Archive of SID

بررسی نقش توسعه سیستم حمل و نقل همگانی در کاهش مصرف سوخت (مورد مطالعه: شهر تهران)

محمد پورتیموری[1]
سیدرضا سیدعلیزاده گنجی[2]
مجیدرضا نصراله نژاد[3]

تاریخ دریافت : ۱۳۹۰/۰۲/۰۳
تاریخ پذیرش : ۱۳۹۰/۰۶/۲۳

چکیده

نتایج تحقیقات برروی میزان مصرف سوخت در تهران نشان داده که وسایل نقلیه‌ای که از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند دارای نقش عمده‌ای در مصرف سوخت می‌باشند. به منظور کاهش تراکم در معابر شهر تهران و در نتیجه عوارض منفی ناشی از آن هم‌چون مصرف بیش از اندازه سوخت، طرح‌های مختلفی نظیر طرح نوبتی تردد خودروها، گسترش محدوده طرح ترافیک و ... در این کلان‌شهر به اجرا گذاشته شد تا مردم به استفاده کمتر از وسایل نقلیه شخصی ترغیب شوند. باتوجه به این‌که این طرح‌ها به‌صورت ضربتی و در مواقع اضطراری به اجرا در می‌آیند، نمی‌توان چشم امیدی به آن‌ها داشت. یکی از روش‌هایی که برای کاهش تمایل به استفاده از وسایل نقلیه شخصی وجود دارد، گسترش سیستم حمل و نقل همگانی به‌خصوص سیستم‌های سریع و انبوه‌بر نظیر مترو است. در این مقاله، باتوجه به روند گسترش خطوط مترو، سهم سفرهای صورت گرفته با حمل و نقل همگانی و آثار آن بر کاهش مصرف سوخت و تغییرات آن مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعات در ابتدا به ساخت یک مدل ریاضی که بیانگر میزان مصرف سوخت در شبکه به ازای میزان استفاده از حمل و نقل همگانی می‌باشد، پرداخته شده و براساس این مدل نسبت به بررسی نقش حمل و نقل همگانی در مصرف سوخت پرداخته خواهد شد. براساس نتایج این مطالعات، مشخص می‌شود که به ازای هر یک سفری که به‌جای استفاده از وسیله نقلیه شخصی با سیستم حمل و نقل همگانی انجام پذیرد، در حدود ۲ لیتر از مصرف سوخت در شهر تهران کاسته خواهد شد. حال اگر فرض شود

---

۱ کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل
۲ کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
۳ کارشناس ارشد عمران

www.SID.ir

Archive of SID

که هر نیروی کار جامعه تنها ۳ سفر در روز (شامل سفر بازگشت به خانه) انجام دهد، با فرض وجود ۳۰۰روز کاری در سال، به‌راحتی می‌توان محاسبه کرد که در صورت استفاده از حمل و نقل همگانی هر شخص به طور متوسط ۱۸۰۰لیتر در سال از مصرف سوخت در شبکه می‌کاهد.

کلیدواژه‌ها: *مصرف سوخت، حمل و نقل همگانی، مترو، سفرهای داخلی شهر، سفرهای جابه‌جایی کالا.*

مقدمه

رشد و توسعه پدیده شهرنشینی در جوامع مختلف پیامدهای منفی زیادی را به‌دنبال داشته است. افزایش روزافزون جمعیت و تعداد وسایل‌نقلیه و نیز گسترش شهرها در ابعاد کمی وکیفی آن، از نتایج رشد و توسعه شهرنشینی است که باعث بروز مشکلات پیچیده و قابل توجهی برای جوامع شهرنشین شده است. ازجمله این مشکلات می‌توان به مصرف بیش از اندازه سوخت‌های فسیلی با توجه به محدود بودن منابع آن در جهان اشاره کرد که به‌طور محسوس در کلان‌شهرهایی مانند تهران قابل مشاهده است. از منابع عمده مصرف سوخت در جهان می‌توان به چهارگروه اصلی مجموعه وسایل نقلیه موتوری، فعالیت صنایع و کارخانجات، منابع گرمایش خانگی و تجاری و سایر منابع متفرقه اشاره کردکه بر طبق آمار و اطلاعات موجود بالغ بر ۳۰درصد از انرژی مصرفی جهان به بخش اول یعنی بخش حمل و نقل اختصاص دارد. از این‌رو، دور از ذهن نیست که یکی از راه‌های اصلی کاهش مصرف سوخت، اصلاح سیستم حمل و نقل باشد.

