بررسی آمادگی و ظرفیت‌های ارکان اصلی پروژه در پیشگیری از دوباره کاری‌ها و مدیریت زمان و هزینه (مطالعه موردی: شرکت‌های عمرانی شهر شیراز)

مقاله علمی – پژوهشی

سید یعقوب ذوالفقاری فر*، استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
ارسلان بابائی، دانشجوی کارشناسی ارشد، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
ندا نگارچی، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، اصفهان، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: syzoalfeghary@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۰- پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵
صفحه ۱۸۸-۱۷۳

چکیده

امروزه در صورت توجه و مدیریت صحیح تغییرات عوامل تاثیرگذار ساخت و ساز در پروژه‌های عمرانی می توان بیشتر این عوامل را در جهت رسیدن به اهداف پروژه هدایت کرد. از اثرات منفی تغییرات مدیریت نشده می توان به کاهش کیفیت، افزایش هزینه و زمان می باشد. تغییرات در صورت شناسایی به موقع و مدیریت صحیح، عامل ایجاد تاثیرات مثبت از جمله استفاده از علم روز دنیا و تکنولوژی، مهندسی ارزش و غیره در پروژه‌های ساخت هستند. سیستم مدلسازی دانش اطلاعات ساختمان با داشتن مزایای قابل توجهی در هماهنگی تغییرات یک تحول انقلابی در سرعت بخشیدن در تغییرات صنعت معماری، مهندسی، ساخت و ساز داشته است. این پژوهش وضعیت عوامل مربوط به پیمانکار در پروژه‌ها، الزامات و بسترهای لازم برای بکارگیری دانش اطلاعات ساختمان در شرکت‌های پیمانکاری شهر شیراز جهت مدیریت تغییرات و دوباره کاری‌ها و جلوگیری از انحرافات زمان و هزینه ناشی از آنها را بررسی نمود. و همچنین با توزیع پرسشنامه طراحی شده در بین صاحبنظران و متخصصین امر ساخت پروژه‌های عمرانی و تحلیل داده‌های گردآوری شده توسط نرم افزار SPSS شرایطی جهت اجتناب از دوباره کاری‌ها و مدیریت زمان و هزینه پروژه‌های ساختمانی، با تاکید بر پروژه درمانی ارائه شد. نتایج نشان داد بکارگیری سیستم مدلسازی دانش اطلاعات ساختمان با توجه به شرایط موجود توجیه مناسبی برای شرکت‌های پیمانکاری پروژه‌های عمرانی به لحاظ اجتناب از هزینه‌های دوباره کاری و تاخیرات زمانی دارد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت تغییرات، زمان و هزینه، دوباره کاری، BIM، شرکت‌های عمرانی، شهر شیراز

۱-مقدمه

زمان و هزینه دو عامل مهم تعیین موفقیت یک پروژه ساخت و ساز می‌باشد. کلیه فعالیت‌های مدیریت ساخت، بر اساس اسناد قرارداد، به دو مقوله نقشه‌ها و مشخصات وابسته هستند. در روش مرسوم مدیریت ساخت، نقشه‌های اجرایی گروه‌های مختلف طراحی، به صورت جداگانه ولی هماهنگ با یکدیگر تهیه می‌شوند. نقشه‌های مربوط به صورت دوبعدی بوده و حتی مدل‌های سه بعدی CAD قادر به شناسایی اشتباهات موجود در آن نبوده و نمی‌تواند اشتباهات وابسته به وضعیت موجود را

در جاهای دیگر به صورت خودکار اصلاح نماید. مشکلات این امر در حین اجرا بروز کرده و گریبانگیر پیمانکار پروژه خواهد شد. عدم هماهنگی نقشه‌ها، اشتباهات و دوباره کاری‌ها، تغییرات درخواستی کارفرما در حین اجرا و غیره، نهایتاً علاوه بر بالابردن هزینه‌ی ساخت، منجر به پایین آمدن کیفیت کار می‌گردد. وقوع دوباره کاری، تاثیرات منفی بر جنبه‌های عملکردی پروژه مانند زمان، هزینه و رضایت ذینفعان می‌گذارد. تاثیرات مستقیم دوباره کاری روی مدیریت پروژه شامل: الف) زمان اضافی برای انجام مجدد کار. ب) هزینه اضافی برای پوشش اتفاقات دوباره کاری ج) مواد و مصالح اضافی برای دوباره کاری و حمل ضایعات پس از آن. د) نیروی کار اضافی برای دوباره کاری و افزونه‌های مربوط به نیروی نظارت می‌باشند.

سه عنصر مرتبط با دوباره کاری شامل از دست دادن سرمایه، زمان و کاهش روحیه کارکنان، تاثیر زیان آور قابل توجهی در هماهنگی و بهره وری پروژه دارد. این منطقی است که فرض کنیم با به حداقل رساندن دوباره کاری نه تنها با افزایش بالقوه حاشیه سود به نفع پیمانکار است بلکه مالک نیز از تحویل سریع پروژه بهره مند می شود(اعظمی نژاد، ۱۳۸۸).

همانطور که پروژه‌ها به طور روز افزون پیچیده‌تر می‌شوند و مالکان تقاضای تحویل سریعتر و بهره‌وری بیشتری دارند، پیمانکاران باید شیوه‌های جدید را برای مدیریت پروژه‌ها به کار گیرند. مدل سازی اطلاعات ساختمان، که مدل سازی چند بعدی یا فن آوری نمونه‌سازی مجازی نیز نامیده می‌شود، یک تحول انقلابی است که به تغییر صنعت معماری، مهندسی، ساخت و ساز سرعت بخشیده است(غمخوار، ۱۳۹۱).

اگر چه ریشه‌های اطلاعات ساختمان، به تحقیقات مدل‌سازی پارامتریک در ایالات متحده آمریکا و اروپا در اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰ بر می‌گردد ولی صنعت معماری، مهندسی و ساخت، عملاً از اواسط دهه ۲۰۰۰ شروع به پیاده سازی آن نموده است. همانطور که مشخص است اطلاعات ساختمان، تکنولوژی جدیدی است که به طور گسترده‌ای در سایر کشورها رو به پیشرفت است و عدم بکارگیری گسترده آن در کشور ما، دلیل بر ناکافی بودن تحقیقات صورت گرفته در این زمینه می‌باشد (قزلباش، ۱۳۹۰).

طالب زاده شکیبا (۱۳۸۵)، مدلسازی چهاربعدی در راستای بهبود زمانبندی و هزینه پروژه‌های عمرانی را ارائه داد و شرفی زاده(۱۳۹۱)، اثرات مدل اطلاعاتی ساختمان اطلاعات ساختمان در صنعت ساخت و ساز و پیاده سازی آن در یک پروژه ساختمانی را بیان کرد. که مورد اول بیشتر به نرم افزار زمانبندی پروژه پرداخته است و از مدل سازی چهاربعدی برای بهبود برنامه زمانبندی پروژه‌ها و تخمین دقیق‌تر زمان انجام فعالیت‌ها بهره گرفته است و در مورد دوم نیز پس از بررسی مزایا و معایب اطلاعات ساختمان با استفاده از یک نرم افزار تحت وب (php)، مدل پیشنهادی را ارائه داده است که به عنوان یک مدل بومی و جدید به بررسی یکی از اجزای ساختمان (دیوار) و محاسبات زمان و هزینه آن تحت این نرم افزار پرداخته است. همانطور که بررسی‌ها نشان می‌دهند تا کنون بسترهای لازم برای بکارگیری اطلاعات ساختمان در شرکت‌های پیمانکاری ساختمان جهت مدیریت زمان و هزینه، تغییرات و دوباره کاری‌ها، بررسی نشده است(فدائی رضوی، ۱۳۸٤).

در این پژوهش سعی می‌شود با بررسی وضعیت پروژه‌های شرکت‌های پیمانکاری، میزان انحراف از زمان و هزینه اولیه آنها را که ناشی از تغییرات و دوباره کاری‌ها می‌باشند شناسایی کرده و به عوامل مربوط به پیمانکار در ایجاد دوباره کاری و تغییرات پی برده و با مطالعه درخصوص زمینه‌های کاربرد مدل اطلاعات ساختمان در مدیریت پروژه‌های ساختمانی، به بررسی الزامات و بسترهای لازم برای به کارگیری آن در شرکت‌های پیمانکار جهت مدیریت تغییرات و دوباره کاری‌ها و جلوگیری از انحرافات زمان و هزینه ناشی از آنها پرداخته شود.

۲-پیشینه تحقیق

افزایش مدت پیمان از مهمترین مشکلات موجود در صنعت ساخت و ساز کشور می‌باشد. مقدار این تاخیر با توجه به فضای حاکم بر امور قراردادها، وجود یا عدم وجود اعتبار، تجربه پیمانکاران، تجربه مشاوران، مسایل مربوط به تدارکات، وجود مصالح و عوامل محیطی موجود دستخوش تغییر است(چرخان، ۱۳۹۱).

مسئله افزایش مدت پیمان در کشورهای در حال توسعه، مخصوصاً در منطقه خاورمیانه به دلیل پررنگ‌تربودن موضوع بسیار مورد توجه است. ایران به عنوان یکی از کشورهایی که اکثر پروژه‌های انجام شده در آن با مسئله تاخیر روبرو هستند از این موضوع مستثنی نیست. در اکثر موارد تاخیر برای پیمانکار

به معنای افزایش هزینه بالاسری و تحت تاثیر تورم موجود قرار گرفتن می‌باشد. حتی با وجود تکنولوژی مدرن امروزی، هنوز تاریخ اتمام پروژه‌ها به دلیل وجود تاخیرات عقب می‌افتد. تاخیر و افزایش هزینه معمولاً در مرحله‌ی حین ساخت رخ می‌دهد (خامنه، ۱۳۸۸).

. هزینه ناشی از تاخیرات ایجاد شده در پروژه‌ها یکی از پرهزینه‌ترین فاکتورهای موجود در پروژه‌ها هستند و در صورت اتمام پروژه در موعد مقرر، تمام قسمت‌ها و گروه‌های درگیر در پروژه از این مهم بهره‌مند خواهند شد. به طور کل دوباره کاری می‌تواند از منابع مختلفی به وجود آید مانند تغییرات، ضایعات، نقص‌ها، اشتباهات، شکست‌ها، حذفیات و دیگر انحرافات کیفیتی و عدم انطباق‌ها. ریشه‌های علل دوباره کاری می‌تواند در گروه‌های مختلف از قبیل عوامل مربوط به کارفرما، عوامل مربوط به طرح و عوامل مربوط به پیمانکار و پیمانکاران جزء طبقه‌بندی شود (دهقان نیری، ۱۳۸٦).

. دوباره کاری نه تنها بر اقتصاد پروژه اثر می‌گذارد بلکه اثر منفی بر روی زمانبندی و روحیه عوامل درگیر در پروژه نیز دارد. اثرات دوباره کاری در اقتصاد پروژه شامل هزینه‌های اضافه شده در ارتباط با رفع کار ناسازگار و امکان وضع مجدد کار به سطح قابل قبولی از کیفیت می باشد. اثرات دوباره کاری در زمان به عنوان تاخیر در برنامه پروژه مشخص می‌شود. مطالعات پیشین نشان دادند که هزینه‌های دوباره کاری در پروژه‌های با مدیریت ضعیف می‌تواند تا ۲۵ ٪ ارزش قرارداد و ۱۰٪ هزینه کل پروژه افزایش یابد(شادی مهربانی، ۱۴۰۱).

مدل اطلاعات ساختمان هم فن آوری و هم یک فرایند است. جزء فن آوری اطلاعات ساختمان کمک می‌کند تا ذینفعان پروژه در یک محیط شبیه سازی برای شناسایی هر گونه طراحی بالقوه، ساخت و ساز و یا مسائل عملیاتی به تجسم آنچه است بپردازند. جزء فرآیند، همکاری نزدیک و ادغام نقش همه ذینفعان در یک پروژه را قادر می سازد. مدل سازی اطلاعات ساختمان اطلاعات ساختمان، در واقع یک مدل چند بعدی شبیه‌سازی شده مربوط به هندسه ساختمان، روابط فضایی، اطلاعات جغرافیایی، مقدار و خواص تمامی اجزای ساختمان و ارتباط هوشمند آنها با یکدیگر است(مرتضائی، ۱۴۰۰). این فن‌آوری رویکردی جدید در زمینه طراحی ساختمان، اجرا و مدیریت آن به صورت همزمان باکیفیت و هماهنگی بسیار بالاست. به کمک اطلاعات ساختمان یک پیمانکار قادر است با استفاده از امکانات شبیه سازی مجازی فرایند ساخت، به تمرین توالی اجرا بپردازد و اثرات تصمیمات خود، کارفرما یا مشاور را قبل از شروع اجرا ارزیابی کند و با کمترین اشتباه، دوباره کاری و ضایعات به کسب بیشترین سود دست یابد (قهرمانی، ۱۴۰۱).

تفاوت اصلی بین فن آوری اطلاعات ساختمان و CAD سه بعدی متعارف این است که 3D CAD، ساختمان‌ها را براساس نمایش سه بعدی مستقل مانند پلان‌ها، مقاطع و نماها توصیف می‌کند. ویرایش یکی از آنها مستلزم آن است که تمام نمایش‌های دیگر بررسی و بروز شود، علاوه بر این، داده‌ها در این نقشه‌های سه بعدی، نهادهای گرافیکی مانند خطوط، کمان و دایره‌ها هستند در مقایسه با آن، در مدل معنایی متنی هوشمند مدل اطلاعات ساختمان، اشیاء در قالب عناصر و سیستم‌های ساختمان مانند فاصله، دیوارها، تیرها و ستون تعریف شده است. شادی مهربانی و سلامی در سال۱۴۰۱در تحقیقی بکارگیری مدلسازی اطلاعات ساختمان در پروژه‌های ساخت با رویکرد توسعه پایدار را بررسی کردند. اگر چه تحقیقات و توسعه قابل توجهی در مورد استفاده از اطلاعات ساختمان در مراحل مختلف پروژه صورت گرفته است، اما کار کمی در مورد چگونگی استفاده از آن در نوسازی و تعمیرات انجام شده است. پیامدها و نگرشهای اطلاعات ساختمان برای پایداری بصورت؛ (الف) تسهیل در استفاده از اطلاعات ساختمان در تخریب و جنبه‌های بازسازی (ب)کاربرد مصالح و تبادل داده ج) مدلسازی جنبه‌های زمانی و مدیریت اطلاعات (د) نیاز به توسعه همکاری اطلاعات ساختمان و ابزارهای شبیه‌سازی انرژی می باشند(پوررحیم نجف‌آبادی، ۱۴۰۰).

مرتضائی و همکاران در سال ۱۴۰۰، با مرور کاربرد واقعیت گسترده در مدلسازی اطلاعات ساختمان ، بیان نمودند که با توجه به پیچیده تر شدن پروژه‌ها و حجم بالای داده‌های دریافتی و ارسالی به فرآیند اطلاعات ساختمان از طرفی نبود راه حلی جامع برای این موضوع، امروزه جمع آوری و ارائه اطلاعات سامانه اطلاعات ساختمان، به عنوان یک گلوگاه عملکرده و مانع از بهره‌وری کامل اطلاعات ساختمان می‌گردد. لذا رفع این گلوگاه جهت بهره‌برداری کامل از دستاوردهای فرآیند اطلاعات ساختمان الزامی به نظر می‌رسد. فناوری‌های واقعیت گسترده با محو مرز بین دنیای واقعی و محیط‌های مجازی پتانسیل‌های فراوانی برای بهره برداری بهتر از فرایند

اطلاعات ساختمان فراهم می‌آورد. لذا در این پژوهش به بررسی مطالعات انجام شده در کاربرد انواع فناوری‌های واقعیت گسترده در ادغام با مدل سازی اطلاعات ساختمان پرداخت.(Bedrick; 2011).

قهرمانی و حاجی اسمعیلی در سال۱۴۰۱ با مطالعه کاربرد سیستم مدلسازی اطلاعات ساختمان در دوره‌های مختلف زندگی ساختمان‌های موجود و در حال طراحی و ساخت دوران پساکرونا بیان داشتند که بیشترین تاثیر استفاده از اطلاعات ساختمان در دوران پساکرونا برای ساختمان‌های موجود در مراحل مستندسازی، بهره برداری و نگهداری، بازسازی و بهسازی و تخریب بود. علاوه بر آن این تاثیر در تمامی مراحل چرخه حیات ساختمان های در حال طراحی و ساخت اثرگذار بود. و تاثیرات مثبت آن را تشدید کرد. همچنین استفاده از سیستم ساخت صنعتی نیز از رویکردهایی است که باید مدنظر ساختمان‌های سالم آینده قرار گیرد. با توجه به زیرساخت‌های هر کشور، استفاده از تکنولوژی کاربری ساختمان و کاربران آن برنامه‌های موثری در جهت استفاده بیشتر و بهتر از مدلسازی اطلاعات ساختمان می تواند به کاهش بیماری و انتقال آن در دوران پساکرونا کمک نماید(Chiu and Russell; 2011).

پوررحیم نجف آبادی و ناظمی در سال۱۴۰۰، تاثیر مدلسازی اطلاعات ساختمان بر مراکز درمانی در دوران کرونا را مطالعه نمودند وکه استفاده از این تکنولوژی در مراکز درمانی در هنگام شیوع کرونا، باعث تغییر تقاضای امکانات در بیمارستان‌های موجود برای پوشش نیازهای بیماران کووید، کاهش و خطر، هماهنگی و طراحی تبدیل تجسم به واقعیت افزوده، رویکرد ناب، مدیریت و کنترل مناسب بخش‌های مختلف و تجهیزات و وسایل شد(Hajian and Burcin; 2009).

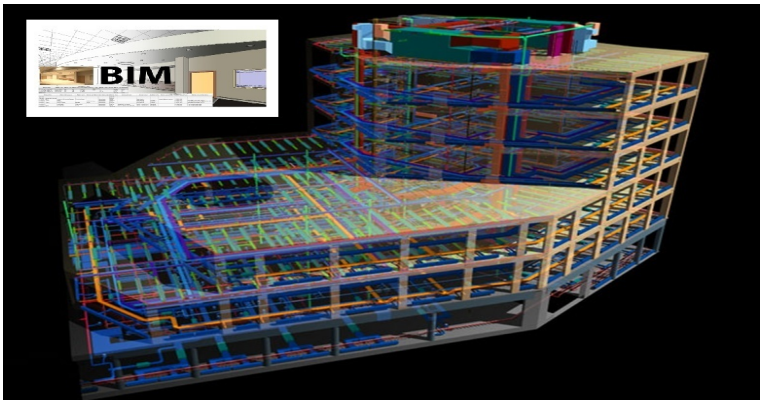
۳-مدلسازی اطلاعات ساختمان

براساس تعریف سازمان ملی استاندارد ایالات متحده، مدلسازی اطلاعات، الگوسازی داده‌های موجود در یک طرح، شامل "بازنمایی دیجیتال ویژگی‌های فیزیکی آن طرح بوده و تابعی از امکانات مشترک در تمامی پروسه‌های درگیر در آن طرح برای کسب اطلاعات کامل در مورد تشکیل یک مرکز قابل اعتماد پایه‌ای برای تصمیم گیری در تمام طول چرخه عمر طرح است" (Moon, Kim, Kang, & Kim; 2012).

مدلسازی، تعمیر، بازسازی، نوسازی، نظارت بر کار پیمانکاران، خدمات تاسیساتی ساختمان‌ها، ارزیابی، طراحی پروژه‌های ساختمانی و ... عموماً در مفهومی به نام "مدلسازی اطلاعات ساختمان" یا "الگوسازی داده‌های ساختمانی" یا "پیکره‌بندی جامع سازه‌ها" که به آن مدل اطلاعات ساختمان گفته می‌شود، حاکی از مدل نمودن اطلاعات مرتبط با ساختمان می‌باشد که در سال‌های اخیر در مباحث علمی مرتبط با صنعت ساختمان سازی گنجانده شده و پیشرفت روزافزونی را داشته است (Hergunsel; 2011). سیستم مدلسازی اطلاعات ساختمان نمونه‌ای از جدیدترین مدل‌های نوین۳ بعدی جهت شبیه‌سازی فرآیند برنامه ریزی، طراحی، ساخت و ساز و بهره‌برداری در پروژه‌های عمرانی است که امروزه در بسیاری از کشورهای توسعه یافته دنیا در صنعت ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد (به بیان ساده‌تر: یعنی در این سیستم به جای نقشه کشی مرسوم، نمونه‌ای از یک مدل سه بعدی شامل فضا، مکان و زمان در طراحی ساخته می‌شود که بین همه گروه‌های درگیر در یک پروژه عمرانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و نقش اصلی آن ایجاد یکپارچگی در بین تیم‌های مختلف درگیر در آن پروژه در تمامی مراحل ساخت و ساز است)(Jackson; 2010) .

این سیستم به معماران، مهندسین و پیمانکاران کمک می‌کند تا آنچه را که قرار است ساخته شود، ابتدا به صورت کامل در یک محیط مجازی بسازند و در صورت برخورد با مشکلات احتمالی در هر مرحله‌ای از ساخت مثل طراحی، اجراء یا مرحله بهره برداری، بر آن مشکلات فائق آیند (Anees, Mohamed & Razek; 2013)

سیستم مدلسازی اطلاعات ساختمان یک پروژه ساختمانی را در یک محیط مجازی طراحی و اجرا می‌کند. با تکنولوژی، یک مدل مجازی دقیق از یک ساختمان دیجیتالی ساخته می‌شود (Ndihokubbwayo and Haupt; 2009).



شکل ۱. مدلسازی اطلاعات ساختمان(Rabun and Blackmore; 1996).

٤- نوع روش تحقیق

روش تحقیق مورد استفاده در این مقاله برمبنای روش پیمایشی است و در آن به توصیف واقعیات مرتبط با سیستم مدلسازی اطلاعات ساختمان پرداخته شده است. بر این مبنا، ضروریات پیش نیازهای اساسی و اهمیت بکارگیری این سیستم نوین مدلسازی در طراحی‌ها و ساخت و سازهای عمرانی مورد بررسی قرار گرفته است.

٤-١-ابزار گردآوری داده‌ها

با توجه به نیاز تحقیق و برمبنای روش تحقیق، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده است.

جهت جمع‌آوری اطلاعات درخصوص وضعیت ثبت و انتقال اطلاعات طراحی در پروژه‌های طراحی و ساختمانی از پرسشنامه‌ای مشتمل بر ۲۵ سوال استفاده شد که به منظور تعیین پایایی آن از رابطه آلفا کرونباخ استفاده شد. به منظور برآورد پایایی و دقت ابزار سنجش از تکنیک ضریب آلفای کرونباخ بهره گرفته شده است. مقدار آلفای مورد قبول برای پایایی پرسشنامه، می‌بایست عددی بالاتر از ۰/۷ به دست آید.

بدین منظور ضریب پایایی، از طریق نرم افزار SPSS محاسبه شد. با توجه به نتیجه آزمون، مقدار آلفای کرونباخ برای پرسشنامه برابر ۰/۷۱ بدست آمد که نشان دهنده‌ی همسازی درونی و پایایی مناسب پرسشنامه است. به منظور تعیین اعتبار و روایی پرسشنامه از تکنیک روایی صوری و قضاوت داوران استفاده شده است. به این منظور سوالات پرسشنامه پس از نظرخواهی با چند تن از استادان و متخصصین مربوط و با توجه به اظهار نظر آنان سوالات نهایی انتخاب و پرسشنامه تنظیم گردید.

٤-٢-جامعه آماری

شرکت‌های پیمانکاری ساختمانی فعال در زمینه ساخت پروژه‌های بزرگ، بخصوص پروژه‌های مسکونی شهر شیراز که فعال و به ثبت رسیده هستند. بدین منظور از سامانه اطلاعات عوامل نظام فنی و اجرایی کشور، تعداد شرکت‌های پیمانکاری ساختمان که در شیراز به ثبت رسیده و دارای گواهینامه معتبر بودند ۱۱۰ شرکت بود که با توجه به محدودیت‌های زمانی تحقیق و عدم امکان بررسی همه این شرکت‌ها فقط شرکت های دارای رتبه یک در رشته ابنیه و ساختمان، رتبه یک تاسیسات و تجهیزات که تعداد آنها ۱۱ شرکت می‌باشد به عنوان جامعه آماری انتخاب گردید و از آنجا که پروژه‌های ساختمانی بیشتر مورد نظر این پژوهش می‌باشد پس از بررسی، شرکت‌هایی که در این امر فعالیت داشتند انتخاب شدند.

٤-٣-نمونه آماری، تعیین اندازه‌ی نمونه و روش نمونه‌گیری

در بین جامعه آماری فوق ۱۱ شرکت به عنوان نمونه موردنظر به روش تصادفی ساده انتخاب شد. در این میان حجم نمونه ۵۰-۱۰۰ متخصص در نظر گرفته شد. محقق برای بدست آوردن مقدار حجم نمونه می‌تواند از معادله نمونه‌گیری کوکران استفاده نماید.

$$n = \frac{Nt^2pq}{Nd^2+t^2pq} \quad (۱)$$

n- حجم نمونه آماری

N- جمعیت جامعه آماری

t^2- مقدار توزیع نرمال

q- نسبت عدم وجود صفت درجامعه آماری

p- نسبت وجود صفت درجامعه آماری

d^2- سطح خطا

در این تحقیق چون بحث تعمیم نتایج به جامعه مورد مطالعه مطرح است، از روش نمونه‌گیری احتمالی و همچنین برای تعیین حجم نمونه (n) از معادله نمونه‌گیری کوکران استفاده می‌شود. در این رابطه جمعیت جامعه آماری ۵۰نفر، مقدار سطح خطا برابر ۵٪ (۹۵٪ سطح اطمینان)، مقدار توزیع نرمال از جدول سطح زیر منحنی نرمال با ۹۵٪ اطمینان برابر ۱,۹۶ و مقادیر p و q از آمار و اطلاعات گذشته با مقداری برابر با۰/۵ جایگزین می‌شود. این عدد برای نمونه این پژوهش ٤٤,٣٤ حاصل شده که بسیار نزدیک به جامعه آماری بوده و منطقی می‌باشد.

٤-٤-روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

با توجه به اینکه روش پژوهش توصیفی– پیمایشی می‌باشد از روش آمار توصیفی استفاده می‌شود زیرا آمار توصیفی شرایط موجود را توصیف می‌کند. بدین ترتیب از طریق به دست آوردن فراوانی، اندازه‌های گرایش به مرکز، شاخص‌های پراکندگی، رسم نمودار و غیره، متغیرهای مورد مطالعه را توصیف می کند. تعداد ۵۰ پرسشنامه که ازسوی کارکنان شرکت‌های پیمانکاری بطور کامل و دقیق پاسخ داده شده انتخاب گردید و تجزیه و تحلیل‌ها به روش SPSS انجام گرفت.

۵-یافته‌ها

۵-۱-یافته‌های توصیفی

اطلاعات مربوط به شخص پاسخ دهنده، مدرک تحصیلی، حجم شرکت، مجموعه‌ای که فرد در آن مشغول به فعالیت است و ... هدف اصلی از این سوالات، دریافت اطلاعات کلی پیرامون کلیت ساختار فردی و محیط فعالیت فرد در پروژه بوده است تا بدین طریق بتوان به تمامیت پاسخ دهی به پرسشنامه‌ها از طریق افراد متخصص اکتفا نمود و در نهایت نتایج بدست آمده را بصورت گسترده به پروژه‌های دیگر تعمیم داد. جدول ۱ توزیع پاسخ های مربوط به اطلاعات دموگرافیک و توصیفی را ارائه می‌دهد. در پژوهش حاضر، اکثریت پاسخ دهندگان، مهندسین معمار، سازه و مدیر پروژه بودند. طبق اطلاعات جدول زیر ۱۸درصد مهندس معمار و مدیر پروژه، ١٦درصد مهندس سازه، ۱۸درصد سرپرست اجرا، ۸ درصد مهندس برق، ١٤درصد مهندس تأسیسات و ۸درصد دارای سایر مسئولیت‌ها بودند.

جدول ۱. توزیع پاسخ دهندگان بر حسب مسئولیت اجرایی

۱- مسئولیت اجرایی	فراوانی	درصد فراوانی
سرپرست اجرا	۹	۱۸
مهندس سازه	۸	١٦
مهندس معمار	۹	۱۸
مهندس برق	٤	۸
مهندس تاسیسات	۷	١٤
مدیر پروژه	۹	۱۸
سایر	٤	۸
جمع	۵۰	۱۰۰

بر حسب داده‌های جدول زیر اکثریت پاسخ دهندگان دارای مدرک کارشناسی و کارشناسی ارشد هستند. طبق داده‌ها، کارشناسی و کارشناسی ارشد، هر یک ۴۰ درصد، کاردانی و دکترا هریک ۱۰ درصد پاسخ‌دهندگان را تشکیل می‌دهند. بر حسب داده‌های جدول زیر، اکثریت پاسخ دهندگان بین ۵ تا ۱۰ سال سابقه کاری دارند (۵۶ درصد). ۱۴درصد کمتر از ۵ سال ، ۲۴درصد بین ۱۰ تا ۲۰ سال و ۶ درصد نیز بیش از ۲۰ سال سابقه کاری داشتند.

داده‌های جدول ٤ نشان می‌دهد که ۵۰ درصد پاسخ دهندگان در شرکتی مشغول به کارند که به طور متوسط بین ۳۰ تا ۱۰۰ پرسنل دارد. ٤ درصد در تیم‌های ۳ تا ۱۰ نفر، ۲۶ درصد در تیم‌های ۱۰ الی ۳۰ نفره و ۲۰ درصد نیز در شرکت‌های بیش از ۱۰۰ نفر فعالیت داشتند.

غالب پاسخ‌دهندگان یعنی ۲۹/۱درصد آنها در شرکتی مشغول به کارند که بیشتر پروژه‌های با درجه اهمیت بالا را پشتیبانی می‌کنند. این پرسش نشان می‌دهد که شرکت‌های منتخب بندرت پروژه‌های کوچک را طراحی و احداث می‌نمایند.

جدول ۲. توزیع پاسخ دهندگان بر حسب مدرک تحصیلی

۲- مدرک تحصیلی	فراوانی	درصد فراوانی
کاردانی	۵	۱۰
کارشناسی	۲۰	٤۰
کارشناسی ارشد	۲۰	٤۰
دکترا	۵	۱۰
جمع	۵۰	۱۰۰

جدول ۳. توزیع پاسخ‌دهندگان بر حسب میزان سابقه کاری

۳- میزان سابقه کاری در زمینه پروژه‌های عمرانی	فراوانی	درصد فراوانی
کمتر از ۵ سال	۷	۱٤
۵ تا ۱۰ سال	۲۸	۵٦
۱۰ تا ۲۰ سال	۱۲	۲٤
بیش از ۲۰ سال	۳	٦
جمع	۵۰	۱۰۰

جدول٤. توزیع پاسخ دهندگان بر حسب تعداد پرسنل تیم اجرایی

٤- تعداد پرسنل شرکت یا تیم اجرایی که شما در آن مشغول به کار هستید.	فراوانی	درصد فراوانی
۳ الی ۱۰ نفر	۲	٤
۱۰ الی ۳۰ نفر	۱۳	۲٦
۳۰ الی ۱۰۰ نفر	۲۵	۵۰
بیشتر از ۱۰۰ نفر	۱۰	۲۰
جمع	۵۰	۱۰۰

جدول۵. توزیع پاسخ دهندگان بر حسب پشتیبانی شرکت از پروژه‌های عمرانی

۵- شرکتی که شما در آن مشغول بکار هستید اغلب کدامیک از پروژه‌های عمرانی زیر را پشتیبانی می‌نماید.	فراوانی	درصد فراوانی
مسکونی	۲۵	۲۰/۶
تجاری	۶	۶/۲
ساختمان‌های با درجه اهمیت زیاد	۲۸	۲۹/۱
صنعتی	۱۱	۱۱/۴
اداری	۱۶	۱۶/۶
پروژه‌های کوچک ساختمانی	۸	۸/۳
جمع	۹۶	۱۰۰

۵-۲-آزمون فرضیات

فرضیه اول

تعیین پیش نیازها و بسترهای بکارگیری سیستم مدل ساختمانی اطلاعات، در مدیریت ساخت و ساز پروژه‌های عمرانی، دوباره کاری‌ها و اشتباهات را در پروژه‌ها به حداقل می‌رساند.

پیش نیازها و بسترهای لازم بکارگیری سیستم مدل ساختمانی اطلاعات، مواردی همچون میزان آشنایی، ضرورت بکارگیری، محدودیت‌های اجرایی، زمینه‌های مناسب اجرای آن و ... است. داده‌های جدول زیر میزان وجود این بسترها را با اعمال آزمون‌های آماری نشان می‌دهد. طبق جدول ۶، سطح معنی‌داری (sig) آزمون کمتر از ۰/۰۵ و حاکی از آن است که اکثریت پاسخ دهندگان تا حدودی با سیستم جدید مدل‌سازی اطلاعات ساختمان آشنایی دارند.

جدول ۶. تعیین میزان آشنایی با سیستم جدید مدل‌سازی اطلاعات

آشنایی با سیستم جدید مدل‌سازی اطلاعات ساختمان	فراوانی مشاهده شده	فراوانی مورد انتظار	اختلاف
بله بطور کامل آشنایی داشته‌ام - زیاد	۱۰	۱۶,۷	-۶,۷
بله تاحدودی آشنایی داشته‌ام - متوسط	۲۵	۱۶,۷	۸,۳
هیچگونه آشنایی قبلی نداشته‌ام	۱۵	۱۶,۷	-۱,۷
آزمون کای اسکوار	۶,۵		
درجه آزادی	۲		
sig	۰,۰۳		

مهمترین مرحله استفاده از سیستم مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نیز برحسب داده‌های جدول زیر، مرحله طراحی گزارش شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود میانگین رتبه مرحله طراحی ۲,۸ است که نسبت به بقیه مراحل بیشتر و سطح معنی‌داری هم اختلاف معنی‌داری را بین رتبه‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۷. تعیین مهمترین مرحله استفاده و کاربرد سیستم اطلاعات ساختمان

مهمترین مرحله استفاده و کاربردسیستم اطلاعات ساختمان	**رتبه‌ها**
مرحله برنامه‌ریزی	**۲,۲**
مرحله طراحی	**۲,۸**
مرحله اجرا و مدیریت کارگاه	**۲,۵**
مرحله بهره‌برداری، حفظ و نگهداری	**۲,٤**
آزمون فریدمن	**۹,٤**
درجه آزادی	**۳**
Sig	**۰,۰۲٤**

مناسب‌ترین پروژه‌های عمرانی جهت استفاده از سیستم مدل اطلاعات ساختمان، پروژه‌های احداث ساختمان‌های با درجه اهمیت زیاد است. طبق اطلاعات جدول زیر میانگین رتبه احداث ساختمان‌ها با ۲,٦ درجه بیشتر از بقیه پروژه‌هاست و سطح معنی‌داری هم کمتر از ۰,۰۵ است که حاکی از اختلاف میان رتبه‌هاست.

جدول ۸. تعیین مناسبترین پروژه‌های عمرانی جهت استفاده از سیستم مدل اطلاعات ساختمان

مناسب‌ترین پروژه‌های عمرانی جهت استفاده از سیستم مدل اطلاعات ساختمان	**رتبه‌ها**
پروژه‌های انبوه سازی	**۱,٦**
پروژه‌های شهرسازی و راه‌سازی	**۱,٦**
احداث ساختمان های با درجه اهمیت زیاد	**۲,٦**
آزمون فریدمن	**٤۸,۲**
درجه آزادی	**۲**
Sig	**۰,۰۰**

جدول ۹. تعیین محدودیت های اجرای پروژه‌ها برمبنای سیستم مدل اطلاعات ساختمان

محدودیت‌های اجرای پروژه‌ها برمبنای سیستم مدل اطلاعات ساختمان	فراوانی مشاهده شده	فراوانی مورد انتظار	اختلاف
کمبود تخصص در نیروی انسانی و مجریان با دانش کافی برای اجرای سیستم مدل اطلاعات ساختمان	**٤۰**	**۱٦,۳**	**۲۳,۷**
هزینه‌های آموزش گروه های کاری مشغول در کارگاه	**٦**	**۱٦,۳**	**-۱۰,۳**
هزینه‌های جانبی و نرم‌افزاری و هزینه‌های مجریان مدل اطلاعات ساختمان	**٤**	**۱٦,۳**	**-۱۳,۳**
آزمون کای اسکوار	**۵۱,۷**		
درجه آزادی	**۲**		
sig	**۰,۰۰**		

مناسب‌ترین پروژه‌های عمرانی جهت استفاده از سیستم مدل اطلاعات ساختمان، پروژه‌های احداث ساختمان‌های با درجه اهمیت زیاد است. طبق اطلاعات جدول زیر میانگین رتبه احداث ساختمان‌ها با ۲,٦ درجه بیشتر از بقیه پروژه‌هاست و سطح معنی‌داری هم کمتر از ۰,۰۵ است که حاکی از اختلاف میان رتبه‌هاست. مهمترین محدودیت‌های اجرای پروژه‌ها بر مبنای سیستم مدل اطلاعات ساختمان، کمبود تخصص در نیروی انسانی و مجریان با دانش کافی برای اجرای سیستم است. طبق داده‌های جدول زیر سطح معنی‌داری کمتر از ۰,۰۵ است و اختلاف معنی‌داری را بین محدودیت‌ها نشان می‌دهد و حاکی از کمبود تخصص نیروی‌های انسانی به عنوان مهمترین محدودیت‌های اجرای پروژه‌ها است.

نگرش به ضرورت سیستم مدل اطلاعات ساختمان نیز طبق آزمون اعمال شده در جدول زیر مثبت است. اکثریت پاسخ دهندگان یعنی ۳٦ نفر آن را عضو ضروری و جدایی ناپذیر تشکیلات سازمانی می‌دانند. سطح معنی‌داری کمتر از ۰,۰۵ است که حاکی از اختلاف پاسخ ها به ضرورت وجود سیستم است. همچنین طبق داده‌های جدول زیر، میزان تمایل به سیستم از نظر اکثریت پاسخ دهندگان بستگی به شرایط پروژه دارد. سطح معنی‌داری آزمون کمتر از ۰,۰۵ است که اختلاف معنی داری را بین پاسخ‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. تعیین نگرش به ضرورت وجود سیستم مدل اطلاعات ساختمان

نگرش به ضرورت وجود سیستم مدل اطلاعات ساختمان به عنوان یکی از ابزارهای کاری در تشکیلات	فراوانی مشاهده شده	فراوانی مورد انتظار	اختلاف
سیستم مدل اطلاعات ساختمان عضو ضروری و جدایی‌ناپذیر از تشکیلات سازمانی است.	**۳٦**	**۱٦,۷**	**۱۹,۳**
سیستم مدل اطلاعات ساختمان ابزاری مفید اما غیرضروری در پروژه‌هاست.	**۱۱**	**۱٦,۷**	**-۵,۷**
استفاده از مدل اطلاعات ساختمان در پروژه‌ها غیرضروری است	**۳**	**۱٦,۷**	**-۱۳,۷**
آزمون کای اسکوار	**۳۵,۵**		
درجه آزادی	**۲**		
sig	**۰,۰۰**		

جدول ۱۱. تعیین میزان تمایل به استفاده از سیستم مدل‌سازی در پروژه‌های جاری و آتی

میزان تمایل به استفاده از سیستم مدل‌سازی در پروژه‌ای جاری و آتی	فراوانی مشاهده شده	فراوانی مورد انتظار	اختلاف
بله بسیار زیاد	**۱٤**	**۱٦,۷**	**-۲,۷**
بستگی به شرایط پروژه دارد	**۳٤**	**۱٦,۷**	**۱۷,۳**
خیر به هیچ وجه	**۲**	**۱٦,۷**	**-۱٤,۷**
آزمون کای اسکوار	**۳۱,۳**		
درجه آزادی	**۲**		
sig	**۰,۰۰**		

لذا با توجه به نتایج به دست آمده باید گفت از نظر بسترها و زمینه‌های بکارگیری سیستم مدل اطلاعات ساختمان، با آنکه نگرش به ضرورت وجود این سیستم مثبت است، آشنایی متوسطی با این سیستم‌ها وجود دارد و میزان تمایل به استفاده از آن را وابسته به شرایط پروژه خود می‌بینند. مناسب‌ترین پروژه‌ها برای استفاده از این سیستم، پروژه‌های احداث ساختمان های با درجه اهمیت زیاد و مهمترین مرحله استفاده از این سیستم، مرحله طراحی است و همچنین کمبود تخصص در نیروی انسانی از جمله محدودیت‌های آن عنوان شده است.

فرضیه دوم

بکارگیری سیستم مدل اطلاعات ساختمان در پروژه باعث ایجاد یک محیط کاری ایمن با کمترین اشتباهات، دوباره‌کاری‌ها و ضایعات و در نتیجه کسب بیشترین سود و کمترین هزینه می‌گردد.

طبق داده‌های جدول زیر مهم‌ترین عامل کاهش‌دهنده اثرات منفی تغییرات پروژه‌ها، استفاده از فناوری‌های نوین و نرم‌افزارهای پیشرفته است. آزمون به عمل آمده در جدول زیر با سطح معنی‌داری کمتر از ۰,۰۵ اختلاف معنی‌داری بین عوامل

نشان می‌دهد. از سویی نتیجه آزمون نشان می‌دهد اولین دلیل کاربرد نرم افزارهای مدل اطلاعات ساختمان مدیریت تغییرات و تأخیرات پروژه است. رتبه این دلیل به ۵,۱۲ با اختلاف معنی داری بیش از سایر دلایل است.

همچنین بررسی رابطه دلایل کاربرد سیستم با عوامل کاهش اثرات منفی تغییرات در جدول ۱۳ حاکی از آن است که تنها بین استفاده از فناوری‌های نوین و نرم افزارهای پیشرفته به عنوان عامل کاهنده اثر تغییرات با مدیریت تغییرات و تاخیرات پروژه به‌عنوان دلیل اصلی کاربرد آن رابطه معنی داری وجود دارد به طوریکه ۷۷,۶ درصد پاسخ دهندگان این گزینه‌ها را نتخاب کرده‌اند. لذا می‌توان گفت که سیستم مدل اطلاعات ساختمان می‌تواند اثرات منفی تغییرات را کاهش دهد.

جدول ۱۲. تعیین کاربرد نرم‌افزارهای سیستم مدل اطلاعات ساختمان به عنوان کاهش دهنده اثرات منفی تغییرات پروژه‌ها

عوامل کاهش اثرات منفی تغییرات بوجود آمده در پروژه‌ها	رتبه‌ها	دلایل کاربرد نرم‌افزارهای سیستم مدل اطلاعات ساختمان	رتبه‌ها
مهارت تیم اجرا	۲,۳۶	صرفه جویی در زمان اجرای پروژه	**۳,۳۵**
دارا بودن بودجه کافی	۲,۰۴	صرفه جویی در هزینه اجرای پروژه	**۳,۰۴**
استفاده از فناوری‌های نوین و نرم افزارهای پیشرفته	۳,۶۴	مدیریت تغییرات و تاخیرات پروژه	**۵,۱۲**
زمانبندی نامحدود پروژه	۱,۹۶	افزایش ایمنی در ساخت	**۲,۹۸**
–		کاهش ادعای اولیه در پروژه	**۲,۸۰**
–		انجام کار باکیفیت‌تر	**۳,۷۱**
آزمون فریدمن	۸۷,۶	آزمون فریدمن	**۹۱,۱**
درجه آزادی	**۳**	درجه آزادی	**۵**
Sig	۰,۰۰	sig	۰,۰۰

جدول ۱۳. تعیین رابطه کاربرد نرم‌افزارهای مدل اطلاعات ساختمان با کاهش اثرات منفی تغییرات پروژه‌ها

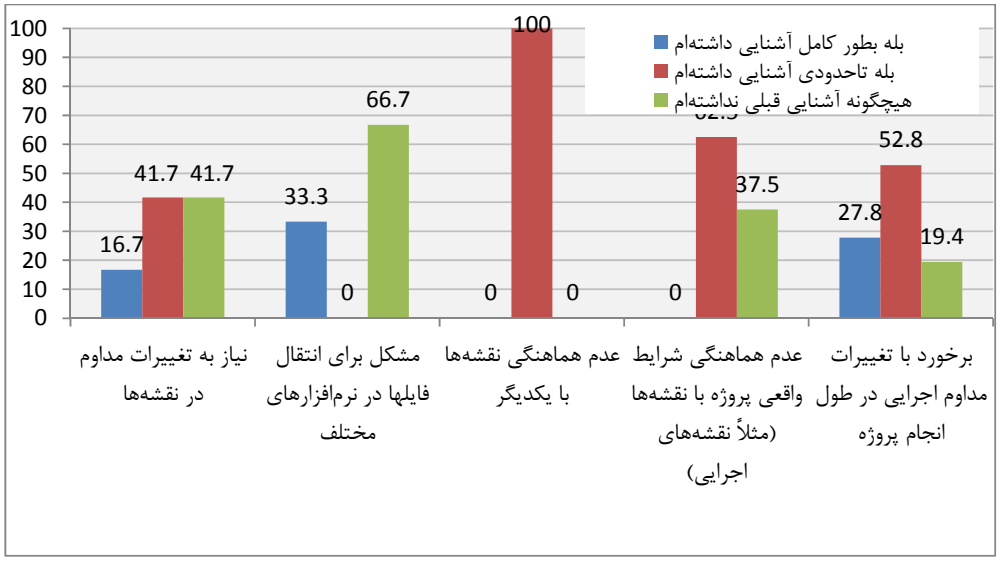
عوامل کاهش اثرات منفی تغییرات / دلایل کاربرد نرم‌افزارهای مدل اطلاعات ساختمان		مهارت‌تیم اجرا	دارا بودن بودجه کافی	استفاده از فناوری‌های نوین و نرم افزارهای پیشرفته	زمانبندی نامحدود پروژه
صرفه‌جویی در زمان اجرای پروژه	**درصد**	٤	۰	**۲۲**	۰
	sig	۰,٤	۰,٤	۰,٤	۰,۷
صرفه‌جویی در هزینه اجرای پروژه	**درصد**	۰	**۲**	**۱۰**	۰
	sig	۰,۲	۰,۳	۰,٦	۰,۸
مدیریت تغییرات و تاخیرات پروژه	**درصد**	۱٦,۳	**۲**	**۷۷,٦**	**۲**
	sig	۰,۳	۰,۰۸	**۰,۰۰۱**	۰,۸
افزایش ایمنی در ساخت	**درصد**	٤	۰	۸	۰
	sig	۰,۳	۰,۷	۰,۵	۰,۹
کاهش ادعای اولیه در پروژه	**درصد**	۰	۰	٤	۰
	Sig	۰,٦	۰,۸	۰,۷	۰,۹
انجام کار باکیفیت تر	**درصد**	۸	٤	**۲۸**	۰
	sig	۰,۵	۰,۲	۰,٤	۰,٦

در ادامه آزمون فرض ۲، نتایج جدول زیر نشان می‌دهد پاسخگویانی که آشنایی متوسط با سیستم دارند یا هیچگونه آشنایی نداشته‌اند با مشکلات بیشتری در فعالیت اجرایی مواجه بودند. نداشتن آشنایی کافی حتی بیشتر از نداشتن هیچ آگاهی می‌تواند مشکلات را افزایش دهد. این رابطه در برخورد با تغییرات مداوم اجرایی در طول انجام پروژه به عنوان مشکل فعالیت اجرایی واضح تر و معنی دار است به طوریکه ۵۲٫۸ درصد که تا حدودی با سیستم مدل اطلاعات ساختمان آشنایی دارند با این مشکل مواجه بودند. در عوض آشنایی کامل می‌تواند مواجه با این مشکلات را کاهش دهد (جدول ۱۴ و نمودار ۱) .

همچنین یافته آزمون اگرچه رابطه معنی‌داری را بین میزان آشنایی با نرم‌افزارهای سیستم مدل اطلاعات ساختمان و برخورد با مشکلات ایجاد تغییرات در پروژه نشان نمی‌دهد (sig≥ ۰٫۰۵). اما داده‌ها نشان می‌دهد که درصد افرادی که ضمن آشنایی با این نرم افزارها، با مشکلات مربوط به ایجاد تغییرات مواجه بودند بسیار کم است. در حالی که آشنایی با نرم افزارها میزان برخورد با مشکلات مربوط به ایجاد تغییرات را کاهش می‌دهد (جدول ۱۵ و نمودار ۲) . باتوجه به نتایج به دست آمده فرض ۲ مبنی بر تاثیر استفاده از سیستم سیستم مدل اطلاعات ساختمان در کاهش اشتباهات و ضایعات و افزایش بازدهی قابل قبول است.

جدول ۱۴. تعیین رابطه میزان آشنایی با BIM با برخورد با مشکلات فعالیت اجرایی

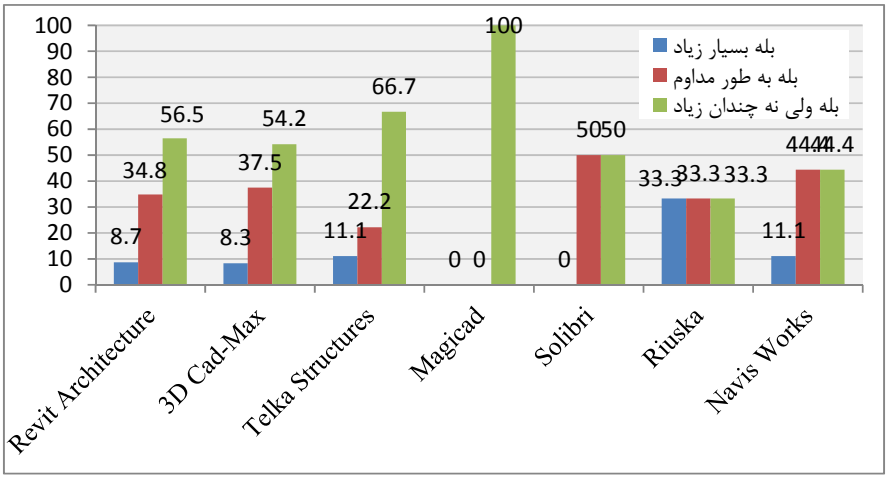
میزان آشنایی با سیستم مدل اطلاعات مشکلات / فعالیت حرفه‌ای	بله بطور کامل آشنایی داشته‌ام	بله تاحدودی آشنایی داشته‌ام	هیچگونه آشنایی قبلی نداشته‌ام	آزمون	sig
نیاز به تغییرات مداوم در نقشه‌ها	٪۱۶٫۷	٪۴۱٫۷	٪۴۱٫۷	۰٫۱۴	۰٫۳
مشکل برای انتقال فایل‌ها در نرم‌افزارهای مختلف	٪۳۳٫۳	٪۰.	٪۶۶٫۷	۰٫۱۰۲	۰٫۴
عدم هماهنگی نقشه‌ها با یکدیگر	٪۰.	٪۱۰۰٫۰	٪۰	۰٫۰۲	۰٫۸
عدم هماهنگی شرایط واقعی پروژه با نقشه‌ها (مثلاً نقشه‌های اجرایی)	٪۰.	٪۶۲٫۵	٪۳۷٫۵	۰٫۱۸	۰٫۲
برخورد با تغییرات مداوم اجرایی در طول انجام پروژه	٪۲۷٫۸	٪۵۲٫۸	٪۱۹٫۴	۰٫۴۱۳	۰٫۰۰۴



نمودار ۱. رابطه میزان آشنایی با سیستم مدل اطلاعات ساختمان با مشکلات فعالیت اجرایی

جدول ۱۵. تعیین رابطه میزان آشنایی بانرم افزارهای سیستم مدل اطلاعات ساختمان با برخورد با مشکلات ایجاد تغییرات

برخورد با مشکلات مربوط به ایجاد تغییرات / میزان آشنایی با نرم‌افزارهای BIM	بله بسیار زیاد	بله به طور مداوم	بله ولی نه چندان زیاد	آزمون	sig
Revit Architecture	٪۸,۷	٪۳۴,۸	٪۵۶,۵	۰,۱۷	۰,۲
3D Cad-Max	٪۸,۳	٪۳۷,۵	٪۵۴,۲	۰,۲۲	۰,۱۱
Telka Structures	٪۱۱,۱	٪۲۲,۲	٪۶۶,۷	۰,۰۱	۰,۹
Magicad	٪۰	٪۰	٪۱۰۰	۰,۱۴	۰,۳
Solibri	٪۰	٪۵۰	٪۵۰	۰,۰۵۲	۰,۷
Riuska	٪۳۳,۳	٪۳۳,۳	٪۳۳,۳	۰,۲۰۹	۰,۱۵
Navis Works	٪۱۱,۱	٪۴۴,۴	٪۴۴,۴	۰,۲۱	۰,۱۴



نمودار ۲. رابطه میزان آشنایی با نرم افزارهای مدل اطلاعات ساختمان با برخورد با مشکلات ایجاد تغییرات

٦-نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه سوالات پرسشنامه بر اساس اهداف و فرضیه‌های تحقیق طراحی شده بودند، پس از بررسی تحلیل‌ها، به اثبات فرضیه‌ها پرداخته شد و در نهایت نتایج نشان داد که هر دو فرضیه تحقیق قابل اثبات می‌باشد.

فرضیه اول

تعیین پیش نیازها و بسترهای بکارگیری سیستم مدل اطلاعات ساختمان در مدیریت ساخت و ساز پروژه‌های عمرانی، دوباره کاری‌ها و اشتباهات ناشی از پروژه‌ها را به حداقل می‌رساند.

با توجه به نتایج به دست آمده باید گفت از نظر بسترها و زمینه‌های استفاده از سیستم مدل اطلاعات ساختمان، با آنکه نگرش به ضرورت وجود این سیستم مثبت است، آشنایی متوسطی با این سیستم‌ها وجود دارد و میزان تمایل به استفاده از آن را وابسته به شرایط پروژه خود می‌بینند. مناسبترین پروژه‌ها برای استفاده از این سیستم، پروژه‌های احداث ساختمان های با درجه اهمیت زیاد و مهمترین مرحله استفاده از سیستم، مرحله طراحی است و همچنین کمبود تخصص در نیروی انسانی از جمله محدودیت‌های آن عنوان شده است.

فرضیه دوم

بکارگیری سیستم مدل اطلاعات ساختمان در پروژه باعث ایجاد یک محیط کاری ایمن با کمترین اشتباهات دوباره‌کاری‌ها و ضایعات و در نتیجه کسب بیشترین سود و کمترین هزینه می‌گردد.

طبق نتایج بدست آمده مهم‌ترین عامل کاهش‌دهنده اثرات منفی تغییرات پروژه‌ها، استفاده از فناوری‌های نوین و نرم‌افزارهای پیشرفته است. می‌توان گفت که سیستم مدل

اطلاعات ساختمان می‌تواند اثرات منفی تغییرات را کاهش دهد. باتوجه به نتایج به دست آمده فرضیه دوم مبنی بر تاثیر استفاده از سیستم مدل اطلاعات ساختمان در کاهش اشتباهات و ضایعات و افزایش بازدهی قابل قبول است. سیستم نوین مدلسازی اطلاعات ساختمان بعنوان یک روش نوآورانه برای مدیریت پروژه است که در سالهای اخیر ظهور نموده و روز به روز بر گستردگی کاربرد آن در پروژه‌های عمرانی و ساختمانی سراسر دنیا افزوده می‌شود. براساس مطالعات صورت گرفته ملاحظه گردید که این سیستم نوین مدلسازی قادر است روند همکاری در درون تیم پروژه را به شدت افزایش داده و منجر به بهبود سودآوری، کاهش هزینه‌ها، مدیریت زمان و تغییرات، بهبود روابط مشتری و کارفرما و ... شود. همانگونه که از نتایج این تحقیق برمی‌آید، سیستم BIM، تعامل جدیدی را در صنعت ساخت و ساز، بویژه ساختمان‌های با اهمیت زیاد همچون بیمارستان‌ها ایجاد نموده است که این امر می‌تواند باعث شکل‌گیری هماهنگی و یکپارچگی بسیار بالا در بین کارفرما، طراح، سازنده، بهره‌بردار و بطور کلی تمامی افرادی که هریک به نحوی سهمی را در پروژه دارند، گردد. شایان ذکر است که مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که این توفیق و تعامل همگام با کاهش ریسک و افزایش ایمنی در پروژه‌ها نیز محقق گشته است. با وجود تمامی مزیت‌ها و چالش‌های ذکر شده برای سیستم نوین مدلسازی اطلاعات ساختمان، حرکت به سوی مدلسازی اطلاعات ساختمان در سرتاسر جهان به امری اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است. بسیاری از دفاتر و شرکت‌های پیش‌رو خود را برای ورود به این عرصه مجهز ساخته‌اند و بسیاری از شرکت‌های بزرگ نرم‌افزاری نیز در حال تولید زیرساخت‌های لازم برای این تحول بنیادین در صنعت ساختمان می‌باشند. بسیاری از دولت‌ها به اهمیت و تاثیر شگرف این رویکرد در ارتقای بهره‌وری در پروژه‌ها و کاهش هزینه‌های تحمیلی بر اقتصاد خود پی برده‌اند، بطوری که دولت انگلستان از سال ۲۰۱۶ به بعد تمامی شرکت‌های ساختمانی را به استفاده از این فناوری ملزم کرده است. بنابراین با توجه به ارزش‌های این رویکرد در طراحی، به نظر می‌رسد که متخصصین کشور ما نیز باید با آگاهی و سرعت بیشتری به این موضوع بپردازند و در این میان نسل جوان طراحان یقیناً در تناسب بیشتر با این رویکرد هستند و وظیفه مهمتری برعهده دارند. براساس نتایج حاصل از این تحقیق، تقریباً قابل پیش‌بینی است که استفاده از تکنولوژی پیشرفته مدلسازی اطلاعات ساختمان در پی آن است تا به سرعت به رشد خود ادامه دهد و بدین ترتیب، منافع فنی آن بیشتر آشکار گردد و بازار تقاضای کنترل شدیدتری بر فرآیند طراحی آن داشته باشد تا بدین طریق به اهداف تولید، زمان، هزینه و مدیریت تغییرات خود دست یابد.

تعداد ساختمان‌های ساخته و پرداخته شده با این فن‌آوری نوین روز به روز بیشتر می‌شوند و بعلاوه تعداد کاربران مدلسازی اطلاعات ساختمان در سال‌های گذشته رشد چشمگیری داشته است. در این میان، این سیستم نوین طراحی باید هرچه بهتر به مهندسین جوان ایرانی آموزش داده شود که امید است تحقیق حاضر توانسته باشد تاحدودی این امر را محقق سازد و خدمتی هرچند ناچیز را به کشور عزیزمان ایران ارائه نماید. پیرو مطالب ارائه شده در این تحقیق به نظر می رسد پیشنهادات زیر می توانند برای انجام سایر پژوهش‌ها مناسب باشند.

– بررسی میزان آشنایی و تمایل مهندسین شاغل به کار با فن‌آوری نوین مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در شرکت‌های بزرگ تا حتی‌الامکان بتوانند آشنایی اولیه‌ای با سیستم نوین مدل سازی اطلاعات ساختمان داشته باشند.

– ارزیابی کاربردی‌ترین و در عین حال ساده‌ترین نرم‌افزارهای ارائه دهنده سیستم نوین مدلسازی برای ترجمه راهنماهای آنها و در دسترس قرار دادن آنها برای مهندسین ایرانی.

– بررسی نحوه آموزش و یادگیری صحیح این سیستم نوین مدل سازی در پروژه‌های خارج از کشور به مهندسین شاغل به کار در پروژه‌های ساخت و ساز و ارائه این راهکارها به منظور ایجاد بستر مناسب آموزشی این سیستم برای مهندسین ایرانی.

– بررسی و ارزیابی کارهای صورت گرفته در نقاط مختلف دنیا با استفاده از این سیستم نوین طراحی ساختمانها و سعی در استفاده از آنها در پروژه‌های ساخت و ساز داخل کشور

– مدلسازی نمونه‌ای از طرح‌های عمرانی در حال شروع به کار در کشور با این سیستم نوین مدلسازی و طراحی ساخت و ساز

۷- پی‌نوشت‌ها

1-Computer-Aided Design

۸- مراجع

–اعظمی نژاد، بهارک سادات و عربی، سهیل (۱۳۸۸). عدم تامین مالی، مهمترین عامل تاخیر در پروژه‌های عمرانی در کشورهای در حال توسعه. *اولین کنفرانس مهندسی و مدیریت ساخت*، تهران.

-پوررحیم نجف‌آبادی، ریحانه و ناظمی، الهام (۱۴۰۰). تاثیر مدلسازی اطلاعات ساختمان بر مراکز درمانی در دوران کرونا، دومین همایش ملی تولید دانش سلامتی و حکمرانی در جهان پساکرونا، نجف آباد.

-چرخان، محمد هادی(۱۳۹۱). مطالعه و تدوین سیستم پیش بینی تغییرات در پروژه‌های ساخت، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.*

-خامنه، امیر حسین (۱۳۸۸). بررسی فرآیند مدیریت تغییر در پروژه‌های نیروگاهی، *اولین کنفرانس ملی اجرای پروژه به روش* EPC، تهران.

-دهقان نیری، مهدیه (۱۳۸٦). جستجوی ارتباط طراحی با اجرا با هدف کاهش هزینه‌های اجرا (بررسی اجمالی تاثیر طراحی در خرابی‌ها و دوباره کاری‌ها در اجرا و تبیین مدیریت)، *پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.*

-شادی مهربانی، امیرعلی و سلامی، بهمن (۱۴۰۱). ارزیابی بکارگیری مدلسازی اطلاعات ساختمان در پروژه‌های ساخت با رویکرد توسعه پایدار (مقاله مروری)، نهمین کنفرانس ملی توسعه پایدار در مهندسی عمران، تهران.

-شرفی‌زاده، محمدرضا (۱۳۹۱). مدیریت تغییرات در پروژه‌های ساخت (بررسی فرآیند تشخیص تا پیاده‌سازی در فاز اجرا)، *پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.*

-طالب‌زاده شکیبا، قاسم (۱۳۸۵). بررسی و شناسایی علل تاخیر در پروژه‌های عمرانی (بررسی موردی: پروژه‌های سازمان مجری ساختمان‌ها و تاسیسات دولتی و عمومی وزارت مسکن و شهرسازی). *پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی.*

-غمخوار، سیده مهسا (۱۳۹۱). بکارگیری تکنولوژی مدلسازی اطلاعات ساختمان جهت کاهش زمان و هزینه ترمیم و بهسازی ساختمان‌ها. *دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران (نقش فناوری‌های نوین در کاهش آسیب پذیری ناشی از حوادث غیر مترقبه)*، تهران.

-فدائی رضوی، باقر (۱۳۸٤). کنترل کیفیت ساختمان، مجموعه مقالات نخسین کنفرانس ملی ساختمان ایران، *وزارت مسکن و شهرسازی.*

-قزلباش، سمیرا (۱۳۹۰). بررسی تغییرات در فاز اجرای پروژه‌های بلند مرتبه سازی مسکونی و ارائه راهکار (مطالعه موردی: فاز B آتی شهر. *سومین کنفرانس مهندسی و مدیریت ساخت*، تهران.

-قهرمانی، آرزو و حاجی اسمعیلی، پریسا (۱۴۰۱). کاربرد سیستم مدلسازی اطلاعات ساختمان در دوره‌های مختلف زندگی ساختمان‌های موجود و در حال طراحی و ساخت دوران پساکرونا، *کنفرانس بین المللی پیشرفت‌های اخیر در مهندسی*، نوآوری و تکنولوژی.

-مرتضائی، مهرداد و محمدی، سعید و غفاری، نادر (۱۴۰۰). مروری بر کاربرد واقعیت گسترده در مدلسازی اطلاعات ساختمان، *شانزدهمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه*، تهران

-Anees, M. M., Mohamed, H. E., & Razek, M. E. A. (2013). Evaluation of change management efficiency of construction contractors, Housing and Building National Research Center, *HBRC Journal*, 9, 77–85.

-Bedrick, Jim. (2011). Organizing the Development of a Building Information Model. *The American Institute of Architects.* 9 Sept. 2008. Web. 30 Mar. <aia.org>.

-Chao-Ying Chiu, Alan D. Russell, (2011). Design of a construction management data visualization environment: A top–down approach, *Automation in1T Construction 1T*, Vol. 20, Issue 4, 399-417.

-Hajian, Hamid, and Burcin Becerik-Gerber. (2009). A Research Outlook for Real-time Project Information Management by Integrating Advanced Field Data Acquisition Systems and Building Information Modeling. *University of South California Sept. Web. July 2010*. <usc.edu>.

-Hergunsel, Mehmet Fuat (2011). Benefits of Building Information Modeling for Construction Managers and BIM Based Scheduling. 19-29.

-Jackson, B. J., (2010). Construction Management Jumpstart. 2nd Edition ،*Wiley Publishing Inc.*

-Moon, Hyoun Seok, Hyeon Seung Kim, Leen Seok Kang, and Chang Hak Kim (2012). BIM functions for optimized construction management in civil engineering. In ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction. *IAARC Publications.*Vol. 29, 1-2.

-R. Ndihokubbwayo, T. Haupt (2009). Variation Orders on ConstructionProjects: Value Adding or Waste, *International Journal of Construction Project Management*, 1 (2), 1–17.

-Rabun, J. L. and Blackmore, R. G. (1996). History of Interior Design and Furniture: From Ancient Egypt to Nineteenth-Century Europe. Canada, *John Wiley and Sons,* Inc.

Evaluation the Readiness and Capacities of the Main Elements of the Project in Preventing Rework, Time and Cost Management (Case Study: Construction Companies of Shiraz City)

Sayyed Yaghoub Zolfegharifar, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran.
Arsalan Babaei, M.Sc. Student, Department of Civil Engineering, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran.
Neda Negarchi, Department of Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Isfahan, Iran.

E-mail: syzoalfeghary@gmail.com

Received: September 2023 Accepted: January 2024

ABSTRACT
Nowadays, if the changes of the influencing factors of construction in construction projects are properly managed and paid attention to, most of these factors can be directed towards achieving the project goals. One of the negative effects of unmanaged changes can be a decrease in quality, an increase in cost and lead time. Changes, if identified on time and properly managed, are the cause of positive effects, including the use of modern science and technology, value engineering, etc. in construction projects. Building Information Modeling System (BIM) having significant advantages in coordinating changes has had a revolutionary development in speeding up changes in architecture, engineering, and construction industry. This research examined the status of the factors related to the contractor in the projects, the requirements and platforms necessary for using BIM in the contracting companies of Shiraz city in order to manage the changes and rework and prevent the time and cost deviations caused by them. Also, by distributing the designed questionnaire among the experts and experts in construction projects and analyzing the data collected by SPSS software, conditions were provided to avoid redundancies and time and cost management of construction projects, with an emphasis on therapeutic projects. . The results showed that the application of the building information knowledge modeling system, according to the existing conditions, has a suitable justification for construction project contracting companies in terms of avoiding rework costs and time delays.

Keywords: Change Management, Time and Cost, Rework, BIM, Construction Companies of Shiraz