ارزیابی میزان تاثیر BIM در مرحله طراحی بمنظور کاهش دعاوی در فاز ساخت

اکبر معرفت
کارشناسی ارشد پردیس هنرهای زیبا-دانشگاه تهران-ایران
حسین طوسی
دکترای تخصصی پردیس هنرهای زیبا -دانشگاه تهران-ایران
رضا محمودی حسنخانلو
کارشناسی ارشدپردیس هنرهای زیبا-دانشگاه تهران-ایران

فصلنامه علمی تخصصی
مهندسی و مدیریت ساخت
سال دوم، شماره سوم
شماره پیاپی هفتم
پاییز ۱۳۹۶
نویسنده مسئول: **اکبر معرفت**
آدرس ایمیل:
marefat1989@gmail.com

چکیده
افزایش دعاوی در پروژه‌های پیچیده امروزی باعث شده است که یافتن ابزارهای مناسب برای مدیریت و کاهش دعاوی به یکی از سوالات مهم پژوهش‌های جدید تبدیل شود. هر چند نمی‌توان بطورکلی احتمال وقوع این ادعاها را از صنعت ساخت حذف کرد ولی می‌توان با بهره‌گیری از فناوری‌های نوینی همچون مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM) در مرحله طراحی، احتمال بروز این دعاوی را تا حد زیادی کاهش داد. در این مقاله روش پژوهش به صورت توصیفی و از نوع مطالعه مروری می‌باشد که برای جمع آوری داده‌ها از ابزار پرسشنامه و مطالعات کتابخانه‌ای استفاده شده است. در این پژوهش، به مجموعه‌ای از قابلیت های BIM که بر کاهش عوامل ایجاد ادعا در پروژه‌ها تاثیر گذاشته است، گریزی زده شد، سپس در ادامه با درنظر گرفتن پیچیدگی پروژه‌های صنعت ساخت با شناسایی چند مورد از عوامل ایجاد ادعا با قابلیت تاثیر از BIM به ارزیابی میزان تاثیر این تکنولوژی در جهت کاهش دعاوی در فاز ساخت پروژه‌ها پرداخته شده است. نتایج حاکی از این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش میزان پیچیده‌گی در پروژه‌ها، تاثیرات فناوری BIMدر کاهش دعاوی پروژه‌ها بیشتر خود نمایی می‌کند که در نهایت منجر گردیده، بسیاری از عوامل موثر بر بروز ادعا در فاز اجرای پروژه‌ها در مرحله طراحی حذف شوند.

کلمات کلیدی: مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM)، مدیریت طراحی، دعاوی، ساخت

Evaluating the Effect of BIM in the Design Phase to Reduce Construction Claims

Akbar Marefat
Architectural Department, University Of Tehran, Tehran, Iran
Hossein Toosi
Architectural Department, University Of Tehran, Tehran, Iran
Reza Mahmoudi Hasankhanlo
Architectural Department, University Of Tehran, Tehran, Iran

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
Volume 2 , Issue 3,
Autumn 2017
Corresponding author:
Marefat, Akbar
Email address:
marefat1989@gmail.com

۱. مقدمه

همراه با پیچیدگی روز افزون پروژه‌های صنعت ساخت، مشکلات مربوط به فاز طراحی و اجرای پروژه‌ها نیز افزایش یافته است بطوریکه بنظر می‌رسد، روشهای مرسوم طراحی از ابراز مناسب ایده‌های طراحی و حل تناقضات موجود عاجز مانده‌اند و این امر باعث گردیده زمان و هزینه اجرای بسیاری از پروژه‌ها از میزان پیش بینی شده آن بسیار بیشتر شود که این امر سبب ادعاهای مختلفی برای ارکان پروژه به خصوص پیمانکاران می‌شود. بر همین اساس ادعا و در پی آن اختلافات به یکی از آثار مخرب صنعت ساخت مبدل شده است. از این‌رو در طی سال‌های اخیر تلاش برای پیدا کردن روشها و تکنیک‌های جدید برای به حداقل رساندن و جلوگیری از دعاوی درصنعت ساخت به شدت مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا فناوری BIMیک رویکرد نسبتاً جدید در صنعت ساخت و ساز محسوب می‌شود که بسیاری از کارشناسان این صنعت معتقدند که بکارگیری این فناوری باعث بهبود بهره‌وری کلی صنعت ساخت و کاهش بسیاری از دعاوی و اختلافات در پروژه‌ها می‌شود.

تحقیقات بسیاری با هدف شناسایی قابلیت‌های BIM بمنظور کاهش دعاوی صورت گرفته است. برای مثال خوشنوا و همکارانش از طریق تحقیق خود ثابت کردن که پتانسیل‌های BIM در شناسایی و جلوگیری از خطاها و تداخلات در طول مراحل مختلف پروژه، منجر به کاهش عوامل بروز ادعا می‌شود و به طور قابل توجهی تعدادی از رویدادهایی که ممکن است منجر به بروز اختلاف شوند را کاهش می‌دهد. براساس گزارش موسسه McGraw-Hill قابلیت‌های فناوری BIM، ۵۶٪ تغییرات در طول فاز ساخت را کاهش می‌هد و۵۹٪ باعث می‌شود اختلافات در طول فاز اجرا کاهش یابد. گیبس و همکارانش در تحقیقات مختلفی اظهار داشتند که BIM از همان مراحل ابتدایی پروژه با بهبود همکاری و ارتباطات طرفین قرارداد، باعث می‌شود ادعاها و اختلافات در طول فازهای مختلف پروژه کاهش یابد. همچنین با بررسی قابلیت‌های ابعادD۵ و D۴، این دو بعد را بعنوان ابزاری برای آنالیز ادعای تاخیر و بصری سازی و بازیابی اطلاعات را بعنوان راهکاری برای رفع چالش‌های ادعای تاخیر برای جلوگیری از ادعاهای ناوارد معرفی نمودند. همچنین نتایج تحقیقات انجام شده توسط موسسه NBS حاکی از این می‌باشد که BIM با ترکیب داده‌های ساختار یافته، و تجسم سازی طرح به ایجاد زبان مشترک بین ذینفعان مختلف کمک می‌کند. این در حالی است که عدم وجود زبان مشترک بین ذینفعان، خود بعنوان مانع بزرگی در حل اختلافات بشمار می‌رود. تقی زاده و همکارانش در تحقیقی با عنوان "تأثیر کاربرد مدلسازی اطلاعات ساختمان در کاهش دعاوی پروژه‌های ساخت و ساز" امکانات و ابزارهایBIM را بمنظور کاهش ادعاها در فازهای مختلف پروژه های ساخت و ساز مورد مطالعه قرار دادند.