مشکلات ساختاری و عملکردی سیستم حمل و نقل شهر تهران دیر زمانی است که بروز کرده و هر روز نمود بیش‌تری می‌یابد. یکی از نتایج ناشی از این ساختار، مصرف بیش از اندازه سوخت در این حوزه است که هزینه‌های سنگینی را بر سیستم و استفاده‌کنندگان تحمیل می‌کند و در صورت عدم مقابله با آن بر سایر ابعاد جامعه نیز تأثیر می‌گذارد. برای رفع این مشکلات، در دوره‌های زمانی مختلف راهکارها و طرح‌هایی شامل ساخت و توسعه شبکه بزرگراهی و بهبود آن، توسعه و تقویت سیستم حمل و نقل

www.SID.ir

Archive of SID

همگانی، به‌کارگیری روش‌های مدیریتی در کنترل و هدایت ترافیک، روش‌های نوین هم‌چون به‌کارگیری سیستم‌های ITS و ... پیشنهاد شده است که هر یک به فراخور ماهیت، سهمی در بهبود عملکرد سیستم حمل و نقل داشته است ولی با وجود همه اقدامات فوق، هنوز شهر تهران با مشکلات ترافیکی بسیاری روبه‌روست. به‌همین دلیل ارایه راهکارهای مناسب برای رفع مشکلات فوق با به‌کارگیری روش‌های دقیق و مبتنی بر اصول علمی امری اجتناب‌ناپذیر است.

در حال حاضر با توجه به شرایط موجود شهر تهران هرگونه برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری صحیح در جهت توسعه، بهبود و تقویت سیستم حمل و نقل همگانی، تأثیر مثبت و به‌سزایی در عملکرد سیستم حمل و نقل این شهر خواهد داشت. زیرا در صورت کارکرد صحیح سیستم حمل و نقل همگانی و افزایش کارآیی آن، علاوه بر آن‌که رضایت بیشتر استفاده‌کنندگان فعلی این سیستم فراهم می‌شود، بخشی از مسافران سیستم حمل و نقل شخصی نیز جذب آن خواهند شد و بدین ترتیب بخشی از بار ترافیکی موجود در شبکه و در نتیجه عوارض منفی ناشی از آن هم‌چون مصرف بیش از اندازه سوخت کاسته خواهد شد.

راهکارهای بهبود عملکرد و افزایش کارآیی سیستم‌های حمل و نقل همگانی، طیف گسترده‌ای از اقدامات شامل بهبود ساختار شبکه حمل ونقل همگانی، بهبود زمان‌بندی حرکت وسایل همگانی، افزایش و نوسازی ناوگان و استفاده از سیستم‌های حمل ونقل همگانی سریع و انبوه‌بر را شامل می‌شود. اما باتوجه به وضعیت بحرانی شبکه معابر شهر تهران و نیز ساختار شبکه اتوبوس‌رانی که اکثر خطوط آن در قسمت زیادی از مسیر خود دارای مسیر مشترک با سایر وسایل نقلیه می‌باشند و باتوجه به غیرممکن بودن تأمین خطوط ویژه در بسیاری از معابر به نظر می‌رسد که تنها راه جهت بهبود چشم‌گیر و ملموس در کارآیی سیستم حمل و نقل همگانی، استفاده از سیستم‌های حمل و نقل همگانی سریع و انبوه‌بر هم‌چون مترو باشد. در این مطالعه، به بررسی آثار به‌کارگیری و توسعه این سیستم (مترو) در کاهش مصرف سوخت پرداخته می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

برآورد تقاضای حمل و نقل در شهر تهران

سفرهای شهر تهران را می‌توان به سه گروه کلی سفرهای مسافری داخلی ساکنان، سایر سفرهای مسافری و سفرهای مربوط به جابه‌جایی کالا تقسیم‌بندی کرد. برآورد ماتریس‌های نهایی سفر برای هر گروه، توسط یک روش معین صورت می‌گیرد (بی‌نام، ۱۳۸۲).

برآورد سفرهای مسافری داخلی ساکنان شهر تهران

روند برآورد ماتریس‌های تقاضای این گروه از سفرها که درحدود ۸۸درصد سفرهای شهر تهران را تشکیل می‌دهند (بی‌نام، ۱۳۷۵). از یک فرایند سه مرحله‌ای (تولید و جذب سفر، توزیع سفر و انتخاب وسیله نقلیه) پیروی می‌کند. مدل‌های تولید و جذب به تفکیک هدف سفر و در سطح ناحیه‌های ترافیکی برای شهر تهران تهیه شده‌اند و مشخص می‌کنند که در هر روز و در هر ناحیه ترافیکی چه تعداد سفر تولید شده و چه تعداد سفر به آن ناحیه وارد می‌گردد. توجه شود این مدل‌ها که از نوع رگرسیون خطی می‌باشند، سفرهای بازگشت به منزل را در نظر نمی‌گیرند. متغیرهای مستقل مدل‌های تولید سفر، جمعیت، جمعیت شاغل ساکن، میزان مالکیت سواری شخصی و تعداد دانش‌آموزان و دانشجویان ساکن در ناحیه و متغیرهای مستقل مدل‌های جذب، جمعیت، سطح اشتغال، میزان مالکیت سواری شخصی، تعداد دانش‌آموزان و دانشجویان مشغول به تحصیل در ناحیه و تعداد تخت‌های بیمارستان و پارک‌های تفریحی است که بسته به هدف سفر بعضی از متغیرهای فوق وارد مدل می‌شوند.گستره‌ای از متغیرهای کمکی نیز این متغیرهای اصلی را در برآورد بهتر کمیت موردنظر یاری می‌رسانند (بی‌نام، ۱۳۷۵).

مدل‌های توزیع سفر از نوع مدل‌های رشد فراتر و به تفکیک هدف سفر بوده و نقش آن‌ها توزیع سفرها بین نواحی مختلف براساس میزان تولید و جذب ناحیه‌ها و الگوی سفر سال پایه است (بی‌نام، ۱۳۷۵).

www.SID.ir

Archive of SID

تا این مرحله از برآورد می‌توان به میزان تقاضای روزانه سفر بین نواحی ترافیکی مختلف دست یافت. به عبارتی به کمک نتایج این مرحله مشخص می‌شود که در هر روز چه تعداد سفر از یک ناحیه به نواحی دیگر صورت می‌گیرد. توجه شود در این برآوردها فرض شده است که میزان سفرهای روزانه ساکنان بین نواحی ترافیکی مختلف مستقل از عملکرد سیستم حمل و نقل بوده و عملکرد سیستم حمل و نقل تأثیری در وقوع آن سفر مثلاً تغییر مقصد یا حتی عدم انجام آن سفر نخواهد داشت.

مرحله بعد دربرآورد تقاضای سفرهای داخلی ساکنان، تعیین سهم هرکدام از وسایل نقلیه در انجام سفرهای روزانه به تفکیک هدف سفر (به‌جز سفرهای بازگشت به منزل) است. این کار به کمک مدل‌های انتخاب وسیله صورت می‌گیرد. دراین مدل‌ها به هر وسیله با توجه به هدف سفر استفاده کننده، یک مطلوبیت نسبت داده می‌شود و وسیله ای که دارای بیش‌ترین مطلوبیت باشد، انتخاب می‌شود. اما از آنجاکه مطلوبیت یک وسیله با خصوصیات مشخص (خصوصیات مربوط به عملکرد وسیله)، برای افراد مختلف با خصوصیات یکسان (خصوصیات مربوط به استفاده‌کنندگان)، ممکن است متفاوت باشد، از این‌رو، این‌که یک وسیله مطلوب‌ترین وسیله باشد، دارای ماهیتی احتمالی‌ست. مدل‌های انتخاب وسیله ساخته‌شده برای شهر تهران از نوع مدل‌های لوجیت است که به‌جز در مورد سفرهای کاری که از مدل‌های پیچیده‌تر لوجیت آشیانه‌ای استفاده شده است در بقیه موارد، مدل‌های ساده‌تر لوجیت چندگانه مورد استفاده قرار گرفته است. در مورد سفرهای بازگشت به منزل نیز می‌توان از این فرض ساده‌کننده و معقول استفاده کرد که هر شخص با وسیله نقلیه‌ای به منزل برمی‌گردد که در شروع زنجیره سفرهای خود از منزل استفاده می‌کند. از این‌رو، ماتریس سفرهای بازگشت به خانه با یک وسیله خاص به تفکیک هدف سفر شروع زنجیره سفرها از منزل، از ترانهاده ماتریس‌های مربوط به آن وسیله در سفرهای خانه ابتدا به‌دست می‌آید. ذکر این نکته ضروری است که با توجه به این‌که در زمان ساخت مدل‌های انتخاب وسیله، سیستم مترو وجود نداشت، اطلاعات مربوط به سفرهای آن زمان، فاقد گزینه‌ای به نام مترو بودند. از این‌رو، برای برآورد دقیق سهم وسایل نقلیه مختلف با توجه به این‌که هم

www.SID.ir

Archive of SID

اکنون مترو سهم قابل توجهی در جابه‌جایی مسافران بر عهده دارد، یک مدل انحراف به منظور تصحیح سهم‌های به‌دست آمده برای وسایل نقلیه مختلف از مدل‌های بدون مترو، ساخته شد.

برآورد سایر سفرهای مسافری شهر تهران

علاوه بر سفرهای داخلی ساکنان، سفرهای دیگری نیز به وسیله ساکنان و غیرساکنان انجام می‌شود که شامل سفرهای دروازه‌ای مسافر و سفرهای مربوط به پایانه‌هاست. از آنجاکه این سفرها در مقایسه با سفرهای داخلی ساکنین دارای تعداد بسیار کمتری می‌باشد، در برآورد ساعتی تعداد آن‌ها از یک مدل ساعتی رشد استفاده شده است.

برآورد سفرهای مربوط به جابه‌جایی کالا

در برآورد ساعتی این دسته از سفرها از یک مدل ساعتی رشد استفاده شده است. توجه شود این دسته از سفرها بر خلاف دو گروه فوق که بر حسب سفر- نفر می‌باشند، برحسب وسیله نقلیه برآورد می‌شوند.

پس از تعیین ماتریس‌های نهایی سفر برای هر گروه، آخرین مرحله در برآورد تقاضای حمل و نقل شهر تهران، مرحله تخصیص سفر است. اما این مرحله نیاز به پیش‌نیازهایی دارد که درادامه به‌ترتیب ذکر می‌گردند.

الف) با توجه به متفاوت بودن تراکم شبکه در ساعات مختلف روز که نقش مهمی در تخصیص سفر ایفا می‌کنند، نیاز است تا خروجی‌های مرحله انتخاب وسیله در برآورد سفرهای مسافری داخلی ساکنان با توجه به سهم هر ساعت از کل سفرهای روزانه، به ماتریس‌هایی ساعتی برای هر وسیله تبدیل شوند.

ب) تلفیق ماتریس‌های ساعتی سفرهای مسافری مربوط به هر وسیله به منظور به‌دست آوردن یک ماتریس واحد برای هر وسیله.

ج) با توجه به وجود محدوده طرح ترافیک در شهر تهران نیاز است تا سفرهای مسافری انجام شده با سواری‌های بدون آرم به دو پاره سفر تقسیم شود. مثلاً برای سفر

www.SID.ir

Archive of SID

از بیرون محدوده طرح به داخل آن نیاز است تا ابتدا از مبدا به محلی در حاشیه طرح سفر کرده و در ادامه با یکی از وسایل حمل و نقل عمومی به مقصد اصلی سفر کرد. از این‌رو، نیاز است تا ماتریس سفرهای انجام‌شده با سواری شخصی به دو ماتریس سواری‌های آرم‌دار و بدون آرم تقسیم شده و در ماتریس‌های سفر با سواری‌های شخصی بدون آرم، اتوبوس واحد و مترو، تاکسی و مسافرکش و مینی‌بوس، اصلاحات لازم صورت گیرد.

د) تبدیل ماتریس سفر مربوط به هر وسیله (به غیر از اتوبوس واحد) به ماتریسی برحسب وسیله نقلیه که از تقسیم هرکدام از درایه‌های آن به متوسط ضریب سرنشین در مبدا و مقصد به‌دست می‌آید.

و) اضافه نمودن سفرهای مربوط به جابه‌جایی کالا با وانت وکامیون به ماتریس‌های سفر مسافری با آن‌ها.

ه)تبدیل ماتریس‌های نهایی به‌دست آمده برای هر وسیله به ماتریسی برحسب هم‌سنگ سواری که با اعمال ضرایب هم‌سنگ سواری به‌دست می‌آید.

ی) با توجه به این‌که در شهر تهران محدودیت‌هایی برای تردد برخی وسایل نقلیه در برخی از کمان‌های شبکه وجود دارد، از این رو ماتریس‌های هم‌سنگ مربوط وسایل نقلیه مختلف و نیز ماتریس سفرهای انجام‌شونده با اتوبوس واحد و مترو که برحسب سفر- نفر است، به ۴ کلاس مختلف تقسیم می‌شوند که شبکه‌های مورد استفاده برای هر کلاس متفاوت از سایر کلاس‌هاست.

پس از انجام پیش‌نیازهای فوق، ماتریس‌های لازم جهت انجام فرآیند تخصیص فراهم می‌گردد. مرحله تخصیص خود از دو قسمت تشکیل شده است. قسمت اول تحت عنوان تخصیص سواری شناخته می‌شود که مربوط به وسایل نقلیه‌ای می‌باشد که مسیر ثابت و مشخصی ندارند و استفاده‌کنندگان آن با توجه به شبکه‌ای که می‌توانند از آن استفاده نمایند سعی در کمینه‌کردن زمان سفر خود خواهند داشت. دیگری، تخصیص حمل و نقل عمومی است که مربوط به وسایل نقلیه با مسیر ثابت و از پیش تعیین‌شده (همانند اتوبوس واحد و مترو) می‌باشد و استفاده‌کنندگان از آنها سعی می‌کنند تا با

www.SID.ir

Archive of SID

تهیه یک برنامه (راهبردی) مشخص برای خود، زمان سفر مورد انتظار برای رسیدن به مقصد را کمینه نمایند (بی‌نام، ۱۳۷۵)..

