

## تحلیل فضایی تولید و جذب سفر کاربری‌های آموزشی در کلان‌شهر مشهد

محسن رستگار (دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد)

محمد اجزاء شکوهی\* (دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد)

محمد رحیم رهنما (استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد)

### چکیده

تاریخ دریافت: ۵ بهمن ۱۳۹۶

تاریخ پذیرش: ۹ آبان ۱۳۹۷

فضاهای آموزشی در شهر مشهد به‌صورت بهینه و مطلوب توزیع و مکان‌یابی نشده است. این مسأله علاوه بر رعایت نکردن اصل عدالت و برابری در برخورداری یکسان جمعیت دانش‌آموزی از فضاهای آموزشی مناسب، موجب سفرهای اضافی با هدف تحصیلی به سایر نواحی شهر مشهد می‌شود. هدف از این پژوهش، کاهش تقاضای سفر از طریق توزیع مطلوب و متناسب کاربری‌های آموزشی در سطح کلان‌شهر مشهد است. برای تعیین میزان تولید و جذب سفر کاربری‌های آموزشی در هر یک از نواحی و مناطق ترافیکی شهر مشهد از مدل‌های رگرسیونی چند متغیره در قالب نرم افزار GIS استفاده شده است. روش تحقیق در این پژوهش توصیفی-تحلیلی و از نوع کاربردی است. در این پژوهش متغیر وابسته، شاخص تولید و جذب سفر آموزشی است و همچنین متغیرهای مستقل شامل تعداد محصل مهد کودک، دبستان، راهنمایی، دبیرستان ساکن در هر ناحیه ترافیکی، تعداد کلاس‌های مهد کودک، دبستان، راهنمایی و دبیرستان و مالکیت خودرو در هر ناحیه ترافیکی است. در این مقاله سعی شده تا رابطه میان تولید و جذب سفر آموزشی با استفاده از دو روش آمار فضایی و رگرسیونی خطی مورد ارزیابی قرار گیرد. به‌منظور پی‌بردن به دقت روش به‌کار گرفته‌شده، خروجی به‌دست‌آمده از آن با خروجی به‌دست‌آمده از روش کلاسیک به‌صورت عددی مورد مقایسه قرار گرفته است. حاصل این مقایسه، بیانگر برتری روش آمار فضایی نسبت به روش کلاسیک در تولید و جذب سفر است. نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل‌های آماری نشان می‌دهد که ناحیه ترافیکی ۲۳۱ با ۶۷۱۸ سفر بیش‌ترین و ناحیه ۱۳۰ و ۱۶۷ کم‌ترین پیش‌بینی تولید سفر آموزشی را داراست. همچنین در زمینه جذب سفر آموزشی، ناحیه ۱۸۴ با ۸۰۶۸ سفر بیش‌ترین و نواحی ترافیکی ۱۴۹، ۱۵۶ و ۱۹۰ کم‌ترین پیش‌بینی جذب سفر آموزشی را به خود اختصاص داده است؛ بنابراین با برنامه‌ریزی صحیح و مکان‌یابی بهینه کاربری‌های آموزشی ضرورتی برای ورود این‌گونه سفرها به اغلب نواحی ترافیکی شهر مشهد وجود ندارد. این امر ضرورت توجه مسئولان کلان‌شهر مشهد با ۵۸۷۶۳۱۳ سفر سواره در یک شبانه‌روز و سالانه بیش از ۲۵ میلیون نفر زائر به جانمایی صحیح کاربری‌های شهری بیش از پیش آشکار می‌سازد.



کلید واژه‌ها:

کاربری‌های آموزشی، حمل‌ونقل شهری، ترافیک، تقاضای سفر، شهر مشهد.

\* نویسنده مسئول: محمد اجزاء شکوهی

پست الکترونیک: shokouhim@um.ac.ir

## مقدمه

تعاملات فضایی در سطح یک مجموعه زیستی، زائیده کاربری زمین است؛ یعنی تا زمانی که یک فعالیت شکل نگرفته باشد، هیچ گونه تعامل و ارتباطی هم شکل نخواهد گرفت (قیصری، ۱۳۸۹: ۱۲). یکی از انواع برنامه ریزی، برنامه ریزی کاربری اراضی است که به صورت تنگاتنگی با برنامه ریزی حمل و نقل ارتباط دارد؛ به گونه ای که تصمیم گیری درباره کاربری اراضی یک منطقه به طور قطع آینده حمل و نقل آن منطقه را تعیین می کند (به سرشت و همکاران، ۱۳۹۰: ۴). بدیهی است برنامه ریزی یکپارچه سیستم حمل و نقل شهری و نحوه کاربری زمین در شهر می تواند با توزیع هوشمندانه و بهینه کاربری زمین در سطح شهر هماهنگ باشد؛ به صورتی که با طی کوتاه ترین مسیر و صرف کم ترین زمان و انرژی و حتی امکان در مقیاس پای پیاده در محله های مسکونی دست یافتنی باشند و در بلندمدت می تواند کمک شایانی به کاهش سفرهای درون شهری و حذف بسیاری از آن ها در شهرها کند (تشت زر، ۱۳۸۲: ۶۹). پژوهش ها نشان می دهد، اراضی و سفرها یکدیگر را تعیین می کنند؛ بنابراین حمل و نقل و برنامه ریزی کاربری زمین بایستی با یکدیگر هماهنگ باشند (وگنر، ۱۳۸۱: ۸۶). در واقع ضمانت اجرایی دستیابی به راهبرد توسعه پایدار حمل و نقل، برنامه ریزی توأم کاربری زمین و نیازهای حمل و نقلی است (فتوحی، ۱۳۸۱: ۷۸). تمرکز بر افزایش دسترسی شهروندان و سیاست های حمل و نقل به صورت عمومی و افزایش سرمایه گذاری برای احداث زیرساخت ها به صورت خاص می تواند تأثیر قابل ملاحظه ای بر سیستم های شهری داشته باشد. امروزه تلاش مدیران و برنامه ریزان شهری در جهت دستیابی به حمل و نقل عمومی به منظور دستیابی به محیطی سالم و ایمن برای شهروندان است. در برنامه ریزی های مرتبط با توسعه پایدار در شهرها، بیش تر تمرکز بر افزایش

غیرقابل کنترل تقاضا برای سفر با اتومبیل و به کارگیری راهبردهایی مرتبط با الگوی کاربری زمین است؛ به گونه ای که علاوه بر کاهش مصرف انرژی، جوانب محیط زیست محلی یا حتی اکولوژیکی جهانی نیز در آن مدنظر قرار گرفته شده باشد. افزایش استفاده از وسایل نقلیه موتوری امروزه علاوه بر اینکه سلامتی شهروندان را به خطر انداخته، مشکلات دیگری از قبیل ازدحام ترافیکی و آلودگی های زیست محیطی را نیز دربر داشته است (2012:22). از سوی دیگر، با افزایش جمعیت در شهرهای ایران، به خصوص شهرهای بزرگ و میانی، حجم تقاضا برای خدمات شهری نیز افزایش یافته است؛ ولی به علت ساختار اقتصادی-سیاسی کشور، همواره سرعت پاسخگویی به نیازها از سرعت رشد نیازها کمتر بوده است. به طوری که در بسیاری از شهرها ارائه تسهیلات و خدمات شهری همپای رشد جمعیت نبوده و علاوه بر کمبودهای موجود در خدمات شهری، استقرار و مکان یابی نامناسب و ناهماهنگی آن ها با بافت شهری نیز همواره مشکلاتی را در ارائه این خدمات به وجود آورده است (احدنژاد روشتی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲). آگاهی از این موضوع که یک کاربری تا چه اندازه در جذب سفر در سیستم شهری می تواند مؤثر باشد، کمک شایانی در جهت برنامه ریزی برای آینده شهرهاست. تجمع کاربری های جاذب، کانون های فعالیتی را پدید می آورد و به طور یقین کانون های فعالیتی نیازمند نگاهی ویژه و تأمین خدماتی ویژه خواهند بود (به سرشت و همکاران، ۱۳۹۰: ۴). یکی از مهم ترین مراکز خدماتی در سطح شهر، مراکز آموزشی می باشند که توزیع فضایی آن به لحاظ تأثیر مستقیم در آسایش خانواده ها، کاهش هزینه سفرهای درون شهری، تناسب و انسجام فضاها و زیبایی شهر از حساسیت زیادی برخوردار است. تشخیص و تعیین مکان مناسب استقرار مراکز آموزشی

### مبانی نظری تحقیق

#### کاربری زمین و حمل و نقل

یکی از مطالعات اساسی در جهت شناخت شهر و نحوه پراکندگی فعالیت‌های شهری در بررسی‌های فیزیکی، مطالعه نحوه استفاده از اراضی شهری است؛ از این رو کاربری زمین را می‌توان به‌طور ذاتی درباره تمام جنبه‌های فضایی و فعالیت‌های انسان، این‌گونه تعریف کرد: زمین و شیوه‌هایی که سطح زمین می‌تواند برای نیازهای مختلف آماده شود و از آن بهره‌برداری شود (صفارزاده، ۱۳۸۹: ۳). کاربری زمین و حمل و نقل، دو جزء جدانشدنی از سیستم عمومی ساختار شهری است. به طوری که الگوی کاربری زمین از نوع مسکونی و غیرمسکونی و ساختار فضایی حاصل از مکانیزم رفتاری میان آن‌ها، اساس و مبنای رفت و آمدهای شهری را تشکیل می‌دهند که با تفکیک آن‌ها به حرکت مبدأ و با تخصیص آن‌ها به کانون‌های عرضه و تقاضای حمل و نقل، می‌توان الگوهای رفت و آمد شهری را طراحی کرد. از طرفی کاربری اراضی شهری به دلیل ماهیت سیستمی شهر، از طریق شبکه‌های ارتباطی و جریان‌های ترافیکی آن‌ها در ارتباط مستقیم و متقابل هستند؛ به همین دلیل برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری به‌عنوان مؤثرترین ابزار هدایت و توسعه شهر و شکل‌دهی به محیط مطرح است. تقاضای حمل و نقل به‌منظور مسافرت عده زیادی از مردم بخش‌های گوناگون مناطق شهری، مستلزم حداکثر استفاده از تمام امکانات موجود است؛ بنابراین لازم است در طراحی تسهیلات جدید حمل و نقل، سیستم کامل حمل و نقل در یک منطقه مدنظر باشد (کلوانی، ۱۳۸۹: ۱). افزایش تسهیلات حمل و نقل، دسترسی به زمین را تغییر می‌دهد که آن خود باعث تعیین بالقوه استفاده از زمین می‌شود و تغییر کاربری زمین عامل اصلی و تعیین‌کننده در فعالیت تولید سفر است و افزایش تولید سفر، افزایش نیازهای ترافیکی و در نهایت افزایش

در گرو شناخت نوع فعالیت، عملکرد، نیازمندی‌ها و کنش و واکنش‌هایی است که کاربری آموزشی با دیگر کاربری‌ها پدید می‌آورد. بی‌توجهی به توزیع فضایی مناسب و اصولی مراکز آموزشی نیز موجب کاهش کارایی نظام آموزشی، ایجاد مشکلاتی برای دانش‌آموزان و تحمیل بار مالی دوچندان بر نظام آموزشی و خانواده‌ها می‌شود و رعایت اصل عدالت در دسترسی به مراکز خدماتی به‌ویژه فضاهای آموزشی، ایجاب می‌کند تا در مکان‌یابی و توزیع متعادل این فضاها شرایط و ضوابط موجود رعایت شود (تقوایی و رخشانی‌نسب، ۱۳۸۹: ۷۴). در شهر تاریخی و مذهبی مشهد وجود فضاها، تراکم بالا، کمبود فضاهای خالی، شبکه ارتباطی ضعیف و ناکارآمد و مهم‌تر از همه برنامه‌ریزی نسنجیده، باعث شده است تا فضاهای آموزشی بدون توجه به اصول و معیارهای مکان‌یابی گسترش یابند و مطلوبیت مناسبی نداشته باشند. این مسأله علاوه بر رعایت نکردن اصل عدالت و برابری در برخورداری یکسان جمعیت دانش‌آموزی از فضاهای آموزشی مناسب؛ از یکسو آسایش، کارایی، سلامت و ایمنی جمعیت دانش‌آموزی را کاهش می‌دهد و از سوی دیگر موجب سفرهای اضافی با هدف تحصیلی به سایر ناحیه‌های شهر می‌شود. بدین منظور سنجش تأثیرات ترافیکی کاربری‌های آموزشی با توجه به پراکندگی آن‌ها در نواحی و مناطق ترافیکی شهر مشهد مسأله تحقیق را تشکیل می‌دهد.

