



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Development of a BIM-based data model in order to value and determine the owners' share of building components

N. Akhlaghi, A. Milan, A. Vafaeinezhad*

Department of Surveying Engineering, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Received: 03 February 2025

Reviewed: 09 March 2025

Revised: 14 April 2025

Accepted: 02 June 2025

KEYWORDS:

Pricing

Building Information Model

Real Estate Documentation

Cadastre

Ownership Rate

* Corresponding author

✉ a_vafaei@sbu.ac.ir

☎ (+9821) 73932452

Background and Objectives: In recent years, with the development of urbanization and the construction of apartments and complex buildings, the importance and necessity of 3D data, especially in the real estate information sector, has been given more attention. Building Information Modeling is a new technology in the construction industry that is used to create, manage and share a digital model of a building, its components and related information. In addition to increasing interoperability and collecting all building information and documents in a single model, by adapting the building information model and the structure whose construction has been completed, it can be used for demarcation purposes to specify the common areas, the boundaries and the extent of ownership of each person from the various components of the building and for property documentation, for accurate property pricing.

Methods: In this research, first, the parameters affecting the valuation of the property will be identified and the required data will be collected according to the parameters. Then, using two-dimensional architectural and structural drawings drawn in CAD (which can be obtained from engineering or engineering systems offices), the building information model has been reconstructed. After that, for each of the building components, legal enrichment (specifying common areas and building amenities) has been performed and the value of the materials used in the building has been defined based on the price list for the building components. The proposed process in this research has been modeled in three dimensions in Revit software.

Findings: The building information model is used throughout the entire life cycle of a building, from design to construction, operation, and even maintenance, but it does not actually have the ability to model ownership relations and legal information; however, with the method implemented in this study, due to the importance of clarifying ownership relations in land or buildings, especially in court cases, ownership and legal relations can be defined; in addition to defining legal relations, the modeling carried out for a sample of a constructed building has been carried out for accurate valuation according to the location and effective parameters.

Conclusion: Finally, the share of each owner of the building components is determined by defining the joint and several relationships. In addition to accurately and unambiguously recording the amount of ownership of individuals in the building, this method can also be used to accurately price the property considering effective external and internal factors and reduce legal claims. Pricing is done using a price list for all building components and materials, which can be used to obtain the total price.



NUMBER OF REFERENCES

26



NUMBER OF FIGURES

10



NUMBER OF TABLES

8

مقاله پژوهشی

توسعه مدل داده مبتنی بر مدل اطلاعات ساختمان به منظور ارزش گذاری و تعیین سهم مالکین از اجزای ساختمانی

نیلوفر اخلاقی، اصغر میلان، علیرضا وفائی‌نژاد*

گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده فنی مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: در سال‌های اخیر، باتوجه به توسعه شهرنشینی و ساخت آپارتمان و ساختمان‌های پیچیده، اهمیت و ضرورت وجود داده‌های سه‌بعدی به‌خصوص در بخش اطلاعات املاک بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. مدل اطلاعات ساختمان (Building Information Modeling) فناوری جدیدی در صنعت ساخت‌وساز است که برای ایجاد، مدیریت و به‌اشتراک‌گذاری مدل رقمی ساختمان، اجزا و اطلاعات مربوط به آن استفاده می‌شود. می‌توان با استفاده از مدل اطلاعات ساختمان، علاوه بر بالا بردن قابلیت همکاری و جمع‌آوری تمام اطلاعات و اسناد ساختمان در یک مدل واحد و تطبیق مدل اطلاعات ساختمان و سازه‌ای (که ساخت آن به اتمام رسیده است)، از آن به منظور اهداف حدنگاری جهت مشخص کردن قسمت‌های مشاعی، مفروز و میزان مالکیت هر فرد از اجزای مختلف سازنده ساختمان و مستندسازی املاک، جهت قیمت‌گذاری دقیق ملک استفاده کرد.

روش‌ها: در این تحقیق ابتدا به شناسایی پارامترهای مؤثر بر ارزش‌گذاری ملک پرداخته و باتوجه به پارامترها، داده‌های مورد نیاز جمع‌آوری خواهد شد. سپس با استفاده از نقشه‌های معماری و سازه‌ای دوبعدی ترسیم شده در CAD (که از دفتر فنی مهندسی یا نظام‌مهندسی می‌توان تهیه کرد) به بازسازی مدل اطلاعات ساختمان پرداخته شده است. پس از آن برای هر کدام از اجزای ساختمانی، غنی‌سازی حقوقی (مشخص کردن مشاعات و مفروزات ساختمان) انجام و ارزش مصالح استفاده شده در ساختمان بر اساس فهرست‌بها برای اجزای ساختمانی تعریف شده است. فرایند پیشنهادی در این تحقیق در نرم‌افزار Revit به صورت سه‌بعدی مدل‌سازی شده است.

یافته‌ها: مدل اطلاعات ساختمان در کل چرخه حیات ساختمان یعنی از مرحله طراحی تا ساخت و بهره‌برداری و حتی نگهداری استفاده می‌شود اما به طور بالفعل قابلیت مدل‌سازی روابط مالکیتی و اطلاعات حقوقی را دارا نمی‌باشد؛ اما با روش اجرا شده در این تحقیق به دلیل اهمیت روشن‌سازی روابط مالکیتی در زمین یا ساختمان بخصوص در دعاوی دادگاهی، می‌توان روابط مالکیتی و حقوقی را تعریف کرد؛ علاوه بر تعریف روابط حقوقی، مدل‌سازی انجام شده برای یک نمونه ساختمان احداث شده جهت ارزش‌گذاری دقیق مطابق موقعیت و پارامترهای مؤثر انجام گرفته است.

نتیجه‌گیری: در نهایت میزان سهم هر یک از مالکین از اجزای ساختمانی با تعریف روابط مفروز و مشاع تعیین می‌شود. از این روش علاوه بر ثبت دقیق و بدون ابهام میزان مالکیت افراد از ساختمان، می‌توان جهت قیمت‌گذاری دقیق املاک باتوجه به عوامل خارجی و داخلی مؤثر و کاهش دعاوی حقوقی نیز استفاده کرد. قیمت‌گذاری با استفاده از فهرست بها برای تمام اجزا و مصالح ساختمان صورت گرفته است که قیمت کل را می‌توان به دست آورد.

تاریخ دریافت: ۱۵ بهمن ۱۴۰۳
تاریخ داوری: ۱۹ اسفند ۱۴۰۳
تاریخ اصلاح: ۲۶ فروردین ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۲ خرداد ۱۴۰۴

واژگان کلیدی:

قیمت‌گذاری
مدل اطلاعات ساختمان
مستند سازی املاک
حدنگاری (کاداستر)
میزان مالکیت

* نویسنده مسئول

a_vafaei@sbu.ac.ir

۰۲۱-۷۳۹۳۲۴۵۲ ①

مقدمه

دقیق بهره‌برد. ارزش بازار و قیمت طبق تعریف شورای استانداردهای

ارزش‌گذاری بین‌المللی (International Valuation Standards Council, 2020) به شرح زیر است: [۲]

ارزش بازار، مبلغ تخمینی ملکی است که باید در تاریخ ارزیابی بین خریدار مایل به خرید و فروشنده مایل به فروش در یک معامله کاملاً شفاف پس از بازاریابی مناسب که در آن هریک از طرفین آگاهانه، محتاطانه و بدون اجبار عمل کرده‌اند مبادله شود. این یک نوع تعریف «قیمت» است و به راحتی می‌توان آن را به عنوان توضیح «قیمت» تغییر داد.

قیمت، مبلغ تخمینی است که ملک در تاریخ فروش بین یک خریدار مایل و یک فروشنده مایل در یک معامله کاملاً شفاف و پس از بازاریابی

محدودیت زمین در شهرهای بزرگ، باعث رشد و توسعه آن‌ها در بعد عمودی مانند احداث ساختمان‌های چند طبقه و بلند مرتبه و چند منظوره با تراکم بالا و نیز سازه‌های تودرتو و زیرزمینی مانند مترو و پارکینگ‌های زیرزمینی شده است. تمام این موارد با توجه به کمبود زمین، باعث افزایش ارزش زمین شده و از طرف دیگر باعث به وجود آمدن مسائل فنی و حقوقی جدید و پیچیده‌ای در مباحث مربوط به حدنگاری گردیده است [۱]. یکی از وظایف متخصصان املاک، ارزش‌گذاری دقیق ملک است، چرا که مردم با توجه به دارایی خود اقدام به خرید، رهن، اجاره و سرمایه‌گذاری روی ملک می‌نمایند. ارزش‌گذار باید از روش، مدل و استاندارد مناسب برای اطمینان از ارزش‌گذاری

شود و بصورت عادلانه خدمات شهری ارائه گردد. این ارزش‌گذاری کلان براساس مدل‌های ارزش‌گذاری استاندارد است که شامل مولفه‌هایی مانند مساحت ساختمان و ملک، کیفیت ساختمان و مصالح و سال ساخت می‌باشد [۶].

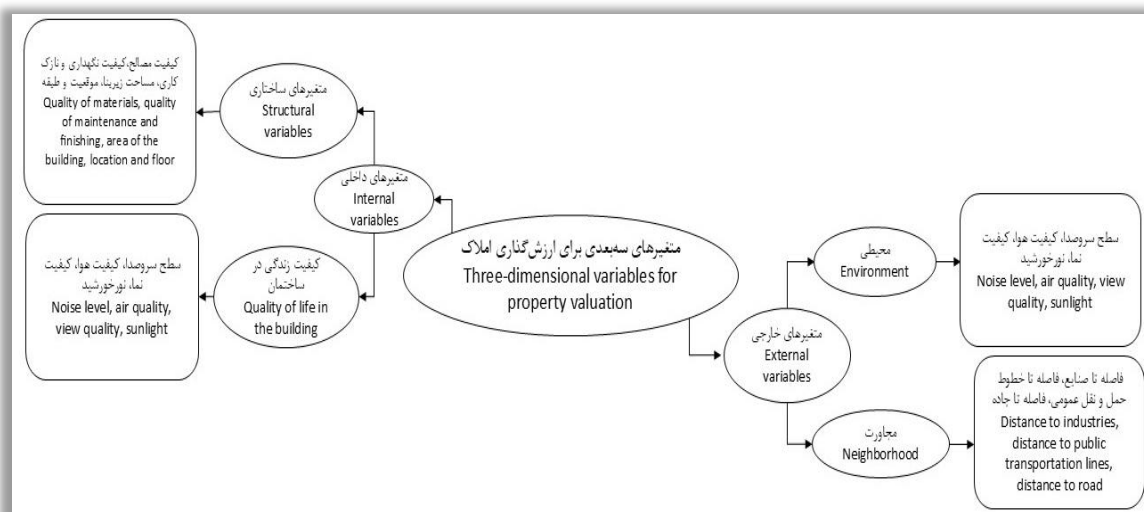
ارزش‌گذاری ملک باید در فضای سه‌بعدی و متناسب با عناصر سه‌بعدی داخلی ملک و فضای بیرونی آن انجام گیرد. بنابراین در ارزش‌گذاری هم متغیرهای داخلی و هم متغیرهای خارجی وجود دارند که هر کدام به زیر بخش‌هایی تقسیم می‌شوند. متغیرهای ساختاری به عنوان یکی از عوامل متغیرهای داخلی به فضای داخل ساختمان مثل شکل و اندازه ملک، ارتفاع ساختمان اشاره می‌کند. از انواع متغیرهای خارجی، می‌توان متغیر محیطی و مجاورت نام برد که به ترتیب شامل، کیفیت هوا و نورپردازی و میزان صدای ساختمان و موقعیت ملک از لحاظ نزدیکی به مراکز آموزشی و بهداشتی، وسایل حمل‌ونقل می‌شوند.

شکل (۱) این متغیرها را نشان می‌دهد که در ادامه تحقیق با عنوان پارامترهای تاثیر گذار بر قیمت ملک اشاره خواهد شد.

جدول ۱: رویکردها و روش‌های ارزش‌گذاری

Table 1: Valuation approaches and methods

سه رویکرد Three approaches	پنج روش Five methods
رویکرد آماری بر تعیین ارزش ملک با استفاده از نمونه‌گیری و تقریب تکیه دارد. The statistical approach relies on determining property value using sampling and approximation.	روش قابل‌مقایسه که رویکرد بازار دارد. A comparable method that has a market approach.
رویکرد درآمد بر تعیین ارزش بر اساس کل درآمد سالانه و درآمد تولیدی حاصل از دارایی متمرکز است. The income approach focuses on determining value based on the total annual income and generated income from the property.	روش هزینه یا روش پیمانکار که رویکرد هزینه دارد. Cost method or contractor method which has a cost approach.
رویکرد هزینه‌یابی مستقیم، جایی است که ارزش زمین باید به ارزش ساختمان اضافه شود تا ارزش کلی ملک پیدا شود. The direct costing approach is where the value of the land must be added to the value of the building to find the total value of the property.	روش سرمایه‌گذاری یا درآمد که رویکرد درآمد دارد. An investment or income method that takes an income approach.
	روش سود که رویکرد درآمد دارد. The profit method, which has an income approach.
	روش توسعه یا باقی‌مانده که رویکرد درآمد دارد. Development or residual method that has an income approach.



شکل ۱: متغیرهای سه‌بعدی مؤثر در ارزش‌گذاری

Fig. 1: Three-dimensional variables affecting valuation

این زمینه، الزامات ساخت و ساز و فاصله‌گذاری را تعیین می‌کنند تا حقوق مالکیت و محیط سالم حفظ شود.

- از لحاظ مجاورت نیز، توسعه صنعتی در ایران باید با توجه به مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی انجام شود تا از آلودگی جلوگیری گردد. به همین منظور، آیین‌نامه‌ای برای ساماندهی و کنترل واحدهای صنعتی تدوین شده است و شامل تعاریف، تقسیم‌بندی بر اساس نوع فعالیت و نظارت سازمان‌ها می‌باشد. در این آیین نامه استان‌های کشور را به ۱۰ منطقه تقسیم کردند و براساس تقسیم بندی جدول (۳)، حداقل فواصل مجاز استقرار صنایع را نشان می‌دهد.

متغیرهای محیطی از متغیرهای خارجی، به شرایط محیطی ملک اشاره می‌کند. عوامل محیطی به چند دسته تقسیم می‌شوند که به طور مختصر توضیحاتی داده شده است:

- آلودگی صوتی ناشی از صدای بیش از حد هواپیما، ماشین و خیابان می‌باشد.

- کیفیت هوا که قانون حفاظت محیط زیست، مسئول شناسایی و کنترل منابع آلودگی است و کیفیت هوای مناطق را از طریق شاخص کیفیت هوا (AQI) ارزیابی می‌کند. (جدول ۲)

- منظره ساختمان‌ها تحت تأثیر دید، مشرفیت و سایه‌اندازی می‌باشد که بر حریم خصوصی و نور طبیعی تأثیر می‌گذارد. قوانین شهرداری در

جدول ۲: شاخص کیفیت هوا (AQI) [۷]

Table 2: Air Quality Index (AQI) [7]

نقاط شکست Breakpoints							
O ₃ یک ساعت	O ₃ یک ساعت	PM _{2.5} ۲۴ ساعته	PM ₁₀ ۲۴ ساعته	CO ۸ ساعته	SO ₂ ۲۴ ساعته	NO ₂ یک ساعت	AQI
0.0-0.059	-	0.0-15.4	0-54	0.0-4.4	0.000-0.034	0-0.053	0-50
0.060-0.075	-	15.5-35.0	55-154	4.5-9.4	0.035-0.144	0.054-0.1	51-100
0.076-0.095	0.125-0.164	35.1-65.4	155-254	9.5-12.4	0.145-0.224	0.101-0.36	101-150
0.096-0.115	0.165-0.204	65.5-150.4	255-354	12.5-15.4	0.225-0.304	0.361-0.64	151-200
0.116-0.374	0.205-0.404	150.5-350.4	355-424	15.5-30.4	0.305-0.604	0.65-1.24	201-300
-	0.405-0.504	250.5-350.4	425-504	30.5-40.4	0.605-0.804	1.25-1.64	301-400
	0.505-0.604	350.5-500.4	505-604	40.5-50.4	0.805-1.004	1.65-2.04	401-500
							طبقه بندی هوا Air quality classification
							خوب Good
							متوسط Medium
							ناسالم برای گروه های حساس Unhealthy for sensitive groups
							ناسالم Unhealthy
							خیلی ناسالم Very unhealthy
							خطرناک Dangerous

جدول ۳: حداقل فواصل مجاز جهت استقرار صنایع [۸]

Table 3: Minimum permitted distances for industrial establishment [8]

فاصله از مراکز مختلف به متر Distance from different centers in meters						
رده ۶ Category6	رده ۵ Category5	رده ۴ Category4	رده ۳ Category3	رده ۲ Category2	رده ۱ Category1	اماکن و مراکز Places and centers
2500	2000	1500	1000	500	-	مرکز استان (آخرین محدوده سکونت گاه) Provincial center (last settlement area)
2000	1500	1000	500	250	-	مرکز شهرستان (آخرین محدوده سکونت گاه) City center (last settlement area)
2000	1500	1000	500	200	-	شهر City
1500	1000	1000	500	200	-	روستا Village
1500	1000	750	500	200	-	مراکز درمانی و آموزشی Medical and educational centers
1500	1000	750	500	200	50	مراکز نظامی Military centers
2000	1500	1000	500	150	150	پارک ملی- تا لا به دریاچه- اثر طبیعی ملی National Park-Wetland-Lake-Natural Heritage
1000	500	250	200	150	-	پناه گاه حیات وحش- منطقه حفاظت شده Wildlife Sanctuary - Protected Area
500	250	150	150	100	100	رودخانه دائمی غیر شرب Permanent non-potable river
2000	1500	1000	500	150	150	رودخانه دائمی شرب Permanent river of drinking water
500	250	200	150	100	50	چاه های آب شرب- کشاورزی و قنات ها Drinking-agricultural water wells and canals

ساختمان‌های غربی برای علاقه‌مندان به نور بعدازظهر مناسب‌اند اما معمولاً ارزش کمتری دارند که انتخاب نهایی بستگی به نیازها و سلیقه خریدار دارد.

- میزان صدای داخلی ساختمان، میزان سطح سر و صدا و سکوت اهالی ساختمان است. آلودگی صوتی در مناطق شهری می‌تواند کیفیت زندگی را تحت تأثیر قرار دهد و منجر به اختلال خواب، استرس و مشکلات سلامتی شود. ساختمان‌های واقع در این مناطق معمولاً جذابیت کمتری برای خریداران دارند و قیمت آنها کاهش می‌یابد. برعکس، املاکی که در محیط‌های آرام قرار دارند، برای خریداران جذاب‌ترند و ارزش بالاتری دارند. در بازار اجاره، آپارتمان‌های ساکت نرخ اجاره بیشتری دارند، در حالی که املاک پر سر و صدا با کاهش نرخ اجاره مواجه می‌شوند و آلودگی صوتی مستقیماً بر قیمت املاک تأثیرگذار است.

- منظور از دما و تهویه داخلی ساختمان، مطلوب بودن تهویه داخلی واحدها و سطح دمای ملک است. دما و تهویه تأثیر مستقیمی بر راحتی ساکنین و ارزش ملک دارند. ساختمان‌هایی با سیستم‌های تهویه مطبوع کارآمد جذاب‌ترند و به ترغیب خریداران کمک می‌کنند. مصرف کمتر انرژی در این ساختمان‌ها هزینه‌های جاری را کاهش داده و ارزش ملک را افزایش می‌دهد. عایق‌بندی حرارتی و استفاده از مصالح مقاوم در برابر تغییرات آب و هوایی به حفظ دما و عمر ساختمان کمک می‌کند. بازار مسکن نیز تحت تأثیر دما و شرایط آب و هوایی قرار دارد. در نهایت، تهویه مناسب و دماهای مطلوب ارزش ملک را بهبود می‌بخشند.

باتوجه به پیشرفت فناوری و استفاده از روش‌های نوین در صنعت ساختمان، امروزه ادغام اطلاعات متره و برآورد و حدنگاری سه‌بعدی به عنوان یکی از روش‌های مؤثر برای مدیریت املاک موردتوجه قرار گرفته‌است. ارزش یک ملک، حاصل ارتباط عناصر داخلی مرتبط ملک به‌عنوان شی سه‌بعدی (مانند حجم و ارتفاع) و عناصر سه‌بعدی از محیط بیرون ملک (مثل نما، آلودگی و سایه) به دست می‌آید؛ در نتیجه برای رسیدن به نتیجه دقیق، ارزش‌گذاری ملک باید در فضای سه‌بعدی انجام شود [۴]. یکی از راه‌های سه‌بعدی سازی ساختمان‌ها، استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان است.

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند به‌عنوان یک منبع غنی از اطلاعات ساختاری املاک مورد استفاده قرارگیرد. از قابلیت‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان به موارد نمایش داده‌شده در شکل (۲) اشاره کرد.

در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان مشخصات فیزیکی و فنی ساختمان را مدل‌سازی کرد. بدیهی است که دقت محاسبات هزینه، بر اساس داده‌های تولیدشده می‌باشد و اطلاعات نادرست منجر به تخمین نادرست هزینه‌ها خواهد شد [۹]. باتوجه به اینکه ارزش/املاک در سیستم مدیریت زمین (که شامل چهار اصل تملک زمین، مالیات و معامله می‌باشد) مورد نیاز است، در نتیجه ارزش‌گذاری دقیق و به هنگام دارایی‌ها در یک سیستم اهمیت فراوانی دارد.

○ متغیرهای ساختاری یکی از متغیرهای داخلی می‌باشد و شامل چند بخش کلی است که به توضیح مختصری از هرکدام اشاره شده است:

- کیفیت ملک، شامل ساختار و نوع مصالح استفاده شده در ساختمان است. مصالح باکیفیت دوام بیشتری دارند، هزینه‌های نگهداری را کاهش می‌دهند و ارزش ملک را افزایش می‌دهند. استفاده از مصالح مرغوب و مقاوم در برابر زلزله، رطوبت و سایر شرایط محیطی از مهم‌ترین عوامل در کیفیت ساخت است.

- هزینه ملک، هزینه ساخت و تعمیر و نگهداری ساختمان می‌باشد. سازمان نظام مهندسی هر ساله هزینه ساخت و ساز به ازای هر متر مربع را اعلام می‌کند که هزینه ساخت هر متر مربع ساختمان در سال ۱۴۰۳ بین ۱۰ میلیون و ۷۰۰ تا ۱۹ میلیون و ۹۰۰ هزار تومان و بسته به مصالح و نوع سازه و منطقه متفاوت است. نگهداری مناسب نیز باعث افزایش ارزش ملک می‌شود و هزینه‌های جاری قابل توجهی دارد.

- عناصر ملک، شامل موقعیت، مساحت و ابعاد و طبقه ساختمان است. زیربنا و مساحت ساختمان بر ارزش آن تأثیر دارد. شکل‌های متعارف مانند مربع یا مستطیل شکل ارزش بیشتری دارند. واحدهای طبقات بالاتر به دلیل دید و نورگیری بهتر معمولاً با ارزش‌ترند، ولی دسترسی آسان طبقات پایین‌تر نیز مهم است. موقعیت نیز علاوه بر نوع منطقه و دسترسی، نحوه قرارگیری ساختمان از لحاظ شمالی، جنوبی، شرقی و یا غربی نیز اهمیت بالایی دارد.

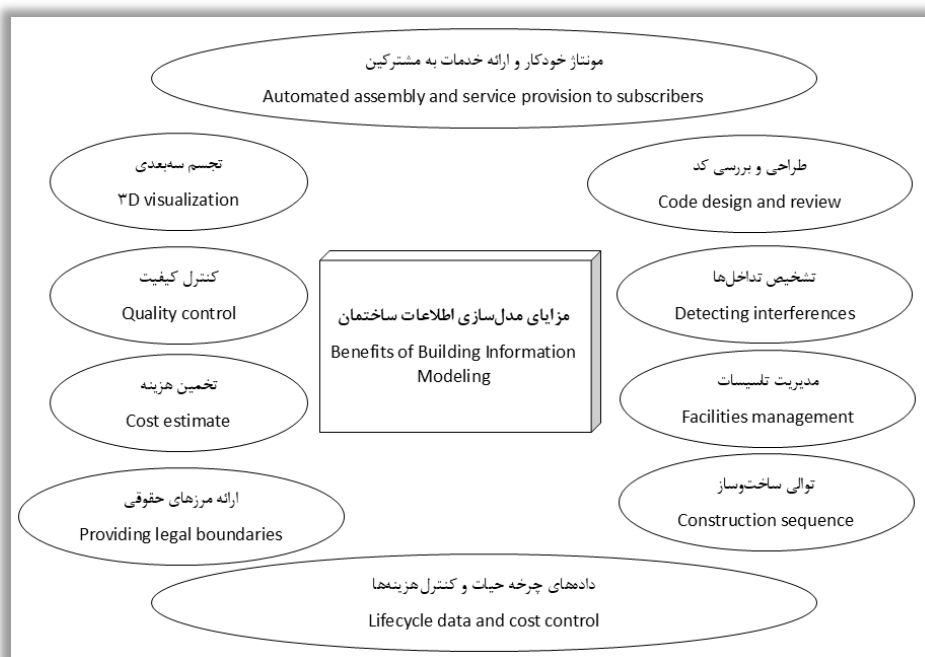
○ کیفیت زندگی در ساختمان بخش دوم متغیرهای داخلی است که به تفکیک، موارد مؤثر بر کیفیت زندگی در داخل ساختمان شرح داده شده است:

- روشنایی، نور طبیعی در ساختمان‌ها نقش مهمی در جذب خریداران و مستأجران دارد و به ایجاد فضایی دلپذیر و راحت کمک می‌کند. املاکی که دارای نورگیری مناسب هستند، معمولاً قیمت بالاتری دارند، زیرا این ویژگی کیفیت زندگی را ارتقا می‌دهد. همچنین، نور طبیعی موجب کاهش هزینه‌های انرژی و بهینه‌سازی دما در فصول مختلف می‌شود و تأثیر مثبت بر سلامت روانی ساکنان دارد. طراحی مناسب فضاها و جانمایی پنجره‌ها نیز به افزایش ارزش ملک کمک می‌کند و نورگیری جزء عوامل کلیدی در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران و خریداران است.

ساختمان‌های جنوبی به دلیل نورگیری خوب و طراحی مناسب، ارزش بالاتری دارند و فضای داخلی روشن‌تری فراهم می‌کنند.

ساختمان‌های شمالی نسبت به ساختمان‌های جنوبی، نور کمتری دریافت کرده و معمولاً قیمت پایین‌تری دارند، هرچند ممکن است در موقعیت‌های خاص دارای ارزش بیشتری باشند.

ساختمان‌های شرقی صبح‌ها نور خوب دریافت می‌کنند اما در بعدازظهر ممکن است دما افزایش یابد و ارزش آن‌ها معمولاً بین ساختمان‌های شمالی و جنوبی قرار دارد.



شکل ۲: برخی از مزایای BIM [۹ و ۱۰]

Fig. 2: Some of the benefits of BIM [9 & 10]

مدل‌سازی و نمایش مرزهای حقوقی را ندارد. ادغام متره و برآورد با اطلاعات حقوقی از مرزهای مالکیتی حدنگاری، می‌تواند به بهبود کیفیت و دقت در تعیین سهم مالکین ساختمان‌های چند مالکیتی و ارزش آن کمک‌کند. از مزایای این روش می‌توان به، دقت بیشتر، کاهش خطاها از جمله محاسباتی، صرفه‌جویی در زمان و بهبود قابلیت برنامه‌ریزی اشاره نمود [۴]. در سطح بین‌المللی پژوهش‌های زیادی در زمینه قابلیت‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در ارزش‌گذاری املاک صورت گرفته‌است. راب‌هاوارد و همکاران در سال ۲۰۰۸ اهمیت استانداردسازی در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند [۱۳]. ازهر و همکاران در سال ۲۰۱۱ مزایا و چالش‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در صنعت معماری، مهندسی و ساخت‌وساز را بررسی نموده‌اند [۱۴]. دانیل فورگس و همکاران در سال ۲۰۱۲ به مطالعه باز اندیشی در فرآیند تخمین هزینه در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۵ بعدی پرداختند و مزایای اجرای موفق مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۵ بعدی را گزارش کرده‌اند [۱۵]. شن‌زو و همکاران در سال ۲۰۱۳ برآورد هزینه در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را به عنوان یکی از جنبه‌های مهم مدیریت پروژه‌های ساختمانی مطرح نموده‌اند [۱۶].

جینگ‌چوان گو و همکاران در سال ۲۰۱۳ با ادغام رویکردهای مقایسه فروش، درآمد و هزینه توانستند دقت ارزیابی املاک را به طور مناسب بهبود بخشند [۱۷]. مایوف و همکاران در سال ۲۰۱۹ برای ارزیابی عملکرد متره از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان استفاده نمودند و نتیجه گرفتند که با این روش می‌توان کنترل بیشتری بر پروژه داشت [۱۸]. در دهه‌های گذشته، مصرف انرژی ساختمان‌ها به دلیل افزایش جمعیت، اقتصاد رو به رشد و تقاضای بالاتر برای کیفیت زندگی به‌طور چشمگیری

روش ارزش‌گذاری با استفاده از مدل ساختمان و حدنگاری با ویژگی‌های واحد، منجر به ثبات بازار املاک و بهبود زندگی شهروندان می‌شود. از مدل‌های سه‌بعدی حدنگاری، که شامل مرزهای فیزیکی و قانونی‌اند، برای انتشار اطلاعات ارزش‌گذاری می‌توان استفاده کرد [۱۱]. از طرف دیگر در موارد مختلف برآورد قیمت ساختمان‌ها و آپارتمان‌های موجود برای مقاصد مختلف مانند اخذ وام بانکی، پرونده‌های قضایی و بحث‌های مالیاتی امری ضروری است. منظور از متره و برآورد محاسبه و اندازه‌گیری طول، سطح، حجم، وزن و کارهای مختلف برای اجرای یک پروژه احداث شده یا در حال ساخت است. به مقادیری که مهندس با فصل‌بندی‌های موردنیاز در احداث سازه از فهرست بها استخراج و قیمت‌گذاری کرده است، برآورد (برآورد ریالی یا برآورد قیمت پروژه) نامیده می‌شود [۱۲].

البته مشکلی که در این زمینه وجود دارد عدم وجود مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای املاک ساخته‌شده می‌باشد. یکی از روش‌های ایجاد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای بناهایی که مدل‌سازی نشدند، استفاده از اسناد دوبعدی و نقشه‌های تفکیکی تهیه‌شده است. در این پژوهش از نقشه‌های تفکیکی و اسناد دوبعدی براساس پارامترهای مؤثر برای ساختن مدل‌سازی اطلاعات ساختمان استفاده شده‌است. در ادامه با در نظر گرفتن پارامترهای متره و برآورد اقدام به ایجاد سیستم قیمت‌گذاری دقیق املاک گردید که در قسمت روش انجام تحقیق این قسمت به‌طور کامل توضیح داده خواهد شد [۱۲]. در گذشته برآورد هزینه ساختمان به‌صورت دستی و با محاسبات بسیار زیاد و گاهی غیردقیق صورت می‌گرفت که ممکن است در حال حاضر هم برخی از شرکت‌ها از این روش برای برآورد هزینه‌ها استفاده کنند. با این وجود مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به‌طور بالفعل قابلیت

ساختمان در پروژه‌های عمرانی " [۲۴ و ۲۵] گویای همین واقعیت است. در سال‌های اخیر، محققان به قابلیت مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای به دست آوردن مدل‌های هندسی سه بعدی، حجم فضای قانونی هر ملک از ملک و برآورد هزینه آن اشاره کردند، اما مدل‌سازی براساس همه متغیرهای تأثیرگذار در ارزش‌گذاری بررسی نشده است.

با وجود علاقه تحقیقات جهانی به قابلیت‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای ارزش‌گذاری، تحقیقات در ایران بسیار محدود بوده و قیمت‌گذاری ملک بیشتر به روش سنتی توسط کارشناسان دادگستری و یا سازمان برنامه و بودجه انجام می‌گیرد که ممکن است همه عناصر مؤثر بر ارزش ملک مورد توجه قرار نگیرد. در صورتی که با ارزش‌گذاری دقیق و کارشناسی، با استفاده از ابزارها و سیستم‌های اتوماسیون، عملکردهای سلیقه‌ای حذف گردیده و امکان سوءاستفاده از ارزش املاک در موارد مختلف از جمله موارد حقوقی و قضایی به حداقل خواهد رسید.

