مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

دوره هفتم، شماره‌ی بیستم و هفتم، بهار ۱۳۹۶

دریافت مقاله: ۹۵/۰۵/۲۳ تأیید نهایی: ۹۵/۱۱/۳۱

صص ۵۲-۳۶

نقش توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل محور مبتنی بر ریل در پایداری کلان‌شهر مشهد

شیرین صباغی‌آبکوه، دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری - دانشگاه فردوسی مشهد

محمدرحیم رهنما*، استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری - دانشگاه فردوسی مشهد

براتعلی خاکپور، دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری - دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

هدف پژوهش، بررسی پایداری مشهد بر پایه‌ی توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل محور مبتنی بر ریل است. روش تحقیق، از نوع توصیفی- تحلیلی است و برای جمع‌آوری اطلاعات از مطالعات کتابخانه‌ای، میدانی و پایگاه داده GIS استفاده شده است. جامعه‌ی آماری، جمعیت ساکن در شعاع ۸۰۰ متری چهار ایستگاه قطار شهری استند که ۳۱۹ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب گردیدند. شاخص‌های پژوهش عبارت‌اند از: درجه‌ی اختلاط کاربری، تراکم جمعیت، نرخ رشد جمعیت، دسترسی به ایستگاه‌های ترانزیت، الگوی سفر کاری و اثرات زیست‌محیطی حمل‌ونقل. نتایج نشان می‌دهد در بیش‌تر محدوده‌های ایستگاه‌ها، غلبه با درجه‌ی اختلاط کاربری متوسط است و تراکم جمعیتی با حد مطلوب پایداری فاصله‌ی زیادی دارد. هم‌چنین، بیش از ۶۰٪ سفرهای کاری به خارج از محدوده‌ی سکونت صورت می‌گیرد و باعث استفاده از وسایل نقلیه‌ی موتوری (به‌ویژه اتومبیل، اتوبوس و تاکسی) می‌شود. بررسی‌های نشان می‌دهد که سرانه‌ی کل تولید کربن ۰/۰۰۱۱ تن و سرانه‌ی کل جاپای اکولوژیک این بخش ۵/۸۹ مترمربع است و کم‌ترین سهم آن متعلق به قطار شهری (۰/۰۰۲۶ مترمربع) است. بر اساس آثار تسلط الگوی شهر ماشینی در مشهد، بازساخت زمین و حمل‌ونقل بر پایه‌ی الگوی توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل محور مبتنی بر ریل، می‌تواند گام مهمی جهت دست‌یابی به توسعه‌ی پایدار و بهبود کیفیت محیط شهری باشد.

واژگان کلیدی: پایداری شهری، توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل محور، مشهد.

پرتال جامع علوم انسانی

نویسنده‌ی مسئول: * Email: rahnama@ferdowsi.um.ac.ir

این مقاله برگرفته از رساله‌ی دکتری تحت عنوان «آینده‌پژوهی توسعه‌ی کلان شهر مشهد با رویکرد توسعه‌ی کریدوری و حمل و نقل محور (مطالعه‌ی موردی: کریدورهای ریلی)» می‌باشد.

۱- مقدمه

امروزه «انقلاب شهری»، رشد روزافزون جمعیت شهرها و تسلط اصول شهرسازی مدرن، فشار زیادی بر زمین‌های شهری وارد آورده و آثار نامطلوبی را بر پایداری جوامع بر جای گذاشته است؛ به‌گونه‌ای که شکل مسلط توسعه‌ی شهری، پراکنش افقی است(فریادی، ۱۳۸۷: ۱۰۱؛ فرهودی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۶۵؛ VDTCM, 2010 & Narimah, 2006:1). بر این اساس، در دهه‌ی آخر قرن ۲۰، اصل پایداری در برنامه‌های توسعه‌ی شهری مورد تأیید قرار گرفت تا بتوان پاسخ‌گوی تقاضای رشد آتی جمعیت در درون شهرهای موجود بود(سرایی و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۸؛ VDTCM, 2010: 20)، بدون این‌که نیاز به گسترش افقی وجود داشته باشد و در نتیجه‌ی آن از برنامه‌ریزی اتومبیل- محور خودداری شود(اکبری و طاهری،۱۳۹۰: ۲). این امر باعث تغییر رویکرد برنامه‌ریزی شهری و حرکت به سمت الگوهای توسعه‌ی پایدار شهری ازجمله توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل- محور شده است(Babalik-Sutcliffe, 2013: 417). الگوی توسعه‌ی مذکور درواقع نوعی یکپارچگی عملکردی میان کاربری زمین و حمل‌ونقل است که معمولاً در درون شعاع ¼ تا ½ مایل (۴۰۰ تا ۸۰۰ متر) از ایستگاه توقف ترانزیت واقع شده است که مقیاس مناسبی برای عابران پیاده است(سلطانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳). پایه‌ی برنامه‌ریزی مبنی بر توسعه‌ی کریدوری تلاش برای غلبه بر مشکلات ذاتی اجتماعی، عملکردی، اقتصادی و زیست‌محیطی در رویکردهای سنتی، بهبود سیستم‌های حمل‌ونقل و انطباق بیش‌تر نیازهای کاربر با محیط پیرامون کریدورهاست(BArch and Lond, 1972: 100).

در بین شهرهای ایران، مشهد نیز از پیامدهای انقلاب شهری و شهرسازی مدرن در امان نیست و امروزه گرفتار ساختاری متخلخل است. این شهر طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰ با رشد ۴/۱٪ از ۶۶۷۷۷۰ نفر به ۲۷۶۶۲۵۸ نفر افزایش یافته و کالبد شهر نیز به‌طور بی‌رویه‌ای با رشد ۳/۹٪ از ۷۸۰۰ هکتار به ۳۰۰۰۰ هکتار رسیده است(جاودانی ایرانی‌نژاد و مسلمان‌زاده، ۱۳۹۱: ۲۹ و مهندسین مشاور طرح هفتم، ۱۳۸۹: ۳۰). این امر، حاصل تکیه بر الگوی توسعه‌ی «شهر ماشینی»، کاهش تراکم(رهنما و عباس‌زاده، ۱۳۸۷: ۱۳۷) و گسترش حاشیه‌ای است. از پیامدهای منفی آن، تخریب منابع مستعد کشاورزی است؛ به‌طوری‌که طی سال‌های ۱۳۳۵- ۱۳۸۵، ۲۷۷۴۷/۸ هکتار از خاک‌های مناسب کشاورزیِ محدوده‌ی شهر برای همیشه از چرخه‌ی تولید خارج شدند(فرهودی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۷۳). هم‌چنین، تمامی مسائل مذکور همراه با تردد سالانه بیش از ۲۰ میلیون نفر گردشگر داخلی و خارجی به این شهر(سقائی، ۱۳۹۰: ۱۲۰) موجب افزایش تقاضای سفرهای درون‌شهری شده است. تعداد سفرهای درون‌شهری سواره در شبانه‌روز از ۴۰۳۵۵۶۰ سفر در سال ۱۳۸۵ به ۵۸۷۶۳۱۳ سفر (با رشد ۷/۸٪) در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است و باوجود اقدامات صورت گرفته از سوی سازمان حمل‌ونقل و ترافیک برای احداث سیستم ریلی و سامانه اتوبوس تندرو جهت تکمیل سیستم یکپارچه حمل‌ونقل عمومی، بازهم در بین انواع گزینه‌های حمل‌ونقل شهری، غلبه با اتومبیل شخصی است. روزانه بیش از ۸۰۰ هزار دستگاه خودرو در شهر مشهد تردد می‌کند و سالانه حدود ۴۰ هزار خودرو به شبکه‌ی معابر شهری وارد می‌شود. طی دوره‌ی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰، این امر باعث شد مصرف بنزین از ۹۸۴۲۸۰ هزار لیتر به ۹۹۶۲۴۶ هزار لیتر (۱۰۱ درصد) افزایش یابد که افزایش آلاینده‌های هوا را به دنبال داشته است(دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، ۱۳۸۶: ۲۸ و دفتر مطالعات حمل‌ونقل، ۱۳۹۱: ۳۴).

هم‌چنین، پیش‌بینی می‌شود در سال ۱۴۰۵ جمعیت این شهر به ۳۶۶۶۰۰۰ نفر افزایش یابد(مهندسان مشاور فرنهاد، ۱۳۸۸: ۱۵۷)؛ بنابراین، عمده‌ترین مسئله‌ی پیش روی طرح توسعه‌ی و عمران مشهد، چگونگی مهار توسعه‌ی کالبدی لجام‌گسیخته(مهندسین مشاور طرح هفتم، ۱۳۸۹: ۷)[a]، مدیریت ترافیک و کاهش تقاضای فزاینده‌ی سفرهای روزانه، کاهش مصرف انرژی و آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌ویژه‌ی آلاینده‌های هوا و در نتیجه رسیدن به سطحی از پایداری است. بر این اساس، پژوهش حاضر پایداری محیط شهری مشهد را بر پایه‌ی رویکرد توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل- محور مبتنی بر ریل موردبررسی قرار می‌دهد. کریدورهای ریلی به این دلیل موردتوجه قرار گرفته‌اند که جزء زیرساخت- های اصلی محسوب می‌شوند و توجه به رابطه‌ی متقابل این سیستم با سایر سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی و کاربری‌های

واقع در پیرامون آن جهت دست‌یابی به پایداری حائز اهمیت است(فغفوریان، ۱۳۹۰: ۴). در راستای هدف اصلی پژوهش، اهداف فرعی به شرح زیر می‌باشند:

۱- شناسایی رابطه‌ی متغیرهای کاربری زمین، تراکم و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی با الگوی سفر کاری شهروندان مشهد.

