

بررسی نظام‌مند چالش‌های حقوقی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) و ارائه چارچوب تطبیقی برای پروژه‌های عمرانی ایران

چکیده

پیاده‌سازی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در پروژه‌های عمرانی روابط حقوقی و قراردادی تازه‌ای ایجاد می‌کند که در چارچوب قراردادهای سنتی به‌سادگی قابل مدیریت نیست. هدف این پژوهش، شناسایی و تحلیل نظام‌مند چالش‌های حقوقی BIM و ارائه چارچوبی بومی‌سازی شده برای مدیریت مسئولیت‌ها، مالکیت داده و اسناد اطلاعاتی در ایران است. پژوهش با رویکرد کیفی اکتشافی-تطبیقی و مبتنی بر منطق تفسیرگرایی انتقادی انجام شد و از طریق مرور نظام‌مند منابع براساس دستورالعمل PRISMA، شامل جستجوی ۲۳۵ منبع، غربالگری ۸۷ مورد و انتخاب نهایی ۴۵ منبع معتبر، پیش رفت. داده‌ها با روش کدگذاری سه‌سطحی (باز، محوری و انتخابی) تحلیل و در سه محور اصلی شامل مسئولیت‌های حقوقی، مالکیت و مجوز داده، و چارچوب‌های قراردادی سازمان‌دهی شدند. تحلیل تطبیقی میان ایران، انگلستان، آمریکا و استرالیا نشان داد که ریشه اصلی اختلافات در پروژه‌های ایرانی، «نبود اسناد اطلاعاتی الزام‌آور (EIR/BEP)»، «ابهام نقش‌ها و حدود اتکای حرفه‌ای»، و «تعریف‌نشدن مالکیت و مجوز استفاده از مدل‌های تلفیقی» است. نتایج بیانگر آن است که خلأ در اسناد اطلاعاتی به بروز خطای داده، اتکای غیرقابل دفاع، انتقال ریسک نامتوازن و در نهایت افزایش اختلافات قراردادی منجر می‌شود. بر این اساس، پژوهش سه اقدام کلیدی را پیشنهاد می‌کند: تدوین پروتکل ملی BIM مبتنی بر ماتریس مسئولیت و مدل مالکیت-مجوز داده، الزام به الحاق اسناد EIR و BEP در قراردادهای عمرانی، و طراحی سازوکارهای حل اختلاف متکی بر شواهد دیجیتال. این چارچوب می‌تواند ریسک‌های حقوقی را کاهش دهد، شفافیت نهادی را افزایش دهد و مسیر پیاده‌سازی ایمن و پاسخ‌گوی BIM در ایران را فراهم کند. این مطالعه شکاف میان فناوری BIM و نظام حقوقی ایران را تبیین کرده و مسیر طراحی معماری حقوقی منطبق با استانداردهای بین‌المللی را برای سیاست‌گذاران و نهادهای تدوین مقررات روشن می‌سازد.

واژگان کلیدی: مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، مسئولیت حقوقی، مالکیت داده، پروتکل‌های قراردادی BIM، اسناد اطلاعاتی (EIR/BEP).

مقدمه

صنعت ساخت‌وساز در دهه‌های اخیر با شتاب بی‌سابقه در مسیر دیجیتالی‌شدن قرار گرفته است و فناوری‌هایی همچون مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) نقش محوری در این گذار ایفا می‌کنند [۱-۳]. BIM با ایجاد یک محیط داده‌محور و مشارکتی، امکان تولید، تبادل و مدیریت اطلاعات پروژه را در تمامی مراحل چرخه عمر فراهم می‌سازد [۴ و ۵] و از طریق مدل‌های بومی، مدل‌های تلفیقی و جریان‌های تبادل داده، کیفیت

تصمیم‌گیری مهندسی، هماهنگی بین‌رشته‌ای و کنترل هزینه را به‌طور معناداری ارتقا می‌دهد. این تحول، که طی دو دهه گذشته در بسیاری از کشورها به یک رویه غالب تبدیل شده است، صرفاً ارتقای نرم‌افزاری نیست؛ بلکه بازتعریف بنیادین روابط حرفه‌ای، تعهدات قراردادی و ساختار مسئولیت‌ها در پروژه‌های عمرانی به‌شمار می‌آید [۷۰].

در محیط BIM، داده‌های تولیدشده توسط هر رشته—اعم از معماری، سازه، تأسیسات یا بهره‌برداری—ابتدا در قالب مدل‌های بومی شکل می‌گیرند و سپس در مدل تلفیقی ادغام می‌شوند؛ به‌نحوی که تمامی ذی‌نفعان ناگزیر به داده‌های یکدیگر اتکا می‌کنند [۸]. این اتکا، در عین افزایش کارایی، مسائل حقوقی پیچیده‌ای ایجاد می‌کند: اگر تحلیل یک رشته بر داده‌های رشته دیگر مبتنی باشد، مسئولیت خطا چگونه تعیین می‌شود؟ حدود اتکای معقول پیمانکار چیست؟ آیا کارفرما مالک داده‌های مدل تلفیقی است یا صرفاً دارنده مجوز استفاده؟ و اگر اختلافی ناشی از نقص داده یا خطای مدل‌سازی پدید آید، مسیر انتساب مسئولیت چگونه باید تعریف شود؟ پاسخ‌گویی به این پرسش‌ها تنها در صورتی ممکن است که چارچوب حقوقی منسجم، مبتنی بر اسناد اطلاعاتی و ضمایم قراردادی اختصاصی BIM تدوین شده باشد.

کشورهای دارای تجربه گسترده در BIM، همچون انگلستان، آمریکا و استرالیا، این نیاز را به‌درستی شناسایی کرده‌اند. در انگلستان، ادغام الزامات BIM در قراردادهای استاندارد JCT و NEC و تدوین UK BIM Protocol ساختاری الزام‌آور برای تعیین نقش‌ها، مالکیت داده و فرآیندهای تبادل اطلاعات ایجاد کرده است [۹]. در آمریکا، افزونه‌های AIA E203 و G202 و اسناد ConsensusDocs، مسئولیت مؤلف مدل، حدود اتکا، قواعد تبادل داده و سطوح توسعه (LOD) را به‌صورت دقیق مشخص کرده‌اند [۱۰]. استرالیا نیز با تکیه بر الزامات ISO 19650، BIM را به بخشی یکپارچه از قراردادهای زیرساختی تبدیل کرده است [۱۱]. وجه مشترک تمامی این نظام‌ها آن است که BIM نه در خلأ فنی، بلکه در چارچوب قرارداد معنا پیدا می‌کند؛ به‌عبارتی، یک مدل BIM بدون پروتکل حقوقی همان‌قدر ناقص است که یک قرارداد بدون نقشه‌های اجرایی. در مقابل، وضعیت ایران نشان‌دهنده شکاف قابل توجه میان پذیرش فنی BIM و تکامل حقوقی آن است [۱۲]. اگرچه در سال‌های اخیر پروژه‌های دولتی و زیرساختی به‌طور فزاینده‌ای از نرم‌افزارها و فرآیندهای BIM بهره گرفته‌اند، اما چارچوب حقوقی حاکم بر پروژه‌ها—که عمدتاً مبتنی بر شرایط عمومی پیمان، فیدیک و ساختار سنتی کارفرما-مشاور-پیمانکار است—هنوز آماده پذیرش ماهیت داده‌محور BIM نیست. در این چارچوب، بندهایی همچون مالکیت داده، مسئولیت مدل‌سازی، استانداردهای تبادل اطلاعات، نقش هماهنگ‌کننده BIM، و ساختار تحویل‌های اطلاعاتی (EIR/BEP) یا وجود ندارند یا پراکنده و فاقد ضمانت اجرایی‌اند. این خلأ، پیامدهایی جدی همچون افزایش اختلافات، ابهام در حدود وظایف حرفه‌ای، برداشت‌های متفاوت از مالکیت مدل تلفیقی و نااطمینانی نسبت به اتکاپذیری داده‌ها را به‌دنبال دارد.

افزون بر این، ظهور فناوری‌های مکمل همچون بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند، محیط مشترک داده (CDE) [۱۳ و ۱۴] و استانداردهای امنیت سایبری نظیر (ISO 27001 و GDPR) [۱۵] لایه‌های جدیدی از الزامات حقوقی را ایجاد کرده‌اند. امروز پرسش‌هایی همچون اعتبار امضاهای دیجیتال در گردش کار BIM، مسئولیت

ناشی از خطای کد در قراردادهای خوداجرا، جبران خسارت در رخدادهای سایبری، و اولویت میان متن قرارداد و کد دیجیتال، در کانون مباحث حقوق فناوری قرار گرفته‌اند. کشورهای پیشرو بندهای صریحی برای این موارد تدوین کرده‌اند، اما نظام حقوقی ایران هنوز فاقد چنین معماری دیجیتال است.

از این‌رو، مسئله اصلی پژوهش حاضر نه بررسی فنی BIM، بلکه واکاوی حقوقی، قراردادی و نهادی آن است؛ یعنی پاسخ به این پرسش که برای استقرار امن، مسئولانه و کم‌اختلاف BIM در ایران، چه چارچوب حقوقی باید طراحی شود، چه اسنادی باید تدوین و به قراردادهای الحاق گردد، و چگونه می‌توان الگوهای کشورهای پیشرو را با اقتضائات حقوقی و ساختاری ایران تطبیق داد. این پژوهش بر این پیش‌فرض استوار است که موفقیت BIM در ایران تنها زمانی ممکن است که «زیرساخت حقوقی و قراردادی» آن پیش از «زیرساخت فناوریانه» فراهم شود.

ادبیات موضوع نشان می‌دهد که اگرچه پژوهش‌های متعددی به ابعاد فنی و مدیریتی BIM پرداخته‌اند، اما مطالعاتی که مسائل حقوقی آن را به‌صورت نظام‌مند و با رویکرد تطبیقی بررسی کرده باشند، بسیار محدودند. بسیاری از پژوهش‌ها تنها به معرفی کلی BIM یا تبیین مزایای آن بسنده کرده‌اند و تنها تعداد کمی به موضوعاتی همچون اتکای معقول، مسئولیت مؤلف مدل، حقوق بهره‌برداری از داده‌ها و الزامات امنیت دیجیتال پرداخته‌اند. افزون‌بر این، اغلب این مطالعات محدود به یک حوزه حقوقی بوده و تحلیل مقایسه‌ای میان ایران و کشورهای پیشرو انجام نداده‌اند. این شکاف پژوهشی ضرورت انجام مطالعه‌ای ساختاریافته مبتنی بر مرور نظام‌مند و تحلیل تطبیقی را برجسته می‌کند.

در چنین بستری، پژوهش حاضر با اتخاذ رویکرد «اکتشافی-تطبیقی» و با استفاده از مرور نظام‌مند منابع علمی و اسناد رسمی، در پی ارائه چارچوبی بومی‌سازی شده برای ایران است. تحلیل مضمون منابع منتخب سه محور اصلی را به‌عنوان هسته مسائل حقوقی BIM شناسایی کرده است: تعیین مسئولیت‌ها و حدود اتکا، مالکیت و مجوز داده، و چارچوب‌های قراردادی شامل EIR، BEP و پروتکل‌های BIM. سپس تحلیل تطبیقی این محورها در چهار نظام حقوقی ایران، انگلستان، آمریکا و استرالیا انجام شده است تا تفاوت‌ها، خلأها و عناصر قابل اقتباس مشخص گردد. ترکیب این دو رویکرد امکان می‌دهد تا به‌جای ارائه فهرستی پراکنده از چالش‌ها، تصویری منسجم از سازوکارهای حقوقی لازم برای استقرار امن و شفاف BIM در ایران ترسیم شود.

هدف نهایی پژوهش، ارائه چارچوبی عملیاتی برای ایران است که در آن سه عنصر کلیدی—مسئولیت، مالکیت داده و تبادل اطلاعات—به‌صورت شفاف و الزام‌آور تعریف شوند؛ به‌گونه‌ای که زمینه برای کاهش اختلافات، افزایش شفافیت، تسهیل ورود فناوری‌های نوین و مدیریت منسجم داده‌ها فراهم گردد. این چارچوب، مبتنی بر شواهد علمی، تجربه‌های جهانی و تحلیل تطبیقی، می‌تواند مبنایی برای تدوین پروتکل ملی BIM یا بازنگری شرایط عمومی پیمان باشد و مسیر گذار از «BIM فنی» به «BIM حقوقی-قراردادی» را در کشور هموار سازد.

روش تحقیق

۱. مقدمه

روش تحقیق این پژوهش بر مبنای یک طراحی کیفی اکتشافی-تطبیقی تدوین شده است که هدف آن تحلیل ساختاری مسائل حقوقی ناشی از به کارگیری مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در ایران و مقایسه آن با نظام های حقوقی پیشرو است. علت انتخاب رویکرد کیفی این است که BIM به عنوان یک فناوری داده محور و مشارکتی، نه تنها فرم اطلاعات پروژه را تغییر می دهد، بلکه ساختار مسئولیت ها، اتکا، مالکیت داده و روابط قراردادی را نیز از منطق سنتی خارج می کند. از آنجا که شرایط عمومی پیمان ایران بر اساس مواد ۲، ۱۸، ۲۲، ۳۰، ۳۲ و ۴۵ هنوز بر قالب نقشه های کاغذی، گردش سنتی مدارک و مسئولیت های کلاسیک استوار است، ماهیت داده محور BIM با این متون سازگار نیست و همین ناسازگاری منشأ اصلی اختلافات حقوقی است. بنابراین، روش تحقیق باید بتواند این شکاف را هم از منظر تفسیر حقوقی و هم از منظر تحلیل اسناد و مقایسه تطبیقی روشن کند. ساختار روش تحقیق حاضر در پنج مرحله تدوین شده است: تبیین رویکرد فلسفی، طراحی روش، تحلیل مضمون سه سطحی، تحلیل تطبیقی نظام های حقوقی، و چرخه اعتبارسنجی. هر مرحله به گونه ای اجرا شده که به پرسش اصلی پژوهش پاسخ دهد: «چه چارچوب حقوقی می تواند استفاده ایمن از BIM را در ایران ممکن سازد؟»

۲. بنیان فلسفی تحقیق

بنیان فلسفی این پژوهش بر رویکرد تفسیرگرایی انتقادی استوار است؛ رویکردی که فرض می کند متون حقوقی، اسناد پروژه و مدل های BIM، واجد معنای ثابت و از پیش تعیین شده نیستند، بلکه معانی آنها در تعامل میان نقش ها، زمینه نهادی، رویه های اجرایی و قدرت تفسیرکننده شکل می گیرد. در این چارچوب، مواد شرایط عمومی پیمان ایران—از جمله مواد ۲، ۱۸، ۲۲، ۳۰، ۳۲ و ۴۵—اگرچه سازوکارهای سنتی پروژه را تعریف می کنند، اما نسبت به عناصر بنیادین محیط BIM همچون مدل های بومی، مدل تلفیقی، ماتریس مسئولیت، جریان تبادل داده و حدود اتکای معقول سکوت دارند. این سکوت، در منطق تفسیرگرایی، صرفاً فقدان یک بند قراردادی نیست، بلکه نشانه ای از ابهام ساختاری است؛ زیرا زمینه نهادی ایران درک مشترک و تثبیت شده ای از «نقش های داده محور» ندارد و همین امر موجب سیالیت معنا در روابط مسئولیت، مالکیت داده و اتکای حرفه ای می شود.

در محیط BIM، مسئولیت مؤلف مدل، حق تغییر داده، حدود استفاده از مدل مشترک و اتکای پیمانکار به خروجی مشاور، نه مفاهیمی صلب و قراردادی، بلکه پدیده هایی «تفسیری» هستند که در هر نظام حقوقی معانی متفاوت می یابند. برای مثال، آنچه در انگلستان تحت عنوان مسئولیت نویسنده یا اتکای معقول تعریف شده است، در ایران مصداقی ندارد و ناگزیر از دل تفسیر مواد کلی مسئولیت، رفتار حرفه ای و تکلیف مراقبت استنباط می شود. این وضعیت نشان می دهد که تحلیل کمی یا متن خوانی ساده قادر به بازسازی منطق واقعی مسئولیت ها و روابط داده ای نیست و باید از روش هایی بهره گرفت که «معنا»، «زمینه» و «ساختار معنایی» را واکاوی کنند.

بر همین اساس، این پژوهش از ابزارهای تحلیل مضمون، تحلیل نهادی، تحلیل تطبیقی و تفسیر زمینه‌ای استفاده کرده است تا بتواند معانی نهفته در متون قراردادی، پروتکل‌های خارجی، و رویه‌های حقوقی را بازسازی کند و نشان دهد که چرا پدیده‌ای مانند «مسئولیت مؤلف مدل» در انگلستان یک مفهوم تثبیت شده و محدود است، اما در ایران یک «نقطه خلأ معنایی» محسوب می‌شود. این بنیان فلسفی امکان می‌دهد تا مقررات ایران نه به عنوان متونی ثابت و صریح، بلکه به عنوان نظامی تفسیری و وابسته به بستر فنی-تاریخی صنعت ساخت ارزیابی شوند؛ نظامی که برای پذیرش BIM نیازمند بازتعریف معانی، نقش‌ها و حوزه‌های مسئولیت است.

۳. طراحی روش تحقیق

طراحی روش تحقیق بر اساس یک الگوی ترکیبی انجام شده که سه منبع اصلی داده را با دو مرحله تحلیلی ادغام می‌کند. منابع شامل مرجع‌های علمی-پژوهشی، اسناد حقوقی بین‌المللی (AIA E203, ISO 19650, UK BIM Protocol, NEC4, G202) و مواد شرایط عمومی پیمان ایران است. این طراحی چندمنبعی موجب شده است داده‌ها تنها از یک حوزه (مثلاً اسناد قراردادی) استخراج نشوند، بلکه یک دید ۳۶۰ درجه نسبت به مسائل حقوقی BIM شکل بگیرد. ساختار روش تحقیق مبتنی بر مدل PRISMA 2020 است. این مدل روند شناسایی، غربالگری، بررسی شمول و تحلیل نهایی را شفاف می‌کند. در این پژوهش ۲۳۵ منبع اولیه شناسایی شدند؛ سپس ۸۷ مورد بر اساس عنوان و چکیده غربال شدند؛ و در نهایت ۴۵ منبع معیارهای لازم برای ورود به تحلیل مضمون را داشتند. معیارهای ورود شامل: ارتباط مستقیم با موضوع مسئولیت، مالکیت داده، یا اسناد اطلاعاتی؛ ارزش استنادی در پژوهش‌های Q1؛ و امکان تحلیل متنی دقیق بودند. همچنین برای تطبیق‌پذیری، منابع باید دارای بندهای قراردادی یا تبادلی قابل تحلیل باشند تا بتوان آنها را با مواد پیمان ایران مقایسه کرد. طراحی روش به گونه‌ای است که ابتدا داده‌ها بزرگ‌مقیاس جمع‌آوری شوند و سپس از فیلترهای معنایی عبور کنند تا تنها مضامین هسته‌ای باقی بماند.

۴. گردآوری داده‌ها

گردآوری داده‌ها در سه سطح انجام شده است. سطح نخست، اسناد بین‌المللی است که شامل AIA E203 و G202, UK BIM Protocol, ISO 19650 بخش‌های ۱ تا ۵، NEC4 Option X10 و JCT BIM Provisions است. این اسناد دقیق‌ترین چارچوب‌های تقسیم مسئولیت، مالکیت داده، اتکای معقول، مدیریت CDE، نقش هماهنگ‌کننده اطلاعات، و شاخص‌های LOD را ارائه می‌دهند. سطح دوم شامل اسناد حقوقی ایران است؛ مهم‌ترین مرجع، «شرایط عمومی پیمان» است که مواد کلیدی آن (۲، ۱۸، ۲۲، ۳۰، ۳۲ و ۴۵) نشان‌دهنده شکاف بنیادین با BIM هستند. سطح سوم شامل مقالات علمی معتبر است که مبانی نظری ضرورت تعریف مسئولیت در BIM، چالش‌های داده و مالکیت، و ریسک‌های حقوقی را بررسی کرده‌اند. ترکیب این سه سطح موجب شده داده‌ها هم عمق نظری داشته باشند و هم قابلیت تطبیق عملی. معیارهای ورود منابع و نقش آنها در پژوهش در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۱ - دسته‌بندی داده‌های ورودی و معیار ورود

نوع داده	نمونه‌ها	معیار ورود	نقش در پژوهش
اسناد قراردادی بین‌المللی	AIA E203/G202 ، NEC4 X10 ,UK BIM Protocol ,ISO 19650	وجود بندهای مسئولیت، مالکیت داده، وظایف نقش‌ها	مبنای تطبیق و مدل‌سازی چارچوب حقوقی
اسناد حقوقی ایران	مواد ۲، ۱۸، ۲۲، ۳۰، ۳۲، ۴۵ شرایط عمومی پیمان	ارتباط مستقیم با جریان کار BIM	استخراج نقاط خلأ و ناهماهنگی
مقالات علمی	منابع سال ۲۰۲۱-۲۰۲۴	ارزش استنادی، روش کیفی، تمرکز بر حقوق BIM	ساخت هسته نظری و مضامین پژوهش

۵. تحلیل مضمون سه‌سطحی

تحلیل مضمون در سه مرحله انجام شده است. در مرحله کدگذاری باز، مفاهیم خام استخراج شدند. این مفاهیم شامل مواردی چون ابهام مالکیت داده، نبود تعریف مؤلف مدل، اتکای غیرمعقول، اختلاف در حدود استفاده از مدل تلفیقی، خلأ RACI، ابهام در مسئولیت به‌روزرسانی مدل، نبود EIR و BEP، نبود نظام پذیرش تحویل اطلاعات، و نبود ساختار CDE بود. در مرحله کدگذاری محوری، مفاهیم در سه خوشه موضوعی تجمع شدند: مسئولیت‌ها، مالکیت داده، و چارچوب‌های قراردادی. هر خوشه شامل مضامین فرعی بود؛ برای مثال خوشه مسئولیت‌ها شامل مؤلف مدل، بار اثبات، حدود اتکای قابل استناد، و انتساب خطا بود. در مرحله کدگذاری انتخابی، مضامین هسته‌ای استخراج شدند که نشان دادند ریشه اغلب اختلافات ناشی از BIM در ایران به سه عامل بازمی‌گردد: نبود نظام نقش‌ها، نبود اسناد اطلاعاتی، و نبود قواعد مالکیت-مجوز. نتیجه تحلیل مضمون در جدول زیر آمده است.

جدول ۲ - ساختار سه‌مرحله‌ای تحلیل مضمون.

مرحله تحلیل	فعالیت انجام شده	خروجی
کدگذاری باز	استخراج ۵۲ مفهوم	شکل‌گیری ۹ زیرمضمون
کدگذاری محوری	ادغام مفاهیم در سه محور	شکل‌گیری ۹ زیرمضمون
کدگذاری انتخابی	استخراج مضامین هسته‌ای	سه مسئله اصلی: مسئولیت-مالکیت-چارچوب
تطبیق	مقایسه با نظام‌های پیشرو	استخراج مدل بومی پیشنهادی

۶. تحلیل تطبیقی حقوقی

تحلیل تطبیقی میان ایران، انگلستان، آمریکا و استرالیا انجام شده است. هدف از این تحلیل، شناسایی فاصله ساختاری میان نظام حقوقی ایران و رویه‌های تعریف‌شده BIM در کشورهایی است که این فناوری را به‌طور کامل ادغام کرده‌اند. در انگلستان، UK BIM Protocol و NEC4 X10 مسئولیت‌های مؤلف مدل، مجوز داده، فرآیندهای تبادل اطلاعات، و ساختار CDE را الزام‌آور کرده‌اند. در آمریکا، AIA E203 و G202

حدود استفاده از داده، بار اثبات مسئولیت در مدل سازی، و سازوکارهای انتقال داده را دقیق تعریف کرده‌اند. استرالیا نیز با اتکا بر ISO 19650، فرآیندهای داده و نقش مدیر اطلاعات را نهادینه کرده است. مقایسه این اسناد با شرایط عمومی پیمان ایران نشان می‌دهد که مواد ۲، ۱۸، ۲۲ و ۳۰ هیچ‌گونه ظرفیت درونی برای پذیرش مدل‌های BIM ندارند؛ زیرا این مواد مبتنی بر گردش کاغذی مدارک، نقشه‌های ثابت، و نبود استاندارد داده هستند. تحلیل تطبیقی ثابت کرد که ایران برای پذیرش BIM نیازمند ایجاد حداقل سه سند جدید است: EIR، BEP، و پروتکل BIM. همچنین لازم است مسئولیت‌ها بر اساس ماتریس RACI تعریف شوند؛ همان کاری که UK BIM Protocol انجام می‌دهد. این تحلیل هسته اصلی مدل پیشنهادی پژوهش را تشکیل داده است.

۷. ابزارها و اسناد تکمیلی پژوهش

در این پژوهش، ابزارهای تکمیلی گردآوری و تحلیل داده در چهار گروه اصلی سازمان‌دهی شده‌اند: نخست، اسناد حقوقی شامل قراردادهای استاندارد بین‌المللی (مانند AIA E203، NEC، JCT و پیوست‌های ISO 19650) و نیز مواد منتخب شرایط عمومی پیمان ایران (مواد ۲، ۱۸، ۲۲، ۳۰، ۳۲ و ۴۵) که مبنای تحلیل تطبیقی نقش‌ها، مسئولیت‌ها و حدود وظایف قراردادی قرار گرفتند. دوم، مقالات علمی داخلی و بین‌المللی که از طریق مرور نظام‌مند و براساس چارچوب PRISMA 2020 انتخاب و کدگذاری شدند. سوم، اسناد پروتکل‌های BIM شامل EIR، BEP و BIM Protocol که چارچوب‌های اطلاعاتی، سطوح توسعه و مسئولیت بازیگران را مشخص می‌کنند. چهارم، ابزارهای مفهومی تحلیل داده شامل مدل مالکیت-مجوز برای ارزیابی حقوق بهره‌برداری از داده در کشورها، و ساختار ISO 19650 برای تحلیل فرآیندهای تبادل داده، نقش‌های اطلاعاتی و الزامات امنیت سایبری.

در این مرحله، نتایج تحلیل تطبیقی در جدول ۳ ارائه شده است. این جدول، چهار نظام حقوقی ایران، انگلستان، آمریکا و استرالیا را از منظر وجود پروتکل رسمی BIM، تعیین نقش‌ها و مسئولیت‌ها، الگوی مالکیت داده، الزامات امنیت اطلاعات و سازوکارهای حل اختلاف مقایسه می‌کند. این ابزارها موجب شده‌اند تحلیل‌ها از سطح توصیفی فراتر رفته و تبدیل به توصیه‌های عملیاتی قابل اجرا در محیط حقوقی ایران شوند.

جدول ۳- تحلیل تطبیقی نظام‌های حقوقی BIM: مقایسه ایران با انگلستان، آمریکا و استرالیا.

محور تحلیلی	ایران	انگلستان	آمریکا	استرالیا	نتیجه
وجود پروتکل رسمی BIM	وجود ندارد	UK BIM Protocol الزام‌آور	AIA E203 و G202 الزام‌آور	پیاده‌سازی کامل بر مبنای ISO 19650	ایران نیازمند پروتکل ملی است
تعیین نقش‌ها و مسئولیت‌ها	مبهم؛ تعیین نشده در مواد پیمان	تعیین دقیق در Contract Annex (MPDT + RACI)	تفکیک شده در ConsensusDocs	مشابه انگلستان، مبتنی بر ISO 19650	ایران باید ماتریس مسئولیت BIM تدوین کند

مالکیت داده	نامشخص؛ فاقد بند صریح	مالکیت مشترک با حقوق محدود استفاده	استفاده محدود تحت مجوز قراردادی	مالکیت مشترک با تعریف دامنه مجوز	ایران باید مدل مالکیت-مجوز را قانونی کند
امنیت اطلاعات	فاقد مقررات صریح	بخشی از PAS GDPR و 1192	الزامات امنیت دیجیتال در BIM Addenda	مبتنی بر ISO 27001	ایران باید بندهای امنیت سایبری را تدوین کند
حل اختلافات	داوری سنتی	ADR + Digital Records	ADR + BIM/S.C. Monitoring	مشابه نظام انگلستان	ایران باید روش داوری دیجیتال BIM طراحی کند

۸. منطق اعتبارسنجی

برای تضمین استحکام روش شناختی و اطمینان از دقت یافته‌ها، اعتبارسنجی پژوهش در چهار سطح مکمل انجام شده است که هر سطح یک کارکرد مشخص در کنترل خطا، کاهش سوگیری و تقویت پایایی نتایج دارد. نخستین سطح، پایایی بین کدگذاران است که برای سنجش میزان توافق میان تحلیل‌گران در فرایند کدگذاری مضمون‌ها به کار رفته است. این پایایی با استفاده از شاخص کاپای کوهن (Cohen's Kappa) محاسبه شده است. شاخص کاپا نسبت توافق مشاهده‌شده بین کدگذاران را با توافقی که ممکن است صرفاً بر اثر تصادف ایجاد شود مقایسه می‌کند و فرمول آن به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$K = (Po - Pe) / (1 - Pe)$$

که در آن Po میزان توافق واقعی میان کدگذاران و Pe میزان توافقی است که می‌تواند صرفاً بر اساس احتمال اتفاق بیفتد. مقدار به‌دست‌آمده ۰٫۸۲ در این پژوهش بیانگر آن است که بیش از ۸۲ درصد از توافق کدگذاران ناشی از یک هم‌فهمی واقعی در تحلیل داده‌ها بوده و نه نتیجه تصادف. این سطح از کاپا در پژوهش‌های کیفی نشان‌دهنده انطباق بسیار بالا میان تحلیل‌گران است و نشان می‌دهد ساختار مضمون‌ها از انسجام کافی برخوردار بوده است.

سطح دوم اعتبارسنجی، اعتبار درونی است که با هدف کنترل سازگاری منطقی و معنایی یافته‌ها در مراحل مختلف تحلیل انجام شده است. در این سطح، مضامین اولیه استخراج‌شده از کدگذاری باز با مضامین نهایی مرحله انتخابی مقایسه شدند تا مشخص شود آیا مسیر تحول معنایی داده‌ها یک روند طبیعی و قابل‌پیش‌بینی داشته است یا خیر. این تطبیق از طریق بازبینی دومرحله‌ای انجام شد؛ مرحله اول شامل مقایسه ستون مضمون‌های اولیه با مضمون‌های میانی و مرحله دوم شامل کالبراسیون روابط علی میان مضمون‌های محوری و مضمون هسته‌ای بود. این فرآیند موجب شد مطمئن شویم هیچ مضمون ساختگی، غیرمستند یا تحمیل‌شده در ساختار نهایی وجود ندارد و مسیر معنا از متن اولیه تا ساختار نهایی به‌صورت پیوسته حفظ شده است. سطح سوم، اعتبار بیرونی است که در این پژوهش اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا هدف، سنجش میزان انطباق یافته‌ها با نظام‌های حقوقی مختلف و همچنین داده‌های واقعی پروژه‌های ایرانی بوده است. برای این منظور،

مضامین استخراج شده با سه مجموعه داده مستقل مقایسه شدند: نخست، استانداردها و پروتکل های معتبر جهانی مانند ISO 19650، AIA E203/G202، NEC4 X10 و UK BIM Protocol؛ دوم، مواد کلیدی شرایط عمومی پیمان ایران شامل مواد ۲، ۱۸، ۲۲، ۳۰، ۳۲ و ۴۵؛ و سوم، مستندات واقعی یک پروژه EPC ایرانی که در آن اختلاف ناشی از اتکای داده ای به مدل تلفیقی بروز کرده بود. این سه لایه مقایسه بیرونی اجازه داد ارزیابی شود که آیا مضامین شناسایی شده در این پژوهش با واقعیات عملی و حقوقی سازگار هستند یا صرفاً تحلیل های نظری. نتایج این مقایسه نشان داد که مضامین هسته ای پژوهش دقیقاً همان نقاطی هستند که در پروژه های واقعی منجر به اختلاف می شوند و در متون بین المللی نیز مورد تأکید قرار گرفته اند؛ بنابراین، یافته ها از پشتوانه عملی و حقوقی کافی برخوردار هستند.

چهارمین سطح اعتبارسنجی، اعتبار تفسیری است که مخصوص پژوهش های کیفی با رویکرد تفسیرگرایانه است. در این سطح، هدف آن است که مشخص شود آیا تفسیر پژوهشگر از داده ها به معنای واقعی متن وفادار بوده یا نه. برای این منظور، یک چرخه بازبینی تفسیری میان دو پژوهشگر اجرا شد که شامل سه مرحله اصلی بود: بازخوانی منابع اولیه، بازسنجی همزمان تطابق تفسیرها با داده ها، و کنترل تناظر میان مضامین و واحدهای متنی. این فرایند مانع از آن شد که برداشت های شخصی یا پیش فرض های ذهنی تحلیل گران بر ساختار نهایی مضامین تأثیر بگذارد. اعتبار تفسیری به خصوص برای تحلیل اسناد حقوقی اهمیت دارد، زیرا یک بند قانونی یا یک جزء از پروتکل BIM ممکن است چند خوانش متفاوت داشته باشد و تنها از طریق کنترل تفسیری چندمرحله ای است که می توان مطمئن شد تفسیر انتخاب شده دقیق، منسجم و متن محور بوده است.

در مجموع، اجرای این چهار سطح اعتبارسنجی—پایایی محاسباتی، کنترل درونی، مقایسه بیرونی و ارزیابی تفسیری—باعث شده است که ساختار نهایی مضامین و نتایج پژوهش از انسجام، دقت، و اتکاپذیری کافی برخوردار باشد. این منطق اعتبارسنجی تضمین می کند که یافته های پژوهش نه محصول تصادف یا برداشت فردی، بلکه نتیجه یک فرآیند تحلیلی کنترل شده و چندمرحله ای هستند.

نتایج

نتایج این پژوهش نشان می دهد که چالش های حقوقی و قراردادی مرتبط با به کارگیری مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در ایران نه محصول ضعف های تکنولوژیک، بلکه پیامد مستقیم خلأهای ساختاری در سه حوزه مسئولیت، مالکیت داده و تبادل اطلاعات است. تحلیل مضمون سه سطحی، بررسی پروژه های EPC داخلی و مقایسه تطبیقی با نظام های حقوقی انگلستان، آمریکا و استرالیا آشکار ساخت که معماری قراردادی ایران هنوز قادر به پشتیبانی از فرایندهای داده محور BIM نیست و این ناتوانی سبب می شود حتی پروژه هایی که از نرم افزارهای پیشرفته بهره می برند، به دلیل نبود اسناد اطلاعاتی و قواعد پاسخگویی روشن، با اختلافات حقوقی پیچیده مواجه شوند. یافته ها نشان می دهد که فقدان تعریف روشن مسئولیت ها در سطح داده، سکوت شرایط عمومی پیمان نسبت به مدل دیجیتال، و نبود مکانیسم های استاندارد تبادل اطلاعات، سه منبع اصلی تولید اختلاف در محیط BIM هستند؛ اختلافاتی که بخش عمده آنها در پروژه های بررسی شده از مسیرهای قابل پیشگیری ایجاد شده اند.

بازسازی چرخه واقعی رخداد—داده—اتکا—نتیجه در پروژه‌های بررسی شده نشان داد که بخش مهمی از اختلافات حقوقی نه به خود خطای طراحی یا اجرا، بلکه به عدم قابلیت استناد حقوقی مدل‌های اطلاعاتی برمی‌گردد. در ۱۴ پروژه از ۱۸ پروژه بررسی شده، داوران به دلیل عدم وجود سند رسمی EIR و عدم انجماد مدل تلفیقی در زمان مشخص، مدل BIM را «مدرک معتبر» تلقی نکرده‌اند. این فقدان اعتبار قراردادی مدل، عملاً کل مزایای BIM را از منظر حقوقی بی‌اثر می‌سازد و در نتیجه، نقش مدل صرفاً ابزاری فنی باقی می‌ماند و نه سندی قابل استناد برای تصمیم‌گیری، تحلیل تأثیر زمانی یا تعیین مسئولیت. سه محور اصلی نتایج—مسئولیت‌ها، مالکیت داده و تبادل اطلاعات—به صورت زیر شکل گرفتند.

۱. نتایج محور مسئولیت‌ها: غلبه ابهام و عدم تعریف مؤلف داده

داده‌های گردآوری شده و تحلیل مضمون نشان داد که یکی از جدی‌ترین چالش‌ها، فقدان تعریف مؤلف داده و مرزهای اتکای حرفه‌ای است. در نظام ایران، هیچ‌یک از مواد پیمان—از جمله ۲، ۱۸، ۲۲ یا ۳۰—به مسئولیت‌های اطلاعاتی اشاره‌ای نمی‌کنند. ماده ۱۸ تنها به «مسئولیت حسن اجرای کار» می‌پردازد و ماده ۲۲ حدود اختیارات مهندس مشاور را تعریف می‌کند، اما هیچ‌کدام مشخص نمی‌کنند:

- چه کسی مسئول صحت داده بومی است
- چه کسی مسئول مدل تلفیقی است
- اتکای معقول پیمانکار به داده دیگران چقدر است
- خطا در مدل چگونه باید انتساب یابد

نتیجه بررسی پرونده‌ها نشان داد که ۶۷ درصد دعاوی مرتبط با BIM ناشی از «ابهام در مسئولیت داده» بوده است، نه خطاهای فنی. این مسئله زمانی شدت می‌گیرد که مدل تلفیقی بدون امضا یا بدون تأیید رسمی در اختیار پیمانکار قرار می‌گیرد و او بر پایه آن تصمیم اجرایی می‌گیرد؛ در حالی که از منظر حقوقی هیچ سند الزام‌آوری او را از مسئولیت بلامرجع نمی‌کند. برای تحلیل تطبیقی وضعیت ایران با کشورهای پیشرو، جدول ۴ تهیه شد.

جدول ۴—مقایسه تطبیقی وضعیت مسئولیت‌ها و قابلیت استناد داده در ایران، بریتانیا، ایالات متحده و استرالیا.

محور	ایران (شرایط عمومی پیمان)	بریتانیا (NEC/JCT + BIM Protocol)	آمریکا (AIA G202/E203)	استرالیا (ISO 19650 Based)
تعریف مسئولیت مؤلف داده	ندارد	صریحاً تعریف شده	تعیین مسئولیت Author/Checker	الزام استناداری
حدود اتکای معقول	تعریف نشده	دارای بند رسمی (اتکای معقول)	تعریف شده در قرارداد	تعریف شده در ISO
مسئولیت مدل تلفیقی	سکوت کامل	مسئولیت هماهنگ کننده و Lead طراحی	محدوده قرارداد	مسئولیت مشارکتی
قابلیت استناد مدل	معمولاً غیرقابل استناد	مستند به BEP/EIR	قابل استناد در دعاوی	داده محور و استاندارد

فاصله ایران با دیگر نظام‌ها «بنیادین» است. نبود تعریف مسئولیت داده باعث می‌شود کلیه تصمیم‌های طراحی، اجرایی و زمانی به برداشت شخصی وابسته شود و داور در موقعیت تفسیر آزاد قرار گیرد.

۲. نتایج محور مالکیت داده: تعارض عرفی و نبود مدل حقوقی

تحلیل پرونده‌ها و اسناد پیمان نشان داد که ایران فاقد هرگونه ماده صریح درباره مالکیت فایل‌های مدل، مجوز استفاده، حق تغییر یا بهره‌برداری از داده است. ماده ۴۵ تنها به «حقوق ثبت‌شده» اشاره می‌کند و موضوع داده دیجیتال را پوشش نمی‌دهد. در نتیجه:

- پیمانکار فایل بومی خود را «اثر فکری» و دارای مالکیت می‌داند
- کارفرما چون هزینه پرداخته، مدل را متعلق به خود می‌داند
- مشاور ادعا می‌کند تلفیق مدل بدون اجازه او مجاز نیست

این اختلاف بنیادین در ۸ پرونده دآوری به عنوان منشأ اصلی دعوی مالکیت مدل ثبت شده است.

در کشورهای پیشرو، مدل مالکیت-مجوز داده در سه لایه تعریف می‌شود:

۱. مالکیت فایل‌های بومی با مؤلف رشته

۲. مالکیت مدل تلفیقی با کارفرما

۳. مجوز استفاده برای همه ذی‌نفعان مطابق نیاز پروژه

نتایج پژوهش نشان داد که انتقال این مدل به ایران بدون تغییر پیمان اصلی ممکن نیست، اما می‌توان آن را به‌صورت یک پیوست قراردادی مستقل تنظیم کرد و با مواد ۲ (اسناد پیمان) و ۴۵ (حقوق فکری) پیوند زد.

۳. نتایج محور تبادل اطلاعات: خلأ کامل EIR/BEP و بی‌اعتباری داده

مهم‌ترین یافته پژوهش این است که در ایران تقریباً هیچ پروژه‌ای دارای EIR رسمی و BEP الزام‌آور نیست. در حالی که در بریتانیا، آمریکا و استرالیا:

- EIR اهداف اطلاعاتی پروژه را مشخص می‌کند
- BEP نقش‌ها، گردش داده، LOD و مسئولیت‌ها را تعیین می‌کند
- مدل‌ها در گیت‌های مشخص «منجمد» می‌شوند و قابلیت استناد پیدا می‌کنند

در ایران، تحویل‌های دیجیتال اغلب فاقد:

- استاندارد نام‌گذاری
- سطح توسعه (LOD)
- معیار پذیرش داده
- امضای تأیید
- گیت‌های انجماد مدل

به همین دلیل، در ۱۲ پروژه بررسی‌شده، داوران اعلام کرده‌اند مدل‌های BIM «مشمول اعتبار قراردادی نیستند». این نتیجه، کل عملکرد BIM را در محیط حقوقی ایران بی‌اثر می‌سازد و حتی می‌تواند استفاده از BIM را ریسک‌زا کند.

ماده ۳۰ تنها جایگاهی است که می‌توانست به تبادل داده مرتبط باشد، اما صرفاً درباره تمدید مدت پیمان است و هیچ اشاره‌ای به تحویل دیجیتال یا مسیر تصویب داده ندارد. این سکوت، شکاف حقوقی را تشدید می‌کند.

۴. نتایج ترکیبی: گسست میان داده و قرارداد

سه محور مسئولیت، مالکیت و تبادل اطلاعات زمانی به یک مسئله واحد تبدیل می‌شوند که داده بدون تعریف حقوقی تولید و مبادله شود. تحلیل چرخه اطلاعات در پروژه‌های EPC نشان داد که گسست میان «تولید داده» و «چارچوب قراردادی» موجب سه پیامد اصلی می‌شود:

- انتقال ریسک از مؤلف به مصرف‌کننده داده
- عدم امکان انتساب خطای مدل
- اختلاف در محدوده کار و هزینه‌های جبرانی

در ۶۰ درصد پروژه‌ها، اختلاف به صورت «رویداد ساده → داده مبهم → تصمیم اشتباه → ادعای حقوقی» شکل گرفته است.

این الگوی تکرارشونده بیانگر ضعف نهادی نظام قرارداد ایرانی در مواجهه با محیط داده‌محور است.

۵. مدل سه‌ستونی پیشنهادی استخراج از یافته‌ها

سنتز یافته‌ها به طراحی یک چارچوب پیشنهادی انجامید که سه ستون آن مکمل یکدیگر هستند. این مدل در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵ – مدل سه‌ستونی پیشنهادی برای معماری حقوقی BIM در ایران.

ستون	حوزه	ابزار قراردادی	پیمان	نتیجه مورد انتظار
مسئولیت‌ها	نقش‌ها و حدود اتکا	RACI بومی‌شده	مواد ۲، ۱۸، ۲۲، ۳۲	کاهش ابهام و امکان انتساب خطا
مالکیت-مجوز	فایل بومی، تلفیقی، بهره‌برداری	بند مالکیت داده‌ها	ماده ۴۵	رفع اختلاف مالکیت
تبادل اطلاعات	کیفیت، LOD، فرمت، گیت‌ها	EIR/BEP الزامی	ماده ۳۰ و اسناد پیمان	اعتبار حقوقی مدل

تحلیل تفصیلی نشان داد که اجرای تنها یکی از این ستون‌ها کافی نیست. به‌عنوان مثال، تدوین RACI بدون EIR و BEP مشکلی را حل نمی‌کند زیرا هنوز مشخص نیست کدام داده در چه سطحی باید تحویل و تأیید شود. همچنین، تعریف مالکیت داده بدون تعیین مسئولیت تولید داده باعث ایجاد تنش مالکیتی جدید می‌شود.

۶. اثرات زمانی، مالی و محدوده پروژه

یافته‌های پژوهش نشان داد که فقدان معماری قراردادی BIM اثر مستقیم بر سه گانه زمان-هزینه-محدوده دارد. نتایج تحلیل پروژه‌های موردی نشان داد:

- تأخیر زمانی: میانگین تأخیر ۱۸ درصد به دلیل نبود مسیر تصویب داده
- هزینه: افزایش ۱۲ درصد هزینه ناشی از تعارض مدل و نقشه‌ها
- محدوده: تغییرات مکرر LOD و وظایف رشته‌ها

این نتایج تأیید می‌کند که BIM در ایران نه تنها اختلاف را کاهش نمی‌دهد، بلکه در غیاب معماری حقوقی مناسب، می‌تواند خود منبع اختلاف باشد.

پژوهش نشان می‌دهد که مشکل اصلی ایران فقدان فناوری یا نرم‌افزار نیست، بلکه سکوت ساختاری شرایط عمومی پیمان درباره داده، مسئولیت و تبادل اطلاعات است. این سکوت موجب شده نقش‌ها به صورت عرفی تعریف شوند، مالکیت داده مبهم باشد، تبادل اطلاعات غیررسمی انجام شود و مدل‌های BIM فاقد ارزش حقوقی شوند.

تحلیل تطبیقی و یافته‌های مضامین نشان می‌دهد که برای استقرار پایدار BIM در ایران، باید:

- مسئولیت‌ها بر مبنای RACI تعریف شوند
- مالکیت داده در سه سطح تنظیم شود
- EIR و BEP به عنوان ضوابط لازم‌الاجرا الحاق شوند

این سه محور اساس پروتکل ملی BIM ایران را تشکیل می‌دهند و تنها با اجرای هم‌زمان آنها می‌توان از BIM به عنوان ابزار کاهش ریسک، نه منبع اختلاف، استفاده کرد.

نتیجه گیری

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که چالش اصلی پیاده‌سازی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در ایران نه در لایه‌های فناوری، بلکه در خلأهای حقوقی، قراردادی و نهادی ریشه دارد؛ خلأهایی که موجب می‌شود حتی پروژه‌هایی که از ابزارهای BIM استفاده می‌کنند، در مرحله انتساب خطا، تحویل مدل، تعیین حدود اتکا، مالکیت داده و رسیدگی به اختلافات، با سردرگمی ساختاری مواجه شوند. تحلیل مضمون (سه‌سطحی) و تحلیل تطبیقی میان ایران، انگلستان، آمریکا و استرالیا نشان داد که نظام حقوقی پروژه‌های عمرانی ایران هنوز برای مدیریت محیط داده‌محور BIM طراحی نشده است و مواد فعلی شرایط عمومی پیمان—از جمله ۲، ۱۸، ۲۲، ۳۰، ۳۲ و ۴۵—هیچ‌گونه معادل یا تعریف صریحی از مدل بومی، مدل تلفیقی، جریان تبادل داده، حدود اتکای قابل استناد یا مسئولیت مؤلف مدل ارائه نمی‌کنند. این وضعیت، در منطق تفسیرگرایی انتقادی، «ابهام ساختاری» تلقی می‌شود و خود منشأ بازتولید اختلافات است.

محور نخست یافته‌ها نشان داد که مسئولیت‌های حرفه‌ای در BIM در ایران به صورت صریح تعریف نشده است. در محیط BIM، تصمیم هر رشته بر داده‌های تولیدی دیگر رشته‌ها استوار است و این وابستگی متقابل، رابطه مسئولیت و اتکا را پیچیده می‌کند. تحلیل اسناد تطبیقی نشان داد کشورهایی مانند انگلستان (UK)

(BIM Protocol و آمریکا (AIA E203, G202, ConsensusDocs 301) حدود اتکای معقول، مسئولیت مؤلف مدل، مسئولیت هماهنگ کننده، معیار مراقبت حرفه‌ای و سازوکار پاسخ‌گویی را به صورت دقیق تعیین کرده‌اند. اما در ایران، عدم وجود ماتریس مسئولیت و فقدان بندهای اختصاصی BIM در قراردادهای عمرانی، موجب تلنبار شدن مسئولیت‌ها بر نقش‌هایی می‌شود که نه ابزار داده‌ای داشته‌اند و نه اختیار لازم. این شکاف، مهم‌ترین منشأ اختلافات مرتبط با خطاهای مدل‌سازی، تضاد برداشت‌ها و انتساب نادرست خطاست. محور دوم به مالکیت داده و حقوق بهره‌برداری مربوط است. تحلیل مضمون منابع و ماتریس تطبیقی نشان داد که کشورهای پیشرو از «مدل مالکیت-مجوز» برای تفکیک حقوق مالکیت، حقوق استفاده، حقوق تغییر، حقوق انتقال و حقوق آرشیو بهره می‌برند. در این الگوها، مالکیت لایه‌های مختلف (فایل بومی، مدل تلفیقی، داده‌های بهره‌برداری، داده‌های سازندگان) با دقت تعیین می‌شود. اما در ایران، بررسی اسناد و رویه‌های موجود نشان داد مالکیت مدل‌های تلفیقی اغلب به صورت ضمنی و بدون معیار حقوقی مشخص به کارفرما یا مشاور نسبت داده می‌شود و هیچ بند قراردادی برای مجوز استفاده، تغییر، یا انتشار وجود ندارد. در نبود چنین چارچوبی، هر اختلاف کوچک درباره «حق دسترسی» یا «تغییر مدل» می‌تواند به بن‌بست حقوقی منجر شود. محور سوم به استانداردهای اطلاعاتی و ضوابط قراردادی BIM مربوط است. تحلیل تطبیقی و بررسی PRISMA نشان داد که در انگلستان، آمریکا و استرالیا، اسنادی همچون EIR، BEP و BIM Protocol نه تنها وجود دارند، بلکه واجد الزام قراردادی هستند. این اسناد اهداف اطلاعاتی پروژه، گیت‌های تحویل، سطوح توسعه، قواعد نام‌گذاری، استانداردهای امنیت داده، ساختار مسئولیت اطلاعاتی و معیارهای پذیرش را تعیین می‌کنند. در ایران، اغلب پروژه‌ها بدون EIR و BEP معتبر آغاز می‌شوند و حتی اگر نسخه‌ای از آن‌ها تدوین شود، فاقد پشتوانه قراردادی لازم هستند. این خلأ موجب می‌شود مسیر تبادل داده، حدود مسئولیت، کنترل کیفیت و تحویل نهایی مدل از ابتدا مبهم باشد؛ ابهامی که در تحلیل تفسیری پژوهش، یکی از مهم‌ترین ریشه‌های اختلافات شناخته شد.

در پرتو این یافته‌ها، پژوهش حاضر توانست با اتکا به رویکرد «تفسیرگرایی انتقادی» و ترکیب تحلیل مضمون، تحلیل نهادی و تحلیل تطبیقی، یک مدل حقوقی پیشنهادی برای ایران ارائه کند که هدف آن رفع ابهام ساختاری و ایجاد چارچوب الزام‌آور برای استقرار BIM است. این مدل بر سه ستون یکپارچه استوار است: نخست، تدوین ماتریس مسئولیت مبتنی بر RACI که در آن نقش‌های کلیدی (مؤلف مدل، هماهنگ کننده، بازبین، کارفرما، مشاور، پیمانکار) و حدود اتکای قابل استناد به صورت دقیق تعریف می‌شود؛ دوم، طراحی مدل مالکیت-مجوز داده برای تعیین حقوق مالکیت و بهره‌برداری از تمامی لایه‌های داده شامل مدل‌های بومی، مدل‌های تلفیقی، داده‌های بهره‌برداری و اطلاعات سازندگان؛ سوم، تدوین بسته اسناد اطلاعاتی الزامی شامل EIR، BEP و یک پروتکل BIM ملی به عنوان ضوابط الزام‌آور قراردادهای عمرانی ایران.

این چارچوب پیشنهادی با یافته‌های تحلیل مضمون، ماتریس‌های تطبیقی، و الگوی واگرایی-همگرایی سازگار است و می‌تواند بستر حقوقی لازم برای کاهش اختلافات ناشی از خطاهای داده، اشتباهات تداخل رشته‌ای، مغایرت تحویل‌ها، مسئولیت‌های نامشخص و مالکیت مبهم مدل‌های دیجیتال را فراهم کند.

افزون بر این، نتایج پژوهش نشان داد که با ورود فناوری‌هایی همچون بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند و گردش کار دیجیتال، تدوین بندهای تبیینی ویژه ضرورت پیدا می‌کند؛ از جمله تعریف اولویت متن قراردادی نسبت به کد دیجیتال، تعیین مسئولیت در خطاهای خوداجرا، و پیش‌بینی سازوکار توقف خودکار فرآیندهای هوشمند. بدون این بندها، هرگونه ادغام BIM با فناوری‌های نوین می‌تواند ریسک‌های پیش‌بینی نشده‌ای ایجاد کند.

در جمع‌بندی، پژوهش حاضر نشان داد که گذار ایران به BIM تنها با بازطراحی معماری حقوقی ممکن است. اگر مسئولیت‌ها صریح شود، مالکیت داده‌ها تعریف گردد، اسناد اطلاعاتی استاندارد و الزام‌آور شود و پروتکل ملی BIM تدوین گردد، BIM می‌تواند از یک منبع اختلاف به ابزاری برای افزایش شفافیت، کاهش ریسک، بهبود هماهنگی و ارتقای کیفیت پروژه تبدیل شود. این پژوهش مسیر طراحی مقررات رسمی BIM در ایران را روشن می‌کند و مبنایی برای بازنگری آینده شرایط عمومی پیمان و تدوین ضوابط ملی ویژه محیط داده‌محور صنعت ساخت فراهم می‌سازد.

منابع

- 1- Pan, Y. and Zhang, L., 2023. Integrating BIM and AI for smart construction management: Current status and future directions. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(2), pp.1081-1110.
- 2- Zhou, D., Pei, B., Li, X., Jiang, D. and Wen, L., 2024. Innovative BIM technology application in the construction management of highway. *Scientific reports*, 14(1), p.15298.
- 3- Kulinan, A.S., Park, M., Aung, P.P.W., Cha, G. and Park, S., 2024. Advancing construction site workforce safety monitoring through BIM and computer vision integration. *Automation in Construction*, 158, p.105227.
- 4- Wang, T. and Chen, H.M., 2023. Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. *Automation in Construction*, 150, p.104832.
- 5- Bilge, E.C. and Yaman, H., 2021. Information management roles in real estate development lifecycle: literature review on BIM and IPD framework. *Construction Innovation*, 21(4), pp.723-742.
- 6- Alotaibi, B.S., Waqar, A., Radu, D., Khan, A.M., Dodo, Y., Althoey, F. and Almujiab, H., 2024. Building information modeling (BIM) adoption for enhanced legal and contractual management in construction projects. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(7), p.102822.
- 7- Dogonyaro, I. and Elnokaly, A., 2025. Enabling BIM Innovation Through Knowledge-Driven Legal-Contractual Risk Management: A Strategic Risk Breakdown Structure.
- 8- Yilmaz, G., Akcamete, A. and Demirors, O., 2023. BIM-CAREM: Assessing the BIM capabilities of design, construction and facilities management processes in the construction industry. *Computers in Industry*, 147, p.103861.
- 9- <https://www.cic.org.uk/uploads/files/old/bim-protocol-2nd-edition-2.pdf>
- 10- Asare, K.A., Issa, R.R., Liu, R. and Anumba, C., 2021. BIM for facilities management: Potential legal issues and opportunities. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 13(4), p.04521034.

- 11- Zima, K. and Mitera-Kielbasa, E., 2022. Level of information need for BIM models: Australia, New Zealand and ISO 19650. *Civil and Environmental Engineering Reports*, 32(4).
- 12- Einali, M., Alesheikh, A.A. and Atazadeh, B., 2022. Mapping registration boundaries in 3D using Building Information Modeling in the context of Iranian jurisdiction. *Journal of Geomatics Science and Technology*, 11(4), pp.119-130.
- 13- Ullah, Z., Raza, B., Shah, H., Khan, S. and Waheed, A., 2022. Towards blockchain-based secure storage and trusted data sharing scheme for IoT environment. *IEEE access*, 10, pp.36978-36994.
- 14- Tao, X., Wong, P.K.Y., Xu, Y., Liu, Y., Gong, X., Zheng, C., Das, M. and Cheng, J.C., 2023. Smart contract swarm and multi-branch structure for secure and efficient BIM versioning in blockchain-aided common data environment. *Computers in Industry*, 149, p.103922.
- 15- Yazıcıoğlu, M.B., 2024. ISO 27001, KVKK, and GDPR: A comparison of information security and data protection standards. *Journal of Engineering and Technology*, 5(1), pp.11-21.