

اثرسنجی ترافیکی تغییر کاربری به تجاری

براتعلی خاکپور (دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه فردوسی مشهد)

Khakpoor@um.ac.ir

هومن شاداب مهر (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری واحد بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد)

Ho_sh852@stu-mail.um.ac.ir

چکیده

احداث مجتمع‌های بزرگ تجاری در زمین‌های با کاربری مسکونی یا فضای سبز در مراکز شهرهای بزرگ کشور هر روز بیشتر می‌شود. گسترش چنین مجتمع‌هایی آثار مختلفی به دنبال دارد که یکی از مهم‌ترین آن تأثیر بر حمل و نقل شهری است. در این مقاله تأثیرات حمل و نقلی یک تغییر کاربری معین بر حسب موقعیت مکانی آن در شهر ارزیابی می‌شود. مبنای نظری این تحقیق، نظریه رشد هوشمند شهری است. در این پژوهش روش تحقیق توصیفی - تحلیلی مورد استفاده قرار گرفته است. تعیین شاخص‌های ترافیکی در شرایط عادی و برآورد آن‌ها در اثر تغییر کاربری مورد نظر با استفاده از بانک‌های اطلاعاتی مطالعات جامع حمل و نقل شهر مشهد و به روش شبیه‌سازی رایانه‌ای انجام شده است. نتیجه مطالعات نشان می‌دهد، آثار تغییر کاربری تابع مکان آن در شهر است. همچنین این آثار در شرایط حضور یا عدم حضور سیستم‌های کلان حمل و نقل همگانی (نظیر مترو یا قطار شهری) در شهر متفاوت است. به طور کلی تغییر کاربری مسکونی به تجاری در نواحی مرکزی شهر، منجر به افت شاخص‌های ترافیکی و در بافت‌های پیرامونی (دور از مرکز تجاری شهر)، باعث بهبود شاخص‌های ترافیکی می‌شود. نتایج به دست آمده در سناریوهایی که در شرایط حضور سیستم‌های کلان حمل و نقل همگانی تعریف شده‌اند، بسیار پررنگ‌تر می‌باشند. باتوجه به اینکه سرمایه‌گذاران معمولاً تمایل دارند پروژه‌های تجاری خود را در مناطق شلوغ مرکز شهر اجرا نمایند، این مسأله هزینه‌ای را بابت افت شاخص‌های حمل و نقل و ترافیک به شهر تحمیل می‌نماید. که در بخش پایانی مقاله، هزینه مذکور براساس یکی از سناریوهای مطالعه شده برآورد شده است.

کلیدواژه‌ها: تغییر کاربری، کاربری تجاری، شاخص‌های ترافیکی، حمل و نقل همگانی کلان.

درآمد

از دیدگاه برنامه‌ریزان شهری، یکی از راهبردهای دستیابی به توسعه پایدار و ارتقاء کیفیت محیط زیست شهری، متعادل ساختن توزیع فضایی کاربری‌ها از طریق شکل پایدار شهر است. از اواخر قرن بیستم با الهام از بنیان‌های علمی توسعه پایدار، رویکرد جدیدی با نام شهرسازی نوین و رشد هوشمند^۱ برای پایدار ساختن فرم فضایی شهرها مورد توجه قرار گرفته است. طبق فرض اساسی این دیدگاه، توزیع متناسب کاربری‌ها و شکل فشرده شهر، ضمن حفظ محیط زیست، باعث استفاده کمتر از خودرو برای حمل و نقل می‌شود (ضرابی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲). درحقیقت راهبرد رشد هوشمند، سعی در شکل‌دهی مجدد شهرها و هدایت آنها به سوی اجتماع توانمند با دسترسی به محیط زیست مطلوب دارد (پورمحمدی و قربانی، ۱۳۸۲: ۱۰۲).

طرح مسأله

امروزه تغییر کاربری زمین، به یکی از منابع مهم درآمدی شهرداری‌های کشور تبدیل شده است. این تغییر کاربری عمدتاً از کاربری‌های مسکونی یا فضای سبز به کاربری تجاری می‌باشد که ارزش افزوده قابل توجهی برای سرمایه‌گذاران ایجاد کرده است و مبلغ قابل توجهی هم تحت عنوان جریمه تخلفات ساختمانی نصیب شهرداری‌ها می‌کند. تغییر کاربری، واقعیتی است که به خصوص در کلان شهرهای کشور وجود داشته و آثار مهمی بر جنبه‌های مختلف نظام برنامه‌ریزی شهری به خصوص در حوزه حمل و نقل و ترافیک دارد. پرسش مهم این است که آیا چنین تغییر کاربری‌هایی هم‌سو با معیارهای رشد هوشمند شهری است؟ برای یافتن پاسخ، لازم است به نظام کاربری اراضی شهری توجه داشت. منظور از نظام کاربری اراضی شهری، مشخص کردن نوع مصرف زمین در شهر، هدایت ساماندهی فضایی شهر، تعیین ساخت‌ها و چگونگی انطباق آنها با یکدیگر و با سیستم‌های شهری است (زیاری، ۱۳۷۹: ۱۲۵). بدیهی است، در تدوین نظام برنامه‌ریزی شهری توجه به معیارهای بهینه در مکانیابی کارکردهای شهری، امری ضروری است. مهم‌ترین معیارهای بهینه در تعیین مکان‌های

مناسب فعالیت‌ها و کاربری‌های شهری عبارت اند از: سازگاری، آسایش، کارایی، مطلوبیت، سلامتی و ایمنی (زیاری، ۱۳۸۸: ۲۱).

باتوجه به معیارهای مذکور، آنچه می‌تواند در تغییر کاربری‌های مورد نظر این تحقیق متأثر واقع شود، معیارهای کارایی با اثر مثبت و سلامتی با اثر منفی است.

در حوزه کارایی، مسأله "سودمندی- هزینه" در مکان‌یابی و کارایی کاربری‌ها نقش مهم و اساسی دارد. میزان قیمت زمین، صرفه اقتصادی، سرمایه‌گذاری و بهره‌وری، از دیگر عوامل مهم کارایی اراضی شهری محسوب می‌شوند (همان: ۲۲).