براساس مطالب گفته شده در مورد اهمیت ارزش‌گذاری املاک و تعیین سهم هر یک از مالکین، هدف از این تحقیق استفاده از مزایای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان جهت ایجاد مدل سه بعدی املاک و ادغام آن با متره و برآورد جهت قیمت‌گذاری دقیق ملک با در نظر گرفتن تمام عوامل مؤثر می‌باشد، که می‌توان در پایان، سهم دقیق مالکین را از اجزای سازنده و ارزش ملک مشخص نموده و آن را جایگزین روش‌های سنتی در زمینه ارزش‌گذاری املاک نمود.

روش تحقیق

در این تحقیق مراحل متره و برآورد املاک براساس مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و نقشه‌های موجود و با در نظر گرفتن پارامترهای مؤثر برای قیمت‌گذاری املاک مطابق شکل (۳) انجام می‌گیرد، در ادامه هر یک از مراحل توضیح داده شده است.

در مرحله اول مطابق توضیحات متغیرهای داخلی و خارجی که در بخش مقدمه توضیح داده شده است؛ داده‌های مورد نیاز جهت مدل‌سازی ساختمان جمع‌آوری خواهند شد. در این تحقیق نقشه‌های مورد نیاز از دفتر فنی مهندسی و موقعیت دقیق ملک از محیط Google Earth استخراج شده است. شکل (۴) موقعیت منطقه را نشان می‌دهد.

براساس شکل (۳)، برای شروع مدل‌سازی، ابتدا نقشه‌های تفکیکی مطابق با موقعیت و حاوی اطلاعات حقوقی ملک و همچنین نقشه‌های معماری و سازه‌ای ساختمانی که حاوی عناصر و اجزای سازنده ساختمان‌اند تهیه شدند. سپس از لحاظ وجود خطاهای مقیاسی، ترسیمی و توپولوژی (هم‌بندی اتصال و چیدمان تجهیزات شبکه‌ای) بررسی و در صورت وجود هرگونه خطا اصلاح می‌شوند. این خطاها شامل نرسیدگی خطوط، ردشدگی‌ها، همپوشانی، ایجاد فضاهای اضافی، خطاهای مربوط به اندازه‌گیری و مقیاسی هستند.

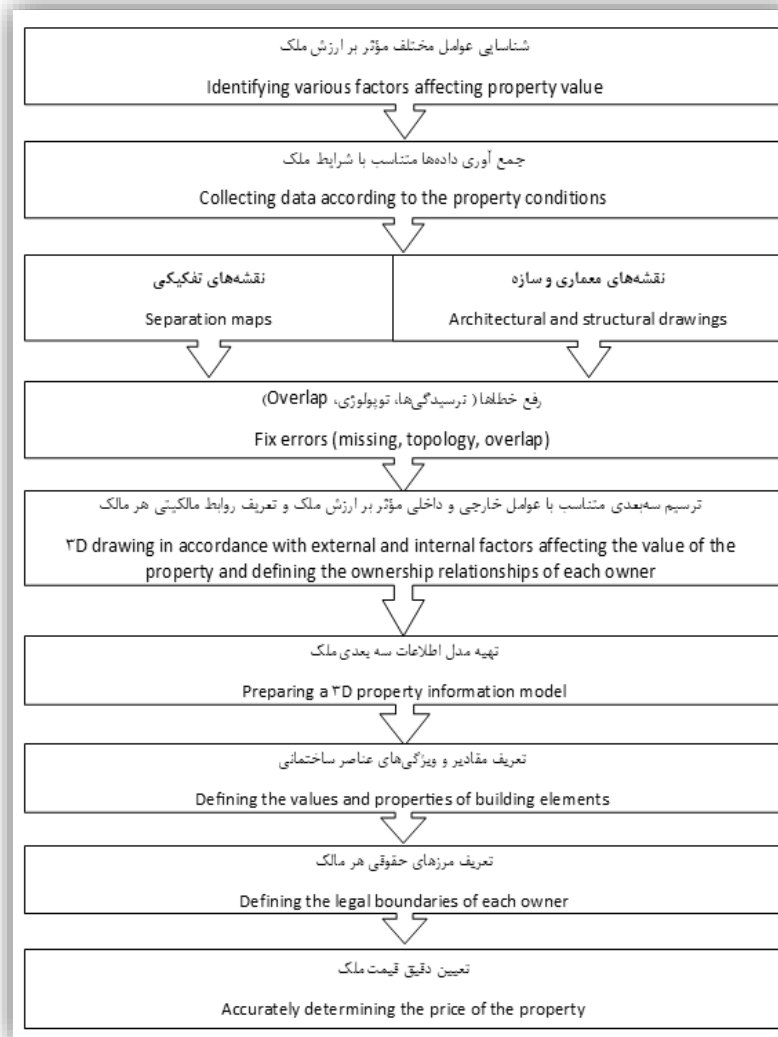
نقشه‌های تفکیکی، نقشه‌های تک خطی هستند که در آن‌ها مفروضات و مشاعات یک ساختمان مشخص شده باشد. نقشه‌های تفکیکی توسط سازمان نظام مهندسی یا شرکت‌های دارای مجوز تهیه می‌شوند.

افزایش یافته است. با این وجود، در صورتی که ساختمان‌ها به درستی طراحی، ساخته و بهره‌برداری شوند، می‌توان به صرفه جویی در مصرف انرژی دست یافت. یکی از راه‌های مؤثر برای دستیابی به بهره‌وری انرژی ساختمان، استفاده از فناوری مدل‌سازی انرژی ساختمان (BEM) است که هدف آن ارزیابی طرح‌های جایگزین است. برای این منظور هائوگائو و همکاران در سال ۲۰۱۹ برای مدل‌سازی انرژی ساختمان از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان استفاده نمودند [۱۹]. وینیو و همکاران در سال ۲۰۲۰ به بررسی راه‌حل‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان پنج‌بعدی جهت مدیریت ساخت و ساز پروژه‌ها پرداخته و مزایا و چالش‌های موجود در این زمینه را گزارش کرده‌اند [۲۰].

سیهام ال یمانی و همکاران در سال ۲۰۲۱ الزامات متغیرهای سه بعدی برای مدل‌سازی ارزش‌گذاری املاک براساس ادغام مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و مدل‌سازی اطلاعات شهر را بررسی نمودند. در بررسی آن‌ها، برای متغیرهای داخلی از مدل‌های IFC/BIM (کلاس‌های بنیاد صنعت) و برای متغیرهای خارجی از مدل‌های سه بعدی شهر (CityGML) استفاده شده است [۴]. چلیک شیمشک و همکاران در ۲۰۲۱ از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به منظور ارزش‌گذاری املاک استفاده و همچنین رویکرد جدیدی برای مالکیت آپارتمان‌ها در ترکیه تعریف کردند. در این پژوهش تمامی مراحل یک پروژه ساخت و ساز واقعی (از بی تا سطح سقف) به صورت سه بعدی در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان مشاهده و مدل‌سازی گردیده و عوامل مؤثر بر ارزش ملک بر اساس وزن آن‌ها (وزن‌ها بر اساس پرسشنامه‌ای که در منطقه انجام گرفته بود مشخص گردیده است) تعیین شده است [۲۱].

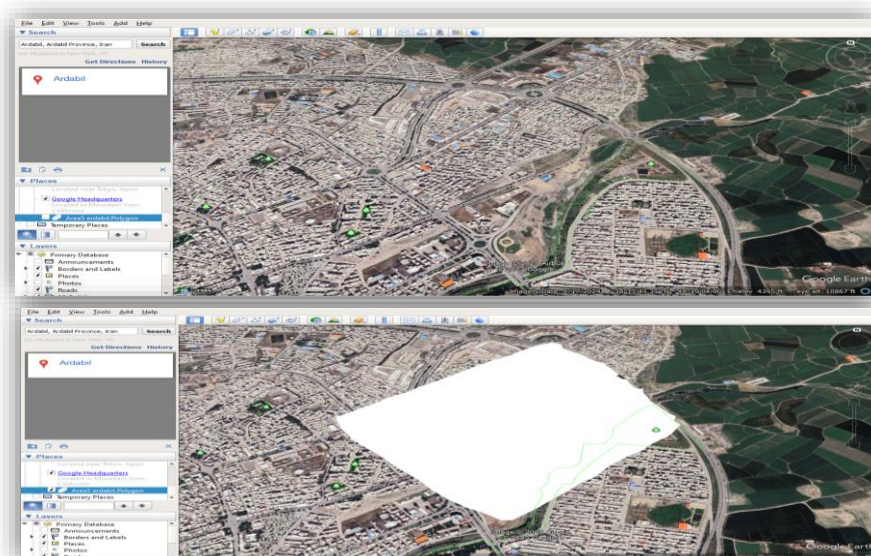
محمد اوگوژان مته و عمرعلی اغلو در سال ۲۰۲۲ معیارهایی که بر ارزش املاک و مستغلات تأثیر می‌گذارند به عنوان عوامل محیطی، فیزیکی، قانونی و اجتماعی - اقتصادی تقسیم‌بندی کرده و مدل ارزش‌گذاری دارای سه بعدی مبتنی بر کلاس‌های بنیاد صنعت طراحی نمودند. با انجام تجزیه و تحلیل مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و GIS برای معیارهای خارجی و داخلی، ارزش‌های دارای را می‌توان با استفاده از مدل کل‌نگر ایجاد شده ارزیابی کرد. بر این اساس آن‌ها یک چارچوب ارزش‌گذاری که می‌تواند به عنوان مرجع در چندین برنامه کاربردی مبتنی بر ارزش مانند مالیات بر دارایی، نوسازی شهری و محاسبه سهم زمین مورد استفاده قرارگیرد را توسعه دادند [۲۲]. کارا و همکاران در سال ۲۰۲۱ به ادغام داده‌های هندسی سه بعدی و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای توسعه شهرها و پروژه‌های ساختمانی برای بهبود و کارایی مدیریت زمین و املاک را مورد بررسی قرار داده‌اند [۲۳].

برای دستیابی به توسعه پایدار، از اجزای مهم مدل جهانی اداره زمین، ارزش املاک و مستغلات قابل توجه و مورد نیاز است. باتوجه به مزایا و امکاناتی که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در چرخه حیات ساختمان فراهم می‌آورد، پذیرش این تکنولوژی روزبه‌روز در حال افزایش است. "سند توسعه فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در افق ۱۴۰۴" و "سند چشم‌انداز و برنامه بلندمدت پیاده‌سازی مدل‌سازی اطلاعات



شکل ۳: مراحل انجام تحقیق

Fig. 3: Research steps



شکل ۴: موقعیت مکانی ساختمان

Fig. 4: Location of the building

در نهایت مدل سه‌بعدی آپارتمان، ارزش‌گذاری دقیق آپارتمان و هر یک از واحدها، همراه با مرزهای حقوقی و مقادیر و نوع عناصر استفاده‌شده قابل مشاهده‌است.

یافته‌ها

یکی از روش‌های نوین قیمت‌گذاری املاک استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمانی می‌باشد. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، با شبیه‌سازی ساختمان بصورت سه‌بعدی به تحلیل و طراحی دقیق عناصر جهت ارزش‌گذاری کمک می‌کند.

برای پیاده‌سازی، ساختمان ۵ طبقه با ۹ واحد در نظر گرفته و داده‌های مورد نیاز برداشت شده‌است. نقشه‌ها در فایل CAD آماده و جهت انجام متره و برآورد از فهرست بهای ابنیه سال ۱۴۰۲ استفاده شده‌است.

جهت شروع مدل‌سازی نکته حائز اهمیت استخراج اطلاعات مورد نیاز برای شبیه‌سازی ملک، برآورد هزینه، مشخص کردن حقوق ارتفاعی و مشاعی هر مالک با استفاده از داده‌های حدنگاری سه‌بعدی و نقشه‌های معماری و سازه‌ای موجود در فایل CAD است. از داده حدنگاری برای تعیین مرزهای مالکیتی و از نقشه‌های معماری و سازه جهت استخراج اطلاعات هندسی مانند راه‌پله، دیوار، در، پنجره و تمامی اجزا استفاده می‌شود. شکل (۵) نقشه‌های معماری و سازه‌ای برای استخراج عناصر جهت مدل‌سازی و انجام متره و برآورد نشان می‌دهد.

روش فعلی ثبت اسناد و املاک بر پایه نقشه‌های CAD است. قبل از وارد کردن نقشه‌ها به نرم‌افزار Revit ابتدا باید نقشه‌ها را از لحاظ داشتن خطاهای احتمالی هنگام ترسیم یا اندازه‌گذاری‌ها اصلاح کرده و سپس فایل CAD را وارد نرم‌افزار کرد. نکته قابل توجه این است که واحد نقشه‌ها در CAD باید با واحد آن در نرم‌افزار Revit یکسان باشد [۱۲].

از مدل‌های، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان که به صورت سه‌بعدی هستند می‌توان اطلاعات بسیاری در مورد، ساختار ساختمان، مشخصات معماری و اجزای خاص ساختمان برای هر واحد را استخراج کرد. شکل (۶) نمونه‌ای از عناصر ملک مطابق استاندارد IFC را نشان می‌دهد که می‌تواند برای مدل‌سازی عناصر متغیر سه‌بعدی داخلی استفاده شود.

ادغام اطلاعات مصالح، ساختار و اجزای ملک استخراج شده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با هزینه‌های مربوط به مصالح می‌توان برآورد هزینه ملک را انجام داد. هزینه‌های عناصر استفاده شده در احداث ساختمان را می‌توان از فهرست بها استخراج و با توجه به توضیحات ارائه‌شده هنگام مدل‌سازی ساختمان می‌توان قیمت هر یک از اجزا را اعمال کرد.

از داده‌های حدنگاری در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان برای ارائه اطلاعات حقوقی مربوط به هر مالکیت اعم از مفروضات و مشاعات قسمت‌های مختلف یک ساختمان، مانند انباری، پارکینگ و دیوارها استفاده نمود.

شهرداری از این نقشه‌ها جهت صدور پایان کار و اداره ثبت اسناد و املاک جهت صدور سند استفاده می‌کنند.

نقشه‌های معماری شامل مجموعه اطلاعات و جزئیات فنی و معماری ساختمان می‌باشد که برای ساخت و ساز و مراحل اجرایی ضروری است. این نقشه‌ها شامل چند دسته مختلف اعم از: نقشه‌های زیربنایی، معماری داخلی و خارجی، مکانیکی، تأسیساتی و برق می‌باشند. این مجموعه نقشه‌های دوبعدی، دید دقیق و بهتری نسبت به خصوصیات کلی ساختمان اعم از نقشه طبقات، ابعاد و مقیاس به مهندسین ارائه می‌دهند و محل قرارگیری ساختمان و عناصر سازنده آن را مشخص می‌کنند. عناصر و ویژگی‌هایی که در این بخش باید شناخت کافی روی آن‌ها صورت گیرد عبارتند از: زمین، خاک‌برداری، پی و شناژ، عناصر باربری عمودی، سقف‌ها، کف‌سازی، در و پنجره، مجراهای ساختمان، سرویس، پله‌ها، درز انقطاع و مباحث ایمنی که جهت شناخت کارایی و عملکرد ساختمان، صرفه‌جویی در هزینه و زمان و همچنین مصرف انرژی آگاهی از آن‌ها ضروری است.

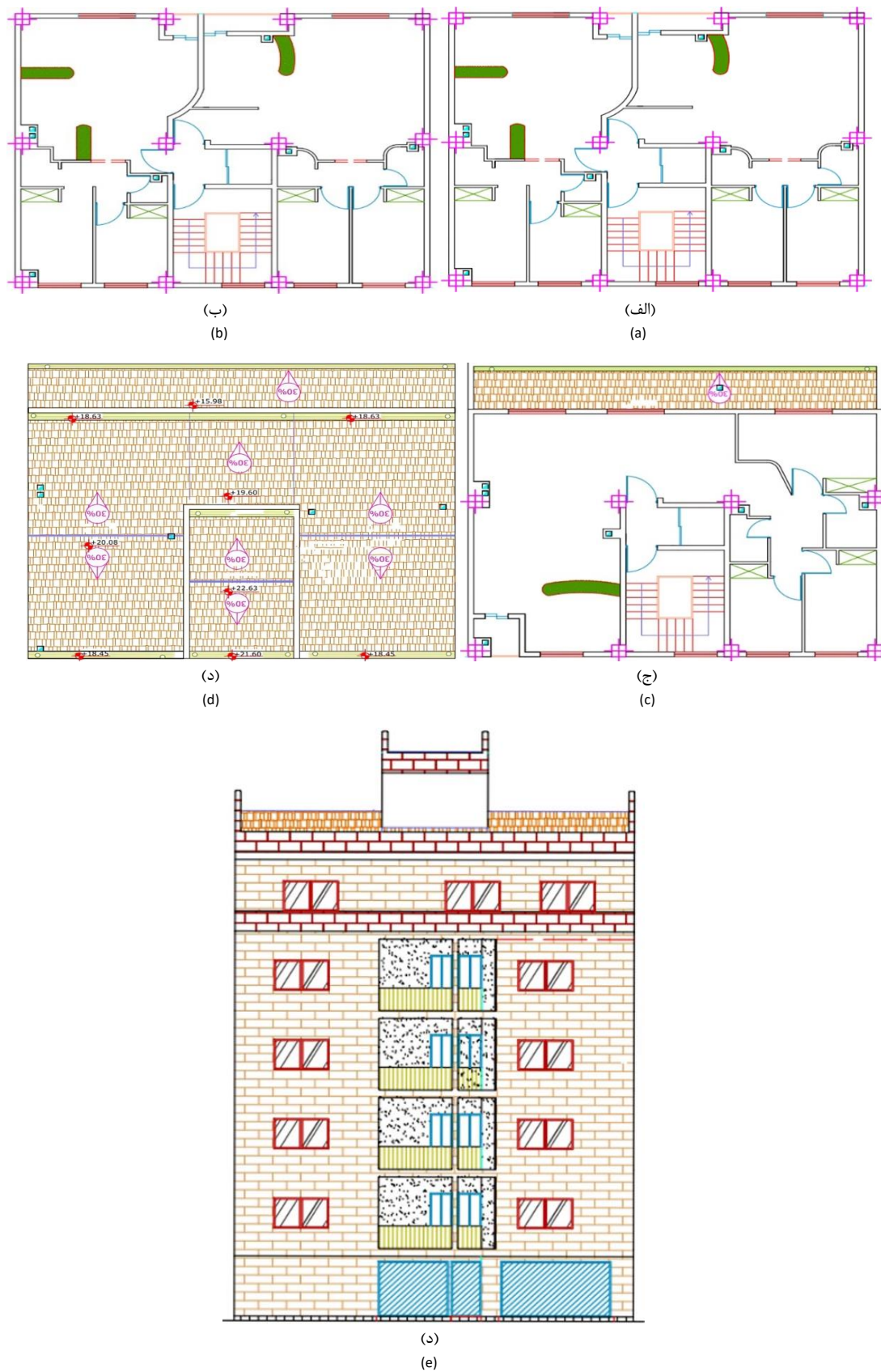
بعد از رفع خطاهای ممکن نقشه‌های تفکیکی و سازه‌ای در محیط AutoCAD در مرحله سوم، ساختمان به صورت سه‌بعدی با تمام اجزا و عناصر سازنده آن (شامل فونداسیون، میلگردگذاری، بتن‌ریزی، تأسیسات و...) در نرم‌افزار Revit رسم می‌شود.

پس از ترسیم مدل سه‌بعدی ساختمان متناسب با شرایط داخلی و خارجی، می‌توان مرزهای حقوقی را که شامل مشخص کردن حقوق تمامی عناصر ساختمان است، به روش‌های مختلف مشخص نمود که در این تحقیق بصورت عناصر رنگی مشخص شده‌اند. مرزهای حقوقی اعم از مفروضات، مشاعات و یا مشترک بین دو مالک (مانند دیوار بین دو واحد) است. در ادامه جهت قیمت‌گذاری، با استفاده از فهرست بهای ابنیه سال جاری، جداول متره و برآورد برای هر یک از عناصر به کار رفته در احداث ساختمان تشکیل و قیمت هر یک را مطابق با بخش‌های استفاده‌شده از فهرست بها انتخاب و جای‌گذاری می‌شود.

فهرست بها شامل لیست کاملی از عناصر و خدمات مورد نیاز در ساخت و ساز به همراه ارزش مالی آن‌ها می‌باشد. از مزایای استفاده از این فهرست جهت متره و برآورد یک پروژه می‌توان به موارد زیر:

- استاندارد و رسمی بودن (توسط سازمان برنامه و بودجه تدوین شده و تمامی پروژه‌های دولتی براساس آن ارزیابی می‌شوند)،
- مبنای قانونی بودن (در قراردادهای عمرانی و ساخت و ساز استفاده از این فهرست به عنوان مرجع قانونی پذیرفته شده است)،
- به‌روز رسانی سالانه و پوشش همه جانبه آیتم‌ها (تمامی هزینه‌های لازم برای ساخت و ساز از جمله مصالح، دستمزدها و ماشین آلات را پوشش می‌دهد)،

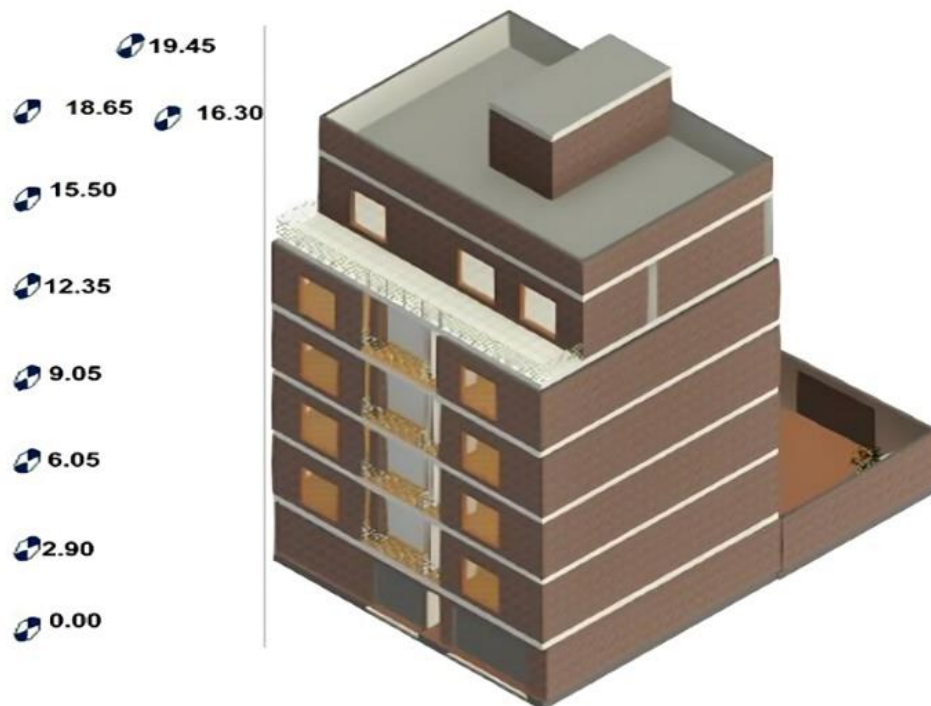
- برنامه‌ریزی دقیق بودجه و عدم سلیقه‌ای بودن قیمت‌های اقلام اشاره نمود، زیرا هر ساله طبق ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه تنظیم و در اختیار مهندسین قرار می‌گیرد [۲۶].



شکل ۵: نقشه‌های دوبعدی: الف) نقشه همکف، ب) نقشه تیپ طبقات (واحد ۱ الی ۸)،

ج) نقشه واحد ۹، د) نقشه بام، ه) نقشه نما

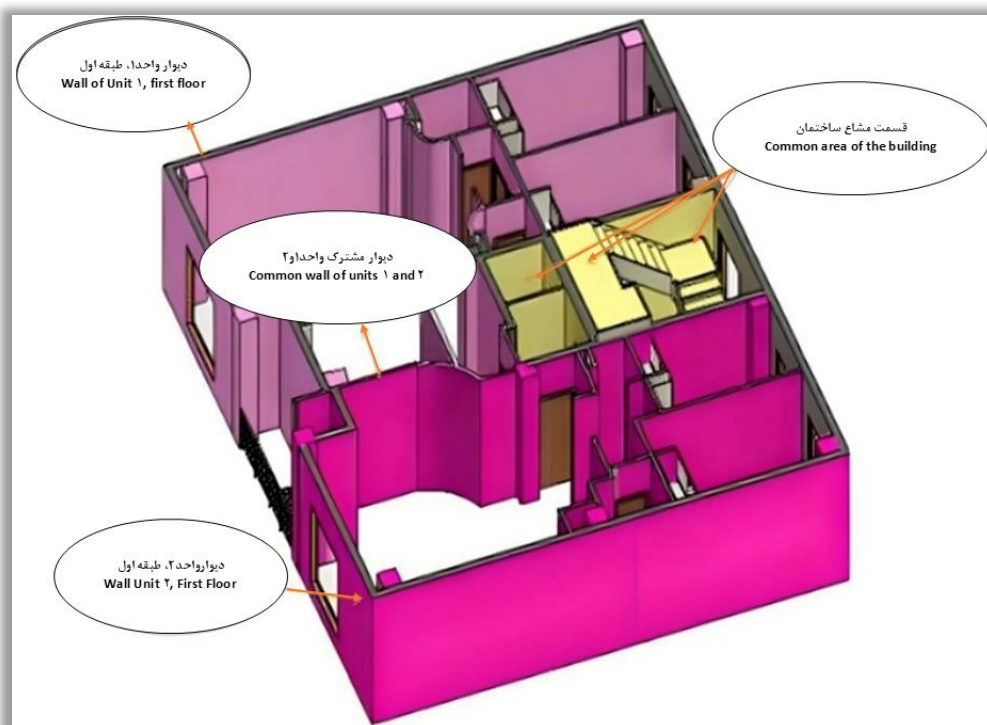
Fig. 5: 2D maps: a) Ground floor map, b) Floor type map (Units 1 to 8), c) Unit 9 map, d) Roof map, e) Elevation map



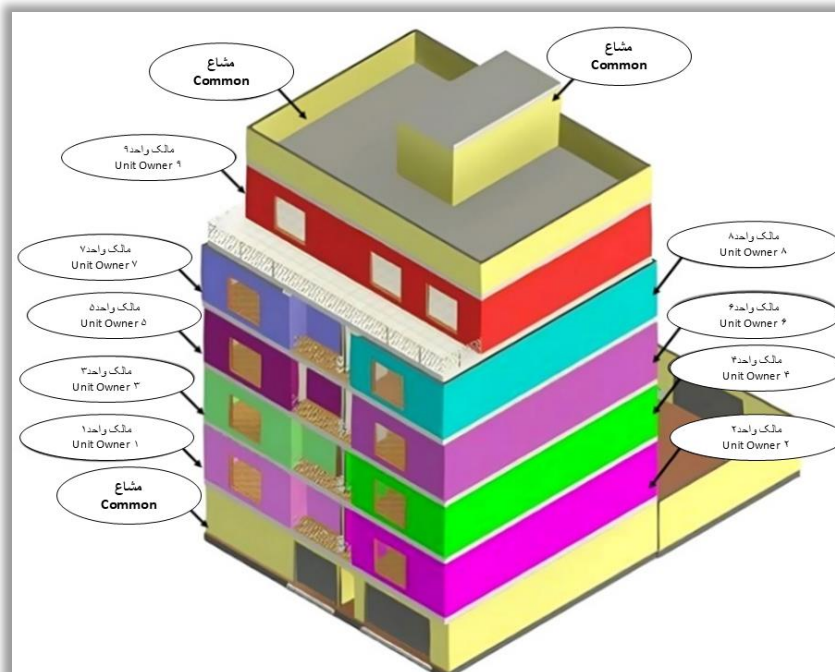
شکل ۶: نمونه‌هایی از عناصر معماری برای یک ملک مسکونی بر اساس مدل‌سازی اطلاعات ساختمان طبق استاندارد IFC
 Fig. 6: Examples of architectural elements for a residential property based on building information modeling according to the IFC standard

شکل (۸) دیوارهای بیرون ساختمان را نشان می‌دهد که مختص قطعات تفکیکی مربوطه است، همچنین در این شکل پشت‌بام و طبقه همکف که جزء مشاعات ساختمان هستند با رنگ‌های مختلف مشخص شده‌است.

بطور مثال طبق شکل (۷) مالکیت هر دیوار که مختص یک واحد است با یک رنگ و قسمت مشاعی با رنگ دیگر مشخص و تفکیک شده‌اند. در نرم‌افزار تمام حالت‌های مالکیت شرح داده شده برای کلیه طبقات به صورت شکل زیر اعمال شده‌است.



شکل ۷: تعریف مالکیت اجزا طبقه ۱
 Fig. 7: Definition of ownership of class 1 components



شکل ۸: تعریف مالکیت اجزا بیرونی ساختمان

Fig. 8: Definition of ownership of external building components

مالکیت آن‌ها مشخص نشده و سلول خالی است به‌طور مستقیم در محاسبه ارزش حقوقی و مالکیتی آپارتمان دخالت ندارد؛ ولی به عنوان جزء مؤثر در اجزای مربوط به ارزش‌گذاری آپارتمان دخالت دارند (به‌عنوان مثال شن و ماسه بکار رفته جهت تهیه بتن). براساس اجزا و مصالح مورد استفاده و فهرست بهای ابنیه، هزینه تمام‌شده قطعات تفکیکی، همکف و پشت‌بام ساختمان مورد نظر طبق جدول (۵) خواهد بود.

پس از مدل‌سازی سه‌بعدی و تعیین مالکیت برای اجزا، جداول متره و برآورد را می‌توان تشکیل داد. به عنوان مثال جدول (۴) متره و برآورد دیوار را، مطابق اجزای تشکیل‌دهنده و مالکیت‌ها بیان می‌کند.

در این تحقیق اجزای سازه‌ای و تاسیسات ساختمان در نرم‌افزار Revit طراحی و جداول متره و برآورد آن‌ها مطابق فهرست بهای ابنیه ایجاد و حق مالکیت هر جزء مشخص شده‌است. باید توجه داشت، در ستون مربوط به مالکین بخش‌های مشترک بین دو مالک و در قسمت مالکیت، مفروز یا مشاع بودن اجزا مشخص شده‌است. ردیف‌های مربوطه که نوع

جدول ۴: ارزش ریالی محاسبه‌شده براساس پارامترهای مشخص‌شده و میزان مالکیت (دیوار)

Table 4: Calculated Rial Value Based on Specified Parameters and Ownership Amount (Wall)

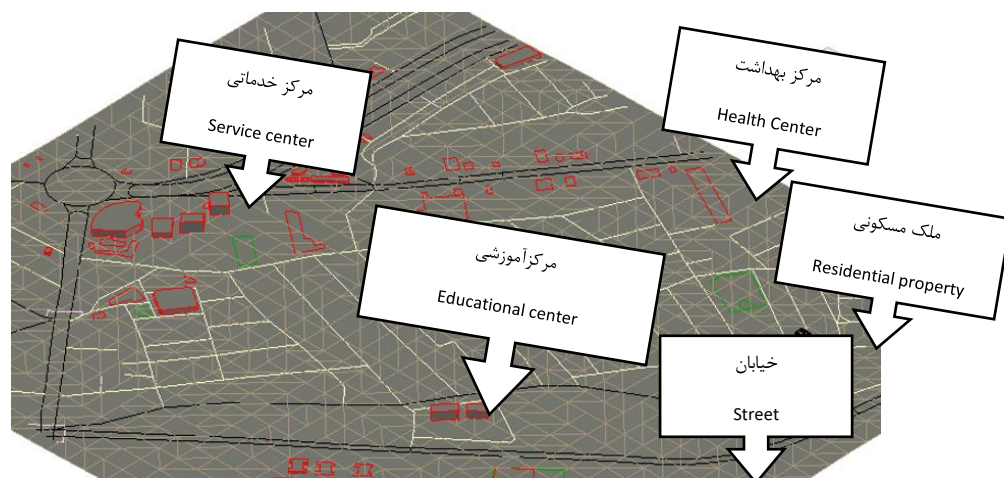
<Wall Material BRICK, COMMON>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Material Name	Family and Type	Base Con	Material Area	Material Volume	Area	Count	Material Cost	قیمت نهایی	مالکیت 2-	مالکین 3-
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	001	0.03 m ²	0.00 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	366,570.8 m ²	مالک 2-	
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	002	0.03 m ²	0.00 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	347,277.6 m ²	مالک 4-	
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	003	0.03 m ²	0.00 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	385,864.0 m ²	مالک 6-	
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	004	0.03 m ²	0.00 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	366,570.8 m ²	مالک 8-	
0.03 m ² : 4			0.13 m ²					1,466,283.4 m ²		
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	002	0.34 m ²	0.02 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	3,822,731.2 m ²	مالک 3-	
0.34 m ² : 1			0.34 m ²					3,822,731.2 m ²		
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	001	0.36 m ²	0.02 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	4,035,105.2 m ²	مالک 1-	
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	004	0.36 m ²	0.02 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	4,035,105.2 m ²	مالک 7-	
0.36 m ² : 2			0.71 m ²					8,070,210.4 m ²		
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	003	0.37 m ²	0.02 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	4,247,479.1 m ²	مالک 5-	
0.37 m ² : 1			0.37 m ²					4,247,479.1 m ²		
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	001	0.40 m ²	0.02 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	4,525,458.0 m ²	مالک 2 و 7	مشترک
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	002	0.40 m ²	0.02 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	4,510,826.8 m ²	مالک هر دو واحد	مشترک
0.40 m ² : 2			0.80 m ²					9,036,284.8 m ²		
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	002	0.41 m ²	0.02 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	4,593,510.0 m ²	مالک 3-	
0.41 m ² : 1			0.41 m ²					4,593,510.0 m ²		
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	001	0.43 m ²	0.03 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	4,848,705.0 m ²	مالک 1-	
Brick, Common	Basic Wall: Generic - 100mm2	004	0.43 m ²	0.03 m ³	0 m ²	1	11,342,000.0	4,848,705.0 m ²	مالک 7-	
0.43 m ² : 2			0.86 m ²					9,697,410.0 m ²		

<Wall Material stone1>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Material Name	Family and Type	Material Area	Base Constraint	Area	Material Cost	Material Volume	قیمت نهایی	مالکیت 2-	مالکین 3-
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	1.1 m ²	001	1 m ²	2,415,000	0.03 m ³	82,591.5 m ³		
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	1.1 m ²	002	1 m ²	2,415,000	0.03 m ³	78,244.6 m ³		
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	1.1 m ²	004	1 m ²	2,415,000	0.03 m ³	82,591.5 m ³		
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	1.1 m ²	005	1 m ²	2,415,000	0.03 m ³	82,593.0 m ³		
1.1 m ² : 4		4.5 m ²					326,020.7 m ³		
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	1.2 m ²	003	1 m ²	2,415,000	0.04 m ³	86,938.5 m ³		
1.2 m ² : 1		1.2 m ²					86,938.5 m ³		
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	1.6 m ²	002	2 m ²	2,415,000	0.05 m ³	118,057.6 m ³	مالک 4	
1.6 m ² : 1		1.6 m ²					118,057.6 m ³		
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	1.8 m ²	001	2 m ²	2,415,000	0.05 m ³	130,848.6 m ³	مالک 2	
1.8 m ² : 1		1.8 m ²					130,848.6 m ³		
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	1.9 m ²	002	2 m ²	2,415,000	0.06 m ³	138,886.6 m ³	مالک 3	
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	1.9 m ²	003	2 m ²	2,415,000	0.06 m ³	140,768.3 m ³	مالک 6	
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	1.9 m ²	004	2 m ²	2,415,000	0.06 m ³	136,713.6 m ³	مالک 8	
1.9 m ² : 3		5.7 m ²					416,368.6 m ³		
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	2.6 m ²	001	3 m ²	2,415,000	0.08 m ³	187,899.1 m ³	مالک 1	
2.6 m ² : 1		2.6 m ²					187,899.1 m ³		
stone1	Basic Wall: Generic - 200mm	2.8 m ²	003	3 m ²	2,415,000	0.08 m ³	199,962.0 m ³	مالک 5	
2.8 m ² : 1		2.8 m ²					199,962.0 m ³		

لازم به ذکر است جهت تعیین قیمت کل ملک عوامل دیگری همچون ارزش‌بازار، قیمت عرصه، تأسیسات، موقعیت ملک و پارامترهای تأثیرگذار باید در نظر گرفته‌شوند. براساس نوع اجزا و قیمت‌های مصالح بکاررفته در ساختمان طبق فهرست بهای ابنیه می‌توان با ایجاد پایگاه داده یا تغییر قیمت آن‌ها را بروز نمود. در این حالت امکان قیمت‌گذاری دقیق و بروز برای استفاده در خدمات شهری توسط شهرداری مثل اخذ مالیات و توسعه و نوسازی شهر از مالکین وجود خواهدداشت. در ادامه جهت برآورد قیمت کل ملک بر اساس پارامترهای داخلی و خارجی، بخشی از پارامترهای تأثیرگذار قابل مدل‌سازی مانند موقعیت ملک، مجاورت خیابان، اماکن آموزشی، مراکز بهداشتی و شدت تابش نور خورشید در نرم افزار اجرا شده (اشکال ۹ و ۱۰) و بخش دیگر پارامترها مانند کیفیت زندگی در ساختمان با استفاده از مصاحبه بصورت حضوری جمع‌آوری و مطابق جدول (۶) ارائه می‌شود.

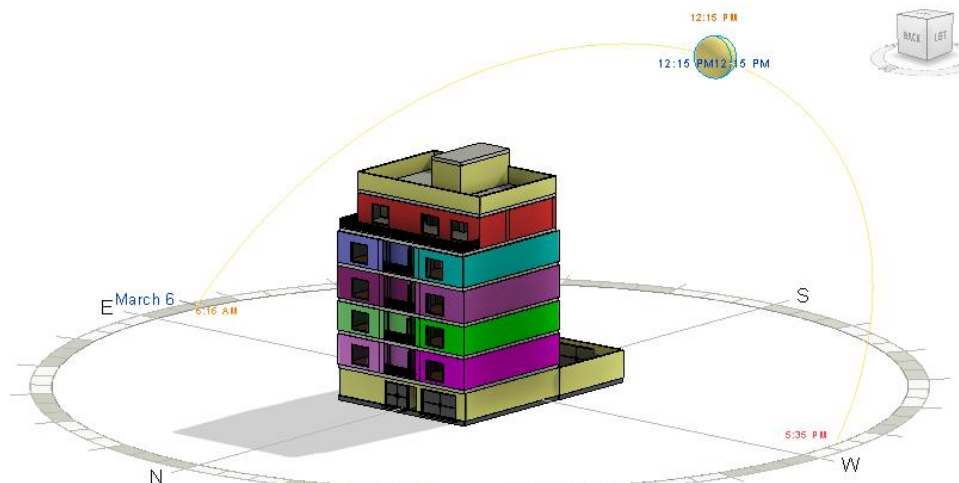
جدول ۵: ارزش ریالی محاسبه‌شده براساس اجزای دیوار، در، پنجره، سقف، کف
Table 5: Calculated Rial Value Based on the Implementation of Walls, Doors, Windows, Ceilings, and Floors

غنی‌سازی حقوقی Legal enrichment	ارزش ریالی قطعات تفکیکی Rial value of the separate parts	قطعات تفکیکی Separate parts
مفروز Shared ownership	4.445.887.445	واحد ۱ تا ۶ Units 1 to 6
مفروز Shared ownership	4.465.062.293	واحد ۷ و ۸ Units 7 to 8
مفروز Shared ownership	4.180.658.627	واحد ۹ Units 9
مشاع Common	6.458.870.503	همکف Ground floor
مشاع Common	3.046.368.864	پشت‌بام Rooftop



شکل ۹: موقعیت ملک، مجاورت از اماکن آموزشی و خدماتی و خیابان

Fig. 9: Property location, proximity to educational and service facilities, and street



شکل ۱۰: تابش نور خورشید

Fig. 10: Sunlight radiation

جدول ۶: تحلیل متغیرهای مؤثر

Table 6: Analysis of Effective Variables

Table 6: Analysis of Effective Variables			
-	آلودگی صوتی Noise pollution	محیطی Environmental	متغیرهای خارجی External variables
+	هوا Air		
+	منظره View		
+	دسترسی به خیابان Street access	مجاورت Proximity	
+	دسترسی به اماکن آموزشی Access to educational facilities		
+	دسترسی به اماکن بهداشتی Access to health facilities		
-	صنایع Industries		
+	کیفیت ملک Property quality	متغیرهای ساختاری Structural variables	متغیرهای داخلی Internal variables
۲۳.۰۰۰.۰۰۰ تومان هزینه هر مترمربع در منطقه می‌باشد. The average price per square meter in the region is 23,000,000 Tomans.			
مساحت واحد ۱: ۹۰متر Unit 1 area: 90 meters			
مساحت واحد ۲: ۸۵متر Unit 2 area: 85 meters			
مساحت قسمت مشاع: ۲۰متر Common area: 20 meters			
موقعیت جنوبی قرار دارد و نورگیری زیادی برخوردار است. It is located south and has plenty of sunlight.			
	روشنایی Lighting	کیفیت زندگی در ساختمان Quality of life in the building	
در حد مجاز: + Within the allowed limit: +	میزان صدای داخل ساختمان Sound level inside the building		
دما: مطلوب Temperature: Favorable	دما و تهویه داخل ساختمان Indoor temperature and ventilation		
تهویه: متوسط Ventilation: Medium			

نتیجه‌گیری

قیمت‌گذاری املاک از گذشته مرسوم است که توسط مشاورین املاک و در برخی موارد توسط کارشناسان دادگستری با در نظر گرفتن تعداد محدودی از ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی همانند موقعیت جغرافیایی ملک، معامله‌های صورت گرفته در منطقه، ابعاد و مساحت ملک، نوع کاربری و قدمت ملک جهت فروش انجام گیرد. با توسعه فناوری و زیرساخت‌ها در دهه‌های مختلف برای مدیریت زمین و ایجاد سیاست‌های بهره‌برداری صحیح از آن، از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به عنوان ابزاری نوین جهت مدل‌سازی سه‌بعدی و تحلیل داده‌ها استفاده نمود.

همان‌طور که در شکل (۳) اشاره شد، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با ایجاد مدل‌های سه‌بعدی، امکان محاسبه دقیق متره‌ا ساختمانی و تحلیل طراحی داخلی و فضاهای مفید، ارزیابی کیفیت مصالح استفاده شده، تحلیل تجهیزات و امکانات و دسترسی‌های ساختمان و در نهایت ارزش‌گذاری دقیق ساختمان کمک زیادی می‌کند. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با ایجاد هماهنگی بین واحدهای مختلف طراحی، امکان طراحی بهتر فضاهای مختلف ساختمان، جایگذاری صحیح پنجره و تهویه، تعبیه مناسب سیستم‌های اطفای حریق و امنیتی باعث افزایش کیفیت زندگی و مصرف بهینه انرژی خواهد شد که نتیجه آن ایجاد یک محیط زیست پایدار است.

در حالت کلی می‌توان از نتایج اجرای روش اشاره‌شده در این تحقیق به موارد زیر اشاره کرد:

- دسترسی به اطلاعات دقیق ساختار و مصالح استفاده شده و بررسی میزان انرژی مصرفی ساختمان،
- دسترسی آسان به ملک و موقعیت و توپوگرافی منطقه در یک قاب،
- قابلیت شناسایی و تحلیل داده‌های مؤثر بر ارزش ملک و در نتیجه ارزش‌گذاری دقیق ساختمان،
- ارزش‌گذاری دقیق باعث کاهش اختلافات و دعاوی در دادگاه‌ها و تسهیل در اخذ مالیات توسط دولت،
- کنترل کیفیت و زمان‌بندی ساخت‌وساز و بهبود عملکرد ساختمان و کاهش هزینه‌های پروژه،
- افزایش سودآوری، افزایش رضایت مشتری و امکان ارائه تسهیلات بانکی خواهد شد.

