نشریه علمی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال سیزدهم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۴

Vol.13, No.2, Summer 2025

۱۲۵ -۱۴۸

مقاله پژوهشی

یک روش نوین برای مدیریت حقوق مالکیت در ساختمان‌های بلندمرتبه، مبتنی بر قابلیت‌های مدیریت فرایند در استاندارد *IFC*

سیدفاضل شاه‌چراغ[۱]، جمشید مالکی[۲*]، سعید نادی[۳]، داود شجاعی[۴]

۱- دانشجوی دکتری سیستم‌های اطلاعات مکانی (*GIS*)، گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده‌ی مهندسی عمران و حمل‌ونقل، دانشگاه اصفهان

۲- استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده‌ی مهندسی عمران و حمل‌ونقل، دانشگاه اصفهان

۳- محقق، دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه کارلتون، اتاوا، کانادا

۴- مدرس ارشد، گروه مهندسی زیرساخت اطلاعات مکانی، دانشگاه ملبورن، ملبورن، استرالیا

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۲/۰۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۹/۱۵

چکیده

با توجه به رشد سریع جمعیت شهری و محدودیت‌های موجود در دسترسی به زمین‌های قابل ساخت در کلان‌شهرها، توسعه عمودی به عنوان راه‌حلی برای پاسخ به نیازهای مسکن در این مناطق به شدت گسترش یافته است. در کنار مزایای فراوان این رویکرد، چالش‌هایی نیز از جمله ابهام در مرزها و فضاهای مالکیت، حقوق مالکانه و مسئولیت‌های مربوط به این فضاها ایجاد می‌شود که می‌تواند منجر به تعارضات و مسائل حقوقی و اجتماعی گردد. به منظور حل این مسائل، کاداستر سه‌بعدی به‌عنوان ابزاری کارآمد مطرح می‌شود. در این میان، *BIM* (مدل‌سازی اطلاعات ساختمان) که در صنعت ساخت تحولاتی گسترده ایجاد کرده است، به‌ویژه در زمینه کاداستر سه‌بعدی توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. اگرچه روش‌های مبتنی بر *BIM* در ثبت و بازنمایی مرزها و فضاهای مالکیت سه‌بعدی موفق بوده‌اند، اما وابستگی این روش‌ها به حوزه‌های قضایی محلی و عدم پشتیبانی از جنبه‌های زمانی در فرآیند کاداستر از محدودیت‌های آن‌ها به شمار می‌رود.

در این مقاله، یک روش مبتنی بر توسعه استاندارد *IFC (ISO-16739)* برای مدیریت حقوق مالکیت در ساختمان‌های بلندمرتبه در ایران معرفی می‌شود. این روش، نحوه مدیریت فرایندهای مکانی- زمانی مورد نیاز برای کاداستر چهار بعدی را در کنار ثبت عرصه و اطلاعات پلاک‌های مجاور، مدل‌سازی و ثبت قطعات تفکیکی در هر طبقه و همچنین ثبت مرزها و فضاهای مالکیت خصوصی، مشاعی و ارتفاقی، تشریح می‌کند. به منظور ارزیابی و نمایش عملکرد این روش، فرایند تفکیک آپارتمان بر روی یک ساختمان دوازده طبقه پیاده‌سازی شد. نتایج تحقیق نشان داد که روش پیشنهادی و کلاس‌های *IFC* معرفی شده به‌خوبی قادر به مدیریت، ثبت و بازیابی جنبه‌های مکانی- زمانی برای استفاده در فرایندهای مدیریت زمین شهری است.

کلیدواژه‌ها : فرایند، تفکیک آپارتمان، کاداستر بر مبنای *IFC-BIM*، مدیریت زمین شهری.

* نویسنده مکاتبه‌کننده: گروه مهندسی نقشه‌برداری دانشکده‌ی مهندسی عمران و حمل‌ونقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

تلفن: ۰۳۱۳۷۹۳۵۲۸۹

Email: j.maleki@cet.ui.ac.ir

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

۱- مقدمه

رشد جمعیت در شهرها، و فشار ناشی از تقاضای مردم بر زمین، احداث ساختمان‌های بلندمرتبه را به عنوان راه حلی مناسب برای اسکان مردم، در شهرهای پر جمعیت، توجیه‌پذیر نموده است[۱و۲]. در کنار مزایایی مانند صرفه‌جویی در زمین، افزایش امنیت و خدمات، مشکلاتی مانند مصرف انرژی بالا، مسائل اجتماعی و به‌ویژه تعارض در حقوق مالکیت نیز مطرح است. در ساختمان‌های بلند، حقوق مالکیت به صورت فضایی و چندبعدی تعریف می‌شود و مالکین، فضاهایی با کاربری و حقوق متفاوت را در یک حجم سه‌بعدی در اختیار دارند[۳]. ابزارهای سنتی کاداستر دوبعدی که همچنان در ایران مورد استفاده قرار میگیرند در توصیف چنین ساختارهایی ناکارآمد و ناقص هستند[۴].

با افزایش ضرورت نیاز به ثبت دقیق حقوق فضایی در ساختمان‌های چندطبقه، مدل‌های سه‌بعدی به‌ویژه در قالب کاداستر سه‌بعدی مورد توجه قرار گرفته‌اند[۱،۳و۵]. این مدل‌ها با نمایش بهتر فضاهای مالکیت، از تعارض منافع جلوگیری کرده و موجب افزایش شفافیت می‌شوند[۶،۷،۸،۹]. از همین رو مدل‌سازی اطلاعات ساختمان[1](*BIM*) به دلیل دارا بودن ساختار داده‌ای هندسی-توصیفی جامع، برای ایجاد کاداستر سه‌بعدی مورد توجه محققین قرار گرفت.

در آغاز *BIM* به منظور ایجاد یک زیرساخت اطلاعات رقومی هوشمند، برای مدیریت ساختمان در طول چرخه عمر ساختمان با هدف رفع محدودیت نقشه‌های دو بعدی، تسهیل و ارتقای قابلیت همکاری[۱۰] بین رشته‌های معماری[2]، مهندسی[3] و ساخت‌وساز[4](*AEC*) که در فرآیند توسعه ساختمان شرکت دارند، ایجاد شد[۱۱]. به مرور زمان و با آشکار شدن توانمندی‌های بالقوه این مدل اطلاعاتی، *BIM* در سایر موضوعات مربوط به ساختمان، مانند مدیریت انرژی[۱۲و۱۳]، ساختمان هوشمند[۱۴و۱۵]، و مدیریت زمین شهری و کاداستر سه بعدی[۱۶] نیز، مورد توجه قرار گرفت.

هرچند بسیاری از مدل‌های مبتنی بر *BIM* در زمینه ثبت و نمایش مرزهای مالکیت سه بعدی توسعه یافته‌اند[۱۷-۲۴]، اما اغلب فاقد دو ویژگی کلیدی هستند: ۱) بعد زمان، به‌عنوان عنصر ضروری در مدیریت حقوق مالکیت[۲۵] (به‌ویژه در مواردی مانند اجاره، رهن، انتقال مالکیت) در نظر گرفته نشده است، و ۲) تطابق با الزامات حقوقی محلی مانند قوانین ایران ندارند.

در این مقاله با توجه به قابلیت‌های مدیریت فرایند در استاندارد کلاس‌های پایه صنعت[5](*IFC*) یک رویکرد چهاربعدی (*3D*+زمان) برای ثبت حقوق[6] مسئولیت‌ها[7] و محدودیت‌ها[8](*RRR*) متناسب با نظام حقوقی ایران ارائه می‌شود.

در ادامه ساختار مقاله بدین صورت تنظیم شده است: بخش (۲) مروری بر مطالعات مرتبط دارد. بخش (۳) مفاهیم پایه را ارائه می‌دهد. در بخش (۴) روش پیشنهادی معرفی و در بخش (۵) بر روی یک نمونه واقعی پیاده‌سازی می‌شود. نتایج در بخش (۶) و نتیجه‌گیری در بخش (۷) آورده شده و در پایان پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آینده ارائه می‌شود.

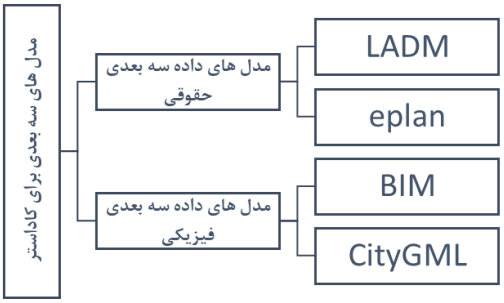
۲- پیشینه و تحقیقات مرتبط

تعاریف گوناگونی از کاداستر سه‌بعدی وجود دارد که ناشی از تنوع قوانین محلی و حوزه‌های قضایی است[۶و۲۶-۲۹]. با این‌وجود، توافق عمومی بر این است که کاداستر سه‌بعدی سیستمی است برای ثبت، مدیریت و بازنمایی حقوق، مسئولیت‌ها و محدودیت‌های فضایی در سه‌بعد، که در ساختمان‌ها،

[1] *Building Information Modeling*
[2] *Architecture*
[3] *Engineering*
[4] *Construction*
[5] *Industry Foundation Classes*
[6] *Right*
[7] *Restriction*
[8] *Responsibility*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

تاسیسات زیرزمینی و اشیاء بالای سطح زمین کاربرد دارد[۳۰]. نخستین تلاش‌های رسمی برای توسعه کاداستر سه‌بعدی از کارگاه‌های فدراسیون بین‌المللی نقشه‌برداری *(FIG)* در سال ۲۰۰۱ آغاز شد[۳]. مدل‌های اولیه اغلب بر جنبه‌های مفهومی و حقوقی متمرکز بودند، مانند مدل دامنه مدیریت زمین[1] *(LADM)* که به عنوان یک استاندارد بین‌المللی *(ISO19152)* چارچوبی مفهومی برای تعریف روابط میان اشخاص، حقوق، محدودیت‌ها و واحدهای فضایی ارائه می‌دهد، و مدل *ePlan*، که با هدف دیجیتالی‌سازی نقشه‌های ثبتی و استانداردسازی داده‌های کاداستری در قالب‌های ساختاریافته توسعه یافته‌است؛ اما این مدل‌ها در مراحل اولیه فاقد ابعاد فنی و جزئیات اجرایی برای پیاده‌سازی کامل در سامانه‌های عملیاتی بودند[۳و۳۱]. در ادامه، تمرکز مطالعات به‌سوی استفاده از مدل‌های داده فیزیکی مانند *BIM* و *CityGML* معطوف شد[۱۷و۳۲-۳۹]. از میان این‌ها، *BIM* به‌دلیل توانایی بالا در نگاشت اطلاعات ساختمانی و حقوقی، توجه بیشتری را به خود جلب کرده است. تحقیقات اولیه به ایجاد مدل‌های مفهومی برای پیوند اطلاعات کاداستر با *BIM* پرداخته‌اند[۳۳و۳۴]. این مطالعات عمدتاً بر روی استاندارد *IFC* و قابلیت‌های آن برای مدیریت اطلاعات کاداستر در سطح مدل‌داده متمرکز شده‌اند. مطالعات جدیدتر نمونه اولیه *BIM* برای مدیریت اطلاعات کاداستر سه‌بعدی را اجرا کرده‌اند [۱۷،۴۰و۴۱]. به عنوان مثال العطّاس[2] و همکاران(۲۰۲۱) با توسعه *IFC* روشی برای ثبت سه‌بعدی و بازنمایی فضاهای مالکیت سه‌بعدی در ساختمان‌های چندطبقه در حوزه قضایی عربستان ارائه دادند. ایشان همچنین یک روش برای نگاشت از *BIM/IFC* به *LADM* معرفی کردند[۴۲]. همان‌گونه که در شکل (۱) نمایش داده‌شده، این رویکردهای تحقیقاتی را می‌شود به دو دسته کلی تقسیم‌بندی کرد.



شکل۱: دسته‌بندی مدل‌های داده سه‌بعدی برای کاداستر سه‌بعدی

عطازاده و همکاران(۲۰۱۷) یک روش مبتنی بر *BIM* برای مدیریت فضاهای حقوقی و بازیابی مرزهای سه‌بعدی در ساختمان‌های بلندمرتبه معرفی کردند و نحوه ثبت و بازنمایی مرزهای قانونی سه‌بعدی را مبتنی بر حوزه قضایی ایالت ویکتوریا در استرالیا نمایش دادند[۱۷،۳۷و۳۸]. رویکردهای دیگری به تعامل با اطلاعات کاداستری در محیط *BIM* پرداخته‌اند. برای مثال برزگر و همکاران(۲۰۲۰) انجام پرس‌وجوهای حقوقی-مکانی در مدل‌های *BIM* را مورد بررسی قرار دادند[۳۶]. اولدفیلد[3] و همکاران (۲۰۱۷) بر ضرورت پیش‌بینی الزامات کاداستر در فاز طراحی *BIM* تاکید کرده‌اند[۱۸].

در ایران نیز چندین مطالعه با موضوع کاداستر سه‌بعدی انجام شده‌است. رحمتی زاده و دلاور(۱۳۸۳) مفاهیم پایه مدیریت زمین سه‌بعدی را از نظر ضرورت و اهمیت، قابلیت‌های مختلف سیستم‌های سه‌بعدی مدیریت‌زمین و کاربردهای آنها مورد بررسی قرار داده‌اند[۴۳]. صادقیان و قاسمی(۱۳۹۵) روش‌های جمع‌آوری داده برای تهیه نقشه‌های کاداستر سه‌بعدی را با استفاده از داده‌های لایدار[4] و تصاویر ماهواره‌ای با توان تفکیک بالا بررسی کرده‌اند. آنها، استفاده از تصاویر

[1] *Land Administration Domain Model*
[2] *Alattas*
[3] *Oldfield*
[4] *LIDAR*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

ماهواره‌ای در ایران را به دلیل سهولت دسترسی، و ارزان بودن، گزینه‌ای مناسب برای مدیریت زمین سه‌بعدی در ایران معرفی کردند[۴۴]. خوش‌برش و صادقیان(۱۳۹۷) مدلی برای کاداستر سه‌بعدی در تهران با استفاده از تصاویر هوایی ۱:۳۰۰۰ ارائه دادند. یافته اصلی این مقاله معرفی قابلیت‌های تصاویر هوایی برای تولید مدل سه‌بعدی برای کاداستر شهری، با رویکردی اجرایی است[۴۵]. امامقلیان و همکاران(۱۳۹۷) ثبت اطلاعات مکانی و توصیفی آپارتمان‌ها را در یک پایگاه داده مکانی برای مدلسازی و نمایش سه‌بعدی آپارتمان‌ها نشان دادند. ایشان برای مدل‌سازی و نمایش حقوق ارتفاقی در آپارتمانها در نرم-افزار *ESRI ArcScene* یک روش، معرفی کردند[۴۶]. دبیری و همکاران(۱۳۹۸) به تعریف یک هستی‌شناسی مکانی مبتنی بر *BIM* به‌منظور پرس‌وجوی معنایی اطلاعات مالکیت سه‌بعدی پرداختند. یافته تحقیق آنها نشان می‌دهد مرزها و فضاهای مالکیت توسط پرس‌وجوی معنایی در مدت زمان کمتری بازیابی می‌شود[۴۷]. عینعلی و آل‌شیخ(۱۴۰۱) بر مبنای *BIM* یک مدل برای ثبت سه‌بعدی انواع مرزهای سه‌بعدی در حوزه قضایی ایران معرفی کردند. ایشان برای ثبت این مرزها، استاندارد *IFC* را توسعه داده و بر روی یک ساختمان در تهران پیاده‌سازی نمودند[۴۸]. یافته اصلی ایشان، نمایش برتری قابلیت‌های ثبت سه‌بعدی برای آپارتمان، نسبت به ثبت دوبعدی است.

یکی از شکاف‌های اصلی که در اغلب مطالعات داخلی و بین‌المللی دیده می‌شود، نادیده گرفتن بُعد زمان در مدل‌سازی اطلاعات کاداستر است. کاداستر چهاربعدی که زمان را به‌عنوان مؤلفه‌ای کلیدی در کنار سه بُعد مکانی در نظر می‌گیرد، به‌تدریج در حال توسعه است. پژوهشگران متعددی به اهمیت بعد زمانی در مدیریت مالکیت اشاره کرده‌اند[۴۹]. به‌عنوان نمونه، دونر[1] و همکاران (۲۰۱۰) به ثبت شبکه‌های تاسیسات زیربنایی در قالب کاداستر چهاربعدی پرداختند[۱و۵۰]. آلبِردی[2] و اِربا[3] (۲۰۲۰) مدل مفهومی برای مرزهای ساحلی در آرژانتین ارائه دادند[۵۱]. در پژوهشی دیگر، سیژکا[4] و همکاران (۲۰۱۰) از ترکیب ثبت دوبعدی و اطلاعات زمانی برای گذار به کاداستر چهاربعدی استفاده کردند[۵۲].

در جدول (۱) مقایسه روش پیشنهادی در این مقاله و مطالعات پیشین، جنبه های نوآورانه روش پیشنهادی در این مقاله را متمایز میکند. با توجه به مقالاتی که در این بخش مرور شد و همچنین جدول (۱) می‌توان به روشنی مشاهده کرد که بُعد زمانی در اغلب توسعه‌هایی که بر بستر *BIM/IFC* انجام شده، یا به‌طور کامل نادیده گرفته‌شده، یا صرفاً در حد اشاره‌ای مفهومی مطرح شده است. عمده مطالعات تمرکز بر مدل‌سازی حقوقی و تلفیق آن با مدل‌های فیزیکی داشتند، هیچ‌یک از آن‌ها به ثبت تغییرات زمانی در مالکیت و وضعیت واحدها نپرداخته‌اند.

اگرچه محققانی چون گورسو سورمنلی[5] و همکاران(۲۰۲۲) و سولیستیاواتی[6] و همکاران(۲۰۱۸) به مقوله زمان توجه کرده‌اند، اما به‌جای استفاده از *IFC*، از مدل‌های *CityGML* یا *LADM* بهره‌برده‌اند که با جریان اصلی *BIM* سازگاری عملیاتی ندارد.

از میان پژوهش‌های ایرانی نیز، کار عینعلی گامی مهم در بومی‌سازی مدل‌سازی حقوقی در کاداستر سه‌بعدی ایران بود، اما همچنان فاقد پشتیبانی زمانی و تطابق کامل با نیازهای تفکیک آپارتمان در نظام حقوقی ایران است.

[1] *Döner*

[2] *Alberdi*
[3] *Erba*
[4] *Siejka*
[5] *Gürsoy Sürmeneli*
[6] *Sulistyawati*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

جدول ۱: مقایسه پژوهش‌های پیشین با رویکرد پیشنهادی در این مقاله

مطالعه / محقق	استفاده از *IFC*	غنی‌سازی حقوقی	پشتبانی از بُعد زمانی	تطبیق با نظام حقوقی ایران	ویژگی متمایز
شجاعی و همکاران (۲۰۱۵)	بله	بله	خیر	خیر	مدل‌سازی مرزهای مالکیتی در *IFC*
اولدفیلد و همکاران (۲۰۱۷)	بله	بله	خیر	خیر	تعریف فرآیند *IDM* برای استخراج فضاهای حقوقی
عطازاده و همکاران (۲۰۱۷)	بله	بله	خیر	خیر	پرس‌وجوی حقوقی از مدل *BIM*
برزگر و همکاران (۲۰۲۰)	بله	بله	خیر	خیر	استفاده از روابط توپولوژیکی برای تحلیل فضایی
العطّاس و همکاران (۲۰۲۱)	بله	بله (بر اساس سیستم حقوقی عربستان)	خیر	خیر	نگاشت *BIM/IFC* به *LADM*
عینعلی و همکاران (۲۰۲۲)	بله	بله	خیر	بله	ثبت سه‌بعدی مالکیت در ایران بدون پشتیبانی زمانی
گورسو سورملی و همکاران(۲۰۲۲)	خیر (*CityGML*)	بله	بله	خیر	توسعه مدل *4D* بر اساس *LADM*و *CityGML*
سولیستیاواتی و همکاران (۲۰۱۸)	خیر (*LADM*)	بله	بله	خیر	مدل‌سازی تغییرات *3D* در طول زمان با *VersionedObject*
روش پیشنهادی در این مقاله	بله	بله (بر اساس سیستم حقوقی ایران)	بله	بله	طراحی مدل زمانی و پیاده‌سازی واقعی در ایران

۳- مبانی تحقیق

در این بخش، مبانی نظری و مفاهیم کلیدی ارائه می‌شود. ابتدا *BIM* معرفی می‌گردد که به‌عنوان یک تحول مهم در صنعت معماری، مهندسی و ساخت‌وساز، امکان مدیریت یکپارچه داده‌های ساختمانی در کل چرخه حیات ساختمان را فراهم می‌کند. در ادامه استانداردها و چارچوب‌های مرتبط برای توسعه *BIM* مانند *IFC* و زبان مدل‌سازی گرافیکی آن معرفی می‌شود.

۳-۱- مدل اطلاعات ساختمان (*BIM*)

BIM یکی از مهم‌ترین تحولات اخیر در صنعت معماری، مهندسی و ساخت و ساز *(AEC)* است که یک مدل مجازی (دو قلوی رقومی) از ساختمان به صورت رقومی ارائه می‌دهد [۵۳]. اصطلاح *BIM* به دو مفهوم مدلسازی‌اطلاعات‌ساختمان[1] و مدل اطلاعات ساختمان[2] اشاره دارد. *BIM* در مفهوم اول نگاه فرآیندی و مشارکتی برای مدیریت ساختمان در کل چرخه حیات آن، یعنی پیش از ساخت، حین ساخت و تا زمان تخریب، دارد[۱۱]. *BIM* در مفهوم دوم یک مدل رقومی است که حاوی اطلاعات متنوعی از ساختمان مانند، هندسه، روابط فضایی، اطلاعات جغرافیایی، کمیت‌ها و اطلاعات توصیفی عناصر ساختمان، برآورد هزینه، موجودی مواد و برنامه زمان‌بندی پروژه است[۵۴].

[1] *Building Information Modeling*
[2] *Building Information Model*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

۳-۲- کلاس‌های پایه صنعت[1](IFC)

IFC یک استاندارد سازمان بین‌المللی استانداردسازی[2] (*ISO*) است، که در سال ۲۰۱۳ به عنوان استاندارد *ISO16739* ثبت شد. این استاندارد امکان نگهداری و تبادل داده‌های *BIM* بین برنامه‌های مختلف نرم‌افزاری را ممکن می‌سازد[۱۷]. *IFC* به جز تبادل *BIM* بین نرم‌افزارها، برای کدگذاری مواردی مثل هویت و معناشناسی(نام، شناسه‌یکتا، نوع شی یا تابع)، ویژگی‌ها (مانند مواد، رنگ)، روابط (مانند ارتباطات و مالکیت)، اشیاء (مانند ستون یا دال)، مفاهیم انتزاعی (مانند عملکرد، هزینه)، فرآیندها (مانند نصب، عملیات ساخت و تخریب) و افراد (مانند صاحبان، طراحان، پیمانکاران، مالکان) نیز استفاده می‌شود[۵۵]. توسط *IFC* می‌توان اجزای فیزیکی ساختمان‌ها، سیستم‌های مکانیکی یا الکتریکی، مدل‌های تجزیه و تحلیل انرژی، هزینه‌ها، برنامه‌های کاری، و فرآیندها را تعریف کرد[۵۵]. *IFC* از چهار لایه مفهومی تشکیل شده است[۵۶].

الف) لایه منبع:[3] شامل موجودیت‌های مستقل و اصلی مانند واحدهای اندازه‌گیری و اجزای توپولوژی قرار دارد که در لایه‌های دیگر ارجاع داده می‌شود. ب) لایه اصلی[4]: از زیرکلاس *ifcKernel* و سه زیرکلاس الحاقی اصلی فرآیند[5] کنترل[6] و محصول[7] تشکیل شده‌است. ج) لایه تعامل‌پذیری[8]: طرح‌واره‌های فرعی را مشخص می‌کند که شامل موجودیت‌هایی از *IFC* است که در چندین دامنه *AEC* به اشتراک گذاشته می‌شوند. این لایه تبادل با مدل‌های کاربردی را تسهیل می‌کند که از نظر توپولوژیکی با *IFC* متفاوت هستند[۵۷]. د) لایه دامنه[9]: این لایه طرح‌های فرعی را برای دامنه ساخت‌وساز، معماری و مهندسی تعریف می‌کند.

ifcRoot کلاس ریشه در سلسله مراتب درختی *IFC*، نسبت به سایر کلاس‌ها است. *ifcRoot* دارای سه زیرکلاس است. این سه زیرکلاس که در فرایند توسعه *IFC* برای پشتیبانی از کاداستر نقش اساسی دارند، عبارتند از:

۱) زیرکلاس تعریف شیء *(IfcObjectDefinition)*: این موجودیت ابرکلاس انتزاعی برای تعریف موجودیت‌هایی است که انواع مختلفی از اشیاء مانند محصولات *(IfcProduct)*، فرایندها*(IfcProcess)* و کنترل *(IfcControl)*را شامل می‌شود.

۲) زیرکلاس روابط (*IfcRelationship*): این موجودیت برای تعریف روابط بین اشیاء در *IFC* است. در استاندارد *IFC* بین کلاس‌ها شش نوع رابطه شامل: ترکیب[10]، انتساب[11]، اتصال[12]، اتحاد[13]، ارجاع[14] و تعریف[15] وجود دارد.

۳) زیرکلاس تعریف ویژگی (*IfcPropertyDefinition*): این کلاس اطلاعات توصیفی و ویژگی‌ها را تعریف می‌کند. در این زیر کلاس، ویژگی به یک خصیصه تعریف شده توسط کاربر اشاره دارد که می‌تواند از طریق روابط به اشیا منتسب شود.

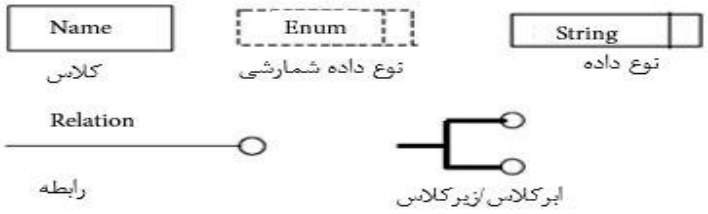
۳-۳- زبان مدل‌سازی گرافیکی *IFC*

IFC از منظر قالب داده یک فایل متنی براساس استاندارد *ISO10303* به نام *Step* است[۵۸]. برای مدل‌سازی *IFC* از دو زبان مدلسازی متنی *(EXPRESS)* و زبان گرافیکی *(EXPRESS-G)* استفاده می‌شود[۵۹]. در این مقاله به منظور نمایش بهتر روابط

[1] *Industry Foundation Classes*
[2] *International Organization for Standardization*
[3] *Resource layer*
[4] *Core layer*
[5] *Process*
[6] *Control*
[7] *Product*
[8] *Interoperability layer*
[9] *Domain layer*
[10] *Composition*
[11] *Assignment*
[12] *Connectivity*
[13] *Association*
[14] *Declaration*
[15] *Definition*
[16] *Standard for the Exchange of Product Model Data*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

و مدل پیشنهادی، از زبـان مـدل‌سـازی *EXPRESS-G* استفاده می‌شود، که نسخه گرافیکی *EXPRESS* اسـت. علائـم و نشـانه‌هـای قـراردادی *EXPRESS-G* کـه در توسعه مدل به کار رفته‌است، در شـکل (۲) نشـان داده شده است.



شکل ۲: علائم زبان مدلسازی *EXPRESS-G*

۴- روش‌شناسی

در این مقاله، روش پیشنهادی متمرکز بـر توسـعه *IFC* برای پشـتیبانی از فراینـد تفکیـک‌آپارتمـان بـه عنـوان مرحله اساسی کاداستر آپارتمان است. دامنه کاربرد این روش برای سایر فرایندها در مدیریت‌زمین‌شـهری قابـل تعمیم است. در گام اول، شـیوه‌نامـه تفکیـک آپارتمـان بررسـی مـی‌شـود و نحـوه ثبـت و برداشـت اطلاعـات فضاهای خصوصی، اشتراکی، مرزهـای مالکیـت و *RRR* مشخص می‌شود. در گام دوم، بـر مبنـای اطلاعـات بـه دسـت آمـده از مرحلـه قبـل، قابلیـت‌هـای *IFC* بـرای مدیریت فراینـد زمـانی-مکـانی مـدیریت‌زمـین‌شـهری بررسی می‌شود. در گـام سـوم نحـوه ذخیـره اطلاعـات عرصه و پلاک‌های ثبتی مجاور، با توجه به قابلیت‌های *IFC*تشریح می‌شود. در گـام چهـارم مدلسـازی و ثبـت اطلاعـات قطعـه‌تفکیکـی در هـر طبقـه بـا توجـه بـه مجوزهای طرحواره *IFC* بیان می‌شود. در گام‌های پـنج و شش نحـوه مدلسـازی فضـاهای خصوصـی و مشـاعی بیان می‌شـود. در گـام هفـتم نحـوه مـدیریت حقـوق و فضاهای ارتفاقی اشاره خواهد شد و در گام هشتم نحـوه مدلسازی مرزها توضیح داده می‌شود. در ادامه جزییـات هر یک از مراحل یاد شده در بخش هـای ۴-۱ تـا ۴-۸ بیان می‌شود.

۴-۱- بررسی شیوه نامه تفکیک آپارتمان ایران

تفکیک آپارتمان، فرایندی است که منجر بـه تخصـیص سندهای مستقل بـه همـراه منضـمات و محـدوده‌هـای مشاع به واحدهای آپارتمانی می‌شـود[۶۰]. بـه عبـارت دیگر تفکیک آپارتمان منجر به تعیین مرزهـا، و حقـوق فضاها و عوارض، موجود در ساختمان(کاداستر) می‌شود. در شیوه‌نامـه تفکیـک آپارتمـان ایـران، ابتـدا موقعیـت عرصه (قطعه زمینی که ساختمان درآن بنا شده است.) و پلاک‌های ثبتی مجاور آن برداشت می‌شود، سپس در قسمت اعیانی(اعیان به زیربنا یا مساحت سـاخته شـده، اطـلاق مـی‌شـود.) قطعـات تفکیکـی در هـر طبقـه نقشـه‌بـرداری و شـماره‌گـذاری مـی‌شـود. پـس از آن پارکینگ، انباری و فضاهای مشاعی مانند راهرو و راه‌پله نقشه‌برداری و ثبت می‌شوند و حـق ارتفـاق درفضـاهای مربوطه مانند پارکینگ‌های مزاحم بـر روی نقشـه‌هـای تفکیکی مشخص می‌شود. از منظر نـوع مالکیـت، طبـق قانون تملک آپارتمـان‌هـا مصـوب سـال ۱۳۴۳ دو نـوع مالکیت وجود دارد[۶۱]، مالکیت خصوصـی کـه شـامل قطعات تفکیکی، انباری، و پارکینگ می‌باشد، و مالکیـت مشاعی، که فضاهایی ماننـد راهروهـا و راه‌پلـه را شـامل می‌شود.

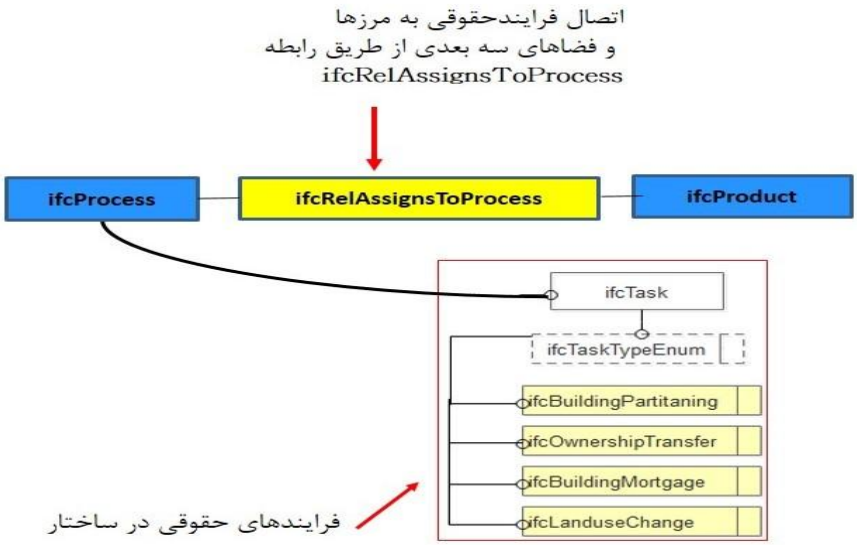
۴-۲- مدل سازی فرایندهای حقوقی با توجه بـه طرحواره *IFC*

رویکرد پیشنهادی در ایـن مقالـه، بـرای مـدیریت بعـد زمان، ثبت و مدیریت اطلاعات زمانمند در قالب فراینـد حقوقی است، که منجر به ایجاد و یـا تغییـر در مرزهـا،

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

فضاها و *3DRRR* می‌شود. منظور از فرایند حقوقی، فرایندهایی مانند تفکیک آپارتمان است که منجر به تعیین مرزها، فضاهای مالکیت و *RRR* می‌شود، و یا فرایند اجاره و رهن که ثبت زمان شروع و پایان در آن مهم است. فرایندهایی مانند تعمیر و بازسازی که منجر به تغییر در اشیا فیزیکی (مانند دیوارها)، فضاها، مرزها و *RRR* خواهدشد نیز در این دسته قرار می‌گیرد.

نسخه ۴ طرحواره *IFC* شامل ۷۷۶ موجودیت است[۶۲]. با بررسی طرحواره *IFC*، موجودیت *ifcProcess* به عنوان موجودیت دارای پتانسیل، جهت مدلسازی فرایندهای حقوقی پیشنهاد می‌شود. این موجودیت به‌عنوان یک وظیفه یا رویداد منفرد تعریف می‌شود که دارای روابط توالی با سایر فرایندها است. *IfcProcess* می‌تواند یک وظیفه (*Task*) و یا یک رویداد (*Event*) نیز باشد که برای مدل‌سازی اهدافی مانند خرید یا ساخت، استفاده می‌شود[۶۳]. این موجودیت دارای سه زیر کلاس *ifcTask*، *ifcEvent* و *ifcProcedure* است، که زیرکلاس *ifcTask* برای مدل‌سازی فرایندهای حقوقی با توجه به بررسی‌های صورت گرفته مناسب تشخیص داده شد. *ifcTask* به منزله واحد کاری مشخص است که باید در یک پروژه ساختمانی انجام شود. این موجودیت برای توصیف و مدل‌سازی کارهایی مانند عملیات جابجایی و بهره‌برداری، ساخت یا نصب محصولات در ساختمان ایجاد شده است[۶۴]، اما فقط به این نوع از فرایندها محدود نمی‌شود. از طریق موجودیت *ifcTaskTypeEnume* قابلیت ساخت فرایندهای حقوقی که در طول زمان بر روی مرزها، فضاها و *RRR* تاثیر می‌گذارد وجود دارد.



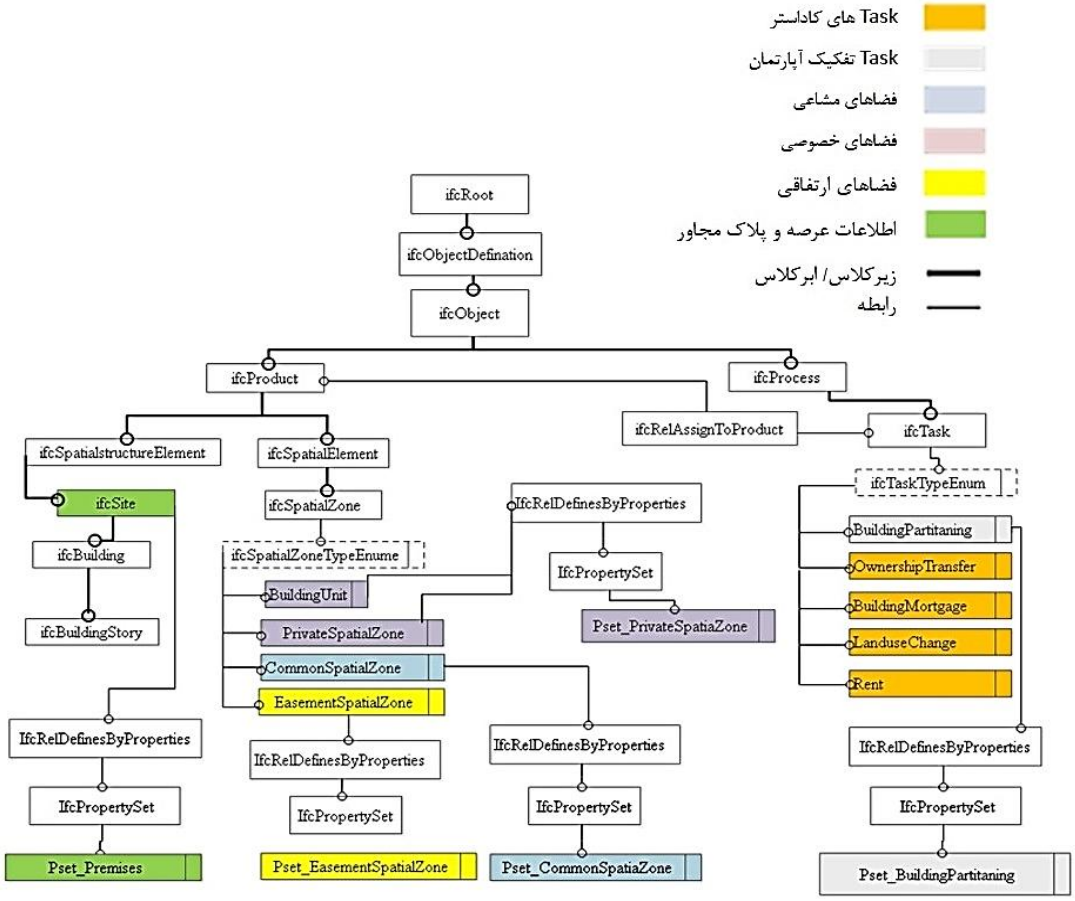
شکل ۳: روابط *ifcProcess* با سایر موجودیت‌ها و جایگاه فرایندهای حقوقی پیشنهادی در ساختار *IFC*

در شکل (۳) جایگاه پیشنهادی فرایندهای حقوقی در ساختار درختی *IFC* نشان داده شده است. همان طور که در این شکل دیده می‌شود، فرایندهای حقوقی زمانمند به عنوان یک زیرکلاس از موجودیت *ifcTask* ایجاد می‌شود.

فرایندهای حقوقی، از طریق رابطه *ifcRelAssignsToProduct* به مرزها و فضاهای سه‌بعدی منتسب می‌شود. بدین طریق می‌توان ابعاد زمانی لازم برای مرزها و فضاهای مالکیت سه‌بعدی را ثبت و مدیریت کرد. مدل کلی برای ثبت فرایندهای

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

حقـوقی زمانمنـد، عرصـه، فضـای مالکیـت‌خصوصـی، مشـاعی و ارتفـاقی، و ارتباطـات آنهـا در سـاختار*IFC* مطابق شکل (۴) پیشنهاد می‌شود.



شکل ۴: مدل پیشنهادی برای کاداستر چهار بعدی در بستر *IFC*

همان‌طور که در شکل (۴) مشـاهده مـی‌شـود، یکـی از کلاس‌های کلیدی که برای مدل‌سـازی انـواع فضـاهای مالکیت پیشنهاد شده است موجودیت *ifcSpatialZone* می‌باشد. این کلاس برای مدل‌سازی فضاهای مالکیتی و *3DRRR* بسیار مناسب است[۱۷]. منطقه فضایی[1] یـک تجزیه غیـر سلسـله‌مراتبـی بـا توجـه بـه ویژگـی‌هـای عملکـردی اشـیا سـاختمان اسـت. ایـن کـلاس بـرای کاربردهایی نظیر نمایش و مدل‌سازی منطقـه حرارتـی، منطقـه سـاخت‌وسـاز و منطقـه روشـنایی ایجـاد شـده است[۶۵]، اما فقط به این نوع محدود نمی‌شود و انـواع مختلـف منطقـه فضـایی توسـط کـلاس *IfcSpatialZoneTypeEnume* قابل مدل‌سازی است. در این مقاله بـرای مـدل‌سـازی قطعـه تفکیکـی[2]،فضـاهای مالکیـت خصوصـی[3]، مشـاعی[4] و ارتفـاقی[5] کـلاس *ifcSpatialZone* پیشـنهاد مـی‌شـود. همـانطور کـه در شکل (۴) نشان داده شـده‌اسـت، ایـن فضـاها از طریـق

[1] *SpatialZone*

[2] *BuildingUnit*
[3] *PrivateSpatialZone*
[4] *CommonSpatialZone*
[5] *EasementSpatialZone*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

رابطه *ifcRelAssignsToProduct* به کلاس‌های حقوقی زمانمند منتسب می‌گردند.

۴-۳- ثبت اطلاعات عرصه و پلاک های مجاور

در شیوه نامه تفکیک آپارتمان ایران، مرحله اول کاداستر آپارتمان، نقشه برداری و ثبت عرصه و ذخیره اطلاعات پلاک‌های مجاور است. در شکل (۴) کلاس *ifcSite* (کلاس‌های سبزرنگ) به منظور ذخیره اطلاعات عرصه و پلاک‌های مجاور، پیشنهاد شده است. لازم به ذکر است، در صورت نبود پلاک ثبتی در مجاورت عرصه، اطلاعات گذرهای مشرف به عرصه ذخیره می‌شود. در شکل (۴) کلاس *Pset_Premises* موجودیت پیشنهادی برای ذخیره اطلاعات توصیفی عرصه و همسایگی عرصه مطابق با ردیف(۱) جدول (۲) می‌باشد.

جدول ۲: ویژگی های(*Pset_*)

ردیف	مجموعه ویژگی(*Pset*)	نام ویژگی‌ها
۱	*Pset_Premises*	شناسه(*ID*) ، پلاک ثبتی عرصه، آدرس ملک، معبر شمالی، معبر جنوبی، معبر شرقی، معبر غربی
۲	*Pset_BuildingPartitioning*	شناسه(*ID*) ، نام نقشه‌بردار، شماره نظام‌مهندسی، مرسم نقشه، نام مالک، زمان تفکیک، زمان درخواست، زمان ثبت، سری دفتر، شماره دفتر، شماره صفحه
۳	*Pset_BuildingUnit*	شناسه(*ID*) ، شماره قطعه، کاربری، مساحت، حجم
۴	*Pset_PrivateSpatialZone*	شناسه(*ID*) ، نام مالک، سهم مالک، شماره قطعه، شماره انباری، شماره پارکینگ، کاربری، شماره طبقه، مساحت کل، توضیحات
۵	*Pset_CommonSpatialZone*	شناسه(*ID*) ، نام فضای مشاعی، کاربری فضای مشاعی، مالکان، توضیحات
۶	*Pset_EasementSpatialZone*	شناسه(*ID*) ، نام فضای ارتفاقی، مالکان درگیر، نوع کاربرد، توضیحات

در مدل پیشنهادی در شکل (۴)، فرایند تفکیک آپارتمان (کلاس‌های طوسی رنگ) توسط *ifcTask* در *BuildingPartitaning* ایجاد می‌شود. زمان تفکیک و اطلاعات حقوقی مورد نیاز که هنگام عملیات تفکیک آپارتمان باید ثبت شود، توسط موجودیت *Pset_BuidingPartitaning* مطابق ردیف(۲) جدول (۲) ثبت می‌شود. همان‌طور که در جدول (۲) دیده می‌شود برای فرایند تفکیک آپارتمان، زمان مربوط به برداشت، زمان درخواست و زمان ثبت در پایگاه‌داده در نظر گرفته شده‌است. اطلاعات زمانی و سایر اطلاعات تفکیک از طریق رابطه *ifcRelAssignToSite* به عرصه و پلاک‌های ثبتی مجاور منتسب می‌شود.

۴-۴- ثبت اطلاعات قطعه تفکیکی

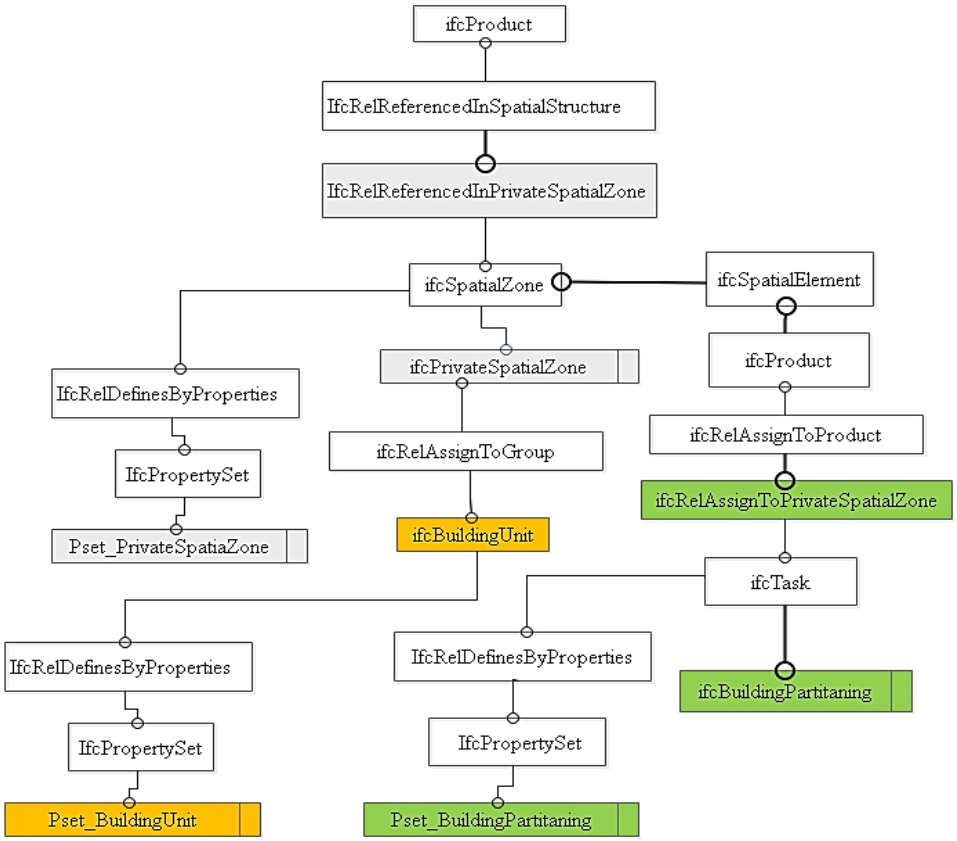
پس از برداشت عرصه، قطعات‌تفکیکی در هر طبقه مشخص می‌شود. منظور از قطعه تفکیکی قسمت‌های اختصاصی به‌غیر از انباری و پارکینگ، یعنی واحدهای آپارتمان، با هر نوع کاربری می‌باشد[۶۶]. پس از نقشه‌برداری قطعات تفکیکی، منضمات قطعات‌تفکیکی مانند انباری و پارکینگ برداشت می‌شود. برای مدل‌سازی قطعه‌تفکیکی در ساختار *IFC* یک زیر کلاس به اسم *BuildingUnit* از نوع *ifcSpatialZone* (کلاس‌های بنفش‌رنگ در شکل (۴)) پیشنهاد می‌شود. همان‌طور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود، اطلاعات توصیفی قطعه‌تفکیکی توسط موجودیت *Pset_* *BuildingUnit* مطابق ردیف(۳) جدول (۲) ثبت می‌شود.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

۴-۵- ثبت اطلاعات مالکیت خصوصی

مالکیـت خصوصـی طبـق قـانون تملـک آپارتمـان، شـامل قطعه‌تفکیکی به همراه منضـمات ماننـد پارکینـگ و انبـاری می‌باشد. بـرای مـدل‌سـازی پارکینـگ و انبـاری بـه ترتیـب کـلاس‌هـای *ifcSpace* و *ifcSpatialZone* پیشـنهاد می‌شود. قطعه تفکیکی به همـراه منضـمات کـه تحـت مالکیـت خصوصـی قـرار مـی‌گیرنـد از طریـق رابطـه *ifcRelReferencedInPrivateSpatialZone* به کـلاس منطقه اختصاصی یعنی *PrivateSpatialZone* منتسـب می‌شوند. برای ثبت اطلاعات توصیفی منطقـه مالکیـت خصوصی موجودیت *pset_PrivateSpatialZone* مطابق ردیف(۴) جدول (۲) پیشنهاد می‌شود.

در شکل (۵) کـلاس *BuildingPartitioning* کـه بـرای مدیریت فرایند تفکیک آپارتمان می‌باشد از طریق رابطه *ifcRelAssignToPrivateSpatialZone* بـه فضـاهای مالکیـت خصوصـی *(PrivateSpatialZone)* منتسـب می‌شود. بدین ترتیـب اطلاعـات زمـانی ثبـت فضـاهای مالکیت خصوصی به همراه سایر اطلاعات حقوقی فرایند تفکیک آپارتمان بـرای مالکیـت خصوصـی قابـل احصـا می‌باشد.



شکل ۵: مدل پیشنهادی برای فضای مالکیت خصوصی (کلاس‌های سبز رنگ مربوط به فرایند حقوقی تفکیک آپارتمان می‌باشند و کلاس‌های نارنجی مربوط به فضاهای مالکیت خصوصی می‌باشند)

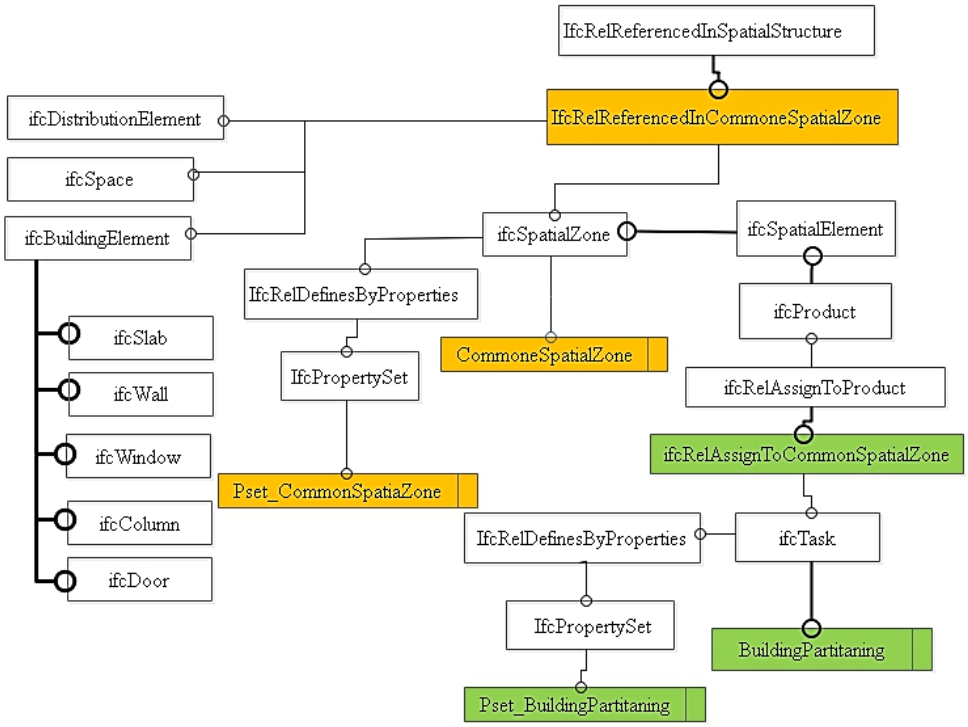
۴-۶- ثبت اطلاعات مشاعات

در شـیوه‌نامـه تفکیـک آپارتمـان ایـران، مشـاعات بـه دودسته تقسیم مـی‌شـوند، دسـته اول شـامل فضـاهای اشتراکی هستند کـه شـامل فاصـله بـین پارکینـگ‌هـا، فضاهای ارتبـاطی ماننـد راهروهـا، لابـی‌هـا، راه‌پلـه‌هـا، آسانسورها، نورگیرهـا، داکـت‌هـا، راهروهـای اشـتراکی،

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

انبارهای مشاعی، حیاط مشاعی و پشت‌بام مشاعی می‌باشد، که پیشنهاد می‌شود توسط *ifcSpace* اطلاعات آنها ثبت شوند. دسته دوم از مشاعات تأسیسات اشتراکی هستند که پیشنهاد می‌شود با *ifcBuldingElementProxy* مدل شوند. ثبت اطلاعات توصیفی مربوط به مشاعات توسط موجودیت *Pset_CommoneSpatialZone* مطابق ردیف(۵) جدول(۲) پیشنهاد می‌شود.

در شکل(۶) نشانداده شده‌است که چگونه فرایند حقوقی تفکیک آپارتمان از طریق رابطه *ifcRelAssignToCommonZone* به محدوده مشاعی *ifcCommonSpatialZone* منتسب می‌شود.

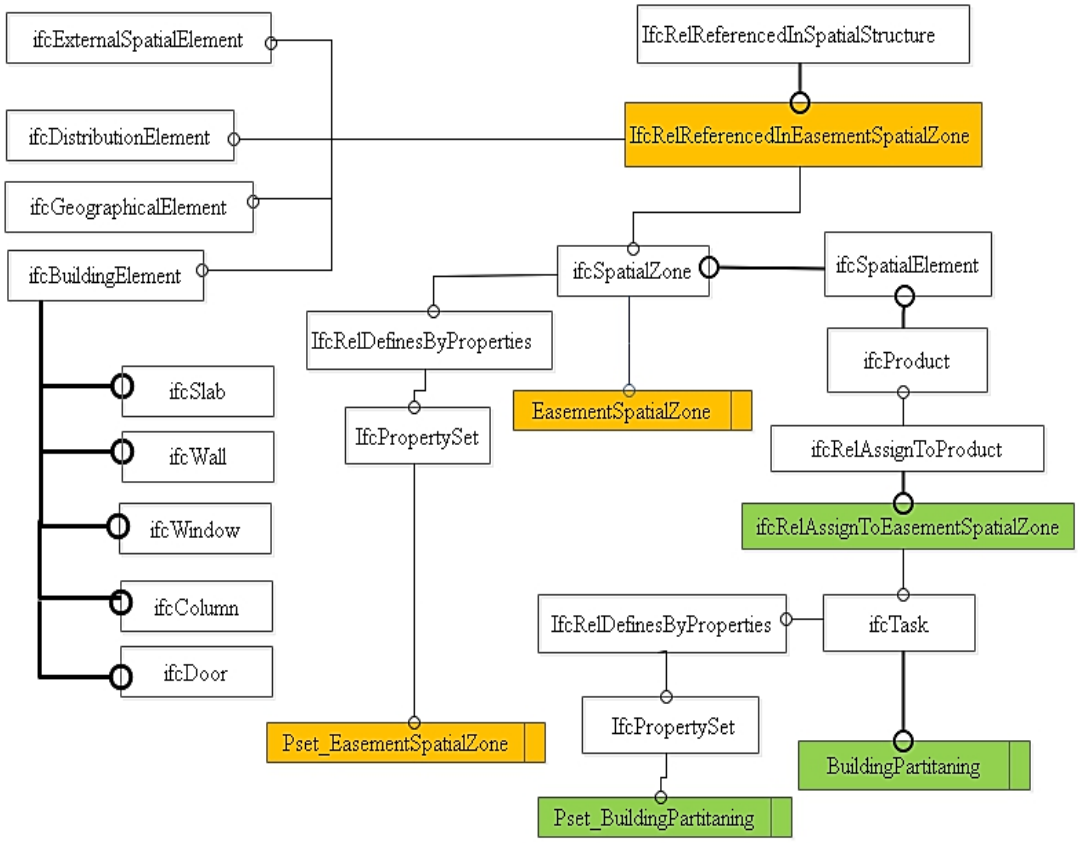


شکل ۶: مدل پیشنهادی برای ثبت مشاعات (کلاس‌های سبز رنگ مربوط به فرایند حقوقی تفکیک آپارتمان می‌باشند و کلاس‌های نارنجی مربوط به مشاعات می‌باشند)

۴-۷- ثبت اطلاعات فضاهای دارای حقوق ارتفاقی

ثبت اطلاعات فضاهایی که تحت مالکیت خصوصی هستند و سایر مالکان در شرایط خاص نسبت به آن دارای حقوقی هستند(حقوق ارتفاقی)، مطابق شکل (۷) پیشنهاد می‌شود. به‌عنوان‌مثال کانال‌هایی که از داخل دیوار واحدها عبور کرده‌اند تا شبکه‌های انرژی را به واحدهای دیگر متصل نمایند. مثال دیگر می‌تواند برای پارکینگ‌های مزاحم باشد که باید حق عبور پارکینگ عقب از پارکینگ جلو در نقشه‌های تفکیکی ثبت شود. ثبت اطلاعات توصیفی مربوط به فضاهای ارتفاقی توسط موجودیت *Pset_EasementSpatialZone* مطابق ردیف(۶) جدول (۲) پیشنهاد می‌شود.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]



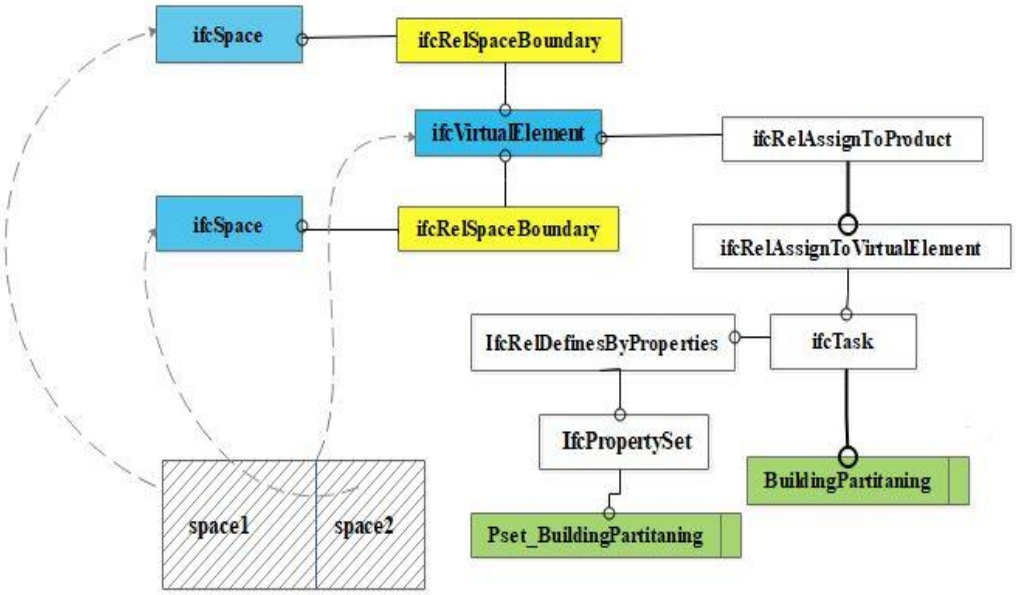
شکل ۷: مدل پیشنهادی برای فضاهای ارتفاقی (کلاس های سبز رنگ مربوط به فرایند حقوقی و کلاس‌های نارنجی مربوط به فضاهای ارتفاقی می‌باشند)

همان‌طور که در شکل (۷) نشان داده شده است کلاس حقـوقی تفکیـک آپارتمـان از طریـق رابطـه *ifcRelAssignToEasementZone* بـه منطقـه فضـایی ارتفاقی *ifcEasementSpatialZone* منتسب مـی‌گـردد. بدین ترتیب زمان ثبت و تعریف فضای ارتفـاقی کـه در واقع همان زمان تفکیک است، به همراه سایر اطلاعات حقوقی تفکیک آپارتمان بـرای محـدوده ارتفـاقی قابـل احصا می‌باشد.

۴-۸- مدل‌سازی و ثبت مرزهای مجازی و واقعی

در شیوه نامه تفکیک آپارتمان دو نوع مـرز داریـم. نـوع اول مرزهایی که با ارجاع به عناصر فیزیکـی سـاختمان مانند دیوارهـا، سـقف، کـف و سـایر عناصـر سـاختمان تعیین می‌شوند. نوع دوم مرزهای مجازی هستند؛ مانند مرز مجازی بین دو پارکینگ که به هیچ عنصر فیزیکـی در ساختمان اشاره نمی‌کند. برای مدل‌سازی هر دو مرز فیزیکـی و مجـازی موجودیـت *ifcRelSpaceBoundry* پیشنهاد می‌شود، شکل (۸) نحوه مدل‌سازی و ثبت مرز مجـازی بـین دو فضـا را توسـط کـلاس *ifcVirtualElementk* نمایش می‌دهد. همان‌طور کـه در شـکل (۸) نمـایش داده شـده اسـت، مرزهـای مجـازی توسط موجودیت *ifcRelAssignToVirtualElement* بـه فرایند حقوقی و اطلاعات مربـوط بـه زمـان ایجـاد مـرز مرتبط می‌شود.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

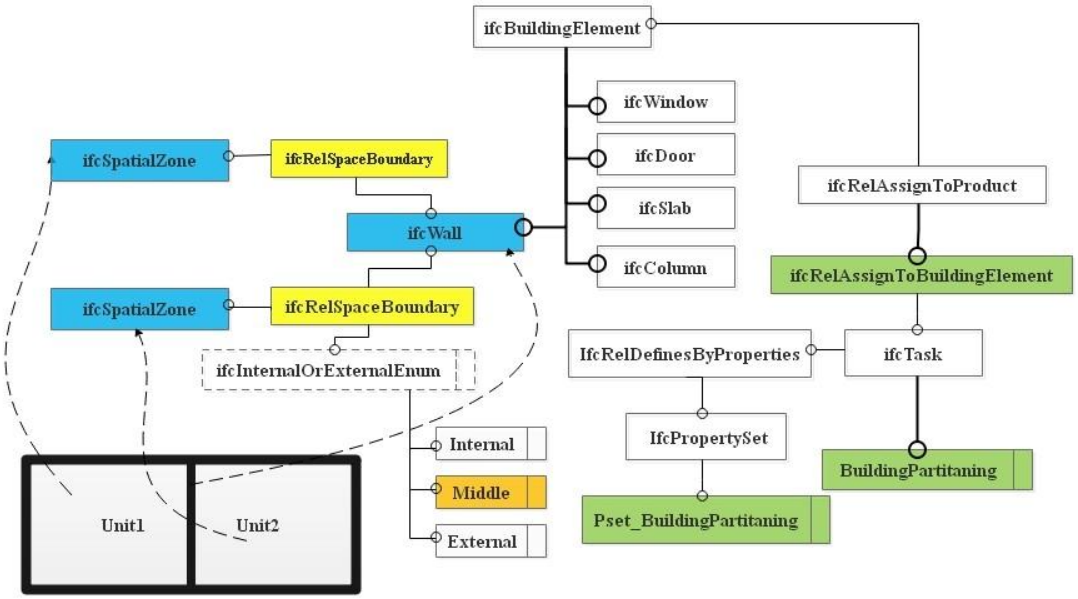


شکل ۸: مدل پیشنهادی برای ثبت مرزهای مجازی توسط کلاس‌های استاندارد *IFC*

در شیوه‌نامه تفکیک آپارتمان ایران سه نوع مرز فیزیکی (داخلی، میانه، خارجی) تعریف شده است، که با ارجاع به عناصر فیزیکی ساختمان تعیین می‌شوند. طبق ماده(۶) دستورالعمل تفکیک آپارتمان، دیوار فاصل بنا مفروض با مشاعات جز بنای مفروز حساب می‌شود برای مواردی مانند برداشت فضاهای مشاعی محصور شده بین دو فضای خصوصی مانند راهروها از مرز داخلی[1] استفاده می‌شود و اصطلاحاً به‌صورت گچ به گچ یا داخل به داخل ثبت می‌شوند. مرز بین دو فضای خصوصی که با یک عنصر فیزیکی مانند یک دیوار مشترک تقسیم شده‌است وسط عنصر فیزیکی می‌باشد. به‌عنوان مثال مرز بین دو واحد آپارتمان مجاور که با یک دیوار از هم جدا شده‌اند وسط دیوار مشترک می‌باشد. برای مدل‌سازی این نوع مرزها، مرز وسط[2] پیشنهاد می‌شود. نوع سوم مرزها در شیوه‌نامه تفکیک آپارتمان مرز خارجی[3] می‌باشد. این نوع مرز، زمانی که عنصر فیزیکی بین فضای خارجی ساختمان و فضای مالکیت خصوصی یا مشاعی قرار گرفت است، استفاده می‌شود. شکل (۹) نحوه مدل‌سازی و احصا مرزهای فیزیکی داخلی، میانه و خارجی را نمایش می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۹) نشان‌داده شده است اطلاعات فرایند حقوقی و اطلاعات زمان ایجاد، برداشت و ثبت مرز فیزیکی توسط *ifcRelAssignToBuldingElement* به مرزهای فیزیکی مرتبط می‌شود. بدین صورت اطلاعات حقوقی و زمانی برای مرزها از فرایند تفکیک آپارتمان قابل احصا است.

[1] *internal*
[2] *Middle*
[3] *External*

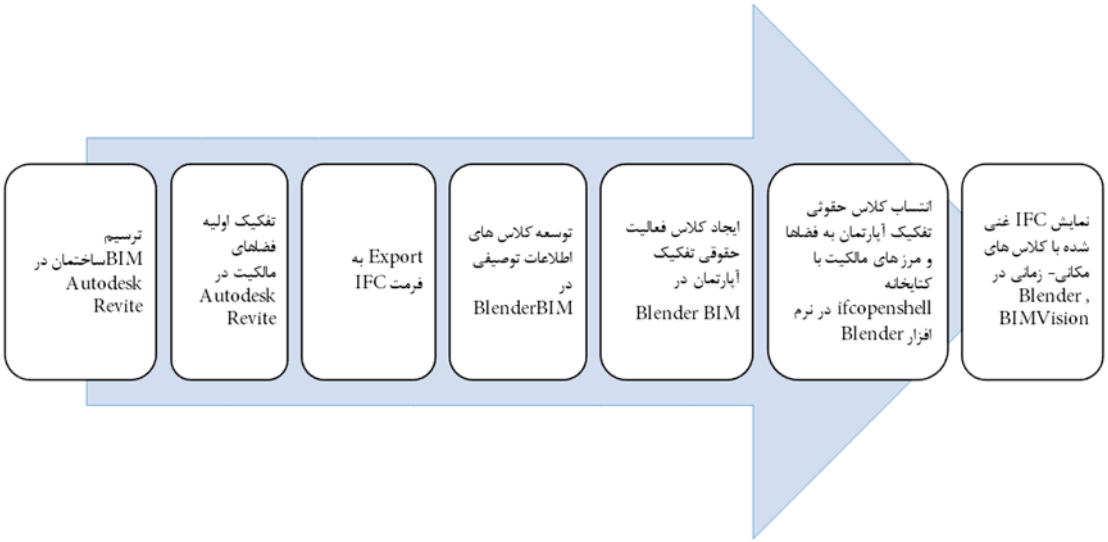
[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]



شکل ۹: مدل پیشنهادی برای مرز های داخلی، میانه و خارجی که با ارجاع به عناصر فیزیکی ساختمان تعریف می شوند.

۵- پیاده‌سازی

برای نمـایش کـارایی و امکـان‌پـذیری عملیـاتی مـدل پیشـنهادی، یـک مطالعـه مـوردی بـر روی سـاختمان دوازده طبقـه در ایـران انجـام شـد. هـدف از ایـن پیاده‌سازی، نمایش عملـی نحـوه توسـعه سـاختار *IFC* جهت ثبت اطلاعات حقوقی و فضایی، با در نظر گـرفتن فرایند تفکیک آپارتمان، مرزهای سه‌بعدی و زمان‌بنـدی حقوقی در یک محیط *BIM* است. فرایند پیاده‌سازی در هفت گام انجام شد که هر گام مبتنی بـر یـک فعالیـت هدفمنـد و یـک ابـزار نـرم‌افـزاری مشـخص مـی‌باشـد.

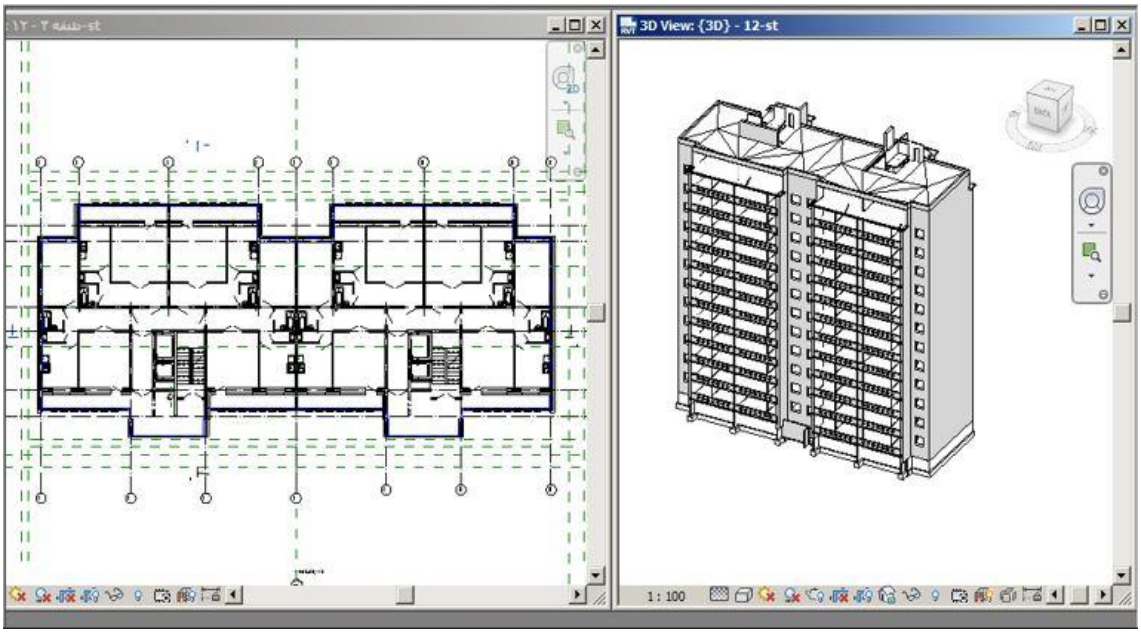


شکل ۱۰: مراحل پیاده سازی

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

۵-۱- مدل‌سازی سه بعدی وضع موجود ساختمان در *Revite*

در گام نخست، نقشه سه‌بعدی وضعیت فعلی ساختمان مطابق پلان و مدارک موجود در نرم‌افزار *Autodesk Revit*ترسیم شد. این مدل پایه شامل طبقات، واحدها، پارکینگ‌ها، دیوارها و سایر عناصر فیزیکی ساختمان است. مطابق شکل (۱۱) هدف این مرحله ایجاد نقشه سه‌بعدی قابل تبدیل به *IFC* برای توسعه های بعدی مانند ایجاد فرایندهای حقوقی(تفکیک آپارتمان) می‌باشد.



شکل ۱۱: ترسیم وضع موجود ساختمان در *Revite*

۵-۲- مدل‌سازی فضاهای حقوقی مالکیتی

تفکیک فضاهای حقوقی از جمله فضاهای خصوصی، مشاعی، پارکینگ، انباری، داکت و فضاهای ارتفاقی، مطابق ضوابط تفکیک آپارتمان در ایران، در محیط *Revit*ترسیم گردید. این گام به صورت دستی و با تفسیر نقشه‌های کاداستری و مستندات ثبتی انجام شد. در این مرحله تفکیک مالکیتی فضاها بر اساس اصول ثبت تفکیکی رسمی ایران در محیط *BIM* انجام شد.

۵-۳- گرفتن خروجی از مدل با فرمت *IFC*

در این گام، مدل ایجادشده در *Revit* به فرمت *IFC* خروجی گرفته شد تا کلاس‌های حقوقی در محیط نرم‌افزارهای متن‌باز مانند *Blender*، با استفاده از کتابخانه *ifcOpenShell* به *BIM* ساختمان اضافه شود.

۵-۴- توسعه کلاس‌های تفکیک آپارتمان، اطلاعات حقوقی و توصیفی در *IFC*

در این بخش مراحل(۴) تا (۶) فرایند اجرایی در شکل(۱۰) انجام شد. مدل *IFC* در نرم‌افزار *Blender* بارگذاری شد و با استفاده از کتابخانه *ifcOpenShell*، کلاس‌های تعریف‌شده مانند *Pset_BuildingPartitaning*، *Pset_PrivateSpatialZone*، *Pset_EasementSpatialZone* و *Pset_Premises* ایجاد و به فضاهای مربوطه تخصیص داده شد. این مرحله شامل نگاشت خودکار اطلاعات حقوقی به مرزهای سه‌بعدی (اعم از دیوارها و پارکینگ) و فضاهای مالکیتی بود.

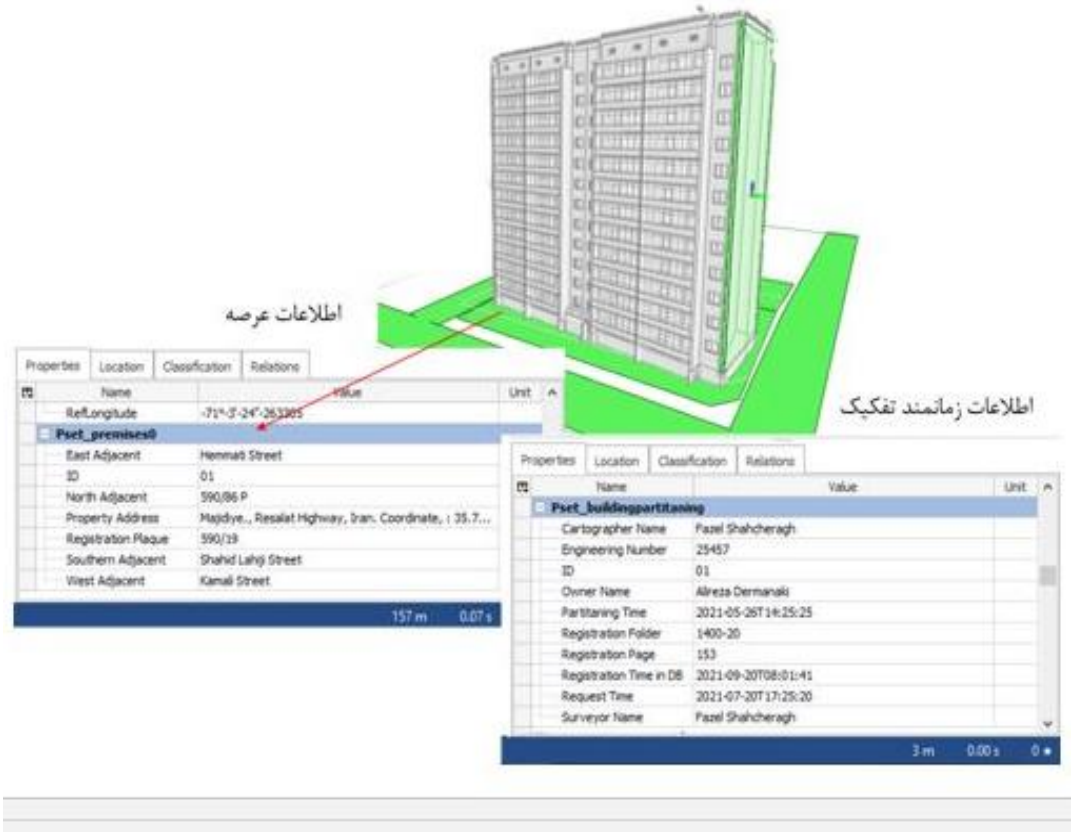
۵-۵- نمایش و بازیابی داده‌ها در *BIMvision*

برای اعتبارسنجی عملکرد مدل، فایل *IFC* غنی‌شده در

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

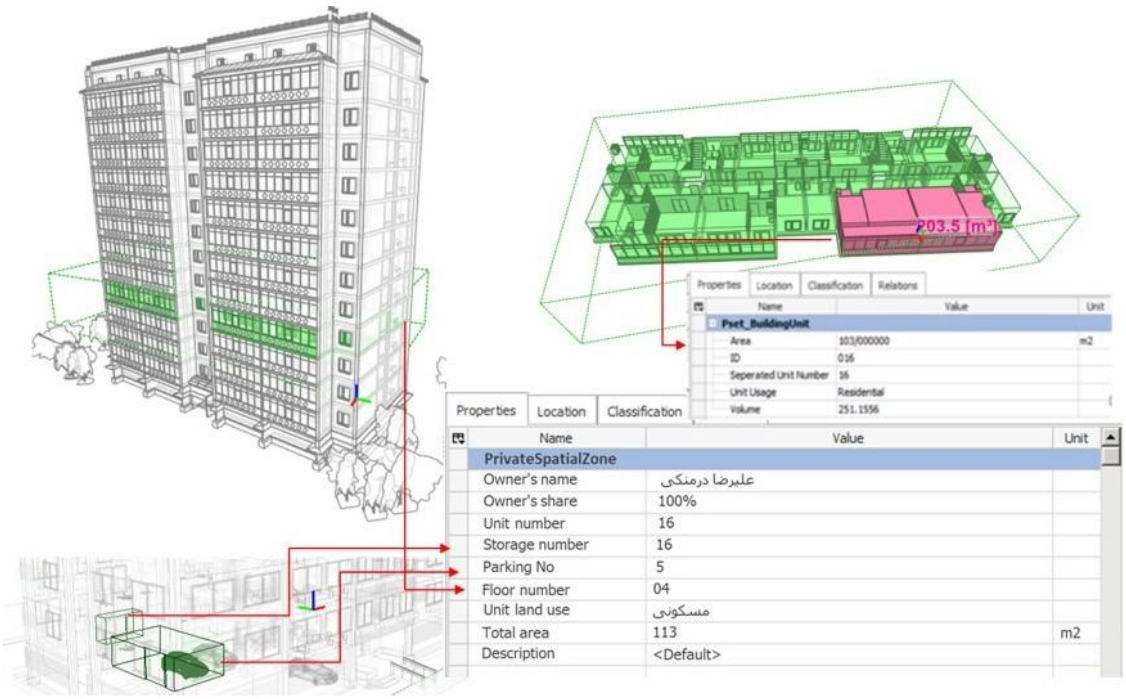
نرم‌افزار *BIMvision* بارگذاری شد. این نرم‌افزار امکان نمایش و بررسی دقیق اطلاعات توصیفی و حقوقی به تفکیک فضا را بر روی *BIM* فراهم می‌سازد. نحوه عملکرد روش پیشنهادی بر روی نمونه مطالعاتی در بازنمایی و نمایش اطلاعات عرصه، معابر مجاور و اطلاعات ثبتی مطابق شکل (۱۲) می‌باشد. بازنمایی و نمایش اطلاعات قطعه‌های تفکیکی و منضمات در شکل(۱۳) نشان داده شده است. در شکل (۱۴) بازیابی و نمایش فضاهای ارتفاقی و مشاعی در نرم افزار *BIMVision* به نمایش گذاشته شده است. نحوه عملکرد مدل در بازیابی و نمایش مرزهای فیزیکی و مجازی مطابق شکل (۱۵) می‌باشد. در شکل (۱۶) نیز اسکریپت‌های توسعه‌یافته در محیط *Blender* به نمایش گذاشته شده است.

ویژگی کلیدی مدل پیشنهادی در قابلیت نگهداری اطلاعات زمانی و ثبتی مربوط به مرزها و فضاها از طریق کلاس *BuildingPartitaning* تامین می‌شود، که امکان ثبت و بازیابی تاریخ تفکیک، سری و شماره دفتر ثبت، و زمان درخواست فراهم می‌شود. این اطلاعات در مدیریت تغییرات حقوقی املاک، اطلاعات مهمی تلقی می‌شود.

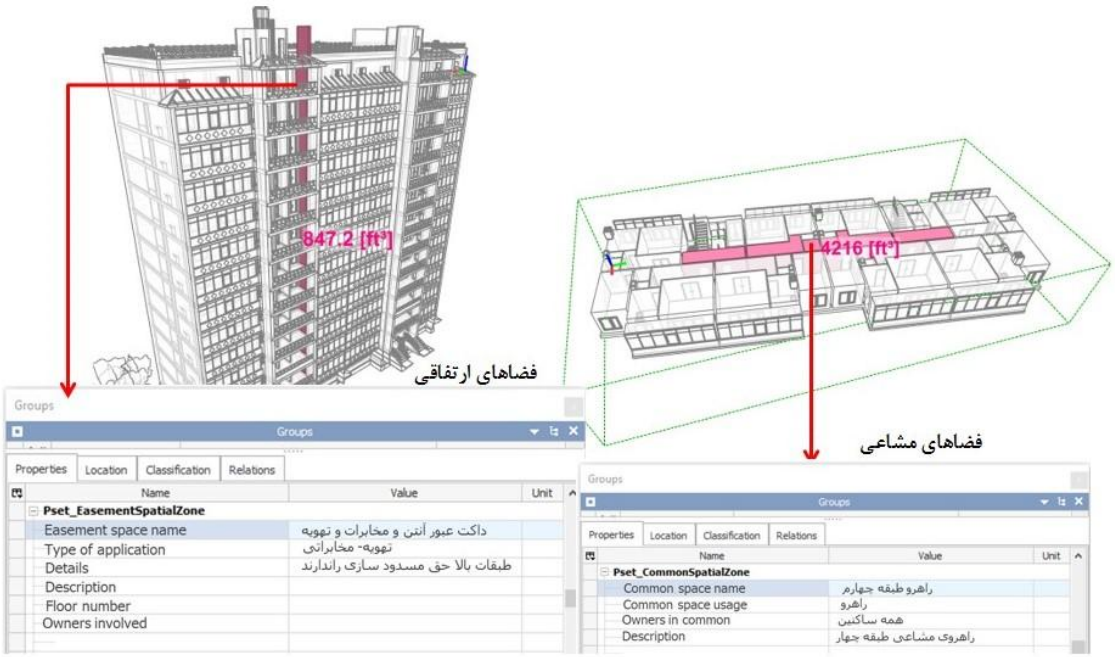


شکل ۱۲: نمایش اطلاعات توصیفی فرایند تفکیک آپارتمان، عرصه و اطلاعات پلاک های مجاور در *BIMvision*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

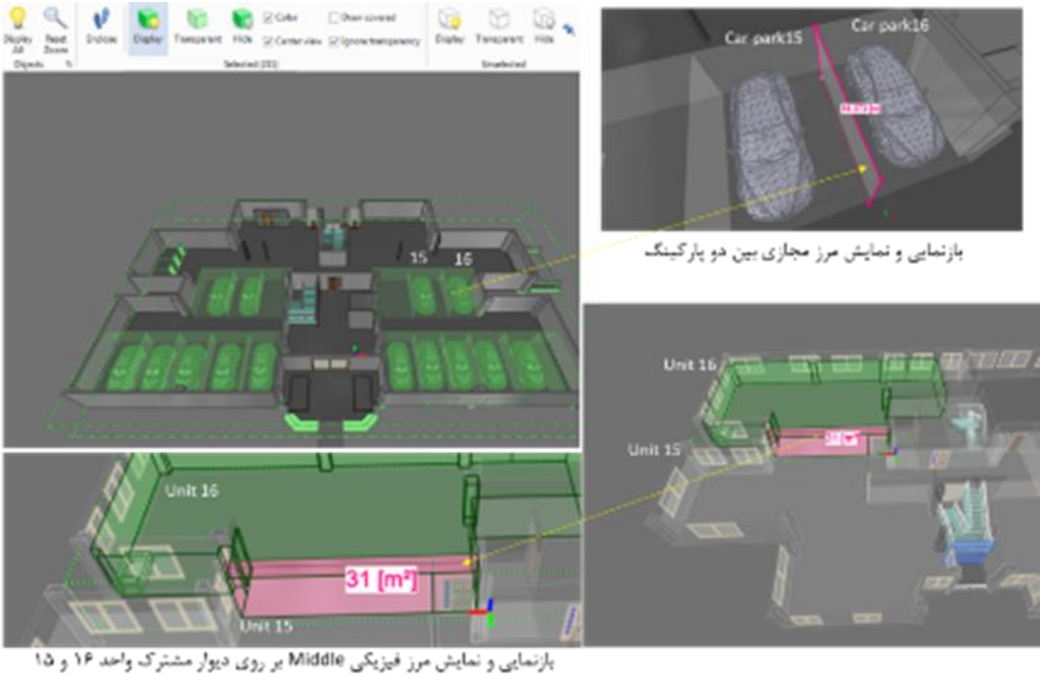


شکل ۱۳: نمایش قطعه تفکیلی و فضای مالکیت خصوصی در *BIMvision*



شکل۱۴: نمایش مشاعات و فضاهای ارتفاقی در روش پیشنهادی در *BIMVision*

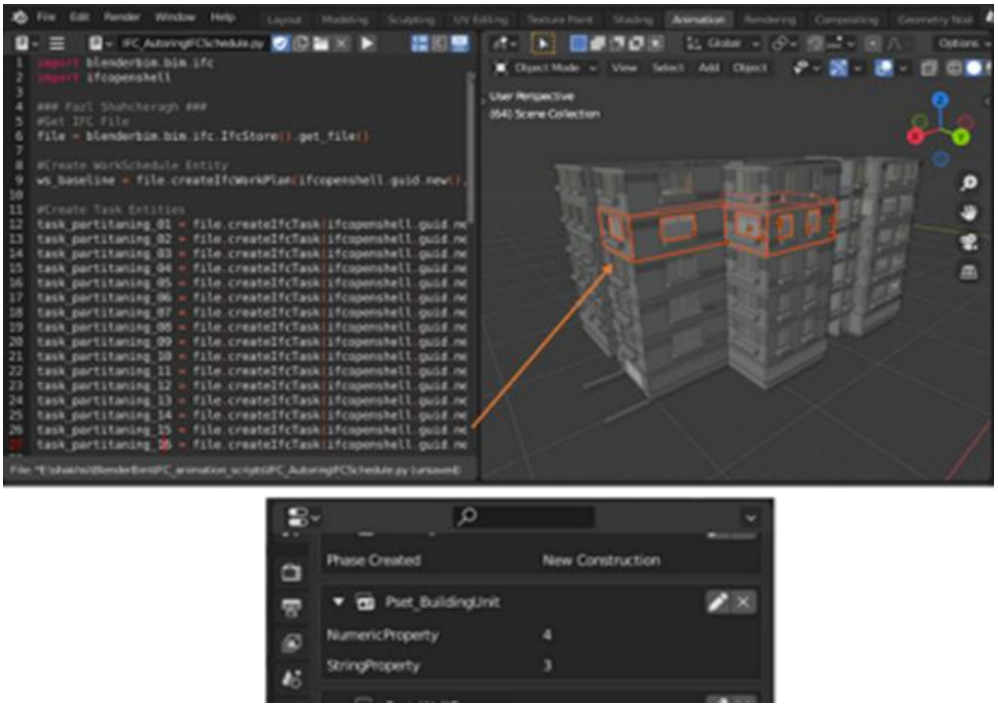
[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]



بازنمایی و نمایش مرز مجازی بین دو پارکینگ

بازنمایی و نمایش مرز فیزیکی Middle بر روی دیوار مشترک واحد ۱۶ و ۱۵

شکل ۱۵: احصا مرزهای مجازی و میانه (*Middle*) در مدل پیشنهادی (نمایش در *BIMvision*)



شکل ۱۶: انتساب فرایند حقوقی تفکیک آپارتمان *Buildingpartitaning* به فضاها و مرزهای مالکیت

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

۶- نتایج

در این مقاله یک روش برای مدل‌سازی و مدیریت فرایندهای حقوقی به منظور پشتیبانی از جنبه‌های زمانی- مکانی سه‌بعدی مرزها و فضاهای مالکیت، مبتنی بر فرایند تفکیک آپارتمان، در بستر *IFC-BIM* معرفی شد. مدلسازی فرایند حقوقی و رویکرد ثبت اطلاعات زمانی در کنار اطلاعات سه‌بعدی به صورت یکپارچه، موجب افزایش کیفیت، کارایی و اعتبار سیستم مدیریت زمین‌شهری می‌شود. به‌عنوان‌مثال در پاسخ به چرایی ایجاد و تغییرات فضاها، مرزها و حقوق منتسب به آنها در طول زمان، این ویژگی خود را بیشتر نشان می‌دهد و توسط این رویکرد می‌توان فرایندهای زمانمند حقوقی را در کنار اطلاعات سه‌بعدی به صورت یکپارچه، ثبت، مدیریت و بازیابی کرد. علاوه بر معرفی و تعریف کلاس‌های جدید در ساختار *IFC*، مدل پیشنهادی در یک نمونه واقعی پیاده‌سازی و عملکرد آن از جنبه‌های مختلف تحلیل شده است. نتایج روش پیشنهادی در این مقاله عبارت است از:

۱- معرفی یک روش‌کار هشت مرحله‌ای برای توسعه *IFC* به منظور تفکیک آپارتمان و مدیریت‌زمین‌شهری باتوجه به الزامات حقوقی حوزه قضایی ایران.

۲- مدیریت اطلاعات زمانی- مکانی سه‌بعدی در قالب فرایندهای حقوقی تحت کلاس *ifcTask* توسعه یافته که می‌تواند نیازهای یک سیستم کاداستر چهار بعدی مبتنی بر *BIM* را پوشش دهد. این رویکرد یکپارچگی ثبت، مدیریت و بازیابی مولفه مکانی-زمانی مورد نیاز برای یک کاداستر چهار بعدی را به خوبی فراهم می‌آورد.

۳- معرفی کلاس *ifcSite* و قابلیت‌های این کلاس برای ثبت اطلاعات‌مکانی عرصه‌ساختمان و اطلاعات پلاک‌های مجاور عرصه.

۴- معرفی کلاس *ifcSpatialZone* برای ثبت اطلاعات قطعه‌تفکیکی.

۵- معرفی کلاس *ifcSpatialZone* برای ثبت اطلاعات فضاهای سه‌بعدی مالکیت خصوصی، ارتفاقی و مشاعی.

۶- معرفی نحوه مدل‌سازی و ثبت مرزهای میانه با قابلیت *userdefined* برای مرزهای از نوع *Middle*.

۷- معرفی کلاس *ifcVirtualElement* برای مدل‌سازی و ثبت مرزهای مجازی.

۸- معرفی کلاس *ifcBuldingElementProxy* برای مدل‌سازی و ثبت عوارض و اشیایی که در مالکیت مشاعی است.

۹- امکان به‌کارگیری *BIM* برای مدیریت‌زمین چهاربعدی برای ایران، به شرط فراهم کردن بسترهای فنی، آموزشی و نرم افزاری.

نتایج این مقاله نشان می‌دهد که معرفی کلاس‌های جدید و ساختارهای سفارشی‌شده در بستر *IFC* نه‌تنها به‌عنوان نتیجه قابل‌قبول در مطالعات فنی-مهندسی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان *(BIM)* محسوب می‌شود، بلکه زمینه‌ساز تحقق کاداستر چهاربعدی مبتنی بر *BIM* در ایران خواهد بود. این مدل، با امکان پیاده‌سازی در پروژه‌های واقعی، چارچوبی عملیاتی برای ثبت و مدیریت حقوق مالکیت در مقیاس ملی ارائه می‌دهد.

۷- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، یک چارچوب مفهومی و عملیاتی برای مدلسازی فرایند تفکیک آپارتمان بر بستر *IFC-BIM* با هدف مدیریت حقوق مالکیت سه‌بعدی و ثبت اطلاعات مکانی-زمانی پیشنهاد شد. مدل ارائه‌شده با توجه به الزامات خاص تفکیک آپارتمان در نظام حقوقی ایران طراحی گردید و توانست ارتباط یکپارچه‌ای بین داده‌های هندسی و فرایندهای حقوقی برقرار کند.

برخلاف روش‌های رایج که عمدتاً به نمایش هندسی فضاها و مرزهای سه‌بعدی بسنده می‌کنند، این مدل با تعریف کلاس‌ها و ویژگی‌های مرتبط با فرایندهای زمانی و ثبتی، امکان ثبت چرایی ایجاد یا تغییر فضاها و مرزها را فراهم آورده است. یکی از نکات برجسته مدل پیشنهادی، معرفی و استفاده هدفمند از کلاس *ifcTask* برای نگاشت اطلاعات زمانی و حقوقی است که امکان پیاده‌سازی کاداستر چهاربعدی را در محیط *BIM*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

امکـان‌پـذیر مـی‌کنـد. همچنـین، بهـره‌گیـری از *ifcSpatialZone* بـرای نگهـداری اطلاعـات فضـاهای اختصاصی، ارتفـاقی و مشـاعی، مزیـت فنـی مهمـی در تطبیق با ساختارهای حقوقی ایجاد می‌کند.

در بخش پیاده‌سازی، مـدل پیشـنهادی در یـک نمونـه واقعی ساختمان دوازده طبقه اجرا و بررسی شد. نتـایج حاصل از پیاده‌سازی نشان داد که این چارچوب، قابلیت پوشش دقیق اطلاعات حقوقی، مکانی و زمانی را دارد و می‌تواند مبنای فنی مناسبی برای توسعه سیسـتم‌هـای مدیریت زمین شهری و ثبـت مالکیـت در ایـران باشـد. همچنین با به کارگیری و ترکیب چند نرم‌افزار مـتن‌بـاز از جملـــــه *Blender* و *BIMvision* و کتابخانه *ifcopenshell*، امکان توسعه و تحلیل داده‌های پیچیده بدون نیاز به نرم‌افزارهای گران‌قیمت فراهم شد. با وجود مزایای ارائه‌شده، این پژوهش محـدودیت‌هـایی نیز دارد؛ از جمله عدم اتصال به پایگاه‌های داده رسـمی ثبتـی و فقـدان تحلیـل حقـوقی عمیـق در سـطح قراردادهای رسـمی مالکیـت. ایـن مـوارد مـی‌توانـد در تحقیقات آتی به‌عنوان محـور توسـعه مطـرح شـوند. در نهایت، این مدل به‌عنـوان گـام اولیـه بـرای پیـاده‌سـازی کاداستر چهاربعدی در ایران پیشنهاد می‌شود. لازم اسـت در آینده، امکان‌سنجی اجرایی، تعامل با سازمان‌های ثبتی و توسعه ابزارهای رابط‌کاربری برای استفاده گسترده‌تـر از این چارچوب مورد بررسی قرار گیرد.

۸- پیشنهادات

در این مقاله تلاش شد، تا با توجـه بـه مسـئله تحقیـق بهترین راه حـل مبتنـی بـر *BIM* و قابلیـت‌هـای ذاتـی کلاس‌های *IFC* برای مدلسازی فرایند حقوقی، تفکیـک آپارتمان، ثبت و مدیریت مالکیت چهاربعدی منطبق بـر قـوانین حقـوقی ایـران ارائـه شـود. انجـام بررسـی و توسعه‌های بیشتر به کارآمدی این مدل کمک می‌نماید. از همین رو توسعه یک زبـان پـرس‌وجـو چهـار بعـدی (مکانی-زمانی) و تعریـف توپولـوژی مکـانی- زمـانی بـر روی این مـدل، بـا توجـه بـه نیازهـای مـدیریت‌زمـین شهری، به‌عنوان مسـیرهای تحقیقـاتی آینـده پیشـنهاد می‌شود.

مراجع

[1] *F. Döner et al., "4D cadastres: First analysis of legal, organizational, and technical impact—With a case study on utility networks," Land use policy, vol. 27, no. 4, pp. 1068-1081, 2010.*
[2] *R. Abbas, A. Behnam, and K. Mohsen, BIM and Urban Land Administration: The History of Signal Processing and How We Communicate. CRC Press, 2019.*
[3] *A. Rajabifard, B. Atazadeh, and M. Kalantari, BIM and urban land administration. CRC Press, 2019.*
[4] *M. Gkeli, C. Potsiou, S. Soile, G. Vathiotis, and M.-E. Cravariti, "A BIM-IFC Technical Solution for 3D Crowdsourced Cadastral Surveys Based on LADM," Earth, vol. 2, no. 3, pp. 605-621, 2021. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/2673-4834/2/3/35.*
[5] *D. Guler and T. Yomralioglu, "A reformative framework for processes from building permit issuing to property ownership in Turkey," Land Use Policy, vol. 101, p. 105115, 2021.*
[6] *J. E. Stoter, "3D Cadastre," 2004.*
[7] *J. E. Stoter and P. van Oosterom, 3D cadastre in an international context: legal, organizational, and technological aspects. Crc Press, 2006.*
[8] *J. Stoter and M. Salzmann, "Towards a 3D cadastre: where do cadastral needs and technical possibilities meet?," Computers, environment and urban systems, vol. 27, no. 4, pp. 395-410, 2003.*
[9] *J. Shin, A. Rajabifard, M. Kalantari, and B. Atazadeh, "Applying BIM to support dispute avoidance in managing multi-owned buildings," Journal of Computational Design and Engineering, vol. 7, no. 6, pp. 788-802, 2020.*
[10] *U. Isikdag, G. Aouad, J. Underwood, and S. Wu" ,Building information models: a review on storage and exchange mechanisms," Bringing ITC knowledge to work, 2007.*
[11] *C. M. Eastman, C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, and K. Liston, BIM handbook: A guide to building information modeling for*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons, 2011.

[12] I. Giannetti, C. Tolù, G. Scimia, G. Bovesecchi, P. Valentini, and C. Cornaro, "Building Information Modeling (BIM) and Building Energy Modeling (BEM): Interoperability and Interactive Data Representation for the Energy Management of the Existing Buildings," 2025.

[13] P. Tsikas, A. Chassiakos, V. Papadimitropoulos, and A. Papamanolis, "BIM-Based Machine Learning Application for Parametric Assessment of Building Energy Performance ,Energies, vol. 18, no. 1, p. 201, 2025.

[14] S. Metvaei, K. Aghajamali, Q. Chen, and Z. Lei, "Developing a BIM-enabled robotic manufacturing framework to facilitate mass customization of prefabricated buildings," Computers in Industry, vol. 164, p. 10420 ,1 .2025

[15] T. Al-Rimawi and M. Nadler, "Leveraging Smart City Technologies for Enhanced Real Estate Development: An Integrative Review," Smart Cities, vol. 8, no. 1, p. 10, 2025.

[16] M. Broekhuizen, E. Kalogianni, and P. van Oosterom, "BIM/IFC as input for registering apartment rights in a 3D Land Administration Systems–A prototype webservice," Land Use Policy, vol. 148, p. 107368, 2025.

[17] B. Atazadeh, M. Kalantari, A. Rajabifard, S. Ho, and T. Champion, "Extending a BIM-based data model to support3 D digital management of complex ownership spaces," International Journal of Geographical Information Science, vol. 31, no. 3, pp. 499-522, 2017.

[18] J. Oldfield, P. Van Oosterom, J. Beetz, and T. F. Krijnen, "Working with Open BIM Standards to Source Legal Spaces for a 3D Cadastre," ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 6, no. 11, p. 351, 2017. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/2220-9964/6/11/351.

[19] B. Atazadeh, A. Rajabifard, Y. Zhang, and M. Barzegar, "Querying 3D cadastral information from BIM models," ISPRS international Journal of Geo-information, vol. 8, no. 8, p. 329, 2019.

[20] H. Olfat, B. Atazadeh, D. Shojaei, and A. Rajabifard, "The Feasibility of a BIM-Driven Approach to Support Building Subdivision Workflows—Case Study of Victoria, Australia," ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 8, no. 11, p. 499, 2019.

[21] M. Barzegar, A. Rajabifard, M. Kalantari, and B. Atazadeh, "An IFC-based database schema for mapping BIM data into a 3D spatially enabled land administration database," International Journal of Digital Earth, vol. 14, no. 6, pp. 736-765, 2021.

[22] S. Ho and A. Rajabifard, "Towards 3D-enabled urban land administration: Strategic lessons from the BIM initiative in Singapore," Land Use Policy, vol. 57, pp. 1-10, 2016.

[23] M. Barzegar, A. Rajabifard, M. Kalantari, and B. Atazadeh, "Identification of Property Boundaries Using an IFC-Based Cadastral Database," Land, vol. 10, no. 3, p. 300, 2021.

[24] M. Petronijević, N. Višnjevac, N. Praščević, and B. Bajat, "The Extension of IFC For Supporting 3D Cadastre LADM Geometry," ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 10, no. 5, p. 297, 2021. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/2220-9964/10/5/297.

[25] P. Van Oosterom, H. Ploeger, J. Stoter, R. Thompson, and C. Lemmen, "Aspects of a 4D cadastre: a first exploration," in FIG 2006: Proceedings of the conference: Shaping the change, XXXIII FIG congress, Munich, Germany, 8-13 October 2006. Frederiksberg: International Federation of Surveyors (FIG), 2006. ISBN 87-90907-52-3. 23 p., 2006: International Federation of Surveyors (FIG) .

[26] J. Jarroush and G. Even-Tzur, "Constructive solid geometry as the basis of 3D future cadastre," FIG working Week, Athens, Greece, 2004.

[27] E. Dimopoulou ,I. Gavanas, and P. Zentelis, "3D Registrations in the Hellenic Cadastre," in TS 14-3D and 4D Cadastres, Shaping the Change XXIII FIG Congress, 2006, pp. 8-13 .

[28] P. van Oosterom, "Research and development in 3D cadastres," Computers, Environment and Urban Systems, vol. 40, pp. 1-6, 2013.

[29] M. Papaefthymiou, T. Labropoulos, and P. Zentelis, "3-D Cadastre in Greece–Legal,

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

Physical and Practical Issues Application on Santorini Island," in FIG Working Week, 2004, pp. 1-16 .

[30] A. Aien, A. Rajabifard ,M. Kalantari, and I. Williamson, "Aspects of 3D cadastre: a case study in Victoria," 2011.

[31] E. Kalogianni, P. van Oosterom, E. Dimopoulou, and C. Lemmen, "3D land administration: A review and a future vision in the context of the spatial development lifecycle," ISPRS international journal of geo-information, vol. 9, no. 2, p. 107, 2020.

[32] U. Isikdag, M. Horhammer, S. Zlatanova, R. Kathmann, and P. Van Oosterom, "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, 17-21 May 2015, 2015.

[33] M. El-Mekawy, J. M. Paasch, and J. Paulsson, "Integration of 3D cadastre, 3D property formation and BIM in Sweden," in 4th International Workshop on 3D Cadastres, 9-11 November 2014, Dubai, United Arab Emirates, 2014, pp. 17-34 .

[34] C. Clemen and L. Gründig, "The Industry Foundation Classes (IFC)–ready for indoor cadastre," in XXIII FIG Congress, 2006, pp. 1-9 .

[35] M. El-Mekawy and A. Östman, "Feasibility of building information models for 3D cadastre in unified city models," International Journal of E-Planning Research (IJEPR), vol. 1, no. 4, pp. 35-58, 2012.

[36] M. Barzegar, A. Rajabifard, M. Kalantari, and B. Atazadeh, "3D BIM-enabled spatial query for retrieving property boundaries: a case study in Victoria, Australia," International Journal of Geographical Information Science, vol. 34, no. 2, pp. 251-271, 2020/02/01 2020, doi: 10.1080/13658816.20.19.1658877

[37] B. Atazadeh, M. Kalantari, A. Rajabifard, S. Ho, and T. Ngo, "Building information modelling for high- rise land administration," Transactions in GIS, vol. 21, no. 1, pp. 91-113, 2017.

[38] B. Atazadeh, M. Kalantari, A. Rajabifard, and S .Ho, "Modelling building ownership boundaries within BIM environment: A case study in Victoria, Australia," Computers, Environment and Urban Systems, vol. 61, pp. 24-38, 2017.

[39] K. Janečka and S. Karki, "3D data management—Overview report," in Proceedings of the 5th International FIG 3D Cadastre Workshop. Athens, Greece: International Federation of Surveyors (FIG), 2016, pp. 215-260 .

[40] J. Stoter et al., "Registration of multi-level property rights in 3D in the Netherlands: Two cases and next steps in further implementation," ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 6, no. 6, p. 158, 2017.

[41] J. Oldfield, R. Bergs, P. van OOSTEROM, T. Krijnen, and M. Galano, "3D cadastral lifecycle: An information delivery manual ISO 29481 for 3D data extraction from the building permit application process," in Proceedings of the 7th International FIG Workshop on the Land Administration Domain Model, Zagreb, Croatia, 2018, pp. 12-13 .

[42] A. Alattas, E. Kalogianni, T. Alzahrani, S. Zlatanova, and P. van Oosterom, "Mapping private, common, and exclusive common spaces in buildings from BIM/IFC to LADM. A case study from Saudi Arabia," Land Use Policy, vol. 104, p. 105355, 2021.

[43] S. Rahmatizadeh, & Delavar, M, "Investigation of basic concepts, design and implementation of a three-dimensional cadastral system.," presented at the Geomatics 2004, Tehran, Iran, 2004.

[44] S. Sadeghian, & Ghasemi, N, "Create 4, 3 and 5 dimensional cadastres using LIDAR and satellite images with high resolution," presented at the Geomatics Conference, Tehran, Iran, 2018.

[45] M. KhoshboreshMasouleh and S. Sadeghian, "The implementation of 3D urban cadastre based on aerial imagery by the real estate management ability in Tehran Metropolis," Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), vol. 27, no. 107, pp. 25-40, 2018, doi: 10.22131/sepehr.2018.33549.

[46] S. Emamgholian, M. Taleai, and D. Shojaei, "A Novel Approach for 3D Modeling and Geovisualization of Easement Rights in Apartments," (in eng), Journal of Geospatial Information Technology, Research vol. 6, no. 3, pp. 163-175, 2018, doi: 10.29252/jgit.6.3.173.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

[47] S. S. Dabiri, A. A. Alesheikh, B. Atazadeh, and A. Baeimi, "Developing a BIM-based Spatial Ontology for Semantic Querying of 3D Property Information," (in eng), Journal of Geomatics Science and Technology, Research vol. 9, no. 1, pp. 131-144, 2019. [Online]. Available: http://jgst.issge.ir/article-1-835-fa.html.

[48] M. Einali, A. A. Alesheikh, and B. Atazadeh, "Mapping registration boundaries in3 D using Building Information Modeling in the context of Iranian jurisdiction," (in eng), Journal of Geomatics Science and Technology, Research vol. 11, no. 4, pp. 119-130, 2022. [Online]. Available: http://jgst.issge.ir/article-1-1076-fa.html.

[49] J. M .Paasch and J. Paulsson, "New Trends in 3D Cadastre Research-a Literature Survey," 2021.

[50] F. Döner et al., "Solutions for 4D cadastre–with a case study on utility networks," International journal of geographical information science, vol. 25, no. 7, pp. 1173-1189, 2011.

[51] R. Alberdi and D. A. Erba, "Modeling Legal Land Object for waterbodies in the context of 4D cadastre," Land Use Policy, vol. 98, p. 104417, 2020.

[52] M. Siejka, M. Ślusarski, and M. Zygmunt, "3D+time Cadastre, possibility of implementation in Poland," Survey Review, vol. 46, no. 335, pp. 79-89, 2014/03/01 2014, doi: 10.1179/1752270613Y.0000000067.

[53] S. Azhar, "Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry," Leadership and management in engineering, vol. 11, no. 3, pp. 241-252, 2011.

[54] V. Bazjanac, "Virtual building environments (VBE)-applying information modeling to buildings," August, vol. 29, p. 2009, 2006.

[55] buildingSMARTInternational, "Industry Foundation Classes (IFC) - An Introduction," 2020. [Online]. Available: https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc./

[56] buildingSMARTInternational, "The specification of the IFC standard," 2022. [Online]. Available: https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC/4ADD2_TC1/HTML/link/introduction.htm.

[57] V. Bazjanac and D. B. Crawley, "The implementation of industry foundation classes in simulation tools for the building industry," 1997.

[58] M. J. Pratt, "Introduction to ISO 10303—the STEP standard for product data exchange," Journal of Computing and Information Science in Engineering, vol. 1, no. 1, pp. 102-103, 2001.

[59] I. Bajwa and N. Sarwar, "AUTOMATED GENERATION OF EXPRESS-G MODELS USING NLP," Sindh University Research Journal-SURJ (Science Series), vol ,48 .no. 1, 2016.

[60] .(2003)Iran's Apartment Partitioning Instructions .

[61] .(1343) Iran's Apartment Ownership Law .

[62] buildingSMARTInternational, "alphabeticalorder-entities," 2020 [Online]. Available: https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/link/alphabeticalorder-entities.htm.

[63] buildingSMARTInternational, "IfcProcess," 2020.

[64] buildingSMARTInternational, "IfcTask," 2020.

[65] buildingSMARTInternational, "IfcSpatialZone," 2020.

[66] IranianRealEstateRegistry, "Iran apartment partitaning instructions," 2003.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]

K. N. TOOSI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF GEODESY AND GEOMATICS ENGINEERING

Journal of Geospatial Information Technology
Vol.13, No.2, Summer 2025

Research Paper

Introducing a new method for managing property rights in apartments, based on process management capabilities in the IFC standard

Seyed Fazel Shahcheragh [1], Jamshid Maleki [2*], Saeed Nadi [3], Davoud Shojaei [4]

1- PhD Candidate in Geographic Information Systems (GIS), Department of Surveying Engineering, Faculty of Civil Engineering and Transportation, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2- Assistant Professor, Department of Surveying Engineering, Faculty of Civil Engineering and Transportation, University of Isfahan, Isfahan, Iran
3 - Researcher, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Carleton University, Ottawa, Canada
4- Senior Lecturer, Department of Spatial Information Infrastructure, University of Melbourne, Melbourne, Australia

Abstract

In recent years, due to the rapid growth of the urban population, land scarcity and high costs particularly in metropolitan áreas and limitations in horizontal city expansion, vertical development and high-rise construction have significantly increased. Despite the numerous advantages of the vertical urban expansion, several criticisms exist, including a lack of transparency in ownership boundaries and spaces, ambiguities regarding rights, restrictions, and responsibilities associated with these spaces, which lead to conflicts of interest among owners and generate various legal and social issues. In response to this challenge, 3D cadastre has been introduced as an effective tool to address the mentioned issues. Building Information Modeling (BIM), which has recently brought significant advancements to the construction industry, has become a focal point for the researchers working on 3D cadastre. The existing BIM-based methods for 3D cadastre have been highly successful in registering and visualizing the 3D ownership boundaries and spaces. However, their dependency on the local jurisdictional frameworks and lack of support for temporal aspects of cadastre are among the challenges in operationalizing these methods. This paper introduces a method based on the extension of the Industry Foundation Classes (IFC) (ISO 16739: International Organization for Standardization, Open Standard No. 16739) for managing 4D property rights in multi-story buildings, in accordance with Iran's apartment cadastre regulations. The proposed approach details how to manage the temporal aspects required for 4D cadastre, along with registering land parcels and the adjacent plot information, modeling and registering the subdivided units on each floor, and defining and recording the boundaries of private, shared, and servitude ownership spaces. To evaluate and demonstrate the effectiveness of the proposed method, the division of the apartments of a 12 storey building in Iran was implemented and visualized. The results of this study indicate that the proposed method and the newly introduced IFC classes are well-suited for managing, registering, and retrieving the spatial 3D and temporal aspects of ownership for the urban land management applications.

Key words : *Iranian 4D cadastre, 4D Apartment cadastre, IFC-based cadastre, BIM-based cadastre.*

Correspondence Address*: Department of Surveying and Geomatics Engineering, Faculty of Civil Engineering and Transportation, University of Isfahan, Isfahan, Iran.*
Tel*: : 031-37935289*
Email : *j.maleki@cet.ui.ac.ir*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-05-21]