

## بررسی امکان مدل‌سازی میزان تغییرات کالبدی بافت‌های شهر با استفاده از داده‌کاوی

دکتر ناجی پژمان ضیایی\*، دکتر محمد نقی‌زاده\*\*، دکتر سید مصطفی مختاباد\*\*\*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۱۰/۲۵

### چکیده

پیش‌بینی آهنگ تغییرات کالبدی بافت‌های شهری یکی از عوامل تأثیرگذار بر کیفیت طراحی و برنامه‌ریزی شهری به‌شمار می‌رود. هدف از انجام این پژوهش تدوین شیوه‌ای برای مدل‌سازی آهنگ تغییرات کالبدی بافت‌های شهری است به‌گونه‌ای که علاوه بر سهولت استفاده، امکان پیش‌بینی تغییرات را از طریق پایش دوره‌های پیشین فراهم سازد. از این‌رو با استفاده از تحلیل رگرسیون خطی، آهنگ تغییرات فرم بافت برای یک دوره زمانی خاص مدل شده و میزان تغییرات آن مشخص گردید. در راستای آزمودن این شیوه، قسمتی از بافت محله فیض‌آباد شهر کرمانشاه مورد مطالعه قرار گرفته و به‌واسطه استخراج اطلاعات مربوط به چهار دوره از روی تصاویر هوایی، وضعیت بافت برای سال هدف مدل گردید. مقایسه اطلاعات مدل شده با وضعیت واقعی بافت نشان داد که مدل ایجادشده کاربردپذیر بوده و در مناطق مصون از تغییرات مبتنی بر طرح‌های شهری منطقه مورد مطالعه از دقت بیش از ۷۰ درصد برخوردار می‌باشد.

### واژه‌های کلیدی

تغییرات کالبدی، بافت شهر، داده‌کاوی، محله فیض‌آباد، کرمانشاه.

Email:naje.pezhman@gmail.com

Email:dr\_mnaghizadeh@yahoo.com

Email:mokhtabm@modares.ac.ir

\*استادیار، گروه معماری، واحد اسلام‌آباد غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلام‌آباد غرب، ایران.

\*\* گروه شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران، (مسئول مکاتبات).

\*\*\* گروه شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

## مقدمه

مورد نیاز جهت مدل‌های پیچیده‌تر شده و دقت آنها را به شدت تحت تاثیر قرار داده است.

از سوی دیگر، کالبد و سازمان فضایی شهر، به‌مثابه نمود نهایی اندرکنش عوامل تاثیر گذار بر آن، بارزترین شاخصه‌ای است که براساس آن قضاوت در مورد ویژگی‌های فضای شهری در خصوص آن شکل می‌گیرد. اگرچه با پیشرفت دانش بشر، نقش مؤلفه‌های تاثیرگذار بیشتری در شکل‌گیری کالبد و سازمان فضایی شهرها برجسته شده است، باین‌حال در اکثر موارد برآیند عوامل مذکور به شکل ساختارهای فرم دهنده کالبدی غالب، نمود یافته و تجلی می‌یابند (ضیایی و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به مطالب فوق این سوال پیش می‌آید که آیا می‌توان با رصد میزان تغییرات کالبدی بافت‌های شهری، به مدلی قابل‌اطمینان برای پیش‌بینی تغییرات آنها در آینده دست‌یافت.

در این پژوهش فرم و کالبد بافت شهری به‌مثابه نتیجه نهایی تأثیر تمامی عناصر دخیل در تغییرات بافت شهرها، در نظر گرفته شده و روند و میزان تغییرات آن برای پیش‌بینی شرایط بافت شهر در آینده، پس از استخراج اطلاعات و کمی‌سازی آنها، توسط تحلیل رگرسیون خطی مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف از انجام این فرایند، تدوین شیوه‌ای قابل‌اعتماد برای پیش‌بینی آهنگ تغییرات بافت شهری است که با تحلیل متغیرهای در دسترس، نتایج قابل قبولی ایجاد نماید. به‌منظور درستی آزمایشی مدل تدوین شده، بخشی از بافت محله فیض‌آباد شهر کرمانشاه به‌عنوان نمونه موردی مطالعه و نتایج حاصل از اعمال شیوه پیشنهادی با اطلاعات موجود واقعی مقایسه شده است.

## پیشینه پژوهش

در حال حاضر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سنجش از راه دور بهترین ابزار برای پایش تغییرات محیطی و استخراج نوع کاربری‌های اراضی بوده که از سرعت و دقت بالایی در مقایسه با سایر روش‌ها برخوردار می‌باشد. به‌کارگیری تصاویر هوایی در رصد و آنالیز حجم تغییرات بافت شهری در چندین پژوهش آزموده شده است، از جمله این موارد می‌توان به نظارت بر گسترش سریع شهری در دلتای رود مروارید (Li & Yeh, 1998)، توصیف پراکندگی شهری در مقیاس حوزه‌های آبریز (Clapham, 2003) و استخراج دقیق گسترش بافت شهری از طریق تصاویر SAR<sup>۲</sup> (Gamba et al., 2011) اشاره نمود. در ایران نیز در چندین مورد از این ابزار استفاده شده است، به‌طور مثال «احد نژاد و همکاران» برای ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فیزیکی شهر اردبیل از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده و نتایج قابل قبولی ارائه نمودند (احد نژاد روستی و همکاران،

پیش‌بینی چگونگی رشد شهرها و شناخت پارامترهای موثر بر آن، یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت سیستم‌های برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری می‌باشد. شناخت نسبی از وضعیت یک بافت شهری به‌مثابه بستر اجرای طرح و برنامه‌های موردنظر، موجب جلوگیری از اتلاف منابع و افزایش احتمال موفقیت سیاست‌گذاری‌های مرتبط با بافت موردنظر می‌گردد. از این‌رو در سال‌های اخیر تلاش‌های بسیار زیادی در جهت تدوین مدل‌های شبیه‌سازی رشد شهر و تخمین آهنگ تغییرات بافت‌های شهری صورت گرفته است. مدل‌های شبیه‌سازی 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. بسیاری از مدل‌های شبیه‌سازی تک متغیری بوده یا تنها عوامل محدودی را به‌عنوان داده در نظر می‌گیرند؛ مانند مدل‌های اکولوژیکی رشد شهری که مورد اقبال بسیاری قرار گرفته‌اند (Weddell, 2002, 298). اما باید به این نکته توجه نمود که پیچیدگی ماهیت مسائل شهری موجب کاهش کارایی مدل‌های مذکور شده و یا از دقت نتایج آنها به طرز چشمگیری خواهد کاست. در راستای ارتقای کیفیت نتایج و نزدیک شدن پیش‌بینی‌های انجام‌گرفته به واقعیت، مدل‌های جامع‌تری مورد آزمایش و استفاده قرار گرفته‌اند که در دو طیف مدل‌های شبیه‌سازی پویا<sup>۱</sup> و مدل‌های پیش‌بینی تجربی<sup>۲</sup> دسته‌بندی شده‌اند (Hu & Lo, 2007, 668).

## بیان مسئله

مدل‌های شبیه‌سازی پویا که از آنها به‌عنوان مدل‌های شبیه‌سازی قاعده مدار نیز نام برده می‌شود، توانایی بسیار زیادی در بازنمایی تلفیق اثر متقابل فضا و پویایی زمانی را دارا می‌باشند. مدل‌هایی از این دست که می‌توان اتوماتای سلولی را به‌عنوان قابل‌اعتمادترین آنها نام برد (White & Engelen, 1997, 241)، طیف گسترده‌ای از اطلاعات را با عنوان داده‌های اولیه مورد تحلیل قرار داده و نیازمند وجود اطلاعات آماری دسته‌بندی شده خاص می‌باشند. مدل‌های پیش‌بینی کننده تجربی نیز از تکنیک‌های آماری برای مدل نمودن رابطه بین تغییرات کاربری زمین و عوامل مسبب آن بر اساس داده‌های زمانی، استفاده می‌نمایند (Hu & Lo, 2007, 668). با این توضیحات می‌توان گفت هر دو مدل شبیه‌سازی به‌شدت نیازمند اطلاعات آماری و پایش رفتار بسترهای مورد مطالعه بوده و به حجم زیادی از پارامترهای مربوط برای ایجاد خوراک منطق شبیه‌سازی نیاز دارند. از طرف دیگر فقدان نظام‌های سیستماتیک جمع‌آوری اطلاعات اسنادی و برداشت و بروز رسانی دوره‌ای نقشه‌ها و تصاویر هوایی موجب نقصان اطلاعات منسجم

۱۳۹۰). همچنین در تجربه‌ای دیگر «زمانی و همکاران» با به‌کارگیری مدل clue-s تغییرات کاربری اراضی شهر زنجان را با درصد خطای اندکی پیش‌بینی نمودند (اصغری‌زمانی و همکاران، ۱۳۸۹).

«یوسفی و همکاران» با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور و به‌کارگیری مدل زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار تغییرات کاربری اراضی شهر بجنورد را مدل‌سازی نمودند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۶)، «بهنام عطا و همکاران» نیز از همین روش برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهر گنبد کاووس بهره بردند (عطا و همکاران، ۱۳۹۶).

در پژوهشی نیز که برای مدل‌سازی رشد و توسعه شهر بیابانی یزد با استفاده از تحلیل‌های پیشرفته فضایی در فاصله سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۲۰ توسط المدرسی و همکاران انجام گرفته از اطلاعات مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای به‌عنوان خوراک مدل بهره گرفته شده است (المدرسی و همکاران، ۲۰۱۶). احمدی و سفانیان در پژوهش آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات پوشش اراضی شهر اراک (احمدی ندوشن و همکاران، ۱۳۸۸) و تیموری و همکاران نیز در ارزیابی و پیش‌بینی گسترش افقی شهر قزوین با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی، طی دوره (۱۹۸۶-۲۰۱۱) (Teimouri et al., 2014) این روش را دنبال کرده‌اند.

تحلیل رگراسیونی نیز به‌مثابه یکی از روش‌های پیش‌بینی تجربی در مطالعات بسیاری از جمله تحلیل میزان جنگل‌زدایی (Schneider & Pontius, 2001) و (Geoghegan et al., 2001) وضعیت کشاورزی (Serneels & Lambin, 2001) و (Walsh et al., 2001) و همچنین مدل نمودن رشد شهرها (Allen & Lu, 2003) و (Wu & Yeh, 1997) و (Landis & Zhang, 1998) بکار گرفته شده است. رویکردهای آماری به‌سادگی تأثیر متغیرهای مستقل را مشخص نموده و درجه‌ای قابل اطمینان از سهم تأثیر هر یک را فراهم می‌آورند. در بسیاری از موارد این مدل‌ها فرایندهای فضایی و تغییر کاربری زمین ناشی از آنها را به‌خوبی با یکدیگر متناسب می‌سازد (Irwin & Geoghegan, 2001).

با توجه به مطالب فوق این سوال پیش می‌آید که آیا می‌توان با رصد میزان تغییرات کالبدی بافت‌های شهری، به مدلی قابل اطمینان برای پیش‌بینی تغییرات آنها در آینده دست‌یافت؟

همان‌گونه که از بررسی تجارب پیشین در این زمینه برمی‌آید، در بیشتر پژوهش‌های مورد مطالعه، اطلاعات مورد نیاز جهت پیش‌بینی رفتار یا وضعیت، توسط مدل‌های تولید داده، مانند زنجیره مارکف یا سلولار اتوماتو تولید شده و جهت به‌کارگیری در منطق مدل پیش‌بینی کالبدی شده‌اند. در پژوهش پیش رو سعی شده است که اطلاعات، حتی‌الامکان از بستر مورد نظر مطالعه استخراج شده و در مقطعی که

داده‌های لازم وجود ندارد، نزدیک‌ترین مقادیر داده به‌واسطه تحلیل رگراسیونی ایجاد گردد. این امر موجب ارتقای دقت مدل خواهد شد، زیرا فرایند شبیه‌سازی در موارد فقدان اطلاعات، تنها یک‌بار و برای عملکرد سیستم مدل انجام می‌گردد.

### محدوده مورد مطالعه

در این پژوهش بخشی از بافت محله تاریخی فیض‌آباد شهر کرمانشاه واقع در استان کرمانشاه مابین عرض‌های جغرافیایی ۳۴۱۹۰۴ و ۳۴۱۹۰۷ و طول‌های ۴۷۰۴۲۹ و ۴۷۰۴۳۲ با مساحت ۲/۲ هکتار به‌عنوان نمونه مورد مطالعه قرار گرفته است. این محله جزء چند روستای به‌هم‌پیوسته تشکیل‌دهنده بافت شهر در دوره قاجار بوده و یکی از هسته‌های قدیمی کرمانشاه به شمار می‌آید که در حال حاضر به دلیل فرسودگی از شرایط نامناسبی برخوردار است.

در این محله خانه‌هایی به قدمت ۱۰۰ تا ۱۵۰ سال وجود دارند. فیض‌آباد در شهر تاریخی کرمانشاه، در شمال شهر قرار گرفته بود و محله‌های اعیانی و ثروتمند نشین به شمار می‌آمد و به همین دلیل خانه‌های به‌جای مانده در آن از معماری باارزش و تزئینات پرکاری برخوردارند. همچنین راه کاروان‌های کربلا از فیض‌آباد می‌گذشت و به همین دلیل چندین کاروانسرا در این محله قرار داشت. مسجد جامع شیعیان کرمانشاه و بعضی از مراکز حکومتی نیز در داخل و اطراف این محله مستقر بود (حبیبی و همکاران، ۱۳۷۶، ۲۸۳). دلیل انتخاب این محدوده، در دست بودن اطلاعات دوره‌های زمانی مورد مطالعه و همچنین تغییرات کالبدی محسوس در بازه زمانی دوره‌ها در راستای آزمودن دقت مدل پیشنهادی بوده است.

### روش پژوهش

پژوهش پیش‌رو کمی و از لحاظ دسته‌بندی بر اساس اهداف، کاربردی می‌باشد، همچنین با توجه به پایش تغییرات بافت شهری مورد مطالعه در بازه‌های مشخصی از زمان، می‌توان تحقیق را در دسته پژوهش‌های طولی قرارداد. تحقیق همبستگی بین متغیرها از طریق تحلیل رگرسیونی به‌عنوان روش این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است.

فرم کالبد بافت شهری محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، به‌عنوان متغیر وابسته مورد بررسی و پایش قرار گرفته است. گذشت زمان در این میان به‌عنوان متغیر مستقل موجب تغییر بافت شهری شده و آن را تحت تأثیر قرار داده است. با توجه به این موضوع در راستای رصد تغییرات فرم کالبدی بافت شهری در طول زمان از تصاویر هوایی موجود منطقه مورد استفاده شده است. در پژوهش پیش‌رو از طریق پایش تغییرات بافت شهری هدف در مقیاس زمان، و بکار

تابع از متغیرهای مستقل است که تابع رگرسیون نامیده می‌شود. در شرایط خاصی از این تحلیل می‌توان برای استنتاج روابط عالی بین متغیرهای مستقل و وابسته استفاده نمود (بازرگان لاری، ۱۳۹۱). دو رویکرد اساسی به وابستگی فضایی و چهارچوب رگرسیونی وجود دارد که یکی ایجاد یک مدل ترکیب پیچیده‌تر مانند یک ساختار خود کاهشی برای کالبد فضایی (Anselin, 1988) و دیگری ایجاد طرح یک مدل فضایی برای گسترش بازه فاصله بین نقاط نمونه مورد مطالعه می‌باشند. از این‌رو بکارگیری شیوه فوق، ابزاری منطقی برای از میان بردن خودهمبستگی فضایی و طراحی خردگرایانه نمونه مورد مطالعه است که موازنه ایده‌آلی بین هر دو وجه برقرار می‌نماید (Xie et al., 2005).

مدل‌های رگرسیون شامل متغیرهای زیر است:

پارامترهای ناشناخته که با  $\beta$  مشخص می‌شود و یک مقیاس یا بردار را نمایش می‌دهد. متغیرهای مستقل با  $X$  و متغیر وابسته با  $Y$  نشان داده می‌شوند. با توجه به مطالب فوق، رابطه میان متغیرها و پارامتر ناشناخته همان‌گونه که در رابطه ۱ قید گردیده، به صورت زیر تخمین زده می‌شود.

$$Y \approx f(X, \beta)$$

رابطه ۱. معادله پیشنهادی میان متغیرهای مستقل و وابسته

روش‌های مختلفی برای تحلیل رگرسیونی وجود دارد، اما در فرایند این پژوهش به واسطه اینکه تغییرات مؤلفه‌های بافت به‌مناب‌ه متغیرهای وابسته به متغیر مستقل زمان وابسته هستند، از مدل رگرسیونی خطی ساده استفاده شده است. همان‌گونه که در شرح روش تحقیق ذکر گردید، تصاویر هوایی منطقه



شکل ۲. عکس هوایی سال ۱۳۵۵ منطقه مورد مطالعه (ماخذ: سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۵۵)

گیری اطلاعات استخراج‌شده در یک مدل آماری پیش‌بینی‌کننده، وضعیت بافت‌های مذکور در افق طرح بازسازی شده است. در این روش تصاویر هوایی گردآوری‌شده هم مقیاس شده و سپس با بهره‌گیری از تیپولوژی بناهای منطقه هدف، یک شبکه شطرنجی به ابعاد دانه‌بندی غالب بناها به تصاویر الحاق شده است. افزودن شبکه مزبور در راستای ایجاد قابلیت کمی نمودن مقادیر پر و خالی، نوع کاربری و یا هرگونه اطلاعات کیفی موردنظر می‌باشد. شایان‌ذکر است برای ارتقای دقت سیستم می‌توان هر سلول از شبکه مرجع قراردادی را به تقسیمات کوچک‌تری تقسیم نمود.

با به دست آمدن مقادیر جدید برای هر سلول از شبکه مرجع قراردادی، شبکه شطرنجی استاندارد حاصل می‌گردد که هر یک از واحدهای تشکیل‌دهنده آن حائز ارزش کمی متغیر متناظر خود می‌باشد. از آنجاکه تغییرات هر یک از مؤلفه‌های موردنظر در واحد زمان صورت می‌گیرد، برای پیش‌بینی مقدار تغییر هر مؤلفه می‌بایست معادله حاکم بر متغیرهای درگیر، با توجه به رصد رفتار سیستم در طول مدت مطالعه استخراج گردد. معادلات به‌دست‌آمده ارزش نهایی اندرکنش مؤلفه‌های مورد مطالعه را در واحد زمان برای هر سلول شبکه مرجع، مشخص خواهد نمود. با استفاده از نرم‌افزار مینی‌تب ورژ ۱۶<sup>۴</sup> و به‌کارگیری تحلیل رگرسیونی، نزدیک‌ترین تابع تغییرات مؤلفه‌های مورد مطالعه برای هر سلول، از شبکه قراردادی استخراج شده است.

## مبانی نظری

رگرسیون یک روش برای کشف روابط تجربی بین یک طبقه مستقل و وابسته چند باینری و متغیرهای پیوسته است (McCullagh & Nelder, 1989, 141). هدف از به‌کارگیری این تکنیک تخمین یک



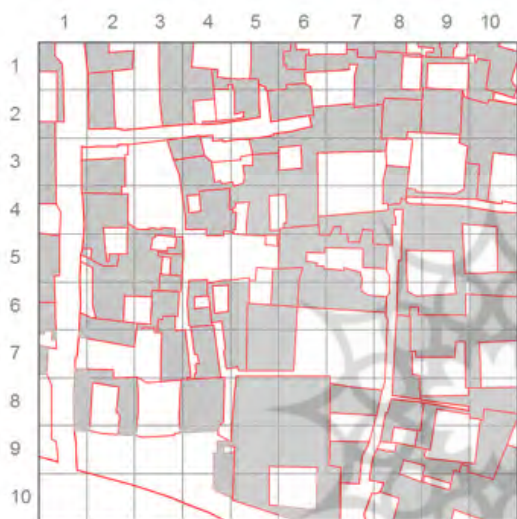
شکل ۱. عکس هوایی سال ۱۳۳۵ منطقه مورد مطالعه (ماخذ: سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۳۵)

غالب بناهای موجود در دوره زمانی نخست می‌باشد. شایان‌ذکر است به‌کارگیری شبکه مذکور صرفاً در راستای سهولت کمی‌سازی اطلاعات استخراج‌شده بوده و با کوچک‌تر شدن ابعاد شبکه دقت مدل افزایش خواهد یافت.

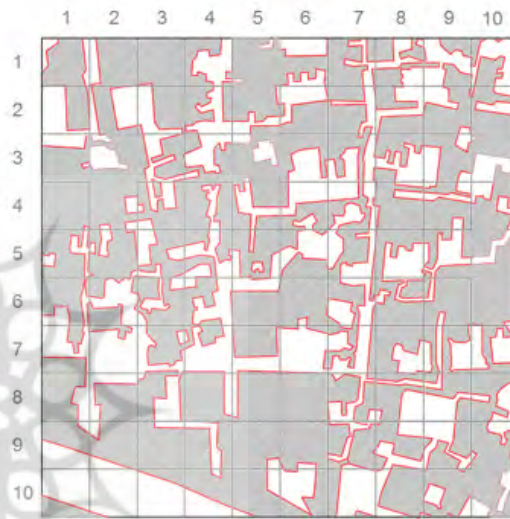
در این مرحله اطلاعات مدنظر هر سلول شبکه برداشت‌شده و مقدار کمی آن در سلول جایگزین شده است. اطلاعات موردنظر بنا به نوع و دسته‌بندی خود به‌صورت مستقیم یا به‌وسیله ترجمه عددی قابلیت بازنمایی خواهند داشت. در این پژوهش اطلاعات مربوط به مساحت

مورد مطالعه در دوره‌های زمانی متوالی مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به وجود تصاویر مذکور برای سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۵۵ در آرشیو سازمان نقشه‌برداری کشور (شکل ۲ و ۳)، مقاطع زمانی قدیمی برای بکارگیری در این مدل سال‌های ۱۳۳۵ و ۱۳۵۵ در نظر گرفته‌شده و برای دوره‌های زمانی نزدیک‌تر از تصاویر هوایی ماهواره‌ای گوگل در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ (شکل ۴ و ۵) استفاده‌شده است.

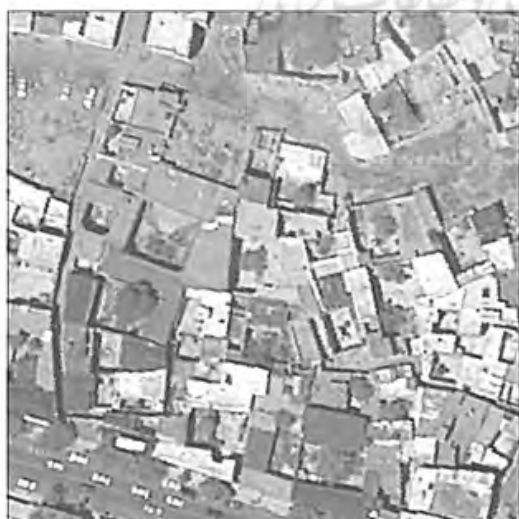
پس از هم مقیاس نمودن تصاویر، شبکه‌ای منظم با ابعاد یکسان بر روی تصاویر ایجاد‌شده است و ابعاد این شبکه معادل دانه‌بندی



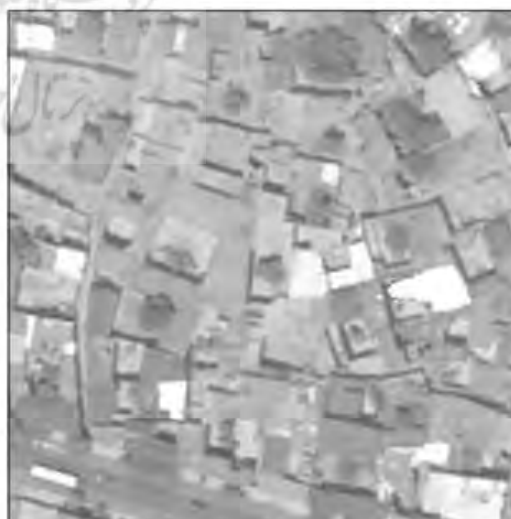
شکل ۴. نقشه ترسیم‌شده محدوده پر و خالی بافت مورد مطالعه سال ۱۳۵۵



شکل ۳. نقشه ترسیم‌شده محدوده پر و خالی بافت مورد مطالعه سال ۱۳۳۵



شکل ۶: عکس هوایی سال ۱۳۹۰ منطقه مورد مطالعه (Source: Google Earth, 2011)



شکل ۵: عکس هوایی سال ۱۳۸۵ منطقه مورد مطالعه (Source: Google Earth, 2006)

جدول ۱: جدول ماتریسی ارزش عددی پر و خالی بافت مورد مطالعه سال ۱۳۳۵

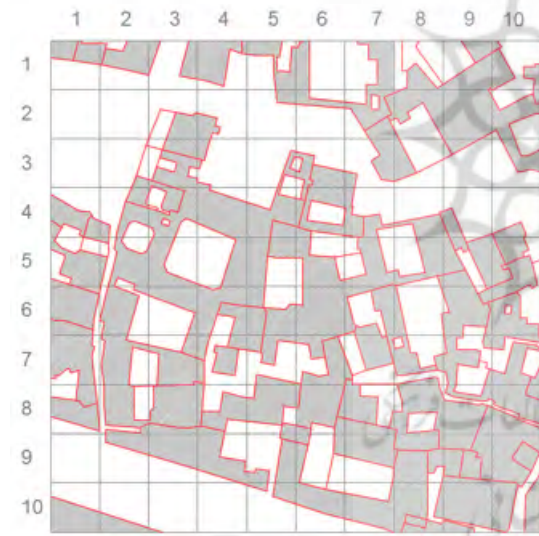
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	۵۷/۱	۶۲/۸	۷۴/۳	۳۷	۷۳/۴	۳۷/۳	۶۰/۲	۴۲/۴	۳۳/۵	۲۸/۸
2	۳۲/۲	۳۵	۳۴/۶	۲۲/۸	۵۸/۱	۴۵/۵	۵۵/۹	۳۷/۴	۵۶/۴	۵۳/۲
3	۵۴/۸	۵۰/۷	۳۹/۲	۳۰/۸	۵۵/۵	۴۲/۸	۳۷/۲	۴۱/۹	۴۸/۵	۴۴/۵
4	۷۴/۹	۶۵/۹	۵۱/۵	۳۸/۲	۵۲/۳	۳۸	۳۱	۶۲	۵۵/۷	۵۱/۴
5	۵۸/۵	۶۲/۸	۳۳/۷	۳۸/۳	۵۵/۷	۴۰/۱	۳۷/۵	۳۶	۴۲/۹	۵۸/۹
6	۵۴/۲	۳۳/۳	۵۴/۱	۳۳/۳	۵۶/۹	۷۲/۴	۳۷/۸	۶۳/۷	۷۰	۷۴/۹
7	۳۵	۹	۴۲/۳	۱۹/۵	۵۰	۹/۵	۳۲/۱	۵۲/۱	۳۹/۹	۳۰
8	۵۹/۱	۵۰/۷	۴۴/۶	۶۵	۷۰	۷۷/۱	۵۰	۴۴/۸	۴۱/۶	۳۷/۲
9	۴۵	۶۱/۳	۷۰/۳	۵۷/۸	۷۲/۷	۷۳/۲	۵۸	۴۳/۱	۴۳/۷	۵۴/۵
10	۳۲/۲۸	۱/۸	۱۲/۹	۴۴	۶۳	۳۹/۲	۲۰	۶۰	۵۹/۱	۵۱

جدول ۲: جدول ماتریسی ارزش عددی پر و خالی بافت مورد مطالعه سال ۱۳۵۵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	۳۳/۴	۵۲/۶	۳۷/۸	۳۹	۵۱	۵۴/۷	۴۹	۵۰/۵	۳۱/۴	۶۸/۲
2	۱۶/۶	۳۳/۵	۲۶/۲	۳۳/۳	۳۳/۸	۵۵/۵	۴۲/۴	۷۳/۷	۶۹/۳	۷۰/۴
3	۳۳	۳۵/۳	۱۲/۸	۴۴/۲	۴۹/۱	۵۰/۶	۲۲/۲	۲۲/۶	۷/۴	۴۹/۳۳
4	۱۶/۲	۴۱/۴	۷/۶	۶۴/۱	۵۴/۶	۴۱/۱	۳۲/۸	۵۴/۲	۵۴/۹	۳۷/۱
5	۳۳/۸	۵۷/۳	۶۰/۵	۳	۶/۲۵	۶۹/۱	۲۴	۳۷/۳	۳۶/۲۵	۴۰/۴
6	۴۹/۵	۶۰/۴	۵۳	۳۵/۹	۶۰/۴	۵۵	۴۰/۲	۴۱	۵/۱	۷۷/۲
7	۱۵/۹	۳۷/۸	۳۶/۲	۵۲/۷	۶۷	۳۴/۳	۰	۳۷/۹	۴۱/۴	۳۱/۴
8	۲۱/۷	۴۰/۴	۱۱/۱	۶۶/۲	۷۲	۷۷/۲	۴۷/۲	۵۳	۳۷/۴	۶۲/۴
9	۲/۴	۵/۹	۱/۴	۲۲	۷۲/۲۵	۶۸/۶	۴۳/۵	۴۴/۳	۲۰/۲	۶۲
10	.	.	.	.	۱۱/۲	۴۴/۵	۳۰/۱	۵۰	۶۵/۸	۷۳/۵



شکل ۷: نقشه ترسیم‌شده محدوده پر و خالی بافت مورد مطالعه سال ۱۳۸۵



شکل ۸: نقشه ترسیم‌شده محدوده پر و خالی بافت مورد مطالعه سال ۱۳۹۰

رابطه تغییرات مقادیر نسبت به زمان، توسط نرم‌افزار مینی تب ورژن ۱۶ صورت گرفته است. همان‌گونه که پیش‌تر ذکر گردید در معادله ایجاد شده برای هر سلول که مطابق با الگوی  $Y \approx f(X, \beta)$  (رابطه ۱) شکل گرفته است، نرم‌افزار مذکور، مقادیر متغیر وابسته را از تابعی که از رصد تغییرات ارزش هر سلول در بازه زمانی مورد مطالعه به دست آمده، محاسبه و معادله نهایی را تولید کرده است. روابط مذکور برای هر سلول منحصر به فرد بوده و از یک مقدار ثابت و یک ضریب برای متغیر

فضاهای پر و خالی مورد مطالعه قرار گرفته و مساحت فضاهای پر هر سلول به عنوان مقادیر عددی آن در نظر گرفته شده است (جدول ۱ تا ۴).

### یافته‌ها

جهت دستیابی به معادلات سلول‌های شبکه بافت مورد مطالعه، پس از کمی‌سازی ارزش هر سلول در شبکه مرجع، بازبایی نزدیک‌ترین

جدول ۳: جدول ماتریسی ارزش عددی پر و خالی بافت مورد مطالعه سال ۱۳۸۵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	۵۷/۸	۴۶	۵۸/۷	۵۲	۵۷/۳	۴۱/۹	۳۵	۲۲/۷	۰	۴۱/۱
2	۱۸	۲۰/۳	۳۳/۴۵	۶۰/۳	۵/۴	۳۷/۷	۳۳/۲	۱۴	۵۵/۱	۳۹/۳
3	۱	۳۳/۱	۳۱/۵	۷۴	۵۸/۳	۵	۱۸/۳۳	۳۹/۸	۳۹/۵	۵۸/۴
4	۴۰/۶	۳۷/۱	۶۹/۳	۷۶/۷	۷۷/۲	۲۰/۸	۳۹/۸	۴۶/۵	۶۳/۱	۶۳/۴
5	۶۵	۵۳/۲	۵۳/۲	۸/۸	۶۷/۴	۴۸/۱	۳۹/۶	۳۹/۹	۷۵/۱	۷۷/۲
6	۳۳/۹	۳۸/۵	۴۶/۸	۶۰/۳	۵۰/۵	۵۱/۱	۷۶/۴	۳۸/۱	۱۹/۱	۷۶/۵
7	۶۳/۹	۶۴/۲	۲۲/۶	۴۹	۲۵/۵	۶۵/۷	۵۸	۶۲/۲	۴۹	۵۴
8	۵۸/۵	۶۵	۵۱/۹	۷۶	۷۲/۱	۶۶/۹	۵۸/۱	۵۹/۷	۶۰/۴	۶۸/۸
9	۳۷/۱	۳۹/۱	۶۰/۱	۶۳/۱	۲۸/۱	۳۶	۳۳/۵	۳۶/۲	۷۵/۴	۶۶/۲
10	۳۱/۷	۱۰/۶	۰	۷/۴	۳۰/۳	۳۷/۱	۴۶/۶	۲۸/۶	۷۱/۱	۶۴

جدول ۴: جدول ماتریسی ارزش عددی پر و خالی بافت مورد مطالعه سال ۱۳۹۰

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	۲۰/۲	۳۹/۲	۳۳/۵	۴۶/۴	۳۵/۶	۲۰/۱	۳۵/۳	۱۶/۴	۴۸/۲	۳۰/۱
2	۰	۰	۲۱/۲	۱۳/۵	۸/۶	۱۴/۳	۴۹/۷	۴۲/۹	۷۵/۳	۳۸/۹
3	۰	۵/۱	۵۳/۶	۹/۵	۷/۱	۳۴/۹	۳۰/۳	۱۷/۹	۹/۳	۲۱/۵
4	۳۹/۵	۳۴/۸	۵۳/۵	۶۰/۶	۵۶/۷	۴۹/۴	۳۱/۸	۲۱/۵	۱۳/۸	۹/۸
5	۴۶/۴	۴۷/۵	۳۸/۳	۲۸/۹	۴۹/۶	۴۴	۴۲	۳۷/۸	۶۰/۵	۶۰/۸
6	۷۱/۷	۴۷/۹	۳۳/۷	۶۳/۹	۵۵/۸	۷۲/۲	۴۶/۸	۱۱/۹	۶۶/۴	۵۰/۴
7	۵۷/۱	۴۶/۳	۵۲/۴	۳۹/۳	۳۲/۶	۵۱	۳۹/۱	۳۴/۴	۳۷/۲	۴۵/۳
8	۴۶/۲	۴۷/۵	۷۲/۹	۳۳/۹	۵۵/۸	۷۰/۷	۴۹/۶	۵۴/۲	۶۰/۹	۷۱/۴
9	۰	۲۰/۷	۴۵	۴۷/۶	۳۵/۸	۲۱/۷	۴۴/۷	۷۰/۶	۷۶/۹	۷۰/۳
10	۴۴/۳	۱۹/۳	۰/۹۵	۰/۳	۱۶	۳۷/۶	۴۵	۶۳/۸	۷۲/۴	۵۷/۱

زمان تشکیل شده‌اند. در نمونه مورد مطالعه این پژوهش برای هر یک از ۱۰۰ سلول مرجع ایجاد شده، معادله‌ای تولید شده که نظام تغییرات و نسبت متغیرها با یکدیگر را شبیه‌سازی می‌نماید (جدول ۵ و ۶)

### ارزیابی و درستی آزمایشی مدل

پس از به دست آمدن معادله هر سلول، با قرار دادن مقادیر مختلف برای متغیر زمان در معادله، می‌توان وضعیت آن سلول را برای هر زمان مدنظر ارزیابی نمود. در این پژوهش با قرار دادن مقدار ۶۰ که فاصله زمانی اولین دوره مطالعه (سال ۱۳۳۵) سال ۱۳۹۵ می‌باشد، ارزش عددی هر سلول برای سال ۱۳۹۵ مدل شده است (جدول ۷). با توجه به در دسترس بودن تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه برای سال ۱۳۹۵ (شکل ۹) می‌توان اطلاعات مدل شده را با مقادیر واقعی آن مقایسه کرده و دقت مدل پیشنهادی را ارزیابی نمود. برای این منظور مطابق روش تعریف شده، اطلاعات مورد نظر برای هر سلول در شبکه شبیه‌سازی شده در سال ۱۳۹۵ ارزیابی شده است (جدول ۸).

### نتیجه‌گیری

با مقایسه دو جدول مقادیر مدل‌سازی شده (جدول ۷) و مقادیر واقعی (جدول ۸) برای سلول‌های شبکه بافت هدف، میزان دقت مدل پیشنهادی مشخص شده است (جدول ۹). در این مقایسه ۶۴ درصد سلول‌های شبکه مدل شده، بیش از ۷۰ درصد با واقعیت تطابق داشته

و تغییرات بافت را مشخص ساخته‌اند. نکته قابل توجه در این مقایسه کاهش دقت مدل در مناطقی است که تغییرات آن تدریجی نبوده و به واسطه دخل و تصرفات اجرای طرح‌های شهری و احداث معابر جدید، با تخریب گسترده مواجه بوده‌اند. با توجه به نتایج حاصل شده می‌توان گفت با به‌کارگیری شیوه آماری از طریق پایش حجم تغییرات یک بافت شهری در چند دوره گذشته می‌توان وضعیت آن را در آینده پیش‌بینی نمود. البته شایان ذکر است که افزایش مطالعات دوره‌های پیشین در دقت مدل تأثیر قابل توجهی خواهد داشت.

از طرف دیگر با توجه به کارایی تصاویر هوایی در ایجاد نظام اطلاعاتی اولیه مدل حاصل، می‌توان گفت در نظر گرفتن فرم کالبدی بافت شهری به‌عنوان نتیجه نهایی اندرکنش تمامی مؤلفه‌های مؤثر در شکل‌گیری آن، فرضی قابل قبول و کارا می‌باشد. لذا با توجه به این موضوع می‌توان اطلاعات استحصال شده از تصاویر مذکور را به‌صورت مستقیم و یا به‌وسیله تفاسیر و ترجمه‌های مقتضی در مدل‌سازی حجم تغییرات بافت‌های شهری بکار گرفت.

یکی دیگر از کاربردهای این مدل، بازسازی اطلاعات دوره‌های میانی در محدوده‌های زمانی مورد مطالعه می‌باشد که اطلاعاتی از آن در دسترس نمی‌باشد.

با توجه به این مطلب که عملاً برنامه‌ریزی تصمیم‌گیری برای آینده محسوب می‌گردد، شکل‌بندی تصویری از وضعیت آتی هر موضوع مورد برنامه‌ریزی، گام اصلی فرایندهای برنامه‌ریزی و نهایتاً طراحی

جدول ۵: جدول ماتریسی معادلات محاسبه مساحت سلول‌های شبکه مرجع بافت مورد مطالعه سلول‌های ۱ تا ۵۰

M1 = 52.0 - 0.482 t	M11 = 65.4 - 0.625t	M21 = 69.1 - 0.733t	M31 = 38.4 +0.071t	M41 = 68.0 - 0.426t
M2 = 30.6 - 0.465 t	M12 = 39.9 - 0.597t	M22 = 44.4 - 0.452t	M32 = 41.1 - 0.356t	M42 = 54.5 - 0.844t
M3 = 52.2 - 0.826 t	M13 = 46.8 - 0.365t	M23 = 32.5 +0.202t	M33 = 45.8 - 0.171t	M43 = 57.9 - 0.471t
M4 = 57.7 - 0.489 t	M14 = 66.3 - 0.493t	M24 = 37.7 +0.013t	M34 = 46.3 +0.382t	M44 = 52.8 +0.172t
M5 = 50.6 - 0.026 t	M15 = 64.8 - 0.359t	M25 = 50.5 +0.008t	M35 = 19.3 + 0.27t	M45 = 32.4 + 0.39t
M6 = 43.5 + 0.092 t	M16 = 45.1 - 0.045t	M26 = 55.1 - 0.133t	M36 = 35.8 +0.441t	M46 = 65.0 - 0.549t
M7 = 22.2 + 0.702 t	M17 = 9.85 + 0.88t	M27 = 39.1 + 0.06t	M37 = 28.4 + 0.46t	M47 = 58.7 - 0.412t
M8 = 46.6 - 0.078 t	M18 = 49.3 - 0.076t	M28 = 32.7 + 0.15t	M38 = 72.8 - 0.536t	M48 = 70.8 - 0.037t
M9 = 28.6 - 0.408 t	M19 = 44.0 - 0.420t	M29 = 45.0 - 0.046t	M39 = 44.8 +0.068t	M49 = 73.4 - 0.435t
M10 = 9.7 + 0.488 t	M20 = - 0.74+0.25 t	M30 = 10.5 - 0.199t	M40 = 31.4 - 0.570t	M50 = 47.3 - 0.529t

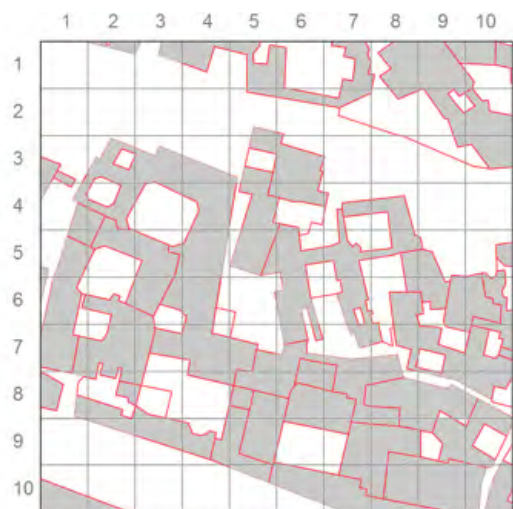
جدول ۶: جدول ماتریسی معادلات محاسبه مساحت سلول‌های شبکه مرجع بافت مورد مطالعه سلول‌های ۵۰ تا ۱۰۰

M51 = 48.7 - 0.419t	M61 = 58.8 - 0.422t	M71 = 45.4 - 0.224t	M81 = 26.2 +0.317t	M91 = 45.1 - 0.106t
M52 = 54.6 - 0.557t	M62 = 63.4 - 0.520t	M72 = 63.4 - 0.719t	M82 = 63.8 - 0.157t	M92 = 61.9 - 0.261t
M53 = 44.2 - 0.180t	M63 = 35.0 - 0.361t	M73 = 39.6 - 0.409t	M83 = 37.9 - 0.385t	M93 = 49.9 - 0.176t
M54 = 47.6 - 0.188t	M64 = 33.4 - 0.004t	M74 = 66.1 - 0.595t	M84 = 63.6 - 0.712t	M94 = 54.5 - 0.587t
M55 = 51.3 - 0.018t	M65 = 39.5 + 0.0474 t	M75 = 36.0 - 0.0005 t	M85 = 42.6 + 0.117t	M95 = 56.4 - 0.158t
M56 = 68.4 - 0.205t	M66 = 39.1 + 0.241t	M76 = 59.0 - 0.564t	M86 = 41.9 + 0.066t	M96 = 83.4 - 0.631t
M57 = 9.53 + 0.862t	M67 = 18.0 + 0.404t	M77 = 49.1 - 0.057t	M87 = 40.8 + 0.0211 t	M97 = 26.5 + 0.491t
M58 = 77.2 - 0.0923 t	M68 = 45.8 + 0.288t	M78 = 44.5 + 0.330t	M88 = 32.8 + 0.468t	M98 = 52.5 + 0.214t
M59 = 79.8 - 0.996t	M69 = 52.7 - 0.107t	M79 = 39.2 + 0.472t	M89 = 35.1 + 0.592t	M99 = 60.3 - 0.035t
M60 = 41.1 + 0.0406 t	M70 = 19.0 + 0.581t	M80 = 52.8 + 0.084t	M90 = 59.5 + 0.260t	M100 = 59.6 + 0.046 t

جدول ۷: جدول ماتریسی ارزش عددی مدل شده برای مساحت فضاهای پر بافت مورد مطالعه در سال ۱۳۹۵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	۲۲/۰۸	۱۷/۹	۲۵/۱۲	۴۲/۶۶	۴۲/۴۴	۲۲/۵۶	۲۲/۶۸	۲۱/۹۶	۴۵/۲۲	۲۸/۷۴
2	۲/۷	۴/۰۸	۱۷/۲۸	۱۹/۷۴	۳/۸۶	۲۱/۱۸	۲۲/۲	۲۰/۲۶	۵۴/۲۸	۴۶/۲۴
3	۲/۶۴	۲۲/۹	۴۴/۶۲	۲۵/۵۴	۲۹/۶۴	۲۲/۴	۱۳/۲۴	۱۵/۰۶	۱۴/۸	۳۹/۲۴
4	۲۸/۲۶	۲۶/۲۲	۲۸/۴۸	۶۹/۲۲	۶۲/۱۲	۲۶/۲۲	۳۲/۱۶	۳۰/۴	۲۰/۸۸	۱۹/۲۸
5	۴۹/۰۴	۴۲/۲۶	۵۰/۹۸	۲۵/۵	۵۵/۸	۵۰/۲۲	۴۲/۲۴	۲۵/۹۷	۴۹/۶۲	۴۶/۹۲
6	۴۹/۰۲	۴۲/۴	۴۷/۱۲	۶۲/۲۶	۳۲/۰۶	۵۶/۱	۵۳/۵۶	۲۵/۱۶	۴۵/۸۶	۴۵/۵۴
7	۶۶/۲۲	۶۲/۶۵	۴۲/۷	۵۶	۳۳/۹۸	۶۱/۲۵	۴۲/۲۴	۴۵/۶۸	۴۲/۰۷	۵۵/۹۶
8	۴۱/۹۲	۴۴/۷۴	۴۱/۷	۴۰/۶۴	۶۸/۵۸	۷۱/۶۶	۶۲/۰۸	۶۴/۲	۶۰/۸۸	۶۵/۲۴
9	۴/۱۲	۱۸/۸	۴۲/۲۴	۴۸/۸۸	۴۷/۲	۲۰/۰۴	۴۶/۲۸	۶۷/۵۲	۷۰/۶۲	۵۸/۲
10	۲۸/۹۸	۱۴/۲۶	-۱/۴۴	-۲/۸	۱۵/۵۶	۴۲/۵۴	۵۳/۸۶	۵۷/۸۴	۷۵/۱	۶۲/۲۶





شکل ۱۰: نقشه ترسیم‌شده محدوده پر و خالی بافت مورد مطالعه سال ۱۳۹۵



شکل ۹: عکس هوایی سال ۱۳۹۵ منطقه مورد مطالعه (Source: Google Earth, 2016)

جدول ۸. جدول ماتریسی ارزش عددی پر و خالی بافت مورد مطالعه سال ۱۳۹۵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	۰	۱۰/۵	۱۳/۶۹	۳۰/۹	۴۴/۶۴	۱۲/۱۵	۳۶/۵	۵۳/۸۲	۷۶/۵	۳۷/۸
2	۰	۰	۰	۰	۱۰/۳۷	۱۶/۸۶	۱۸/۲۶	۵/۷۵	۳۳/۹۶	۴۹/۱
3	۱۸/۲۲	۴۲/۴	۵۱/۵۸	۲۹/۱۶	۳۲/۱۷	۵۴/۶۸	۰	۰	۳/۴	۴۰/۶۱
4	۲۲/۸۱	۵۱/۲۳	۸/۹۶	۶۲/۵۲	۵۵/۷۳	۳۳	۲۰/۶۱	۳۳	۰	۰
5	۴۳/۸	۳۵/۹	۵۷/۵	۶۸/۱۳	۶۰/۴۴	۵۱/۹	۴۲/۳۴	۳۹/۰۲	۱۹/۸۳	۱۵/۱۱
6	۵۳/۵۳	۳۵/۶۴	۶۱/۱۲	۵۶/۴۵	۰	۵۰/۳۲	۳۸/۸۱	۳۶/۲۲	۶۱/۲۵	۲۱/۳۲
7	۶۹	۶۵/۵۸	۵۱/۷۱	۶۷/۰۸	۴۱/۹۸	۵۶/۶۶	۳۵/۳۵	۴۶/۳۸	۴۰/۴۴	۶۲/۶۵
8	۳۲/۷۶	۲۸/۶۸	۱۱/۲	۱۳/۶۷	۷۷/۱۳	۷۷/۱۹	۷۷/۱۹	۷۳/۷۴	۶۰	۵۲/۲
9	۰	۱۵/۶	۳۹/۶۳	۴۵/۰۴	۷۶/۵۸	۱۵/۰۴	۵۲/۸۳	۷۷/۱۹	۵۸/۷۹	۴۰/۰۴
10	۴۰/۲۲	۱۱/۱	۰	۰	۱۸/۳۴	۴۴/۶۴	۶۰/۵۳	۷۷/۱۹	۷۷/۱۹	۶۰/۸۳

در تهیه برنامه و طرح‌های شهری قابل استفاده می‌باشد. کاربرد این ابزار به‌طور اخص در تصمیم‌گیری و طراحی برای بافت‌های تاریخی، ارزشمند و فرسوده شهرها بسیار مؤثر بوده و به حفظ هویت و هم‌آوایی بافت‌های شهری کمک خواهد کرد.

به شمار می‌رود؛ بنابراین میزان دقت ابزارهای پیش‌بینی کننده به‌طور مستقیم در کیفیت و کارایی برنامه‌ها و طرح‌های شهری تأثیر خواهد داشت. از این‌روی می‌توان گفت مدل ارائه‌شده در این پژوهش با توجه به سرعت، سهولت کاربرد و نیاز محدود به اطلاعات اولیه، به‌سادگی

جدول ۹: جدول ماتریسی میزان تطابق ارزش مدل شده برای هر سلول از شبکه قراردادی با مقادیر واقعی آن برای سال ۱۳۹۵ (برحسب درصد)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	۰/۰۰	۳۷/۶۳	۵۴/۵۰	۷۲/۴۳	۹۵/۰۷	۵۱/۵۷	۹۱/۷۳	۵۹/۳۸	۵۹/۱۱	۹۷/۵۷
2	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۳۷/۲۲	۷۹/۶۰	۵۶/۷۱	۲۸/۳۸	۶۲/۴۵	۹۲/۱۸
3	۱۴/۴۱	۵۸/۷۳	۸۶/۵۱	۸۲/۰۵	۹۲/۱۴	۶۱/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۲/۹۷	۹۶/۸۷
4	۸۷/۴۸	۷۱/۵۲	۳۳/۲۸	۹۰/۳۲	۸۸/۲۹	۹۳/۶۱	۶۲/۱۵	۹۵/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
5	۸۹/۳۱	۸۲/۹۹	۸۸/۶۶	۵۲/۱۱	۹۲/۳۲	۹۶/۷۶	۹۹/۹۹	۹۲/۱۸	۳۹/۹۶	۳۲/۲۰
6	۹۱/۵۷	۸۴/۰۶	۷۷/۰۹	۹۰/۶۷	۰/۰۰	۸۹/۷۰	۷۲/۴۶	۶۳/۴۶	۷۴/۸۷	۴۶/۸۲
7	۹۳/۲۲	۹۵/۵۳	۸۲/۵۸	۸۳/۴۸	۸۰/۹۴	۹۲/۵۱	۸۳/۶۹	۹۸/۴۹	۹۶/۱۳	۸۹/۳۲
8	۷۸/۱۵	۶۴/۱۰	۲۶/۸۶	۳۳/۶۴	۸۸/۹۱	۹۲/۸۳	۸۱/۷۳	۸۸/۴۰	۹۸/۵۵	۷۹/۸۹
9	۰/۰۰	۸۲/۹۸	۹۳/۸۲	۹۲/۱۴	۶۱/۷۷	۷۵/۰۵	۸۷/۶۰	۸۷/۲۷	۸۳/۲۵	۶۸/۸۰
10	۹۶/۹۲	۷۷/۸۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۸۲/۸۴	۹۷/۵۳	۸۸/۹۸	۷۴/۹۳	۹۷/۳۹	۹۷/۵۵

## پی‌نوشت‌ها

توسعه ناحیه‌ای، ۱۵(۸)، ۳۹-۶۴.

۴. المدرسی، سید علی؛ مشتاقیون، مریم؛ و جمالی، علی اکبر. (۱۳۹۴).  
مدل‌سازی رشد و توسعه شهر بیابانی یزد با استفاده از تحلیل‌های پیشرفته  
فضایی، در بازه زمانی ۱۹۹۹-۲۰۲۰. *کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی*،  
۳(۱)، ۲۷-۴۷.

۵. بازرگان لاری، عبدالرضا. (۱۳۹۱). *ریگراسیون خطی کاربردی*. چاپ  
سوم. شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.

۶. حبیبی، کیومرث؛ پوراحمد، احمد؛ و مشکینی، ابوالفضل. (۱۳۷۶).

بهبودی و نوسازی بافت‌های کهن شهری. (چاپ اول). تهران: نشر انتخاب.

۷. ضیایی، ناجی پژمان؛ نقی‌زاده، محمد؛ و مختاباد امرئی، سید مصطفی.

(۱۳۹۶). بازیابی الگوهای شکل‌دهنده به ساختار کالبدی شهر در راستای

تبیین مفهوم ماشین شهرسازی. *ماهنامه علمی پژوهشی باغ نظر*، ۱۴(۵۲)،

۵۹-۷۰.

۸. عطا، بهنام؛ رهنما، محمدرحیم؛ و آرخی، صالح. (۱۳۹۶). ارزیابی و

پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر چند زمانه

و مدل CA\_MARKOV مطالعه موردی: شهر گنبد کاووس. *مجله آمایش*

*جغرافیایی فضا*، ۷(۲۳)، ۲۵-۴۰.

۹. یوسفی، مریم؛ مکانیکی، جواد؛ اشرفی، علی؛ و نیسانی سامانی، نجمه.

1. Dynamic simulation models
2. Empirical estimation models
3. Synthetic aperture radar
4. Minitab 16

## فهرست مراجع

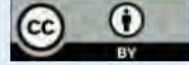
۱. احدنژادروشتی، محسن؛ زلفی، علی؛ و شکری پوردیزج، حسین. (۱۳۹۰).  
ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای  
چند زمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهر اردبیل ۱۳۶۳ -  
۱۴۰۰). *آمایش محیط*، ۱۵(۴)، ۱۰۷-۱۲۴.
۲. احمدی ندوشن، مژگان؛ و سفینیان، علیرضا. (۱۳۸۸). آشکارسازی و  
پیش‌بینی تغییرات پوشش اراضی شهر اراک. *مجموعه مقالات همایش  
ژئوماتیک، شانزدهمین همایش و نمایشگاه ملی ژئوماتیک*. اردیبهشت ۲۵-  
۲۶، (ص ۱۲-۲۳). تهران: سازمان نقشه‌برداری کشور.
۳. اصغری‌زمانی، اکبر؛ ملکی، سعید؛ و موحد، علی. (۱۳۸۹). پیش‌بینی  
تغییرات کاربری اراضی شهر زنجان با استفاده از مدل CLUE - S. *جغرافیا و*

- Environment and Planning B: Planning and Design*, 25(6), 795-824.
19. Li, X., & Yeh, A. G. O. (1998). Principal component analysis of stacked multi-temporal images for the monitoring of rapid urban expansion in the Pearl River Delta. *International Journal of Remote Sensing*, 19(8), 1501-1518.
20. McCullagh, P., Nelder, J. (1989). *Generalized Linear Models*. (Vol. 37). CRC Press: Boca Raton.
21. Schneider, L., & Pontius Jr, R. G. (2001). Modeling land use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85, 83-94.
22. Serneels, S., & Lambin, E. F. (2001). Proximate causes of land-use change in Narok District, Kenya: a spatial statistical model. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85, 65-81.
23. Teimouri, A., Rabieifar, V., Hadavi, F., & Hadavi, M. (2014). Evaluating and Predicting Horizontal Expansion of the City of Qazvin Emphasizing the Land-Use Changes from 1986 to 2011. *Journal of Urban Economics and Management*, 2(5), 15-27.
24. Waddell, P. (2002). UrbanSim: Modeling urban development for land use, transportation, and environmental planning. *Journal of the American planning association*, 68(3), 297-314.
25. Walsh, S. J., Crawford, T. W., Welsh, W. F., & Crews-Meyer, K. A. (2001). A multiscale analysis of LULC and NDVI variation in Nanrong district, northeast Thailand. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85, 47-64.
26. White, R., & Engelen, G. (1997). Cellular automata as the basis of integrated dynamic regional modelling. *Environment and Planning B: Planning and design*, 24(2), 235-246.
27. Wu, F., & Yeh, A. G. O. (1997). Changing spatial distribution and determinants of land development in Chinese cities in the transition from a centrally planned economy to a socialist market economy: a case study of Guangzhou. *Urban studies*, 34(11), 1851-1879.
28. Xie, C., Huang, B., Claramunt, C., Chandramouli, C. (2005). Spatial logistic regression and GIS to model rural-urban expansion in the Pearl River Delta. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 25(6), 795-824.
- آشکارسازی و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور، مدل زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار (مطالعه موردی: شهر بجنورد). *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۷(۲۶)، ۱-۱۶.
10. Allen, J., & Lu, K. (2003). Modeling and prediction of future urban growth in the Charleston Region of South Carolina: a GIS-based Integrated Approach. *Conservation Ecology*, 8(2), 2 [online] <http://www.consecol.org/vol8/iss2/art2>.
11. Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics. Methods and Models*. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht.
12. Clapham Jr, W. B. (2003). Continuum-based classification of remotely sensed imagery to describe urban sprawl on a watershed scale. *Remote Sensing of Environment*, 86(3), 322-340.
13. Gamba, P., Aldrighi, M., & Stasolla, M. (2011). Robust extraction of urban area extents in HR and VHR SAR images. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 4(1), 27-34.
14. Geoghegan, J., Villar, S. C., Klepeis, P., Mendoza, P. M., Himmelberger, Y. O., & Chowdhury, R. R. (2001). Modeling tropical deforestation in the southern Yucatan peninsular region: comparing survey & satellite data. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85(1-3), 25-46.
15. Google earth V 5.2.1.1329 (beta). (January 10, 2010). Kermanshah, Iran. 34° 19' 07.18"N, 47° 04' 31.14"E, Eye alt 4458 feet. Digital Globe 2012. <http://www.kh.google.com> [September 10, 2014].
16. Hu, Z., & Lo, C. P. (2007). Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. *Computers, Environment and Urban Systems*, 31(6), 667-688.
17. Irwin, E. G., & Geoghegan, J. (2001). Theory, data, methods: developing spatially explicit economic models of land use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85, 7-23.
18. Landis, J., & Zhang, M. (1998). *The second generation of the California urban futures model*. Part 2: Specification and calibration results of the land-use change submodel.

urban land conversion. *Proceedings of PROCESSUS Second International Colloquium on the Behavioural Foundations of Integrated Land-use and Transportation Models: Frameworks, Models and Applications*, June 12–15. Toronto: University of Toronto press.

**COPYRIGHTS**

©2022 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.



## Data Mining on the Ossibility Study of Urban Fabric's Physical Change Modeling

*Naji pezhman Ziaei*, Assistant Professor, Department of Art and Architecture, Eslamabad-e-Gharb branch, Islamic Azad University, Eslamabad-e-Gharb, Iran.

*Mohammad Naghizadeh\**, Assistant Professor, Department of Art and Architecture, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

*Seyed Mostafa Mokhtabad*, Ph.D., Professor, Department of Art and Architecture, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

### Abstract

Urban expansion has been a very important topic not only in the management of sustainable development, but also in the fields of remote sensing and geographic information science. Urban planners also encounter a huge challenge to require the understanding of the complex urban growth process, which involves various factors with different patterns of behavior. Modeling of an urban development pattern is the prerequisite to understanding the process and might be the first step in making a decision on urban planning. The main issues of great importance in land use modeling include spatial dynamics, temporal dynamics, incorporation of human drivers of land use changes, and scale dynamics. Dynamic simulation models and empirical estimation models have been used to model land use changes. Rule-based simulation models are mostly suitable for incorporating spatial interaction effects and handling temporal dynamics. However, Cellular Automata (CA) models do not focus on interpretation or understanding of Spatio-temporal processes of urban growth. Most dynamic simulation models cannot incorporate enough socioeconomic variables. Empirical estimation models use statistical techniques to model the relationships between land use changes and the drivers based on historic data. As an empirical estimation method, a regression model has been used in deforestation analysis, agriculture, and urban growth modeling.

This paper tends to apply a regression to model urban changes in the old part of the Kermanshah city (Faizabad neighborhood) from 1956 to 2011. In this regard, multi-temporal airborne images were used as a data source. According to the common assumptions, urban physical forms are characterized as the results of a complex deliberation process that involves consideration of many factors. Monitoring of urban fibers transformation through airborne images and translating the obtained data provide a systematic database which can be used in empirical analyses. Applying a grid network for the first time yields the images to quantify obtained results from every cell of the network. In the second step, each cell value recorded for the available temporal period and the Minitab 16 software were used to gain regression equations from these values. The nearest relation between cells value in an observed period was provided by the software as a quadratic equation. Adding an appropriate value to equations gives an estimated amount for its related cell in the selected period of time. The approach was calibrated for 2016 by cross comparing of actual and simulated cells value. In order to examine the modeling precision, the same process was done for 2016 images and cells data were extracted. After the cross comparing, the simulation results were consonant more than 70% with actual data of 2016, which was satisfactory to approve the calibration process. Urban development programs and non-professional interventions in this case study area caused to more disparities and dismantle the logic of the model. Simplicity and the easiness of the proposed model are main privileges in comparison with the previous ones. In summary, this model can be used as a quick responsible way to predict urban changes in specific areas which give acceptable schematic responses.

**Keywords:** Physical changes, urban fiber, Data mining, Faizabad neighborhood, Kermanshah.

\* Corresponding Author Email: dr\_mnaghizadeh@yahoo.com