

شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شهری با به کارگیری مدل‌سازی عامل‌مبنا.

مطالعه موردی: مادر شهر شیراز

محمدامین عطار

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۷

چکیده

امروزه به صورت کلی، به موضوع جدایی‌گزینی در شهر به عنوان یک معضل نگرین شده می‌شود و به طبیعت، علل و نتایج ناشی از آن پرداخته می‌شود. می‌توان به آسانی ایده‌های مرتبط با جدایی‌گزینی را در اصطلاحات و شاخص‌های کاملاً اجتماعی و اقتصادی فرمول‌بندی نمود، بدون این که توجهی به موضوع فضا داشته باشیم، اما جدایی‌گزینی یک اصطلاح و مفهوم فضایی نیز هست. در این پژوهش یک شبیه‌سازی شهری با کمک سیستم‌های عامل مبنا برای بررسی چگونگی جدایی‌گزینی آتی طبقات مختلف اقتصادی و اجتماعی ساکنان شهر شیراز ارائه شده است که در آن طراحی رفتار عوامل مبتنی بر تئوری مدل جدایی‌گزینی اسکالینگ می‌باشد و از نرم‌افزار پرکاربرد شبیه‌سازی اجتماعی Repast برای این منظور بهره گرفته شده است. لذا، پژوهش حاضر از نظر هدف در حوزه پژوهش‌های کاربردی و از نظر روش در زمره پژوهش‌های توصیفی و عملیاتی می‌باشد. محدوده مورد مطالعه نیز مادرشهر شیراز و جامعه آماری کل محدوده کالبدی شهر شیراز به تفکیک بلوک‌های آماری و خانوارهای ساکن در آن می‌باشد. در مجموع، نتایج پژوهش نشان می‌دهد اکثر خانوارهای متعلق به سه پایگاه اجتماعی - اقتصادی ساکن در شهر شیراز، بخش قابل توجهی از بلوک‌های آماری فعلی خود را نیز در پایان ۱۶ گام اجرای شبیه‌سازی حفظ می‌نمایند؛ همچنین، به نظر می‌رسد پایگاه اجتماعی - اقتصادی متوسط نوعی تمایل به سکونت در نواحی شرقی شهر پیدا خواهد نمود. پایگاه اجتماعی - اقتصادی بالا، حرکت به سمت مناطق درونی‌تر بافت شهری و نیز به سمت شمال غربی شهر شیراز را ادامه خواهد داد و پایگاه اجتماعی - اقتصادی پایین، نوعی تمایل به سکونت در نواحی غربی شهر پیدا خواهد نمود. لذا، می‌توان گفت با استمرار وضعیت فعلی، انتظار تغییر و تحول جدی در نظام استقرار پایگاه‌های مختلف اجتماعی - اقتصادی در شهر شیراز و نیز تعدیل میزان جدایی‌گزینی مسکونی در آینده این شهر، غیرمحتمل به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: جدایی‌گزینی شهری، شبیه‌سازی، شیراز، مدل‌سازی عامل‌مبنا، مدل اسکالینگ.

مقدمه

طرح مسئله

اشاره دارد. به‌عنوان یک نتیجه از گسترش مقیاس اجتماعی، روابط اجتماعی از زمینه‌ی محلی خاص خود جدا و منفصل می‌شوند. روز به روز بحث‌ها به این سمت پیش می‌روند که مردم بخشی از چیزی هستند که مدت‌ها قبل ویران آن به‌عنوان "جوامع بدون شباهت و قرابت"^۱ نام برده است. دومین دسته از نظریات که بیشتر در جغرافیای انسانی و در حوزه مطالعات شهری کاربرد دارد، تأکید می‌کنند که جوامع و محلات مسکونی هنوز هم نقش مهمی در زندگی روزمره افراد بازی می‌کنند. در این

در ادبیات تحقیق پیرامون موضوع اهمیت اجتماعی جوامع و محلات مسکونی، دودسته از نظریات قابل‌شناسایی است. دسته‌ی اول از تئوری مدرنیته نشأت می‌گیرد و بر کاهش نقش جوامع و محلات در زندگی روزمره ساکنان جوامع مدرن تأکید دارد. مکانیزم اساسی پشتیبان این طرز فکر، افزایش مقیاس فضایی روابط اجتماعی است. معمولاً "جهانی‌شدن" کلیدواژه‌ای است که به این فرایند

نظریات، این گونه فرض می‌شود که زندگی در یک مجموعه‌ی خاص محلی و مکان گزیدن در یک نقطه‌ی خاص، بر روی شانس‌های زندگی و فرصت‌های مردم و نهادها اثر می‌گذارد. توجه به جدایی‌گزینی فضایی و تمرکز، در بحث پیرامون مزایا و معایب فرم‌های مختلف جدایی‌گزینی و نیز فرم‌های مختلف تمرکز و نواحی متراکم (از قبیل گتوها و نواحی محصور) ریشه دارد. قالب اصلی تمایلات پیشینه‌ی تحقیق در این حوزه، بر اثرات منفی جدایی‌گزینی و تمرکز تأکید دارد. در این دیدگاه فرضیه این است که محلات مسکونی می‌توانند به عنوان یک قالب برای محرومیت اجتماعی عمل کنند (Bolt, 1998: 83).

امروزه به صورت کلی، به موضوع جدایی‌گزینی در شهر به عنوان یک معضل نگریده می‌شود و به طبیعت، علل و نتایج ناشی از آن پرداخته می‌شود. ما می‌توانیم به آسانی ایده‌های مرتبط با جدایی‌گزینی را در اصطلاحات و فاکتورهای کاملاً اجتماعی و اقتصادی فرمول‌بندی کنیم، بدون این که توجهی به موضوع فضا داشته باشیم. اما جدایی‌گزینی یک اصطلاح و مفهوم فضایی نیز هست و الگوهای جدایی‌گزینی و خوشه‌های محرومیت در شهر، ما را به این سؤال شهری راهنمایی می‌کند که: آیا جدایی‌گزینی شهری یک معنای بااهمیت فیزیکی فراتر از مفهوم اجتماعی خود دارد؟ آیا جدایی‌گزینی می‌تواند یک پدیده شهری باشد یا بشود؟ (Hillier, 2007: 2). جدایی‌گزینی در بسیاری از شهرهای کشورهای در حال توسعه، به عنوان یک پدیده معمول در حال افزایش است (Chao-lin, 2001: 18)؛ همچنین، زاغه‌ها، گتوها و به صورت کلی جدایی‌گزینی اجتماعی، یک پدیده شهری معمول در شهرهای غربی به حساب می‌آید. به طور مشابه، مشکلات شهری نیز در سرتاسر جهان، روز به روز جدی‌تر و مرسوم‌تر می‌شوند و پدیده‌هایی از قبیل "فقر شهری"، "قطبی شدن اجتماعی" و به همراه آن‌ها معضلات و مشکلات اجتماعی - فضایی متعدد، ظهور می‌کنند (Kempen, 1994: 995).

شهرهای بزرگ ایران در حال حاضر کانون جدایی‌گزینی ساکنان بر مبنای قشرها و طبقات

مختلف اقتصادی و اجتماعی است. جدایی‌گزینی قشرها و طبقات مختلف ساکنان سبب گردیده است که این شهرها قادر به تداوم حیات سالم شهری نباشند و در واقع، امکان ارائه خدمات لازم برای ساکنان خود را نداشته باشند. در این میان مادرشهر شیراز به عنوان متروپل جنوب (ناحیه شهری شیراز دارای جمعیتی حدود ۱۷۹۳۸۳۸ نفر و مساحتی نزدیک ۱۷۸۲۹ کیلومتر مربع را شامل می‌شود) (شهرداری شیراز، ۱۳۹۳: ۳۳) و با جمعیت شهرنشین ۱۴۶۰۶۶۵ نفر در سرشماری سال ۱۳۹۰ (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰: ۲۶)، جمعیت ناهمگن قابل توجه از خرده فرهنگ‌های قومی و ساکنان غیربومی (روستایی، شهری و عشایری)، اقشار و طبقات مختلف اقتصادی، اجتماعی، شغلی و اداری را در خود جای داده است؛ همچنین قدمت تاریخی، مرکزیت منطقه‌ای، وسعت جغرافیایی، میزان بالای مهاجرپذیری، همسایگی با استان‌های جنوبی و شرقی، این شهر را در شرایط ویژه‌ای قرار داده است (تقوایی، ۱۳۸۹: ۳). مروری مختصر بر وضعیت موجود مادرشهر شیراز از منظر جدایی‌گزینی نشان می‌دهد برخی از محلات به دلیل برخورداری از فرصت‌ها و امکانات اقتصادی، کالبدی، اجتماعی از جذابیت خاصی برای شهروندان شیرازی برخوردار هستند. در واقع عدالت در شهر باید به گونه‌ای باشد که به گزاره‌های زیر پاسخگو باشد: تخصیص مناسب و متناسب امکانات و خدمات، استفاده از توان‌های بالقوه و بالفعل در شهر، از بین بردن شکاف بین فقیر و غنی در شهر جهت جلوگیری از به وجود آمدن زاغه‌های فقر (روستایی، ۱۳۹۲: ۹۵). به نظر می‌رسد عدم رعایت این امر در شهر شیراز باعث تمایل خانوارها برای جابه‌جایی و جدایی‌گزینی بین محلات این شهر شده است. بر این اساس، پژوهش حاضر بنا دارد با آینده‌نگری جدایی‌گزینی شهری در مادرشهر شیراز گامی در جهت شناخت بیشتر این موضوع مهم بردارد. پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به این پرسش در رابطه با جدایی‌گزینی شهری در مادرشهر شیراز است:

شهری، شهر درونی و شهر حاشیه‌ای - توصیف می‌شوند (6: Lehrer, 2003).

مدل سازی عامل مبنا^۱: با وجود این که مدل سازی و شبیه سازی عامل مبنا یک روش تجزیه و تحلیل نوین برای علوم اجتماعی است، با این وجود به سرعت مورد توجه و طرفداری قرار گرفته است (Gilbert, 2005: 2). کارآمدی این روش در حوزه های علمی متعددی از مطالعات جمعیتی گرفته تا مطالعات زیست شناسی، اقتصادی، اکولوژیکی و برنامه ریزی شهری به اثبات رسیده است (9: Hillier, 2007). ماهیت و طبیعت پیچیده جدایی گزینی مشکلاتی را به هنگام کاربرد ابزارهای سنتی، تحمیل می سازد. با توجه به این مشکلات و ضعف های تکنیک های سنتی، به کارگیری مدل سازی عامل مبنا که بر واحدهای تصمیم سازی شخصی متمرکز هستند، در این حوزه روز به روز در حال افزایش است. مدل عامل- مبنا مدلی شامل یک یا چند عامل^۲ به همراه محیطی است که عامل ها در آن قرار گرفته اند؛ به صورتی که امکان تعامل، ارتباط و تصمیم گیری برای عامل ها فراهم است (66: Conte, 1997). در حقیقت، مدل عامل مبنا دارای یک ساختار پویا و پایین به بالا است (410: Ligmann, 2010). بدین معنا که از فعالیت اجزای آن، که عامل ها هستند یک نتیجه مجموع و کلی به دست می آید که نتیجه ی برآیند^۳ نامیده می شود. این مدل ها معمولاً با سیستم ها و مسائل پیچیده سروکار داشته، دارای قابلیت های نوآورانه و خلاقانه هستند (421: Crooks, 2008). در مدل سازی عاملی، سیستم شامل عواملی است که توسط کامپیوتر ایجاد شده و طبق مجموعه قواعد رفتاری خاص با یکدیگر در تعامل هستند (1: Gordon, 2009).

مدل اسکالینگ^۴: اسکالینگ (۱۹۶۹) یکی از نخستین افرادی بود که منطق چگونگی جدایی گزینی جغرافیایی در طول خطوط منتج از انتخاب های تبعیض آمیز ملایم اشخاص را به صورت مشخص مطرح

✓ چشم انداز آتی جدایی گزینی شهری پایگاه های مختلف اجتماعی - اقتصادی مادر شهر شیراز چگونه خواهد بود؟

مبانی نظری

مطالعه روند آتی جدایی گزینی شهری دارای اهمیت است و در امتحان بسیاری مسائل از جمله موضوعات نابرابری، طرز عمل و رفتار، انتظارات، توقعات و فرصت ها به ما کمک خواهد کرد و نتایج آن در فرایند تصمیم گیری و تأثیر سیاست ها مفید و مؤثر خواهد بود (16: Hutchens, 2006)، لذا امروزه طراحی و پیاده سازی شبیه سازی های مناسب برای سیستم های پیچیده یکی از زمینه های بسیار فعال پژوهشی است (13: Miller, 2007). در اینجا به توضیح مختصر پاره ای از مفاهیم مرتبط با پژوهش پرداخته می شود:

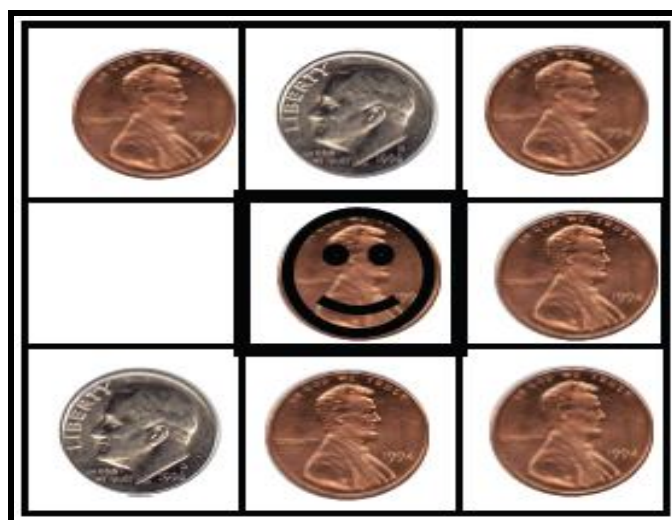
جدایی گزینی شهری: جدایی گزینی شهری یک مفهوم است که معمولاً نشان دهنده جدایی بین گروه های مختلف اجتماعی در یک محیط زیست شهری است. این پدیده، در درجات متنوع در بیشتر شهرهای مدرن جهان توسعه یافته و در حال توسعه روی می دهد (2: Hillier, 2007). چه موضوعی می تواند بیشتر از پدیده جدایی گزینی جغرافیایی باشد؟ با بازگشت جغرافیا به تحقیقات جدایی گزینی، اینگونه مطرح می شود که دولت های محلی نیازمند صرف توجه بیشتری به موضوع جدایی گزینی هستند و لازم است از شاخص هایی که به طور آشکاری بافت فضایی خوشه های مسکونی را در طول مرزهای اقتصادی - اجتماعی، قومی و نژادی نواحی شهری نشان می دهند، بهره گیرند (125: Brown, 2006). جدایی گزینی یک موضوع جغرافیایی است. گروه های اجتماعی - اقتصادی، قومی و نژادی و... به صورت معمول الگوهای منطقه ای را در طول فضاها ی مسکونی، شکل می دهند. شهرهای موزاییکی منتج از آن اغلب با اصطلاحاتی که هم دارای بار مجازی و هم فضایی هستند - از قبیل گتو، قلمروهای محاصره شده قومی، جوامع دروازه ای، حومه شهر، نواحی خارجی

1. Agent-based Modeling (ABM)
2. Agent
3. Emergent
4. Schelling

به این صورت است که دو نوع از عامل‌ها خودشان را به صورت گروه‌های شدیداً جدایی‌گزین شده تقسیم می‌کنند. این مدل نشان می‌دهد درجایی که جدایی‌گزینی شدید به صورت غیرقابل فهمی روی می‌دهد، در حقیقت این جدایی‌گزینی از طریق تمایلات معتدل و ملایم عامل‌ها جهت واقع‌شدن در میان گروه‌های اقتصادی و اجتماعی شبیه به خود، حادث شده است. در واقع بر طبق مدل مبنایی اسکلینگ (۱۹۷۱)، عامل‌ها فقط به گروه خودشان تمایل دارند و این تمایل است که باعث می‌شود عامل‌ها نواحی مختلف در درون شهر را مورد جست‌وجوی خود قرار دهند (Clark, 1991: 5).

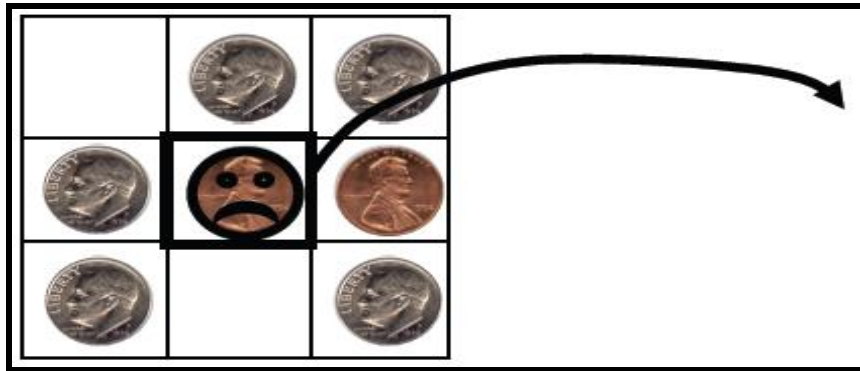
اگرچه کار اسکلینگ انتقاداتی را نیز دریافت نمود، اما به صورت ناخودآگاه، وی یکی از پیشگامان حوزه‌ی مدل‌سازی عامل مینا بود (Shelling, 2006: 1639). وی بر اهمیت شروع بر پایه‌ی قوانین رفتار اشخاص و به کارگیری شبیه‌سازی به منظور کشف دلایل برای نتایج جوامع بزرگ مقیاس از طریق فعل و انفعالات بین این اشخاص تأکید داشت. نه تنها این مدل یکی از بهترین مدل‌های شناخته‌شده‌ی عامل مینا می‌باشد، بلکه این مدل به صورت رو به فزاینده‌ی به منظور الهام بخشیدن به تئوری‌ها و تحقیقات پیرامون پدیده‌ی جدایی‌گزینی، ادامه یافته است (Pancs, 2007: 7).

کرد (Schelling, 1969: 489). اسکلینگ فرض را به وسیله‌ی یک مدل جدول شطرنجی دووجهی و با استفاده از یک منطق ساده که نشان می‌داد جدایی‌گزینی چگونه ظاهر می‌شود، مطرح نمود (شکل‌های ۱ و ۲). وی این جدول شطرنجی بزرگ را به صورت شهری فرض نمود که هر مربع آن به عنوان یک خانه یا واحدی بزرگ‌تر از آن می‌باشد و در آن تعداد مساوی از دو نوع عامل که نشان‌دهنده دو گروه اجتماعی بودند، قرار داد. این تنوع‌ها می‌توانند به عنوان طبقات مختلف اجتماعی - اقتصادی، گروه‌های قومی یا جنسی و ... مورد استفاده قرار گیرند. در ابتدا آن‌ها به صورت تصادفی در جدول قرار می‌گیرند؛ به صورتی که در هر مربع بیشتر از یک نفر نباشد و نیز تعداد کمی از مربع‌ها خالی گذاشته می‌شود تا مردم بتوانند به آن‌ها حرکت کنند. اگر کمتر از یک درصد مشخص از همسایگان عامل، شبیه به خودش باشند (منظور همسایگان مربعی که الآن در آن قرار دارد)، عامل تصمیم می‌گیرد که از مربع خودش به یک مربع خالی حرکت کند. بازی این‌گونه با مجموعه‌ای از گام‌ها ادامه می‌یابد، به طوری که در هر گام، عامل تصمیم می‌گیرد که آیا حرکت کند یا خیر. اگر عامل تصمیم بگیرد که حرکت کند، وی به نزدیک‌ترین مربع خالی که نیازش را برطرف می‌کند، نقل مکان می‌کند (Shelling, 1971: 172). نتیجه این فرایند شبیه‌سازی



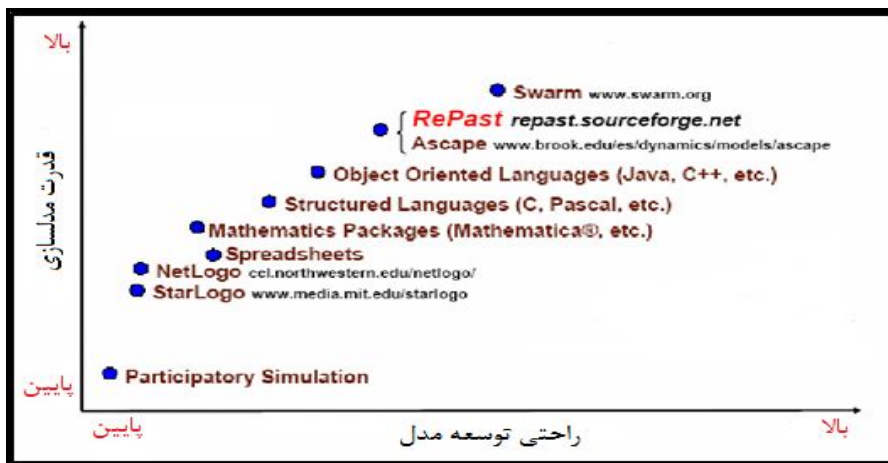
شکل ۱: قوانین خرد مقیاس در مدل اسکلینگ؛

عامل می‌ماند اگر حداقل یک‌سوم، همسایگانش از نوع خودش باشند.



شکل ۲: قوانین خرد مقیاس در مدل اسکالینگ.

اگر کمتر از یک سوم، همسایگانش از نوع خودش باشند، عامل به یک مکان تصادفی دیگر نقل مکان می کند. منبع: (Mathur, 2007: 16)



شکل ۳: نمودار مقایسه نرم افزار Repast با سایر نرم افزارهای شبیه سازی

منبع: (Mathur, 2007: 19)

سازمان های صنعتی گسترده می باشند، هدایت می گردد. مجموعه نرم افزارهای Repast، مجموعه ای از کلاس های آزاد و منبع باز^۸ برای تولید، اجرا، نمایش و جمع آوری داده ها از شبیه سازی های عامل مبنای کاملاً شی گرا^۹ می باشد که برای دانشمندان علوم اجتماعی طراحی شده است اما محدود به آن ها نمی شود و مثال های کاربرد در حوزه های دیگر از قبیل سیاست، اقتصاد، محیط زیست فیزیکی و ... دارد. کاربران نرم افزار Repast گسترده و در حال رشد می باشند. به عنوان مثال، آخرین ورژن این نرم افزار، Repast 3، تاکنون چندین هزار بار دانلود گردیده است. شکل ۳ نمودار مقایسه نرم افزار Repast با سایر نرم افزارهای

معرفی نرم افزار ریپست^۵: Repast یکی از چندین ابزار مدل سازی عامل در دسترس؛ از قبیل Swarm, Ascape, Netlogo و شبیه سازی چند عاملی از محلات (MASON) می باشد. این نرم افزار توسط بخش تحقیقات محاسبات علوم اجتماعی دانشگاه شیکاگو و در ارتباط تنگاتنگ با آزمایشگاه ملی آرگون^۶ تولید شده است. به پیروی آن، مسئولیت برای توسعه مداوم نرم افزار، به وسیله سازمان Repast برای معماری و طراحی^۷ فرض گردید. ROAD یک گروه داوطلب غیرانتفاعی است که به وسیله یک هیات مدیره از رئیسان که شامل اعضای از دولت ها، دانشگاه ها و

5. Repast

6. Argonne

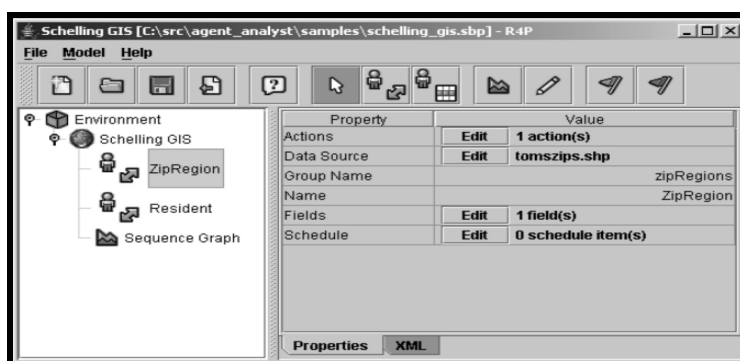
7. The Repast Organization for Architecture and Design (ROAD)

8. Free, open source library of classes

9. Fully Object Oriented

Repast Net. با توجه به استفاده از نرم‌افزار Repast Py در این پژوهش، در اینجا به توضیح مختصر این نرم‌افزار پرداخته می‌شود (<https://repast.github.io>).

شبیه‌سازی را بر اساس دو متغیر قدرت مدل‌سازی و راحتی توسعه مدل نشان می‌دهد. در حال حاضر سه اجرای نرم‌افزار Repast وجود دارند و آن‌ها عبارت‌اند از: Repast J، Repast PY و



شکل ۴: محیط بصری نرم‌افزار Repast Py

منبع: (North, 2006: 17)

سیستم‌های عامل مینا برای بررسی چگونگی جدایی‌گزینی آتی طبقات مختلف اقتصادی و اجتماعی ساکنان شهر شیراز (هر خانوار شهری به‌عنوان یک عامل در نظر گرفته شده است که با توجه به ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی خود شناخته می‌شود) ارائه شده است که در آن طراحی رفتار عوامل مبتنی بر تئوری مدل جدایی‌گزینی اسکالینگ می‌باشد. نرم‌افزارهای فراوانی برای طراحی شبیه‌سازی‌های تمام کامپیوتری در بازار وجود دارند که پژوهش حاضر از نرم‌افزار پرکاربرد شبیه‌سازی اجتماعی ریپست بهره گرفته است و آن را توسعه می‌دهد. از آنجا که مهم‌ترین جنبه به منظور نمایش جدایی‌گزینی در مادرشهر شیراز جنبه اجتماعی-اقتصادی است، لذا طبقه‌بندی خانوارهای شهری در این تحقیق بر اساس پایگاه اجتماعی-اقتصادی خانوارهای ساکن در آن صورت گرفته است. به منظور تعیین وضعیت پایگاه اجتماعی-اقتصادی خانوارها در هر بلوک آماری، از ترکیب دو متغیر میزان دانش‌آموختگی و نوع شغل بر اساس داده‌های مرکز آمار ایران در سرشماری سال ۱۳۹۰ که مرتبط‌ترین متغیرها با موضوع مورد تحقیق در داده‌های مرکز آمار می‌باشند، بهره گرفته شده است (جدول ۱).

معرفی نرم‌افزار Repast Py: Repast Py یک ابزار توسعه اجرا و کاربرد سریع^{۱۱} است برای ساخت شبیه‌سازی‌های Repast، که در آن رفتار عامل‌ها با استفاده از زبان کامپیوتری Python نوشته می‌شود. به عنوان یک RAD tool، Repast Py تفاوت‌های مهمی با Repast Net و Repast J دارد. در Repast Py خدمات کاربر در یک روش بصری از طریق یک کاربرد مجزا ارائه شده است، در حالی که Repast Net و Repast J، قالب‌هایی هستند که از طریق زبان‌های برنامه‌نویسی استاندارد از قبیل Java یا C# در دسترس می‌باشد اما در Repast Py، کاربر یک اجرای نقطه و کلیک^{۱۲} را به منظور تعیین خصوصیات مؤلفه‌های عامل به کار می‌گیرد. اگرچه Repast Py یک اجرای مجزا است و نیز در جاوا اجرا می‌شود ولی توسعه‌ها را با به کارگیری اجرای Repast J می‌سازد. شکل ۴ محیط بصری نرم‌افزار Repast Py را نشان می‌دهد (<https://repast.github.io>).

روش تحقیق

در این پژوهش یک شبیه‌سازی شهری با کمک

10. Repast for Python Scripting
11. rapid application development(RAD)
12. Point and Click

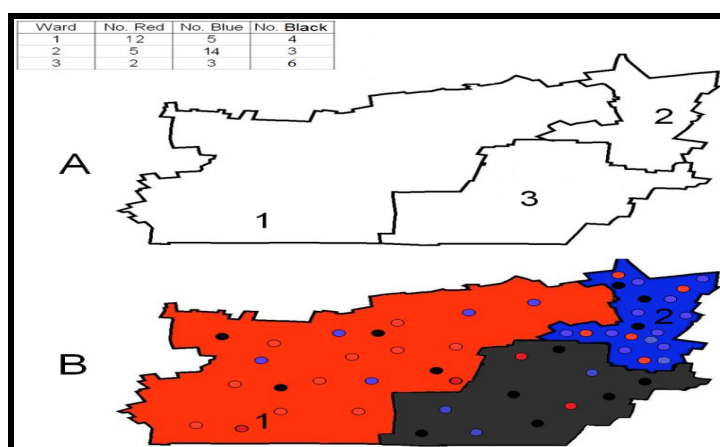
جدول ۱: متغیرهای تعیین وضعیت پایگاه اجتماعی - اقتصادی بلوک‌های آماری

نوع پایگاه متغیر	پایگاه اجتماعی - اقتصادی پایین	پایگاه اجتماعی - اقتصادی متوسط	پایگاه اجتماعی - اقتصادی بالا
میزان دانش‌آموختگی	ابتدایی - راهنمایی - متوسطه - دیپلم	فوق دیپلم - لیسانس	فوق لیسانس - دکترای حرفه‌ای - دکترای تخصصی - فوق دکتر
نوع شغل	کارگران ساده - مونتاژکاران - شاغلان گروه کشاورزی - شاغلان گروه خدماتی	شاغلان گروه کارمندان - شاغلان گروه تکنسین‌ها	شاغلان گروه متخصصان - شاغلان گروه قانون‌گذاران و مقامات عالی

منبع: نگارنده، ۱۳۹۵

عامل‌ها (ارائه‌دهنده پایگاه‌های اجتماعی - اقتصادی) به همان نحوی که از طریق آمارهای سرشماری جمعیت مرکز آمار ایران جمع‌آوری شده، صورت می‌گیرد و موقعیت شروع ابتدایی مدل را تشکیل می‌دهد. به عنوان مثال، شکل ۵، ۳ ناحیه را نشان می‌دهد که هر یک دارای اطلاعات توصیفی ذخیره شده در یک جدول اطلاعات مخصوص به خود می‌باشند، به نحوی که هر ردیف به یک سلول مشخص مرتبط است (به عنوان مثال سلول یک دارای ۱۲ عامل قرمز، ۵ عامل آبی، ۴ عامل مشکی می‌باشد). مدل این داده‌ها را می‌خواند و یک پلیگون محیطی برای هر ناحیه بسته خلق می‌کند و برای جمعیت عامل ایده آل مبتنی بر داده، از ستون‌هایی به مانند شکل ۵ بهره می‌گیرد.

ساخت مدل: نمایش و ارائه داده‌ها: این مدل پیوند قوی با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به خصوص ساختار وکتور مینا دارد. با استفاده از نرم‌افزار برنامه‌نویسی Repast Py نوشته شده و سپس در محیط نرم‌افزاری Repast J به اجرا درآمده است. به منظور تبدیل لایه‌های GIS به عامل‌ها و محیط آن‌ها در نرم‌افزار Repast، این مدل از دو مجموعه لایه وکتور تشکیل شده است. یکی محیط‌زیست شهری که به صورت یکسری از پلیگون‌ها که مستقیم از شیپ فایل‌های جی‌آی‌اس به وجود می‌آیند، ارائه می‌شود و دیگری عامل‌هایی که به صورت نقاط نمایش می‌یابند. برای این منظور اطلاعات از درون ستون‌های لایه محیط‌زیست گرفته می‌شود و برای خلق نقاط عامل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. توزیع انواع نقاط



شکل ۵: تبدیل لایه‌های GIS به عامل‌ها در نرم‌افزار Repast

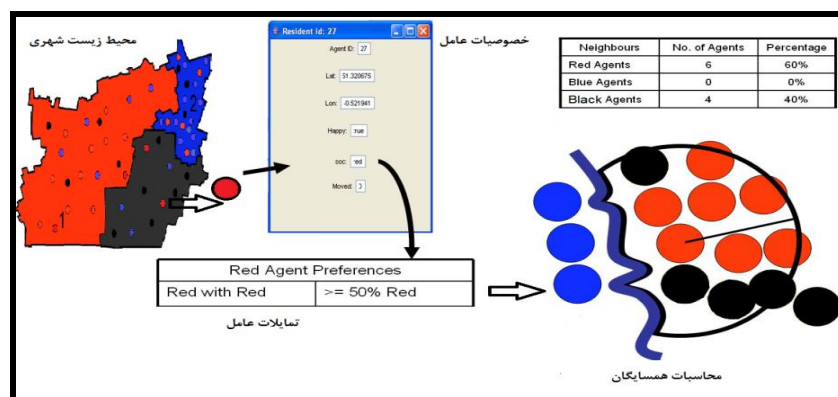
(منبع: نگارنده، ۱۳۹۵)

ناحیه است (به وسیله شماره تعداد عامل‌های مختلف در درون هر پلیگون به دست می‌آید). عامل‌ها در ابتدا

این نکته باید مطرح شود که رنگ هر پلیگون همیشه نشان‌دهنده گروه اجتماعی - اقتصادی غالب در

بافر در یک شعاع مشخص پیرامون عامل مورد جست‌وجو قرار می‌گیرند. در این پژوهش، اندازه بافرها ۱۰۰ متر تعیین شده است (شکل ۶). محاسبات مدل این‌گونه است که اگر عامل در حال حاضر از محیط‌زیست فعلی محله‌ی خودش راضی باشد، وی را به‌عنوان ویژگی‌های فیزیکی محیط‌زیست شهری حفظ می‌کند. از طرف دیگر، اگر عامل از وضعیت فعلی محله خودش راضی نباشد، به نزدیک‌ترین مکان که علائقش را در آن می‌بیند، نقل‌مکان می‌کند. مانند سایر مدل‌های جدایی‌گزینی، قالب زمانی این مدل کاملاً فرضی است اما می‌تواند به عنوان مثال، به‌صورت فواصل سالیانه مدنظر قرار بگیرد. در هر گام زمان (تکرار) مدل، به همه‌ی عامل‌ها اختیار داده می‌شود اگر از وضعیت فعلی محل‌اتشان ناراضی هستند، نقل‌مکان کنند. این فرایند تا زمانی که همه محل‌ات از وضعیت فعلی محله مسکونی‌شان راضی باشند یا مدل به وسیله کاربر متوقف شود، ادامه می‌یابد.

به‌صورت تصادفی در درون هر پلیگون جای گرفته‌اند. این شرایط یک چشم‌انداز شهری یکپارچه را در شروع به وجود می‌آورد. اگرچه این عامل‌ها می‌توانند در مکان‌های دقیق در صورتی که اطلاعات آن‌ها در دسترس باشد، مکان‌گزینند. تمایلات عامل‌ها، به‌صورت درصدی از عامل‌های از نوع خودشان که ساکن در محله مسکونی آن‌ها می‌باشند، است. عامل‌ها از زندگی در درون یک ناحیه هنگامی راضی هستند که تمایلات آن‌ها تأمین شود. در مدل به کاررفته در این پژوهش، همه‌ی عامل‌ها تمایل دارند در محله‌ای که ۵۰ درصد یا بیشتر، همسایه‌هایشان از نوع خودشان باشند، جای بگیرند. به عنوان مثال یک عامل قرمز تمایل دارد که ۵۰ درصد از همسایه‌هایش از نوع خودش باشند، لذا اگر ۵۰ درصد یا بیشتر از همسایه‌هایش از نوع خودش باشند، وی از محل فعلی خود راضی است. می‌توان فرض کرد این همان جدول شطرنجی اسکالینگ که اساساً از آن بهره گرفته است، می‌باشد. محل‌ات در این مدل، با استفاده از ترسیم یک



شکل ۶: نمایش نحوه عملکرد عامل‌های نقطه‌ای به منظور محاسبات همسایگان

منبع: نگارنده، ۱۳۹۵

بزرگ‌ترین شهر جنوب کشور که بر سر راه‌های ترانزیتی کشور واقع شده و نیز به عنوان مهم‌ترین مرکز سیاسی، اداری و جمعیتی جنوب کشور، همواره از رشد بالای جمعیتی و اثر مهاجرت قابل توجه برخوردار بوده است. جمعیت این شهر در سال ۱۳۳۵ معادل ۱۷۰۶۶۰ نفر بوده که در سال ۱۳۹۰ به ۱۴۶۰۶۶۵ نفر افزایش یافته است. در آخرین سرشماری‌های انجام گرفته در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ خورشیدی، کرج با

محدوده و قلمرو پژوهش

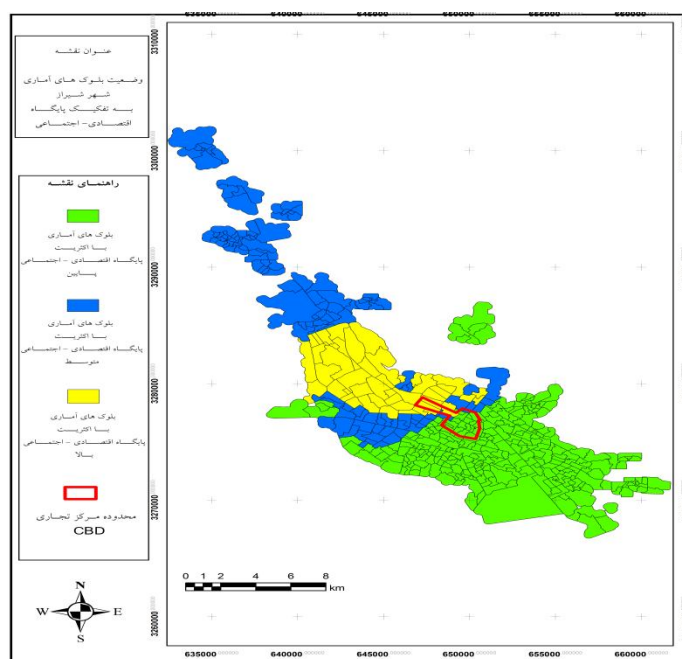
محدوده مورد مطالعه مادرشهر شیراز و جامعه آماری کل محدوده کالبدی شهر شیراز به تفکیک بلوک‌های آماری (۴۵۱ بلوک) در قالب نقشه‌های جی‌آی‌اس و خانوارهای ساکن در آن (۴۱۶۱۴۱ خانوار) می‌باشد (جدول ۲؛ شکل ۷). مادرشهر شیراز همواره به عنوان یکی از شش مرکز مهاجرپذیر شهری در جنوب کشور مطرح بوده است. این شهر به عنوان

رشد سریع خود بر شیراز پیشی گرفته است؛ لذا شهر شیراز هم‌اکنون به عنوان ششمین کلان‌شهر کشور به لحاظ جمعیت مطرح می‌باشد.

جدول ۲: وضعیت بلوک‌های آماری و خانوارها در شهر شیراز به تفکیک پایگاه (سال ۱۳۹۰)

نوع پایگاه	تعداد بلوک متعلق به پایگاه	تعداد کل خانوار در سطح شهر
پایگاه اجتماعی- اقتصادی بالا	۴۶	۸۵۳۶۵
پایگاه اجتماعی- اقتصادی متوسط	۱۲۵	۱۳۲۴۶۴
پایگاه اجتماعی- اقتصادی پایین	۲۸۰	۱۹۸۳۱۲
مجموع	۴۵۱	۴۱۶۱۴۱

منبع: نگارنده، ۱۳۹۵



شکل ۷: نقشه بلوک‌های آماری به تفکیک پایگاههای اجتماعی- اقتصادی

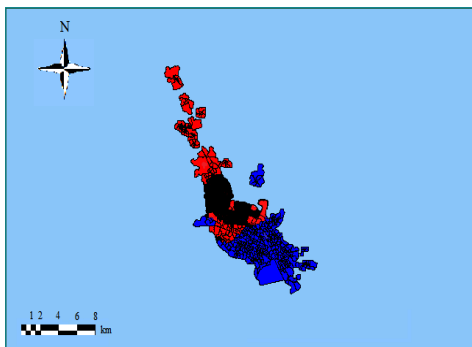
منبع: نگارنده، ۱۳۹۵

می‌تواند با توجه به تعداد عامل‌ها، سریع‌تر حرکت کند. هر اجرای شبیه‌سازی^{۱۴} شامل تکرار مراحل شبیه‌سازی به عنوان معرفی برای گذر زمان است. در انتهای هر اجرا، وضعیت محیط شهری نسبت به مقدار اولیه خود تغییراتی کرده است و در نهایت سیستم به یک حالت پایدار می‌رسد. به‌عنوان خروجی شبیه‌سازی علاوه بر نقشه، نمودارهایی برای فهم دقیق‌تر مدل در نرم‌افزار Repast تعبیه شده است.

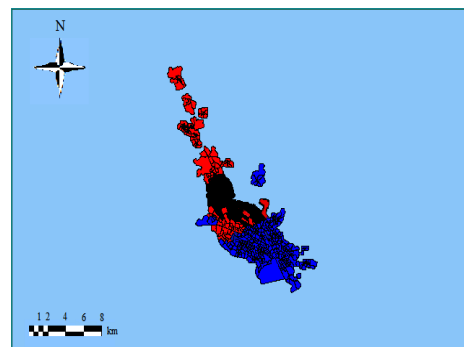
بحث اصلی

با اجرای شبیه‌سازی (شکل ۸)، عامل‌های مسکونی بر اساس داده‌ها ثبت‌شده در محیط جی‌آی‌اس در درون بلوک‌های آماری تولید می‌شوند. اولین گام ممکن است مقداری زمان بگیرد زیرا برنامه نیاز دارد هندسه^{۱۳} کل ناحیه مورد استفاده را مورد محاسبه قرار دهد. جایی که به عامل‌ها اجازه می‌دهد حرکت کنند (برای جمعیت زیاد یا هندسه‌های پیچیده‌تر زمان بیشتری می‌گیرد). اما بعد از این مرحله، مدل تاحدی

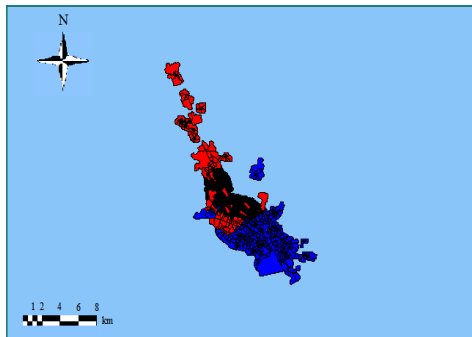
شکل ۸: تصویر شروع اجرای شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شهر شیراز در نرم‌افزار Repast



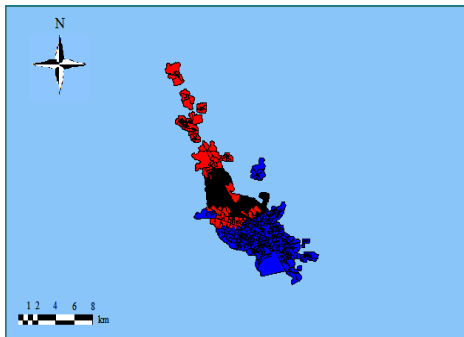
شکل ۹: گام ۱ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



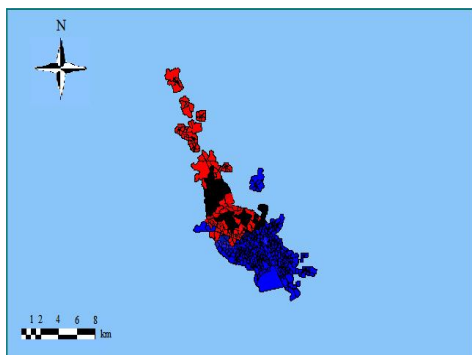
شکل ۱۰: گام ۲ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



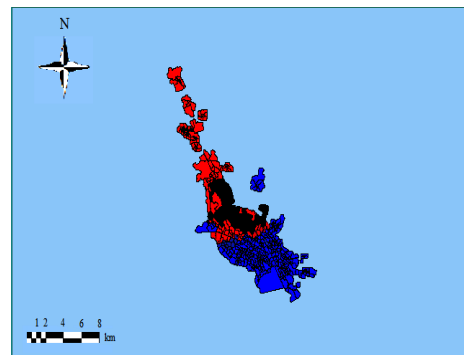
شکل ۱۱: گام ۳ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



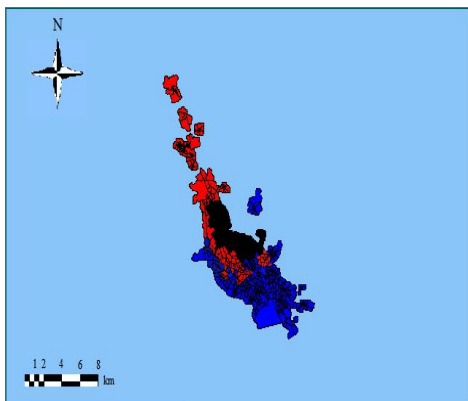
شکل ۱۲: گام ۴ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



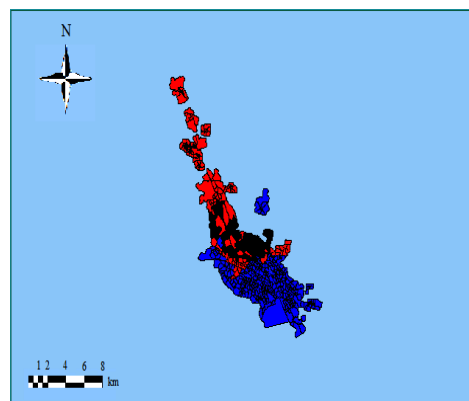
شکل ۱۳: گام ۵ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



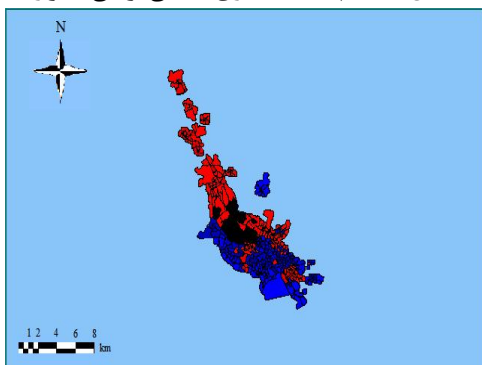
شکل ۱۴: گام ۶ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



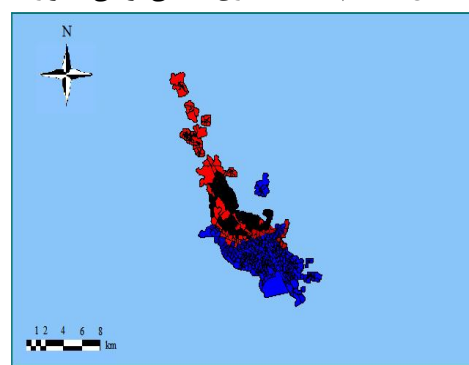
شکل ۱۵: گام ۷ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



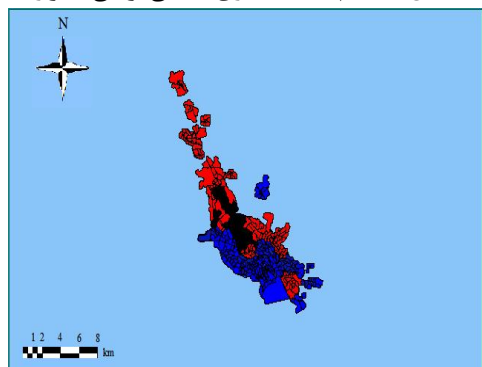
شکل ۱۶: گام ۸ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



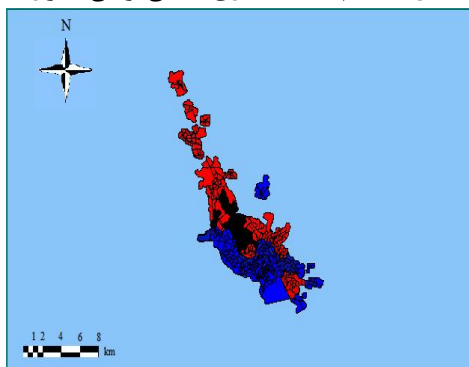
شکل ۱۷: گام ۹ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



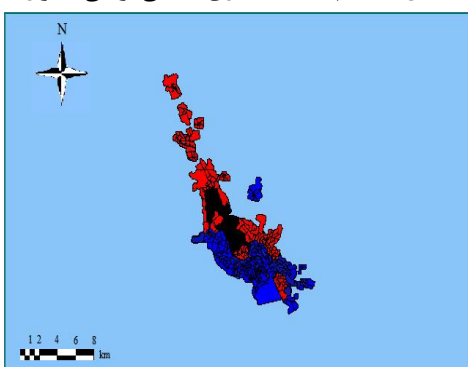
شکل ۱۸: گام ۱۰ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



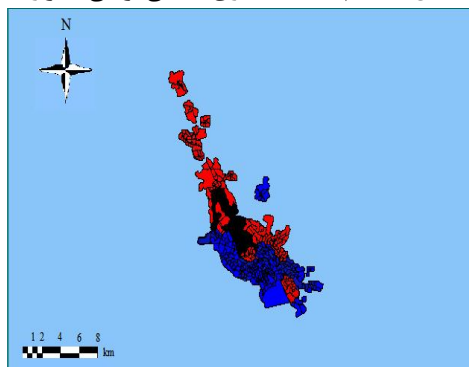
شکل ۱۹: گام ۱۱ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



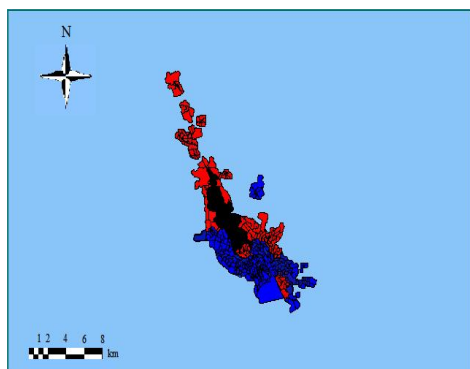
شکل ۲۰: گام ۱۲ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



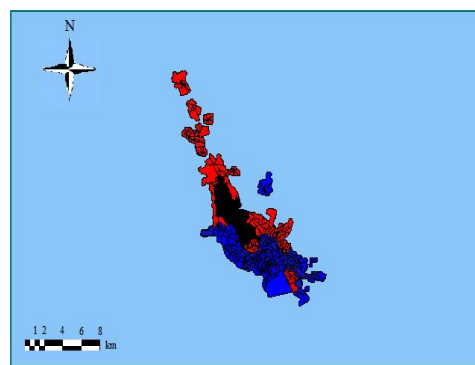
شکل ۲۱: گام ۱۳ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز



شکل ۲۲: گام ۱۴ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز

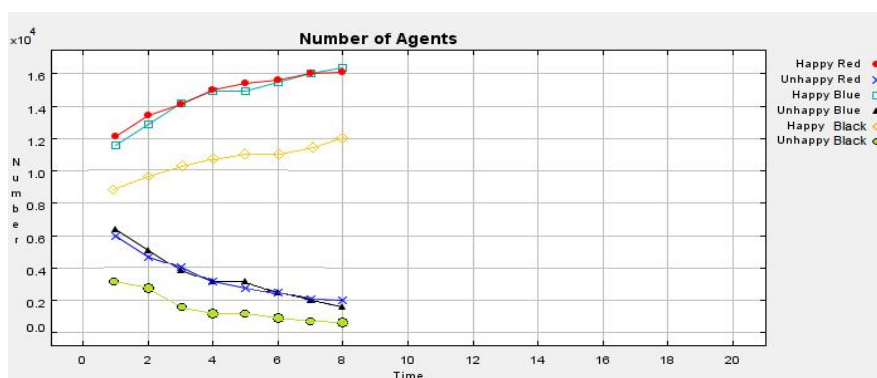


شکل ۲۳: گام ۱۵ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز

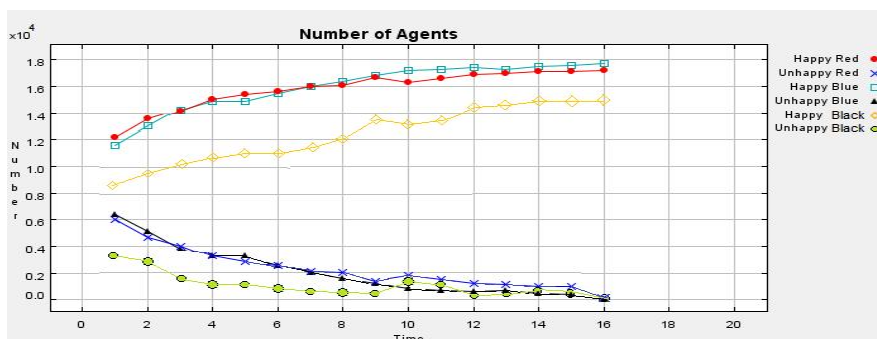


شکل ۲۴: گام ۱۶ شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شیراز

منبع: نگارنده، ۱۳۹۵



شکل ۲۵: نمودار گام ۸ اجرای شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شهر شیراز



شکل ۲۶: نمودار گام ۱۶ اجرای شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شهر شیراز

منبع: نگارنده، ۱۳۹۵

مشاهده می‌شود اجرای مدل شبیه‌سازی جدایی‌گزینی در این پژوهش در ۱۶ گام صورت پذیرفته است. بر این اساس، در شکل ۹ یعنی در اولین گام اجرای شبیه‌سازی، علاوه بر نمایش محیط‌زیست شهری، وضعیت پایگاه‌های اجتماعی-اقتصادی بلوک‌های آماری با وضعیت فعلی مادرشهر شیراز هماهنگ است. اما در گام‌های بعدی اجرای شبیه‌سازی، روند ایجاد تغییرات بیشتر در پایگاه‌های اجتماعی-اقتصادی

شکل‌های ۹ الی ۲۴، گام‌های اجرای مدل شبیه‌سازی جدایی‌گزینی شهری پایگاه‌های اجتماعی-اقتصادی مادرشهر شیراز را در نرم‌افزار Repast به صورت نقشه نشان می‌دهد. در این گام‌ها پلیگون‌های با رنگ قرمز معرف پایگاه اجتماعی-اقتصادی متوسط، پلیگون‌های با رنگ مشکی معرف پایگاه اجتماعی-اقتصادی بالا و پلیگون‌های با رنگ آبی معرف پایگاه اجتماعی-اقتصادی پایین می‌باشند. همان‌طور که

درمی‌آید. در خصوص پایگاه اجتماعی-اقتصادی بالا(عامل‌های مشک‌رنگ) می‌توان گفت این پایگاه با شدت و ضعف تمایل فعلی خود را در خصوص استقرار در بلوک‌های آماری شهر شیراز حفظ نموده است. به این معنا که همان‌طور که در نقشه‌های اجرای شبیه‌سازی مشاهده می‌شود، این پایگاه علاوه بر حفظ بخش قابل‌توجهی از بلوک‌های خود در اطراف نواحی مرکزی شهر شیراز و به سمت شمال غربی این شهر، در طول اجرای شبیه‌سازی نیز حرکت به سمت مناطق درونی‌تر بافت شهری و به سمت شمال غربی شهر شیراز را نیز ادامه داده است. به نحوی که بخش قابل‌توجهی از بلوک‌های آماری موجود در این نواحی که متعلق به پایگاه اجتماعی-اقتصادی متوسط بوده است را به خود اختصاص می‌دهد و در مقابل بلوک‌های متعلق به خود در نواحی شرقی شهر شیراز را به پایگاه اجتماعی-اقتصادی متوسط تحویل می‌دهد. از طرف دیگر اشکال ۲۵ و ۲۶، نمودارهای مرتبط با گام‌های اجرای شبیه‌سازی جدایی‌گزینی مادرشهر شیراز را نمایش می‌دهد(به دلیل محدودیت صفحات، از آوردن تمام نمودارها صرف‌نظر شده است). همان‌طور که مشاهده می‌شود در این نمودارها شش منحنی به نام‌های "عامل‌های راضی قرمز"، "عامل‌های راضی آبی"، "عامل‌های ناراضی قرمز"، "عامل‌های ناراضی آبی" و "عامل‌های ناراضی مشک‌رنگ" رسم گردیده است که هر یک نمایانگر یک وضعیت مربوط به پایگاه‌های اجتماعی-اقتصادی مادرشهر شیراز است. منظور از عامل‌های راضی، عامل‌هایی هستند که در طول فرایند شبیه‌سازی حرکت کرده و از وضعیت فعلی خود راضی می‌باشند و منظور از عامل‌های ناراضی، عامل‌هایی می‌باشند که در طول فرایند شبیه‌سازی مجبور به نقل‌مکان شده و هنوز نیز از وضعیت فعلی خود راضی نمی‌باشند. همان‌طور که در نمودارها مشاهده می‌شود با افزایش هر گام اجرای شبیه‌سازی، منحنی‌های مربوط به هر نوع از عامل‌ها نیز یک گام به جلو می‌روند. همچنین هر چه به گام‌های پایانی فرایند شبیه‌سازی نزدیک می‌شویم، از تعداد عامل‌های مجبور به نقل‌مکان شده و

بلوک‌های آماری بر طبق مدل طراحی‌شده قابل‌مشاهده است تا جایی که سرانجام در گام ۱۶ اجرای شبیه‌سازی، وضعیت مادرشهر شیراز به یک حالت پایدار و ثابت می‌رسد. همان‌طور که در نقشه‌ها مشاهده می‌شود، همه‌ی سه پایگاه اجتماعی-اقتصادی بخش قابل‌توجهی از بلوک‌های آماری فعلی خود را نیز در پایان ۱۶ گام اجرای شبیه‌سازی حفظ نموده‌اند که این امر نشان‌دهنده‌ی حاکم بودن جدایی‌گزینی بالا در شهر شیراز است. با این حال می‌توان گفت در طول فرایند شبیه‌سازی، در خصوص پایگاه اجتماعی-اقتصادی متوسط(عامل قرمز رنگ) در گام‌های ۱ تا ۹ بیشتر حرکات این پایگاه به نواحی مرکزی و غربی شهر محدود شده است و این پایگاه در این جهات، بلوک‌های آماری قابل‌توجهی را به تصرف خود درمی‌آورد. در این گام‌ها، حرکات این پایگاه در نواحی شرقی شهر بسیار محدود و متغیر است. اما از گام‌های ۱۰ به بعد نوعی حرکت و تمایل عامل‌های پایگاه متوسط به نواحی شرقی شهر قابل‌مشاهده است. به نحوی که در پایان اجرای شبیه‌سازی، این پایگاه، بلوک‌های آماری قابل‌توجهی را در ناحیه شرقی شهر شیراز به تصرف خود درمی‌آورد و در مقابل بلوک‌های تحت تصرف خود در نواحی غربی و تا حدودی مرکزی شهر شیراز را از دست‌داده است. در مورد پایگاه اجتماعی-اقتصادی پایین(عامل‌های آبی رنگ)، در گام‌های ۱ تا ۶ تمایلات قابل‌توجهی از سوی این پایگاه مشاهده نمی‌شود و تنها تحولات محدودی عمدتاً در نواحی مرکزی شهر آن‌هم در کشاکش با پایگاه متوسط از سوی این پایگاه بروز می‌کند، اما از گام‌های ۷ به بعد، حرکات قابل‌توجهی از سوی این پایگاه در جهات غربی و شرقی شهر شیراز صورت می‌گیرد. به نحوی که در انتهای شبیه‌سازی، این پایگاه بخش قابل‌توجهی از بلوک‌های آماری موجود در نواحی غربی شهر شیراز را از تصرف پایگاه متوسط خارج ساخته و به خود اختصاص می‌دهد و در مقابل تعداد قابل‌توجهی از بلوک‌های آماری این پایگاه در نواحی شرقی شهر شیراز به تصرف پایگاه اجتماعی-اقتصادی متوسط

شرقی شهر پیدا خواهد نمود. مضاف بر این، تمایل به سکونت در بخشی از ناحیه جنوب شرقی شهر شیراز نیز برای این نوع پایگاه در آینده شهری شهر قابل پیش‌بینی است.

- پایگاه اجتماعی-اقتصادی بالا؛ علاوه بر حفظ بخش قابل توجهی از بلوک‌های خود در اطراف نواحی مرکزی شهر شیراز و به سمت شمال غربی این شهر، حرکت به سمت مناطق درونی تر بافت شهری و به سمت شمال غربی شهر شیراز را نیز ادامه خواهد داد.

- پایگاه اجتماعی-اقتصادی پایین؛ علاوه بر حفظ بلوک‌های آماری موجود خود در نواحی جنوبی شهر شیراز، نوعی تمایل به سکونت در نواحی غربی شهر پیدا خواهد نمود و در مقابل تعداد قابل توجهی از بلوک‌های آماری خود را در نواحی شرقی شهر از دست خواهد داد.

