سنجش از دور
و
GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران سال ششم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۳
Iranian Remote Sensing & GIS Vol.6, No.2, Summer 2014

۳۱-۴۸

شبیه‌سازی پویایی جمعیت به‌منظور مدل‌سازی جدایی‌گزینی سکونتی با استفاده از مدل‌های عامل‌مبنا و GIS

نفیسه محمدی[۱]*، محمدسعدی مسگری[۲]، علیرضا وفایی‌نژاد[۳]

۱. کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده محیط زیست و انرژی، داشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
۲. دانشیار دانشکده نقشه‌برداری (ژئوماتیک)، قطب علمی فناوری اطلاعات مکانی، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
۳. استادیار دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۴/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۱/۱۶

چکیده

در مقالهٔ حاضر به‌منظور بررسی کاربرد مدل‌های عامل‌مبنا در شبیه‌سازی پدیدهٔ جدایی‌گزینی سکونتی، مدلی رستری با ترکیب GIS و تکنیک‌های Agent-Based و برمبنای نظریهٔ Schelling ارائه شد و روی داده‌های ناحیه‌ای از تهران ارزیابی گردید. با مطالعهٔ سوابق، دلایل و روند شکل‌گیری این پدیده در شهرهای مختلف دنیا و تهران، نوع غالب جدایی‌گزینی در تهران اجتماعی ـ اقتصادی تشخیص داده شد. در فرض اولیه، افراد جامعه به چهار گروه اجتماعی ـ اقتصادی تقسیم شدند و برای هر یک از آنها ویژگی‌ها و رفتارهایی تعیین شد. پارامترهای مؤثر بر جدایی‌گزینی در قالب مجموعه‌ای از عوامل اقتصادی، اجتماعی و محیطی با روش AHP وزن‌دهی شدند و میزان تأثیر آنها در تصمیم‌گیری‌های هر گروه تعیین گردید. نقشه‌های مربوط به هر شاخل در محیط ArcGIS تولید و طبق سلسله‌مراتب چینش زیرمعیارها با یکدیگر تلفیق شدند. مدل پیشنهادی با برنامه‌نویسی در محیط Netlogo تکمیل شد. اطلاعات مکانی در قالب نقشه‌های تولیدشده، در محیط Netlogo فراخوانی و آنالیزهای مربوط به تصمیم‌گیری عامل‌ها در قالب توابع موجود در این محیط انجام شد. الگوی جدایی‌گزینی در منطقهٔ مطالعه‌شده در بازهٔ سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ شبیه‌سازی شد. تأثیر دو پارامتر مهم شعاع همسایگی و سطح رضایت عامل‌ها در این الگو بررسی شد و مدل با استفاده از این دو و پارامترهای دیگری چون نرخ رشد جمعیت، اندازهٔ پیکسل‌ها، قیمت املاک، تعداد عامل‌ها، سهم هر گروه از عامل‌ها از کل جمعیت، مقادیر عدم‌تجانس گروه‌های مختلف نسبت به هم و پرستیژ محله‌ها کالیبره شد. اعتبارسنجی مدل به‌روش تعیین درصد پیکسل‌های صحیح برآوردشده انجام گرفت و صحتی معادل ۶۲/۵ درصد را نشان داد.

کلیدواژه‌ها: جدایی‌گزینی سکونتی، مدل عامل‌مبنا، شبیه‌سازی.

* نویسنده مکاتبه‌کننده: تهران، خیابان امام‌خمینی، بین خوش و قصرالدشت، بن‌بست منفرد، پلاک ۴، طبقه همکف. شماره تماس: ۰۹۱۲۴۷۸۸۱۸۷
Email: javaneh979@gmail.com

۱- مقدمه

یکی از این پدیده‌های منفی موجود در زندگی اجتماعی جدایی‌گزینی سکونتی است که طبق نظر کارشناسان از عوامل مهم ایجاد محرومیت‌های اجتماعی در شهرهاست. در کشورهای در حال توسعه با توجه به رشد بی‌رویهٔ شهرنشینی و توجه‌نکردن به مؤلفه‌های کیفیت زندگی شهری، این موضوع حساسیت بیشتری دارد (Afrough, 1998). ادیبی در «مقدمه‌ای بر جامعه‌شناسی شهری»، جدایی‌گزینی سکونتی را با عنوان جدایی مکانی خوانده و آن را تمرکز گروه‌های انسانی در مکان‌های مختلف شهری برشمرده است که درنتیجهٔ عملکرد نیروهای گوناگون اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی به‌وجود می‌آید (Mansoureh-Azam, 2002). بنابراین جدایی‌گزینی سکونتی در مفهوم عام خود به تفکیک مکانی و فیزیکی میان گروه‌های اجتماعی براساس محل سکونت‌شان اشاره دارد که الگوی محیطی زندگی آنها در سطح همسایگی را شکل می‌دهد. فی‌توسا[1] و همکاران (۲۰۱۰) جدایی‌گزینی را پدیده‌ای ماکرو می‌دانند که درنتیجهٔ انتخاب‌های سکونتی تعداد زیادی از افراد در سطح میکرو پدید می‌آید. این انتخاب‌ها ضمن آنکه بر الگوی جدایی اجتماعی ـ فضایی شهر اثر می‌گذارند، خود نیز از آن تأثیر می‌پذیرند. توماس شلینگ[2] جدایی‌گزینی سکونتی را الگوی مکانی سکونت طبقات اجتماعی مختلف می‌داند که در آغاز از تمایلات معتدل آنها برای سکونت در همسایگی افراد طبقهٔ خودشان ناشی می‌شود ولی به‌تدریج و به‌طور ناباورانه‌ای از سطح همسایگی به سطح شهر گسترش می‌یابد. در مدل او افراد جامعه در مقابل هر ناهمگونی و عدم‌تجانس میان تمایلات‌شان با ساختار و ترکیب همسایگان مستقیم‌شان، از مکان خود جابه‌جا می‌شوند. مبنای نظری این مدل، احساس رضایتمندی[3] افراد از محل سکونت‌شان است و دو مؤلفهٔ مهم نوع همسایه‌ها و شعاع همسایگی به‌عنوان عوامل اثرگذار در تصمیم‌گیری‌ها در نظر گرفته شده‌اند (Crooks, 2009; Schelling, 1971). پیدایش جدایی در سکونتگاه‌های شهری مولود ساختارهای غلط اقتصادی، اجتماعی و اقتصادی گوناگون است که با شدت و ضعفی متفاوت از آنها تأثیر می‌پذیرد. عوامل محیطی، به شرایط طبیعی زمین[4] و تسهیلات و محدودیت‌های محیطی ـ همچون مؤلفه‌های وابستگی[5] و ناسازگاری[6] ـ برای سکونت در یک منطقه اشاره دارند. عوامل اجتماعی به خصوصیات فکری، فرهنگی و عرفی جامعهٔ انسانی اشاره دارند که در فرایند شکل‌گیری و تکامل خصوصیات کالبدی شهر مؤثر هستند. عوامل اقتصادی، مجموعه مؤلفه‌های اقتصادی فردی و اجتماعی را دربرمی‌گیرند که در انتخاب‌های سکونتی افراد نقش دارند (Mansoureh-Azam, 2002). درصورتی‌که جدایی‌گزینی به جدایی کامل گروه‌ها و اقشار اجتماعی منجر شود، تعامل‌ها و تماس‌های درون‌گروهی شدت پیدا می‌کند و در مقابل ارتباطات خارجی آنها کاهش می‌یابد. درنتیجه، مشارکت مدنی دچار اختلال می‌شود و فرهنگ محلی و محدود جایگزین آن می‌شود که پیامد آن نیز قطبی‌شدن فضای اجتماعی جامعه، ایجاد فاصلهٔ اجتماعی و رشد فرهنگ منفعل و تبعی است. از سوی دیگر، دوگانگی فضایی و قطبی‌شدن فضای شهر سبب ایجاد و افزایش شکاف‌های اجتماعی ـ اقتصادی میان طبقات اجتماعی می‌شود و خواه‌ناخواه روند توزیع ناعادلانهٔ امکانات را در سطح شهر تسریع و تشدید می‌کند. این پدیده در تهران نیز ـ به‌عنوان کلان‌شهر درحال‌توسعه ـ به‌طرز محسوسی به‌چشم می‌خورد و عمده‌ترین نمود آن توزیع نابرابر امکانات و تسهیلات شهری در مناطق مختلف شهر است.

---

1. Feitosa
2. Thomas Schelling
3. Satisfaction

۴. Suitability: مناسب‌بودن محیط برای کاربری مسکونی

۵. Dependency: دسترسی مناسب به آن دسته از مکان‌ها و تسهیلات شهری که کیفیت زندگی به آنها وابسته است.

۶. Incompatibility: ناسازگاری کاربری مسکونی با مجموعهٔ مکان‌ها و کاربری‌هایی که وجود آنها در همسایگی محل سکونت مزاحمت ایجاد می‌کند؛ ازجمله همسایگی با بیمارستان، مدرسه و مراکز نظامی.

