



ارزیابی فنی و اقتصادی برقراری شیوه «هم‌پیمایی» (مطالعه موردی - شهر تهران)

عبدالرضا ابراهیمی^۱، مریم عسگری پور^۲، مونا مصلی نژاد^۳

۱- کارشناس ارشد راه و ترابری، شرکت مهندسی مشاور طرح گارنو

۲- کارشناس حمل و نقل، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران

۳- کارشناس ارشد برنامه‌ریزی حمل و نقل، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران

چکیده

به‌طور کلی مشکلات حمل و نقلی ریشه در عوامل مختلفی دارند که از نابسامانی وضعیت عرضه و تقاضا و استفاده بی‌رویه از وسایل نقلیه شخصی ناشی می‌شود. یکی از مهمترین راه‌های حل مشکلات ترافیکی، اصلاح برنامه‌ریزی و افزایش حق انتخاب مسافران و کیفیت شیوه‌های مختلف سفر است تا استفاده‌کنندگان انگیزه لازم برای تغییر شیوه (مد) سفر خود، از وسیله‌نقلیه شخصی به سیستم حمل و نقل همگانی را پیدا کنند. در این روش که موسوم به «مدیریت تقاضای سفر»^۴ می‌باشد، به جای احداث تسهیلات جدید نظیر راه و پارکینگ، با ارایه راهکارهای جدید و مدیریت تسهیلات موجود حداکثر بازده مدنظر قرار می‌گیرد. یکی از مهمترین راهکارهای مدیریت تقاضای سفر، کاهش تردد وسایل نقلیه تک سرنشین با تدبیر سیاست‌هایی جهت افزایش ضریب سرنشین وسایل نقلیه، حمل و نقل همگانی و ... می‌باشد. در این مقاله نیز به یکی از این راهکارها تحت عنوان «هم‌پیمایی»^۵ پرداخته شده است. از آنجایی که ایجاد هرگونه تسهیلات جدید حمل و نقل شهری مستلزم صرف هزینه‌های کلان می‌باشد، لذا قبل از اجرای طرح باید مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار گیرد تا مقرون به صرفه بودن طرح و مطابقت پروژه با اهداف توسعه شهری مشخص گردد. در این مقاله سعی شده است جهت اثرسنجی اجرای این راهکار برای شهر تهران، پس از تعریف و شبیه‌سازی گزینه‌های مختلف، نتایج نهایی برای انتخاب بهترین گزینه مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار گیرد. جهت شبیه‌سازی گزینه‌ها از نرم افزار کلان‌نگر شهر تهران (*EMME/2*) استفاده شده است.

کلید واژه: مدیریت تقاضای سفر، افزایش ضریب سرنشین، هم‌پیمایی، ارزیابی اقتصادی، نرم افزار *EMME/2*

۱- مدیر پروژه، ۰۲۱-۲۲۲۵۹۰۵۸، rezaebrahimi57@gmail.com

۲- کارشناس، ۰۲۱-۲۲۲۵۹۰۵۸، maryam.asgaripour@gmail.com

۳- کارشناس ارشد، ۰۲۱-۲۲۲۵۹۰۵۸، mosalla@gmail.com

4- Transportation Demand Management (TDM)

۵- Carpooling



۱- مقدمه

یکی از اهداف مهندسی ترافیک تامین حمل و نقل اقتصادی، راحت و ایمن برای کالا و انسان است. توسعه تسهیلات ترافیکی و اجرای راهکارهای جدید، نیاز به پول دارد و بهترین راه برای ارزیابی و توجیه آنها از طریق مطالعه اقتصادی است. بنابراین یک برخورد واقع‌گرایانه به مساله خیلی قابل دفاع‌تر از داشتن یک ایده و عقیده تازه خواهد بود. کاربرد اصول اقتصاد مهندسی در یک پروژه مشخص، کارشناس را در انتخاب نوع راهکار یا توسعه‌ای که با کمترین هزینه منظور را برآورده می‌سازد، یاری می‌دهد.

تحلیل اقتصادی بخش مهمی از برنامه ارزیابی با استفاده از روشی است که تمامی اثرات کمی، کیفی و کلیدی سرمایه‌گذاری‌های بعمل آمده در پروژه‌های مختلف از جمله حمل و نقل را مورد توجه قرار می‌دهد. این نوع تحلیل به مسوولان اجازه می‌دهد تا سود و هزینه‌های پروژه‌های جامع و بلندمدت را شناسایی کرده، کمیت و ارزش آنها را تعیین کنند. همچنین تصمیم‌گیرندگان شهری با استفاده از این اطلاعات می‌توانند برای اجرای یک طرح و به حداکثر رساندن سود جامعه از منابع محدود بهترین استفاده را ببرند و بهترین تصمیمات را اتخاذ نمایند. با تحلیل اقتصادی می‌توان از مراحل مختلف فرایند تصمیم‌گیری در بخش حمل و نقل آگاهی یافت. تحلیل اقتصادی می‌تواند به مهندسان در توسعه هر چه بیشتر طرح‌های مقرون به صرفه پس از اتخاذ تصمیم پیرامون اجرای یک پروژه کمک کند. در فرآیند برنامه‌ریزی، از تحلیل یاد شده می‌توان بعنوان نوعی مبنای اطلاعات آماری پیرامون هزینه‌ها و نوع کارایی مربوط به انواع مختلف پروژه‌هایی که به شکل بالقوه از قابلیت اجرایی برخوردارند، استفاده کرد و از آن در توسعه بودجه‌های برنامه و حوزه‌ای که می‌بایست روی آن تأکید شود، بهره گرفت. تحلیل اقتصادی همچنین می‌تواند نقش مهمی در به تصویر کشیدن رویکردهای مختلف برای اجرای پروژه‌ای ویژه و فراهم آوردن اطلاعات لازم برای فرآیند برآورد اثرات زیست محیطی ایفا نماید.

