سنجش از دور

GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران
Iranian Remote Sensing & GIS

سال اول، شماره دوم، تابستان ۱۳۸۸
Vol.1, No.2, Summer 2009

۴۵-۶۲

برآورد ریزشبیه‌ساز دسترسی به خدمات شهری: روشی مبتنی بر سامانه اطلاعات مکانی و تلفیق حمل‌ونقل و کاربری

سیدمجدالدین مصاحب[۱]، محمد طالعی*[۲]، حمید عبادی[۳]، علی سلطانی[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲. استادیار گروه سامانه‌های اطلاعات مکانی (GIS)، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۳. دانشیار گروه فتوگرامتری و سنجش از دور، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۴. استادیار گروه شهرسازی، دانشکده هنر و شهرسازی دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۶/۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۱۱/۳

چکیده

در بیشتر مدل‌های برنامه‌ریزی شهری، ابعاد مکانی ارزیابی بر مبنای سامانهٔ زون‌بندی و فرض توزیع یکسان مشخصات مورد ارزیابی در پهنه هر زون است. در این مدل‌ها تعامل میان زون‌های مختلف از طریق اتصال مراکز زون‌ها و ارزیابی موقعیت مراکز نسبت به یکدیگر صورت می‌گیرد. محدودیت‌های مدل‌های مکانی در قالب سامانه‌های زون مبنا، به طور جدی توانایی آنها برای پاسخگویی به مباحث جاری برنامه‌ریزی را محدود می‌سازد و بنابراین به مدل‌هایی مبتنی بر المان‌های مکانی ریزدانه و ناپیوسته نیاز است. در این تحقیق، یک مدل ریزشبیه‌ساز به‌منظور محاسبه میزان دسترسی به خدمات شهری، با تمرکز بر تلفیق زیرسامانه‌های کاربری زمین و حمل‌ونقل، ارائه شده است. در این زمینه معیارهای مناسب، شامل تأثیرات نوع کاربری زمین و شاخصه‌های حمل‌ونقل، مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن در قالب برآورد پارامتر دسترسی، که مهم‌ترین بخش در سامانهٔ تلفیقی کاربری زمین ـ حمل‌ونقل به‌شمار می‌آید، نمایش داده شده است. از سوی دیگر، برای در نظر گرفتن مشخصات و نیز وظایف و کارکرد خاص هر کاربری در تکوین و توسعه مدل، کاربری‌ها به دو دسته کاربری‌های تک‌خدماتی و چندخدماتی دسته‌بندی گردیده و برای هر یک، مدل برآورد دسترسی جداگانه‌ای ارائه شده است. بدیهی است هر چه واحد مکانی مورد ارزیابی کوچک‌تر باشد، مدل برآورد دسترسی جزئیات بیشتری را در بر خواهد گرفت و نتایج دقیق‌تر خواهد بود. بدین‌منظور، پلاک ساختمانی به عنوان کوچک‌ترین واحد ارزیابی میزان دسترسی به خدمات شهری در نظر گرفته شد و مدل ریزدانهٔ پیشنهادی در محیط GIS و برای قسمتی از شهر شیراز به اجرا درآمد و مورد آزمون قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که این مدل به خوبی توانسته است واقعیات شهودی را در بر گیرد و تلفیقی از تعریف نظری یا تئوریک و قابل تفسیر به‌وسیله تحلیل‌گران شهری و واقعیات فیزیکی دنیای بیرون را برای شاخص دسترسی، به دست دهد. بررسی نتایج مدل به برنامه‌ریزان شهری این امکان را می‌دهد تا کمبودهای موجود، چه در شبکه‌های حمل‌ونقل و چه در سامانهٔ کاربری زمین، مشخص گردد و تصمیم‌های لازم برای رفع این کمبودها، و همچنین مدیریت هر چه بهتر شهری، گرفته شود.

کلیدواژه‌ها: دسترسی، مدل‌های ریزشبیه‌ساز، کاربری زمین، حمل‌ونقل، سامانه اطلاعات مکانی.

* نویسنده مکاتبه‌کننده: تهران، خیابان ولیعصر، بالاتر از میرداماد، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
تلفن: ۸۸۷۸۶۲۱۲-۰۹۱۲۳۳۴۲۶۹۳

Email: taleai@kntu.ac.ir

۱- مقدمه

دسترسی، از عناصر اصلی در برنامه‌ریزی مبتنی بر کاربری زمین و حمل‌ونقل، و همچنین نمودی از امکانات و راحتی حرکت انسان و کالا و اطلاعات به‌شمار می‌آید. یافتن مفهومی از میزان دسترسی که بتواند هم مفاهیم نظری و هم مفاهیم عملی آن را توصیف کند، اغلب مشکل و پیچیده است. لذا برنامه‌ریزی زیربنایی حمل‌ونقل و کاربری زمین اغلب با استفاده از برآوردهایی از میزان دسترسی که به سادگی امکان محاسبه و تفسیر آن برای محققان وجود دارد ـ همانند هزینه[1]، فاصله، سرعت سفر، تراکم و نظایر اینها ـ ارزیابی می‌شوند (Geurs and Wee, 2004). در طی این تحقیق، یک مدل کاربردی مبتنی بر کاربرد سامانه اطلاعات مکانی[2] (GIS) برای برآورد پارامتر قابلیت دسترسی در سطح ریزدانه (برای هر پلاک ساختمانی) ارائه شده و نتایج تست مدل در یک منطقه مطالعه موردی در شهر شیراز، مورد بررسی قرار گرفته است. این مدل مؤلفه‌های کاربری زمین و حمل‌ونقل را توأمان در نظر می‌گیرد و تغییرات این دو را در تعیین میزان دسترسی، ارزیابی می‌کند.

پس از مقدمه، در بخش دوم مقاله، به بیان سوابق تحقیق و اجزا و معیارهای مورد استفاده برای برآورد قابلیت دسترسی به خدمات شهری، پرداخته شده است. در بخش سوم، مدل پیشنهادی این تحقیق به‌منظور برآورد دسترسی ارائه گردیده است. در بخش چهارم، به کمک داده‌های آزمایشی، نحوه عملکرد مدل و حساسیت آن به پارامترهای ارزیابی، مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش پنجم، مدل پیشنهادی این تحقیق در یک منطقه مطالعاتی به اجرا درآمده و سپس مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج آن بحث و بررسی شده است. بخش نهایی نیز به بیان نتایج کلی تحقیق پرداخته است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- اجزای تعیین‌کننده قابلیت دسترسی

در خصوص اجزای تعیین‌کننده قابلیت دسترسی، دیدگاه‌های مختلفی وجود دارد (به‌عنوان مثال، ن.ک. Handy and Niemeier, 1997؛ Primerano, 2004؛ Kwan, 1998 و Taleai, 2007). به طور کلی، اجزای تأثیرگذار بر روی برآورد دسترسی را می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد (Geurs and Wee, 2004 و Taleai, 2007): کاربری زمین، حمل‌ونقل، مؤلفه زمان[3]، مؤلفه فرد[4].

شکل ۱ رابطه میان چهار مؤلفهٔ قابلیت دسترسی را نمایش می‌دهد. در این شکل، مؤلفه کاربری زمین عامل مهمی است که تقاضای سفر مؤلفه حمل‌ونقل را مشخص می‌کند. کاربری زمین همچنین ضمن تعریف محدودیت‌های زمانی (مؤلفه زمان)، فرصت‌های فردی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مؤلفه فرد، با تمامی مؤلفه‌های دیگر مرتبط است و نیازها، توانایی‌های فردی، زمان، هزینه و نیروی انسانی صرف شده برای جابه‌جایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این، دسترسی می‌تواند سازوکارها یا مکانیسم‌های فیزیکی را تحت تأثیر قرار دهد. یعنی درواقع دسترسی به عنوان عاملی مکانی، بر مناطق مسکونی و کارخانجات (مؤلفه کاربری زمین)، تقاضای سفر (مؤلفه حمل‌ونقل)، فرصت‌های اجتماعی و اقتصادی افراد (مؤلفه فردی) و زمان مورد نیاز برای انجام فعالیت‌ها (مؤلفه زمان) تأثیر می‌گذارد.