۲- سنجش جاپای اکولوژیک انواع گزینه‌های حمل‌ونقل در مشهد.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

در سال‌های اخیر، توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور (TOD) به‌طور گسترده‌ای مطالعه شده و مدل توسعه‌ی TOD از سوی تصمیم‌گیران سیاسی در سطح جهان موردتوجه قرار گرفته است. دراین‌ارتباط، مون (۱۹۹۰) به تجمع کاربری‌های زمین شهری پرتراکم در پیرامون ایستگاه‌های ترانزیت در امریکای شمالی اشاره می‌کند، جایی که نسبت فضای کف کاهش یافته است. به‌طورکلی، در کشورهایی از قبیل ایالات‌متحده و کانادا در حال حاضر مرکز مطالعات توسعه‌ی حمل‌ونقل- محورشان را تأسیس کرده‌اند که بودجه‌ی آن توسط دولت‌های فدرال و ایالتی تأمین می‌شود. هم‌چنین، در پایتخت اسکاندیناوی، کپنهاگ، اسلو و استکهلم و در پایتخت فرانسه، توانستند توسعه‌ی حومه‌ی شهر را به سمت حومه‌های اقماری واقع در امتداد کریدورهای حمل‌ونقل (ترانزیت) سوق دهند(Fullerton and Knowles, 1991: 185 & Chen et al., 2012: 1598). در برخی از شهرهای بزرگ آسیایی، ازجمله هنگ‌کنگ، سنگاپور و توکیو نیز توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور بسیار موفق بوده است و توسعه‌ی شهری فشرده و بسیار پرتراکمی را که در پیرامون ایستگاه‌های ترانزیت ریلی متمرکز استند، ارائه داده است(Cervero, 1998; Cervero and Murakami, 2009; Loo et al., 2010; Majoor, 2008; Murakami, 2011). مدل توسعه‌ی ریلی- ملکی هنگ‌کنگ، از ارزش‌افزوده‌ی زمینِ حاصل از توسعه‌ی ترانزیت برای تأمین مالی سرمایه‌گذاری راه‌آهن و هزینه‌های عملیاتی استفاده می‌کند. ترانزیت ریلی علی‌رغم کرایه پایین، سودآور است؛ به‌طوری‌که سود حاصل از املاک بیش از سود حاصل از کرایه‌ی مسافر است(Cervero and Murakami, 2009: 2041).

باوجود پتانسیل‌های توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل- محور و امکان بهره‌مندی از مزایای آن، شهرهای ایران به‌ویژه‌ی کلان‌شهرها، نتوانسته‌اند از مسیرهای ترانزیت (مانند مترو، قطار سبک شهری و BRT) جهت نیل به چنین رویکردی در برنامه‌ریزی توسعه‌ی شهری استفاده نمایند(عباس‌زادگان و همکاران،۱۳۹۰: ۴۳). بااین‌حال، محققان به‌منظور حرکت به سمت این رویکرد، گام‌های اولیه را در قالب بررسی وضع موجود، ارائه‌ی راه‌کارها و پیشنهادها برداشته‌اند که از نمونه‌های آن می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

رفیعیان و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی به برنامه‌ریزی کاربری اراضی محدوده‌ی ایستگاه مترو صادقیه، تهران با رویکرد توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور پرداخته‌اند. در این پژوهش پس از بررسی رویکردهای تلفیق کاربری اراضی و حمل‌ونقل شهری، با استفاده از GIS، اطلاعات نحوه‌ی استفاده از اراضی استخراج و تحلیل گردید. بر این مبنا و طبق مدل تصمیم‌گیری MCDM و بررسی سه متغیر و ده معیار اثرگذار در چهار سطح، نتایج بیانگر این است که معیار ارتقاء حمل‌ونقل عمومی و زیرمعیارها افزایش فضای سبز و افزایش بهره اقتصادی به‌عنوان اولویت‌های برگزیده انتخاب و بر اساس آن، برنامه‌ریزی کاربری اراضی ارائه شده است.

در پژوهشی دیگر، فغفوریان (۱۳۹۰) سعی کرده است از طریق برنامه‌ریزی استراتژیک و با استفاده از تکنیک SWOT و ماتریس IE، راهبردهایی را برای توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور و استفاده از اراضی پیرامون ایستگاه مترو صادقیه ارائه دهد. اعتقاد بر این است که با بهبود استفاده از اراضی اطراف ایستگاه متر می‌توان در تحقق توسعه‌ی شهر نقش اساسی و محوری ایفا نمود. در این راستا، وی اذعان می‌دارد که توسعه‌ی یکپارچه نواحی شهری در ارتباط با مترو، مستلزم سیاست‌گذاری مناسب و اندیشیده شده است. بدین‌صورت که برای اجرای طرح توسعه‌ی حمل‌ونقل محور ایستگاه مترو

صادقیه باید تغییراتی در مقررات ناحیه‌بندی و برنامه‌های توسعه به‌منظور اجازه و تشویق توسعه با تراکم بالا و پارکینگ کم ایجاد کرد و تمامی این‌ها باید از طریق قوانین و مقررات دولت موردحمایت قرار گیرد.

عباس‌زادگان و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی دیگر به بررسی تأثیرات وجود ایستگاه‌های مترو تهران بر محلات از دیدگاه توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور پرداخته‌اند. نتیجه‌ی بررسی دو نمونه موردمطالعه (محدوده‌های دو ایستگاه مترو شریف و علم و صنعت) بیانگر آن است که مسیرهای حمل‌ونقل عمومی در تهران، ویژگی‌های توسعه‌ی حمل‌ونقل محور را دارا نبوده و درعین‌حال، بعضاً در تضاد با مفهوم محله قرار دارد. به‌علاوه، ویژگی‌های مجتمع‌های ایستگاهی را نداشته و قابلیت تبدیل‌شدن به یک مرکز فعال مدنی و اجتماعی را نیز ندارد و در شرایط کنونی، پتانسیل این فضاها برای ایجاد مرکز محله‌ی بسیار نامناسب ارزیابی می‌شود.

رهنما و صباغی (۱۳۹۳) طی بررسی‌هایی اذعان نمودند که بر اساس رویکرد توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل محور، کریدورهای ریلی مشهد تا شعاع ۸۰۰ متر، ظرفیت بالایی جهت توسعه و جای دادن جمعیت آتی این شهر دارند. بر پایه‌ی دو سناریوی پیشنهادی تراکم پایین (۱۸۰ نفر در هکتار) و تراکم بالا (۴۰۰ نفر در هکتار) جهت استقرار جمعیت در زمین‌های قابل توسعه‌ی این محدوده و با در نظر گرفتن این امر که نیاز نیست تعداد طبقات ساختمان بیش‌تر از ۶ تا ۸ طبقه باشد، مشخص گردید که این کریدورها با تراکم پایین ۱۸۰ نفر در هکتار، توانایی جذب ۹۱۰۳۰۸ نفر و با تراکم بالای ۴۰۰ نفر در هکتار، توانایی جذب ۲۰۲۲۹۰۷ نفر را دارند. این ارقام، حتی بیش‌تر از جمعیتی است که تا سال ۱۴۰۵ به جمعیت شهر مشهد اضافه می‌شود.

۳- مبانی نظری

۳-۱- مفهوم و منشأ توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور

توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور اصطلاحی است که فرآیند تمرکز توسعه‌ی مسکن، اشتغال، مکان‌های فعالیت و خدمات عمومی را در پیرامون ایستگاه‌های موجود، یا ایستگاه‌های جدید راه‌آهن قرار می‌دهد که از طریق خدمات ریلی درون‌شهریِ مکرر و باکیفیت، سرویس‌دهی می‌شوند (Cervero, 1998: 3; Curtis et al., 2009). طبق گفته‌ی معمار و شهرساز معروف، پیتر کالتروپ، مفهوم توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور ساده است: «مسکن متوسط و متراکم همراه با کاربری‌های عمومی مکمل، مشاغل، خرده‌فروشی‌ها و خدمات در توسعه‌هایی با کاربری ترکیبی و در نقاط استراتژیک واقع در امتداد سیستم ترانزیت منطقه‌ای جمع می‌شوند»(Calthorpe, 1993: 43).

توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور در حال حاضر یک بخش بسیار مهم رویکرد گسترده‌تر رشد هوشمند برای توسعه‌ی شهری است که شامل شهرگرایی جدید، توسعه‌ی میان‌افزای شهری، مرزهای رشد شهری، حفاظت از آثار تاریخی، مسکن ارزان‌قیمت و منطقه‌بندی می‌گردد(Goetz, 2013: 2181).

خود توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل- محور یک پدیده‌ی تازه نیست. با ظهور شهرهای صنعتی متحدالمرکز پرجمعیت در حدود یک قرن پیش، مدل‌های شهری به شکل خطی به‌عنوان یک جایگزین ارائه شدند. مشهورترین این‌ها توسط شهرساز اسپانیایی «سوریا ای ماتا»[1] (۱۸۴۴-۱۹۲۰) در یک سری مقالات منتشرشده در ابتدای ۱۸۸۲ مطرح شد. در حقیقت، او اولین برنامه‌ریز شهری بود که یک مدل شهری کاملاً درخور برای توسعه‌ی تکنولوژی حمل‌ونقل را طراحی کرد. سوریا ای ماتا، بدگمانی شدیدی نسبت به توسعه‌های اغلب بی‌نظم و پر هرج‌ومرج شهری در روزگار خودش داشت. برای مبارزه با این بی‌نظمی، او پیشنهاد کرد که توسعه‌های شهری کاملاً با زیرساخت لازم برای حمل‌ونقل کارآمد سازگار شوند. «سیوداد لینال»، فرم شهری با ۴۰۰ متر عرض را اتخاذ کرد که بر روی یک تراموا و یک شاهراه که به‌موازات آن در حال اجرا بود، تمرکز یافت(Permuse and Zonneveld, 2003: 170). پس‌ازآن، آدامز (۱۹۷۰)، کلت (۱۹۶۹)، وارد (۱۹۶۴) و وارنر (۱۹۶۲) ارتباط نزدیک بین توسعه‌ی تراموا، مسیرهای ریلی روزانه و زیرزمینی و فرم شهری ستاره‌ای

1- Soria y Mata

شکل را در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم در دوره‌ای که قبل از مالکیت اتومبیل شخصی قرار داشت، به رسمیت شناختند(Knowles, 2006: 418). نمونه‌های اولیه‌ی توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور از اواسط تا اواخر قرن ۱۹ را می‌توان در منچستر، آلترینکام و راه‌آهن تقاطع جنوبی در انگلستان و مترو نیویورک در ایالات‌متحده دید. به‌طور مشابه در شهرهای آمریکایی مانند بوستون و شهرهای اروپایی مانند کپنهاگ در دانمارک و لیدز در انگلستان، حومه‌ها در پیرامون مسیرهای تراموای برقی توسعه یافتند(Jensen, 1984; Ward, 1964).

۳-۲- برنامه‌ریزی توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور

بعد از جنگ جهانی دوم، حداقل تا دهه‌ی ۱۹۷۰، بسیاری از شهرهای اروپایی، گسترش سریع فیزیکی، رشد جمعیت در مناطق شهری گسترش‌یافته را به دلیل افزایش جمعیت طبیعی و مهاجرت‌های روستایی به شهری تجربه کردند. گسترش حومه‌های کم‌تراکم از طریق افزایش شدید مالکیت خودرو شخصی تسهیل شد. ساختار فضایی توسعه‌ی شهری، اساساً از طریق سیستم‌های حمل‌ونقل اصلی شکل می‌گیرد. توسعه‌های اتومبیل- محور، باعث گسترش افقی پراکنده‌ی شهری و حومه‌نشینی می‌شود. این امر باعث افزایش فواصل سفر و کاهش بهره‌وری منابع مورداستفاده می‌گردد. در زمانی که نسبت قابل‌توجهی از جمعیت گزینه‌ی استفاده از خودرو شخصی خودش را دارد، ارائه‌ی توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور بسیار دشوارتر می‌شود(Fullerton and Knowles, 1991: 185 & Chen et al., 2012: 1599).

بااین‌حال، ایده‌ی یکپارچگی کاربری اراضی با حمل‌ونقل عمومی را می‌توان در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ و اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ دنبال کرد، زمانی که تئوری شهرگرایی جدید و رشد هوشمند، جدید بودند. شهرگرایی جدید مخالف گسترش کم‌تراکم است و واحد همسایگی سنتی را بهبود می‌بخشد. در مقابل، هدف اساسی رشد هوشمند، حمایت از محیط‌زیست و شهرهای ساخته‌شده‌ی قابل زندگی است که بر حل مشکلات گسترش افقی پراکنده‌ی شهری از طریق توسعه‌ی شهرهای «قابل زندگی» تأکید می‌کند. مدل توسعه‌ی TOD برای اولین بار توسط کالتروپ[۲] پیشرفته شد(Chen et al., 2012: 1599). وی، اصول طراحی شهری مرتبط با توسعه‌ی حمل‌ونقل محور را بدین شرح خلاصه می‌کند:

- سازمان‌دهی رشد در سطح منطقه‌ای، به‌منظور فشرده‌سازی و حمایت از ترانزیت؛
- استقرار کاربری‌های تجاری، مسکونی، مشاغل و پارک‌ها در فاصله‌ی پیاده‌روی از ایستگاه‌ها؛
- ایجاد شبکه‌ی خیابان عابرپسند که مستقیماً به مقاصد محلی متصل می‌شوند؛
- ارائه‌ی ترکیبی از انواع مسکن، تراکم و هزینه‌ها؛
- حفظ زیستگاه‌های حساس، مناطق ساحلی و فضاهای باز باکیفیت؛
- ایجاد فضاهای عمومی؛
- تشویق به توسعه‌ی مجدد و میان افزا در امتداد کریدورهای ترانزیت محلات موجود(Calthorpe, 1993: 43).

توسعه‌های حمل‌ونقل- محور با این هدف طراحی می‌شوند که دسترسی به حمل‌ونقل عمومی را در مناطق مسکونی، تجاری یا مناطقی با کاربری ترکیبی به حداکثر برسانند. درنهایت آن‌ها از وابستگی صرف به اتومبیل جلوگیری می‌کنند و مسافران ترانزیت را افزایش می‌دهند. نتیجه‌ی این امر، کاهش ازدحام ترافیک، بهبود کیفیت هوا و کاهش انتشارات کربن است. یک محله‌ی توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور، معمولاً از یک مرکز با یک ایستگاه قطار، ایستگاه مترو، ایستگاه تراموا یا ایستگاه اتوبوس برخوردار است که توسط توسعه‌ی نسبتاً متراکم و توسعه‌ی کم‌تراکم‌تری که به بیرون از مرکز گسترده شده، احاطه می‌گردد(Chen, et al, 2007: 1).

2- Calthorpe

۴- محدوده‌ی موردمطالعه

محدوده‌ی موردمطالعه در پژوهش حاضر کلان‌شهر مشهد است و به‌طور خاص، برای بررسی رابطه‌ی بین متغیرهای کاربری زمین، تراکم و دسترسی با الگوی سفر شهروندان، محدوده‌ی واقع در شعاع ۸۰۰ متری ایستگاه‌های خط ۱ قطار شهری مشهد، مطالعه شده است. دلیل انتخاب این کریدور این است که از بین چهار خط پیش‌بینی‌شده برای قطار شهری، تنها این خط به طول ۱۹ کیلومتر بهره‌برداری شده است و در شعاع موردنظر انواع گزینه‌های حمل‌ونقل جای گرفته‌اند. هم‌چنین، این کریدور دربرگیرنده‌ی محدوده‌هایی با مشخصه‌های گوناگون کاربری (ازنظر میزان اختلاط) است. از بین ۲۲ ایستگاه در حال بهره‌برداری در این مسیر، ۴ ایستگاه به‌عنوان نمونه انتخاب و محدوده‌ی شعاع ۸۰۰ متری آن‌ها از طریق گزینه (Buffer) در محیط GIS مشخص شد. ایستگاه‌ها بر اساس مشخصه‌ی حمل‌ونقل در چهار نوع طبقه‌بندی شدند که بدین شرح می‌باشند: ۱) ایستگاه تبادل با تعداد زیادی خط اتوبوس مجاور که تبادل را تسهیل می‌کند؛ ۲) ایستگاه تبادل با خطوط BRT که امکان تبادل و دسترسی سریع را تسهیل می‌کند؛ ۳) ایستگاه‌های پایانه که دربرگیرنده‌ی ایستگاه پایانی قطار شهری هستند؛ ۴) ایستگاه‌های منظم که فاقد مشخصه‌های بالا می‌باشند. طبق طبقه‌بندی مذکور، ۴ ایستگاه انتخابی به ترتیب عبارت‌اند از: ایستگاه پارک ملت، ایستگاه بسیج، ایستگاه غدیر و ایستگاه اقبال لاهوری (شکل ۱).

شکل ۱: موقعیت محدوده‌های موردمطالعه در شعاع ۸۰۰ متری ایستگاه‌های خط ۱ قطار شهری مشهد

۵- روش‌شناسی تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش، توصیفی- تحلیلی است، برای جمع‌آوری اطلاعات از روش‌های کتابخانه‌ای، میدانی (پرسش‌نامه) و پایگاه داده‌های موجود در GIS استفاده شده است. شاخص‌های موردبررسی عبارت‌اند از: درجه‌ی اختلاط کاربری، تراکم و رشد جمعیت، دسترسی به ایستگاه حمل‌ونقل عمومی (به‌ویژه ایستگاه‌های ریلی)، الگوی سفر کاری و جاپای اکولوژیک انواع گزینه‌های حمل‌ونقل موتوری. جهت تحلیل وضعیت کاربری‌ها نیز از ضریب آنتروپی نسبی استفاده شده است.

$$\sum_{i=1}^{N}(PDEN_i * \log(\frac{1}{PDEN_i})) / \log(N)$$ رابطه‌ی ۱

در این فرمول، PDEN نسبت مساحت یک کاربری به‌کل کاربری‌های محدوده و N تعداد انواع کاربری‌ها در مقیاس موردمطالعه است. ضریب آنتروپی دامنه‌ای بین ۰ و ۱ دارد و هرچه مقدار آن به ۱ نزدیک باشد، بیانگر توزیع عادلانه‌تر و هر چه به ۰ نزدیک‌تر باشد، بیانگر درجه‌ی توزیع نامتعادل‌تر است(رهنما و عباس‌زاده، ۱۳۸۷: ۱۲۱).

جامعه‌ی آماری موردنظر در این پژوهش، جمعیت ساکن در شعاع ۸۰۰ متری چهار محدوده‌ی پیرامون ایستگاه‌های قطار شهری هستند که به‌طورکلی بالغبر ۸۴۷۲۸ نفر (سرشماری نفوس و مسکن، ۱۳۸۵) می‌باشند. طبق فرمول کوکران، حجم کل نمونه انتخابی ۳۱۹ نفر است و الگوی سفر کاری آن‌ها موردبررسی قرار گرفته است. جدول (۱) جامعه‌ی آماری و حجم نمونه را در هر یک از محدوده‌های موردمطالعه نشان می‌دهد. به‌منظور تحلیل شاخص الگوی سفر کاری از SPSS استفاده شده است.

جدول ۱: جامعه‌ی آماری و حجم نمونه محدوده‌های موردمطالعه

محدوده‌ی موردمطالعه	جامعه‌ی آماری (نفر)	حجم نمونه (نفر)
محدوده‌ی ایستگاه اقبال لاهوری	۲۳۱۸۵	۸۷
محدوده‌ی ایستگاه پارک ملت	۱۱۱۹۹	۴۲
محدوده‌ی ایستگاه بسیج	۲۵۸۷۷	۹۸
محدوده‌ی ایستگاه غدیر	۲۴۴۶۷	۹۲
جمع	۸۴۷۲۸	۳۱۹

جهت تحلیل اثرات زیست‌محیطی انواع حمل‌ونقل نیز مدل جاپای اکولوژیکی[3] (EF) که ریس[4] و واکرناگل[5] در سال ۱۹۹۶ ابداع کردند، استفاده شد. مقدار EF به‌عنوان شاخص، بیان‌کننده کیفیت محیط‌زیست است. بالا بودن رقم EF بر بالا بودن آسیب و تخریب‌های زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی و کم بودن آن، بر کم بودن آسیب‌های وارده بر محیط‌زیست دلالت دارد. روش کلی محاسبات EF مراحل اصلی زیر را شامل می‌شود:

- تخمین سرانه‌ی مصرف سالانه مواد مصرفی اصلی بر اساس مجموع داده‌های منطقه‌ی موردبررسی و تقسیم مصرف کل به میزان جمعیت؛
- تخمین زمین اختصاص داده‌شده به هر نفر برای تولید هر مورد مصرفی از طریق تقسیم متوسط مصرف سالانه هر مورد بر متوسط سالانه تولید یا بازده زمین؛
- محاسبه‌ی متوسط کل جا پای اکولوژیک هر نفر از طریق جمع زدن تمامی مناطق اکوسیستم که به هر نفر اختصاص یافته است؛
- به دست آوردن جاپای اکولوژیک برای جمعیت هر منطقه‌ی مورد برنامه‌ریزی (N) که با حاصل‌ضرب متوسط جاپای اکولوژیک هر نفر در اندازه‌ی جمعیت ($Efp = N \times EF$) به دست می‌آید(Rees and Wackernagel, 1996).

برای تطبیق این روش در تحقیق حاضر، روش‌های محاسبه جاپای اکولوژیک در کالج کلرادو(Pezzetta and Drossman, 2005) برای داده‌های مورد جستجوی این مطالعه تعدیل و تعمیم داده شد، به‌صورتی که با توجه به مصرف روزانه‌ی سوخت، تعداد سفرهای روزانه‌ی افراد و تعداد مسافر روزانه‌ی جابه‌جاشده در هر یک از انواع وسایل نقلیه‌ی

3- Ecological Footprint
4- Rees
5- Wackernagel

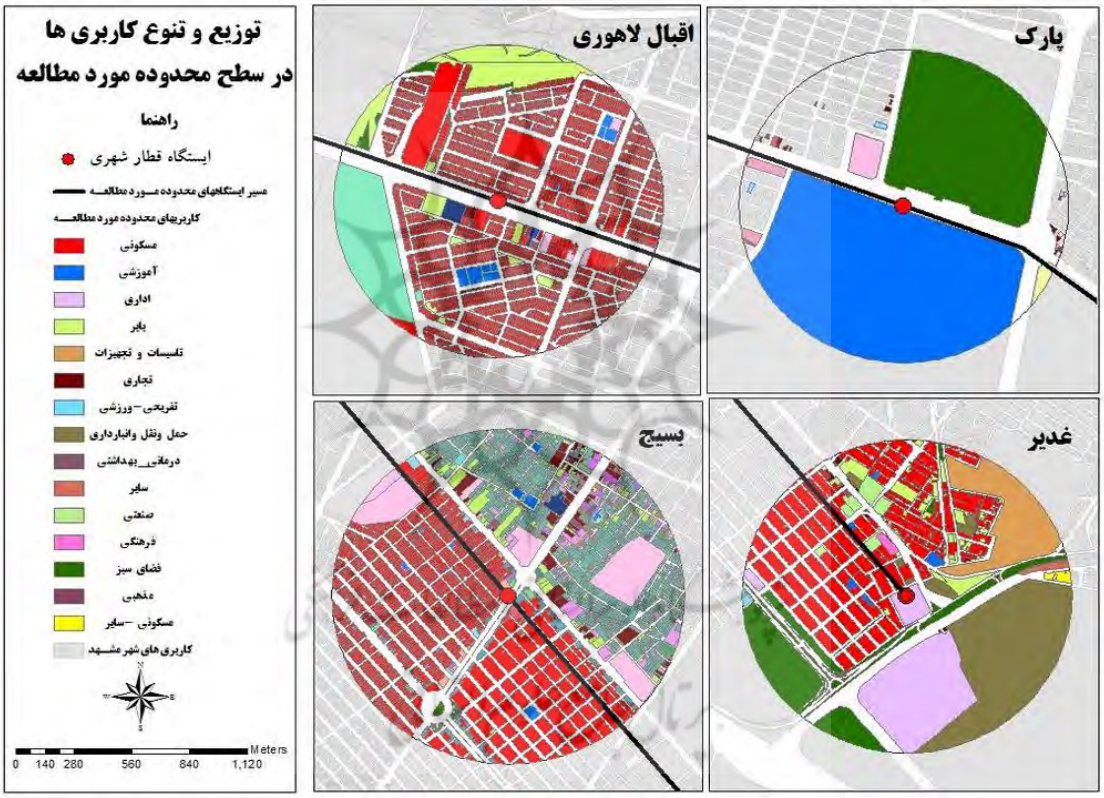
سیستم حمل‌ونقل درون‌شهری مشهد، میزان زمین تأمین‌کننده‌ی سرانه‌ی مصرف روزانه در هر وسیله برحسب مترمربع محاسبه شد.

۶- یافته‌های تحقیق

۶-۱- مشخصه‌های کالبدی و جمعیت‌شناختی محدوده‌های موردمطالعه

در این بخش، نتایج بررسی‌های وضعیت کالبدی و ویژگی‌های جمعیتی چهار محدوده‌ی واقع در شعاع ۸۰۰ متری از ایستگاه‌های قطار شهری ارائه شده است. شاخص‌های موردبررسی در این بخش عبارت‌اند از: شاخص اختلاط کاربری، تراکم جمعیتی، نرخ رشد جمعیت و دسترسی به ایستگاه‌های قطار شهری.

همان‌طورکه در بخش روش تحقیق ذکر شد به‌منظور بررسی درجه‌ی توزیع متعادل کاربری‌ها از «ضریب آنتروپی نسبی» استفاده شده است تا میزان اختلاط کاربری‌ها در هر یک از محدوده‌های موردمطالعه تعیین گردد. شکل ۲ و جدول ۲ نتایج این بخش از بررسی را نشان می‌دهند.



شکل ۲: توزیع و تنوع کاربری‌ها در محدوده‌های موردمطالعه

طبق جدول ۲، محدوده‌های موردمطالعه واقع در شعاع ۸۰۰ متر ایستگاه‌های ترانزیت ریلی، از ضریب آنتروپی متوسط به بالا برخوردارند؛ به‌طوری‌که این میزان در برخی نقاط از ضریب آنتروپی کل شهر (۰/۷۳) هم کمی بالاتر است.

جدول ۲: درجه‌ی اختلاط کاربری زمین در کل شهر مشهد و محدوده‌های موردمطالعه (۱۳۹۰)

کاربری	کل شهر		محدوده‌ی اقبال لاهوری		محدوده‌ی پارک ملت		محدوده‌ی بسیج		محدوده‌ی غدیر	
	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد
مسکونی	۷۸۳۴۸۴۸۴	۲۶	۸۳۶۰۵۶	۴۱	۲۹۷۸۹۸	۱۵	۱۰۵۶۲۴۴	۵۳	۴۶۶۲۶۹	۲۳
آموزشی	۱۱۹۶۳۷۱۰	۳	۲۷۶۶۴	۱	۸۶۱۷۸۵	۴۳	۱۳۵۴۸	۱	۱۴۷۵۴	۱
اداری	۳۳۳۰۴۸۸	۱	۱۲۳۲۹	۱	۳۰۹۵۸	۲	۱۵۳۲۰۸	۸	۲۳۹۷۴۴	۱۲
فضای سبز	۴۵۸۹۳۹۰۸	۱۵	۱۳۳۵۸	۱	۴۹۸۳۰۹	۲۵	۶۲۹۴	۰	۲۱۰۷۹۰	۱۰
درمانی	۱۴۷۹۴۹۷	۱	۱۲۱۹۷	۱	۱۴۲۱	۰	۹۴۷۵	۰	۹۸۴	۰
تأسیسات	۱۴۱۲۰۲۲	۱	۱۱۲	۰	۲۷۷	۰	۱۰۵	۰	۱۵۳۸۱۹	۸
تجاری	۲۷۹۲۹۹۱	۱	۸۱۳۴	۰	۴۲۹۷	۰	۸۳۰۳۷	۵	۶۲۹۳	۰
مذهبی	۳۷۷۲۲۰	۰/۱	۱۴۰۷	۰	۵۱۰	۰	۷۶۵۶	۰	۱۶۲۷	۰
معابر	۵۲۶۱۱۱۸۷	۱۸	۶۶۲۸۵۵	۳۳	۲۹۹۲۲۸	۱۴	۵۷۰۷۲۶	۲۸	۴۶۴۵۷۹	۲۳
بایر	۵۴۷۴۰۵۸۹	۱۸	۱۵۷۶۱۷	۸	۱۴۶۸۱	۱	۶۶۱	۰	۵۶۴۲۶	۳
کاربری ترکیبی	۴۷۰۴۹۹۰۴	۱۶	۲۷۸۲۷۱	۱۴	۶۳۶	۰	۱۰۹۰۴۶	۵	۳۹۴۷۱۵	۲۰
جمع	۳۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰	۲۰۱۰۰۰۰	۱۰۰	۲۰۱۰۰۰۰	۱۰۰	۲۰۱۰۰۰۰	۱۰۰	۲۰۱۰۰۰۰	۱۰۰
ضریب آنتروپی	۰/۷۳		۰/۵۴		۰/۵۵		۰/۵۱		۰/۷۶	

نگاهی به ویژگی‌های جمعیت‌شناختی محدوده‌ی موردمطالعه، تفاوت آن‌ها را آشکارتر می‌سازد (جدول ۳). در رابطه با بررسی وضعیت تراکم جمعیت شهری معمولاً به‌صورت ذیل است:

الف) تراکم بالا (بیش از ۲۰۰ نفر در هکتار)

ب) تراکم متوسط (۱۰۰-۲۰۰ نفر در هکتار)

ج) تراکم پایین (۱-۱۰۰ نفر در هکتار) (Hasibuan et al, 2014: 626).

همان‌طور که مشاهده می‌شود، طبق این طبقه‌بندی، تراکم جمعیتی محدوده‌های موردمطالعه بین دو سطح پایین و متوسط، متغیر است. در مقایسه با کلان‌شهر مشهد نیز، تراکم جمعیت محدوده‌های موردمطالعه بالاتر از میانگین کل شهر می‌باشند.

هم‌چنین بر اساس بررسی‌های انجام‌شده در زمینه‌ی تحقق الگوی توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل- محور، در سطح جهانی دو سناریو در رابطه با تراکم جمعیت در امتداد کریدورهای شهری پیشنهاد شده است:

- سناریوی تراکم بالا با ۴۰۰ نفر در هکتار

- سناریوی تراکم پایین با ۱۸۰ نفر در هکتار (Victorian Department of Transportion and City of Melbourne, 2010). در این ارتباط نیز مشاهده می‌شود که تراکم جمعیتی حتی از کم‌ترین سطح انتظار الگوی موردنظر (۱۸۰ نفر در هکتار) پایین‌تر است.

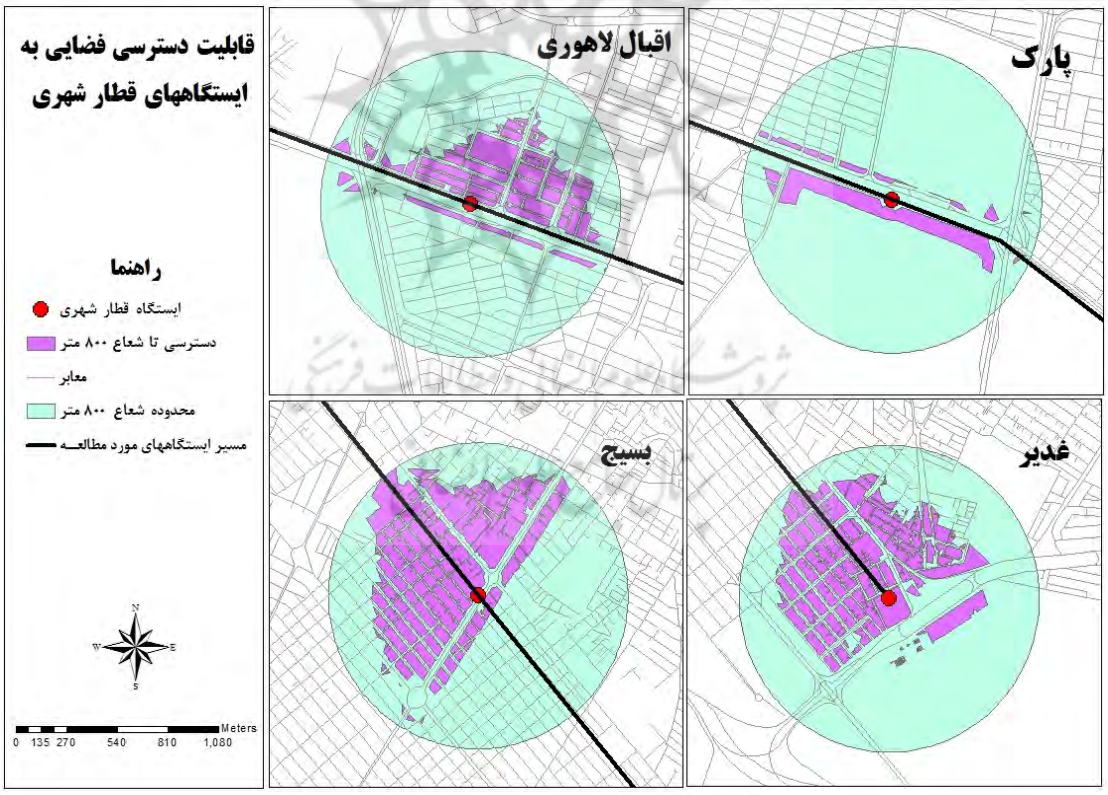
جدول ۳: مشخصه‌های جمعیت‌شناختی کل شهر مشهد و محدوده‌های موردمطالعه (۱۳۶۵-۱۳۹۰)

محدوده	جمعیت ۶۵	جمعیت ۷۵	جمعیت ۸۵	جمعیت ۹۰	نرخ رشد ۷۵-۶۵	نرخ رشد ۸۵-۷۵	نرخ رشد ۸۵-۷۵	وسعت (هکتار)	تراکم جمعیت ۱۳۹۰(نفر/ هکتار)
اقبال لاهوری	۲۷۱۱۴	۱۵۳۵۶	۲۳۱۸۵	۲۳۶۲۰	۱۸/۹	۴/۲	۰/۴	۲۰۱	۱۱۷
پارک ملت	۵۲۴۰	۸۲۰۰	۱۱۱۹۹	۹۴۷۹	۴/۵	۳/۱	-۰/۳	۲۰۱	۴۷
بسیج	۳۱۰۰۲	۲۶۶۲۹	۲۵۸۷۷	۲۲۶۳۶	-۱/۷	-۰/۲	-۲/۶	۲۰۱	۱۱۳
غدیر	۲۰۸۸۲	۲۴۸۵۷	۲۴۴۶۷	۱۹۲۷۳	۱/۷	-۰/۱۱	-۴/۷	۲۰۱	۹۶
کل شهر	۱۴۶۳۵۰۸	۱۸۸۷۴۱۴	۲۴۲۷۳۱۶	۲۷۶۶۲۵۸	۲/۶	۲/۵	۲/۶	۳۰۰۰۰	۹۲

منبع: (آمارنامه‌ی شهرداری مشهد، ۱۳۹۲؛ سرشماری عمومی نفوس و مسکن بلوک‌های آماری ۱۳۹۰؛ یافته‌های پژوهش)

بررسی‌های انجام‌شده هم‌چنین نشان می‌دهد که نرخ رشد جمعیت محدوده‌ی موردمطالعه طی دوره‌ی ۱۳۹۰-۱۳۶۵، در مقایسه با نرخ رشد جمعیت کل شهر (۲/۶ درصد)، یا با رشد منفی و یا با روند کاهشی مواجه بوده است.

به‌منظور ارزیابی دقیق بررسی وضعیت دسترسی پیاده به ایستگاه‌های قطار شهری تا شعاع ۸۰۰ متر (۲۰ دقیقه پیاده‌روی)، این شاخص با توجه به الگوی شبکه‌ی معابر و حوزه‌ی خدمات اطراف هر ایستگاه و با استفاده از نقشه‌ی حوزه‌ی خدمات در بخش تحلیل شبکه‌ی در نرم‌افزار GIS، برای محدوده‌ی ایستگاه‌های نمونه، بررسی شد (شکل ۳ و جدول ۴).



شکل ۳: قابلیت دسترسی فضایی به ایستگاه قطار شهری در محدوده‌های موردمطالعه تا شعاع ۸۰۰ متر

یافته‌ها بیانگر آن است که به‌طور میانگین، تنها ۳۱/۵۵ درصد از محدوده‌ی های موردبررسی (با متوسط جمعیتی معادل ۱۱۸۸۰ نفر) از سطح دسترسی بالا به ایستگاه‌های قطار شهری برخوردارند. دلیل پایین بودن سهم این سطح از

دسترسی را می‌توان در وجود کاربری‌های بزرگ آموزش عالی و فضاهای سبز در برخی از محدوده‌ها و هم‌چنین نحوه‌ی توزیع و سهم شبکه‌ی معابر شهری جستجو کرد.

۶-۲- الگوی سفرهای روزانه کاری در محدوده‌های موردمطالعه

نتیجه‌ی بررسی الگوی سفرهای روزانه کاری ساکنین واقع در شعاع ۸۰۰ متری ایستگاه‌های ترانزیت ریلی مشهد در جدول ۵ ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد که در محدوده‌های موردمطالعه، به دلیل این‌که محل کار بیش از ۶۰٪ شاغلین، خارج از محدوده‌ی سکونت است و حدود ۶۰٪ از ساکنین حداقل دارای یک دستگاه خودرو شخصی هستند، در طول یک هفته به‌طور متوسط بیش‌ترین وسیله‌ی نقلیه‌ی موتوری مورداستفاده جهت انجام سفرهای روزانه‌ی کاری، اتومبیل (۳۵/۲۲٪) و ترکیبی از LRT، اتومبیل و اتوبوس (۹۷/۱۵٪) است و سهم اتوبوس در این بین به‌تنهایی (۳۵/۱۴٪) است. در این بین، استفاده از LRT یا ترکیبی از اتوبوس و LRT برای انجام چنین سفرهایی در تمامی روزهای هفته، کم‌ترین سهم (بیش از ۳٪) را به خود اختصاص می‌دهند. این در حالی است که ۴۳/۲٪ از ساکنین محدوده‌های موردمطالعه در فاصله‌ی ۴۰۰-۶۰۰ متری از انواع ایستگاه‌های ترانزیت واقع شده‌اند. بخش اعظم پاسخ‌دهندگان، مشکلات عمده و بالتبع دلایل اصلی عدم استفاده یا استفاده کم‌تر از حمل‌ونقل عمومی (به‌ویژه اتوبوس و LRT) را تعداد کم اتوبوس، عدم رعایت سرفاصله‌ی زمانی اتوبوس، افزایش کرایه تاکسی و تعداد کم واگن قطار و استهلاک بالای بسیاری از اتوبوس‌های معمولی اعلام کرده‌اند.

