Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره پنجم، شماره ۱، مرداد ماه ۱۳۹۴

مدل‌سازی شاخص‌های تناسب کاربری اراضی مبتنی بر خودکاره سلولی برداری با تاکید بر اثر همسایگی در شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی

سمیه ابوالحسنی [۱]، محمد کریمی [*۲]، محمد طالعی [۲]

[۱] کارشناس ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی- دانشکده مهندسی نقشه‌برداری- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
somaie.abolhassani@gmail.com

[۲] استادیار گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی- دانشکده مهندسی نقشه‌برداری- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
{mkarimi, taleai}@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت بهمن ۱۳۹۳، تاریخ تصویب اردیبهشت ۱۳۹۴)

چکیده

اثرات مکانی کاربری‌های همسایه یک مؤلفه مهم در شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی می‌باشد. استفاده از خودکاره‌های سلولی در صورتی توجیه‌پذیر است که قوانین همسایگی به‌درستی تعریف‌شده باشند و به عبارتی قوانین همسایگی به‌عنوان قلب تپنده مدل‌های خودکاره سلولی مطرح می‌شوند. از طرفی مدل‌های خودکاره سلولی متعارف به مقیاس مکانی حساس بوده و در راستای غلبه بر محدودیت‌های موجود در ساختار رستری، خودکاره‌های سلولی برداری مطرح می‌شوند. هدف از این تحقیق مدل‌سازی شاخص‌های تناسب کاربری اراضی به‌منظور شبیه‌سازی تغییرات کاربری به‌وسیله خودکاره سلولی، با کاربرد پارسل‌های کاداستری به‌جای پیکسل، می‌باشد. در این مدل تناسب کاربری اراضی بر اساس شاخص‌های تناسب فیزیکی، میزان دسترسی و اثر همسایگی ارزیابی‌شده است. همچنین ساختار همسایگی به‌صورت یک همسایگی شعاعی و بر اساس تابعی از سه مؤلفه متمرکزسازی، وابستگی و سازگاری تعریف‌شده و نحوه تعاملات کاربری‌ها در سه آستانه فعالیت محله‌ای، ناحیه‌ای و منطقه‌ای مورد ارزیابی قرارگرفته است. این مدل با استفاده از داده‌های مکانی منطقه ۲۲ شهرداری تهران و در سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، در دو سناریوی اولویت تخصیص کاربری و بیشترین تناسب، پیاده‌سازی و ارزیابی‌شده است. نتایج ارائه‌شده گویای توانایی بالای مدل در شبیه‌سازی تعاملات کاربری‌ها و نمایش رشد شهر در یک سطح قابل قبولی از تناسبِ هم‌جواری کاربری‌ها می‌باشد؛ به‌طوری‌که ارزیابی مدل بیانگر عدم وجود کاربری‌های ناسازگار و غیر وابسته در میان پارسل‌های تازه توسعه یافته و اختصاص متوسط امتیاز ۰/۷۷ و ۰/۵۵ در سناریو ۱ و ۰/۷۵ و ۰/۴۷ در سناریو ۲ (از بازه ۰ تا ۱) به ترتیب برای سازگاری و وابستگی پارسل‌های توسعه یافته می‌باشد. از آنجایی که در این مدل اماکن ارزیابی سناریوهای مختلف شهری وجود دارد می‌توان از آن در زمینه تصمیم‌گیری‌های مکانی و برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری بهره جست.

واژگان کلیدی: تناسب کاربری اراضی، اثر همسایگی، پارسل‌های کاداستری، خودکاره سلولی برداری، سیستم اطلاعات مکانی

* نویسنده رابط

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

ازجمله مدل‌های پرکاربرد در زمینه شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی مدل‌های خودکاره سلولی[۱]هستند [۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶]. مدل‌های خودکاره سلولی توسط پنج مؤلفه پایه فضا، وضعیت سلول، همسایگی، قوانین انتقال و زمان تعریف می‌شوند. بحث اصلی در خودکاره‌های سلولی صحت قوانین همسایگی می‌باشد، که رفتار کاربری اراضی را تعیین کرده و به عنوان قلب مدل خودکاره سلولی مطرح می‌شود. در واقع قوانین همسایگی نحوه ترکیب پیامدهای خارجی مکانی را تعیین می‌کنند. همچنین استفاده از مدل‌های خودکاره سلولی زمانی توجیه پذیر است که قوانین همسایگی به درستی تعریف شده باشند. یکی از محدودیت‌های قوانین همسایگی فقدان پایه تئوری و ارزیابی تجربی است. مدل‌های خودکاره سلولی شهری بیشتر حاصل بررسی ایده‌های فرضی در مورد دینامیک شهری هستند تا تئوری [۷، ۸]. بنابراین قوانین همسایگی اغلب توسط آزمون و خطا تعیین می‌شوند [۸].

زمانی که یک روش جدید نظیر خودکاره سلولی مطرح می‌شود، به طور طبیعی در ابتدا بر جهات تکنیکی آن توجه شده و واقعیت نیروی تبیینی و قابلیت سازگاری برای استفاده از آن، در نحوه اجرا، فراموش می‌شود. بدین منظور برای یافتن قوانین همسایگی مناسب، لازم است به انطباق قوانین با بافت واقعی برنامه‌ریزی، توجه بیشتری صورت گیرد [۹].

در توضیح خودکاره سلولی عوامل زیادی را باید مورد توجه قرار داد، که در این میان مقیاس از اهمیت بالایی برخوردار است [۱۰]. مقیاس در حالت کلی نشان دهنده پنجره‌ای است که واقعیت از درون آن مشاهده می گردد [۱۱]. در خودکاره سلولی مکانی[۲]مقیاس با سه مؤلفه تعریف می‌شود: حدود مکانی، اندازه سلول و ترکیب همسایگی. حدود مکانی، مطابق با منطقه جغرافیایی است که باید مدل شود. اندازه سلول، میزان مساحت از منطقه جغرافیایی می‌باشد که توسط هر سلول پوشش داده می‌شود. ترکیب همسایگی، توزیع و تعداد همسایه‌هایی که در تغییر وضعیت سلول تاثیر گذارند را معین می‌سازد. انتخاب مقدار مناسب برای این عناصر یک مرحله کلیدی در تعریف خودکاره سلولی مکانی می‌باشد [۱۲]؛ به طوری که با تغییر در اندازه هر یک از مؤلفه‌های ذکر شده نتایج ارائه شده حاصل از اجرای مدل نیز دست‌خوش تغییر می‌شوند [۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶]. از طرفی در صورتی که این انتخاب اشتباه انجام پذیرد، مدل نمی‌تواند به میزان کافی پویایی منطقه مورد مطالعه را نمایش دهد [۱۲].

بنابراین تعیین اندازه سلول در مدل‌های رستری می‌تواند تاثیر بسزایی در صحت نتایج ارائه شده داشته باشد. به ویژه زمانی که افزایش قدرت تفکیک مکانی مدنظر باشد، تناسب مدل رستری کاهش می‌یابد [۱۷]، زیرا باعث ایجاد فضاهایی می‌شود که از لحاظ نوع کاربری همگون فرض شده‌اند ولی در حقیقت دارای تنوع در کاربری هستند. تعیین اندازه سلول، عامل تعیین کننده‌ای در میزان پویایی خروجی مدل و تعامل موثر آن با دنیای واقعی می‌باشد [۸]. در نهایت عدم انطباق سلول‌ها بر هستنده‌های مکانی و اعمال ترکیب همسایگی یکسان بر تمامی سلول‌ها از معایب روش‌های رسترمبنا می‌باشد.

به منظور ارزیابی صحیح تعاملات المان‌های مدل خودکاره سلولی و در راستای غلبه بر محدودیت‌ها و کاستی‌های مدل رستری، اخیرا مدل‌های خودکاره برداری معرفی شده‌اند. به منظور ارائه فضای نامنظمِ برداری روش‌های متنوعی مطرح شده‌اند، نظیر: استفاده از پلیگون‌های ورونی [۱۸، ۱۹، ۲۰]، مثلث‌بندی دلونی [۲۱]، گراف مسطح [۲۲، ۲۳]، پارسل‌های کاداستری[۳] [۱۷، ۲۴] و نهایتا پردازش تصاویر رستری و تبدیل آن‌ها به فرمت برداری [۲۵، ۲۶، ۲۷]. در زمینه کاربرد پلیگون‌های ورونی و مثلث‌بندی دلونی، از آنجایی که پلیگون‌ها به صورت خودکار حاصل می‌شوند انطباق کامل آن‌ها بر هستنده‌های جهان واقعی میسر نمی‌باشد. همچنین نتایج حاصل از پردازش تصاویر رستری نیز نمی‌تواند مستقل از اندازه سلول باشد. اما پارسل‌های کاداستری که اغلب نیز از GIS مربوط به شهرداری ها قابل حصول هستند، انطباق کامل بر هستنده‌های مکانی دارند.

ترکیب همسایگی نیز یک جزء کلیدی در مدل خودکاره سلولی می‌باشد، از این رو که ناحیه تاثیر را ارائه داده و تغییر وضعیت یک سلول در مدل رستری یا تغییر

۱ Cellular Automata (CA)
۲ Geographic Cellular Automata (GCA)
۳ Cadastral parcels

www.SID.ir

Archive of SID

وضعیت یک پلیگون در مدل برداری را تعیین می‌کند [۲۸]. بنابراین ارائه ساختار همسایگی که توانایی اعمال پارامترهای موثر در میزان تاثیرگذاری المان‌های همسایه بر المان هدف را داشته‌باشد، ضروری می‌نماید.

هدف این مطالعه ارائه مدل خودکاره سلولیِ برداری، برمبنای پارسل‌های کاداستری، در سیستم اطلاعات مکانی می‌باشد، به نحوی که بتواند موارد زیر را مرتفع سازد:

- شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی در فضای توسعه پارسلی
- ارائه ساختار همسایگی به صورت یک همسایگی شعاعی و بر اساس تابعی از سه مولفه متمرکزسازی، وابستگی و سازگاری
- مدل‌سازی نحوه تعاملات کاربری‌ها در سه آستانه فعالیت محله‌ای، ناحیه‌ای و منطقه‌ای

۲- چارچوب نظری تحقیق

۲-۱- ارزیابی تناسب کلی زمین

اندازه‌گیری مقدار دقیق مطلوبیت یک عرصه از سرزمین برای یک کاربری خاص غیرعملی بوده و می‌توان از مقایسه نسبی تناسب فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی آن برای کاربری‌های مختلف استفاده نمود [۲۹]. روند تعیین تناسب کلی هر عرصه از سرزمین برای کاربری مختلف شامل مراحل زیر می‌باشد [۲۹]:

تعیین تناسب فیزیکی: شرایط و نیازمندی‌های طبیعی منطقه مورد مطالعه برای کاربری‌ها و پوشش‌های مختلف، مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد.