#### اهداف تحقیق

- بررسی توزیع فضایی کاربری‌های آموزشی در سطح نواحی و مناطق ترافیکی شهر مشهد.
- سنجش تأثیرات ترافیکی (تولید و جذب سفر) کاربری‌های آموزشی در شهر مشهد.

تسهیلات حمل و نقل را به وجود می آورد. در کل حمل و نقل شهری به عنوان سیستمی که دارای محیط اقتصادی اجتماعی است و به طور تنگاتنگی در ارتباط با کاربری اراضی شهری مورد بررسی قرار می گیرد و روابط متقابل و پیچیده ای بین سه عامل محیط، کاربری اراضی و حمل و نقل وجود دارد. به خصوص ملاحظات زیست محیطی و محدودیت ها و نیازهای ناشی از آن، متأثر از فعالیت های هر دو بخش برنامه ریزی و حمل و نقل و کاربری اراضی شهری است (پرنیان، ۱۳۷۸: ۷).

### استراتژی های مدیریت کاربری زمین و حمل و نقل

حمل و نقل شهری بخشی از مجموع تسهیلات شهر محسوب می شود که بر مبنای رفتار مشترک و عام انسان ها پایه گذاری می شود و به ایفای نقش مهم و اساسی خود در شهرها می پردازد و شامل حمل مسافر، کالا و ارائه سرویس های ویژه به شهروندان است. همان طور که پیش از این گفته شد، تغییر و تعیین کاربری زمین می تواند باعث کاهش یا افزایش تقاضای سفر شود و گاه آغاز چرخه هایی باشد که بعد از ایجاد یک سری تغییرات در سیستم حمل و نقل، خود نیز دچار تغییر شود و در نتیجه این چرخه تغییر ادامه یابد (شکل ۱). یکی از حالات تعیین کاربری زمین در جهت کاهش تقاضای سفر، متمرکز کردن طرح های توسعه در راستای کریدورهای حمل و نقل همگانی است؛ یعنی به جای اینکه همیشه سعی کنیم تسهیلات حمل و نقل و راه های ارتباطی (بزرگراه و آزادراه) را توسعه دهیم و

پاسخگوی نیازهای به وجود آمده باشیم، می توانیم با سوق دادن طرح های توسعه به سمت دالانهای ارتباطی موجود، از حداکثر ظرفیت سیستم حمل و نقل استفاده کنیم؛ بدون اینکه متحمل هزینه جدیدی شده باشیم. از طرح های دیگر می توان به تجمع های ایستگاهی یا توسعه با محدودیت حمل و نقل اشاره کرد. مجتمع های ایستگاهی یعنی مجموعه های تجاری، آموزشی، اداری- فرهنگی، تفریحی و مسکونی که به منظور دستیابی به حداکثر قابلیت دسترسی از طریق سیستم حمل و نقل عمومی در مناطق همجوار آن ها طراحی می شوند. در مراکز این ناحیه یک ایستگاه قطار شهری قرار دارد که به وسیله مجموعه نسبتاً متراکمی با کاربری های عمدتاً تجاری، اداری و آموزشی احاطه شده است. هر چه از مراکز مجموعه دورتر شویم، این تراکم کمتر و به میزان فضای سبز و کاربری های تفریحی، فرهنگی و مسکونی افزوده می شود (الله وردی زاده، ۱۳۸۹: ۲۵). تدوین استراتژی های مختلف کاربری زمین، کمکی است در جهت رسیدن به اهداف برنامه ریزی، نظیر آنچه در جدول (۱) به طور خلاصه بیان شده است. چنین استراتژی هایی تا حدی دارای مقیاس ها، دورنماها و تأکیدات و همپوشانی هاست. استراتژی های مختلف مدیریت کاربری زمین می تواند دسترسی و چندگونگی در شیوه سفر را افزایش دهد. در جدول (۱) چشم انداز، اهداف، استراتژی و برنامه های مدیریت کاربری زمین نشان داده شده است.

جدول ۱. چشم انداز، اهداف، استراتژی و برنامه های مدیریت کاربری زمین

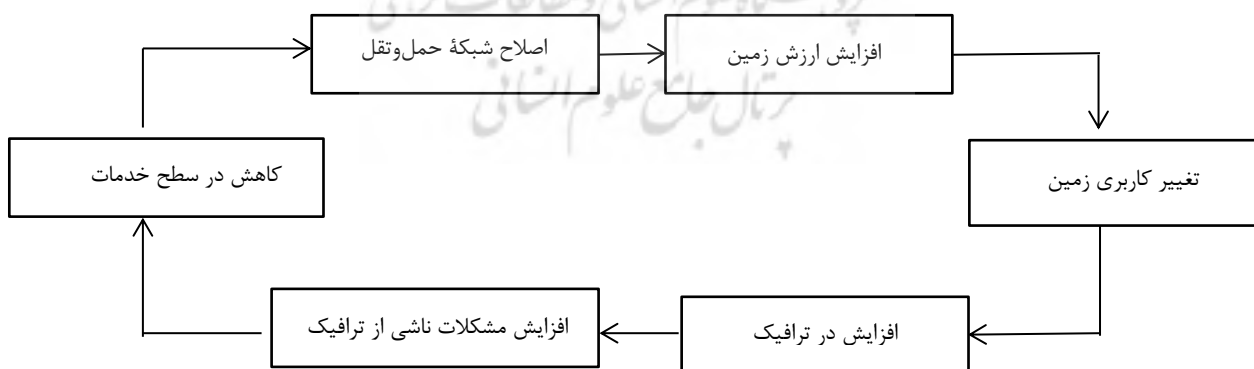
سیاست های مدیریت کاربری زمین	استراتژی های مدیریت کاربری زمین (راهبردها)	اهداف مدیریت کاربری زمین	چشم انداز مدیریت کاربری زمین
جلوگیری از ایجاد کاربری های تجاری و خدماتی با مساحت کوچک با حجم سفرسازی بالا	تنظیم صحیح کاربری های زمین	کاهش تقاضای سفر به بافت مرکزی شهر کاهش تراکم هسته مرکزی شهر	مدیریت و کنترل صحیح کاربری زمین
جلوگیری از استقرار کاربری هایی که اوج سفر آن ها با اوج ترافیک	تأمین فضای پارکینگ مورد نیاز	پراکنش فضایی فعالیت ها بهبود شاخص های ترافیکی	احداث کاربری جاذب سفر در خارج از شهر

محدوده مرکزی همزمان می‌شود		(حاشیة شهر)		
سمت‌دهی تبدیل و جایگزینی واحدهای تجاری خرد به مجتمع‌های تجاری عمده	جلوگیری از بارگذاری جمعیتی ناشی از افزایش تراکم‌های ساختمانی	تمرکز زدایی از مرکز شهر	تجهیز کاربری جاذب سفر به فضا و پارکینگ کافی در دسترس برای مراجعان با حداقل ایجاد اختلال در ترافیک	
	تمرکز زدایی کاربری‌های دارای حجم سفرسازی بالا از محدوده مرکزی و انتقال آن‌ها به کانون‌های ثانوی	کمک به توسعه اقتصادی شهر		
	توسعه وسیع شبکه راه‌ها	بهبود کارایی سیستم حمل‌ونقل (حمل‌ونقل پایدار)		کاهش تقاضای ترافیکی
		بهبود توسعه پایدار شهری		سازگاری با محیط زیست و حفاظت از آن
ایجاد هماهنگی بین مدیریت کاربری زمین و حمل‌ونقل		ایجاد هماهنگی بین مدیریت کاربری زمین و حمل‌ونقل		

(منبع: اسدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۳۵)

مقیاس در شهرگرایی جدید است. دسته‌بندی تعدادی سکونتگاه و ساختمان‌های تجاری نزدیک به مرکز حمل‌ونقل می‌تواند سبب کاهش نیاز به مالکیت و استفاده از وسیله نقلیه شود که این یک نمونه مقیاس در توسعه حمل‌ونقل محور است. تمرکز خانه‌سازی و اشتغال درون نواحی شهری، باعث افزایش کارایی سیستم حمل‌ونقل می‌شود که یک نمونه مقیاس در رشد هوشمند است.

استراتژی‌های مدیریت کاربری زمین می‌تواند در مقیاس‌های مختلف جغرافیایی به کار گرفته شود؛ برای مثال، دسته‌بندی تعدادی مغازه در قالب یک مجتمع پاساژ (سبب بهبود دسترسی برای مغازه‌دارها می‌شود، در مقایسه با مغازه‌های مشابه‌ای که به صورت پراکنده در طول شاهراه‌ها قرار گرفته‌اند) که یک نمونه مقیاس در مدیریت دسترسی است. مکان‌یابی خانه‌ها، مغازه‌ها و اداره‌ها با هم در یک واحد همسایه سبب بهبود دسترسی برای ساکنان و شاغلان می‌شود که یک نمونه



شکل ۱. چرخه کاربری زمین - حمل‌ونقل

منبع: (Strafford Regional Planning Commission, 2003)

## کاربریی های آموزشی و دسترسی

بخش عمده ای از مشکلات واحدهای آموزشی به خصوص در شهرها، تأمین زمین مناسب است. از یک سو طراحان طرح های جامع شهری، به اختصاص زمین مناسب برای فضاهای آموزشی به لحاظ فرم، جهت و اندازه زمین توجه کمتری دارند و از سوی دیگر بی توجهی به همجواری ها و بهداشت محیط و حجم کالبد شهری فضای آموزشی باعث شده که حتی زمین های وقفی یا زمین هایی که از مالکان خریداری می شود یا نهادها و افراد به آموزش و پرورش واگذار می کنند، توسط کمیته املاک آموزش و پرورش، که اطلاعات کافی از مسائل فنی زمین ندارند، تملک شود و بدین اساس زمین های تحویلی معمولاً مشکلات عدیده ای در رابطه با مسائل فنی (مکان نامناسب، توپوگرافی، ژئومورفولوژی، مقاومت زمین، ابعاد و فرم زمین، شیب و قرار داشتن در مسیل و ۴)، دسترسی های نامناسب همجواری های نامطلوب و بی توجهی به مسائل بهداشتی محیط در جهت وزش باد و تابش آفتاب دارد و گاه برای آماده کردن زمین، بایستی اعتبارات زیادی در مقایسه با کل پروژه هزینه شود (زمانی، ۱۳۹۰: ۵۶).

مشکل مهم دیگر در رابطه با زمین، قیمت زمین است. قیمت زمین سهم مهمی در رابطه با افزایش هزینه اجرا به خصوص در نواحی درون شهری دارد و مانع جدی در دستیابی به سطوح استاندارد است. قیمت فوق العاده زیاد زمین در بخش مرکزی شهرها و کاهش شدید بهای آن برحسب فاصله از مراکز شهر، مسأله ای است که همواره برنامه ریزان شهری را با مشکلاتی روبه رو کرده است. گران ترین زمین ها، زمین هایی نزدیک به مرکز بخش تجاری است که معمولاً با ساختمان های بلند، جمعیت زیاد و تراکم شدید رفت و آمد متمایز است؛ اما این وضعیت به علت دو عنصر اضافی یعنی شریان های اصلی رفت و آمد و محل تقاطع شریان های

اصلی دچار تغییرات می شود (همان: ۵۸). این نکته حائز اهمیت است که نوع دسترسی از طریق راه های شریانی و آزادراه، نوع و شکل توسعه و فرم شهری را تعیین می کنند. آزادراه ها نیز مانند شریانی ها بر ساخت و ساز و گسترش تأثیر گذاشته و از طریق دسترسی های مناسب و سهل به مناطق و کاربریی های عمده مرتبط می شوند. آزادراه های اراضی، که بهترین دسترسی ها را دارند، آن بخش هایی هستند که در نزدیکی تقاطع های غیرهم سطح واقع شده اند. همان طور که ملاحظه می شود، دسترسی به کاربریی ها با نقش حرکت آزاد ترافیک در سیستم شبکه معابر شهری در تضاد است؛ بنابراین لازم است توجه شود که دسترسی به کاربریی ها وظیفه اصلی و اولیه آزادراه ها و شریانی ها نبوده و بایستی غیر از کاربریی های عمده، دسترسی های اولیه به وسیله راه های اصلی تأمین شود و عمل جمع آوری و پخش ترافیک به شریانی ها با راه های جمع کننده انجام پذیرد. از آنجا که تمرکز فعالیت های شهری در فضاهای محیطی (محله) شکل می گیرد، لازم است که عملکرد شبکه راه در خدمت محله ها باشد (ابوطالب پور، ۱۳۸۵: ۱۴-۱۲). همچنین هر کاربریی دارای مقیاس فعالیت مشخصی بوده و از طرفی فضاهای موجود شهر نیز دارای مقیاسی از ساختار سلسله مراتبی است؛ از این رو لازم است که دو مقیاس مذکور با یکدیگر منطبق باشد، تا در نتیجه عملکرد، فعالیت به خوبی انجام یافته و سطح مورد نظر از لحاظ ساختار شهر به نحو مؤثری از خدمات آن کاربریی بهره مند شود و در صورتی که این دو سطح با یکدیگر تطبیق نباشند، مشکلات زیادی برای شهر به وجود خواهد آمد. کاربریی های آموزشی نیازمند استفاده از انواع مختلف دسترسی ها به صورت سواره و پیاده هستند. این نیاز بر مکان یابی مناسب فضای آموزشی تأثیر می گذارد. توجه به دسترسی ها چند فایده می تواند داشته باشد:

شرایط ایمنی دانش‌آموزان در رده‌های سنی مختلف به تفکیک زیر است:

**الف) مقطع ابتدایی:** مناسب‌ترین معبر به منظور استفاده دانش‌آموزان در مقطع ابتدایی، کوچه‌ها و گذرها هستند و عملکرد آن‌ها برقراری ارتباط بین محله‌ها و مراکز تفریحی و گذران اوقات فراغت بوده و سرعت وسایل نقلیه در آن به حداقل می‌رسد. حداقل عرض این دسته معابر ۸-۶ متر است (شیعه، ۱۳۷۸: ۸۴).

**ب) مقطع راهنمایی:** در این سن شبکه دسترسی بالاتر محلی نیز می‌تواند مورد استفاده دانش‌آموزان در رفت‌وآمد به مدرسه قرار گیرد؛ اما تأکید می‌شود که این دسته از دانش‌آموزان نیز برای رسیدن به مدرسه نباید مجبور به استفاده از خیابان‌های اصلی باشند (قاضی‌زاده، ۱۳۷۲: ۴۹).

**ج) مقطع متوسطه:** دانش‌آموزان این مقطع به لحاظ قدرت جسمانی، تشخیص و تعقل، توانایی استفاده از شبکه شهری و شریان‌های درجه دو را دارند. به‌ویژه اینکه برخی از آن‌ها به علت بُعد مسافت مجبورند از وسایل حمل‌ونقل عمومی و خصوصی استفاده کنند (زمانی، ۱۳۹۰: ۵۶).

به‌طور کلی، اگر توزیع مناسب‌تری از کاربری‌های شهری وجود داشته باشد، بار ترافیکی نیز کم‌تر می‌شود. اگر کاربری‌های معینی از شهر مانند کاربری‌هایی که میل به تراکم دارند؛ از قبیل کاربری‌های تجاری، آموزشی، اداری - فرهنگی، تمرکزشان از حد معینی بالاتر رود، مسأله دسترسی پیش می‌آید. این تمرکز در کل شهر نیز مهم است، یعنی اگر شهر بیش از ظرفیت خودش و بیش از ظرفیت معابر و امکاناتی که دارد جمعیت و کاربری داشته باشد، باز هم مسأله ترافیک رخ می‌دهد (رهنما و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۴) بدین ترتیب ملاحظه می‌شود

۱- از جنبه ایمنی و سلامت دانش‌آموزان در رفت‌وآمد به مدرسه؛

۲- از نظر حفظ شادابی کودکان و عدم ایجاد خستگی در اثر پیاده‌روی طولانی؛

۳- از نظر کاهش مسائل شهری و بار ترافیک شهر.

در انتخاب مکان فضاهای آموزشی، بایستی به‌گونه‌ای عمل کرد که از یک‌سو این کاربری‌ها از شبکه دسترسی مناسب برخوردار شوند و از سوی دیگر، تحت تأثیر آثار نامطلوب شبکه‌ها قرار نگیرند؛ بنابراین هر واحد آموزشی به تناسب مقطع تحصیلی و شرایط سنی استفاده‌کنندگان، لازم است از یک شبکه ارتباطی خاص برخوردار باشد. در ادامه نوع شبکه دسترسی و نحوه ارتباط هر یک از مقاطع تحصیلی با آن، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

- **دسترسی پیاده:** طراحی شبکه ترافیکی در خروجی فضاهای آموزشی بایستی به‌گونه‌ای باشد که دانش‌آموزان در هنگام خروج از مدرسه مجبور به استفاده از دسترسی سواره نباشند. ایجاد مسیر پیاده با عرض مناسب یا یک فضای باز مقابل در خروجی مدارس، از حداقل اقداماتی است که در جهت حفظ و ایمنی و سلامت دانش‌آموزان می‌توان انجام داد (قاضی‌زاده، ۱۳۷۲: ۴۳).

- **دسترسی سواره:** توجه به این دسترسی از دو جنبه است: اول، ارتباط مکان آموزشی با شبکه ترافیک شهری و اینکه هر مدرسه برای انجام فعالیت آموزشی نیازمند به تجهیزات و ملزوماتی است که دستیابی به آن‌ها مستلزم داشتن دسترسی مناسب سواره است که از جمله آن‌ها می‌توان به اورژانس و آتش‌نشانی در مواقع خطر و دسترسی آن‌ها به محیط آموزشی اشاره کرد. دوم، عدم ارتباط دانش‌آموز با شبکه ترافیکی است. به‌طوری که ایمنی و سلامت دانش‌آموزان به‌خصوص در مقطع ابتدایی ایجاب می‌کند که از شبکه دسترسی پرتراffic استفاده نکند. نوع دسترسی سواره با توجه به

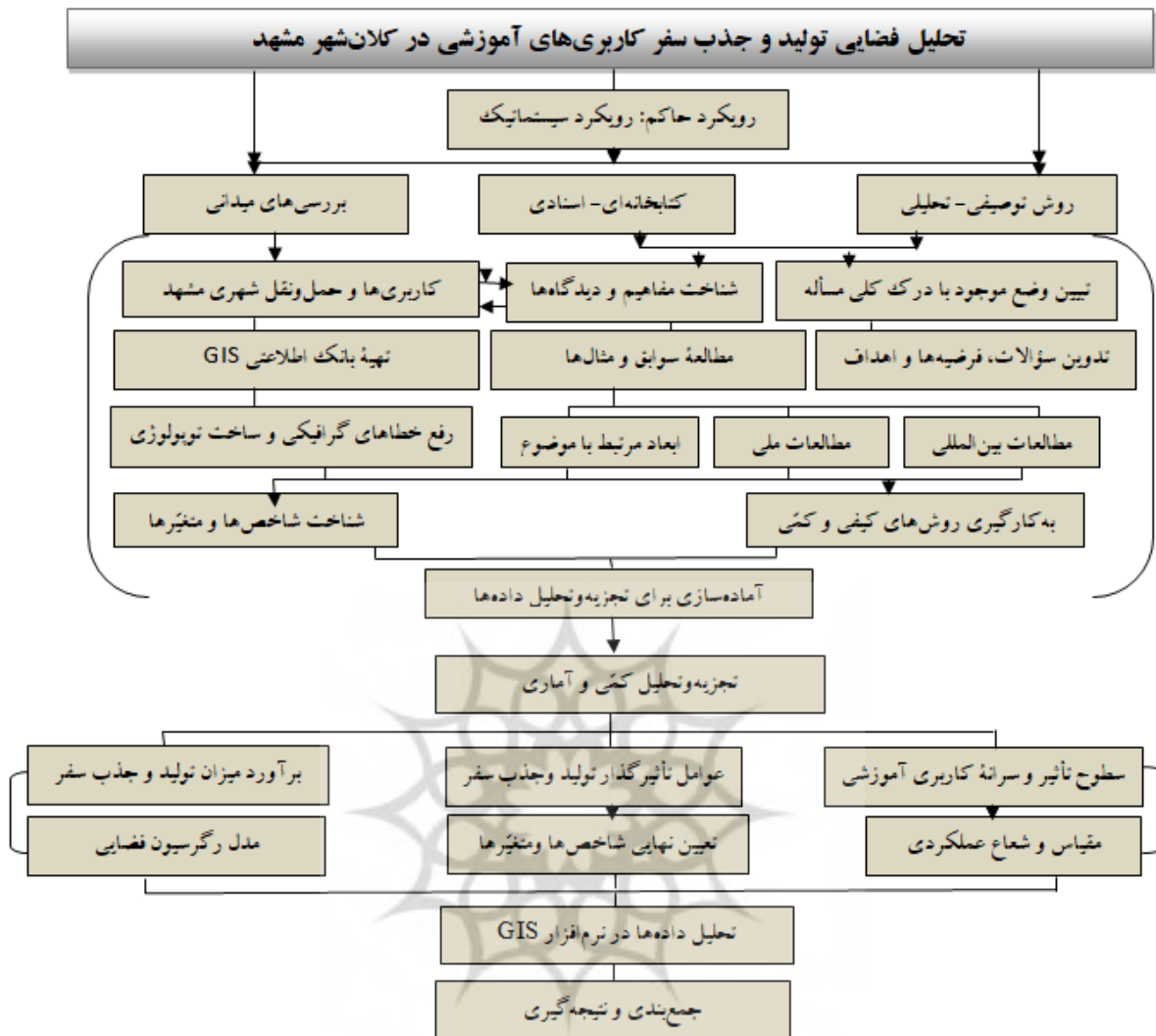
ضریب تبیین شده مکانی (Local R2) به منظور تحلیل میزان جذب و تولید سفرهای آموزشی مورد استفاده قرار گرفت. شکل ۲ مدل مفهومی تحلیل فضایی تولید و جذب سفر کاربری های آموزشی در شهر مشهد را نشان می دهد.

که مسأله دسترسی ها در شهر بدون در نظر گرفتن توزیع کاربری ها و نوع آن میسر نیست. به عبارت دیگر، برنامه ریزی کاربری زمین و برنامه ریزی حمل و نقل دو روی یک سکه اند و کارشناسان شهرسازی و ترافیک هیچ یک به تنهایی نمی توانند برای شهر تصمیم بگیرند، بلکه تعامل و همکاری بین این دو گروه است که نتیجه مطلوب را به دست می دهد. (همان: ۳۵).

### روش تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش توصیفی-تحلیلی و از نوع کاربردی است. همچنین از دو روش کتابخانه ای و میدانی برای گردآوری اطلاعات استفاده شده است؛ بدین صورت که ابتدا داده ها و اطلاعات موجود طرح های شهری و طرح های بهنگام سازی مطالعات جامع حمل و نقل شهر مشهد (۱۳۸۹)، جمع آوری و بررسی شد، سپس با ترکیب اطلاعات جمع آوری شده، از طریق مطالعه میدانی که شامل گردآوری اطلاعات از سازمان ها و اداره های شهر مشهد، سازمان های مسکن و شهرسازی، سازمان حمل و نقل و ترافیک مشهد و سرشماری کاربری های آموزشی (مهد کودک، دبستان راهنمایی، دبیرستان)، تعداد ۱۰۱۶ قطعه کاربری آموزشی به دست آمد. همچنین برای مدل سازی و تحلیل داده های عددی از تحلیل رگرسیون استفاده شده است. داده ها شامل مقادیرهایی برای متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل است. هدف از تحلیل رگرسیون، بیان متغیر وابسته به شکل تابعی از متغیرهای مستقل، ضرایب و مقادیر خطاست، تا از این طریق بتوان رفتار متغیر وابسته را در افق های زمانی آتی پیش بینی کرد. در این پژوهش از مدل رگرسیون فضایی به منظور تحلیل داده ها استفاده شده است. بعد از وارد کردن متغیرهای مستقل و وابسته به نرم افزار GIS ARC، خروجی نقشه پیش بینی شده (Predicted)، نقشه باقی مانده (Residual) و نقشه





شکل ۲. مدل مفهومی تحلیل فضایی تولید و جذب سفر کاربری های آموزشی در شهر مشهد (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

### محدوده مورد مطالعه

کلان شهر مشهد با جمعیت ۳ میلیون و ۳۷۲ هزار نفر بزرگ ترین کلان شهر مذهبی ایران محسوب می شود (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵: ۸۳). وجود حرم مطهر امام رضا (ع) باعث شده که سالانه بیش از ۲۵ میلیون نفر زائر به این شهر تردد کنند. رشد جمعیت، تقاضای زیاد سفر توسط زائران، رشد اقتصاد شهر و افزایش مالکیت خودروها و گسترش استفاده از آن ها باعث شده این شهر با ۵۸۷۶۳۱۳ سفرهای سواره ساکنان

مشهد در یک شبانه روز و نرخ سفر در کل شهر مشهد معادل ۲ کیلومتر (در یک شبانه روز) و طول متوسط سفرهای روزانه رفت و آمد در شهر ۲۵ کیلومتر باشد. (آمارنامه حمل و نقل شهر مشهد، ۱۳۹۴: ۵) در این میان، سواری شخصی با ۴۳،۵۹ درصد و اتوبوس واحد با ۲۵،۴۷ درصد از عمده ترین وسایل نقلیه سفرهای شهری مشهد می باشند. از تعداد کل سفرها، روزانه حدود ۲۸/۳۳ درصد از سفرها با هدف رسیدن به کار و ۱۹/۳۹ درصد سفرهای تحصیلی بوده است (جدول ۲).

جدول ۲. ویژگی های جمعیتی و اطلاعات سفرهای سواره شهر مشهد در سال ۱۳۹۴

## تحلیل فضایی تولید و جذب سرکاربری های آموزشی در کلان شهر مشهد

۱	مساحت مناطق شهرداری مشهد	۲۳۳,۳ کیلومتر مربع
۲	مساحت مناطق ترافیکی مشهد	۲۸۵,۷ کیلومتر مربع (۲۵۳ ناحیه)
۳	جمعیت ساکن شهر مشهد	۲۷۳۳۰۰۰
۴	تعداد دانش آموزان در محل سکونت	۴۶۶۰۱۲
۵	برآورد تعداد سفرهای سواره ساکنان مشهد در یک شبانه روز	۵۸۷۶۳۱۳
۶	برآورد تعداد سفرهای سواره ساکنان مشهد در یک ساعت اوج صبح	۶۴۳۱۳۸
۷	ضریب ساعات اوج سفرهای روزانه	۱۰,۹۴
۸	برآورد مقدار نرخ سفر در کل شهر مشهد در یک شبانه روز	۲

(منبع: آمارنامه حمل و نقل شهر مشهد، ۱۳۹۴)

جدول ۳. سهم و حجم وسایل نقلیه مختلف در سفرهای روزانه در سال ۱۳۹۴ به تفکیک هدف سفر در شهر مشهد

شرح	سواری	تاکسی	وانت	مینی بوس	اتوبوس واحد	اتوبوس غیر واحد	موتور سیکلت	دوچرخه	جمع	درصد
کار	۸۰۰۷۳۲	۲۱۹۷۴۴	۴۳۲۸۳	۳۸۲۸۹	۲۶۱۳۶۲	۳۱۶۳۰	۲۳۸۰۵۵	۳۱۳۶۰	۱۶۶۴۷۲۴	۲۸,۳۳
تحصیل	۴۸۴۱۹۷	۱۵۰۳۸۶	۱۱۳۹	۶۸۳۶	۴۳۲۹۲۹	۶۸۳۶	۱۴۸۱۱	۴۲۱۵۴	۱۱۳۹۲۸۷	۱۹,۳۹
خرید	۳۱۰۴۹۰	۱۴۵۷۴۰	۸۷۱۳	۳۹۶۰	۱۸۴۵۵۱	۱۵۸۴	۶۴۱۵۷	۷۲۸۷۰	۷۹۲۰۶۶	۱۳,۴۸
تفریح	۳۱۹۵۷۰	۱۹۰۳۱۵	۶۳۴۴	۳۱۷۲	۱۸۱۵۹۲	۲۳۷۹	۵۴۷۱۶	۳۴۸۹۱	۷۹۲۹۷۹	۱۳,۴۹
شخصی	۲۸۳۸۹۵	۱۰۸۸۷۵	۷۶۱۰	۴۰۹۷	۱۳۸۱۴۳	۱۷۵۶	۳۲۱۹۴	۸۷۸۰	۵۸۵۳۵۰	۹,۹۶
زیارت	۷۴۴۷۸	۳۵۰۶۶	۱۴۴۹	۱۱۵۹	۱۵۹۰۹۹	۱۴۴۹	۱۲۱۷۲	۴۹۲۷	۲۸۹۷۹۹	۴,۹۳
هیچ سرخانه	۲۸۸۳۰۳	۹۶۷۱۳	۱۴۶۹۱	۳۶۷۲	۱۳۸۹۴۹	۱۸۳۶	۵۰۸۰۵	۱۷۱۳۹	۶۱۲۱۰۸	۱۰,۴۲
جمع	۲۵۶۱۶۶۶	۹۴۶۸۳۸	۸۳۲۲۸	۶۱۱۸۶	۱۴۹۶۶۲۵	۴۷۴۷۰	۴۶۶۹۱۰	۲۱۲۳۹۰	۵۸۷۶۳۱۳	۱۰۰
درصد از کل	۴۳,۵۹	۱۶,۱۱	۱,۴۲	۱,۰۴	۲۵,۴۷	۰,۸۱	۷,۹۵	۳,۶۱	۱۰۰	

(منبع: آمارنامه حمل و نقل شهر مشهد، ۱۳۹۰)

### تحلیل یافته‌های تحقیق

#### توزیع کاربری های آموزشی در سطح نواحی و مناطق شهر مشهد

محدوده مورد مطالعه این پژوهش، کل شهر مشهد، شامل ۱۵ منطقه ترافیکی و ۲۵۳ ناحیه ترافیکی است. وسعت محدوده مناطق ترافیکی شهر مشهد معادل ۲۸۵۰۰ هکتار است (آمارنامه حمل و نقل و ترافیک شهر مشهد، ۱۳۹۴: ۹) که حدود ۷۱۵,۸ هکتار آن به فضاهای آموزشی (مهد کودک، دبستان، راهنمایی، دبیرستان، آموزش عالی) اختصاص دارد. براساس مطالعات انجام شده، به طور کلی در شهر مشهد با

احتساب مراکز آموزش عالی، تعداد ۱۰۷۲ قطعه کاربری آموزشی وجود دارد که از این تعداد حدود ۹۱ کاربری آموزشی مهد کودک، ۳۴۲ مرکز دبستان، ۲۸۰ مرکز راهنمایی، ۳۰۳ مرکز دبیرستان و تعداد ۵۶ مرکز آموزش عالی وجود دارد. جدول ۶ نشان می دهد که بیشترین مساحت کاربری آموزشی در نواحی ترافیکی منطقه ۸ با ۴۳۴ هکتار (۳۸ درصد) و منطقه ترافیکی ۱۲ با ۳۵۲ هکتار (۳۲ درصد) قرار گرفته است. همان طور که شکل ۲ نشان می دهد، نواحی ترافیکی ۱۶۰ (منطقه ۸) و نواحی ترافیکی ۱۳۵ (منطقه ۱۲) دارای بیشترین مساحت زمین با کاربری آموزشی در

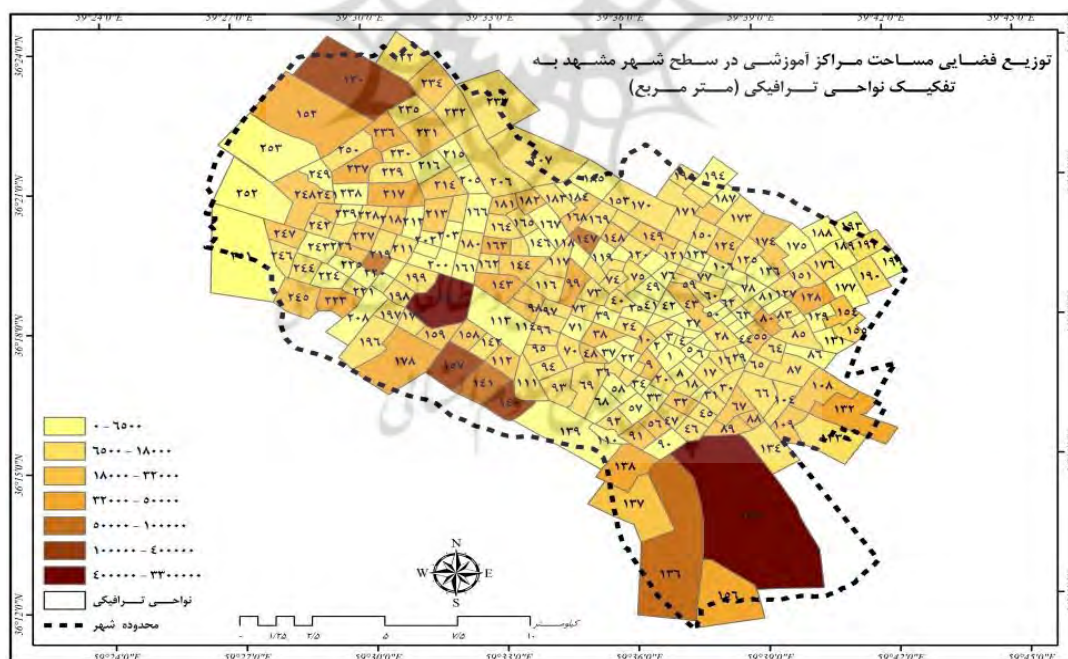
آموزشی در شهر مشهد، فقط مراکز آموزشی (مهد کودک، دبستان، راهنمایی و دبیرستان) مورد بررسی قرار گرفته و به مراکز آموزش عالی پرداخته نشده است.

سطح نواحی ترافیکی می‌باشند که با توجه به قرارگیری دانشگاه فردوسی مشهد در ناحیه ۱۶۰ و تعداد زیاد مدارس ابتدایی و راهنمایی در ناحیه ۱۳۵، این مسأله قابل توجه است. در این پژوهش به منظور بررسی دقیق تر و علمی تر تولید و جذب سفرهای

جدول ۴. مساحت کل کاربری‌های آموزشی در مناطق پانزده گانه ترافیکی شهر مشهد در سال ۱۳۹۴

منطقه	مساحت آموزشی (هکتار)	سرنانه آموزشی (مترمربع)	درصد	منطقه	مساحت آموزشی (هکتار)	سرنانه آموزشی (مترمربع)	درصد
منطقه ۱	۱۴/۶	۱/۲	۱	منطقه ۹	۳۲/۱	۱/۴	۴/۴
منطقه ۲	۲۳/۴	۱/۶	۳	منطقه ۱۰	۱۶/۳	۰/۶	۲
منطقه ۳	۲۸/۵	۱	۵	منطقه ۱۱	۱۵/۷	۱/۱	۱/۱
منطقه ۴	۱۷	۰/۹	۱/۳	منطقه ۱۲	۳۵۲	۳۹	۳۲
منطقه ۵	۲۲	۲	۱/۷	منطقه ۱۳	۳۴/۵	۱/۵	۴/۶
منطقه ۶	۱۶/۲	۱/۹۶	۱/۲	منطقه ۱۴	۶۰/۷	۵/۴	۶
منطقه ۷	۱۰	۰/۸	۱	منطقه ۱۵	۸/۱	۷/۵	۱
منطقه ۸	۴۳۴	۲۳	۳۸	جمع	۷۱۵/۸	--	۱۰۰

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)



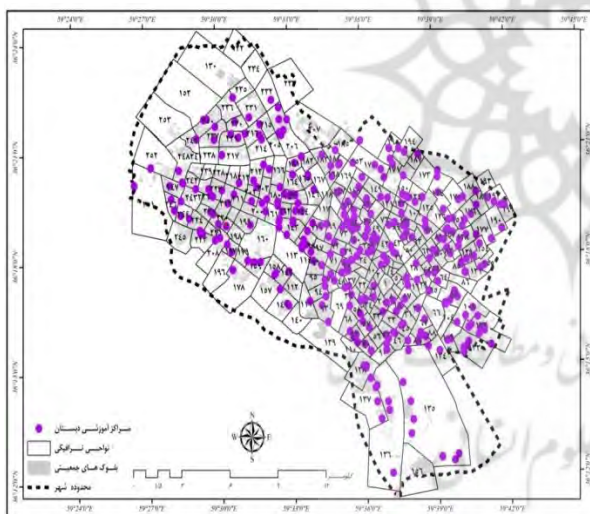
شکل ۲. توزیع فضایی مساحت مراکز آموزشی در سطح مشهد به تفکیک ناحیه ترافیکی

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

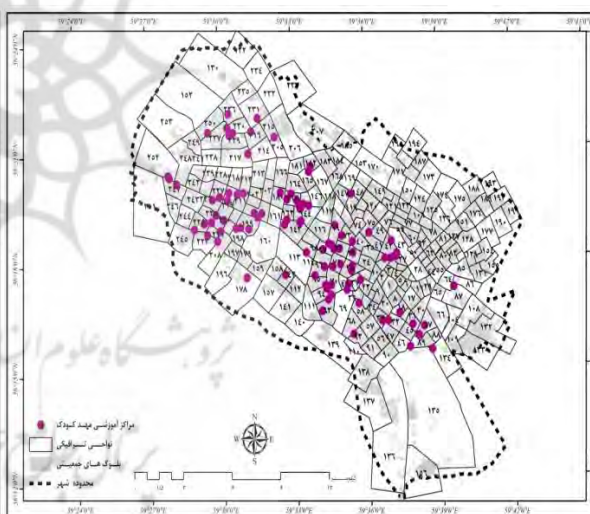
### مراکز آموزشی مهد کودک و دبستان

مساحت کاربری آموزشی مهد کودک در شهر مشهد ۶ هکتار است که تنها ۱ درصد از کل فضاهای آموزشی را به خود اختصاص داده است. شکل ۳ نشان می‌دهد که بیشترین توزیع مراکز آموزشی مهد کودک در منطقه ترافیکی ۳ با مساحت ۳۸۴۴ مترمربع است. بیشترین توزیع و استقرار مهد کودک به طور عمومی در نواحی مرکزی و نواحی شمال غربی شهر مشهد، به ویژه در ناحیه های ۲۰۰ و ۲۲۱ است. این در حالی است که تعداد ۱۷۰ ناحیه ترافیکی شهر (نواحی شرقی و شمال شرقی مشهد) فاقد مهد کودک هستند. با توجه به شرایط سنی بچه‌هایی که به مهد کودک می‌روند و لزوم رساندن و بازگرداندن آن‌ها توسط والدین، این شرایط موجب سفرهای اضافه به سایر ناحیه‌های شهر

می‌شود. مساحت کاربری آموزشی دبستان در شهر مشهد ۶۲ هکتار است که حدود ۹ درصد از کل کاربری‌های آموزشی را به خود اختصاص داده است. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که بیشترین توزیع مراکز آموزشی دبستان در منطقه ترافیکی ۱۴ با مساحت ۷۳۱۴۵ هکتار است. لازم به ذکر است که ناحیه‌های ۱۳۲، ۱۳۳ و ۱۵۴ به ترتیب در شرق و شمال شرقی شهر دارای بیشترین تعداد دبستان هستند؛ این در حالی است که ۶۲ ناحیه ترافیکی شهر مشهد فاقد کاربری آموزشی دبستان می‌باشند. شکل ۳ و ۴ توزیع فضایی مراکز آموزشی مهد کودک و دبستان به تفکیک ۲۵۳ ناحیه ترافیکی شهر مشهد را نشان می‌دهد.



شکل ۴. توزیع فضایی مراکز دبستان به تفکیک نواحی ترافیکی (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)



شکل ۳. توزیع فضایی مراکز مهد کودک به تفکیک نواحی ترافیکی (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

### مراکز آموزشی راهنمایی و دبیرستان

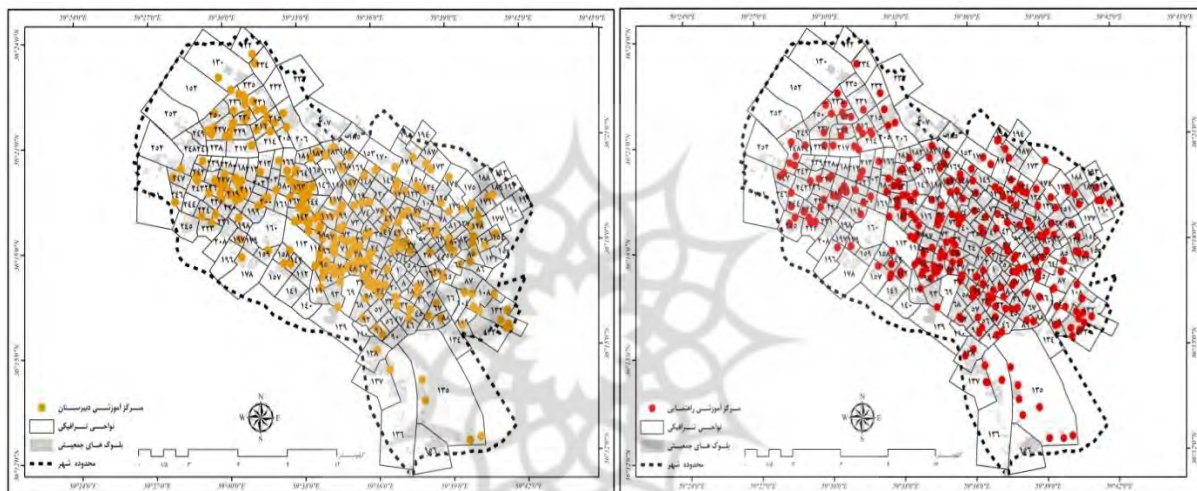
مساحت فضاهای آموزشی راهنمایی در شهر مشهد ۵۷ هکتار است که فقط ۸ درصد از کل فضاهای آموزشی را به خود اختصاص داده است. شکل ۵ نشان می‌دهد که بیشترین توزیع مراکز آموزشی راهنمایی در منطقه

ترافیکی ۳ با مساحت ۱۲۷۸۲ مترمربع است. توزیع و استقرار مراکز آموزشی در نواحی مرکزی شهر به ویژه نواحی ترافیکی ۷۰ و ۷۳ دارای بیشترین تعداد مراکز راهنمایی است. این در حالی است که تعداد ۸۱ ناحیه ترافیکی شهر مشهد که بیش تر در نواحی جنوبی شهر واقع شده‌اند، فاقد مراکز آموزشی راهنمایی می‌باشند و

به طوری که می‌توان گفت، دبیرستان‌ها بیش‌تر در محدوده‌های مرکزی شهر مستقر شده‌اند. این درحالی است که تعداد ۸۵ ناحیه ترافیکی شهر مشهد که بیش‌تر در نواحی جنوب و جنوب شرقی شهر واقع شده‌اند، فاقد مراکز آموزشی دبیرستان می‌باشند و این امر موجب سفرهای اضافه به سایر ناحیه‌های شهر می‌شود.

این امر موجب سفرهای اضافه به سایر ناحیه‌های شهر می‌شود.

مساحت کاربری آموزشی دبیرستان، ۲۰۷ هکتار و ۳۰ درصد از کل فضاهای آموزشی است. شکل ۶ نشان می‌دهد که بیش‌ترین مساحت مراکز آموزشی دبیرستان در منطقه ترافیکی ۱۴ با مساحت ۱۱۹۸۳۸۱ مترمربع متمرکز شده است. در این میان نواحی ترافیکی ۹۷ و ۱۶۳ در مرکز شهر مشهد دارای بیشترین تعداد مراکز آموزشی دبیرستان می‌باشند.



شکل ۵. توزیع فضایی مراکز آموزشی راهنمایی به تفکیک نواحی ترافیکی (منبع: نویسندهگان، ۱۳۹۶)

در یک سفر شهری، مبدأ محسوب می‌شوند. در زمینه سفرهای تحصیلی که توسط دانش‌آموزان و دانشجویان انجام می‌شود، تعداد آن‌ها نقش مؤثری دارد؛ به طوری که در سفرهای سواره تحصیلی با افزایش تعداد دانش‌آموز یا دانشجوی ساکن و سرانه خودرو در ناحیه افزایش می‌یابد. به همین سبب این متغیر نیز در ساخت مدل مورد استفاده قرار گرفته است. برای این منظور معروف‌ترین و پرکاربردترین مدل‌های پیش‌بینی نرخ تولید و جذب سفرهای آموزشی، مدل‌های رگرسیونی<sup>۱</sup> هستند (اسدی، ۱۳۹۰: ۱۷۸).

### ایجاد (تولید و جذب) سفرهای آموزشی

کاربری‌های شهری را می‌توان به دو دسته جذب‌کننده سفر و تولیدکننده سفر تقسیم‌بندی کرد. در این میان کاربری‌هایی وجود دارند که نقش چندانی در جذب و تولید سفر ندارند. البته بعضی از کاربری‌ها، هم به عنوان جاذب سفر و هم به عنوان تولیدکننده سفر نقش ایفا می‌کنند. کاربری‌های جاذب سفر شامل کاربری‌هایی هستند که عمدتاً باعث جذب و کشش جریان‌ها به سمت خود شده و در واقع مقصد یک سفر شهری محسوب می‌شوند. کاربری‌های تولیدکننده سفر شامل کاربری‌هایی هستند که عمدتاً باعث تولید سفر شده و

<sup>1</sup>.Regression Models

از این متغیرها در مدل های مشابه و تجربیات دیگران؛ ج- هم سنخ بودن متغیرهای انتخابی از نظر مقیاس و واحدهای برداشت آماری.

برای استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی (GWR) می بایست یک متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل داشته باشیم. در این پژوهش متغیر وابسته، شاخص تولید و جذب سفر آموزشی است و همچنین متغیرهای مستقل شامل شاخص های ذکر شده در جدول ۴ است. پس از ورود شاخص ها به معادله رگرسیون وزنی جغرافیایی، از بین ۱۳ شاخص وارد شده، ۱۱ شاخص باقی ماندند و بقیه شاخص ها از معادله حذف شدند. این در هر دو مورد تولید و جذب سفر آموزشی یکسان است. شاخص های باقی مانده برای تولید سفر آموزشی شامل تعداد محصل مهد کودک ساکن در ناحیه ترافیکی، تعداد محصل دبستان ساکن در ناحیه ترافیکی، تعداد محصل راهنمایی ساکن در ناحیه ترافیکی، تعداد محصل دبیرستان ساکن در ناحیه ترافیکی و مالکیت خودرو در هر ناحیه ترافیکی است.

مدل ها سعی می شود تا عدد ثابت (عرض از مبدأ) در برآورد خط رگرسیون ناچیز شود یا به عبارتی خط برازش شده از مبدأ عبور کند. گاهی نیز عدد ثابت بزرگی به دست می آید که باعث رد شدن معادله رگرسیون می شود. تحلیل رگرسیون روشی برای مدل سازی و تحلیل داده های عددی است. داده ها شامل مقدارهایی برای متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل هستند. (Chen, 2009: 89). در این پژوهش رگرسیون وزنی جغرافیایی (GWR) است که شکل محلی از رگرسیون خطی است و در مقایسه با رگرسیون کلاسیک مورد استفاده قرار گرفته است.

### بررسی تولید و جذب سفر با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی (GWR)

برآورد تولید و جذب سفرهای آموزشی به کمک متغیرهای مستقل و تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از ابزار (GWR) در محیط GIS 10.1 انجام گرفته است. متغیرهای مستقل و وابسته به شرح زیر مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرند (جدول 4). تعداد ۱۳ متغیر بنا به دلایل زیر انتخاب شده اند: ۱- در دسترس بودن اطلاعات تفصیلی با دقت مورد نظر؛ ۲- سابقه استفاده

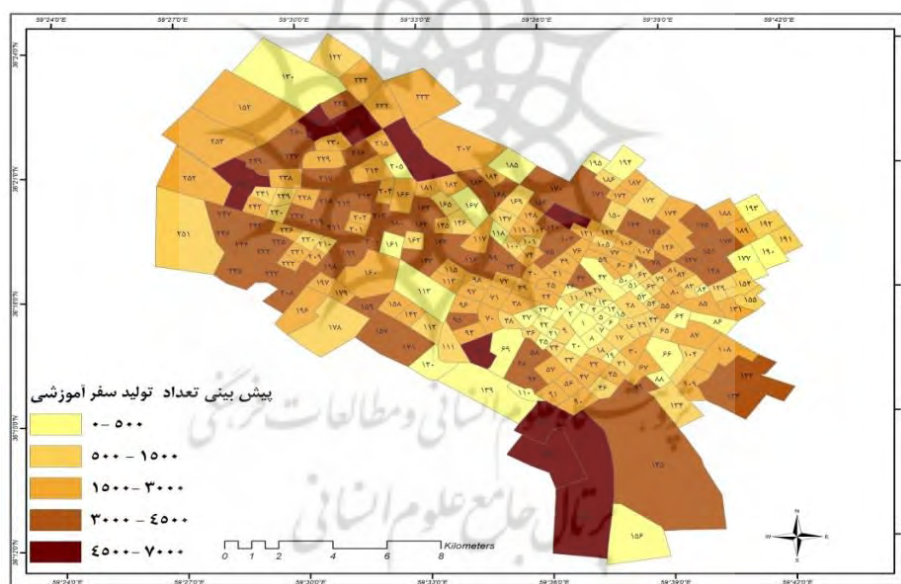
جدول ۴. متغیرهای مورد استفاده در برآورد تولید و جذب سفر آموزشی و آمار توصیفی آنها در شهر مشهد

انحراف	میانگین	بیشینه	کمینه	علامت اختصاری	تعریف متغیر
۱۲۸۳,۱۱	۱۸۵۱,۵۶	۷۰۳۸,۹۴	۰	PST	تولید سفر (متغیر وابسته)
۱۵۸۷,۲۶	۱۴۵۹,۶۲	۸۲۳۷,۷۱۸	۰	AST	جذب سفر (متغیر وابسته)
۵۴,۲	۲۱,۸۳	۴۲۵	۰	STi	تعداد محصل مهد کودک ساکن در ناحیه ترافیکی
۱۱۶۵	۸۳۰	۹۳۸۵	۰	SPi	تعداد محصل دبستان ساکن در ناحیه ترافیکی
۹۷۵,۴	۴۹۵	۱۲۹۹۹	۰	SGi	تعداد محصل راهنمایی ساکن در ناحیه ترافیکی
۶۹۱,۱	۵۴۴	۳۳۱۵	۰	SHi	تعداد محصل دبیرستان ساکن در ناحیه ترافیکی
۲,۳۲	۱,۰۳	۱۷	۰	SCi	تعداد کلاس های دوره مهد کودک در ناحیه ترافیکی
۴۶,۱۹	۳۲,۴	۲۹۰	۰	PCi	تعداد کلاس های دوره دبستان در ناحیه ترافیکی
۳۴,۴	۱۹,۹	۲۵۵	۰	GCi	تعداد کلاس های دوره راهنمایی در ناحیه ترافیکی
۳۰,۲۴	۲۳,۵۷	۱۵۵	۰	HCi	تعداد کلاس های دوره دبیرستان در ناحیه ترافیکی
۱۶۹۲,۳۶	۲۳۹۹,۹	۱۰۲۰۱	۰	CARi	مالکیت خودرو در ناحیه ترافیکی
۸۳۲۶,۴۱	۱۰۷۴۲	۴۶۷۳۹	۰	Pi	جمعیت ناحیه ترافیکی
۲۹۰۷۳۷,۷۲	۴۲۹۵۵	۳۲۹۰۷۳۹	۰	ADi	مساحت فضای آموزشی در ناحیه ترافیکی

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

بر آورد تولید سفرهای آموزشی و شاخص‌های مورد بررسی با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی (براساس محاسبه پیش‌بینی شده) مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد، بیش‌ترین پیش‌بینی تولید سفرهای آموزشی در ناحیه ۲۳۱ با ۶۷۱۸ سفر و بعد از آن ناحیه ۲۳۶ با ۶۴۵۷ سفر بوده است و کمترین تولید سفرهای آموزشی در ناحیه ۱۳۰ و ۱۶۷ است که هیچ‌گونه تولید سفر آموزشی در آن اتفاق نیفتاده است. شکل ۷ به بررسی نقشه پیش‌بینی‌شده در رابطه با تولید سفرهای آموزشی می‌پردازد. توجه به نقشه‌ها نشان می‌دهد، در ناحیه‌هایی که پررنگ‌تر از دیگر نواحی هستند، میزان پیش‌بینی تولید سفر آموزشی در آن‌ها بالاست.

شاخص‌های باقی‌مانده برای جذب سفر آموزشی شامل تعداد کلاس‌های دوره مهدکودک در ناحیه ترافیکی، تعداد کلاس‌های دوره دبستان در ناحیه ترافیکی، تعداد کلاس‌های دوره راهنمایی در ناحیه ترافیکی، تعداد کلاس‌های دوره دبیرستان در ناحیه ترافیکی و مالکیت خودرو در هر ناحیه ترافیکی است. شاخص‌های باقی‌مانده نشان از تأثیر بیش‌تر این شاخص‌ها در هر دو مورد تولید و جذب سفر آموزشی دارد. در ادامه به تحلیل نقشه‌های حاصل از کاربرد رگرسیون وزنی جغرافیایی (GWR) در بررسی تولید و جذب سفرهای آموزشی در مقایسه با رگرسیون کلاسیک پرداخته شده است.



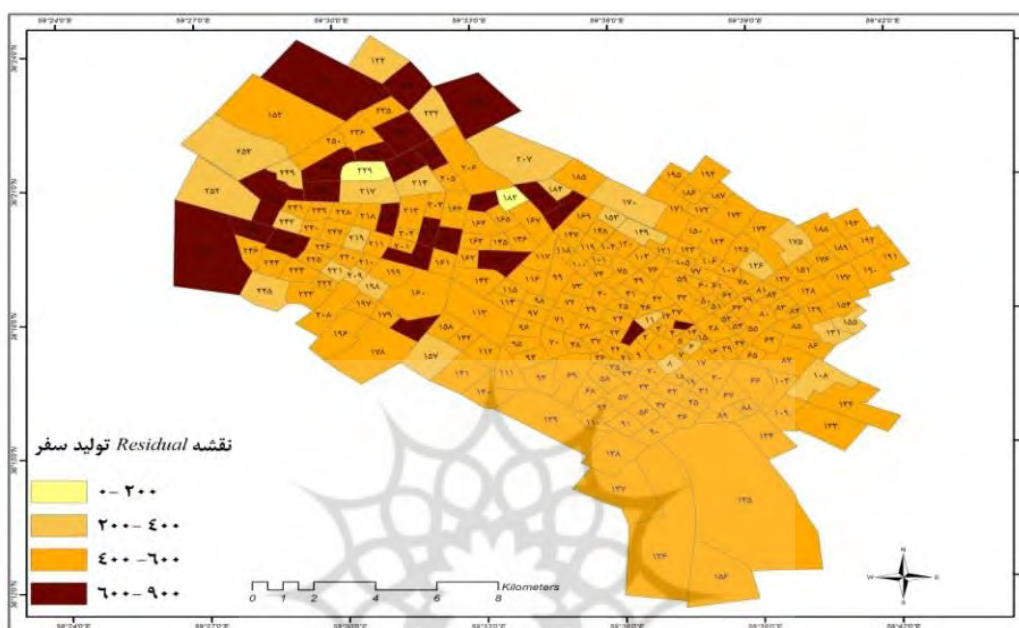
شکل ۷. محاسبه پیش‌بینی رگرسیون وزنی جغرافیایی حاصل از تولید سفر آموزشی در شهر مشهد (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

باقی‌مانده، میزان معنی‌داری طبقه‌بندی فضایی را بیان می‌کند. طبقه‌بندی فضایی معنی‌دار به‌طور آماری از منبع باقی‌مانده (Residual)، گواه بر این است که مدل شما کلید بیان‌کننده متغیرهای گمشده است. از ابزار خودهمبستگی فضایی می‌توان در تعیین اینکه آیا

بر آورد تولید سفرهای آموزشی و شاخص‌های مورد بررسی با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی (براساس محاسبه باقی‌مانده) نقشه منبع باقی‌مانده بیان می‌کند که مدل در دست پیش‌بینی به‌طور آماری طبقه‌بندی شده است. محاسبه

باقیمانده را دارا بوده است و ناحیه ۲۲۹ با ۲۱۵۳ کمترین باقی مانده را داشته است. توجه به نقشه‌ها نشان می‌دهد، در ناحیه‌هایی که پررنگ‌تر از دیگر نواحی هستند، میزان منبع باقی مانده بالاست (شکل ۸).

طبقه‌بندی فضایی از مدل رگرسیون باقی مانده به‌طور آماری معنی‌دار است یا نه، استفاده می‌شود. نقشه باقی مانده تولید سفر آموزشی شهر مشهد نشان می‌دهد که ناحیه ۲۳۰ با ۸۷۲ سفر بیش‌ترین



شکل ۱۱. باقی مانده رگرسیون جغرافیایی حاصل از تولید سفر آموزشی در شهر مشهد (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

جدول ۵. برآورد نیکویی برازش تعدیل شده و مجموع مربعات باقی مانده از مقایسه دو رگرسیون (مدل تولید سفر آموزشی)

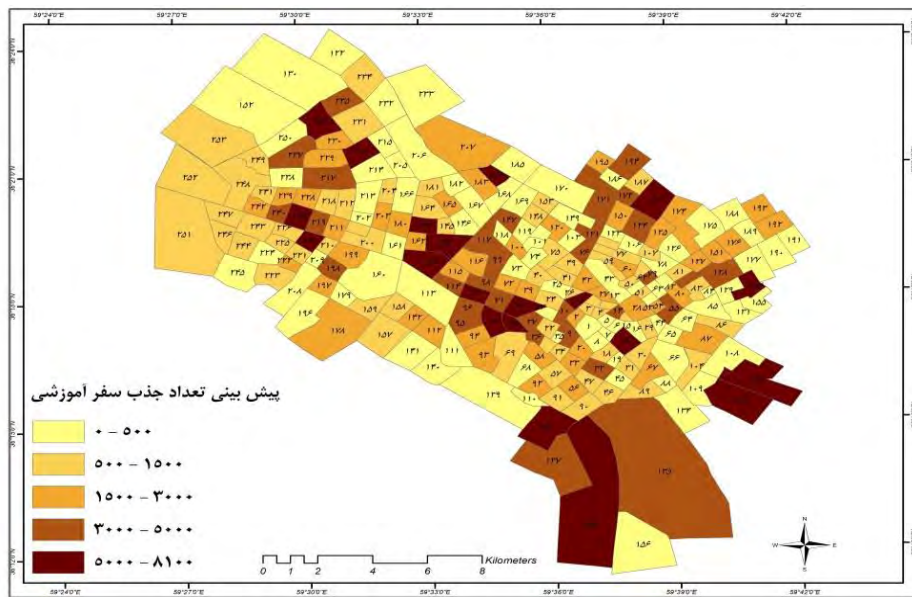
رگرسیون	پارامترها	روش
۲۵,۶۵۶,۰۲۳	مجموع مربعات باقی مانده	رگرسیون کلاسیک
۰,۸۵۷	نکویی برازش	
۰,۸۳۶	نکویی برازش تعدیل شده	
۱۸,۷۰۴,۰۵۷	مجموع مربعات باقی مانده	رگرسیون وزنی جغرافیایی
۰,۹۶۲	نکویی برازش	
۰,۹۵۱	نکویی برازش تعدیل شده	

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

سفر و بعد از آن ناحیه ۱۳۲ با ۷۲۵۵ سفر بوده است و کمترین آن مربوط به نواحی ترافیکی ۱۴۹، ۱۵۶ و ۱۹۰ است که در آن هیچ گونه تولید سفر آموزشی اتفاق نیفتاده است (شکل ۱۲).

برآورد جذب سفرهای آموزشی و شاخص‌های مورد بررسی با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی (براساس محاسبه Predicted) تحلیل‌های انجام شده نشان می‌دهد، بیش‌ترین پیش‌بینی جذب سفر آموزشی در ناحیه ۱۸۴ با ۸۰۶۸



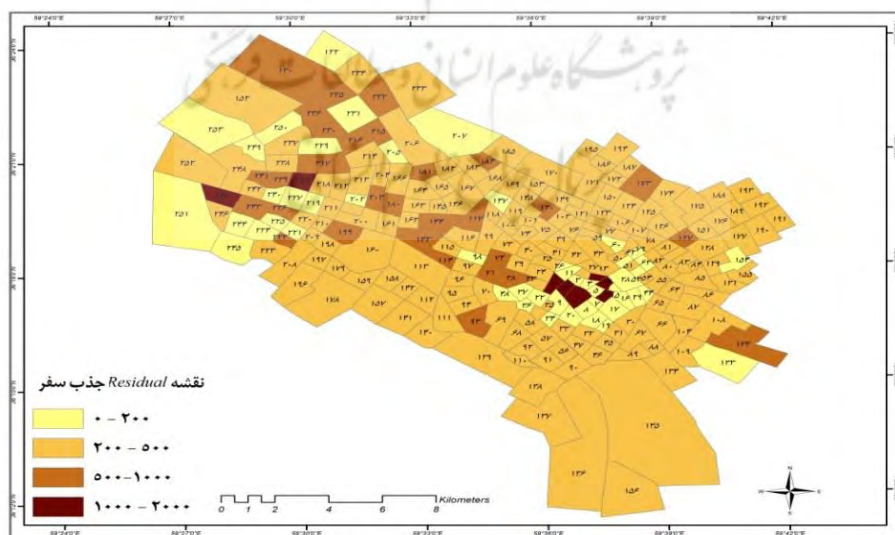


شکل ۱۲. نقشه پیش‌بینی‌شده رگرسیون وزنی جغرافیایی حاصل از جذب سفر آموزشی در شهر مشهد (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

به ترتیب بیش‌ترین باقی‌مانده را داشته و کم‌ترین آن مربوط به ناحیه ۲۲۹ بوده است. در ناحیه‌هایی که پررنگ‌تر از دیگر نواحی هستند، میزان باقی‌مانده بالاست.

برآورد جذب سفرهای آموزشی و شاخص‌های مورد بررسی با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی (براساس محاسبه باقی‌مانده)

نقشه باقی‌مانده جذب سفر آموزشی نشان می‌دهد که ناحیه ۲۴۷ با ۱۹۴۳ سفر و ناحیه ۶ با ۱۶۹۳ سفر،



شکل ۱۳. باقی‌مانده رگرسیون وزنی جغرافیایی حاصل از جذب سفر آموزشی در شهر مشهد (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

جدول ۵. برآورد نیکویی برازش تعدیل شده و مجموع مربعات باقی مانده از مقایسه دو رگرسیون (مدل جذب سفر)

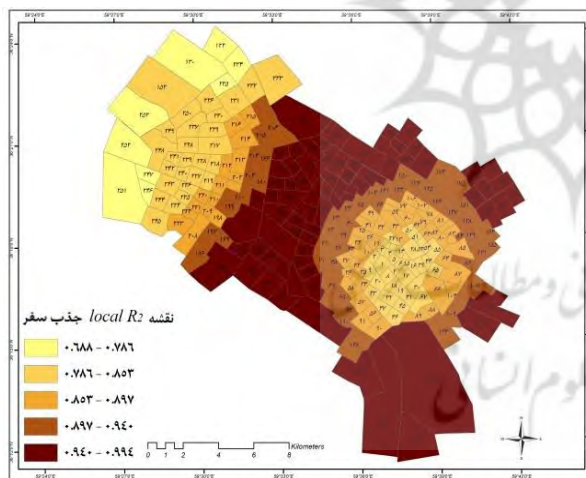
روش	پارامترها	رگرسیون
رگرسیون کلاسیک	مجموع مربعات باقی مانده	۳۱,۸۷۸,۴۵۹
	نیکویی برازش	۰,۸۷۳
	نیکویی برازش تعدیل شده	۰,۸۵۱
رگرسیون وزنی جغرافیایی	مجموع مربعات باقی مانده	۲۷,۰۳۷,۱۵۹
	نیکویی برازش	۰,۹۴۵
	نیکویی برازش تعدیل شده	۰,۹۳۸

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

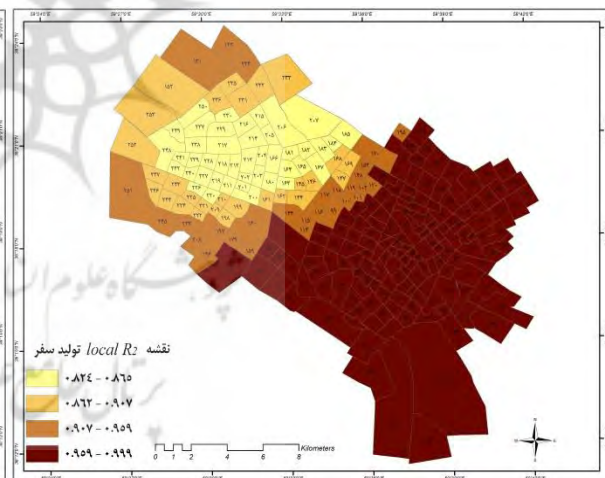
در رگرسیون وزنی جغرافیایی، شکل محلی و فضایی پیدا می کند. شکل ۱۴ و ۱۵ به بررسی ضریب تبیین شده مکانی در رابطه با تولید و جذب سفرهای آموزشی می پردازد. نقشه ها نشان می دهد، در ناحیه هایی که پرنگ تر از دیگر نواحی هستند، میزان ضریب تبیین شده مکانی ( $R^2$  Local) بالاست که این نشان از دقت بالای رگرسیون در این نواحی است.

برآورد همبستگی بین تولید و جذب سفرهای آموزشی و شاخص های مورد بررسی با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی (براساس محاسبه ضریب تبیین شده مکانی)

ضریب تبیین شده مکانی ( $R^2$  Local) همان ضریب تعیین در رگرسیون چند متغیره است؛ با این تفاوت که



شکل ۱۵. ضریب تبیین شده مکانی در رابطه با جذب سفر (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)



شکل ۱۴. ضریب تبیین شده مکانی در رابطه با تولید سفر (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۶)

همچنین این ضریب درباره جذب سفرهای آموزشی در کل شهر مشهد بین ۰,۶۸۸ (کمترین مربوط به ناحیه ترافیکی ۱۲۲) تا ۰,۹۹۶ (بیشترین مربوط به ناحیه ترافیکی ۱۵۶) است. میانگین به دست آمده از ضریب تبیین شده مکانی جذب سفر ۰,۹۳۸ است.

میزان ضریب تبیین شده مکانی درباره تولید سفرهای آموزشی در کل شهر مشهد بین ۰,۸۲۴ (کمترین مربوط به ناحیه ترافیکی ۲۱۲) تا ۰,۹۹۹ (بیشترین مربوط به ناحیه ترافیکی ۱۳۸) است. میانگین به دست آمده از ضریب تعیین تولید سفر ۰,۹۵۱ است.

## نتیجه‌گیری

همان‌گونه که اشاره شد، حمل و نقل و ترافیک یکی از موضوعات و مسائل اساسی در کلان‌شهرهای امروز است که تحت‌تأثیر عوامل بسیاری از جمله کاربری زمین است. کاربری زمین با توجه به ویژگی‌های خاص خود ممکن است ارتباطی خاص یا همبستگی‌های مثبت یا منفی با حمل و نقل و شیوه‌های مختلف سفر داشته باشد و این بستگی به ویژگی‌های عوامل کاربری و نظام اثرگذاری یا اثرپذیری آن با حمل و نقل دارد. با توجه به اهمیت برنامه‌ریزی کاربری اراضی و در کنار آن حمل و نقل، در جهت تأمین نیازمندی‌های فعالیت‌های کاربری اراضی، اطلاع از میزان تقاضای حمل و نقل با توجه به کاربری‌ها، از اساسی‌ترین موارد در برنامه‌ریزی شهری است؛ چراکه بدون آگاهی از این عوامل برنامه‌ریزی درست امکان‌پذیر نیست. مطالعات انجام‌شده در زمینه تولید و جذب سفرهای آموزشی نشان می‌دهد، رگرسیون کلاسیک به دلیل ماهیت کل‌نگر، در آنالیز رابطه خطی میان متغیرهای مستقل و وابسته از دقت کافی برخوردار نیست و رگرسیون فضایی به‌عنوان جایگزینی موفق‌تر عمل می‌کند. همان‌طور که اشاره شد، نیکویی برازش تعدیل‌شده در روش رگرسیون وزن‌دار فضایی در مدل تولید و جذب افزایش یافته و مجموع مربعات باقی‌مانده نیز در مقایسه با رگرسیون کلاسیک کاهش یافته است که نشان‌دهنده کاهش خطا و افزایش دقت بیشتر در رویکرد رگرسیون وزن‌دار فضایی است. درنهایت محاسبات انجام‌شده نشان می‌دهد که فضاهای آموزشی شهر مشهد از توزیع متناسب و مطلوبی برخوردار نیستند و بیش‌تر نواحی ترافیکی فاقد کاربری آموزشی است؛ به‌طوری که ۱۷۰ ناحیه فاقد مهد کودک، ۶۲ ناحیه فاقد دبستان، ۸۱ ناحیه فاقد راهنمایی، ۸۵ ناحیه فاقد دبیرستان است. همچنین میزان تولید و جذب سفر با هدف تحصیلی در نواحی ترافیکی شهر

مشهد متناسب نبوده و به صورت ناعادلانه توزیع شده است. به‌طوری که مناطق ترافیکی ۱۴ با ۱۰۱۳۴۲ سفر و مناطق ترافیکی ۹ با ۱۰۱۲۵۷ سفر بیش‌ترین تولید سفر تحصیلی در مناطق ترافیکی شهر مشهد را داشته‌اند؛ درحالی که ناحیه‌های ترافیکی ۱۱۳، ۱۳۹، ۱۶۷ فاقد تولید سفر آموزشی در شهر مشهد می‌باشند. همچنین در زمینه جذب سفر، مناطق ترافیکی ۱۴ با ۶۴۹۱۲ سفر و مناطق ترافیکی ۸ با ۶۰۳۱۲ سفر بیش‌ترین مناطق جذب سفر در شهر مشهد را به خود اختصاص داده است؛ درحالی که از تعداد ۲۵۳ ناحیه ترافیکی، ۳۵ ناحیه هیچ‌گونه سفر آموزشی را جذب نمی‌کنند. در مقایسه با نتایج به‌دست‌آمده، پژوهشی با موضوع «تعیین میزان تولید و جذب سفر کاربری‌های مختلف شهر مشهد» انجام شده است که کاربری آموزشی در چهار مقطع دبستان، راهنمایی، دبیرستان و دانشگاه با حجم نمونه تعداد ۱۱۰ مرکز آموزشی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد، به‌ازای هر ۱۰۰ دانش‌آموز دبستان، راهنمایی، دبیرستان و دانشگاه، به‌ترتیب تعداد ۴۵، ۴۱، ۱۹ و ۲۷ سفر تولید شده است؛ به‌طوری که تعداد نواحی شهری فاقد فضای آموزشی است و دانش‌آموزان به‌منظور دسترسی به مراکز آموزشی، فاصله زیادی را طی می‌کنند که خود منجر به تولید سفرهای اضافی شهری می‌شود (عباسی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۱) که نتایج مشابهی با پژوهش حاضر دارد؛ بنابراین لازم است کارشناسان حمل و نقل و برنامه‌ریزی شهری از طریق توزیع مطلوب و متناسب کاربری‌های آموزشی، به کاهش تقاضای سفر و کاهش حجم ترافیک در سطح کلان‌شهر مشهد بپردازند.

## منابع

- برنامه‌ریزی و آمایش فضا، تهران، دوره ۱۴، شماره ۳، صص ۷۳-۹۵.
- رهنما، محمد رحیم؛ مافی، عزت‌الله؛ آفتاب، احمد. (۱۳۹۱). کنترل تقاضای سفر از طریق جانمایی صحیح عناصر شهری (مطالعه موردی: کاربری‌های ورزشی کلان شهر مشهد). چهارمین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد.
- زمانی، مینا. (۱۳۹۰). آسیب‌شناسی نظام توزیع و الگوی مکان‌یابی بهینه کاربری‌های شهری (مطالعه موردی: کاربری‌های آموزشی متوسطه شهر زنجان)، دانشگاه پیام نور، تهران.
- شهرداری مشهد. (۱۳۸۹). بهنگام‌سازی مطالعات جامع حمل‌ونقل شهر مشهد، ساخت، پرداخت و اعتبارسنجی مدل‌های تولید و جذب سفر، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک، مشهد.
- شیشه، اسماعیل. (۱۳۷۸). مقدمه‌ای بر مبانی برنامه‌ریزی شهری، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.
- صفازاده، محمود. (۱۳۹۰). مهندسی ترابری و ترافیک، جلد دوم، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- عباسی، مطهره؛ امامی مبینی، سید مهدی؛ رضایی، میثم. (۱۳۹۱). تعیین میزان تولید و جذب سفر کاربری‌های مختلف شهر مشهد، دوازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک، شهرداری تهران، تهران.
- فتوحی، حمید. (۱۳۸۱). توسعه پایدار حمل‌ونقل، سازمان شهرداری‌های کشور، ماهنامه شهرداری‌ها، تهران، شماره ۳۶، صص ۳۱-۳۴.
- قاضی‌زاده، بهرام. (۱۳۷۲). اصول و معیارهای طراحی فضاهای آموزشی و پرورشی، انتشارات سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس، تهران.
- قیصری، فرهاد. (۱۳۸۱). نظری به مفاهیم کاربری زمین و فضا، مجله جستارهای شهرسازی، تهران، شماره ۲، صص ۲۴-۲۱.
- کلسوانی، علی. (۱۳۸۹). کاربری اراضی و مدیریت ترافیک و حمل‌ونقل درون شهری با مطالعه موردی مشکلات ترافیکی شهر ساحلی نور، بانک مقالات دانشجویان ایران، تهران.
- ابوبال‌پور، علی. (۱۳۸۵). کاهش هزینه‌های اقتصادی حمل‌ونقل با استفاده از مکان‌یابی کاربری زمین، هفتمین کنفرانس بین‌المللی حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران.
- احدزاد، روشتی، محسن؛ جوادزاده اقدم، محمدهادی. (۱۳۹۱). تحلیل الگوی پراکنش فضایی مراکز آموزشی و ساماندهی مناسب کالبدی با استفاده از GIS، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال ۳، شماره ۸، صص ۱-۱۸.
- اسدی، امیر. (۱۳۹۰). تحلیل توزیع فضایی قیمت مسکن در شهر مشهد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما دکتر محمد رحیم رهنما، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی، مشهد.
- اسدی، مهدیه؛ رهنما، محمد رحیم؛ لگزبان، محمد. (۱۳۹۱). بررسی رابطه متقابل مدیریت کاربری زمین و وضعیت حمل‌ونقل و ترافیک شهری (مطالعه موردی: مجتمع تجاری الماس شرق مشهد)، مجله مدیریت شهری، تهران، شماره ۳۰، صص ۱۴۴-۱۳۱.
- آمارنامه سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهر مشهد. (۱۳۹۴). سازمان حمل‌ونقل و ترافیک مشهد، شهرداری مشهد، مشهد.
- به‌سرشت، علی؛ دهبان، محجوبه؛ سید ابریشمی، سیداحسان. (۱۳۹۰). استفاده از مدل هم‌ارزی در برآورد جذب سفر کاربری‌های شهری (نمونه مطالعاتی: منطقه ۶ شهر تهران)، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی حمل‌ونقل و ترافیک، شهرداری تهران، تهران.
- پرنیان، بهمن. (۱۳۷۸). جایگاه مطالعات حمل‌ونقل در فرایند برنامه‌ریزی شهری، معاونت هماهنگی امور عمرانی مراکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهری، چاپ اول، تهران.
- تشت‌زر، منوچهر. (۱۳۸۲). تسریع حرکت تسهیل دسترسی، لزوم تلفیق برنامه‌های حمل‌ونقل و کاربری زمین، ماهنامه شهرداری‌ها، سازمان شهرداری‌های کشور، تهران، شماره ۵۵.
- تقوایی، مسعود. رخشانی نسب، حمیدرضا. (۱۳۸۹). تحلیل و ارزیابی مکان‌گزینی فضاهای آموزشی شهر اصفهان، مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، تهران، شماره ۱۴، صص ۷۴-۹۵.
- رخشانی‌نسب، حمیدرضا. (۱۳۸۹). تحلیل و ارزیابی مکان‌گزینی فضاهای آموزشی شهر اصفهان، مجله مدرس علوم انسانی-

Aditjandra, P; Cao, X; Mully, C, (2012), Understanding neighborhood design impact on travel behaviour: An application of structural equations model to a British metropolitan data, Transportation Research Part A, Vol. 46, p-22-23.

Chen, Y., (2009), A new model of urban population density indicating latent fractal structure, International Journal of Urban Sustainable Development, Vol. 1, pp. 89-110.

Strafford Regional Planning Commission. (2003), How to Link Land Use and Transportation Planning. Funded by the NH Office of State Planning and the NH Department of Transportation. P-104.

مرکز آمار ایران. (۱۳۹۵). سرشماری عمومی نفوس و مسکن، تهران.

وگنر، میشل. (۱۳۸۱). حمل و نقل و توسعه شهر، تأثیرات متقابل توسعه و دسترسی، ترجمه حمید فتوحی، سازمان شهرداری‌های کشور، ماهنامه شهرداری‌ها، تهران، شماره ۴، صص ۴۸-۴۶.





پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی