نشریه علمی محیط و توسعه، سال دوم، شماره سوم، زمستان ۱۳۸۷

ارزیابی اثرات تجمعی از طریق شبیه سازی پویایی شهری با استفاده از مدل HTUELS در محیط SIG

عبدالرسول سلمان ماهینی[۱]، مهندس مهدی غلامعلی فرد[۲]
[۱] استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

چکیده

افزایش جمعیت، مهاجرت و توسعه صنعتی موجب توسعه فیزیکی شهرها، تراکم جمعیت در مناطق شهری، ترافیک و آلودگی‌های محیط زیست شده است. رشد سریع شهرنشینی فشارهای سنگینی بر سرزمین و منابع اطراف آنها وارد کرده است و منتج به کاهش پوشش گیاهی طبیعی، کاهش فضاهای باز و مشکلات جدی اجتماعی و محیط زیستی شده و در اکثر موارد، این تغییرات سریع کاربری اراضی بدون درک روشن از اثرات آنها اتفاق افتاده است. از این رو، یک گام اساسی جهت مدیریت و برنامه ریزی توسعه شهری و همچنین ارزیابی اثرات تجمعی آن، بررسی و شبیه سازی پویایی شهر می باشد. در تحقیق حاضر، پویایی شهری «برای اولین بار در ایران» به صورت مدل ارائه گردیده است. مدل مورد استفاده SLEUTH نام دارد که محصول تکاملی پروژه Gigalopolis است. نتایج شبیه سازی پویایی شهر گرگان و حومه با مساحت تقریبی ۱۳۱۶ کیلومتر مربع، نشان می دهد که: ۱) میزان پراکندگی کلی توزیع سلولهای شهری و حرکت به سمت بیرون سلولهای جدید شهری کم است و لذا احتمال رشد خودبخودی سلولهای شهری پایین است، ۲) احتمال تبدیل هر سلول شهری به سلول مرکز انتشار شهر (موقعیتی که تعداد سه یا بیشتر سلول شهری در مجاور هم قرار دارند) و در نتیجه میزان رشد مرکز انتشار جدید در منطقه تحت پوشش پایین است، ۳) احتمال تولید سلول شهری اضافی در همسایگی یک سلول مرکز انتشار و در نتیجه میزان رشد بنیانی در منطقه تحت پوشش، زیاد می باشد، ۴) عامل توپوگرافی تأثیری در رشد شهر منطقه تحت پوشش ندارد و احتمال زیادی برای توسعه شهری در مناطق با شیب های تند وجود دارد و ۵) مهمترین عامل مؤثر در رشد شهری منطقه تحت پوشش شبکه حمل و نقل موجود و مخصوصاً جاده های اصلی شهر است و بیشترین رشد شهری منطقه تحت پوشش، رشد متأثر از جاده می باشد. بررسی تغییرات شهری در گذشته و پیش بینی آن برای آینده از طریق مدلسازی هسته اصلی یک ارزیابی درست اثرات تجمعی توسعه بر محیط زیست را در اکوسیستم شهری فراهم می آورد. دانستن شرایط گذشته محیط شهر گرگان و آینده احتمالی آن که در اینجا از طریق مدلسازی به روش SLEUTH بدست آمده است چهارچوبی اساسی را برای ارزیابی اثرات تجمعی توسعه این شهر بر اجزای محیط زیست فراهم آورده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

کلمات کلیدی

مدلسازی پویایی شهری، SLEUTH، ارزیابی اثرات تجمعی، شهر گرگان.

نویسنده مسئول: عبدالرسول سلمان ماهینی a_mahini@yahoo.com

مقدمه

شـهر نشـینی یکی از مهمتریـن تغییرات جهانی اسـت. مراکـز جمعیتی جـدا و کوچک گذشـته تبدیل به عارضـه های بزرگ و پیچیـده از لحاظ فیزیکـی، اقتصادی و محیط زیسـتی شـده اند. در حالی که تا ۱۰۰ سـال قبـل، در حـدود ۱۵ درصد جمعیت جهـان در نواحی شـهری زندگی می کردند، امروزه این مقدار به حدود ۵۰ درصد رسـیده اسـت و در ۲۰۰ سـال آینده در حالی که جمعیت دنیا ۶ برابر می شـود جمعیت شـهری ۱۰۰ برابر خواهـد شـد (Acevedo et al.,1996). بـه عنوان مثـال، در حال حاضر ۳/۴ جمعیـت اروپـا در نواحـی شـهری و حومـه زندگی می کننـد که در حدود ۱۰ درصد از کل مسـاحت اروپا را تشـکیل می دهد. در بین سالهای ۱۹۹۰ تـا ۲۰۰۰، حدود ۸۰۰۰۰۰ هکتار به مسـاحت نواحی شـهری اروپا افزوده شـده است که معادل سـه برابر مساحت کشـور لوکزامبورگ است (EEA, 2005). رشـد سریع شـهرهای دنیا فشارهای سنگینی بر سرزمین و منابـع اطـراف آنها وارد نموده و منتج به کاهش پوشـش گیاهی طبیعی، کاهش فضاهای باز و مشکلات جدی اجتماعی و محیط زیستی شده است. در اکثـر مـوارد، این تغییرات سـریع کاربری اراضی بدون درک روشـن از اثرات آنها اتفاق افتاده اسـت. بحث نظری پویایی شـهری از اواسـط دهه ۱۹۵۰ آغاز شـده اسـت. نیم قرن ابتدایی همراه با پیشـرفت های بزرگ و مهم در تئوری و روش شناسـی بوده است. از اواخر دهه ۱۹۸۰ کاربردهای کامپیوتر در برنامه ریزی شهری تغییر کردند. در این راستا، رویکردهای بالا به پایین قدیمی به وسـیله رویکردهای پایین به بالا جایگزین گردیدند. این تغییرات به دلیل معرفی مفاهیمی همچون پیچیدگی، خود سازمانی، هرج و مرج و بعد چین خوردگی در مطالعات داده های کیفی نظیر نقشـه کاربری و پوشـش گیاهی و همچنین پیشـرفت در تکنولوژی کامپیوتر حادث شـد (Batty and Densham, 1996). همزمـان بـا کاربرد رویکردهای پایین به بالا در مدلسـازی پویایی شـهری، مدلهای پویایی شناسـی پدیده ها بر اسـاس «شـبکه های خودکار» نیز جای خود را در این مطالعات باز کردند. به طور کلی رویه های مدلسـازی تغییر کاربری اراضی به دو دسـته تقسیم می شـوند: «مدلهای نوع رگرسـیون» و «مدلهای مکانی بـر پایه انتقال» (Lambin, 1997; Theobald and Hobbs, 1998). از مدلهای نوع اول «رگرسـیون لجستیک» و «شـبکه های عصبی مصنوعی» را می توان نام بـرد. مدلهای مکانی بر پایه انتقال، بسـطی از تکنیک مارکف و شـکلی از شبکه خودکار احتمالی هسـتند(Pijanowski et al., 2002). شبکه های خـودکار، اولین بار در اواخر دهـه ۱۹۴۰ طی تحقیقات Von Neumann و Ulam به عنوان مدلهای بررسی فرایندهای زیستی معرفی گردیدند. شبکه های خودکار، سـامانه های های پویا و مجزایی هسـتند که رفتارشـان بر اسـاس ارتباط محلی معین می گردد. کوچکترین جزء پایه هندسـی در این ساختار سلول می باشد که معمولاً به شکل مربع و به صورت ستون و ردیف هایی در یک ماتریس همسـان ارائه می گردد. به طور کلی در شـبکه های خـودکار، چهـار عنصر اصلی وجود دارند که عبارتند از: سـلول ها، وضعیت ها، قوانین همسـایگی و قوانین انتقـال (Batty and Xie, 1997). از آنجا که سـاختار داده ها در شبکه خودکار رستر هسـتند، امکان کاربرد همزمان شـبکه خودکار و سـامانه اطلاعات جغرافیایی وجود دارد و نتایج حاصل از شـبکه خودکار می توانند مستقیماً وارد سـامانه اطلاعات جغرافیایی شوند (Wagner, 1997).

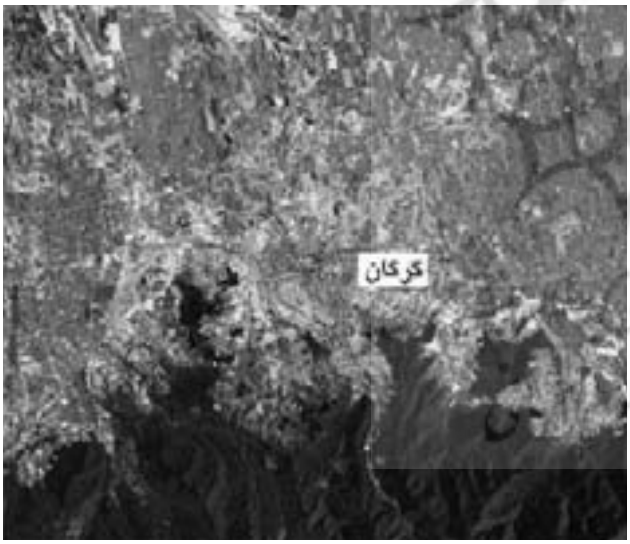
از مهمترین مطالعات جدید که در آنها از مدلهای توسـعه شـهری بر اساس شـبکه خودکار استفاده شده است می توان به باردو و همکاران (۲۰۰۳)، لیو و همکاران (۲۰۰۳)، و اسـتیونس و همکاران (۲۰۰۶) اشـاره نمود. لازم به ذکر است که در حقیقت تفاوت مدلهای شبکه های خودکار بر اساس تعریف قوانین انتقال می باشد.

در تحقیق حاضر، توسـعه شـهری «بـرای اولین بار در ایـران» به صورت مدل ارائه گردید. مدل مورد اسـتفاده به منظور مدلسـازی رشـد شـهری، مـدل SLEUTH مـی باشـد. SLEUTH محصـول تکاملـی پـروژه Gigalopolis اسـت که شـامل دو مدل رشـد شـهری و مدل پوشـش اراضی Deltatron اسـت. در میان تمام مدلهای توسعه شهری بر اساس شـبکه خودکار، مدل SLEUTH یکی از مناسـب ترین مدل ها می باشد (Dietzel and Clarke, 2006). بـرای تعیین اثـرات تجمعی در تحقیق حاضر، به بررسـی تغییرات شهر در گذشـته و مدلسازی توسعه احتمالی آن در آینده پرداخته شد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه شهر گرگان و حومه آن با مساحت ۱۳۱۶ کیلومتر مربع است (شکل ۱).

شکل ۱. تصویر رنگ مجازی منطقه مورد مطالعه شامل باندهای ۳، ۴، ۷.



جهت تهیه لایه های مناطق شهری کنونی و وضعیت شهرنشینی در گذشته و شـبکه حمل و نقل از تصاویر ماهواره Landsat استفاده شد. این تصاویر متعلق به سنجنده های TM و +ETM بودند که در تاریخهای ۱۶ جولای ۱۹۸۷، ۵ سـپتامبر ۱۹۸۸، ۲۰ جولای ۲۰۰۰ و ۳۰ جولای ۲۰۰۱ از منطقه مورد مطالعه اخذ گردیده اند. به منظور اسـتخراج لایه شـهر از متداولترین روش رقومـی تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره ای یعنی طبقه بندی نظارت شده استفاده گردید. لایه های برداری مستثنی از شهرنشینی (رودخانه ها) و شبکه جاده ها نیز با استفاده از روش رقومی سازی بر روی صفحه و تصاویر ماهواره ای تولید گردیدند. در مرحله بعد، از مدل SLEUTH جهت بدست آوردن ضرایب رشد شهر و پیش بینی تغییرات آن در آینده استفاده شد.

مدل SLEUTH بر اسـاس شـبکه خودکار کار می کند که سـلولهادر آن

دارای دو وضعیت شـهر و غیر شهر می باشـند. تغییر وضعیت ها به وسیله ضرایب پنج گانه رشد تعیین می شوند که عبارتند از:

۱) ضریب پراکندگی (پخش):

پراکندگی کلی و توزیع سـلولهای شهری منطقه تحت پوشش و حرکت به سمت بیرون سلولهای شهری جدید را تعیین می نماید.

۲) ضریب زایش:

احتمال تبدیل هر سـلول را به سلول مرکز انتشـار شهر (مرکز انتشار شهر به عنوان موقعیتی که تعداد سـه یا بیشـتر سلول شهری در مجاور هم قرار دارند) معین می کند.

۳) ضریب گسترش:

احتمال اینکه یک سلول مرکز انتشار، سلول شهر اضافی در همسایگی خود را تولید کند. به عبارت دیگر این ضریب چگونگی گسترش به سمت بیرون را کنترل می کند.

۴) ضریب مقاومت شیب:

ارتباط بین توسـعه و درصد شـیب را کنترل می کند. این ضریب به صورت خطـی عمل نمی کند. مقدار بالای این ضریب نشـان می دهد که احتمال رشد شهر در شیب های تند کم است.

۵) ضریب جاذبه جاده:

از آنجا که در مدلسـازی رشد شهری، جاده ها به عنوان عامل جذب توسعه شـهری به حسـاب می آیند، این ضریب ارتباط بین توسعه شهری جدید و سیستم جاده های موجود را کنترل می کند.

مدلسـازی رشد شهری در SLEUTH دارای ۴ گام است. در حقیقت این ۴ گام، قوانین انتقال در شـبکه خودکار مدل SLEUTH را تشکیل می دهند که عبارتند از:

۱) رشد خودبخود؛

۲) رشد مرکز انتشار جدید؛

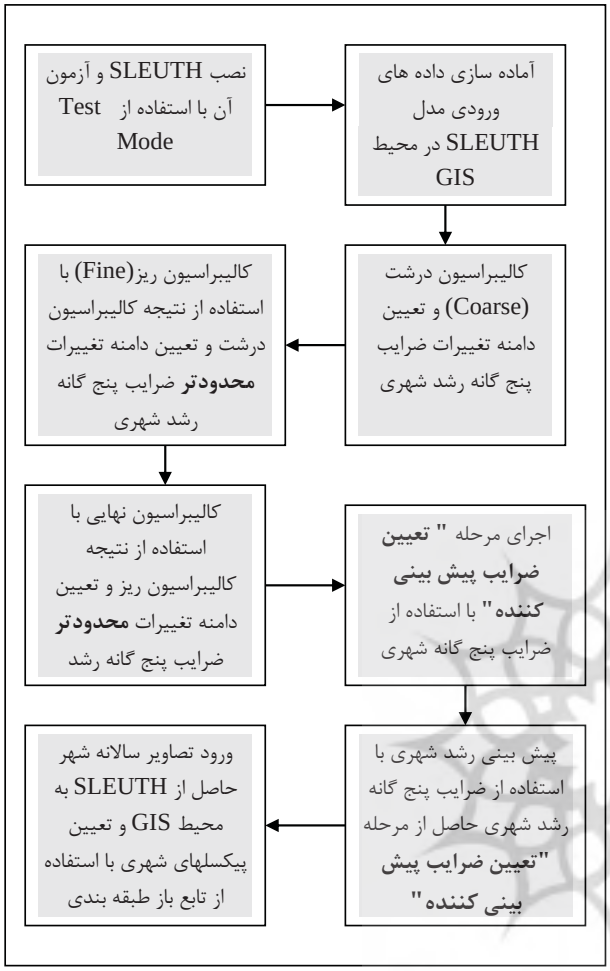
۳) رشد بنیانی (حاشیه ای) و

۴) رشد متأثر از جاده.

نام SLEUTH از لایه های ورودی لازم برای مدل اقتباس می گردد. داده های لازم جهت مدلسـازی رشد شـهری به روش SLEUTH عبارتند از: ۱) شیب Slope، ۲) مناطق مستثنی از شهرنشینی Excluded، ۳) وضعیت شهرنشینی در گذشته بر اساس حداقل ۴ تصویر Urban، ۴) شبکه حمل و نقل بر اساس حداقل ۲ تصویر Transportو ۵) تصویر سایه و روشن پستی و بلندیها Hillshade.

لایه های شـیب و تصویر سـایه و روشن پستی و بلندیها با استفاده از مدل رقومی ارتفاع منطقه تحت پوشـش (تهیه شده توسط سازمان نقشه برداری کشـور که از فایلهای ۱:۲۵۰۰۰ با ابعاد پیکسل ۱۰ متری تولید شده است) به دسـت آمدند. نگاره جریانی مدلسـازی پویایی شهری در شکل ۲ نشان داده شده است.

شکل۲. نگاره جریانی مدلسازی پویایی شهری



نتایج

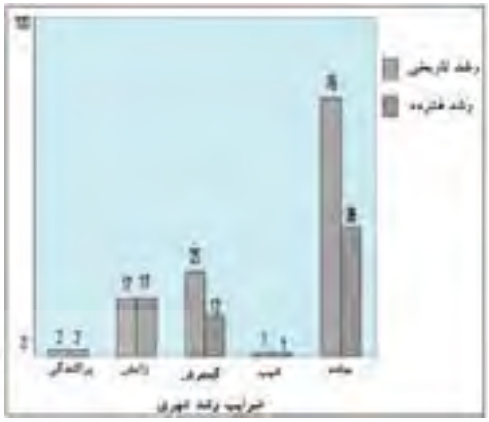
مقادیر بیشینه و کمینه ضرایب پنج گانه رشد در مرحله کالیبراسیون درشت به عنوان دامنه تغییرات آنها انتخاب گردیده و به عنوان ورودی، وارد مرحله کالیبراسیون ریز شدند. این مقادیر نیز به نوبه خود از مرحله کالیبراسیون ریز بدست آمدند و وارد مرحله کالیبراسیون نهایی شدند. مقادیر بیشینه و کمینه ضرایب پنج گانه رشـد کالیبراسـیون نهایی به عنـوان ورودی، وارد مرحله تعیین ضرایب پیش بینی کننده شـدند. بر اساس دامنه تغییرات ضرایب پنج گانه رشـد حاصل از کالیبراسـیون نهایی، مرحله تعیین ضرایب پیش بینی کننده انجام گردید (جدول ۱).

جدول ۱. نتایج ضرایب پنج گانه رشد در مرحله تعیین ضرایب پیش بینی کننده

year	diff	brd	spr	slp	rg
۱۹۸۸	۲	۱۵	۲۲	۱	۷۵
۲۰۰۰	۲/۲۵	۱۶/۹	۲۴/۷۹	۱	۷۶
۲۰۰۱	۲/۲۸	۱۷/۰۷	۲۵/۰۴	۱	۷۶/۱

بر اســاس مقادیر ضرایب پنج گانه رشــد شــهری مربوط به سال ۲۰۰۱ در نتیجــه مرحله تعیین ضرایب پیش کننده، مقادیر ضرایب پنج گانه رشــد در سناریوی تاریخی به دست آمد و مقادیر ضرایب سناریوی فشرده نیز تعریف گردید (شکل ۳).

شکل ۳. ضرایب پنج گانه رشد شهری در سناریوهای تاریخی و فشرده



بــه منظور برآورد صحت اجرای مدلســازی از نمایه های آماری اجرای اول نتایج کالیبراســیون نهایی اســتفاده گردید. نمایه های آماری، درجه توافق بین خروجی های مدل و داده های تاریخی ورودی یعنی سالهای کنترل که در تحقیق حاضر ۱۹۸۷، ۱۹۸۸، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ می باشند را نشان می‌دهند. مقدار نمایه های آماری تحقیق حاضر در جدول جدول ۲ نشــان داده شــده است.

جدول ۲. میزان نمایه های آماری مدلسازی شهری

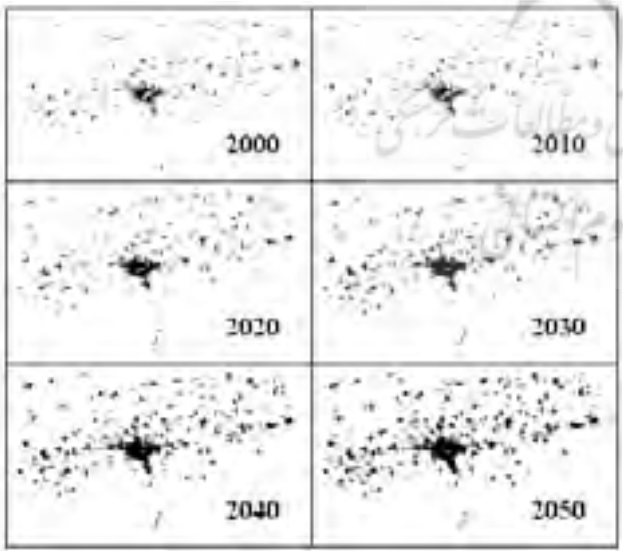
آماره	مقدار
نسبت جمعیت Population ratio	۰/۹۹۹۹۹
ضریب تعیین جمعیت R2 population	۰/۹۹۰۴۱
درصد شهر شده % urbanized	۰/۷۵۶۶۳
ضریب تعیین حاشیه ها R2 edges	۰/۹۶۹۰۴
ضریب تعیین خوشه ها R2 clusters	۰/۹۵۶۳۵
Lee Sallee	۰/۳۱۸۶۴
ضریب تعیین شیب میانگین R2 average slope	۰/۸۲۶۸
مرکز ثقل (x) Centre of gravity (x)	۱
مرکز ثقل (y) Centre of gravity (y)	۰/۸۶۵۳
ضریب تعیین اندازه خوشه R2 cluster size	۰/۸۸۶۰۳
ضریب تعیین شعاع R2 radius	۰/۹۹۳۰۶

با مقادیر ضرایب پنج گانه رشــد (شــکل۳)، پیش بینی رشد شهری تا سال ۲۰۵۰ بر اساس سناریوهای تاریخی و فشرده در ۱۰۰ تکرار Monte Carlo انجام گرفت و ســلولهای شــهری دارای احتمال کمینه ۷۰ درصد به عنوان شــهر در نظر گرفته شــدند و در نهایت مساحت شــهری هر سال محاسبه گردید (جدول ۳ و شکل ۴).

جدول ۳. میزان مساحت شهری در سالهای مبنا بر اساس سناریوهای تاریخی و فشرده

سال	سناریوی تاریخی میزان مساحت شهری(Km2)	سناریوی فشرده میزان مساحت شهری(Km2)
۱۹۸۷	۱۸/۱۶	۱۸/۱۶
۲۰۰۰	۳۱/۶۲	۳۱/۶۲
۲۰۱۰	۳۴/۰۷	۳۲/۶۸
۲۰۲۰	۵۱/۳۵	۴۳/۷۹
۲۰۳۰	۶۹/۱۱	۵۴/۳۶
۲۰۴۰	۸۹/۸۶	۶۴/۸۲
۲۰۵۰	۱۱۵/۲۵	۷۶/۵۹

شکل ۴. وضعیت پویایی شهر در منطقه تحت پوشش بر اساس سناریوی تاریخی



نتایج مدلســازی پویایی شــهری منطقه تحت پوشش مورد تأیید مرکز ملی اطلاعات و تحلیل جغرافیایی آمریکا وابسته به دانشگاه کالیفرنیا سانتاباربارا قرار گرفته اســت و جهت اســتفاده پژوهشــگران در آدرس اینترنتی ذیل موجود می باشد:

http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/gig/v2/About/gorgan_iran.htm

بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر، رشد مناطق مسکونی در منطقه تحت پوشش با استفاده از مدل رشد شهری SLEUTH که بر اساس روش شبکه های خودکار می باشد، شبیه سازی گردید. مدل رشد شهری SLEUTH با بررسی داده های تاریخی از منطقه تحت پوشش، نوع رشد شهری را با استفاده از ضرایب پنج گانه رشد شهری تعیین می نماید. ضرایب پنج گانه رشد شهری در طی مراحل ۳ گانه کالیبراسیون (درشت، ریز و نهایی) و مرحله تعیین ضرایب پیش بینی کننده تعیین گردید و بر اساس آنها احتمال تبدیل هر سلول منطقه تحت پوشش به شهر در آینده مشخص شد. به منظور ارزیابی صحت مدلسازی رشد شهری نیز از ضرایب تعیین (r^2) رگرسیون حداقل مربعات سلولهای مدل شده شهری و سلولهای شهری سالهای کنترل (۱۹۸۷، ۱۹۸۸، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) استفاده شد. با تغییر ضرایب پنج گانه رشد شهری نیز دو سناریو تحت عناوین تاریخی و فشرده تعریف شد.

در مورد مقادیر ضرایب پنج گانه رشد شهری در منطقه تحت پوشش، ضریب پراکندگی (پخش) مقدار خیلی کمی دارد، یعنی میزان پراکندگی کلی توزیع سلولهای شهری و حرکت به سمت بیرون سلولهای جدید شهری کم است و لذا احتمال رشد خودبخودی سلولهای شهری نیز پایین است. مقدار کم ضریب زایش نیز نشان می دهد که احتمال تبدیل هر سلول شهری به سلول مرکز انتشار شهر و در نتیجه میزان رشد مرکز انتشار جدید در منطقه تحت پوشش پایین است. مقدار نسبتاً بالای ضریب گسترش نشان دهنده احتمال بالای تولید سلول شهری اضافی در همسایگی یک سلول مرکز انتشار و در نتیجه میزان بالای رشد بنیانی در منطقه تحت پوشش می باشد. در مورد ضریب مقاومت شیب، مقدار کم این ضریب نشان دهنده احتمال زیاد رشد شهر در شیب های تند است. مقدار بالای ضریب جاذبه جاده نشان می دهد که مهمترین عامل مؤثر در رشد شهری منطقه تحت پوشش شبکه حمل و نقل موجود و مخصوصاً جاده های اصلی شهر می باشد و بیشترین رشد شهری منطقه تحت پوشش، رشد متأثر از جاده است.

در مورد ارزیابی صحت اجرای زیرمدل مدلسازی رشد شهری، مقدار همه نمایه های آماری تحقیق حاضر به غیر از نمایه Lee Salee در حد قابل قبول هستند و صحت اجرای مدل SLEUTH بر طبق داده های ورودی منطقه تحت پوشش را نشان می دهند. در مورد میزان نسبتاً پایین نمایه Lee Salee نیز باید گفت که بر اساس مطالعه Clarke و همکاران (۱۹۹۶)، به دلیل محاسبه دو گانه عدم مطابقت مکانی در نمایه Lee Salee، معمولاً مقدار این نمایه در مدل SLEUTH کم است.

در مورد سناریوهای رشد شهری، سناریوی فشرده مساحت کمتر مناطق مسکونی را در منطقه تحت پوشش نشان می دهد. برخی محققین بر اساس اینکه تراکم بالا، مصرف انرژی را کاهش می دهد و در نتیجه باعث کاهش میزان آلودگی می شود، از نظریه شهر فشرده دفاع می نمایند و آن را به عنوان راه حل جایگزین برای توسعه شهری معرفی نموده اند. به طور کلی، شاخصه های کیفیت زندگی مرتبط با مقوله فشردگی تحت دسته بندی های ۱) دسترسی به خدمات شهری، ۲) کاهش نیاز به سفر، ۳) سلامتی و بهداشت عامه و ۴) تعاملات اجتماعی شناسایی شده اند. در سناریوی تاریخی مساحت بیشتری از منطقه تحت پوشش به مناطق مسکونی اختصاص می یابد. توسعه شهری «کم تراکم» که هم راستا با «تمرکززدایی» است می تواند باعث افزایش مصرف سوخت و سفرهای مبتنی بر اتومبیل شود (مثنوی، ۱۳۸۲).

توسعه شهرها و مناطق مسکونی را که از جنبه های مختلف برای ادامه حیات و فعالیت های انسان ضروری می باشند، نمی توان محدود ساخت. با استفاده از مدلسازی رشد شهری می توان با تغییر پارامترهای مؤثر بر تغییرات سطح شهر و بررسی میزان و مکان کاهش و افزایش سطح شهر، جهت توسعه و رشد آتی شهر و مناطق مسکونی را تعیین و بهترین گزینه مدیریتی را جهت خنثی سازی و یا کاهش اثرات ناگزیر از رشد شهر انتخاب نمود، به گونه ای که از وارد آمدن آسیب بر محیط زیست نیز جلوگیری به عمل آید. ضمناً، از نتایج مدلسازی رشد شهری می توان در مرحله تخفیف اثرات و یا اقدامات اصلاحی ارزیابی اثرات محیط زیستی و ارزیابی اثرات تجمعی استفاده نمود. در این مرحله، انتقال مکانی و زمانی توسعه، تغییر شدت، وسعت و نوع توسعه و ارائه تدابیر مدیریتی جهت کاهش اثرات منفی با هدف بهبود و اصلاح محیط تخریب یافته مورد توجه قرار می گیرد. برای همه این موارد نیاز به اطلاعات در زمینه مجموع اثراتی است که در گذشته به محیط مورد بررسی وارد شده،هم اکنون به آن وارد می شود و بر اساس پیش بینی ها در آینده بر آن تحمیل خواهد شد. از این رو، می توان گفت که ادغام تغییرات مشخص شده گذشته شهر و پیش بینی آینده آن مبنایی برای ارزیابی اثرات تجمعی و نیز مدیریت محیط زیستی محدوده شهر جهت جلوگیری و یا کاهش اثرات منفی خواهد بود.

همچنین یکی از زمینه های مهم تحقیقاتی در مدلسازی پویایی شهری، ترکیب مدل های شهری یا اطلاعات حاصل از آنها با دیگر مدل های اجتماعی _ محیط زیستی است (Clarke et al., 1998). در این زمینه، برخی از محققان ضمن شبیه سازی رشد شهری، اثرات رشد شهر بر محیط زیست را بررسی نموده اند که به عنوان مثال می توان به مطالعه اثرات رشد شهری بر اقلیم یک جزیره گرمسیری و در نتیجه آن بر صنعت توریسم (Engelen et al., 1997)، مطالعه اثرات رشد شهری بر کاهش میزان زمین کشاورزی (Wu, ۱۹۹۸)، مطالعه اثرات رشد شهری بر اقلیم خرد و هیدرولوژی سطحی (Arthur et al., 2003) و مطالعه پیش بینی اثرات رشد شهری بر الگوی زیستگاه ها (Syphard et al., 2005) اشاره داشت. در ایران نیز غلامعلی فرد (۱۳۸۵)، اثرات رشد شهری بر عرضه و تقاضای زمین محل دفن پسماند جامد شهری را مورد مطالعه قرار داده است. نتایج این تحقیق نشان داد که رشد شهری باعث افزایش تقاضای زمین محل دفن و کاهش عرضه زمین محل دفن می گردد. بررسی سناریوهای رشد شهری نیز نشان داد که فرم توسعه شهری فشرده باعث افزایش عرضه زمین محل می گردد و مشکل کمبود زمین محل دفن را کاهش می دهد.

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده دوم مقاله است. از جناب آقای مهندس سید محمود قاسمپوری به دلیل مساعدت در مسایل رایانه ای قدردانی می گردد. همچنین از مدیران و مسئولان محترم دانشگاه تربیت مدرس به دلیل فراهم آوردن زمینه تحقیق حاضر سپاسگزاری می‌گردد.

نشانی پستی: گرگان، خیابان شهید بهشتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، صندوق پستی ۳۸۶.

تلفن محل کار: ۰۱۷۱-۲۲۴۵۹۶۵ دورنگار: ۰۱۷۱-۲۲۴۵۸۸۶

تلفن همراه: ۰۹۱۱۱۷۵۷۸۱۳

E-mail: a_mahini@yahoo.com

[۲] دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.

منابع مورد استفاده

– غلامعلی فــرد، م. (۱۳۸۵). ارایه مدل مکانــی ــ زمانی ارزیابی عرضه و تقاضای زمین محل دفن پسماند جامد با استفاده از مدلسازی پویایی شهری در محیط GIS. پایان نامه کارشناسـی ارشــد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۱۶ ص.

– مثنوی، م. (۱۳۸۲). توســعه پایدار و پارادایم های جدید توســعه شهری: «شهر فشرده» و «شهر گسترده». محیط شناسی، شماره ۳۱، ۱۰۴–۸۹.

- Acevedo, W., Foresman, T. W. and Buchanan, J. T. (1996). Origins and philosophy of building a temporal database to examine human transformation processes. Proceedings,ASPRS/ACSM Annual Convention and Exhibition, Baltimore, MD, April 22-24, 1996, Vol. I, p. 148–161.
Available at: http://landcover.usgs.gov/urban/umap/pubs/asprs_wma.asp

- Arthur-Hartranft, S. T., Carlson, T. N. and Clarke, K. C. (2003). Satellite and ground-based microclimate and hydrologic analyses coupled with a regional urban growth model. Remote Sensing of Environment, 86: 385-400.

- Barredo, I. J., Kasanko, M., McCormick, N. and Lavalle, C. (2003). Modeling dynamic spatial processes: simulation of urban future scenarios through cellular automata. Landscape and Urban Planning, 64: 145-160.

- Batty, M. and Densham, P. J. (1996). Decision support, GIS, and urban planning.
Available at: http://www.geog.ucl.ac.uk/~pdensham/SDSS/s_t_paper.html

- Batty, M. and Xie, Y. (1997). Possible urban automata. Environment and Planning B, 24:175–192.

- Clarke, K., Hoppen, S. and Gaydos, L. (1996) Methods and techniques for rigorous calibration of a cellular automaton model of urban growth. In Proceedings, Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modelling, CD-Rom, Santa Fe, NM, 21-26 January, 1996 (Santa Barbara, CA: National Centre for Geographic Information and Analysis).
Available at: http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/SANTA_FE_CD_ROOM/main.html

- Clarke, K. and Gaydos, L. (1998). Loose-coupling a cellular automaton model and GIS: longterm urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore. International Journal of Geographical Information Science, 12(7): 699–714.

- Dietzel, C. and Clarke, K. (2006). The effect of disaggregating land use categories in cellular automata during model calibration and forecasting. Computers, Environment and Urban Systems, 30(1): 78-101.

- EEA -European Environment Agency- (2005). The European environment – State and outlook 2005, Executive summary. 8 PP.

- Engelen, G., White, R. and Uljee, I. (1997). Integrating constrained cellular automata models, GIS and decision support tools for urban planning and policy-making.
Available at: http://www.citeseer.ist.psu.edu/371266.html

- Lambin, E. F. (1997). Modeling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. Progress in Physical Geography, 21(3): 375-393.

- Liu, Y. and Phinn, R. S. (2003). Modeling urban development with cellular automata incorporating fuzzy-set approaches. Computers, Environment and Urban Systems, 27: 637-658.

- Pijanowski, C. B., Brown, G. D., Shellito, A. B. and Manik, A. G. (2002). Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a Land Transformation Model. Computers, Environment and Urban Systems, 26: 553-575.

- Stevens, D., Dragicevic, S. and Rothley, K. (2006). iCity: A GIS-CA modelling tool for urban planning and decision making. Environmental Modelling & Software. In Press.

- Syphard, A. D., Clarke, K. C. and Franklin, J. (2005). Using a cellular automaton model to forecast the effects of urban growth on habitat pattern in southern California. Ecological Complexity, 2(2): 185-203.

- Theobald, D. M. and Hobbs, N. T. (1998). Forecasting rural land-use change: a comparison of a regression and spatial transition-based models. Geographic and Environmental Modelling, 2(1): 65-82.

- Wagner, D. F. (1997). Cellular automata and geographic

information system. Environment and Planning B, 24(2): 219–234.

- Wu, F. (1998). SimLand: a prototype to simulate land conversion through the integrated GIS and CA with AHP-derived transition rules. International Journal of Geographical Information Science, 12(1): 63–82.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی