ارزیابی مطلوبیت مکانی ساختمان‌های بلندمرتبه با مدل FANP و مدل SLUTH-GA (مطالعه موردی: منطقه ۲۲ تهران- چیتگر)

لیلا قمری [۱]، مریم کیانی صدر [۲*]، سید مسعود منوری [۳]

۱- دانشجوی کارشناس ارشد علوم محیطزیست، ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران.

۲*- نویسنده مسئول،گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان ، دانشگاه آزاد اسلامی ، همدان، ایران

۳- سید مسعود منوری، استادیار، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران.

ایمیل نویسنده مسئول: Mkianysadr@gmail.com

تاریخ دریافت:۹۸/۰۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۱۴

چکیده: ایران به‌عنوان یک کشور درحال‌توسعه در حال حاضر شاهد افزایش پیوسته شهرنشینی در یک مقیاس بزرگ است. در این راستا، پژوهش حاضر «ارزیابی مطلوبیت مکانی ساختمان‌های بلندمرتبه منطقه ۲۲ تهران» موردبررسی قرارگرفته است. نوع تحقیق؛ کاربردی و روش بررسی؛ توصیفی-تحلیلی است که برای ارزیابی مطلوبیت مکانی طرح‌های توسعه شهری بر مبنای تلفیق روش فرایند تحلیل شبکه‌ای و مدل‌سازی سلولی خودکار با کالیبراسیون توسط الگوریتم ژنتیک در نظر گرفته‌شده است. ابتدا شاخص‌های حاصل از مطالعات نظری استخراج و بر اساس روش دلفی استاندارد شدند. جهت اولویت‌بندی معیارها از روش (FANP) استفاده شد. سپس برای استاندارد نمودن لایه‌ها، از توابع مختلف منطق فازی در محیط GIS بهره گرفته شد. درنهایت برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و رشد شهری از مدل Sleuth-GA استفاده شد. نتایج پژوهش در منطقه موردمطالعه نشان می‌دهد حدود ۱۰/۵ درصد از منطقه دارای مطلوبیت خیلی زیاد و ۵۱ درصد مطلوبیت خیلی کم دارند. در میان ضرایب پنج‌گانه به‌دست‌آمده ضریب پخش، زایش و نسبت به گرایش به جاده، غالب هستند همچنین پایین بودن ضریب مقاومت به شیب نشان می‌دهد که احتمال توسعه شهر در اراضی با شیب زیاد در این منطقه بسیار بالا است؛ بنابراین منطقه شاهد یک رشد بنیادی یا رشد حاشیه‌ای تا سال ۲۰۴۰ خواهد بود.

کلمات کلیدی

" ارزیابی مطلوبیت مکانی "، " بلندمرتبه‌سازی"،" فرایند تحلیل شبکه"(FANP) ،" اسلوث-الگوریتم ژنتیک (Sleuth-GA)"، " منطقه ۲۲ تهران (چیتگر)"

Evaluation of the desirability of high-rise buildings with FANP model and SLUTH-GA model; (Case Study Tehran 22 area-Chitgar)

Leila Ghamari [1], Maryam Kianisadr [2*], Seyyed Masoud Monari[3]

1- Student of Environmental Sciences, Land Evaluation and Preparation, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Islamic Azad University, Tehran Research Branch, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

3-Assistant Professor, Faculty of Natural and Environmental Sciences, Tehran University of Islamic azad university Science and reserach branch, Tehran, Iran.

*Email Address: Mkianysadr@gmail.com

Abstract:

Iran as a developing country, is currently witnessing a steady increase in urbanization on a large scale. In this regard, the present study "Evaluation of Spatial Utility of High-rise Buildings in Tehran Region 22" has been studied. The research type is an applied and descriptive-analytical method, which is considered by the genetic algorithm to evaluate the spatial desirability of urban development plans based on the integration of the network analysis process and automated cellular modeling with calibration. At first, the indices obtained from theoretical studies were extracted and standardized using the Delphi method. The FANP method was used to prioritize the criteria. Then, to standardize the layers, different functions of fuzzy logic were used in the GIS environment. Finally, Sleuth-GA model was used to predict land use change and urban growth. The results of the study in the study area show that about 10.5% of the region has a very high utility and 51% have very low utility. Among the five coefficients obtained, the coefficient of propagation, birth rate and road tendency are dominant. Also, the low coefficient of tilt resistance shows that the probability of developing the city in a high tilt area in this area is very high; therefore, the area has a fundamental or the marginal growth will be by 2040.

Keywords

“Spatial Desirability Evaluation”, “Sublime”, “(Sleuth-GA)”, “(FANP)”, “Tehran Region 22”

۱- مقدمه

رشد و توسعه بیش‌ازحد شهرها در عصر حاضر و افزایش چالش‌های مرتبط با آن، باعث به خطر افتادن زندگی در شهرها شده است. زیست پذیری ازجمله رویکردهایی است که به دنبال ایجاد یک محیط امن و سالم برای جوامع انسانی است. این رویکرد از در هم تنیدگی ابعاد اقتصادی، اجتماعی، محیطی و کالبدی تشکیل یافته و می‌بایست برای پیشگیری از تک‌بعدی شدن و تقلیل‌گرایانه شدن آن، شبکه‌ای از روابط میان معیارهای مربوط به قلمروهای گوناگون زیست پذیری را در آن در نظر گرفت، اگرچه در کم و کیف زیست پذیری محلات عوامل مختلفی نقش دارند، (داداش پور و همکاران،۱۳۹۶) برنامه عمران سازمان ملل متحد ارزیابی اثرات محیط زیستی را فعالیت‌های طرح‌ریزی‌شده با دیدگاه محیط زیستی مناسب و توسعه‌ی پایدار می‌داند. درواقع فعالیت‌های طرح‌ریزی‌شده با دیدگاه محیط زیستی مناسب و توسعه‌ی پایدار فعالیتی مشخص است که باهدف حمایت از فرآیند تصمیم‌گیری مورداستفاده قرار می‌گیرد (منوری، ۱۳۸۴) لذا بحث اساسی هر پروژه که موردقبول همگان به‌ویژه جامعه ارزیابان هست مکان مناسب و سازگاری و همگام با معیارهای برنامه‌ریزی شهری بخصوص محیط زیستی است. لذا بنا به زمینه تحقیقاتی حاضر؛ ساختمان‌های مرتفع زمانی می‌توانند نیازهای جامعه را تأمین کنند که اقدام به احداث آن‌ها بر اساس مطالعات امکان‌سنجی و طراحی و ساخت آن‌ها بر پایه مبانی علمی و فنی و مدیریتی مناسب، صورت پذیرد، به‌طوری‌که تمام اصول و معیارهای بلندمرتبه‌سازی رعایت شود که ازجمله روش‌های نوینی که در مدل‌سازی کاربری زمین ظهور کرده‌اند، روش‌های مبتنی بر نظریه‌های پیچیدگی را می‌توان نام برد (Portugali, 2011). ساختمان‌های مرتفع محصول پیشرفت فنّاوری، به‌واسطه تبعات محیطی که در ارتباط با تراکم‌های جمعیتی و ساختمانی زیاد وجود دارد، شکل می‌گیرند؛ که می‌توانند در صورت عدم کنترل و نظارت کافی، موجب افزایش آلودگی‌ها و ناهنجاری‌های گوناگون محیطی ازجمله درزمینه های بصری گردند و درنتیجه موجب عدم احساس آسایش، آرامش و رضایت از تجربه زندگی شهری گردد. (مبهوت، ۱۳۹۲) بنابراین سلامت انسان‌ها و رفاه اجتماعی به شناسایی یا ارزیابی نظام‌مند پیامدها و اثرات پروژه‌ها، برنامه‌ها و طرح‌ها بر اجزای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، فرهنگی و اقتصادی اجتماعی محیطزیست وابسته است(مخدوم،۱۳۸۷) لذا می‌توان گفت برنامه‌ریزی کاربری زمین نوعی برنامه آمایش است که می‌توان در سطوح محلی، منطقه‌ای و در سطح ملی اجرا شود (مخدوم،۱۹۹۷) لذا در برنامه‌های آمایشی ارزیابی سرزمین، ابزاری برای طراحی و پیش‌بینی الگوی بهینه استفاده از کاربری زمین است (کرمی پور، ۱۳۸۸) درواقع تعیین محدوده مطالعاتی در هر پروژه بسیار ضروری هست که ترکیبی مرزهای اداری و اکولوژیکی: محدود بلافصل (سطحی است که پروژه در آن انجام می‌گیرد)، محدوده اثرات مستقیم (محدوده‌ای که فاکتورهای محیط زیستی آن، مستقیماً به دلیل اجرا و بهره‌برداری از طرح، تحت تأثیر قرار می گیرند)، محدوده اثرات غیرمستقیم (منطقه‌ای که منافع یا مضرات پروژه به‌طور محسوس و درزمانی نسبتاً طولانی‌تر نمایان می‌شود) همچنین تعیین فاکتورهای بلندمرتبه‌سازی که در تهران در طی سال‌های اخیر نگرانی‌هایی را به وجود آورده، ضروری است. بعلاوه به علت سیاست‌های شهرسازی در بلندمرتبه‌سازی که با نقاط قوت و ضعف همراه است و وجود دیدگاه‌های متفاوت و متضاد در مقوله بلندمرتبه‌سازی، لزوم انجام تحقیقات در این زمینه را فراهم کرده. درنتیجه استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره جهت شناسایی ابعاد مختلف پدیده بلندمرتبه‌سازی و مدل‌سازی جهت پیش‌بینی رشد منطقه شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هست. درنهایت می‌توان گفت با پیوستگی در مرکز مناطق کلان‌شهری و کاهش شاخص‌های توسعه شهری با حرکت به سمت پیرامون و رخ داد ناپیوستگی فضایی، در منطقه‌ی کلان‌شهری رخ خواهد داد(Clarke & Herold, 2005)

پیشینه پژوهش:

شهر به‌عنوان فضای جغرافیایی، فضایی که سکونت‌گاه‌های متمرکز انسانی را در بطن خود جای‌داده است. شخصیت شهر از قلب و بخش مرکزی مجتمع اولیه‌ی شهر نشاءت می‌گیرد که به آن هسته‌ی شهری می‌گویند. (لطیف عقیلی،۱۳۹۴) برای اولین با فون نویمن در سال ۱۸۲۶ مدلی را ارائه داد که هدف آن بیان چگونگی گسترش کاربری‌های مختلف بود که در اوایل قرن نوزدهم ابداع شد و از اولین مدل‌هایی که برای توصیف اشکال مختلف شهرها مورداستفاده قرار گرفت، از اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ با گسترش همه‌جانبه تصاویر رایانه‌ای، سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و دستگاه‌های پیچیده، کاربرد سلول‌های خودکار در مدل‌سازی شهری به‌سرعت موردتوجه پژوهشگران شهری قرار گرفت. درواقع مدل‌های CA طراحی‌شده برای شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی و گسترش شهری، از تنوع زیادی در جهان برخوردار است از آن جمله می‌توان به مدل Sleuthاشاره کرد. ماهیت دینامیکی مدل Sleuth قابلیت

پیش‌بینی توسعه شهری را به مدل داده است . (Junfeng,2003) در پژوهشی با عنوان نسبت محدودیت ارتفاع ساختمان/چگالی بالا در شهرها با استفاده از فنّاوری تجزیه‌وتحلیل فضایی در هنگ‌کنگ که نتایج خاص از این پژوهش نشان می‌دهد که حداکثر ارتفاع ساختمان منجر به تغییری مختصر در سایه و تابش خورشیدی در دو فصل زمستان و تابستان می‌شود. بنابراین، توصیه می‌شود که کمترین ارتفاع ممکن را داشته باشند (J.Guo at all,2017) در پژوهشی با عنوان هندسه شهری و توسعه خطمشی‌های محیطزیست شهری اشاره دارد بر تعیین اثر کمیت ساختمان و ارتفاع ساخت‌وساز باعث کاهش اثرات آن بر محیطزیست و ایجاد جزیره حرارتی شهری می‌شود. این تجزیه‌وتحلیل فنی به سیاست‌های زیست‌محیطی جهت توسعه برای کاهش تجمع حرارت شهری کمک می‌کند (Wang at all, 2016) .در پژوهشی با عنوان ارزیابی مکانی ساختمان‌های بلندمرتبه، مدلی برای ارزیابی ساختمان‌های بلندمرتبه که طی این مطالعه نتیجه بر این اساس بوده است که بهتر است از احداث ساختمان‌های بلندمرتبه در مکان‌های پرتراکم و مکان‌های نزدیک به آثار تاریخی اجتناب کرد و مکان مناسبی را در حومه‌های شهری انتخاب نمود(Tamošaitienė at all, 2013) در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه با تأکید بر نظریه رشد هوشمند شهری در منطقه ۹ شهرداری مشهد که اشاره دارد بر محدوده‌های پیشنهادی که با آنچه در حال وقوع هست، متفاوت بوده و فرضیه مقاله مبنی بر عدم به‌کارگیری اصول و معیارهای مبتنی بر ایده شهر فشرده و متراکم، مورد تائید قرارگرفته است. (رهنما و همکاران،۲۰۱۴، ص ۳) در پژوهشی با عنوان مدل‌سازی توسعه‌ی شهری با استفاده از مدل SLEUTH-GA(مطالعه‌ی موردی شهرستان‌های گرگان، گنبدکاووس و آزادشهر) نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که توسعه شهری در دو منطقه‌ی آزادشهر و گنبدکاووس بیشتر به‌صورت بنیادی و حاشیه‌ای و در منطقه‌ی مطالعاتی گرگان بیشتر در امتداد جاده‌های اصلی خواهد بود. (جعفر نژاد،۱۳۹۲) همچنین در پژوهشی با عنوان زندگی شهرنشینی در استانبول تحت سناریوهای مختلف با استفاده از مدل SLEUTH نتایج نشان داده که نتایج نشان داد که در این مدل می‌تواند به‌پیش بینی به‌اندازهٔ وسعت شهر استانبول تحت سناریوهای مختلف است. سناریو ۱، ۲، ۳ و ۴، به ترتیب نتایجی را بیان کرد که بر اساس این نتایج، سناریوی ۱، بدترین سناریو چون اراضی کشاورزی و جنگل تأثیر می‌گذارد. سناریو ۴ مطلوب‌ترین آینده زندگی شهرنشینی از استانبول به دلیل محدودیت رشد و توسعه آن در مناطق حساس اکولوژیکی است (Nigussie at all, 2016) . در پژوهشی با عنوان منطقه شهری پون، توسعه شهری را بر اساس سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور و مدل sleuth نتایج نشان می‌دهد که پیش‌بینی رشد شهری پون و توسعه عمدتاً در جهت شمال و شرق گسترش داشته است. این مطالعه نشان می‌دهد که روش ترکیبی سیستم اطلاعات جغرافیایی، سنجش‌ازدور و سلول‌های خودکار نشان می‌دهد که این نوع مدل‌سازی در پیش‌بینی سناریوهای آینده شهری و در برنامه‌ریزی زیرساخت‌های روستایی می‌تواند مؤثر باشد(Jat at all, 2017) . در این پژوهش برای تعیین مناسب‌ترین مکان جهت احداث ساختمان‌های بلند و مطلوبیت مکانی این ساختمان‌ها در زمان حال و آینده از دو مدل FANP و SLEUTH-GA بهره گرفته شد.

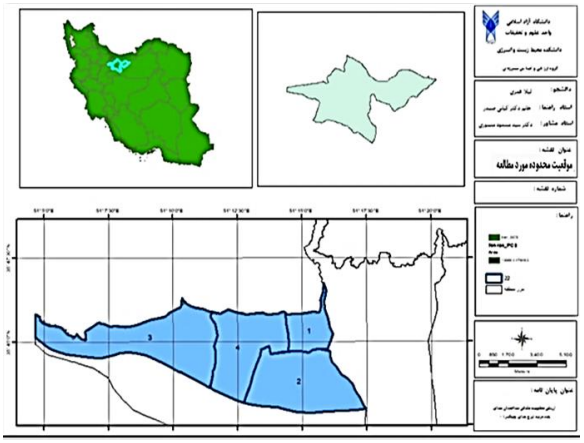
۲-روش انجام تحقیق

- **محدوده موردمطالعه**

مناطق کلان‌شهری ایران، از دیرباز تاکنون، مراکزی قدرتمند برای جذب جمعیت در کشور بوده و به‌تناسب، الگوهای فضایی مختلفی شکل داده است بر اساس روند توسعهٔ مراکز سکونتگاهی آن در سال‌های اخیر، می‌توان گفت در عین تمرکز بر قطب تهران، سایر سکونتگاه‌ها نیز در تشکیل ساختار فضایی منطقه نقش مؤثری بازی کرده و مسیرهای ارتباطی قوی به تشکیل چنین الگویی منجر شده است (داداش پور و همکاران،۱۳۹۷) تهران در منطقه‌ای حادثه‌خیز قرار دارد که احتمال وقوع زلزله و بروز خسارت‌های گسترده درنتیجه آن، بسیار زیاد است لذا ساخت‌وساز در ارتفاعات، جمعیت، برج‌های بلندمرتبه در ارتفاعات، رعایت نشدن قوانین ساخت‌وساز در اکثر موارد؛ نیازمند برنامه‌ریزی به‌منظور پیشگیری از بحران هست. با توجه به اینکه بیشتر صدمات ناشی از زلزله ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم با وضعیت نامطلوب کالبدی دارد، بنابراین بر اساس اصول مدیریت شهری در حال حاضر تراکم فروشی غیراصولی شهرداری تهران در این منطقه و روند رو به رشد جمعیت، اصلی‌ترین زنگ خطر جدی برای حیات منطقه تلقی می‌گردد. (لطیفی و همکاران،۱۳۹۶) بنابراین در نظر گرفتن وضعیت استان‌ها از حیث عامل‌های جداگانه از اهمیت برخوردار است و چون پراکنش فضایی رقابت‌پذیری سرزمینی در کشور تابع الگوی مشخصی نبوده اما استان تهران با سایر استان‌های کشور به لحاظ رقابت‌پذیری تفاوت بارزی دارد (رفیعیان و همکاران،

۱۳۹۷)تهران بزرگ‌ترین شهر و پایتخت ایران و مرکز استان تهران و شهرستان تهران است. بیست و پنجمین شهر پرجمعیت جهان به شمار می‌آید. منطقه ۲۲ شهرداری، واقع در شمال غرب تهران با وسعتی حدود ۷ هزار هکتار بزرگ‌ترین منطقه شهر تهران، به عبارتی یک‌هفتم مساحت شهر را تشکیل می‌دهد. این منطقه با شرایط ویژه اقلیمی و جغرافیایی از شمال به ارتفاعات ۱۸۰۰ ـ ۱۴۰۰ متر کوهپایه‌های البرز، از جنوب به آزادراه تهران ـ کرج، از شرق به مسیل کن و از غرب به حوزه استحفاظی شهرستان کرج محدود می‌گردد. (طرح جامع تهران، ۱۳۹۰) جمعیت این منطقه بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰ ایران، ۱۲۸٬۹۵۸ نفر (۶۳٬۴۸۲ زن و ۶۵٬۴۷۶ مرد است. (۱۳۹۵-۱۳۹۰، سالنامه آماری استان تهران) شکل (۱)

شکل ۱ - موقعیت و محدوده موردمطالعه (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)



روش پژوهش

اساس نوشتاری این تحقیق که ماهیت توصیفی - تحلیلی دارد و مبانی تئوریک آن بر اساس مطالعات استنادی و کتابخانه‌ای و مراجعه به سازمان‌ها و ارگان‌های مربوطه انجام‌گرفته است که درنهایت با بازدید میدانی صحت اطلاعات گردآوری‌شده ارزیابی شده و درنهایت برای جهت بررسی وضع موجود و کشف شاخص‌های برتر از روش دلفی (کیفی) و مقایسات زوجی ساعتی و جهت رتبه‌بندی شاخص‌ها از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای، برای معیارهای ارزیابی مطلوبیت مکانی جهت احداث ساختمان‌های بلند در منطقه استفاده‌شده است و برای پیش‌بینی وضعیت منطقه از مدل سلول خودکار- الگوریتم ژنتیک استفاده‌شده است. بدین منظور جهت تأثیر احداث ساختمان‌های بلند و بلندمرتبه‌سازی بر محیطزیست در این پژوهش ابتدا معیارها با بررسی و استفاده از استانداردهای مختلف ازجمله استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیطزیست و استانداردهای جهانی و همچنین با استفاده از نظرات کارشناسان شامل اعضای هیئت‌علمی و کارشناسان متخصص که در حوزه برنامه‌ریزی محیطزیست، برنامه‌ریزی شهری، برنامه‌ریزی روستایی و شهرسازی در احداث ساختمان‌های بلند مشخص گردید و با استفاده از پرسشنامه‌های تنظیم‌شده بر اساس دلفی معیارهای نهایی جهت بررسی را به دستاوردیم. جدول (۱ و ۲)

جدول ۱ مقادیر ارجحیت نسبی (منبع: ساعتی،۱۹۹۵)

ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه i نسبت به j	توضیح
۱	اهمیت برابر	گزینه یا شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارند و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهم‌تر	گزینه یا شاخص i نسبت به j کمی مهم‌تر است.
۵	مهم‌تر	گزینه یا شاخص i نسبت به j مهم‌تر است.
۷	خیلی مهم‌تر	گزینه یا شاخص i دارای ارجحیت خیلی بیشتری از j است.
۹	کاملاً مهم	گزینه یا شاخص مطلقاً i از j مهم‌تر و قابل‌مقایسه با j نیست.
۲ و ٤ و ٦ و ۸	ارزش‌های میانی بین ارزش‌های ترجیحی را نشان می‌دهد مثلاً ۸، بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین‌تر از ۹ برای i است.	

جدول ۲ معیارهای موردبررسی در این مطالعه (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

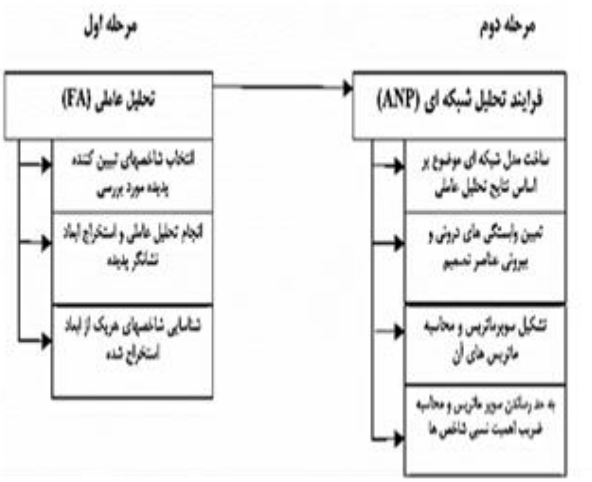
متغیر زبانی	عدد فازی	مقیاس عدد فازی
برابر (Equal)	۱	(۱ ,۱ ,۱)
برتری خیلی کم (Weak advantage)	۲	(۱ ,۲ ,۳)
کمی برتر (Not bad)	۳	(۲ ,۳ ,۴)
برتر (Preferable)	۴	(۳ ,۴ ,۵)
خوب (Good)	۵	(۴ ,۵ ,۶)
نسبتاً خوب (Fairly good)	۶	(۵ ,۶ ,۷)
خیلی خوب (Very good)	۷	(۶ ,۷ ,۸)
عالی (Absolute)	۸	(۷ ,۸ ,۹)
برتری مطلق (Perfect)	۹	(۸ ,۹ ,۱۰)

پس از مشخص شدن معیارها با استفاده از روش دلفی، به‌منظور افزایش دقت در انتخاب متغیرهای مؤثر در مطلوبیت مکانی بلندمرتبه‌سازی در منطقه ۲۲ تهران مراحل زیر برای تعیین وزن معیارهای موردنظر با استفاده از آنالیز سلسله مراتبی فازی صورت گرفت: تعیین عبارت‌های کلامی جهت مقایسه‌های زوجی معیارهای موردنظر با اعداد فازی مثلثی از جدول (۳) استفاده‌شده است.

در مرحله بعد، با توجه به معیارهای ارزیابی مطلوبیت مکانی بلندمرتبه‌سازی، شاخص‌ها به شاخص‌های اصلی (محیط زیستی، اجتماعی- فرهنگی، ساختاری- کالبدی، اقتصادی) تقسیم گردیده و خود این شاخص‌های اصلی نیز به زیر شاخص‌های فرعی تقسیم‌شده و معیارها و زیر معیارها با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای و بر اساس مقایسه زوجی وزن دهی با استفاده از اعداد فازی مثلثی شده و در پایان نیز بر اساس روش F ANP ماتریس مقایسات زوجی بین معیارهای هر سطر با استفاده از اعداد فازی مثلثی تکمیل گردید و سپس مقادیر پارامترها در قالب اعدادفازی مثلثی تعیین درجه ارجحیت گزینه‌ها به‌دست‌آمده و به‌صورت فازی محاسبه گردی‌اند و اولویت‌بندی شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها جهت ارزیابی مطلوبیت مکانی بلندمرتبه‌سازی در منطقه موردنظر به دست آمد. فرآیند تحلیل شبکه‌ای، وابستگی درون خوشه‌ای (وابستگی درونی) و میان خوشه‌ای را در نظر می‌گیرد و ساختاری غیرخطی دارد(Önüt, 2009) .

جدول ۳-اعداد فازی جهت اولویت‌بندی گزینه‌ها با استفاده از FANP (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

مؤلفه‌ها	معیار	زیر معیارهای
محیط فیزیکی- شیمیایی	ژنو تکنیکی ژیوفیزییکی	زمین‌شناسی- لغزش-نوع خاک -تراز آب سطحی -تراز آب زیر زمینی-توپوگرافی-تغییرات شیب زمین- فاصله از منابع آلاینده صنعتی-فاصله گسل-فاصله مسیل و قنوات- -جهت باد-
محیط اجتماعی – فرهنگی- اقتصادی	آثار اقتصادی	تأثیر ساختمان‌های بلند بر تراکم ساختمانی و مصرف زمین-هزینه احداث ساختمان‌های بلند-شاخص های اقتصادی کلان و خرد جامعه-قیمت زمین-گرایش عمومی به ساخت‌وساز
	آثار اجتماعی	عدم هم‌خوانی، هم‌جواری فرهنگ‌ها باهم در بلندمرتبه ها-عدم هم‌جواری وزندگی گروه‌های اجتماعی، قومی، ملی و نژادی در بلندمرتبه ها-عدم هم‌خوانی بلندمرتبه‌ها با تراکم جمعیت و خانوارها-عدم همسانی اقتصادی و اجتماعی خانوار-امنیت ساختمان ها-مسئله زلزله، باد، آتش سوزی-وضعیت اجتماعی اقتصادی-تراکم جمعیت-بعد خانوار
	ارزش سایت	تناسب ابعاد فرم و شکل سایت- دید و منظر سایت-همخوانی کاربری‌های همسایگی سایت
	کاربری اراضی	اراضی ملی-اراضی موات-مساعد ساخت‌وساز عمودی، -کمبود پهنه‌های با کاربری مختلط-سازگاری
کالبدی- فضایی	کالبدی- فضایی	وجود خدمات زیر بنایی-شاخص مای طراحی شهری-دید و منظر شهری-حرایم فرهنگی-جانمایی و نوع کاربری ها-تراکم جمعیتی -تراکم ساختمانی -دسترسی و موقعیت نسبت به شهر-ترافیک و گره ترافیکی-وضعیت زمین و راه و حمل ونقل-مساحت قطعات- - سیمای شهری- منظر و معماری
محیطزیست محیطی	ویژگی‌های زیست‌محیطی	تخریب پوشش گیاهی-اثرات زیستمحیطی-هویت محیط زیستی
	بررسی معضلات زیست‌محیطی	آلودگی هوا-آلودگی صوتی-آلودگی نوری-آلودگی بصری-عدم نزدیکی با آلاینده‌های محیطی-عدم وجود مخاطرات طبیعی



نمودار ۱- مراحل تکنیک (FANP منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

سپس با توجه به اینکه هدف از این تحلیل، ارزیابی مطلوبیت مکانی بلندمرتبه‌سازی است؛ بنابراین بعد از اولیت بندی معیارها برای تهیه لایه‌های اطلاعاتی از محیط نرم‌افزار IDRISI, Arc GIS 10.5استفاده شد، بدین منظور برای ایجاد پایگاه داده سیستم اطلاعات جغرافیایی که متشکل از داده‌های فضایی و توصیفی به‌صورت رقومی بوده که ابتدا اطلاعات فضایی (شیب، فاصله از گسل و رودخانه و.) را به کمک نرم‌افزار Arc Gis زمین مرجع، رقومی کرده و ذخیره کرده تا قابلیت تجزیه‌وتحلیل فراهم گردد سپس به‌منظور تلفیق داده‌ها با استفاده از میزان تأثیرگذاری هرکدام نقش‌ها یکسان‌سازی (Reclassify) شده است و برای استاندارد نمودن لایه‌ها از توابع مختلف منطق فازی بهره گرفته شد. سپس جهت پیش‌بینی آینده توسعه شهری منطقه ۲۲ تهران از مدل-SLUTH GAاستفاده گردید بدین منظور ابتدا مدل SLEUTH از سایت دانلود گردید؛ و از نرم‌افزارCygwin ، جهت این شبیه‌سازی که دستورات اجرای مدل به زبان برنامه‌نویسی C نوشته‌شده، استفاده گردید. سپس به‌منظور شبیه‌سازی و نیز محاسبه ضرایب پنج‌گانه کالیبراسیون به نقشه‌ی شیب، نقشه‌ی سایه‌روشن پستی‌وبلندی‌ها، حداقل ۴ لایه مناطق شهری مربوط به چهار سال مختلف و لایه از شبکه حمل‌ونقل مربوط به دو سال مختلف و لایه‌ی مستثنایت تهیه گردید درنهایت کالیبراسیون مدل به روش Brute Force که در سه مرحله درشت، ریز و نهایی انجام‌گرفته و در آخر ضرایب پنج‌گانه (ضریب انتشار- ضریب زایش- ضریب پخش- ضریب مقاومت به شیب - قوانین رشد) به‌دست‌آمده و میزان تأثیرگذاری پنج عامل بر روند توسعه منطقه در مرحله کالیبراسیون و سهم تأثیر هر یک به‌صورت ضریبی بین صفرتا صد مشخص شد(Clarke, 2008) . درنهایت جهت کالیبراسیون مدل sleuth با الگوریتم ژنتیک به‌عنوان یک روش بهینه‌سازی، یک فرمتی برای مدل رشد شهری پیشنهاد شد که درواقع یک‌رشته از ضرایب کالیبراسیون SLEUTH، به‌عنوان کروموزوم، هرکدام از ضرایب کالیبراسیون به‌عنوان یک ژن و مجموعه‌ای از کروموزوم‌ها که در یک‌زمان ارزیابی می‌شوند، به‌عنوان یک جمعیت در نظر گرفته شدند. جمعیت مورداستفاده در ابتدای آزمایش، جمعیت اولیه، هرکدام از جمعیت‌های متوالی را یک نسل در نظر گرفته سپس با استفاده از رمزگذاری باینری، بدین‌صورت که تمام مقادیر ژن‌ها به مقدار باینری آن‌ها ترجمه‌شده و کالیبراسیون انجام گرفت (Goldstein, 2004). کالیبراسیون GA برای SLEUTH بر اساس یافته‌های گلداشاتاین و یافته‌های گذشته GA شامل کدگذاری‌ها، ارزیابی تناسب، کراس آور، جهش و انتخاب بوده است. هرکدام از ژن‌ها بیانگر مجموعه‌ای از محدوده ضرایب پنج‌گانه بوده که نشان‌دهنده یک قطعه جداگانه از مواد ژنتیکی برای یک ژن خاص از (۱۰۰،۱۰۰،۱۰۰،۱۰۰،۱۰۰) الی (۰،۰،۰،۰،۰) بوده‌اند. (Goldstein, 2004). هنگام اجرای مدل با تمام حالت‌های ترکیبی پنج ضریب در تمام ژن‌ها، در شاخص OSM۱۲ یک ارزیابی تناسب طبیعی برای هر ژن فراهم نمودیم که نتایج آن در بخش تجزیه‌وتحلیل آورده شده است.

۳- نتایج

معیارهای نهایی بر اساس پرسشنامه دلفی به شرح زیر است که توسط جامعه آماری در نظر گرفته‌شده بر اساس فرمول کوکران اصلاحی توسط گروهی از کارشناسان و متخصصان خبره توسط کارشناسان (۱۵ نفر از اعضای هیئت‌علمی و کارشناسان متخصص که در حوزه برنامه‌ریزی محیط‌زیست، برنامه‌ریزی شهری، برنامه‌ریزی روستایی و شهرسازی تخصص داشته‌اند) صورت گرفته به‌دست‌آمده است.(جدول ۴)

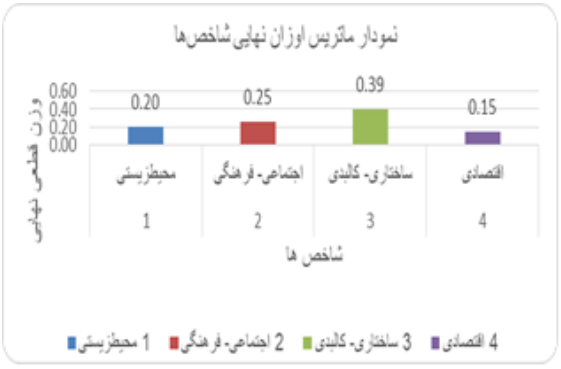
بعد	معیار
اجتماعی – فرهنگی	تراکم جمعیت
	کاربری بهداشتی- درمانی
	کاربری آموزشی
	کاربری فرهنگی
	کاربری گردشگری
	کاربری ورزشی
	کاربری انتظامی
	کاربری مذهبی
اقتصادی	کاربری‌های تجاری
	فعالیت اقتصادی
	اشتغال
	بیکاری
ساختاری – کالبدی	وضعیت ابنیه
	راه‌های دسترسی
	کاربری‌های پرخطر
	امدادی و خدماتی
	فضاهای باز و سبز
	کیفیت مراکز مسکونی
محیط زیستی	مخاطرات طبیعی
	پوشش گیاهی
	فیزیوگرافی

جدول ٤ – معیارهای نهایی به‌دست‌آمده بر اساس تکنیک دلفی
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

سپس جهت ارزش‌گذاری معیارها، معیارهای اصلی شاخص‌های محیط زیستی که برای تعیین ارجحیت انتخاب‌شده‌اند؛ بنابراین در مرحله نخست به مقایسه زوجی عناصر چهارگانه ماتریس بر اساس هدف پرداخته‌شده است؛ که نتایج به‌دست‌آمده از فن FANP به شرح زیر است: جدول (۵) و نمودار (۴).

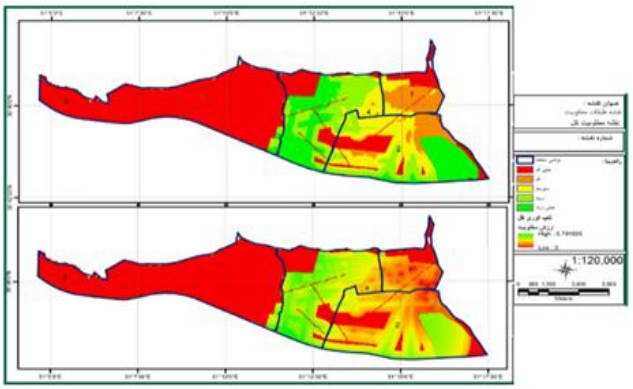
بعد	وزن بعد	معیار	وزن معیار
محیط زیستی	۰/۲۰۲	مخاطرات طبیعی	۰/۰۶۵
		پوشش گیاهی	۰/۰۷۳
		فیزیوگرافی	۰/۰۴۷
اجتماعی – فرهنگی	۰/۲۵۴	تراکم جمعیت	۰/۰۴۴
		کاربری بهداشتی- درمانی	۰/۰۳۷
		کاربری آموزشی	۰/۰۳۴
		کاربری فرهنگی	۰/۰۲۲
		کاربری گردشگری	۰/۰۲۷
		کاربری ورزشی	۰/۰۳۷
		کاربری انتظامی	۰/۰۲۰
		کاربری مذهبی	۰/۰۳۲
اقتصادی	۰/۱۵۱	کاربری‌های تجاری	۰/۰۵۲
		فعالیت اقتصادی	۰/۰۴۶
		اشتغال	۰/۰۴۰
		بیکاری	۰/۰۴۸
ساختاری – کالبدی	۰/۳۹۳	وضعیت ابنیه	۰/۱۰۲
		راه‌های دسترسی	۰/۰۸۷
		کاربری‌های پرخطر	۰/۰۴۱
		امدادی و خدماتی	۰/۰۸۰
		فضاهای باز و سبز	۰/۰۳۹
		کیفیت مراکز مسکونی	۰/۰۲۷

جدول ۵- وزن نهایی مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در ارزیابی مطلوبیت مکانی بلندمرتبه‌سازی در منطقه ۲۲ تهران (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

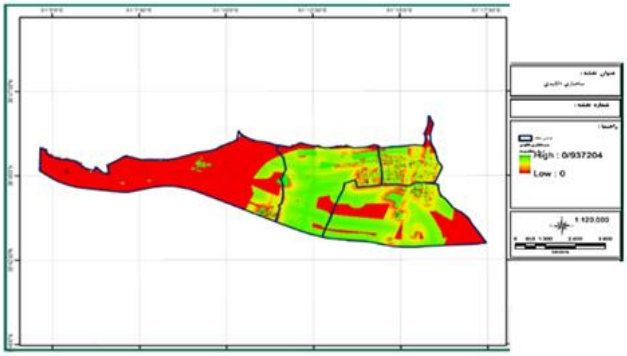


نمودار ۲- بیشترین اوزان شاخص‌های اصلی محیط‌های موردبررسی (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

پس از آماده‌سازی لایه‌ها در نرم‌افزار IDRISI و GIS با توجه به منطق فازی، بر اساس مقدار معیار موردنظر در منطقه، مقدار عضویتی می‌گیرد که بیان‌کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه باشد. بدین معنی که هر ناحیه، با مقدار عضویت بالاتر از مطلوبیت بالاتری برخوردار است. درنهایت جهت تولید نقشه نهایی اقدام گردید. شکل (۲ و ۳)



شکل ۲ – نقشه شاخص ساختاری کالبدی در منطقه ۲۲ تهران (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

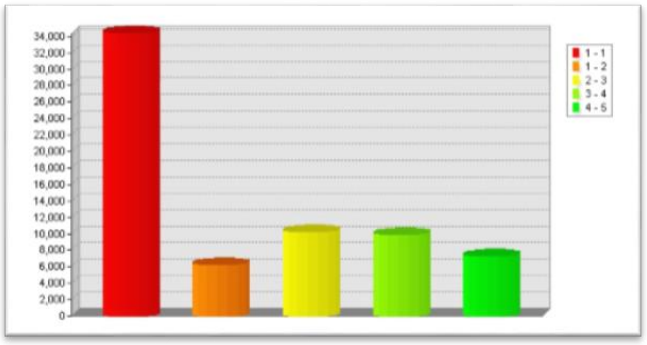


شکل ۳ - نقشه نهایی ارزیابی مطلوبیت مکانی در منطقه ۲۲ تهران (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

بر اساس خروجی‌های نرم‌افزاری، تصاویر ماهواره‌ای، بررسی وضعیت منطقه در شکل‌های زیر نشان داده‌شده‌اند.

شکل ٤ - موقعیت منطقه ۲۲ بر روی تصاویر ماهواره‌ای (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

بر اساس نتایج اکثر نواحی با مطلوبیت بالا در شرق منطقه واقع‌شده‌اند و در مقایسه با وضعیت موجود محدوده‌هایی از منطقه ۲۲ که در آنجا بلندمرتبه‌سازی صورت می‌گیرد، این محدوده‌ها منطبق بر محدوده‌های با مطلوبیت مناسب و بالابر روی نقشه مطلوبیت می‌باشند. در بخش‌هایی از منطقه هم که در حال حاضر کار بلندمرتبه‌سازی انجام می‌شود با نقشه مطلوبیت همخوانی ندارد. جنوب دریاچه بر اساس نتایج از مطلوبیت مناسبی برای بلندمرتبه‌سازی برخوردار است؛ اما به دلیل کاربری موجود که دارای پوشش جنگلی و گردشگری است شرایط برای بلندمرتبه‌سازی فراهم نیست و در مراحل بعدی و درروش اسلوث جز مناطق مستثنا است؛ اما بخش‌های غربی منطقه از کمترین مطلوبیت برای بلندمرتبه‌سازی برخوردار است و این نتایج با وضعیت موجود انطباق ندارد. در حال حاضر گسترش برج‌سازی و شهرک‌سازی در غرب منطقه فعال است و بر اساس نتایج این مطالعه این مناطق از وضعیت مطلوبی برخوردار نیستند؛ بنابراین رنگ قرمز نشان‌دهنده‌ی مطلوبیت کم و رنگ سبز نشان‌دهنده‌ی مطلوبیت زیاد است. بر اساس این نمودار حدود ۱۰/۵ درصد از منطقه دارای مطلوبیت خیلی زیاد، ۱۳/۵ درصد مطلوبیت زیاد، ۱۵ درصد مطلوبیت متوسط، ۹ درصد مطلوبیت کم و ۵۱ درصد مطلوبیت خیلی کم دارند. نمودار (۴)

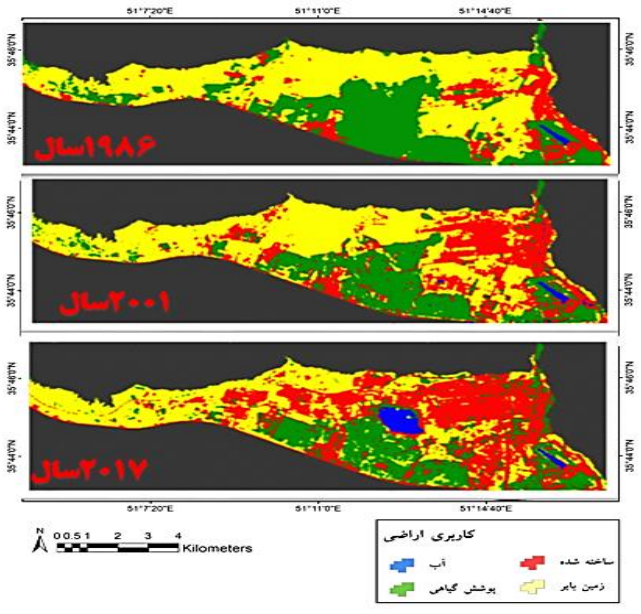


نمودار ٤ –مقایسه طبقات مطلوبیت مکانی منطقه ۲۲
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

جهت بررسی ارزیابی اثرات زیست‌محیطی بلندمرتبه‌سازی در منطقه ۲۲ بر اساس بررسی‌هایی صورت گرفت؛ سه عامل مهم تصمیم‌گیری در مکان‌یابی مناسب، برقراری بهینه‌سازی محیطی در انتخاب فرآیند و مدنظر قرار دادن ملاحظات زیست‌محیطی در کلیه امور نقش اساسی دارند. در ارتباط با تراکم و بلندمرتبه‌سازی، رعایت حریم بزرگراه‌ها، رعایت حریم تأسیسات شهری، رعایت حریم گسله‌ای زلزله، رعایت آثار و ابنیه تاریخی و بررسی‌های ظرفیت قابل‌تحمل همچنین رعایت حدوخط تعادل در حداقل عرض معابر، فاصله دو ساختمان، میزان فضای باز و لفاف فضائی، حق اشعه زمستانی، نماسازی، رعایت مشرفیت، توجه به تشکیل جزایر حرارتی و آلودگی‌ها محیط ازجمله عوامل مؤثر در مکان‌یابی ساختمان‌های بلند به شمار می‌آیند. نمودار (۵)

نمودار ۵ – اثرات زیست‌محیطی بلندمرتبه‌سازی (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

نتایج تصحیح تصاویر ماهواره‌ای سال‌های کنترل در نرم‌افزار IDRISI جهت تفکیک و استخراج لایه‌های شیب، کاربری زمین، نواحی استثناء که توسعه شهری در آن‌ها ممنوع است، نواحی شهر، شبکه‌های حمل‌ونقل و نقشه سایه و روشن پستی‌ها و بلندی‌ها جهت ورود به مدل SLEUTH به‌صورت زیر استخراج‌شده است.



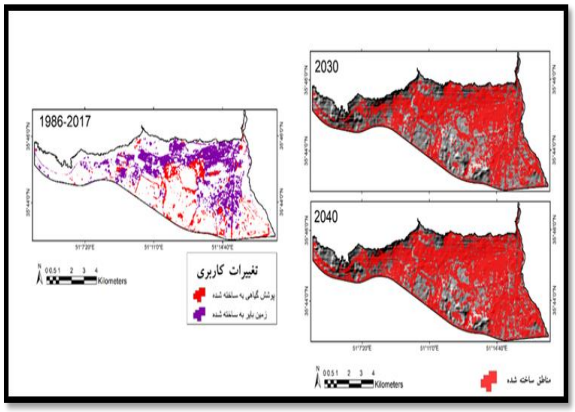
شکل ۵ – نقشه کلاس‌بندی کاربری اراضی در سال‌های کنترل
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

سپس راه‌اندازی مدل SLEUTH که شامل: آماده‌سازی لایه‌های ورودی – برگرفتن و تأیید عملکرد مدل–کالیبراسیون– پیشبینی اجرا گردید. بدین منظور ابتدا مدل SLEUTH از سایت۱ مربوطه در تاریخ ۱۳۹۷/۳/۱۴ دانلود گردید. سپس در نرم‌افزار Cygwin، جهت این شبیه‌سازی دستورات اجرای مدل به زبان برنامه‌نویسی C نوشته و به‌منظور شبیه‌سازی و نیز محاسبه ضرایب پنج‌گانه کالیبراسیون به نقشه‌ی شیب، نقشه‌ی سایه‌روشن پستی‌وبلندی‌ها، حداقل ۴ لایه مناطق شهری مربوط به چهار سال مختلف (سال‌های کنترل)، دولایه از شبکه حمل‌ونقل مربوط به دو سال مختلف و لایه‌ی مستثنایت تهیه گردید که تمام داده‌های لازم برای کالیبره کردن مدل از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی جمع‌آوری شد که به کمک لایه‌های رقومی موجود و تصاویر ماهواره‌ای ساله‌ی ۱۹۸۱–۲۰۰۱–۲۰۱۷ تهیه شدند. کالیبراسیون مدل اسلوث به روش :Brute Force در سه مرحله درشت، ریز و نهایی انجام‌گرفته به‌طوری‌که در هر سه مرحله‌ی کالیبراسیون از تصاویر با بزرگ‌نمایی یکسان استفاده گردید و شیب بحرانی ۱۵ درصد در نظر گرفته شد و در نرم‌افزار Cygwin با استفاده از دستور۲ فایل سناریوی مربوط به هر مرحله را انتخاب و مدل در حالت کالیبراسیون اجرا گردید. درنهایت در پایان هرکدام از مراحل کالیبراسیون فایل خروجی به دست آمد که از آن برای به دست آوردن نمایه OSM استفاده‌شده. پس از پایان هرکدام از مراحل سه‌گانه روش Brute Force، 50 اجرای برتر مربوط به آن مرحله به دست آمد و با توجه به بیشترین مقادیر OSM، فایل سناریوی تنظیم شد. سال شروع پیش‌بینی ۲۰۱۹ و سال پایان پیش‌بینی، ۲۰۴۰ در نظر گرفته شد. خروجی مدل به‌صورت تصویر احتمالاتی۳ است؛ که این نقشه احتمال توسعه مناطق شهری تا سال موردنظر را در محدوده‌ی ۱۰۰–۰ نشان می‌دهد. نکته قابل‌ذکر این است که هرچه ارزش یک سلول به عدد ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد، احتمال تبدیل این سلول به کاربری شهری بیشتر است. جدول (۶) با توجه به جدول (۶) در میان ضرایب پنج‌گانه به‌دست‌آمده؛ ضریب پخش، زایش و تا حدودی گرایش به جاده، غالب هستند؛ که این تفسیر جدول بر اساس موارد زیر به‌دست‌آمده که شامل؛ احتمال تبدیل هر سلول شهری به سلول مرکز انتشار شهر زیاد، همچنین احتمال بالای تولید سلول شهری موجود دارد همچنین تأثیر کم شبکه حمل‌ونقل و مخصوصاً جاده‌های اصلی شهر درروند توسعه شهر را شاهد خواهیم بود.

Growth coefficient	Calibration stage							Prediction stage
	Coarse		Fine		Final		Derive	
	Monte Carlo iterations=4 Calibration time=6h		Monte Carlo iterations=7 Calibration time=11h		Monte Carlo iterations=8 Calibration time=2h		Monte Carlo iterations=100	Monte Carlo iterations=200
	Range	Steps	Range	Steps	Range	Steps	Average coefficient results	Forecasting coefficients
Diffusion	0-100	25	1-100	19	1-1	1	1.36	1
Breed	0-100	25	75-100	7	75-82	2	100	100
Spread	0-100	25	25-100	14	81-95	3	100	100
Slope resistance	0-100	25	1-25	7	8-22	3	1.00	1
Road gravity	0-100	25	1-50	9	10-49	9	24.61	25
	OSM: 0.62		OSM: 0.72		OSM: 0.73			

جدول ٦- کالیبراسیون مدل اسلوث به روش Brute Force
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

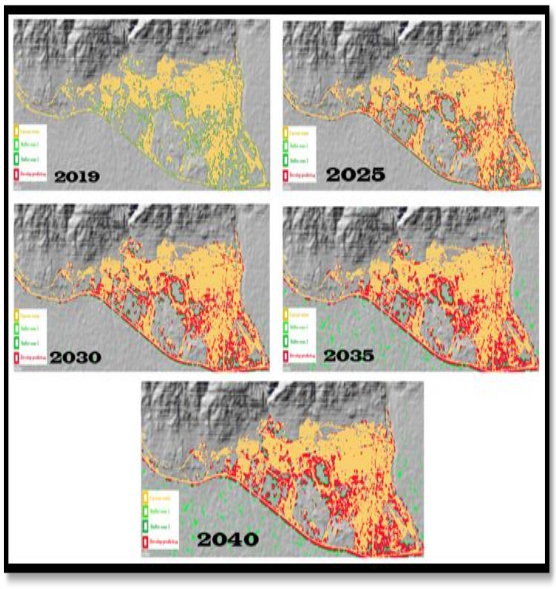
احتمال توسعه شهر در اراضی با شیب زیاد در این منطقه بسیار بالا است. احتمال بسیار پایین به وجود آمدن لکه‌های شهری جدید حاصل از رشد خودبه‌خودی و تبدیل آن‌ها به مراکز جدید رشد درنهایت نقشه‌های پیش‌بینی رشد شهری منطقه ۲۲ تهران برای سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۴۰ به‌دست‌آمده که در شکل (۶) آورده شده.



شکل ٦ – شبیه‌سازی رشد شهری از سال ۲۰۱۹ تا سال ۲۰۴۰.
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

[1]- http://www.necgia.ucsb.edu/project
[2]/..- Grow.exe calibrate [scenario]
[3] - Cumulate urban

مراحل کار کالیبراسیون مدل Sleuth با الگوریتم ژنتیک GA: الگوریتم ژنتیک طراحی‌شده توسط مدل اتوماتیک سلولی برای شبیه‌سازی رشد تاریخی منطقه شهری ۲۲ تهران به‌عنوان جایگزینی برای کالیبراسیون SLEUTH استفاده شد، بدین‌صورت که با استفاده از مجموعه‌ای از جمعیت راه‌حل اولیه برای منطقه موردنظر، این فرآیند برای ۱۲۰ تکرار برای یافتن بهترین مجموعه قوانین برای هر شهر اجرا شد. از طریق مدل طراحی‌شده، مدل‌سازی رشد شهری از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۱۷ شبیه‌سازی‌شده است، درحالی‌که کالیبراسیون با استفاده از الگوریتم ژنتیکی برای یافتن بهترین مقادیر حاکمیت شهر انجام‌شده است. بهترین قوانین سال ۲۰۱۷ برای پیش‌بینی ۲۰۲۵ استفاده می‌شود که از زمین واقع در ۲۰۱۷ برای پیش‌بینی کوتاه‌مدت هشت‌ساله استفاده می‌شود. کالیبراسیون دیگر در سال ۲۰۲۰ برای پیش‌بینی رشد شهری در سال ۲۰۳۰ (از سال ۲۰۱۷) برای یک دوره کامل پیش‌بینی ۱۰ ساله انجام‌شده است. سرانجام، پس از کالیبراسیون دیگری در سال ۲۰۳۰، بهترین قوانین در سال ۲۰۳۰ برای پیش‌بینی آینده در سال ۲۰۴۰ استفاده می‌شود. شکل (۷) مجموعه تصاویر شبیه‌سازی‌شده و پیش‌بینی‌شده را نشان می‌دهد.

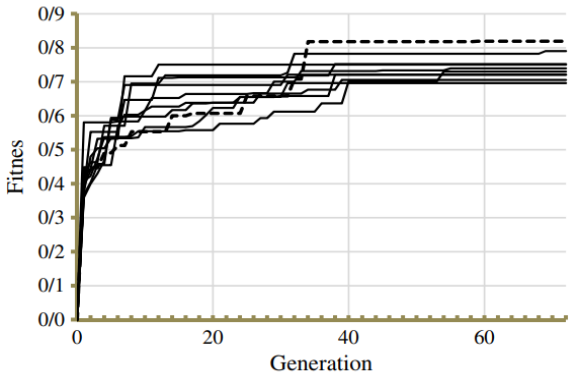


شکل ۷- مجموعه تصاویر شبیه‌سازی‌شده و پیش‌بینی‌شده منطقه ۲۲
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

که عملکرد پارامترها در زمان کالیبراسیون بدین‌صورت است که مدل اسلوث ۱۰ بار با ۴ تکرار اجرا شد و هر دفعه در رابطه باارزش سنجه OSM خودش ارزیابی شد. خلاصه اجرایی در جدول زیر آمده است. درواقع الگوریتم ژنتیک (GA) که زمان کالیبراسیون را کاهش داده و دقت مدل را افزایش داده است درواقع زمان محاسبه ۸۰٪ کاهش یافت، درحالی‌که دقت بهبود افزایش یافت. این نشان‌دهنده توانایی الگوریتم کالیبراسیون پیشنهادی دررسیدن به یک‌راه حل بهینه در یک‌زمان مؤثر بوده و کیفیت مدل‌سازی را نیز حفظ نموده است. درحالی‌که جداول نتایج ارزیابی کالیبراسیون را نشان داده می‌شود. جدول (۷) و نمودار (۶)

Growth coefficient	Best calibration iteration			Best derive step iteration	
		Monte Carlo iterations=4		Monte Carlo iterations=120	
	Range	Value		value	
Diffusion	1-1	1	Run #1 Calibration time=2 h	1	Run #2 Calibration time=2.05h
Breed	75-82	82		78	
Spread	81-95	91		89	
Slope resistance	8-22	21		15	
Road gravity	10-49	12		27	
		OSM: 0.83		OSM: 0.69	

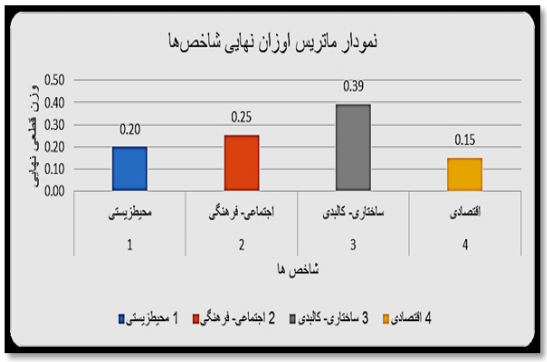
جدول (۷) جدول کالیبراسیون مدل SLEUTH با روش GA
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)



نمودار ٦- رشد شهری مدل SLEUTH با کالیبراسیون GA
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

٤- نتیجه‌گیری

با توجه به نظرات کارشناسان و تحقیقات انجام‌گرفته شده درزمینه ی ارزیابی مطلوبیت مکانی ساختمان‌های بلندمرتبه، مهم‌ترین شاخص مطلوبیت مکانی ساختمان‌های بلندمرتبه شاخص ساختاری- کالبدی با وزن ۰/۳۹۳ است نمودار (۷)



نمودار ۷-اوزان نهایی شاخص‌های موردبررسی در منطقه ۲۲
(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تراکم و بلندمرتبه‌سازی ضمن توجه به تعادل اقتصادی توجه به تعادل اجتماعی و زیست‌محیطی

آن نیز حائز اهمیت است لذا توجه به کمیت و کیفیت اثرات زیست‌محیطی بالقوه تراکم و بلندمرتبه‌سازی ضروری بوده که برای تعیین مطلوبیت مکانی بلندمرتبه‌سازی این اثرات به‌صورت کمی درآمد درواقع مهم‌ترین پیامدهای محیط زیستی ساخت برج‌های چیتگر نور–هوا– به‌ویژه قرار گرفتن در تونل باد تهران– عوامل مربوط به خاک و زمین–آلودگی صوتی – تأسیسات و تجهیزات زیربنایی همچنین اجرای این نوع سازها در مکان نامناسب می‌تواند هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده و پنهان را که در طی زمان‌های مختلف ایجاد کند، بنابراین ارزیابی مطلوبیت مکانی می تواند ما را در احداث ساختمان‌های بلندمرتبه و پیش‌بینی‌های دقیق در آن‌ها نیز یاری کند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و با توجه به شاخص‌هایی که در بالا ذکرشده‌اند، مکان مناسب جهت اجرای بلندمرتبه‌سازی در محدوده منطقه ۲۲ شهر تهران، اکثر نواحی با مطلوبیت بالا در شرق منطقه واقع‌شده‌اند و در مقایسه با وضعیت موجود محدوده‌هایی از منطقه ۲۲ که در آنجا بلندمرتبه‌سازی صورت می‌گیرد، این محدوده‌ها منطبق بر محدوده‌های با مطلوبیت مناسب و بالابر روی نقشه مطلوبیت می‌باشند. در بخش‌هایی از منطقه هم که در حال حاضر کار بلندمرتبه‌سازی انجام می‌شود با نقشه مطلوبیت همخوانی ندارد، درواقع منطقه ۲۲ حدود ۱۰/۵ درصد از منطقه دارای مطلوبیت خیلی زیاد و ۵۱ درصد مطلوبیت خیلی کم جهت بلندمرتبه‌سازی دارند. همچنین نتایج به‌دست‌آمده بر اساس پیش‌بینی صورت گرفته با مدل SLUTH-GA که منطقه تا سال ۲۰۴۰ در میان ضرایب پنج‌گانه به‌دست‌آمده؛ ضریب پخش، زایش و تا حدودی گرایش به جاده، غالبی پیدا خواهد کرد. نتایج تحقیق حاضر به علت کار نشدن موضوع با تکنیک و مدل ذکرشده در بالا، جزء اولین تحقیق در بحث ارزیابی مطلوبیت مکانی بلندمرتبه‌سازی برج‌های منطقه ۲۲ با استفاده GIS, FANP,SLUTH-GA است؛ اما به لحاظ اثبات صحت انجام کار به‌صورت جداگانه با دو تحقیق داخلی و خارجی مقایسه می‌گردد: نتایج این پژوهش با تحقیقی که در سال ۲۰۱۷ توسط جیان جو با عنوان نسبت محدودیت ارتفاع ساختمان/چگالی بالا در شهرها با استفاده از فنّاوری تجزیه‌وتحلیل فضایی در هنگ‌کنگ مقایسه گردید که نشان می‌دهد که حداکثر ارتفاع ساختمان منجر به تغییری مختصر در سایه و تابش خورشیدی در دو فصل زمستان و تابستان می‌شود. بنابراین، توصیه می‌شود که کمترین ارتفاع ممکن را داشته باشند. نتایج این پژوهش با تحقیق توسط که توسط لاکاشمیری و همکاران در سال ۲۰۱۷ توسعه شهری منطقه شهری پون، توسعه شهری را بر اساس سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور و مدل sleuth درواقع با پیش‌بینی رشد شهری پون تا سال ۲۰۳۰ و تأثیر آن بر روستاهای اطراف بر اساس داده‌های سنجش‌ازدور بوده است که در مقایسه صورت گرفته هر دو تحقیق به علت محدودیت‌های زیست‌محیطی عمدتاً توسعه در جهت شمال و شرق با رشد بیشتری در حال شکل‌گیری است. نتایج این پژوهش با تحقیق که در سال ۲۰۱۷ توسط نیگوتسه عنوان زندگی شهرنشینی در استانبول تحت سناریوهای مختلف با استفاده از مدل SLEUTH موردبررسی قرار گرفت که چهار سناریو به وجود آمد و اثرات آن‌ها به‌اندازهٔ وسعت شهر استانبول تا سال ۲۰۵۰ با بررسی دامنه با مدل رشد شهری (SLEUTH) بررسی گردید که هر دو تحقیق نتایجی مشابه در قسمت محدودیت رشد و توسعه در بخش حساس اکولوژیکی را بیان کرده‌اند. نتایج این پژوهش با تحقیق رستمی و همکاران در سال ۱۳۹۴ در ارتباط با بررسی عدم قطعیت در فرایند مدل‌سازی و پیش‌بینی رشد شهری با استفاده ازاتوماتای سلولی و منطق فازی مطالعه موردی شهر مشهد انجام‌گرفته مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج نشان داد پدیده‌های شهری به‌نوعی منجر به عدم قطعیت در نتایج شده‌اند بنابراین بکار گیری مدل اتوماتای سلولی توسعه‌یافته بر مبنای سیستم اطلاعات جغرافیایی و ارائه مدلی قدرتمند و ساده شبیه‌سازی فرایندهای پیچیده شهری انجام‌شده است. نتایج این پژوهش با تحقیق جعفر نژاد و همکاران در سال ۹۳ با عنوان مدل‌سازی توسعه‌ی شهری با استفاده از مدل SLEUTH-GA (مطالعه‌ی موردی شهرستان‌های گرگان، گنبدکاووس و آزادشهر) انجام شد که نتایج نشان می‌دهد که در بیش از ۷۰ درصد توسعه شهری بیشتر به‌صورت بنیادی و حاشیه‌ای و در امتداد جاده‌های اصلی خواهد بود. در مقایسه کالیبراسیون در مدل Sleuth, Sleuth-GA مشاهده شد که این دو مدل دارای ورودی‌های یکسانی هستند و تفاوت عمده‌ی آن‌ها مربوط به مرحله کالیبراسیون مدل است. در SLEUTH معمولی کالیبراسیون به روش Brute Force و در SLEUTH-GA کالیبراسیون به روش الگوریتم ژنتیک GA انجام می‌گردد. مقایسه نتایج نشان می‌دهد که در بیش از ۷۰ درصد شبیه‌سازی های انجام‌شده، مدل SLEUTH-GA عملکرد بهتری نسبت به SLEUTH داشته و زمان انجام محاسبات مرحله کالیبراسیون آن به‌مراتب کمتر است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده با توجه به افزایش جمعیت مناطق مختلف در ایران و جهان بعلاوه محدودیت‌های احداث این نوع سازه‌ها در مناطق مختلف ازنظر عوامل محیط زیستی و ابعاد مختلف، بررسی مکان مناسب جهت احداث ساختمان‌های بلندمرتبه ضروری و انجام مطالعات ارزیابی مطلوبیت مکانی در راستای توسعه شهری و رسیدن به شهر پایدار از اهمیت بسزایی برخوردار است.

منابع

- جعفر نژاد، جواد و عبدالرسول سلمان مهینی، (۱۳۹۲):«مدل‌سازی SLEUTH و SLEUTH-GA در مدل‌سازی توسعه شهری»، اولین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی، حفاظت از محیط‌زیست و توسعه پایدار، همدان، مرکز ارزیابی محیطی هگمتان، https: //www.civilica.com/مقاله/PCEPSD01-PCEPSD01_096. html-

- داداش پور، هاشم، عزیزی، اصغر زاده، پیمان. (۱۳۹۷): «سنجش ظرفیت زیست‌محیطی محله‌های شهری در کلان‌شهر تهران (موارد مطالعاتی: محله‌های هرندی، تختی و کوثر)»، جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۳(۲)، ۵۳-۶۸.

- داداش پور، هاشم، سالاریان، فردیس. (۱۳۹۷): «تحلیل الگوهای فضایی رشد شهری در مناطق کلان‌شهری ایران: مطالعه موردی مناطق کلان‌شهری تهران، مشهد، اصفهان و شیراز»، مجله آمایش سرزمین.

- رستمی گله، شاد، روزبه و مرجان قائمی، (۲۰۱۵): «بررسی عدم قطعیت در فرایند مدل‌سازی و پیش‌بینی رشد شهری با استفاده ازاتوماتای سلولی و منطق فازی (مطالعه موردی شهر مشهد)»، در همایش بین‌المللی معماری، عمران و شهرسازی در هزاره سوم.

- رهنما، م. ر. هروی تربیتی، (۲۰۱۴): «بررسی تأثیرات ساختاری ساختمان‌های بلند در زمینه پایداری محیط‌زیست شهری»، مجله بین‌المللی پژوهش در مدیریت، صفحه ۳.

- عیسی لو، شهاب‌الدین، لطیفی، گودرزی، وحید. (۱۳۹۷): «ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی بافت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله احتمالی»، فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»، ۲۵(۱۰۰)، ۷۳-۸۷.

- سازمان مسکن و شهرسازی تهران، (۲۰۱۱)، برنامه جامع استان تهران، شهر تهران، بخش ۲۲

- کریمی پور، ید اله. (۲۰۰۹). جغرافیا یا ژئوپلیتیک .IQ نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۹(۹)، صفحه ۲۹-۴۵.

- منوری. مسعود، (۱۳۸۴)، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، انتشارات میترا، سازمان حفاظت از محیط‌زیست و شرکت مهندسین مشاور ارزیابان محیط، چاپ دوم، صفحه ۴۲۰.

- منوری، سید مسعود (۱۳۸۱). راهنمای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح‌های جنگلداری، پروژه ظرفیت‌سازی و تقویت بنیادی ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در ایران. تهران: سازمان حفاظت محیط‌زیست، برنامه عمران ملل متحد، صفحه ۱۴۸.

- منوری، سید مسعود، (۱۳۸۷). ارزیابی اثرات زیست‌محیطی. تهران: انتشارات میترا، (چاپ دوّم)، صفحه ۴۶۲.

- مبهوت، محمدرضا؛ فهیمه سروش و سحر رحمانی، (۱۳۹۲): «ارزیابی اثرات مثبت و منفی بلندمرتبه‌سازی با توجه به اهداف توسعه پایدار شهری نمونه موردی: منطقه ۹ شهر مشهد»، همایش ملی معماری، شهرسازی و توسعه پایدار با محوریت از معماری بومی تا شهر پایدار، مشهد، موسسه آموزش عالی خاوران، https://www.civilica.com/Paper-APSD01-APSD01_013.html

- مخدوم، م. منصوری، س. م. (۱۹۹۷): «بررسی و شناخت اثرات توسعه بر محیط استان هرمزگان با استفاده از مدل تخلیه»، مجله محیط‌زیست، صفحه ۴۹-۵۶.

- مخدوم، مجید، (۱۳۸۷)، شالوده آمایش سرزمین. تهران؛ انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۲۸۹.

- محمدی آیدغمیش، فاطمه و مجتبی رفیعیان، (۱۳۹۶): » ارزیابی مؤلفه‌های رقابت‌پذیری سرزمینی در استان‌های کشور با استفاده از مدل تلفیقی تحلیل عاملی و فرآیند تحلیل شبکه‌ایF ANP ، دو فصلنامه اقتصاد و توسعه منطقه‌ای ۲۴) ۱۳(، https://www.civilica.com/Paper-JR_ERD-JR_ERD-24-13_003.html

- معاون فرماندار برنامه‌ریزی تهران، (سال ۱۳۹۵)، سالنامه آماری استان تهران

- Clarke, K.C. (2008): A Decade of Cellular Urban Modeling with SLEUTH: Unresolved Issues and Problems, Chapter 3 in Planning Support Systems for Cities and Regions. Brail, R. K. Lincoln Institute ofLand Policy, Cambridge, MA, pp. 47-60

- Clarke, K.C.) April 2017: Improving SLEUTH Calibration with a Genetic Algorithm. In GISTAM (pp. 319-326).

- Eiben, A. E. and Smith, J. E. (2003):Introduction to Evolutionary Computing, Springer-Verlag, Berlin.

- F. Wu, (2002):Calibration of stochastic cellular automata: the application to rural-urban land conversions, International Journal of Geographical Information Science, vol. 16, pp. 795-818.

- Goldstein, N. C. (2004). Brains versus brawn-comparative strategies for the calibration of a cellular automata-based urban growth model. GeoDynamics, 249-272.

- Guo, J. Sun, B. Qin, Z. Wong, S. W. Wong, M. S. Yeung, CW. Shen, Q. (2017): A study of plot ratio/building

height restrictions in high density cities using 3D spatial analysis technology: A case in Hong Kong. Habitat International, 65, 13-31.

- Herold, M. Couclelis, H. Clarke, K. C. (2005): The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. Computers, environment and urban systems, 29(4), 369-399.

- Holland, John H (1975): Adaptation in Natural and Artificial Systems, University of Michigan Press, Ann Arbor

- Jiao, J. & Boerboom, L. (2006): Transition rule elicitation methods for urban cellular automata models. In Innovations in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning (pp. 53-68). Springer, Dordrecht.

- Jat, M. K. Choudhary, M. Saxena, A. (2017): Urban growth assessment and prediction using RS, GIS and SLEUTH model for a heterogeneous urban fringe. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 10.

- Nigussie, T. A. Altunkaynak, A. (2016): Modeling urbanization of Istanbul under different scenarios using SLEUTH urban growth model. Journal of Urban Planning and Development, 143(2), 04016037.

- Önüt, S. Kara, S.S. and Işik, E. (2009): Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company. Expert systems with applications, 36(2), pp.3887-3895.

- Portugali, J. (2011): Complexity Theories of Cities Have Come of Age: Achievements, Criticism, and Potentials. In Complexity, Cognition and the City (pp. 95-109). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Tamošaitienė, J. Šipalis, J. Banaitis, A.Gaudutis, E. (2013): Complex model for the assessment of the location of high-rise buildings in the city urban structure. International Journal of Strategic Property Management, 17(1), 93-109.

- Wang, Y. Akbari, H.Chen, B. (2016): Urban Geometry and Environmental Urban Policy Development. Procedia Engineering, 169, 308-315.