این موضوع تا جایی که کف عدالت برای همه فراهم شود مشکل تلقی نمی‌شود اما مشکل شهرهای کشورهای در حال توسعه این است که این‌گونه تفاوت‌های قومی، اجتماعی، و اقتصادی سبب ظهور کمبودهایی در برخی محله‌های شهر و وفور بیش از حد امکانات در برخی دیگر از محله‌ها شده است. مدیران برای وضع قوانین و اعمال سیاست‌های صحیح و پیشگیرانه در این زمینه نیازمند اشراف و آگاهی بر وضع موجود شهر هستند و باید امکان پیش‌بینی قابل اطمینان رشد این پدیده در آیندهٔ شهر برای‌شان وجود داشته باشد. یکی از روش‌های دستیابی به چنین آگاهی‌ای، به‌کارگیری مدل‌هایی است که پویایی شهر و پدیده‌های شهری را به‌خوبی به‌تصویر بکشد.

مدل‌سازی مؤثر چنین فرایندهای پیچیده‌ای نه در مقیاس ماکرو بلکه در مقیاس میکرو و فقط از طریق فرایند پایین به بالا ـ یعنی شبیه‌سازی تصمیمات گرفته‌شده ازسوی افراد جامعه ـ امکان‌پذیر است. یکی از روش‌های مدل‌سازی که با توجه به رویکرد پایین به بالا و توانایی آن در شبیه‌سازی فرایند تصمیم‌گیری و تعاملات محلی اعضای جامعه در هر دو بعد مکان و زمان، کاربرد زیادی در آنالیز و مدل‌سازی سیستم‌های پیچیدهٔ پویا یافته است، مدل‌سازی عامل مبناست (Mahdavi et al., 2007). شبیه‌سازی عامل‌مبنا محیطی شامل اعضایی اتوماتیک به نام عامل[1] را پیشنهاد می‌کند که در آن تعامل بین عامل‌ها تعریف شده است و آنها می‌توانند پیش از تصمیم‌گیری برای عکس‌العمل بعدی، اطلاعات وضع موجود را ارزیابی کنند (Batty & Jiang, 2008). اجزای اصلی این مدل‌ها عامل‌ها، محیط و تعاملات میان آنهاست و ارتباط بین عامل‌ها با یکدیگر و بین عامل‌ها با محیط، در مدل تعریف می‌شود (Castle & Crooks, 2006). شبیه‌سازی‌های چندعامله برای نمایش تحرکات مکانی و زمانی پدیده‌ها کاملاً توصیه شده است، چراکه امکان کشف ارتباطات بین عامل‌ها ـ تعاملات در سطح میکرو ـ و پدیده‌های حاصل از آن ـ نتایج در سطح ماکرو ـ را فراهم کرده است (Batty & Jiang, 2008). مدل‌های عامل‌مبنا ابزار مناسبی برای مطالعهٔ تأثیر پارامترهای مختلف در فرایندهایی است که در چند سطح یا چند مقیاس اجرا می‌شوند. ازجمله آنها، فرایندهای حوزهٔ اجتماعی است که از سطح افراد جامعه در پایین‌ترین سطح تعاملات انسانی تا سطح تحرکات اجتماعی و سیاست‌های حکومتی و ملی و در نهایت پویایی کل جامعه در بالاترین سطح آن را شامل می‌شود (Castle & Crooks, 2006).

اکنون چند دهه است که در دنیا از مدل‌های عامل‌مبنا در شبیه‌سازی پدیده‌های دینامیک پیچیده در حوزه‌های اجتماعی، زیست‌محیطی، جغرافیایی و مانند اینها استفاده می‌شود. اما متأسفانه هنوز تعداد این‌گونه کاربردها و تحقیقات در کشور ما بسیار اندک است. به‌عنوان مثال در زمینهٔ جدایی‌گزینی سکونتی، تمامی تحقیقات انجام‌شده صرفاً مربوط به حوزهٔ علوم اجتماعی و روش‌های مربوط به آن است و این نخستین بار است که با روش شبیه‌سازی عامل‌مبنا به تجزیه و تحلیل این پدیده پرداخته می‌شود. در تحقیق حاضر از نتایج این مطالعات برای شناخت مؤلفه‌های مؤثر بر تصمیمات سکونتی افراد جامعه استفاده‌شده است. ازجمله این مطالعات می‌توان به تحقیق منصوره اعظم (۱۳۸۱) اشاره کرد. اما در این حوزه تحقیقات خارجی متعددی مشخصاً با به‌کارگیری مدل‌های عامل‌مبنا صورت گرفته است که از آن میان می‌توان به مدل‌های ارائه‌شده از سوی کِروک[2] (۲۰۰۹) و باتی و جیانگ[3] (۲۰۰۸) در محیط‌های Netlogo و Repast اشاره کرد. البته نخستین مدل عامل‌مبنا در این زمینه را شلینگ (۱۹۷۱) ارائه کرد و با توجه به اثبات نظر او درخصوص نقش دو عامل شعاع همسایگی و درصد عامل‌های هم‌نوع در تصمیم‌گیری‌ها، اکثر تحقیقات بعدی که در حوزهٔ جدایی‌گزینی صورت گرفت بر پایهٔ تعریف وی و تأثیر این دو فاکتور بر الگوی شکل‌گیری این پدیده بود. علاوه بر تحقیقات آزمایشگاهی صرف، افرادی همچون

1. Agent
2. Crooks
3. Batty & Jiang

بنسون و ایتزاک[1] (۲۰۰۱) و مهدوی (۲۰۰۷) مدل‌هایی را برمبنای نظریهٔ شلینگ برای شبیه‌سازی الگوی جدایی‌گزینی شهرهای مختلف ارائه و با استفاده از داده‌های واقعی آنها را کالیبره کردند. فی‌توسا (۲۰۱۰) برای شبیه‌سازی الگوی جدایی‌گزینی فضایی در یکی از شهرهای برزیل، آن را به دو نوع کاملاً متفاوت اقتصادی و قومی ـ نژادی تفکیک کرد و معتقد است که شرایط شکل‌گیری و الگوی آنها کاملاً متفاوت است. در تحقیق حاضر علاوه بر دو پارامتر مذکور، عوامل اجتماعی، اقتصادی و محیطی دیگری که بر پایهٔ مطالعات موجود در مورد تهران مؤثر تشخیص داده شدند نیز در مدل‌سازی وارد شدند و دینامیک‌بودن برخی از آنها نیز به‌نوعی در نظر قرار گرفت. در این تحقیق کوشش شده است به جنبهٔ مکانی‌بودن پدیدهٔ جدایی‌گزینی توجه شود و نقش و وزن عوامل اجتماعی، اقتصادی و محیطی با رویکرد مکانی در ایجاد الگوی جدایی‌گزینی مورد بررسی قرار گیرد. ازاین‌رو از برخی داده‌ها و توابع تحلیلی GIS در شبیه‌سازی محیط شهری استفاده شد. به‌منظور کاربردی‌کردن مدل از داده‌های جمعیتی و مکانی ـ هندسی واقعی برای کالیبره‌کردن استفاده شد و شبیه‌سازی پویایی جمعیتی و الگوی جدایی‌گزینی حاصل برای بخشی از شمال غرب شهر تهران انجام گرفت.

در این مقاله پس از معرفی کوتاهی از مفهوم جدایی‌گزینی و مدل‌سازی عامل مبنا در بخش ۱، در بخش ۲ با معرفی عوامل اجتماعی، اقتصادی و محیطی مؤثر بر شکل‌گیری این پدیده در تهران، مدلی برای شبیه‌سازی جدایی‌گزینی ارائه می‌شود. در ادامه در بخش ۳ تحلیل‌های انجام‌گرفته روی مدل و نتایج شبیه‌سازی ارائه شده‌اند، و در پایان نتیجه‌گیری و پیشنهادها در بخش ۴ ارائه می‌شوند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقهٔ مطالعه‌شده

مدل پیشنهادی روی داده‌های یکی از نواحی منطقهٔ ۲ تهران آزمون شد. منطقهٔ مطالعه‌شده در راستای شرقی ـ غربی حد فاصل بزرگراه‌های چمران و یادگار امام و در راستای شمالی ـ جنوبی حدفاصل بزرگراه یادگار امام و بولوار دریا است. این محدوده از نظر محلی شامل محله‌های سعادت‌آباد، کوی فراز، مدیریت، دریا، سرو، شهرک پرواز، فرحزاد و اسلام‌آباد است.

شکل ۱. نقشهٔ منطقهٔ مورد مطالعه در سال ۱۳۹۱
منبع: سازمان فناوری اطلاعات شهرداری تهران، ۱۳۹۱

1. Beneson & Itzhak

وجود دو رودرهٔ درکه و فرحزاد در شرق و غرب این منطقه از ویژگی‌های بارز محیطی آن است. از لحاظ پوشش جمعیتی، طبق آخرین سرشماری مرکز آمار در سال ۱۳۸۵، حدود ۳۷ درصد جمعیت ساکن در آن از طبقهٔ بالا، ۴۷ درصد متوسط و مابقی طبقهٔ فقیر و مهاجر هستند که با مرز تقریباً محسوسی از یکدیگر که از گذشته همواره وجود داشته و به‌تبع شرایط اقتصادی کنونی شدت یافته است، سکونت دارند. نرخ رشد ۴/۵ درصدی جمعیت در این منطقه از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ در مقایسه با نرخ متوسط ۳ درصدی در کل تهران نشان‌دهندهٔ قابلیت این منطقه در جذب جمعیت است و سبب تغییرات محسوس محیطی و اجتماعی در آن شده است؛ که از آن جمله می‌توان به ایجاد بزرگراه‌های مهمی چون یادگار امام و نیایش و تبدیل تدریجی کوی فراز به محله‌ای مرفه‌نشین اشاره کرد.

