اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

مدلسازی و ارزیابی محلی تغییرات کاربری شهری با استفاده از اتوماسیون سلولی برداری

مریم نیک بیان[1*]، محمد کریمی [2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲- استادیار دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی (قطب علمی فناوری اطلاعات مکانی)،

چکیده :

شناخت مسائل تاثیرگذار بر برنامه ریزی کاربری اراضی شهری و درک مکانیسم فرایند تغییرات کاربری، می‌تواند برنامه‌ریزان و مدیران اجرایی را در اجرای تصمیمات یاری نماید. معمولا به منظور کنترل و مدیریت شهر، به مدل‌ها و سیستم‌های پیش‌بینی شهری روی آورده‌اند که از میان این مدل‌ها، مدل اتوماسیون سلولی، بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل غالبا به صورت رستری به‌کارگرفته شده است که شامل محدودیت‌هایی ازجمله وابستگی به اندازه پیکسل و ترکیب همسایگی می‌باشد. اخیراً به منظور جبران این محدودیت‌ها، از مدل اتوماسیون سلولی برداری استفاده می‌شود. در غالب تحقیقات صورت گرفته در زمینه مدل اتوماسیون سلولی برداری، رشد و توسعه شهر به صورت دو کاربری توسعه یافته و توسعه نیافته مورد بررسی قرار گرفته است، اما در این تحقیق تغییرات انواع کاربری‌های داخل شهر مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق ابتدا به منظور تعیین تناسب قطعات شهری فاکتورهای تناسب فیزیکی، دسترسی، اثر همسایگی و قیمت زمین محاسبه و تلفیق می‌شوند. سپس با توجه به تقاضای سه نوع کاربری تجاری، مسکونی و صنعتی اقدام به تخصیص آنها شده است. در این راستا، چندین بلوک آماری سال ۱۳۸۵ و۱۳۹۴ شهر قم مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت و مدل مذکور، یکبار با درنظر گرفتن قیمت زمین و یک بار بدون در نظر گرفتن آن اجرا گردید. نتایج نشان می‌دهد که مدل اول می‌تواند با دقت نسبتا بالاتری (دقت کلی ۶۰ درصد) مدلسازی تغییرات شهر قم را نشان دهد. نتایج این تحقیق می‌تواند تصمیم‌گیران و مدیران محلی و میانی شهر را در مورد مدیریت بخش‌های مختلف شهر یاری نماید.

واژه‌های کلیدی : برنامه ریزی، پیش بینی، انواع کاربری شهری، داخل شهر، قم

نویسنده مکاتبه کننده : مریم نیک بین
آدرس پستی : تهران - خیابان ولیعصر - تقاطع میرداماد - روبروی ساختمان اسکان، دانشکده ژئودزی و ژئوماتیک دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
تلفن : ۸۸۷۷۹۴۷۳-۴ :
آدرس پست الکترونیک : maryamnikbayan@yahoo.com

۱- مقدمه

در طی چند دهه اخیر، با افزایش جمعیت و به دنبال آن ازدیاد شهر نشینی، مسئله رشد و توسعه شهرها مطرح گردید. این رشد سریع و به تبع آن، افزایش جمعیت، تحولاتی را در ساختار فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی شهرها به وجود آورده است [۱]. که به منظور پرهیز از این خطرات مخرب زیست‌محیطی و پیامدهای اجتماعی – اقتصادی و لزوم هدایت شهرها در مسیر ساختاری بهینه، مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب امری مهم و ضروری به حساب می‌آید [۲]. همین امر، مدیران و برنامه‌ریزان را بیش از پیش به سمت توسعه سیستم‌های پیش‌بینی رشد شهری سوق داده است [۳]. بنابراین استفاده از روش‌ها و ابزارهای پیش‌بینی و مدل‌سازی می‌تواند به پیش‌بینی این مسائل کمک نموده و تصمیم‌گیران و مدیران را در اجرای هر چه‌بهتر زیرساخت‌ها و تصمیم‌گیری هر چه کاراتر در مورد مدیریت بخش‌های مختلف شهر، یاری نماید.

در میان همه مدل‌های دینامیک، اتوماسیون سلولی به جهت وجود دلایلی از جمله انعطاف‌پذیری، سادگی کاربرد آن و نزدیکی آن به داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات مکانی ، متداول‌ترین مدل به منظور پیش‌بینی رشد شهری به حساب می‌آید [۲، ۳ و ۴]. به طور کلی این مدل متشکل از پنج جز اصلی تحت عناوین فضا، وضعیت سلولی، همسایگی، قوانین انتقال و زمان می‌باشد [۵]. در این مدل با توجه به وضعیت ممکن سلول در حال حاضر و بر اساس همسایگی و قوانینی که بر روی سلول مورد نظر و همسایگی‌اش اعمال می‌شوند، روند وضعیت سلول در آینده برآورد خواهد شد [۶].

اگر چه مدل اتوماسیون سلولی رستری در سال‌های اخیر با استقبال زیادی روبه رو شده است اما این مدل دارای محدودیتهایی شامل وابستگی به اندازه سلول و ترکیب همسایگی است. به منظور افزایش کارایی مدل اتوماسیون سلولی به صورت رستری، این مدل را با انواع روشهای رگرسیون [۷، ۸]، ژنتیک [۱] ، فازی[۹، ۱۰] و مارکوف [۲] و ماشین بردار پشتیبان [۱۱] تلفیق نموده‌اند. همچنین مدل اتوماسیون سلولی برداری که مستقل از اندازه سلول و ترکیب همسایگی عمل می‌نماید، به عنوان مدل برطرف کننده مشکلات و نواقص مدل کلاسیک مطرح شده است[۵].

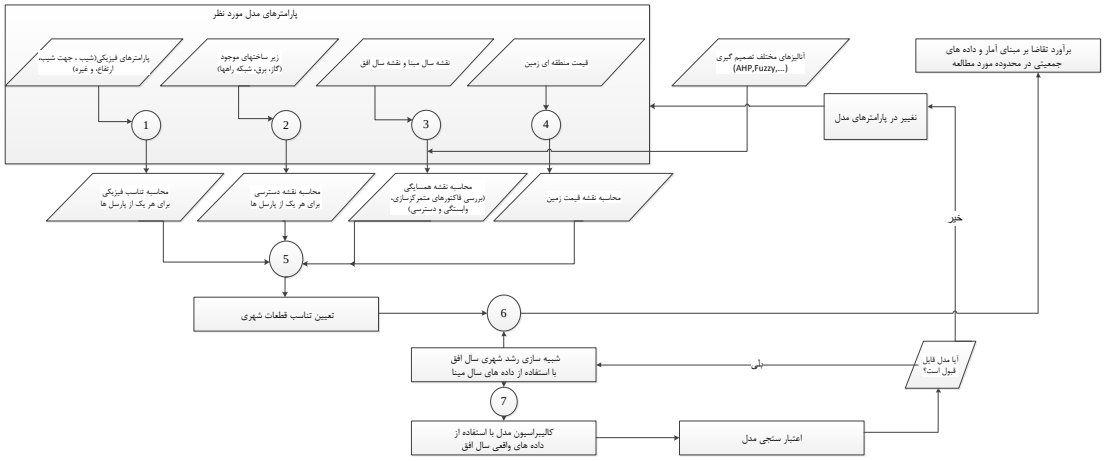
از جمله تحقیقاتی که در زمینه‌ی مدل اتوماسیون سلولی برداری صورت گرفته است، می‌توان به تحقیق[۵] در یکی از شهرهای شمالی کشور کانادا اشاره نمود. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که مدل اتوماسیون سلولی برداری از پیوستگی بالاتری نسبت به مدل رستری برخوردار است. در تحقیقی دیگر با استفاده از مدل اتوماسیون سلولی برداری، توسعه شهری اصفهان در طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۱ در دو کلاس شهری و غیر شهری مدلسازی شده است. مقایسه نقشه شبیه‌سازی و نقشه مرجع در سال ۲۰۰۱، دقت کاپا ۸۷/۸۳ را نشان می‌دهد [۱۲]. در تحقیق دیگری [۱۳] مدل اتوماسیون سلولی به دو صورت برداری و رستری بر روی شهری در جمهوری چین اجرا شده است. در این خصوص فاکتورهای دسترسی به شبکه‌های حمل و نقل و اثر همسایگی به عنوان فاکتورهای موثر در مدل انتخاب شدند و ضریب کاپای ۰/۹۵ برای مدل رستری و ضریب کاپای ۰/۹۶۷ برای مدل برداری حاصل گردید.

در غالب تحقیقات صورت گرفته در زمینه مدل اتوماسیون سلولی برداری، رشد و توسعه شهر به صورت دو کاربری توسعه یافته و توسعه نیافته مورد بررسی قرار گرفته است، اما در این تحقیق تغییرات انواع کاربری‌های مختلف داخل شهر با استفاده از مدل اتوماسیون سلولی برداری مورد توجه قرار گرفته است. از طرفی در بیشتر تحقیقات صورت گرفته در زمینه اتوماسیون برداری، فاکتور دسترسی، اثر همسایگی، تناسب فیزیکی و بررسی محدودیت‌ها به عنوان موثرترین فاکتورهای مدلسازی انتخاب می‌شوند اما در این تحقیق علاوه بر موارد فوق، قیمت زمین نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

در ادامه تحقیق حاضر، در بخش دوم، به بیان روش انجام تحقیق و ارائه مدل پیشنهادی برای بررسی تغییرات کاربری-های داخل شهری و به تشریح عناصر و پارامترهای موثر در مدل مورد بررسی، پرداخته شده است. در بخش سوم به طور خاص مدل پیشنهادی مورد نظر برای داده‌های مکانی شهر قم به کار برده می‌شود. در نهایت نتایج حاصل از آن بررسی شده و به ارائه پیشنهاداتی برای تحقیقات بیشتر پرداخته می‌شود.

۲- متدولوژی

در مدلسازی تغییرات کاربری شهری با استفاده از اتوماسیون سلولی برداری گام‌های متعددی وجود دارد. یکی از گام-های مهم و تاثیرگذار در زمینه رشد شهری، بررسی فاکتورهای موثر بر تغییر کاربری اراضی مانند تناسب فیزیکی، دسترسی، قیمت زمین و اثر همسایگی و تهیه نقشه های فاکتور مربوطه به آن می‌باشد. در گام دوم، به جهت سنجش میزان تناسب هر پارسل، فاکتورهای موثر مذکور، با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره با یکدیگر تلفیق شده‌اند. گام سوم، برآورد میزان تقاضا در گذر زمان، برای منطقه مورد مطالعه می‌باشد که معمولا با توجه به داده‌های موجود مانند جمعیت و رشد آن برآورد خواهد شد. پس از محاسبه میزان تقاضای مورد نیاز هر کاربری و محاسبه میزان تناسب هر پارسل، اقدام به تخصیص سه کاربری تجاری، مسکونی و صنعتی، براساس ماکزیمم ارزش هر پارسل شده است. در نهایت، به منظور کالیبراسیون مدل مورد نظر، داده‌های شبیه‌سازی و داده‌های مرجع سال افق مورد مقایسه قرار گرفت. شکل ۱روش انجام تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل۱.روش انجام تحقیق

۲-۱- محاسبه تناسب پارسلها

محققین مختلفی، پارامترهای متعددی را در رشد شهری به کار برده‌اند که می‌توان آنها را به اختصار در جدول ۱ ملاحظه نمود [۱۴]. طی بررسی‌های انجام شده، عواملی مشترکی وجود دارد که می‌توان ردپای آنها را در جهت‌گیری اکثر شهرها ملاحظه نمود که در ادامه هر کدام از این فاکتورها، به تشریح بیان شده‌اند.

در گام نخست، عوامل طبیعی و فیزیکی منطقه مورد مطالعه، مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. این عوامل شامل شیب، جهت شیب، ارتفاع، عمق خاک، بافت خاک، منابع آب، زمین شناسی و اقلیم می‌باشدکه به علت عدم دسترسی به داده‌های مختلف، تنها به محاسبه شیب و ارتفاع برای انجام این تحقیق بسنده شده است.

جدول ۱. بررسی مدل‌های محققین مختلف و پارامترهای استفاده شده در مدل‌هایشان[۱۴]

	فاصله تا جاده	فاصله تا راه آهن	فاصله تا فرودگاه	فاصله تا مرکز شهر	سرویس اجتماعی	شیب	ارتفاع	پارامتر محیط	مخاطرات طبیعی	ناحیه بندی	تراکم جمعیت	قیمت زمین	تناسب شهری	جنس خاک
Al-Ahmadi et al(2009)	■			■	■	■	■							
Al-Kheder et al(2008)	■					■	■				■			
Barredo et al(2003)	■									■			■	
Caruso et al(2005)	■				■			■						
Clarke et al(1997)	■					■		■		■				
Deadman et al(1993)									■					■
Engelen et al(1999)										■			■	
He et al(2006)	■	■	■			■		■		■				
He et al(2008)	■	■	■	■		■		■		■				
Lau and Kam(2005)	■				■						■	■	■	
Li and Yeh(2000)													■	
Li and Yeh(2001) and Yeh and Li(2003)	■	■	■	■										■
Li and Yeh(2002a)	■			■		■								■
Li and Yeh(2002b)	■	■		■				■						
Li and Yeh(2004)	■	■		■		■		■						■
Li et al(2003)											■			
Li et al(2008)	■	■		■										
Liu et al(2008a)	■	■		■		■	■							
Liu et al(2008b)							■	■						
Shan et al(2008)											■			
Sui and Zeng(2001)	■			■		■	■					■		
White and Engelen(2000)	■									■			■	
White et al(1997)	■												■	
Wu(1998b,2002)				■		■	■					■		
Wu and Martin(2002)	■	■		■				■						
Wu and Webster(1998b)	■	■		■		■		■						
Xie(1996)	■							■						
Yang et al(2008)	■	■		■										
Yeh and Li(2001,2002)				■				■						

فاکتور دومی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است، دسترسی به زیرساخت‌هایی نظیر شبکه حمل و نقل، خطوط آب، برق و گاز است که یکی از عوامل موثر و تاثیرگذار در رشد و توسعه شهری به‌حساب می‌آید [۹]. دراین تحقیق به منظور محاسبه دسترسی، ابتدا فاصله تحت شبکه پارسل‌ها تا نزدیک‌ترین نقطه شبکه راهها محاسبه می‌شود. سپس با توجه به وزن انواع راهها، دسترسی هر پارسل تا نزدیک‌ترین نقطه شبکه راهها از رابطه ۱ استفاده می‌شود [۹].

$$\alpha_{ij} = (1 + D / 6_{ij}) \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

در رابطه فوق، α_{ij} میزان دسترسی پارسلی با کاربری j به راه i را نشان می‌دهد، D فاصله تحت شبکه هر پارسل تا نزدیک‌ترین نقطه شبکه راه با اعمال وزن مورد نظر را نشان می‌دهد و 6_{ij} میزان اهمیت کاربری j به راه i می‌باشد.

گام بعدی در ارائه شبیه‌سازی شهری، آماده‌سازی نقشه‌های همسایگی است. به منظور افزایش دقت اثر همسایگی، سه فاکتور سازگاری، وابستگی و متمرکزسازی در نظر گرفته شده‌اند. به عنوان مثال جاذبه کاربری مسکونی بر کاربری مشابه خودش، ناشی از متمرکزسازی و دافعه آن بر کاربری صنعتی ناشی از عدم سازگاری و همچنین جاذبه این کاربری بر مراکز تجاری و خدماتی ناشی از وابستگی می‌باشد. به عبارتی دیگر میزان اثر مثبت و منفی پارسل‌ها به وسیله این سه فاکتور تعیین می‌شود. به این ترتیب امتیاز سازگاری و وابستگی با استفاده از اثرات متقابل کاربری هدف و کاربری همسایه استخراج می‌شود و سپس بر اساس میزان فاصله و مساحت کاربری همسایه تا پارسل هدف، امتیاز نهایی سازگاری و وابستگی محاسبه می‌شود. از طرفی متناسب با اینکه کاربری هدف به چه کاربری می‌خواهد تبدیل شود، پارسل‌های مشابه با کاربری هدف در فاصله همسایگی انتخاب شده و بعد از اعمال اثر مساحت و فاصله با یکدیگر جمع شده و معرف فاکتور متمرکز سازی می‌شود. رابطه ۲ نحوه محاسبه این فاکتورها را نشان می‌دهد.

$$N_{ablkd} = [\ (\exp((A_b/A_a) / (A_{max}/A_{min})) + \exp(-d_{ba}/1000))\ ] \times I_{albk} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در رابطه فوق، A_b مساحت کاربری همسایه ، A_a مساحت کاربری مرکزی یا کاربری هدف می‌باشد. A_{max} و A_{min} نیز به ترتیب، بیشترین و کمترین مساحت پارسل در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در این رابطه d بیانگر نزدیکترین فاصله بین دو پارسل همسایه و پارسل هدف می‌باشد و I_{albk} نیز میزان اثرات مثبت و منفی پارسل b با کاربری k بر پارسل هدف یا همان تاثیر هر یک از سه فاکتور سازگاری، وابستگی و متمرکزسازی می‌باشد. N_{ablkd} بیانگر میزان اثر خارجی پارسل b بر کاربری k در فاصله d از پارسل a با کاربری l می‌باشد[۳] . در نهایت بعد از استانداردسازی، این سه فاکتور با وزنهای مختلف با هم جمع شده و میزان اثر همسایگی N_{al}، برای هر پارسل تعیین می‌شود.

گام نهایی در محاسبه فاکتورها، بررسی فاکتور قیمت منطقه‌ای زمین می‌باشد. در بسیاری از کشورها، با برآورد قیمت منطقه‌ای چندین پارسل نمونه، اقدام به درون‌یابی پارسلهای دیگر شده است [۸] . در این تحقیق، قیمت منطقه‌ای پارسلها از منابع موجود اخذ شده است.

۲-۲- سنجش میزان تناسب کلی پارسل های توسعه نیافته

به منظور محاسبه میزان تناسب کلی پارسل‌های توسعه نیافته، لازم است تا فاکتورهای مذکور با یکدیگر تلفیق شوند. روش‌ها و مدل‌های متفاوتی وجود دارند که هرکدام به طریقی، فاکتورهای موثر در رشد و توسعه شهری را با یکدیگر تلفیق می‌نمایند. در این تحقیق از روش ارزیابی چند معیاره به منظور تلفیق پارامترهای مورد نظر استفاده شده است (رابطه ۳) .

$$TP_{ij} . = W_A A_{ij} + W_S S_{ij} + W_N N_{ij} + W_P P_{ij} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

در رابطه بالا TP,A,S,N,P به ترتیب بیانگر تناسب کلی، دسترسی، تناسب فیزیکی و اثر همسایگی و قیمت منطقه‌ای زمین برای پارسل i با کاربری j می‌باشد. W_A, W_s, W_N, W_P به ترتیب بیانگر وزن مربوط به اثر همسایگی، اثرتناسب فیزیکی و اثر دسترسی و قیمت زمین می‌باشد.

۲-۳- برآورد تقاضا بر مبنای آمار و داده‌های جمعیتی برای منطقه مورد مطالعه

هدف اصلی این گام، بررسی میزان تقاضا در گذر زمان، برای منطقه مورد مطالعه می‌باشد. میزان تقاضای کاربری‌های مختلف برای سال مورد نظر، با توجه به داده‌های موجود مانند جمعیت و رشد آن برآورد خواهد شد. در این تحقیق نیز، به منظور برآورد میزان تقاضا برای منطقه مورد مطالعه، میزان مساحت کاربری‌های بایر در سال مبنا برآورد گردید و سپس با توجه به تغییر این سطوح در سال افق، میزان تقاضای هر کاربری برای سال افق محاسبه گردید.

۲-۴- تخصیص سه کاربری تجاری، مسکونی و صنعتی، براساس ماکزیمم ارزش هر پارسل

تخصیص کاربری، یکی از موثرترین و اصلی‌ترین مراحل در رشد و توسعه شهری به حساب می‌آید که به معنای تعامل بین تناسب و تقاضای کاربری در محیط مورد مطالعه می‌باشد [۱۵]. از طرفی، علاوه بر تعامل میان تناسب و تقاضای کاربری، باید به قوانین موجود در خصوص تغییر کاربری‌ها توجه نمود. به عنوان مثال، هزینه تغییر کاربری یک زمین بایر به صنعت، بسیار کمتر از هزینه تغییر کاربری صنعت به بایر است [۱۶] . در این تحقیق نیز، تخصیص کاربری، با در نظر گرفتن تعامل بین تناسب و تقاضای کاربری و اعمال قوانین موجود، تنها برای کاربری‌های توسعه نیافته و بر اساس ماکزیمم ارزش هر پارسل، صورت گرفته است. این بدان معنا است که تخصیص بر اساس بیشترین ارزش در بین نقشه‌های تناسب صورت می‌پذیرد. بدین نحو که در واحد تقاضای مورد بررسی، سطح کاربری با بیشترین مقدار تعیین می‌گردد.

۲-۵- ارزیابی صحت شبیه‌سازی

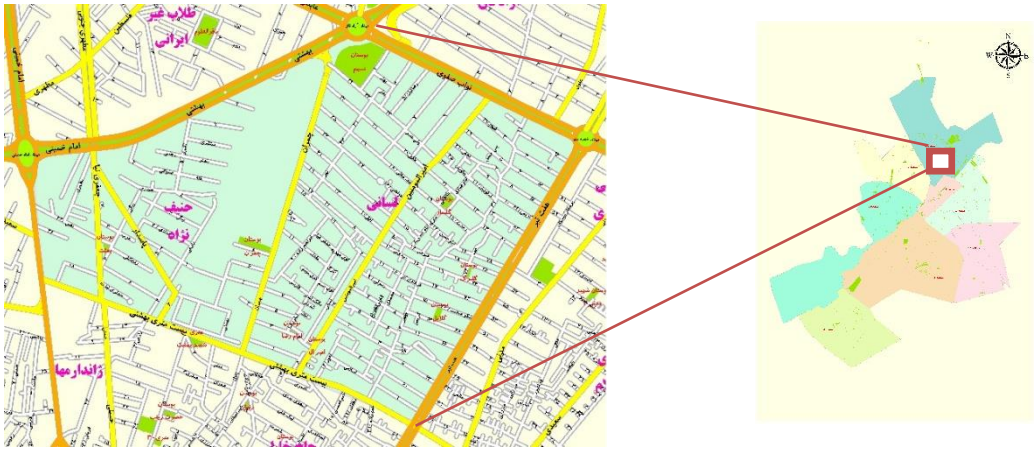
در این مرحله، به منظور ارزیابی مدل و بررسی میزان خطا، اقدام به مقایسه نقشه شبیه‌سازی سال افق یا نقشه مرجع یا همان نقشه واقعی سال افق می‌شود. در این تحقیق از روش دقت تولید کننده، دقت کاربر و دقت کلی و همچنین دقت ضریب کاپا استفاده شده است. جزئیات روشهای فوق را می توان در منابع مختلف از جمله [۱۷، ۱۰] ملاحظه نمود.

۳- پیاده سازی

۳-۱- تشریح منطقه موردمطالعه

شهر مقدس قم یکی از شهرهای مذهبی کشور ایران است که مهاجرت در آن بسیار صورت می گیرد. بر اساس آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، جمعیت شهر قم ۱۰۶۴۹۸۱ نفر می باشد که با مقایسه جمعیت این شهر از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ مشاهده می‌گردد که جمعیت شهر مقدس قم، دارای روند صعودی بوده است. محدوده مورد مطالعه در این تحقیق، چندین بلوک آماری از ناحیه ۱ ، منطقه ۳ از شهر قم می‌باشد که دارای مساحت ۱۰۴۶۴۸متر مربع می‌باشد.

به منظور مدل‌سازی تغییرات کاربری داخل شهری با استفاده از اتوماسیون سلولی برداری، در مرحله نخست، لازم است تا داده‌های سال مبنا در دسترس باشد. به این منظور، از نقشه کاربری سال ۱۳۸۵ شهر قم به عنوان داده‌های سال مبنا استفاده شده است. در نقشه مذکور، کاربری‌ها در هشت کلاس، تجاری، مسکونی، خدماتی، آموزشی، اداری، صنعتی، فضای سبز و پارسل‌های توسعه‌نیافته طبقه‌بندی شده‌اند. همچنین کاربری‌های مذکور، با توجه به میزان سرویس-رسانی و میزان فعالیت در سه سطح محله‌ای، ناحیه‌ای، منطقه‌ای و کلان مورد تقسیم بندی شده اند. در اکثر مطالعات صورت گرفته در زمینه مدلسازی تغییرات رشد شهری، گام زمانی ۱۰ ساله مورد بررسی قرار گرفته است اما در این تحقیق به علت عدم دسترسی داده‌های مورد نیاز، گام زمانی ۹ سال مد نظر واقع شده است.در این تحقیق از میان پارامترهای مختلف، موثرترین‌ها آنها متناسب با منطقه مورد نظر انتخاب شد. مشخصات داده های ورودی این تحقیق در جدول۲ ارائه شده است.



شکل ۱.محدوده مورد مطالعه

جدول ۲. داده های مورد نیاز برای مدل‌سازی تغییرات کاربری شهری

داده‌های مورد نیاز	سال جمع آوری داده	توضیحات
منطقه مورد مطالعه DTM	۱۳۸۵	به منظور محاسبه نقشه شیب و ارتفاع
نقشه کاربری	۱۳۹۴-۱۳۸۵	شامل اطلاعات تعداد طبقه، مساحت، نوع کاربری می‌باشد
قیمت زمین	۱۳۹۴-۱۳۸۵	ارزش هر متر مربع از کاربری مسکونی، تجاری و صنعتی
شبکه راه	۱۳۹۴-۱۳۸۵	-

۳-۲- نحوه اجرا

در گام نخست، به منظور ارزیابی امتیاز تناسب فیزیکی، با استفاده از DTM منطقه و تحلیل‌های GIS اقدام به تهیه نقشه‌های ارتفاع و شیب شده است. با توجه به عدم تغییر زیاد در ارتفاع منطقه موردمطالعه، تهیه نقشه شیب شکل ۴(الف) مدنظر قرار گرفت و شیب متوسط برای هر پارسل محاسبه شد. شکل ۴ (ب) امتیاز تناسب فیزیکی را برای پارسل‌ها نشان می‌دهد.

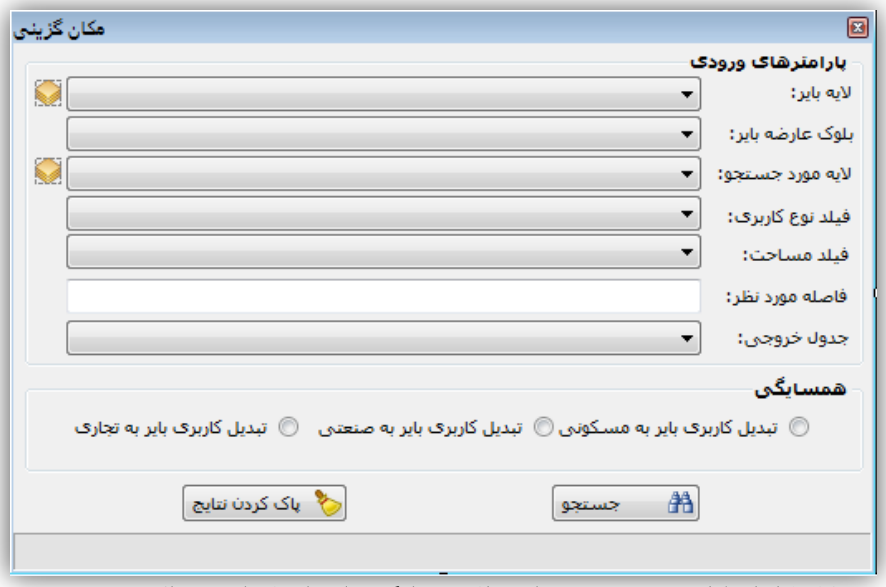
در گام دوم، محاسبه دسترسی پارسل‌های توسعه نیافته تا شبکه حمل و نقل می‌باشد. در این تحقیق تنها دسترسی هر پارسل تا شبکه راه‌اصلی مورد بررسی قرار گرفته است. از طرفی با توجه به اینکه درجه اهمیت هر کاربری متفاوت است، درجه اهمیت متناسب با نوع کاربری مورد بررسی قرار گرفته و محاسبه می‌شود. بدین ترتیب 6_{ij} با استناد به نظر کارشناسی، برای کاربری مسکونی، خدماتی ۰/۵۶، تجاری و صنعتی ۰/۷۴ و برای فضای سبز ۰/۳۴ تعیین گردیده است. در شکل ۴ (ج) میزان دسترسی پارسل‌های توسعه به ازای کاربری‌های مسکونی تا شبکه راه اصلی مشاهده می‌شود.

در گام سوم، نقشه‌های همسایگی برای انواع کاربریهای مسکونی، تجاری و صنعتی تولید شد. در این خصوص تمامی پارسل‌های همسایه در شعاع ۸۰۰ متری پارسل‌های توسعه، انتخاب شده و متناسب با نوع کاربری و سطح سرویس‌دهی پارسل همسایه (محله‌ای، ناحیه‌ای و منطقه‌ای)، اثرات متقابل کاربری هدف و کاربری همسایه در دو دسته سازگاری و وابستگی استخراج شده و سپس بر اساس میزان فاصله و مساحت کاربری همسایه تا پارسل هدف، امتیاز نهایی سازگاری و وابستگی مطابق رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

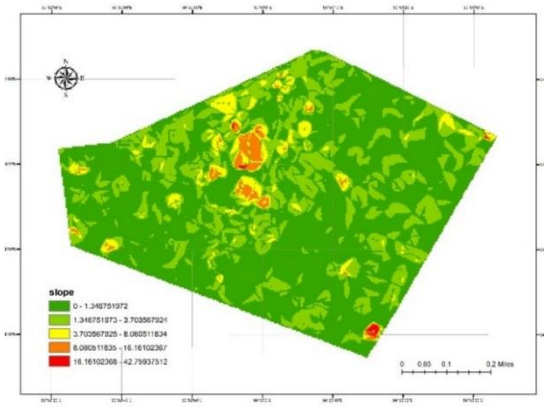
از طرفی متناسب با اینکه کاربری هدف به چه کاربری تبدیل شود، پارسل‌های مشابه با کاربری هدف در فاصله همسایگی انتخاب شده و بعد از اعمال اثر مساحت و فاصله با یکدیگر جمع شده و معرف فاکتور متمرکزسازی می‌شود. در نهایت بعد از استاندارد سازی و اعمال وزن مناسب با یکدیگر تلفیق شده و آماده ترکیب با سایر فاکتورها می‌باشد. در این تحقیق برای کاربری‌های مسکونی، تجاری و صنعتی وزن‌های ۰/۵۷۶، ۰/۲۴۳ و ۰/۱۱۸ به ترتیب برای فاکتورهای وابستگی، سازگاری و متمرکزسازی در نظر گرفته شده است.

به منظور محاسبه آسانتر تمامی موارد بالا، ابزاری در محیط Visual Studio و با زبان ArcObject طراحی شده است که متناسب با نوع نقشه همسایگی و میزان فاصله از پارسل‌های هدف و با در نظرگرفتن وزن سه فاکتور سازگاری، همسایگی و وابستگی، اقدام به تهیه نقشه همسایگی می‌نماید. شکل ۳، نمایی از این ابزار را نشان می‌دهد. شکل ۴ (د) ، نقشه اثر همسایگی پارسل‌های توسعه برای کاربری مسکونی را نشان می‌دهد.

در گام چهارم، نقشه فاکتور قیمت زمین تهیه گردید. دراین تحقیق قیمت پارسلها از شهرداری قم اخذ شد و در بازه‌ی ۱-۰ استاندارد گردید. شکل ۴ (ذ)، نقشه قیمت زمین را برای پارسل‌های توسعه نشان می‌دهد.



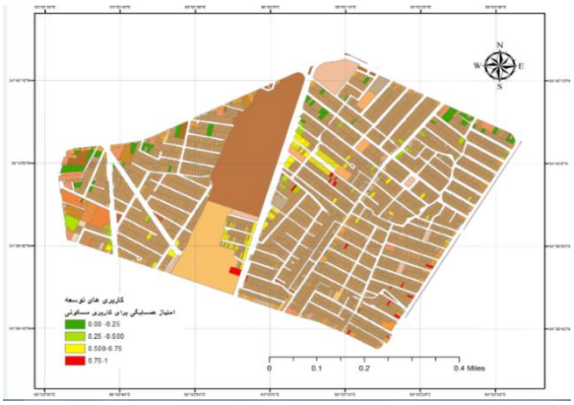
شکل۳. ابزار طراحی شده جهت محاسبه اثر همسایگی برای پارسل‌های در حال توسعه



الف

ب

ج



د

ذ

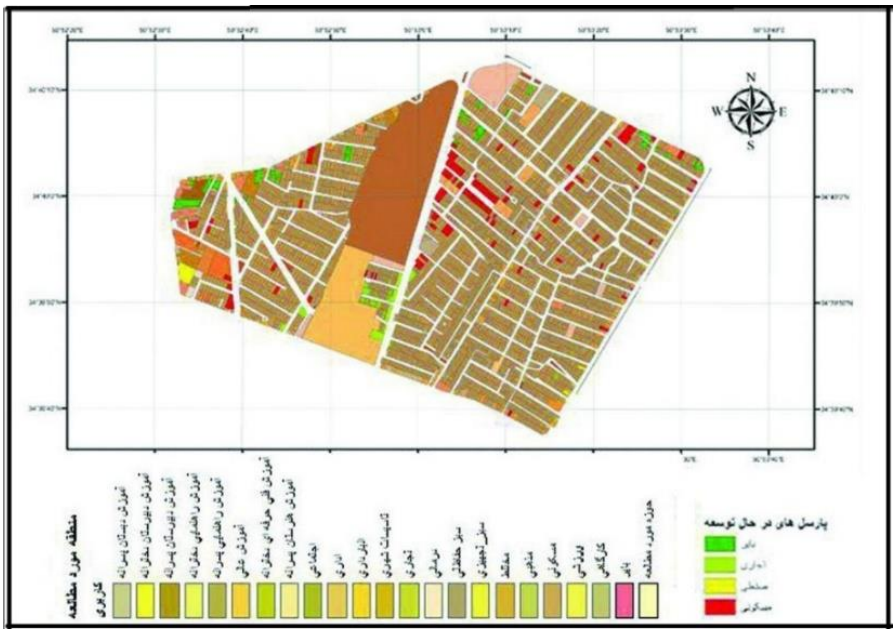
ر

انواع نقشه های فاکتور شامل الف) شیب ب) تناسب فیزیکی، ج) امتیاز دسترسی د) امتیاز همسایگی ذ) قیمت منطقه ای ر) تناسب کلی

در نهایت پس از محاسبه نقشه مربوط به فاکتورها، به منظور محاسبه تناسب کلی، فاکتورهای بالا با وزن‌های متفاوت در دو سناریوی مختلف با هم ترکیب شدند. در شکل ۴ (ر) نمایی از میزان تناسب کلی هریک از پارسل‌های توسعه به ازای کاربری مسکونی ارائه شده است.

در گام بعد، میزان تقاضا برای کاربری‌های مختلف در گذر زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴ برای منطقه مورد مطالعه محاسبه شده است. به این ترتیب میزان مساحت مورد نیاز برای کاربری مسکونی در سال ۱۳۹۴، ۲۰۷۸۴مترمربع، مساحت ۶۵۲۵ مترمربع برای کاربری تجاری و مساحت ۲۵۹۸مترمربع برای کاربری صنعتی لحاظ شده است.

در پایان نیز، به تخصیص کاربری‌های توسعه نیافته پرداخته شده است. به همین جهت با استناد به امتیاز تناسب کلی برای پارسل‌های توسعه به ازای کاربری‌های مختلف و در نظر گرفتن تقاضای مورد نیاز، اقدام به تخصیص کاربری‌های توسعه‌نیافته بر اساس ماکزیمم ارزش پیکسل شده است. سناریو ماکزیمم ارزش پیسکل بدین صورت است که تخصیص بر اساس بیشترین ارزش در بین نقشه‌های تناسب کاربری، برای کاربری‌های دارای تقاضا تعیین می‌گردد. شکل ۵ ارائه دهنده تغییرات کاربری‌های توسعه نیافته به پارسل‌های توسعه در سال ۱۳۹۴ شهر قم، با استناد به اهمیت عوامل دسترسی، تناسب فیزیکی و اثر همسایگی را نشان می‌دهد.



شکل ۵ . مدلسازی تغییرات کاربری سال ۱۳۹۴

۴- ارزیابی مدل

در این تحقیق از داده‌های سال ۱۳۸۵ شهر قم، به عنوان داده‌های مبنا و از داده‌های سال ۱۳۹۴ به عنوان داده‌های سال افق استفاده شده است. در این خصوص نقشه کاربری پیش بینی شده سال ۱۳۹۴ (شکل ۵) با وضعیت موجود سال ۱۳۹۴ که با استفاده از برداشت زمینی حاصل گردیده است، مقایسه گردید. به این منظور، ماتریس متقاطع تشکیل شده و به کمک آن شاخص صحت کلی، صحت کاربری و صحت کاپا محاسبه گردید.

لازم به توضیح است که در این تحقیق دو سناریو مورد بررسی قرار گرفت. در سناریوی اول فاکتور قیمت زمین نادیده گرفته شده است و با استناد به اهمیت عوامل دسترسی، تناسب فیزیکی و اثر همسایگی ، وزن‌های ۰/۳۴۲و

۰/۵۵۶و۰/۱۰۲انتخاب گردید و نقشه تناسب کلی محاسبه گردید (شکل ۵). در سناریوی دوم فاکتور قیمت زمین نیز همزمان با عوامل دسترسی، تناسب فیزیکی و اثر همسایگی لحاظ شد(شکل ۶).

جدول شماره ۵ به بررسی میزان دقت سناریوهای اول و دوم می پردازد. به منظور بررسی دقیقتر، نحوه‌ی عملکرد مدل های گسترش شهری اتوماسیون سلولی برداری با استفاده از آنالیز حساسیت، با تمرکز به وزن اثر همسایگی، دسترسی، قیمت منطقه‌ای و تناسب فیزیکی مورد بررسی قرار گرفته است. بیشترین دقت کلی مربوط به سناریوی دوم می باشد به طوری که وزن ۰/۴ برای دسترسی، وزن ۰/۵برای اثر همسایگی ، وزن ۰/۰۵ برای تناسب فیزیکی و وزن ۰/۰۵ برای قیمت زمین انتخاب گردد. نقشه تخصیص یافته خروجی در شکل ۶ ارائه است. در جدول شماره۷ دقت کاربر، دقت تولیدکننده و دقت کلی مدل مورد نظر در بهترین حالت و برای کاربریهای مختلف محاسبه شده است.

شکل ۶. ارزیابی و مقایسه بصری بهبودیافته داده‌های شبیه‌سازی شده سال ۱۳۹۴ با داده‌های مرجع ۱۳۹۴

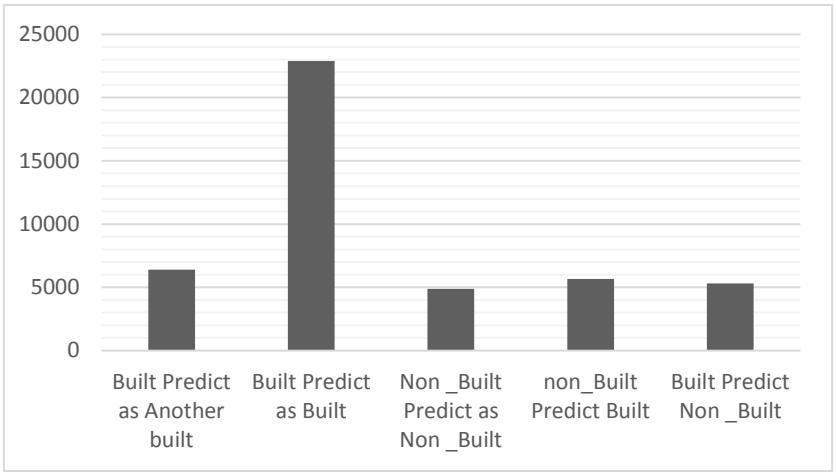
جدول ۳. بررسی وزن های متفاوت فاکتورها جهت تعیین رشد و توسعه شهری

	C1=قیمت زمین	C2=تناسب فیزیکی	C3= دسترسی	C4=قیمت زمین	دقت کلی
M1	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۴	۰/۵	۰/۶
M2	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۶	۰/۵۵
M3	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۳	۰/۶	۰/۵۲
M4	۰/۱	۰/۱	۰/۴	۰/۴	۰/۵۳
M5	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۲	۰/۷	۰/۵۷
M6	۰	۰/۲	۰/۴	۰/۴	۰/۵۵
M7	۰	۰/۲	۰/۵	۰/۳	۰/۵
M8	۰	۰/۱۰۲	۰/۳۴۲	۰/۵۷۴	۰/۵۶
M9	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۶	۰/۵۶

جدول ۴. محاسبه دقت بهبود بافته با استفاده از آنالیز حساسیت

	توسعه مسکونی		توسعه صنعتی		توسعه تجاری	
محدوده مورد مطالعه	دقت کاربر	دقت تولیدکننده	دقت کاربر	دقت تولیدکننده	دقت کاربر	دقت تولیدکننده
	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۴	۰/۴

نتایج نشان می‌دهد که مدل دوم می‌تواند با دقت نسبتا بالاتری (دقت کلی ۰/۶درصد) مدلسازی تغییرات شهر قم را نشان دهد. نمودار ۱ میزان تطابق پارسل‌های شبیه‌سازی شده و داده های واقعی سال ۱۳۹۴ را در مدل بهبود یافته نشان می‌دهد. شکل ۶ نیز، نمایش بصری این تحلیل را بهتر نشان می‌دهد.



نمودار ۱. . ارزیابی میزان بهبود مدل مورد نظر

۵- بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق، چارچوبی برای ایجاد و پیاده سازی مدل اتوماسیون سلولی برداری در سطح محلی برای چندین کاربری ارائه گردید. انتخاب فاکتورها متناسب با نوع منطقه مورد مطالعه، متفاوت است. در این تحقیق نیز فاکتورهای اصلی در دوسناریو بررسی و نتایج حاصل از آنها با یکدیگر مقایسه گردید. دقت کلی ۰/۶ نشان‌دهنده موفقیت مدل در پیش‌بینی موقعیت مکان‌های محتمل برای تبدیل به کاربری‌های شهری در زمان آینده است. نتایج حاصل از حساسیت سنجی نشان می‌دهد که متغیرهای کاربری زمین دارای تاثیر معناداری در مدلسازی تغییرات شهری دارند. مدل ارائه شده نشان می‌دهد که کاربری مسکونی، کاربری غالب منطقه به شمار می‌آید که این امر نشان‌دهنده رشد جمعیت این منطقه در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴ بوده است.

در پایان نیز به منظور بهبود نحوه ارزیابی تعاملات کاربری‌ها و ارائه نتایج بهتر در شبیه‌سازی تغییرات کاربری راه-کارهای ذیل ارائه می‌گردد:

- شعاع همسایگی در این تحقیق بر اساس تحقیقات گذشته، ۸۰۰ متر عنوان شده است. جهت افزایش دقت مدل ارائه شده، می‌توان شعاع‌های متفاوت را متناسب با منطقه مورد مطالعه، ارزیابی نمود و برای هرکاربری شعاع را به‌گونه‌ای انتخاب نمود که منطبق بر مقیاس مکانی باشد.
- در این تحقیق به ارزیابی و توسعه پارسل‌های بایر و توسعه نیافته پرداخته شده است، جهت ارائه نتایج بهتر در شبیه‌سازی تغییرات کاربری، می‌توان به بررسی تمام کاربری‌های داخل شهر پرداخت.

- در این تحقیق به مدلسازی تغییرات انواع کاربری داخل شهر پرداخته شده است، به منظور ارائه نتایج بهتر در تصمیم‌گیری و خدمت رسانی، پیشنهاد می‌شود، به مدلسازی ارتفاعی داخل شهر نیز پرداخته شود.

مراجع

[1] R.Zarei, *"Modeling urban growth by Cellular Automata model & GA.", Journal of Urban and Regiona Planning ,Volume 3,Number 11,Winter1391*

[2].M.Khoshgoftar, "Modeling Tehran urban growth by vector Cellular Automata model and Markof.", Journal of Iran RS and GIS, Vol. 2, Part II,1387

[3]. S. Abolhasani,"Modeling urban growth by vector Cellular Automata model.",Master Thesis,Kntu university,(1392)

[4] Torrens, P. M. and D. O'Sullivan (2001). "Cellular automata and urban simulation: where do we go from here?" Environment and Planning B: Planning and Design 28(2): 163-168.

[5] Moreno, Niandry, and Danielle J. Marceau. "A vector-based cellular automata model to allow changes of polygon shape." International Conference on Modeling and Simulation-Methodology, Tools, Software Applications, Calgary, Canada. 2006

[6] R.RezaZade & M.Ahmadi," Cellular Automata model,A new Method For Urban Growth", Vol. 4, PartI

[7] Jokar Arsanjani, Jamal, Marco Helbich, Wolfgang Kainz, and Ali Darvishi Boloorani. "Integration of logistic regression, Markov chain and cellular automata models to simulate urban expansion." International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 21 (2013): 265-275.

[8] Munshi, Talat, et al. "Logistic regression and cellular automata-based modelling of retail, commercial and residential development in the city of Ahmedabad, India." Cities 39 (2014): 68-86.

[9] Lin, Jian, et al. "Modeling urban vertical growth using cellular automata—Guangzhou as a case study." Applied Geography 53 (2014): 172-186.

[10] Al-Ahmadi, Khalid, et al. "Calibration of a fuzzy cellular automata model of urban dynamics in Saudi Arabia." Ecological Complexity 6.2 (2009): 80-101.

[11] Rienow, Andreas, and Roland Goetzke. "Supporting SLEUTH–Enhancing a cellular automaton with support vector machines for urban growth modeling."Computers, Environment and Urban Systems 49 (2015): 66-81.

[12] .A,Aslani Moghadam , "Studies of Vector Cellular Automata model to predict changes in land use" Master Thesis,Tehran university,(1388)

[13] Cao, Min. "Implementation of a vector-based cellular automata model for simulating land-use changes." Geoinformatics, 2011 19th International Conference on. IEEE, 2011.

*[14] 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.*

[15] Sharifi, M.A., Karimi, M., 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, Part II: 63_68.

[16]. M.Karimi," Development of spatial decision to determine optimal land use and land cover"PHD Thesis,Kntu university,(1389)

[17] Azari, M. and M. A. Reveshty (2013). "Interference of Human Impacts in Urban Growth Modelling with Transition Rules of Cellular Automata, GIS and Multi-Temporal Satellite Imagery: A Case Study of Maraghe, Iran." Journal of the Indian Society of Remote Sensing 41(4): 993-1008

Local Modeling urban Land Use Change using Vector cellular automata

Nikbayan, M. [1]*, Karimi, M [2]

1- MSc. student of geographic information systems, Faculty of Geodesy and Geomatics, K.N.Toosi University of Technology, yahoo.com maryam**nikbayan@**
2- Associate Professor, Faculty of Geodesy and Geomatics, K.N.Toosi University of Technology(Center of Excellence of spatial information technology), mkarimi@kntu.ac.ir

Abstract

Study of issues affecting urban and land-use planning process and understanding the mechanism of land-use changes, can be Useful and executives to assist in the implementation of decisions. In some cases, in order to control and manage the city, Urban prediction models and systems Suggested. Through these models, Cellular automata (CA) are a popular and robust approach for the spatially explicit simulation of land-use and land-cover changes. Raster-based cellular automata (CA) models have been increasingly used over the last decades to simulate a wide range of spatial phenomena, but they are scale sensitive, that is their results vary with the cell size and neighbourhood configuration .recently one solution have been proposed to mitigate this problem and this is implementation of an object or vector-based cellular automata model independent of the cell size and the neighbourhood configuration. In the Most of research of cellular automation, model shows growth of city in two type of Developed and undeveloped, but in this research the changes of the internal Land use is considered by Details. In this study firstly an integration evaluation procedure with natural and socioeconomic data is used to generate the transition potential maps. The factors of research are, physical Sutibility, accessesibility, neighborhood effect and land prices .then demand Of three types of commercial, residential and industrial LandUse calculate and then allocate. In this regard, several blocks 1385 and 1394 of QomCity were evaluated and the model first run respect to the price of land and once it was done regardless. The results show that the first model can have accurately higher (0.6% overall accuracy) modeling to show changes of QomCity. Therefore, it carries scope of being used to visualize growth for other, similar, cities and help urban planners and decision makers to understand the consequences of their decisions on urban growth and development.

Key word: Planning , forecasting, land use ,Cityinside, Qom.