در عمل، در برآوردهای میزان دسترسی، تنها بر یک یا چند مؤلفه دسترسی ـ بسته به زاویه دید محقق ـ پرداخته می‌شود، چرا که در نظر گرفتن مؤلفه‌های بیشتر، پیچیدگی‌های فزون‌تری را نیز به خاطر سنگینی محاسبات و موجود نبودن بسیاری از داده‌های مورد نیاز و از طرف دیگر عدم توانایی محققان در تفسیر آنها، در

1. Cost
2. Geographical Information System
3. Temporal
4. Personal

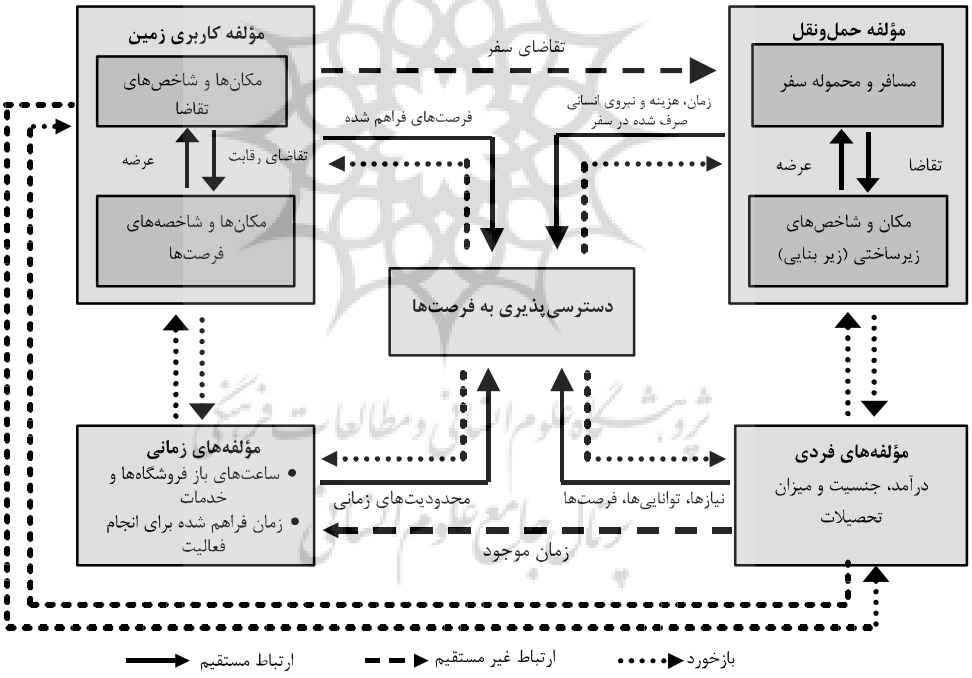
بر خواهد داشت و مورد انتقاد بسیاری از محققان است (Duthie, et al. 2007). در این تحقیق، از چهار مؤلفه مذکور، دو مؤلفهٔ اصلی ـ یعنی حمل‌ونقل و کاربری زمین ـ همزمان مورد توجه قرار گرفته‌اند.

۲-۲- مدل‌های برآورد قابلیت دسترسی

محققان زیادی برآوردهای مختلفی را در مورد قابلیت دسترسی ارائه داده‌اند (برای مثال، ن.ک. Song, 1996؛ Kwan, 1998 ؛ Handy and Niemeier, 1997؛ Taleai, 2007؛ Pirie, 1979 و Geertman, 1999).

همچنین گفتنی است Handy and Niemeier (1997) نشان دادند که لزوماً دیدگاه خاص و مشخصی به مثابهٔ بهترین دیدگاه برای برآورد دسترسی وجود خارجی ندارد، بلکه موقعیت‌ها و مقاصد مختلف همواره دیدگاه‌ها و برآوردهای متفاوتی را می‌طلبد.

جدای از این دیدگاه‌ها، قبل از برآورد دسترسی می‌بایست چهار نکته یا مسئله مهم روشن شوند: درجه و نوع ناپیوستگی[1]، تعریف مبادی و مقاصد اندازه‌گیری تابع مقاومت سفر[2] و اندازه‌گیری جذابیت‌ها. معیار قابلیت دسترسی باید بتواند اجزا و عناصر دسترسی و ارتباط میان اجزا را به صورت ایده‌آل تفسیر کند و تمامی این اجزا را به نحوی در نظر گیرد و به حساب آورد (شکل ۱).



شکل ۱. ارتباط میان اجزای دسترسی (اقتباس از Geurs and Wee, 2004)

1. Disaggregation
2. Travel Impedance

۲-۲-۱- درجه و نوع ناپیوستگی

انواع ناپیوستگی عبارتاند از: ناپیوستگی مکانی، ناپیوستگی اجتماعی و اقتصادی[1] و ناپیوستگی هدف سفر. شیوه منطقه‌بندی مکانی ناحیه مورد مطالعه، ناپیوستگی مکانی نامیده می‌شود. ناحیه کوچک‌تر، نشان‌دهنده سطح جزئیات بیشتر و ناپیوستگی بیشتر است. در بیشتر مدل‌های برنامه‌ریزی شهری، ابعاد مکانی ارزیابی، برمبنای سیستم زون‌بندی[2] است، که فرض موجود همانا توزیع یکسان مشخصات مورد ارزیابی در پهنه هر زون است (Taleai, 2007). در این مدل‌ها تعامل میان زون‌های مختلف از طریق اتصال مراکز زون‌ها و ارزیابی موقعیت مراکز زون‌ها نسبت به یکدیگر، صورت می‌گیرد (Torrens, 2000). محدودیت‌های مدل‌های مکانی در قالب سیستم‌های زون‌مبنا، به‌طور جدی توانایی آنها را برای پاسخگویی به مباحث جاری برنامه‌ریزی محدود ساخته است (Wegener, 2001). بنابراین به مدل‌هایی مبتنی بر المان‌های مکانی ناپیوسته[3]، برای پاسخگویی به این چالش‌ها نیاز است (Taleai, 2007)، به‌طوری که هر چه این ناپیوستگی بیشتر باشد، مدل برآورد دسترسی جزئیات بیشتری را در بر خواهد گرفت. دسته‌بندی ناپیوستگی‌های اجتماعی ـ اقتصادی، از طریق تقسیم‌بندی‌های مختلف خصوصیات اجتماعی ـ اقتصادی جمعیت، انجام می‌شود. به عنوان مثال می‌توان به درآمد، جنسیت (مذکر و مؤنث) و سن اشاره کرد (Makri and Folkesson, 1999). انواع طبقه‌بندی فرصت‌های موجود، نمایش‌دهندهٔ درجات مختلف ناپیوستگی هدف است، مانند فرصت‌های کاری و غیرکاری و یا انتخاب یک نوع از فرصت‌ها ـ همچون خرید. در این حالت، پتانسیل مقصد باید برای هر خصوصیت آن مقصد، بررسی گردد و سپس بسته به اهمیت آن، وزن‌دهی شود (Handy, 1993).

۲-۲-۲- تعریف مبادی و مقاصد

اکثر برآوردهای دسترسی، بر شاخص‌هایی با مبدأ خانه متمرکز شده‌اند و با در نظر گرفتن مبدأ، مجموعه‌ای از فرصت‌های وابسته به وجود خواهد آمد (Handy and Kwan, 1998, Niemeier, 1997).

۲-۲-۳- تابع مقاومت و یا هزینه سفر

مقاومت سفر عموماً به‌وسیله فاصله یا زمان سفر اندازه‌گیری می‌شود (Makri and Folkesson, 1999). این برآوردها شامل فاصله مستقیم مبدأ و مقصد (Taleai, 2007)، فاصله تحت شبکه (Adili, 2008)، مدل‌های شبکهٔ شبیه‌سازی‌کنندهٔ تقاضای سفر (Sadeghi Niyaraki, 2002)، به دست آوردن زمان سفر واقعی (به‌وسیله زمان واقعی رانندگی و یا آمارگیری از زمان و یا فاصله سفر خانوار) نظایر اینهاست. به‌کار گرفتن توابع هزینهٔ حمل‌ونقلی که هزینه‌های مالی و زمانی را در بر داشته باشند، اغلب بهتر از استفاده از زمان سفر و یا فاصله به تنهایی است.

۲-۲-۴- اندازه‌گیری جذابیت فرصت‌ها

جذابیت اغلب از طریق وجود یا فقدان فرصت خاص، تعریف می‌شود، که به عنوان مثال می‌توان به تعداد فرصت‌ها (Makrí and Folkesson, 1999) اشاره کرد. جذابیت همچنین می‌تواند به‌وسیله پارامترهای فیزیکی و یا اقتصادی فرصت‌ها، همانند مساحت، سطح زیربنا، اشتغال، کیفیت و یا قیمتِ محصولات و خدمات برآورد شود.

علاوه بر چهار مقوله یا مسئله مطرح‌شدهٔ Handy and Niemeier (1997)، Taleai (2007) دو مقوله یا مسئله مهم دیگر را نیز بدین شرح مطرح می‌سازد:

1. Socio-Economic
2. Zonal system
3. Spatially Disaggregated Models

۲-۲-۵- سطح عملکرد خدمات[1]

حرکت تولید شده میان کاربری‌های مختلف، واقع در موقعیت‌های مکانی متفاوت، در سطوح مختلف و براساس طبیعت متفاوت فعالیت‌ها، اتفاق می‌افتد (Taleai, 2007). در تحقیقات گوناگون بیان شده است که سطح عملکرد خدمات، یعنی چگونگی عملکرد کاربری‌ها در سطح محله، ناحیه، منطقه و جز آن باید مورد توجه قرار گیرد. مثلاً دبستان عموماً دارای سطح عملکرد محله است، در حالی که کارکرد دانشگاه بیشتر در سطح یک شهر ـ و یا حتی چندین شهر ـ است.