یودیجا و همکارانش در سال ۲۰۱۵ با انجام مطالعه موردی به این نتیجه دست یافتند که این فناوری منجر به افزایش کیفیت پروژه، کاهش زمان تحویل پروژه و دعاوی در پروژه‌ها می‌شود. ازهر در تحقیق خود اشاره نموده است که نرم افزارهای BIM کمیت‌های مورد تغییر در یک پروژه را می‌توانند به راحتی بازیابی کنند و در طول ارزیابی ادعاهای مورد بحث، می‌توان از این نرم افزارها به نحو احسن استفاده نمود. ایستمن و همکارانش اظهار داشتند که استفاده از BIM باعث بهبود آنالیز بهتر فرآیندهای مختلف پروژه، کاهش زمان، هزینه و ادعا می‌شود. آنها همچنین پیشتر به این موضوع پرداخته بودند که با بکارگیری BIM به یقین عوامل ایجاد دعاوی کاهش می‌یابد چرا که فرآیندهای طراحی و ساخت کارآمدتر خواهد بود. همچنین در این رابطه راجندران و همکارانش (۲۰۱۴) اظهار نظر کرده‌اند که قابلیت‌های BIM به طور قابل توجهی در بالا بردن سرعت روند ساخت و ساز، کاهش هزینه، دعاوی حقوقی و اختلافات موثر می‌باشد. گربردر سال ۲۰۱۴ بیان کرده است که این فناوری راهکاری جهت افزایش ارتباطات بین ارکان پروژه و راه نجاتی برای پایان جدال بین مهندسین معمار و سازه می‌باشد. همچنین ریچارد و همکارانش بیان کردند که وضوح مقادیر در مدل BIM می‌تواند ایجاد ارتباط میان عوامل پروژه را تسهیل نماید و پتانسیل ایجاد اختلاف را کاهش داده و از خطاها و اتلاف زمان جلوگیری نماید. در این راستا ضیایی در تحقیقات خودBIM را بعنوان راهکاری برای حذف فساد از صنعت ساخت معرفی نموده است. ایشان معتقدند که اجرای کار بر مبنای مدلی دقیق، شفاف و جامع که در هر زمان قابل بازیابی و بررسی است باعث این امر می‌شود. کوک و اسکایک با انجام مطالعه موردی قابلیت‌های مدل BIM برای تجزیه و تحلیل دعاوی و حل و فصل اختلافات مورد مطالعه قرار دادند و اثبات نمودن که این فناوری با ایجاد فضایی شفاف، دقیق، صریح، بی طرفانه و قابلیت تجسم سازی و مستندسازی می‌تواند بعنوان ابزاری راهگشا از بروز پیچیدگی در فرآیند بررسی و آنالیز عوامل ایجاد ادعا و اختلافات جلوگیری نماید. براساس ادعای گرینوالد (۲۰۱۳)، BIM با برنامه‌ریزی و مدلسازی فعالیت‌های متوالی، تشخیص تداخلات ساخت و همچنین ارزیابی ایمنی و آنالیز خطر، نه تنها توانایی صرفه جویی در هزینه و مدیریت موثر زمان را دارد بلکه درکاهش اختلافات می‌تواند نقش شایانی ایفا نماید بر همین اساس محقق در این پژوهش به معرفی دو مورد سیستم کاری مختلف برای بکارگیری BIM به منظور کاهش دعاوی مبادرت ورزیده است.

با توجه به مطالب فوق اگرچه در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در مورد بررسی قابلیت فناوری BIM برای کاهش دعاوی ساخت و ساز انجام شده است. ولی در هیچ کدام از تحقیقات قبلی انجام شده در این زمینه، به شناسایی عوامل ایجاد ادعا با قابلیت تاثیر از BIM و ارزیابی میزان اثرگذاری این فناوری در راستای کاهش عوامل مذکور پرداخته نشده است. از اینرو در این تحقیق سعی بر آن است ضمن بررسی قابلیت‌های فناوری BIM در مرحله طراحی برای کاهش دعاوی، با توجه به پیچیدگی پروژه‌های صنعت ساخت به شناسایی عواملی از ایجاد ادعا در مرحله ساخت؛ که BIM منجر به حذف آنها در مرحله طراحی می شود به ارزیابی میزان تاثیر فناوری BIM به منظور کاهش دعاوی در مرحله ساخت پروژه‌های مختلف صنعت ساخت پرداخته شود.

۲. قابلیت‌های BIM در فاز طراحی برای کاهش ادعا

مدلسازی اطلاعات ساختمان رویکردی نوآورانه برای طراحی ساختمان، مهندسی و مدیریت ساخت است. که طبق تعریف مؤسسه معماران آمریکا، مدل BIM مرتبط با پایگاه اطلاعات پروژه می‌باشد که می‌تواند میان ذینفعان مختلف پروژه قابل دسترسی و مشترک تعریف شده باشد. در حقیقت BIM داده‌های پروژه را به نحوی هوشمند می‌کند که همه ذینفعان بتوانند آنها را بدرستی تفسیر کنند، تا ریسک تفسیرها و فرضیات نابجا به حداقل برسد. طبق جدول (۱) BIM دارای ابزارهای متعددی می‌باشد که عموماً به عنوان «بُعد» شناخته می‌شوند. و در واقع این فناوری از مدل‌های سه بعدی و پویا به منظور افزایش بهره‌وری در صنعت ساخت استفاده می‌کند.

با توجه به قابلیت‌های BIM در مرحله طراحی: بازنگری طراحی (شناسایی تداخلات ساخت، آنالیز طراحی، بهینه‌سازی طراحی)، شبیه‌سازی ساخت (ارزیابی قابلیت ساخت، بهینه‌سازی زمانبندی، انیمیشن ساخت، برنامه‌ریزی تجهیز کارگاه، شناسایی مخاطرات ایمنی) و مدیریت مواد و مصالح (متره و برآورد، برنامه‌ریزی مصالح، کنترل مواد و مصالح)، این فناوری فرصت‌های جدیدی را می‌تواند در جهت جلوگیری از بروز ادعا و روش حل اختلاف ارائه نماید. همانطور که در جدول (۲) مشاهده می فرمائید قابلیت‌های BIM در مرحله طراحی منجر به کاهش تغییرات در طول اجرای پروژه، و در نتیجه آن کاهش دعاوی و اختلافات در پروژه‌ها می‌شود.

ابعاد BIM	کاربردها
هماهنگی بعد سوم	یکپارچه کردن نقشه‌های مکانیکی، الکتریکی و معماری به منظور بررسی در فضای مجازی به صورت بصری، جهت کاهش اختلافات پروژه.
مروری بر ساخت پذیری نقشه‌ها	انالیز بخش‌های مختلف طراحی به منظور کاربردی بودن آن و شناسایی خطاها و ایرادات احتمالی نقشه‌ها.
توالی و برنامه زمانبندی فعالیت‌ها در بعد چهارم	تجسم توالی فعالیت‌ها و شبیه سازی به منظور بروز رسانی زمان و منابع مورد نیاز برنامه‌ها.
تخمین هزینه در بعد پنجم	استخراج مقدار مصالح مورد نیاز به صورت اتوماتیک، و اعمال تغییرات در بخش‌های مختلف طراحی در صورت انجام تغییرات در مدل مورد نظر و مدل سازی هزینه پروژه با درج کمترین و بیشترین هزینه‌ها.
تدارکات در بعد ششم	ادغام داده‌های مربوط به تامین کننده گان پیمانکاران جزء و فروشندگان در مدل‌های مجزا.
پیش ساخته سازی	بهینه سازی اجزای پیش ساخته ساختمان و یکپارچه سازی اجزای معماری ، مکانیکی و الکتریکی.
آنالیز سازه	موتور آنالیز گر خارجی، نقشه های معماری را به نقشه های سازه ارتقا داده و پس از آن مقدار بارگیری سازه ها را مورد آنالیز قرار می دهد.
آنالیز روشنایی	ایجاد سیستم روشنایی موثر، کارآمد، کاربردی و متحصر به هر فضا با افزایش کیفیت، افزایش مدت عمر و کاهش هزینه روشنایی.
آنالیزمکانیکی(تهویه،گرمایش و چرخش هوا)	تشخیص درگیری، هم پوشانی و تداخل کانال های هوا و سایر اجزای مرتبط به مسائل مکانیکی در نقشه‌ها بوسیله تجسم کامپیوتری.
آنالیز انرژی	آنالیز انرژی، روشنایی طبیعی، جهت ساختمان، چگونگی حداکثر جذب انرژی خورشید، کاربری ساختمان، سایت پروژه و آنالیز کلی در یک محیط مجازی.
بهره برداری و نگهداری در بعد هفتم	مدیریت تسهیلات برای نوسازی، تعمیرات، ترمیم، برنامه ریزی چیدمان فضا و بهره برداری و نگهداری. همچنین مدیریت ایمنی و اطلاعات مرتبط با ایمنی همچون روشنایی اضطراری، انرژی اضطراری، خروج اضطراری، آتش خاموش کن، آژیر اعلام حریق، آژیر اعلام دود و سیستم‌های آب پاش. و کاربرد RFID برای جمع آوری اطلاعات از اجزای دنیای واقعی و انتقال اطلاعات مربوطه به داخل فضای مدل سازی اطلاعات ساختمان.
تجسم براساس GIS	این مدل یک سیستم بصری پیشرفته که بوسیله ترکیبی از تصاویر همچون ساخت سایت پروژه می باشد، ارائه می دهد.
مدل سازی از طریق بعد هشتم	ارزیابی ریسک های مرتبط با اجرای طراحی تسهیلات به منظور جلوگیری از طریق فاز طراحی[1].

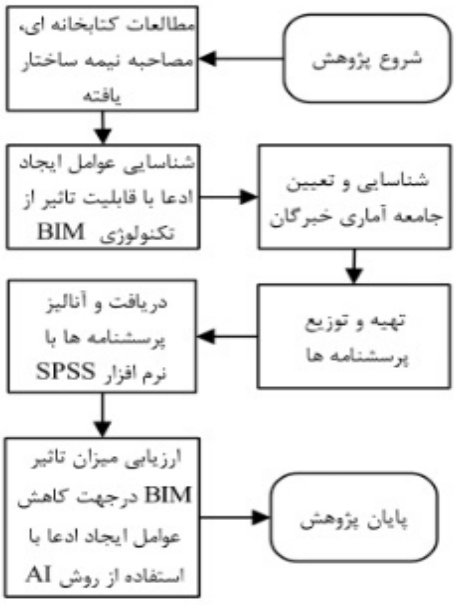
جدول ۲. مزایای فناوری BIM برای ذینفعان پروژه

قابلیت‌های فناوری BIM	معماران و مهندسان	پیمانکاران	کارفرمایان
کاهش اختلافات و تغییرات در طول چرخه ساخت	۴۷٪	۶۵٪	۵۵٪
افزایش کیفیت کلی پروژه	۵۹٪	۵۰٪	۴۴٪
کاهش ریسک و پیش بینی عالی از نتیجه کار	۳۵٪	۴۳٪	۳۷٪
پیش ساخته کردن قسمت های پیچیده و عظیم الجثه	۳۱٪	۴۶٪	۳۵٪
انجام بهتر زیر ساخت‌های تکمیل شده	۴۰٪	۳۴٪	۳۸٪
بهبود چرخه تائید و بررسی	۳۸٪	۳۲٪	۳۶٪

با استفاده از قابلیت مدلسازی پارامتریک BIM فناوری در مرحله طراحی با ایجاد سیستم کنترل یکپارچه تغییرات۲منجر می‌گردد که تغییر در یک بخش مدل، در سایر بخش های پروژه مورد ملاحظه قرار گرفته و باعث کاهش احتمال وقوع تغییر در فاز اجرا شود. بنابراین در زمان طراحی بمنظور BIM استفاده از ابزارهای بررسی دقیق‌تر گزینه‌ها و شاخص‌های عملکردی، با توجه به اینکه در مراحل ابتدایی کار انجام می‌گیرد در بهینه‌سازی طرح و کاهش هزینه‌ها بسیار ارزشمند است. و با تامین نظر کارفرما و امکان تست فرضیات مختلف، در نهایت می‌توان مدل پروژه را با توجه به نیازهای کارفرما تمام مراحل آماده سازی و BIM مشخص نمود. در مدل ساخت یک پروژه با ذکر زمان دقیق اجرای آن در برنامه گنجانده شده است. و از جهتی بدلیل ارائه مدل مجازی از اجزای پروژه؛ دیگر نیازی به تفسیر نقشه‌های دو بعدی و پیش آمد سوءتفاهم و دوباره کاری نیست. بالطبع پس از پایان طراحی، کارفرما پیش بینی دقیق از نحوه انجام کار، تخمین هزینه و درک درستی نسبت به کیفیت نهایی پروژه دارد و آنچه را که انتظار دارد تحویل بگیرد، عیناً با پیمانکار به اشتراک می‌گذارد. پیمانکار نیز دقیقاً متوجه تمام ابعاد کار خواهد بود، قیمتی واقعی را ارائه داده و برای مراحل کار خود برنامه ریزی لازم را انجام می دهد. و از آنجائیکه قیمت پیشنهادی تابعی از مقادیر کار است و در بسیاری از مواقع عامل انتخاب پیمانکار BIM در مناقصات می‌باشد، لذا استفاده از برآورد دقیق جهت شرکت در مناقصات و اطمینان از سودآوری انجام پروژه می‌تواند در موفقیت پروژه بسیار تاثیر گذار باشد از قبیل: BIM از طرفی با توجه به ویژگی‌های فناوری گردآوری و توزیع اطلاعات از طریق ایجاد سیستم پایگاه داده مشترک بین عوامل درگیر، به منظور ایجاد آگاهی، شفافیت و ارتباطات قوی بین ذینفعان پروژه و جهت ثبت، تجزیه و تحلیل و انتقال تجربیات و درس آموخته‌ها (دارایی‌های فرآیندی سازمان۳) به تیم پروژه، باعث کاهش دعاوی و ارتقاء توان مدیریتی پیمانکار پروژه می‌شود. به طور کلی در اختیار بودن مدل سه بعدی پروژه قبل از اجرا نزد عوامل درگیر در پروژه، تمام موارد مربوط به پیچیدگی کار و صرف زمان اضافه و تفاسیر گوناگون از کار را منتفی می‌کند. لذا استفاده از این فناوری در فرآیند طراحی و مناقصه سبب کاهش بروز ادعا در فاز اجرا می‌گردد

۳. روش شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع تحقیقات کاربردی می‌باشد و از نظر ماهیت تحقیق توصیفی به شمار می‌رود. اطلاعات توصیفی این مقاله از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، پرسشنامه و مصاحبه نیمه ساختار یافته گردآوردی شده است و در ادامه به منظور ارزیابی در کاهش هر یک از موارد ایجاد ادعا از BIM میزان تاثیر ابزار پرسشنامه استفاده گردیده است. در این پژوهش با روش در کاهش BIM مطالعه مروری تلاش شده به بررسی کاربرد دعاوی پروژه‌های صنعت ساخت پرداخته شود و سعی گردیده نگرش جدید و کاملتری در این مورد ارائه گردد. ضمنا پژوهش مورد نظراز لحاظ راهبردی جزو تحقیقات کیفی و از نظر دسته بندی راهکار تحقیق، جزو تحقیقات میدانی و کتابخانه‌ای می‌باشد که ساختار کلی این پژوهش مطابق شکل (۱) می‌باشد



شکل ۱. ساختارکلی پژوهش

شایان ذکر است که جامعه آماری این پژوهش، مهندسین خبره و مدیران شرکت‌ها و سایر عواملی که در بحث ادعا و صاحب نظر و دارای تجربه ی کافی می‌باشند، بوده ،BIM است. با توجه به بررسی صورت گرفته در رابطه با پرسنل شاغل در شرکت‌ها (مشاور، پیمانکار و کارفرما)، شامل و امور قراردادی و مدیران شرکت‌ها و BIM کارشناسان پروژه، مشخص شد که تعداد خبرگان دارای تجربه و دانش و ادعا، ۱۱۰ نفر می‌باشد. لازم به BIM کافی در زمینه ذکر است که برای محاسبه نمونه آماری از فرمول کوکران

معادل ۰,۱، (d) استفاده شد. که با فرض: مقدار خطا هر کدام q و p مقادیر ،=z ضریب اطمینان ۰,۹۵٪، ۱,۹۶ ۱۱۰ نفر، به این ترتیب (N)۰,۵ و حجم جامعه آماری حجم نمونه آماری این پژوهش تقریبا ۵۱ نفر به دست آمد. که در واقع پرسش نامه برای ۷۷ نفر از افراد واجد شرایط ارسال شده است. که از این تعداد پرسشنامه ارسال شده، ۶۳ پرسشنامه تکمیل گردید که با در نظر گرفتن شرایط شغلی، تجربه و دانش کافی خبره و جواب‌های تکراری و غیره از بین ۶۳ پرسشنامه دریافت شده، ۵۴ .مورد به عنوان حجم نمونه برای آنالیز انتخاب گردید در پرسشنامه طراحی شده، عوامل موثر بر بروز ادعا از با استفاده از لیکرت ۵ BIM جهت قابلیت تاثیر از فناوری نقطه ای (از تاثیر خیلی کم با وزن ۱ تا تاثیر خیلی زیاد با وزن ۵) مورد ارزیابی قرار گرفت. و برای بررسی توافق میان از آزمون SPSS پاسخ دهنده‌گان با بکارگیری نرم افزار ضریب هبستگی کندال استفاده گردید. ضریب همبستگی رتبه‌ای کندال یک آماره ناپارامتری (در سطح سنجش رتبه ای) است که برای سنجش میزان تناظر یا مطابقت بین دو مجموعه رتبه و ارزیابی معنی‌داری این تناظر به کار می‌رود. استفاده از ضریب کندال به ویژه زمانی مهم است که متغیرها قرینه بوده و برای پژوهشگر مهم نیست که کدامیک از متغیرهای مورد مطالعه به عنوان متغیر مستقل و کدامیک به عنوان متغیر وابسته به حساب آیند این آمار نشان می‌دهد که چه میزان افزایش یا کاهش در یک متغیر با افزایش یا کاهش در متغیر دیگر همراه است. .ضریب کندال همواره بین ۱ - تا ۱+ ، در نوسان است در جهت BIM در نهایت بمنظور ارزیابی میزان تاثیر کاهش هر یک از عوامل ایجاد ادعا، نتایج بدست آمده طبق جدول (۳) با استفاده از روش شاخص رتبه بندی گردید. که برای محاسبه (AI) میانگین۴ .شاخص میانگین از فرمول زیر استفاده شده است

$$AI = \frac{\sum a_i x_i}{x_i}$$

درحالی‌که:

i عدد ثابتی که نشان دهنده وزن داده شده به ai می‌باشد.

،متغیری که برابر است با میزان امتیاز داده شده xi توسط پاسخ‌دهندگان به (i=۱،۲،۳،٤،٥)i

درجه تاثیرگذاری	شاخص میانگین
تاثیر خیلی کم	۱,۰۰ ≤ A۱ < ۱,۵۰
تاثیر کم	۱,۵۰ ≤ A۱ < ۲,۵۰
تاثیر متوسط	۲,۵۰ ≤ A۱ < ۳,۵۰
تاثیر زیاد	۳,۵۰ ≤ A۱ < ٤,۵۰
تاثیر خیلی زیاد	۴,۵۰ ≤ A۱ ≤ ٥,۰۰

۴. تحلیل داده ها و نتایج

پس از بررسی قابلیت‌های BIM درمرحله طراحی با استفاده از بررسی ادبیات موضوع و کسب نظر ۴ نفر از متخصصین مجرب در این حوزه و ادعا، چند مورد از عوامل موثر در بروز ادعا در مرحله ساخت پروژه‌ها با قابلیت تاثیر از فناوریBMI شناسایی شد. و در ادامه بمنظور ارزیابی میزان تاثیر BMI بر روی کاهش عوامل مذکور در پروژه‌های مختلف :

۱) پروژه‌های ساده (با پیچیدگی کم)

۲)پروژه‌های معمولی (با پیچیدگی متوسط)

۳)پروژه‌های پیچیده (با پیچیدگی زیاد)

یک سری پرسشنامه‌ای با عنوان «پتانسیل‌های مدلسازی اطلاعات ساختمان در جهت کاهش بروز ادعا در صنعت ساخت» طراحی شد و بین جامعه آماری خبرگان توزیع گردید همان گونه که ذکر شد در این تحقیق به منظور بررسی رابطه بین پاسخ دهنده‌گان (نظرات مشاور، پیمانکار و کارفرما) از آزمون رابطه کندال استفاده شده است. جدول (۴) نتایج این آزمون را .در سطح معنی داری ۹۵ درصد و با خطای ۰,۰۵ نشان می دهد

جدول۴. تحلیل ضریب همیستگی پاسخ ها

		پیمانکار	کارفرما	مشاور
مشاور	ضریب همیستگی	.۸۴۸	.۹۳۰	۱.۰۰۰
	عدد معناداری.Sig	.۰۰۰	.۰۰۰	.
	N	۲۲	۲۲	۲۲
کارفرما	ضریب همیستگی	.۹۰۰	۱.۰۰۰	.۹۳۰
	عدد معناداری.Sig	.۰۰۰	.	.۰۰۰
	N	۲۲	۲۲	۲۲
پیمانکار	ضریب همیستگی	۱.۰۰۰	.۹۰۰	.۸۴۸
	عدد معناداری.Sig	.	.۰۰۰	.۰۰۰
	N	۲۲	۲۲	۲۲

نتایج حاکی از این است که

الف) نظرات مشاور با نظرات کارفرما رابطه قوی دارد (شدت (sig) رابطه= ۰,۹۳۰) همچنین با توجه به سطح معنی داری کمتر از ۰,۰۵ در رابطه نظرات مشاور با کارفرما می توان قابل .قبول بودن این رابطه را در سطح جامعه مورد تایید قرار داد

ب) رابطه نظرات مشاور با نظرات پیمانکار رابطه قوی بوده (شدت رابطه= ۰,۸۴۸) و در سطح جامعه معنی دار است. یعنی می توان گفت رتبه بندی این دو گروه با هم رابطه دارد لذا نظرات این دو گروه نتایج متفاوتی را ارائه نمی‌دهد

ج) رابطه نظرات کارفرما با نظرات پیمانکار قوی بوده (شدت رابطه= ۰,۹۰۰) و در سطح جامعه معنی‌دار است. یعنی می‌توان گفت رتبه بندی این دو گروه با .هم رابطه دارد لذا نظرات این دو گروه همسان است

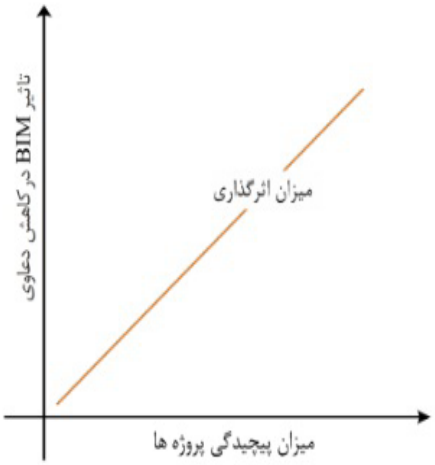
با توجه به توضیح ضریب همیستگی کندال در این تحقیق نیز متغیرها قرینه بوده و صرفا تعیین رابطه میان پاسخ‌ها، مهم بوده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد رتبه بندی عوامل، توسط سه گروه کارفرما و مشاور و پیمانکار مستقل از هم نبوده و با هم رابطه دارند و بین رتبه ها توافق خوبی برقرار است

طبق جدول (۵)، نتایج حاصل از آنالیز پرسشنامه‌های برگشتی از سوی خبرگان مبنی بر تاثیر فناوری مدلسازی اطلاعات ساختمان در جهت کاهش عوامل بروز ادعاها، حاکی از این است که قابلیت‌ها و نوآوری‌ها در فاز طراحی باعث می شود بسیاری از عوامل ایجاد ادعا در مرحله ساخت پروژه‌ها بطور کلی از صنعت ساخت ریشه کن شده (تاثیر زیاد تا خیلی زیاد) یا احتمال وقوع آنها کم رنگتر (تاثیر خیلی کم تا متوسط) شود. بطوریکه طبق شاخص میانگین کلی بدست آمده برای هر کدام از عوامل موثر بر بروز ادعا تایج نشان می‌دهد که در همه پروژه‌ها بر روی عوامل ۱۲-۱ تاثیر زیاد تا خیلی زیاد دارد (۱= عدم توانایی کارفرما در بیان خواسته‌های خود و هر نوع تغییر در خواسته‌های کارفرما، ۲= تفسیرهای متفاوت و ابهام در نقشه‌ها، ۳= ادعا به واسطه عدم پیش بینی‌های لازم در نقشه و عدم هماهنگی بین سازه، معماری، تاسیسات، ۴= مستندات و بایگانی غیر منظم و فاقد کارایی، ۵= اشتباه مشاور در برآوردهای مالی و زمانی، ۶= گویا نبودن و عدم تفهیم کامل پیمانکار در رابطه با جزییات فنی و اجرائی و مصالح مورد نیاز در طرح، ۷= درخواست اطلاعات از جانب پیمانکار در طول فاز اجرا، ۸= تغییر روش اجرا به خاطر تغییر نقشه‌ها، ۹= برنامه ریزی و زمانبندی نامناسب پروژه توسط پیمانکار، ۱۰= تخمین و پیش بینی نادرست پیمانکار از منابع مورد نیاز و هزینه‌های پروژه، ۱۱= تأخیر در تأیید نقشه‌ها و اختلال حاصل در روند سفارش و خرید، ۱۲= ادعا در خصوص مقادیر و مصالح پای کار) بنابراین می‌توان اذعان نمود که این فناوری باعث می‌شود عوامل مذکور بطورکلی از صنعت ساخت حذف گردد

جدول ۵. تاثیر BIM در جهت کاهش عوامل ایجاد ادعا با توجه به پیچیدگی پروژه‌ها

ردیف	عوامل موثر بر بروز ادعا در فاز ساخت	پروژه های ساده	پروژه های معمولی	پروژه های پیچیده	مجموع	
		شاخص میانگین اثرگذاری	شاخص میانگین اثرگذاری	شاخص میانگین اثرگذاری	شاخص میانگین کلی	میزان تاثیر BIM
۱	عدم توانایی کارفرما در بیان خواسته‌های خود، هر نوع تغییر در خواسته‌های کارفرما	۴.۵۸۳	۴.۸۶۹	۴.۹۵۱	**۴.۸۰۱**	خیلی زیاد
۲	تفسیرهای متفاوت و ابهام در نقشه‌ها	۴.۵۳۷	۴.۷۴۱	۴.۹۲۳	**۴.۷۳۴**	خیلی زیاد
۳	ادعا به واسطه عدم پیش بینی‌های لازم در نقشه و عدم هماهنگی بین سازه، معماری، تاسیسات	۴.۳۷۲	۴.۵۷۲	۴.۸۷۵	**۴.۶۰۶**	خیلی زیاد
۴	مستندات و بایگانی غیر منظم و فاقد کارایی	۴.۲۳۱	۴.۴۴۶	۴.۸۲۲	**۴.۵۰۰**	خیلی زیاد
۵	اشتباه مشاور در برآوردهای مالی و زمانی	۴.۱۷۱	۴.۵۲۲	۴.۸۶۷	**۴.۵۲**	خیلی زیاد
۶	گویا نبودن و عدم تفهیم کامل پیمانکار در رابطه با جزییات فنی و اجرائی و مصالح مورد نیاز در طرح	۴.۰۱۵	۴.۴۲۳	۴.۴۶۲	**۴.۳**	زیاد
۷	درخواست اطلاعات از جانب پیمانکار در طول فاز اجرا	۳.۹۴۹	۴.۳۴۹	۴.۳۳۴	**۴.۲۱۱**	زیاد
۸	تغییر روش اجرا به خاطر تغییر نقشه‌ها	۳.۸۶۴	۳.۹۴۸	۴.۷۶۱	**۴.۱۹۱**	زیاد
۹	برنامه‌ریزی و زمانبندی نامناسب پروژه توسط پیمانکار	۳.۷۲۷	۴.۱۶۳	۴.۷۱۲	**۴.۲۰۱**	زیاد
۱۰	تخمین و پیش بینی نادرست پیمانکار از منابع مورد نیاز و هزینه‌های پروژه	۳.۶۳۸	۳.۸۸۷	۴.۶۹۳	**۴.۰۷۳**	زیاد
۱۱	تأخیر در تأیید نقشه‌ها و اختلال حاصل در روند سفارش و خرید	۳.۳۵۷	۳.۸۱۲	۳.۷۵۸	**۳.۶۴۲**	زیاد
۱۲	ادعا در خصوص مقادیر و مصالح پای کار	۳.۱۱۸	۳.۷۳۴	۴.۵۲۷	**۳.۷۹۳**	زیاد
۱۳	تأخیر در تصمیم‌سازی برای کارهای مختلف و ارایه راهکار مناسب در مقاطع بحرانی از سوی کارفرما	۲.۳۰۸	۳.۵۵۷	۳.۶۷	**۳.۱۷۸**	متوسط
۱۴	یکاربستن روشهای ساخت نامناسب توسط پیمانکار	۲.۷۱۸	۳.۳۲۹	۴.۳۱۸	**۳.۴۵۵**	متوسط
۱۵	سعی بیش از حد پیمانکار مبتی بر طرح ادعاهای گوناگون	۱.۵۰۳	۳.۲۱۷	۳.۵۰۳	**۲.۷۴۱**	متوسط
۱۶	ضعف در هماهنگی و ارتباطات بین عوامل مختلف درگیر در پروژه	۲.۴۸۸	۲.۹۸۷	۴.۲۲۷	**۳.۲۳۴**	متوسط
۱۷	عدم تخصیص بودجه مناسب با روند انجام پروژه قبل از انعقاد قرارداد	۱.۴۲	۲.۱۲۴	۲.۳۲۴	**۱.۹۵۶**	کم
۱۸	عدم تعریف دقیق و کامل محدوده پروژه در قرارداد	۲.۱۲۵	۲.۴۶۵	۲.۹۴۴	**۲.۵۱۱**	متوسط
۱۹	بروز حوادث ناشی از عدم رعایت ایمنی و تعطیلی کارگاه و ادعای تطویل برنامه زمان بندی	۱.۹۷۹	۳.۳۸۹	۳.۴۲۷	**۲.۹۳۲**	متوسط
۲۰	متظور کردن دو یا چند باره آیتمها در صورت وضعیت‌ها و به صور و تفسیرهای مختلف	۲.۸۲۳	۳.۵۳۱	۳.۵۴۶	**۲.۹۶۷**	متوسط
۲۱	مدیریت و نظارت ضعیف پیمانکار بر سایت	۱.۵۲۲	۲.۶۴۴	۳.۵۲۶	**۲.۵۶۴**	متوسط
۲۲	عدم استفاده از مهندسی ارزش در مرحله طراحی	۲.۵۹۱	۳.۷۹۱	۳.۹۸۱	**۳.۴۵۴**	متوسط
	شاخص میانگین کلی	**۳.۱۳۸**	**۳.۷۰۵**	**۴.۱۴۳**	-	

همانطور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود، براساس شاخص میانگین کلی بدست آمده برای هر کدام از به ترتیب در پروژه‌های پیچیده (۴,۱۴۳)، BIM ،پروژه‌ها پروژه‌های معمولی (۳,۷۰۵) و پروژه‌های ساده (۳,۱۳۸) می تواند نقش مهمی در راستای کاهش دعاوی ایفا نماید. و مطابق با شکل (۲) از نتایج بدست آمده می‌توان استنباط توانایی بالقوه‌ای درکاهش دعاوی BIM نمود که فناوری پروژه‌های پیچیده دارد. چنانکه همراه با افزایش میزان در کاهش دعاوی نیز BIM پیچیدگی پروژه‌ها، تاثیرات افزایش می‌یابد. بنابراین با توجه به اینکه با گذر زمان پروژه‌ها روند فزاینده‌ای در پیچیده شدن طی می‌کنند از بمنظور BIM اینرو در چنین شرایطی استفاده از فناوری کاهش دعاوی و افزایش بهره‌وری در صنعت ساخت با مدیریت BIM می‌تواند بسیار موثر واقع شود. بطورکلی موثر فاز قبل از ساخت، باعث می‌شود پروژه در فاز اجرا با تغییرات کمتری همراه بوده و طبق خطوط مبنا به مرحله بهره‌برداری گام بردارد.



شکل ۲.ارتباط بین تاثیر BIM
در کاهش دعاوی با میزان پیچیدگی پروژه‌ها

۵. نتیجه گیری

پروژه‌های صنعت ساخت همواره در فاز طراحی و اجرا شاهد پیچیدگی‌های روزافزونی بوده‌اند بطوریکه روشهای سنتی طراحی یارای مقابله با تحولات رخ داده را ندارند. و همین علتی است که پتانسیل بروز ادعا و وقوع اختلاف را در پروژه‌های صنعت ساخت افزایش می‌دهد. از اینرو در طی چند سال اخیر در سطح دنیا روشها و ابزارهای بعنوان راهکاری برای BIM مختلفی از جمله فناوری کاهش دعاوی از صنعت ساخت مد نظر قرارگرفته شده است. بنابراین در این پژوهش تلاش شد با آشکار ساختن در مدیریت فاز BIM جوانبی از نوآوری‌های فناوری طراحی به ارزیابی میزان تاثیرات آن در کاهش دعاوی در طول فاز اجرای پروژه‌های مختلف (ساده، معمولی و پیچیده) پرداخته شود. بدین منظور در این مقاله چند مورد از عوامل موثر بر بروز ادعاهای مختلف در مرحله اجرای شناسایی شد سپس BIM پروژه‌ها با قابلیت تاثیر از فناوری به منظور دریافت نظر خبرگان و متخصصین در رابطه با در کاهش عوامل مذکور در پروژه‌ها از متد BIM میزان تاثیر BIM پرسشنامه استفاده گردید. نتایج تحقیق نشان داد فناوری در پروژه‌های پیچیده نسبت به پروژه‌های معمولی و ساده به مراتب تاثیر بسزایی در کاهش دعاوی دارد و می‌توان اظهار بر کاهش دعاوی با میزان پیچیدگی BIM داشت که تاثیر پروژه‌ها ارتباط مستقیم دارد بطوریکه با افزایش پیوسته بر کاهش BIM میزان پیچیدگی پروژه متقابلا میزان تاثیر دعاوی نیز افزایش می‌یابد. به طور کلی بکارگیری این فناوری در مرحله طراحی باعث می‌شود بسیاری از عوامل ایجاد دعاوی در فاز ساخت پروژه‌ها از صنعت ساخت کشور حذف گردیده و یا احتمال بروز آنها تا حد زیادی کاهش پیدا کند

منابع

1.Cheung, S. “Critical factors affecting the use of alternative dispute resolution process in construction”, Journal of Project Management, 17(3), pp.189-197 (1999).
2.Golabchi, m., Talkhabi, H., Parchami Jalal, M., Bemanian, M.R. “The Development and Analysis of Claim Package Model in Iran Design–Build Projects”, Management Research in Iran, 18(4), pp. 111-137 (2015).
3.Khoshnava, S.M., Ahankoob, A., Preece, C.N., and Rostami, R. “Potential Application of BIM in Construction Dispute and Conflict”, Management in Construction Research Association (MiCRA) Postgraduate Conference, At Universiti Teknologi Malaysia Kuala Lumpur, pp.178-184 (2012).
4.McGraw Hill Construction, Smart Market Report. «The Business Value of BIM in Europe», McGraw Hill; New York (2010), Available at: http://uorl.ir/Dv
5.Gibbs, D.J., Emmitt, S., Ruikar, K., and Lord, W. “An investigation into whether building information modelling (BIM) can assist with construction delay claims”, International Journal of 3-D Information Modeling (IJ3DIM), 2(1), pp.45-52 (2012).
6.Gibbs, D.J., Emmitt, S., Lord, W., and Ruikar, K. “BIM and construction contracts”, Proceedings of the ICE-Management, Procurement&Law, 168(6), pp.285-293 (2015).
7.Gibbs, D. J., Emmitt, S., Ruikar, K. and Lord, W. “Recommendations on the creation of computer generated exhibits for construction delay claims”, Construction

Law Journal, 30(4), pp. 236-248 (2014). 8.NBS-National BIM Report. (2015). Available at: http://uorl.ir/Dy 9.Taghizadeh, K., Bodaghi, and M., Rostami, A. “The Impact of Building Information Modeling to Reduce Construction Projects Claims”, International Journal of Review in Life Sciences, 5(3), pp. 1480-1485 (2015). 10.Udeaja C. & Aziz Z. “A case study of fostering multidisciplinary in built environment using BIM”, School of the Built Environment, Northumbria University, Northumbria, UK, (2015). Available at: http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/37060 11.Azhar, S. “Building Information Modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry”, Leadership and Management in Engineering, 11, pp.241-252 (2011). 12.Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. “BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors”, 2nd Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. (2011). 13.Rajendran, P., Seow, T.W., and Goh, K.C. “Building Information Modeling in design stage to assist in time, cost, and quality in construction innovation”, University Tun Hussein, Malysia, 2(3), pp.52-55 (2014). 14.Garber, R. “BIM Design: Realising the Creative Potential of Building Information Modelling” (2014). Available at: http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118719808.html 15.Lowe, R.H., Muncey, J.M. “Consen-susDOCS 301 BIM Addendum”, Construction Lawyer, Associated General Contractors of America, 29(1), (2009). 16.Ziaee, A., Musa Nezhad, T. “Corruption, the pest of Project Management of Construction Industry in developing countries”, 10th International Project Management Conference, Tehran, Iran (2015). 17.Ziaee, A., “BIM Transformation of the Building Industry in the Third Millennium”, Tehran: Ali Ziaee, (2016). 18.Koc, S., Skaik, S. “Disputes Resolution: Can Bim Help Overcome Barriers?”, CIB: Proceedings of the 2014 International Conference on Construction in a Changing World, Heriot Watt University, Dubai, pp. 1-15 (2014). 19.Greenwald, N.W. “A Creative Proposal for Dispute Systems Design for Construction Projects Employing BIM”, Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction, 5(1), (2012). 20.lee, G., sacks, R. and Eastman, C. M. “Specifying parametric building object behavior (BoB) for a Building Information Modeling system”, Automation in Construction, 15(6), pp. 758-776 (2006). 21.Kymmell, W. “Building information modelling: Planning and managing construction projects with 4D CAD and simulation”, New York: McGraw-Hill (2008). 22.Holness, G.V. R. “Building information modeling: gaining momentum” , ASHRAE Journal, 50(6), pp. 28–40 (2008). 23. Sacks, R., Radosavljvic, M., and Barak, R. “Requirements for building information modelling based lean production management systems for construction”, Automation in Construction, 19(5), pp. 641–655 (2010). 24. Jung, Y., Joo, M. “Building information modelling (BIM) framework for practical implementation”, Automation in Construction, 20(2), pp. 126–133 (2011). 25. Zhang, J. P., & Hu, Z. Z. “BIM- and 4D based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction: 1. Principles and methodologies”, Automation in Construction, 20(2), pp. 155–166 (2011). 26.McGraw Hill Construction, Smart Market Report, “The business value of BIM for Infrastructure”, McGraw Hill; New York (2012), Available at: http://uorl.ir/D1 27.Marefat, A., Mahmoudi Hasankhanlo, R., Hossein, T. “Application of BIM to Improve the Implementation of Value Engineering”, International Conference on Value Engineering and Cost Management, Tehran, Iran (2016). 28. Shen, Z., Issa, R.R.A. “Quantitative evaluation of the Bim-assisted construction detailed cost estimates”, ITcon, 15, pp.234-257 (2010). 29.Chiu, C.Y., Russell, A.D. “Design of a construction management data visualization environment: A top–down approach”, Automation in Construction, 20(4), pp. 399-417 (2011).