تعیین میزان دسترسی: قابلیت نسبی دستیابی مکان‌های مختلف به مجموعه زیرساخت‌ها و مسیرهای ارتباطی محاسبه می‌گردد.

تعیین اثر همسایگی: تعامل میان کاربری‌های مختلف جهت تغییر کاربری مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد.

تعیین محدودیت‌ها: مناطقی که به نوعی تغییرات کاربری آن‌ها مشکل و غیر ممکن می‌باشد، تعیین می‌شوند.

تعیین تناسب کلی: مجموعه معیارهای تناسب محیطی، دسترسی، اثر همسایگی و محدودیت‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره با هم تلفیق می‌شوند.

۲-۲- ایجاد فضای توسعه پارسلی

ساختار فضایی به کار رفته در این مدل شامل پارسل‌های کاداستری بوده که کاملا منطبق بر هستنده‌های مکانی می‌باشند. برای نمایش تغییرات کاربری اراضی غیر-شهری به انواع کاربری‌های شهری، در قالب پارسلی، می‌توان از ابزار تقسیم‌بندی خودکار زمین[۱] [۳۰] استفاده کرد. این ابزار فضای غیرشهری را در ابعاد مورد نظر پارسل‌بندی کرده، و با سازماندهی خیابان‌های لازم، امکان دسترسی تمامی پارسل‌های توسعه را به شبکه دسترسی فراهم نموده و فضای توسعه بُرداری را ایجاد می‌نماید. برای مطالعه بیشتر به مرجع [۳۰] مراجعه شود.

۲-۳- اثرات همسایگی

باتوجه به اهمیت بالای صحت قوانین همسایگی در مدل‌های خودکاره سلولی و به منظور ارائه نتایج بهتر در این زمینه، می‌توان پیامدهای خارجی کاربری‌ها را در سه فاکتور متمرکزسازی، سازگاری و وابستگی بررسی نمود. به عبارت دیگر می‌توان گفت جاذبه یا دافعه یک کاربری بر کاربری دیگر در همسایگیِ آن، ناشی از متمرکزسازی، سازگاری و وابستگی می‌باشد. به عنوان مثال جاذبه کاربری مسکونی بر کاربری مشابه خود ناشی از تمایل به متمرکزسازی و دافعه آن بر کاربری صنعتی ناشی از عدم سازگاری و همچنین جاذبه این کاربری بر مراکز خدماتی ناشی از وابستگی می‌باشد. به طور خلاصه می‌توان این سه اثر را به صورت زیر تعریف نمود:

۲-۳-۱- متمرکزسازی[۲]

تمایل به ایجاد یک نوع کاربری در مجاورت کاربری مشابه بیشتر بوده و با هزینه کمتری صورت می‌گیرد [۳۱]. مانند تمرکز کاربری‌های صنعتی در حاشیه شهرها و یا کاربری‌های تجاری در مراکز شهری. بنابراین تعدد کاربری‌های مشابه در یک شعاع همسایگی را می‌توان عامل جذب کاربری مشابه دانست و شمار آن‌ها را تحت عنوان فاکتور متمرکزسازی بیان کرد. این شاخص در مدل‌سازی تغییر کاربری [۳۱، ۳۲، ۳۳] و مدل‌سازی توسعه شهری [۳۳] و برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری [۳۵] به کار گرفته شده است.

---

۱ Automated land subdivision tool
۲ Compactness

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۳-۲- سازگاری[۱]

این فاکتور به معنی در کنار هم قرار گرفتن دو یا چند کاربری بدون اثرات منفی قابل ملاحظه [۳۵، ۳۶، ۳۷] می‌باشد، به گونه‌ای که هیچ یک از کاربری‌ها مانع از عملکرد صحیح سایر کاربری‌های مجاور نگردد. اثرات منفی کاربری‌ها از ایجاد شرایط متزاحم مانند ایجاد آلودگیِ زیست‌محیطی و صوتی، ترافیک و غیره ناشی می‌شود [۲۹]. Taleai و همکاران [۳۶] برای ارزیابی میزان سازگاری کاربری‌ها در سطح پارسل از روش دلفی بهره برده و ماتریس سازگاری کاربری را ارائه می‌نمایند. در این ماتریس، میزان سازگاری میان کاربری‌های مختلف در شش سطحِ سازگاری زیاد، سازگاری متوسط، سازگاری پایین (خنثی)، ناسازگاری متوسط و ناسازگاری زیاد بیان شده و سپس با استفاده از روش AHP، سطوح سازگاری کمی سازی می‌گردند. در تحقیق حاضر نیز برای سنجش میزان سازگاری کاربری‌ها از ماتریس مذکور استفاده شده است (برای مشاهده ماتریس سازگاری به ضمیمه ۱ مراجعه شود).

۲-۳-۳- وابستگی[۲]

هر کاربری برای تامین نیازهای خود به بعضی از کاربری‌های دیگر وابسته است؛ در برخی موارد نیز لزوم وجود یک کاربری مستلزم وجود کاربری‌های دیگر است (مانند وابستگی بین کاربری تجاریِ محلی و سکونت‌گاه شهری) [۳۱، ۳۵، ۳۷، ۳۸]. Masoomi و همکاران [۳۵] برای بیان میزان وابستگی میان کاربری‌های مختلف، همانند فاکتور سازگاری، با استفاده از روش دلفی، ماتریس وابستگی را تشکیل داده و سپس با روش AHP سطوح مختلف وابستگی را کمی‌سازی می‌کنند. در این تحقیق نیز از ماتریس ذکر شده برای بیان وابستگی میان کاربری‌های مختلف شهری استفاده می‌گردد (برای مشاهده ماتریس وابستگی به ضمیمه ۱ مراجعه شود).

بنابراین اثر همسایگی حاصل از فاکتورهای متمرکز‌سازی، وابستگی و سازگاریِ ارائه شده از سوی کاربری‌های همسایه در قالب روابط زیر می‌توان بیان کرد:

$$C_{a_l} = \sum_k N^C{}_{ab_{lkd}} \quad (۱)$$

$$D_{a_l} = \sum_k N^D{}_{ab_{lkd}} \quad (۲)$$

$$P_{a_l} = \sum_k N^P{}_{ab_{lkd}} \quad (۳)$$

که به عنوان نمونه در رابطه (۱)، $\boldsymbol{N^C_{ab_{lkd}}}$ بیانگر اندازه پیامد خارجی مکانی حاصل از فاکتور متمرکزسازی، برای پارسل $\boldsymbol{b}$ با کاربری $\boldsymbol{k}$ واقع در فاصله $\boldsymbol{d}$، بر پارسل $\boldsymbol{a}$ با کاربری $\boldsymbol{l}$ و $\boldsymbol{C_{a_l}}$ به عنوان امتیاز متمرکزسازی پارسل $\boldsymbol{a}$ با کاربری $\boldsymbol{l}$ می‌باشد.

۲-۳-۴- پارامترهای سنجش پیامدهای خارجی مکانی کاربری‌ها

برآورد پیامدهای مکانی کاربری‌ها برای هریک از پارسل‌های شهری به پارامترهای اندازه اثرات مثبت و منفی نسبی کاربری‌ها بر یکدیگر، شعاع و محدوده همسایگی، فاصله پارسل همسایه از پارسل هدف و نسبت مساحت پارسل همسایه بر مساحت پارسل هدف، وابسته می‌باشد. بنابراین در ادامه پارامترهای مذکور تشریح می‌شوند.

اثرات مثبت و منفیِ نسبی کاربری‌ها بر اساس آستانه فعالیت: هر یک از کاربری‌ها با توجه به پیامدهای زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی که بر سایر کاربری‌ها دارد، می‌تواند عامل جذب و یا دفع انواع کاربری‌های مختلف در محیط پیرامون خود باشد. این پیامدها در طول فاصله متغیر بوده و در نهایت با توجه به آستانه فعالیت و نوع اثرات کاربری، در یک فاصله نسبی تاثیر خود را از دست می‌دهد. به عنوان مثال کاربری تجاری با آستانه فعالیت محله‌ای موجب جذب کاربری مسکونی در پیرامون خود می‌شود؛ در حالی که همین کاربری با آستانه فعالیت منطقه‌ای، به دلیل ایجاد ازدحام و ترافیک در حیطه مکانی خود، باعث دفع کاربری مسکونی می‌گردد. در این تحقیق اثرات متقابل کاربری‌ها در سه گروه متمرکزسازی، وابستگی و سازگاری بررسی می‌شود.

شعاع و محدوده تاثیر: به دلیل وابستگی مکانی کاربری‌های اراضی، ساختار مکانی شهرها بیشتر به تراکم و خوشه‌ای بودن تمایل دارند [۳۹]، بنابراین اجرای همسایگی شعاعی، در ارزیابی تعاملات کاربری‌ها، می‌تواند به ارائه نتایج صحیح‌تری بیانجامد. در تحقیق حاضر نیز همسایگی بر مبنای یک ساختار شعاعی می‌باشد، که بر

---

۱ Compatibility
۲ Dependency

www.SID.ir

Archive of SID

طبق مطالعات گذشته در زمینه تغییرات کاربری اراضی [۷، ۳۱، ۴۰، ۴۱] این همسایگی و به صورت بافر ۸۰۰ متری از لبه‌های پارسل تشکیل می‌گردد [۲۴].

فاصله میان پارسل هدف و پارسل موجود در شعاع همسایگی: اندازه‌گیری فاصله بین دو پلیگون به صورت اندازه‌گیری فاصله میان مراکز آن‌ها [۱۲، ۲۴] نمی‌تواند معیار صحیحی برای اندازه‌گیری فاصله میان دو پارسل شهری باشد، به خصوص در مناطقی که ابعاد پارسل‌ها همگونی لازم را با یکدیگر ندارند [۴۵]. به عنوان مثال برای تامین نیاز یک پارسل مسکونی به پارکی با ابعاد بزرگ، نیاز به رعایت فاصله مجاز میان پارسل تا مرکز پارک نمی‌باشد، چرا که دسترسی به هر قسمت از پارک می‌تواند نیاز پارسل مسکونی به فضای سبز و پارک را بر طرف نماید. بنابراین اندازه‌گیری فاصله میان دو پارسل به صورت کوتاه‌ترین فاصله میان نزدیک‌ترین دو لبه، می‌تواند در ارزیابی صحیح تعاملات کاربری‌ها نقش بسزایی داشته باشد. از آنجایی که با افزایش فاصله میان دو کاربری پیامدهای خارجی مکانی آن‌ها کاهش می‌یابد [۷]، این پارامتر را می‌توان در قالب یک عملگر معکوس نمایی به صورت تابعی از فاصله، در ارزیابی اثر همسایگی، عنوان نمود [۴۶].

اثر مساحت هر پارسل بر تاثیرپذیری پارسل هدف: هر کاربری که حیطه مکانی بزرگتری را به خود اختصاص دهد، پیامد مکانی بیشتری بر کاربری هدف خواهد داشت [۲۵]. در این خصوص می‌توان نسبت مساحت پارسل همسایه بر پارسل هدف را به عنوان یک فاکتور موثر در ارزیابی اثر همسایگی دخیل کرد. در تعیین اثر همسایگی، به منظور کنترل مقدارِ نسبت مساحت پارسل همسایه بر پارسل مرکزی، می‌توان از تابع نمایی مقدار استاندارد شده این نسبت بهره جست [۲۵].

رابطه (۴) نشان‌دهنده اثر همسایگی کاربری‌های مختلف به ازای فاکتورهای متمرکزسازی، وابستگی و سازگاری تحت تاثیر پارامترهای فاصله و نسبت مساحت می‌باشد. در این رابطه $N_{ab_{lkd}}$ بیانگر اثر همسایگی پارسل b با کاربری k بر پارسل a با کاربری l می‌باشد. A_a، A_b، A_{max}، A_{min} و d_{ab} به ترتیب معرف مساحت پارسل b، مساحت پارسل a (هدف)، بیشترین و کمترین مساحت موجود در منطقه و نهایتا فاصله بین دو پارسل می‌باشد. همچنین $I_{a_l b_k}^{\ C}$، $I_{a_l b_k}^{\ D}$ و $I_{a_l b_k}^{\ P}$، به ترتیب نشان‌دهنده اثر متمرکزسازی، وابستگی و سازگاریِ پارسل b با کاربری k بر پارسل a با کاربری l می‌باشد.

$$N_{ab_{lkd}} = \exp\left(\frac{\frac{A_b}{A_a}}{\frac{A_{max}}{A_{min}}}\right) * \exp(-d_{ab}/1000) * \begin{Bmatrix} I_{a_l b_k}^{\ C} \\ I_{a_l b_k}^{\ D} \\ I_{a_l b_k}^{\ P} \end{Bmatrix} \quad (۴)$$

۲-۳-۵- اندازه تجمعی پیامدهای خارجی مکانی

اثر همسایگی هر پارسل برای هر کاربری از مجموع اثرات کلیه پارسل‌های مجاور در قالب سه گروه متمرکزسازی، وابستگی و سازگاری محاسبه می‌گردد. با توجه به ماهیت متفاوت کاربری‌های مختلف شهری و زمینه توسعه آن‌ها در سطح شهر، برای ترکیب سه فاکتور متمرکزسازی، وابستگی و سازگاری، با توجه به نوع کاربری هدف می‌توان وزن‌های متفاوتی را اختصاص داد. برای کاربری‌های مسکونی، تجاری و صنعتی میزان جاذبه کاربری‌های متشابه و به بیانی فاکتور متمرکزسازی بیشتر از فاکتورهای وابستگی و سازگاری بوده و بر اساس دانش کارشناسی، وزن‌های ۰/۵۷۶، ۰/۲۴۳ و ۰/۱۱۸ [۳۱] به ترتیب برای فاکتورهای متمرکزسازی، سازگاری و وابستگی می‌توان اختصاص داد. اما با توجه به نوع عملکرد کاربری‌های خدماتی و فضای سبز عمومی و پارک و اهمیت توزیع متناسب آن‌ها در سطح شهر، فاکتور وابستگی از اهمیت بالاتری نسبت به فاکتور سازگاری برخوردار بوده و همچنین فاکتور متمرکز سازی می‌تواند به عنوان یک فاکتور خنثی مد نظر قرار گیرد. بنابراین برای کاربری‌های خدماتی و فضای سبز عمومی و پارک، با استفاده از دانش کارشناسی، برای فاکتورهای وابستگی، سازگاری و متمرکزسازی به ترتیب وزن‌های ۰/۷، ۰/۳ و ۰ تعریف می‌شود. نهایتاً اثر همسایگی هر پارسل از مجموع اثرات پارسل‌های همسایه به تفکیک سه عامل متمرکزسازی، وابستگی و سازگاری و با در نظر گرفتن اهمیت نسبی هریک از عوامل طبق رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

$$N_{\text{al}} = \lambda_C * C_{al} + \lambda_I * P_{al} + \lambda_D * D_{al} \quad (۵)$$

که در این رابطه N_{al}، C_{il}، P_{il} و D_{il} به ترتیب بیانگر اثر همسایگی، متمرکزسازی، سازگاری و وابستگی برای پارسل i با کاربری l می‌باشد؛ و ضرایب λ_C، λ_I و λ_D به ترتیب بیانگر

www.SID.ir

Archive of SID

اهمیت نسبی فاکتورهای متمرکزسازی، سازگاری و وابستگی می‌باشند، که از دانش کارشناسی حاصل می‌شوند.

۲-۴- تناسب فیزیکی و دسترسی

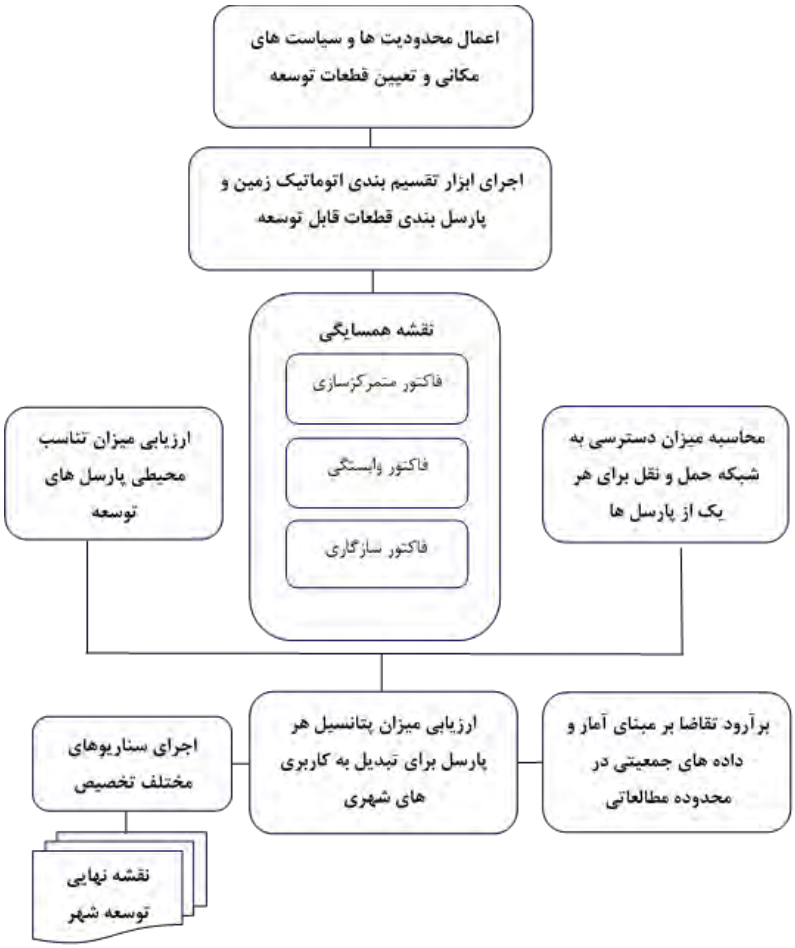
از جمله موارد حائز اهمیت در زمینه تبدیل کاربری غیر شهری به انواع کاربری‌های شهری، تناسب فیزیکی آن و میزان دسترسی پارسل مورد نظر به زیرساخت‌های مکانی و از جمله شبکه دسترسی می‌باشد. به همین منظور در این تحقیق، با توجه به نوع کاربری‌های مورد نظر برای توسعه، دو پارامتر میزان ارتفاع و اندازه شیب برای هر پارسل محاسبه و از طریق ترکیب خطی وزن‌دار با یکدیگر ترکیب شده و معرف تناسب فیزیکی خواهند بود. همچنین برای محاسبه عامل دسترسی، فاصله اقلیدسی هر پارسل از نزدیک‌ترین نقطه در شبکه راه‌ها محاسبه می‌گردد.

۲-۵- تغییرات کاربری اراضی

همانطور که در بخش ۱-۲ ذکر شد میزان پتانسیل هر پارسل برای تبدیل شدن به کاربری‌های شهری از ترکیب فاکتورهای همسایگی، دسترسی و تناسب فیزیکی حاصل می‌شود. از طرفی تغییرات کاربری اراضی در یک محدوده مکانی تحت تاثیر عنصر تقاضا نیز می‌باشد [۴۲]. بنابراین در تحقیق حاضر، تغییرات کاربری اراضی تحت تاثیر میزان تقاضا و تناسب هر یک از پارسل‌های توسعه برای کاربری‌های مورد نظر بر اساس دو سناریوی ذیل صورت می‌گیرد [۲۹]:

سناریوی ۱ بر اساس اولویت ارزش کاربری‌ها: در این حالت سطح مورد نیاز کاربری با بالاترین اولویت در توسعه شهری، بر اساس فاکتور تناسب کلی، تخصیص داده شده و سپس سایر کاربری‌ها، به ترتیب اولویت در رشد شهری، تخصیص می‌یابند.

سناریوی ۲ بر اساس بیشترین ارزش: در این سناریو، تخصیص بر اساس بیشترین ارزش در بین نقشه‌های تناسب کاربری صورت می‌گیرد؛ بدین نحو که بر اساس میزان تقاضا، پارسل‌های با بیشترین تناسب به ازای هر کاربری به همان کاربری اختصاص داده می‌شوند. شکل ۱ روند منطقی تحقیق را نمایش می‌دهد.



شکل۱- روند منطقی تحقیق

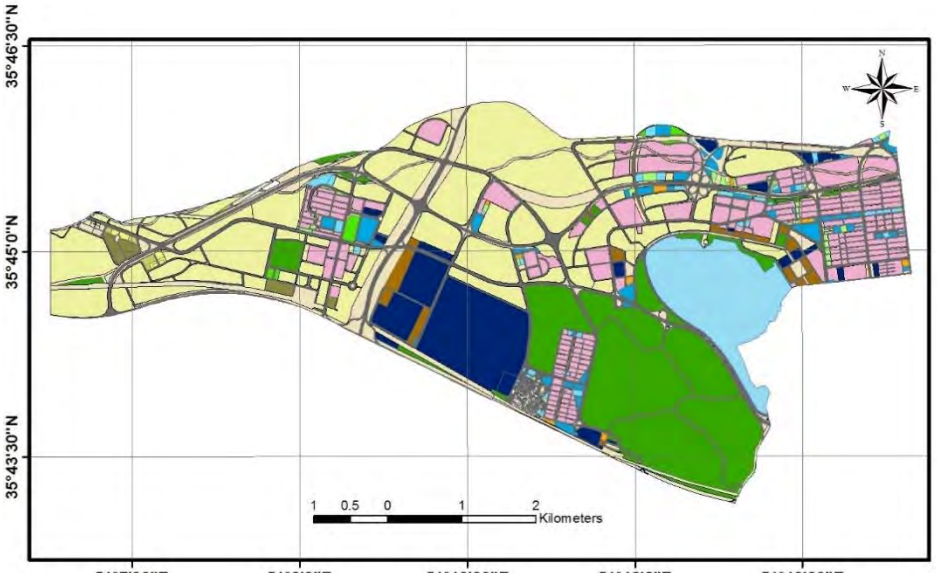
www.SID.ir

Archive of SID

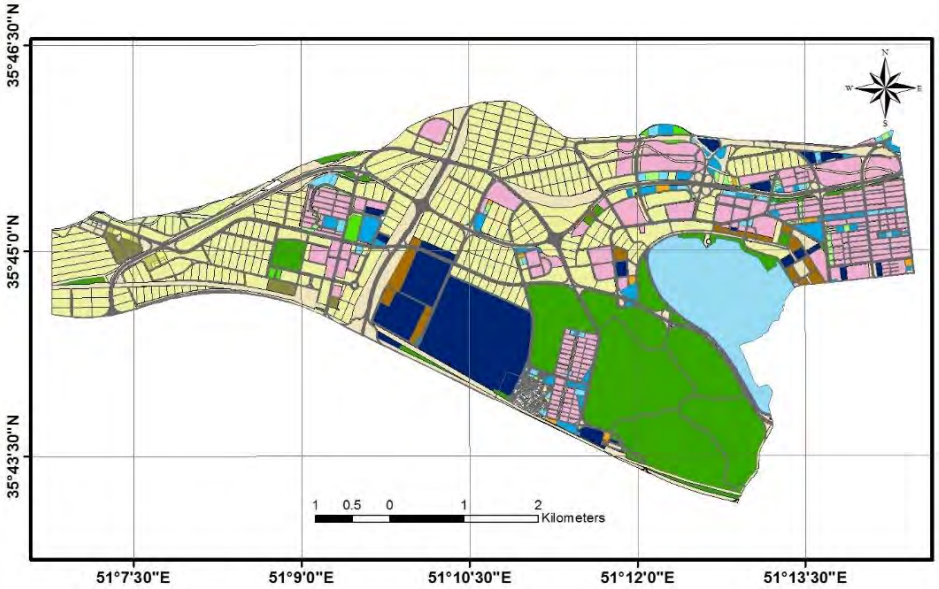
۳- منطقه مورد مطالعه و آماده‌سازی داده-های مکانی

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق، جهت ارزیابی اثرات همسایگی و شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی، نواحی سه و چهار منطقه ۲۲ تهران با وسعتی حدود ۳۴/۱۲۵ کیلومترمربع و جمعیت ۴۳۳۰۰ می‌باشد. دلیل انتخاب این منطقه وجود فضای توسعه برای کاربری‌های مختلف شهری در یک مسیر هدایت شده و سازگار می-باشد. همچنین به علت نوساز بودن غالب منطقه می‌توان تغییرات کاربری اراضی را به گذر از کاربری غیر شهری به انواع کاربری‌های شهری مربوط نمود.

داده‌های مکانی مورد استفاده در این تحقیق شامل نقشه بُرداری پارسل‌های کاداستری می‌باشد، که در هشت کلاس کاربری مسکونی، تجاری، خدماتی، صنعتی کارگاهی، فضای سبز عمومی و پارک، فضای توسعه، شبکه دسترسی و سایر طبقه‌بندی شده‌اند. قابل ذکر است که فضای قابل توسعه بر اساس زمین‌های بایر و به استثنای مناطق محدودیت نظیر مسیل‌ها، حریم مناطق نظامی، مناطق حفاظت شده و غیره تعیین می‌شود. همچنین آستانه فعالیت کاربری‌ها نیز در سه سطح محله‌ای، ناحیه‌ای و منطقه‌ای تعیین گردیده و ارزیابی تاثیرات مثبت و منفی کاربری‌ها بر یکدیگر با توجه به آستانه فعالیت آن‌ها صورت می‌گیرد. شکل ۲ـ الف نمایی از وضعیت موجود کاربری‌ها را نمایش می‌دهد.



(الف)



(ب)

www.SID.ir

Archive of SID

شکل۲- الف) وضعیت موجود کاربری منطقه مورد مطالعه. ب) پارسل‌بندی فضای توسعه

۴- نتایج

۴-۱- پارسل‌های توسعه

در راستای ایجاد فضای توسعه پارسلی ابتدا ابزار تقسیم‌بندی خودکار زمین اجرا شده و فضاهای توسعه پارسل‌بندی می‌گردند. پارسل‌بندی بر مبنای پارسل‌های طراحی شده در طرح تفصیلی، در ابعاد ۱۰۰ در ۲۰۰ متر و با پهنای خیابان ۳۰ متر صورت گرفته است. شکل ۲ـ ب محدوده پارسل‌بندی شده را نمایش می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود تمامی پارسل‌ها امکان دسترسی به شبکه راه‌ها را داشته و کلیه خیابان‌های ایجاد شده به شبکه دسترسی موجود متصل می‌باشند.

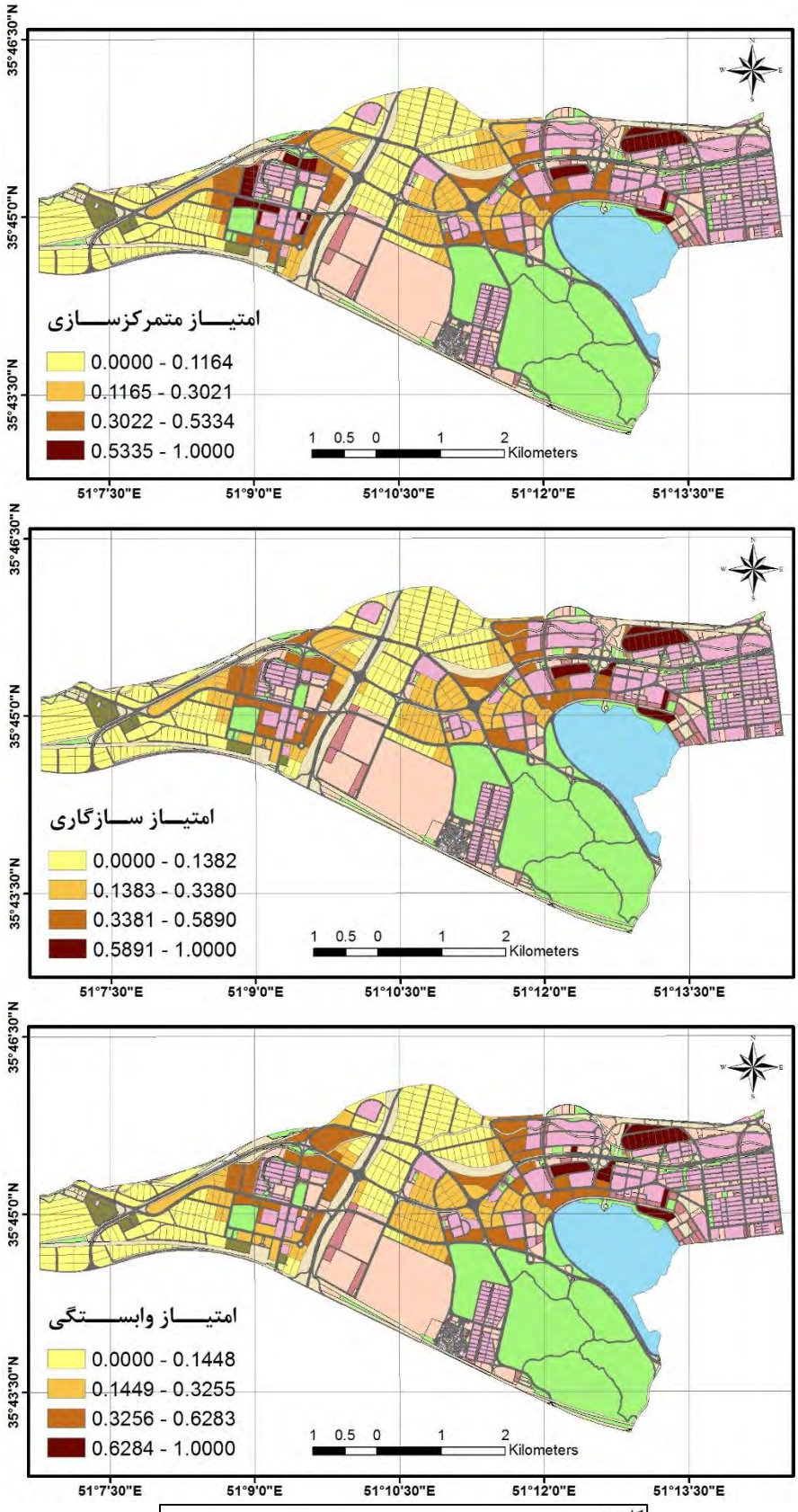
۴-۲- نقشه‌های فاکتور

گام دوم آماده‌سازی نقشه‌های همسایگی می‌باشد. از آنجایی که تخصیص کاربری‌ها در پنج دسته مسکونی، تجاری، خدماتی، صنعتی و فضای سبز عمومی و پارک صورت می‌گیرد، لازم است که نقشه همسایگی در پنج دسته ذکر شده تهیه گردد. بدین منظور با توجه به نوع کاربری مورد نظر برای تهیه نقشه همسایگی، کاربری پارسل موجود در شعاع همسایگی، سطح سرویس‌دهی آن و همچنین با لحاظ نمودن فاصله و نسبت مساحت پارسل‌ها بر یکدیگر، مطابق رابطه (۴) و توضیحات ارائه شده در بخش ۲-۳-۴، میزان امتیاز هر پارسل برای سه فاکتور متمرکزسازی، سازگاری و وابستگی محاسبه می‌گردد. شکل ۳ نشان‌دهنده میزان امتیاز پارسل‌های قابل توسعه برای فاکتور متمرکزسازی، سازگاری و وابستگی به ازای کاربری مسکونی می‌باشد.

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود، امتیاز متمرکزسازی برای کاربری مسکونی در نزدیکی پارسل‌های مسکونی بیشترین مقدار را داشته و این مقدار با فاصله گرفتن از کاربری مشابه کاهش می‌یابد. بر طبق ماتریس سازگاری، کاربری مسکونی سازگاری مناسبی با کاربری‌های مسکونی، تجاری در سطح محلی و خدماتی و فضای سبز و پارک در سطوح ناحیه‌ای و محلی دارد. از آنجایی که در شمال شرقی محدوده مورد مطالعه، این نوع کاربری‌ها در فاصله مناسبی از پارسل‌های توسعه نیافته قرار گرفته و کاربری‌های ناسازگار مانند صنعتی در فاصله دوری از این پارسل‌ها هستند، فاکتور سازگاری در این ناحیه بیشترین مقدار را دارد. همچنین بر طبق ماتریس وابستگی و به دلیل فراهم کردن نیازهای کاربری مسکونی، کاربری‌هایی نظیر خدماتی ، تجاری و فضای سبز و پارک در سطح محله‌ای، فضای مناسب را جهت توسعه کاربری مسکونی فراهم می کنند؛ از آنجایی که در شمال شرقی محدوده مورد مطالعه این نوع کاربری‌ها به وفور یافت می‌شوند، فاکتور وابستگی بیشترین مقدار را داشته و متقابلاً در غرب محدوده مورد مطالعه، به دلیل کمبود تنوع در کاربری‌های مذکور، این فاکتور مقدار کمتری دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



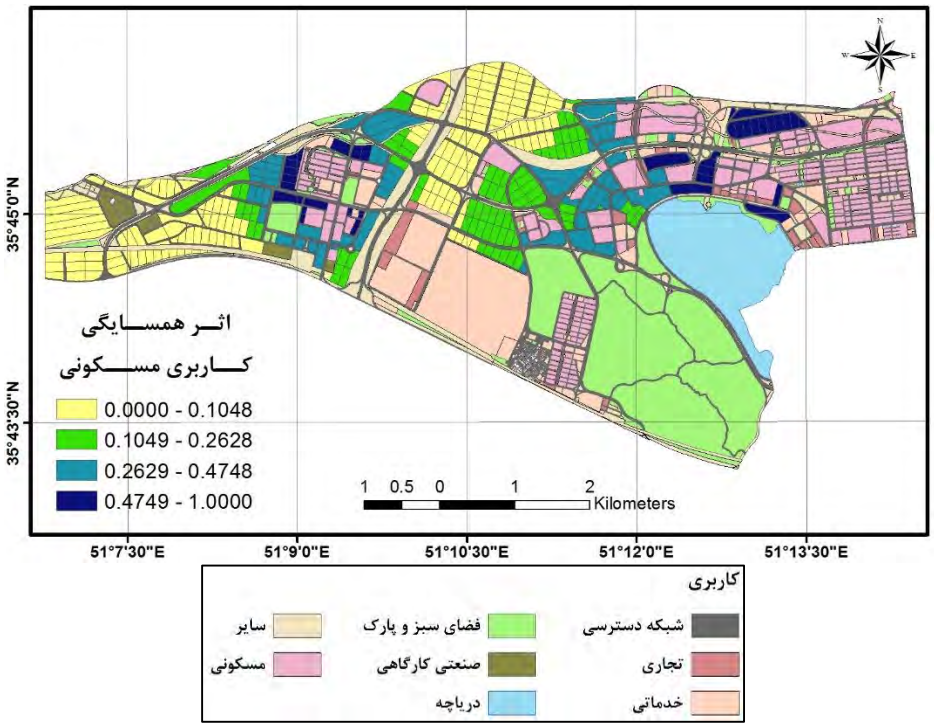
شکل۳- امتیاز متمرکزسازی، سازگاری و وابستگی پارسل‌های توسعه برای کاربری مسکونی

www.SID.ir

Archive of SID

در نهایت سه فاکتور متمرکزسازی، وابستگی و سازگاری بر اساس وزن‌های ذکر شده در بخش ۲ـ۳ با یکدیگر ترکیب شده و اثر همسایگی برای هر پارسل محاسبه می‌گردد. شکل ۴ نمایش دهنده اثر همسایگی پارسل‌های توسعه برای کاربری مسکونی، می‌باشد. همانطور که در بخش ۲ـ۳ ذکر شد، فاکتور متمرکزسازی بیشترین اثر را در تخمین اثر همسایگی برای کاربری مسکونی دارد. بنابراین در شکل ۴ فاکتور همسایگی در اطراف پارسل‌های مسکونی بیشترین میزان را دارد. همچنین در شمال شرقی محدوده مورد مطالعه، فاکتورهای سازگاری و وابستگی بیشترین مقدار را داشته و بنابراین پارسل‌های بیشتری امتیاز همسایگی بالایی دارند.

پس از محاسبه میزان تناسب فیزیکی و دسترسی طبق بخش ۲-۴، میزان تناسب کلی هر پارسل برای هر یک از کاربری‌های مسکونی، تجاری، صنعتی، خدماتی و فضای سبز و پارک از ترکیب خطی وزن‌دار فاکتورهای همسایگی، تناسب فیزیکی و دسترسی، به ترتیب با وزن-های ۰/۵۵، ۰/۳۴ و ۰/۱۱ طبق نظر کارشناسی، حاصل می‌شود. قابل ذکر است که فاکتور محدودیت به صورت عدم جای‌گیری پلیگون‌های دارای محدودیت، نظیر مسیل‌ها، نواحی حفاظت شده و مناطق نظامی، در دسته پلیگون‌های توسعه، منظور می‌گردد.



شکل۴- اثر همسایگی کاربری مسکونی برای پارسل‌های توسعه

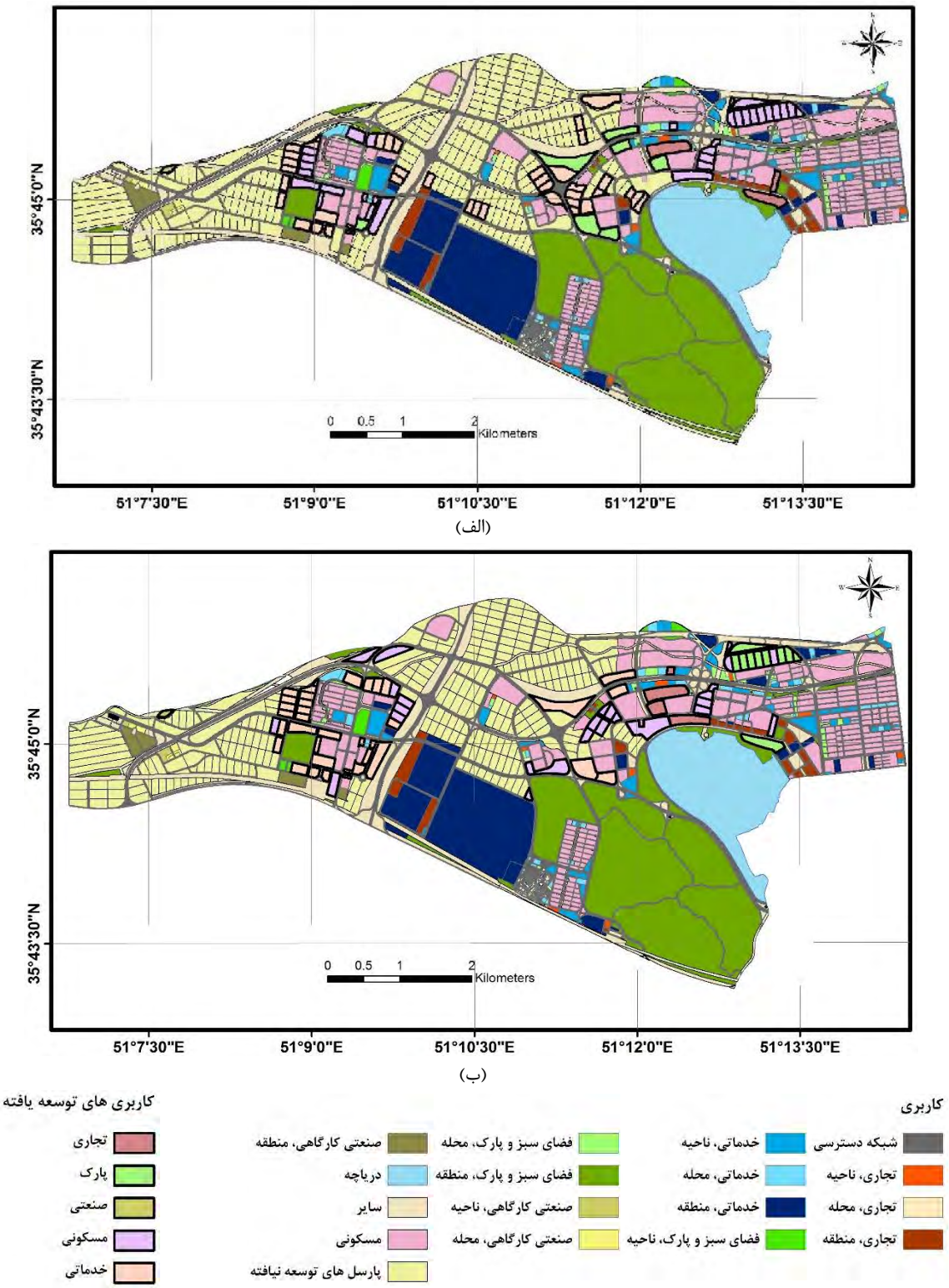
۴-۳- برآورد تقاضا و شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی

مهمترین عامل در تغییرات کاربری اراضی، میزان تقاضا در منطقه می‌باشد. برآورد تقاضا در محدوده مورد مطالعه با توجه به سرانه‌های ارائه شده به تفکیک نواحی [۴۳] و میزان افزایش جمعیت در گام زمانی مورد نظر انجام می‌شود. جدول ۱ پارامترهای تقاضای کاربری اراضی برای بازه زمانی ۱۰ سال را نمایش می‌دهد. در نهایت براساس امتیاز تناسب کلی به ازای کاربری‌های مسکونی، تجاری، صنعتی _ کارگاهی، خدماتی و فضای سبز و پارک و همچنین تقاضای برآورد شده برای منطقه مورد مطالعه، جانمایی کاربری‌ها در دو سناریوی مذکور در بخش ۲-۵ انجام می‌شود. جانمایی به روش اولویت ارزش کاربری‌ها به ترتیب تجاری، صنعتی _ کارگاهی، مسکونی، فضای سبز عمومی و پارک و خدماتی [۴۴]، صورت می‌گیرد. بدین معنی که ابتدا پارسل‌های مورد نیاز برای کاربری تجاری، مطابق پارسل‌هایی با بیشترین تناسب کلی برای کاربری

www.SID.ir

Archive of SID

تجاری، تخصیص داده شده و سپس کاربری صنعتی و بعد از آن به ترتیب کاربری‌های مسکونی، فضای سبز و پارک و خدماتی در پارسل‌هایی با تناسب بالا تخصیص می‌یابند؛ به شرط آن که در مراحل قبل به کاربری‌های اولی‌تر تخصیص داده نشده‌باشند. در سناریو ۲، ترتیب مکان-گزینی کاربری‌ها مطرح نبوده و هر پارسلی که بیشترین تناسب را برای هر کاربری داشته باشد به آن کاربری اختصاص می‌یابد، تا زمانی که تقاضای محاسبه شده برای بازه زمانی ۱۰ سال، برآورده شود. شکل (۵) نشان‌دهنده جانمایی کاربری‌ها در دو روش اولویت ارزش کاربری‌ها و بیشترین ارزش پارسل در بازه زمانی ۱۰ ساله می‌باشد.



شکل۵- نمایش رشد منطقه برای بازه زمانی ۱۰ ساله: الف) بر مبنای اولویت ارزش کاربری‌ها، ب) بر مبنای بیشترین ارزش پارسل‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- پارامترهای تقاضای کاربری اراضی بر اساس متر مربع برای بازه زمانی ۱۰ سال

کاربری	حداقل اندازه پارسل‌ها	سرانه	مساحت مورد نیاز
تجاری	۶۰۰	۴/۲۷	۱۷۸۸۱۹/۰۶
صنعتی _ کارگاهی	۳۰۰۰	۰/۲۸	۱۱۷۲۵/۸۴
مسکونی تراکم کم	۲۷۵	۳۳/۵۳	۱۴۰۴۱۶۹/۳۴
مسکونی تراکم زیاد	۱۶۰۰	۱۷	۷۱۱۹۲۶
خدماتی	۲۵۰۰	۲۳/۰۷	۹۶۶۱۲۵/۴۶
فضای سبز و پارک	۱۰۰۰۰	۶/۵۰	۲۷۲۲۰۷

۴-۴- تحلیل نتایج

به منظور ارزیابی نتایج تحقیق، متوسط مقادیر سازگاری و وابستگی برای پارسل‌های تازه تخصیص یافته، در سناریوی ۱ و ۲ محاسبه شده و مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. در فرآیند پیاده‌سازی این تحقیق تلاش بر این است که هر یک از کاربری‌ها در پارسل‌هایی با تناسب بالا جایگزین شوند، اما باید دید که آیا پارسل‌های تازه تخصیص یافته نیز در کنار یکدیگر چیدمان و ترکیبِ سازگار و متناسبی دارند؟ بدین منظور جدول ۲ برای نمایش سطوح سازگاری و وابستگی پارسل‌های توسعه یافته و امکان مقایسه دو سناریوی مذکور، ارائه شده است. همچنین جدول ۳، سطوح مختلف سازگاری و وابستگی را ارائه می‌کند.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می شود، سطوح سازگاری و وابستگی برای کاربری مسکونی در هر دو سناریو بالا است. زیرا پارسل‌های مسکونی در تجمع مکانی کاربری مسکونی و در فاصله نزدیک از پارسل‌های خدماتی با سطح سرویس‌دهی محله‌ای و ناحیه‌ای واقع شده‌اند. همچنین سازگاری زیاد و وابستگی متوسط پارسل‌های تجاری به علت جایگزینی آن‌ها در مرکز جمعیتی منطقه مورد مطالعه و در مجاورت سایر پارسل‌های تجاری می‌باشد. پارسل‌های صنعتی در حاشیه شهر و در فاصله دور از کاربری مسکونی و در محل تجمع کاربری‌های صنعتی واقع شده‌اند. اما سطح پایین سازگاری این کاربری به جهت وجود پارسل‌های مسکونی در محدوده ۸۰۰ متری پارسلِ صنعتی می‌باشد.

جدول ۲- متوسط سطوح سازگاری و وابستگی برای پارسل‌های تازه تخصیص یافته در سناریوی ۱ و سناریوی۲

کاربری		متوسط سازگاری		متوسط وابستگی	
		امتیاز	سطح سازگاری	امتیاز	سطح وابستگی
مسکونی	سناریوی ۱	۰/۹۷	زیاد	۰/۹۵	زیاد
	سناریوی ۲	۰/۹۵	زیاد	۰/۸۶	زیاد
تجاری	سناریوی ۱	۰/۸۵	زیاد	۰/۵۵	متوسط
	سناریوی ۲	۰/۸۸	زیاد	۰/۴۷	کم
صنعتی کارگاهی	سناریوی ۱	۰/۶۶	متوسط	۰/۴۲	کم
	سناریوی ۲	۰/۶۶	متوسط	۰/۴۲	کم
خدماتی	سناریوی ۱	۰/۶۵	متوسط	۰/۳۹	کم
	سناریوی ۲	۰/۶۳	متوسط	۰/۳۲	کم
فضای سبز و پارک	سناریوی ۱	۰/۷۳	متوسط	۰/۴۲	کم
	سناریوی ۲	۰/۶۲	متوسط	۰/۲۷	کم

همچنین، پارسل‌های فضای سبز و پارک و خدماتی به جهت وابستگی با کاربری مسکونی، در همسایگی پارسل‌های مسکونی توسعه یافته‌اند. سطح پایین وابستگی کاربری خدماتی و پارک به دلیل تجمع مکانی و غیروابستگی این کاربری‌ها با یکدیگر می‌باشد، که این موضوع به دلیل فقدان همسایگی دینامیک اتفاق می‌افتد. در نهایت ارزیابی مدل بیانگر عدم وجود کاربری‌های ناسازگار و غیروابسته در میان پارسل‌های تازه توسعه یافته و اختصاص متوسط امتیاز ۰/۷۷ و ۰/۵۵ در سناریو ۱ و ۰/۷۵ و ۰/۴۷ در سناریو ۲ (از بازه ۰ تا ۱) به ترتیب برای

www.SID.ir

Archive of SID

سازگاری و وابستگی پارسل‌های توسعه یافته می‌باشد. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می شود، سناریوی ۱ عملکرد بهتری نسبت به سناریوی ۲ دارد. این موضوع به جهت اختصاص دادن ترتیب ۱ و ۳ به کاربری تجاری و مسکونی برای مکان‌گزینی در سناریوی ۱ و تجمع مکانی کاربری خدماتی و پارک، به جهت استفاده از روش بیشترین تناسب برای مکان گزینی در سناریوی ۲، در پی عدم اجرای همسایگی دینامیک می باشد.

جدول ۳- سطوح سازگاری و وابستگی [۳۴، ۳۸]

سطوح سازگاری	سطوح وابستگی	امتیاز
سازگاری زیاد	وابستگی زیاد	۱≤ امتیاز ≤۰/۷۹
سازگاری متوسط	وابستگی متوسط	۰/۷۹> امتیاز ≤۰/۴۹
سازگاری کم	وابستگی کم	۰/۴۹> امتیاز ≤۰/۱۸
سازگاری خیلی کم	وابستگی خیلی کم	۰/۱۸> امتیاز ≤۰/۰۵
ناسازگار	غیر وابسته	۰/۰۵> امتیاز ≤۰

۵- بحث و نتیجه‌گیری

هدف این تحقیق بررسی اثرات همسایگی بر اساس تابعی از سه مؤلفه متمرکزسازی، وابستگی و سازگاری و تعیین پارامترهای موثر در اندازه آن و همچنین ارزیابی تعاملات کاربری‌ها در سه آستانه فعالیت محله‌ای، ناحیه‌ای و منطقه‌ای می‌باشد. همچنین کاربرد ساختار بُرداری در قالب پارسل‌های کاداستری، به دلیل انطباق کامل بر هستنده‌های مکانی و ارائه نتایج بهتر در زمینه تعاملات کاربری‌ها، از دیگر اهداف این پژوهش می‌باشد.

این تحقیق می تواند به عنوان ادامه و پیشبرد روش-های مورد استفاده در سایر مدل‌های خوکاره سولی پارسل مبنا برای شبیه‌سازی رشد شهری باشد، که توسط Stevens et al. (2007) و Ballesteros and Qiu (2012) انجام شده‌اند. در این تحقیقات تعریف قوانین انتقال و برآورد اثر همسایگی اغلب به‌وسیله قوانینی که توسط خود نویسندگان طراحی می شود، اجرا می‌گردد. در حالی که ارزیابی اثر همسایگی بر اساس فاکتورهای کارآمد و شناخته شده نظیر، متمرکزسازی، سازگاری و وابستگی، که در تحقیقات اخیر تعاملات کاربری‌ها [۳۴، ۳۵، ۳۶] استفاده شده‌اند، می‌تواند شبیه‌سازی کارآمدتری در رشد شهری را نتیجه دهد.

در تحقیقات مشابه کاربرد مدل‌های خودکاره برداری در شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهری بر اساس پارسل‌های کاداستری، که توسط Stevens et al. (2007) انجام شده است، ایجاد فضای توسعه پارسل‌مبنا به ازای کاربری‌های مختلف به صورت دستی انجام شده است؛ در صورتی که در تحقیق حاضر با کاربرد ابزار تقسیم‌بندی اتوماتیک زمین، مدل از سطح اتوماسیون بالاتری برخوردار است.

استفاده از مدل‌های خودکاره سلولی در صورتی توجیه‌پذیر است که قوانین همسایگی به درستی تعریف شده باشند. صحت قوانین همسایگی منوط به شناخت صحیح نحوه تعاملات کاربری‌ها و عوامل موثر در آن نظیر شعاع همسایگی، فاصله و مساحت پلیگون‌ها، می‌باشد. اندازه‌گیری فاصله میان دو پارسل به صورت کوتاه‌ترین فاصله بین نزدیک‌ترین دو لبه مربوط به دو پارسل، در ارزیابی تعاملات کاربری‌ها واقعیت‌پذیرتر است. زیرا ممکن است فاصله میان مراکز دو پلیگون تحت تاثیر شکل و اندازه آن‌ها، بیشتر از ناحیه تاثیر (۸۰۰ متر) بوده و اثرات متقابل پلیگون‌ها مورد اغماض واقع شود، در صورتی که دو پلیگون فاصله کوتاهی از یکدیگر داشته باشند.

در این مدل می‌توان تعامل پارسل‌های توسعه نیافته را از سه نقطه نظر سازگاری، وابستگی و متمرکزسازی، با پارسل‌های موجود در شعاع همسایگی سنجید. به علت ماهیت و اهمیت متفاوت این سه گروه، بسته به نظر کارشناسان و مدیران شهری، می‌توان این فاکتورها را با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، با وزن‌های مختلف و متناسب با نوع کاربری مورد ارزیابی، با یکدیگر ترکیب نمود. از دیدگاهی دیگر این مدل توانایی اجرای سناریوهای مختلف را داشته و می‌تواند تحت عنوان یک ابزار حامی تصمیم‌گیری مکانی در زمینه ارزیابی سناریوهای مختلف مدیریت شهری توسط برنامه‌ریزان و مدیران شهری مورد استفاده قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

از جمله تحقیقات آینده در زمینه توسعه این مدل می‌توان معرفی شعاع همسایگی متغیر، به نحوی که متناسب با نوع کاربری مورد نظر و آستانه فعالیت آن باشد، اشاره کرد. بدین ترتیب علاوه بر سنجش اثرگذاری کاربری‌ها در سه سطح محله، ناحیه و منطقه، می‌توان اثرپذیری آن‌ها را نیز در سه سطح ذکر شده بررسی کرد.

همچنین باید توجه داشت که اثرات کاربری‌ها در طول فاصله همیشه به صورت نزولی عمل نمی‌کنند، و بهتر است جهت بررسی دقیق‌تر، اثر کاربری‌های گوناگون، در طول فاصله به صورت توابع فازی معین گردند. قابل ذکر است اجرای همسایگی دینامیک نیز بر پیشبرد صحیح مدل، اثر بسزایی خواهد داشت.

مراجع

[1] Batty, M. (1997). "Cellular automata and urban form: a primer", Journal of the American Planning Association, Vol. 63, No. 2, PP. 266−274.

[2] Wu, F. and Webster, C.J. (1998). "Simulation of land development through the integration of cellular automata and multi-criteria evaluation", Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 25, No. 1, PP. 103−126.

[3] White, R. and Engelen, G. (2000). "High-resolution integrated modeling of the spatial dynamics of urban and regional systems", Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 24, No. 5, PP. 383−400.

[4] Jenerette, G. D. and Wu, J. (2001). "Analysis and simulation of land-use change in the central Arizona-Phoenix region, USA", Landscape Ecology, Vol. 16, No. 7, PP. 611−626.

[5] Rafiee, R., Mahiny, A. S., Khorasani, N., Darvishsefat, A. S. and Danekar, A. (2009). "Simulating urban growth in Mashad City, Iran through the SLEUTH model", Cities, Vol. 26, No. 1, PP. 19−26.

[6] Feng, Y., Liu, Y., Tong, X., Liu, M. and Deng, S. (2011). "Modeling dynamic urban growth using cellular automata and particle swarm optimization rules", International journal of Landscape and Urban Planning, Vol. 102, No. 3, PP. 188−196.

[7] Hagoort, M., Geertman, S. and Ottens, H. (2008). "Spatial externalities, neighbourhood rules and CA land-use modelling", Ann RegSci, Vol. 42, No. 1, PP. 39-56.

[8] Torrens, P .M. (2000). "How cellular models of urban systems work: 1. Theory". Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London, Paper 28.

[9] Torrens, P. M. and O'Sullivan, D. (2001). "Editorial, CA and urban simulation: where do we go from here? Environment and Planning B, Vol. 28, No. 2, PP. 163–168.

[10] Farsaie , M., Hakimpour, F. (2014). "Evaluation of Scale Change Effect on Simulating Urban Expansion Using Continuous Cellular Automata". JGST. Vol. 4, No. 1, PP. 67–78. [in Persian].

[11] Marceau, D.J. (1999). "The scale issue in the social and natural sciences", Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 25, No. 4, PP. 347−356.

[12] Moreno, N. (2008). "A vector-based geographical cellular automata model to mitigate scale sensitivity and to allow objects' geometric transformation", University of Calgary, 20266.

[13] Kocabas, V., and Dragicevic, S. (2006). "Assessing cellular automata model behavior using a sensitivity analysis approach", Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 30, No. 6, PP. 921−953.

[14] Jantz, C. A. and Goetz, S. J. (2005). "Analysis of scale dependencies in an urban landuse-change model", International Journal of Geographical Information Science, Vol. 19, No. 2, PP. 217−241.

[15] Ménard, A. and Marceau, D. (2005). "Exploration of spatial scale sensitivity in geographic cellular automata", Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 32, No. 5, PP. 714−693.

www.SID.ir

Archive of SID

[16] Chen, Q. and Mynett, A. E. (2003). "Effects of cells size and configuration in cellular automata based prey-predator modeling", Simulation Modelling Practice and Theory, Vol. 11, No. 7−8, PP. 609−625.

[17] Stevens, D., Dragicevic, S., and Rothley, K. (2007). "iCity: A GIS-CA modeling tool for urban planning and decision making", Environmental Modelling & Software, Vol. 22, No. 6, PP. 773−761.

[18] Shi, W. and Pang, M. Y. C. (2000). "Development of Voronoi-based cellular automata – an integrated dynamic model for Geographical Information Systems," International Journal of Geographical Information Science, Vol. 14. No. 5, PP. 455−474.

[19] Flache, A.and Hegselmann, R. (2001). "Do irregular grids make a difference? Relaxing the spatial regularity assumption in cellular models of social dynamics". Journal of Artiifcial Societies and Social. Simulation, Vol. 4, No. 4, PP. 6.1–6.27.

[20] Pang, M.Y.C. and Shi, W.Z. (2002). "Development of a process-based model for dynamic interaction in spatio-temporal GIS", Geoinformatica, Vol. 6, No. 4, PP. 323−344.

[21] Semboloni, F. (2000). "The growth of an urban cluster into a dynamic self-modifying spatial pattern". Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 27, No. 4, PP. 549–564.

[22] O'Sullivan, D., (2001a). "Graph-cellular automata: A generalized discrete urban and regional model", Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 28, No. 5, PP. 687–705.

[23] O'Sullivan, D. (2001b). "Exploring spatial process dynamics using irregular cellular automaton models". Geographical Analysis, Vol. 33, No. 1, PP. 1–18.

[24] Ballestores Jr, F. and Qiu, Z. (2012). "An integrated parcel-based land use change model using cellular automata and decision tree", Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences, Vol. 2, No. 2, PP. 53−69.

[25] Moreno, N., Wang, F., and Marceau, D.J. (2009). "Implementation of a dynamic neighborhood in a land-use vector-based cellular automata model", Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 33, No. 1, PP. 44–54.

[26] Moreno, N. and Marceau, D. J. (2007). "Performance assessment of a new vector-based geographic cellular automata model", In Proceedings of the international conference on geocomputation (September 3–5). Ireland: Maynooth.

[27] Wang, F. (2012). "A cellular automata model to simulate land-use changes at fine spatial resolution", PhD thesis, University of Calgary. Calgary, Canada.

[28] Verburg, P.H. and Veldkamp, A., (2004). "Projecting land use transitions at forest fringes in the Philippines at two spatial scales". Landscape Ecol. Vol. 19, No. 1, PP. 77–98.

[29] Karimi, M. (2010)." Developing Multi-Criteria Decision Analysis Methods for Land Use Allocation", PhD Thesis in Geographic Information System, Faculty of Geodesy and Geomatics, K. N. Toosi University of Technology, Tehran. [in Persian].

[30] Wickramasuriya, R., Chisholm, L.A., Puotinen, M., Gill, N. and Klepeis, P. (2011). "An automated land subdivision tool for urban and regional planning: Concepts, implementation and testing". Environmental Modelling & Software, Vol. 26, No. 12, PP: 1675–1684.

[31] Karimi, M., Sharifi, M.A. and Mesgari, M.S. (2012). "Modeling land use interaction using linguistic variables", International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 16, PP. 42–53.

[32] Geneletti, D. (2004). "A GIS-based decision support system to identify nature conservation priorities in an Alpin valley". Land use policy, Vol. 21, No, 2. PP. 149–160.

[33] Sante-Riveira, I., Crecente-Maseda, R. and Miranda-Barros, D. (2008). "GIS-based planning support system for rural land-use allocation", Computer and Electronics in Agriculture, Vol. 63, No. 2, PP. 257–273.

[34] Thinh, N.X., Arlt, G., Heber, B., Hennersdorf, J. and Lehmann, I. (2002). "Evaluation of urban land use structures with a view to sustainable development". Environ. Imlapct. Assess. Vol. 22, No. 5, PP: 475–492.

www.SID.ir

Archive of SID

[35] Masoomi, Z., Mesgari, M.S. and Hamrah, M. (2013). "Allocation of urban land uses by Multi-Objective Particle Swarm Optimization algorithm", International Journal of Geographical Information Science, Vol. 27, No. 3, PP. 542–566.

[36] Taleai, M., Sharifi, A., Sliuzas, R. and Mesgari, M. (2007). "Evaluating the compatibility of multi-functional and intensive urban land uses", International Journal of Applied Earth and Geoinformation, Vol. 9, No. 4, PP: 375–391.

[37] Behzadi, S. and Alesheikh, A.A. (2013). "Introducing a novel model of belief–desire–intention agent for urban land use planning". Engineering Applications of Artiifcial Intelligence, Vol. 23, PP. 20. –233.

[38] Taleai, M. (2007). "GIS-based planning support system for urban land use externalities evaluation".", PhD Thesis in Geographic Information System, Faculty of Geodesy and Geomatics, K. N. Toosi University of Technology, Tehran. [in Persian].

[39] Wu, H., Zhou, L., Chi, X., Li, Y. and Sun, Y. (2012). "Quantifying and analyzing neighborhood configuration characteristics to cellular automata for land use simulation considering data source error". Earth Sci Inform, Vol. 5, No. 2, PP. 77–86.

[40] Hagoort, M.J. (2006). "The Neighbourhood Rules: Land-use Interactions, Urban Dynamics and Cellular Automata Modelling". Netherlands Geographical Studies 334. KNAG/Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.

[41] Geertman, S., Hagoort, M. and Ottens, H. (2007). "Spatial-temporal specific neighbourhood rules for cellular automata land-use modelling". International Journal of Geographical Information Science, Vol. 21, No. 5, PP. 547–568.

[42] Sharifi, M.A., Karimi, M. and Mesgari M.S. (2010). "Modeling land allocation in time and space". The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 38, No.2, PP. 63–68.

[43] Center for environment research and studies (2001). "Land use state of 22nd municipal region of Tehran, Project of assessment and prediction of noise pollution due to the implementation of the comprehensive plan of Tehran municipality, district 22". First report, Chapter V, PP. 83-138. [in Persian].

[44] Pettit, C.J. (2002). "Land use planning scenarios for urban growth: a case study approach", PhD thesis, University of Queensland, Queensland, Australia.

[45] Cohen, E. and Kaplan, H. (2007). "Spatially-Decaying Aggregation over a Network", Journal of Computer and System Sciences, Vol. 73, No. 3, PP. 265–288.

[46] Knorr, E.M. and Ng, R.T., (1996). "Finding aggregate proximity relationships and commonalities in spatial data mining", Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on, Vol. 8, No. 6, PP. 884–897.

www.SID.ir

Archive of SID

ضمیمه

سطوح مختلف سازگاری میان کاربری‌های تفصیلی شهری [۳۵]

www.SID.ir

Archive of SID

سطوح مختلف وابستگی میان کاربری‌های تفصیلی شهری [۳۴]

کاربری‌ها		مسکونی			کاربری سرویس دهنده - تجاری			آموزشی						مذهبی			بهداشتی			اداری		فرهنگی			ورزشی			تأسیسات			صنعتی				پارک			حمل و نقل				
		کم تراکم	تراکم متوسط	تراکم بالا	روزانه - هفتگی	محله	منطقه/ شهر	مهدکودک	دبستان	راهنمایی	دبیرستان	هنرستان	دانشکده/ دانشگاه	مقیاس محله	مقیاس ناحیه	مقیاس منطقه	مقیاس محله	مقیاس ناحیه	مقیاس منطقه	مقیاس ناحیه	مقیاس منطقه	مقیاس محله	مقیاس ناحیه	مقیاس منطقه	مقیاس محله	مقیاس ناحیه	مقیاس منطقه	مقیاس محله	مقیاس ناحیه	مقیاس منطقه	مقیاس محله	مقیاس ناحیه	مقیاس منطقه	صنایع سنگین	مقیاس محله	مقیاس ناحیه	مقیاس منطقه	پیاده رو	خیابان محلی	خیابان جمع	خیابان شریانی	خیابان شریانی
مسکونی	کم تراکم	MD	MD	LD	HD	MD	MD	HD	HD	MD	MI	MI	HI	HD	MD	MI	HD	MD	HI	MD	MI	MD	MD	LD	HD	MD	LD	HD	MD	LD	LD	HI	HI	HI	HD	MD	MD	HD	HD	HD	MD	MD
	تراکم متوسط		MD	MD	HD	MD	MD	HD	HD	MD	MI	MI	HI	HD	MD	MI	HD	MD	HI	MD	MI	MD	MD	LD	HD	MD	LD	HD	HD	LD	LD	HI	HI	HI	HD	MD	MD	HD	HD	HD	MI	MD
	تراکم بالا			MD	HD	MD	MI	HD	HD	MD	MD	MD	LD	HD	MD	MD	HD	MD	LD	MD	MI	MD	MD	LD	HD	MD	LD	HD	HD	LD	LD	HI	HI	HI	HD	MD	MD	HD	HD	HD	HD	HD
کاربری سرویس دهنده - سرویس دهندگان با کالبد - تجاری	روزانه - هفتگی				HI	MI	HD	MD	MD	MD	LD	LD	LD	MI	MI	MI	LD	HI	HI	MI	MI	MI	MI	MI	MD	MD	LD	HD	MD	LD	HI	HI	HI	HI	MD	MD	MD	HD	HD	HD	MD	MD
	محله					HI	HD	MD	MD	MD	MD	MD	LD	MI	MI	HI	MD	HI	HI	MI	HI	MI	MI	MI	MI	MI	MI	HD	HD	HD	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HD	HD	HD	MD	MD
	منطقه/ شهر						HI	MI	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MD	MD	HI	MI	MI	MI	MI	HI	MI	MI	HI	HI	HI	HD	HD	HD	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HD	HD	HD	HD	HD
آموزشی	مهدکودک							HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	MD	MI	MI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HI	HI	HD	MD	MI	HI	HI	HI	HI	MD	MI	MI	HD	HD	HD	MI	MI
	دبستان								HI	HI	HI	HI	HI	MI	HI	HI	MD	MI	MI	HI	HI	MI	MI	MI	MD	HI	HI	HD	MD	MI	HI	HI	HI	HI	MD	MI	MI	HD	HD	HD	MI	MI
	راهنمایی									HI	HI	HI	HI	MI	HI	HI	MD	MI	MI	HI	HI	MI	MI	MI	MD	MI	MI	HD	MD	MI	HI	HI	HI	HI	MD	MI	MI	HD	HD	HD	MD	MD
	دبیرستان										HI	HI	HI	MI	HI	HI	MD	MI	MI	HI	HI	MD	MD	MD	MD	MD	MD	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	MD	MD	MD	HD	HD	HD	MD	MD
	هنرستان											HI	HI	MI	HI	HI	MD	MI	MI	HI	HI	MD	MD	MD	MD	MD	MD	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	MD	MD	MD	HD	HD	HD	HD	HD
	دانشگاه/دانشکده												HI	MI	HI	HI	MD	MI	MI	MI	MI	MD	MD	MD	MD	MD	MD	HD	HD	MI	MI	HI	HI	HI	MD	MD	MD	HD	HD	HD	HD	HD
مذهبی	مقیاس محله													HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	MI	HI	HI	HD	HD	HD	MI	MI
	مقیاس ناحیه														HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	MI	HI	HI	HD	HD	HD	MD	MD
	مقیاس منطقه															HI	HI	HI	HI	HI	HI	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	MI	HI	HI	HD	HD	HD	MD	MD
بهداشتی	مقیاس محله																HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HD	HD	HD	MD	MD
	مقیاس ناحیه																	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HD	HD	HD	HD	HD
	مقیاس منطقه																		HI	HI	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HD	HD	HD	HD	HD
اداری	مقیاس ناحیه																			HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HD	HD	HD	MD	MD
	مقیاس منطقه																				HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HD	HD	HD	HD	HD
فرهنگی	مقیاس محله																					HI	HI	HI	MI	MI	HI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HD	HD	HD	MD	MD
	مقیاس ناحیه																						HI	HI	MI	MI	HI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HD	HD	HD	MD	MD
	مقیاس منطقه																							HI	MI	MI	HI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HD	HD	HD	HD	HD
ورزشی	مقیاس محله																								HI	HI	HI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HD	HD	HD	MD	MD
	مقیاس ناحیه																									HI	HI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HD	HD	HD	MD	MD
	مقیاس منطقه																										HI	HD	HD	MI	HI	HI	HI	HI	MI	MI	MI	HD	HD	HD	HD	HD
تأسیسات شهری	مقیاس محله																											HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HD	HD	HD	HI	MI	MI	MD	MD
	مقیاس ناحیه																												HI	HI	MI	MI	MI	MI	MD	MD	MD	HI	HI	HI	HI	HI
	مقیاس منطقه																													HI	MI	MI	MI	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI
صنعتی	مقیاس محله																														HI	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	MD	MD
	مقیاس ناحیه																															HI	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	MD	MD
	مقیاس منطقه																																HI	MI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	MD	MD
	صنایع سنگین																																	HI	HI	HI	HI	HI	HI	HI	MD	MD
سرویس دهندگان بدون کالبد - پارک	مقیاس محله																																		HI	HI	HI	HD	HD	HD	MD	MD
	مقیاس ناحیه																																			HI	HI	HD	HD	HD	MD	MD
	مقیاس منطقه																																				HI	HD	HD	HD	HD	HD
شبکه حمل و نقل	پیاده رو																																					HD	HD	HD	HI	HI
	خیابان محلی																																						MI	HD	MI	HI
	خیابان جمع کننده																																							MD	HD	MD
	خیابان شریانی درجه MD																																								HI	HD
	خیابان شریانی درجه HD																																									HD

www.SID.ir