بنابراین به این دلیل که تغییر کاربری زمین‌های مسکونی و فضای سبز به کاربری تجاری منجر به افزایش قیمت این گونه زمین‌ها منجر می‌شود، می‌تواند از جنبه معیار کارایی مثبت تلقی شود. اما این فقط ظاهر قضیه است. سیاست کاربری زمین در رابطه با خرده فروشی، بیش از هر فعالیت دیگر بایستی دارای سودمندی باشد. ایجاد یک مرکز فروش جدید در بخشی از شهر ممکن است بسیار موفقیت‌آمیز باشد، اما این موفقیت معمولاً به زیان مراکز قدیمی‌تر است. بنابراین انجام برخی هماهنگی‌ها ضروری است (همان: ۱۲۷). همچنین منظور از شهر سالم، رعایت همه کاربری‌ها باتوجه به تراکم و سرانه مطلوب و رعایت استانداردها و معیارهای سرانه است. رعایت مسائل زیست محیطی، حفظ میراث‌های فرهنگی، حفاظت از آسایش و غیره ضروری است. به طور کلی در جهان امروز حفظ سلامتی و وجود شهر اجتماعی سالم در تبیین کاربری‌های شهری است (همان: ۲۳). باتوجه به نقش بسیار مهم حمل و نقل و ترافیک بر آلودگی هوا در شهرهای بزرگ، هرگونه اقدامی که بر وضعیت ترافیک شهری بیفزاید، در واقع سلامتی مردم شهر را به خطر انداخته است. از این منظر افزایش پدیده تغییر کاربری زمین‌های شهری، از کاربری‌های غیرترافیکی به کاربری‌های ترافیک‌زا (در نواحی مرکزی شهر)، می‌تواند سلامت شهری را به خطر اندازد.

اهمیت و ضرورت تحقیق

هرساله بر تعداد وسایل نقلیه در معابر کشور، به خصوص در خیابان‌های شهرهای بزرگ، افزوده می‌شود. افزایش تعداد وسایل نقلیه در شهرها، که بستگی به عوامل متعددی نظیر رشد جمعیت،

وضعیت اجتماعی و اقتصادی، تحولات فرهنگی و کاربری زمین دارد، مسائل و مشکلاتی که هم اکنون بسیاری از شهرهای ایران با آن روبرو هستند به وجود می‌آورد. بهبود مسائل ترافیک شهری، چون بسیاری از مشکلات اجتماعی، مستلزم مطالعه و برنامه‌ریزی اصولی و مداوم است (شاهی، ۱۳۳۸: ۱).

شهرها، پدیده‌های اجتماعی و فیزیکی پیچیده‌ای هستند که زیر فشار توسعه‌های دائمی قرار دارند و تغییرات کمی و کیفی زیادی در آنها به وقوع می‌پیوندد (Zavadskas, etal: 2007). بنابراین چنانچه بپذیریم تغییر کاربری در راستای پویایی شهر امری طبیعی است، هدایت این تغییرات به صورتی که کمترین تبعات منفی و بیشترین آثار مثبت (در تمام حوزه‌ها از جمله حوزه حمل و نقل و ترافیک) را در پی داشته باشد، امری ضروری و حیاتی است.

اهداف

هدف از این تحقیق، بررسی آثار یک تغییر کاربری مشخص، که بیشترین تطبیق را با پروژه‌های واقعی شهر مشهد داشته باشد، در زمینه حمل و نقل و ترافیک بر حسب موقعیت مکانی تغییر کاربری در سطح شهر است.

سؤال اساسی تحقیق

اثرات ترافیکی تغییر کاربری‌ها، همواره به عنوان یکی از مسائل مهم، مورد توجه مهندسان برنامه‌ریز شهری و حمل و نقل بوده است. طراحی و شکل‌گیری مجموعه‌های بزرگ تجاری در نقاط پر رفت و آمد شهرهایی با قدرت اقتصادی بالا، اجتناب‌ناپذیر است. این مجموعه‌ها غالباً در نقاط پر رفت و آمد شهر شکل گرفته و ویژگی‌های مشخصی دارند. از آنجایی که قیمت زمین در این نقاط بالا است، در نتیجه تراکم بالای این مجموعه‌ها پاسخ‌گوی سودآوری قابل قبول برای سرمایه‌گذاری خواهد بود. مشخصه دیگر، مشکلات ترافیکی این نواحی است که حتی قبل از احداث چنین مجموعه‌هایی نیز وجود داشته است. به طور آشکار با شروع به کار چنین مجموعه‌هایی بر مشکلات ترافیکی این نواحی افزوده می‌شود و این مشکلات هزینه‌های زیادی بر شهروندان تحمیل می‌کند. اگر

بپذیریم که پدیده تغییر کاربری و افزایش سرانه کاربری‌های تجاری در شهرهای بزرگ کشور بنابه دلایل مختلف از جمله لزوم بهره‌برداری از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و کسب درآمد برای شهرداری، امری اجتناب‌ناپذیر است، سؤال اساسی این است که آیا این پدیده الزاماً و در همه شرایط تأثیرات منفی بر شاخص‌های حمل و نقل و ترافیک شهر دارد یا اینکه با کنترل و ضابطه‌مند کردن آن می‌توان آثار منفی ترافیکی را حذف و یا حتی شاخص‌های حمل و نقل را بهبود بخشید؟

پیشینه تحقیق

از اوایل دهه ۹۰ موضوع رابطه بین توسعه محیط و تقاضای سفر در مقالات پژوهشی مرتبط با مسائل برنامه‌ریزی شهری رواج زیادی پیدا کرد. در این دهه، بیش از ۷۰ پژوهش که به بررسی کیفی و کمی رابطه فوق‌الذکر پرداخته بودند، منتشر شد (Ewiding and 2001; Handycervero, 2001a; Bornet and cranel, 1996). مطالعات بیان شده به سه دسته می‌توان تقسیم کرد: مطالعاتی که بر مبنای شبیه‌سازی انجام شده‌اند، مطالعات هم‌فزون ۳- مطالعات ناهم‌فزون (Handy, et al : 2002). مطالعات بر مبنای شبیه‌سازی عمدتاً با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی تقاضای سفر به بررسی اثرات تغییر کاربری‌ها پرداخته‌اند. این روش اغلب برای ارزیابی اثرات طراحی شبکه خیابانی و کاربری‌های اطراف بر شاخص مسافت سفر (وسیله نقلیه- کیلومتر طی شده در شبکه) مورد استفاده قرار می‌گیرد (McNally and Ryan, 1990, et al. 1993, Kulsah).