۲-۲-۶- تجزیه‌وتحلیل مبتنی بر کارکرد[2]

بدیهی است که هر کاربری دارای مشخصات، وظایف و کارکرد خاص خود است که می‌بایست در طول تکوین و توسعه مدل، مورد توجه قرار گیرد. بر این اساس کاربری‌ها را می‌توان با دیدی کلی، به این دو دسته تقسیم کرد (Taleai, 2007):

- کاربری‌های تک‌خدماتی[3]: آن دسته از کاربری‌ها که در دسترس بودن تنها یک واحد از آن کاربری در یک فاصله مناسب، برای تأمین حداقل نیاز شهروندان کافی است. لذا فرضیه موجود برای این نوع کاربری‌ها، آن است که شهروندان نزدیک‌ترین واحد از خدمات مذکور را انتخاب می‌کنند. به‌عنوان مثال، کاربرد مساجد محلی برای شهروندان یکسان است، بنابراین نزدیک‌ترین آنها، بهترین گزینه است.
- کاربری‌های چندخدماتی[4]: برای برخی از کاربری‌های دیگر، همچون کاربری‌های تجاری، تأسیسات شهری، ورزشی، فرهنگی و صنعتی، دسترسی به تنها یک واحد از آنها کافی نیست. چرا که به انواع مختلفی از هر یک از خدمات، نیاز است. بدین ترتیب، اگر یک واحد مسکونی در نزدیکی یک واحد تجاری قرار گرفته باشد، بدین مفهوم نیست که آن واحد مسکونی از نظر در دسترس بودن کاربری‌های تجاری در شرایط خوبی قرار دارد، چرا که ممکن است واحدهای تجاریِ دیگر که خدمات لازم و متفاوتی ارائه می‌دهند، در فاصله زیادی از آن واقع شده باشند.

۳- مدل برآورد دسترسی پیشنهادی این تحقیق

در ادامهٔ مطلب، به مدلِ تکوین و توسعه‌یافته در این تحقیق، اشاره و درواقع این مدل ارائه می‌گردد. پس از بیان پیش‌فرض‌های مورد نیاز، در ابتدا مدل‌هایی برای محاسبه زمان سفر، هزینه سفر و مقاومت سفر، به تفکیک کارکرد کاربری‌ها و روش‌های سفر ارائه گردیده و در نهایت مدلی برای تلفیق لایه‌ها و نتایج و در نهایت برآورد قابلیت دسترسی، به دست داده شده است. در این تحقیق به منظور محاسبه دسترسی و برای پاسخگویی به چهار مسئله مهم تعریف شده به‌وسیله Handy and Niemeier (1997) و دو مسئله مطرح شده به‌وسیله Taleai (2007)، این فرضیات در نظر گرفته شده است:

- درجه و میزان ناپیوستگی: در این تحقیق کوچک‌ترین واحد مکانی محاسبات، پلاک ساختمانی است. اما به‌منظور اجتناب از پیچیدگی بیشتر مدل، اطلاعات جمعیتی در نظر گرفته نشده است و بنابراین ناپیوستگی‌های اجتماعی ـ اقتصادی مدّ نظر قرار نگرفته است. در این مطالعه هدف از سفر به سه دسته تقسیم می‌شود: سفر به قصد خرید، سفر به قصد تحصیل، سفر به قصد پارک.
- تعریف مبادی و مقاصد: در این تحقیق، سه نوع کاربری تجاری، آموزشی و پارک به‌عنوان مقاصد در نظر گرفته شده‌اند. مبادی نیز همانند بیشتر برآوردهای دسترسی، بر شاخص‌های با مبدأ خانه متمرکز شده است. نکته دیگری که در اینجا باید به آن توجه داشت، این است که مدل براساس فرض تک‌سفری ارائه گردیده است.

1. Service level's scale
2. Functional Base
3. Single-facility
4. Multi-facility

- تابع مقاومت یا هزینه سفر: تابع مقاومت سفر ارائه شده در این تحقیق، تابع چند شاخص شامل اینهاست: موقعیت مکانی کاربری‌ها، شبکه حمل‌ونقل، روش سفر مبدأ تا مقصد و همچنین میزان مطبوعیت زمان در مقابل هزینه سفر. به‌منظور اجتناب از پیچیده شدن مدل، روش‌های حمل‌ونقل میان مبدأ و مقصد به سه روش تقسیم‌بندی شده است: الف) پیاده‌روی برای جابه‌جایی مبدأ ـ مقصد؛ ب) استفاده از خودروی شخصی از مبدأ تا مقصد؛ و پ) استفاده از حمل‌ونقل عمومی و طی مسافت میان ایستگاه تا مبدأ و مقصد به صورت پیاده‌روی. براساس سه روش مذکور، دسترسی محاسبه می‌شود. در نهایت، مقاومت و یا هزینه سفر عبارت است از: حاصل جمع شاخص زمانی و شاخص هزینه مالی، با در نظر گرفتن ضرایب میزان مطبوعیت زمان و هزینه سفر.
- اندازه‌گیری جذابیت: با توجه به در دسترس نبودن برخی از پارامترهای فیزیکی و اقتصادی مؤثر در اندازه‌گیری جذابیت یک کاربری، از جمله کیفیت و قیمت ارائه خدمات، تنوع خدمات، ظرفیت ارائه خدمات و میزان اشتغال‌زایی، معیار سطح زیربنا، به عنوان شاخص جذابیت مقصد در محاسبه تابع مقاومت در مورد کاربری‌های چندخدماتی، به کار رفته است.
- سطح عملکرد خدمات: سطح عملکرد خدمات و چگونگی کارکرد کاربری‌ها در سطح محله و ناحیه شهری در نظر گرفته شده است؛ ضمن اینکه فرض می‌شود در سطح ناحیه شهری، حمل‌ونقل عمومی و خودروی شخصی، برای جابه‌جایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- تجزیه و تحلیل مبتنی بر کارکرد: با توجه به دسته‌بندی کاربری‌ها به دو دستهٔ تک‌خدماتی و چندخدماتی و همچنین در نظر گرفتن کاربری‌های تجاری، آموزشی و پارک، کاربری تجاری به عنوان کاربری چندخدماتی در نظر گرفته شده‌اند و کاربری‌های آموزشی و پارک، به‌عنوان کاربری تک‌خدماتی.

۳-۱- مدل محاسبه زمان سفر

زمان سفر مبدأ ـ مقصد با در نظر گرفتن پارامترهای تراکم، عرض معابر، ترافیک، فاصله تحت شبکه و روش حمل‌ونقل، محاسبه می‌شود. برای روش‌های مختلف حمل‌ونقل، زمان سفر به صورت زیر محاسبه شده است:

- پیاده‌روی: در سفرهای مبدأ ـ مقصد به‌وسیله پیاده‌روی، تنها پارامتر فاصله در نظر گرفته شده است و زمان سفر از تقسیم فاصله بر سرعت متوسط پیاده‌روی به دست می‌آید.

رابطه (۱) $\alpha_{ij}^{kt} = d_{ij}^{t} / v_k$

v_k=۱/۴ (متر بر ثانیه)

d_{ij}^{t}: فاصله تحت شبکه بین مبدأ i و مقصد j (دارای کاربری t)

v_k: سرعت متوسط سفر به روش حمل‌ونقل k

- خودروی شخصی: در مدل‌سازی زمان سفر، برای سفرهای با استفاده از خودروی شخصی، پارامترهای فاصله، سرعت متوسط خودروی شخصی (v_k) و سطح خدمات[1] جاده (h) در نظر گرفته شده است.

رابطه (۲) $\alpha_{ij}^{kt} = h \times (\frac{d_{ij}^{t}}{v_k})$

v_k = ۱۱ (متر بر ثانیه)

- حمل‌ونقل عمومی: مدل‌سازی زمان سفر به‌وسیله حمل‌ونقل عمومی، علاوه بر پارامترهای فاصله، سرعت متوسط وسیله و سطح خدمات جاده، به زمان انتظار در ایستگاه (به‌طور متوسط برابر ۳۰۰ ثانیه) نیز وابسته است.