۲-۲- مدل پیشنهادی برای شبیه‌سازی جدایی‌گزینی

مدل پیشنهادی برای نمایش الگوی جدایی‌گزینی براساس تصمیم‌گیری افراد در انتخاب بهترین موقعیت سکونتی است. این تصمیم‌گیری براساس پارامترهای اجتماعی ـ اقتصادی، فیزیکی و زیست‌محیطی صورت می‌گیرد. یک فرض اساسی در این مدل، که با الهام از شرایط موجود در منطقه در نظر گرفته شده، تقسیم افراد جامعه براساس پارامترهای اجتماعی ـ اقتصادی به چهار طبقه است. طبقهٔ نخست شامل گروهی است که اکثر آنها دارای درآمد خوب و سطح تحصیلات متوسط و بالاترند و شغل‌های تخصصی در رده‌های بالا یا مشاغل کلان دارند. طبقه دوم متعلق به گروهی است که اکثرشان دارای درآمد متوسط و سطح تحصیلات متوسط و بالاترند و شغل‌های تخصصی در رده‌های پایین‌تر و در قالب کارمندی یا تجارت‌های خرد دارند. طبقه سوم نشانگر گروهی است که اکثرشان دارای درآمد پایین و سطح تحصیلات متوسط و پایین‌ترند و مشاغل غیرتخصصی و خدماتی و کارگری دارند؛ و سرانجام طبقه چهارم شامل گروهی است که اکثرشان دارای شرایط مشابه یا بدتر از گروه سوم است ولی به علت تعلق به گروهی خاص (ازنظر ملیتی یا قومی) تمایل نسبی به ایجاد گتوی اجتماعی دارند. هریک از این گروه‌ها در تصمیم‌گیری‌ها تابع تمایلات و ویژگی‌های خود هستند؛ اما همهٔ افراد به‌طور ذاتی تمایل به انتخاب سکونتگاهی با شرایط بهتر دارند و برای یافتن آن در محیط جست‌وجو می‌کنند و درصورتی‌که از محل سکونت فعلی‌شان ناراضی باشند جابه‌جا می‌شوند. انتخاب هر عامل روی انتخاب‌های همسایگانش اثر می‌گذارد و ممکن است باعث جذب یا دفع سایرین از آن محل شود. محیط نیز براساس امکانات و شرایط خود دارای درجات مطلوبیت متفاوتی است و اصولاً هرجا که مطلوبیت بالاتر باشد قیمت هم بالاتر است. بنابراین به‌طورکلی همهٔ اقشار نمی‌توانند در همه‌جای محیط سکونت کنند بلکه محدودیت‌هایی برای هر طبقه وجود دارد که ممکن است صرفاً اقتصادی یا اقتصادی ـ اجتماعی باشد.

داده‌های استفاده‌شده برای بازسازی شرایط محیطی در نرم‌افزار ArcGIS آماده‌سازی شدند و سپس به‌صورت لایه‌های رستری در محیط شبیه‌سازی Netlogo فراخوانی شدند. عامل‌ها در محیط Netlogo ساخته شدند و طبق قوانینی که در همان محیط برایشان طراحی و نوشته شد جابه‌جا می‌شوند. خلاصهٔ مراحل انجام شده در شکل ۲ نشان داده شده است.

۲-۲-۱- پارامترهای به‌کار گرفته‌شده در مدل پیشنهادی

در تهران به‌عنوان پایتخت کشوری درحال‌توسعه، اقتصاد نقش بسیار مؤثری در ساختار و الگوی توسعه دارد. ازاین‌رو انتخاب محل سکونت تا حد زیادی تابع پارامترهای اجتماعی ـ اقتصادی است که عملاً چیزی به نام طبقهٔ اجتماعی ـ اقتصادی را در این شهر شکل داده است. عدم تمایل و ناتوانی در خرید دو عاملی هستند که انتخاب محل سکونت به‌طور عمده تابع آنهاست.

شکل ۲. خلاصهٔ مراحل انجام‌شده در تحقیق برای مدل‌سازی پدیدهٔ جدایی‌گزینی

شکل ۳. سلسله‌مراتب فاکتورهای مؤثر در جدایی‌گزینی

این دو عامل نتیجهٔ مجموعه‌ای از مؤلفه‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی‌اند که وزن هریک برای طبقات مختلف اجتماع متفاوت است. در این تحقیق عوامل مؤثر بر جدایی‌گزینی سکونتی به‌صورت سلسله‌مراتب شکل ۳ در نظر گرفته شد. ساختار این نمودار بدین صورت طراحی شده است که ابتدا قیمت ملک و کلاس اجتماعی ساکنان ـ با شاخص‌هایی چون نوع شغل، درآمد، و تحصیلات به‌عنوان فرامعیاری برای تعیین مناطق قابل سکونت هر گروه از لحاظ توانایی خرید و تمایل به خرید ملک در آن منطقه در نظر گرفته شد.

بدین منظور برای هر طبقهٔ اجتماعی ـ اقتصادی تابعی با نام «مطلوبیت قیمت ملک» در نظر گرفته شده است که نشان می‌دهد هر طبقهٔ اجتماعی ـ اقتصادی براساس ویژگی‌های خود تمایل بیشتری به سکونت در محدودهٔ قیمتی تقریباً مشخصی در منطقه دارد و در سایر نقاط منطقه اگر از لحاظ کلاس اجتماعی پایین‌تر از طبقهٔ او باشد تمایلی به سکونت ندارد و اگر بالاتر از طبقهٔ او باشد چون قیمت بالاتر است توانایی خرید آن وجود ندارد. لذا تابع موردنظر برای مدل‌کردن این پدیده در ساده‌ترین حالت ممکن یک تابع گسستهٔ

خطی مطابق رابطه (۱) در نظر گرفته شد که حدود آن از طریق مشورت با تعدادی از کارشناسان املاک و بازدید از منطقه و پرس‌وجو از ساکنان تعیین شد.

رابطه (۱)

$$f(x)=\begin{cases} f_1 & x \le a \\ f_2 & a < x < b \\ f_3 & x \ge b \end{cases}$$

که در آن x قیمت واقعی هر ملک و a و b مرز قیمتی است که هریک از طبقات به‌ترتیب توانایی و تمایل به خرید ملکی در آن محدودهٔ قیمتی را ندارند. f1، f2 و f3 توابع خطی درجه ۱ از x هستند.

سپس سایر مؤلفه‌ها که در انتخاب بهترین مکان از میان گزینه‌های موجود نقش مهمی دارند، به دو دستهٔ کلی اجتماعی و محیطی تقسیم شدند. زیرمعیارها و شاخص‌های در نظر گرفته‌شده برای هریک از این معیارها براساس مطالعات انجام‌شده و مشورت با صاحب‌نظران و نیز داده‌های موجود و قابل دسترسی انتخاب شدند. معیارهای محیطی به سه زیرمعیار کلی مناسبت، وابستگی و ناسازگاری تقسیم شدند که هر یک از آنها دارای شاخص‌های هستند. زیرمعیار مناسبت شامل مجموعه‌ای از پارامترهای زیست‌محیطی است که میزان مناسب‌بودن ملک را برای کاربری مسکونی تعیین می‌کند. مؤلفه‌های این زیرمعیار با توجه به شرایط منطقهٔ مطالعه‌شده و میزان اهمیت و نقش پارامترهای مختلف شیب، فاصله از رودخانه و آلودگی‌های هوا و صوتی (که شاخص ترافیک معابر منطقه برای نمایش آنها برگزیده شد) درنظر گرفته شد. دومین زیرمعیار ـ یعنی وابستگی ـ در برگیرندهٔ مفهوم دسترسی به امکانات شهری است. آن دسته از دسترسی‌های شهری که نقش مهمی در انتخاب ملک به‌عنوان محل سکونت دارند به‌عنوان پارامترهای این زیرمعیار در نظر گرفته می‌شوند. این زیرمعیار شامل ۱۴ مورد از مکان و کاربری‌های مهم شهری همچون مدرسه، مراکز درمانی، مراکز تجاری، و نیز شبکهٔ معابر اصلی است که شاخص درنظر گرفته‌شده برای آنها فاصلهٔ شعاعی از هریک از آنهاست و نزدیکی بیشتر به این مکان‌ها شرایط ملک را برای سکونت مطلوب‌تر می‌کند. درنهایت زیرمعیار ناسازگاری دربرگیرندهٔ مفهوم ناسازگاری میان کاربری مسکونی با سایر کاربری‌هاست. این زیرمعیار شامل ۱۰ مورد از مکان‌ها و کاربری‌های شهری است که وجود آنها در همسایگی محل سکونت مزاحمت ایجاد می‌کند و شرایط ملک را برای سکونت نامطلوب‌تر می‌سازد، مانند همسایگی با بیمارستان، مدرسه و پمپ‌بنزین. بدیهی است برخی از این مکان‌ها ـ همچون مدرسه ـ نقشی دوگانه دارند و در زیرمعیار وابستگی نیز حضور دارند. شاخص این زیرمعیار فاصلهٔ شعاعی از هریک از این مکان‌هاست و اثر آن منفی در نظر گرفته شده است.