همان‌طورکه ذکر شد در مرحله تعیین سهم وسایل نقلیه مختلف برای سفرهای داخلی ساکنان، عملکرد شبکه و به تبع آن عملکرد وسایل نقلیه، نقش بسیار مهمی در تعیین میزان مطلوبیت آن‌ها از دیدگاه استفاده‌کنندگان ایفا خواهد نمود. اما عملکرد شبکه به غیر از تقاضا (خروجی‌های مرحله توزیع)که برای هر سال با توجه به ثابت بودن متغیرهای تأثیرگذار در مدل‌های تولید و جذب، ثابت و مشخص می‌باشد، به سیستم عرضه که عمدتاً شامل شبکه معابر و سیستم حمل و نقل همگانی می‌شود، نیز وابسته می‌باشد. در صورتی‌که هر ترکیبی از تقاضای سفر و عرضه حمل و نقل، یک سناریو نامیده شود، با به‌کارگیری روش‌های ذکر شده در این بخش می‌توان عملکرد کل شبکه یا قسمتی از آن، یک معبر یا قسمتی از آن و نیز یک خط حمل و نقل همگانی یا قسمتی از آن را تحت سناریوهای مختلف به‌دست آورد. از مهم‌ترین شاخص‌های عملکردی می‌توان به سرعت و تعداد سفرهای مبدا- مقصد با هر وسیله اشاره نمود. هم‌چنین از نتایج حاصل از عملکرد شبکه تحت سناریوهای مختلف می‌توان به شاخص‌های مهم دیگری دست یافت که مستقیماً به عملکرد شبکه وابسته هستند و به‌خصوص برای گردانندگان سیستم دارای اهمیت می‌باشند. میزان مصرف سوخت و نیز آلاینده‌های هوا از جمله این موارد می‌باشند (بی‌نام، ۱۳۸۲).

چگونگی محاسبه میزان مصرف سوخت در کل شبکه

میزان مصرف سوخت وسایل نقلیه مختلف در این مطالعه، تابعی از نوع وسیله نقلیه و سرعت آن در نظر گرفته می‌شود. این تابع به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$Q^m = 16.57 * p^m * e^{0.0915\,V} / V$$

که در آن

www.SID.ir

Archive of SID

Q^m = میزان مصرف سوخت وسیله نقلیه نوع m در سرعت V (برحسب لیتر بر کیلومتر)

p^m = میزان مصرف سوخت وسیله نقلیه نوع m در سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت (برحسب لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر)

V = سرعت وسیله نقلیه (کیلومتر بر ساعت) می‌باشد.

مقدار پارامتر p^m برای موتور ۵ ، سواری ۱۵، تاکسی و وانت ۱۸، مینی بوس ۲۵ و اتوبوس وکامیون ۴۰ لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر فرض شده است (بی‌نام، ۱۳۷۵).

برای محاسبه مصرف سوخت هر نوع وسیله نقلیه در شبکه تحت یک سناریوی معین، ابتدا سرعت در هریک از کمان‌های شبکه تحت آن سناریو محاسبه شده و با استفاده از رابطه بالا، میزان مصرف سوخت وسیله موردنظر برای طی یک کیلومتر از مسیر محاسبه می‌شود. سپس این کمیت درحجم وسیله نقلیه موردنظر در آن کمان و هم‌چنین طول آن کمان ضرب شده وحاصل روی کل کمان‌های شبکه جمع می‌گردد.

تعریف سناریوهای مختلف

به منظور بررسی منافع حاصل از به‌کارگیری مترو در سیستم حمل و نقل همگانی شهر تهران و چگونگی تغییرات شاخص‌های مربوط به مصرف سوخت، چندین سناریوی مختلف که منطبق بر گزینه‌های موجود و مصوب خطوط مترو می‌باشد، در نظر گرفته شده است. هر سناریو شامل شبکه خیابانی موجود و در دست ساخت تا سال ۹۰، شبکه اتوبوس‌رانی مربوط به سال ۸۰ و تقاضای مربوط به سال ۹۰ می‌باشد و تنها شبکه مترو در هر سناریو نسبت به سناریوی قبلی کامل‌تر شده است. در جدول یک وضعیت خطوط مترو در هر سناریو ارایه شده است. در شکل یک نیز شبکه خیابانی و وضعیت خطوط مترو در هر یک از سناریوهای فوق نمایش داده شده است. ذکر این نکته ضروری است که برای خطوط ۱ تا ۵ که دارای طرح‌های اجرایی می‌باشند، محل ایستگاه‌ها دقیقاً

www.SID.ir

Archive of SID

منطبق بر نقشه‌های تعیین شده است ولی برای سایر خطوط، محل ایستگاه‌ها به طور تقریبی و با نظر کارشناسی تعیین شده و سعی شده است که تا حد ممکن محل برخورد خطوط به عنوان ایستگاه در نظر گرفته شود.

سپس عملکرد سیستم حمل و نقل در هر یک از سناریوهای تعریف‌شده، با استفاده از نتایج مدل تخصیص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. خلاصه‌ای از نتایج به‌دست آمده از کاربرد مدل تخصیص برای هر یک از سناریوهای تعریف شده در جدول یک ارایه شده است. توجه شود همه اطلاعات این جدول مربوط به یک ساعت اوج صبح در سال ۱۳۹۰ می‌باشد. این جدول شامل ۴ قسمت است که در قسمت اول مشخصات شبکه مترو، در قسمت دوم، نتایج عملکرد سیستم حمل و نقل همگانی (شامل اتوبوس و مترو)، در قسمت سوم، نتایج عملکرد سایر وسایل نقلیه (شامل سواری، تاکسی و مسافرکش، مینی‌بوس، اتوبوس سرویس، دوچرخ و سایر وسایل) و در قسمت آخر، میزان مصرف سوخت و آلاینده منوکسیدکربن در هر سناریو ارایه شده است.

شاخص‌های ارایه شده در جدول یک می‌توانند بیان‌گر چگونگی تأثیر استفاده بیش‌تر از حمل و نقل عمومی در کاهش مصرف سوخت باشند. به منظور بررسی این تأثیر، میزان مصرف سوخت در شبکه در مقابل میزان استفاده از حمل و نقل همگانی به ازای طول‌های مختلف از خطوط مترو ترسیم شده است، شکل دو.

www.SID.ir

Archive of SID

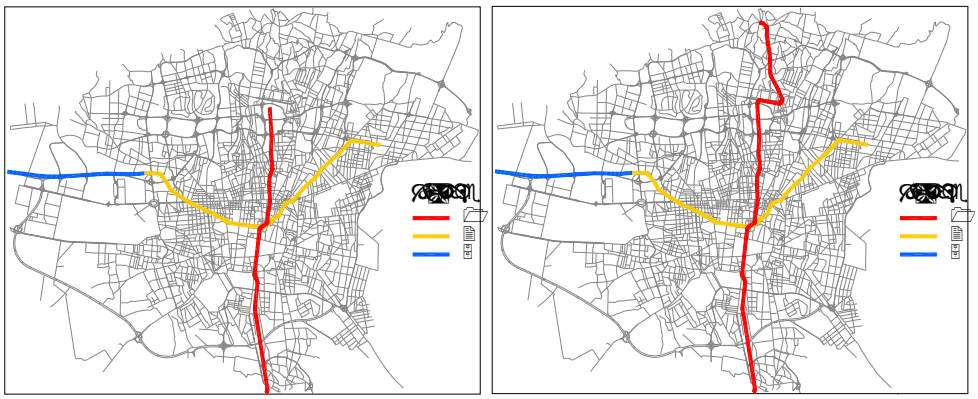
جدول یک: وضعیت و عملکرد سناریوهای تعریف شده در این مطالعه تحت تقاضای یک ساعت اوج صبح در سال ۱۳۹۰

مشخصات اجرا / مشخصات عملکردی	شماره سناریو	۱	۲	۳	۴	۵	۶
	شرح شبکه مترو	بدون مترو	خطوط مترو سال ۸۱	خطوط ۱، ۲ و کرج	توسعه خط ۱ تا تجریش	خطوط ۱ تا ۵	خطوط ۱ تا ۹
تعداد خطوط مترو (شامل خط کرج)		—	۳	۳	۳	۵	۹
طول خطوط مترو (دوطرفه برحسب کیلومتر)		—	۵۹	۷۷/۵	۸۵/۵	۱۳۸/۵	۲۴۲
تعداد ناوگان فعال مترو (قطار)		—	۲۴	۵۸	۶۴	۱۰۱	۱۶۶
تعداد سفرهای مبدأ – مقصد سیستم همگانی (۱۰۰۰ نفر)		۲۶۱	۲۸۶	۳۰۹	۳۱۹	۳۴۴	۳۷۷
تعداد مسافر سوارشده به اتوبوس (۱۰۰۰ نفر)		۴۴۱	۴۳۰	۴۲۹	۴۳۱	۳۸۹	۳۵۰
تعداد مسافر سوارشده به مترو (۱۰۰۰ نفر)		—	۷۱	۱۲۷	۱۴۳	۲۳۰	۳۳۵
مسافر – کیلومتر اتوبوس (۱۰۰۰×)		۲۴۰۹	۲۱۴۹	۲۰۹۱	۲۰۲۴	۱۷۵۷	۱۴۶۵
مسافر – کیلومتر مترو (۱۰۰۰×)		—	۷۳۹	۱۱۴۵	۱۳۸۹	۱۹۴۸	۲۵۸۵
متوسط سرعت مسافران سیستم همگانی (کیلومتر در ساعت)		۱۳/۳	۱۶/۷	۱۸/۶	۱۹/۵	۲۲/۸	۲۶/۴
تعداد سفرهای مبدأ – مقصد سایر وسایل (۱۰۰۰ نفر)		۱۰۷۶	۱۰۵۰	۱۰۲۷	۱۰۱۷	۹۹۲	۹۵۸
وسیله نقلیه – کیلومتر هم‌سنگ سواری (۱۰۰۰×)		۵۸۴۴	۵۵۹۳	۵۳۶۷	۵۲۶۴	۵۰۲۷	۴۷۴۴
متوسط سرعت هم‌سنگ سواری در شبکه (کیلومتر در ساعت)		۲۴/۸	۲۶/۶	۲۸/۲	۲۹/۱	۳۰/۸	۳۲/۹
مصرف بنزین (هزار لیتر)		۸۲۶	۷۶۵	۷۱۴	۶۹۱	۶۴۵	۵۹۴
میزان CO تولید شده (تن)		۲۹۱	۲۷۰	۲۵۱	۲۴۴	۲۲۴	۲۰۳

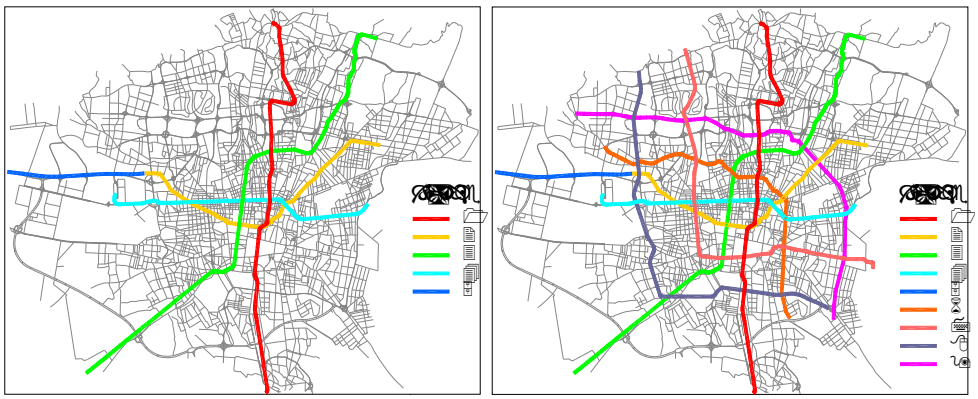
www.SID.ir

Archive of SID

سناریوی ۱ سناریوی ۲



سناریوی ۳ سناریوی ۴

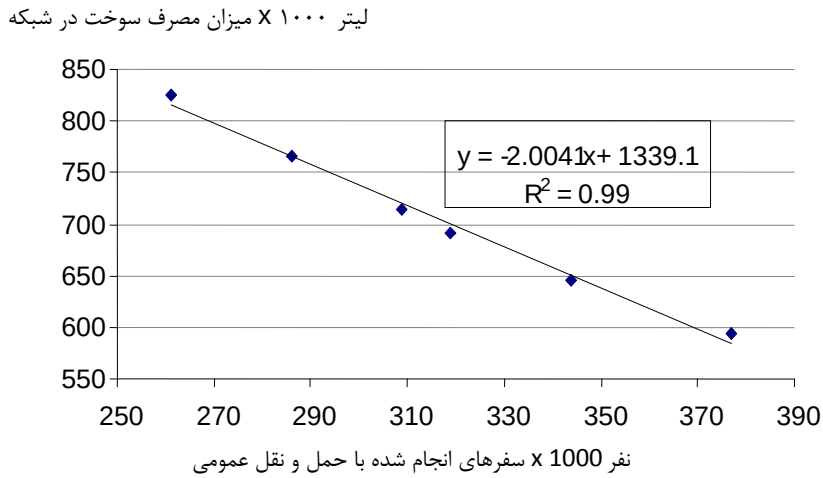


سناریوی ۵ سناریوی ۶

شکل یک: شبکه معابر و نیز خطوط متروی مورد استفاده در سناریوهای مختلف

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار یک: نمودار میزان مصرف سوخت در شبکه نسبت به سفرهای انجام شده با حمل و نقل عمومی

با بررسی بهترین خط برازش شده از نقاط شکل دو، مشاهده می‌شود که رابطه بین مصرف سوخت در شبکه و میزان استفاده از حمل و نقل همگانی با دقت بسیار خوبی به صورت یک خط مستقیم است که معادله مربوط به آن در زیر ارایه شده است:

(۱) $R^2=0/99$ $C = -2/004 * T + 1339/1$

(۴۰/۸۱) (-۱۹/۳)

در این رابطه

T = تعداد سفرهای مبدا- مقصد با استفاده از حمل و نقل همگانی برحسب هزار نفر

C = میزان مصرف سوخت در شبکه برحسب هزار لیتر می‌باشد.

اعداد داخل پرانتز نیز بیان‌گر شاخص آماری t است.

همان‌طورکه مشاهده می‌شود میزان مصرف سوخت با تعداد سفرهای سیستم حمل و نقل همگانی ارتباط معکوس دارد. یعنی هر چه تعداد مسافر بیش‌تری با استفاده از سیستم حمل و نقل همگانی جابه‌جا شوند، میزان مصرف سوخت در شبکه کمتر می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

باید توجه داشت که T دارای یک مقدار حدی بیشینه است و این به دلیل آن است که درصدی از متقاضیان سفر تحت هر شرایطی و با هر کیفیتی که سیستم حمل ونقل همگانی داشته باشد، هم‌چنان متکی به استفاده از وسیله نقلیه شخصی خود می‌باشند. شاهد این مدعا، مقدار بالای ضریب ثابت در توابع مطلوبیت مربوط به سواری شخصی در مدل‌های انتخاب وسیله سفر شهر تهران است.

نتیجه‌گیری

با نگاهی به رابطه یک مشخص می‌شود که به ازای هر یک سفری که به جای استفاده از وسیله نقلیه شخصی با سیستم حمل ونقل همگانی انجام پذیرد، در حدود ۲ لیتر از مصرف سوخت در شهر تهران کاسته خواهد شد. حال اگر ضریب سفر شهروندان براساس ضریب پیشنهادی برنامه چهارم توسعه، ۱/۶ سفر به ازای هر نفر فرض شود، با فرض وجود ۳۰۰روز کاری در سال، به‌راحتی می‌توان محاسبه کرد که درصورت استفاده از حمل و نقل همگانی، هر شخص به طور متوسط ۹۶۰ لیتر در سال از مصرف سوخت در شبکه می‌کاهد که بسیار قابل تأمل است.

این مسئله با در نظر گرفتن جمعیت هشت میلیون نفری شهر تهران که با توجه به جمعیت شناور آن حتی تا ده میلیون نفر هم برآورد شده است و چشم‌انداز دست‌یابی به سهم ۷۵ درصدی حمل و نقل همگانی از سفرهای روزانه مطابق برنامه چهارم توسعه، معادل با تقریباً ۵ میلیارد لیتر بنزین در سال خواهد بود که ارزش اقتصادی آن با قیمت تقریبی روز در حدود ۵ میلیارد دلار است. در صورتی‌که با نگاهی عمیق‌تر به این مسئله توجه شود، این رقم که تنها مربوط به هزینه صرفه‌جویی سوخت در نتیجه استفاده از حمل و نقل همگانی، تنها در یک سال می‌باشد، معادل با ساخت ۱۵۰کیلومتر خط متروی کاملاً مجهز است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

"برآورد تقاضای سفر"، (۱۳۷۵)؛ مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک، تهران: گزارش شماره ۱۲۴، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل وترافیک.

"سیستم ایجاد سناریو در محیط EMME /2 "، (۱۳۸۲)؛ پروژه تدوین سیستم ایجاد سناریو در محیط EMME /2، تهران: گزارش شماره ۴۱۲، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک.

"عملکرد سیستم اتوبوسرانی موجود و متروی شهر تهران"، (۱۳۷۸)؛ پروژه بهینه‌سازی عملکرد خطوط مترو در تطبیق با سایر سیستم‌های حمل و نقل عمومی، تهران: گزارش ۲-۱۵۲، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک.

"مدل‌سازی در حمل و نقل"، (۱۳۷۵)؛ مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران (میان مدت ۱۳۹۰)، تهران: گزارش شماره ۲۰۳، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک.

"مدل‌های تولید و جذب سفر"، (۱۳۷۵)؛ مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، تهران: گزارش شماره ۲-۱۸۰، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک.

"مدل‌های انتخاب وسیله نقلیه"، (۱۳۷۵)؛ مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، تهران: گزارش شماره ۱۱۵، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران.

سایت سازمان بهینه سازی مصرف سوخت، www.ifco.ir.

www.SID.ir