جدول ۵: الگوی سفرهای روزانه‌ی کاری در محدوده‌های موردمطالعه (به درصد)

متغیر		محدوده‌ی اقبال لاهوری	محدوده‌ی پارک ملت	محدوده‌ی بسیج	محدوده‌ی غدیر	میانگین کل
محل کار شاغلین	خارج از محدوده	۹۲	۵۹/۵	۴۸	۴۳/۵	۶۰/۷۵
	داخل محدوده	۸	۴۰/۵	۵۲	۵۶/۵	۳۹/۲۵
جمع		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تعداد خودرو خانوار	۱	۶۶/۷	۶۱/۹	۸۰/۶	۳۳/۷	۶۰/۷۲
	۲	۸	-	۸/۲	-	۴/۰۵
	۳	-	-	-	۵/۴	۱/۳۵
	فاقد خودرو	۲۵/۳	۳۸/۱	۱۱/۲	۶۰/۹	۳۳/۸۸
جمع		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
وسیله‌ی نقلیه‌ی مورداستفاده جهت انجام سفرهای روزانه	پیاده	۲۶/۴	-	۶/۱	۸/۷	۱۰/۳
	LRT	-	-	۵/۱	۹/۸	۳/۷۳
	اتومبیل	۱۵	۳۳/۳	۳۵/۷	۵/۴	۲۲/۳۵
	موتورسیکلت	۷	-	۱۶/۳	۱۸/۵	۱۰/۴۵
	دوچرخه	-	-	-	۵/۴	۱/۳۵
	دوچرخه و اتومبیل	-	-	۵/۱	-	۱/۲۸
	LRT و اتوبوس	-	-	۹/۲	۵/۴	۳/۶۵
	LRT، اتوبوس، اتومبیل	۲۵/۲	-	۲۲/۵	۱۶/۲	۱۵/۹۷
	اتوبوس	۹/۲	۲۸/۶	-	۱۹/۶	۱۴/۳۵
	اتوبوس، تاکسی، اتومبیل	۱۷/۲	۹/۵	-	-	۶/۶۷
	تاکسی	-	۲۸/۶	-	۱۱	۹/۹
جمع		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
متوسط فاصله‌ی محل سکونت تا نزدیک‌ترین	کم‌تر از ۲۰۰ متر	۳۲/۲	-	۲۲/۴	۷/۶	۱۵/۵۴
	۴۰۰-۲۰۰	۱۶/۱	۳۱	۳۳/۷	۳۹/۱	۲۹/۹۶
	۶۰۰-۴۰۰	۵۱/۷	۴۰/۵	۳۱/۶	۴۹	۴۳/۲
	+۸۰۰	-	۲۸/۶	۱۲/۳	۴/۳	۱۱/۳

ایستگاه ترانزیت (متر)						
جمع		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
مشکلات عمده‌ی حمل‌ونقل عمومی	تعداد کم اتوبوس	۲۶/۴	۳۳/۳	۵/۱	۱۴/۱	۲۲/۳۲
	تعداد کم واگن قطار	۲۵/۳	-	۱۰/۲	۱۳	۱۲/۱۳
	عدم رعایت سرفاصله‌ی زمانی اتوبوس	۲۳	۲۸/۶	۲۲/۴	۱۴/۱	۲۲/۰۳
	افزایش کرایه تاکسی	-	۲۸/۶	۱۷/۴	۳۶	۲۰/۵
	نبود BRT در سطح محلی	-	-	۴/۱	۵/۴	۲/۳۸
	استهلاک اتوبوس	۱۴/۹	-	۱۱/۲	۵/۴	۷/۸۷
	سایر	-	-	۲۵/۵	۱۲	۹/۳۷
	همه‌ی موارد	-	۹/۵	۴/۱	-	۳/۴
جمع		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

۶-۳- اثرات زیست‌محیطی حمل‌ونقل شهری در مشهد

نتایج آثار زیست‌محیطی مصرف منابع انرژی توسط انواع شیوه‌های حمل‌ونقل در کلان‌شهر مشهد در جدول (۶) مشخص شده است. به‌طورکلی بیش‌تر سفرهای روزانه در مشهد با وسایل نقلیه‌ی مختلف درون‌شهری، نظیر اتوبوس، مینی‌بوس، تاکسی، قطار شهری و خودروهای شخصی صورت می‌گیرد. سهم هر یک از وسایل حمل‌ونقل در سفرهای روزانه در جدول مذکور ارائه گردیده است.

جدول ۶: توزیع سفرهای روزانه و عملکرد جابه‌جایی و میزان مصرف انرژی سیستم حمل‌ونقل مشهد در سال ۱۳۹۲

سیستم	نوع وسیله	سفرهای روزانه		جابجایی روزانه (نفر)		متوسط فاصله‌ی سفر (کیلومتر)	متوسط مصرف روزانه سوخت[۶]	سرانه‌ی مصرف سوخت در هر کیلومتر
		تعداد	درصد	تعداد	درصد			
عمومی	تاکسی و مسافربر	۹۴۶۸۳۸	۱۶/۴۸	۱۸۹۳۶۷۶	۳۰/۳۷	۶/۹	۶۵۳۳۱۸	۰/۰۴۹
	مینی‌بوس	۶۱۱۸۶	۱/۰۶	۵۵۰۰۰۰	۸/۸۲	۷/۱	۸۶۸۸۴	۰/۰۲۲
	اتوبوس	۱۵۴۴۰۹۵	۲۶/۸۷	۵۵۰۰۰۰	۸/۸۲	۷/۱	۱۰۹۶۳۱	۰/۰۲۸
	قطار شهری	۸۱۸۰۸	۱/۴۳	۱۳۰۰۰۰	۲/۰۸	-	۱۳۶/۶۴	۰/۰۰۱
خصوصی	اتومبیل	۲۵۶۱۶۶۶	۴۴/۵۸	۲۵۶۱۶۶۶	۴۱/۰۸	۷/۱۲	۱۸۲۳۹۰۶	۰/۱
	وانت	۸۳۲۲۸	۱/۴۵	۸۳۲۲۸	۱/۳۳	۷/۵۱	۶۲۵۰۴	۰/۱
	موتورسیکلت	۴۶۶۹۱۰	۸/۱۳	۴۶۶۹۱۰	۷/۵	۶/۹۹	۹۷۹۱۱	۰/۰۳
جمع		۵۷۴۵۷۳۱	۱۰۰	۶۲۳۵۴۸۰	۱۰۰	-	-	-

منبع: (آمارنامه‌ی حمل‌ونقل و ترافیک مشهد، ۱۳۹۲؛ شرکت قطار شهری مشهد و حومه، ۱۳۹۲؛ مهندسین مشاور طرح هفتم، ۱۳۸۹: ۶۵)

۶- واحد سنجش میزان مصرف سوخت (بنزین و گازوئیل) انواع حمل و نقل «لیتر» می‌باشد، به استثنای قطار سبک شهری که «کیلووات ساعت» است.

بر اساس این جدول، به‌طورکلی از مجموع سفرهای روزانه با انواع وسایل حمل‌ونقل موتوری در مشهد، ۴۵/۸۴ درصد مربوط به وسایل حمل‌ونقل عمومی (از قبیل تاکسی، اتوبوس، مینی‌بوس و قطار شهری) و ۵۴/۱۶ درصد مربوط به وسایل حمل‌ونقل خصوصی (شامل اتومبیل شخصی، موتورسیکلت و وانت) است. در رابطه با عملکرد و سهم هر یک از وسایل نقلیه در انجام سفرهای روزانه‌ی شهری مشهد نیز اتومبیل، اتوبوس، تاکسی و مسافربر به ترتیب بیش‌ترین سهم را دارند. با توجه به مندرجات جدول (۵) و بر اساس شیوه‌ی محاسبات جاپای اکولوژیک انواع گزینه‌های حمل‌ونقل شهری، مقدار سرانه‌ی مصرف سوخت، میزان کربن آزادشده و زمین موردنیاز برای جذب کربن تولیدشده توسط هر مسافر بررسی‌شده و نتایج در جدول ۷ ارائه شده است.

نتایج محاسبات سرانه‌ی جاپای اکولوژیک هریک از وسایل نقلیه‌ی درون‌شهری مشهد نشان می‌دهد که کم‌ترین سرانه‌ی جاپای اکولوژیک با ۰/۰۰۲۶ مترمربع به استفاده از قطار شهری و بعدازآن به مینی‌بوس با ۰/۰۰۵ مترمربع و بیش‌ترین به اتوبوس، وانت و اتومبیل شخصی به ترتیب با سرانه‌ی جای پای اکولوژیک ۲/۲، ۲/۱ و ۱ مترمربع اختصاص دارد.

جدول ۷: جاپای اکولوژیک هر یک از وسایل نقلیه‌ی درون‌شهری مشهد در سال ۱۳۹۲

وسایل نقلیه	سرانه‌ی مصرف روزانه‌ی سوخت در هر سفر[۷]	سرانه‌ی کربن آزادشده (Tons Carbon BTU)	سرانه‌ی جاپای اکولوژیک (مترمربع)	کل جاپای اکولوژیک (مترمربع)
تاکسی	۰/۱۷	۰/۰۰۰۰۹	۰/۵	۹۴۶۸۳۸
مینی‌بوس	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۵	۲۷۵۰
اتوبوس	۰/۵	۰/۰۰۰۴	۲/۲	۱۲۱۰۰۰۰
قطار شهری	۰/۵۷	۰/۰۰۰۰۰۰۴۸	۰/۰۰۲۶	۳۳۸
اتومبیل	۰/۷	۰/۰۰۰۳۸	۲	۵۱۲۳۳۳۲
وانت	۰/۷	۰/۰۰۰۳۸	۲	۱۶۶۴۵۶
موتورسیکلت	۰/۲	۰/۰۰۰۱۱	۰/۶	۲۸۰۱۴۶
جمع	-	۰/۰۰۱۳	۷/۳۰۷۶	۷۷۲۹۸۶۰

منبع: (یافته‌های پژوهش)

با نگاهی به سرانه‌ی جاپای اکولوژیک انواع حمل‌ونقل شهری مشهد می‌توان نتیجه گرفت که چنانچه زوال منابع ناشی از مصرف انرژی یک مسافر قطار شهری برای تعیین نسبت‌های بین اثر انواع گزینه‌های حمل‌ونقل شهری، به‌عنوان کم‌ترین اثر و معادل ۱ در نظر گرفته شود، زمانی که یک مسافر سوار بر مینی‌بوس، تاکسی، موتورسیکلت، خودرو شخصی، وانت و اتوبوس می‌شود به ترتیب حدود ۲، ۷۷، ۱۴۶، ۳۸۵، ۸۰۸ و ۸۴۶ برابر فردی که از قطار شهری استفاده می‌کند باعث کاهش یا تخریب منابع زیست‌محیطی می‌شود.

بررسی نتایج کلی جاپای اکولوژیک نشان می‌دهد بیش‌ترین جاپای اکولوژیک به ترتیب به اتومبیل شخصی (با ۵۱۲۳۳۳۲ مترمربع)، اتوبوس (با ۱۲۱۰۰۰۰ مترمربع) و تاکسی (با ۹۴۶۸۳۸ مترمربع) اختصاص دارد و کم‌ترین آن متعلق به قطار شهری (با ۳۳۸ مترمربع) است. بر این اساس می‌توان استدلال نمود که با اختلاف زیاد، استفاده از قطار

۷- واحد سنجش میزان مصرف انرژی (بنزین و گازوئیل) انواع حمل و نقل «لیتر» است، به استثنای قطار سبک شهری که با توجه به مقدار زغال سنگ مورد نیاز برای تولید الکتریسیته، «گرم» می‌باشد.

شهری کم‌ترین و استفاده از خودروی شخصی، اتوبوس و تاکسی بیش‌ترین اثر تخریبی را بر روی منابع زیست‌محیطی شهر مشهد می‌گذارند.

هم‌چنین بررسی‌های بیانگر این است که کل جاپای اکولوژیک حاصل از مصرف انرژی در انواع گزینه‌های حمل‌ونقل شهری برابر با ۷۷۲۹۸۶۰ مترمربع است و سرانه‌ی فضای سبز موردنیاز برای هر مسافر جهت جذب آثار گلخانه‌ای انرژی مصرفی برابر با ۱/۳۸ مترمربع است. این در حالی است که مساحت فضای سبز مشهد در سال ۱۳۹۲ برابر با ۵۸۹۳۹۰۸ مترمربع و سرانه‌ی فضای سبز موجود مشهد برای هر مسافر روزانه برابر با ۰/۹۵ مترمربع است و بر این اساس، شهر مشهد جهت جذب کربن حاصل از مصرف انرژی وسایل نقلیه‌ی درون‌شهری با کمبود مواجه است.

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بررسی‌ها نشان می‌دهد که ساختار مشهد به‌گونه‌ای است که طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۵۵ هم‌زمان با رشد ۴/۱ درصدی جمعیت، کالبد شهر نیز به‌طور بی‌رویه با رشد ۳/۹ درصد در افق گسترش می‌یابد که بیش‌تر نشأت گرفته از سیاست‌های حاکم بر طرح‌های جامع مبتنی بر تفکیک کاربری‌ها، تکیه بر الگوی شهر ماشینی و گسترش حاشیه‌ای است. بر این اساس، حدود ۲۷۷۴۷ هکتار از اراضی مرغوب کشاورزی به زیر ساخت‌وساز شهری رفته‌اند. درجه‌ی اختلاط کاربری‌ها ازلحاظ وسعت در محدوده‌های مختلف سطح شهر متوسط به بالا و تراکم جمعیت در دو سطح پایین و متوسط است و حتی از کم‌ترین سطح انتظار الگوی توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل محور (۱۸۰ نفر در هکتار) نیز پایین‌تر است. (این امر، خود نیز بیش‌تر نتیجه‌ی سهم بالای وسعت معابر و اراضی بایر (۳۶ درصد) نسبت به‌کل کاربری‌ها ازجمله کاربری مسکونی است). ازآنجاکه نمونه‌های موردمطالعه در این پژوهش به‌عنوان نمونه‌های قابل‌تعمیم در نظر گرفته شده‌اند، می‌توان گفت محدوده‌های شهر ازنظر سطح ترکیب کاربری‌ها و تراکم جمعیتی هنوز با مطلوب‌ترین سطح پایداری فاصله دارند.

بررسی وضعیت سفرهای روزانه‌ی کاری در مشهد نیز بیانگر افزایش تقاضای روزافزون آن‌ها است. طبق تحلیل‌های انجام‌شده برای محدوده‌های موردمطالعه، بیش از ۶۰٪ سفرهای کاری به خارج از محدوده‌ی محل سکونت و اغلب با استفاده از اتومبیل (۲۲٪/۳۵) و یا ترکیبی از LRT، اتومبیل و اتوبوس (۱۵٪/۹۷) صورت می‌گیرد و بر این اساس به‌استثنای LRT بیش‌تر از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود که نقش فزاینده‌ای در آلودگی هوا دارند. این الگو نشأت‌گرفته از وضعیت درجه‌ی اختلاط و نحوه‌ی توزیع کاربری‌ها به‌ویژه کاربری‌های مسکونی و شغلی در نقاط مختلف شهر است که جدایی محل کار از سکونت را منجر شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که علی‌رغم وجود ایستگاه‌های LRT، سهم این وسیله‌ی نقلیه‌ی در انجام سفرهای روزانه کاری بسیار ناچیز است. از دلایل اصلی آن می‌توان به تعداد کم واگن، بهره‌برداری تنها یک خط و عدم دسترسی بالای بسیاری از شاغلان از طریق این وسیله به محل کار و هم‌چنین سطح دسترسی پایین‌تر از متوسط بخش اعظم شاغلان به ایستگاه قطار شهری جستجو کرد که خود ناشی از الگوی شبکه‌ی معابر و قطعات کاربری‌ها است (به‌گونه‌ای که تنها ۳۱/۵۵ درصد ساکنین از دسترسی بالا برخوردارند).

ازلحاظ زیست‌محیطی نیز نتایج بیانگر این است که ساختار شهر مشهد، عدم توزیع عادلانه کاربری‌ها به‌ویژه کاربری-های مسکونی و شغلی و غلبه‌ی سفرهای روزانه با وسایل نقلیه‌ی موتوری، سهم قابل‌توجهی در آلودگی هوای این شهر دارند؛ به‌طوری‌که طبق محاسبات انجام‌شده در زمینه‌ی سرانه‌ی جاپای اکولوژیک حمل‌ونقل شهری، مشخص گردید که سرانه‌ی کل تولید کربن حدود ۰/۰۰۱۳ تن و سرانه‌ی کل جاپای اکولوژیک این بخش ۷/۳۰۷۶ مترمربع است که کم‌ترین سهم آن متعلق به قطار شهری (۰/۰۰۲۶ مترمربع) و بیش‌ترین به اتوبوس (۲/۲ مترمربع) است که دلیل آن می‌تواند استهلاک بالای بسیاری از دستگاه‌های اتوبوس باشد؛ اما با توجه به‌کل مسافران روزانه جابه‌جاشده، بیش‌ترین جاپای اکولوژیک به اتومبیل شخصی اختصاص دارد و کم‌ترین آن‌هم چنان متعلق به قطار شهری است. درواقع، سهم اتومبیل در آلودگی‌های زیست‌محیطی بیش‌تر از همه است.

بر اساس آثار ساختار فضایی فعلی شهر مشهد و زیرساخت‌های حمل‌ونقل آن، حرکت از این الگو به سمت الگوی توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل محور ضروری می‌نماید؛ زیرا استفاده از این الگوی توسعه، زمینه را برای یکپارچگی برنامه‌ریزی کاربری زمین و حمل‌ونقل (در قالب توسعه‌ی میان‌افزا، توسعه‌ی مجدد، کاربری ترکیبی و تراکم بالا در امتداد کریدورهای حمل‌ونقل) فراهم می‌کند و به‌کارگیری آن در شهر مشهد می‌تواند زمینه‌ی دست‌یابی به پایداری را فراهم نماید و تا حد امکان با فراهم کردن شرایط استفاده از شیوه‌های جایگزین حمل‌ونقل (شامل پیاده، دوچرخه، اتوبوس و ریل) و افزایش دسترسی به فعالیت‌ها به‌ویژه‌ی فعالیت‌های شغلی واقع در امتداد کریدورها، نقش برجسته‌ای در کاهش مصرف انرژی و به‌تبع آن آلودگی‌های زیست‌محیطی ایفا کند. ازآنجاکه حمل‌ونقل ریلی در بین انواع گزینه‌های حمل‌ونقل، کم‌ترین جاپای اکولوژیک را دارد، برنامه‌ریزان و مدیران شهری می‌توانند جهت توسعه‌ی آتی مشهد، توجه ویژه‌ای به این کریدورها داشته باشند؛ زیرا همان‌طور که در بخش بازبینی ادبیات اشاره گردید، این کریدورها از توانایی جذب جمعیتی بالغبر ۲۰۲۲۹۰۷ نفر و در نتیجه پتانسیل بالایی جهت توسعه‌ی آتی شهر مشهد برخوردارند. درواقع، توجه برنامه‌ریزان و مدیران شهری به کریدورهای ریلی و تدوین برنامه‌ریزی‌ای که منجر به توجه هم‌زمان و یکپارچه به دو بخش کاربری زمین و حمل‌ونقل گردد، می‌تواند امکان غلبه بر بسیاری از مشکلات اقتصادی، اجتماعی، عملکردی، حمل‌ونقل و الگوهای سفر را که خود نتیجه الگوی شهر ماشینی و گسترش افقی مشهد می‌باشند، فراهم سازد و به‌تبع، مسائل زیست‌محیطی را بهبود بخشد. به‌عبارت‌دیگر، بازساخت زمین و حمل‌ونقل شهر مشهد بر پایه‌ی الگوی توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل محور، به‌ویژه‌ی در امتداد کریدورهای ریلی جهت دست‌یابی به توسعه‌ی پایدار شهری امری ضروری به نظر می‌رسد.

بر اساس آنچه بیان گردید، پیشنهاد می‌شود که در طول دهه‌های آتی، مدیران، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران شهر مشهد از مدل فعلی توسعه به سمت یکی از فعال‌ترین و هدفمندترین سیستم‌های تسهیل توسعه- که توسعه‌ی کریدوری و حمل‌ونقل- محور مبتنی بر ریل است- حرکت نمایند و این الگوی توسعه در اکثر ایستگاه‌های ریلی درون شهر مشهد با خدمات بالای جابه‌جایی و قابلیت دسترسی و کاربری ترکیبی باکیفیت، اجرا شود تا هم از خدمات کلی حمل‌ونقل ریلی حمایت گردد و گزینه‌های حمل‌ونقل غیرموتوری تشویق شوند و هم دسترسی به انواع کاربری‌ها به‌ویژه کاربری‌های شغلی از طریق پیاده، دوچرخه‌سواری و حمل‌ونقل ریلی امکان‌پذیر شود و در نتیجه استفاده از اتومبیل و اتوبوس (با جاپای اکولوژیک بالا) برای انجام سفرهای روزانه به حداقل ممکن برسد.

۸- منابع

۱. اکبری، حسین، طاهری، عماد (۱۳۹۰). امکان‌سنجی احداث مجتمع‌های ایستگاهی در مجاورت ایستگاه‌های قطار شهری مبتنی بر نظریه TOD (نمونه‌ی موردی: خط ۱ قطار شهری مشهد)، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک، تهران، ایران .

۲. جاودانی ایرانی‌نژاد، مجتبی، مسلمان‌زاده، سمیرا (۱۳۹۲). آمارنامه‌ی شهر مشهد ۱۳۹۱، مشهد: معاونت برنامه‌ریزی و توسعه‌ی شهرداری مشهد با نظارت مدیریت آمار و تحلیل اطلاعات.

۳. دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل (۱۳۸۶). سومین آمارنامه‌ی حمل‌ونقل شهر مشهد پاییز ۱۳۸۶، مشهد: سازمان حمل‌ونقل و ترافیک مشهد .

۴. دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل (۱۳۹۱). هشتمین آمارنامه‌ی حمل‌ونقل شهر مشهد پاییز ۱۳۹۱، مشهد: سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهر مشهد.

۵. رفیعیان، مجتبی، عسکری تفرشی، حدیثه، صدیقی، اسفندیار (۱۳۸۹). کاربرد رویکرد توسعه‌ی حمل‌ونقل محور (TOD) در برنامه‌ریزی کاربری زمین‌های شهری (نمونه‌ی مطالعه: ایستگاه مترو صادقیه)، فصلنامه‌ی مدرس علوم انسانی، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره‌ی ۱۴، شماره‌ی ۳، صص ۳۱۲-۲۹۵ .

۶. رهنما، محمدرحیم، صباغی‌آبکوه، شیرین (۱۳۹۳). سنجش ظرفیت توسعه در امتداد کریدورهای حمل‌ونقل عمومی، الگویی نو در ساماندهی کلان‌شهرها (مطالعه‌ی موردی، کریدورهای قطار شهری مشهد)، همایش تمرکززدایی و ساماندهی پایتخت، تهران، ایران.

۷. رهنما، محمدرحیم، عباس‌زاده، غلامرضا (۱۳۸۷). اصول، مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر، مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۸. سازمان حمل‌ونقل و ترافیک مشهد (۱۳۷۴). مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک مشهد (نتایج آمارگیری مبدأ و مقصد ساکنین)، مشهد: سازمان حمل‌ونقل و ترافیک مشهد .

۹. سرایی، محمدحسین، لطفی، صدیقه، ابراهیمی، سمیه (۱۳۸۹). ارزیابی و سنجش سطح پایداری توسعه‌ی محلات شهر بابلسر، مجله‌ی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال اول، شماره‌ی ۲، صص ۶۰-۳۷.

۱۰. سقایی، مهدی (۱۳۹۰). بررسی، تحلیل و تدوین اسناد، مطالعات و پژوهش‌های انجام‌شده در پیرامون آمار زائران و گردشگران ورودی به کلان‌شهر مشهد، مشهد: معاونت اجتماعی و فرهنگی شهرداری مشهد.

۱۱. سلطانی، علی، آزاده، سیدرضا، زارع رود بزانی، ملیحه (۱۳۹۰). ارزش‌افزوده اقتصادی ناشی از اجرای پروژه‌های توسعه‌ی حمل‌ونقل عمومی محور در بخش مرکزی شیراز، اولین کنفرانس اقتصاد شهری ایران، مشهد، ایران.

۱۲. عباس‌زادگان، مصطفی، رضازاده، راضیه، محمدی، مریم (۱۳۹۰). بررسی مفهوم توسعه‌ی مبتنی بر حمل‌ونقل همگانی و جایگاه مترو شهری تهران در آن، فصلنامه‌ی باغ‌نظر، سال هشتم، شماره‌ی ۱۷، صص ۵۸-۴۳ .

۱۳. فرهودی، رحمت‌الله، پورموسوی، سیدموسی، حسینی، سیدعلی، حسینی، سید محمد (۱۳۹۲). تحلیلی بر گسترش افقی شهر مشهد در چند دهه‌ی اخیر (۱۳۸۵-۱۳۳۵) و تأثیر آن بر منابع خاک، نشریه‌ی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۸، شماره‌ی ۵۰، صص ۲۵۹-۲۸۰ .

۱۴. فریادی، شهرزاد (۱۳۸۷). طراحی شهری در مقیاس کوچک رویکردی به‌سوی جوامع پایدار، مجموعه مقالات همایش توسعه‌ی محله‌ای (توسعه‌ی فضایی- کالبدی محله (۱)، تهران: انتشارات طرح نو.

۱۵. فغفوریان، مهسا (۱۳۹۰). برنامه‌ریزی راهبردی توسعه‌ی حمل‌ونقل- محور (TOD) در بهبود استفاده از اراضی شهری (نمونه‌ی موردی ایستگاه مترو صادقیه)، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد تهران، ایران.

۱۶. مهندسان مشاور فرنهاد (۱۳۸۸). طرح توسعه و عمران کلان‌شهر مشهد (چشم‌انداز توسعه و عمران: اهداف، راهبردها و سیاست‌ها)، مشهد: نهاد مطالعات و برنامه‌ریزی توسعه و عمران مشهد.

۱۷. مهندسین مشاور طرح هفتم (۱۳۸۹). بهنگام سازی مطالعات جامع حمل‌ونقل مشهد (تحلیل آمار و اطلاعات اقتصادی، اجتماعی و مسائل کاربری زمین)، مشهد: سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهر مشهد.

۱۸. مهندسین مشاور طرح هفتم (۱۳۸۹). بهنگام‌سازی مطالعات جامع حمل‌ونقل مشهد (ساخت، پرداخت و اعتبارسنجی مدل‌های برآورد میزان مالکیت خودرو بر اساس سال پایه)، مشهد: سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهر مشهد .

19. Babalik-Sutcliffe, E. (2013). Urban form and sustainable transport lessons from the Ankara case, International Journal of Sustainable Transportation, Volume 7, Issue 5, pp 416-430
20. BArch, M., & Lond, D. (1972). A synopsis of corridor development, Royal Australian Planning Institute Journal, Volume 10, Issue 3, pp 100-104.
21. Calthorpe, P. (1993). The next american metropolis: Ecology, Community, and the American Dream, New York: Princeton Architectural Press.
22. Cape Metropolitan Council (2000). MSDF Handbook: Guidelines for the local interpretation and application of the MSDF principles and spatial concept, Cape Town: s. n.
23. Cervero, R. (1998). The transit metropolis: A global inquiry, Washington, DC: Island Press.
24. Cervero, R., & Murakami, J. (2009). Rail and property development in Hong Kong: experiences and extensions, Urban Studies, Volume 46, Issue 10, pp 2019–2043.
25. Chen, J., Hamilton, M., Kindel, N., Macek, I., & Pinch, M. (2007). Transit-Oriented Development and cluster developments. Accessed via: washington.edu/udp501/501%20papers/TOD_Cluster_Final.doc
26. Chen, M., Huang, Z., & Zhang, M. (2012). A GIS based model for land use and transit-integrated corridor optimization, CICTP, pp 1598- 1607.
27. 27- City of Olympia Department (2012). Urban corridors and the urban neighborhoods proposal, City of Olympia Department. http://olympiawa.gov.

28- Curtis, C., Renne, J.L., & Bertolini, L. (2009). Transit-Oriented Development: Making it happen. Farnham, UK and Burlington, Vermont, USA, Ashgate Publishing.
29- Fullerton, B., & Knowles, R. (1991). Scandinavia, London: Paul Chapman Publishing.
30- Goetz, A.R. (2013). Suburban sprawl or urban centers: Tensions and contradictions of Smart Growth approaches in Denver, Colorado, Urban Studies Journal, Volume 50, Issue 11, pp 2178-2195.
31- Hasibuan, H.S., P Soemardi, T., Koestoer, R., & Moersidik, S. (2014). The Role of Transit - Oriented Development in constructing urban environment sustainability, the case of Jabodetabek, Indonesia, Procedia Environmental Sciences, Volume 20, pp 622-631.
32- Jensen, K. (1984). The green wedges of the capital, Greater Copenhagen Council and the Ministry of the Environment Planning Department, Copenhagen, Denmark.
33- Knowles, R.D. (2006). Transport shaping space: Differential collapse in time-space, Journal of Transport Geography, Volume 14, Issue 6, pp 407–425.
34- Loo, B.P.Y., Chen, C., & Chan, E.T.H. (2010). Rail-based Transit-Oriented Development: lessons from New York City and Hong Kong. Landscape and Urban Planning, Volume 97, pp 202–212.
35- Majoor, S. (2008). Progressive planning ideals in a neo-liberal context, the case of Qrestad Copenhagen, International Planning Studies Volume 13, Issue 2, pp101–117.
36- Murakami, J. (2011). Rail transit technologies, urban regeneration programs and land value redistribution on Tokyo, Transportation Research Board 90th Annual Meeting, Poster.
37- Narimah, S. (2006). Applications of Geographic Information Systems in urban land use planning in Malaysia, The4th Taipei International Conference on Digital Earth, Taiwan.
38- Periemus, H., & Zonneveld, W. (2003). What are corridors and what are the issues? Introduction to special issue, the governance of corridors, Journal of Transport Geography, Volume 11, Issue3, pp 167-171.
39- Pezzetta,W.E.,& Drossman, H. (2005). The Ecological Footprint of the Colorado College: An examination of sustainability.http://www2.coloradocollege.edu/Sustainability/EcoFootprint.pdf
40- Rees,W., & Wackernagel, M. (1996). Urban Ecological Footprints: Why cities cannot be sustainable and why they are a key to sustainability, environmental impact assessment.
41- Victorian Department of Transportion and City of Melbourne (VDTCM) (2010). Transforming Australian cities for a more financially viable and sustainable future,melbourne: Victorian Department of Transportion and City of Melbourne http://www.melbourne.vic.gov.au/AboutMelbourne/Statistics/Documents/TransformingCitiesMay2010.pdf
42- Ward, D. (1964). A comparative historical geography of streetcar suburbs in Boston, Massachusetts and Leeds, England: 1850–1920, Annals of the Association of American Geographers, Volume 54, pp 477–489.