Archive

شانزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی ،معماری،عمران ومحیط زیست

ضرورت استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در ساخت و ساز ناب

یوسف رضاخانی[۱]*، علی سلمی[۱]، ندا عزیزی[۱].

۱- گروه مهندسی عمران، مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پردیس، تهران، ایران

YousofRezakhani@gmail.com

چکیده

یکی از مهم ترین دلایلی که ممکن است منجر به عملکرد ضعیف در معماری، مهندسی و ساخت و ساز (AEC) می شود، ایجاد تصویری از فرآیندهای ساخت و ساز و تبادل ضعیف اطلاعات بین تیم های کاری مختلف است. ساخت ناب به دنبال کاهش و حذف زباله در فرآیندهای ساخت است، در حالی که BIM به دنبال بهبود همکاری بین اعضای تیم پروژه است.
هدف این پژوهش این می باشد که BIM را به عنوان یک ابزار ناب در فرآیندهای ساخت و ساز با مطالعه موردی با تمرکز بر درک تعاملات بین فرآیندهای طراحی و اجرا بررسی می‌کند. این تحقیق نشان می‌دهد که BIM می‌تواند خطا ها، حذفیات و درگیری و مشکلات را قبل از ساخت تشخیص دهد که به کاهش ضایعات و خطی تر کردن فرآیندهای ساخت کمک می‌کند. BIM به حداقل رساندن زمان طراحی نزدیک به ۵۰٪ کمک و فعالیت های نصب تا یک ماه و نیم در طول اجرا با حذف ضایعات و همچنین زمان انتظار از طریق فرآیند های ساخت را صرفه جویی می کند. با استفاده از BIM به عنوان یک ابزار فرآیند ساخت ناب، می توان از حدود ۱۱ درصد افزایش قیمت کل قرارداد و ۲۵ درصد افزایش کل زمان قرارداد جلوگیری کرد.

کلمات کلیدی: BIM، مدل سازی اطلاعات ساختمان، ساخت و ساز ناب ، پروژه های ساختمانی، مدیریت پروژه.

www.SID.ir

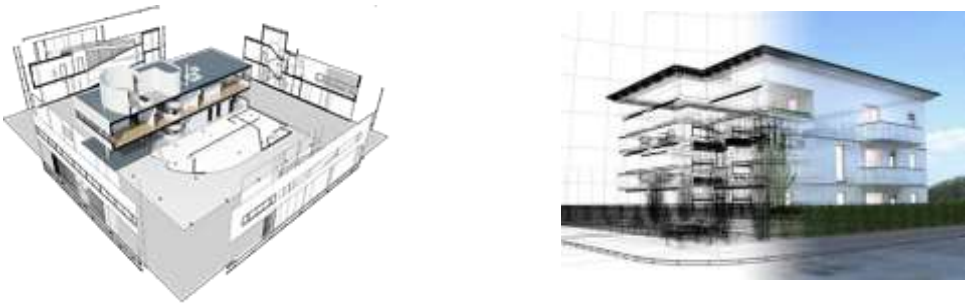
Archive

۱-مقدمه

یکی از دلایل مهم کاهش عملکرد پروژه های ساختمانی، مشکلات تبادل اطلاعات مبتنی بر مهندسی است. به طور سنتی، روش ساخت و ساز پس از اتمام نقشه ها توسط طراح شروع به اجرا می کند که منجر به ایجاد چندین نوع درگیری می شود[1]. زباله های زیادی با تصمیم گیری های مختلف از طریق طراحی و ساخت ایجاد می شوند. تولید زباله از طریق طراحی پیچیده است[2]. ساخت و ساز ناب و BIM به حذف بسیاری از این ضایعات کمک می کنند[3]. پنج اصل نظریه ساخت و ساز ناب را می توان به صورت زیر خلاصه کرد:

(ارزش، جریان ارزش، جریان، کشش و کمال)[4-6]. هدف ساخت ناب افزایش ارزش برای مشتری در حین حذف ضایعات است. ساخت ناب، فرآیند های ساخت را به عنوان یک جریان در نظر می گیرد و تمام فعالیت های غیر مفید ضایعات هستند. ساخت ناب اصول و ابزار هایی را ارائه می دهد که به شرکت ها کمک می کند تا زباله ها را از فرآیند ها شناسایی و حذف کنند، بهره وری را بهبود بخشند و ارزشی را برای مشتریان فراهم کنند[7-9]. نتایج بهینه را می توان با حذف مداوم ضایعات بیشتر به دست آورد[10]. یک استراتژی ترکیبی شامل اصول ساخت ناب و مدیریت ارزش برای ارتقای چهار حوزه مهم یک شرکت است: فلسفه، فرآیند، افراد/شریک، و کارخانه، که منجر به تشویق شرکت ها به اعمال شیوه های پایدار در شرکتشان می‌شود[11].

طبق[12]، افراد و تیم ها می‌توانند فرآیند ها و سیستم هایی را که با آن ها کار می‌کنند، با استفاده از مجموعه ای واقع بینانه از نظریه ها، اصول، روش ها و روش های تفکر، بهبود بخشند که این به معنی ناب هستند. در شکل ۱ نمونه ای از تصویر ساخت ناب با استفاده از BIM است.



شکل ۱. نمونه ای از اجرای BIM

www.SID.ir

Archive

۲- تعامل بین BIM و ساخت ناب

طبق[15-13]، BIM یک فرآیند است تا یک ابزار یا نرم افزار. BIM به عنوان یک فناوری مدل سازی و مجموعه ای از فرآیندهای مرتبط برای تولید، ارتباط و تجزیه و تحلیل مدل های ساختمان تعریف می شود. یکی از ویژگی های هیجان انگیز فرآیند BIM این است که مدیریت را شفاف تر می کند[16]. از طریق یک مطالعه پرسشنامه،[17] رابطه معناداری بین مزایای BIM و اجرای آن بیان شد. آگاهی از مزایای BIM و اجرای آن می تواند به طور قابل توجهی بهره وری و عملکرد پروژه را افزایش دهد.

اگر فرآیند های ساخت و ساز با مفاهیم BIM مرتبط شده باشند، فناوری BIM در مدیریت پروژه ها در هر مرحله از چرخه عمر پروژه کارآمد خواهد بود. نتیجه گیری شد که پیاده سازی برنامه های کاربردی BIM در مدیریت پروژه می تواند در نهایت فرآیند مدیریت پروژه را بهبود بخشد و تمام حوزه های مدیریتی را به طور نا برابر در بر گیرد.

هیچ رابطه مستقیمی بین ساخت ناب و BIM وجود ندارد و رویکرد تحویل پروژه یکپارچه (IPD) بدون BIM قابل دستیابی است. با این حال، با اتخاذ یکپارچه سازی BIM با ساخت ناب، می توان به بهبود بالقوه کامل دست یافت[20-19]. توصیه می شود که BIM برای دستیابی به همکاری لازم برای IPD به طور موثر ضروری باشد. بهترین دنباله کاری بین افراد مختلف را می توان با اجرای مفاهیم ساخت ناب و مدل BIM به طور همزمان برنامه ریزی کرد و مدت زمان فعالیت را به حدود نصف کاهش داد. BIM یکی از بهترین منابع برای توانمند سازی ساخت ناب در نظر گرفته می شود[21].

BIM ضایعات و ناکارآمدی ایجاد مجموعه ای متمایز از نقشه های دقیق را کاهش می دهد، بنابراین نتایج ساخت ناب هر شرکت/پروژه را افزایش می دهد [15،22]. با ادغام BIM با آخرین سیستم برنامه‌ر یز (LPS)، بسته های کاری فیلتر می‌شوند و ثبات و ارزش جریان افزایش می‌یابد[23].

در تحقیق دیگری[24] نشان داد که استفاده از مدل سازی ۴ بعدی CAD به برنامه ریزی یک جریان کاری پایدار و ارائه رویه های استاندارد به تیم کمک می‌کند. آنها تأکید می کنند که BIM همچنین به تحویل مواد در زمان مورد نیاز کمک می کند و با افزایش همکاری بین تیم پروژه، اعتماد به نفس طراحی را افزایش می دهد.

پنجاه و شش اتصال متقابل شناخته شده به عنوان فرضیه های تعامل بین BIM و ساخت ناب توسط[3] ارائه شد. آنها این فرض را تأیید می کنند که BIM و ساخت ناب یک تعامل اساسی دارند. آنها به این نتیجه رسیدند که چارچوبی می تواند چالش های واقع بینانه ای را که شرکت ها هنگام اتخاذ ساخت ناب و BIM با آن مواجه هستند، در نظر بگیرند. رویکرد موفقیت‌آمیز این است که علاقه مندی مورد نظر را شناسایی کنید، با دقت تجربه ای را برای برنامه ریزی و اجرای BIM/lean به دست آورید، و در گام‌های تدریجی به جلو حرکت کنید تا ارتباطات مثبت بیشتری بین BIM و Lean ایجاد کنید.

در یک مطالعه موردی[25]، سیستم تحویل پروژه ساخت ناب (LPDS) را با استفاده از 3D و 4D CAD پیاده سازی کرد. آنها یک دستورالعمل مختصر در مورد بکارگیری موثر فناوری های ساختمان مجازی در طول مرحله طراحی ناب LPDS ارائه می دهند. در تلاشی دیگر[26]، با یافته‌های یک مطالعه موردی تأیید کرد که طراحی و ساخت مجازی LPDS (VDC) را هنگامی که در سطوح مورد نیاز پیاده‌سازی می‌شود، بهبود می‌بخشد.

ده مطالعه موردی دقیق توسط[15] در مورد کاربرد BIM ارائه شده است. روی پروژه هایی متمرکز شده است که در آنها پیش ساخته به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. آنها خاطرنشان می کنند که همکاری نزدیک بین پیمانکار اصلی و پیمانکار فرعی برای اتخاذ ساخت ناب هنگام تهیه قطعات پیش ساخته توسط تامین کنندگان فرعی برای تأیید نصب با منابع لازم در محل مورد نیاز است. از آنجایی که BIM مدل طراحی مناسبی را ارائه می‌کند، مبنایی برای آماده سازی و برنامه ریزی بهتر برای پیمانکاران فرعی فراهم می‌کند و تضمین می‌کند که کارکنان، تجهیزات و مواد در زمان مورد نیاز به دست می‌آیند.

www.SID.ir

Archive

از طریق یک مطالعه موردی[28] نشان داد که اگر ویژگی‌های BIM به درستی پیاده‌سازی و مدیریت نشود، این امر منجر به یک فرآیند ناپایدار و چالش‌برانگیز می‌شود. در دسترس بودن تخصص فنی، اجرای BIM را در شرکت‌های ساختمانی تشویق می‌کند و تیم را با تجربیات استثنایی برای اجرای همزمان پشتیبانی می‌کند. شکل ۲ نمونه ی دیگری از اجرای ساخت نام با استفاده از نرم افزار BIM می باشد.

شکل ۲. پیاده سازی ناب با استفاده از نرم افزار BIM

۳- مواد و روش ها

این مطالعه بر اساس یک مطالعه موردی با هدف نشان دادن اینکه BIM منجر به پروژه های ساخت ناب تر می‌شود و به بررسی استفاده از BIM به عنوان یک ابزار ناب می‌پردازد یا به عبارت دیگر، BIM ارزش‌های ساخت ناب را بهبود می‌بخشد و ضایعات را در فرآیند های ساخت و ساز کاهش می‌دهد. تصمیم گرفته شد پروژه ای انتخاب شود که از ابزارهای مدیریت ساخت ناب یا BIM در مراحل طراحی یا ساخت استفاده نمی کند. این انتخاب برای درک بهتر مسائل عملی مربوط به BIM و کاربرد همزمان Lean انجام شد تا بررسی شود که آیا می‌توانیم از BIM به عنوان یک ابزار ناب استفاده کنیم یا خیر.
این پژوهش بر روی اعمال بسیاری از تعاملات ساخت ناب و BIM در یک پروژه متمرکز شده و مزایای احتمالی این ادغام را از طریق مطالعه موردی بررسی می کند. مرحله طراحی بر روی گردش کار دیجیتالی سه بعدی ساخته شده. پژوهش حاضر بخشی از یک مطالعه گسترده است که هدف آن توسعه یک رویکرد نوآورانه برای مدل فرآیند جریان اطلاعات برای استفاده در پروژه‌های BIM-Lean است.

www.SID.ir

Archive

با مقایسه روش ۲ بعدی CAD معمولی با مدل مبتنی بر BIM تولید شده، بسیاری از ضایعات را می توان حذف کرد و مزایای زیادی از مدل سه بعدی جدید به دست آورد.

مدل طراحی کامل: طرح های دقیق به راحتی از مدل سه بعدی کاملاً متناظر مشتق می‌شوند، شامل تمام جزئیات مورد نیاز برای طراحی فروشگاه یا نصب سایت.

بصری سازی بهبود یافته: مدل های سه بعدی توسعه یافته و با یک مدل فیزیکی در 3D Revit ذخیره شدند که به مالک و پیمانکاران امکان دسترسی، مشاهده سریع و تجسم جزئیات پروژه با امکان استفاده از اطلاعات مناسب را می دهد.

اتلاف زمان انتظار: با مدل جدید BIM تولید شده، تیم طراحی منتظر ادامه کار یکدیگر نخواهند بود. بنابراین، داده‌های اولیه و آسان قبل از تکمیل داده ها از طریق مدل به اشتراک گذاشته می‌شود تا تیم های چند رشته‌ای، مهندسین معماری، سازه بتوانند به طور همزمان طرح ها را توسعه دهند. BIM با کاهش اتلاف زمان انتظار در فرآیند طراحی سنتی، به کاهش زمان مورد نیاز برای فرآیند طراحی به نزدیک به ۵۰ درصد کمک کرد.

کاهش مراحل: با حذف مراحل غیر ضروری در فرآیند معمولی مبتنی بر کاغذ دوبعدی CAD، سازگاری بیشتری فعال می‌شود. علاوه بر این، زمان برای طراحی، چاپ و تحویل را نیز حذف کرد. کار مشترک با استفاده از مدل BIM فرصت هایی را برای صرفه جویی در زمان بیشتر فراهم می کند، به عنوان مثال، تشخیص برخورد و پیش ساخته خارج از سایت . این ممکن است به جلوگیری از بسیاری از مسائلی که ممکن است در حین اجرا رخ دهد کمک زیادی کند.

جریان اطلاعات مستمر: اطلاعات با طراحی مبتنی بر BIM از طریق تبادل اولیه اطلاعات بین اعضا به روز می شود. این اجازه می دهد تا تنظیمات، اصلاحات و توسعه را در کمترین زمان ممکن در طراحی انجام دهید. تجسم واضح طراحی، ارتباط بین بازیکنان مختلف را تسهیل می‌کند و امکان جریان مداوم اطلاعات را فراهم می‌کند.

با مدل جدید BIM، مالک می تواند در مراحل اولیه طراحی شرکت کند و با استخراج هرگونه اطلاعات طراحی از مدل، تصمیمات دیرهنگام در مورد طراحی را حذف کند. این باعث صرفه جویی در اتلاف چندین کار مجدد می شود. همچنین، درگیر کردن مداوم مالک به عنوان پیشرفت‌های طراحی، ارزش را در طول چرخه عمر پروژه با بازخورد اولیه مالک به حداکثر می‌رساند.

۴- بحث و نتیجه گیری

مدل سازی اطلاعات ساختمان به حذف بسیاری از ضایعات در طول فرآیند ساخت و ساز کمک می کند مانند خطا های طراحی نامناسب، ارتباطات ضعیف و تغییرات غیر منتظره در طرح ها در طول اجرا. BIM امکان ایجاد یک مدل دقیق، غنی از اطلاعات و بدون درگیری را فراهم می کند که به تصمیم گیری صحیح در مراحل مختلف ساخت کمک می کند.

