

کاربست فناوری مدل سازی اطلاعات شهر؛ رهیافتی نوین در مدیریت شهری هوشمند موردکاوی: کوی کالاد تهران^۱

مهشید قربانیان* - استادیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، استان تهران، شهر تهران
فرشاد شریعت پور - کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، شهر تهران

Applying of City Information Modeling (CIM) Technology; a new approach in smart urban management (Case study: Kalad, Tehran City)

Abstract

The pace of technology development in the world and the emergence of smart software and applications are indicative of the development of technology in the field of science. In this way, the relationship between urban design knowledge and urban planning with technology should not be ignored. 3D visualization tools are used to create high-level designs around the world. Urban three-dimensional models are generally generated to describe the current situation, and at a higher level, three-dimensional urban models can be well used in simulation for topics related to various types of urban management, including crisis management. Having smart city management depends on the use of smart executive tools in different dimensions of the city. The Procedural Modeling approach and its tools are one of these technologies, that by using it, dynamic and automatic feedback can be created throughout the design process and flexible and smart scenarios can be designed and programmed. With a practical approach, this paper first introduces Procedural Modeling to design, modeling and simulation by using the CityEngine software. In order to demonstrate and present the use of this smart simulation technique, the visualization of the current situation for a part of the Kalad neighborhood of Tehran city, will be done in four basic steps; The first step is to gather all the necessary information and attributes of the buildings to create a database for modeling along with taking pictures of the buildings facades. The second step is to write the CGA rule file and the next step is to create a three-dimensional simulated model in the CityEngine software by using algorithms and written code. Finally, the final result of the simulated three-dimensional model is published as a web-based output. Since these codes are textual, they can be changed and developed in the future.

Key Words: 3D modeling, Procedural Modeling, Smart urban management, CityEngine, Tehran Kalad neighborhood.

۱- چکیده

سرعت توسعه تکنولوژی در جهان و ظهور نرم افزارها و اپلیکیشن های هوشمند، نشان دهنده توسعه تکنولوژی در راستای علم مربوط به آن میباشد. در این راستا ارتباط دانش طراحی و برنامه ریزی شهری با تکنولوژی را نباید نادیده گرفت. چندین سال است که ابزارهای تجسم سه بعدی در سراسر جهان مورد استفاده قرار می گیرند. مدل های سه بعدی شهری، به طور کلی برای توصیف وضعیت فعلی تولید می شوند و در سطح بالاتر می توان از آنها در شبیه سازی برای مباحث مرتبط به مدیریت شهری از جمله مدیریت بحران، به خوبی استفاده کرد. برخورداری از مدیریت شهری هوشمند در گرو کاربرد ابزارهای اجرایی هوشمندسازی در ابعاد مختلف شهر می باشد. رویکرد مدل سازی روبه ای و ابزارهای آن یکی از همین تکنولوژی ها می باشد که با استفاده از آن، می توان در کل فرآیند برنامه ریزی و طراحی، بازخوردهای پویا و دینامیک ایجاد کرد.

این نوشتار با رویکرد کاربردی- عملی، ابتدا با معرفی مدل سازی روبه ای^۲ به سمت طراحی، مدل سازی و شبیه سازی با استفاده از نرم افزار CityEngine می رود. به منظور نمایش و ارائه این تکنیک، برای بخشی از کوی کالاد در تهران، چهار گام اساسی شامل: ۱. جمع آوری تمام اطلاعات لازم و ویژگی های ساختمان ها برای ایجاد یک پایگاه داده^۳ برای مدل سازی در کنار برداشت تصاویر نمای ساختمان ها، ۲. نوشتن فایل قانون CGA^۳. استفاده از الگوریتم ها و کدها در نرم افزار CityEngine برای تولید مدل هوشمند، ۴. نتیجه نهایی مدل سه بعدی شبیه سازی شده به صورت خروجی تحت وب^۴ انجام شده است. از آنجا که این کدها به صورت متنی هستند، قابل تغییر و توسعه در آینده می باشند.

واژگان کلیدی: مدل سازی سه بعدی، مدل سازی روبه ای، مدیریت شهری هوشمند، CityEngine، کوی کالاد تهران.

۱ - این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد فرشاد شریعت پور، با عنوان "فناوری طراحی باهمستان هوشمند با تکیه بر الگوریتم مدل سازی روبه گرا با استفاده از نرم افزار CityEngine" به راهنمایی دکتر مصطفی بهزادفر و دکتر مهشید قربانیان، در دانشگاه علم و صنعت ایران می باشد.

* نویسنده مسئول پست الکترونیک: ghorbanian@iust.ac.ir

2- Procedural Modeling

3-Data-based

4- Web-based

اغلب با انقلاب در ابزار رخ می‌دهد. شهرهای هوشمند، ابزار نوینی را برای مشاهده دقیق شیوه استفاده مردم از شهر ارائه می‌دهند و از این‌رو می‌توانند رویکردهای جدیدی را در حوزه نظری شهری ایجاد کنند (C Harri-son & Abbott Donnelly, ۲۰۱۱).

امروزه اصلی‌ترین محور تحول و توسعه در جهان، فناوری اطلاعات و ارتباطات است که دستاوردهای آن با زندگی مردم عجین گردیده است. شهرسازی و معماری نیز از این قاعده مستثنی نبوده و باید با پیشرفت تکنولوژی‌های نوین خود را همگام کند. برنامه‌ریزی و طراحی شهری در عمل به طور جدایی ناپذیری با ابزارهای دیجیتال در هم تنیده شده‌اند. ابزارهای خلاقانه و جدید جای ابزارهای تحلیلی دستی را گرفته‌اند. در زمینه‌های کاربردی و علمی، در مدل‌سازی جهان در سه بعد، علاقه و روند رو به رشدی وجود دارد. به منظور مدل‌سازی و شبیه‌سازی دنیای واقعی، فرایند دیجیتالی کردن شکل‌های اشیاء، حرکت، بافت و دیگر ویژگی‌ها مورد تأکید است. در همین راستا کارهای زیادی انجام شده و دستاوردهای قابل توجهی در زمینه تجهیزات و نرم‌افزارهای دیجیتال به دست آمده است. ابزارهای مدل‌سازی سه‌بعدی کامپیوتری، از جمله سیستم اسکن لیزری، مدل‌سازی و رندر مبتنی بر تصویر (IBMR)، بسیار قدرتمند هستند. مدل‌سازی اشیاء، از ساختار ساده اشیاء تا برجستگی‌های پیچیده صورت انسان، مو و حتی به مدل‌سازی اشکال مایع تکامل یافته است. در گذشته، کاربرد اصلی مدل‌سازی سه‌بعدی، نمایش بصری بود اما امروزه تأکید مدل‌سازی بر تغییر است. مدل‌سازی سه‌بعدی به طور گسترده‌ای در زمینه‌هایی مانند گرافیک کامپیوتری، واقعیت مجازی و ارتباطات مورد استفاده قرار گرفته است و با توجه به پیچیدگی‌ها و گستردگی‌ها، امروزه تقاضای بیشتری برای ایجاد محتوای سه‌بعدی در راستای مدیریت، نگهداری، نمایش چرخه حیات اشیاء، به منظور اتخاذ تصمیم‌گیری‌های به موقع و پیش‌بینی تغییرات مورد نیاز است. البته در زمینه‌های مختلف پژوهشی و برنامه‌های کاربردی، روش‌های مدل‌سازی سه‌بعدی در هر تخصص، خاص خود بوده و متفاوت است.

برخورداری از مدیریت شهری هوشمند در گرو کاربست ابزارهای اجرایی هوشمندسازی در ابعاد مختلف شهر می‌باشد. در این راستا در سال‌های اخیر، مطالعاتی در زمینه فراهم‌سازی زیرساخت‌ها صورت پذیرفته و پیرو آن، اقداماتی خردمقیاس با هدف کاهش بار مدیریت شهری و برون‌سپاری برخی فعالیت‌ها و یا بهره‌گیری از سامانه‌های مدیریت داده‌ای و انجام تراکنش‌های اداری، انجام شده است. با این وجود، بخش اعظمی از شهر در تیلور کالبدی و عناصر وابسته به آن مانند حجم سه‌بعدی بلوک‌ها، سیمای جداره‌ها، تراکم‌های ارتفاعی و ضوابط اجرایی آن نمود پیدا می‌کند که هر

موجودیت شهر در برابر ایستایی قرار گرفته است؛ شهر در چرخه زمان و در بستر مکان پویا و متحول می‌باشد. بنابراین طراحان و برنامه‌ریزان نباید برای شهر محصولات ثابت و نهایی ایجاد کنند، بلکه باید چارچوبی را تعریف کنند که ممکن است در آینده تغییر نماید و همچنین خود را با تغییرات آینده انطباق دهد. لذا می‌باید در برنامه‌ریزی شهری چارچوب فضایی شهر، داینامیک در نظر گرفته شود و نیز طراحی شهری به سمت استفاده از فناوری در مدل‌سازی شهری هدایت گردد. به عنوان یک واقعیت پذیرفته‌شده، هدف شهرسازی ایجاد شهرهای قابل سکونت است. مفاهیم جدید برای تجلی این گونه شهرها در دهه‌های اخیر، شهرهای هوشمند و پایدار می‌باشند. ابزارهای این مفاهیم که به طور گسترده مورد تحقیق قرار گرفته و به طور فزاینده‌ای توسط بسیاری از شهرها پذیرفته شده است. در کنار پیشرفت سریع تکنولوژی‌های کامپیوتری که ابزار قالب توجهی را در اختیار شهرسازان قرار می‌دهند، این واقعیت آشکار می‌شود که در آینده نزدیک، حالتی جامع و تعاملی از شهرسازی را تجربه خواهیم کرد. شرایط کنونی جهانی نیز شهرها را بیش از پیش به وی رقابت، هوشمندی، انعطاف‌پذیری و سازگاری تشویق می‌کنند. بحث در مورد نحوه استفاده از این فناوری‌ها در عملکرد شهرها به همراه توانایی رقابت و بهره‌وری، منجر به مفهوم شهر هوشمند می‌شود. واشبرن و همکارانش، شهر هوشمند را ارتباط قوی خود با فناوری‌های محاسباتی تعریف می‌کنند. آن‌ها معتقدند خدمات شهرهای هوشمند باید با استفاده از تحولات تکنولوژیکی جدید، هوشمندتر، مرتبط‌تر و کارآمدتر باشند و امروزه شهرها با اتوماسیون خدمات، مردم، ساختمان‌ها، ترافیک و غیره هوشمندتر می‌شوند (Wash-burn et al., ۲۰۱۰). با ظهور این مفهوم، شهر هوشمند به بهبود عملکرد و بهره‌وری خدمات شهری، و ارائه راه‌حل‌های نوآورانه برای مقابله با اثرات مخرب توسعه سریع شهری، مانند تفکیک اجتماعی، فقر و محیط‌های ناپایدار می‌پردازد. در راستای این هدف، شهرها با اعمال روش‌های دقیق برای به دست آوردن انواع داده‌های شهری، همچنین مدیریت برنامه‌های شهری و سیاست‌ها در حال تغییر شکل ارتباط با ساکنین خود هستند. مفهوم شهر هوشمند نه تنها شامل خودکارسازی توابع معمول شهر می‌شود بلکه پارادایم‌هایی را در برمی‌گیرد که بهره‌وری را در نظارت، تجزیه و تحلیل، و فرایند تصمیم‌گیری بهبود می‌بخشد و راه‌حل‌های جدیدی را برای ارتقاء استانداردهای زندگی فراهم می‌کند. همچنین، این پارادایم‌ها می‌توانند مدیریت شهرها را با ارزیابی روند واقعی‌سازی و اجرای برنامه‌ها در بلندمدت دستخوش تغییر قرار دهند (Batty et al., ۲۰۱۲). این دیدگاه به چشم‌انداز یکپارچه‌ای از شهر و زیرساخت‌های آن، در ترکیبی از تمام ابعاد مؤثر آن نیاز دارد (Correia & Wünstel, ۲۰۱۱).

آلبرت اینشتین معتقد بود که در علم، انقلاب در تئوری

خواهد گرفت و سپس نمونه‌ای از چنین ظرفیتی در بخشی از کوی کالاد تهران به کمک برنامه‌نویسی در نرم‌افزار CityEngine به صورت خروجی سه‌بعدی ارائه می‌گردد تا قابلیت استفاده از پتانسیل مدل‌های رویه‌ای در مدیریت شهری هوشمند آشکار شود.

۳- ادبیات موضوع

۳-۱- شهر هوشمند و مدیریت شهری هوشمند

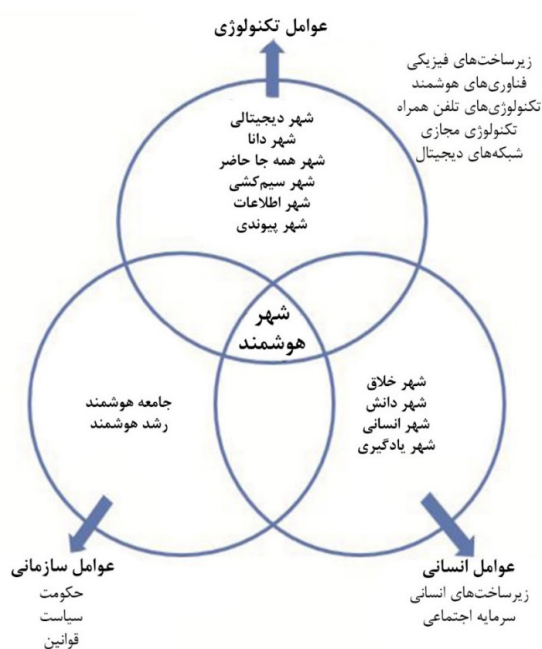
شهر هوشمند از جمله واژگانی است که تعاریف مختلفی از آن شده است و بیش از ۱۹۰ تعریف از این مفهوم وجود دارد. در مفهوم‌سازی برای شهر هوشمند می‌باید به تفاوت آن با شهر باهوش، شهر مجازی، شهر دیجیتال و شهر اطلاعات، و جایگاه مردم در آن توجه کرد؛ تمام فعالیت‌های شهر هوشمند در راستای بالا بردن کیفیت زندگی مردم انجام می‌گیرد. در جدول زیر خلاصه‌ای از برخی تعاریف شهر هوشمند ارائه شده است؛

یک به نوبه خود نیازمند ابزاری ارتباطی برای بازنمون آن‌ها در قالب شهر و مدیریت شهری هوشمند است. به سبب ماهیت چنین ابعادی از شهر، تدوین ورودی برای مدیریت شهری هوشمند چالشی تکنیکی محسوب می‌شود که هم‌افزایی سامانه‌های داده‌ای و پردازش را باهم می‌طلبد. یکی از مهم‌ترین وجوه هوشمندی در مدیریت شهری بافت‌ها و مورفولوژی آن، تولید مدل‌های سه‌بعدی پویا به منظور بررسی بازخورد اعمال ضوابط شهری و یا پیش‌بینی تغییرات احتمالی در فرم سه‌بعدی شهر می‌باشد. بهترین روش برای ایجاد مدل سه‌بعدی بزرگ مقیاس در یک زمان کوتاه و با هزینه‌های پایین، مدل‌سازی رویه‌ای با استفاده از قوانین و الگوریتم‌ها است که راه‌حل مقرون‌به‌صرفه‌ای برای تولید محتوای سه‌بعدی شهری می‌باشد (Watson et al., ۲۰۰۸). در مقاله حاضر، کاربست رهیافت رویه‌گرا در تولید مدل‌های سه‌بعدی تعاملی هوشمند در شهر مورد مطالعه قرار

جدول ۱- تعاریف از شهر هوشمند

منبع	تعریف
(Komninos, 2015)	شهرهای هوشمند بر پایه خلاقیت شهروندان، نهادها، سازمان‌های دانش‌محور و زیرساخت‌های دیجیتال به منظور برقراری ارتباطات و مدیریت دانش‌بنیان.
Kourtit & Nijkamp, (2012)	شهرهای هوشمند بر پایه ترکیبی نوید بخش از سرمایه‌های انسانی، سرمایه‌های زیرساختی، سرمایه‌های اجتماعی و سرمایه‌های کارآفرینی قرار دارند.
Kourtit, Nijkamp, & (Arribas, 2012)	شهرهای هوشمند دارای نسبت بالایی از افراد با تحصیلات عالیه، مشاغل دانش‌محور، سیستم‌های برنامه‌ریزی خروجی‌گرا، فعالیت‌های خلاق می‌باشند.
(Zygiaris, 2013)	«هوشمند یا باهوش» ظرفیت تولید ارزش افزوده اطلاعات را از طریق پردازش داده‌های شهری در زمان واقعی با استفاده از سنسورها را بیان می‌کند.
Bakıcı, Almirall, & (Wareham, 2013)	شهر هوشمند به عنوان یک شهر پیشرفته و فشرده با تکنولوژی بالا که مردم، اطلاعات و عناصر شهری را با فناوری‌های جدید به هم متصل می‌کند، در نظر گرفته شده است.
Barrionuevo, Berrone, (& Ricart, 2012)	شهر هوشمند به معنی استفاده از همه منابع و فناوری‌های موجود به صورت هوشمندانه و هماهنگ به منظور توسعه مراکز شهری پایدار، قابل سکونت.
Caragliu, Del Bo, (& Nijkamp, 2011)	یک شهر زمانی هوشمند است که سرمایه‌گذاری در سرمایه‌های اجتماعی و انسانی و تقویت زیرساخت‌های ارتباطی سنتی و مدرن، رشد اقتصادی و انرژی پایدار صورت پذیرد.
(Chen, 2010)	شهر هوشمند از مزیت‌ها و قابلیت‌های سنسورها در زیرساخت‌های شهری تعبیه شده، استفاده می‌کند و نتیجه آن بهبود کیفیت زندگی.
Colin Harrison et al., (2010)	شهری که زیر ساخت‌های فیزیکی، زیر ساخت‌های فناوری اطلاعات، زیر ساخت‌های اجتماعی و زیرساخت کسب و کار را به منظور تقویت هوش جمعی شهر به هم وصل می‌کند.

مدل‌سازی و آخرین مرحله رندر (Dobraja, ۲۰۱۵). یکی از برجسته‌ترین حوزه‌های کاربرد مدل‌های سه‌بعدی، معماری و طراحی شهری است. با این حال، مدل‌سازی سه‌بعدی دارای کاربرد گسترده‌تری از جمله برنامه‌ریزی، مهندسی، باستان‌شناسی، پزشکی، سینما، بازی، طراحی صنعتی، ساخت، نمونه‌سازی، فیلم، موزه‌ها، سرگرمی و بسیاری از زمینه‌های دیگر می‌باشد (Luan, Xie, Ying, & Wu, ۲۰۰۸). به غیر از اهداف طراحی، صنایع سرگرمی به طور گسترده‌ای از محتوای سه‌بعدی دیجیتال در فیلم‌ها، بازی‌ها و غیره استفاده می‌کنند. در واقع، صنعت بازی و سرگرمی به عنوان اصلی‌ترین عامل اصلی در حرکت به سمت نسل محتوای سه‌بعدی در نظر گرفته شده است. امروزه یک محبوبیت رو به رشد از مدل‌سازی سه‌بعدی از مناطق بزرگ شهری وجود دارد (Shiode, ۲۰۰۰). یکی از دلایل مدل‌سازی دیجیتالی سه‌بعدی این است که آن‌ها به طراحان کمک می‌کنند تا ایده‌های طراحی خود را مورد سنجش قرار دهند و سطح تخیل را بالا ببرند (Al-Douri, ۲۰۰۶). همراه با ظهور تکنولوژی‌های مانند واقعیت افزوده (AR) و واقعیت مجازی (VR)^۹، با نیازمندی گسترده‌ای برای مدل‌های سه‌بعدی مواجه می‌شویم (تصویر ۱) (Azuma, ۱۹۹۷).



شکل ۱- اجزاء و عناصر شهر هوشمند (Nam & Pardo, ۲۰۱۱)

۹- Augmented reality

۱۰- Virtual Reality

شهر هوشمند سیستم‌گرا نیست، بلکه خدمات محور (سرویس‌گرا) است؛ هدف نهایی یک شهر هوشمند ارتقاء کیفیت کلی خدمات شهری است. ایجاد یک سیستم یکپارچه به خودی خود پایان راه نیست، بلکه مکانیزمی است که از طریق آن خدمات تحویل و اطلاعات به اشتراک گذاشته می‌شود. نوآوری سیاسی و سازمانی برای یک شهر هوشمند، مدیریت مؤثر خدمات و رسیدگی به تقاضاهای خدماتی شناسایی شده از طریق حکمروایی است (Pourahmad, Ziari, Hataminejad, & Pash- abadi, ۲۰۱۸). در تحقیاتی که روی ابعاد شهر هوشمند انجام شده است، هشت مؤلفه کلیدی را برای هر شهر هوشمند شناسایی کرده‌اند که دارا بودن حداقل ۵ مؤلفه هوشمندی، یک شهر را در زمره شهرهای هوشمند قرار می‌دهد (Vidyasekar, ۲۰۱۳):

۱. حکمروایی هوشمند^۱
۲. انرژی هوشمند^۲
۳. ساختمان هوشمند^۳
۴. جابجایی هوشمند^۴
۵. زیرساخت هوشمند^۵
۶. تکنولوژی هوشمند^۶
۷. مراقبت‌های بهداشتی هوشمند^۷
۸. شهروند هوشمند^۸

به طور کلی می‌توان ارتباط بین عناصر و اجزاء شهر هوشمند را در قالب مفهومی شکل زیر نمایش داد. اساس این شکل، لازم است تمامی لایه‌ها و ساختار شهر هوشمند در ارتباطی معنادار با یکدیگر عمل کند

۲-۳- مدل‌سازی سه‌بعدی

مدل‌سازی اولین و مهم‌ترین رکن گرافیک سه‌بعدی است (Govil-Pai, ۲۰۰۶). این فرآیند شامل سه مرحله اصلی می‌باشد؛ مرحله اول جمع‌آوری داده سه‌بعدی، مرحله بعد

- ۱- Smart Governance
- ۲- Smart Energy
- ۳- Smart Building
- ۴- Smart Mobility
- ۵- Smart Infrastructure
- ۶- Smart Technology
- ۷- Smart Health Care
- ۸- Smart Citizen

تغییر است. یکی از اهداف اصلی مدل‌های سه‌بعدی شهر، بصری‌سازی^۲ است این امر به تسهیل بازخورد افکار عمومی و افزایش آگاهی عمومی (Smart People) کمک می‌کند. علاوه بر اهداف تجسم بصری، مدل‌های سه‌بعدی شهری نیز به عنوان حاملان اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرند. زیرا که آن‌ها از نظر بصری، توانایی درک اطلاعات را آسان‌تر و دقیق‌تر از گرافیک دوبعدی در اختیار قرار می‌دهند (شریعت پور، ۱۳۹۸).

در مقیاس معماری، مدل‌های اطلاعات ساختمان^۳ (BIM) یک تکنیک است که اطلاعات مورد نیاز مربوط به ساختمان را ذخیره می‌کند و می‌تواند اطلاعات مرتبط با ساخت‌وساز ساختمان را مدیریت کند. ادغام این تکنیک‌ها با GIS انجام دامنه وسیعی از تحلیل‌ها را ممکن می‌سازد (Rua, Falcão, & Roxo, ۲۰۱۳). کاربردهای مدل‌های سه‌بعدی شهر، با توجه به کاربردهای متعدد در چندین حوزه کاربردی توسط بیهسکی^۴ و همکاران (۲۰۱۵) طبقه‌بندی شده‌اند. آن‌ها وضعیت اخیر هنر را در زمینه مدل‌سازی سه‌بعدی شهری بررسی کرده‌اند. این آثار به دو دسته تقسیم می‌شوند که در آن بصری‌سازی معیار اصلی است.

(۱) مواردی که در نتیجه عملیات مکانی ایجاد می‌شوند و تجسم نتایج آن ضروری نیست، به عنوان نمونه‌های غیر تجسم دسته بندی می‌شوند. برخی از موارد مبتنی بر عدم تجسم‌سازی شامل تخمین تقاضای انرژی^۵ (تصویر ۳)، تخمین تابش خورشیدی^۶، تعیین فضای طبقه^۷ و دسته‌بندی انواع ساختمان هستند.



تصویر ۱- استفاده از واقعیت افزوده در شهر به کمک داده‌های GIS (Maggie Talal, ۲۰۱۴)



تصویر ۲- استفاده از واقعیت مجازی در رشته‌های گوناگون (Clayton Purdom, n.d)

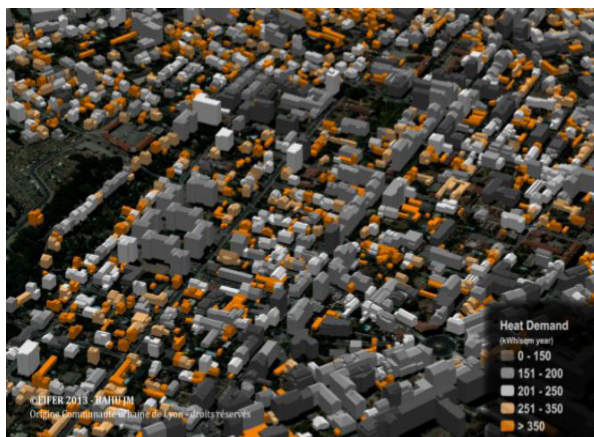
امروزه چنین تکنولوژی‌های در حالت‌های مختلف به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. در واقع، به نظر می‌رسد که مدل‌های شهری آینده، با رابط‌های تعامل‌پذیر، سازگاری خیلی زیادی داشته باشند.

۳-۳- مدل‌سازی سه‌بعدی شهر

امروزه، روش و ابزار ارائه‌ی مدل‌های شهری تغییر کرده‌اند. کاربردهای قبلی مدل‌سازی شهر، به خروجی‌های GIS محدود بودند. یک روش سنتی، تولید تصاویر استاتیک، به عنوان خروجی بوده اما پیشرفت‌های اخیر در محاسبات، رابط‌های جدیدی را برای تعامل با مدل‌های شهری مجازی فعال ساخته است (Morton, Horne, Dalton, & Thompson, ۲۰۱۲).

امروزه از طریق رابط‌های مبتنی بر وب، نقشه‌ها یا داده‌های سه‌بعدی GIS می‌توانند به عنوان کاربردهای تعاملی ارائه شوند. بنابراین، ابزار ایجاد مدل شهری نیز در حال

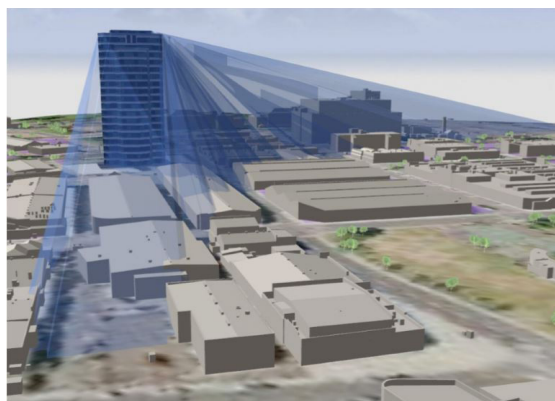
۱-render



تصویر ۳- تجسم ارزیابی تقاضای انرژی (Biljecki, Stoter, Ledoux, Zlatanova, & Çöltekin, ۲۰۱۵)

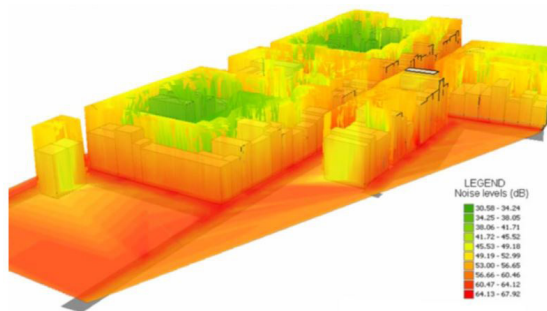
- ۲- visualization
- ۳- Building Information Modeling
- ۴- Biljecki
- ۵- energy demand
- ۶- solar irradiation
- ۷- floor space

(۲) مواردی که به تجسم‌سازی نیاز دارند به عنوان هدف اصلی ایجاد ارتباط، برقراری ارتباط اطلاعات شهری و واقعیت مجازی، به عنوان موارد مبتنی بر تجسم گروه‌بندی می‌شوند مثل، دید، سایه اندازی^۳ (تصویر ۴)، برآورد آسیب لرزه‌ای^۲، سیل و مدیریت جنگل‌ها^۴.



تصویر ۴- برآورد سایه توسط یک ساختمان برای چند موقعیت خورشید. به عنوان مثال، این پرونده مورد استفاده در ارزیابی اثر طراحی یک ساختمان پیشنهادی در اطراف آن ارزشمند است. (al et Biljecki, ۲۰۱۵)

همچنین برآورد تاثیر محیط انسان ساخت از قبیل صدا (تصویر ۵) و نور به یک گروه تقسیم می‌شود. جهت‌یابی^۵ و مسیریابی^۶ می‌تواند به عنوان تجاری‌ترین کاربرد مورد استفاده قرار گیرند. (al et Biljecki, ۲۰۱۵)



تصویر ۵- شبیه‌سازی سر و صدای سه‌بعدی مشتق شده با مدل سه‌بعدی شهر. (al et Biljecki, ۲۰۱۵)

- ۱- visibility
- ۲- shadow casting
- ۳- seismic damage
- ۴- forest management
- ۵- Navigation
- ۶- Routing

۳-۴- انواع حالت‌های مدل‌سازی سه‌بعدی

انواع تکنیک‌های مدل‌سازی به ۴ دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شود:

* روش مدل‌سازی تعاملی مبتنی بر CAD^۷

* روش مبتنی بر مدل‌سازی اسکن لیزری سه‌بعدی^۸

* روش مدل‌سازی مبتنی بر تصویر^۹

* روش مدل‌سازی رویه‌ای مبتنی بر دستورزبان^{۱۰}

در جدول زیر، در مورد ابزارها و نوع تکنیک برای روش‌های بالا توضیحاتی بیان شده که یکی از این تکنیک‌ها، مدل‌سازی رویه‌ای و ابزار برای انجام این تکنیک، نرم‌افزار CityEngine می‌باشد که در ادامه آورده شده است.

۱-۳-۴- مدل‌سازی رویه‌گرایی^{۱۱} و مفهوم آن

مدل‌سازی رویه‌ای، روشی است که به طور گسترده در زمینه تکنولوژی گرافیک کامپیوتری^{۱۲} مورد استفاده قرار می‌گیرد. واژه «مدل‌سازی رویه‌ای»^{۱۳} به معنای یک فرآیند برنامه‌نویسی در مدل‌سازی است، به طوری که قوانین را می‌توان توسط کامپیوتر مدل‌سازی کرد و از مدل‌سازی دستی سنگین خلاص شد تا اهداف مدل‌سازی خودکار را بدست آورد (Su & Xiong, ۲۰۱۲). مدل‌سازی رویه‌ای یک اصطلاح پوششی^{۱۴} است که تمام تکنیک‌های تولید محتوای سه‌بعدی الگوریتمی را پوشش می‌دهد (Viinikka, ۲۰۱۴). مدل‌سازی رویه‌ای (PM) یک راه‌حل برای یکپارچگی GIS و بسیاری از مسائل دیگر در مدل‌سازی ارائه می‌دهد این تکنیک به جای مدل‌سازی دستی محور، فرآیند ساخت مدل را با حداقل تداخل دستی، مدل‌سازی می‌کند. از آنجا که با قوانینی کار می‌کند که شامل عملکردها^{۱۵}، پارامترها^{۱۶} و ویژگی‌ها^{۱۷} می‌باشد، محتوا به وسیله عملیات‌های الگوریتمی تعریف می‌شود. این عملیات‌های رویه‌ای می‌توانند شامل قوانین تصادفی باشند که توانایی انطباق شکل با شرایط مختلف را

۷- CAD-based interactive modeling method

۸-۳ D laser scanning modeling method

۹- Image-based modeling method

۱۰- Grammar-based procedural modeling method

۱۱- Procedural modeling

۱۲- computer graphics technology

۱۳- procedural modeling

۱۴- umbrella term

۱۵- functions

۱۶- parameters

۱۷- attributes

جدول 2- معرفی انواع تکنیک‌های مدل‌سازی

انواع حالت‌های مدل‌سازی سه‌بعدی				
نام روش	مدل‌سازی تعاملی مبتنی بر CAD	مدل‌سازی اسکن لیزری سه‌بعدی	مدل‌سازی مبتنی بر تصویر	مدل‌سازی رویه‌ای مبتنی بر دستوریان
مقدمه	عمدتاً به استفاده از تعدادی از ابزارهای نرم‌افزاری برای پلتفرم، از طریق عملیات تعاملی (Zhu, 2017)	برای به دست آوردن داده‌های ابر نقطه ای با حجم بالا و با دقت بالا (Zhu, 2017)	داده‌های ساختمان را از یک تصویر واحد استخراج کرده یا ایجاد یک مدل سه‌بعدی را مستقیماً از یک الگوریتم خاص (Zhu, 2017)	برای شبیه‌سازی شرایط آینده که الگوریتم‌های آن مبتنی بر کد (FBC) است.
ابزار	نرم افزارهایی که مدل‌سازی آنها مبتنی بر شبکه مش است. مثل مکس، اسکچ‌آپ	از طریق عکسبرداری پهبادهای هوایی	بر مبنای عکس‌های هوایی و زمینی	نرم افزار CityEngine
تکنیک	مدل‌سازی دستی انسان- کامپیوتر	اسکن با نور لیزر	فوتوگرامتری	مدل‌سازی رویه‌ای
توضیحات	اطلاعات سه‌بعدی از یک شی، با طراحی و محاسبه پارامترهای طراحی مختلف تحقق می‌یابد. فرآیند مدل CAD سه‌بعدی، شامل فرآیند متقابل انسان-کامپیوتر و مقدار زیادی عملیات دستی دارد (Zhu, 2017).	نوعی ابزار اسکن لیزری است که برای به دست آوردن داده‌های ابر نقطه ای کارایی دارد. این روش می‌تواند ساختمان‌ها را با ساختارهای سقف پیچیده و ساختارهای نامنظم، نیز تصویرسازی کند (Zhu, 2017).	یک روش مدل‌سازی مبتنی بر تصویر (IBM) است که داده‌های پایه ساختمان را از یک تصویر واحد یا تعدادی تصویر استخراج کرده یا یک مدل سه‌بعدی را مستقیماً از یک الگوریتم خاص ایجاد می‌کند (Zhu, 2017).	اجسام مدل‌سازی را بوسیله مجموعه‌ای از قوانین توصیف می‌کند و سپس مدل‌های مختلفی را با تنظیم پارامترها و بهبود کارایی مدل‌سازی ایجاد می‌کند. این سیستم یک تکنولوژی مهم در مدل‌سازی است (Zhu, 2017).

بدهند. از این رو، تعداد قابل توجهی از تغییرات را می‌توان از یک ورودی شکل منفرد ایجاد کرد. چنین تجربه‌ای در صورت استفاده توسط ابزارهای دستی سه‌بعدی مانند 3D max یا SketchUp، نیاز به زمان و هزینه بسیار زیاد خواهد بود (Ghorbanian & Shariatpour, ۲۰۱۹). مدل‌سازی رویه‌ای شهر در ابتدا توسط پریش و مولر^۱ در سال ۲۰۰۱ در مقاله «مدل‌سازی رویه‌ای شهرها»^۲ مورد مطالعه قرار گرفته است. رویکرد رویه‌ای آن‌ها در ابتدا براساس توسعه ال-سیستم‌هایی برای مدل شهرها بود (Parish & Müller, ۲۰۰۱). براساس داده‌های ورودی دو بعدی در نرم‌افزاری که بعداً همین دو نفر تحت عنوان CityEngine توسعه دادند، قادر به تولید مدل‌های شهری در مقیاس بزرگ می‌باشد. با توجه به ماهیت تصادفی رویه‌ها، تعداد بی‌نهایت خروجی‌های جایگزین از فقط یک ورودی می‌توان تولید کرد. در ادامه، یک رویکرد جدید برای ایجاد نمای کلی ساختمان توسط مولر و همکاران در سال (۲۰۰۶) معرفی شده است. آنها یک زبان جدید گرامر شکل به نام CGA^۳ معرفی کردند. این یک زبان برنامه‌نویسی برای تولید خودکار سه‌بعدی اجزای دقیق، به ویژه اجزای شهری مانند ساختمان‌ها و جاده‌ها است (Müller, Wonka, Haegler, Ulmer, & Van Gool, ۲۰۰۶). مدل‌سازی رویه‌ای ترکیبی از سیستم‌های تولیدی مختلف از جمله گرامر شکل^۴، گرامر خیابان و ال-سیستم‌هایی است که از یک شکل اولیه شروع می‌شوند و تعداد بی‌نهایتی از جایگزین‌های خروجی ایجاد می‌کند. شکل‌های با کمک قواعد دست‌ورزبان به مدل تبدیل می‌شوند (تصویر ۶). مدل‌سازی رویه‌ای از یک مسیر ایجاد تکراری از پایین (از کل به جزء) استفاده می‌کند که از سیستم سلسله‌مراتبی از اشیاء دنیای واقعی، مانند درختان و گیاهان تقلید می‌کند. رهنمود اصلی توسط قوانین تصادفی تعریف شده است که به طور تکراری اشکال جدید را یکی پس از دیگری ایجاد می‌کند و آنها را در هر مرحله با یکدیگر جایگزین می‌کند. به عنوان مثال، این قوانین می‌توانند اطلاعات ویژگی‌های ذخیره شده در داده‌های GIS مانند تعداد طبقات، نوع کاربری، جنس نما، نوع سقف و غیره را برای تولید مجموعه‌ای از مدل‌های سه‌بعدی جایگزین و مدل‌سازی کند که به طور دقیق نشان‌دهنده خواص هر یک از ویژگی‌های مدل‌ها می‌باشد. یک قانون رویه‌ای واحد می‌تواند برای تولید بسیاری از مدل‌های سه‌بعدی استفاده شود. اگر تعداد پارامترهای ورودی و ویژگی‌های مربوط به فایل قانون افزایش یابد، امکان ایجاد مدل دقیق‌تر بیشتر می‌شود (Ghorba-Shariatpour & nian, ۲۰۱۹).

- ۱- Parish and Müller
- ۲- Procedural modeling of cities
- ۳- Computer Generated Architecture
- ۴- Shape grammar
- ۵- L-System

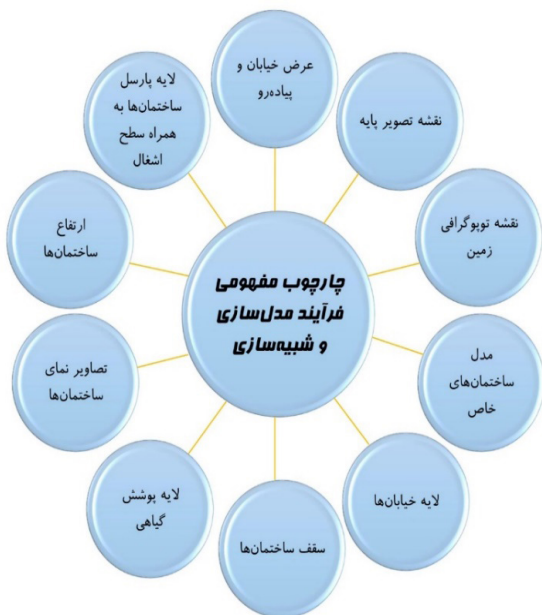


تصویر ۶- مفهوم اصلی مدل‌سازی رویه‌ای در تولید مدل (Ghorbanian & Shariatpour, ۲۰۱۹)

۲-۴-۳- مزایای فناوری مدل‌سازی رویه‌ای

در جدول زیر، ویژگی‌های مهم و مزایای اصلی فناوری مدل‌سازی رویه‌ای بیان شده است.

بر اساس شاخص‌های استخراج شده از ادبیات موضوع و همچنین مطالعات صورت گرفته، چارچوب مفهومی این نوشتار، در شکل زیر ارائه شده است:



شکل ۲- چارچوب مفهومی: شاخص‌های اصلی برای انجام فرآیند مدل‌سازی و شبیه‌سازی هوشمند

منبع	توضیحات	مزایا/قدرت
Ebert, Musgrave, Peachey, Perlin, & Worley, (2003)	یکی از مهمترین ویژگی‌های تکنیک‌های رویه‌ای پردازش انتزاعی است. در رویکرد رویه‌ای، به جای مشخص کردن و ذخیره‌سازی تمام جزئیات پیچیده‌ی یک صحنه یا دنباله، آنها را به یک تابع یا یک الگوریتم انتزاعی می‌کنیم.	پردازش انتزاعی ^۱
(Viinikka, 2014)	در مقایسه با ایجاد محتوی دستی، مقدار قابل توجهی از قدرت کنترل به الگوریتم‌ها منتقل می‌شود.	کنترل نامحدود ^۲
(Ebert et al., 2003)	می‌توان با استفاده از تعریف پارامترها در ساختار برنامه، به کنترل پارامتریک دست یافت.	کنترل پارامتریک ^۳
(Viinikka, 2014)	محتوی ایجاد شده به صورت رویه‌ای، می‌تواند به عنوان مجموع انتزاع الگوریتمی و پارامترهای کنترل ذخیره شود.	بسط داده‌ها ^۴
(Ebert et al., 2003)	طراح رویه‌ها می‌تواند ماهیت جسم، پدیده و حرکت را بدون محدودیت در قوانین پیچیده فیزیک، ضبط کند.	انعطاف‌پذیری ^۵
(Viinikka, 2014)	تکنیک‌های مدل‌سازی رویه‌ای سرعت را به نمایش می‌گذارند، زیرا کاربرد ^۷ آنها از طریق توابع، می‌تواند یک مقیاس غیر قابل دستیابی از طریق ایجاد محتوای دستی را، ایجاد کند.	سرعت ^۶

۲-۴- داده‌های مورد نیاز و نحوه گردآوری آنها

برای ایجاد مدل سه‌بعدی از ساختمان‌های کوی کالاد در محدوده مورد مطالعه، انواع داده‌های زیر جمع‌آوری شدند:

- مجموعه داده‌های مکانمند از پارسل‌های ساختمان و جدول مشخصات با پارامترهای ضروری برای مدل‌سازی داده‌های OSM برای شبکه خیابان‌ها
- نقشه ارتفاعی (DEM)
- عکس هوایی زمین مرجع
- مدل سه‌بعدی درختان از کتابخانه شرکت ESRI
- جمع‌آوری تصاویر نمای ساختمان‌های محدوده مورد مطالعه
- جمع‌آوری تصاویر سقف ساختمان‌ها از گوگل ارث^۸ به کمک کدنویسی

تمام این داده‌های متنوع برای ایجاد محتوای سه‌بعدی محدوده مورد مطالعه ترکیب شدند. مرحله آماده‌سازی داده‌ها شامل انتخاب سیستم مختصات برای داده‌ها، محاسبه پارامترهای ضروری، ساده‌سازی پارسل‌ها و ایجاد نقطه‌ها برای لایه پوشش گیاهی می‌شود. فرآیند مدل‌سازی با وارد کردن داده‌های آماده به نرم‌افزار و ایجاد فایل‌های قانون آغاز و پس از آن، فایل‌های قانون ایجاد شده، برای شکل‌های اولیه اعمال شدند و محتوای سه‌بعدی تولید شد.

۸- Google Earth

۴- روش تحقیق

۴-۱- نوع تحقیق

تحقیق حاضر براساس اهداف آن، یک تحقیق کاربردی- عملی به حساب می‌آید؛ هدف تحقیق کاربردی توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص است؛ در این‌جا نیز هدف تحقیق ما ارائه فناوری نوین طراحی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی است. در این مطالعه رویکرد روش‌شناختی برای شبیه‌سازی مدل شهر در محله کوی کالاد مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل شامل داده‌های مبتنی بر GIS است که کاربر می‌تواند با یک درخواست برای مشاهده داده‌ها، ویژگی‌های کامل مدل‌ها را در لحظه مشاهده کند. هدف الگوریتم تعریف شده در این مطالعه، تصویرسازی محیطی هوشمند است که می‌تواند مطابق برنامه‌های توسعه تعریف شده و برنامه‌های کنونی منطقه مورد نظر باشد که این برنامه‌ها در قالب سناریوهای انعطاف‌پذیر هستند.

۱- Abstraction

۲- Limited control

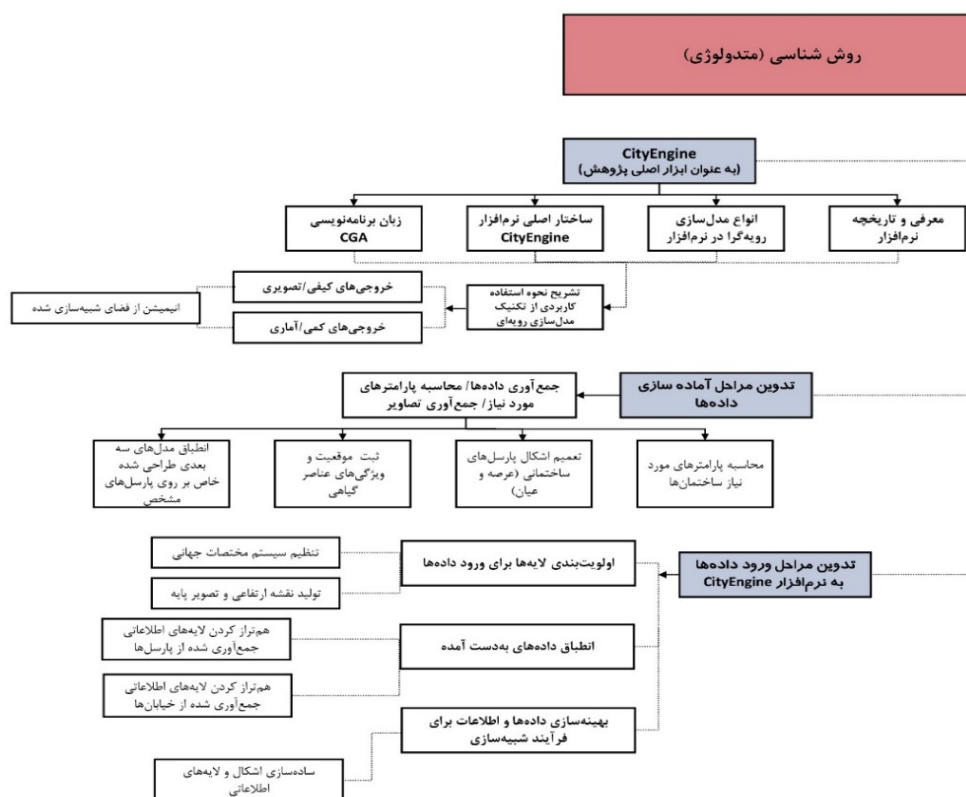
۳- Parametric control

۴- Data amplification

۵- Flexibility

۶- Emergence

۷- application



شکل ۳- گام های روش شناسی پژوهش

جدول ۴- داده های وارد شده به نرم افزار CityEngine

منبع	نوع داده	داده
ArcGIS	SHP.	پارسل های ساختمانی
OpenStreetMap	OSM.	شبکه خیابان
تدقیق شده با نقشه تصویر پایه	SHP.	مکان پوشش گیاهی
نقشه های پایه ArcGIS	JPEG.	نقشه تصویر پایه ^۱
نقشه های پایه ArcGIS	TIFF.	نقشه ارتفاعی ^۲
کتابخانه مدل های سه بعدی شرکت Esri	OBJ.	مدل سه بعدی پوشش گیاهی
مدل های سه بعدی SketchUp	OBJ.	مدل سه بعدی مسجد
مدل های سه بعدی SketchUp	.OBJ	مدل سه بعدی از اتومبیل ها
مدل های سه بعدی SketchUp	OBJ.	مدل سه بعدی از آدم ها

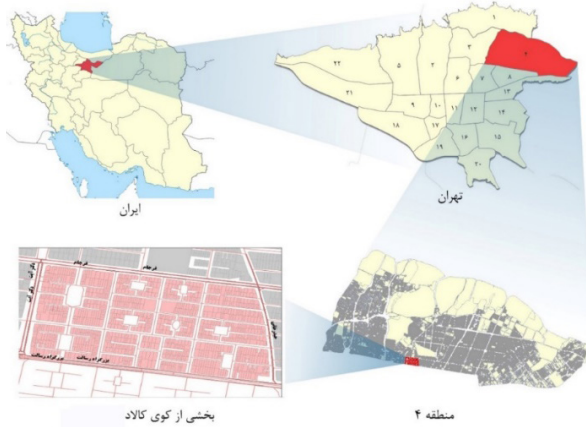
1- imagery base map

۲- height map

۳-۴- معرفی محدوده مورد مطالعه

شکل می‌باشد، که در جدول زیر تعدادی از این نماهای برداشت شده را آورده شده‌است.

محدوده مورد مطالعه در منطقه ۴ شهر تهران، در نارمک واقع شده است. این محدوده بخشی از محله کوی کالاد می‌باشد که در تصویر زیر موقعیت محدوده مورد مطالعه آمده است. این محدوده دارای تعداد ۱۱۳۶ پارسل ساختمانی می‌باشد، که مساحتی به وسعت تقریباً ۳۳۳۳۷۶ متر مربع از شهر تهران را به خود اختصاص داده است و همچنین محدوده مورد مطالعه دارای بافت شطرنجی بوده و از جنوب به بزرگراه رسالت از غرب به خیابان حیدرآباد از شمال به خیابان فرجام و از شرق به خیابان دکتر آیت محدود شده است. برداشتهای میدانی از نماهای ساختمانی برداشت شده از محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد که نماها در گونه‌بندی‌های مشخصی قرار دارند و در سطح محله این نوع نماها پراکنده شده‌اند و البته در نقاطی از محدوده نیز نماهای خاص وجود داشته است و بیشترین فراوانی مربوط به نمای مربع و مستطیل



تصویر ۷- معرفی محدوده مطالعاتی

جدول ۵- نمونه‌هایی از نماهای ساختمانی عکسبرداری شده

انواع نما	نمای شماتیک	تصویر نما
مستطیلی		
مربعی		
تراس‌دار		
دایره‌ای		

از این تصاویر دوبعدی نماها در نرم‌افزار CityEngine برای تولید نماهای سه بعدی استفاده شده است (تصویر ۸).



تصویر ۸- استفاده از تصاویر نماهای برداشت شده دوبعدی، برای ایجاد حجم سه بعدی

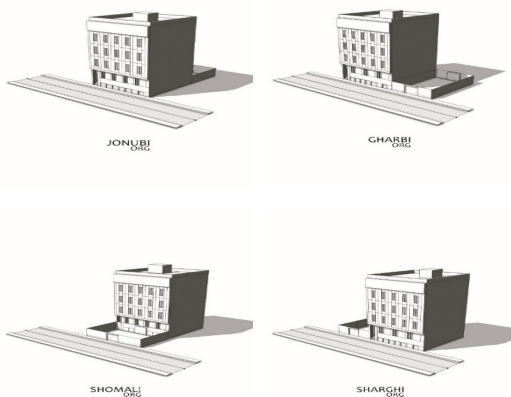
۵- بحث و یافته‌ها

نتیجه نهایی این پژوهش یک مدل شبیه‌سازی سه بعدی از کوی کالا در محدوده نارمک شهر تهران می‌باشد که با زبان برنامه‌نویسی CGA و Python، در محیط نرم‌افزار CityEngine نوشته شده است. این مدل شبیه‌سازی شامل حجم ساختمان‌ها، شبکه خیابان‌ها، پوشش گیاهی، نمای ساختمان‌ها و توپوگرافی محدوده است. برای اعمال جزئیات بیشتر در مدل نهایی شبیه‌سازی، تصاویر نماهای دوبعدی ساختمان‌ها با الگوریتم‌های هوشمند و تعاملی به صورت سه بعدی، برنامه‌نویسی شده‌اند.



تصویر ۹- نمای سه بعدی هوشمند (با تغییر در ارتفاع یا عرض ساختمان، نما به صورت هوشمند خودش را تطبیق می‌دهد)

در شبیه‌سازی هوشمند شهری، با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند، داده‌های برداشت شده‌ی متنی از سطح شهر، به مدل‌های سه بعدی با قابلیت تغییرات آنی به همراه گزارش گیری بلادرنگ، برنامه‌نویسی می‌شود. به طوری که تمامی مدل‌های موجود متصل به داده‌هایی هستند که از طریق الگوریتم‌های مدل‌نویسی، هوشمند شده و با ایجاد تغییرات، در لحظه و به صورت تعاملی، آن تغییرات بر روی مدل‌های شهری اعمال می‌شود و مدل‌ها و عناصر موجود در شهر به صورت هوشمند، خود را با تغییرات جدید به روز می‌کنند. برای مثال چنانچه در مطالعات مدیریت شهری در قالب طرح‌های شهری، تعداد طبقات یا سطح اشغال ساختمان تغییر کند، مدل به صورت هوشمند خود را با تغییرات جدید مطابقت می‌دهد. در تصویر ۱۰ با تغییر دادن پارامتر جهت ساختمان، قابلیت تعاملی و انعطاف پذیر بودن بلادرنگ این مدل هوشمند، نمایش داده شده است.



تصویر ۱۰- مدل‌های شبیه‌سازی شده با انتساب پارامتر جهت بنا به ساختمان و مشاهده تغییرات آنی در مدل

در جدول زیر برای نمونه از فضای واقعی یکی از خیابان‌های موجود در محدوده مورد مطالعه (خیابان نوری)، عکسبرداری شده و توسط مدل‌سازی رویه‌ای در نرم‌افزار CityEngine، با استفاده از کدنویسی هوشمند که برای کل محدوده‌ی مورد مطالعه نوشته شده، فرآیند شبیه‌سازی اعمال شده است.

موقعیت مکانی و نام محدوده	تصویر واقعی (عکسبرداری شده)	فضای شبیه‌سازی شدهی هوشمند
 <p>خیابان شهید نوری، محله نارمک، کوی کالا، تهران</p>		
 <p>خیابان مظاهری، محله نارمک، کوی کالا، تهران</p>		

مدیریت شهری

فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۵۹، تابستان ۱۳۹۹

Urban management
No.59 Summer 2020

■ ۱۹ ■



تصویر ۱۱- وضعیت موجود خیابان (سمت راست)، تغییر پارامتر عرض خیابان و تغییرات هوشمند (سمت چپ)

سیستم مدل‌سازی رویه‌ای محصولات نهایی را ایستا تولید نمی‌کند، این چارچوب مدل‌سازی می‌تواند به عنوان چارچوبی در نظر گرفته شود که با توجه به تغییرات آینده تغییر یابد (تصاویر ۱۱، ۱۲). این سیستم مدل‌سازی می‌تواند اثرات برنامه‌ریزی تصمیمات جایگزین را به طور پویا و دینامیک نشان دهد (شریعت پور، ۱۳۹۸).



تصویر ۱۲- وضعیت موجود ساختمان‌ها (سمت راست)، تغییر پارامتر ارتفاع ساختمان (ساختمان نیش) و تغییرات هوشمند (سمت چپ)

۶- نتیجه گیری (شبیه سازی هوشمند محدوده مورد مطالعه)

مدل اطلاعات شهر (CIM) برگرفته از مفهوم مدل اطلاعات ساختمان (BIM) می باشد. ترکیب این مفهوم با قابلیت های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مفهومی جدید در مقیاس شهر را به همراه دارد که به ما اجازه می دهد تا از نظر کیفی و کمی تجسمی از شهر داشته باشیم. ترکیب نرم افزار مدل سازی CityEngine با اطلاعات توصیفی GIS باعث کارآمدتر شدن فرآیند مدل سازی و تبدیل سریع و دقیق اطلاعات دو بعدی به مدل سه بعدی هوشمند می شود. بنابراین، هیچ تردیدی وجود ندارد که CityEngine به نحوی ادامه می دهد که آینده طراحی شهری، برنامه ریزی شهری و حتی معماری را تغییر خواهد داد. با این حال، بین این زمینه ها رابطی را فراهم می کند. به عبارت دیگر، مدل سازی رویه های فاصله بین مقیاس ها را حذف می کند، زیرا کدنویسی راه حل های طراحی مختلف برای هر سطح از جزئیات را ممکن می سازد (تصویر ۱۴-۱۳).



تصویر ۱۳- شبیه سازی هوشمند محدوده مورد مطالعه (سطح جزئیات کم)



تصویر ۱۴- شبیه سازی هوشمند محدوده مورد مطالعه (سطح جزئیات زیاد)

این مدل را می توان با ایجاد سطوح مختلف جزئیات توسعه داد و کاملاً تدقیق کرد. برای مثال، تاسیسات شهری را می توان با کدنویسی اضافه کرد، محتوای این مدل می تواند با اضافه کردن دیگر عناصر شهری و جزئیات بیشتر ساختمان ها بهبود یابد و تمام المان های موجود در شهر می توانند در فرآیند مدل نویسی اعمال شوند و از طریق داشبوردهای مدیریتی، داده ها و اطلاعات شهر را پایش و کنترل کرد (تصویر ۱۵). در این صورت می توان از یک مدل هوشمند داده محور، که تمام اجزاء، عناصر و المان های شهر (مدل اطلاعات شهر^۲) را در بر می گیرد، در راستای حرکت به سمت مدیریت شهری هوشمند برخوردار بود.



تصویر ۱۵- داشبورد مدیریتی بلادرنگ برای کنترل، پایش و مدیریت هوشمند داده ها و اطلاعات شهری

منابع و مأخذ

۱. شریعت پور، فرشاد (۱۳۹۸)، فناوری طراحی باهمستان هوشمند با تکیه بر الگوریتم مدل سازی رویه گرا با استفاده از نرم افزار CityEngine، پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته طراحی شهری، دانشگاه علم و صنعت ایران.
۲. Al-Douri, F. A. S. (۲۰۰۶). Impact of utilizing ۳D digital urban models on the design content of urban design plans in US cities. Texas A&M University,
۳. Azuma, R. (۱۹۹۷). A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments, pp. ۳۳۸۵-۵۵
۴. Bakıcı, T., Almirall, E., & Wareham, J. (۲۰۱۳). A smart city initiative: the case of Barcelona. Journal of the knowledge economy, ۴(۲), ۱۳۵-۱۴۸.

۱- LOD

۲- City Information Modeling

- Foundations for smarter cities. *IBM Journal of research and development*, ۵۴(۴), ۱-۱۶.
۱۸. Komninos, N. (۲۰۱۵). Intelligent cities: Variable geometries of spatial intelligence. In *From Intelligent to Smart Cities* (pp. ۴۶-۶۲): Routledge.
۱۹. Kourtit, K., & Nijkamp, P. (۲۰۱۲). Smart cities in the innovation age. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, ۲۵(۲), ۹۳-۹۵.
۲۰. Kourtit, K., Nijkamp, P., & Arribas, D. (۲۰۱۲). Smart cities in perspective—a comparative European study by means of self-organizing maps. *Innovation: The European journal of social science research*, ۲۵(۲), ۲۲۹-۲۴۶.
۲۱. Luan, X.-D., Xie, Y.-X., Ying, L., & Wu, L.-D. (۲۰۰۸). Research and development of ۳D modeling. *International Journal of Computer Science and Network Security*, ۸(۱), ۴۹-۵۳.
۲۲. Maggie Talal. (۲۰۱۴). Augmented Reality & GIS. Retrieved September ۲۱, ۲۰۱۸, from <https://www.linkedin.com/pulse/۲۰۱۴۰۶۲۹۰۸۳۷۵۵۱۱۴۵۱۸۷۰۱-augmented-reality-gis>
۲۳. Morton, P. J., Horne, M., Dalton, R. C., & Thompson, E. M. (۲۰۱۲). Virtual city models: Avoidance of obsolescence.
۲۴. Müller, P., Wonka, P., Haegler, S., Ulmer, A., & Van Gool, L. (۲۰۰۶). Procedural modeling of buildings. In *ACM SIGGRAPH ۲۰۰۶ Papers* (pp. ۶۱۴-۶۲۳).
۲۵. Nam, T., & Pardo, T. A. (۲۰۱۱). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. Paper presented at the Proceedings of the ۱۲th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times.
۲۶. Parish, Y. I., & Müller, P. (۲۰۰۱). Procedural modeling of cities. Paper presented at the Proceedings of the ۱۸th annual conference on Computer graphics and interactive techniques.
۲۷. Pourahmad, A., Ziari, K., Hataminejad, H., & Pashabadi, S. P. (۲۰۱۸). Explanation of Concept and Features of a Smart City. *BAGH-E NAZAR*, ۱۵(۵۸), ۵-۲۶.
۲۸. Rua, H., Falcão, A. P., & Roxo, A. F. (۲۰۱۳). Digital Models—Proposal for the Interactive Representation of Urban Centres: The downtown Lisbon City Engine model. Paper presented at the eCAADe ۲۰۱۳: Computation and Performance—Proceedings of the ۳۱st International Conference on Education and re-
۵. Barrionuevo, J. M., Berrone, P., & Ricart, J. E. (۲۰۱۲). Smart cities, sustainable progress. *Iese Insight*, ۱۴(۱۴), ۵۰-۵۷.
۶. Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., . . . Portugali, Y. (۲۰۱۲). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, ۲۱۴(۱), ۴۸۱-۵۱۸.
۷. Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S., & Çöltekin, A. (۲۰۱۵). Applications of ۳D city models: State of the art review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, ۴(۴), ۲۸۴۲-۲۸۸۹.
۸. Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (۲۰۱۱). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, ۱۸(۲), ۶۵-۸۲.
۹. Chen, T. M. (۲۰۱۰). Smart grids, smart cities need better networks [Editor's Note]. *IEEE Network*, ۲۴(۲), ۲-۳.
۱۰. Correia, L. M., & Wünstel, K. (۲۰۱۱). Smart cities applications and requirements. White Paper. Net.
۱۱. Clayton Purdom. (n.d.). Graphics APIs Hold the Secret to Great-Looking Video Games – iQ by Intel. Retrieved from <http://iq.intel.com/graphics-apishold-the-secret-to-great-looking-video-games/>
۱۲. Dobraja, J. (۲۰۱۵). Procedural ۳D modeling and visualization of geotypical Bavarian rural buildings in Esri CityEngine software. Unpublished MA dissertation, Technische Universität München, Faculty of Civil, Geo and Environmental Engineering, Department of Cartography.
۱۳. Ebert, D. S., Musgrave, F. K., Peachey, D., Perlin, K., & Worley, S. (۲۰۰۳). *Texturing & modeling: a procedural approach*: Morgan Kaufmann.
۱۴. Ghorbanian, M., & Shariatpour, F. (۲۰۱۹). Procedural modeling as a practical technique for ۳D assessment in urban design via city engine. *Iran University of Science & Technology*, ۲۹(۲), ۲۵۵-۲۶۷.
۱۵. Govil-Pai, S. (۲۰۰۶). *Principles of Computer Graphics: Theory and Practice Using OpenGL and Maya®* (Vol. ۱۹۰): Springer Science & Business Media.
۱۶. Harrison, C., & Abbott Donnelly, I. (۲۰۱۱). A Theory of Smart Cities. Paper presented at the Proceedings of the ۵۸th Annual Meeting of the ISSS, Held at University of Hull Business School, UK.
۱۷. Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszcak, J., & Williams, P. (۲۰۱۰).

of urbanization is to create habitable cities. New concepts for the manifestation of such cities in recent decades have been smart and sustainable cities. Current global conditions encourage cities to compete and to be smart, flexible and adaptable at the same time. Washburn et al. Define smart city as having a strong relationship with computing technologies. Smart cities services need to be smarter, more relevant and efficient using new technological developments. Today, cities are becoming smarter with automation of services, people, buildings, traffic, and more (Washburn et al., ۲۰۱۰). With the emergence of this concept, Smart City improves the performance and efficiency of urban services, innovative solutions to the detrimental effects of rapid urban development, such as social segregation, poverty, and unstable environments. To this end, cities are communicating with their residents by applying precise methods to obtain a variety of urban data, as well as managing urban plans and policies (Batty et al., ۲۰۱۲). The concept of smart city not only encompasses the automation of routine city functions but also paradigms that improve efficiency in monitoring, analyzing and planning decision makers and providing new solutions to improve living standards. Also, these paradigms change the way cities are managed by evaluating the process of realization and implementation of plans in the long run (Batty et al., ۲۰۱۲). This view requires an integrated perspective of the city and its infrastructure in a combination of all its effective dimensions (Correia & Wünstel, ۲۰۱۱). Albert Einstein believed that in science, revolution in theory often occurs with revolution in tools. Smart cities offer new tools for accurate observation of how people use the city, and can therefore provide new approaches to urban theory (C Harrison & Abbott Donnelly, ۲۰۱۱).

Today, the main focus of development and mutation in the world is information and

search in Computer Aided Architectural Design in Europe, Delft, The Netherlands, September ۱۸-۲۰, ۲۰۱۳.

۲۹. Shiode, N. (۲۰۰۰). ۳D urban models: Recent developments in the digital modelling of urban environments in three-dimensions. *GeoJournal*, ۵۲(۳), ۲۶۳-۲۶۹.

۳۰. Su, P., & Xiong, L. (۲۰۱۲). Procedural modeling technology in Urban design. Paper presented at the Advanced Materials Research.

۳۱. Vidyasekar, A. D. (۲۰۱۳). Strategic opportunity analysis of the global smart city market: Smart city market is Likely to be worth a cumulative \$۱.۵۶۵ trillion by ۲۰۲۰. Frost & Sullivan.

۳۲. Viinikka, J. (۲۰۱۴). Adopting procedural information modeling in urban planning.

۳۳. Washburn, D., Sindhu, U., Balaouras, S., Dines, R., Hayes, N., & Nelson, L. (۲۰۱۰). Helping CIOs understand "smart city" initiatives: defining the smart city, its drivers, and the role of the CIO. Forrester Research. Inc., Cambridge.

۳۴. Watson, B., Müller, P., Veryovka, O., Fuller, A., Wonka, P., & Sexton, C. (۲۰۰۸). Procedural urban modeling in practice. *IEEE Computer Graphics and Applications*, ۲۸(۳), ۱۸-۲۶.

۳۵. Zhu, W. (۲۰۱۷). ۳D modeling of city building and lifecycle simulation. Compiègne.

۳۶. Zygiaris, S. (۲۰۱۳). Smart city reference model: Assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems. *Journal of the knowledge economy*, ۴(۲), ۲۱۷-۲۳۱.

Extend Introduction

The city is not a static entity, it is complex and dynamic. Therefore, designers and planners for the city should not create fixed and finished products, but must define a framework that may change in the future and adapt itself to future changes. Urban planning must be considered as a dynamic spatial framework of the city, and contemporary urban design needs to guide urban designers to use technological advances in urban modeling programs. As an accepted fact, the goal

مدیریت شهری

فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۵۹. تابستان ۱۳۹۹

Urban management
No.59 Summer 2020

■ ۲۲ ■

for producing 3D urban content (Watson et al., 2008).

Methodology

۴-۱- research type

The purpose of the present research is to apply applied research; the purpose of applied research is to develop knowledge in a particular field; here, too, our research aims to provide new design, modeling and simulation technology. In this study, a methodological approach was used to simulate the city model in the Kalad neighborhood. The model includes GIS-based data that the user can view in real-time on the model's full features with a request to view the data. The purpose of the algorithm defined in this study is to visualize a smart environment that can be in accordance with the defined development plans and current plans of the region in question in the form of flexible scenarios.

۴-۲- Required data and how to collect it

The following types of data were collected to create a three-dimensional model of the buildings in the study area:

- Located dataset of building plots and specification table with necessary parameters for modeling
- OSM data for street network
- Digital Elevation Map (DEM)
- 3D tree modeling from the ESRI Library
- Gathering images of buildings in the study area
- Gather building imagery from Google Earth by image processing

All this diverse data was combined to create 3D content for the study area. The data preparation step involves selecting the coordinate system for the data, calculating the necessary parameters, simplifying the plots, and creating points for the vegetation layer. The modeling process began by importing ready-made data into software and creating rule files. Subsequently, the created rule files were applied to

communication technology, the achievements of which are tied to people's lives. Urbanism and architecture are no exception and must keep pace with the development of new technologies. Urban planning and design are inextricably intertwined with digital tools. Innovative and recent tools have replaced manual and analytical tools. In the applied and scientific fields, there is a growing interest in 3D world modeling. In order to model and simulate the real world, the process of digitizing objects shapes, motions, textures and other features is emphasized. Much work has been done and significant advances have been made in digital equipment and software. 3D computer modeling tools, including laser scanning and image-based modeling and rendering, are very powerful. Object modeling has evolved from simple object structure to complex human face, hair and even liquid form modeling. In the past, the main use of 3D modeling was visual representation, but today modeling emphasizes change. 3D modeling has been widely used in areas such as computer graphics, virtual reality and communication, and given the complexities and expansions, there is now a growing demand for 3D content to manage, maintain, display the lifecycle of objects, for timely decision making, predicting changes is needed. Of course, in different areas of research and applications, the 3D modeling methods in each specialty are different. Having smart city management depends on the use of smart executive tools in different dimensions of the city. One of the most important aspects of smart urban management is the production of dynamic three-dimensional models in order to evaluate feedback on the application of urban criteria or to predict possible changes in the three-dimensional form of the city. The best way to create a large-scale 3D model in a short time with low cost is procedural modeling because it is a 3D model using rules and algorithms and is a cost-effective solution



۴. Barrionuevo, J. M., Berrone, P., & Ricart, J. E. (۲۰۱۲). Smart cities, sustainable progress. *Iese Insight*, ۱۴(۱۴), ۵۰-۵۷.

۵. Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., . . . Portugali, Y. (۲۰۱۲). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, ۲۱۴(۱), ۴۸۱-۵۱۸.

۶. Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S., & Çöltekin, A. (۲۰۱۵). Applications of ۳D city models: State of the art review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, ۴(۴), ۲۸۴۲-۲۸۸۹.

۷. Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (۲۰۱۱). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, ۱۸(۲), ۶۵-۸۲.

۸. Chen, T. M. (۲۰۱۰). Smart grids, smart cities need better networks [Editor's Note]. *IEEE Network*, ۲۴(۲), ۲-۳.

۹. Correia, L. M., & Wünnstel, K. (۲۰۱۱). Smart cities applications and requirements. *White Paper. Net*.

۱۰. Clayton Purdom. (n.d.). Graphics APIs Hold the Secret to Great-Looking Video Games – iQ by Intel. Retrieved from <http://iq.intel.com/graphics-apis-hold-the-secret-to-great-looking-video-games/>

۱۱. Dobraja, J. (۲۰۱۵). Procedural ۳D modeling and visualization of geotypical Bavarian rural buildings in Esri CityEngine software. Unpublished MA dissertation, Technische Universität München, Faculty of Civil, Geo and Environmental Engineering, Department of Cartography.

۱۲. Ebert, D. S., Musgrave, F. K., Peachey, D., Perlin, K., & Worley, S. (۲۰۰۳). *Texturing & modeling: a procedural approach*: Morgan Kaufmann.

۱۳. Ghorbanian, M., & Shariatpour, F. (۲۰۱۹). Procedural modeling as a practical technique for ۳D assessment in urban design via city engine. *Iran University of Science & Technology*, ۲۹(۲), ۲۵۵-۲۶۷.

۱۴. Govil-Pai, S. (۲۰۰۶). *Principles of Computer Graphics: Theory and Practice Using OpenGL and Maya®* (Vol. ۱۹۰): Springer Science & Business Media.

۱۵. Harrison, C., & Abbott Donnelly, I. (۲۰۱۱). A Theory of Smart Cities. Paper presented at the Proceedings of the ۵۵th Annual Meeting of the ISSS, Held at University of Hull Business School, UK.

۱۶. Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., & Williams, P. (۲۰۱۰).

the initial shapes and the ۳D content was generated.

Discuss and Conclusion (Smart simulation of the case study)

The end result of this research is a three-dimensional simulation model of the Kalad in the Narmak area of Tehran written in CGA and Python programming language in the CityEngine software. This simulation model includes buildings, street networks, vegetation, and topography. The Procedural Modeling is the core of City Engine software, this system does not produce end-products statically, and this modeling framework can be considered as a framework that can be changed in the light of future changes. This modeling system can dynamically represent the effects of alternative decision planning. There is no doubt that CityEngine continues to change the future of urban design, urban planning and even architecture. However, it does provide a link between these areas. In other words, procedural modeling eliminates the gap between scales, as it enables coding of different design solutions for each level of detail. This model can be developed and thoroughly researched by creating different levels of detail. For example, urban facilities can be added by coding. The content of this model can be improved by adding other urban elements and more details of buildings, and all the elements in the city can be applied in the modeling process and monitor and control the city data and information through management dashboards. It is possible to have a smart data-driven model, which includes all the components and elements of the city (City Information Model), in order to move towards smart urban management.

References

- ۱-Al-Douri, F. A. S. (۲۰۰۶). Impact of utilizing ۳D digital urban models on the design content of urban design plans in US cities. Texas A&M University,
۲. Azuma, R. (۱۹۹۷). *A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, pp. ۳۳۸۵-۵۵
۳. Bakıcı, T., Almirall, E., & Wareham, J. (۲۰۱۳). A smart city initiative: the case of Barcelona. *Journal of the knowledge economy*, ۴(۲), ۱۳۵-۱۴۸.

search in Computer Aided Architectural Design in Europe, Delft, The Netherlands, September ۱۸-۲۰, ۲۰۱۳.

Shariatpour, Farshad (۲۰۱۸). Design technology of ۲۸ smart community based on the procedural modeling algorithm by using CityEngine software (Case study: part of the Kalad neighborhood of Tehran city), master's degree Thesis in urban design, Iran .University of Science and Technology

۲۹. Shiode, N. (۲۰۰۰). ۳D urban models: Recent developments in the digital modelling of urban environments in three-dimensions. *GeoJournal*, ۵۲(۳), ۲۶۳-۲۶۹.

۳۰. Su, P., & Xiong, L. (۲۰۱۲). Procedural modeling technology in Urban design .Paper presented at the Advanced Materials Research.

۳۱. Vidyasekar, A. D. (۲۰۱۳). Strategic opportunity analysis of the global smart city market: Smart city market is Likely to be worth a cumulative \$۱.۵۶۵ trillion by ۲۰۲۰. Frost & Sullivan.

۳۲. Viinikka, J. (۲۰۱۴). Adopting procedural information modeling in urban planning.

۳۳. Washburn, D., Sindhu, U., Balaouras, S., Dines, R., Hayes, N., & Nelson, L. (۲۰۱۰). Helping CIOs understand "smart city" initiatives: defining the smart city, its drivers, and the role of the CIO. Forrester Research. Inc., Cambridge.

۳۴. Watson, B., Müller, P., Veryovka, O., Fuller, A., Wonka, P., & Sexton, C. (۲۰۰۸). Procedural urban modeling in practice. *IEEE Computer Graphics and Applications*, ۲۸(۳), ۱۸-۲۶.

۳۵. Zhu, W. (۲۰۱۷). ۳D modeling of city building and lifecycle simulation. *Compiègne*,

۳۶. Zygiaris, S. (۲۰۱۳). Smart city reference model: Assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems. *Journal of the knowledge economy*, ۴(۲), ۲۱۷-۲۳۱.

Foundations for smarter cities. *IBM Journal of research and development*, ۵۴(۴), ۱-۱۶.

۱۷. Komninos, N. (۲۰۱۵). Intelligent cities: Variable geometries of spatial intelligence. In *From Intelligent to Smart Cities* (pp. ۴۶-۶۲): Routledge.

۱۸. Kourtiti, K., & Nijkamp, P. (۲۰۱۲). Smart cities in the innovation age. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, ۲۵(۲), ۹۳-۹۵.

۱۹. Kourtiti, K., Nijkamp, P., & Arribas, D. (۲۰۱۲). Smart cities in perspective—a comparative European study by means of self-organizing maps. *Innovation: The European journal of social science research*, ۲۵(۲), ۲۲۹-۲۴۶.

۲۰. Luan, X.-D., Xie, Y.-X., Ying, L., & Wu, L.-D. (۲۰۰۸). Research and development of ۳D modeling. *International Journal of Computer Science and Network Security*, ۸(۱), ۴۹-۵۳.

۲۱. Maggie Talal. (۲۰۱۴). Augmented Reality & GIS. Retrieved September ۲۱, ۲۰۱۸, from <https://www.linkedin.com/pulse/۲۰۱۴-۰۶۲۹-۸۳۷۵۵۱۱۴۵۱۸۷۰۱-augmented-reality-gis>

۲۲. Morton, P. J., Horne, M., Dalton, R. C., & Thompson, E. M. (۲۰۱۲). Virtual city models: Avoidance of obsolescence.

۲۳. Müller, P., Wonka, P., Haegler, S., Ulmer, A., & Van Gool, L. (۲۰۰۶). Procedural modeling of buildings. In *ACM SIGGRAPH ۲۰۰۶ Papers* (pp. ۶۱۴-۶۲۳).

۲۴. Nam, T., & Pardo, T. A. (۲۰۱۱). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. Paper presented at the Proceedings of the ۱۲th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times.

۲۵. Parish, Y. I., & Müller, P. (۲۰۰۱). Procedural modeling of cities. Paper presented at the Proceedings of the ۲۸th annual conference on Computer graphics and interactive techniques.

۲۶. Pourahmad, A., Ziari, K., Hataminejad, H., & Pashabadi, S. P. (۲۰۱۸). Explanation of Concept and Features of a Smart City. *BAGH-E NAZAR*, ۱۵(۵۸), ۵-۲۶.

۲۷. Rua, H., Falcão, A. P., & Roxo, A. F. (۲۰۱۳). Digital Models—Proposal for the Interactive Representation of Urban Centres: The downtown Lisbon City Engine model. Paper presented at the eCAADe ۲۰۱۳: Computation and Performance—Proceedings of the ۲۱st International Conference on Education and re-