برای معیار اجتماعی سه زیرمعیار درنظر گرفته شد که در انتخاب آنها لزوم درنظرگرفتن شاخص‌های اجتماعی که بتوانند ساختار کلی جدایی‌گزینی سکونتی را نشان دهند و دسترسی‌نداشتن به داده‌های واقعی اجتماعی ـ جمعیتی نقش دارند. یکی از این زیرمعیارها حس تعلق‌خاطر و آشنایی با محله است. سیک هونگ و همکاران حس تعلق و دلبستگی به مکان را حس تعلقی تعریف می‌کنند که به مکانی مشخص وجود دارد و می‌تواند متمایز از وابستگی‌های اجتماعی، نژادی، جنسی و مذهبی باشد (Ghalambor-Dezfuli, 2011). این حس سبب می‌شود که افراد در انتخاب‌های بعدی‌شان نزدیکی به محل فعلی را به‌عنوان پارامتری مثبت درنظر بگیرند. بنابراین شاخص این زیرمعیار می‌توانند فاصلهٔ میان گزینهٔ انتخابی با محل سکونت فعلی باشد. زیرمعیار دیگر، حس تعلق به یک گروه اجتماعی مشخص است، که شاخص آن در اکثر مدل‌های موجود به‌صورت درصد همسایگان هم‌نوع یک عامل در شعاعی مشخص از آن درنظر گرفته شده است. در مدل پیشنهادی با رویکردی منفی‌گرایانه و تاحدودی الهام از مدل بنسون و اومر[1] (۲۰۰۱) حضور همسایگان

1. Benenson & Omer

غیرهمنوع نیز به‌صورت اثر منفی و باعنوان عدم تجانس منظور شده است. درواقعیت نیز وجود همسایه‌هایی از طبقه اجتماعی پایین‌تر در همسایگی خانواری از طبقهٔ بالاتر برای شخص نامطلوب است و از ارزش آن ملک در نظر او کاسته می‌شود؛ درحالی‌که وجود همسایه‌ای از طبقهٔ اجتماعی بالاتر به‌عنوان پارامتر مثبت در انتخاب ملک درنظر گرفته می‌شود. شاخص این زیرمعیار، میزان تجانس موجود در شعاع همسایگی مشخص از عامل موردنظر است، که عبارت است از تفاضل میزان عدم‌تجانس از تعداد همسایگان هم‌نوع آن طبقه. این مفهوم در روابط (۲) و (۳) نشان داده شده است:

رابطه (۲)

$$dissonance(j) = \sum f_i^* w_i^j$$

که در آن f_i تعداد همسایگان نوع iام، w_i^j (با مقادیر صفر تا یک) میزان عدم‌تجانس عامل نوع j با همسایهٔ نوع i، و dissonance (j) میزان عدم‌تجانس موجود در شعاع همسایگی مشخصی از عامل نوع j است.

رابطه (۳) Similarity (j)=n-dissonance (j)

که در آن n تعداد همسایگان موجود در شعاع همسایگی مشخصی از عامل نوع j و similarity(j) میزان مشابهت و تجانس موجود در همسایگی اوست.

زیرمعیار سوم پرستیژ است. هم‌اکنون برخی از محله‌های شهر با وجود داشتن مشکلات بسیار که به طور منطقی باید سبب کاهش قیمت املاک آنها می‌شد، همچنان قیمت بالایی دارند و مورد اقبال زیاد مشتریان هستند. در مدل پیشنهادی، ممکن است بالابودن قیمت ملک آن را از محدودهٔ توان خرید یک طبقهٔ اجتماعی خارج کند. لذا نیاز به پارامتری بود تا به کمک آن بتوان افزایش تمایل به خرید املاکی با قیمت بالاتر را در یک محله توجیه کرد. پارامتر در نظر گرفته‌شده پرستیژ محله است که قهقایی (۱۳۸۹) در مدلی که برای تعیین قیمت املاک براساس پارامترهای اجتماعی، فیزیکی، زیست‌محیطی و اقتصادی ارائه کرده آن را تلفیقی از برخی مؤلفه‌های اجتماعی ـ محیطی برشمرده است که از داده‌های اجتماعی و محیطی موجود قابل استخراج و پیش‌بینی نیست و نوعی جنبهٔ روانی و احساسی برای شهروندان دارد. این مؤلفه به‌صورت امتیاز بین صفر تا ۱، براساس نظر کارشناسان املاک، برای هریک از محله‌های منطقهٔ مورد مطالعه تعیین شد.

۲-۲-۲- اجزای مدل پیشنهادی

الف) محیط

در مدل پیشنهادی، محیط به‌صورت رستری با ابعاد ۲۵×۲۵ متر است و در انتخاب آن ظرفیت قابل سکونت منطقه و جمعیت ساکن در آن در نظر گرفته شده است. هر پیکسل محیط به‌صورت عاملی مدل شده است که مکان و بیشتر ویژگی‌های آن ثابت است اما برخی از ویژگی‌هایش در طول زمان تغییر می‌کند. ویژگی‌های پیکسل‌ها را می‌توان چنین برشمرد:

- کاربری: نشان‌دهندهٔ اشغال‌شدن آن پیکسل به‌وسیلهٔ طبقه اجتماعی ۱، ۲، ۳ یا ۴ است.
- ممنوعیت: مقدار صفر برای این ویژگی به‌معنای سکونت‌پذیر و ۱ به معنای سکونت‌ناپذیر یا ممنوع است.
- ارزش: مقدار کمِی مجموعه شاخص‌های معیار محیطی
- پرستیژ: مقدار کمِی شاخص پرستیژ
- قیمت مقدار کمِی قیمت واقعی ملک
- ظرفیت: مقدار عددی تعداد طبقات هر ملک
- مطلوبیت[1]: میزان مناسب‌بودن هر پیکسل برای سکونت هریک از طبقات چهارگانهٔ عامل‌ها

محیط از نظر قیمت به پنج بخش کلی گران، متوسط، ارزان، متوسط بالا و متوسط پایین تقسیم می‌شود. به‌منظور ساده‌سازی مدل، تمامی ویژگی‌های محیط در طول مدت اجرای مدل ثابت درنظر گرفته شده است، اما به‌منظور نزدیک‌کردن شرایط به واقعیت

1. Utility

موجـود و بازسـازی بهتـر آن، منـاطق متوسـط بـالا و متوسط پایین که به‌ترتیب میـان طبقـات اول و دوم، و دوم و سوم مشترک‌اند، به‌عنوان مناطق در حال رشد در نظر گرفته شدند. درصورتی‌که عاملی از طبقهٔ بـالاتر در پیکسلی سکونت کند، قیمـت و پرسـتیژ آن پیکسـل و همسایگانش افزایش می‌یابد. این مناطق از نظر توانـایی خرید می‌توانند از سـوی دو دسـته از گـروه‌هـا انتخـاب شوند، اما با گذشـت زمـان بـا رشـد کیفیـت زنـدگی و قیمت در آن منطقه تمایل گروه اجتماعی بـالاتر بـه آن بیشتر می‌شود.

ب) عامل‌ها

هر عامل نشان‌دهندهٔ یک خانوار شهری است. عامـل‌هـا براساس طبقات اجتماعی ـ اقتصادی موجود در منطقـهٔ مطالعه‌شده به چهار گروه تقسیم می‌شوند. این عامل‌هـا از نوع active هستند و مطابق طبقه‌بنـدی اجتمـاعی ـ اقتصادی منطقه و با درک محـیط، بـه سـایر عامـل‌هـا عکس‌العمل نشان می‌دهند. عامل‌ها دارای چهار ویژگـی سن، گروه، ضریب سرخوردگی[1]، و رضایت یا شـادمانی[2] هستند. «سن» هر عامل عددی بین ۱ تا ۵۰ اسـت کـه در ابتـدای ورود آن بـه مـدل بـه‌طـور تصـادفی بـه آن اختصاص داده می‌شود و در هر پریود مدل یک واحد به آن افزوده می‌شود. سن لزوماً نشان‌دهندهٔ سـن طبیعـی سرپرست خانوار نیست، بلکه منظور مدت زمان گذشته از تشکیل یک خانوار است کـه پـیش از ورود بـه مـدل صفر و به‌محض ورود عـددی مثبـت خواهـد بـود. ایـن ویژگی محدودیت‌هایی را در جابه‌جایی و حضور عامل‌ها در محیط ایجاد می‌کند. مثلاً عامل‌ها از یـک سـنی بـه بعد دیگر تمایلی به جابه‌جایی محل سکونت‌شان ندارند و اگر سن‌شان از حد معینی که تقریباً معـادل متوسـط طول عمر جامعه است بیشتر شود به اصطلاح می‌میرند و از مدل حذف می‌شوند. «گروه» عـددی بـین ۱ تـا ۴ است که نشان‌دهندهٔ طبقه‌ایست که عامل بـه آن تعلـق دارد. ضـریب سـرخوردگی، عـدد صـحیح مثبـت و مشخصه‌ایست که در تعاملات میان عامـل‌هـا و محـیط نشان می‌دهد که آیا عامل توانسته است محل سـکونت مناسب خود را بیابد یا نه. در صورت موفقیت، این عـدد صفر باقی خواهد ماند و در هر بار شکست یکـی بـه آن افزوده می‌شود. آخرین ویژگی عامل «شـادمانی» اسـت که بیان‌کنندهٔ رضایتمندی یا عدم‌رضایت عامل از محل سکونت فعلی آن است. عامل‌ها دارای توانایی حرکت‌اند. این حرکت جهشی است و عامـل مـی‌توانـد از پیکسـل خود به هر پیکسلی در سراسر مدل جابـه‌جـا شـود. در این مدل، پیکسل‌های محیط نیز نقش عامل‌های بسـیار ابتدایی passive را ایفـا مـی‌کننـد کـه فقـط قـادر بـه عکس‌العمل‌های بسیار محدودی به حضور عامـل‌هـا در آنها هستند.

ج) تعاملات

تعاملات در هر مدل عامـل‌مبنـا شـامل تعـاملات میـان عامل‌ها و تعاملات عامل‌ها با محیط است. تعامـل میـان عامل‌ها در این مدل شامل نقش حضور عامل‌های سـایر گروه‌ها در میـزان تجـانس موجـود در همسـایگی یـک عامل اسـت. همـان‌طـور کـه قـبلاً اشـاره شـد یکـی از شاخص‌هـای اجتمـاعی مـورد نظـر هـر عامـل، میـزان تجانس[3] موجود در همسایگی آن است. به عبارت دیگـر هر عامل ترجیح می‌دهد در همسایگی او عامـل‌هـایی از نوع خودش سکونت داشته باشند و با همسایگانی که از سایر گروه‌ها ـ بـه‌ویـژه طبقـات اجتمـاعی پـایین‌تـر از خـودش هسـتند ـ عـدم‌تجـانس[4] دارد. در ایـن مـدل عدم‌تجانس میان گروه‌های مختلـف، متفـاوت و مطـابق جدول‌های ۱ و ۲ براساس نمونه‌برداری میدانی در نظـر گرفته شده است. a تا h دارای مقادیر بین صـفر و یـک است که پس از جمع‌آوری پاسخ‌های میـدانی براسـاس جدول ۲ ـ که به‌صورت مقادیر کیفی جمـع‌آوری شـد ـ طبق جدول ۱ مقادیر کیفی به مقادیر کمی یعنی اعداد بین صفر تا ۰/۹۵ تبدیل شد.

1. Fail factor
2. happiness
3. similarity
4. dissonance

جدول ۱. مقادیر کیفی و کمی عدم‌تجانس بین گروه‌ها با سطح اطمینان ۹۵ درصد

مقدار کیفی	متوسط مقدار کمی	بازهٔ درنظر گرفته شده
بسیار ناچیز	۰/۰	۰/۰
خیلی کم	۰/۰۵	(۰/۰۷۱ ، ۰/۰۲۹)
کم	۰/۲	(۰/۲۳۹ ، ۰/۱۶۱)
متوسط	۰/۵	(۰/۵۹۸ ، ۰/۴۰۲)
زیاد	۰/۸	(۰/۸۳۹ ، ۰/۷۶۱)
خیلی زیاد	۰/۹۵	(۰/۹۷۱ ، ۰/۹۲۹)

جدول ۲. جدول نمونه‌گیری عدم‌تجانس بین گروه‌ها

	گروه اول	گروه دوم	گروه سوم	گروه چهارم
گروه اول	۰/۰	a	B	C
گروه دوم	۰/۰	۰/۰	D	E
گروه سوم	۰/۰	۰/۰	۰/۰	F
گروه چهارم	G	h	K	۰/۰

به‌جز گروه چهارم، هر عامل با عامل‌های هم گروه و گروه‌های بالاتر خود عدم‌تجانس ندارد و عدم‌تجانس آن با عامل‌های گروه‌های پایین‌تر نیز مقادیر متفاوتی است که از نمونه‌برداری میدانی و نیز مشاوره با کارشناسان املاک حاصل شده است. آنچه به‌طورکلی تعامل عامل با محیط قلمداد می‌شود، شامل دو مرحله است: نخست، درکی که عامل از محیط دارد و دوم، عکس‌العملی که به آن نشان می‌دهد. همین رابطه به‌طور معکوس درمورد محیط نسبت به عامل هم وجود دارد. در این مدل ورود عامل‌های اولیه به محیط تصادفی است، و تعداد مشخصی از هر گروه از عامل‌ها به‌طور تصادفی در مدل ساکن می‌شوند. پس از استقرار این عامل‌ها، عامل‌های بعدی یکی‌یکی در هر پریود مدل و براساس نرخ رشد جمعیت و سهم هر گروه از کل جمعیت، به مدل وارد می‌شوند. این عامل‌ها برای ورود به محیط، آن را به‌صورت محدود بررسی می‌کنند. بدین ترتیب که به‌طور تصادفی تعدادی پیکسل را که در شرایط روابط ۴ و ۵ صدق کنند انتخاب و بررسی می‌کنند، سپس نخستین گزینهٔ مناسب را انتخاب و در آن سکونت می‌کنند.

رابطه (۴) $forbidden_j < > 1$

رابطه (۵) $> ndensity_i$

Forbidden همان ویژگی ممنوعیت پیکسل‌ها و j شمارهٔ پیکسل است. منظور از رابطه (۴) این است که پیکسل انتخابی نباید در مناطق ممنوعه باشد. n تعداد عامل‌هایی است که در یک پیکسل سکونت دارند و منظور از رابطه (۵) این است که پیکسل انتخابی باید با توجه به تعداد طبقات پارسل‌های شهری و ظرفیت در نظر گرفته‌شده است.

برای انتخاب گزینه مناسب، دو مفهوم تعریف و به‌کار گرفته می‌شود: نخست، سطح مطلوبیت پیکسل‌ها که همان ویژگی میزان کارایی آنها برای سکونت عامل‌های طبقات مختلف است؛ و دوم سطح رضایتمندی[1] عامل‌هاست که عبارت است از درصدی از رضایتمندی که عامل هر گروه از محل سکونت خود توقع دارد و اگر سطح سودمندی پیکسلی از این حد پایین‌تر باشد، آن را انتخاب نمی‌کند. این سطح در دنیای واقعی معمولاً برای هریک از طبقات اجتماعی ـ اقتصادی متفاوت است. در مدل، عاملی که می‌خواهد نخستین‌بار وارد محیط شود ـ با توجه به گروه خود و براساس وزن‌هایی که برای هریک از شاخص‌های محیطی، اجتماعی و قیمت ملک در نظر گرفته شده است ـ گزینه‌ها را ارزیابی می‌کند و اگر سطح سودمندی گزینه‌ای بالاتر از سطح رضایتمندی مورد نظر عامل باشد آن را انتخاب می‌کند و در آن ساکن می‌شود. سطح سودمندی یک پیکسل از رابطه (۶) به‌دست می‌آید.

رابطه (۶)

$$u^j(i) = W_i es * (W_i en * env_i^j + W_i S * socio_i^j) + W_i ec * bp_i^j$$

1. satisfaction

که در آن i نشان‌دهندهٔ گروه‌های چهارگانهٔ عامل‌ها و j نشان‌دهندهٔ شمارهٔ پیکسل است. $W_i es$ وزن مربوط به معیارهای غیراقتصادی برای عامل‌های گروه iام و $W_i ec$ مربوط به معیار اقتصادی و $W_i en$ و $W_i s$ به‌ترتیب وزن معیار محیطی و اجتماعی است. env_i^j و $socio_i^j$ به‌ترتیب تابعی از کلیه شاخص‌های محیطی گروه نخست و شاخص‌های اجتماعی در پیکسل jام است. bp_i^j تابعی از قیمت واقعی ملک است که توانایی خرید ملک j نزد عاملی از گروه i را نشان می‌دهد و در رابطه (۱) به آن اشاره شد. در نهایت $u^j(i)$ سطح سودمندی پیکسل j را برای عاملی از گروه i ام نشان می‌دهد.

env_i^j و $socio_i^j$ طبق رابطه (۷) محاسبه می‌شوند.

$$cr = \sum w_K * f_K \qquad \text{رابطه (۷)}$$

که در آن f شاخص kام معیار cr و w وزن آن نسبت به سایر شاخص‌های آن معیار است.

به این ترتیب عامل از بین گزینه‌هایی که در اختیارش قرار داده شده، نخستین گزینه‌ای را که در آن رابطه (۸) برقرار است انتخاب می‌کند و در آن ساکن می‌شود.

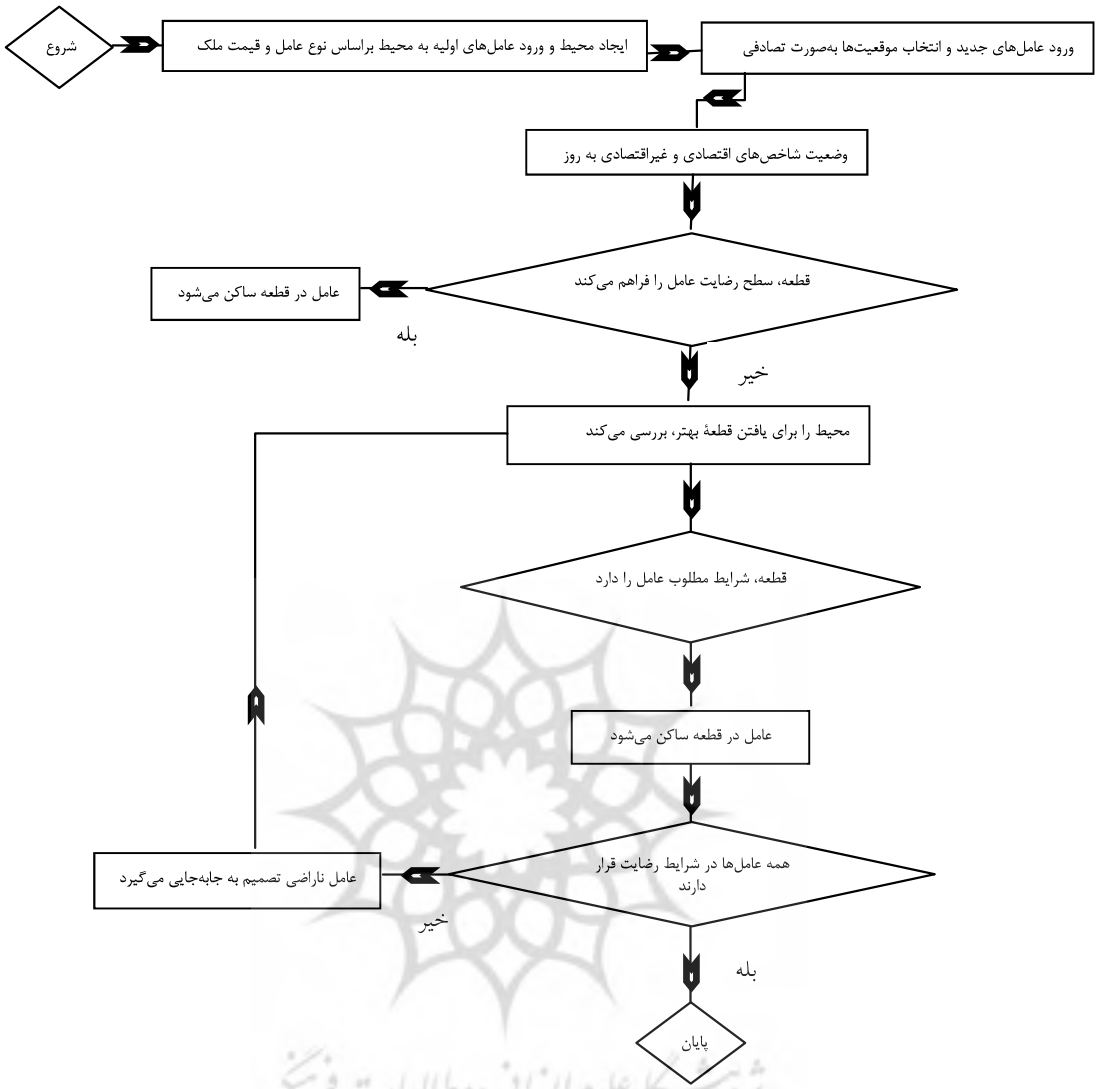
$$utility_i^j > satisfaction_i^j \qquad \text{رابطه (۸)}$$

در انتهای هر پریود، مدل رابطه (۸) برای همهٔ عامل‌ها بررسی می‌شود و عامل‌های ناراضی ـ یعنی عامل‌هایی که این رابطه برای آنها صدق نمی‌کند ـ تصمیم به جابه‌جایی می‌گیرند. برای جابه‌جایی این عامل‌ها تعدادی پیکسل که در شرایط روابط (۴) و (۵) صدق می‌کنند به‌طور تصادفی انتخاب می‌شوند و به‌عنوان گزینه در اختیار آنها قرار می‌گیرند. عامل، شرایط هر گزینه را طبق رابطه (۶) بررسی می‌کند و از بین گزینه‌هایی که در رابطه (۸) صدق می‌کنند یکی را که در آن سطح سودمندی از بقیه بالاتر است برای نقل‌مکان انتخاب می‌کند. دسته دوم تعاملات میان عامل و محیط، به عکس‌العمل محیط در برابر عامل‌ها بازمی‌گردد که محدودتر از دستهٔ نخست است. در این حالت برخی از ویژگی‌های پیکسل‌ها به‌تبع حضور عامل‌ها در آنها تغییر می‌کند. شرایط مدل حاضر بدین صورت است که برای هریک از پیکسل‌های محیط، ویژگی کاربری براساس حضور حداکثر عامل‌هایی از یک نوع در آن تغییر می‌کند. مثلاً اگر حداکثر عامل‌هایی که در یک پیکسل سکونت دارند از گروه ۱ باشند، کاربری آن پیکسل ۱ و رنگ آن قرمز خواهد شد. همچنین براساس افزایش حضور عامل‌های گروه بالاتر در اطراف یک پیکسل، مقدار پرستیژ برای آن پیکسل نیز افزایش خواهد یافت.

مراحل توضیح داده شده در این بخش در شکل ۴ خلاصه شده است.

۲-۳- آماده‌سازی داده‌ها در GIS

داده‌های مورد استفاده در مدل، شامل اطلاعات سرشماری سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۸۵، شبکهٔ معابر و کاربری‌های موجود در طرح تفصیلی تهران، مکان‌ها و پارسل‌های شهری سال ۱۳۸۰ هستند. با توجه به رویکرد رستری مدل و استفاده از آنالیز AHP برای وزن‌دهی به فاکتورها و معیارهای درنظرگرفته شده، ابتدا نقشه‌های مورد نیاز برای هر مؤلفه در محیط ArcGIS تولید و نرمالایز شدند و سپس براساس وزن‌های اختصاص‌یافته به هر مؤلفه و طبق رابطه (۷) با یکدیگر تلفیق شدند. در وزن‌دهی به مؤلفه‌ها، طبقهٔ اجتماعی ساکنان منطقه درنظر گرفته شد و وزن‌دهی برای هریک از گروه‌های چهارگانهٔ معرفی‌شده جداگانه انجام گرفت؛ زیرا در واقعیت نیز مؤلفه‌های گوناگون تأثیر متفاوتی در انتخاب‌های سکونتی طبقاتی مختلف اجتماع دارند.



شکل ۴. مراحل اجرایی مدل

جدول ۳. وزن‌های کیفی شاخص‌های معیار اجتماعی

پرستیژ	تعلق به محله	تعلق به طبقه اجتماعی	طبقه دوم
۲	۱	۱	تعلق به طبقه اجتماعی
۲	۱	–	تعلق به محله
۱	–	–	پرستیژ

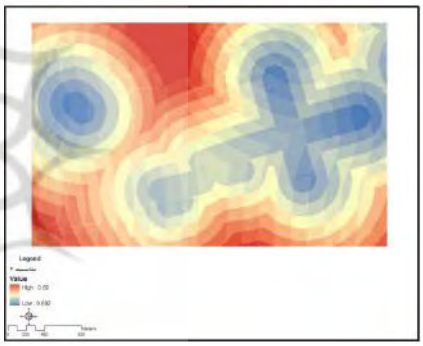
پرستیژ	تعلق به محله	تعلق به طبقه اجتماعی	طبقه اول
۲	۱	۱	تعلق به طبقه اجتماعی
۲	۱	–	تعلق به محله
۱	–	–	پرستیژ

پرستیژ	تعلق به محله	تعلق به طبقه اجتماعی	طبقه چهارم
۰/۱۱۱	۰/۱۲۵	۱	تعلق به طبقه اجتماعی
۰/۵	۱	–	تعلق به محله
۱	–	–	پرستیژ

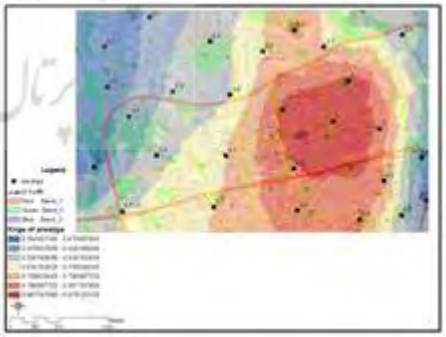
پرستیژ	تعلق به محله	تعلق به طبقه اجتماعی	طبقه سوم
۱	۰/۵	۱	تعلق به طبقه اجتماعی
۲	۱	–	تعلق به محله
۱	–	–	پرستیژ

یک نمونه از وزن‌دهی کیفی برای مؤلفه‌های معیار اجتماعی در جدول ۳ و نمونه‌ای از نقشه‌های زیرمعیار مناسبت از معیار محیطی در شکل ۵ ارائه شده‌اند.

درخصوص قیمت ملک، یک نمونه‌برداری نقطه‌ای در منطقهٔ مورد مطالعه انجام شد و یک نقشهٔ رستری با استفاده از انترپلاسیون ارزش نقاط برای کل منطقه تهیه گردید. در مورد فاکتور پرستیژ نیز با کمک کارشناسان املاک منطقه به هریک از نقاط نمونه، عددی بین ۰/۱ و ۱ به‌عنوان پرستیژ محله تخصیص یافت که در آن فاکتورهای مختلفی از وضع ظاهری و امکانات محله تا سطح اجتماعی ـ اقتصادی ساکنان در نظر گرفته شده بود. این مقادیر با روش انترپلاسیون به کل منطقه تعمیم داده شد و نقشهٔ مرتبط تهیه گردید.



شکل ۵. نقشهٔ مناسبت مربوط به طبقهٔ اجتماعی ۳



شکل ۶. نقشهٔ رستری پرستیژ

۲-۴- پیاده‌سازی مدل

با توجه به سادگی و کاربرپسندبودن محیط Netlogo و سازگاربودن با فضای رستری، مدل پیشنهادی پیاده‌سازی شد و تمامی بخش‌های مدل تحت یک ماژول کدنویسی شد. به‌منظور ایجاد تمایز میان عامل‌های گروه‌های مختلف، عامل‌های گروه اول تا چهارم به‌ترتیب با رنگ‌های قرمز، سبز، آبی و سیاه نمایش داده شدند. به‌منظور بالابردن انعطاف‌پذیری مدل و به‌کارگیری آن برای کل شهر و نیز امکان تولید و بررسی سناریوهای مختلف روی آن، تعدادی از پارامترها به کمک ابزار slider محیط پیاده‌سازی به‌صورت تغییرپذیر به‌دست کاربر طراحی شد. پارامترهای مذکور عبارت‌اند از: تعداد عامل‌ها، شعاع همسایگی، درصد هر گروه از عامل‌ها نسبت به کل جمعیت، نرخ رشد جمعیت و میزان سطح رضایت مطلوب عامل‌های هر طبقه.

۳- بحث

مهم‌ترین چالش‌های مدل‌های عامل‌مبنا، اعتبارسنجی درونی و کالیبراسیون مدل است که درنهایت دقت خروجی نهایی مدل را رقم می‌زند. در این بخش درخصوص دو چالش مذکور در مورد مدل حاضر بحث و بررسی می‌شود.

۳-۱- اعتبارسنجی درونی مدل

پس از پیاده‌سازی مدل، نوبت تست استحکام مدل است که اعتبارسنجی درونی خوانده می‌شود. در این مرحله بررسی می‌شود که با تغییر پارامترهای مختلف مدل، رفتار آن تا چه حد مطابق انتظار است. بدین منظور رفتار مدل پیشنهادی در حین تغییر دو پارامتر مهم شعاع همسایگی و سطح رضایت عامل‌ها ـ که پارامترهای اساسی اکثر مدل‌های موجود جدایی‌گزینی هستند ـ بررسی شد.

۳-۱-۱- تغییر شعاع همسایگی

در مدل پیشنهادی، اثر پارامترهای اجتماعی «حس تعلق به گروه اجتماعی خاص» و «پرستیژ» در

همسایگی مفهوم دارد. از این رو انتظار می‌رود که تغییر شعاع همسایگی در تصمیم‌گیری عامل‌ها و درنتیجه الگوی جدایی‌گزینی به‌دست‌آمده تأثیر داشته باشد. در سه بخش شکل ۷ الگوی جدایی‌گزینی عامل‌ها برای شعاع‌های همسایگی ۲، ۱۰ و ۲۰ پارسل در سطح رضایتمندی ۷۰ درصد قابل مقایسه‌اند.

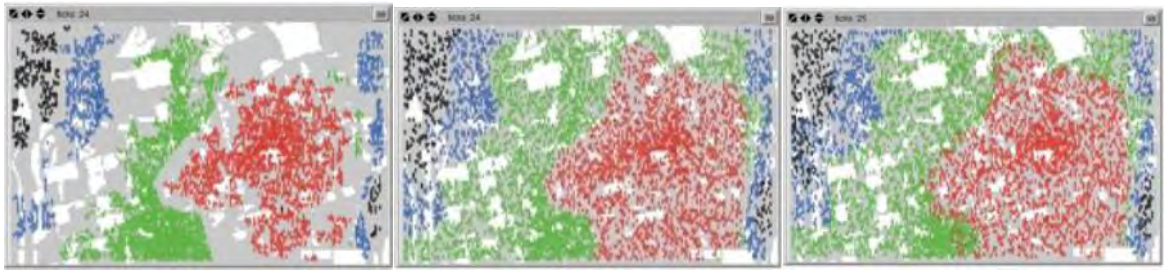
با مقایسهٔ این شکل‌ها، تفکیک‌های شدیدتر و مشخص‌تری در هر شکل درمقایسه با شکل قبلی به‌خوبی دیده می‌شود. مطابق انتظار، با افزایش شعاع، تعداد بخش‌های تفکیک‌شده کمتر و ساختار آنها منسجم‌تر می‌شود. افزون بر فاصلهٔ میان بخش‌های تفکیک‌شده، طبقات مختلف نیز بیشتر می‌شوند که دلیل آن اعمال غربال اجتماعی و اثر همسایگان در شعاع بزرگ‌تری از اطراف عامل است.

۳-۱-۲- تغییر سطح رضایتمندی عامل‌ها

در اکثر مدل‌هایی که تاکنون برای جدایی‌گزینی تهیه شده‌اند، درصد همسایگان هم‌نوع یک عامل به‌عنوان فاکتور نهایی انتخاب او در نظر گرفته شده‌اند. در مدل پیشنهادی به‌دلیل درنظرگرفتن پارامترهای محیطی و اجتماعی مختلف، دیگر همسایگان به‌تنهایی نقش مهمی را ایفا نمی‌کنند بلکه رضایتمندی عامل از مجموعهٔ پارامترها به تصمیم‌گیری او درخصوص سکونت یا نقل‌مکان می‌انجامد. ازاین‌رو مؤلفهٔ سطح رضایتمندی عامل‌ها تعریف شد و ملاک عمل قرار گرفت. طبیعی است که هرچه سطح رضایتمندی مورد نظر عامل‌ها بالاتر باشد، انتخاب‌های آنها هم به مناطق مرغوب‌تر محدود می‌شود و تجمع آنها در این مناطق بیشتر می‌شود. ازسویی، مرزهای تفکیک بین گروه‌ها نیز واضح‌تر و مشخص‌تر و جدایی‌گزینی شدیدتر می‌شود. برعکس، هرچه سطح رضایت پایین‌تر درنظر گرفته شود، پخش‌شدگی عامل‌ها در سطح محیط بیشتر است و اختلاط بین گروه‌ها در مرزها دیده می‌شود. این موضوع را می‌توان در سه بخش شکل ۸ مشاهده کرد.

الف) ب) ج)

شکل ۷. الگوی جدایی‌گزینی برای سطح رضایت ۷۰ درصد و شعاع‌های همسایگی مختلف؛ الف) شعاع ۲، ب) شعاع ۱۰، و ج) شعاع ۲۰



الف) ب) ج)

شکل ۸. الگوی جدایی‌گزینی حاصل از رضایتمندی الف)۲۰، ب) ۵۰ و ج) ۸۰ درصدی عامل‌ها در شعاع همسایگی ۲

۳-۲- کالیبراسیون مدل

دومین موضوعی که در مورد تمامی مدل‌های عامل‌مبنا مطرح است، کالیبراسیون مدل است. برای اینکه بتوان به نتیجهٔ پیش‌بینی مدل از آینده ـ که هدف اصلی هر مدلی است ـ اعتماد کرد، لازم است پیش از اجرای مدل شرایط دنیای واقعی را روی پارامترها اعمال کنیم و مقادیر آنها را به گونه‌ای برگزینیم که نتایج مدل تا حد امکان به واقعیت نزدیک شوند. به این کار کالیبراسیون مدل گفته می‌شود (Crooks et al., 2008). در مدل پیشنهادی، پارامترهایی که برای تطابق با واقعیت، تغییراتی روی آنها انجام شد عبارت‌اند از شعاع همسایگی، سطح رضایت، تعداد عامل‌ها، سهم هر گروه از عامل‌ها از کل جمعیت، اندازهٔ پیکسل‌ها، حدود تابع قیمت، مقادیر عدم‌تجانس گروه‌های مختلف نسبت به هم و میزان افزایش قیمت و پرستیژ.

برای انتخاب بهترین شعاع همسایگی، نتایج خروجی مدل با شعاع‌های ۲، ۱۰، ۲۰ و ۲۵ پیکسل نسبت به الگوی جدایی‌گزینی موجود در منطقه مقایسه و شعاع ۲۰ انتخاب شد. درخصوص سطح رضایت نیز همین رویکرد به‌همراه توجه به تعداد عامل‌های ناراضی حذف‌شده از مدل دنبال شد و درنهایت سطوح رضایتمندی ۶۴، ۶۲ و ۵۴ به‌ترتیب برای گروه اول، دوم، و سوم و چهارم برگزیده شد. تعداد عامل‌ها، نرخ افزایش آنها در هر پریود مدل و سهم هر گروه نسبت به کل جمعیت، با توجه به آمار سال‌های مبنا و مقصد استخراج گردید. اندازهٔ پیکسل‌های محیط با توجه به مد[1] مساحت پیکسل‌های منطقه و تعداد طبقات پارسل‌ها که ظرفیت سکونتی منطقه را تعیین می‌کنند و نیز درنظرگرفتن تأثیر اندازهٔ پیکسل‌ها در حجم محاسبات ۲۵ متر انتخاب شد. حدود تابع قیمت برای هر گروه از عامل‌ها از طریق پرسشنامه‌هایی که کارشناسان املاک منطقه آنها را تکمیل کردند تعیین گردید و پرستیژ محله‌ها نیز به همین روش تعیین شد. نمونه‌ای از تابع قیمت مربوط به عامل‌های طبقهٔ دوم مطابق رابطه (۹) است.

رابطه (۹)

$$f(x)=\begin{cases} ۲۵\times price - ۱۳/۷۵ & x \le ۰/۵۸ \\ ۰/۷۵ & ۰/۵۸ < x < ۰/۷۵ \\ -۳۷/۵\times price + ۲۸/۸۷۵ & x \ge ۰/۷۵ \end{cases}$$

مقادیر عدم‌تجانس گروه‌های مختلف نسبت به هم از مد مقادیر به‌دست‌آمده از ۳۰ پرسشنامه حاوی جدول‌های ۱ و ۲ که افرادی از طبقات اجتماعی گوناگون آن را تکمیل کرده بودند، استخراج شد و جدول ۴ به‌دست آمد. با این‌حال به‌دلیل کوچک‌بودن جامعهٔ آماری، عدم‌اطمینان درخصوص نتایج، و مشاهدهٔ اختلاط زیاد در برخی گروه‌ها ـ به‌ویژه در لبه‌ها و مرزها ـ برای بهبود نتایج سه سناریو روی مقادیر جدول ۴ اعمال شد.