رابطه (۳) $\alpha_{ij}^{kt} = ۳۰۰ + h \times (\frac{d_{ij}^{t}}{v_k})$

v_k = ۴ (متر بر ثانیه)

1. Level of service

۳-۲- مدل محاسبه هزینه سفر

در این تحقیق دو پارامتر فاصله و روش حمل‌ونقل، به عنوان عوامل تأثیرگذار بر هزینه سفر در نظر گرفته شده است. مدل‌سازی هزینه سفر برای روش‌های مختلف حمل‌ونقل عبارت است از:

- پیاده‌روی: با توجه به اینکه پیاده‌روی هیچ‌گونه هزینه مستقیمی ندارد، هزینه سفر میان مبدأ و مقصد به روش پیاده‌روی برابر صفر در نظر گرفته شده است.
- خودروی شخصی: در این روش حمل‌ونقل، هزینه سفر برمبنای تاکسیمتر و استفاده از تاکسی محاسبه شده است. بدین‌منظور ۱۵۰۰ تومان برای ورودیه تاکسی در ۸۰۰ متر اول مسیر، در نظر گرفته شده است.

رابطه (۴)

$$\beta_{ij}^{kt} = ۱۵۰۰ + \begin{cases} (d_{ij}^{t} - ۸۰۰) \times C_k & \text{if } d > ۸۰۰ \\ ۰ & \text{if } d < ۸۰۰ \end{cases}$$

C_k: هزینه سفر به روش حمل‌ونقل k و برای خودروی شخصی $C_k = ۰/۵$ تومان به ازای هر متر مسافت، در نظر گرفته شده است.

- حمل‌ونقل عمومی: هزینه حمل‌ونقل عمومی، از مبدأ تا مقصد مقدار ثابتی در نظر گرفته می‌شود. فرض شده است که خطوط حمل‌ونقل عمومی از تمامی ایستگاه‌ها به یکدیگر وجود دارد. هزینه ثابت هر مسیر اتوبوس عمومی برابر ۵۰ تومان در نظر گرفته شده است.

رابطه (۵)

$$\beta_{ij}^{kt} = ۵۰ \text{ (تومان)}$$

۳-۳- مدل محاسبه مقاومت سفر برای کاربری‌های تک‌خدماتی

مدل‌سازی مقاومت سفر در روش‌های مختلف حمل‌ونقل و بسته به کارکرد کاربری (تک‌خدماتی و چندخدماتی)، متفاوت است. در ادامه، مدل‌های مختلف بسته به روش حمل‌ونقل و کارکرد کاربری، ارائه می‌شوند.

- مقاومت سفر براساس پیاده‌روی: در این رابطه، پارامترهای زمان و هزینه سفر، با توجه به ارزش نسبی میان آن دو، برای محاسبه مقاومت سفر با یکدیگر تلفیق شده‌اند.

رابطه (۶)

$$C_i^{kt} = m\alpha_i^{kt} + n\beta_i^{kt}$$

C_i^{kt}: مقاومت سفر بین واحد مسکونی i و نزدیک‌ترین خدمت نوع t (تک و یا چندخدماتی) به روش حمل‌ونقل k

α_i^{kt}: زمان سفر بین واحد مسکونی i و نزدیک‌ترین خدمت نوع t به روش حمل‌ونقل k

β_i^{kt}: هزینه سفر بین واحد مسکونی i و نزدیک‌ترین خدمت موردنظر t به روش حمل‌ونقل k

m و n: به ترتیب میزان مطبوعیت زمان و هزینه سفر

- مقاومت سفر براساس استفاده از خودروی شخصی: مقاومت سفر برای کاربری‌های تک‌خدماتی براساس استفاده از خودروی شخصی نیز از رابطه (۶) به دست می‌آید.
- مقاومت سفر براساس استفاده از حمل‌ونقل عمومی: همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در این روش فرض شده است که شهروند مسیر میان خانه تا ایستگاه اتوبوس و ایستگاه تا مقصد را به صورت پیاده طی خواهد کرد.

لذا مقاومت سفر، مجموع دو مرحلهٔ پیاده‌روی و مرحله استفاده از حمل‌ونقل عمومی است. در این روش نیز، ارزش نسبی میان پارامترهای زمان و هزینه سفر، مورد توجه قرار گرفته است.

رابطه (۷)

$$C_i^{kt} = m\left(\alpha_i^{k_۱} + \alpha_i^{k_۲t} + \alpha_i^{k_۳t}\right) + n\left(\beta_i^{k_۱} + \beta_i^{k_۲t} + \beta_i^{k_۳t}\right)$$

$\alpha_i^{k_۱}$: زمان سفر بین واحد مسکونی i و نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی به‌صورت پیاده

$\alpha_i^{k,t}$: زمان سفر بین نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی به واحد مسکونی i و نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل به واحد دارای خدمات نوع t به‌وسیله حمل‌ونقل عمومی

$\alpha_i^{k,t}$: زمان سفر بین نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی به واحد دارای خدمت نوع t و آن واحد، به صورت پیاده

β_i^{k}: هزینه سفر بین واحد مسکونی i و نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی به صورت پیاده

$\beta_i^{k,t}$: هزینه سفر بین نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل به واحد مسکونی i و نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی به واحد دارای خدمت نوع t، به‌وسیله حمل‌ونقل عمومی

$\beta_i^{k,t}$: هزینه سفر بین نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل عمومی به واحد دارای خدمت نوع t و آن واحد، به صورت پیاده

m و n : به ترتیب میزان مطبوعیت زمان و هزینه سفر

۳-۴- مدل محاسبه مقاومت سفر برای کاربری‌های چندخدماتی

- مقاومت سفر براساس پیاده‌روی: برای کاربری‌های چندخدماتی، لازم است تا کلیه کاربری‌های واقعی در فاصله‌های مختلف، در محاسبهٔ مقاومت سفر در نظر گرفته شود. همچنین مقاومت سفر تابعی از زمان و هزینه سفر و ارزش نسبی میان آن دو است. مساحت نیز همان‌طور که قبلاً ذکر گردید، به‌عنوان شاخص جذابیت در نظر گرفته شده است.

رابطه (۸)

$$C_i^{kt} = \frac{1}{\sum_j f(D_j^t)\left(\frac{1}{m\alpha_{ij}^{kt} + n\beta_{ij}^{kt}}\right)}$$

f تابع میزان جذابیت مقصد و $f(D_j^t) = \ln(D_j^t)$؛

D_j^t: مساحت واحد مقصد j و دارای کاربری t؛ m و n : به ترتیب میزان مطبوعیت زمان و هزینه سفر.

- مقاومت سفر براساس استفاده خودروی شخصی: مقاومت سفر به کاربری‌های چندخدماتی براساس استفاده از خودروی شخصی، نیز از رابطه (۸) به دست می‌آید.
- مقاومت سفر براساس حمل‌ونقل عمومی: علاوه بر توضیحات مطرح شده در خصوص رابطه (۸)، در این حالت فرض شده است که شهروند مسیر میان خانه تا ایستگاه اتوبوس و ایستگاه تا مقصد را به‌صورت پیاده طی خواهد کرد؛ لذا مقاومت سفر مجموع دو مرحله پیاده‌روی و مرحله استفاده از حمل‌ونقل عمومی را شامل می‌شود. در این روش نیز، ارزش نسبی میان پارامترهای زمان و هزینه سفر، مورد توجه قرار گرفته است.

رابطه (۹)

$$C_i^{kt} = \frac{1}{\sum_j f(D_j^t)\left(\frac{1}{(m(\alpha_{ij}^{k,t} + \alpha_{ij}^{k,t} + \alpha_{ij}^{k,t}) + n(\beta_{ij}^{k,t} + \beta_{ij}^{k,t} + \beta_{ij}^{k,t})}\right)}$$

کلیه پارامترهای این رابطه، در روابط قبلی معرفی شده‌اند.

۳-۵- مدل برآورد دسترسی

تا اینجا مقاومت سفر از هر واحد خانگی به انواع کاربری‌های تک‌خدماتی و چندخدماتی موردنظر در این تحقیق یعنی کاربری‌های پارک، آموزشی و تجاری به روش‌های جابه‌جایی پیاده، خودروی شخصی و حمل‌ونقل عمومی به دست آمد. یعنی تا اینجا ۹ معیار برای هر واحد خانگی محاسبه شده است. ترکیب‌های مختلفی از این ۹ معیار را می‌توان به عنوان پارامتر دسترسی که در این تحقیق برآورد آن موردنظر است، محاسبه کرد. بدین منظور ۹ ترکیب مختلف از میزان دسترسی به کاربری‌های مختلف و به روش‌های حمل‌ونقل گوناگون را با استفاده از فرمول پیشنهادی (۱۰) می‌توان تعریف کرد. براساس نظر کارشناسی،

میزان دسترسی رابطه‌ای معکوس با مقاومت سفر دارد و به صورت نمایی با افزایش مقاومت سفر کاهش می‌یابد.

رابطه (۱۰) $$A_i^{kt} = e^{-c_i^{kt}}$$

A_i^{kt}: دسترسی برای واحد i به کاربری t به روش حمل‌ونقل k

C_i^{kt}: مقاومت سفر میان مبدأ i تا مقصدهای دارای کاربری t و به روش حمل‌ونقل k

با ترکیب‌های مختلف از برآوردهای دسترسی به دست آمده، می‌توان میزان کارایی پارامترهای جدیدی را در جهت کمک به برنامه‌ریزان شهری به‌دست آورد. در رابطه (۱۱) سه ترکیب دسترسی به کاربری تجاری به روش‌های مختلف حمل‌ونقل، دسترسی به کاربری آموزشی به روش‌های مختلف حمل‌ونقل و دسترسی به کاربری پارک به روش‌های مختلف حمل‌ونقل محاسبه می‌شود. همچنین با استفاده از رابطه (۱۲) دسترسی به‌وسیله پیاده‌روی به کاربری‌های مختلف، دسترسی به‌وسیله خودروی شخصی به کاربری‌های مختلف و دسترسی به‌وسیله حمل‌ونقل عمومی به کاربری‌های مختلف، محاسبه می‌شود. در این روابط ارزش نسبی (مطبوعیت) هر روش حمل‌ونقل و همچنین ارزش نسبی هر مقصد (آموزشی، پارک و تجاری) در تلفیق مقادیر دسترسی محاسبه شده به‌وسیله رابطه (۱۰) مورد توجه قرار گرفته است.

رابطه (۱۱) $$A_i^t = \sum_k P_{kt} e^{-c_i^{kt}}$$

رابطه (۱۲) $$A_i^k = \sum_t S_{kt} e^{-c_i^{kt}}$$

در نهایت نیز با ترکیب‌های مختلف از پارامترهای محاسبه شده، دو مقدار متفاوت از میزان دسترسی کل به انواع کاربری‌های سه‌گانه و روش‌های سه‌گانه حمل‌ونقل موردنظر در این تحقیق، با استفاده از روابط (۱۳) و (۱۴) محاسبه می شود، که به‌وسیله برنامه‌ریزان شهری تفسیرشدنی خواهد بود.

رابطه (۱۳) $$A_{i1} = \sum_t S_t \sum_k P_{kt} e^{-c_i^{kt}}$$

رابطه (۱۴) $$A_{i2} = \sum_k P_k \sum_t S_{kt} e^{-c_i^{kt}}$$

و در رابطه (۱۴) $p_k = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} p_{kt}$ ، $n = 3$

A_i: دسترسی کل برای واحد i

p_{kt}: میزان مطبوعیت روش حمل‌ونقل k برای دسترسی به کاربری نوع t ، در مقایسه با سایر روش‌های جابه‌جایی میان مبدأ و مقصد

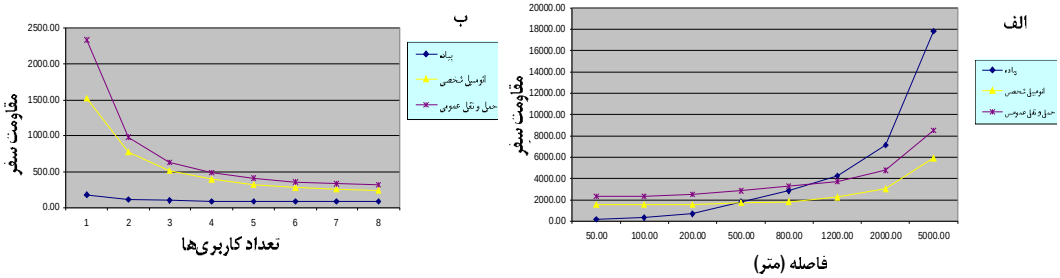
S_{kt}: میزان مطبوعیت کاربری t برای دسترسی به روش حمل‌ونقل k ، در مقایسه با کاربری‌های دیگر

p_k: متوسط میزان مطبوعیت روش حمل‌ونقل k در دستیابی به انواع کاربری‌ها

۴- تجزیه و تحلیل نتایج و حساسیت مدل پیشنهادی برآورد دسترسی (داده‌های آزمایشی)

در این آنالیز، فواصل ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰، ۸۰۰، ۱۲۰۰، ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ متر به عنوان مبنای کنترل مدل در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر، فرض می‌شود که هشت کاربری تک‌خدماتی و هشت کاربری چندخدماتی در فواصل ذکر شده از یک واحد خانگی قرار گرفته‌اند. در طی این آنالیز، دسترسی برای این واحد خانگی در شرایط مختلف محاسبه می‌شود. به این ترتیب در مرحله اول هزینه و زمان سفر برای هر کدام از این کاربری‌ها، محاسبه می‌گردد. در مرحله دوم و مطابق با مدل ارائه شده، مقاومت سفر برای هر کدام از روش‌های جابه‌جایی به کاربری‌های تک‌خدماتی و چندخدماتی محاسبه می‌شود. نتایج این محاسبات در شکل ۲ ارائه شده است.

شکل (۲- الف) نشان می‌دهد که با افزایش فاصله مبدأ ـ مقصد، مقاومت سفر برای روش‌های مختلف جابه‌جایی به کاربری‌های تک‌خدماتی افزایش می‌یابد. این نمودار بیان می‌کند که تا فواصل تقریباً ۵۰۰ متری پیاده‌روی دارای کمترین مقاومت سفر است و خودروی شخصی و حمل‌ونقل عمومی به ترتیب در رده‌های بعدی از نظر میزان مقاومت سفر قرار دارند. در فاصله‌های بالاتر از ۵۰۰ متر بهتر است خودروی



شکل ۲. آنالیز مدل برآورد دسترسی و آنالیز مقاومت سفر: الف) کاربری‌های تک‌خدماتی؛ و ب) کاربری‌های چندخدماتی

شخصی برای دستیابی به کاربری‌های تک‌خدماتی مورد استفاده قرار گیرد، چرا که مقاومت سفر کمتری را ارائه می‌دهد. از فاصله ۵۰۰ متر تا ۱۰۰۰ متر، پیاده‌روی مقاومت کمتری را در مقایسه با حمل‌ونقل عمومی دارد. این در حالی است که در فاصله‌های بالاتر از ۱۰۰۰ متر، مقاومت سفر حمل‌ونقل عمومی کمتر از پیاده‌روی است. مطابق شکل (۲- ب) هر چه تعداد یک نوع کاربری چندخدماتی افزایش یابد، مقاومت سفر به آن نوع کاربری خاص کاهش می‌یابد، که این مسئله برای روش‌های مختلف جابه‌جایی آهنگ تقریباً یکسانی را نمایش می‌دهد.

پس از محاسبه مقاومت سفر و قبل از ورود آن به فرمول‌های دسترسی، این مقادیر باید استانداردسازی شوند. مقادیر استانداردسازی شده با قرارگیری در فرمول‌های مربوط، میزان دسترسی را ارائه می‌کنند. میزان دسترسی به دست آمده در این مرحله در شکل ۳ نشان داده شده است. شکل ۳-الف نشان می‌دهد که با افزایش فاصله، دسترسی کاهش می‌یابد. برطبق این نمودار، کاربری‌های تک‌خدماتی را از نظر فاصله از مبدأ می‌توان به سه دسته تقسیم کرد. کاربری‌های با فاصلهٔ کمتر از ۶۰۰ متر، کاربری‌های با فاصلهٔ ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و کاربری‌های با فاصلهٔ بیشتر از ۱۰۰۰ متر از مبدأ. بر این اساس، در فاصله کمتر از ۶۰۰ متر، پیاده‌روی بهترین روش جابه‌جایی است و به شهروندان می‌توان توصیه کرد که از این روش برای جابه‌جایی استفاده کنند. خودروی شخصی و حمل‌ونقل عمومی در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. در فاصله ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ متری بهترین روش جابه‌جایی خودروی شخصی است و پیاده‌روی و حمل‌ونقل عمومی به ترتیب در رده‌های بعدی اولویت قرار می‌گیرند. برای فواصل بیشتر از ۱۰۰۰ متر بهترین روش برای جابه‌جایی خودروی شخصی است و حمل‌ونقل عمومی و پیاده‌روی در اولویت‌های بعدی قرار دارند. در مورد شکل ۳ - ب نیز هر آنچه که در مورد شکل ۲- ب و مقاومت سفر به کاربری‌های چندخدماتی گفته شد برقرار است، و این خود نشان‌دهنده افزایش دسترسی با افزایش تعداد کاربری‌هاست.

در نهایت نیز دو مقدار مختلف برای دسترسی کل به دست می‌آید که مقادیر متفاوتی را نمایش می‌دهد.

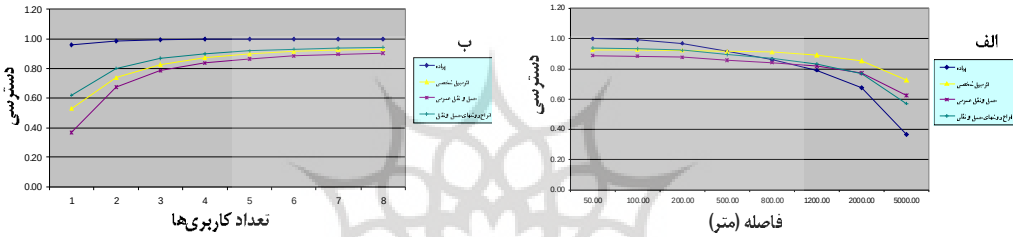
این تفاوت ناشی از آن است که از نظر افراد با خصوصیات رفتاری مختلف، اهمیت دسترسی می‌تواند وابستگی بیشتری به هر کدام از پارامترهای کاربری و یا حمل‌ونقل داشته باشد. چنانچه حمل‌ونقل از نظر شخص اهمیت بیشتری داشته باشد، می‌توان از رابطه (۱۳) استفاده کرد و در غیر این صورت رابطه (۱۴) اهمیت بیشتری می‌یابد. نتایج این بخش در جدول ۱ ارائه شده است.

به‌جز موارد یاد شده، می‌توان آنالیزهای جزئی‌تری نیز با در نظر گرفتن فرض‌های مختلف، بر روی مدل ارائه شده انجام داد. در ادامه به چند مورد اشاره می‌شود که طی آنها در شکل ۴، با فرض ثابت بودن فاصله، تعداد کاربری‌ها تغییر می‌کند و در شکل ۵

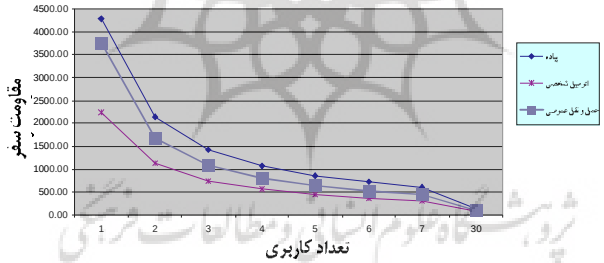
تعداد و فاصله کاربری‌ها همزمان تغییر می‌کنند و فرصت مناسبی را برای مقایسه حالت‌های مختلف قرارگیری کاربری‌ها در اطراف یک واحد خانگی، در اختیار تصمیم‌گیران قرار می‌دهد. در این شکل فرض شده است که در ستون اول تنها یک کاربری با فاصله ۵۰ متر، در ستون دوم دو کاربری با فاصله ۱۰۰ متر، در ستون سوم سه کاربری با فاصله ۲۰۰ متر و ... از پلاک ساختمانی موردنظر، وجود دارد.

جدول ۱. آنالیز مدل برآورد دسترسی- آنالیز دسترسی کل

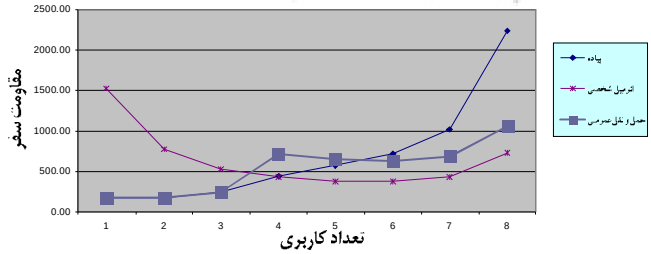
آنالیز مدل برآورد دسترسی- آنالیز دسترسی کل	
دسترسی انواع کاربری‌ها- انواع روش‌ها	دسترسی انواع روش‌ها - انواع کاربری‌ها
۶۴/۸۴	۶۶/۴۲



شکل ۳. آنالیز مدل برآورد دسترسی ـ آنالیز دسترسی: الف) کاربری تک‌خدماتی؛ ب) کاربری چندخدماتی



شکل ۴. آنالیز مدل برآورد دسترسی- آنالیز مقاومت‌سفر کاربری‌های چندخدماتی
با فرض فاصله ثابت ۱۲۰۰ متر و اضافه‌شدن تعداد کاربری‌ها



شکل ۵. آنالیز مدل برآورد دسترسی- آنالیز مقاومت سفر کاربری‌های چندخدماتی
با فرض تغییر در فاصله و تعداد کاربری

۵- اجرای مدل پیشنهادی در منطقهٔ مورد مطالعه

در اجرای مدل پیشنهادی در برآورد دسترسی، بخشی از شهر شیراز به‌عنوان منطقه مطالعه موردی انتخاب شد. نقشه‌های مورد نیاز با هماهنگی‌های صورت گرفته از طریق شهرداری منطقه ۱ شیراز تهیه شد. سپس با انجام پیمایش میدانی، کاربری‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه، تفکیک شدند. محل ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی در روی نقشه‌های موجود جانمایی گردید. شبکه‌های حمل‌ونقل عمومی به صورت خطوطی که ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی را به ترتیب به هم وصل می‌کند و شبکه‌های پیاده‌روی و خودروی شخصی نیز با فرض حرکت پیاده و خودروی شخصی از وسط معابر و ماشین‌رو بودن تمامی معابر موجود، ترسیم شد. در مرحله بعد، داده‌های مکانی و توصیفی جمع‌آوری و دسته‌بندی شد و وارد سامانهٔ اطلاعات مکانی گردید.

برای به‌دست آوردن ضرایب مطلوبیت هزینه مالی در مقابل زمان سفر، در محاسبه مقاومت سفر و همچنین مطلوبیت روش‌های مختلف حمل‌ونقل در برابر یکدیگر و نیاز به کاربری‌های مختلف در میان شهروندان، کارمندان به عنوان جمعیت نمونه انتخاب شدند و تعداد ۲۰ نفر از این جمعیت به پرسش‌نامه‌های ارائه شده پاسخ دادند. از روش میانگین حسابی برای ترکیب نظر افراد استفاده شد.

نتایج این نظرسنجی در جداول ۲ تا ۴ نشان داده شده است. اعداد موجود در این جدول‌ها، در محاسبه مقاومت سفر و در نهایت محاسبه دسترسی نهایی، مورد استفاده قرار گرفت. در پایان با استفاده از مدل پیشنهادی، شش ترکیب مختلف از پارامتر دسترسی برای هر واحد خانگی محاسبه شده که به صورت لایه‌های مختلف در GIS قابل بررسی است (شکل‌های ۶ و ۷).

جدول ۲. میزان مطبوعیت هزینه در مقابل زمان سفر به کاربری‌های مختلف

	هزینه	زمان
سفر به قصد پارک	۳	۲
سفر به قصد فضاهای آموزشی	۳	۲
سفر به قصد مکان‌های تجاری	۲	۳

جدول ۳. میزان مطبوعیت روش‌های مختلف سفر

	پیاده‌روی	خودروی شخصی	حمل‌ونقل عمومی
سفر به قصد پارک	۲	۵	۳
سفر به قصد فضاهای آموزشی	۴	۱	۵
سفر به قصد مکان‌های تجاری	۶	۳	۱

جدول ۴. میزان مطبوعیت کاربری‌های مختلف

	پارک	آموزشی	تجاری
مطبوعیت کاربری‌های مختلف	۱	۳	۶

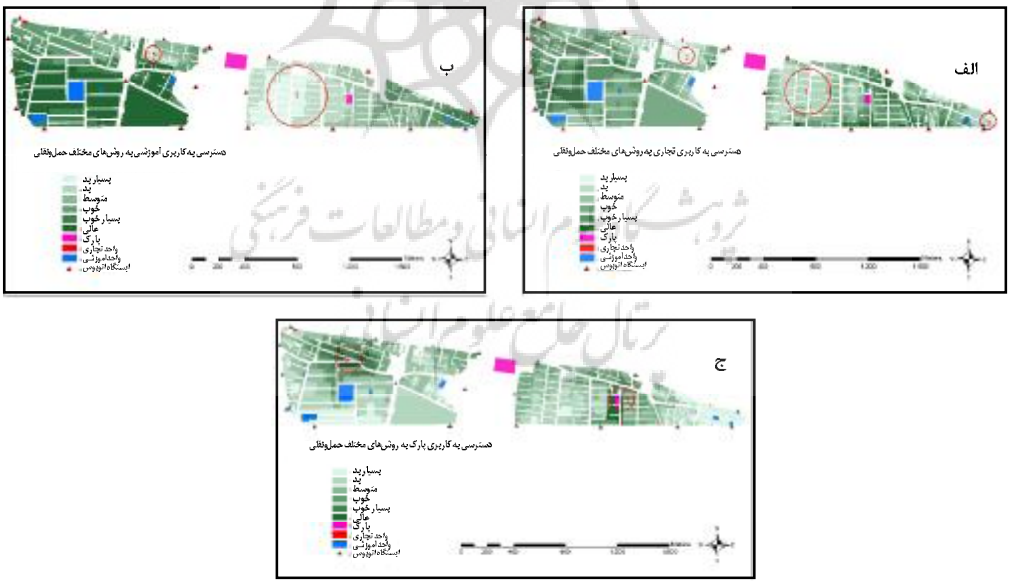
با استفاده از نتایج به‌دست آمده می‌توان وضعیت شبکه‌های حمل‌ونقل وکاربری‌های یاد شده را مورد بررسی قرار داد. با بررسی شکل‌های ۶ و ۷ می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

- شکل ۶ - الف نشان‌دهنده کمبود کاربری تجاری در مناطق ۱، ۲ و ۳ است.

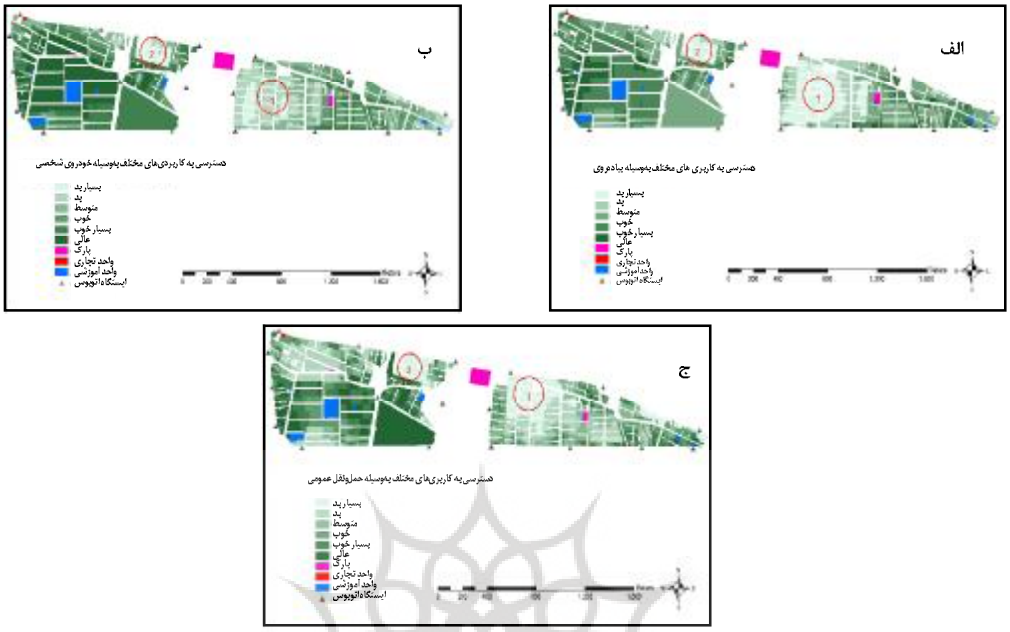
در محاسبه دسترسی به کاربری‌های تجاری، با توجه به اینکه کاربری تجاری به‌عنوان کاربریِ چندخدماتی در نظر گرفته شد، نزدیکی به یک کاربری تجاری نمی‌تواند تضمین‌کننده دسترسی مناسب آن

واحد به کاربری‌های تجاری باشد. و این مسئله‌ای است که مدل پیشنهادی به خوبی آن را مدل‌سازی کرده و در شکل ۶ - الف آشکارا رؤیت‌شدنی است.

- شکل ۶- ب نشان‌دهنده کمبود کاربری آموزشی در حجم وسیعی در منطقه ۱ و همچنین کمبود این کاربری در منطقه کوچک ۲ است.
- همان‌طور که شکل ۶- ج نشان می‌دهد، به‌جز دو منطقهٔ نشان داده شده که در اطراف پارک‌ها واقع‌اند در سایر مناطق، کمبود پارک به وضوح احساس می‌شود.
- شکل ۷- الف نشان می‌دهد با توجه به اینکه ساکنان دو منطقهٔ نشان داده شده، به‌وسیله پیاده‌روی دسترسی خوبی به انواع کاربری‌ها ندارند، چنانچه ساکنان این مناطق بخواهند از این کاربری‌ها استفاده کنند، بهتر است روش‌های دیگر حمل‌ونقل را، مانند خودروی شخصی و یا حمل‌ونقل عمومی مورد استفاده قرار دهند.
- شکل ۷- ب بیان می‌کند که دو منطقه نشان داده شده در تصویر، علاوه بر دسترسی پایین به‌وسیله پیاده‌روی، به وسیله خودروی شخصی نیز دسترسی پایینی به انواع کاربری‌ها دارند. لیکن به‌نظر می‌رسد که برای دستیابی به کاربری‌های مختلف، خودروی شخصی راه‌حل بهتری در قیاس با پیاده‌روی باشد.
- شکل ۷ – ج نشان‌دهندهٔ دسترسی پایین مناطق نشان داده شده به وسیله حمل‌ونقل عمومی است. یکی از راه‌های افزایش دسترسی در این مناطق احداث ایستگاه حمل‌ونقل عمومی در نزدیکی منطقه ۲ و نیز گسترش شبکه حمل‌ونقل عمومی در منطقه ۱ است.



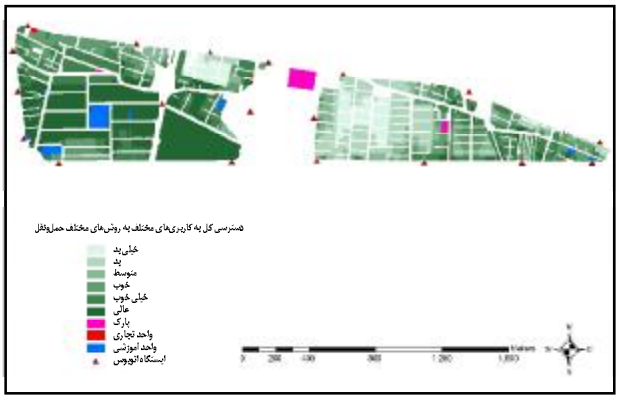
شکل ۶. دسترسی به کاربری‌های مختلف (الف ـ تجاری؛ ب ـ آموزشی؛ و ج ـ پارک) به روش‌های مختلف حمل‌ونقل



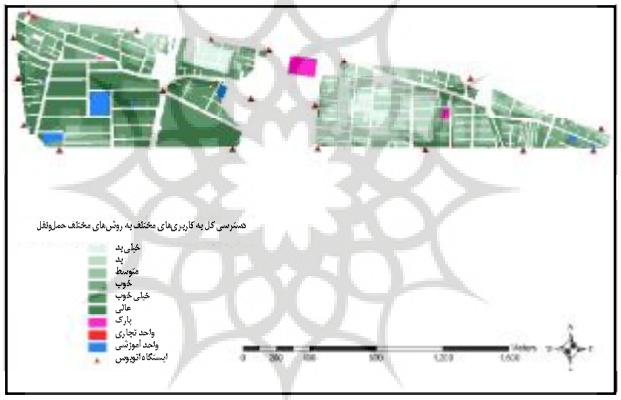
شکل ۷. دسترسی به کاربری‌های مختلف به‌وسیله: الف ـ پیاده‌روی؛ ب ـ خودروی شخصی؛ و ج ـ حمل‌ونقل عمومی

با بررسی شکل ۷ می‌توان به این نتیجه رسید که دو منطقهٔ نشان داده شده، تقریباً در تمامی اشکال دیگر نیز تکرار می‌شوند، که این خود نشان‌دهنده دسترسیِ پایین در این دو منطقه به انواع کاربری‌هاست.

در نهایت نیز دو مقدار متفاوت از میزان دسترسی کل به انواع کاربری‌های سه‌گانه مورد نظر در این تحقیق و به روش‌های سه‌گانه حمل‌ونقل، محاسبه و به شرح شکل‌های ۸ و ۹ ارائه می‌شود. نتایج نشان داده شده در دو شکل ۸ و ۹ بیان‌کنندهٔ تفاوت در مقادیر دسترسی برای واحدی مشترک از منطقه مورد مطالعه است. این مسئله به خاطر مدل ارائه شده است که از نظر شهودی نیز منطقی به نظر می‌رسد. همان‌طور که پیش‌تر هم بحث شد، از نظر افراد با خصوصیات رفتاری مختلف اهمیت دسترسی می‌تواند وابستگی بیشتری به هر کدام از پارامترهای کاربری و یا حمل‌ونقل داشته باشد. شکل‌های ۸ و ۹ نتیجه به‌دست آمده قبلی را مورد تأیید قرار می‌دهند. همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، دو منطقه یاد شده در شکل ۸ دارای دسترسی پایینی به انواع کاربری‌ها به روش‌های مختلف حمل‌ونقل‌اند، که راه‌حل‌های مختلفی برای بهبود میزان دسترسی این مناطق می‌توان ارائه کرد. در این زمینه، بهترین راه‌حل ایجاد تعداد متنوعی از انواع کاربری‌ها در این مناطق است. راه‌حل دیگر ایجاد ایستگاه‌های حمل‌ونقل جدید و همچنین گسترش شبکه حمل‌ونقل عمومی در مناطق مذکور است. راه‌حل دیگری که به‌نظر می‌رسد بتواند به افزایش دسترسی در ناحیه شماره ۲ کمک کند، خارج ساختن این ناحیه از بن‌بست از سمت جنوبی آن است. نکته دیگری که می‌تواند مورد توجه واقع شود و دقت مدل را در مدل‌سازی واقعی شهر نمایان سازد، آن است که واحدهای با بیشترین دسترسی در مکان‌هایی قرار گرفته‌اند که تعداد متنوعی از انواع کاربری‌ها را در اطراف خود دارند؛ یعنی یک واحد خانگی به صرف قرار گرفتن در نزدیکی چند کاربری از یک نوع نمی‌تواند دارای دسترسی مناسبی باشد.



شکل ۸. دسترسی کل به کاربری‌های مختلف به روش‌های گوناگون حمل‌ونقل



شکل ۹. دسترسی کل به کاربری‌های مختلف به روش‌های گوناگون حمل‌ونقلی

۶- بحث و نتیجه‌گیری

مدل‌های پیشنهادی برآورد دسترسی به انواع کاربری‌های پارک، آموزشی و تجاری به روش‌های مختلف حمل‌ونقل پیاده، خودروی شخصی و حمل‌ونقل عمومی در یک منطقه مطالعه موردی به اجرا درآمد و نتایج آن ارائه شد. همان‌طور که بیان گردید، ترکیب‌های مختلفی از میزان دسترسی را می‌توان تعریف کرد. این ترکیب‌ها هر کدام بخشی از یک سامانهٔ شهری را در بررسی وضعیت انواع مختلف کاربری‌ها و شبکه حمل‌ونقل مورد مطالعه قرار می‌دهد و به برنامه‌ریزان شهری این امکان را می‌دهد تا با بررسی این نتایج، بتوان به کمبودهای موجود ـ چه در شبکه‌های حمل‌ونقل و چه در نظام کاربری زمین ـ پی برد و تصمیم‌های لازم را به‌منظور رفع این کمبودها و مدیریت هر چه بهتر سامانهٔ شهری، گرفت.

در این تحقیق سعی شد مدل‌هایی برای اندازه‌گیری دسترسی ارائه شود که بتواند سامانه‌های کاربری زمین و حمل‌ونقل را توأمان در نظر گیرد و تأثیرات تغییر آنها را در شاخص دسترسی برآورد کند. در این زمینه، مدلی مبتنی بر مدل‌های ریزدانه در محیط GIS برای ارزیابی

برآوردهای مختلف دسترسی ارائه شد. در مدل ارائه شده، براساس عمومی‌ترین روش اندازه‌گیری دسترسی، با جمع فرصت‌های ممکن برای دستیابی به هر کاربری و تأثیر معکوس هزینه و زمان سفر، شاخص دسترسی محاسبه می‌شود. در مدل‌سازی معیار دسترسی، پیش‌فرض‌هایی با توجه به کمبود داده‌ها انجام پذیرفته است که لازم است در صورت اجرایی شدن نتایج تحقیق، مورد توجه قرار گیرد. از جمله این موارد می‌توان به موضوعاتی از قبیل در نظر گرفتن وجود زیرگذرها و پل‌های هوایی در شبکه معابر و پیاده‌روها در تعیین فاصله، تأثیر پارامترهای مختلف اجتماعی و اقتصادی در تعیین میزان جذابیت مقصد، اشاره کرد.

مدل ارائه شده در قسمتی از شهر شیراز، تست شد و نتایج تحقیق نشان داد که این مدل به خوبی توانسته است واقعیات شهودی را در بر گیرد و تلفیقی از یک تعریف تئوریک بر مبنای پایه‌ای قوی و قابل تفسیر به‌وسیله تحلیل‌گران شهری و واقعیات فیزیکی دنیای بیرون را برای شاخص دسترسی، ارائه کند. براساس نتایج به دست آمده از اجرای مدل در منطقه مطالعه موردی، می‌توان پیشنهادهای متنوعی را در جهت بهبود وضعیت حمل‌ونقل و مدیریت کاربری‌های شهری ارائه کرد. برخی از پیشنهادها می‌توانند بدین صورت باشند:

- کاربری‌های دارای تولید و جذب سفر بالا در نواحی دارای بالاترین میزان دسترسی به شبکه حمل‌ونقل عمومی، قرار بگیرند.
- کاربری‌های مولد و جاذب حجم سفر متوسط، در مکان‌هایی استقرار یابند که با وجود آنها، ترکیب متعادلی از حمل‌ونقل عمومی و خصوصی برقرار باشد.
- کاربری‌های دارای تولید و جذب سفر پایین، می‌توانند در مناطق خارج از حوزه خدماتی حمل‌ونقل عمومی قرار بگیرند و در عوض به حمل‌ونقل خصوصی متکی باشند.

در ضمن راهکارهای مختلفی را نیز می‌توان در جهت افزایش دسترسی‌ها در مناطق شهری ارائه کرد. یکی از راهکارهای معمول برای افزایش دسترسی، توجه به توسعه زیرساخت‌ها و شبکه‌های حمل‌ونقل است که البته با صرف هزینه‌های گزاف همراه خواهد بود. استفاده از سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند، با هدف استفادهٔ بهتر از زیرساخت‌های موجود، از طریق به‌کارگیری اطلاعات و فناوری‌های ارتباطی به عنوان گزینه جایگزین، برای ارتقای وضعیت شبکه‌های حمل‌ونقل، اخیراً مورد توجه کشورهای توسعه‌یافته قرار گرفته است. سیاست‌های مدیریت ترافیک و نیز اصلاح الگوهای چیدمان کاربری اراضی شهری نیز به صورت غیرمستقیم در بهبود سطح دسترسی مؤثر خواهند بود.

۷- منابع

Adili, E., 2008, **Group-based Spatial Decision Making for Urban Land Suitability Evaluation by GIS**, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran, M.Sc. Thesis.

Duthie, J., Kockelman, K., Valsaraj, V. and Zhou, B., 2007, **Applications of Integrated Models of Land Use and Transport: A Comparison of ITLUP and Urban Sim Land Use Models**, Presented at the 54th annual North American Meetings of Regional Science Association International, November 2007, Savannah, Georgia.

Geertman S., 1999, **Geographical Information Technology and Physical Planning**, pp. 69–86, in Geographical Information and Planning, J. Stillwell, S. Geertman and S. Openshaw (Eds.), Springer, Heidelberg.

Geurs, K.T. and Wee, B. 2004, **Accessibility Evaluation of Land-use and Transport Strategies: Review and Research Directions**, Journal of Transport Geography Vol. 12, No. 2, June 2004, pp. 127-140

Handy, S., 1993, **Regional Versus Land Use Accessibility: Implication for NonWork Travel**, Transportation Research Record 1400, pp. 58-66.
http://www.uctc.net/papers/234.pdf

Handy, S.L. and Niemeier, D.A. 1997, **Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives**, Environment and Planning: A, Vol. 29, No. 7, pp. 1175-1194.

Kwan, M.P., 1998, **Space-time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis Using a Point-based Framework**, Geographical Analysis, Vol. 30, No. 3, pp. 191-216.

Makrí, M. and Folkesson, C., 1999, **Accessibility Measures for Analyses of Land Use and Traveling with Geographical Information Systems**, Proceedings of 2nd KFB-Research Conference, Lund Institute of Technology, Lund.
www.tft.lth.se/kfbkonf/4Makrifolkesson.pdf

Pirie G.H., 1979, **Measuring Accessibility: A Review and Proposal**, Environment and Planning: A, Vol. 11, No. 3, pp. 299-312.

Primerano, F., 2004, **Development of Accessibility Measures for Transport and Urban Planning**, School of Natural and Built Environments: University of South Australia, Adelaide, Ph.D. Thesis.

Sadeghi Niyaraki, A., 2002, **Cost Model for Iran Roads Network in GIS**, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran, MSc. Thesis.

Song, S., 1996, **Some Tests of Alternative Accessibility Measures: A population Density Approach**, Land Economics, Vol. 72, No. 4, pp. 474–482.

Taleai, M., 2007, **GIS-Based Planning Support System for Urban Land Use Externalities Evaluation**, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran, PhD. Thesis.

Torrens, P.M., 2000, **How Land Use-Transportation Models Work**, Working Paper 20, Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London, http://www.casa.ucl.ac.uk/working_papers/paper20.pdf

Wegener, M., 2001, **New Spatial Planning Models**, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation (JAG), Vol. 3, No. 3, pp. 224-237.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی