فصلنامه علمی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری

سال ۱۱، شمارهٔ پیاپی ۴۰، بهار ۱۳۹۹

شاپا چاپی: ۵۲۲۹-۲۲۲۸ – شاپا الکترونیکی: ۳۸۴۵-۲۴۷۶

http://jupm.miau.ac.ir

مقاله پژوهشی

طراحی مدل بهینه توسعه افقی در مراکز شهری (نمونه موردی: شهر یاسوج)

زریر صالح پور[۱]: استادیار گروه شهرسازی و معماری، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران

دریافت: ۱۳۹۸/۴/۱۰ صص ۱۸۸- ۱۷۵ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۰

چکیده

گسترش شهرها امری غیرقابل اجتناب است، و این رشد زمانی مشکل آفرین می‌شود که فرایند گسترش بدون برنامه و به صورت خود به خودی صورت گیرد. در نتیجه، نظارت، تجزیه و تحلیل و برنامه‌ریزی پیش‌بینی گسترش شهر مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این مطالعه؛ توسعه شهر یاسوج با مدل اتوماتای سلولی مبتنی بر *GIS* به منظور بررسی توسعه افقی شهری تا سال ۱۴۱۰ است. ابتدا پارامترای تناسب فیزیکی، راه‌های ارتباطی و اثر همسایگی محاسبه شدند. سپس با توجه به تقاضای کاربری های مختلف، اقدام به شناسایی مناطق توسعه‌یافته و توسعه‌نیافته شد. در مرحله بعدی تخصیص کاربری‌های دارای تقاضا با استفاده از تعامل میان تقاضا و تناسب کلی هر قطعه ملکی و متناسب با بیشترین ارزش به دست آمده در بین نقشه‌های تناسب کاربری انجام شده است. نتایج نشان داد مدل‌سازی پیشنهادی، توسعه شهر یاسوج از مناطق بیرونی شعاع آن زیاد می‌شود و بخصوص از ناحیه جنوب غربی، زیرا که در شمال و شرق شهر موانع طبیعی مانع از گسترش آن می‌شود. ارزیابی مدلسازی اتوماتای سلولی بیانگر دقت ۶۱ درصدی رشد افقی می باشد.

واژگان کلیدی: مدلسازی، توسعه افقی شهری، اتوماتای سلولی، یاسوج.

[۱]. نویسنده مسئول: *z1salehpour@gmail.com*، ۰۹۱۷۱۴۱۱۲۲۰

مقدمه:

تمدن بشری در حال حاضر در حال ورود به قرن شهری است (*Coritt et al., 2014: 32*). مناطق شهری بطور عمده در نتیجه رشد جمعیت، افزایش درآمد و کاهش هزینه های رفت و آمد، رشد سریع را تجربه می کنند (*Brochner & Larage, 20۰۸: ۵*)، به ویژه در کشورهای در حال توسعه؛ چرا که شهرها به سرعت رشد کرده و تعداد کلانشهرها به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. براساس گزارش سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۴، ۵۴ درصد از جمعیت جهان شهرنشین شده اند. این عدد در سال ۱۹۵۰ حدود ۳۰ درصد بوده است. پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰، به ۶۶ درصد برسد که در نتیجه آن کنترل جمعیت و مساحت شهرها تبدیل به چالش بزرگی خواهد شد (*World Urbanization Prospects, 2014: 63*). همچنین براساس سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵، ۷۴ درصد جامعه شهرنشین می‌باشند، این در حالی است که رشد مذکور در سال ۱۳۹۰ برابر ۷۱/۴ درصد بوده است و جمعیت شهرنشینی در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۰ رشد ۲/۶ درصدی داشته است (*Iran Statistics Center, 2016: 54*). امروزه گسترش فیزیکی روزافزون و بدون برنامه‌ریزی شهرها، رشد بی‌رویه جمعیت، توسعه‌ی اقتصادی و نیز مهاجرت روستائیان به شهرها، باعث پیدایش و تداوم مخاطرات عظیم زیست‌محیطی و اجتماعی و کاهش کیفیت زندگی جوامع شهری و غیرشهری شده است (*Shafizadeh Moghaddam et al., 2۰۱۷: ۹۰*). چنین فرآیندهایی با توجه به رفتارهای مربوط به سلامتی بر شهروندان تأثیر منفی گذاشته است. در نتیجه، نظارت، تجزیه و تحلیل و برنامه-ریزی پیش‌بینی گسترش شهر مورد توجه قرار گرفته است (*Lane et al., 2014:22*).

رشد شهری به دلیل داشتن جنبه‌های اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی، بر محیط زیست و انسان تأثیرات زیادی گذاشته است. افزایش امکانات مردم با در نظر گرفتن حداقل هزینه‌های زیست محیطی و اقتصادی فقط در سایه رشد شهری برنامه‌ریزی شده تحقق می‌یابد (*Lettres, 2010: 107*). شهرها سیستم‌های پیچیده، باز، پویا و خودسامانده هستند که در فرایند ابعاد فرکتال[1] خودمانندی[2] خودسازماندهی و غیره وجود دارد. به منظور رسیدن به اهداف پایدار شهری، درک فرایند توسعه شهری در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری ضروری می باشد. مدل‌های پیش‌بینی رشد شهری ابزار سودمندی را فراهم می‌آورد که از طریق آن می‌توان با طراحی سناریوهای متنوع بهترین گزینه برای رشد شهری و اراضی مورد نیاز برای رشد را مشخص نمود. در سال‌های اخیر این مدل‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفتند اما بسیاری از مدل-های شبیه‌سازی تک متغیری بوده یا تنها عوامل محدودی را به عنوان داده در نظر می‌گیرند؛ مانند مدل‌های اکولوژیکی رشد شهری که مورد اسقبال بسیاری قرار گرفته‌اند (*Weddell, 2002: 19*). با این حال پیچیدگی سیستم شهری موفقیت و صحت پیش‌بینی این مدل‌های ساده را زیر سئوال برده است. اتوماتای سلولی (*CA*[3]) یک روش مبتنی بر سلول است که به راحتی قابل مدل‌سازی پدیده‌های فضایی است. این مدل، روشی کارآمد در تشریح فرآیند رشد شهری و ابزاری مفید برای ارزیابی پیامدهای اجتماعی و محیطی سناریوهای مختلف برنامه-ریزی است (*Ahmadi, 2009; Sun & Wang, 2007: 54*). در این راستا *CA* به دلیل ظرفیت موجود در ایجاد دینامیک سیستم‌های پیچیده، ویژگی‌های خود سازماندهی، و انعطاف‌پذیری و سازگاری با ساختار داده های شطرنجی، محبوب‌ترین ابزار مورد استفاده در شبیه-سازی تغییرات شهری بوده است (*White and Engleen, 1993; Betty, 2007*). با استفاده از این روش می‌توان بسیاری از سناریوهای شهری را قبل از وقوع حادثه پیش بینی نمود. عناصر مدل اتوماتای سلولی شامل فضای سلولی (شبکه سلولی)، وضعیت، همسایگی، زمان و قوانین انتقال می‌باشد. چگونگی روند کار در مدل اتوماتای سلولی به این صورت است که با توجه به کاربری یک قطعه در زمان t و براساس همسایگی و قوانین که بر روی آن قطعه و همسایگانش اعمال می شود، کاربری آن قطعه در زمان $t+1$ برآورد خواهد شد (*Santi et al., 2010: 122*).

یاسوج از سال ۱۳۴۳ به شهر تبدیل شد و به علت قرارگیری در موقعیت خوب آب و هوایی، به یکباره جمعیت زیادی به آن وارد شدند که موجب گسترش شهر در تمامی جهات شد. مطالعه نظام شهرنشینی در کشورهای در حال توسعه از جمله کشور ایران نشان داده است بین رشد شهرنشینی، توسعه شهری و منطقه‌ای تناسب ضعیف وجود دارد و عملکرد سنتی نظام مدیریت شهری ایران پاسخگوی چالش‌های فراروی شهرنشینی کشور نیست. شهر یاسوج طی سال‌های ۷۵-۱۳۶۵ در سه محور گسترش یافت که به دنبال این گسترش، تعداد زیادی از روستاهای مجاور با شهر ادغام شدند (*Zadeh Bagheri, 2013: 44*). شهر به علت سابقه کم شهرنشینی و واقع شدن به عنوان مرکز سیاسی، اداری و خدماتی و شرایط مساعد آب و هوایی، شهری مهاجرپذیر بوده و سالانه با افزایش جمعیت زیادی مواجه است. بنابراین این شهر خواسته و ناخواسته به سمت توسعه و رشد در حال حرکت است. در این مقاله به دنبال پاسخ گویی به این سؤال هستیم که مدلسازی

---

[1]- *fractal*
[2]- *Self similarity*
[3] *Cellular Automat*

الگوهای فضای شهری چگونه می‌تواند دید مناسبی را در مورد توسعه شهرها تحت شرایط مختلف اجتماعی، اقتصادی و محیطی ایجاد کند؟ از این رو هدف از این مقاله توسعه افقی شهر یاسوج با مدل اتوماتای سلولی مبتنی بر *GIS* می‌باشد.

پیشینه و مبانی نظری تحقیق:

مدل‌سازی شهری، فرایند شناسایی تئوری مناسب و تبدیل آن به یک مدل ریاضی است که توسط برنامه‌های کامپیوتری توسعه می‌یابد و قبل از استفاده برای پیش‌بینی، کالیبره می‌گردد (*Betty, 2009: 94*) مدل‌های توسعه شهری را می‌توان در سه دسته زیر قرارداد:

۱- مدل‌های (*LUT*)[1]؛ که بر روی تجمیع اثر متقابل مدل‌های استاتیک اقتصادی و مکانی شکل گرفته‌اند (*Betty, 2009: 95*). مدل-هایی همچون *MEPLAN*، *TRANUS* و *IRPUD* در این دسته قرار دارد.

۲- مدل‌های *Urban Dynamics Model*؛ این مدل‌ها کمتر در کاربردهای عملی مورد توجه هستند.

۳- مدل‌های اتوماتای سلولی (*CA*) و مدل‌های مبنا (*ABM*)[2] و مدل‌های *Microsimulation*؛ در حال حاضر بیشترین توجه را معطوف به خود ساخته‌اند. این مدل‌ها برای ارائه فعالیت‌ها و رفتارهای عامل منحصر به فرد در فضا به کار می‌روند. در حقیقت بیشترین مدل‌های پیاده‌سازی شده براساس *CA* هستند که در آن عامل ها، سلول‌ها هستند که براساس تغییرات کاربری تغییر حالت می‌دهند (*Betty,2009*).

اتوماسیون سلولی: اتوماتای سلولی (*CA*)[3] یکی از رایج‌ترین تکنیک‌هایی است که برای شبیه‌سازی فرایند شهرسازی مورد استفاده قرار می-گیرد. مدل‌های شهری مستقر در *CA* از قوانین‌گذار برای ارائه الگوهای مکانی رشد شهری و پویایی شهری در طول زمان استفاده می‌کنند. تعیین قوانین انتقال بهینه *CA* به دلیل ناهمگونی و غیرخطی بودن در بین نیروهای محرک رشد شهری یک مرحله مهم است. براساس تعریف ولفرام[4](۱۹۸۴)، اتوماتای سلولی یک فضای دینامیکی گسسته است که در آن فضا به سلول‌های مکانی تقسیم شده و زمان مرحله به مرحله پیش می‌رود. به عبارتی هر سلول مطابق با قوانین انتقال در لحظه $t+1$، براساس وضعیت خود سلول و سلول‌های همسایه در لحظه t تعریف می‌شود: (رابطه ۱)

$$S_{xij}^{t+1} = f(S_{xij}^{t}, S'_{\cap ij}) \quad (۱)$$

در این رابطه: S_{xij}^{t+1} وضعیت سلول در زمان $t+1$، S_{xij}^{t} وضعیت سلول در زمان t و $S'_{\cap ij}$ مجموع وضع‌های ممکن در زمان t و f تابع بیان‌کننده مجموعه قوانین انتقال می‌باشد (*Lane et al., 2014: 44*). با توجه به تعریف فوق عناصر اصلی اتوماتای سلولی شامل:

۱- سلول: سلول، واحد فضایی اساسی در فضای سلول است. سلول‌ها در ماشین سلولی در موزائیک‌های فضایی مرتب شده اند. فضای سلولی می‌تواند دوبعدی یا مشبک مانند لانه زنبوری طراحی شود (*Liu, 2006: 65*). *2-* **وضعیت (حالت):** یک حالت به عنوان ویژگی-های سیستم تعریف می‌شود. هر سلول تنها می‌تواند یک حالت را از مجموعه‌ای از حالات در هر زمان به خود اختصاص دهد. در مدل توسعه شهری، حالت سلول ممکن است انواع کاربری یا پوشش زمین و یا نوع خاصی از کاربری باشد. **۳- همسایگی:** همسایگی دربرگیرنده خود سلول و تعدادی سلول دیگر در شعاع خاصی از سلول مورد آزمایش است. بر اثر روابط متقابل بین سلول مورد آزمایش و همسایه آن و تحت تأثیر قوانین انتقال، سلول تغییر وضعیت می‌یابد (*Rezazadeh et al., 2010: 22*). **٤- قانون‌گذار (تبدیل):** قانون-گذار، چگونگی تغییر حالت یک سلول در پاسخ به وضعیت فعلی خود و سلول‌های همسایه آن است. این عنصر مولفه کلیدی ماشین سلولی است، چرا که این قوانین نشان‌دهنده روند الگوبرداری سیستم است و در نتیجه برای موفقیت عمل مدل‌سازی ضروری است.**۵ -زمان:** یک اتوماتای سلولی در یک بعد زمانی وجود دارد. با توجه به تعریف اتوماتای سلولی، حالات همه سلول‌ها به طور همزمان در طول زمان به-روزرسانی می‌شوند. با این حال می‌توان با کاربرد مدل اتوماتای سلولی در سرعت زمانی مختلف برای سلول‌های مختلف بر این محدودیت فائق آمد (*White, 1994*). حجم زیاد و روبه افزایش تحقیقات نشان می‌دهد که *CA* یک ابزار مناسب برای مدل‌سازی دینامیک مکانی است و به دلیل طبیعت مکانی *CA* مورد توجه برنامه‌ریزان شهری بوده است.

مطالعاتی در این زمینه انجام شده است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: شفیع زاده مقدم و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله‌ای از یادگیری ماشین کوپلینگ، مدل‌های مبتنی بر درخت و آماری با اتوماتای سلولی برای شبیه‌سازی رشد شهری استفاده نمود. این مقاله شش مدل، تغییر کاربری اراضی(*luc*)[5] که شامل شبکه‌های عصبی مصنوعی (*ANNs*)[6]، رگرسیون بردار پشتیبان(*SVR*) ، جنگل تصادفی

---

[1]- *Land-Use Transportation*
[2]- *Agent-Based Models*
[3]- *Cellular Automata*
[4]- *Wolfram*
[5]- *land use change*
[6]- *artificial neural networks*

(*RF*)، طبقه‌بندی و درخت‌های رگرسیون (*CART*)، رگرسیون لجستیک(*LR*) ، و اسپیلاین رگرسیون چندمتغیره (*MARS*) را مقایسه می‌کند. این مدل‌ها برای شبیه‌سازی رشد شهری در منطقه کلانشهری تهران (*TMA*) مورد استفاده قرار گرفتند. این مدل‌های *luc* با اتوماتای سلولی (*CA*) ادغام شدند و با استفاده از انواع معیارهای نیکویی برازش اعتبار شدند. نتایج نشان داد که درصد معیارهای صحیح بین ۵۴٫۶ درصد برای *LR* و ۵۹٫۶ درصد برای *MARS* متغیر بود، در حالی که سطح زیر منحنی از ۶۷٫۶ درصد برای *LR* تا ۷۴٫۷ درصد برای *ANN* ها متغیر بود. نتایج همچنین تفاوت قابل‌توجهی را بین الگوهای فضایی در نقشه‌های خطا نشان می‌دهد. نیک بیان و کریمی (۲۰۱۷) در مقاله‌ای به مدل‌سازی رشد عمودی و افقی شهری با استفاده از بردار اتوماتای سلولی پرداختند. مدل عمودی به دو روش مختلف انجام شد. در روش اول، بسته‌های توسعه‌نیافته با توجه به حالت‌های ارتفاع ساختمان‌های موجود در محله‌ای که در آن واقع شده‌است، مقدار ایالت داده می‌شود. در روش دوم، استفاده از آیین نامه کنترل توسعه عمومی می‌تواند حالت‌های مختلف رشد ساختمان را شبیه‌سازی کند. این مدل در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴ در منطقه‌ای بسیار کوچک از شهر قم توسعه یافته است. نتایج بیانگر دقت ۶۰ درصدی رشد افقی و دقت ۸۵ درصدی رشد عمودی در روش اول و دقت ۷۵ درصدی در روش دوم رشد عمودی بوده است. نقیبی و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله-ای به مدل‌سازی رشد شهری با استفاده از اتوماتای سلولی با تصاویر سنجش از راه دور چندجانبه کالیبره شده توسط الگوریتم بهینه‌سازی کلونی زنبور مصنوعی پرداختند. اعتبارسنجی نتایج شبیه‌سازی از طریق روش‌های آماری مانند صحت کلی، میزان شایستگی و کل ویژگی-های عملکرد انجام شد. نتایج نشان داد دقت کلی و شکل شایستگی مدل *ABC-CA*، ۹۰/۱ و ۵۱/۷ درصد است که به ترتیب ۲/۹ و ۸/۸ درصد بالاتر از مدل *ACO-CA* هستند. علاوه بر این، اختلاف تخصیص نتایج شبیه‌سازی برای مدل *ABC-CA*، ۹/۹ درصد است که ۲/۹ درصد کمتر از مدل *ACO-CA*است. زامبون[8]و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله‌ای به بررسی رشد افقی در مقابل رشد عمودی در مناطق کلان شهری پرداختند. آنها به بررسی مشخصات ارتفاع و سن ساختمان‌ها بیش از ۱۲ سال فواصل زمانی (۱۹۱۰–۲۰۱۰) در یونان پرداختند. نتایج این مطالعه به تمایز به گسترش عمودی شدید همزمان با رشد جمعیت در مناطق بزرگ شهری از گسترش افقی متوسط در شهرهای متوسط، در امتداد مناطق ساحلی و در دشت‌های داخلی با شهرهای کوچک فشرده کمک می‌کند.

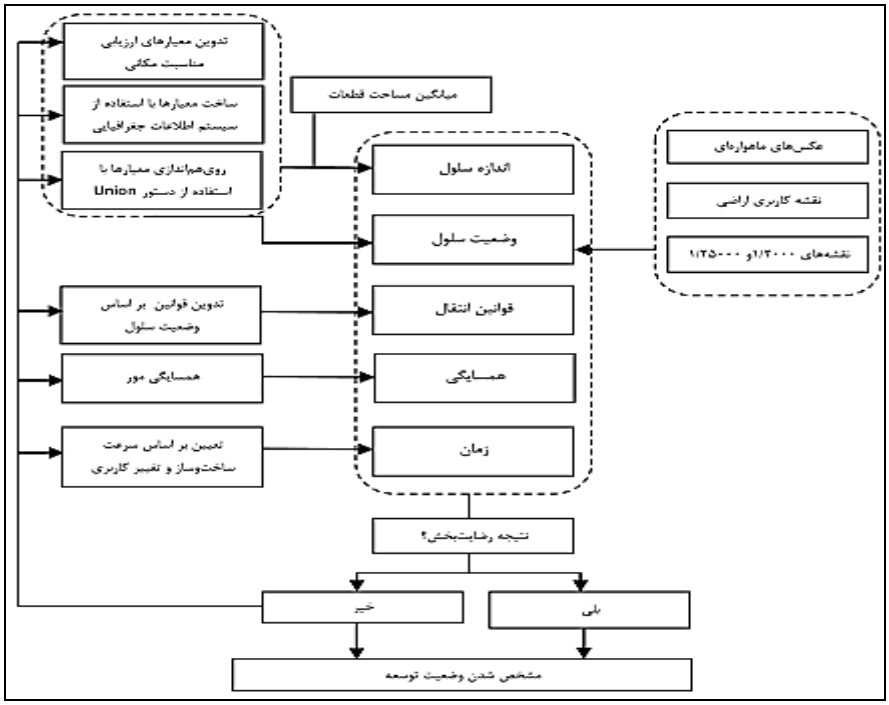
هی[9]و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله‌ای به شبیه‌سازی همزمان توسعه عمودی و افقی چشم‌انداز آتی شهری در شهر ووهان[10]در چین مرکزی پرداختند. در این مقاله، یک مدل کوپل شده بنام *bpann - CBRSortCA* را پیشنهاد شده است که مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی انتشار برگشتی (*bpann*) و تکنولوژی استدلال مبتنی بر مورد با یک ماشین سلولی (*CBRSortCA*) برای شبیه‌سازی ارتفاع ساختمان شهری آینده و توزیع فضایی آن‌ها می‌باشد. مدل پیشنهادی بر محدودیت‌های مدل‌های اتوماتای سلولی سنتی غلبه می‌کند. نتایج نشان داد: (۱) در ۱۰ سال آینده، ساختمان جدید عمدتاً در حاشیه نواحی *Hongshan* و *Hanyang* ظاهر خواهد شد و یا در شکل "پر شدن" و (۲) بلندترین ساختمان عمدتاً در جنوب دریاچه شرقی در منطقه *Hongshan* و زمین‌های توسعه‌نیافته در داخل شهر قرار خواهد گرفت. لین[12]و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی به مدل‌سازی رشد عمودی شهری با استفاده از اتوماتای سلولی پرداختند. با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از متغیرها، از جمله در دسترس بودن، تراکم جمعیت و تراکم ساختمانی و ارتفاع، یک قاعده قاعده *"if"* طراحی و به کار گرفته می‌شود تا حالت‌های مختلف ارتفاع ساختمان را شبیه‌سازی کند. نتایج نشان داد: (۱) ساختمان‌های بلند بالا تمایل دارند به بیرون گسترش یابند، در حالی که ساختمان‌های بلند بالا روند "توسعه فشرده" را نشان می‌دهند؛ و (۲) یک "منطقه گرم" رشد عمودی در *Guangzhou* نشان می‌دهد که این شهر در حال حاضر تحت یک "گذار فاز" از یک مرکز واحد به یک مرکز دو مرکز قرار دارد و در نتیجه شروع به ایجاد یک ویژگی مهم از منظر رشد هوشمند و شهری دارد.

مواد و روش تحقیق:

---

[1]- *support vector regression*
[2]- *random forest*
[3]- *classification and regression trees*
[4]- *logistic regression*
[5]- *multivariate adaptive regression splines*
[6]- *Tehran Metropolitan Area*
[7]- *cellular automata*
[8]- *Zambon*
[9]- *He*
[10]- *WUHAN*
[11]- *back propagation artificial neural network*
[12]- *Lin*

در مدل‌سازی توسعه افقی شهر با استفاده از مدل اتوماسیون سلولی برداری مراحلی باید انجام شود. در مرحله اول این تحقیق، به محاسبه میزان تناسب کلی قطعات توسعه‌نیافته با پارامترهای فاکتورهای تناسب فیزیکی، دسترسی به زیرساخت حمل و نقل، اثر همسایگی پرداخته شد. در مرحله بعدی تخصیص کاربری‌های داری تقاضا با استفاده از تعامل میان تقاضا و تناسب کلی هر قطعه ملکی و متناسب با بیشترین ارزش به دست آمده در بین نقشه‌های تناسب کاربری انجام شده است.



شکل ۱- مراحل انجام تحقیق

مرحله اول: تناسب کلی قطعات توسعه‌نیافته: با استفاده از فاکتورهای تناسب فیزیکی، دسترسی به زیرساخت حمل و نقل و اثر همسایگی، تناسب کلی قطعات توسعه‌نیافته محاسبه و نقشه جداگانه هر فاکتور تهیه شد. در نهایت طبق رابطه ۲ با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره تلفیق می شوند. (رابطه ۲)

$$TP_{ij} = W_A A_{ij} + W_S S_{ij} + W_N N_{ij}$$

که در این رابطه TP، A، S، N به ترتیب؛ تناسب کلی، دسترسی، اثر همسایگی و تناسب فیزیکی برای هر قطعه i با کاربری j می‌باشد. W_A، W_S و W_N به ترتیب بیانگر اهمیت نسبی مربوط به اثر دسترسی، اثر همسایگی و تناسب فیزیکی می باشد (*Mousavi, 2012: 29*). میزان دسترسی قطعات با کاربری با استفاده از رابطه ۳ بدست می‌آید: (رابطه ۳)

$$\alpha_{ij} = (1 + D/\delta_{ij})^{-1}$$

در این رابطه : α_{ij} میزان دسترسی قطعه ملکی j به راه i، D فاصله تحت شبکه هر قطعه تا نزدیکترین شبکه راه و δ_{ij} میزان اهمیت کاربری j به راه i است (*Lynn et al., 2014*). میزان تناسب فیزیکی هر قطعه با استفاده از میزان شیب متوسط آن قطعه محاسبه می شود (۲۰). محاسبه نقشه اثر همسایگی بایستی پیامدهای خارجی (اثر مثبت و منفی) تمامی قطعات موجود در شعاع همسایگی را بدست آورده (رابطه ۴) و با یکدیگر تلفیق نمود (*Abolhassani et al., 2015*): (رابطه ۴)

$$N_{al} = \sum_k N_{ab_{lkd}}$$

در این رابطه: N_{al}؛ میزان اثر همسایگی قطعه ملکی هدف و $N_{ab_{lkd}}$؛ بیانگر پیامد خارجی قطعه ملکی b با کاربری k بر قطعه هدف a با کاربری l در فاصله d است. به منظور محاسبه پیامد خارجی فاکتورهای مساحت، فاصله و اثر مثبت و منفی کاربری بررسی می‌شود (*Abolhassani et al., 2015*): (رابطه ۵)

$$N_{ab_{lkd}} = [F] \times I_{albk}$$

$$F = (\exp((A_b/A_a)/(A_{max}/A_{min})) + \exp(-d_{ba}/1000)$$

در این رابطه $N_{ab_{lkd}}$، در سه دسته متمرکزسازی، سازگاری و وابستگی بررسی می‌شود. I_{albk} میزان اثرات مثبت و منفی قطعه b با کاربری k بر قطعه هدف و یا تاثیر هر یک از سه فاکتور سازگاری، وابستگی و متمرکزسازی می‌باشد. F تاثیر دو فاکتور مساحت و فاصله

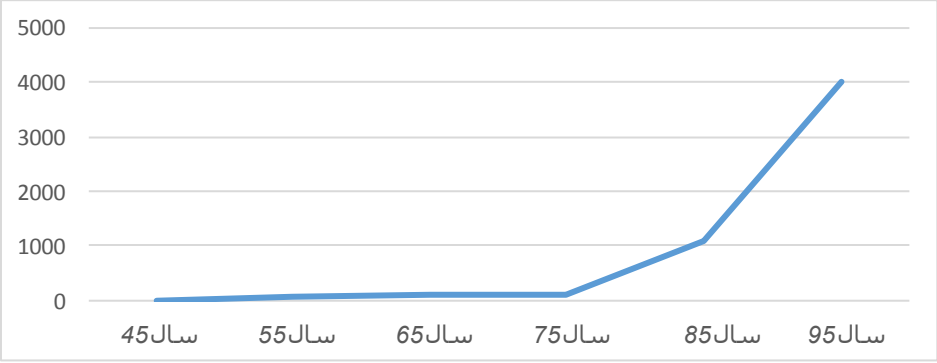
است که در آن *Ab* مساحت قطعه همسایه، *Aa* مساحت قطعه مرکزی یا قطعه هدف، *Amax* و *Amin* به ترتیب بیشترین و کمترین مساحت قطعه ملکی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. d بیانگر نزدیکترین فاصله بین دو قطعه ملکی همسایه و قطعه ملکی هدف می باشد.

مرحله دوم: تخصیص کاربری‌های داری تقاضا: جهت برآورد میزان تقاضا برای منطقه، میزان مساحت کاربری‌های بایر در سال مبنا تعیین می شود و سپس با توجه به تغییر این سطوح در سال افق، میزان تقاضای هر کاربری برای سال افق محاسبه می‌گردد. با استفاده از تعامل میان تقاضا و تناسب کلی هر قطعه ملکی و متناسب با بیشترین ارزش به دست آمده در بین نقشه‌های تناسب کاربری انجام شده است.

محدوده مورد مطالعه:

شهر یاسوج مرکز استان کهگیلویه و بویراحمد و مرکز شهرستان بویراحمد می‌باشد. این شهر از سمت شمال به استان اصفهان، از سمت شرق و جنوب به استان فارس و از سمت غرب و جنوب‌غربی به شهرستان‌های دهدشت و گچساران محدود می‌شود. شیب عمومی گستره شهر از طرف جنوب‌شرقی به شمال‌غربی است یاسوج در مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۵۱ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ با ارتفاع ۱۸۵۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. جمعیت شهر یاسوج طبق آخرین سرشماری ۱۰۸۵۰۵ نفر بوده و دارای مساحت ۱۸ کیلومتر مربع و تراکم نسبی ۶۰۲۸/۱ نفر در هکتار می‌باشد

آماده سازی داده ها: نتایج سرشماری نفوس و مسکن در سال ۹۰ نشان‌دهنده افزایش ۲ درصدی جمعیت شهرنشین استان کهگیلویه‌و بویراحمد می‌باشد. در نمودار ۱ ، روند تغییر مساحت اراضی توسعه یافته شهر یاسوج (هکتار) از سال ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۵ ارائه شده است.



نمودار ۱- وسعت مناطق توسعه یافته شهر یاسوج به تفکیک سال

برای مدل‌سازی توسعه افقی شهر یاسوج با استفاده از مدل اتوماتای سلولی مبتنی بر *GIS*، نقشه‌های راه‌های اصلی و فرعی شهر، محله‌ها، شهرک‌های صنعتی و مرکز شهر تهیه شد. وضعیت سلول حاصل عکس‌های ماهواره‌ای، نقشه کاربری اراضی، نقشه‌هایی با مقیاس ۱/۲۰۰۰ و ۱/۲۵۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور و روی هم‌گذاری معیارهای ارزیابی مناسبت مکانی می‌باشد. به علت اینکه پارامتر اصلی در رشد و توسعه شهرها، توسعه کاربری مسکونی است، ابعاد در نظر گرفته شده برای هر سلول ۲۰ متر می‌باشد که با ابعاد واقعی واحدهای مسکونی همخوانی بیشتری نسبت به واحدهای صنعتی دارد. زیرا که واحدهای صنعتی محدوده‌های وسیعی را اشغال می‌کنند. ابتدا لایه مناطق شهری و غیرشهری طی فرایند طبقه‌بندی در نرم افزار *PCI Geomatica* آماده گردید و به فرمت‌های مناسب برای ورود به مدل توسعه شهری تبدیل شد. شبکه راه‌ها از عکس ماهواره‌ای منطقه، نقشه شیب منطقه و فاصله از راه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار *ArcGIS* پیاده‌سازی شد.

جدول ۱- مساحت کل فضای ساختمانی در مناطق کلان‌شهر تهران

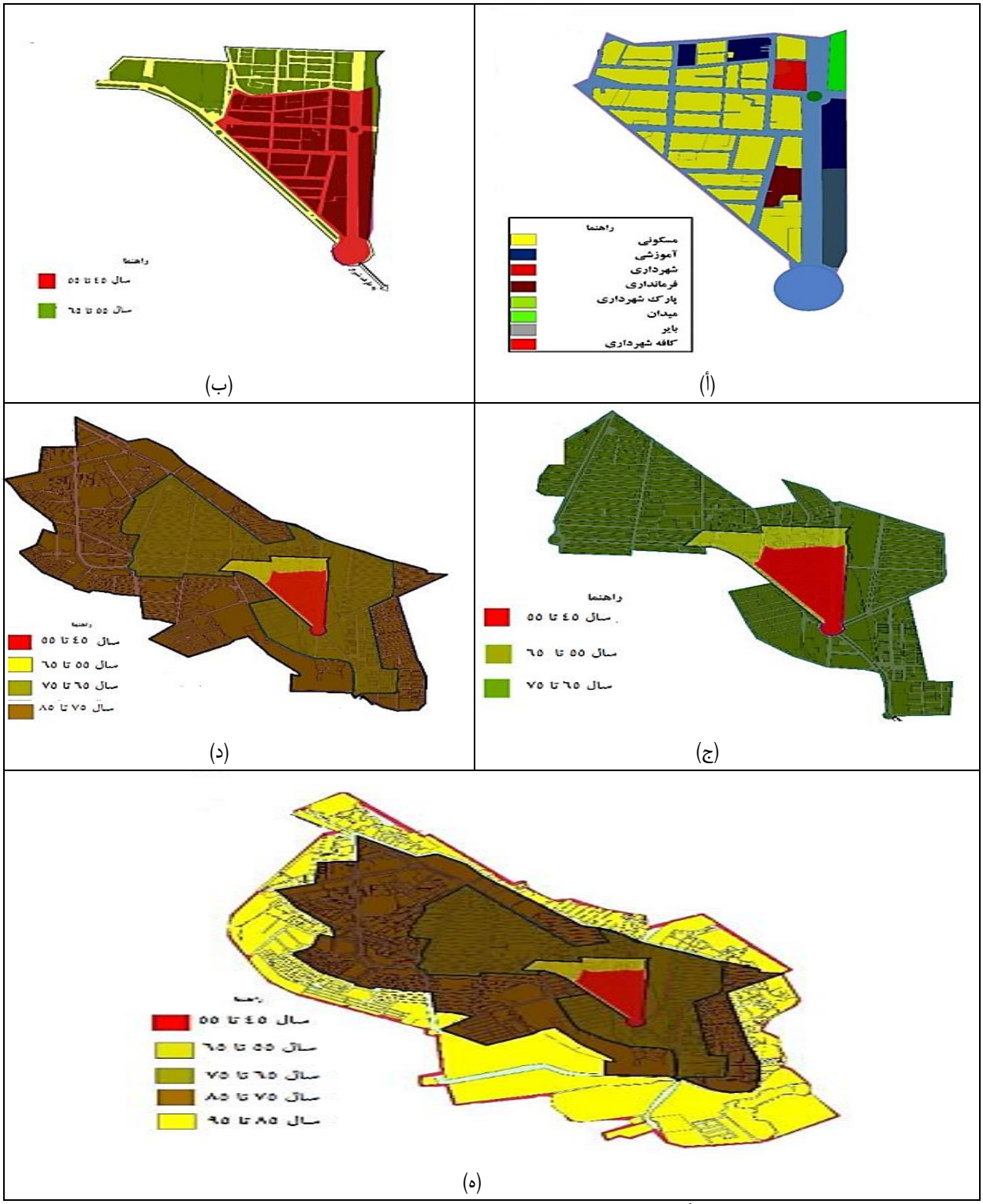
مناطق	محدوده خدمات‌رسانی (M^1)	کل فضای ساختمانی (M^2)
۱	۱۲۰۸۲۴۵۲	۲۱۸۸۲۳۷۶
۲	۹۸۲۲۵۶۳	۲۵۳۶۸۳۴۰
۳	۷۵۸۴۸۶۵	۱۷۹۴۱۲۴۵

(منبع: رضوی، ۱۳۹۷: ۲۳)- یا منبع: مطالعات میدانی نویسندگان، ۱۳۹۷.

بحث و ارائه یافته‌ها:

به منظور مدل‌سازی توسعه افقی شهر، ابتدا وضعیت سلول تعیین شد. وضعیت سلول نشان‌دهنده ویژگی هر سلول در زمان $t=1$ است. وضعیت سلول در زمان $T=1$ با توجه به همسایگی و قوانین انتقال تغییر می کند. هر سلول ۳ حالت مختلف توسعه موجود، راه های ارتباطی و مناسبت برای توسعه را شامل می شود:

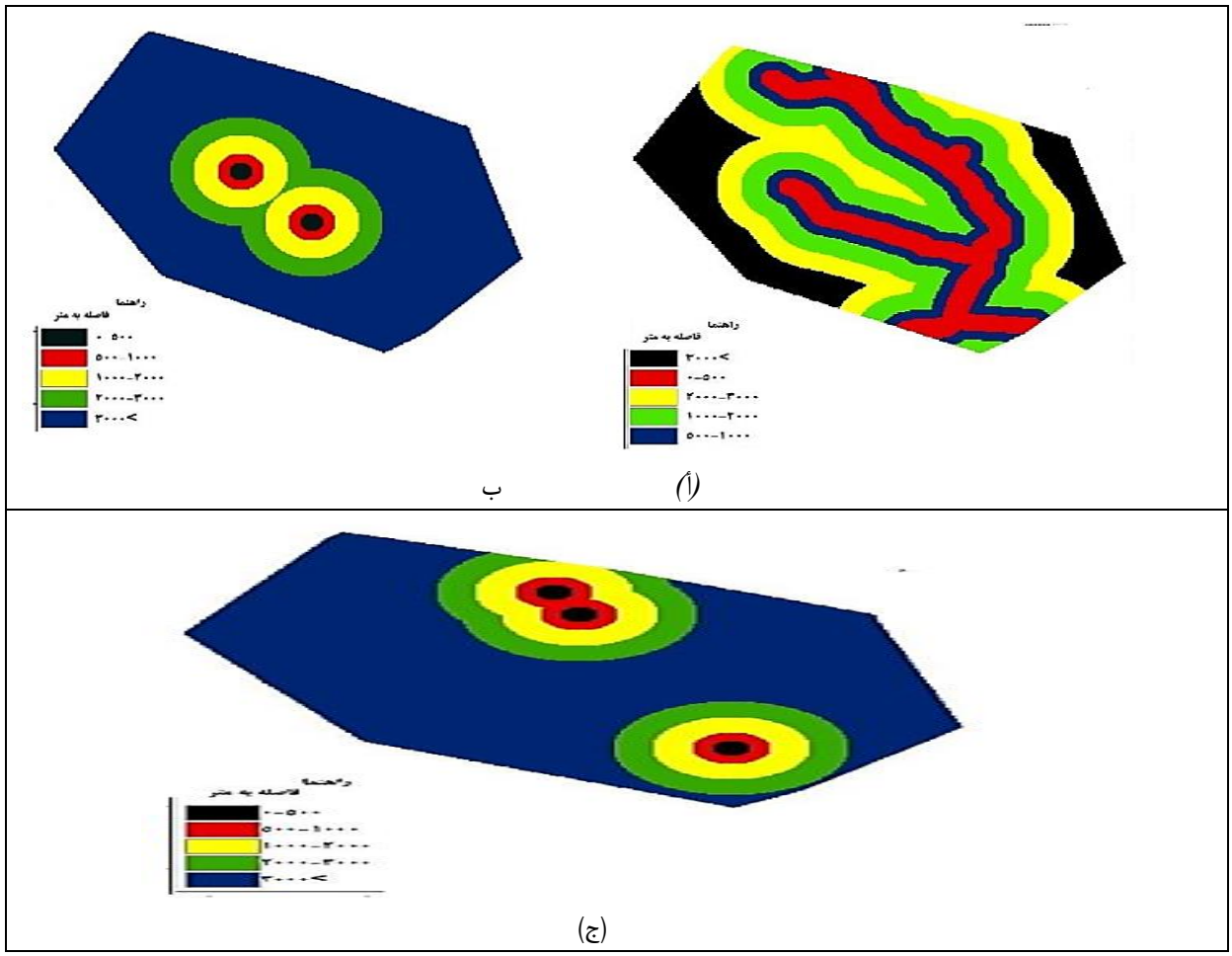
حالت اول: توسعه موجود: برای محاسبه نقشه تناسب فیزیکی از نقشه‌های DTM، نقشه شیب منطقه و میزان شیب برای هر قطعه محاسبه و استاندارد شد.



شکل ۳- محدوده توسعه شهر؛ أ) در سال های ۴۵ تا ۵۵؛ ب) سال ۵۵ تا ۶۵؛ ج) سال ۶۵ تا ۷۵ ؛ د) سال ۷۵ تا ۸۵؛ ه) سال ۸۵ تا ۹۵

همانطور که مشاهده می شود، روند صعودی تغییرات مساحت اراضی توسعه‌یافته شهر یاسوج نشان دهنده این است که این شهر همواره در حال افزایش جمعیت بوده است.

حالت دوم: راه‌های ارتباطی: به منظور محاسبه میزان دسترسی هر قطعه تا راه اصلی، از فاصله تحت شبکه هر قطعه ملکی تا راه اصلی و درجه اهمیت هر کاربری استفاده شد (شکل ۳).



شکل ٤- أ) نقشه فاصله از راه‌های اصلی شهر یاسوج؛ ب) فاصله از کارخانه‌های صنعتی؛ ج) فاصله از دهستانها

حالت سوم: میزان مناسبت برای توسعه:

معیارهای رشد شهری و توان توسعه این سلول‌ها حاصل ترکیب معیارهای زیست‌محیطی (شیب، قابلیت اراضی) و کالبدی (فاصله از شبکه ارتباطی و کاربری اراضی) است. ترکیب این معیارها با استفاده از مدل رستری حالت مناسب برای توسعه، تا حدودی مناسب و نامناسب برای توسعه برای سلول‌ها ایجاد می کند. از این رو ۶ ویژگی برای سلول‌ها بیان شده که شامل: توسعه شهری، توسعه روستایی، شبکه ارتباطی، مناسب برای توسعه، تا حدودی مناسب، نامناسب برای توسعه.

به منظور محاسبه اثر همسایگی، همه قطعات همسایه قطعه مورد نظر تا شعاع ۷۰۰ متری (شعاع بهینه) انتخاب شده و متناسب با نوع کاربری و سطح سرویس‌دهی (محله ای، ناحیه ای و منطقه ای)، اثرات متقابل کاربری هدف و کاربری همسایه در سه دسته سازگاری و وابستگی و متمرکزسازی استخراج شده و براساس میزان فاصله و مساحت کاربری همسایه تا قطعه ملکی هدف، امتیاز نهایی سازگاری، وابستگی و متمرکزسازی محاسبه شد. سرانجام بعد از استانداردسازی و اعمال وزن حاصل از دانش کارشناسی با یکدیگر تلفیق شد. با استفاده از جدولی که سطرهای آن را مناسبت مکانی توسعه و ستون‌های آن را وضعیت سلول تشکیل می‌دهد، قوانین وضع شده‌اند. قوانین-گذار به صورت این گذاره تعریف شده‌اند که «اگر موارد مندرج در جدول (۳) قوانین رخ دهد، آنگاه سلول در زمان بعدی توسعه‌یافته خواهد شد؛ در غیر این صورت به حالت خود باقی خواهد ماند. همچنین سلول‌های توسعه‌یافته شهری، روستایی و شبکه راه‌های ارتباطی در تمامی سال‌ها تغییر نخواهند کرد و به همان وضعیت قبل هستند». در جدول ۳ نمونه ای از این قوانین ارائه شده است.

جدول ۳- نمونه قوانین تدوین شده مدل اتوماتای سلولی

وضعیت همسایگی / وضعیت سلول	توسعه موجود (روستایی)	توسعه موجود (شهری)	شبکه راه های ارتباطی	مناسب	تاحدودی مناسب	نامناسب
نامناسب	۱	۱	۱	۴	۳	۰
نامناسب	۱	۰	۱	۴	۳	۰
نامناسب	۲	۱	۰	۴	۲	۱
تاحدودی مناسب	۰	۱	۲	۴	۲	۱
تاحدودی مناسب	۰	۲	۳	۲	۱	۱
تاحدودی مناسب	۳	۰	۰	۲	۱	۰

منبع: یافته های تحیق، ۱۳۹۸.

طبق جدول فوق، ۳ وضعیت برای سلول (مناسب برای توسعه، تاحدودی مناسب برای توسعه و نامناسب برای توسعه) و شش وضعیت برای همسایگی در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال ردیف اول، حالتی را نشان می دهد که وضعیت سلول نامناسب برای توسعه است اما توسط یک شبکه ارتباطی، ۴ شبکه مناسب و ۳ شبکه تاحدودی مناسب برای توسعه احاطه شده است. بنابراین وضعیت سلول در دوره بعد از توسعه‌نیافته به توسعه‌یافته تغییر می کند.

تخصیص کاربری‌های داری تقاضا و توسعه افقی شهر: به منظور تخمین میزان تقاضا در شهر یاسوج، از داده های سال ۱۳۹۰ به عنوان داده های مبنا و داده های سال ۱۴۱۰ به عنوان داده های سال افق استفاده شد(جدول ۴).

جدول ٤- برآورد میزان تقاضا در گذر زمان تا افق ١٤١٠

نوع کاربری	میزان تقاضا (مترمربع)
مسکونی	۲۰۸۷۵
تجاری	۶۳۲۱
صنعتی	۳۱۲۸

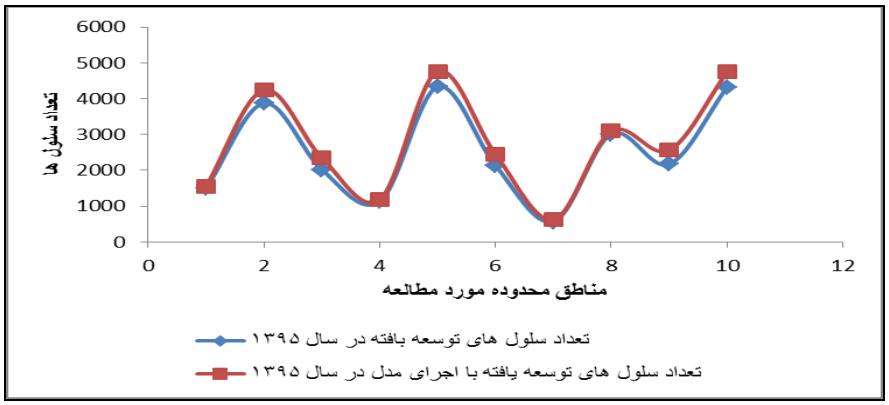
منبع: یافته های تحیق، ۱۳۹۸.

همانطور که در جدول ارائه شده است حداکثر نوع تقاضا تا سال ۱۴۱۰ در شهر یاسوج، کاربری مسکونی (۲۰۸۷۵ مترمربع) و در درجه بعدی به ترتیب کاربری تجاری (۶۳۲۱ مترمربع) و کاربری صنعتی (۳۱۲۸ مترمربع) خواهد بود. یکی از مراحل مهم در تدوین مدل شبیه-سازی شده، ارزیابی میزان دقت مدل است. به منظور ارزیابی دقت مدلسازی از نقشه واقعی و شبیه‌سازی شده استفاده شده است. با استفاده از داده‌های کاربری اراضی، وضعیت شبکه راه‌ها و رشدیافتگی محدوده مورد مطالعه سال ۱۳۹۵ شهر یاسوج ترسیم شد، سپس مدل اتوماتای سلولی در ۵ دوره زمانی دو ساله، وضعیت رشدیافتگی در سال ۱۳۹۵ مدل‌سازی شده و مقایسه شد. برای مقایسه محدوده شهر یاسوج را به ۱۰ قسمت تقسیم نموده و تعداد سلول های سال ۱۳۹۵ را در دو حالت واقعی و مدل‌سازی شده در کنار هم ارزیابی گردید. (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه تعداد سلول های توسعه یافته وضع موجود در سال ۱۳۹۵ و پس از اجری مدل در هر ناحیه

ناحیه	تعداد سلول‌های توسعه‌یافته در سال ۱۳۹۵	تعداد سلول‌های توسعه‌یافته با اجرای مدل در سال ۱۳۹۵	میزان دقت (٪)
۱	۱۵۰۳	۱۵۵۹	۱/۹۶
۲	۳۸۷۵	۴۲۴۵	۱/۹۱
۳	۲۰۲۱	۲۳۴۸	۰/۸۶
۴	۱۱۲۹	۱۱۸۷	۱/۹۵
۵	۴۳۳۶	۴۷۶۲	۴/۹۱
۶	۲۱۳۴	۲۴۴۵	۲/۸۷
۷	۵۶۷	۶۲۳	۱/۹۱
۸	۳۰۱۷	۳۰۹۷	۶/۹۷
۹	۲۱۷۶	۲۵۶۲	۶/۸۴
۱۰	۴۳۲۰	۴۷۴۳	۵/۹۱

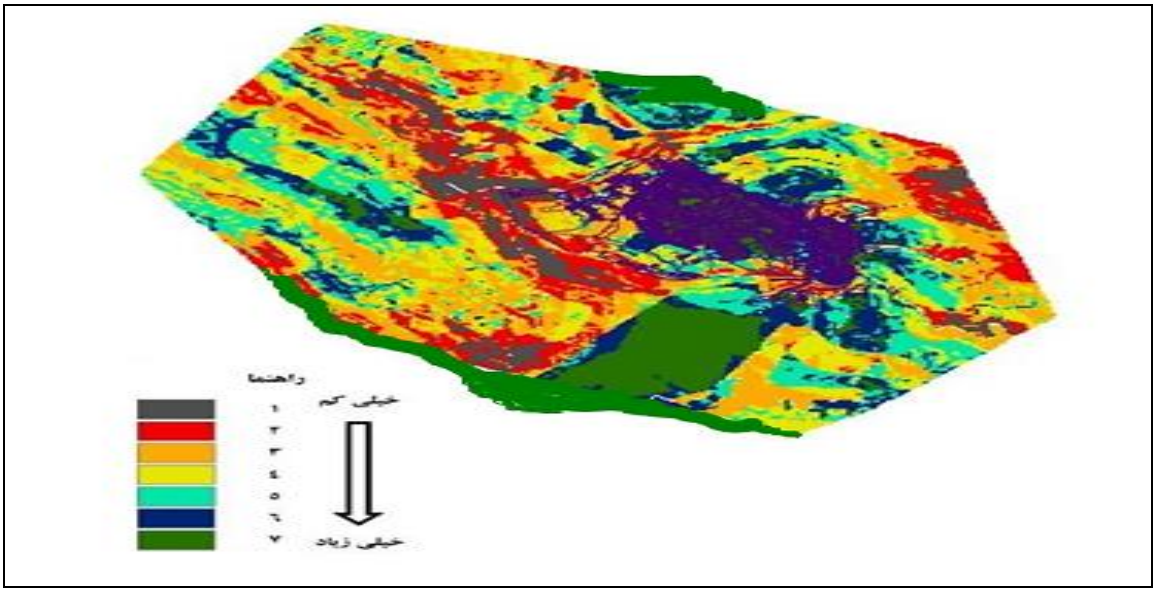
منبع: یافته های تحیق، ۱۳۹۸.



شکل ٥- مقایسه تعداد سلول‌های سال ۱۳۹۵ را در دو حالت واقعی و مدل‌سازی شده

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۵، در مرحله شبیه‌سازی میانگین دقت کلی مدلسازی اتومای سلولی ۰/۶۱ به عنوان دقت بهینه انتخاب می‌شود.

پیش‌بینی رشد آتی شهر یاسوج: در این بخش مدل اتوماتای سلولی با ویژگی‌های مشخص شده در محدوده مورد مطالعه در ۱۰ دوره زمانی دو ساله بر روی داده های سال ۱۳۹۰ و مسیر رشد آتی شهر یاسوج تا سال ۱۴۱۰ شبیه سازی شد.



شکل ٦- پیش‌بینی توسعه افقی شهر یاسوج در سال ١٤١٠

با توجه به شکل ۴ مشاهده می شود وسعت شهر از مناطق بیرونی شعاع آن زیاد می‌شود و بخصوص از ناحیه جنوب غربی، زیرا که در شمال و شرق شهر موانع طبیعی مانع از گسترش آن شده است. توسعه درونی شهر به میزان اندکی در بخش های شمال شرقی رخ داده است. اما بخش مهم رشد آتی شهر یاسوج که در شکل ۴ به رنگ سبز نشان داده شده است به صورت توسعه خارج از محدوده و در جنوب غربی اتفاق افتاده است.

نتیجه‌گیری:

روند شگرف شهری در کنار توسعه فیزیکی شهرها باعث از بین رفتن اراضی کشاورزی و تحمیل عوارض غیرقابل بازگشت محیط در شهرها می‌شود. لذا شهرنشینی سریع و رشد شهری موضوعات مهمی است که باید مورد توجه قرار گیرد. از طرف دیگر الگوی سررسید نامناسب در شهرها آنها را در معرض خطر بی ثباتی بیشتری قرار می‌دهد و منجر به مشکلات اقتصادی- اجتماعی نسبت به مناطق روستایی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌گردد. مدلسازی و پیش‌بینی توسعه شهری می‌تواند کمک فراوانی به برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان در راستای درک چشم‌انداز پیش‌روی شهر برای رسیدن به توسعه پایدار شهری داشته باشد. شهر یاسوج طی سال‌های ۷۵-۱۳۶۵ در سه محور گسترش یافت که به دنبال این گسترش، تعداد زیادی از روستاهای مجاور با شهر ادغام شدند. یاسوج به علت سابقه کم

شهرنشینی و واقع شدن به عنوان مرکز سیاسی، اداری و خدماتی و شرایط مساعد آب و هوایی، شهری مهاجرپذیر بوده و سالانه با افزایش جمعیت زیادی مواجه است. لذا در این مطالعه به بررسی توسعه افقی شهر یاسوج با استفاده از مدل اتوماتای سلولی پرداخته شد. نتایج مدلسازی توسعه شهر یاسوج با استفاده از اتوماتای سلولی نشان داد شهر از مناطق بیرونی شعاع آن زیاد می‌شود و بخصوص از ناحیه جنوب غربی، زیرا که در شمال و شرق شهر موانع طبیعی مانع از گسترش آن می‌شود. با توجه به اینکه عوامل موثر در شکل گیری و تغییرات شهرها در طول زمان تغییر می‌کند و حتی از شهری به شهر دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت هستند، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی بخش‌های مختلف شهر برای یافتن پارامترهای بهینه اتوماسیون سلولی در نظر گرفته شود. همچنین در این مقاله از اتوماتای سلولی جهت مدل‌سازی توسعه افقی شهر یاسوج استفاده شده است. لذا در مرحله بعدی می‌توان مدل مذکور را جهت مدل‌سازی رشد عمودی شهر یاسوج استفاده نمود. نتایج نشان داد مدلسازی پیشنهادی، توسعه شهر یاسوج از مناطق بیرونی شعاع آن زیاد می‌شود و بخصوص از ناحیه جنوب غربی، زیرا که در شمال و شرق شهر موانع طبیعی مانع از گسترش آن می‌شود. ارزیابی مدلسازی اتوماتای سلولی بیانگر دقت ۶۱ درصدی رشد افقی می باشد. به طور کلی نتایج این مطالعه می‌تواند مرجعی برای برنامه‌ریزی شهری آینده باشد.

Reference:

1. *Abolhasani, S,. Taleai2 , M. Karimi, M.,(2015). Modeling Urban Growth Using Vector-Based Cellular Automata at Parcel Level, Vol.19, No.3,.*
2. *Ahmadi R., (2009). "Cellular Automation Model, a New Method in Urban Simulation", Research and urban planning Volume 4, N 1.*
3. *Azizi, Abdul Karim., (2014). Kohgiluyeh-Boyer Ahmad Province Statistical Report, Provincial Urban Reporting Series, Volume I, Coordination Office of Kohgiluyeh-Boyer Ahmad Governorate Office, Kohgiluyeh-Boyer Ahmad Provincial Office of Municipal Affairs.*
4. *Batty, M., (2007). Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals; The MIT Press: Cambridge, MA, USA.*
5. *Bruechner, J. K., & Largey, A. G. (2008). Social interaction and urban sprawl. Journal of Urban Economics, 64(1), 18e34.*
6. *He, Q., Liu, Y., Zeng, C., Chaohui, Y., & Tan, R., (2017). Simultaneously simulate vertical and horizontal expansions of a future urban landscape: A case study in Wuhan, Central China. International Journal of Geographical Information Science, 31(10), 1907-1928.*
7. *Iran Census Bureau., (2016). Population and Housing Census 2016, Iran: Vice President of Planning and Control of Presidential Strategies.*
8. *Kourtit, K., Nijkamp, P., & Reid, N. (2014). The new urban world: challenges and policy. Applied Geography, 1e3.*
9. *Lefteris A. Mantelas, Thomas. H, and Poulicos, (2010). "A Fuzzy Cellular Automata Modeling Approach – Accessing Urban Growth Dynamics in Linguistic Terms"ICCSA 2010, Part I, LNCS 6016, pp. 140–151.*
10. *Lin, J., Huang, B., Chen, M., & Huang, Z. (2014). Modeling urban vertical growth using cellular automata—Guangzhou as a case study. Applied Geography, 53, 172-186.*
11. *Mokhtari, Maryam, Balali, Ismail, Mirfirdi, Isfar, Hosseini Akhgar, Masoumeh., (2011). An Investigation of Social and Cultural Factors Affecting the Feeling of Social Security in Yasouj, Strategic Studies of Social Security and Order, Vol. Second, 40-21.*
12. *Mousavi, R (2012). "Evaluation and Simulation of Urban Growth miane Cities Using the Markov-CA Model (Case Study: Maragheh City", "Architecture and Sustainable Development Conference and Urban Development.*
13. *Naghibi, F., Delavar, M., & Pijanowski, B. (2016). Urban growth modeling using cellular automata with multi-temporal remote sensing images calibrated by the artificial bee colony optimization algorithm. Sensors, 16(12), 2122.*
14. *Nikbayan, M., & Karimi, M. (2017). Modeling Urban Vertical and Horizontal Growth using Vector Cellular Automata. Journal of Geomatics Science and Technology, 7(1), 125-136.*
15. *Santé, I., A. M. García, D. Miranda and R. Crecente (2010). "Cellular automata models for the simulation of real-world urban processes: A review and analysis." Landscape and Urban Planning 96(2): 108-122*

16. *Shafizadeh-Moghadam, H., Asghari, A., Tayyebi, A., & Taleai, M. (2017). Coupling machine learning, tree-based and statistical models with cellular automata to simulate urban growth. Computers, Environment and Urban Systems, 64, 297-308.*
17. *Sun, T. and J. Wang (2007). "A traffic cellular automata model based on road network grids and its spatial and temporal resolution's influences on simulation." Simulation Modelling Practice and Theory 15(7): 864-878.*
18. *White, R.; Engelen, G. (1993).Cellular automata and fractal urban form: A cellular modeling approach to the evolution of urban land-use patterns. Environ. Plan. 25, 1175–1199.*
19. *Wolfram, S., (1983). "Statistical mechanics of cellular automata. " Reviews of Modern Physics, no. 55 : 44-601.*
20. *World Urbanization Prospects: The (2014) Revision. Report ST/ESA/SER.A/366. New York.*
21. *Zadeh Bagheri, P., (2013). Applying Urban Smart Growth Approach in Spatial-Physical Expansion of Yasuj City, German Urban Planning Conference*
22. *Zambon, I., Colantoni, A., & Salvati, L. (2019). Horizontal vs vertical growth: Understanding latent patterns of urban expansion in large metropolitan regions. Science of The Total Environment, 654, 778-785.*

Journal of Research and Urban Planning

ISSN (Print): 2228-5229 Vol. 11/ No. 40/ Spring 2020
ISSN (Online): 2476-3845

Research Paper

Designing the Optimal Model of Horizontal Development of the City (Case Study: Yasuj City)

Zarrir Salehpour[1]: *Assistant Professor, Department of Civil and Architecture, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran*

Received: 2019/7/1 *pp: 178- 188* *Accepted: 2019/12/11*

Abstract

Expanding cities is unavoidable, and this growth becomes problematic when the expansion process is spontaneous. As a result, urban development monitoring, analysis and forecasting planning has been considered. The purpose of this study is to develop the city of Yasuj using a GIS-based cellular automata model to evaluate urban horizontal development by 1410. At first, physical fitness parameters, communication paths and neighborhood effect were calculated. Then, according to the demand of different land uses, the developed and undeveloped areas were identified. In the next step, the allocation of demand-side land uses has been made using the interaction between demand and the overall proportion of each real estate and proportional to the maximum value obtained among the land-use maps. The results showed that the proposed modeling increases the development of Yasuj city from its outer radius and especially from the southwest area, because the natural obstacles in the north and east of the city prevent its expansion. Cellular automata modeling evaluation indicates 61% accuracy for horizontal growth. In general, the results of this study can be a reference for future urban planning.

Key words: *Modeling, Urban Horizontal Development, Cellular Automata, Yasuj.*

Extended Abstract

Introduction:

Human civilization is currently entering the urban century (Korit et al., 2014). Urban areas are experiencing rapid growth, mainly as a result of population growth, rising incomes, and declining travel costs (Brochner and Larji, 2008), especially in developing countries, as cities grow rapidly and the number Metropolises have increased significantly. According to the United Nations in 2014, 54% of the world's population is urban. That number was about 30 percent in 1950. In 2050, it is projected to reach 66 percent, making population control and urban area a major challenge (World Urbanization Prospects, 2014). Also, according to the census of the Statistics Center of Iran in 2016, 74% of the population is urban, while the growth in 1390 was equal to 71.4% and the urban population in 2016 compared to 1390 has grown by 2.6% (center) Statistics of Iran, 2016). The city of Yasuj is an immigrant city due to its low urbanization history and being located as a political, administrative and service center and favorable weather conditions, and it is facing a large increase in population every year. So, this city is moving towards development and growth, willingly or unwillingly. In recent years, the development of the city of Yasuj is one of the most important proposals on the agenda of the authorities.

In this article, we seek to answer the question of how modeling urban space patterns can provide a good view of the development of cities under different social, economic and environmental conditions. Therefore, the purpose of this article is the horizontal development of Yasuj city with GIS-

[1] . *Corresponding Author's , Email: z1salehpour@gmail.com, Tel: +989171411220*

based cellular automatic model. By the way, it is adjacent to developed urban areas. Some areas such as green spaces, gardens, military areas and zoos are not expandable.

Methodology:

Steps must be taken in modeling the horizontal development of the city using the cell automation model. In the first phase of the study, the overall fit of the undeveloped parts with the parameters of the physical fitness factors, access to the transport infrastructure, and the neighborhood effect were calculated. In the next step, the allocation of demand-driven applications is done using the interaction between demand and the overall fit of each property and in proportion to the maximum value obtained among the fitness maps. Using physical fitness factors, access to transportation infrastructure and neighborhood effects, overall fit of underdeveloped parts was calculated and a separate map of each factor was prepared. Finally, according to statistical relationships, they are combined using multi-criteria evaluation method.

Results and Discussion:

Criteria for urban growth and development of these cells are the result of a combination of environmental and environmental criteria (slope, land capability) and physical (distance from the communication network and land use). Combining these criteria using the raster model creates 3 modes suitable for development, somewhat suitable and unsuitable for development for cells. Therefore, 6 features are expressed for cells, including: urban development, rural development, communication network, suitable for development, somewhat suitable, unsuitable for development. In order to calculate the neighborhood effect, all neighboring parts of the desired piece up to a radius of 700 meters (Optimal radius) Selected and tailored to the type of use and level of service (neighborhood, district and region), the interactions of the target user and the neighboring user are extracted in three categories of adaptation, dependence and centralization and based on the distance and area of use. Neighbor to the target property piece, the final score of compatibility, dependency and centralization was calculated. Finally, after standardization and application of the weight of expertise, they were combined. In this section, the cellular automatic model with the characteristics specified in the study area was simulated in 10 two-year time periods on the data of 1390 and the future growth path of Yasuj city until 1410. The area of the city extends from the outer areas of its radius, especially from the southwestern part, because in the north and east of the city, natural barriers have prevented its expansion. The inner development of the city has occurred to a small extent in the northeastern parts. But an important part of the future growth of Yasuj city has taken place in the form of development outside the area and in the southwest.

Conclusion:

The city of Yasuj expanded in three axes during 1986-1995, and as a result, a large number of neighboring villages merged with the city. Yasuj is an immigrant city due to its low urbanization history and being located as a political, administrative and service center and favorable weather conditions, and it is facing a large increase in population every year. Therefore, in this study, the horizontal development of Yasuj city was investigated using cellular automatic model. The results of modeling the development of Yasuj city using cellular automata showed that the city increases its radius from the outer areas and especially from the southwestern area, because in the north and east of the city, natural obstacles prevent its expansion. It can help urban planners and decision makers understand the implications of their decisions about urban growth and development. Urban planners also use dynamic systems to control urban growth, given that the factors influencing the formation and change of cities change over time and even vary from city to city and from region to region. , It is suggested that in future studies, different parts of the city be considered to find the optimal parameters of cellular automation. Also, in this article, cellular automata have been used to model the horizontal development of Yasuj city. Therefore, in the next step, the mentioned model can be used to model the vertical growth of Yasuj city.