بررسی و تحلیل سیستم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و ارزیابی و اولویت‌بندی عوامل عدم تحقق آن در صنعت ساختمان ایران

فصلنامه علمی تخصصی
مهندسی و مدیریت ساخت
سال اول، شماره اول، بهار ۱۳۹۵

نویسنده مسئول: **اروین مانقاساریان**
آدرس ایمیل:
ervinmangasarian@gmail.com

اروین مانقاساریان*
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد اراک)، اراک، ایران
محمد علی نکوئی
استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

چکیده:
روش‌های نوین اجرای پروژه‌های ساخت جهت افزایش کیفیت، کاهش زمان و در نتیجه کاهش هزینه همواره مد نظر مهندسین ساخت و ذینفعان در پروژه بوده است. یکی از این روش‌ها و فناوری‌های نوین مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) می‌باشد. هدف این تحقیق، بررسي و تحلیل روش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر ایجاد چالش در استقرار این سیستم در کشور می‌باشد. بدین منظور، ضمن تعیین عوامل شکست در پیاده‌سازي سیستم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان طبق نظر متخصصین و خبرگان و از طریق پرسش‌نامه، وزن و اهمیت این عوامل با استفاده از مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) تعیین و عوامل مورد نظر اولویت‌بندی گردید. نتایج به‌دست آمده با توجه به نظرات خبرگان و طبق مقایسه دودویی معیارهای اصلی مورد مطالعه نشان داد که بیشترین عواملی که موجب عدم تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی می‌شود به‌ترتیب شامل مشکلات فنی، مالی، منابع انسانی و زمان می‌باشد. سایر نتایج نشان داد که چهار زیر معیار پراکندگي اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه با وزن ۰/۲۲۷۷، فضاي پیچیده برنامه ها با وزن ۰/۱۶۳۴، بالا بودن هزینه طراحي با نرم‌افزارهاي BIM با وزن ۰/۱۵۷۸ و نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه با وزن ۰/۱۳۵۲ به ترتیب بیشترین اهمیت و در نتیجه بیشترین تأثیر را در اولویت‌بندی عوامل عدم تحقق BIM را داشته‌اند. با شناسایي علل مؤثر در بروز چالش‌های عدم تحقق BIM مي‌توان تدابیر پیشگیرانه براي جلوگیري از شکست این‌گونه پروژه‌ها و قرار دادن آنها در مسیر موفقیت را فراهم نمود. با توجه به عواملی که مانع تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی بوده است، می‌توان اظهار داشت مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه‌های عمرانی نیاز به حمایت مدیران ارشد از اجرای آن دارد که این امر نیز خود به دلایلی که ذکر شد وابسته است. چرا که با برطرف نمودن موانع پیش روی آن، به منظور مدیریت بهینه منابع و زمان و ...، چه بسا مدیران راغب به استفاده از آن شوند

کلمات کلیدی: *ساخت و ساز، سازمان‌های پروژه محور، اولویت‌بندی عوامل شکست پروژه، BIM، ANP*

Building Information Modeling and assessing and prioritizing lack of its applicability in Iranian construction industry

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
V. 01 No. 01 - Spring 2016

Ervin Manghasarian*
M.Sc. Student, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University (Arak Branch), Arak, Iran
Mohammad Ali Nekooie
Assist. Prof, Department of Civil engineering, Malek ashtar University of Technology, Tehran, Iran

Corresponding author:
Ervin Manghasarian
Email address:
ervinmangasarian@gmail.com

۱- مقدمه

امروزه با پیشرفت تکنولوژی، استفاده از کامپیوتر جهت بهبود فرایند طراحی و اسنادسازی بین معماران و سایر رشته‌های مهندسی مرتبط با ساختمان افزایش چشم‌گیری داشته است. در این بین، مفهوم BIM یا سیستم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به عنوان رویکردی جدید در اسنادسازی مبتنی بر مدل‌سازی اجزای ساختمانی بر مبنای داده‌های آن‌ها به عنوان یک رویکرد نوین در سطح کشورهای توسعه‌یافته مطرح است. مدل اطلاعات ساختمان یک مدل سه‌بعدی است که خصوصیات فیزیکی و عملکردی بنا را به‌صورت دیجیتال نمایش می‌دهد. این مدل یک پایگاه داده مشترک و قابل اتکا برای اخذ تصمیمات مناسب در طول چرخه عمر بنا محسوب می‌شود. فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساخت (BIM) به عنوان ابزاری قدرتمند در دست مدیران، معیارهای موفقیت پروژه را بهبود می‌بخشد. معیارهایی چون هزینه، زمان و کیفیت، با وجود مزایای بسیار این فناوری نوین، به دلیل ماهیت جزیره‌ای قراردادهای مرسوم، بخش عمده‌ای از پتانسیل نهفته در آن بدون استفاده می‌ماند. نیل به پایداری در پروژه‌های عمرانی بدون اصلاح فرایند طراحی، ساخت و بهبود کیفیت محصولات پروژه امکان‌پذیر نمی‌باشد.

در حال حاضر، تکنولوژی BIM به عنوان یک ابزار مدرن و کارآمد در عرصه مهندسی ساختمان شناخته شده که موجب پیدایش تحولات بنیادی در تمامی‌حوزه‌های وابسته به ساخت و ساز شده است. فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یک فناوری نسبتاً جدید در صنعت ساخت و ساز محسوب می‌شود و می‌تواند پاسخی جامع به بسیاری مشکلات پیش رو در صنعت ساخت باشد. این سیستم که با استفاده از جدیدترین متدهای مدل‌سازی اطلاعاتی و رایانه‌ای به طراحی، پردازش و ساخت پرونده‌های نرم‌افزاری برای ساختمان‌ها می‌پردازد، موجب پدید آمدن پایگاه‌های دانش برای ساختمان‌ها شده که ضمن تولید فضای دیجیتالی مجازی، موجب دستیابی به بانک‌های اطلاعاتی برای ساختمان‌ها جهت سهولت و اقتصادی شدن هرگونه تغییر یا تعمیر و اصلاح احتمالی ساختمان در آینده و در دوران بهره برداری آن می‌شود (غمخوار، ۱۳۹۱). این فرایند بر اساس شروع طراحی در فازهاي اوليه و همکاري افراد مختلف دخيل در پروژه بر اساس اصولی از جمله اعتماد، شفافيت، ارتباطات کارآمد، اشتراك باز اطلاعاتی، پيروزي تيم برابر با پيروزي پروژه، خطر و پاداش برابر، تصميم‌گيري بر اساس ارزش‌ها و نيز استفاده از تمام توانمندي‌هاي تكنولوژيک و پشتيباني، شكل مي‌گيرد. در نهايت نيز، امكان اجراي «بهتر، سريع‌تر و ارزان‌تر» ضمن كاهش خطاها و هدررفت زمان و هزينه در طول پروژه وجود خواهد داشت. تصميم استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بيشتر جنبه تجارتی و كسب و كار دارد. حفاظت و يا ارتقاء موقعيت رقابتی در بازار كار، هم‌سوسازي و تقويت فعاليت‌هاي تجاري، از جمله دلايلی هستند كه مديران كسب و كار عموماً در دفاع از استفاده‌ي سيستم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بيان می‌دارند. براي موفقيت استفاده از سيستم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌بايست، تمهيدات لازم جهت تطابق متناظر بين اين سيستم و فرهنگ جامعه در قالب يک استراتژي دگرديسی فرهنگی انديشيده شود (اسميت و تارداليف، ۲۰۰۷).

مديران موفق سازمان‌ها و پروژه‌ها به خوبي دريافته‌اند كه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه چه تأثيري مي‌تواند در بالا بردن بهره‌وري در سازمان و تسريع در اجراي پروژه ايجاد كند، لذا براي اجراي موفق استقرار چنين سيستم‌هايي و بهره‌مندي از آنها از هيچ كوششي فروگذار نكرده‌اند. توجه به ساختار اجراي پروژه‌هاي بزرگ كه اغلب در قالب EPC و توسط كنسرسيومي از شركت‌ها و سازمان‌هاي مطرح در اجراي پروژه انجام مي‌گيرد و مدل فرايندي اجراي پروژه‌ها، اهميت ضرورت استفاده از چنين سيستم‌هايي را براي ما روشن مي‌سازد. صرف‌نظر از دستاوردها و جايگاه چنين سيستم‌هايي در سازمان‌ها و پروژه‌ها، تجربه استقرار سيستم‌هاي اطلاعاتي خصوصاً در اين اندازه نشان داده شده است. استقرار چنين سيستم‌هايي هميشه با موفقيت همراه نبوده و در بسياري از موارد با شكست دچار گشته‌اند و هزينه‌هاي گزافي را به سازمان و پروژه متحمل نموده‌اند. لذا بررسي علل و عوامل مؤثر بر شكست و موفقيت در اجراي چنين پروژه‌ها يكي از راه‌حل‌هايي است كه مي‌تواند الگويي مناسب براي ديگر سازمان‌ها در جهت استقرار موفق سامانه‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان باشد (عابدینی و مکنون، ۱۳۹۳). همچنين، نرخ بالاي شكست پروژه‌هاي سيستم‌هاي اطلاعاتي كه در حوزه اجراي پروژه‌ها نيز واقع مي‌گردد بسياري از صاحب‌نظران را بر آن داشته است كه علل و عوامل مؤثر بر شكست پروژه‌ها و شرايطي كه براي موفقيت آنها بايد مهيا شود را جستجو كنند. از اين رو تحقيق درباره شكست پروژه‌هاي استقرار سيستم‌هاي اطلاعاتي بخش قابل توجهي از ادبيات مديريت سيستم‌هاي اطلاعاتي به‌ويژه سه دهه اخير را تشكيل مي‌دهد و اين موضوع از ديدگاه و ابعاد مختلف مورد توجه بسياري از شركت‌هاي توسعه يافته واقع شده است. تحقيقات شاه‌حسینی و همکاران (۱۳۹۲) در اين زمينه حاكي از موفقيت كامل حداكثر ۲۰٪ از پروژه‌هاي استقرار سيستم‌هاي اطلاعاتي انجام شده در سازمان‌ها طي دو دهه ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ ميلادي است و علاوه بر آن، ۹۰٪ از سرمايه‌گذاري‌هاي فناوري اطلاعات به اهداف كاربردي خود نرسيده‌اند. ارزاقی و سادات‌فر (۱۳۹۳)، در مطالعه‌ای مفاهیم و کارکردهای این فناوری در سطح کشور و برخی پروژه‌های داخلی را مورد بحث و بررسی قرار دادند. خسروشاهی و آرائیسی (۲۰۱۲)، در تحقیق خود، به بررسي چالش‌ها و موفقيت‌ها در استقرار سامانه اطلاعات مدل‌سازی ساختمان عمراني وزارت بهداشت پرداخته است. ميگيلين‌كاس و همكاران (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای ۲۲ عامل كليدي سيستم‌هاي اطلاعاتي در شركت‌ها را در چرخه حيات پروژه مورد بررسي قرار داده است. مورل‌هان و همكاران (۲۰۱۴)، نحوه موفقيت و عوامل كليدی در سامانه اطلاعات مدل‌سازی ساختمان را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که برای بهبود وضعیت اجرای چنین سامانه‌ای، می‌بایست سطوح مختلف بلوغ در نظر گرفته شود تا بتوان نسبت به ارائه شاخص‌های کلیدی عملکرد اقدام نمود. هیوجو و همکاران (۲۰۱۵)، در تحقیق خود به بررسی عوامل مؤثر در پذیرش و استفاده مناسب از سامانه اطلاعات مدل‌سازی ساختمان پرداخته و نشان داد که در بین عوامل مختلف، مهم‌ترین آنها حمایت مدیریت، ایجاد عرف، تطابق با نیازها و وجود نرم‌افزار کاربردی می‌باشد. دانگپین و همکاران (۲۰۱۵)، در تحقیقات خود به بررسی اهمیت و ضرورت استفاده از سامانه اطلاعات مدل‌سازی ساختمان در کشور چین پرداختند و به این نتیجه رسیدند که موفقیت استفاده از چنین سامانه‌ای اولاً به خود پروژه وابسته است و ثانیاً حمایت مالک یا متقاضی، در دسترس بودن و نوع نرم‌افزار میز در کشور چین بسیار بر موفقیت این سیستم اثرگذار بوده است.

هدف اين تحقيق، بررسي و تحليل روش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) و نيز نحوه‌ي ارتباط آن با مديريت پروژه مي‌باشد. به‌طور كلی، در اين تحقيق سعي بر آن است تا با بررسي عوامل مؤثر بر ايجاد چالش در استقرار سيستم‌هاي مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) با بهره‌مندي از تجربياتي كه در استقرار آن در شركت‌هاي مشابه حاصل شده است وزن و اهميت عامل‌هاي شناسايي شده نيز مورد توجه قرار گيرد تا الگويي براي ديگر سازمان‌هاي مشابه كه قصد به‌كارگيري چنين سيستم‌هايي را دارند فراهم آيد. چرا كه با شناسايي علل مؤثر در بروز چالش‌ها مي‌توان تدابير پيشگيرانه براي جلوگيري از شكست اين‌گونه پروژه‌ها و قرار دادن آنها در مسير موفقيت را فراهم نمود.

۲- مواد و روشها

- روش تحقیق

تحقيق حاضر، از نظر نوع، كاربردي و از نظر روش اجرا، توصيفي و پيمايشي است. هدف اين تحقيق، بررسي عوامل مؤثر بر شكست استقرار مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در سازمان‌هاي پروژه محور بوده و يک تحقيق كاربردي است كه مي‌تواند با تعيين اين عوامل نقش به سزايي در پياده‌سازي سيستم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در سازمان‌هاي پروژه محور ايفا كرد. همچنين، اين تحقيق از نوع اكتشافي است و از روش كتابخانه‌اي و ميداني (تكميل پرسش‌نامه)

جهت گردآوري اطلاعات و داده‌هاي مورد نياز استفاده شد. از مصاحبه با خبرگان سيستم اطلاعات مديريت پروژه‌هاى ساختمانى نيز جهت شناخت عوامل شكست استقرار مدل‌سازى اطلاعات ساختمان استفاده گرديده و سپس يافته‌هاي حاصل مورد توصيف قرار گرفته و با استفاده از ابزار سنجش طراحي شده و ارسال آن براي خبرگان، نسبت به استخراج عوامل مؤثر بر ايجاد چالش استقرار سيستم مدل‌سازى اطلاعات ساختمان اقدام گرديد. جهت رتبه‌بندي عوامل مورد توافق خبرگان نيز، از روش فرآيند تحليل شبكه‌اى ANP استفاده شد. به‌طور كلى، اين تحقيق درصدد است به بررسى عوامل شكست در پياده‌سازي سيستم مدل‌سازى اطلاعات ساختمان پرداخته و به كمك تكنيك ANP به تعيين وزن و اهميت عوامل شكست پياده‌سازى BIM در كشور پرداخته و در واقع با تعيين وزن هر يك از عوامل از طريق مدل فرايند تحليل شبكه‌اى ANP، به الويت‌بندى هر يك از عوامل از لحاظ درجه اهميت بپردازد.

- گردآوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز

فرايند تحليل شبكه‌اى يكى ديگر از سري تكنيك‌هاى تصميم‌گيرى است و اگر معيارها مستقل از هم نباشند از اين روش استفاده مى‌گردد و هنگامي كه عمل تصميم‌گيري با چند گزينه رقيب و معيار تصميم‌گيري روبروست مي‌توانند به‌كار گرفته شود. معيارهاي مطرح شده در روش مذكور مي‌توانند كمي و كيفي باشند. اساس اين روش تصميم‌گيري بر مقايسات زوجي نهفته است. مدل تحليل شبكه‌اى كه تعميم AHP است، اولين بار به وسيله پروفسور ساعتى در سال ۱۹۹۷ ميلادى مطرح شد. در مواردى كه سطوح پايينى روى سطوح بالايى اثر گذارند و يا عناصرى كه در يك سطح قرار دارند و مستقل از هم نيستند، به جاى AHP از ANPاستفاده مى‌شود و شكل كليترى از آن است، اما به ساختار سلسله مراتبى آن نياز ندارد و در نتيجه روابط پيچيده‌تر بين سطوح مختلف تصميم را به صورت شبكه‌اى نشان مى‌دهد و تعاملات و بازخوردهاى ميان معيارها و آلترناتيوها را در نظر مى‌گيرد. فرايند تحليل شبكه‌اى شامل چهار مرحله اصلى مى‌باشد كه عبارتند از:

۱) ساختن مدل و ساختاربندى مسئله.

۲) مقايسات زوجى و بردارهاى اولويت كه در روش تحليل شبكه‌اى نيز همچون روش تحليل سلسله مراتبى عناصر تصميم در هر قسمت با توجه به اهميت آنها در كنترل معيار به صورت زوجى مقايسه مى‌شوند و خود قسمت‌ها نيز با توجه به تأثيرشان در هدف به صورت زوجى با هم مقايسه مى‌شوند.

۳) تشكيل ابر ماتريس.

۴) انتخاب بهترين گزينه.

- متغیرهای مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری متغیرها

علل و عوامل شكست و موفقيت استقرار پروژه‌هاي سازماني شامل عوامل درون سازماني و عوامل بيرون سازماني متغيرهاي تحقيق هستند. در تحقيق حاضر، پس از مطالعات پيرامون سيستم اطلاعات مديريت پروژه و مدل‌سازى اطلاعات ساختمان به بررسى عوامل مؤثر بر چالش پيرامون مباحث ذكر شده پرداخته است. پس از شناسايى عوامل مؤثر بر شكست مدل‌سازى اطلاعات ساختمان در شركت‌هاى پروژه محور، استخراج نهايى عوامل مؤثر با نظر خبرگان و مدل‌سازى اطلاعات ساختمان از طريق پرسش‌نامه به بررسى ارتباط معنادار عوامل مطرح شده با شكست مدل‌سازى اطلاعات ساختمان پرداخته و سپس با الويت‌بندى عوامل از طريق مدل فرايند تحليل شبكه‌اى (ANP)، رتبه‌بندى عوامل مورد نظر انجام شده و داده‌هاى جمع‌آورى شده در نرم‌افزار Super Decision مورد بررسى و تجزيه و تحليل قرار گرفت.

- روش‌ها و ابزارهای گردآوری اطلاعات

به‌منظور گردآوري اطلاعات از مطالعات كتابخانه‌اي، مصاحبه، پرسش‌نامه و بازديد ميدانى استفاده گرديده است. جامعه آماري در اين تحقيق، شامل مديران و خبرگان حوزه استقرار مدل‌سازى اطلاعات ساختمان در سازمان‌هاي پروژه محور ساختمانى بوده كه به‌صورت هدف‌دار (غير احتمالي) و زنجيره‌اي و با مشاركت افرادي انجام پذيرفت كه در موضوع پژوهش داراي دانش و تخصص باشند. همچنين، داده‌ها با استفاده از طيف ليكرت به صورت فاصله‌اي كمي شدند و براى شناسايى و اولويت‌بندى اقدامات انجام شده در چندين پروژه اجرا شده در پروژه‌هاى عمرانى نمونه‌گيرى به‌صورت تصادفى ساده انجام گرفت. براى توصيف و تجزيه و تحليل اطلاعات و پس از تهيه الگوي اوليه، براى سنجش اعتبار آن، از پرسش‌نامه و اظهار نظرهاي تخصصي افراد خبره انتخاب شده، استفاده گرديده و توسط روش فرايند تحليل شبكه‌اى مورد بررسي و اعمال نظر قرار گرفت. بدين منظور، مصاحبه ساختار يافته‌اي از ۱۰ نفر از متخصصين صورت پذيرفت و با بررسى نظرات آنان، به دسته‌بندي مهم‌ترين عوامل مطرح شده پرداخته شد. براى تحليل به كمك روش ANP نيز از نظر ۱۵ نفر از خبرگان و متخصصين براي مقايسه زوجي و تعيين وزن عوامل استفاده گرديد. روند كلى پژوهش حاضر، به‌طور خلاصه در شكل ۱ ارائه شده است.

شکل ۱- مراحل و روند کلی تحقیق حاضر

۳- نتایج

۳-۱-تعیین عوامل عدم تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی

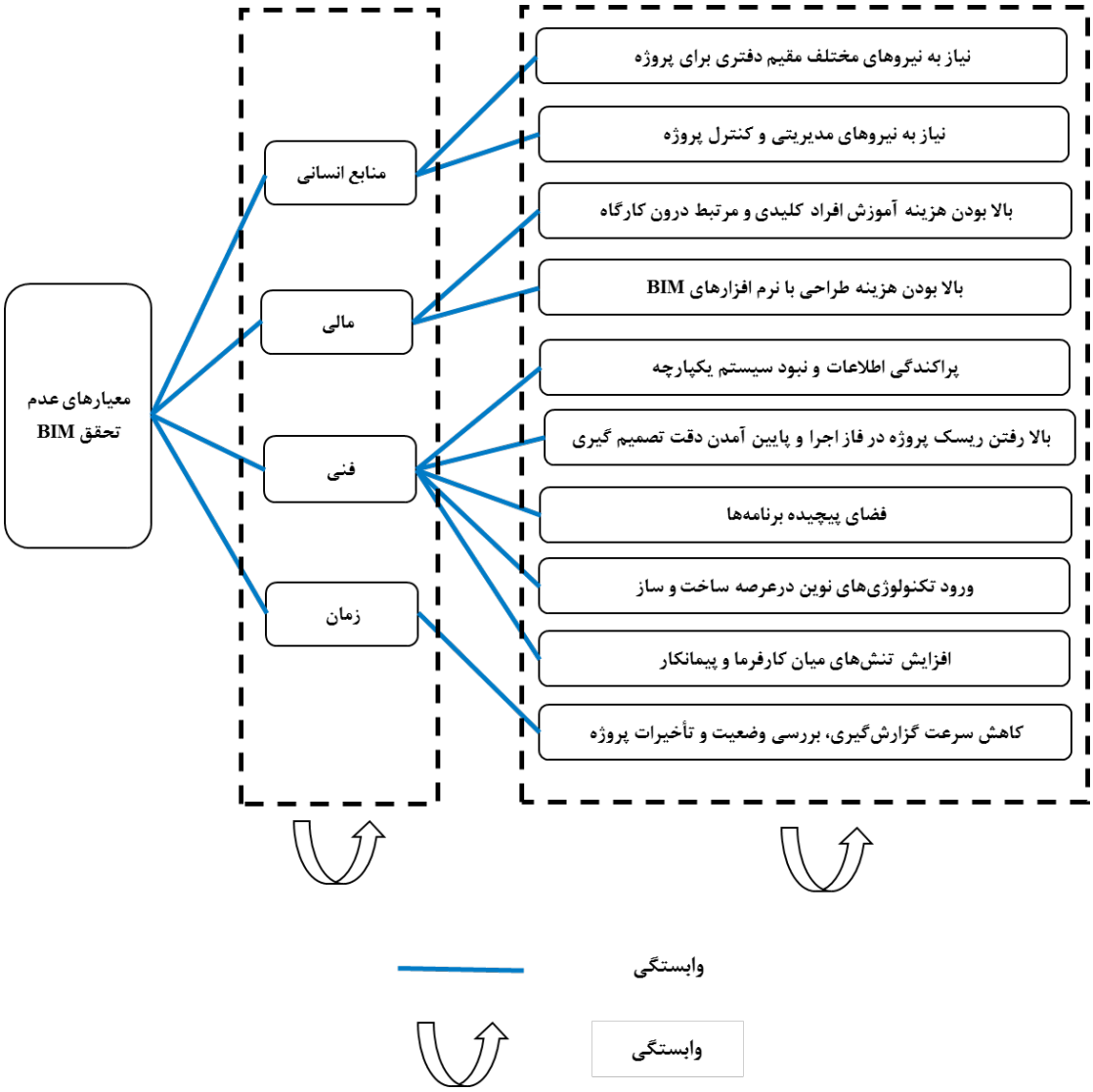
با توجه به بررسى‌هاى انجام شده و نظارت‌هاى متخصصين مربوطه در اين پژوهش، عوامل شكست و عدم تحقق BIM در پروژه‌هاى عمرانى به دو قسمت معيارهاى اصلى و زير معيارها تقسيم شد كه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- معيارهاى اصلى و زيرمعيارهاى عدم تحقق BIM در پروژه‌هاى عمرانى

معيارهاى اصلى	زير معيارها
مالى	بالا بودن هزينه طراحى با نرم‌افزارهاي BIM
	هزينه آموزش افراد كليدي و مرتبط درون كارگاه
فنى	پراكندگي اطلاعات و نبود سيستم يكپارچه
	بالا رفتن ريسك پروژه در فاز اجرا و پايين آمدن دقت تصميم‌گيري
	فضاي پيچيده برنامه‌ها
	ورود تكنولوژى‌هاى نوين در عرصه ساخت و ساز
	افزايش تنش‌هاى ميان كارفرما و پيمانكار
منابع انساني	نياز به نيروهاى مختلف مقيم دفترى براى پروژه
	نياز به نيروهاى مديريتى و كنترل پروژه
زمان	كاهش سرعت گزارش‌گيري، بررسى وضعيت و تأخيرات پروژه

۳-۲- تعیین معیارها و محاسبه وزن و رتبه معیارها

پس از تعیین و مشخص نمودن معیارها اصلی و زیرمعیارهای عدم تحقق BIM، لازم است ارتباط بین این عوامل (معیارهای اصلی و زیرمعیارها) نیز مشخص شود، که برای این کار، از نظرات کارشناسان و خبرگان استفاده می‌شود. برخلاف فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP که ارتباط بین معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها، سلسله مراتبی و یک سویه است، در فرآیند تحلیل شبکه‌ای، افزون بر ارتباط سلسله مراتبی، در بخش‌هایی از مدل ممکن است معیارها و زیرمعیارها با یکدیگر ارتباط و وابستگی متقابل داشته باشند، همانند این مثال که در آن معیارها و زیرمعیارها با یکدیگر ارتباط و وابستگی متقابل دارند.



شکل ۲- ارتباط و وابستگی‌های بین معیارها و زیرمعیارها در نرم‌افزار Super Decision

۳-۳- تعیین معیارها و محاسبه وزن و رتبه معیارها

با توجه به نظرات خبرگان و بررسی‌های انجام شده در این تحقیق طبق مقایسه دودویی معیارهای اصلی (جداول ۲ و ۳)، به‌ترتیب بیشترین عاملی که موجب عدم تحقق BIM در در پروژه‌های عمرانی می‌شود، مشکلات فنی می‌باشد (معیار فنی). به‌عنوان مثال نبودن سیستم یکپارچه و فراگیر نبودن نرم‌افزارهای BIM در کلیه شرکت‌های پیمانکاری از اصلی‌ترین عوامل عدم تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی است. عامل تأثیرگذار بعدی، مشکلات مالی (معیار مالی) نظیر هزینه‌های بالایی که نیروهای انسانی برای طراحی با نرم‌افزارهای BIM دریافت می‌کنند، می‌باشد. سومین عامل عدم تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی، مشکلات منابع انسانی می‌باشد (معیار منابع انسانی). به‌عنوان مثال کمبود نیروهای متخصص و حرفه‌ای در کار کردن با نرم‌افزارهای BIM، که زیرمعیاری از معیار اصلی منابع انسانی است از چالش‌های پیش روی تحقق BIM می‌باشد. پس از اولویت‌بندی فوق و تعیین ارجحیت عوامل تأثیرگذار در بروز مشکلات و ایجاد چالش در تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی، عامل بعدی و اولویت چهارم طبق دسته‌بندی انجام شده در این تحقیق، مشکلات زمان (معیار زمان) از قبیل زمان‌گیر بودن یکپارچه‌کردن اطلاعات در بخش‌های مختلف طراحی می‌باشد.

جدول ۲- نتایج مقایسه دودویی معیارهای اصلی مورد مطالعه

هدف	منابع انسانی	مالی	فنی	زمان	(M) بردار ویژه
منابع انسانی	۱	×	×	×	۰/۱۸۰
مالی	→۱/۹	۱	×	×	۰/۳۰۹
فنی	→۲/۲	→۱/۳	۱	×	۰/۳۸۱
زمان	↑۱/۶	↑۲/۳	↑۲/۷	۱	۰/۱۲۹

جدول ۳- اولویت‌بندی معیارهای اصلی مورد مطالعه در تحقیق حاضر

معیار و هدف تحت بررسی	(M) بردار ویژه	در پروژه‌های عمرانی BIM درجه اولویت تأثیر در عدم تحقق
منابع انسانی	۰/۱۸۰	۳
مالی	۰/۳۰۹	۲
فنی	۰/۳۸۱	۱
زمان	۰/۱۲۹	۴
جمع کل	۱	-

بـر اسـاس نتایـج بررسـی‌های صـورت گرفتـه در زمینـه تعییـن و اولویت‌بنـدی معیارهـای عوامـل عـدم تحقـق BIM در در پروژه‌هـای عمرانـی و بـا توجـه بـه نتایـج وزن‌دهـی معیارهـای مـورد مطالعـه (جـداول ۴ و ۵)، چهـار زیـر معیـار پراکندگـي اطلاعـات و نبـود سیسـتم یکپارچـه بـا وزن ۰/۲۲۷۷، فضـاي پیچیـده برنامـه هـا بـا وزن ۰/۱۶۳۴، بـالا بـودن هزینـه طراحـي بـا نرم‌افزارهـاي BIM بـا وزن ۰/۱۵۷۸ و نیـاز بـه نیروهـای مختلـف مقیـم دفتـری بـرای پـروژه بـا وزن ۰/۱۳۵۲ بـه ترتیـب بیشـترین اهمیـت و در نتیجـه بیشـترین تأثیـر را در اولویت‌بنـدی عوامـل عدم تحقـق BIM را خواهند داشت.

جدول ۴- وزن‌دهی معیارهای عوامل عدم تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی

زیرمعیارها	وزن ایده آل	وزن نرمال شده	وزن کراندار
بالا بودن هزينه طراحي با نرم‌افزارهاي BIM	۰/۶۹۲۸۶	۰/۱۵۷۸۰۶	۰/۱۵۷۸۰۶
افزايش تنش هاي ميان كارفرما و پيمانكار	۰/۲۱۳۱۷	۰/۰۴۸۵۵۱	۰/۰۴۸۵۵۱
بالا رفتن ريسک پروژه در فاز اجرا و پايين‌آمدن دقت تصميم‌گيري	۰/۳۹۲۸۳	۰/۰۸۹۴۷۱	۰/۰۸۹۴۷۱
فضاي پيچيده برنامه‌ها	۰/۷۱۷۶	۰/۱۶۳۴۴	۰/۱۶۳۴۴
نياز به نيروهاي مديريتي و كنترل پروژه	۰/۱۸۰۰۸	۰/۰۴۱۰۱۴	۰/۰۴۱۰۱۴
نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه	۰/۵۹۴۰۲	۰/۱۳۵۲۹۳	۰/۱۳۵۲۹۳
هزينه آموزش افراد كليدي و مرتبط درون كارگاه	۰/۲۳۵۵۷	۰/۰۵۳۶۵۳	۰/۰۵۳۶۵۳
ورود تكنولوژي هاي نوين در عرصه ساخت‌وساز	۰/۱۰۸۱۲	۰/۰۲۴۶۲۵	۰/۰۲۴۶۲۵
پراكندگي اطلاعات و نبود سيستم يكپارچه	۱	۰/۲۲۷۷۶	۰/۲۲۷۷۶
كاهش سرعت گزارش‌گيري، بررسي وضعيت و تأخيرات پروژه	۰/۲۵۶۳۶	۰/۰۵۸۳۸۷	۰/۰۵۸۳۸۷

طبـق وزن‌هـاي نرمـال شـده زیرمعیارهـای مـورد مطالعـه کـه از نرم‌افـزار Super Decision اسـتخراج گردیـد، الویت‌بنـدي از نظـر اهمیـت و تعییـن ارجحیـت و تأثیرگـذاری زیرمعیارهـای مذکـور در عـدم تحقـق BIM، مـورد بررسـی قـرار گرفتـه و نتایـج آن در جـدول ۵ ارائـه شـده اسـت. همان‌طـور کـه در بـالا نیـز بیـان گردیـد، مطابـق بـا نتایـج حاصـل (جـدول ۵)، زیرمعیـار پراکندگـي اطلاعـات و نبـود سیسـتم یکپارچـه، اولیـن اولویـت مهـم و مؤثـر در عـدم تحقـق BIM در پروژه‌هـای عمرانـی می‌باشـد. لـذا ایـن چالـش پیـش روی سیسـتم مدل‌سـازی اطلاعـات سـاختمان (BIM) در پروژه‌هـای عمرانـی بایـد مـورد بررسـی بیشـتر قـرار گرفتـه و نسـبت بـه مرتفـع نمـودن ایـن مشـکل و سـایر مشـکلات بـا ارجحیت‌هـای بعـدی، اقدامـات لازم صـورت گیـرد.

جدول ۵- الویت‌بندي زیرمعیارهای عوامل عدم تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی

زیرمعیارها	وزن نرمال شده	الویت
پراکندگي اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه	۰/۲۲۷۷۶	۱
فضاي پیچیده برنامه‌ها	۰/۱۶۳۴۴	۲
بالا بودن هزینه طراحي با نرم‌افزارهاي BIM	۰/۱۵۷۸۰۶	۳
نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه	۰/۱۳۵۲۹۳	۴
بالا رفتن ریسک پروژه در فاز اجرا و پایین آمدن دقت تصمیم‌گیري	۰/۰۸۹۴۷۱	۵
کاهش سرعت گزارش گیري، بررسي وضعیت و تأخیرات پروژه	۰/۰۵۸۳۸۷	۶
هزینه آموزش افراد کلیدي و مرتبط درون کارگاه	۰/۰۵۳۶۵۳	۷
افزایش تنش‌هاي میان کارفرما و پیمانکار	۰/۰۴۸۵۵۱	۸
نیاز به نیروهاي مدیریتي و کنترل پروژه	۰/۰۴۱۰۱۴	۹
ورود تکنولوژي هاي نوین در عرصه ساخت‌وساز	۰/۰۲۴۶۲۵	۱۰

۵- بحث و نتیجه گیری

با توجه به عواملی که از دید خبرگان و متخصصین در مورد عوامل عدم موفقیتBIM در این تحقیق مطرح شد، با برطرف نمودن موانع پیش روی سیستم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، چه بسا مدیران راغب به استفاده از آن جهت مدیریت بهینه منابع و زمان و ... خواهند بود. در این تحقیق، موانعی از جمله موانع مالی، منابع انسانی، زمان و مسائل فنی مورد ارزیابی و گزینش از متخصصین و خبرگان قرار گرفت و به الویت‌بندی عوامل پرداخته شد. با توجه به نتایج حاصل از بررسی زیرمعیارهای مؤثر در عدم تحقق BIM و تعیین درجه اهمیت هریک از آنها، بزرگترین مانع BIM، پراکندگی اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه می‌باشد که بیشترین تأثیرگذاری را در عدم تحقق BIM می‌گذارد. در رده‌های بعدی به-ترتیب فضای پیچیده برنامه‌ها و بالا بودن هزینه طراحي با نرم‌افزارهاي BIM از عواملی هستند که تأثیر بسزایی در عدم تحقق BIM می‌گذارند. در اولویت‌های بعدی به‌ترتیب نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه و بالا رفتن ریسك پروژه در فاز اجرا و پایین آمدن دقت تصمیم‌گیري جزو عواملی بودند که تأثیرگذاری بالایی در عدم تحقق BIM داشتند. همچنین، کاهش سرعت گزارش‌گیري، هزینه آموزش افراد کلیدي و مرتبط درون کارگاه، افزایش تنش‌هاي میان کارفرما و پیمانکار، نیاز به نیروهاي مدیریتي و کنترل پروژه، ورود تکنولوژي‌هاي نوین در عرصه ساخت و ساز پروژه به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفته است. لذا جهت ارتقا سیستم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌بایست به‌منظور تقلیل موانع چاره‌ای اندیشید. با توجه به عواملی که مانع تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی بوده است و تعیین مهم‌ترین عوامل از دیدگاه متخصصین و خبرگان در زمینه مورد نظر می‌توان اظهار داشت مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه‌های عمرانی نیاز به حمایت مدیران ارشد از اجرای آن دارد که این امر نیز خود به دلایلی که ذکر شد وابسته است. چرا که با برطرف نمودن موانع پیش روی آن، به منظور مدیریت بهینه منابع و زمان و ...، چه بسا مدیران راغب به استفاده از آن شوند

مراجع

۱. غمخوار، س.م. (۱۳۹۱)، «به‌کارگیري تکنولوژي مدل‌سازی اطلاعاتي ساختمان BIM (جهت کاهش زمان و هزینه ترمیم و بهسازي ساختمان‌ها)»، دومین کنفرانس ملي مدیریت بحران.

2. Smith, K.D. and Tardif, M. (2007), "Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors and Real State Asset Managers", John Wiley & Sons Pub, Canada.

۳. عابدینی، ب. و مکنون، ر. (۱۳۹۳)،" لزوم بکارگیری BIM در ساختمان‌های استراتژیک». کنفرانس ملی معماری و منظر شهری پایدار، موسسه بین المللی مطالعات معماری و شهرسازی مهراز شهر.

۴. شاه‌حسینی، و. حجرالاسودی، ح. نوژان نادری، ا. و جوشقانی ع.ر. (۱۳۹۲)، «بهره‌گیری از فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در تحویل یکپارچه اقلام پروژه؛ رویکردی نوین در ساخت و ساز پایدار». اولین همایش بین المللی و چهارمین همایش ملی عمران شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج.

۵. ارزاقی، ع. و سادات‌فرد، م. (۱۳۹۳)، «نگاهي به فن‌شناسي مدل‌سازی اطلاعاتي ساختمان (BIM) و کاربرد آن در صنعت ساختمان». فصلنامه گزارش سازمان نظام مهندسي ساختمان استان فارس، سال بیست و سوم، شماره ۸۱-۸۲.

6. Khosrowshahi, F. and Arayici, Y. (2012), "Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry". Engineering, Construction and Architectural Management; 19:610-35.

7. Migilinskas, D. Popov, V. Juocevicius, V. and Ustinovichius, L. (2013), "The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation". In: Proceedings of the 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques: MBMST; May 16-17; Vilnius, Lithuania.

8. Morlhon, R. Pellerin, R. and Bourgault, M. (2014), "Building Information Modeling Implementation through Maturity Evaluation and Critical Success Factors Management. Procedia Technology". Volume 16, Pages 1126-1134.

9. Hyojoo, S. Sungwook, L. Changwan, K. (2015), "What drives the adoption of building information modeling in design organizations? An empirical investigation of the antecedents affecting architects' behavioral intentions". Automation in Construction. Volume 49, Part A, Pages 92-99.

10. Dongping, C. Guangbin, W. Heng, L. Martin S. Ting, H. and Weiyu, Z. (2015), "Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China". Automation in Construction. Volume 49, Part A, January, Pages 113-122.