بدیهی است چنانچه شهرداری به‌عنوان کارفرما در ایجاد تسهیلات و اجرای راهکارهای حمل و نقلی به منظور روان‌سازی جریان ترافیک و کاهش زمان سفر از یک امکانات نامحدود (چه از نظر مالی و اعتباری و چه از نظر دسترسی به امکانات و تجهیزات) برخوردار بود، بهتر بود که کلیه پروژه‌ها در دستور اجرا قرار داده شوند. اما بدون شک واقعیت غیر از این است و شهرداری تهران به شدت با محدودیت منابع و امکانات مواجه است. بنابراین ضرورت ایجاد می‌کند که امکان اجرای تمام پروژه‌ها برحسب میزان تاثیر و ضرورت اجرای آن مورد بررسی و مطالعه قرار گیرند.

با توجه به اینکه راهکار هم‌پیمایی به صورت بالقوه قابلیت اجرایی در شهر تهران را دارد، ارزیابی اقتصادی و نتایج حاصل از آن، کمک زیادی به مسوولان شهری در اتخاذ تصمیم برای اجرایی شدن آن دارد. بنابراین در این مقاله سعی شده است تا پس از تعریف و شبیه‌سازی گزینه‌های پیشنهادی جهت بکارگیری شیوه هم‌پیمایی، گزینه‌ها جهت انتخاب بهترین طرح مورد تحلیل و ارزیابی اقتصادی قرار گیرد.



۲- تعریف مساله و اهداف تحقیق

افزایش جمعیت، رشد و توسعه اقتصادی، افزایش نیاز به جابجایی مسافر و افزایش مالکیت وسایل نقلیه باعث به وجود آمدن ازدحام و تراکم ترافیک (راه‌بندان) در سطح شبکه حمل و نقل شهر تهران شده است. بنابراین یکی از مهمترین دغدغه‌های کارشناسان مسائل شهری، یافتن راهکارهایی جهت رفع مشکلات گفته شده و استفاده بهینه از تسهیلات موجود است.

هدف این تحقیق، ارزیابی اقتصادی یکی از راهکارهای مناسب برای مدیریت تقاضای سفر (شیوه هم‌پیمایی) می‌باشد تا پس از ایجاد و تجهیز تسهیلات مورد نیاز برای برقراری این شیوه (نظیر خطوط ویژه وسایل نقلیه پرسرنشین، تامین خودروهای مناسب و ...) در سال‌های آتی، بخشی از تقاضای سفر شهری توسط این شیوه پاسخ داده شود.

۳- ادبیات تحقیق

۳-۱- هم‌پیمایی^۱ [۲]

هدف از اجرای این روش افزایش تعداد سرنشین وسایل نقلیه از طریق هماهنگ کردن افرادی که محل زندگی و کار آنها نزدیک به هم بوده و برنامه زمانی سفر شغلی مشابهی دارند، می‌باشد. ما دو نوع هم‌پیمایی داریم، هم‌پیمایی شخصی و سازمانی.

- هم‌پیمایی شخصی

هم‌پیمایی شخصی^۲ عبارت است از استفاده اشتراکی از یک وسیله نقلیه با مالکیت شخصی، توسط افرادی که مبدا و مقصد تقریباً نزدیک به هم دارند (یا بخش عمده‌ای از مسیر آنها مشترک است) و در ضمن برنامه زمانی سفرهای رفت و برگشت آنها نیز مشابه است. هم‌پیمایی معمولاً برای سفرهای کاری و روزمره (در ساعات اوج صبح و عصر) انجام می‌شود. در صورتی که همه سرنشینان خودروی اشتراکی، مالک خودرو باشند به تناوب راننده خودروی خود و حامل سایرین خواهند بود و در غیر این صورت بسته به توافق طرفین هزینه‌ها به اشتراک گذاشته می‌شود.

- هم‌پیمایی سازمانی

در این شیوه از هم‌پیمایی، وسیله نقلیه مورد استفاده توسط سازمان‌ها و کارفرمایان تامین می‌گردد و افراد همراه از همکاران شاغل در ادارات و سازمان‌ها هستند.

¹-Ride Sharing

²-Carpooling



- تفاوت هم‌پیمایی شخصی و سازمانی

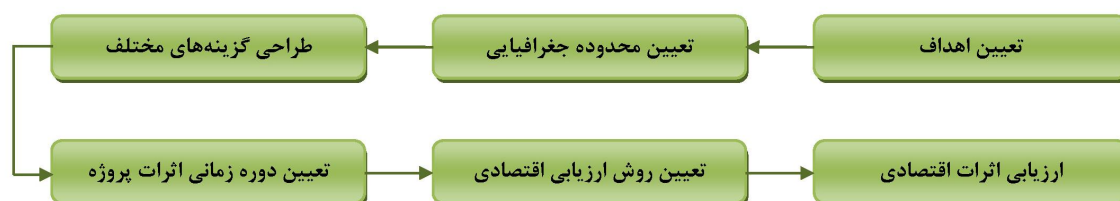
عمده تفاوت‌های هم‌پیمایی شخصی و سازمانی را می‌توان در موارد زیر دانست:

۱- در هم‌پیمایی شخصی سازمان‌ها و کارفرمایان در تهیه وسیله‌نقلیه برای هم‌پیمایی نقشی ندارند و تنها با اعمال سیاست‌های تشویقی و ارایه خدمات سعی در افزایش مزایا و مطلوبیت هم‌پیمایی شخصی و تسهیل در شکل‌گیری آن دارند. بنابراین نقش عمده آنها در راه‌اندازی برنامه‌های هم‌پیمایی و تداوم آن قابل بررسی است.

۲- بسیاری از موارد هم‌پیمایی شخصی به‌صورت غیررسمی شکل می‌گیرد. این برنامه‌ها اکثراً بین همکاران یک شرکت یا اعضای یک خانواده وجود دارد. در مورد اجرای این برنامه‌ها افزایش آگاهی عمومی باعث گسترش و تشویق این روش‌ها می‌گردد.

۴- فرآیند انجام مطالعه

به‌طورکلی یکی از مراحل مهم در انجام مطالعه، تعیین روش انجام آن می‌باشد که فرآیند انجام مطالعه را نشان می‌دهد. در شکل ۱ روش انجام مطالعه حاضر نشان داده شده است.



شکل ۱: فرآیند انجام ارزیابی اثرات اقتصادی پروژه [۱].

از آنجا که در سال پایه این مطالعه (۱۳۹۰)، تسهیلات لازم برای هم‌پیمایی وجود ندارد، عملاً ساخت مدل انتخاب وسیله برای این شیوه، دقت مناسبی نخواهد داشت. به همین دلیل تصمیم گرفته شد به کمک مدل کلان‌نگر حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، بانک اطلاعاتی سفرهای مبدا - مقصد ساکنان شهر تهران در سال ۸۳ و نیز پرسش‌گری و نظرسنجی، ماتریس سفرهای بالقوه با شیوه هم‌پیمایی محاسبه گردد. با این روش، ماتریس سفرهای بالقوه با شیوه هم‌پیمایی محاسبه و برای ادامه مطالعه بکار گرفته شد. همچنین به‌منظور تعریف و طراحی گزینه‌های



پیشنهادی جهت برقراری شیوه هم‌پیمایی، در مورد این شیوه و انواع آن به همراه نحوه انجام پرسش‌گری، در ادامه توضیحات مختصری داده می‌شود.

لازم به توضیح است که از دلایل اصلی پرسش‌گری در این مطالعه، علت بالقوه بودن این شیوه حمل و نقلی و نیاز به محاسبه ماتریس‌های برآورد تقاضای سفر با در نظر گرفتن تقاضای سفر با شیوه هم‌پیمایی، از روش مناسبی استفاده شود. بنابراین به منظور تعیین میزان انحراف تقاضای سفر از سایر شیوه‌های حمل و نقلی به شیوه هم‌پیمایی، از طریق پرسش‌گری اقدام شده است.

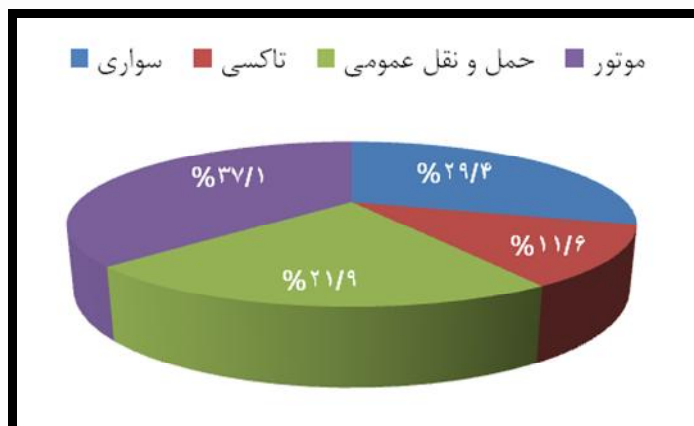
۴-۱- نتایج نظرسنجی و تحلیل آن [۳]

همان‌طور که گفته شد، با توجه به این نکته که شیوه هم‌پیمایی در شهر تهران تا به حال اجرا نشده، جهت اثرسنجی اجرای این راهکار باید از جامعه هدف نظرسنجی شود. بنابراین پس از بررسی شیوه‌های مختلف نظرسنجی، یک شیوه مناسب جهت انجام این مطالعه انتخاب شده است.

به طور معمول به هنگام پرسش‌گری، پرسیده یا مشاهده می‌گردد یعنی از پرسش‌شوندگان خواسته می‌شود نوع انتخاب خود از میان انتخاب‌های مختلف را بیان نمایند. به این روش گردآوری اطلاعات، روش "ترجیحات بیان شده" گفته می‌شود. حال چنانچه در پرسش‌نامه از افراد پرسیده شود، "چنانچه شما با این شرایط معلوم مواجه شوید، چه خواهید کرد؟"، پاسخ به این پرسش از رفتار حادث شده افراد ناشی نمی‌شود. از آنجا که پاسخ به این پرسش تنها مبتنی بر اظهارات افراد است، بنابراین به این نوع داده‌ها، آمارگیری مبتنی بر ترجیحات بیان شده (SP)^۱ می‌گویند. در این مطالعه نیز با توجه به اینکه شیوه هم‌پیمایی اجرایی نشده، از روش آمارگیری مبتنی بر ترجیحات بیان شده از سوی پرسش‌شوندگان (SP) استفاده شده است.

بنابراین یک فرم مناسب جهت انجام پرسش‌گری و استفاده از نتایج آن در مدل‌سازی، طراحی گردید. سپس این فرم‌ها در میان جامعه هدف، توزیع شده و پس از پر شدن توسط این افراد جمع‌آوری و مورد تحلیل قرار گرفتند. با توجه به تحقیقات انجام شده، درصد تغییر شیوه حمل و نقل مسافران با هدف سفر شغلی بیش از سایرین می‌باشد بنابراین در طراحی پرسشنامه این بخش از جامعه هدف بیشتر مدنظر قرار گرفته شده است. در مجموع نتایج حاصل از پرسش‌گری از جامعه هدف در خصوص تغییر وسیله نقلیه انجام سفر شغلی به شیوه هم‌پیمایی سازمانی، نشان می‌دهد که ۲۹/۴ درصد از کسانی که از وسیله نقلیه شخصی استفاده می‌کردند به استفاده از شیوه هم‌پیمایی سازمانی پس از راه‌اندازی آن، اظهار تمایل کرده و از وسایل تهیه شده در هم‌پیمایی سازمانی استفاده خواهند نمود. در شکل ۲ میزان انحراف تقاضا از سایر وسایل نقلیه به هم‌پیمایی سازمانی در مسافران با هدف سفر شغلی، نشان داده شده است.

¹-Stated Preference



شکل ۲: میزان انحراف تقاضا از سایر وسایل نقلیه به شیوه هم‌پیمایی سازمانی (بر اساس نتایج نظرسنجی) [۳].

۲-۴- گزینه‌های پیشنهادی [۳]

در این مقاله، شهر تهران به عنوان محدوده مورد مطالعه تعیین شده و سپس گزینه‌های پیشنهادی در قالب گزینه‌های جداگانه تعریف شده است. در طراحی گزینه‌های مختلف سعی شده جهت تعیین میزان تحقق‌پذیری هر طرح پیشنهادی، از استانداردهای علمی استفاده شود. بنابراین گزینه‌های پیشنهادی در سه حالت بدبینانه، محتمل و خوش‌بینانه به ترتیب با احتمال تحقق‌پذیری ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد تعریف شده است. در ادامه شرح مختصری از گزینه‌های پیشنهادی ارائه شده است.

- گزینه پیشنهادی اول: هم‌پیمایی سازمانی (بدبینانه - حداقل تغییر رفتار ممکن)

در این گزینه فرض شده است که، تنها ۳۰ درصد از جامعه هدف (شامل کارمندان ادارات و گروه‌های شغلی دیگر نظیر کارگران، نظامیان که از وسایلی از قبیل وسیله نقلیه شخصی، موتور، تاکسی و مسافر شخصی، اتوبوس و مترو و سرویس استفاده می‌کردند)، از این طرح استقبال نمایند. انتظار می‌رود پس از اجرای این گزینه، حداقل تغییر رفتار ممکن (استقبال از این طرح) صورت گیرد. در واقع میزان تحقق شدن انحراف تقاضای برآورد شده از نتایج پرسش‌گری، در این گزینه ۳۰ درصد فرض شده است.

- گزینه پیشنهادی دوم: هم‌پیمایی سازمانی (محتمل - تغییر رفتار)

در این گزینه فرض شده است که، ۵۰ درصد از جامعه هدف (کارمندان ادارات و گروه‌های شغلی دیگر نظیر کارگران، نظامیان که از سایر شیوه‌های حمل و نقلی استفاده می‌نمایند و امکان استفاده از هم‌پیمایی سازمانی را دارند)، از این طرح استقبال کنند. لذا انتظار می‌رود، در اثر اجرای این راهکار تغییر رفتار مناسبی در انتخاب وسیله رخ دهد. در واقع میزان تحقق شدن انحراف تقاضای برآورد شده از نتایج پرسش‌گری، در این گزینه ۵۰ درصد فرض شده است.



- گزینه پیشنهادی سوم: هم‌پیمایی سازمانی (خوش‌بینانه - حداکثر تغییر رفتار ممکن) در این گزینه فرض شده است که، بخش قابل توجهی (۷۰ درصد) جامعه هدف (کارمندان ادارات و گروه‌های شغلی دیگر نظیر کارگران، نظامیان که از سایر شیوه‌های حمل و نقلی استفاده می‌نمایند و امکان استفاده از هم‌پیمایی سازمانی را دارند)، از این طرح استقبال کنند. بنابراین انتظار می‌رود، در اثر اجرای این راهکار، حداکثر تغییر رفتار ممکن رخ دهد. در واقع میزان محقق شدن انحراف تقاضای برآورد شده از نتایج پرسش‌گری، در این گزینه ۷۰ درصد فرض شده است.

۵- تعیین روش ارزیابی اقتصادی [۲]

بطور کلی مهم‌ترین مرحله ارزیابی اثرات اقتصادی پروژه، شناسایی منابع مورد نیاز (هزینه) و منافع حاصل از پروژه و تبدیل آنها به ارزش‌های پولی است. تحلیل‌گر باید در ارزیابی اثرات اقتصادی (هزینه‌ها و منافع) پروژه، به هزینه‌ها و منفعی که دارای قیمت‌های معلوم نیز نیستند توجه لازم را بنماید. از این رو و به منظور پولی کردن کلیه هزینه‌ها و منافع حاصل از پروژه بهتر است آثار را به سه دسته تقسیم نمود:

- اثراتی (هزینه‌ها و منفعی) که به آسانی قابل شناسایی و تبدیل به پول هستند؛
 - اثراتی که می‌توانند به صورت فیزیکی شناسایی و اندازه‌گیری شوند ولی نمی‌توان ارزش پولی آنها را به راحتی برآورد نمود؛
 - اثراتی که وجود دارند ولی به راحتی قابل شناسایی نبوده و قابل تبدیل به ارزش‌های پولی نیز نیستند. مانند بهبود رفاه و آسایش در قطارهای جدید مترو.
- البته این طبقه‌بندی ثابت و غیر قابل انعطاف نیست. تکنیک‌های زیادی وجود دارند که امکان ارزش‌یابی پولی انواع مختلف اثرات را فراهم می‌کنند. هرچند انجام این کار مستلزم صرف هزینه و زمان زیادی است. به‌عنوان مثال امکان کمی کردن اثرات اقتصادی افزایش راحتی و آسایش در قطارها با استفاده از داده‌های مربوط به ترجیحات بیان شده و از طریق پرسش‌گری امکان‌پذیر است. اینکه آیا این تکنیک استفاده شود و یا خیر، بستگی به اهمیت پروژه و اقدام مربوطه دارد.
- برخی منافع و هزینه‌ها به راحتی قابل شناسایی و تبدیل به ارزش‌های پولی هستند. منافع و هزینه‌های شناسایی شده برای اجرای شیوه هم‌پیمایی در جدول ۱ ارائه شده است.



جدول ۱: منافع و هزینه‌های (مستقیم و غیرمستقیم) شناسایی شده برای اجرای شیوه هم‌پیمایی [۳].

هزینه‌ها		منافع	
غیرمستقیم	مستقیم	غیرمستقیم	مستقیم
– هزینه تصادفات	– بهره مربوط به سرمایه خرید وسیله نقلیه – استهلاک مربوط به گذشت زمان – هزینه عمومی (هزینه اداری، مالیات، بیمه و عوارض) – حرکت وسیله نقلیه – هزینه نیروی انسانی – هزینه زمان تاخیر – هزینه‌های متفرقه	– کاهش آلودگی هوا – کاهش آلودگی صوتی – کاهش مصرف سوخت – کاهش بیماری و مرگ ناشی از آلودگی	– کاهش هزینه‌های عملکردی وسایل نقلیه – کاهش هزینه‌های زمان سفر – کاهش نسبی زمان سفر – افزایش راحتی و آسایش

پس از بررسی شیوه‌های مختلف تحلیل و ارزیابی اقتصادی، در این مطالعه روش تحلیل هزینه - منفعت به عنوان شیوه مناسب انتخاب شده که در ادامه مختصری در مورد این شیوه شرح داده می‌شود.

۵-۱- روش تحلیل هزینه- منفعت^۱ [۲]

تحلیل هزینه- منفعت یکی از مفصل‌ترین و مهم‌ترین تحلیل‌های ارزیابی اقتصادی است. این تکنیک کلیه هزینه‌ها و منفعت‌های اصلی پروژه‌ها را کمی و پولی می‌کند. تحلیل هزینه و منفعت در مورد پروژه‌های کلیه سازمان‌هایی که هزینه‌هایشان را از طریق درآمد پوشش می‌دهند و سازمان‌هایی که همه هزینه‌هایشان را از طریق درآمدشان پوشش نمی‌دهند ولی کالاها و خدمات قابل مبادله در بازار تولید می‌کنند، کاربرد دارد. این تحلیل بخصوص کاربردهای زیادی در پروژه‌های بخش عمومی مانند مدارس، بیمارستان‌ها، راه‌ها، مسکن و غیره دارد. نقطه قوت اصلی تحلیل هزینه- منفعت آن است که این روش هزینه‌ها و منافع گزینه‌های مختلف پروژه را در یک چارچوب سازگار مورد توجه قرار می‌دهد. از این رو نتایج به صورت دامن‌های از انتخاب‌ها که به ارقام قابل مقایسه تبدیل شده‌اند، مبدل می‌گردند. این امر به نوبه خود باعث تسهیل فرآیند ارزیابی و تصمیم‌گیری می‌شود. ایراد اصلی این روش آن است که تحلیل هزینه- منفعت به تنهایی چگونگی توزیع منفعت‌ها و هزینه‌هایی که نیازمند داده‌های مخصوص خود است را فراهم نمی‌نماید. علاوه بر این تمرکز روی ارزیابی اثرات قابل کمی شدن، گاهی اوقات می‌تواند منجر به نادیده گرفتن اثراتی که قابل کمی کردن نیستند، شود. در مجموع، تحلیل هزینه- منفعت به راحتی در مورد پروژه‌های بخش عمومی که بخش عمده منافع آنها قابل کمی و پولی کردن می‌باشد، قابل استفاده است.

¹ - Cost-Benefit Analysis



تحلیل هزینه- منفعت از تکنیک‌هایی است که در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پروژه‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحلیل هزینه و منفعت پایه مناسبی برای مقایسه گزینه‌ها، پولی کردن مسایل و مشکلات زیست محیطی است. البته پولی کردن ارزش‌ها و هزینه‌های زیست‌محیطی تا حدودی دشوار است ولی اقتصاددانان محیط زیست، روش‌هایی را طی سال‌های اخیر برای پولی کردن ارزش‌ها و هزینه‌های زیست‌محیطی پروژه‌ها طراحی کرده‌اند که در حد گسترده‌ای امروزه کاربرد پیدا کرده‌اند.

وقتی تصمیمات مربوط به سرمایه‌گذاری در زمینه پروژه گرفته شد، انتخاب‌ها بر اساس منافع و هزینه‌های مختلف آن انجام می‌شود. روش تحلیل هزینه- منفعت با تجزیه و تحلیل منافع و هزینه‌های مختلف یک پروژه پیشنهادی با استفاده از معیارهای پولی معین به بررسی پیشنهاد مورد نظر می‌پردازد. این روش، ابزاری را در اختیار تصمیم‌گیران در زمینه زیان‌های زیست‌محیطی قرار می‌دهد و ابزار دیگری نیز تهیه می‌کند که می‌تواند در امتداد معیارهای بسیار دیگر، مورد استفاده قرار گیرد که عمدتاً برحسب شرایط فیزیکی به کار می‌رود. پول محوری در این تکنیک، تا حدی در زمینه اثرات زیست‌محیطی اطمینان‌بخش می‌باشد ولی توافقی روی دامنه وسیعی از تاثیراتی که باید بر اساس ارزش مادی معین شود، وجود ندارد.

کاربرد این نوع روش‌ها در کشورهای مختلف، تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد. مشکلات اساسی موجود در این روش‌ها، ارزش‌گذاری تاثیرات زیست‌محیطی می‌باشد. چرا که دانش و معلومات علمی در این زمینه هنوز کامل نشده است و ارزیابی هزینه‌ها اغلب به صورت ذهنی (فردی) یا قضاوت‌های سیاسی انجام می‌شود. علاوه بر آن، موضوعات زیست‌محیطی مهمی وجود دارد که محاسبه پولی و لحاظ آن در این گونه روش‌ها به سادگی امکان‌پذیر نیست و به تدریج روش‌هایی در تحلیل هزینه- منفعت مورد استفاده قرار می‌گیرد که بتوانند این‌گونه تاثیرات را مورد بررسی قرار دهند.

جهت ارزیابی اقتصادی اجرای هر گزینه، با توجه به منافع و هزینه‌های (مستقیم و غیرمستقیم) شناسایی شده لازم است تا پس از شبیه‌سازی گزینه‌های پیشنهادی در نرم‌افزار مناسب، نتایج حاصل مورد استفاده قرار گیرد.

۶- شبیه‌سازی وضعیت حمل و نقل و ترافیک با به‌کارگیری گزینه‌های پیشنهادی [۳]

پس از بررسی گزینه‌های پیشنهادی جهت تعیین تاثیر اجرای هر گزینه، وضعیت حمل و نقل و ترافیک شهر تهران در نرم‌افزار مناسب شبیه‌سازی گردید. همان‌طور که گفته شد، در این مطالعه از نرم‌افزار کلان‌نگر شهر تهران (EMME/2) جهت شبیه‌سازی گزینه‌ها استفاده شده، بنابراین ابتدا مدل‌های تولید و جذب شهر تهران بر اساس سال مبنا (۱۳۹۰) اصلاح گشته و سپس عملیات تخصیص ترافیک انجام می‌شود. مشخصات گزینه‌های پیشنهادی جهت برقراری شیوه هم‌پیمایی در جدول ۲ ارائه شده است.



جدول ۲: مشخصات گزینه‌های پیشنهادی جهت به‌کارگیری شیوه هم‌پیمایی در شهر تهران [۳].

تقاضا	سیستم حمل و نقل همگانی		شرح گزینه	عنوان گزینه
	اتوبوسرانی	قطار شهری		
۱۳۹۰	کلیه خطوط فعال در این سال		برقراری سرویس با استفاده از شیوه هم‌پیمایی سازمانی (بدبینانه)	اول
			برقراری سرویس با استفاده از شیوه هم‌پیمایی سازمانی (محتمل)	دوم
			برقراری سرویس با استفاده از شیوه هم‌پیمایی سازمانی	سوم

پس از برآورد شاخص‌های ترافیکی، برخی از مهم‌ترین تغییرات ایجاد شده در شاخص‌های ترافیکی و زیست‌محیطی در هر گزینه در شهر تهران نسبت به وضعیت موجود مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. از مهم‌ترین شاخص‌های ترافیکی و زیست‌محیطی که در سه دسته مورد بررسی قرار گرفتند عبارتند از: شاخص شبکه معابر، سیستم حمل و نقل همگانی و شاخص‌های زیست‌محیطی. نتایج حاصل از مقایسه و ارزیابی شاخص‌های مختلف در گزینه‌های پیشنهادی نسبت به گزینه وضع موجود در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: مقایسه شاخص‌های ترافیکی و زیست‌محیطی در شهر تهران پس از اجرای گزینه‌های پیشنهادی - زیر بار تقاضای سال ۱۳۹۰ [۳].

تغییرات شاخص‌ها	سوم (خوش‌بینانه)	تغییرات شاخص‌ها	دوم (محتمل)	تغییرات شاخص‌ها	اول (بدبینانه)	پایه (وضع موجود)	گزینه	شاخص
	-۴/۶	۶۰۷۳۰۶۳	-۳/۶	۶۱۳۳۸۸۲	-۳/۲	۶۱۶۱۵۸۲	۶۳۶۵۴۳۰	مسافت طی شده (وسیله نقلیه- کیلومتر)
	۵/۸	۲۵/۵	۵/۰	۲۵/۳	۴/۱	۲۵/۱	۲۴/۱	متوسط سرعت حرکت (کیلومتر بر ساعت)
	-۹/۷	۲۳۷۹۹۹	-۸/۰	۲۴۲۶۱۸	-۷/۰	۲۴۵۲۰۴	۲۶۳۶۰۴	کل زمان سفر (وسیله نقلیه- ساعت)
	-۴/۶	۵۱/۷	-۳/۹	۵۲/۱	-۳/۳	۵۲/۴	۵۴/۲	نسبت زمان تاخیر به کل زمان سفر (%)
	-۳/۰	۲۹۳۹۶	-۲/۳	۲۹۶۰۰	-۲/۱	۲۹۶۷۱	۳۰۲۹۹	کل زمان رفت و برگشت (دقیقه)
	-۴/۶	۵۷۰۰۷۱	-۲/۹	۵۸۰۶۲۵	-۲/۶	۵۸۲۵۸۰	۵۹۷۸۳۳	تعداد مسافر سوار شده به سیستم حمل و نقل همگانی
	-۳/۵	۳۴۸۱۱۷۶	-۲/۱	۳۵۳۰۷۴۵	-۱/۹	۳۵۳۹۵۳۴	۳۶۰۷۰۳۹	مسافت طی شده در وسیله در سیستم حمل و نقل همگانی اتوبوس (مسافر- کیلومتر)
	-۵/۹	۰/۳۲	-۲/۹	۰/۳۳	-۲/۹	۰/۳۳	۰/۳۴	متوسط ضریب استفاده از ظرفیت وسیله
	-6/5	۱۰۸۷۲۸۸	-5/2	۱۱۰۲۱۴۹	-4/3	۱۱۱۲۷۵۱	۱۱۶۲۸۳۶	مصرف سوخت (لیتر)
	-9/4	۳۸۲۷۳۳	-7/4	۳۹۲۳۳۶	-6/1	۳۹۷۷۶۳	۴۲۲۷۳۸	میزان تولید آلاینده‌ها (کیلوگرم)

*در ستون تغییرات شاخص‌ها، درصد تغییرات شاخص‌های گزینه پیشنهادی نسبت به پایه نشان داده شده است.



۷- ارزیابی اقتصادی گزینه‌های پیشنهادی

همانطور که گفته شد، پس از بررسی روش‌های مختلفی که برای ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها موجود است، در این مرحله با انتخاب یک روش که امکان بهترین ارزیابی را به ما می‌دهد، گزینه‌های مختلف را با هم مقایسه کرده و بدین ترتیب بهترین گزینه از لحاظ اقتصادی معین خواهد شد. روش انتخابی در این مطالعه، روش تحلیل منفعت به هزینه می‌باشد. به همین جهت تعدادی از هزینه‌ها و منفعت‌های مشترک بین گزینه‌ها انتخاب می‌گردد تا پس از محاسبه و مقایسه نتایج حاصل، گزینه‌ی برتر شناسایی گردد.

لذا پس از تعیین منافع و هزینه‌های قابل کمی کردن و مشترک بین گزینه‌ها، محاسبات اقتصادی لازم انجام می‌شود. منافع عمده و مشترک حاصل از اجرای هر گزینه در این مطالعه، میزان کاهش در شاخص‌هایی چون زمان سفر، زمان تاخیر، مصرف سوخت و آلودگی هوا را شامل می‌شود. هزینه‌ها شامل مصرف سوخت (گازوئیل و بنزین)، هزینه آلاینده‌ها و ... بوده و برخی هزینه‌ها نیز مختص هر گزینه است و بنابراین پس از تعیین آن در هر گزینه، محاسبه می‌شود. خلاصه‌ای از نتایج برآورد منافع و هزینه‌های گزینه‌های پیشنهادی، در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴: خلاصه‌ای از محاسبات منافع و هزینه‌های (مستقیم و غیرمستقیم) ناشی از اجرای گزینه‌های پیشنهادی [۳].

عنوان شاخص	نام گزینه	اول (بدبینانه)	دوم (محتمل)	سوم (خوش‌بینانه)
مصرف سوخت (لیتر)	بنزین	1156	1383	1753
	گازوئیل	136	156	210
آلودگی هوای معادل سوخت مصرفی	بنزین	354	424	537
	کل زمان تاخیر	544	622	751
زمان (وسیله نقلیه - ساعت)	کل زمان سفر	696	793	968
	تامین سرویس	413	466	594
حق رفت و آمد	کارمندان استفاده‌کننده از سرویس می‌کنند	325	379	603
	کارمندی که از سرویس استفاده نمی‌کنند	88	87	9
تامین سرویس یا حق رفت و آمد	-	88	87	9
مجموع منافع (میلیارد ریال)		2750	3222	4018
مجموع هزینه‌ها (میلیارد ریال)		224	243	210

پس از تعیین منافع و هزینه‌های هر گزینه، با استفاده از شیوه تحلیل اقتصادی نسبت سود به هزینه (B/C)، بهترین گزینه از این نظر نیز شناسایی و معرفی می‌گردد. برای مقایسه ارزش فعلی منافع و هزینه‌های پروژه‌های حمل و نقلی، هم می‌توان نسبت منفعت به هزینه $(\frac{PWB}{PWC})$ و هم اختلاف منفعت و هزینه (NPV) و یا به‌صورت توأم را



ملاک عمل در انتخاب گزینه برتر قرار داد. PWB به مفهوم ارزش فعلی همه منافع است و PWC ارزش فعلی همه هزینه‌ها می‌باشد. گام‌بندی ارزیابی گزینه‌های پیشنهادی به صورت زیر می‌باشد:

گام اول: مرتب کردن گزینه‌ها به صورت صعودی، براساس PWC.

گام دوم: محاسبه نسبت منفعت به هزینه $(\frac{PWB}{PWC})$.

گام سوم: حذف گزینه‌هایی که $\frac{PWB}{PWC} < 1$ است.

گام چهارم: مقایسه بین گزینه‌ها و سرانجام انتخاب بهترین گزینه.

در پایان نتایج حاصل از مقایسه گزینه‌های پیشنهادی در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵: مقایسه منافع و هزینه‌های (برحسب میلیارد تومان) ناشی از اجرای گزینه‌های پیشنهادی [۳].

عنوان گزینه	شرح هر گزینه	منافع (B)	هزینه‌ها (C)	نسبت (B/C)
اول	برقراری شیوه هم‌پیمایی سازمانی (بدبینانه)	2750	224	۱۲/۲۸
دوم	برقراری شیوه هم‌پیمایی سازمانی (محتمل)	3222	243	۱۳/۲۶
سوم	برقراری شیوه هم‌پیمایی سازمانی (خوش‌بینانه)	4018	210	۱۹/۱۳

بدین ترتیب، گزینه سوم یعنی برقراری شیوه هم‌پیمایی سازمانی در حالت خوش‌بینانه از نظر اقتصادی به عنوان گزینه برتر انتخاب می‌شود. بنابراین انتظار می‌رود، در اثر اجرای این راهکار حداکثر تغییر رفتار ممکن (۷۰ درصد انحراف تقاضا از سایر وسایل نقلیه به این شیوه) رخ دهد.

۸- نتیجه‌گیری

در بررسی نتایج حاصل از تحلیل و بررسی گزینه‌های پیشنهادی، مشاهده می‌شود که با اجرای تدابیری نظیر اجرای شیوه هم‌پیمایی و تغییر در رفتار مردم (با افزایش ضریب سرنشین خودروها) می‌توان علاوه بر کاهش آلاینده‌ها، اتلاف زمان و ... منافع چون کاهش هزینه‌ها را نیز ایجاد نمود. چون با توجه به ارزیابی اقتصادی انجام شده گزینه‌ای که بیشترین انحراف تقاضا از سایر شیوه‌های حمل و نقلی به شیوه هم‌پیمایی دارد، به عنوان گزینه برتر انتخاب شده است.

در راستای اجرای این شیوه ایجاد تسهیلاتی نظیر خطوط مخصوص خودروهای پرسرنشین (HOV)، می‌تواند بسیار موثر باشد. همچنین پس از راه‌اندازی و ایجاد تسهیلات موردنیاز برای برقراری شیوه هم‌پیمایی، تبلیغات و فرهنگ‌سازی جهت استقبال هر چه بیشتر شهروندان برای استفاده از این شیوه توصیه می‌گردد.

۹- مراجع

- ۱- "بررسی عوامل موثر در ارزیابی و توجیه فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پروژه‌های راه و راه‌آهن"، بخش پژوهشی اقتصاد حمل و نقل و توسعه پایدار، پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری، تابستان ۱۳۸۴.
- 2- Michael Grant "Transportation Demand Management Programs as an Emissions Reduction Strategy" ICF International, 2007.
- ۳- "بررسی تاثیرات سرویس‌های اداری در سفرهای کاری روزانه شهر تهران"، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، اسفند ۱۳۹۰.
- 4- <http://ridesharechoices.scripts.mit.edu/home/histstats>.
- ۵- شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، "طرح جامع حمل و نقل و ترافیک تهران (گزارش کلیات)"، مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، گزارش شماره ۹۳۰، پاییز ۱۳۹۱.
- ۶- شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، "ساختار نهایی مدل حمل و نقل شهر تهران در محیط نرم‌افزار EMME/2"، مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، گزارش شماره ۱۱۷، آبان ۱۳۷۵.
- ۷- مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، ۱۳۹۲، "بهنگام سازی پایگاه اطلاعاتی عرضه حمل و نقل شهر تهران"، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران.
- ۸- شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، "طرح جامع حمل و نقل و ترافیک تهران (مدیریت تقاضای سفر)"، مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، گزارش شماره ۲-۹۳۳، پاییز ۱۳۹۱.



***Economical & technical evaluation of "carpooling"
(Case study-Tehran)***

Abstract

In overall the transportation problem is the consequence of many criteria, which can unbalance demand and supply and also increase the number of personal cars. One of the most important solutions is improving the transportation programming and increases the various kinds of travel mode and its quality. So we can encourage users to change their mode from personal cars to public transportation. This method is known as "Transportation Demand Management". Instead of building new facilities such as road and parking lots, new instructions and manage of existence amenities should be taken into account in this method. One of the most significant consequences of TDM is decreasing the number of personal cars that can lead to higher passenger coefficient and public transportation users. This article will elaborate one of the instructions which are considered "carpooling". The expenditure of new facilities in transportation is very high, so it should be evaluated in both economical and technical field. In this article for impact assessing of instructions in Tehran, first of all various scenarios will be simulated and then the economical and technical evaluation will be done on these scenarios. For simulating the "EMME/2" software is used.

Key words: Transportation Demand Management, Increase passenger coefficient, carpooling, economical evaluation, EMME/2 software