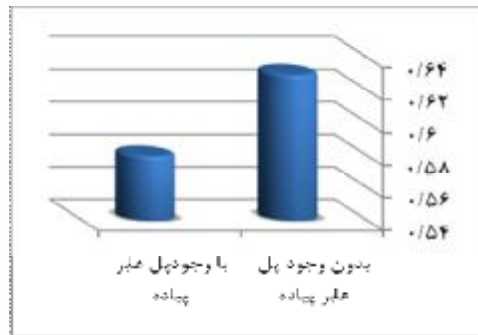
در این مرحله نیز مانند محاسبه‌ی منافع حاصل از کاهش زمان سفر و کاهش مصرف سوخت نیاز به دو بار شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار می‌باشد که توس نرم‌افزار ایمسان صورت گرفته است. خروجی‌هایی که نرم‌افزار در ارتباط با گازهای آلاینده محیط زیست عبارتند از HC و NO<sub>x</sub> و CO. از خروجی‌های نرم‌افزار در دو حالت بدون وجود پل و با وجود اطلاعات جدول (4) حاصل گردید.

جدول 4: میزان تولید آلاینده‌های هوا

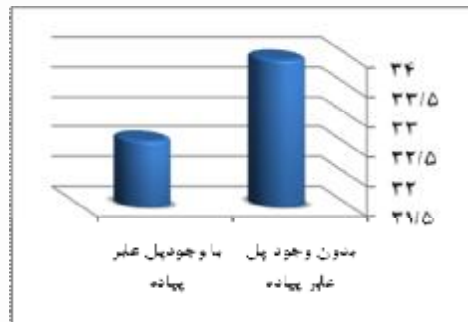
آلاینده‌های هوا	HC	NO <sub>x</sub>	CO
میزان تولید بدون وجود پل عابر پیاده	2/82	0/63	33/97
میزان تولید با وجود پل عابر پیاده	2/76	0/58	32/61



شکل 4: نمودار میزان تولید گاز HC



شکل 5: نمودار میزان تولید گاز NOx



شکل 6: نمودار میزان تولید گاز CO

از اختلاف اعداد جدول 4 میزان تأثیر پل عبور پیاده بر تولید آلاینده‌ها به دست می‌آید که جدول 5 آمده است.

جدول 5: میزان تأثیر پل عبور پیاده بر آلاینده‌ها

آلاینده های هوا	HC	NO <sub>x</sub>	CO
تأثیر پل عبور پیاده	0/06	0/05	1/36

لازم به ذکر است که واحد کلیه اعداد بالا کیلوگرم بوده و در قسمت help نرم افزار آمده است که میزان تولید گازهای آلاینده برای کل وسایل نقلیه گذرنده از شبکه طراحی شده می باشد. میزان هزینه ناشی از گازهای آلاینده فوق در جدول برای سال بر حسب کیلوگرم و دلار آورده شده است.

جدول 6: هزینه ناشی از آلاینده ها به دلار [38]

آلاینده های هوا	HC	NO <sub>x</sub>	CO
هزینه ناشی از آلاینده (دلار)	2/9-5/8	0/62 - 7/6	0/07-0/14
متوسط هزینه ناشی از آلاینده (دلار)	4/35	4/11	0/105

از آنجایی که قیمت دلار چه دولتی و چه آزاد متغیر می باشد و نوسان دارد، در این تحقیق قیمت دلار برابر با 1500 تومان لحاظ گردید است.

جدول 7: هزینه ناشی از آلاینده ها به تومان

آلاینده های هوا	HC	NO <sub>x</sub>	CO
هزینه ناشی از آلاینده	6525	6165	158

حال با توجه به نرخهای تورم جدول (1) قیمت های بالا را به سال 90 به روز می نماییم که در جدول (8) آورده شده است.

$$F' = F(1 + 0/124)(1 + 0/215)$$

جدول 8: هزینه ناشی از آلاینده ها به تومان

آلاینده های هوا	HC	NO <sub>x</sub>	CO
هزینه ناشی از آلاینده ها (تومان)	8911	8419	216

حال با توجه به میزان تأثیر پل عابر پیاده جدول (5) و هزینه ناشی از گازهای مذکور جدول (8) داریم:

$$HC: 0/06 \times 8911 \times 16 \times 290 = 2,480,822$$

$$NO_x: 0/05 \times 8419 \times 16 \times 290 = 1,955,208$$

$$CO: 1/26 \times 216 \times 16 \times 290 = 1,263,046$$

بنابراین مجموع منفعت حاصل از کاهش آلاینده های هوا برابر خواهد بود با:

$$B_{\text{ف}} = 2,480,822 + 1,955,208 + 1,263,046 = 5,799,076 \text{ تومان}$$

11 - برآورد ارزش فعلی منافع

لازم به ذکر است که پیش از برآورد ارزش فعلی منافع نکات زیر ضروری می‌باشد: 1. نرخ بهره (i)، برابر با نرخ تورمی که توسط دولت برای سال 90 که برابر با 21/5 درصد بوده است فرض گردیده است. 2. فرض می‌گردد که منافع و هزینه‌ها در طول مدت طرح ثابت باشد. 3. طول مدت طرح و ارزش اسقاط برابر با 20 سال می‌باشد.

از آنجایی که برای محاسبه ارزش فعلی نیاز به جدول فاکتور با نرخ بهره‌ی 21/5 می‌باشد، با توجه به جدول 20 درصد و 25 درصد به درونیابی می‌پردازیم تا P/A و P/F را بیابیم.

$$P/A: \frac{25 - 20}{21/5 - 20} = \frac{3/9539 - 4/8696}{x - 4/8696} \rightarrow (P/A)_{21/5} = 4/5949$$

$$P/F: \frac{25 - 20}{21/5 - 20} = \frac{0/015 - 0/0261}{x - 0/0261} \rightarrow (P/A)_{21/5} = 0/0217$$

12 - ارزش فعلی منفعت حاصل از کاهش مصرف سوخت (PB<sub>1</sub>)

$$P_{B_1} = 34,939,000 \times (P/A, 21/5\%, 20) = 34,939,000 \times 4/5949 = 160,541,000$$

13 - ارزش فعلی منفعت حاصل از کاهش آلودگی هوا (PB<sub>2</sub>)

$$P_{B_2} = 5,797,000 \times (P/A, 21/5\%, 20) = 5,797,000 \times 4/5949 = 26,637,000$$

14 - نتیجه گیری

براساس نتایج حاصل از این تحقیق احداث پل های عابرپیاده که صرفا برای ارتقا ایمنی صورت می‌گردد، منافع و سودآوری های زیاد دیگری هم دارد که به اختصار در زیر به آن ها اشاره می‌گردد: مشاهده گردید که سود ناشی از کاهش مصرف سوخت وسایل نقلیه گذرنده از محدوده ی مطالعه ی مورد در اثر احداث پل عابر پیاده مکانیزه در هر سال برابر با 34939000 تومان است. مشاهده گردید که سود ناشی از کاهش آلودگی هوا یا به عبارت دیگر منفعت ناشی از کاهش آلاینده های هوایی از قبیل HC و NO<sub>x</sub> و CO در اثر وجود پل عابر پیاده مکانیزه در خیابان دکتر شریعتی، روبروی ایستگاه متروی قیطریه سالانه برابر با 5797000 تومان است.

در ارزیابی فنی و اقتصادی پل های عابر پیاده نباید فقط سود ناشی از حفظ جان شهروندان را تنها منفعت حاصل از احداث پل های عابر پیاده دانست. همانطور که از نتایج شبیه سازی ها معلوم گردید،





صرفه جویی در کاهش مصرف سوخت و کاهش آلاینده های هوا از دیگر منافع است که در وهله ی اول ممکن است به چشم نیاید.

از آنجایی که آلودگی هوا خصوصا آلودگی هوا در شهری با هوای آلوده ای مثل تهران مسئله ای بسیار مهم می باشد، هر اقدامی در راستای کاهش آلودگی هوا بسیار ضروری می باشد. همانطور که قبلا گفته شد ممکن است در وهله ی اول احداث پل عابر پیاده هیچ ارتباطی با کاهش آلودگی هوا نداشته باشد، ولی پس از شبیه سازی های دقیق کامپیوتری در حالت عدم وجود پل عابر پیاده و در حالت وجود پل عابر پیاده معلوم گردید که احداث پل عابر پیاده باعث کاهش آلاینده هایی همچون  $NO_x$  و HC هر کدام به ترتیب برابر با 232 و 278 کیلوگرم در سال است. علاوه بر این دو گاز، گاز سمی CO نیز به میزان سالانه 6310 کیلوگرم در سال در اثر احداث پل عابر پیاده مطالعه موردیمان دیگر تولید نمی شوند.

معلوم گردید که با احداث پل عابر پیاده مکانیزه جلوی متروی قیطریه در هر سال 87348 لیتر در مصرف سوخت صرفه جویی گردید که این میزان صرفه جویی معادل منفعتی برابر با 34939000 تومان در سال است. لازم به ذکر است که این تحقیق فرض گردید که بنزین لیتری 400 تومان باشد. چنانچه به هر دلیلی مثلا هدفمند کردن یارانه ها در آینده قیمت بنزین افزایش یابد، بالطبع منفعت حاصل از صرفه جویی بنزین ناشی از احداث پل عابر پیاده بیشتر می گردد و احداث پل عابر پیاده را با توجه بیشتری همراه خواهد کرد.



15 - منابع

- 1- سید حسینی، م. (1387) برنامه ریزی مهندسی حمل و نقل و تحلیل جابجایی مواد (چاپ چهارم)، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
- 2- کاشانی جو، خ. (1389) پیاده راه از مبانی طراحی تا ویژگیهای کارکردی، انتشارات آذرخش.
- 3- دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان. (1390) مبحث پانزدهم مقررات ملی ساختمان آسانسور و پله برقی (چاپ پنجم)، نشر توسعه ایران.
- 4- معاونت امور فنی دفتر امور فنی و تدوین معیارها. (1376) تسهیلات پیاده روی جلد سوم، سازمان برنامه و بودجه.
- 5- بانک توسعه آسیایی. (1385) مدیریت ایمنی راه، پژوهشکده حمل و نقل.
- 6- بهبهانی، ح. و احمدی نژاد، م. و ابوطالبی اصفهانی، م. (1384) مطالعات حمل و نقل، انتشارات موسسه دانش پژوهان برین.
- 7- مهندسین مشاور راهان پویا و شرکت تعاونی راهداری کشور. (1386) راهنمای بازرسی ایمنی راه، پژوهشکده حمل و نقل.
- 8- آیتی، ا. (1388) هزینه تصادفات تئوری و کاربرد، پژوهشکده حمل و نقل.
- 9- خشایی پور، م. و یزدان پناه، ح. و عطایی، ر. و فرامرزی، ا. و عزیزی فر، ا. (1390) ملاک عمل احداث گذرگاه های غیر هم سطح عابر پیاده، نشر موج سبز.
- 10- دوکوهکی، پ. و فتاحی، ا. و کاظمی، م. (1389) راهنمای جامع اقتصاد مهندسی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر.
- 11- اسکونژاد، م. (1385) اقتصاد مهندسی، مرکز نشر دانشگاهی امیر کبیر.
- 12- سید حسینی، م. (1387) اقتصاد مهندسی و آنالیز تصمیم گیری، انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
- 13- دفتر هماهنگی و حمل و نقل و ترافیک، (1388) ضوابط جانمایی و احداث پلهای عابر پیاده مکانیزه با مشارکت بخش خصوصی، نشر موج سبز.
- 14- امیری فر، م. (1388) "ارزیابی فنی و اقتصادی اتوبوس TRB مطالعه موردی: شهر قم"، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- 15- خان بندری، ع. (1388) "بررسی و ارزیابی اقتصادی احداث پارکینگهای چند طبقه در مراکز شهری"، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- 16- ماهری نیا، ح. (1389) "ارزیابی روش های اخذ عوارض در آزادراه ها و ارائه مدل پیشنهادی بهترین روش اخذ عوارض در آزادراه های کشور"، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- 17- اسپلانیان، ف. (1387) "متدولوژی تعیین شاخص های ارزیابی به کارگیری سیستم حمل و نقل ریلی برای اتصال کلانشهرها به شهرهای جدید التاسیس"، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- 18- وحدتی دانشمند، ش. (1384) "بررسی و ارزیابی اقتصادی روش هزینه به فایده در سیستم قطار هوایی شهری منوریل"، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.





19- سنگلی، ف. (1386) "ارزیابی فنی و اقتصادی اصلاح فرم هندسی محور کرج چالوس کیلومتر 50-0"، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

20- دائمی، م. (1390) "ارزیابی فنی و اقتصادی استفاده از نخاله های ساختمانی در پروژه های راه سازی"، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

21- غلامپور، ح. (1387) "ارزیابی فنی و اقتصادی جایگزینی سیستم های هوشمند به جای سیستم های کنترل سنتی در بزرگراه های شهری"، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

22- کرامتی اصل، ر. "بررسی و تعیین ایمنی ابنیه فنی راه پل و برآورد هزینه تصادفات مطالعه موردی استان کهگیلویه و بویراحمد"، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

23- صادق وزیری، ا. (1390) "بررسی عملکرد فنی و اقتصادی تسهیلات عابرین پیاده"، سمینار کارشناسی ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

24- افندی زاده، ش. و ناصری نیا، ع. (1390) "ارزیابی تاثیر کنترل رمپ بر زمان تاخیر بزرگراه ها با استفاده از شبیه سازی میکروسکوپی" یازدهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل و ترافیک، 3-2 اسفند، تهران، ایران.

25- نوروزی، آ. و حبیبی، ح. و دلیرپور، س. (1390) "بررسی تردد عابرین پیاده در تقاطع های چراغدار با استفاده از نرم افزار AIMSUN و کالیبره کردن عوامل تردد عابر در شبیه ساز به همراه مطالعه موردی" یازدهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل و ترافیک، 3-2 اسفند، تهران، ایران.

26- دشتستانی نژاد، ح. و قصری، م. و افتخاری، ق. کریمی دهنوی، ه. (1390) "پرداخت دو پارامتر رفتار رانندگان در نرم افزار شبیه ساز ترافیکی AIMSUN مطالعه موردی: محدوده حاشیه زاینده رود در شهر اصفهان" یازدهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل و ترافیک، 3-2 اسفند، تهران، ایران.

27- حسین پور، ش. و میربها، ب. و ندیمی، ن. (1389) "تحلیل و عوامل موثر بر تصادفات عابران پیاده در معابر شهری"، دهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل و ترافیک، 3-2 آذر، تهران، ایران.

28- حاجی حسینلو، م. و ترقی، و. و احدی، م. (1389) "مکانیابی گذرگاه های عرضی غیر هم سطح عابر پیاده با استفاده از نرم افزار ArcGIS در شبکه های ترافیکی درونشهری" دهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل و ترافیک، 3-2 آذر، تهران، ایران.

29- شاهین کار، ع. (1388) "تخصیص بهینه اولویت احداث پلهای عابر مکانیزه به منظور کاهش ترافیک شهر تهران" نهمین کنفرانس بین المللی حمل و نقل و ترافیک، تهران، ایران.

30- کلاهدوز، ع. (1390) راهسازی طرح هندسی راه، سازمان بسیج دانشجویی.

30- Lee, J. and Lam, W. (2008) 'Simulating pedestrian movements at the some signalized crosswalks in Hong Kong' Transportation Research Part A, 42, 1314-1325.

31- Sisiopiku, V. and Akin, D. (2003) 'Pedestrian behaviors at and perceptions towards various pedestrian facilities: an examination based on observation and survey data' Transportation Research Part F, 6, 249-274.

32- Lassarre, S. and Papadimitriou, E. and Yannis, G. and Golias, J. (2007) Accident Analysis and Prevention 39, 1226-1238.



- 33- Yang, J. and Li, Q. and Wang, Z. and Wang, J. (2005) 'Estimating pedestrian delays at signalized intersections in developing cities by Mont Carlo method' Mathematics and Computers in simulation 68, 329-337.
- 34- Stefen, B. and Sefried, A. (2010) 'Methods for measuring pedestrian density, flow, speed and direction with minimal scatter' Physica A, 389, 1902-1910.
- 35- Ooadimitriou, E. and Yannis, G. and Golias, J. (2009) 'A critical assessment of pedestrian behavior models' Transportation research Part F, 12, 242-255.
- 36- Kelly, C. and Tight, M. and Hodgson, F. and Page, M. (2010) 'A comparison of three methods for assessing the walkability of the pedestrian environment' Journal of Transport Geography.
- 37- Saaloos, D. and Joh, C. and Zhang, J. and Fujiware, A. (2010) 'A segmentation study of pedestrian weekend activity pattern in a central business district' Journal of Retailing and consumer services, 17, 119-129.
- 38- Kockelman, K. and Xie, C. and Fagant, D. and Thompson, T. and Buller, E. and Waller, T. (2010) 'Comprehensive Evaluation of Transportation Projects: A Toolkit for Sketch Planning' Center of Transportation Research The university of Texas at Austin 1616 .
- 39- Usher, J. and Strawderman, L. (2010) 'Simulating operation behaviors of pedestrian navigation' Computer & Industrial Engineering, 59, 736-747.
- 40- <http://www.khabaronline.ir/detail>
- 41- <http://www.mahvizan.com/News/90>
- 42- <http://www.amar.org.ir/Default.aspx? =123&articleType>
- 43- <http://www.shafaf.ir/fa/news/92083/>
- 44- <http://www.magiran.com?ID=1825239>
- 45- <http://www.google.com/search?hl=blm=1280@bih>





## Financial Analysis of Overhead Bridges on Decreasing Air Polluters and Fuel Consumption

Seyed Mohamad Seyedhoseini, Full Professor of Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

Eazaz Sadeghvaziri, MS of Transportation Planning Graduated, Science and Research Branch of Islamic Azad University, Tehran, Iran

Kamran Rahimof, Assistant Professor of Science and Research Branch of Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Seyed Mir Sajad Mokhtari Mousavi, MS Student of Transportation Planning, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

### *Abstract*

Since the air pollution is one of the most significant factors on environment, in this article the conflict between vehicles and vertical passing of pedestrians has been surveyed; based on computer simulation, in order to clarify how pedestrian bridges could be effective on toxic gases coming out of vehicles. As vehicles use more fuel and consequently more toxic gases are produced while they accelerate and decelerate, the effect of these situations, which are the result of lack of pedestrian bridge have been surveyed. In order to make this article more and more practical, all financial value of the results has been calculated.