جدول ۴. مقادیر اولیهٔ عدم‌تجانس عامل‌های گروه‌های مختلف

	گروه اول	گروه دوم	گروه سوم	گروه چهارم
گروه اول	۰/۰	۰/۰۵	۰/۸	۰/۹۵
گروه دوم	۰/۰	۰/۰	۰/۲	۰/۸
گروه سوم	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰۵
گروه چهارم	۰/۸	۰/۸	۰/۲	۰/۰

1. mode

جدول ۵. مقادیر نهایی عدم‌تجانس عامل‌های گروه‌های مختلف

	گروه اول	گروه دوم	گروه سوم	گروه چهارم
گروه اول	۰/۰	۰/۲	۰/۸	۰/۹۵
گروه دوم	۰/۰	۰/۰	۰/۵	۰/۸
گروه سوم	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۲
گروه چهارم	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۵	۰/۰

در سناریوی نخست، همهٔ عدم‌تجانس‌های غیرصفر یک درجه بالاتر از حد کیفی نظرسنجی در نظر گرفته شد. در سناریوی دوم، عدم‌تجانس فقط در مرزهای گروه‌ها یعنی بین گروه اول و دوم، گروه دوم و سوم، و گروه سوم و چهارم یک درجه تشدید شد. در سناریوی سوم، شرایط سناریوی دوم پیاده شد، ضمن اینکه عدم‌تجانس گروه چهارم با هر سه گروه نیز یک درجه تشدید شد. با مقایسهٔ خروجی‌های مدل با واقعیت، درنهایت در شبیه‌سازی منطقهٔ مطالعه‌شده از سناریوی سوم استفاده گردید که مقادیر آن در جدول ۵ ارائه شده است.

۳-۳- اعتبارسنجی مدل

منظور از اعتبارسنجی، تعیین درصد صحت خروجی مدل است. به‌منظور اعتبارسنجی، مدل سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۸۵ به‌عنوان سال‌های مبدأ و مقصد انتخاب شد و از اطلاعات سرشماری و پارسل‌های شهری سال ۱۳۸۵ به‌عنوان رفرنس مقایسه استفاده گردید. برای اعتبارسنجی نتیجهٔ مدل طبق نظر پانتیوس و مالانسون[1] (۲۰۰۵) به هریک از پیکسل‌ها براساس گروه حداکثر ساکنان آن، شمارهٔ گروه اختصاص یافت. سپس پیکسل‌های رستر مرجع نیز بر همین اساس ارزش‌دهی شد و با هم‌پوشانی این دو نقشه در ArcGIS درصد پیسکل‌های صحیح برآوردشده نسبت به کل پیکسل‌ها محاسبه گردید. به این ترتیب صحت مدل کالیبره‌شده ۶۲/۵ درصد برآورد شد.

شکل ۹. الگوی جدایی‌گزینی حاصل از مدل پیشنهادی

شکل ۱۰. الگوی جدایی‌گزینی وضع موجود منطقه

۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق مدلی برای شبیه‌سازی الگوی جدایی‌گزینی سکونتی با استفاده از ترکیب GIS و مدل‌های Agent-Based ارائه شد. برای ساخت این مدل ابتدا پارامترهای مؤثر بر جدایی‌گزینی در تهران که ترکیبی از عوامل اقتصادی، اجتماعی و محیطی هستند. تعیین شدند و میزان تأثیر هریک از آنها با

1. Pontius & Malanson

روش AHP معین شد. نحوهٔ تأثیرگذاری هریک از پارامترها در نقاط مختلف محیط به‌وسیلهٔ نقشه‌های رستری در محیط ArcGIS تعیین و آنگاه با برنامه‌نویسی در نرم‌افزار Netlogo مدل موردنظر تهیه شد. استحکام مدل مذکور با تغییر پارامترهای شعاع همسایگی و سطح رضایتمندی عامل‌ها ارزیابی شد و مشخص گردید که رفتار مدل مطابق انتظارات ذهنی مدل‌ساز است. آنگاه مدل با استفاده از داده‌های واقعی کالیبره شد و شبیه‌سازی الگوی جدایی‌گزینی برای بخشی از منطقهٔ دو تهران صورت گرفت. اعتبار مدل به‌روش شمارش تعداد پیکسل‌های صحیح، ۶۲/۵ درصد برآورد شد.

به‌منظور دستیابی به مقادیر مناسب برای کالیبراسیون مدل، کاهش میزان دقت مدل در شرایطی که سطح رضایت جامعه بیش از ۷۰ درصد و کمتر از ۴۰ درصد در نظر گرفته شد، و نیز نزدیکی میزان دقت‌ها در شرایطی که سطح رضایت در محدودهٔ ۵۰ تا ۷۰ تغییر داده شد، نشان داد که درمجموع همهٔ افراد جامعه به سطح رضایتی در حد متوسط اکتفا می‌کنند. نتایج آزمون مدل با شعاع‌های همسایگی گوناگون نشان داد که به‌طور متوسط شعاع ۲۰ پیکسل ـ معادل ۵۰۰ متر ـ در اطراف محل سکونت یک خانوار ـ که تقریباً معادل ابعاد تعریف ذهنی محله برای اکثر افراد جامعه است ـ ملاک تصمیم‌گیری‌های سکونتی افراد قرار می‌گیرد.

نتایج مدل نشان دادند با وجود آنکه جدایی‌گزینی سکونتی ذاتاً پدیده‌ای پیچیده و چندوجهی است که مدل‌سازی آن نیاز به مطالعات گسترده در وجوه اجتماعی، اقتصادی، تاریخی و فرهنگی هر منطقه دارد، اما با درنظرگرفتن مؤلفه‌های محدودی از سه دسته معیار اجتماعی، اقتصادی و محیطی، می‌توان واقعیت را تا حد مناسبی شبیه‌سازی کرد. اگر بتوان پارامترهای محیطی، سطح رضایت عامل‌ها و تغییرات قیمت املاک را در طول زمان ـ که در این مدل به‌منظور ساده‌سازی از آنها صرف‌نظر شده است ـ از طریق طراحی مدل در قالب چند ماژول پیاده‌سازی کرد، قطعاً نتایج ملموس‌تر خواهد بود. لذا پیشنهاد می‌شود به هریک از انواع معیارها یک ماژول جداگانه اختصاص یابد و تغییرات پارامترهای هر معیار با زمان، در ماژول مربوط به آن طراحی شود و در نهایت ارتباط این ماژول‌ها با یکدیگر و با ماژول جمعیت که مربوط به افراد جامعه یا همان عامل‌های مدل است نیز تعریف شود.

استفاده از این گونه مدل‌ها در فرایندهای تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری در نهادهایی چون شهرداری‌ها که جایگاه مهمی در نحوهٔ توزیع امکانات شهری، چگونگی کیفیت زندگی شهری و شکل‌گیری الگوی سکونتی در شهرها دارند، می‌تواند به کاهش معضلات ناشی از پدیده‌هایی چون جدایی‌گزینی سکونتی و پیشگیری از گسترش الگوی نامناسب سکونت در جوامع شهری کمک شایانی کند.

۵- منابع

Afrough, E., 1998, **Space & Social Inqualities**, Tarbiyat modares University publications, 20.

Batty, M. & Jiang, B., 1999, **Multi Agent Simulation: New approaches to exploring space-**time **dynamics within GIS**, working paper series, paper 10, Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA), University College London (UCL), PP. 1467-1298

Benenson, I. & Omer, I., 2001, **Agent-Based Modeling of Residential Distribution**, Department of Geography and Human Environment University Tel Aviv.

Castle, C. & Crooks, A., 2006, **Principles and Concepts of Agent-Based Modelling for Developing Geospatial Simulations**, Working papers series, paper 110, ISSN 1467-1298, Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA), University College London (UCL).

Crooks, A., Castle, C. & Batty, M., 2008, **Key Challenges in Agent-based Modelling for Geo-spatial Simulation**, ELSEVIER, Computers, Environment and urban systems, 32 (6), PP. 417-430. Oxford: Pergamon, Elsevier.

Crooks, A., 2009, **Constructing and Implementing an Agent-based Model of Residential Segregation Through Vector GIS**, Taylor & Francis, International Journal of Geographical Information Science, Vol. 24, No. 5, PP. 661–675.

Feitosa, F., 2010, **Urban Segregation as a Complex System: An Agent-based Simulation Approach**, Ph.D. thesis in university of Bonn, Switzerland.

Mahdavi, B., O'Sullivan, D. & Davis, P., 2007, **An Agent-based Microsimulation Framework for Investigating Residential Segregation Using Census Data**, L. Oxley & D. Kulasiri (Eds.), MODSIM07 International Congress on Modelling and Simulation.

Mansoureh-Azam, A., 2002, **State of Residential Segregation in Tehran**, Humanities magazine of AlZahra University, No. 44, PP. 25-50.

Pontius Jr, R.G. & Malanson, J., 2005, Comparison **of the Structure and Accuracy of Two Land Change Models**, International Journal of Geographical Information Science, 19(2), PP. 243-265.

Schelling, T.C., 1971, **Dynamic Models of Segregation**, Journal of Mathematical Sociology, Vol. 1, PP. 143–186.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی