فصلنامه پژوهش در علوم، مهندسی و فناوری
دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶
صفحات ۱۶-۲۶
ISSN: 2476-5082
www.uctjournals.com

کاهش تاخیرات زمانی و زمان اجرای پروژه‌های ساختمانی با به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

رضا قاسم[۱] ، علیرضا زمانی نوری [۲]

[۱] کارشناس ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران
[۲] استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، مرکزی، ایران

چکیده

افزایش زمان اجرای پروژه‌ها می‌تواند پروژه را با ریسک‌های گوناگونی مواجه سازد؛ بنابراین کاهش زمان اجرای پروژه‌ها امری مهم تلقی می‌شود، زیرا افزایش زمان اجرای پروژه می‌تواند باعث افزایش هزینه و کاهش عمر مفید پروژه شود. یکی از راه‌حل‌های اصلی جلوگیری از طولانی شدن زمان اجرای پروژه‌ها، پیش بینی و جلوگیری از تاخیرات زمانی است که البته به سادگی امکان‌پذیر نیست. برای پیش بینی عوامل مؤثر در تاخیرات زمانی نیاز به یک ابزار برای پیش بینی مشکلات اجرایی و زمان‌بندی‌های دقیق می‌باشد که با توجه به آن بتوان عواملی که ممکن است باعث ایجاد تاخیرات زمانی در پروژه‌ها شود را شناسایی نمود و برای جلوگیری از آن‌ها برنامه‌ای تدارک دید. هدف از این پژوهش معرفی فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، قابلیت‌های بالقوه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و به‌کارگیری آن به عنوان ابزاری برای برنامه‌ریزی دقیق پروژه‌ها و جلوگیری از عوامل تاخیرات می‌باشد؛ بنابراین ابتدا شرح مسئله و مشکلات ناشی از طولانی شدن زمان اجرای پروژه‌ها بیان می‌شود، پس از آن نیز به معرفی فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان پرداخته می‌شود. سپس با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای عوامل به وجود آورنده تاخیرات زمانی شناسایی شده و با بهره‌گیری از پرسش‌نامه و نظر خبرگان، عوامل اصلی تاخیرات شناسایی می‌شود و در نهایت با به‌کارگیری مطالعات تطبیقی به بررسی چگونگی کاربرد فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در جهت جلوگیری از هرکدام از این عوامل اصلی تاخیرات پرداخته می‌شود. این مقاله قصد دارد با ارائه مدلی با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و نظرات خبرگان، راه‌حلی برای جلوگیری از تاخیرات زمانی پروژه‌ها با به‌کارگیری فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ارائه دهد.

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، مدیریت زمان پروژه، تاخیرات پروژه

۱- مقدمه

امروزه زمان اجرای پروژه‌های ساختمانی اهمیت بسیار زیادی پیدا کرده است؛ تا جایی که در پیکره دانش مدیریت پروژه[1]، مدیریت زمان یکی از ۹ حوزه اصلی مدیریت پروژه عنوان گردیده است. پیکره دانش مدیریت پروژه، مدیریت زمان را به این صورت توصیف می‌کند که مدیریت زمان پروژه شامل مجموعه فرآیندهای مورد نیاز برای حصول اطمینان از تکمیل به‌موقع پروژه می‌باشد (پیکره دانش مدیریت پروژه[1]، ۲۰۱۲). این تعریف از مدیریت زمان نشان دهنده اهمیت زمان پروژه و اتمام به-موقع پروژه بر طبق زمان‌بندی‌های اولیه پروژه می‌باشد؛ اما مدیریت زمان پروژه و اتمام پروژه در زمان از پیش تعیین شده به سادگی امکان‌پذیر نیست، خصوصاً هرچقدر ابعاد پروژه‌ها بزرگ‌تر می‌شوند، برنامه‌ریزی دقیق و اجرای پروژه بر طبق آن برنامه-ریزی دشوارتر می‌شود. (پیکره دانش مدیریت پروژه، ۲۰۱۲). دلیل اهمیت زیاد زمان این است که طولانی شدن زمان اجرای پروژه موجب می‌شود پروژه با انواع مختلف ریسک‌ها از قبیل افزایش هزینه‌های پروژه، کاهش بازده سرمایه‌گذاری، کاهش عمر مفید طرح‌ها، افزایش ضررهای مالی ناشی از دیرکرد تحویل پروژه، درگیری سرمایه‌های انسانی و ماشین‌آلات کشور و حتی از دست رفتن توجیه اقتصادی طرح مواجه گردد (روانشاد نیا، ۲۰۱۴)؛ بنابراین برای پیش بینی بهتر و زمان‌بندی دقیق‌تر لازم است از ابزارها و فرآیندهایی دقیق‌تر استفاده شوند که برنامه ریزان پروژه‌ها را بتوانند در امر برنامه‌ریزی دقیق‌تر، شناسایی دقیق فعالیت‌هایی که می‌توانند هم‌زمان اجرا شوند و جلوگیری از تاخیرات یاری نمایند.

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یکی از پیشرفته‌ترین تحولات در معماری، مهندسی و عمران است. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، پروژه‌های عمرانی را در یک محیط مجازی شبیه‌سازی می‌کند. با استفاده از فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان مدل مجازی دقیق یک ساختمان را به‌صورت دیجیتال در فاز طراحی در رایانه شبیه‌سازی نمود (ایستمن و همکاران، ۲۰۰۸). مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، تصویری مجازی به‌صورت هوشمند با جزئیات کاملی از یک پروژه است که در آن دیدگاه‌ها و داده‌های مناسب برای نیازهای مختلف می‌توانند طراحی و سپس تجزیه و تحلیل شوند تا اطلاعاتی را که می‌توان برای تصمیم گیری استفاده کرد در آن به‌صورت مدلی یکپارچه به وجود آورد. (انجمن پیمانکاران عمومی امریکا[2]، ۲۰۰۵). مدل‌سازی اطلاعات ساختمان شامل مشخصه‌های هندسی پروژه، روابط فضایی، اطلاعات جغرافیایی، مقادیر و جایگاه هر یک از عناصر ساختمان، برآورد هزینه، موجودی مواد و برنامه پروژه می‌باشد. این مدل می‌تواند برای نشان دادن کل چرخه عمر ساختمان از فاز طراحی تا پایان فاز بهره‌وری مورد استفاده قرار گیرد (بازجانس، ۲۰۰۶).

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که قابلیت‌های فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان فرصت‌هایی برای همکاری بهتر مهندسین معماری، سازه و تأسیسات و توسعه موفق‌تر پروژه‌های ایجاد می‌کند (گریلو و جاردی، ۲۰۱۰، سینگ و همکاران، ۲۰۱۱، ازهر و همکاران، ۲۰۱۲، اوه و همکاران، ۲۰۱۵). در نتیجه، از قابلیت‌های فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با نوآوری‌هایی که به‌طور بالقوه در خود دارد، می‌توان به‌منظور بهبود پیشرفت پروژه بهره برد (الموالیم و گیلدر، ۲۰۱۴، ابریشمی و همکاران، ۲۰۱۴).

یکی از مزایای بالقوه فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان مدیریت زمان و برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه می‌باشد. به این معنی که می‌توان با استفاده از فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و مدل ۳ بعدی ساخته شده وارد بعد چهارم یعنی زمان شد و از طریق مدل ساخته شده، روند مراحل ساخت پروژه را برنامه‌ریزی و زمان‌بندی نمود (براتی و همکاران، ۲۰۱۳).

هدف این تحقیق بررسی قابلیت‌های فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در راستای کاهش زمان اجرای پروژه‌های ساختمانی می‌باشد. کاهش زمان اجرای ساخت پروژه‌ها به دو صورت به دست می‌آید، اول آنکه زمان‌بندی دقیقی برای فعالیت‌های پروژه برنامه‌ریزی گردد و فعالیت‌هایی که می‌توان به‌صورت هم‌زمان به اجرا درآورد را شناسایی نمود تا زمان فعالیت‌های پروژه حداقل گردد. دوم آنکه با جلوگیری از بروز عوامل به وجود آورنده تاخیرات زمانی می‌توان زمان پروژه را کاهش داده و نزدیک به برنامه زمان‌بندی از پیش تعیین شده نمود. هدف این پژوهش، کاهش زمان اجرای پروژه‌ها به‌وسیله جلوگیری از تاخیرات زمانی

[1] Project Management Body of Knowledge (PMBOK)
[2] Associated General Contractors of America (AGC)

می‌باشد؛ بنابراین ابتدا باید عوامل مؤثر در تاخیرات پروژه‌ها شناسایی و سپس با مطالعات تطبیقی به ارائه راه‌حل پرداخته می‌شود که چگونه فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند احتمال وقوع هر یک از عوامل اصلی ایجاد تاخیرات زمانی را در پروژه‌ها کاهش دهد.

۲- ادبیات تحقیق

اسمیت و همکاران در سال ۲۰۱۶ در مقاله‌ای به بررسی تأثیرات به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بر عملکرد پروژه‌های کشور هلند پرداختند که نتیجه این پژوهش نشان داد، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند به عنوان عاملی تأثیرگذار در بهبود عملکرد عوامل اصلی پروژه از قبیل کاهش هزینه، کاهش زمان و افزایش کیفیت اجرای پروژه‌ها باشد. نتایج این پژوهش نشان از پتانسیل مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کاهش زمان اجرای پروژه‌ها به همراه دارد. رائوت و والونجکار در سال ۲۰۱۷ به بررسی مزایای به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۴ بعدی برای پروژه‌های در حال ساخت با استفاده از یک مطالعه موردی پرداخته‌اند. نتیجه این پژوهش نشان داد، به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۴بعدی باعث افزایش بهره‌مندی از مهارت برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه و برنامه زمان‌بندی دقیق‌تری برای پروژه‌ها می‌شود. هم‌چنین این برنامه‌ریزی دقیق‌تر می‌تواند عامل تأثیرگذاری در کاهش زمان ساخت پروژه‌ها باشد. دوگان و پولات در سال ۲۰۱۶ در مقاله‌ای به بررسی تأثیرات به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بر روند اجرای پروژه‌ها پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد، به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان باعث ایجاد مشخصات از پیش تعیین شده و سادگی اجرای کار و در نتیجه کاهش هزینه‌های پروژه‌ها و افزایش روند ساخت پروژه‌ها می‌شود. هم‌چنین نتایج این پژوهش نشان داد، به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان دارای توانایی بالقوه برای کاهش زمان اجرای پروژه‌های ساختمانی می‌باشد. هملداری و همکاران در سال ۲۰۱۷ در مقاله‌ای به بررسی تأثیر به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه‌ها پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد، به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان باعث تسهیل برنامه‌ریزی و به‌روزرسانی برنامه‌ریزی‌های اجرای پروژه می‌شود. همچنین به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در برنامه‌ریزی پروژه باعث برنامه‌ریزی دقیق‌تر و به‌روزرسانی خودکار زمان‌بندی پروژه‌ها می‌شود که خود می‌تواند باعث کاهش زمان اجرای پروژه‌ها گردد. ازهر در مقاله‌ای در سال ۲۰۱۱ به بررسی مزایا و معایب به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در صنعت ساخت پرداخته است. این پژوهش که از طریق مطالعه موردی بر روی ۳ پروژه ساختمانی انجام شده است نشان داد، به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند تأثیر به‌سزایی در کاهش هزینه‌ها، کاهش ریسک‌های اجرایی و هم‌چنین افزایش دقت در زمان‌بندی و برنامه‌ریزی پروژه‌ها داشته باشد. لی و همکاران در سال ۲۰۱۶ در مقاله‌ای به بررسی تأثیر به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در برنامه‌ریزی زمانی پروژه‌ها پرداخته‌اند. این پژوهش نشان داد، به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان باعث افزایش قدرت برنامه‌ریزی و هم-چنین باعث دقت بیشتر در اجرای پروژه همگام و هماهنگ با برنامه‌ریزی از پیش برآورد شده پروژه‌ها می‌گردد که نشان دهنده پتانسیل مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کاهش زمان اجرای پروژه‌ها می‌باشد. بریتو و همکاران در سال ۲۰۱۵ در مقاله‌ای بر روی تجزیه و تحلیل تأثیر به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۴ بعدی بر روی عملکرد اجرایی پروژه‌ها پرداخته‌اند. نتیجه حاصل از این پژوهش نشان داد، به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه باعث بهره‌وری بیشتر از زمان و افزایش هماهنگی میان تمامی عوامل با یکدیگر شده و هم‌چنین باعث تسهیل در برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه می‌شود. نتیجه حاصل از این پژوهش نیز نشان دهنده توان بالقوه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کاهش زمان اجرای پروژه‌ها می‌باشد. تسرنگ و همکاران در سال ۲۰۱۳ در مقاله‌ای بر روی به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به عنوان ابزاری برای زمان‌بندی و برنامه‌ریزی پروژه‌ها پرداختند. نتایج حاصله از این پژوهش نشان داد، زمان‌بندی و برنامه‌ریزی با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند باعث جلوگیری از تاخیرات زمانی پروژه‌ها شود.

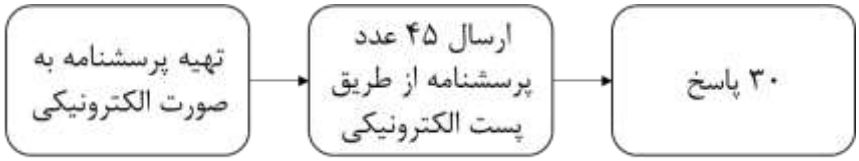
۳- روش تحقیق

در این پژوهش با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و جمع بندی نظرات خبرگان در عرصه پروژه‌های ساختمانی کشور، مشکلات و عواملی را که باعث افزایش زمان اجرای پروژه‌ها و به وجود آمدن تاخیرات می‌شود شناسایی گردیده و سپس در قالب یک

پرسش‌نامه تهیه گردیده است. سپس پرسش‌نامه به خبرگان و افراد دارای تجربه در زمینهٔ پروژه‌های ساختمانی کشور داده شده است و از آن‌ها خواسته شده که با توجه به میزان تأثیر این عوامل بر روی تأخیر پروژه‌ها، به این عوامل به‌صورت کیفی از بسیار کم تا بسیار زیاد نمره دهی نمایند. پس از تکمیل پرسش‌نامه‌ها از سوی خبرگان، روایی و پایایی پرسش‌نامه مورد بررسی قرار می‌گیرد. روایی پرسش‌نامه از طریق نظریات خبرگان و پایایی پرسش‌نامه نیز از طریق آزمون آلفای کرون باخ[3] مورد بررسی قرار می‌گیرد (خاکی، ۲۰۱۲). پس از اطمینان از روایی و پایایی پرسش‌نامه، نتایج به‌دست آمده از پرسش‌نامه با استفاده از آزمون آماری آزمون کولوموگراف-اسمیرنوف[4] توزیع نرمال داده ها مورد بررسی قرار می‌گیرد که با توجه به پارامتریک و یا نا پارامتریک بودن داده ها آزمون آماری مناسب برای رتبه بندی نتایج انتخاب گردد. با توجه به اینکه در این پژوهش نتیجه آزمون نشان از نا پارامتریک بودن داده ها دارد، نتایج با استفاده از آزمون فریدمن[5] بررسی و رتبه بندی شده و عوامل مهم‌تر و اصلی‌تری که باعث تأخیر اجرای پروژه‌ها می‌شود شناسایی گردیده و سپس به بررسی این مسئله پرداخته می‌شود که چگونه به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند باعث جلوگیری از این تاخیرات گردد.

۳-۱- مشخصات آماری پاسخ‌دهندگان

پرسش‌نامه‌ها پس از تهیه به‌صورت الکترونیکی با استفاده از پست الکترونیکی برای ۴۵ نفر از خبرگان و مدیران پروژه‌ها و شرکت‌های پیمانکاری ارسال شد. در شکل شماره ۱ آمار نحوه ارسال و دریافت پاسخ‌ها نشان داده شده است.



شکل شماره ۱. چگونگی نحوه ارسال و دریافت پرسش‌نامه

هم‌چنین جدول شماره ۱ ویژگی جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان پرسش‌نامه را نشان می‌دهد. ویژگی‌هایی از قبیل جنسیت، سن و مدارک تحصیلی پاسخ‌دهندگان به پرسش‌نامه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱. ویژگی‌های جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان به پرسش‌نامه

	شرح	درصد	تعداد
جنسیت	زن	۱۳,۳۳ ٪	۴
	مرد	٪۸۶,۶۶	۲۶
سن	زیر ۳۰ سال	٪۴۶,۶۶	۱۴
	۳۱ تا ۴۰ سال	٪۱۶,۶۶	۵
	۴۱ تا ۵۰ سال	۳۳,۳۳ ٪	۱۰
	۵۱ سال و بالاتر	٪۳	۱
تحصیلات	دیپلم	٪۰	۰
	فوق دیپلم	٪۰	۰
	لیسانس	۴۳,۳۳ ٪	۱۳
	فوق لیسانس و دکترا	٪۵۶,۶۶	۱۷

[3] Cronbach's alpha
[4] Kolmogorov-Smirnov Test
[5] Friedman test

هم‌چنین آمار میزان تجربه پاسخ‌دهندگان به پرسش‌نامه این پژوهش در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.

شکل شماره ۲. میزان تجربه پاسخ‌دهندگان به پرسش‌نامه

همان‌طور که در شکل شماره ۲ نشان داده شده است، ۱۰٪ از پاسخ‌دهندگان دارای تجربه کمتر از ۱ سال، ۱۶,۶۶٪ از پاسخ‌دهندگان دارای تجربه ۱ تا ۳ سال، ۱۳,۳۳٪ از پاسخ‌دهندگان دارای تجربه ۳ تا ۵ سال، ۳۳,۳۳٪ از پاسخ‌دهندگان دارای تجربه ۵ تا ۱۰ سال و ۲۶,۶۶٪ از پاسخ‌دهندگان دارای تجربه بیش از ۱۰ سال در پروژه‌های ساختمانی بوده‌اند؛ بنابراین ۶۰ درصد از پاسخ‌دهندگان دارای تجربه بیش از ۵ سال در پروژه‌های ساختمانی بوده‌اند که می‌توان انتظار داشت؛ پاسخ‌دهندگان به پرسش‌نامه این پژوهش دارای تجربه کافی و دید قوی نسبت به پروژه‌های ساختمانی بوده‌اند.

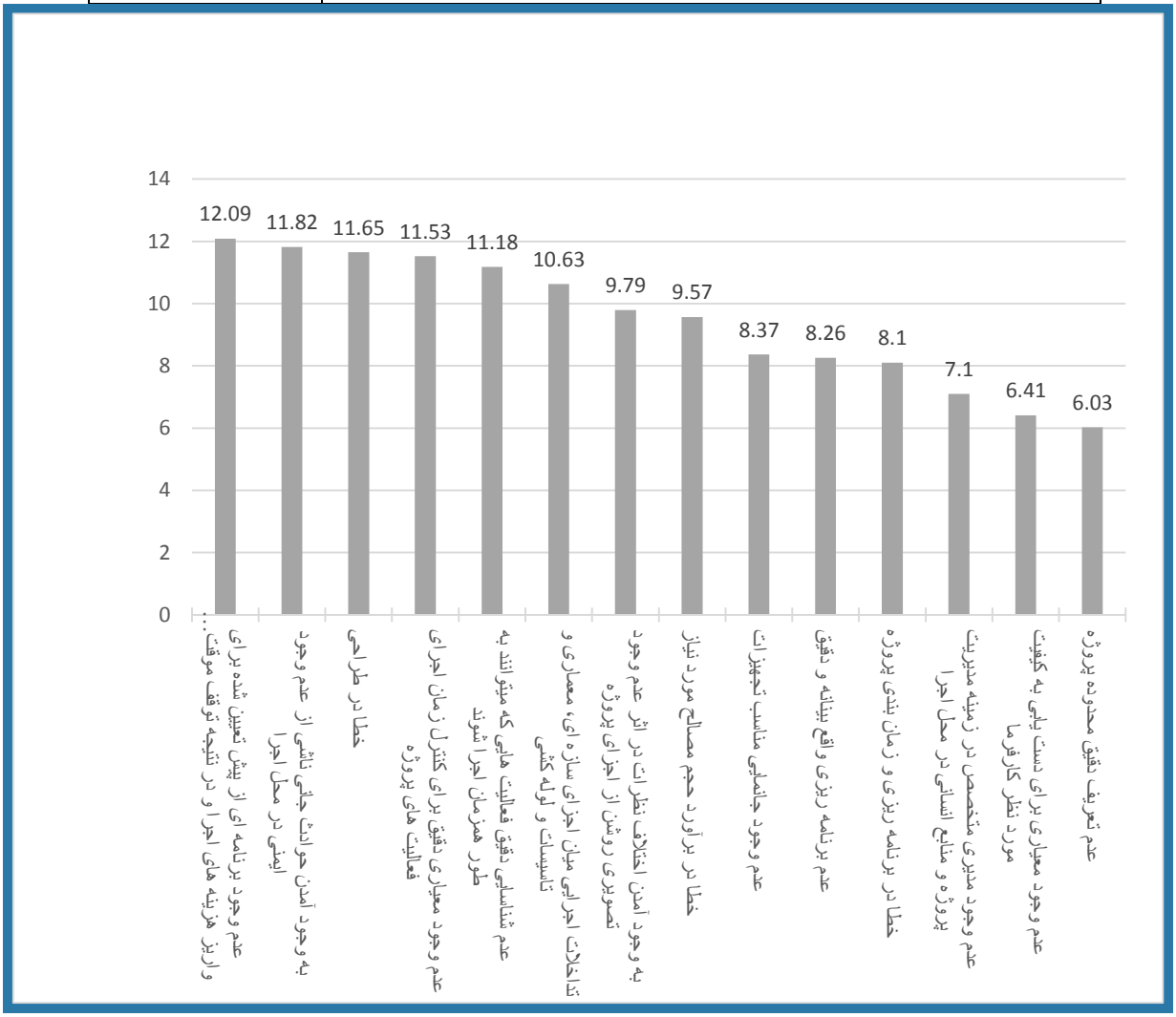
۳-۲- آزمون‌های آماری و نتایج

روایی پرسشنامه این پژوهش توسط خبرگان در زمینهٔ پروژه‌های عمرانی مورد تائید قرارگرفته است. برای اطمینان از پایایی نتایج حاصل از پرسش‌نامه، از آزمون آماری آلفای کرون باخ بر روی نتایج به‌دست‌آمده از پرسش‌نامه استفاده شده است (خاکی، ۲۰۱۲). نتیجه آزمون آماری آلفای کرون باخ بر روی داده‌های به‌دست آمده از پرسش‌نامه، عدد ۰/۷۹۱ بوده است که با توجه به آنکه عدد حاصله بیش از ۰/۷ می‌باشد بنابراین پایایی پرسش‌نامه بالا و قابل اطمینان است.اکنون جهت بررسی نتایج حاصل از پرسش‌نامه می‌بایست نرمال بودن داده ها مورد بررسی قرار گیرد. بررسی نرمال بودن توزیع داده‌های به‌دست‌آمده از پرسش-نامه، با استفاده از آزمون کولوموگراف-اسمیرنوف می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و معیار تصمیم تمامی متغیرها (کوچک‌تر از ۵ صدم می‌باشد)، داده ها دارای توزیع نرمال نبوده و نا پارامتریک می‌باشند؛ بنابراین به‌منظور رتبه بندی و اولویت بندی عوامل تأثیرگذار بر تأخیر اجرای پروژه‌ها از آزمون آماری فریدمن استفاده می‌شود. با استفاده از آزمون آماری فریدمن بر روی نتایج به‌دست آمده از پرسش‌نامه، عوامل مؤثر در تأخیر زمانی و افزایش زمان اجرای پروژه‌ها رتبه بندی شده‌اند. جدول شماره ۲ و شکل شماره ۳ نشان دهنده نتیجه به‌دست‌آمده از پرسش‌نامه به‌منظور رتبه بندی میزان اهمیت عوامل مؤثر در تاخیرات زمانی و افزایش زمان اجرای پروژه‌ها می‌باشد.

جدول شماره ۲. نتیجه رتبه بندی میزان اهمیت عوامل مؤثر در تاخیرات زمانی و افزایش زمان اجرای پروژه‌ها

متغیر	Mean Rank
عدم وجود برنامه‌ای از پیش تعیین شده برای واریز هزینه‌های اجرا و در نتیجه توقف موقت پروژه	۱۲/۰۹
به وجود آمدن حوادث جانی ناشی از عدم وجود ایمنی در محل اجرا	۱۱/۸۲
خطا در طراحی	۱۱/۶۵
عدم وجود معیاری دقیق برای کنترل زمان اجرای فعالیت‌های پروژه	۱۱/۵۳

عدم شناسایی دقیق فعالیت‌هایی که می‌توانند به‌طور هم‌زمان اجرا شوند	۱۱/۱۸
تداخلات اجرایی میان اجزای سازه‌ای، معماری و تأسیسات و لوله‌کشی	۱۰/۶۳
به وجود آمدن اختلاف نظرات در اثر عدم وجود تصویری روشن از اجزای پروژه	۹/۷۹
خطا در برآورد حجم مصالح مورد نیاز	۹/۵۷
عدم وجود جانمایی مناسب تجهیزات	۸/۳۷
عدم برنامه‌ریزی واقع‌بینانه و دقیق	۸/۲۶
خطا در برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه	۸/۱۰
عدم وجود مدیری متخصص در زمینهٔ مدیریت پروژه و منابع انسانی در محل اجرا	۷/۱۰
عدم وجود معیاری برای دست‌یابی به کیفیت موردنظر کارفرما	۶/۴۱
عدم تعریف دقیق محدوده پروژه	۶/۰۳



شکل شماره ۳. نتیجه رتبه بندی میزان اهمیت عوامل مؤثر در تاخیرات زمانی و افزایش زمان اجرای پروژه‌ها

۴- انجام مطالعه تطبیقی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پرسش‌نامه و انجام آزمون‌های آماری بر روی نتایج به‌دست آمده، مهم‌ترین عوامل و مشکلاتی که باعث ایجاد تأخیر در پروژه‌های ساختمانی می‌شوند شناسایی گردیدند، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پرسش‌نامه، وزن

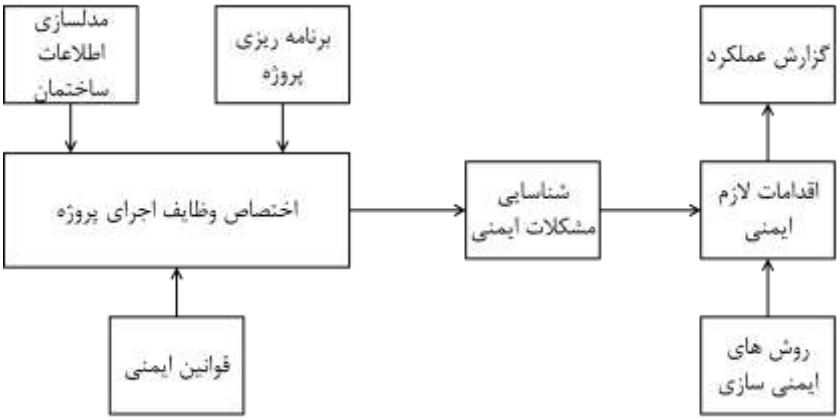
آماری میزان اهمیت ۶ عامل اول نشان دهنده این موضوع است که ۶ عامل اول علت بیش از ۵۰ درصد تاخیرات زمانی اجرای پروژه‌های ساختمانی می‌باشند. حال به بررسی تطبیقی با استفاده از روش کتابخانه‌ای پرداخته می‌شود که چگونه با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان از وقوع عوامل اصلی تاخیرات پروژه‌ها جلوگیری کرد و زمان اجرای پروژه‌ها را کاهش داد. روند کار به این صورت می‌باشد که هرکدام از عوامل و مشکلاتی که می‌توانند باعث بروز تاخیرات در اجرای یک پروژه شود، به ترتیب میزان اثرگذاری و میزان اهمیت آن با استفاده از مطالعات کتاب‌خانه‌ای مورد بررسی قرارگرفته که چگونه به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند از وقوع این عوامل جلوگیری به عمل آورد؛ بنابراین برای هر یک از عوامل مؤثر بر تأخیر زمان اجرای پروژه‌های ساختمانی که امتیاز آن‌ها پس از انجام آزمون آماری فریدمن بالاتر از ۱۰ می‌باشد، یک راه حل ارائه می‌گردد.

۴-۱- عدم وجود برنامه‌ای از پیش تعیین شده برای واریز هزینه‌های اجرا و در نتیجه توقف موقت پروژه

با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۵ بعدی می‌توان هم‌زمان با برنامه‌ریزی‌ها و زمان‌بندی‌های فعالیت‌های اجرایی پروژه، هزینه تمامی فعالیت‌ها را به‌تناسب روند پیشرفت پروژه پیش بینی و برنامه‌ریزی نمود و در نتیجه برای واریز هزینه‌های موردنیاز فعالیت‌های پروژه نیز برنامه‌ریزی نمود و برنامه‌ای زمانی را ارائه داد؛ بنابراین از همان فاز طراحی و زمان‌بندی پروژه، کارفرما و پیمانکار از زمان‌های ارائه مبالغ فعالیت‌ها مطلع شده و اگر طرفین به برنامه زمان‌بندی از پیش تعیین شده پایبند باشند، احتمال به وجود آمدن مشکل عدم وجود منابع مالی و توقف‌های موقتی به دلیل عدم واریز هزینه‌های فعالیت‌ها به مقدار زیادی کاهش می‌یابد (اسمیت، ۲۰۱۶، شنگ لی و همکاران، ۲۰۱۶).

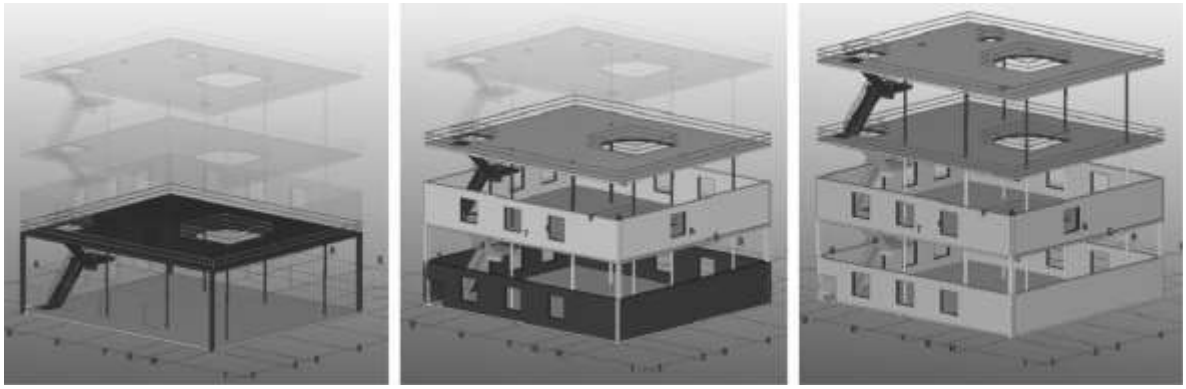
۴-۲- به وجود آمدن حوادث جانی ناشی از عدم وجود ایمنی در محل اجرا

حوادث ایمنی در محل اجرای پروژه‌ها باعث ایجاد توقف‌های کوتاه یا طولانی مدت می‌شود که تأثیر به‌سزای پیدا و پنهانی در افزایش زمان اجرای پروژه‌ها دارد. با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۴ بعدی می‌توان اطلاعاتی به‌منظور شناسایی نقاط حادثه‌آفرین و خطرات احتمالی به دست آورد. اطلاعاتی از این دست که در چه شرایطی و در چه نقطه‌ای از کارگاه اجرای پروژه می‌تواند احتمال چه خطراتی وجود داشته باشد و پیش از وقوع این خطرات و حوادث ایمنی، هم‌زمان با اجرای پروژه و پیشرفت پروژه برای نقاط حادثه‌آفرین برنامه‌ریزی نمود و از وقوع حوادث ایمنی که باعث توقف در روند اجرای پروژه و در نهایت ایجاد تأخیر زمانی پروژه می‌گردند، جلوگیری به عمل آورد (ژنگ و همکاران، ۲۰۱۳) در شکل شماره ۴ مراحل ایمنی سازی اجرای پروژه با به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نشان داده شده است.



شکل شماره ۴. مراحل ایمنی سازی اجرای پروژه با به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

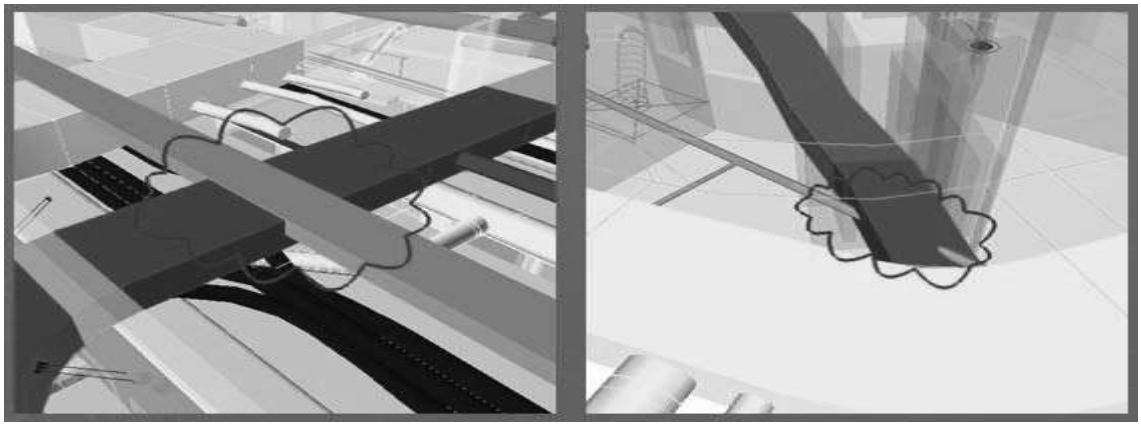
در شکل شماره ۵ یک نمونه پیش بینی نرده گذاری بر روی طبقات به‌منظور جلوگیری از رخداد حوادث ایمنی در فاز اجرای پروژه، در فاز طراحی پروژه نشان داده شده است (ژنگ و همکاران، ۲۰۱۳).



شکل شماره ۵. کنترل و ایمنی سازی پروژه هم‌زمان با پیشرفت پروژه بر طبق مدل ۴ بعدی ساخته شده با به‌کارگیری فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (ژنگ و همکاران، ۲۰۱۳).

۴-۳- خطا در طراحی

اگر در زمان اجرای یک پروژه مهندسان و گروه اجرایی متوجه وجود خطا در طراحی هر یک از اجزای سازه شوند، هزینه زیادی برای یک پروژه خواهد داشت. هزینه‌هایی از قبیل هزینه مالی تغییرات، طراحی مجدد و البته توقف فعالیت یا فعالیت‌ها تا زمان حل مشکل و تغییر در طراحی‌ها که منجر به طولانی شدن زمان اجرای پروژه‌ها می‌شود؛ خصوصاً زمانی که این خطاها در یک پروژه بیش از یک باز اتفاق بیافتند. با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۳ بعدی و طراحی یکپارچه در فاز طراحی می‌توان از به وجود آمدن مشکلات ناشی از وجود خطا در طراحی جلوگیری به‌عمل آورد. با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در فاز طراحی مدل یکپارچه‌ای از آنچه که قرار است اجرا گردد، ایجاد می‌شود و بنابراین با بررسی مدل ساخته شده می‌توان خطاهای طراحی و تداخلات اجرایی اجزای سازه‌ای، معماری، تأسیسات و لوله‌کشی‌ها را شناسایی کرده و در همان فاز طراحی آن‌ها را اصلاح نمود و در نهایت از بروز تاخیرات اجرایی ناشی از خطای طراحی و دیگر تاخیرات پنهان در پی آن، جلوگیری به عمل آورد. نمونه‌ای از خطای طراحی در شکل شماره ۶ نشان داده شده است که با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۳ بعدی شناسایی گردیده است (ازهر و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل شماره ۶. نمونه‌ای از نقص طراحی که با به‌کارگیری فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در فاز طراحی شناسایی شده است. (برخورد تیر با لوله‌کشی آب) (ازهر و همکاران، ۲۰۰۸).

۴-۴- عدم وجود معیاری دقیق برای کنترل زمان اجرای فعالیت‌های پروژه

عدم وجود معیاری دقیق برای برنامه اجرایی پروژه باعث عدم هماهنگی میان فعالیت‌های واقعی و برنامه‌ریزی انجام شده می‌گردد که خود باعث زمان‌بندی‌های نادرست و عدم کنترل صحیح پروژه می‌گردد. این مسئله خود عامل مهمی در افزایش زمان اجرا پروژه‌ها می‌باشد. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند به‌عنوان یک چارچوبی برای برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه به کار رود بدین شکل که ابتدا ساختار شکست اجزا و ساختار شکست کار یک پروژه از مدل‌سازی استخراج شده و بر مبنای آن

برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه را ادامه داد. در برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه، ابزارهای با استفاده از فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و به‌کارگیری و ادغام روش‌های روش مسیرهای بحرانی و گانت چارت و یک مدل ۳ بعدی به مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۴ بعدی دست پیدا کرد و برنامه‌ریزی دقیقی از روند و چگونگی اجرای یک پروژه به دست آورد (پترسون و همکاران، ۲۰۱۱).

۴-۵- عدم شناسایی دقیق فعالیت‌هایی که می‌توانند به‌طور هم‌زمان اجرا شوند

در روش برنامه‌ریزی‌های معمول گاهی وقت‌ها، بسیاری از فعالیت‌هایی که می‌توانند هم‌زمان اجرا شوند قابل شناسایی نبوده و باعث افزایش زمان ساخت پروژه می‌شوند؛ اما همان‌طور که گفته شد با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۴ بعدی می‌توان برنامه‌ریزی دقیق‌تر و دید بهتری از فعالیت‌های اجرایی پروژه داشت؛ بنابراین با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان تمامی فعالیت‌ها را در زمان طراحی و برنامه‌ریزی شناسایی و فعالیت‌هایی که می‌توانند به‌طور هم‌زمان اجرا شوند و تداخلی در اجرای یکدیگر به وجود نمی‌آورند را شناسایی نموده و در نتیجه با برنامه‌ریزی بهتر می‌توان زمان ساخت را کاهش داد (پارک و هوبو، ۲۰۱۵).

۴-۶- تداخلات اجرایی میان اجزای سازه‌ای، معماری و تأسیسات و لوله‌کشی

همان‌طور که در بخش ۳,۴ گفته شد، اگر در زمان اجرای یک پروژه مهندسان و گروه اجرایی متوجه تداخلات شوند، برای پروژه هزینه‌های مالی و زمانی زیادی در پی خواهد داشت. این مشکل نیز در فاز طراحی در صورتی که از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ۳ بعدی استفاده شود همان‌طور که در بخش ۳,۴ توضیح داده شد قابل‌پیشگیری خواهد بود و از توقف در حین اجرا و اتلاف زمان پروژه جلوگیری به عمل می‌آید (ازهر و همکاران، ۲۰۰۸).

۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با معرفی فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و بررسی قابلیت‌های آن، سعی در بهره‌وری از آن در کاهش زمان اجرای پروژه‌ها شد. یکی از عوامل اصلی در کاهش زمان اجرای پروژه‌های ساختمانی جلوگیری از بروز تاخیرات است. در این پژوهش پس از شناسایی مشکلات و عواملی که باعث تاخیرات زمان اجرای پروژه‌ها می‌شدند به بررسی این مسئله پرداخته شد که چگونه با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان از بروز این تاخیرات جلوگیری به عمل آورد و برای مهم‌ترین عواملی که بر طبق نظرات خبرگان بیش از ۵۰ درصد از عوامل مؤثر بر تاخیرات پروژه‌های عمرانی هستند راه‌حلی ارائه شد. نتایج راه‌حل‌های به‌دست‌آمده از این مطالعه تطبیقی در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول شماره ۳. نتیجه مطالعه تطبیقی و راه‌حل‌های به‌دست‌آمده برای جلوگیری از عوامل اصلی ایجاد تاخیرات زمانی در پروژه‌ها با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

علل اصلی به وجود آمدن تاخیرات زمانی اجرای پروژه‌ها	راه‌حل
عدم وجود برنامه‌ای از پیش تعیین شده برای واریز هزینه‌های اجرا و در نتیجه توقف موقت پروژه	به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان از فاز طراحی تا فاز بهره‌برداری (۵ بعدی)
به وجود آمدن حوادث جانی ناشی از عدم وجود ایمنی در محل اجرا	به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در فاز طراحی و فاز اجرا
خطا در طراحی	طراحی یکپارچه و برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان
عدم وجود معیاری دقیق برای کنترل زمان اجرای فعالیت‌های پروژه	برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه با استفاده از فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (۴ بعدی)
عدم شناسایی دقیق فعالیت‌هایی که می‌توانند به‌طور هم‌زمان اجرا شوند	برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه با استفاده از فرآیند مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (۴ بعدی)

تداخلات اجرایی میان اجزای سازه‌ای، معماری و تأسیسات و لوله‌کشی	به‌کارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در فاز طراحی و فاز اجرا (۳ بعدی)

همان‌طور که از نتایج پرسش‌نامه به‌دست‌آمده است، ۶ عامل مورد بررسی که در جدول شماره ۳ نشان داد شده‌اند، بیش از ۵۰٪ از علل تاخیرات زمانی پروژه‌های ساختمانی را شامل می‌شوند؛ بنابراین نتیجه به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان می‌دهد با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان از فاز طراحی تا پایان فاز اجرای پروژه می‌توان باعث کاهش بیش از ۵۰٪ از علل تاخیرات فاز اجرای پروژه‌ها شده و در نتیجه زمان پروژه‌ها را کاهش داد. هدف نهایی این پژوهش بررسی تأثیر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بر کاهش زمان اجرای پروژه‌های ساختمانی می‌باشد که کاهش زمان اجرا به‌وسیله جلوگیری از بروز تاخیرات زمانی و در واقع اجرای پروژه‌ها در زمان از پیش برنامه‌ریزی شده می‌باشد. در این پژوهش با مطالعات تطبیقی مشخص شده است که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند از بروز بیش از ۵۰٪ از علل تاخیرات جلوگیری نموده و پروژه با تاخیرات کمتر نسبت به برنامه زمانی اولیه اجرا گردد که در نتیجه زمان اجرای پروژه‌ها کاهش می‌یابد.

۶- منابع

1. Abrishami, S., Goulding, J. S., Pour-Rahimian, F., and Ganah, A. (2014). “Integration of BIM and generative design to exploit AEC conceptual design innovation.” J. Inf. Technol. Constr., 19(21), pp.350–359.
2. Associated General Contractors of America. (2005). The Contractor’s Guide to BIM, 1st ed. AGC Research Foundation, Las Vegas, NV.
3. Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J.Y.N., and Leung, B.H.Y. 2008. Building Information Modeling (BIM): A new paradigm for visual interactive modeling and simulation for constr. Projects. Proc. 1st Intl. Conf. on Constr. in Developing Countries, Pakistan, pp.431-446.
4. Azhar, S., 2011. Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. Leadership and management in engineering, 11(3), pp.241-252.
5. Azhar, S., Khalfan, M., and Maqsood, T. (2012). “Building information modeling (BIM): Now and beyond.” Australas. J. Constr. Econ. Build., 12(4), pp.15–28.
6. Barati, R., A. Charehzehi1 and C. N, Preece. 2013. Enhancing Planning and Scheduling Program by Using Benefits of BIM-Based Applications. Civil and Environmental Research, 3, pp.41- 48.
7. Bazjanac, V., 2006. Virtual building environments (VBE)-applying information modeling to buildings. August, 29, p.2009.
8. Brito, D.M. and Ferreira, E.A., 2015. Strategies for representation and analyses of 4D modeling applied to construction project management. Procedia Economics and Finance, 21, pp.374-382.
9. Dogan, E. and Polat, H., 2016. A research for efficiency of using prefabrication building components in Building Information Modeling (BIM) process. Studies, 26, p.27.
10. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. (2008). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors, Wiley, New York. On BIM Technology. Procedia Engineering, 174, pp.657-667.
11. Elmualim, A., and Gilder, J. (2014). “BIM: Innovation in design management, influence and challenges of implementation.” Archit. Eng. Des. Manage., 10(3–4), pp.183–199.
12. Grilo, A., and Jardim-Goncalves, R. (2010). “Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments.” Autom. Constr., 19(5), pp.522–530.

13. Hamledari, H., McCabe, B., Davari, S. and Shahi, A., 2017. Automated Schedule and Progress Updating of IFC-Based 4D BIMs. Journal of Computing in Civil Engineering, 31(4), p.04017012.
14. Khaki, G.R., 2012. Research method (dissertation thesis). Fouzhan. Tehran, p: 112.
15. Lee, X.S., Tsong, C.W. and Khamidi, M.F., 2016. 5D Building Information Modelling–A Practicability Review. In MATEC Web of Conferences, Vol. 66, p. 00026.
16. Oh, M., Lee, J., Hong, S. W., and Jeong, Y. (2015). "Integrated system for BIM-based collaborative design." Autom. Constr., 58(1), pp.196–206.
17. Park, J. and Cai, H., 2015. Automatic Construction Schedule Generation Method through BIM Model Creation. In Computing in Civil Engineering 2015, pp.620-627.
18. Peterson, F., Hartmann. T., Fruchter, R. and Fischer, M. (2011). "Teaching construction project management with BIM support: Experience and lessons learned." Automation in Construction, 20(2), pp.115-125.
19. PMI (2012), A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 5th Ed.
20. Raut, M.S.P. and Valunjkar, S.S., 2017. Improve the Productivity of Building Project using Building Information Modelling (BIM) Based 4d Simulation Model. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), 5, pp. 51-61.
21. Ravanshadnia, M. 2014. Construction Projects; Contract and Legal Affairs. Simaye Danesh. Tehran, p: 38-40.
22. Singh, V., Gu, N., and Wang, X. (2011). "A theoretical framework of a BIM-based multi-disciplinary collaboration platform." Autom. Constr., 20(2), 134–144.
23. Smith, P., 2016. Project cost management with 5D BIM. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 226, pp.193-200.
24. Tserng, H.P., Ho, S.P. and Jan, S.H., 2014. Developing BIM-assisted as-built schedule management system for general contractors. Journal of Civil Engineering and Management, 20(1), pp.47-58.
25. Zhang, S., J.Teizer, J. K. Lee, C.M. Eastman and M. Venugopal. 2013. Building information modeling (BIM) and safety: automatic safety checking of construction models and schedules. Automation in Construction, 29, 183–195.