مطالعات هم‌فزون از خصوصیات متوسط سفر در مناطق یا نواحی یک شهر به منظور ارزیابی ارتباط بین الگوهای سفر و خصوصیات توسعه محیط استفاده می‌کنند (Friedman, et al. 1992). (Cervero and Gorham 1995).

مطالعات ناهم‌فزون از اطلاعات کلی برای مدل‌سازی ارتباط بین توسعه محیط و تقاضای سفر بهره می‌برند. اغلب این مطالعات بر تکرار سفرها یا حجم سفرهایی که به شیوه‌های مختلف حمل و

نقل انجام می‌شوند، تمرکز دارند (Handy and Clifton , 1997. Boamet and Crane, 2001b. Cervero and Kockelman 2001).

در تحقیقی که در سال ۲۰۰۲ در مریلند آمریکا انجام شد، ارتباط بین کاربری زمین و حمل و نقل در چارچوب نظریه رشد هوشمند شهری مورد ارزیابی قرار گرفت. در این تحقیق، صحت چهار فرضیه مهم، بررسی و تاحدودی مورد تأیید قرار گرفته است. این فرضیه‌ها عبارت‌اند: ۱- ساخت راه‌های جدید باعث گسترش افقی شهر می‌شود. ۲- ساخت راه‌های جدید باعث سفر بیشتر می‌شود. ۳- سرمایه‌گذاری روی سیستم‌های حمل و نقل عمومی، به‌خصوص از نوع ریلی، باعث افزایش تراکم در شهر می‌شود. ۴- توجه به استراتژی‌های شهرگرایی جدید، منتج به کاهش استفاده از خودروهای شخصی می‌شود. (Handy, 2002:3)

در ایران تحقیقات کمی درخصوص موضوع مورد مطالعه انجام شده است. به عنوان نمونه می‌توان به مطالعه شیخ حسنی و شورجه (۱۳۸۹) اشاره نمود. در بخشی از این تحقیق عنوان شده «شهر تهران با گسترش افقی و بیش از اندازه، تراکم‌های نامتوازن، برنامه ریزی شهری خودرو محور، استراتژی‌های فاقد نگرش کاهش ضرورت در سفر، توزیع نامناسب کاربری‌ها، بالا بودن زمان سفر، ناکافی بودن دسترسی‌ها و ارتباط ضعیف بین بخش‌های سکونتگاهی، مراکز اشتغال و تجاری، آلودگی زیست محیطی و غیره دچار اپیدمی ترافیک و حمل و نقل ناپایدار و ناکارآمد است». درنهایت چنین نتیجه‌گیری شده است: «می‌توان گفت برنامه‌ریزی کاربری زمین، تأثیر بسیار زیادی در دستیابی به اهداف حمل و نقل دارد و شاید بتوان گفت بدون همراهی و هماهنگی بین سیاست‌های مربوط به کاربری زمین یا همان برنامه‌ریزی فضایی شهر با سیستم حمل و نقل شهری، امکان تحقق اهداف در برنامه‌ریزی حمل و نقل بسیار دشوار و حتی غیرممکن به نظر می‌رسد».

روش تحقیق

انواع تحقیق عبارت است از پژوهش‌های بنیادی، پژوهش‌های کاربردی، تحقیق و توسعه، تحقیق ارزیابی^۱ و تحقیق عملی. تحقیق ارزیابی، فرآیندی برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات برای

تصمیم‌گیری است (شاقلی، ۱۳۸۶: ۷-۵). محدوده این پژوهش در قلمرو تحقیق ارزیابی قرار می‌گیرد. تحقیق علمی، یعنی جمع‌آوری و پردازش داده‌هایی که حقایق علمی بر آن مبتنی است. این موضوع یک تسلسل منطقی و نظام‌گرایانه از گام‌های مرتبط می‌باشد. این گام‌ها یا مراحل عبارت‌اند از: جمع‌آوری اطلاعات، ارزشیابی اطلاعات، تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی مبتنی بر تجزیه و تحلیل (مولازاده، ۱۳۷۷: ۶۵).

در این پژوهش روش تحقیق توصیفی - تحلیلی مورد استفاده قرار گرفته است. در پژوهش حاضر یک تغییر کاربری معین [برگرفته از یک پروژه واقعی] از کاربری فضای سبز و مسکونی به کاربری تجاری معادل ۳۰۰۰ واحد تجاری در نظر گرفته شده و این تغییر کاربری به طور جداگانه در سه لایه مرکزی، میانی و خارجی شهر مشهد اعمال شده است. جهت برآورد تقاضای سفر ایجاد شده ناشی از تغییر کاربری مذکور از بانک اطلاعات و مدل‌های تولید و جذب سفر مطالعات جامع حمل و نقل مشهد استفاده شده است (ممتحن ۱۳۷۶: ۱). سپس تقاضای سفر ایجاد شده، به شبکه خیابانی شهر مشهد تخصیص داده شد و تغییرات شاخص‌های ترافیکی، حمل و نقل عمومی و آلودگی هوا تعیین شده و مورد ارزیابی قرار گرفته است. جهت تخصیص ترافیک از نرم افزار $EMME/2$ ^۱ استفاده شده است^(۱). هدف از تخصیص ترافیک، شبیه‌سازی جریان‌های ترافیکی روی هر قسمت از معابر در منطقه مورد مطالعه است. فرآیند تخصیص در ابتدا برای شرایط موجود، مدرج می‌شود و پس از آن برای پیش‌بینی جریان‌های ترافیکی روی شبکه معابر آینده استفاده می‌شود (Ortuzar, and Willumsen, 1988).

به طور کلی تغییرات در یک سیستم حمل و نقل را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد. تغییرات در تقاضا و تغییرات در عرضه. منظور از تقاضا، تعداد سفرهای روزانه مردم یک شهر است و عرضه به کلیه امکانات لازم برای پاسخگویی به نیازهای جابه‌جایی مردم اطلاق می‌شود (رمضانی فرد، ۱۳۸۰: ۳). آنچه در این مطالعه مورد توجه است، تغییرات شاخص‌های حمل و نقل و ترافیک در سیستم، ناشی از تغییرات تقاضای سفر در اثر تغییر کاربری‌های مرسوم است.

ساخت سناریوها

برای شبیه‌سازی تغییرات مورد نظر در نرم افزار EMME/2 نیاز به تعریف سناریو است. هر سناریو از سه جزء تقاضا، شبکه و سیستم ترانزیت (حمل و نقل همگانی) تشکیل شده است. سناریوهای ساخته شده به شرح جدول (۱) می‌باشد.

جدول (۱): معرفی سناریوهای ساخته شده در نرم افزار EMME/2

محل اعمال تغییر کاربری	شماره سناریو در نرم افزار	تقاضا	شبکه	ترانزیت
بافت مرکزی شهر	۵۲	سال افق مطالعات جامع حمل و نقل مشهد	شبکه خیابانی تکمیل شده در افق مطالعات جامع حمل و نقل مشهد	سیستم اتوبوس‌رانی اصلاح شده و خط ۱ قطار شهری مشهد ^(۳)
بافت میانی شهر	۵۳	"	"	"
بافت پیرامونی شهر	۵۴	"	"	"

مأخذ: نگارندگان

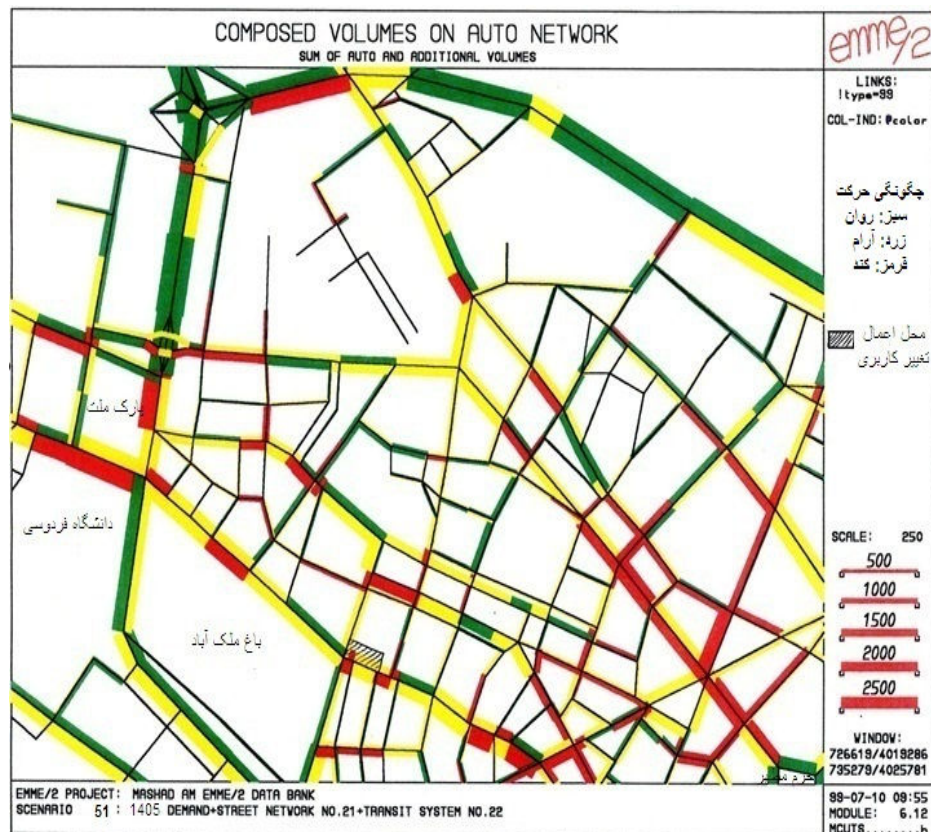
نتایج به دست آمده از اجرای سناریوی منتخب

در این بخش جهت رعایت اختصار، جدول‌ها و گراف‌های تولید شده، ناشی از اجرای یکی از سناریوهای ساخته شده، به عنوان نمونه ارائه می‌شود (در مورد سایر سناریوها فقط نتایج و تحلیل آن ارائه خواهد شد). سناریوی (۵۳)، شامل تغییر کاربری در بافت میانی شهر مشهد در حالت اجرای خط (۱) قطار شهری به عنوان سناریوی نمونه انتخاب شده است.

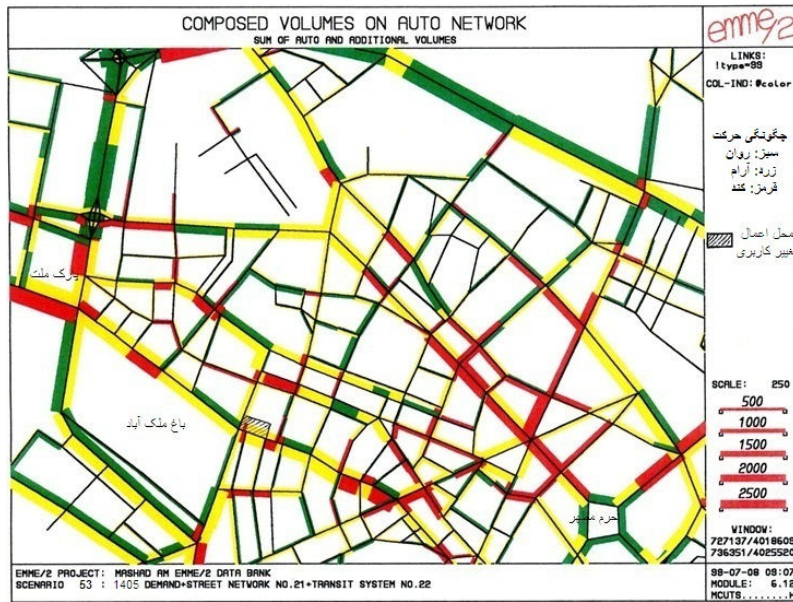
شکل (۱) وضعیت جریان ترافیک در منطقه و در افق مطالعه را در شرایط عدم انجام طرح نشان می‌دهد. شکل (۲) همان وضعیت را در شرایط اعمال تغییر کاربری نشان می‌دهد. باتوجه به

اینکه در این دو شکل، امکان تشخیص تغییرات ایجاد شده در شرایط جریان ترافیک قبل و بعد از اعمال تغییر کاربری تا حدی مشکل است، در شکل (۳) صرفاً تغییرات حجم ترافیک در اثر اعمال تغییر کاربری نشان داده شده است. در این شکل قسمت‌هایی از شبکه خیابانی که با رنگ قرمز مشخص شده‌اند با افزایش حجم ترافیک و قسمت‌هایی که با رنگ آبی مشخص شده‌اند با کاهش حجم ترافیک مواجه شده‌اند.

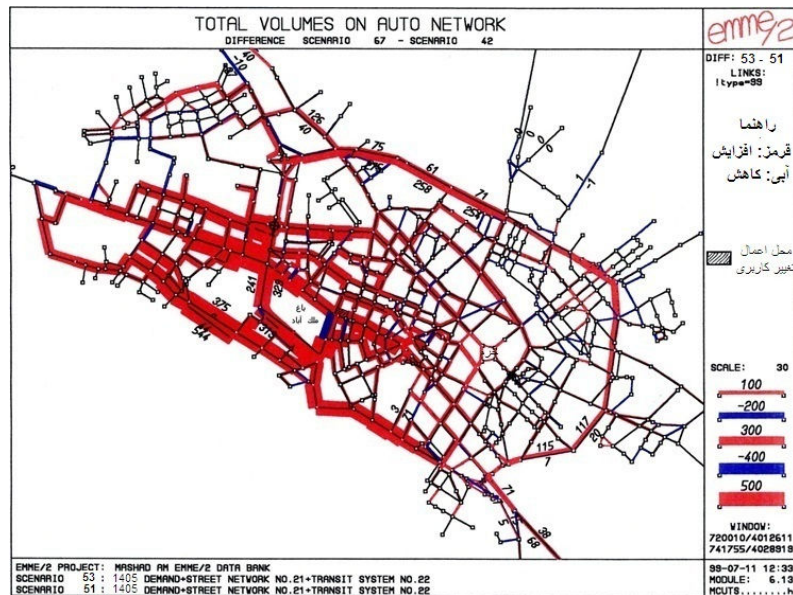
شکل (۱): حجم ترافیک همسنگ سواری در حالت سناریوی منتخب در حالت عدم انجام طرح



شکل (۲): حجم ترافیک همسنگ سواری در حالت سناریوی منتخب و اعمال تغییر کاربری



شکل (۳): تغییرات حجم ترافیک در حالت سناریوی منتخب و بعد از اعمال تغییر کاربری



مأخذ: خروجی نرم افزار EMME/2

همچنین جدول‌های (۲ تا ۴) شاخص‌های عملکرد شبکه معابر، به ترتیب برای وسیله نقلیه همسنگ سواری، شبکه حمل‌ونقل همگانی و آلودگی هوا را در دو حالت عدم انجام کار و اجرای پروژه نشان می‌دهند. با توجه به این جدول‌ها، اجرای پروژه باعث افت محسوسی در کیفیت تردد و وسایل نقلیه و افزایش آلودگی محیط زیست شده است.

خلاصه نتایج اجرای سناریوها

در بخش قبل نتایج کامل اجرای سناریوی منتخب ارائه شد. همان‌گونه که از جدول‌های (۲ تا ۴) مشخص است، نرم افزار EMME/2، شاخص‌های مختلفی را در سه دسته کلی شاخص‌های عملکرد شبکه معابر، شاخص‌های عملکرد شبکه حمل و نقل همگانی و شاخص‌های آلودگی هوا و مصرف منابع محدود نشان می‌دهد؛ البته شاخص‌های مذکور در شرایط مطالعه حاضر عمدتاً با یکدیگر در ارتباط می‌باشند. به عنوان مثال در صورت کاهش سرعت متوسط در حالت یک سناریو نسبت به شرایط عدم انجام کار در حالت همان سناریو، شاخص‌های دیگری همچون زمان سفر در شبکه، میزان مصرف بنزین و میزان تولید آلاینده CO افزایش می‌یابند.

جدول ۲: شاخص‌های عملکردی شبکه معابر در یک ساعت اوج صبح برای سیستم‌های مختلف

حمل‌ونقل شهر مشهد

شماره اجرا	شرح اجرا (سیستم)	مسافت طی شده (وسیله - کیلومتر)	زمان صرف شده (وسیله - ساعت)	متوسط سرعت (kph)	متوسط سرعت در محدوده مرکزی (kph)	درصد حرکت در شرایط کند و بحرانی (%)	سهم تند راه از مسافت طی شده (%)
۵۳	تقاضای ۱۴۰۵+ ترانزیت تکمیل شده+ قطار شهری ۱+ تغییر کاربری در لایه میانی	۹۶۰۴۸۹	۲۹۲۴۶	۳۲٫۸	۲۴٫۶	۱۶٫۰	۲۸٫۰
۵۱	تقاضای ۱۴۰۵+ ترانزیت تکمیل - شده+ قطار شهری ۱+ عدم انجام کار	۹۰۵۲۵۷	۲۶۵۲۹	۳۴٫۱	۲۵٫۷	۱۴٫۹	۲۸٫۵

مأخذ: نرم افزار EMME/2، ماکرو Table

جدول ۳: شاخص های عملکرد شبکه حمل و نقل همگانی در یک ساعت اوج صبح برای سیستم های مختلف حمل و نقل شهر مشهد

شماره اجرا	شرح اجرا (سیستم)	تعداد سفرها با وسایل همگانی	تعداد مسافرین سوار- شده	زمان سفر مسافرین (مسافر- ساعت)	مسافت پیاده طی شده (مسافر- کیلومتر)	سرعت حرکت مسافر (kph)	متوسط میزان استفاده از وسیله
۵۳	تقاضای ۱۴۰۵+ترانزیت تکمیل- شده+قطارشهری ۱+تغییر کاربری در لایه میانی	۸۹۴۷۸	۱۶۶۵۱۵	۳۶۵۷۴	۹۷۷۳۵	۲۱,۶	۰,۴۳
۵۱	تقاضای ۱۴۰۵+ترانزیت تکمیل شده+قطارشهری ۱+ عدم انجام کار	۹۴۶۸۳	۱۷۶۵۷۴	۳۸۵۱۶	۱۰۳۹۳۸	۲۱,۹	۰,۴۶

مأخذ: نرم افزار EMME/2، ماکرو Table

جدول ۴: شاخص های آلودگی هوا و مصرف منابع محدود در یک ساعت اوج صبح برای سیستم های مختلف حمل و نقل شهر مشهد

شماره اجرا	شرح اجرا (سیستم)	مصرف سوخت (لیتر)		میزان نشر آلاینده ها (کیلوگرم)		
		بنزین	گازوئیل	CO	HC	Nox
۵۳	تقاضای ۱۴۰۵+ترانزیت تکمیل- شده+قطارشهری ۱+تغییر کاربری در لایه میانی	۱۱۷۱۴۱	۲۵۷۷۳	۴۷۹۶۲	۷۵۹۱	۱۳۰۵
۵۱	تقاضای ۱۴۰۵+ ترانزیت تکمیل شده+قطارشهری ۱+ عدم انجام کار	۱۰۸۱۰۲	۲۵۲۷۲	۴۴۳۱۵	۷۱۲۳	۱۲۷۵

مأخذ: نرم افزار EMME/2، ماکرو Table

با توجه به توضیح فوق جهت مقایسه سناریوها، در نظر گرفتن یک شاخص مهم از مجموع شاخص‌های مندرج در جداول (۲ تا ۴) می‌تواند کافی باشد. شاخصی که در مطالعه حاضر برگرفته از روش مطالعات جامع حمل و نقل شهر مشهد (ممتحن ۱۳۷۶، ۲) مورد استفاده قرار می‌گیرد، شاخص سرعت متوسط در کل شبکه خیابانی شهر بر حسب کیلومتر بر ساعت است. اکنون نتایج به دست آمده از اجرای سناریوها در دو حالت وجود و عدم وجود خط (۱) قطار شهری در جداول (۵ و ۶) ارائه شده است.

جدول (۵): شاخص سرعت متوسط در شبکه (Km/h) در سناریوهای اجرا شده بدون حضور قطار

شهری

شماره سناریو	توضیح سناریو	سرعت متوسط
۴۱	عدم انجام کار	۳۲,۳
۴۲	اعمال تغییر کاربری در بافت مرکزی شهر	۳۱,۹
۴۳	اعمال تغییر کاربری در بافت میانی شهر	۳۲,۳
۴۴	اعمال تغییر کاربری در بافت پیرامونی شهر	۳۲,۴

مأخذ: نگارندگان، نرم افزار EMME/2

جدول (۶): شاخص سرعت متوسط در شبکه (Km/h) در سناریوهای اجرا شده با حضور قطار شهری

شماره سناریو	توضیح سناریو	سرعت متوسط
۵۱	عدم انجام کار	۳۴,۱
۵۲	اعمال تغییر کاربری در بافت مرکزی شهر	۳۲,۷
۵۳	اعمال تغییر کاربری در بافت میانی شهر	۳۲,۸
۵۴	اعمال تغییر کاربری در بافت پیرامونی شهر	۳۶,۳

مأخذ: نگارندگان، نرم افزار EMME/2

نتایج به دست آمده از جنبه‌های مختلف براساس بندهای زیر قابل بررسی و تحلیل است:

- ۱- براساس نتایج جدول (۵)، در شرایط عدم حضور سیستم‌های کلان حمل و نقل همگانی (سیستم قطار شهری)، تغییر کاربری یک زمین مسکونی یا فضای سبز به یک مجتمع تجاری بزرگ

بسته به موقعیت مکانی زمین در شهر، آثار ترافیکی مختلفی به دنبال دارد. چنانچه زمین مورد نظر در بافت مرکزی (مرکز تجاری یا CBD) شهر قرار داشته باشد، تغییر کاربری مورد نظر باعث افت شاخص سرعت متوسط به میزان ۰,۴ کیلومتر بر ساعت خواهد شد. اگر همین تغییر کاربری در لایه میانی شهر (خارج از محدوده CBD) باشد، شاخص‌های ترافیکی تغییر محسوسی نخواهند داشت. در نهایت نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که، چنانچه تغییر کاربری در نواحی اطراف (رینگ پیرامونی) شهر باشد، این مسأله نه تنها باعث افت شاخص‌های ترافیکی نمی‌شود، بلکه بهبود شاخص‌های ترافیکی را به دنبال خواهد داشت. چنانکه شاخص سرعت متوسط در این حالت حدود ۰,۱ کیلومتر بر ساعت افزایش را نشان می‌دهد. در تفسیر نتایج به دست آمده، می‌توان گفت افزایش ظرفیت‌های تجاری و به طور کلی کاربری‌های جاذب سفر در نواحی مرکزی کلان‌شهرها موجب افزایش تقاضای سفر این محدوده‌ها شده است و از آنجا که نواحی مسکونی کلان‌شهرها عمدتاً در لایه‌های میانی و خارجی شهر قرار دارد، این مسأله باعث افزایش طول سفرها، بارگذاری سنگین‌تر معابر مرکزی و در نهایت افت شاخص‌های ترافیکی در شبکه خواهد شد. برعکس مکان‌یابی مجتمع‌های بزرگ تجاری که مستلزم تغییر کاربری زمین هستند، در نواحی حاشیه‌ای شهرها معمولاً باعث کاهش مسافت سفر شاغلان و راجعین بوده و بار ترافیکی کمتری را به شبکه، مخصوصاً شبکه معابر مرکزی شهر، تحمیل می‌کند و حتی در مواردی با جذب بخشی از بار ترافیکی بافت مرکزی، موجب سبک‌شدن ترافیک در معابر کم ظرفیت این نواحی و جذب ترافیک به معابر حاشیه‌ای، که عمدتاً ظرفیت بیشتری دارند، می‌شود (ضیائی، م، محسنیان، ح. ۱۳۸۵)

۲- مقایسه نتایج اجرای سناریوهای (۴۱ و ۵۱) نشان می‌دهد، اجرای خط (۱) قطار شهری مشهد موجب بهبود شاخص سرعت متوسط در شبکه به میزان ۸ و: کیلومتر بر ساعت شده است. اکنون براساس نتایج جدول ۶ در شرایط حضور سیستم قطار شهری، تغییر کاربری یک زمین مسکونی یا فضای سبز به یک مجتمع تجاری بزرگ چنانچه در نواحی مرکزی و نواحی میانی شهر باشد، به ترتیب باعث افت شاخص سرعت متوسط به میزان ۱,۴ و ۱,۳ کیلومتر بر ساعت خواهد شد. چنین نتیجه‌ای حاکی از آن است که بهبودهای حاصل از اجرای سیستم‌های حمل و نقل ریلی، بسیار شکننده و حساس بوده، به گونه‌ای که با تصمیمات نادرست در حوزه تغییر کاربری زمین که

موجب برهم خوردن عرضه و تقاضای حمل و نقل در نواحی مرکزی و میانی شهر می‌شوند، به سرعت کم‌رنگ می‌شوند. در نهایت نتیجه اجرای سناریوی (۵۴) نشان می‌دهد، تغییر کاربری مورد نظر چنانچه در نواحی خارجی و پیرامونی شهر قرار داشته باشد، در شرایط حضور سیستم‌های کلان جابه‌جایی مسافر، به شدت باعث بهبود شاخص‌های حمل و نقل همگانی می‌شود. به گونه‌ای که در شرایط تغییر کاربری تعریف شده در این مطالعه، بهبود شاخص سرعت متوسط در شبکه به میزان ۲,۲ کیلومتر بر ساعت را نتیجه می‌دهد. در توجیه این نتیجه می‌توان گفت اجرای سیستم‌های کلان حمل و نقل همگانی در شهرهای بزرگ موجب تسهیل سفرهای شهری و در نتیجه حساس‌تر شدن تعادل بین عرضه و تقاضای حمل و نقل در نواحی مختلف شهر می‌شود. به گونه‌ای که در شرایط حضور سیستم‌های کلان حمل و نقل همگانی، آثار ترافیکی منفی تصمیماتی که باعث افزایش تقاضای سفر مرکز شهر می‌شوند، منفی‌تر و آثار ترافیکی مثبت تصمیماتی که باعث کاهش بار ترافیک مرکز شهر می‌شوند، مثبت‌تر خواهد شد.

۳- موضوع افت یا ارتقاء شاخص‌های ترافیکی در شبکه خیابانی شهر از دیدگاه هزینه‌ای هم حائز اهمیت است. بر مبنای محاسبات انجام شده (ممتحن ۱۳۷۶. ۲)، هزینه افزایش ۰,۹ کیلومتر بر ساعت، سرعت متوسط حرکت در شبکه خیابانی شهر مشهد، معادل ۱۰۱,۵ میلیارد ریال بر اساس ارزش ریال سال ۱۳۷۳ می‌باشد. بنابراین پروژه‌های عمرانی بزرگ که مستلزم تغییر کاربری زمین‌های شهر هستند، جنبه‌های مثبت و منفی مختلفی دارند؛ به خصوص آثار ترافیکی این پروژه‌ها می‌تواند بسیار مهم باشد و در صورتی که باعث به هم خوردن وضعیت عرضه و تقاضای حمل و نقل در تمام یا بخشی از شهر شوند، آثار منفی آن‌ها (هزینه‌های تحمیل شده به شهر) می‌تواند کلّ منافع به دست آمده را خنثی سازد. بر عکس چنانچه مکان‌یابی چنین پروژه‌هایی صحیح بوده و با مطالعات کافی همراه باشد، اجرای آن‌ها می‌تواند بهبود شرایط ترافیکی در شبکه و منابع بسیاری را بدنبال داشته باشد.

نتیجه‌گیری

نتیجه مطالعات حاضر را می‌توان در بندهای زیر خلاصه کرد:

- ۱- تغییر کاربری زمین، مسأله‌ای مبتلابه در کلان شهرهای کشور است و بخش قابل توجهی از درآمدهای شهرداری را هم تشکیل می‌دهد. یک تغییر کاربری مرسوم، تبدیل زمین‌های مسکونی و فضای سبز به کاربری تجاری است که آثار مختلفی را بدنبال دارد.
- ۲- از منظر حمل و نقل و ترافیک شهر، آثار تغییر کاربری فوق‌الذکر تابع مکان آن است. از طرفی این آثار در شرایط حضور یا عدم حضور سیستم‌های کلان حمل و نقل همگانی در شهر (نظیر مترو یا قطار شهری) متفاوت می‌باشد.
- ۳- در حقیقت آثار ترافیکی تغییر کاربری‌ها در شرایط حضور سیستم‌های کلان حمل و نقل همگانی پررنگ‌تر می‌شود.
- ۴- به طور کلی تغییر کاربری مسکونی به تجاری در نواحی مرکزی شهر منجر به افت شاخص‌های ترافیکی و در بافت‌های پیرامونی (به دور از مرکز تجاری شهر) باعث بهبود شاخص‌های ترافیکی می‌شود.
- ۵- منافع حاصله و یا هزینه‌های تحمیل شده به شهر در اثر اتخاذ تصمیم‌های صحیح یا نادرست در مورد مکان چنین تغییر کاربری‌هایی بسیار سنگین بوده تا جائیکه ممکن است منافع کلی پروژه را تحت الشعاع خود قرار دهد.

یادداشت‌ها

- ۱- (EMME/2 نرم‌افزار کارایی است، که به طور گسترده در برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. اولین نسخه کاربردی این نرم‌افزار در دهه ۸۰ میلادی توسط مرکز تحقیقات حمل و نقل دانشگاه مونترال به بازار عرضه شد و تاکنون این نرم‌افزار سیر تکاملی گسترده‌ای را طی کرده است (ممتحن، ۱۳۷۷).
- EMME/2 ابزارهایی جامع و کامل برای مدلسازی شبکه خیابانی، تقاضای سفر و تخصیص ترافیک به شبکه خیابانی را در اختیار برنامه ریزان حمل و نقل شهری قرار داده و امکان دستیابی به شاخص‌های حمل و نقلی و وضعیت ترافیک در شبکه را به صورت انواع نمودارهای تصویری و جداول فراهم می‌سازد (EMME2, User's Manual 1996).
- ۲- برای بررسی اثرات تغییر کاربری بر بهبودهای ناشی از احداث سیستم‌های حمل و نقل ریلی، هر کدام از سناریوها در دو حالت با سیستم قطار شهری و بدون آن اجرا شده‌اند

کتابنامه

۱. پورمحمدی، م.ر.، قربانی، ر. (۱۳۸۲)، «ابعاد و راهبردهای پارادایم متراکم‌سازی فضاهای شهری»، نشریه مدرس علوم انسانی، شماره ۲۹، صفحات ۱۰۸-۸۵.
۲. رمضان‌فرد، ع. (۱۳۸۰)، «اثر تغییرات در شبکه ترافیک بر جریان ترافیک شبکه»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.
۳. زیاری، ک. (۱۳۷۹)، «برنامه ریزی شهرهای جدید»، چاپ دوم، انتشارات سمت، تهران.
۴. زیاری، ک. (۱۳۸۱)، «برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری»، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
۵. شاقلی، ر. (۱۳۸۶)، «روش‌های تحقیق علمی و اصول نگارش»، استناداری خراسان رضوی - مشهد، آهنگ قلم.
۶. شاهی، ج. (۱۳۶۸)، «مهندسی ترافیک»، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، چاپ پنجم ۱۳۷۹.
۷. شیخ حسینی، ح.، شورچه، م. (۱۳۸۹)، «تبیین اثرات برنامه ریزی کاربری زمین بر حمل و نقل شهری»، مجموعه مقالات دهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، مقاله شماره ۱۰۸، تهران.
۸. ضرابی، ا.، صابری، ح.، محمدی، ج.، وارثی، ح.ر. (۱۳۹۰)، «تحلیل فضایی شاخص‌های رشد هوشمند شهری (مطالعه موردی: مناطق شهر اصفهان)»، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۷.
۹. ضیائی، م. محسنیان، ح. (۱۳۸۵)، «اثرسنجی احداث واحدهای تجاری خطی بر ترافیک شبکه پیرامون بافت مرکزی مشهد»، هفتمین کنفرانس بین‌المللی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران.
۱۰. ممتحن ۱، (۱۳۷۶)، «مدل‌های تولید و جذب سفر»، مطالعات جامع حمل و نقل مشهد، گزارش شماره ۰۲-۷۶، مرکز مطالعات حمل و نقل و ترافیک دانشگاه صنعتی شریف (ممتحن).
۱۱. ممتحن ۲، (۱۳۷۶)، «رفع تنگناهای شبکه با مدیریت مقطع عرضی خیابان‌ها»، مطالعات جامع حمل و نقل مشهد، گزارش شماره ۱۸-۷۶، مرکز مطالعات حمل و نقل و ترافیک دانشگاه صنعتی شریف (ممتحن).
۱۲. ممتحن، (۱۳۷۷)، «پایگاه اطلاعاتی سناریوها در محیط EMME/2»، مطالعات جامع حمل و نقل مشهد، گزارش شماره ۰۶-۷۷، مرکز مطالعات حمل و نقل و ترافیک دانشگاه صنعتی شریف (ممتحن).
۱۳. مولازاده، م.ع. (۱۳۷۷)، «درآمدی بر پژوهش علمی در جغرافیا»، اهواز، انتشارات دانشگاه شهید چمران.
14. Boarnet, Marlon G. and Randall Crane. (2001a). "Travel by Design: The Influence of Urban Form on Travel". New York: Oxford University Press.
15. Boarnet, Marlon and Randall Crane. (2001b). "The Influence of Land Use on Travel Behavior: Empirical Strategies", Transportation Research A, Vol. 35, No. 9, pp. 823-845.

16. Cervero, Robert and Kara Kockelman. (1997), *"Travel Demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design"*, Transportation Research D, Vol. 3, pp.199-219.
17. Cervero, R. and Gorham, R., (1995). *"Commuting in Transit Versus Automobile Neighborhoods"*, Journal of the American Planning Association, Vol. 61, pp. 210-225.
18. EMME2, User's Manual, (1996). *"Software Release8"*, Montreal, Canada.
19. Ewing, R. and Cervero, R., (2001). *"Travel and the Built Environment"*, Transportation Research Record, No. 1780 87-114.
20. Friedman, B., Gordon, S.P. and John B. Peers, G.B., (1992). *"The Effect of Neotraditional Design on Travel Characteristics"*, Compendium of Technical Papers. Anchorage, Alaska: Institute of Transportation Engineers, 1992 District 6 Annual Meeting;195-208.
21. Handy, S., (1996). *"Methodologies for Exploring the Link Between Urban Form and Travel Behavior"*, Transportation Research D, Vol. 1, No. 2, pp. 151-165.
22. Handy, S. (2002), *"Smart Growth and the Transportation-Land Use Connection: What Does the Research Tell Us?"*, New Urbanism and Smart Growth: a Research Symposium, Maryland: University of Maryland.
23. Handy, S. and Clifton, K.J. (2001). *"Local Shopping as a Strategy for Reducing Automobile Travel"*, Transportation, Vol. 28, No. 4, pp. 317-346.
24. Handy, S., Boarnet, M., Ewing, R. and Killingsworth, R.G., (2002). *"How the Built Environment Affects Physical Activity: Views from Urban Planning"*, American Journal of Preventative Medicine. Forthcoming.
25. Kulash, W., Anglin, J. and Marks, D., (1990). *"Traditional Neighborhood Development: Will the Traffic Work?"*, Development, Vol. 21, pp. 21-24.
26. McNally, M.G. and Ryan, S., (1993). *"Comparative Assessment of Travel Characteristics for Neotraditional Designs"*, Transportation Research Record, No. 1607, pp. 105-115.
27. Ortuzar, J. D., Willumsen, L. G. (1988). *"Modelling Transport"*, Second Edition, WILEY & JOHN SONS.
28. Zavadskas, E. Viteikienė, M and Šaparauskas, J. (2007), *"Sustainable development assessment of cities and their residential districts"*, Ekologija. Vol 53, pp42-53.