مشارکت نویسندگان

میزان مشارکت نویسندگان در نگارش این مقاله به شرح زیر است: نویسنده اول مسئولیت گردآوری و آماده‌سازی داده‌ها، انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج و تهیه پیش‌نویس مقاله را بر عهده داشته است. نویسنده دوم به عنوان استاد راهنمای پژوهش، در طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام آن، بررسی و کنترل نتایج و همچنین اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله نقش

قیمت‌گذاری واحدها توسط مشاورین املاک بصورت عرف منطقه می‌باشد یعنی برای طبقات پایین ارزش کمتر و از طبقه سوم به بعد متره‌ا واحد کمتر، بهای تمام شده بیشتری به دست می‌آورد. اختلاف قیمت واحد متره‌ا کم با واحد متره‌ا بالا حدود ۲٪ می‌باشد. جهت محاسبه ارزش بالکن، بعضی از مشاورین املاک نصف متره‌ا و بعضی تمام متره‌ا بالکن را به قیمت واحد اضافه می‌کنند، در حالی که اگر متره‌ا بالکن از ۳ متر بیشتر باشد باید به قیمت واحد اضافه شود. جدول (۷) بهای تمام شده به ازای هر واحد اعلام شده توسط مشاور املاک است. همچنین جدول (۸) ارزش ریالی ارائه شده هر یک از واحدها توسط مشاورین املاک و متره و برآورد در Revit را (تمام پارامترها لحاظ شده است) نشان می‌دهد.

جدول ۷: بهای تمام شده هر واحد

Table 7: Cost per unit

عنوان طبقه Category title	بهای تمام شده هر واحد Cost per unit	
	واحد ۱ Unit 1	واحد ۲ Unit 2
طبقه ۱ 1st floor	360.000.000	365.000.000
طبقه ۲ 2st floor	376.000.000	370.000.000
طبقه ۳ 3st floor	380.000.000	375.000.000
طبقه ۴ 4st floor	400.000.000	390.000.000
طبقه ۵ 5st floor	380.000.000	

جدول ۸: ارزش ریالی ارائه شده

Table 8: Rial value provided

ارزش ریالی محاسبه شده Calculated Rial Value		
عنوان طبقه Category title	مشاورین املاک Real estate consultants	متره‌وبرآورد Revit Measurement and Estimation
واحد ۱ Unit 1	26.500.000.000	8.600.000.000
طبقه ۱ 1st floor	31.400.000.000	10.200.000.000
واحد ۲ Unit 2	27.300.000.000	8.900.000.000
طبقه ۲ 2st floor	32.200.000.000	10.500.000.000
واحد ۳ Unit 3	28.300.000.000	9.200.000.000
طبقه ۳ 3st floor	33.500.000.000	10.900.000.000
واحد ۴ Unit 4	29.000.000.000	9.500.000.000
طبقه ۴ 4st floor	34.400.000.000	11.200.000.000
واحد ۵ Unit 5	49.400.000.000	15.900.000.000
طبقه ۵ 5st floor		

[10] Abobakirov, A. *Advantages of Building Information Modeling (BIM) Technologies in Construction*. HOLDERSOF REASON, 1(3) , 2023, p. 399-405.

[11] Abidoeye, R.B., et al. *Property valuation methods in practice: evidence from Australia*. Property management, 2019, 37(5), p. 701-718. <https://doi.org/10.1108/PM-04-2019-0018>

[12] Akhlaghi yengheje, N. *A proposed method to determine the owner's share of building materials with the aim of valuing properties*, the second international conference and the seventh national conference on architecture and sustainable city, 1401. [In Persian].

[13] Howard, R. and B.-C. Björk. *Building information modelling—Experts' views on standardisation and industry deployment*. Advanced engineering informatics, 2008, 22(2), p.271-280. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2007.03.001>

[14] Azhar, S. *Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry*. Leadership and management in engineering, 2011, 11(3), p.241-252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)

[15] Forgues, D., et al. *Rethinking the cost estimating process through 5D BIM: A case study*. in *Construction Research Congress: Construction Challenges in a Flat World*, 2012. <https://doi.org/10.1061/9780784412329.079>

[16] Xu, S., K. Liu, and L.C. Tang. *Cost estimation in building information models*, in *ICCREM 2013: Construction and Operation in the Context of Sustainability*, 2013, p.555-566. <https://doi.org/10.1061/9780784413135.053>

[17] Guo, J., S. Xu, and Z. Bi. *An integrated cost-based approach for real estate appraisals*. Information Technology and Management, 2014, 15, p. 131-139. <https://doi.org/10.1007/s10799-012-0152-7>

[18] Mayouf, M., M. Gerges, and S. Cox. *5D BIM: an investigation into the integration of quantity surveyors within the BIM process*. Journal of Engineering, Design and Technology, 2019, 17(3), p. 537-553. <https://doi.org/10.1108/JEDT-05-2018-0080>

[19] Gao, H., C. Koch, and Y. Wu. *Building information modelling based building energy modelling: A review*. Applied energy, 2019, 238, p. 320-343. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.032>

[20] Vigneault, M.-A., et al. *An innovative framework of 5D BIM solutions for construction cost management: a systematic review*. Archives of Computational Methods in Engineering, 2020, 27, p.1013-1030. <https://doi.org/10.1007/s11831-019-09341-z>

[21] Celik Simsek, N. and B. Uzun. *Building Information Modelling (BIM) for property valuation: A new approach for Turkish Condominium Ownership*. Survey Review, 2022, 54(384), p.187-208. <https://doi.org/10.1080/00396265.2021.1905251>

داشته است. نویسنده سوم نیز در طراحی پژوهش مشارکت داشته و در مطالعه و بازبینی مقاله همکاری کرده است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از تمامی عزیزانی که در این تحقیق همکاری داشته‌اند، کمال قدردانی و سپاس خود را اعلام می‌نمایند.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع و مآخذ

[1] Amooshahi, m., a. milan, and y. jamour. *Feasibility of using smartphones in the reconstruction of the interior architecture of the building without using interior control points*. Journal of Geomatics Science and Technology, 2023, 12(2), p. 124-135. [In Persian]. doi:10.52547/jgst.12.2.124.

[2] Gabrielli, L. and N. French. *Pricing to market: property valuation methods—a practical review*. Journal of property investment & finance, 2021, 39(5), p. 464-480. doi: 10.1108/jpif-09-2020-0101

[3] Isikdag, U., et al. *Utilizing 3D building and 3D cadastre geometries for better valuation of existing real estate*. Proceedings FIG Working Week 2015'From the wisdom of the ages to the challenges of modern world', Sofia, Bulgaria, 2015.

[4] El Yamani, S., et al. *3D variables requirements for property valuation modeling based on the integration of BIM and CIM*. Sustainability, 2021, 13(5), p. 2814. <https://doi.org/10.3390/su13052814>

[5] Kalogianni, E., et al. *3D land administration: a review and a future vision in the context of the spatial development lifecycle*. ISPRS international journal of geo-information , 2020, 9(2), p. 107. <https://doi.org/10.3390/ijgi9020107>

[6] Williamson, I., Enemark, S., Wallace, J., & Rajabifard, A. *Land administration for sustainable development* (p.487). Redlands, CA, USA: ESRI Press Academic, 2021.

[7] Rules and Criteria for Establishing Industrial and Production Units and Activities, Approval Date: 2011/03/08 ,Approval Reference: Council of Ministers' Approvals, Notification Date: 2011/04/15, Volume: 8.

[8] USEPA, 2002. Air Quality Index: A Guide to Air Quality and Your Health, Environmental Protection Agency, Washington, DC. P.14.

[9] El Yamani, S. and R. Hajji. *BIM and 3D GIS integration for real estate valuation*. Building Information Modeling for a Smart and Sustainable Urban Space, 2021, p. 95-112. <https://doi.org/10.1002/9781119885474.ch6>

 n.akhlaghiyengheje@mail.sbu.ac.ir



اصغر میلان استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری در دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست دانشگاه شهید بهشتی، دارای مدرک دکتری از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی در رشته مهندسی نقشه‌برداری- فتوگرامتری می باشد. ایشان تا

کنون موفق به چاپ مقالات متعدد در مجلات و کنفرانس‌های داخلی و بین‌المللی معتبر شده‌اند. زمینه‌های تخصصی ایشان عبارتند از : فتوگرامتری، سنجش از دور، کاداستر و پردازش تصاویر می باشد.

Milan, A. Assistant Professor, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

 a_milan@sbu.ac.ir



علیرضا وفائی‌نژاد دانشیار مهندسی عمران گروه مهندسی ژئوتکنیک و حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست دانشگاه شهید بهشتی، دارای مدرک دکتری از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، رشته مهندسی عمران گرایش

نقشه‌برداری است. ایشان تاکنون موفق به چاپ مقالات متعدد در مجلات و کنفرانس‌های داخلی و بین‌المللی معتبر شده‌اند. زمینه‌های تخصصی ایشان عبارتند از: سیستم اطلاعات مکانی، سیستم‌های اطلاعات مکانی هوشمند، یادگیری ماشین و کاربردهای سیستم‌های

اطلاعات مکانی در مدیریت منابع و محیط زیست است.

Vafaeinejad, A. Associate Professor, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

 a_vafaei@sbu.ac.ir

[22] Mete, M.O. and T. Yomralioglu. *Mass Valuation of Real Estate Using GIS-based Nominal Valuation and Machine Learning Methods*. in 28th Annual Conference of the European Real Estate Society (ERES, 2022).
https://doi.org/10.15396/eres2022_177

[23] Kara, A., et al. *Requirements and opportunities for web-based 3D visualization and dissemination of property valuation information*, 2021.
<https://doi.org/10.4233/uuid:7a207ba9-7c2d-4e6d-98e0-1a0cd2363c90>

[24] Mazaheri Tehrani, Mina. *Green management model for government organizations in Iran*. Quarterly Journal of Iranian Management Sciences Association 17, 1401,(68):p.1-43.[In Persian]

[25] Budget, organization. *Country Program and Budget Organization, Management and Planning Organization of Tehran Province*, vision document and long-term plan for implementation of construction information modeling in construction project, 1402. [In Persian] .

[26] National Planning and Budget Organization: Price List.

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES



نیلوفر اخلاقی دارای مدرک کارشناسی مهندسی عمران بوده و هم‌اکنون دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اداره زمین در دانشگاه شهید بهشتی می‌باشند. ایشان در حوزه سیستم‌های کاداستر و مدل اطلاعات ساختمان

دارای چندین مقاله کنفراسی داخلی بوده و زمینه تخصص ایشان در حوزه مدل اطلاعات ساختمان، کاداستر و ارزش‌گذاری املاک می‌باشد.

Akhlaghi, N. Department of Surveying Engineering, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Citation (Vancouver): Akhlaghi N, Milan A, Vafaeinezhad A. [Development of a BIM-based data model in order to value and determine the owners' share of building components]. *J. RS. GEOINF. RES.* 2025; 3(1): 139-155

 <https://doi.org/10.22061/jrsgr.2025.11720.1095>



COPYRIGHTS



© 2025 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)