



مدلسازی کاربری اراضی شهری با استفاده از مدل Cellular Automata - نمونه موردی شهر اصفهان

اسماعیل کیوانلو^۱

Esmaeil_keyvanloo@yahoo.com

چکیده

امروزه موضوع تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر ایجاد تغییر در شهرها به یکی از مباحث مهم شهرسازی تبدیل گشته و موجب ایجاد روش‌ها و مدل‌های متنوعی جهت بررسی این موضوع شده است. مدلسازی شهری یک روند عملی است که در فاز اول آن تلاش بر آن است تا مکانیزم غالب در شکل‌گیری و ایجاد تغییر در شهرها شرح داده شود و در فاز دوم با تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی بلندمدت از اثرات نامطلوب آن جلوگیری نمود. روند تغییرات کاربری اراضی به کاربری شهری در اصفهان در سالهای اخیر به عنوان یکی از معضلات این شهر مطرح می‌باشد و با توجه به ماهیت دینامیک و پویای شهر باید از مدل‌هایی برای تحلیل استفاده نمود که تغییرات در طول زمان را نشان دهد تا با اتخاذ تدابیر لازم این روند تغییرات را به طور بهینه ساماندهی نمود. یکی از مدل‌های مناسب در این زمینه CA می‌باشد که بررسی تغییرات کاربری اراضی و شبیه‌سازی آن می‌پردازد. در این پژوهش از ۲ عکس ماهواره‌ای به فاصله زمانی ۱۱ سال برای بررسی تغییرات کاربری اراضی استفاده شده است. با بررسی پتانسیل سلول‌ها و لایه‌های مکانی و کلاس بندی آن‌ها، درجه تمایل توسعه به سمت اراضی غیر شهری برای تبدیل به اراضی شهری و گسترش سریع آن در شهر اصفهان مشخص می‌شود.

واژگان کلیدی: کاربری زمین، اصفهان، CA، شبیه‌سازی

۱- مقدمه

شهرها سیستم‌هایی پیچیده، باز، پویا و خودسازمانده هستند که در فرایند توسعه آن‌ها، بسیاری از نشانه‌های پیچیدگی مانند: ابعاد فرکتال، خودمانندی، خودسازماندهی، ظهور و ... وجود دارد. درک مکانیسم فرایند رشد شهری در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری به منظور رسیدن به شکل شهری پایدار بسیار مهم است. مدل‌های فضایی، ابزارهایی مفید برای درک فرایند توسعه شهری، ابزار کمی سیاستگذاری مدیریت و برنامه‌ریزی شهری و فراهم‌کننده اطلاعات برای

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد شهرسازی دانشگاه تهران





ارزیابی تأثیرات شهری بر محیط زیست و اکوسیستم هستند. با مدل سازی سیستم پیچیده شهری، الگوهای فضایی و روندهای رشد شهری را می توان شبیه سازی کرد و درک بهتری از سیستم شهر به عنوان یک کل، به دست آورد. طی دو دهه گذشته پژوهشگران برای غلبه بر این نارسایی ها، از روش جدیدی به نام مدل اتوماسیون سلولی (CA) که دارای ویژگیهای پویا، غیرخطی، غیرمتمرکز، و پایین به بالا است، استفاده کرده اند. در دو دهه گذشته مدل CA به وسیله پژوهشگران بسیاری در مطالعات شهری به کار گرفته شده است. در حوزه شهری CA مدل، می تواند در پاسخ به بسیاری از سؤالات شرطی به کار رود، با استفاده از این روش، می توان برای رشد شهری - قبل از این که اتفاق بیفتد - سناریوهای مختلف پیش بینی کرد تا بتوان از نقاط ضعف و قوت تصمیم گیری ها آگاهی یافت.

۲- ضرورت و اهمیت تحقیق

کاربری زمین یک موضوع مهم برای برنامه ریزان شهری جهت تخصیص صحیح و بهینه زمین و طرح های توسعه شهری است تا بتوانند گسترش و سازماندهی فضایی شهر را در راستای توسعه پایدار را به نحو صحیح انجام دهند. در غیر اینصورت با پیامدهای آن نظیر آلودگی و تخریب منابع زیست محیطی و رشد بی قواره و نامطلوب شهر مواجه می شوند.

برای درک بهتر سیستم ها محققان از روش های مدل سازی و شبیه سازی استفاده می کنند. دلیل اصلی مدلسازی کاهش خطا و افزایش اطمینان است و افزایش اطمینان در اصل یعنی برنامه ریزی و آینده نگری و پیش نگری است. یکی از مدل های مورد استفاده در سیستم شهری (Cellular Automata)، روش سلول های خودکار است که به بررسی تغییرات کاربری زمین می پردازد و یک ابزار کمی برای کمک به تصمیم گیری در برنامه ریزی های شهری و منطقه ای است. در این پژوهش ساختار رشد فیزیکی (تغییرات کاربری اراضی) شهر اصفهان را با استفاده از تغییرات گذشته و باتوجه به شرایط موجود شبیه سازی می نماید.

۳- روش پژوهش

پژوهش از نوع کاربردی، توصیفی - تحلیلی و روش مطالعه موردی (single case study) می باشد. در ابتدا تغییرات کاربری زمین در بازه زمانی معین در شهر اصفهان مورد ارزیابی و کالیبره می شود سپس با ترکیب تکنولوژی سنجش از دور، GIS و مدل سلول های خودکار (CA) رشد فیزیکی شهر اصفهان در دوره مورد مطالعه مدلسازی و شبیه سازی می شود.





۴- پیشینه پژوهش

اصطلاح Automata برای اولین بار در دهه ۱۹۳۰ توسط ریاضیدان انگلیسی، آلن تورینگ ارائه شد و NEWMAN و ULAM مفهوم سلول خودکار را به وجود آوردند بعدها کانوی (Conway) ریاضیدان در دانشگاه کمبریج این مفهوم را توسعه داد که نظریه او به نام بازی زندگی مشهور است.

مدلسازی شهری به طور جدی از دهه ۱۹۴۰ میلادی و پس از ابداع کامپیوتر آغاز شد. اولین تلاشهایی که در این زمینه به انجام رسید را می توان در قالب تئوری هایی یافت که در آن ها شهر به عنوان یک سیستم ایستا در نظر گرفته شده است. این مدل ها که به مدلهای سنتی معروف هستند و تلاش دارند تا تاثیر فعالیتهای گوناگون در یک سیستم شهری را در یک زمان ثابت نمایش دهند. برای مثال می توان به تاثیر رشد جمعیت در گسترش شبکه راه ها اشاره نمود. اگرچه این مدل ها در یافتن تعامل موجود بین فعالیتهای مختلف در یک شهر، موفق بودند ولی عیب بزرگ آن ها عدم توانایی شان در پیش بینی تغییرات محتمل در آینده می باشد. برای مثال می توان به مدل LOWRY اشاره نمود. در ادامه تلاشهای متخصصان برای رفع کاستی های این مدلها به انجام رسید. یکی از پیشگامان این بحث FORRESTER می باشد که با مدل معروف خود در سال ۱۹۶۹ سعی کرد تا تاثیرات رشد صنعتی را بر رشد شهری نشان دهد. ولی با تمام تلاشی که در آن زمان صورت گرفت، این مدلها همچنان با انعطاف پذیری کم و ناتوان در استفاده از جزییات زیاد محسوب می شوند.

در پی پیشرفتهای حاصل شده در بحث مدلسازی گروه دوم از مدلهای گروه دوم با نام مدلهای geosimulation شهری گسترش یافتند تا ضعف مدلهای سنتی را برطرف سازند. این مدل ها در واقع به صورت پایین به بالا عمل می کنند بدین معنا که اجزای کوچک تشکیل دهنده سیستم و رفتارهای آن هاست که روند تغییرات در کل سیستم را باعث می شود و برای بررسی رفتار مدل باید از جزء به کل رسید.

در پی پیشرفتهای حاصل شده در بحث مدلسازی گروه دوم از مدلهای گروه دوم با نام مدلهای geosimulation شهری گسترش یافتند تا ضعف مدلهای سنتی را برطرف سازند. این مدل ها در واقع به صورت پایین به بالا عمل می کنند بدین معنا که اجزای کوچک تشکیل دهنده سیستم و رفتارهای آن هاست که روند تغییرات در کل سیستم را باعث می شود و برای بررسی رفتار مدل باید از جزء به کل رسید.

با وجود این کارهای تئوریک زیادی بعد از دهه ۱۹۷۰ و قبل از ۱۹۸۰ انجام گرفت؛ اما کاربردهای خاص مدل CA در مدلسازی شهری تا قبل از دهه ۱۹۸۰ اتفاق نیفتاد. ورود مدلهای CA محض به علم جغرافیا، بیشتر پیامدهای کارهای Tobler در دهه ۱۹۷۰ در دانشگاه میشیگان است. او حاصل مطالعات خود را در مقاله ای تحت عنوان جغرافیای سلولی در سال ۱۹۷۹ منتشر کرد.

مدل Cellular Automata (CA) به عنوان یکی از قوی ترین انواع این مدل ها در مدلسازی شهری بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. از توانایی های مدل CA می توان سادگی ساختار آن را برشمرد در نتیجه برای پیاده سازی مدل در





کامپیوتر مشکلات زیادی پیش رو نخواهد بود. در ضمن این مدل توانایی بالایی در مدل‌سازی پیچیدگی موجود در پدیده شهری برخوردار است. از دیگر مزایای این مدل امکان برقراری ارتباط بین آن و سیستم‌های اطلاعات مکانی و نرم افزارهای دورکاوی می‌باشد.

با وجود این کارهای تئوریک زیادی بعد از دهه ۱۹۷۰ و قبل از ۱۹۸۰ انجام گرفت؛ اما کاربردهای خاص مدل CA در مدل‌سازی شهری تا قبل از دهه ۱۹۸۰ اتفاق نیفتاد. ورود مدل‌های CA محض به علم جغرافیا، بیشتر پیامدهای کارهای Tobler در دهه ۱۹۷۰ در دانشگاه میشیگان است. او حاصل مطالعات خود را در مقاله‌ای تحت عنوان جغرافیای سلولی در سال ۱۹۷۹ منتشر کرد.

۵- اصول CA

CA یک سیستم دینامیک و گسسته در مکان و زمان می‌باشد که بر روی یک شبکه منظم از سلول‌ها عمل می‌کند. در این سیستم مقدار یا حالت هر سلول در طول زمان در قالب تابعی از مقادیر سلول‌های همسایه و مقدار خود سلول تغییر می‌کند. چیزی که در این مدل حائز اهمیت است این است که این تغییرات در قالب زمان و مکان فقط به شکل محلی تغییر می‌کنند و فقط سلول‌های مجاور هستند که در این تغییرات دخیل می‌باشند. هر CA دارای ۵ المان اصلی و پایه می‌باشد.

- **شبکه منظم سلولی:** این فضا از سلول‌های مستقل تشکیل شده است. از نظر تئوریک این سلول‌ها می‌توانند اشکال هندسی متفاوتی داشته باشند ولی به طور معمول این فضا به صورت منظم از سلول‌های مربعی تشکیل شده است. دلیل انتخاب چنین ساختاری سادگی در تعریف همسایگی و عدم نیاز به الگوریتم‌های پیچیده می‌باشد.
- **مجموعه مقادیر ممکن برای هر سلول:** هر سلول می‌تواند مقداری را از بین مقادیر این مجموعه به خود بگیرد. این مقدار می‌تواند معرف نوع کاربری اراضی و پوشش زمین در محدوده آن سلول باشد.
- **همسایگی:** مجموعه سلول‌های مجاور هر سلول که در تغییر مقادیر سلول مرکزی موثر می‌باشند.
- **قوانین انتقال:** این قوانین قلب یک مدل CA محسوب می‌شوند که دینامیک پدیده مورد نظر را نمایش می‌دهد. این قوانین مقدار یا حالت هر سلول را بعد از یک مرحله زمانی و با توجه به مقادیر همسایه‌هایش قبل از انتقال، مشخص می‌سازد. در هر مدل CA هدف اصلی تعیین صحیح و مناسب قوانین انتقال می‌باشد و این قوانین هستند که کارایی مدل را تعیین می‌کنند.
- **فضای زمانی:** یک فضای گسسته در زمان که شامل مراحل زمانی است. در هر مرحله مقادیر سلول‌ها بر اساس قوانین انتقال تغییر می‌یابند.

۶- روش کار و داده‌های مورد استفاده در تحقیق



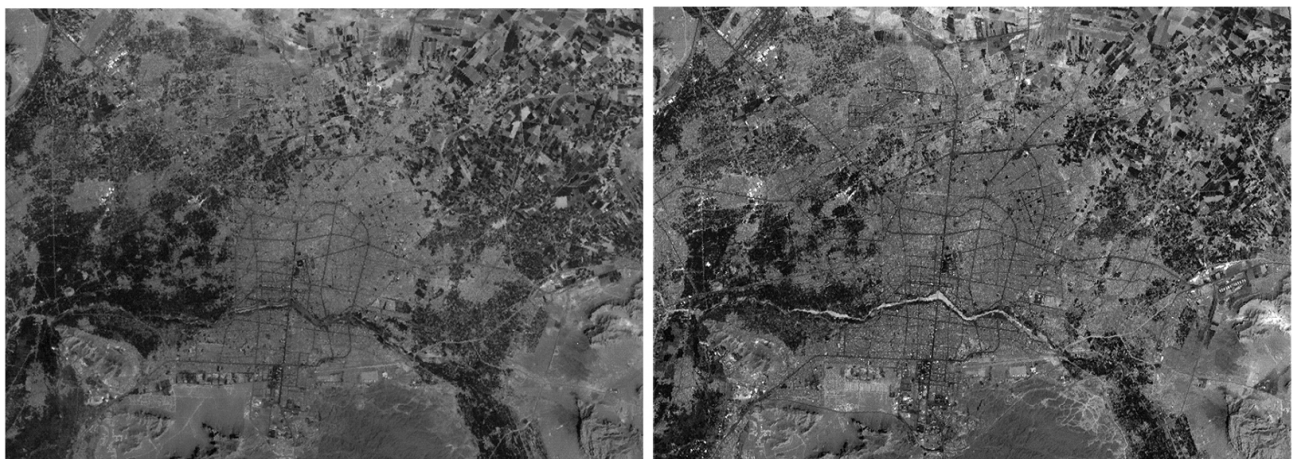


ناحیه مطالعاتی در این پژوهش شهر اصفهان و حومه اطراف آن می باشد. که در تصاویر زیر مشخص می باشد. تصاویر ماهواره ای برای به روز رسانی نقشه های شهری استفاده می شود. در این پژوهش از ۲ تصویر در فواصل زمانی ۱۱ ساله استفاده می شود که مشخصات این تصاویر در جدول ۱ آمده است. اندازه پیکسل تصاویر، اندازه سلولی ۳۰×۳۰ متر انتخاب شده است.

جدول ۱- تصاویر مورد استفاده و مشخصات آن ها

شماره تصویر	ماهواره	نوع سنجنده	تاریخ اخذ تصویر	قدرت تفکیک مکانی	قدرت تفکیک رادیو متری	سیستم تصویر	سطح مبنا
۱	لندست ۷	ETM ⁺	۱۹۹۰	۲۸/۵	۸ بیت	UTM	WGS۸۴
۲	لندست ۷	ETM ⁺	۲۰۰۱	۲۸/۵	۸ بیت	UTM	WGS۸۴

تصویر شماره ۱ و ۲- روند گسترش شهر در سالهای ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱



1990

2001



۷- روشهای مدل CA برای عملیات شبیه سازی

دو روش برای کاربرد مدل CA بر پایه GIS و سنجش از دور وجود دارد:

الف- روش با در نظر گرفتن عوامل محدود کننده، که در آن محدودیت های جغرافیایی برای رشد شهر در احتمالات سلول ها برای تبدیل موثرند.



ب- روش بدون در نظر گرفتن فاکتور محدودکننده، که در آن همه سلول ها دارای احتمال برابری برای تغییر وضعیت هستند و یک سلول برای توسعه خود با هیچ مانعی مواجه نیست.

در این پژوهش روند تغییرات کاربری را بدون فاکتور محدود کننده مورد بررسی قرار گرفته است.

در این تحقیق رشد شهری به عنوان تبدیل اراضی ساخته نشده و محیط‌های طبیعی به اراضی ساخته شده و ساختارهای با کالبد شهری قلمداد گردیده و در شبیه سازی رشد شهری تغییرات این دو کاربری مد نظر قرار گرفت؛ لذا بعد از طبقه بندی تصاویر همه آنها به دو کلاس اصلی ساخته شده و ساخته نشده کلاسه بندی می‌شوند.

تصویر ۳ و ۴- تقسیم بندی بافت به کلاس شهری و غیر شهری در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱

۲۰۰۱ برای ۱۹۹۰ برای طبقه بندی اراضی از روش Anderson level که توسط سازمان زمین شناسی

آمریکا توسعه داده شده استفاده می‌گردد و کلاسهایی که برای طبقه بندی انتخاب گردید عبارتند از:

- اراضی ساخته شده

- اراضی کشاورزی و اراضی پارک و فضای سبز

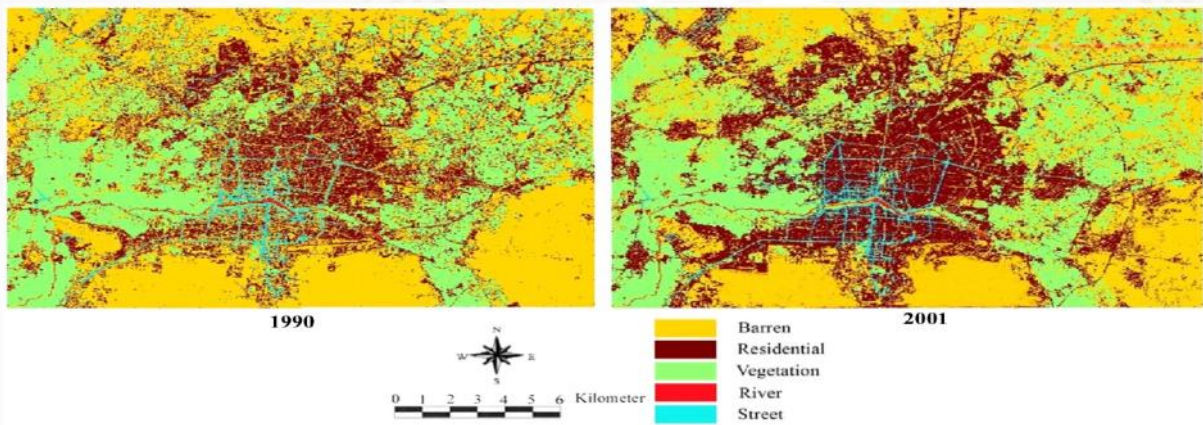
- اراضی بایر

- پهنه آبی

- خیابان

طبقه بندی اراضی براساس معیارهای فوق در رسترهای سال ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱ انجام شد.

تصویر ۵ و ۶- طبقه بندی اراضی براساس ۵ معیار Anderson level





۸- مدل سازی تغییرات کاربری اراضی در اصفهان

خروجی براساس تغییر هر سلول مقدار ۰ یا ۱ می گیرد و برای مدل سازی، مقایسه دو لایه رستری به صورت پیکسل به پیکسل انجام می شود و تعیین میزان شباهت آن ها، مقایسه تعداد پیکسلهایی است که در هر دو لایه به یک کاربری تعلق دارند برای این منظور از ضریب کاپا استفاده می شود. ضریب کاپا بر مبنای جدولی بنام جدول احتمال وقوع بدست می آید. این شاخص براساس مقایسه پیکسل به پیکسل دو نقشه حاصل می شود که با کمک این ضریب می توان میزان شباهت دو نقشه در پخش مکانی را اندازه گرفت. براساس این جدول مشخص می شود که هر کلاس از پیکسلها به چه شکلی نسبت به دو نقشه پخش شده اند. ضریب کاپا براساس مقادیر زیر مشخص می شود:

جدول شماره ۲- جدول احتمال وقوع

جدول احتمال وقوع (Monseruds and Leemans, 1992)

		کلاسهای نقشه B				Total
		1	2	...	C	
کلاسهای نقشه A	1	P ₁₁	P ₁₂	...	P _{1C}	P _{1T}
	2	P ₂₁	P ₂₂	...	P _{2C}	P _{2T}
	□	□	□	□	□	□
	C	P _{C1}	P _{C2}	...	P _{CC}	P _{CT}
Total		P _{T1}	P _{T2}	...	P _{TC}	1

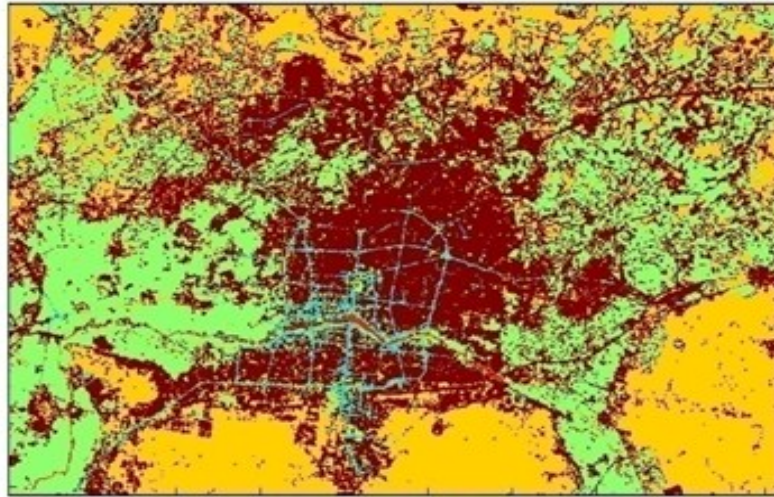
$$P(\max) = \sum_{i=1}^c \min(p_{iT}, p_{Ti})$$

$$P(E) = \sum_{i=1}^c p_{iT} \cdot p_{Ti}$$

$$P(A) = \sum_{i=1}^c p_{ii}$$

$$Kappa = \frac{P(A) - P(E)}{1 - P(E)}$$

شبیه سازی براساس احتمالات تبدیل کلی و نتایج حاصل از تصاویر ماهواره ای، کلاس ساخته شده و ساخته نشده و ۵ معیارهای طبقه بندی اراضی برای سال های فوق به شکل زیر انجام می گیرد. در واقع هدف از مدل سازی، شناخت و تحلیل روند تغییرات کاربری اراضی و برنامه ریزی مطلوب در راستای این تغییرات است. با مشاهده مدل شبیه سازی تغییرات کاربری اراضی شهر اصفهان به سمت اراضی غیر شهری مشاهده می شود. زیرا با توجه به شبیه سازی صورت گرفته، سمت سوی و درجه تمایل توسعه به سمت اراضی غیر شهری می باشد.



تصویر ۷- نتیجه شبیه سازی روند تغییرات کاربری اراضی دوره ۲۰۰۱-۱۹۹۰

۹- نتیجه گیری

با استفاده از مدل CA می توان روند تخریب محیط طبیعی و روند تغییرات کاربری اراضی اصفهان را شبیه سازی نمود که نشان دهنده روند شهرنشینی و شهرگرایی است. با استفاده از پتانسیل سلول ها و لایه های مکانی و کلاس بندی آن ها درجه تمایل توسعه به سمت اراضی شهری مشخص می شود. مدلسازی صورت گرفته برای شهر اصفهان درجه تمایل توسعه اراضی غیر شهری برای تبدیل به اراضی شهری را در سمت شمال نسبت به جهات دیگر سریع تر ارزیابی می نماید و برای جلوگیری از این روند باید برنامه ریزان شهری با اتخاذ تصمیمات و برنامه ریزی بلند مدت از اثرات آن بکاهند.



منابع و ماخذ

- ۱- ضیائیان فیروز آبادی، پرویز، علیرضا شکیبا، علی اکبر متکان، علی صادقی، سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل سلولهای خودکار به عنوان ابزاری برای شبیه سازی تغییرات کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهرکرد)، علوم محیطی، سال هفتم، شماره اول، پاییز ۱۳۸۸
- ۲- علی محمدی سراب، عباس، علی اکبر متکان، بابک میر باقری، ارزیابی کارایی مدل سلولهای خودکار در شبیه سازی گسترش اراضی شهری در حومه جنوب غرب تهران، برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره چهاردهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹
- ۳- میر احمدی، مهرداد، شبیه سازی رشد شهری با استفاده از مدل (CELLULARAUTOMATA) نمونه موردی: شهر مشهد، دانشگاه علم و صنعت ایران، پایان نامه ارشد شهرسازی، ۱۳۸۵
- ۴- احدنژاد روشن، محسن، سیداحمد حسینی، ارزیابی و پیش بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره ای چند زمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی نمونه موردی: شهر تبریز در مقطع زمانی ۱۳۸۹-۱۳۶۳، مجله پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال دوم، شماره چهارم، بهار ۱۳۹۰
- ۵- فیضی زاده، ب، عزیزی، ح، ولیزاده کامران، استخراج کاربری های اراضی شهرستان ملکان با استفاده از تصاویر ماهواره ای ماهواره ای ETM لندست ۷، مجله آمایش، شماره سوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر ۷۴-۹۳، ۱۳۸۶



This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.