علوم زیست محیطی و دانش جغرافیا

ارزیابی عدم کارایی و استفاده مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)در شهر شیراز بر اساس معیار مالی، معیار فنی، معیار منابع انسانی و معیار زمان

محمد ایلخانی پور[۱]

چکیده

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به‌عنوان یک ابزار کارآمد جهت بهینه‌سازی، مدیریت و برنامه‌ریزی پروژه‌های ساخت، در سال‌های اخیر، انقلابی در صنعت ساخت‌وساز ایجاد کرده است. ولی گسترش آهسته این تکنولوژی قدرتمند در کشورهای جهان سوم از جمله ایران، سبب بروز نگرانی‌های بسیاری در این زمینه شده است و مشکلات و موانع زیادی پیش روی خود دارد، و با گذشت چندین سال از مطرح‌شدن BIM در آن، اقدام مؤثری برای آگاهی‌رسانی و معرفی این فرایند از سوی دولت به صنعت ساخت کشور و همچنین ارزیابی و ایجاد زمینه‌های اجرا و به‌کارگیری آن صورت نگرفته است. با توجه به اهمیت موضوع هدف تحقیق بررسی دلایل عدم کارایی و استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در شهر شیراز بود. روش تحقیق کاربردی و از نوع توصیفی– همبستگی بود. در این پژوهش با استفاده از مطالعات کتابخانه – ای و مصاحبه با خبرگان دلایل عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان شناسایی گردید. سپس با استفاده از تکنیک DEMATEL رابطه درونی بین مؤلفه‌های شناسایی‌شده مشخص گردید. پارامترهای شناسایی‌شده با به‌کارگیری روش تحلیل شبکه (ANP) به‌صورت مقایسات زوجی و وزن هر یک از عوامل که مبین میزان تأثیر آنهاست، در نرم‌افزار سوپردسیژن محاسبه گردید. نتایج حاصل در خصوص تعیین وزن معیارها و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بیانگر این است که در بین عوامل، معیار مالی با وزن۳۱/۰، معیار فنی با وزن۳۸/۰، معیار منابع انسانی با وزن ۱۳/۰، معیار زمان با وزن۱۹/۰به ترتیب دارای بالاترین رتبه‌ها بودند.

کلمات کلیدی: شیراز، روش دیمتل، روش تحلیل شبکه(ANP) ، کارایی و عملکرد، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان(BIM)

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده فنی و مهندسی، گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران، ilkhanipour9@gmail.com

۱-بیان مساله

پروژه‌های عمرانی و صنعت ساخت‌وساز در چند دهه اخیر با مشکلات فراوانی مانند پایین بودن نرخ بازگشت سرمایه در مقایسه با سایر صنایع، افزایش هزینه‌های مدیریتی و اجرایی، تحمیل هزینه‌های پیش- بینی نشده و هزینه‌های ناشی از تغییرات روبرو بوده است. بنابراین رویکرد مهندسین عمران، کم‌کم به سمت استفاده از فن‌آوری‌های نوین در این صنعت متمایل شده است. تکنولوژی به‌عنوان یک فرآیند مهم در طراحی ساختمان و به‌منظور جلب رضایت این نیاز پدید آمده است. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان روند توسعه و استفاده از یک مدل شبیه‌سازی‌شده از برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری از ساختمان است که مجموعه‌ای از داده‌ها و اطلاعات غنی از تمام اجزای مربوط به ساختمان در طول چرخه حیات آن و ارتباط هوشمند تمام اعضا با یکدیگر را داراست (لی و همکاران، ۲۰۱۸). | مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) یکی از تکنولوژی‌هایی می باشد، که می تواند در صنعت ساختمان بسیار مفید واقع شود. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان فرآیند توسعه و تولید مدل رایانه ای به منظور شبیه سازی برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و عملیات اجرا می باشد. مدل به دست آمده ازBIM ، یک مدل غنی از داده، شیء گرا، هوشمند و پارامتریک است که هرکدام از برون داده‌های بصری و داده‌های آن برای پاسخگویی به نیازهای متنوع کاربران متخصص می باشد، به این صورت که کاربر می تواند نماها و داده‌های موردنیاز خود را از مدل BIMاستخراج و پردازش کرده و در نتیجه به اطلاعاتی که برای تصمیم سازی و ارتقای فرایند ارائه و بررسی امکانات مربوط است، دست یابد. همچنین نمایشی مجازی از ساختمان واقعی را در اختیار ما قرار میدهد که یک منبع اطلاعاتی کامل از تمام اجزای ساختمان میباشد. اهمیت BIM در ساخت‌وساز که صنعت ساختمان باید متوجه آن باشد، توانایی آن در گرفتن اطلاعات مدل و وسعت دادن به کاربردهایش با معنی دادن به اطلاعات، برای استفاده آنها در دیگر فرایندهای اثرگذار بر کاربردهای پایه مانند اندازه گیری، تدارکات و امنیت است. ارزش اصلی BIM توانایی آن در کنار هم گذاشتن اطلاعات و ویرایش، مدیریت و جمع آوری کردن این اطلاعات برای رسیدن به نتایج بهتر در طراحی و ساخت است

این مدل می تواند کل چرخه ی حیات ساختمان را نشان دهد که در نتیجه، مقادیر ویژگی های مواد می تواند به سرعت و سهولت از مدل BIM استخراج گردد و همینطور محدوده و بخشهای مختلف کار به سادگی قابلیت جداسازی و تعریف مجدد دارند. سیستم ها و ترتیبها می توانند در مقیاس ارتباطی با کل یا با گروهی از امکانات ساختمان نمایش داده شوند. همچنین اسناد ساخت مانند ترسیمات، جزئیات تهیه شده، فرآیندهای پیشنهاد شده و دیگر مشخصات می توانند به سادگی به یکدیگر ارتباط پیدا کنند (ستوده بیدختی و همکاران، ۱۳۹۴)

مدل اطلاعات ساختمان یک مدل سه بعدی است که خصوصیات فیزیکی و عملکردی بنا را به‌صورت دیجیتال نمایش می دهد. این مدل یک پایگاه داده مشترک و قابل اتکا برای اخذ تصمیمات مناسب در طول چرخه عمر بنا محسوب می شود. فناوری مدل سازی اطلاعات ساخت (BIM) به‌عنوان ابزاری قدرتمند در دست مدیران، معیارهای موفقیت پروژه را بهبود می بخشد. معیارهایی چون هزینه، زمان و کیفیت، با وجود مزایای بسیار این فناوری نوین، به دلیل ماهیت جزیره ای قراردادهای مرسوم، بخش عمده ای از پتانسیل نهفته در آن بدون استفاده می ماند. نیل به پایداری در پروژه‌های عمرانی بدون اصلاح فرایند طراحی، ساخت و بهبود کیفیت محصولات پروژه امکانپذیر نمی باشد. امروزه در کشورهای توسعه یافته، به‌کارگیری سیستم BIM سایر سیستم های پیشرفته در صنعت ساختمان به یکی از ضروریات اولیه در طراحی ها تبدیل شده و روز به روز بر میزان اهمیت مطالعات و بهره گیری از آنها در پروژه ها افزوده میشود. این در حالیست که احتیاج به مطالعات گسترده اولیه، بررسی مزایا و معایب و غیره در زمینه به‌کارگیری این سیستم ها، برای کشورهای در حال توسعه همچون ایران بسیار حائز اهمیت است. این سیستم حتی به طور کامل در ایران شناخته نشده و لزوم بکار گیری آن در پروژه ها هنوز درک نشده است. مدیران موفق پروژه ها به خوبی دریافته اند که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه چه تأثیری میتواند در بالا بردن بهره وری در سازمان و تسریع در اجرای پروژه ایجاد کند، لذا برای اجرای موفق استقرار چنین سیستم هایی و بهره مندی از آنها از هیچ کوششی فروگذار نکرده اند. توجه به ساختار اجرای پروژه‌های بزرگ که اغلب در قالب EPC و توسط کنسرسیومی از شرکتها و سازمانهای مطرح در اجرای پروژه انجام می گیرد و مدل فرایندی اجرای پروژه ها، اهمیت ضرورت استفاده از چنین سیستم هایی را برای ما روشن می سازد. صرفنظر از دستاوردها و جایگاه چنین سیستم هایی در سازمانها و پروژه ها، تجربه استقرار سیستم – های اطلاعاتی خصوصا در این اندازه نشان داده شده است. استقرار چنین سیستم هایی همیشه با موفقیت همراه نبوده و در بسیاری از موارد با

شکست دچار گشته اند و هزینه‌های گزافی را به سازمان و پروژه متحمل نموده اند. همچنین، نرخ بالای شکست پروژه‌های سیستم های اطلاعاتی که در حوزه اجرای پروژه ها نیز واقع می گردد بسیاری از صاحب نظران را بر آن داشته است که علل و عوامل مؤثر بر شکست پروژه ها و شرایطی که برای موفقیت آنها باید مهیا شود را جستجو کنند. با توجه به اهمیت موضوع در این پژوهش دلایل عدم کارایی و استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در شهر شیراز بررسی شد.

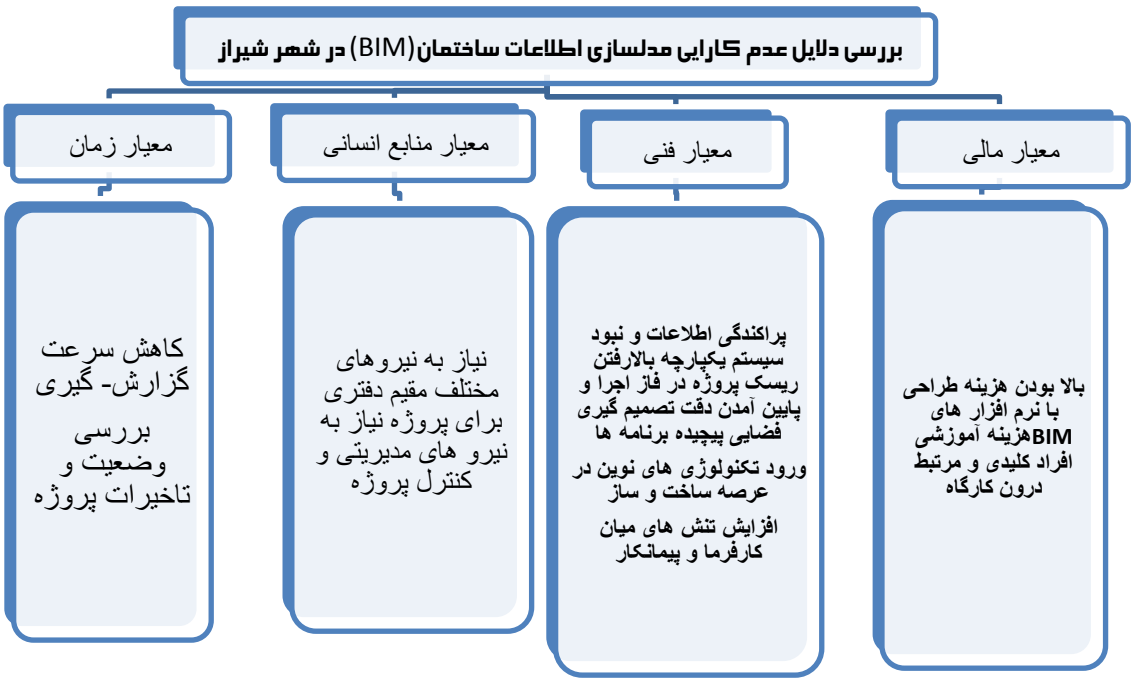
سیرفر و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان «استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان برای بهبود مدیریت نگهداشت در ساختمان های عمومی: مطالعه ی موردی بیمارستان دولتی» به بررسی مدل سازی اطلاعات ساختمان پرداختند. در بین ساختمان های عمومی، مدیریت تجهیزات در بیمارستان ها بسیار پرهزینه است. قسمت اعظم زیرساخت های درمانی در ایران تحت نظارت و مالکیت بخش دولتی است و سهم قابل توجهی از بودجهی دولت صرف بیمارستان ها و بخش های درمانی می شود. در عین حال، بهبود در مدیریت تجهیزات بیمارستان می تواند کاهش هزینه ی این بخش و افزایش کیفیت خدمات ارایه شده را در برداشته باشد. متاسفانه تا کنون استفاده از قابلیت های مدل سازی اطلاعات ساختمان برای کمک به مدیریت تجهیزات بیمارستان ها در کشور نادیده گرفته شده است. در این تحقیق، با بررسی سیستم نگهداشت تاسیسات و تجهیزات درمانی در کشور و همچنین انجام مطالعه ی موردی بر روی بیمارستان شهید هاشمی نژاد در تهران، سعی شده است تا به درک درستی از ابعاد این موضوع برسیم. در نهایت، با توجه به شرایط بودجه ی بخش دولتی و سطح دانش فنی پرسنل نگهداشت و تاسیسات، نقاط قابل بهبود توسط مدل اطلاعات ساختمان در سیستم مدیریت تجهیزات بیمارستان های دولتی شناسایی شدند، قابلیت اجرایی بودن آن ها آزمایش شد و در آخر نیز ساختاری کلی برای اجرای وسیع این کاربردها در سطح کشور پیشنهاد شده است. طبق یافته های این پژوهش، حتی استفاده از قابلیت های ابتدایی مدل اطلاعات ساختمان می تواند باعث بهبودهای قابل توجهی در روند مدیریت و نگهداشت تجهیزات بیمارستان های دولتی شود. مواردی نظیر کاهش زمان انجام فعالیت های نگهداشت، بهبود در جانمایی و مکانیابی تاسیسات و تجهیزات، برقراری راحت تر ارتباط مؤثر بین افراد، آموزش بهتر و مدیریت شرایط اضطراری از جمله نقاط قابل بهبود پیش بینی می شوند. امید است که اجرای پیشنهادهای ارایه شده در این تحقیق در بیمارستان های دولتی که ۷۵ درصد بیمارستان های کشور را تشکیل می دهند، باعث ایجاد بهبود در مدیریت و نگهداشت تجهیزات آن ها گردد. بصیرتی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی تحت عنوان « طراحی مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM مبتنی بر عوامل حیاتی موفقیت « CSF به بررسی مدل سازی اطلاعات ساختمان پرداختند. همزمان با افزایش استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM در جهان، در ایران نیز از اواخر سال ۱۳۹۱ این موضوع به‌عنوان زمینه جدید برای تحقیقات مورد توجه محققین قرار گرفته است. با مطالعات صورت گرفته و بررسی مدل های طراحی شده و در حال اجرا جهت درک عمیق از اثرات به کارگیری این فناوری در جوانب مختلف صنعت ساخت خلا های تحقیقاتی در این باره مشاهده می شود که موجب شده است نتایج ملموس و ارزش کسب شده قابل استنادی از این فناوری در پروژه را نمایان نکند این خلا ها مانعی برای رسیدن به موفقیت و اهداف پروژه هستند. پژوهش حاضر با هدف ارائه مدل جهت طراحی مدل سازی اطلاعات ساختمان مبتنی بر عوامل حیاتی موفقیت CSF انجام شد. از جمله دستاوردهای مهم تحقیق می توان به بررسی عوامل اثر گذار بر طراحی مدل اطلاعات ساختمان مبتنی بر عوامل حیاتی موفقیت که در پنج گروه شاخص های اقتصادی – کیفی و کنترلی فنی–کارایی و اثربخشی – مدیریتی طبقه بندی شده اند و همچنین ارائه روند مدل سازی اطلاعات ساختمان مبتنی بر عوامل حیاتی موفقیت با رویکردی به بهینه‌سازی در طراحی و اجرای پروژه‌های ساختمانی با هدف کسب ارزش افزوده بیشتر و کاهش نرخ شکست در پروژه ها نام برد. قلمرو زمانی این پژوهش شش ماهه دوم سال ۱۳۹۶ می باشد و جامعه آماری این تحقیق به منظور اولویت‌بندی شاخصها و زیرشاخصها، مجموعه خبرگان و کارشناسان متخصص و دارای تجربه در این زمینه میباشند. نمونه گیری در این پژوهش به‌صورت غیر تصادفی و هدفمند می اشد. درجه اهمیت هر یک از شاخص ها و زیرشاخصهای استخراج شده با استفاده از روش تصمیم گیری چند شاخصه تعیین گردید. آهنگری و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی تحت عنوان «مدل سازی اطلاعات ساختمان و نحوه ی پیاده سازی آن جهت کاهش هزینه، زمان و مصرف انرژی در پروژه‌های ساختمانی» به بررسی مدل سازی اطلاعات ساختمان پرداختند. امروزه بخش قابل توجهی از سرمایه کشورهای در حال توسعه به پروژه‌های عمرانی آن اختصاص دارد و یکی از مهمترین عوامل رشد اقتصادی هر کشور موفقیت در اجرای این پروژه ها خواهد بود. بسیاری از پروژه ها با تأخیرات فراوان زمان، افزایش هزینه و هدر رفت انرژی همراه است؛ با استقبال سرمایه گذاران در این بخش

و همچنین افزایش زمان، هزینه و کاهش منابع انرژی در پروژه ها گرایش به استفاده از روشهای نوین ساخت‌وساز بیش از پیش احساس می شود، بدین منظور در این پژوهش به بررسی راهکارهای بهینه‌سازی زمان، هزینه و مصرف انرژی با رویکرد مدل سازی اطلاعات ساختمان پرداخته شده است. پس از معرفی فرآیند مدل سازی اطلاعات ساختمان به بیان مزیت های مدل سازی اطلاعات ساختمان برای هر کدام از ذینفعان پروژه پرداخته شده است، سپس پیاده سازی این فرآیند را ازجنبه های مختلف بررسی کرده و در نهایت مزیت های آن و همچنین تمایل ذینفعان پروژه به به‌کارگیری آن بیان شده است. در ادامه نحوه پیاده سازی این رویکرد در قالب پروژه ای عملی با نرم‌افزارهای REVIT NAVISWORK و Energy plus نشان داده شده است، که با بررسی چهار نوع متریال دیوارهای داخلی و خارجی در مدل مطالعاتی به منظور انتخاب بهترین متریال با احتساب ضرایب اهمیت کارفرما در پارمترهای استفاده شده(زمان، هزینه، انرژی سالیانه، هزینه انرژی)، بلوک سیمانی به‌عنوان بهترین متریال بین گزینه های مختلف با بهره گیری از مزایای مدل اطلاعاتی ساختمان انتخاب شده است و در نهایت کاربردهای مدل چهار بعدی ساخت در کنترل پروژه ها بیان شده است صادقی نیا و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی تحت عنوان استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در بهبود برنامه‌ریزی بازسازی و تعمیر و نگهداری ساختمانهای صنعتی» به بررسی مدل سازی اطلاعات ساختمان پرداختند. فناوری مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM ، فرایند ساخت یک برنامه دیجیتالی از همه جزئیات برنامه‌ریزی، بازسازی و تعمیر و نگهداری یک ساختمان می باشد. این مدلها دارای اجزاء و اشیای هوشمند می باشد و کنترل رفتار روابط آنها بوسیله قوانینی با نام قواعد پارامتری تعریف می شود. مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) رویکرد نوینی از طبقه بندی و مدیریت اطلاعات ساختمان است که به‌عنوان انقلابی نوین در عرصه طراحی، ساخت و بهره‌برداری و به منظور مدیریت طراحی، اجرا، هزینه وفایده، منابع و نیروی انسانی و به طور کلی مدیریت یکپارچه امر ساخت مورد توجه قرار دارد. تفاوت BIM با یک مدل سه بعدی، ذخیره اطلاعات مربوط به اجزا و فعالیت های مختلف ساخت در همان مدل سه بعدی است. در این تحقیق به بررسی پتانسیل بکار گیری BIMدر بهبود برنامه‌ریزی بازسازی و تعمیر و نگهداری ساختمانهای صنعتی پرداخته شده است. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل مدیران، کارشناسان و کارکنان فنی و تخصص پیمانکاران بخشهای فنی و عمرانی مرتبط با شرکت های خودرو سازی و شرکت های زیر مجموعه که تعداد ۸۷۵۵ نفر می باشند و از روش نمونه گیری با فرمول کوکران حجم نمونه ۳۶۸ نفر بدست آمده است. یافته های این پژوهش، نشان میدهد سیستمBIM ، تعامل جدیدی را در صنعت ساختمانهای صنعتی به ویژه در بهبود برنامه‌ریزی بازسازی و تعمیر و نگهداری آنها ایجاد نموده است که این امر می تواند باعث شکل گیری هماهنگی و یکپارچگی بسیار بالا در بین کارفرما، سازنده، بهره بردار و به طور کلی تمامی ذینفعان که هریک به نحوی سهمی را در پروژه دارند، گردد.

بیریک و همکاران (۲۰۱۰)، در پژوهش خود به بررسی ارزش درک مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در صنعت ساختمان ایالات متحده پرداخته اند. گرچه اندازه گیری ارزش کسب و کار BIM توجه متخصصان و محققان را جلب کرده است، اما معیارهای سنجش هزینه و سودمندی مرتبط با پیشرفت های فرایند BIM نوآوری ها وجود دارد. افزایش دسترسی به اطلاعات هزینه سود، قابل توجه خواهد بود؛ زیرا یکی از انگیزه های اصلی برای متخصصان صنعت ساختمان برای اتخاذ فن‌آوری‌های جدید، فرصت منافع مستقیم در عملیات خود است. این مقاله، یافته های یک تحقیق آنلاین در سطح گسترده ای را که در بهار سال ۲۰۰۹ انجام شد، ارائه می دهد. هدف این مطالعه، درک ارزش BIMدر صنعت ساختمان سازی ایالات متحده است که توسط شرکت کنندگان مختلف در صنعت دیده میشود. این بررسی به طور خاص بر مزایای ملموس و هزینه‌های مرتبط با استفاده از BIM در سطح پروژه تمرکز دارد.

جان و همکاران (۲۰۱۷)، پذیرش و ارزیابی آمادگیBIM را در شرکتهای معماری تایوانی بررسی کرده اند. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در صنعت معماری، مهندسی و ساخت‌وساز (AEC) به رسمیت شناخته شده است زیرا می تواند به طور بالقوه هزینه ها و زمان تحویل را کاهش دهد. با توجه به منافع حاصل از تصویب BIM ، دولت تایوان قصد دارد سیاستی را اتخاذ کند که مبادله الکترونیک مبتنی بر BIM را در پروسه بررسی مجوز ساخت تایوان برقرار سازد. با این وجود، اثرات کاربرد BIM غیر قابل پیش بینی است. هدف مطالعه ایشان بررسی وضعیت فعلی استفاده از BIM در ۲۲۴ شرکت معماری تایوانی، ارزیابی پذیرش و آمادگی شرکت برای اجرای BIM و ایجاد یک مدل پیشبینی است که می تواند توسط تصمیم گیرندگان مورد توجه قرار گیرد که تصمیم به پذیرشBIM می گیرند. نتایج نشان داد که تقریبا هر سهم شرکتهای مورد بررسی قبلا ابزارهای مبتنی بر BIM را در اختیار داشتند. بیش از نیمی از

شرکتها مایل به استفاده از ابزارهایBIM برای تسهیل روند بازرسی مجوز ساخت وساز بودند. با این حال، تمایل آنها به شدت تحت تأثیر سیاستهای دولتی، انگیزه رقیب، انگیزه های مالی و حمایت فنی قرار گرفت. چالش های مشکلات و فرصت های مربوط به پذیرش BIM مورد بحث قرار گرفت. برای شرکتهایی که در کشورهای دیگر با شرایط مشابه و چالش های مشابه مواجه هستند درسهایی که از تجارب شرکت های تایوانی آموخته شده است ممکن است مفید باشد. لی و همکاران (۲۰۱۸)، منطق لازم برای حصول اطمینان از یکپارچگی تبادل اطلاعات در مدل های اطلاعاتی ساختمان (BIM) را بررسی کرده اند. ایشان در پژوهش خود روشی جدید برای ارزیابی دادههایBIM مطابق با الزامات متنوع MVD ارائه می دهد. از آنجا که MVD شامل انواع مختلفی از ویژگی های تبادل داده می شود، این تحقیق انواع قاعده هایچک شده جاسازی شده را بررسی می کند و سناریوهای اجرای مناسب را طبقه بندی می کند. علاوه بر این، این مقاله شامل منطق قانون و اعتبار سنجی دادههایBIM مبتنی بر IfcDoc است که براساس ترکیبات قانون منطقی انواع قوانین شناسایی‌شده و سناریوهای بررسی شده است. انتظار می رود که این رویکرد از به اشتراک گذاشتن مجموعه دادههای ثابت BIM و تایید کیفیت دادههای دریافتی مربوط به نحو و معنایی یک دیدگاه مدل هدفمند پشتیبانی کند.



۲- مواد و روش تحقیق

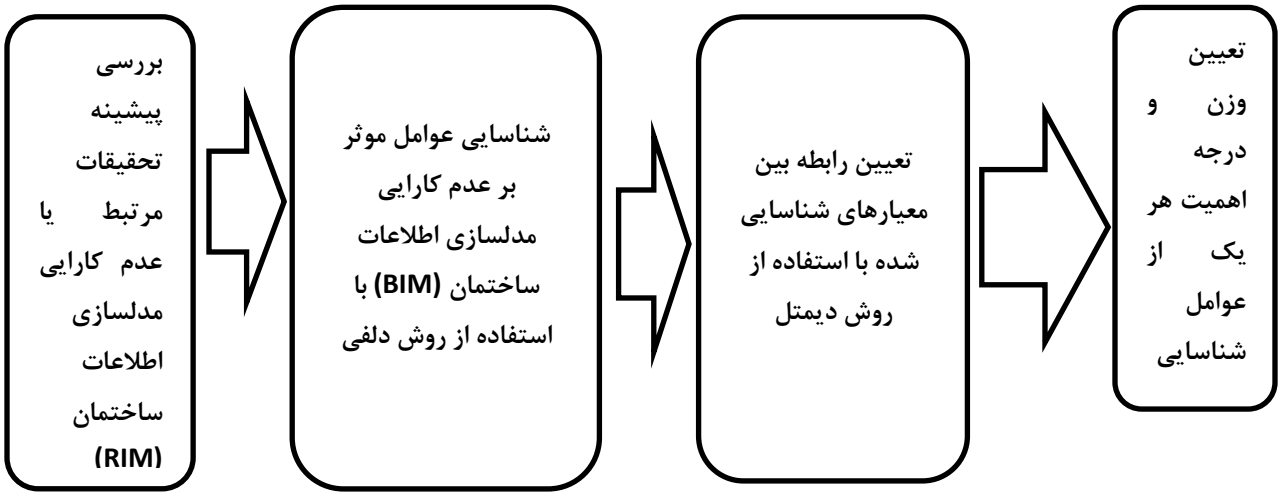
۲-۱-روش تحقیق

روش این تحقیق از نظر هدف، از نوع تحقیق کاربردی می باشد. طرح تحقیق در این پژوهش، تحقیق توصیفی از نوع همبستگی می باشد. توصیفی است از این جهت که تصویری از وضعیت موجود ارائه میدهد و همبستگی است، به این دلیل که به بررسی رابطه بین متغیرها در مدل مورد نظر می پردازد. روش این پژوهش توصیفی تحلیلی می باشد.

۱. مروری بر ادبیات گذشته و انجام مطالعات کتابخانه ای: در این بخش با مطالعات کتابخانه ای و استفاده از مقالات و جستجو در اینترنت، اقدامات انجام شده در این خصوص صورت می گیرد .

۲. شناسایی دلایل عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان :(BIM) با استفاده از مطالعات و تحقیقات گذشته و همچنین مصاحبه با متخصصین و خبرگان که سابقه اجرایی با پژوهشی در پروژه‌های ساختمانی در شیراز دارند، تعیین و در بخش های مختلف گروه بندی خواهند شد .
۳. تعیین رابطه بین عوامل اصلی: در این گام با استفاده از روش دیمتل روابط درونی بین عومل اصلی تعیین گردیده است.
۴. رتبه بندی هر یک از عوامل: به منظور تعیین درجه اهمیت و رتبه بندی هر یک از عوامل شناسایی‌شده پرسشنامه ای بر مبنای روش دیمتل و ANP طراحی خواهد گردید. این پرسش نامه ها توسط خبرگان، مهندسان عمران و پیمانکارن پروژه‌های ساخت‌وساز در شیراز پر خواهد گردید. در نهایت با استفاده از پرسشنامه ها و بر مبنای روش ANP ، وزن و درجه اهمیت هر یک از شاخصها و زیرشاخص های مشخص تعیین می گردد.
۵. ارایه راهکارهای کاربردی: با توجه به بررسی نتایج در این مرحله پیشنهادات کاربردی برای کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) ارائه خواهد گردید .
۶. تجزیه و تحلیل و نتیجه گیری: موضوع پروژه مورد تجزیه و تحلیل و نتیجه گیری قرار می گیرد.

ابزار گردآوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز در این پژوهش ، پرسشنامه خود ساخته پژوهشگر بوده که سئوالات آن براساس سئوالات تحقیق و مدل مفهومی زیر نظر اساتید راهنما تهیه و استخراج گردید. جهت نهایی کردن شاخص ها و معیارها از روش دلفی استفاده گردید. به منظور تعیین درجه اهمیت و رتبه بندی هر یک از عوامل شناسایی‌شده پرسشنامه ای بر مبنای روش دیمتل و ANP طراحی خواهد گردید. این پرسش نامه ها توسط خبرگان، مهندسان عمران و پیمانکارن پروژه‌های ساخت‌وساز در شیراز پر خواهد گردید. در نهایت با استفاده از پرسشنامه ها و بر مبنای روش ANP ، وزن و درجه اهمیت هر یک از شاخص ها و زیرشاخص های مشخص تعیین می گردد .



فرایند پژوهش

جامعه آماری عبارت است از مجموعه‌ای از افراد یا اشیاء که دارای ویژگی های همگون و قابل اندازه گیری می باشد. نمونه پژوهش از این چنین جامعه ای اخذ می گردد و نتیجه پژوهش به آن جامعه تعمیم داده می شود (نادری و همکاران، ۱۳۸۹). جامعه آماری در پژوهش حاضر، کارشناسان و متخصصان مربوط به پروژه‌های ساختمانهای مسکونی در حال اجرای شهر شیراز خصوصا منطقه ۴ شیراز می باشد. حجم جامعه آماری با مراجعه به سازمان نظام مهندسی فارس(خیابان ۲۰ متری نمازی) معادل با ۱۲۵ نفر که دارای حداقل ۵ سال سابقه ساخت‌وساز بوده و در زمینه BIM تجربه پژوهشی با اجرایی داشته اند همچنین در بازه ی زمانی پژوهش، پروژه در حال اجرا داشته اند انتخاب شدند .به منظور تعیین حجم نمونه و با توجه به محدود بودن جامعه آماری (۱۲۵نفر) از فرمول کوکران برای جامعه محدود استفاده شده است.

حداقل CVR مورد قبول باتوجه به تعداد ارزیابان

تعداد ارزیابان	حداقل مقدارCVRمورد قبول	تعداد ارزیابان	حداقل مقدارCVRمورد قبول
۵	۰/۹۹	۱۳	۰/۵۴
٦	۰/۹۹	۱۴	۰/۵۱
۷	۰/۹۹	۱۵	۰/۴۹
۸	۰/۷۵	۲۰	۰/۴۲
۹	۰/۷۸	۲۵	۰/۳۷
۱۰	۰/۶۲	۳۰	۰/۳۳
۱۱	۰/۵۹	۳۵	۰/۳۱
۱۲	۰/۵۶	۴۰	۰/۲۹

در این پژوهش پایایی مربوط به پرسشنامه برای هر یک از متغیرها با نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت و مقدار ضریب آلفای کرونباخ برای هر کدام از متغیرها بالاتر از۰/۷گردید، بنابراین پایایی پرسشنامه مذکور مورد تایید قرار گرفت .

جدول ۱ ضریب آلفای کرونباخ متغیرها

متغیرها	آلفای کرونباخ
معیارمالی	۰/۸۸
معیار فنی	۰/۹۲
معیار منابع انسانی	۰/۸۴

در این پژوهش ابتدا با استفاده از روش دلفی به شناسایی عوامل مؤثر بر عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) پرداخته خواهد شد. و زیرشاخصها، ابتدا بررسی می نماییم. در ادامه اثر پذیری و اثرگذاری عوامل شناسایی‌شده بر روی یکدیگر را با استفاده از Dematelتعیین خواهد گردید. در نهایت درجه اهمیت و میزان تأثیر هر یک از شاخص ها و زیرشاخص ها را با استفاده از ANP بدست می آوریم. در این بخش روش های دلفی، دیمتل و ANP به طور خلاصه توضیح داده شده است.

۳-نتایج و بحث

تعیین روابط بین دلایل عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)

پس از برگزاری جلسات و تعیین شاخصها و زیر شاخص ها، به بررسی روابط درونی مؤلفه ها با استفاده از دیمتل می پردازیم.روش دیمتل رابطه بین معیارهای تعیین شده برای عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) بر مبنای نظر مدیرانی و خبرگان را ارائه می کند. در این راستا ابتدا میانگین نظرات خبرگان را در خصوص تأثیر هر یک از شاخص های موجود در سطر بر شاخص های موجود در ستون تعیین گردید (جدول۲)

جدول ۲ ماتریس ارتباط مستقیم برای معیارهای اصلی

	معیار مالی	معیار فنی	معیار منابع انسانی	معیار زمان
معیار مالی	۰	۲/۶	۳/۱	۲/۸
معیار فنی	۲/۷	۰	۱/۵	۲/۹
معیار منابع انسانی	۲/۹	۳/۲	۰	۲/۶
معیار زمان	۳/۰	۱/۴	۲/۸	۰

باتوجه به فرایند روش دیمتل ، پس از تعیین ماتریس ارتباط مستقیم معیارها با استفاده از نظر خبرگان ، باید ماتریس مذکور نرمالایز گردد . برای نرمالیزه کردن فوق از فرمول های (۱) و (۲) استفاده می کنیم .

$$H_{ij} = \frac{z_{ij}}{r}$$

(۱)

که r از رابطه زیر به دست می آید :

$$r = max_{1 \le i \le n}(\sum_{j=1}^{n} z_{ij})$$

(۲)

جدول (۳) ماتریس نرمالیزه شده را نشان می دهد .

جدول ۳- نرمالیزه شده ماتریس ارتباط مستقیم برای معیارهای اصلی

	معیار مالی	معیار فنی	معیار منابع انسانی	معیار زمان
معیار مالی	۰	۰/۲۹۸	۰/۳۵۶	۰/۳۲۱
معیار فنی	۰/۳۱۰	۰	۰/۱۷۲	۰/۳۳۳
معیار منابع انسانی	۰/۳۳۳	۰/۳۶۷	۰	۰/۲۹۸
معیار زمان	۰/۳۴۴	۰/۱۶۱	۰/۳۲۱	۰

بعد از محاسبه ماتریس های فوق، ماتریس روابط کل فازی با توجه به فرمول (۳) به دست می آید.

$$T = \lim_{k \to +\infty}(H^1 + H^2 + \cdots + H^k) = H \times (I - H)^{-1}$$

(۳)

در این فرمول I ماتریس یکه است. نتایج محاسبه ماتریسT در جدول (۴) نشان داده شده است.

جهت تعیین نقشه روابط شبکه (NRM) بین شاخص ها، باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می توان از روابط جزئی صرف نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریسT از مقدار آستانه بزرگتر باشد در NRM نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس T محاسبه شود.

جدول ٤- ماتریس ارتباط کل (T)

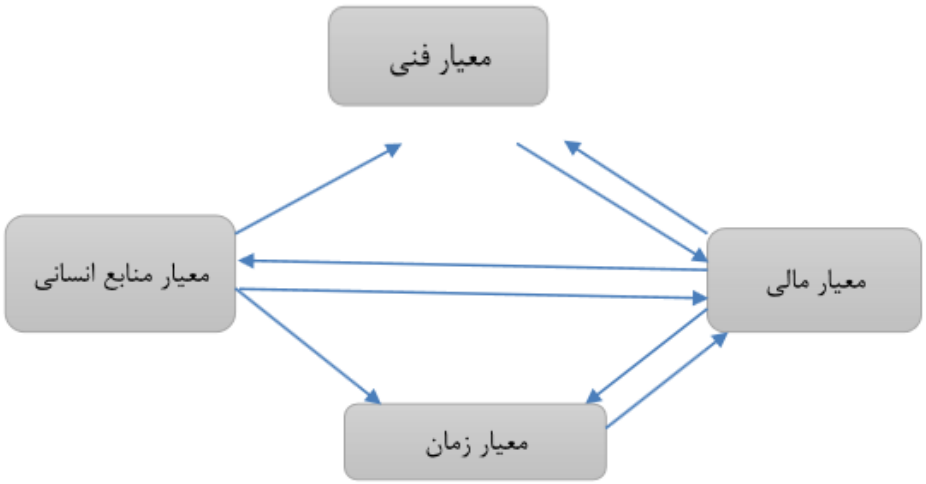
	معیار مالی	معیار فنی	معیار منابع انسانی	معیار زمان
معیار مالی	۲/۵۵۰	۲/۴۴۱	۲/۵۶۲	۲/۷۲۲
معیار فنی	۲/۴۳۳	۱/۸۹۶	۲/۱۳۴	۲/۳۸۶
معیار منابع انسانی	۲/۸۳۳	۲/۵۱۱	۲/۳۲۵	۲/۷۴۳
معیار زمان	۲/۵۲۷	۲/۱۱۶	۲/۲۹۷	۲/۲۰۵
حد آستانه	۲/۴۱۸			

بعداز آنکه شدت آستانه تعیین شد ، تمامی مقادیر ماتریس T که کوچکتراز آستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی شود(۵) .

جدول ۵ ماتریس ارتباط کل (T)

	معیار مالی	معیار فنی	معیار منابع انسانی	معیار زمان
معیار مالی	۱	۱	۱	۱
معیار فنی	۱	۰	۰	۰
معیار منابع انسانی	۱	۱	۰	۱
معیار زمان	۱	۰	۰	۰

در نهایت رابطه بین نگاشت تأثیر رابطه ی مؤلفه ها با استفاده از خروجی دیمتل به‌صورت شکل ۱ مشخص گردید . باتوجه به رابطه درونی شاخص ها از روش ANP استفاده می نماییم .



شکل ۱ نگاشت تأثیر رابطه ی مؤلفه ها

۱- درجه اهمیت عوامل مؤثر بر عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)

مدل کلی مساله را به‌صورت مدل شبکه ای طراحی شد(نمودار ۱). رابطه های بین زیر شاخصهای بدست آمده بر مبنای پرسشنامه ها در ماتریسهای مقایسات زوجی اعمال نموده و آنها را با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه ای رتبه بندی نمودیم. به منظور رتبه بندی مدل، ابتدا شاخصها را نسبت به مدل رتبه بندی خواهیم نمود و وزن شاخص های اصلی را بدست خواهیم آورد. بدین منظور ابتدا ماتریس مقایسات زوجی شاخصها نسبت به هدف را با توجه به نظر کارشناسان مربوطه را تشکیل دادیم. با استفاده از داده‌های به دست

آمده یعنی ماتریس های مقایسات زوجی شاخص های اصلی نسبت به هدف، وزن معیارها تعیین می گردد. سپس ماتریس های مقایسات زوجی گزینه ها نسبت به معیارها، با استفاده از پرسشنامه خبرگان تشکیل و وزن محلی و نهایی گزینه ها تعیین گردید.
ساختار شبکه ای مدل در شکل ۱، که بر اساس ارتباط داخلی بین شاخصها که با استفاده از روش دیمتل تعیین گردید (شکل۱)، نشان داده شده است. به منظور تعیین ماتریس های مقایسات زوجی، ابتدا ماتریس مقایسات زوجی شاخص ها بر مبنای تابع هدف، بدون در نظر گرفتن ارتباط داخلی بین آنها انجام گردید (جدول۶) .
فرایند عملیات با استفاده از نرم‌افزار سوپر دسیژن انجام می شود. بنابراین ابتدا داده‌های مربوط به ماتریس مقایسات زوجی متناظر با شاخص های اصلی که بر مبنای پرسشنامه خبرگان جمع آوری گردیده است را وارد نرم‌افزار سوپر دسیژن می نماییم. (جدول۶)

جدول ٦ ماتریس مقایسات زوجی شاخص های اصلی

	معیار فنی	معیار مالی	منابع انسانی
زمان	۳/۷۰۰۰	۳/۰۹۹۹	۱/۷۹۹۹
فنی		۱/۴	۱/۹
مالی			۱/۷

با تکیه بر خروجی های نرم‌افزاری مشخص گردید که ضریب سازگاری مدل برابر ۰/۰۰۱۹۳ می باشد که چون کمتر از ۰/۱ است پس ساز گاری سیستم اثبات می گردد. با توجه به سازگاری سیستم داده‌های مربوط به مقایسات زوجی سیستم را وارد نرم‌افزار سوپر دسیژن نموده و وزن مربوط به هر یک از مؤلفه ها را محاسبه می نماییم .
وزن و رتبه نهایی شاخص ها محاسبه و در جدول ۷ ارائه شده است .

جدول ۷ رتبه نهایی مؤلفه ها نسبت به هدف

شاخص	وزن	رتبه
معیار فنی	۰/۳۹۴	۱
معیار مالی	۰/۳۰۹	۲
معیار منابع انسانی	۰/۱۹۲	۳
معیار زمان	۰/۱۰۴	۴

در ادامه ماتریس مقایسات زوجی بین شاخص ها ، با در نظر گرفتن ارتباط داخلی بین آنها انجام و وزن هر حالت مشخص گردید . در این راستا با توجه به روابط حامل از روش دیمتل ، ابتدا ماتریس مقایسات شاخص ها نسبت به معیار مالی ، با میانگین نظر خبرگان تشکیل گردید .

جدول۸ ماتریس مقایسات زوجی شاخص ها نسبت به معیار مالی

	معیار فنی
معیار زمان	۲/۲۰۰۰ ↑

با توجه به ضریب ناسازگاری (۰/۰۰) کمتر از ۰/۱ می باشد . بنابراین خروجی نرم‌افزار قابل پذیرش است.
بنابراین با توجه به خروجی نرم‌افزار وزن و درجه اهمیت شاخص ها نسبت به معیار مالی تعیین گردید .

جدول ۹ رتبه نهایی شاخص ها نسبت به معیار مالی

شاخص ها	وزن	رتبه
معیار فنی	۰/۶۸۷	۱
معیار زمان	۰/۳۱۳	۲

در ادامه بررسی مدل شبکه ای ، ماتریس مقایسات شاخص ها نسبت به معیار فنی ، با میانگین نظر خبرگان تشکیل گردید .

جدول ۱۰- ماتریس مقایسات زوجی شاخص ها نسبت به معیار فنی

معیار منابع انسانی	معیار مالی	
۱/۴۹۹۹ ↑	۲/۶۰۰۰ ↑	معیار زمان
۲/۱ ←		معیار مالی

باتوجه به ضریب ناسازگاری (۰/۰۰۳۹) کمتر از ۰/۱ می باشد . بنابراین خروجی نرم‌افزار قابل پذیرش است .
بنابراین با توجه به خروجی نرم‌افزار وزن و درجه اهمیت شاخص ها نسبت به معیار فنی تعیین گردید .

جدول ۱۱ رتبه نهایی شاخص ها نسبتبه معیار فنی

شاخص ها	وزن	رتبه
معیار مالی	۰/۵۳۵	۱
معیار منابع انسانی	۰/۲۷۱	۲
معیار زمان	۰/۱۹۳	۳

در ادامه ، ماتریس مقایسات شاخص ها نسبت به معیار منابع انسانی ، با میانگین نظر خبرگان تشکیل گردید .

جدول ۱۲ ماتریس مقایسات زوجی شاخص ها نسبت به معیار منابع انسانی

معیار مالی	معیار فنی	
۲/۲۹۹۹ ↑	۲/۸۹۹۹ ↑	معیار زمان
۱/۴ ←		معیار فنی

با توجه به ضریب ناسازگاری (۰/۰۰۱۱۷) کمتر از ۰/۱ می باشد . بنابراین خروجی این نرم‌افزار قابل پذیرش است .
بنابراین باتوجه به خروجی نرم‌افزار وزن و درجه اهمیت شاخص ها نسبت به معیار منابع انسانی تعیین گردید .

جدول ۱۳ رتبه نهایی شاخص ها نسبت به معیار منابع انسانی

شاخص ها	وزن	رتبه
معیار فنی	۰/۴۸۲	۱
معیار مالی	۰/۳۵۷	۲
معیار زمان	۰/۱۶۱	۳

در ادامه بررسی مدل شبکه ای ، ماتریس مقایسات شاخص ها نسبت به معیار زمان ، با میانگین نظر خبرگان تشکیل گردید .

جدول ١٤ ماتریس مقایسات زوجی شاخص ها نسبت به معیار زمان

معیار منابع انسانی	معیار مالی	
۲/۹ ←	۱/۳ ←	معیار فنی
۲/۱ ←		معیار مالی

باتوجه به ضریب ناسازگاری (۰/۰۰۰۳۹) کمتر از ۰/۱ می باشد . بنابراین خروجی نرم‌افزار قابل پذیرش است .
بنابراین باتوجه به خروجی نرم‌افزار وزن و درجه اهمیت شاخص ها نسبت به معیار زمان تعیین گردید .

جدول ۱۵ رتبه نهایی شاخص ها نسبت به معیار زمان

شاخص ها	وزن	رتبه
معیار فنی	۰/۴۷۵	۱
معیار مالی	۰/۳۵۸	۲
معیار منابع انسانی	۰/۱۶۷	۳

پس از تعیین وزن هریک از شاخص ها در مدل شبکه ای ، سوپرماتریس اولیه تشکیل می گردد . در سوپرماتریس اولیه ، در صورتی که ماتریس های وزن به دست آمده از تأثیر معیار ها بر یکدیگرند . در واقع در صورتی که ماتریس های وزن روی قطره اصلی مخالف صفر باشند ، شبکه ارتباط داخلی بین اجزای خود خواهد داشت . وجود درایه های صفر در محل ماتریس های وزن نیز نشانگر عدم ارتباط بین اجزای آن می باشد .

جدول ١٦ سوپر ماتریس اولیه مدل شبکه ای

		معیارهای اصلی				هدف
		زمان	فنی	مالی	منابع انسانی	عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان
معیارهای اصلی	زمان	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۱۹۳۰۹۵	۰/۳۱۲۵۰۰	۰/۱۶۰۶۶۶	۰/۱۰۴۱۸۸
	فنی	۰/۴۷۴۸۹۳	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۶۸۷۵۰۰	۰/۴۸۲۴۷۴	۰/۳۹۴۰۰۵
	مالی	۰/۳۵۸۰۲۰	۰/۵۳۵۲۰۹	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۳۵۶۸۶۰	۰/۳۰۹۷۶۳
	منابع انسانی	۰/۱۶۷۰۸۷	۰/۲۷۱۶۹۶	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۱۹۲۰۴۴
هدف	عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰

از آنجا که در روش ANP ارتباط داخلی بین اعضا موجب بزرگتر از یک شدن جمع درایه های روی هر ستون سوپر ماتریس اولیه می شود، در مرحله بع باید این ماتریس را به‌صورت وزندار در آورد. این امر به کمک نرمال گردن درایه های روی ماتریس به‌صورت ستونی انجام می پذیرد. نتیجه این کار در جدول ۱۷ نشان داده شده است .

جدول ۱۷ سوپرماتریس وزندار

هدف	معیارهای اصلی					
عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	منابع انسانی	مالی	فنی	زمان		
۰/۱۰۴۱۸۸	۰/۱۶۰۶۶۶	۰/۳۱۲۵۰۰	۰/۱۹۳۰۹۵	۰/۰۰۰۰۰۰	زمان	معیارهای اصلی
۰/۳۹۴۰۰۵	۰/۴۸۲۴۷۴	۰/۶۸۷۵۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۴۷۴۸۹۳	فنی	
۰/۳۰۹۷۶۳	۰/۳۵۶۸۶۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۵۳۵۲۰۹	۰/۳۵۸۰۲۰	مالی	
۰/۱۹۲۰۴۴	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۲۷۱۶۹۶	۰/۱۶۷۰۸۷	منابع انسانی	
۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	هدف

برای قضاوت بر روی اوزان نهایی گزینه ها و انتخاب گزینه ی برتر، باید توزیع ماندار سوپر ماتریس وزندار شده را به دست آورد. این توزیع با توجه به تصادفی بودن ماهیت سوپر ماتریس، با به توان رساندن آن به عددی بزرگ حاصل خواهد شد. این کار در نرم‌افزار سوپر دسیژن انجام شده که نتیجه آن در جدول ۱۸آورده شده است.

جدول۱۸ توزیع ماندار سوپرماتریس

هدف	معیارهای اصلی					
عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	منابع انسانی	مالی	فنی	زمان		
۰/۱۸۹۴۴۲	۰/۱۸۹۴۴۲	۰/۱۸۹۴۴۲	۰/۱۸۹۴۴۲	۰/۱۸۹۴۴۲	زمان	معیارهای اصلی
۰/۳۶۷۵۶۱	۰/۴۸۲۴۷۴	۰/۴۸۲۴۷۴	۰/۴۸۲۴۷۴	۰/۴۸۲۴۷۴	فنی	
۰/۳۱۱۴۷۹	۰/۳۱۱۴۷۹	۰/۳۱۱۴۷۹	۰/۳۱۱۴۷۹	۰/۳۱۱۴۷۹	مالی	
۰/۱۳۱۵۱۸	۰/۱۳۱۵۱۸	۰/۱۳۱۵۱۸	۰/۱۳۱۵۱۸	۰/۱۳۱۵۱۸	منابع انسانی	
۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	هدف

در نهایت وزن نهایی شاخص ها در مدل شبکه ای با استفاده از روش ANP تعیین گردید .

جدول ۱۹- رتبه شاخص ها در مدل شبکه ای

شاخص ها	وزن	رتبه
معیار فنی	۰/۳۶۷	۱
معیار مالی	۰/۳۱۱	۲
معیار زمان	۰/۱۸۹	۳
معیار منابع انسانی	۰/۱۳۱	۴

در ادامه وزن هر یک از زیرشاخص های دلایل عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) را نسبت به شاخص ها تعیین می نماییم .

در این راستا میانگین داده‌های مربوط به ماتریس مقایسات زوجی متناظر با زیر شاخص های مالی را وارد نرم‌افزار سوپر دسیژن می نماییم. (جدول۲۰)

جدول ۲۰ ماتریس مقایسات زوجی زیرشاخص های مالی

هزینه طراح	
۱/۷۹۹۹ ↑	هزینه آموز

ضریب سازگاری مدل برابر ۰/۰۰۰ است بنابراین با توجه به سازگاری داده‌های مقایسات زوجی سیستم و وزن مربوط به هریک از مؤلفه ها را محاسبه می نماییم .

باتوجه با نتایج نرم‌افزار ، وزن و رتبه بندی نهایی زیر شاخص های مالی در جدول ۲۱ ارائه شده است .

جدول ۲۱رتبه نهایی زیرشاخص های مالی

زیرشاخص ها	وزن	رتبه
بالابودن هزینه طراحی با نرم‌افزار های BIM	۰/۶۴۲	۱
هزینه آموزشی افراد کلیدی و مرتبط درون کارگاه	۰/۳۵۷	۲

در ادامه میانگین داده‌های مربوط به ماتریس مقایسات زوجی متناظر با زیرشاخص های معیار فنی را وارد نرم‌افزار سوپردسیژن می نماییم . (جدول۲۲)

جدول ۲۲ ماتریس مقایسات زوجی زیرشاخص های معیار فنی

	تکنولوژی	ریسک پروژه	پراکندگی	پیچیدگی
افزایش تنش	۲/۲۰۰۰	۲/۳۹۹۹	۵/۱۰۰۰	۴/۳۰۰۰
تکنولوژی		۳/۵۹۹۹	۵/۸۹۹۹	۵/۶۹۹۹
ریسک پروژه			۲/۷۹۹۹	۲/۳۹۹۹
پراکندگی				۱/۳

ضریب سازگاری مدل برابر ۰/۰۱۳۵ است بنابراین با توجه به سازگاری داده‌ها مقایسات زوجی سیستم و وزن مربوط به هریک از مؤلفه ها را محاسبه می نماییم .

با توجه به نتایج نرم‌افزار ، وزن و رتبه بندی نهایی زیرشاخص های معیار فنی در جدول ۲۳ ارائه شده است .

جدول ۲۳ رتبه نهایی زیر شاخص های معیار فنی

شاخص ها	وزن	رتبه
پراکندگی اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه	۰/۳۸۷	۱
فضایی پیچیده برنامه ها	۰/۳۲۳	۲
بالارفتن ریسک پروژه در فاز اجرا و پایین آمدن دقت تصمیم گیری	۰/۱۵۹	۳
افزایش تنش های میان کارفرماو پیمانکار	۰/۰۸۱	۴
ورود تکنولوژی های نوین در عرصه ساخت‌وساز	۰/۰۵۰	۵

در ادامه میانگین داده‌های مربوط به ماتریس مقایسات زوجی متناظر با زیرشاخص های معیار منابع انسانی را وارد نرم‌افزار سوپر دسیژن می نماییم . (جدول۲۴)

جدول۲٤ ماتریس مقایسات زوجی زیر شاخص های معیار منابع انسانی

نیروهای مدیریتی	
۲/۵	نیروهای دفتری

ضریب سازگاری مدل برابر ۰/۰۰۰ است بنابراین باتوجه با سازگاری داده‌های مقایسات زوجی مستقیم و وزن مربوط به هر یک از مؤلفه ها را محاسبه می نماییم .

با توجه به نتایج نرم‌افزار ، وزن ورتبه بندی نهایی زیرشاخص های معیار منابع انسانی در جدول ۲۵ ارائه شده است .

جدول ۲۵- رتبه نهایی معیار منابع انسانی

منابع انسانی	وزن	رتبه
نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه	۰/۷۳۷	۱
نیاز به نیروهای مدیریتی وکنترل پروژه	۰/۲۶۳	۲

در ادامه میانگین داده‌های مربوط به ماتریس مقایسات زوجی متناظر با زیرشاخص های معیار زمان را وارد نرم‌افزار سوپردسیژن می نماییم .(جدول۲۶)

جدول ۲٦ ماتریس مقایسات زوجی زیرشاخص های معیار زمان

گزارش گیری	
۱/۷۹۹۹	تاخیرات پروژه

ضریب سازگاری مدل برابر ۰/۰۰۸۹ است بنابراین با توجه به سازگاری داده‌های مقایسات زوجی سیستم و وزن مربوط به هریک از مؤلفه ها را محاسبه می نماییم .

با توجه به نتایج نرم‌افزار ، وزن و رتبه بندی نهایی زیرشاخص های معیار زمان در جدول ۲۷ ارائه شده است .

جدول۲۷ رتبه نهایی زیرشاخص های معیار زمان

زیرشاخص ها	وزن	رتبه
کاهش سرعت گزارش گیری	۰/۶۴۳	۱
بررسی وضعیت و تاخیرات پروژه	۰/۳۵۷	۲

با جمع آوری داده‌ها از طریق پیشینه تحقیق و پرسش نامه عوامل مؤثر بر عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در شهر شیراز مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین شاخص های زیر را در نظر گرفته و با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه ای وزن های زیر بدست آمدند:

پس از انجام مصاحبه و نظرخواهی از خبرگان شاخص های اصلی مساله به‌صورت زیر شناسایی شدند که با توجه به خروجی نرم‌افزار میزان درجه اهمیت هر کدام از این شاخص ها به‌صورت زیر می باشند :

- معیار مالی با وزن مربوطه ۰/۳۱۲
- معیار فنی با وزن ۰/۳۶۷
- معیار منابع انسانی با وزن ۰/۱۳۲
- معیار زمان با وزن ۰/۱۸۹

٤-١- نتایج صحت سنجی و اعتبارسنجی

با توجه به عواملی که از دید خبرگان و متخصصین در مورد عوامل عدم موفقیت BIM در این تحقیق مطرح شد، با برطرف نمودن موانع پیشروی سیستم مدل سازی اطلاعات ساختمان، چه بسا مدیران راغب به استفاده از آن جهت مدیریت بهینه منابع و زمان و ... خواهند بود. در این پژوهش، موانعی از جمله موانع مالی، منابع انسانی، زمان و مسائل فنی مورد ارزیابی و گزینش از متخصصین و خبرگان قرار گرفت و به الویت بندی عوامل پرداخته شد. با توجه به نتایج حاصل از بررسی زیرمعیارهای مؤثر در عدم تحقق BIM و تعیین درجه اهمیت هریک از آنها، بزرگترین مانعBIM ، پراکندگی اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه می باشد که بیشترین تأثیر گذاری را در عدم تحقق BIM می گذارد. در رده های بعدی به ترتیب فضای پیچیده برنامه ها و بالا بودن هزینه طراحی با نرم‌افزارهای BIM از عواملی هستند که تأثیر بسزایی در عدم تحقق BIM می گذارند. در اولویت های بعدی به ترتیب نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه و بالا رفتن ریسک پروژه در فاز اجرا و پایین آمدن دقت تصمیم گیری جزو عواملی بودند که تأثیر گذاری بالایی در عدم تحقق BIMداشتند. همچنین، کاهش سرعت گزارشگیری، هزینه آموزش افراد کلیدی و مرتبط درون کارگاه، افزایش تنش های میان کارفرما و پیمانکار، نیاز به نیروهای مدیریتی و کنترل پروژه، ورود تکنولوژی – های نوین در عرصه ساخت‌وساز پروژه به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفته است. لذا جهت ارتقا سیستم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می بایست به منظور تقلیل موانع جارهای اندیشید. با توجه به عواملی که مانع تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی بوده است و تعیین مهم ترین عوامل از دیدگاه متخصصین و خبرگان در زمینه موردنظر می توان 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 نمود نموانع پیش روی آن، به منظور مدیریت بهینه منابع و زمان و ، چه بسا مدیران راغب به استفاده از آن شوند.

با جمع آوری داده‌ها از طریق پیشینه تحقیق و پرسش نامه عوامل مؤثر بر عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در شهر شیراز مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین شاخص های زیر را در نظر گرفته و با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه ای وزن های زیر بدست آمدند:

پس از انجام مصاحبه و نظرخواهی از خبرگان شاخص های اصلی مساله به‌صورت زیر شناسایی شدند که با توجه به خروجی نرم‌افزار میزان درجه اهمیت هر کدام از این شاخص ها به‌صورت زیر می باشند :

- معیار مالی با وزن مربوطه ۰/۳۱۲
- معیار فنی با وزن ۰/۳۶۷

۵-نتیجه گیری و پیشنهادات

برای بهره گیری از مزایای BIM سازمان ها باید دانش لازم در خصوص چگونگی پیاده سازی آن را داشته باشند. در بسیاری از کشورهای دنیا، BIMتوسعه داشته است ولی متاسفانه در کشور ما تلاش زیادی برای معرفی و به کارگیری آن صورت نگرفته است. و بسیاری از سازمان ها به همان روش سنتی به کار خود ادامه می دهند. برای بهره گیری از مزایای BIM سازمان ها باید دانش لازم در خصوص چگونگی پیاده سازی آن را داشته باشند. در بسیاری از کشورهای دنیا، BIMتوسعه داشته است ولی متاسفانه در کشور ما تلاش زیادی برای معرفی و به کارگیری آن صورت نگرفته است. و بسیاری از سازمان ها به همان روش سنتی به کار خود ادامه می دهند. با پیشرفت روز افزون فناوری های ساخت به نظر می رسد که سیستم های سنتی مرسوم طراحی تا اجرا در صنعت ساختمان نمی توانند پاسخگو باشند. از این رو طی سال‌های اخیر شرکتهای بزرگ در دنیا سیستمهای ترسیمی بر پایه فناوری های CAD را پشت سر گذاشته و در حال استفاده از فن‌آوری مدل سازی اطلاعات ساختمان BIMدر پروژه ها می باشند. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به تیم دخیل در پروژه کمک می کند تا آنچه که ساخته خواهد شد را در یک محیط شبیه‌سازی‌شده مشاهده و بررسی نموده و مشکلات احتمالی در طراحی، ساخت و بهره‌برداری را از قبل شناسایی نمایند. همچنین همکاری نزدیک گروه های دخیل در پروژه را ممکن و ترغیب کرده و گردش اطلاعات بین آن ها را ساده و ممکن می سازد BIM .یکی از روش هایی است که به دلیل امکان ایجاد پایگاه داده برای ساختمان و اجزاء آن، امکان اتخاذ تصمیم های بهینه جهت کاهش هزینه و زمان ساخت یا ترمیم و بهسازی و همچنین بهینه‌سازی مصرف انرژی را فراهم آورد.

دلایل عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در شهر شیراز با تعیین درجه اهمیت هر یک از شاخص ها و زیر شاخص های تحقیق بررسی گردید. با استفاده از مطالعات کتابخانه ای و مصاحبه با خبرگان دلایل عدم کارایی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان شناسایی گردید. سپس با استفاده از تکنیکDEMATEL رابطه درونی بین مؤلفه‌های شناسایی‌شده مشخص گردید. پارامترهای شناسایی‌شده با به‌کارگیری روش تحلیل شبکه (ANP) به‌صورت مقایسات زوجی و وزن هر یک از عوامل که مبین میزان تأثیر آنهاست، در نرم‌افزار سوپردسیژن محاسبه گردید. نتایج حاصل در خصوص تعیین وزن معیارها و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بیانگر این است که در بین عوامل، معیار مالی با وزن۰/۳۱، معیار فنی با وزن۰/۳۸دارای بالاترین رتبه‌ها بودند.

۷-منابع و مواخذ

- اتحادی، س، غزلی، ج. (۱۳۹۶). ارزیابی و مدیریت ریسک پروژه به روشFMEA ، دومین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران، معماری و مدیریت بحران، تهران، دانشگاه علامه مجلسی
- الماسیان. ر. (۱۳۹۶). دیدگاههای مختلف در مدیریت پروژه. سومین کنفرانس سالانه پژوهش های معماری شهرسازی و مدیریت شهری، شیراز، موسسه معماری و شهرسازی سفیران راه مهرازی.
- مقدسی بردر, ع. رجبی، م. شهبازلو، گ. (۱۳۹۵). بررسی انتخاب مدیر پروژه ذیصلاح با استفاده از روش .AHP اولین کنفرانس بین المللی و سومین کنفرانس ملی مدیریت ساخت و پروژه، تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.
- موسوی دزفولی ز، منظری حصاری م. ۱۳۹۴. اثر فرهنگ سازمانی، فناوری اطلاعات و مدیریت دانش بر نوآوری سازمانی: مطالعه ای در سازمان امور مالیاتی استان خراسان رضوی اولین همایش بین المللی نوآوری، توسعه و کسب و کار.
- محمدی, د. محمدی، ر. (۱۳۹۶). سنجش تفکر استراتژیک مدیران پروژه با رویکرد مدل سازی معادلات ساختاری، هفتمین کنفرانس بین المللی حسابداری و مدیریت با رویکرد علوم پژوهشی نوین، تهران، شرکت ارتباط ارغوان ایرانیان.
- مصلح، ع، ضیایی ع. ۱۳۹۱. نقش فناوری اطلاعات در نوآوری، چهارمین ملی کنفرانس مهندسی و مدیریت نوآوری،تهران،بنیاد پژوهشی علوم خلاقیت شناسی،تریز و مهندسیو مدیریت نوآوری .
- علاماتی س، جعفری م. ۱۳۹۴. بررسی عوامل مؤثر در پذیرش نوآوری در فناوری اطلاعات در سطح سازمان با توجه به عوامل سازمانی، محیطی، نوآوری و انسانی مطالعه موردی: شهرکهای صنعتی استان زنجان کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در مدیریت و مهندسی صنایع.
- قجری، س، عامری م، یعقوب وند ع. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر یادگیری سازمانی بر نوآوری سازمانی در سازمان های دولتی شهرستان اندیمشک اولین کنفرانس بین المللی مدیریت و حسابداری با رویکرد ارزش آفرینی
- مفاخری ف، مظفری رن ۱۳۹۴. رابطه کیفیت زندگی کاری با نوآوری سازمانی کارکنان دانشگاه سمنان همایش سراسری مباحث کلیدی در علوم مدیریت و حسابداری
- رسولی، ح. ۱۳۹۴. تأثیر نوآوری سازمانی و استرتژی های رقابتی بر عملکرد رفتاری در صنعت بیمه خصوصی قزوین. چهارمین کنفرانس ملی مدیریت و حسابداری .
- چمنیان ی، فتحی ا، افضلی فرد ح. ۱۳۹۴. رابطه بین مؤلفه‌های یادگیری سازمانی و نوآوری سازمانی در کارکنان مرکز آموزشی درمانی امام خمینی شهر اردبیل. کنفرانس بین المللی اقتصاد مدیریت و علوم اجتماعی .
- اسکندری, م. گلشاهی، م. (۱۳۹۶). نقش مدیران رهبر در مدیریت پروژه‌های عمرانی، دومین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران، معماری و مدیریت بحران، تهران، دانشگاه علامه مجلسی .
- سلمانی ف. خوش نیت، س. (۱۳۹۶). دانش و مهارتها و رفع چالش های مدیریت پروژه برای ساخت‌وساز دومین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران، معماری و مدیریت بحران، تهران، دانشگاه علامه مجلسی

Evaluation of inefficiency and use of building information modeling (BIM) in Shiraz based on financial, technical criteria, human resources criteria and time criteria

Abstract

Building information modeling as an efficient tool to optimize, manage and plan construction projects has created a revolution in the construction industry in recent years. But the slow expansion of this powerful technology in third world countries, including Iran, has caused many concerns in this field and it has many problems and obstacles in front of it, and with the passage of several years since the introduction of BIM in it, an effective action to inform and introduce This process has not been done by the government to the country's construction industry, as well as the evaluation and creation of grounds for its implementation and application. Considering the importance of the topic, the purpose of the research was to investigate the reasons for the inefficiency and use of building information modeling (BIM) in Shiraz city. The research method was applied and of the descriptive-correlation type. In this research, using library studies and interviews with experts, the reasons for the ineffectiveness of building information modeling were identified. Then, using the DEMATEL technique, the internal relationship between the identified components was determined. Identified parameters were calculated by applying the network analysis method (ANP) in the form of pairwise comparisons and the weight of each factor, which shows their influence, was calculated in the Superdesign software. The results regarding determining the weight of the criteria and prioritizing the effective factors indicate that among the factors, financial criterion with a weight of 0.31, technical criterion with a weight of 0.38, human resources criterion with a weight of 0.13, and time criterion with a weight of 0.19 respectively have They were the highest ranks.

Keywords: Shiraz, Dimtel Method, Network Analysis Method (ANP), Efficiency and Performance, Building Information Modeling (BIM)