- بر اساس نمودارهای اجرای شبیه‌سازی؛ کمترین میزان جابه‌جایی خانوارهای شهری (عامل‌های نقطه‌ای) شیراز، به خانوارهای پایگاه اجتماعی-اقتصادی بالا، تعلق خواهد داشت و می‌توان نتیجه گرفت، خانوارهای این پایگاه به دلیل وضعیت مالی مناسب خود توانسته‌اند موقعیت‌های ایده آل سکونتی خود را به دست آورده و لذا کمتر نیازمند به جابه‌جایی خواهند بود. در مقابل خانوارهای دو پایگاه متوسط و پایین، در وضعیتی تقریباً مشابه با یکدیگر مجبور به نقل مکان و جابه‌جایی بیشتری به منظور دستیابی به حالت آرمانی و ایده آل خود خواهند بود.

ناراضی کاسته می‌شود و در مقابل به تعداد عامل‌های مجبور به نقل مکان شده و راضی افزوده می‌گردد. به نحوی که در نمودار گام ۱۶ اجرای شبیه‌سازی، تعداد عامل‌های مجبور به نقل مکان شده و ناراضی به میزان صفر می‌رسد و لذا فرایند شبیه‌سازی نیز خاتمه می‌یابد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

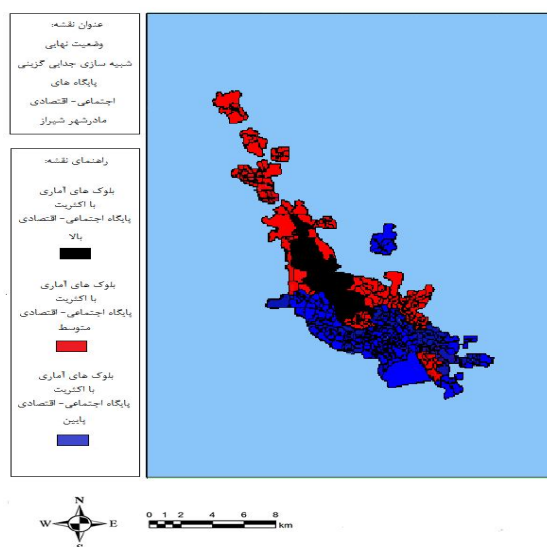
در پاسخ به سؤال پژوهش باید گفت، همان‌طور که در نقشه‌های اجرای شبیه‌سازی و نیز شکل ۲۷ مشاهده می‌شود، همه‌ی سه پایگاه اجتماعی-اقتصادی بخش قابل توجهی از بلوک‌های آماری فعلی خود را نیز در پایان گام‌های اجرای شبیه‌سازی حفظ نموده‌اند، لذا با استمرار وضعیت فعلی، انتظار تغییر و تحول جدی در نظام استقرار پایگاه‌های مختلف اقتصادی-اجتماعی در شهر شیراز و نیز کاهش میزان جدایی‌گزینی در آینده این شهر، غیرمحتمل به نظر می‌رسد. مگر این که سیاست‌گذاری‌های شهری از قبیل توجه به بافت‌های فرسوده و نابسامان شهری، حاشیه‌نشینی، رشد هوشمند شهری و ... بتواند تحولاتی را در این روند به وجود آورد. در مجموع، تغییرات و تمایلات زیر در چشم‌انداز آتی جدایی‌گزینی مادرشهر شیراز قابل پیش‌بینی است:

- پایگاه اجتماعی-اقتصادی متوسط؛ علاوه بر حفظ بلوک‌های آماری موجود خود در نواحی شمال غربی شهر شیراز، نوعی تمایل به سکونت در نواحی

شکل ۲۷: خروجی نهایی شبیه‌سازی جدایی‌گزینی

پایگاه‌های مختلف شیراز

منبع: نگارنده، ۱۳۹۵



6. Brown, Lawrence A. 2006. Spatial Segregation. Segregation Indices and the Geographical Perspective, *Popul. Space Place* 12: 125-143.
7. Chao-lin, GU. 2001. Social Polarization And Segregation In BEIJING, *Chinese Geographical Science*, 11 (1): 17-26.
8. Clark, W.A.V. 1991. Residential Preferences and Neighbourhood Racial Segregation: A Test of the Schelling Segregation Model, *Demography*, 28(1): 1-19.
9. Conte, R. 1997. *Simulation Social Phenomena*. Springer, Berlin.
10. Crooks, A. 2008. Key challenges in agent-based modelling for geo-spatial simulation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32: 417-430.
11. Gilbert, Nigel. 2005. *Simulation for the Social Scientist*. New York: Open University Press.
12. Gordon, A. 2009. *Future Savvy*. American Management Association Press, New York.
13. Hillier, Amy. 2007. *Agent-based Modeling of Urban Phenomena in GIS*, Masters in Urban Spatial Analytics University of Pennsylvania.
14. Hillier, Bill. 2007. *The Spatial Syntax of Urban Segregation*. *Progress In Planning*, Vol. 67, Issue 4(month 2007).
15. www.repast.github.io
16. Hutchens, R. 2006. *Measuring Segregation when Hierarchy Matters*. Ithaca, NY: Cornell University.
17. Kempen, E.T. 1994. The dual city and the poor: social polarization, social segregation and life Chances [J]. *Urban Studies*, 3(7): 995-1015.
18. Lehrer, W. 2003. *Crossing the BLVD: Strangers, Neighbors, Aliens in a New America*. W.W. Norton: New York.
19. Ligmann-Zielinska, A. 2010. Exploring normative scenarios of land use development decisions with an agent-based simulation laboratory. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34: 409-423.
20. Mathur, P. 2007. *Agent-based Modeling of Urban Phenomena in GIS*, submitted in fulfillment of Masters in Urban Spatial Analytics University of Pennsylvania

پیشنهادها

- مدل ارائه شده در این پژوهش، ارتباط و وابستگی شدید با مدل اطلاعات وکتوری جی‌آی‌اسی دارد، و به دلیل محدودیت‌های مشخص ارائه فضا به صورت مربع‌های بخش‌بندی منظم (که برابر با روش رستری ارتباط GIS و ABM است)، به کار گرفته شده است. اگرچه، این بدان معنا نیست که وکتور نسبت به ارائه رستری برای مدل‌سازی مناسب‌تر است. به عنوان مثال، بننسن در سال ۲۰۰۲ مطرح می‌سازد که وکتور جی‌آی‌اس می‌تواند اشیاء شهری را در مدل‌های واضح فضایی ارائه نماید و برای مدل‌های تئوریک‌ی نقاط، یک شبکه منظم رستری معمولاً کفایت می‌کند. بنابراین هدف مدل باید همواره در نظر گرفته شود.
- در حالی که در این پژوهش، عامل‌های نقطه‌ای به صورت تصادفی در درون ناحیه مکان می‌یابند، یک مدل می‌تواند بر اساس قرارگیری عامل‌ها در مکان دقیقشان اگر مجموعه داده‌های جغرافیایی جمعیت با قدرت تفکیک بالا در دسترس باشند، تولید گردند. یک مثال برای این روش، کار بننسن در سال ۲۰۰۳ است که داده‌های تفصیلی دقیق سرشماری نفوس سال ۱۹۹۵ از اداره‌ی آمار مرکزی رژیم غاصب اسرائیل را مورد آزمایش قرار داده‌اند.

منابع

۱. تقوایی، مسعود. ۱۳۸۹. بررسی عوامل مؤثر بر میزان جرم در مناطق مختلف شهر شیراز. فصلنامه علوم اجتماعی تهران، شماره چهل‌وهشت، تهران.
۲. روستایی، شهریور. ۱۳۹۰. ارزیابی عدالت فضایی در پراکنش خدمات شهری مطالعه موردی کلانشهر تبریز. آمایش جغرافیایی فضا، سال سوم، شماره دهم، گلستان.
۳. شهرداری شیراز. ۱۳۹۳. سالنامه آماری شیراز. مدیریت آمار، فناوری و سامانه اطلاعات مکانی، شیراز.
۴. مرکز آمار ایران. ۱۳۹۰. سالنامه آماری استان فارس. فصل دوم: جمعیت، انتشارات مرکز آمار ایران، تهران.
5. Bolt, Gideon. 1998. On The Social Significance Of Spatial Location. *Spatial Segregation and Social Inclusion, Housing and the Built Environment*, 13: 1.

24. Schelling, T.C. 2006. Some Fun, Thirty-Five Years Ago, in Tesfatsion, L. and Judd, K.L. (eds.), Handbook of Computational Economics: Agent-Based Computational Economics, North-Holland Publishing, Amsterdam, Netherlands, pp. 1639-1644.
25. Schelling, T.C. 1971. Dynamic Models of Segregation. Journal of Mathematical Sociology, 1: 143-186.
26. Schelling, T.C. 1969. Models of Segregation. The American Economic Review, 59: 488-493.
21. Miller. 2007. Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life, Princeton University Press.
22. North, M. 2006. Experiences Creating Three Implementations of the Repast Agent Modeling Toolkit. ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, 16(1): 1-25.
23. Pans, R. 2007. Schelling's spatial proximity model of segregation revisited. Journal of Public Economics, 91(1-2): 1-24.