

## بررسی نقش کاهش زمان سفر ناشی از بهسازی معابر در افزایش منافع اقتصادی کاربران

اسماعیل آیتی، دانشیار، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، esmaeel@ayati.co.uk  
حمیدرضا بهنود، کارشناس ارشد، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، hr.behnood@gmail.com

### چکیده

زمان سفر یکی از عمده‌ترین پارامترهای اقتصادی حمل‌ونقل است و در بعضی مواقع صرفه‌جویی در زمان، بزرگترین سود اصلاحات ترافیکی معابر می‌باشد. در بسیاری از مطالعات پیشین اثر کاهش زمان بر منافع اقتصادی حاصل از اجرای پروژه‌های بهسازی معابر مورد بررسی قرار گرفته است. در اندازه‌گیری ارزش کل زمان صرفه‌جویی شده (یا تلف‌شده) همواره با دو کمیت عمده روبرو هستیم:

۱. محاسبه ارزش کمی هر واحد از زمان سفر (مانند یک ساعت)
  ۲. اندازه‌گیری کل زمان‌های صرفه‌جویی شده (یا تلف شده) بر اثر عوامل تغییردهنده زمان سفر
- در یک جاب‌جایی مشخص عوامل متعددی بر ارزش زمان سفر تأثیر می‌گذارد که برخی از آنها عبارت است از نوع و هدف از سفر، ترجیحات مسافر، شرایط سفر و مشخصات وسیله نقلیه. همچنین، با افزایش سطح دستمزدها ارزش زمان سفر نیز بیشتر می‌شود و بدین ترتیب ارزش زمان را می‌توان به صورت نسبتی از دستمزد متوسط نشان داد. زمان صرفه‌جویی شده حاصل از هر گونه اصلاحات در یک مسیر مورد نظر را نیز می‌توان از اختلاف بین زمان طی شده در قبل و بعد از اصلاحات انجام یافته به دست آورد که محاسبه این کمیت به تشکیل روابط و مدل‌هایی برگرفته از مطالعات خاص هر سیستم بهسازی بستگی دارد.

واژه‌های کلیدی: زمان سفر، سود اقتصادی، ارزش زمان، بهسازی

### ۱. مقدمه

زمان سفر یکی از عمده‌ترین پارامترهای اقتصادی حمل‌ونقل است و در بعضی مواقع صرفه‌جویی در زمان، بزرگترین سود اصلاحات ترافیکی راه‌ها می‌باشد. صرفه‌جویی در زمان می‌تواند برای انجام فعالیت‌های دیگری غیر از سفرکردن مورد کاربرد قرارگیرد به طوری که به افراد و کارکنان اجازه می‌دهد کارآیی بیشتری برای کار و یا زمان بیشتری برای فعالیت‌های تفریحی خود داشته باشند. در اندازه‌گیری ارزش کل زمان صرفه‌جویی شده (یا تلف‌شده) همواره با دو کمیت عمده روبرو هستیم:

- ۱) محاسبه ارزش کمی هر واحد از زمان سفر (مانند یک ساعت)
- ۲) اندازه‌گیری کل زمان‌های صرفه‌جویی شده (یا تلف شده) بر اثر عوامل تغییردهنده زمان سفر

در یک جا به جایی مشخص عوامل متعددی بر ارزش زمان سفر تأثیر می‌گذارد که برخی از آنها عبارت است از نوع و هدف از سفر، ترجیحات مسافر، شرایط سفر و مشخصات وسیله نقلیه. اگرچه گاهی اوقات ارزش زمان سفر معادل صفر و یا حتی مقداری منفی است (در بعضی از مواقع افراد عمداً زمان خود را صرف سفر کرده تمایلی به کاهش آن ندارند)، اما معمولاً به زمان سفر ارزشی تعلق می‌گیرد. به طور مثال، شخصی در زمانی ممکن است وقت خود را صرف لذت از یک رانندگی و گردش تفریحی کند، اما در روز بعد برای فعالیت‌های کاری‌اش تمایل به صرف زمانی کمتر برای پیمودن مسیر خود و در نتیجه رانندگی سریع‌تر داشته باشد. در بعضی از شرایط مانند سفرهای فوری و یا تعجیل برای رسیدن به یک قرار مهم، ارزش زمان به بیشترین مقدار خود می‌رسد. همچنین، با افزایش سطح دستمزدها، ارزش زمان سفر نیز بیشتر می‌شود و برای کودکان و افراد بازنشسته یا بی‌کار این ارزش کاهش می‌یابد. بدین ترتیب، ارزش زمان را می‌توان به صورت نسبتی از دستمزد متوسط نشان داد.

## ۲. محاسبه ارزش زمان صرفه‌جویی شده

در مقاله حاضر اثر کاهش زمان بر منافع اقتصادی حاصل از اجرای پروژه‌های بهسازی هندسی مسیرهای شهری مورد بررسی قرار می‌گیرد. به طور کلی، ارزش کل زمان صرفه‌جویی شده بر اثر افزایش سرعت وسایل نقلیه را می‌توان به صورت حاصل ضرب کل ساعات کاهش یافته در ارزش یک ساعت زمان سفر بیان نمود. کل ساعات صرفه‌جویی شده معمولاً برای کلیه کاربران و در طی یک سال در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب، ارزش کل ساعات کاهش یافته برای تمامی کاربران راه در طی یک سال را می‌توان به صورت زیر به دست آورد:

$$V_{total} = \left( \frac{L}{Speed_{before}} - \frac{L}{Speed_{after}} \right) \times ADT \times 365 \times TV \times N \quad (1)$$

در رابطه فوق:

$V_{total}$  = ارزش کل ساعات کاهش یافته برای تمامی کاربران راه در طی یک سال (ریال)

$Speed_{before}$  و  $Speed_{after}$  = سرعت متوسط وسایل نقلیه به ترتیب در قبل و بعد از اجرای عملیات اصلاحی (کیلومتر بر ساعت)

$L$  = طول مسیر تحت عملیات بهسازی (کیلومتر)

$ADT$  = میزان تردد سالانه وسایل نقلیه

$TV$  = ارزش یک ساعت زمان سفر (ریال بر ساعت)

$N$  = تعداد متوسط سرنشینان وسایل نقلیه

در ادامه، محاسبه پارامترهای اساسی رابطه فوق یعنی مقدار ارزش ساعتی زمان سفر و اختلاف سرعت‌های قبل و بعد از

بهسازی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ۳. محاسبه ارزش کمی یک ساعت زمان سفر

در یک جابه‌جایی مشخص عوامل متعددی بر ارزش زمان سفر تأثیر می‌گذارد که برخی از آنها عبارت است از نوع و هدف از سفر، ترجیحات مسافر، شرایط سفر و مشخصات وسیله نقلیه. اگرچه گاهی اوقات ارزش زمان سفر معادل صفر و یا حتی مقداری منفی است (در بعضی از مواقع افراد عمداً زمان خود را صرف سفر کرده تمایلی به کاهش آن ندارند)، اما معمولاً به زمان سفر ارزشی تعلق می‌گیرد. به طور مثال، شخصی در زمانی ممکن است وقت خود را صرف لذت از یک رانندگی و گردش تفریحی کند، اما در روز بعد برای فعالیت‌های کاری‌اش تمایل به صرف زمانی کمتر برای پیمودن مسیر خود و در نتیجه رانندگی سریع‌تر داشته باشد. در بعضی از شرایط مانند سفرهای فوری و یا تعجیل برای رسیدن به یک قرار مهم، ارزش زمان به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

با افزایش سطح دستمزدها، ارزش زمان سفر نیز بیشتر می‌شود و برای کودکان و افراد بازنشسته یا بی‌کار این ارزش کاهش می‌یابد [1]. بدین ترتیب، ارزش زمان را می‌توان به صورت نسبتی از دستمزد متوسط نشان داد. ساپرمن<sup>1</sup> [2] در این زمینه می‌گوید: «طبق تعریف، میانگین درآمدها در مناطق در حال توسعه کمتر از درآمد مناطق دارای اقتصاد توسعه یافته است، از این رو ارزش متوسط منسوب به صرفه‌جویی زمان کاربران نیز باید کمتر باشد».

در بررسی‌های علمی و سازمان یافته جهان، مانند بررسی بانک جهانی، در مورد کشورهای در حال توسعه، چه در ارزیابی‌های هزینه در مقابل سود برای بررسی اقتصادی سرمایه‌گذاری جاده‌ها و طرح‌های حمل‌ونقل و چه در محاسبه هزینه و قایع وقت بر یعنی وقایعی که مستلزم صرف زمان است، معمولاً از ارزش وقت صرف نظر می‌شود و این بیشتر به خاطر نرخ بالای بی‌کاری و سطح پایین تخصص‌ها در کشورهای مزبور می‌باشد. به عبارت دیگر استدلال بانک جهانی و دیگر سازمان‌های بین‌المللی و مجامع علمی در این مورد این است که باتوجه به عللی که ذکر شده، صرف وقت در کشورهای مزبور منجر به ایجاد ارزش افزوده قابل توجهی نمی‌شود. اما رفتار استفاده‌کننده از جاده در کشورهای در حال توسعه را نمی‌توان به کلی متفاوت از شرایط مشابه در سایر کشورها در نظر گرفت، یعنی در این کشورها نیز ارزشی که افراد برای وقت خود قائل‌اند، مانند کشورهای توسعه یافته برحسب میزان درآمد فرد یا دستمزد او و استفاده‌ای که از وقت برای کار یا تفریح می‌شود متفاوت است. این موضوع در رفتار اقتصادی فرد یعنی در انتخاب مسیری که پیمودن آن کمترین وقت را لازم دارد، تجلی می‌کند [۳].

معیار «تمایل به پرداخت»<sup>۲</sup> یکی از آسان‌ترین روش‌ها جهت درک و اندازه‌گیری رفتار اقتصادی افراد است که از طریق روش‌ها و قیمت‌های بازاری قابل تعیین نمی‌باشد. در این روش تمایلات و ترجیح کاربران در انتخاب مسیر مطلوب به شیوه‌ای غیرمستقیم سنجیده می‌شود. یکی از نمونه‌های کاربردی روش تمایل به پرداخت، آزمون «کاربران عمومی راه» می‌باشد. در این روش که نمونه‌ای از آن در سال ۱۹۶۸ در کنیا انجام شد، شرایطی در نظر گرفته شد که در آن کاربران راه دو گزینه را برای انتخاب مسیر خود

<sup>1</sup> Soberman

<sup>2</sup> Willingness-to-Pay

در اختیار داشتند [2]. مسیر اول رایگان اما وقت‌بر و مسیر دوم همراه با پرداخت عوارض اما با زمان سفر کمتر بود. کل ترافیک عبوری در یک دوره مشخص و میانگین زمان سفر برای هر یک از دو مسیر فوق به شرح زیر به دست آمد:

کل ترافیک عبوری: ۲۸۹ وسیله نقلیه

که از آن: ۲۶۱ وسیله از مسیر عوارضی و ۲۸ وسیله از مسیر رایگان عبور کرده اند.

میانگین زمان سفر:

مسیر عوارضی: ۵/۸ دقیقه

مسیر رایگان: ۲۵/۳ دقیقه

در این مدت تعداد سواری‌های اندکی از مسیر رایگان عبور کردند و اکثر وسایل عبوری از این مسیر را وسایل نقلیه سنگین

باعوارض ۲۹/۲ نیوپنس تشکیل می‌داد. بدین ترتیب:

میانگین وزنی مبلغ عوارض ۱۶/۴ نیوپنس بود.

ارزش یک ساعت زمان سفر صرفه‌جویی شده برای ترافیک عبوری از عوارضی برابر است با:

$$TimeValue = \frac{16.4 \times 60}{25.3 - 5.8} = 50.6 \text{ new pence/hour}$$

بدین ترتیب با انجام چنین مطالعاتی در سطح وسیع‌تر می‌توان روش «تمایل به پرداخت» را جهت تخمین ارزش زمان سفر

در یک جامعه به کار گرفت. اما اکنون باتوجه به مطالبی که پیش از این ارائه شد، ارزش یک ساعت زمان سفر براساس درآمد‌های

سالانه خانوار در ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این روش که برای تعیین زمان تلف‌شده بر اثر تصادفات جاده‌ای نیز به کار

رفته‌است [۳]، ارزش یک ساعت زمان سفر به صورت درصدی از دستمزد ساعتی افراد محاسبه می‌شود، به طوری که این درصد

براساس ماهیت سفر افراد سنجیده می‌شود. یکی از تحقیقات بانک جهانی [۳ و ۴] در مورد زمان صرفه‌جویی شده یا از دست رفته و

ارزش آن، همان طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، نشانگر به‌کارگیری دو مقدار مختلف برای ارزش واحد زمان در مورد

کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه می‌باشد.

جدول ۱. تخمین بانک جهانی برای ارزش زمان در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه [۳]

درصد دستمزد متوسط در ساعت		ماهیت سفر
در حال توسعه	توسعه یافته	
۵۰	۵۰ - ۱۰۰	کار به کار
۲۵	۲۵ - ۵۰	خانه به کار
صفر	۰ - ۲۵	تفریحی

حال با فرض این که ۵۵٪ از مسافرت‌های روی جاده را مسافرت‌های کاری، ۳۵٪ از منزل به محل کار و بالعکس و ۱۰٪ تفریحی در نظر بگیریم، ضریب پیشنهادی بانک جهانی در مورد ایران برابر است با (با قبول ایران به عنوان کشوری در مرز توسعه یافتگی و حد واسط بین دو طبقه مزبور) [۳]:

$$(\%55 \times 0.75) + (\%35 \times 0.375) + (\%10 \times 0.125) = 0.556$$

همچنین با استفاده از اطلاعات برگرفته از مرکز آمار ایران [۵]، درآمدهای پولی و غیرپولی خانوارهای شهری ایران در سال نمونه ۱۳۸۳ به شرح جدول ۲ و بر اساس سرشماری اداره آمار اقتصادی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران [۶]، میانگین تعداد افراد خانوار طی این سال برابر ۴/۱۳ نفر بوده است.

بدین ترتیب، ارزش متوسط تقریبی یک ساعت وقت تلف شده برابر است با:

$$P_h = \frac{38,359,605 \times 0.556}{12(\text{months}) \times 180(\text{hours}) \times 4.13(\text{persons})} = 2390 \quad \text{ساعت/ریال} \quad (2)$$

جدول ۲. درآمد خانوارهای شهری و روستایی در سال ۱۳۸۳

۱۳۸۳	درآمدهای خانوار	
۳۴,۵۵۹,۵۱۳	درآمدهای پولی	شهری
۱۲,۶۶۷,۹۷۲	درآمدهای غیرپولی	شهری
ریال ۳۴,۵۵۹,۵۱۳ + ۰/۳ × ۱۲,۶۶۷,۹۷۲ = ۳۸,۳۵۹,۶۰۵		درآمد موثر در زمان سفر خانوار شهری*

\* در محاسبه ارزش یک ساعت زمان سفر، کل درآمدهای پولی و تنها ۳۰٪ درآمدهای غیر پولی در نظر گرفته می‌شود.

#### ۴. اندازه‌گیری مقدار زمان صرفه جویی شده

دو فعالیت مهم که در پروژه‌های بهسازی راه‌ها و خیابان‌های شهری انجام می‌گیرد شامل روکش کردن مسیر و انجام اصلاحات هندسی می‌شود. به طور کلی، زمان صرفه جویی شده حاصل از هر گونه اصلاحات در یک مسیر مورد نظر را می‌توان از اختلاف بین زمان طی شده در قبل و بعد از اصلاحات انجام یافته به دست آورد، به طوری که اگر سرعت متوسط وسایل نقلیه در قبل و بعد از اصلاح به ترتیب برابر  $S_1$  و  $S_2$  و طول مسیر نیز برابر  $L$  باشد، زمان صرفه جویی شده برابر خواهد بود با:

$$T_{\text{saved}} = \frac{L}{S_1} - \frac{L}{S_2} \quad (3)$$

$$S_2 = S_1 + \Delta S \quad (4)$$

$$\Delta S = \Delta S_r + \Delta S_g \quad (5)$$

مقدار  $S_2$  سرعتی است که بر اثر انجام بهسازی، به اندازه  $\Delta S$  نسبت به  $S_1$  افزایش یافته است. طبق مطالعات انجام یافته در گذشته [7]، افزایش سرعتی که از روکش کردن راه‌ها حاصل می‌شود ( $\Delta S_r$ ) برابر ۱/۶ کیلومتر بر ساعت (۱ مایل بر ساعت) است که مدت دوام این افزایش سرعت ۳۰ ماه بعد از انجام روکشی آسفالت تخمین زده شده است. اما به ندرت افزایش سرعت ناشی از

اصلاحات هندسی ( $\Delta S_g$ ) بررسی شده است و در ادامه مبحث حاضر محاسبه این مقدار افزایش بر اساس روابط و خط مشی‌های ارائه شده در راهنمای ظرفیت راه HCM (ویرایش سال 2000) [8] ارائه می‌شود.

در این راهنما، سرعت جریان آزاد برای مسیری مشخص در یک راه دو یا چند خطه با استفاده از مقادیر تطبیقی منسوب به مشخصاتی از راه همچون عرض خط و شانه، وضعیت کناره‌ها، و جود میانه و تعدد نقاط دسترسی جانبی راه تعیین می‌شود. اکنون می‌توان تغییرات سرعت یک پروژه اصلاحی را به تغییرات هندسی به کار رفته در آن پروژه نسبت داد. در راهنمای HCM برای تعیین سرعت جریان آزاد در مقاطع اصلی آزادراه‌ها از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID} \quad (6)$$

در رابطه فوق:

$BFFS$  = سرعت جریان آزاد پایه

$f_{LW}$  = مقدار تطبیقی برای عرض خط (جدول ۳)

$f_{LC}$  = مقدار تطبیقی برای وضوح دید جانبی کناره راست راه (جدول ۴)

$f_N$  = مقدار تطبیقی برای تعداد خطوط تردد آزادراه (جدول ۵)

$f_{ID}$  = مقدار تطبیقی برای تراکم تبادل‌های غیرهم‌سطح (جدول ۶)

جدول ۳. مقادیر تطبیقی  $f_{LW}$  برای عرض خط در راه‌های چند خطه بر حسب کیلومتر بر ساعت [8]

کاهش در $FFS$	عرض خط ( $m$ )
۰/۰	۳/۶
۱/۰	۳/۵
۲/۱	۳/۴
۳/۱	۳/۳
۵/۶	۳/۲
۸/۱	۳/۱
۱۰/۶	۳/۰

جدول ۴. مقادیر تطبیقی  $f_{LC}$  برای وضوح دید جانبی کناره‌های راست راه بر حسب کیلومتر بر ساعت [8]

دید جانبی شانه راست ( $m$ )	کاهش در سرعت جریان آزاد $f_{LC}$ ( $km/h$ )			
	تعداد خطوط در یک جهت			
	۲	۳	۴	$\geq 5$
$\geq 1/8$	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۱/۵	۱/۰	۰/۷	۰/۳	۰/۲
۱/۲	۱/۹	۱/۳	۰/۷	۰/۴
۰/۹	۲/۹	۱/۹	۱/۰	۰/۶
۰/۶	۳/۹	۲/۶	۱/۳	۰/۸
۰/۳	۴/۸	۳/۲	۱/۶	۱/۱
۰	۵/۸	۳/۹	۱/۹	۱/۳

جدول ۵. مقادیر تطبیقی  $f_N$  برای تعداد خطوط تردد بر حسب کیلومتر بر ساعت [8]

تعداد خطوط تردد (در یک جهت)	کاهش در سرعت جریان آزاد $f_N$ (km/h)
$\geq 5$	۰/۰
۴	۲/۴
۳	۴/۸
۲	۷/۳

جدول ۶. مقادیر تطبیقی  $f_{ID}$  برای تعداد تبادل‌ها در هر کیلومتر بر حسب کیلومتر بر ساعت [8]

تعداد تبادل‌ها در هر کیلومتر	کاهش در سرعت جریان آزاد $f_{ID}$ (km/h)
$\geq 0.3$	۰/۰
۰/۴	۱/۱
۰/۵	۲/۱
۰/۶	۳/۹
۰/۷	۵/۰
۰/۸	۶/۰
۰/۹	۸/۱
۱/۰	۹/۲
۱/۱	۱۰/۲
۱/۲	۱۲/۱

حال باتوجه به برابری تغییر سرعت متوسط با تغییر سرعت جریان آزاد خواهیم داشت:

$$\Delta S_g = \Delta FFS = FFS_2 - FFS_1 \quad (7)$$

$$\Delta S_g = (BFFS - f_{LW,2} - f_{LC,2} - f_{N,2} - f_{ID,2}) - (BFFS - f_{LW,1} - f_{LC,1} - f_{N,1} - f_{ID,1}) \quad (8)$$

$$\Delta S_g = (f_{LW,1} - f_{LW,2}) + (f_{LC,1} - f_{LC,2}) + (f_{N,1} - f_{N,2}) + (f_{ID,1} - f_{ID,2}) \quad (9)$$

اکنون باتوجه به  $\Delta S_g$  مربوط به هر نوع راه و رابطه (۳) می‌توان نوشت:

$$T_{saved} = L \left( \frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_2} \right) = L \left( \frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_1 + \Delta S_g + 1.6} \right) \quad (10)$$

$$T_{saved} = \frac{L(\Delta S_g + 1.6)}{S_1(S_1 + \Delta S_g + 1.6)} \quad (11)$$

در روابط فوق:

$$T_{saved} = \text{زمان صرفه جویی شده (ساعت)}$$

$$L = \text{طول مسیر راه (کیلومتر)}$$

$$\Delta S_g = \text{افزایش سرعت بر اثر اصلاحات هندسی (کیلومتر بر ساعت)}$$

$$1.6 = \text{افزایش سرعت بر اثر اصلاح رویه (کیلومتر بر ساعت)}$$

در نتیجه، باتوجه به ارزش ساعتی زمان سفر برای هر کاربر راه که در بخش ۳ به دست آمد، ارزش پولی کل هزینه‌های

صرفه‌جویی شده در طی یک سال و برای تمامی وسایل نقلیه با تعداد متوسط سرنشینان  $N$  در هر وسیله برابر خواهد بود با:

$$V_{total} = T_{saved} \times ADT \times 365 \times TV \times N \quad (12)$$

که در رابطه فوق:

$V_{total}$  = ارزش فعلی زمان کاهش یافته در طی یک سال پس از اجرای پروژه (ریال)

$T_{saved}$  = مدت زمان کاهش یافته بر اثر روکشی و اصلاحات هندسی (ساعت)

$ADT$  = متوسط تردد روزانه (وسیله نقلیه در روز)

365 = تعداد روزهای سال

$TV$  = ارزش یک ساعت زمان سفر (ریال)

$N$  = تعداد متوسط سرنشینان در هر وسیله نقلیه

## ۵. نتیجه‌گیری

در اندازه‌گیری ارزش کل زمان صرفه‌جویی شده همواره با دو کمیت عمده روبرو هستیم:

۳) محاسبه ارزش کمی هر واحد از زمان سفر (مانند یک ساعت)

۴) اندازه‌گیری کل زمان‌های صرفه‌جویی شده بر اثر عوامل کاهش دهنده زمان سفر

با افزایش سطح دستمزدها، ارزش زمان سفر نیز بیشتر می‌شود و ارزش زمان را می‌توان به صورت نسبتی از دستمزد متوسط نشان داد. در مقاله حاضر ۵۵/۶ درصد دستمزد ساعتی برای هر فرد ایرانی به عنوان ارزش یک ساعت زمان سفر در نظر گرفته شده است. بدیهی است مقدار دستمزد سرانه رقمی است که هر ساله تغییر می‌کند و ارزش ساعتی زمان نیز باید به تبع آن هر ساله به‌هنگام سازی شود.

مقدار افزایش سرعت ناشی از پروژه‌های بهسازی هندسی نیز رقمی است که نمی‌توان به راحتی در مورد آن قضاوت نمود و طیف وسیعی از روش‌ها و مدل‌های آماری، پارامتری و تجربی را می‌توان برای محاسبه آن به کار گرفت. در مقاله حاضر به منظور محاسبه این رقم از خطمشی به کار رفته در راهنمای گنجایش راه (HCM) در تعیین اثر مشخصات هندسی بر سرعت وسایل نقلیه در مقاطع اصلی آزادراه‌ها استفاده شده است.

## ۶. مراجع

1. Litman, T., *Transportation Cost Analysis: Techniques, Estimates and Implications*, Victoria Transportation Policy Institute, June 2002.
2. Howe, J.D.G.F., *The Value of Time Saving from Road Improvements: A Study in Kenya*, RRL Report LR372, 1971.



۳. آیتی، اسماعیل؛ هزینہ تصادفات ترافیکی ایران، انتشارات دانشگاه فردوسی، شماره ۳۴۵، چاپ دوم، پاییز ۱۳۸۱.
4. Cengiz Yusef, N., IBRD Study, *A Survey of the Theories and Investigations of the Value of Travel Time Savings*, Paper No. 199, 1975.
۵. مرکز آمار ایران، سالنامه آماری کشور، ۱۳۸۳.
۶. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، نتایج بررسی بودجه خانوار در مناطق شهری ایران، مدیریت کل آمارهای اقتصادی، آذرماه ۱۳۸۴.
7. Harwood, D.W., Rabbani, E.R., Richard, K.R., McGee, H.W., Gittings, G.L., *Systemwide Impact of Safety and Traffic Operations Design Decisions for 3R Projects*, NCHRP Report 486, Transportation Research Board, Washington D.C. 2003.
8. Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, National Research Council, 2000.