این مطالعه نشان می دهد که پیاده سازی ناب با استفاده از BIM در کارهای طراحی به میزان قابل توجهی به کارایی پروژه کمک می کند. BIM با کاهش اتلاف زمان انتظار به کاهش زمان مورد نیاز برای پیشرفت طراحی تا نزدیک به ۵۰ درصد

www.SID.ir

Archive

کمک می کند. از سوی دیگر، بررسی‌های طراحی و تشخیص برخورد تکنیک های مبتنی بر BIM برای به حداقل رساندن ضایعات ساخت و ساز و طراحی با حذف خطا های طراحی شناخته شده است.
گرچه تغییری ممکن است در هر پروژه ای ایجاد شود، به نظر می‌رسد که BIM می‌تواند هزینه و زمان سفارش های تغییر را در نتیجه این مطالعه کاهش دهد.
استفاده از BIM به عنوان یک ابزار به دستیابی به اصول ساخت ناب با افزودن ارزش به مالک و کاهش ضایعات کمک خواهد کرد. می توان از افزایش ۱۱ درصدی قیمت کل قرارداد و افزایش ۲۵ درصدی در زمان اولیه قرارداد جلوگیری کرد.

تشکر و قدردانی

سپاس ایزد منان که به من این فرصت را داد تا به این مرحله از علم رسیده و از هیچ محبتی دریغ نکرد و در تمام مراحل زندگیم مرا قوت قلب بود.
تقدیم به پدر مادر مهربانم که هر لحظه وجودم را از چشمه سار پر از عشق چشمانشان سیراب میکنند.

مراجع

1. Tommelein, I.D. and S. Gholami. Root causes of clashes in building information models. in Proc., 20th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction, Curran Associates, Red Hook, NY. 2012.
2. L. Koskela Application Of The New Production Philosophy To Construction, Cife Technical Report #72 Stanford University, CA (1992).
3. R. Sacks, et al. The Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction J Constr Eng Manage (2010), 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000203, 968-980.
4. Womack, J.P., D.T. Jones, and D.J.N.Y.R.A. Roos, The machine that changed the world: the story of lean production. 1991. 2003.
5. Björnfot, A., An exploration of lean thinking for multi-storey timber housing construction: contemporary Swedish practices and future opportunities. 2006, Luleå tekniska universitet.
6. Brookfield, E., et al. The architectural technologist's role in linking lean design with lean construction. In Proceedings of 12th Annual Conference on Lean. 2004. Citeseer.
7. Alarcón, L., Lean construction. 1997: CRC Press.
8. Erol, H.H., Identifying the effects of Lean Construction principles on variability of project duration. 2014.
9. Musa, M.M., C. Pasquire, and A. Hurst, Where lean construction and value management meet. 2016.
10. Plenert, G.J., Lean management principles for information technology. 2011: CRC Press.
11. Dante Silva*, B.V., Kevin Lawrence De Jesus, Lamberto Marcial Jr., Raphaela Lois Ejera, Clara Vina Villa-Real, Jan Marvin Zarraga, Design Initiative Implementation Framework: A Model Integrating Kolmogorov-Smirnov in Sustainable Practices for Triple-Bottom-Line Principles in Construction Industry. Civil Eng Archit 8(4): 599–617, 2020.

www.SID.ir

Archive

12. Mossman, A., What Is Lean Construction: Another Look - 2018, in 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 2018. p. 1240–1250.

13. Hardin, B. and D. McCool, BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows. 2015: John Wiley & Sons.

14. Eastman, C., et al., BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2011: John Wiley & Sons.

15. Eastman, C., et al., A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators. 2008, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ.

16. Kymmell, W., Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations (McGraw-Hill Construction Series): Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. 2008: McGraw Hill Professional.

17. Y.Y. Al-Ashmori, et al. BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia Ain Shams Eng J, 11 (4) (2020), pp. 1013-1019.

18. The role of implementing BIM applications in enhancing project management knowledge areas in Egypt Ain Shams Eng J (2021).

19. R. Sacks, et al. Interaction of lean and building information modeling in construction J Constr Eng Manage, 136 (9) (2010), pp. 968-980.

20. S. Eckblad, et al. Integrated project delivery-a working definition Sacramento, CA, AIA California Council (2007), p. 25.

21. J. Clemente, N. Cachadinha <BIM-lean synergies in the management on MEP works in public facilities of intensive use a case 20th Annual Conference of the International Group of Lean Construction (2013).

22. R. Sacks, M. Radosavljevic, R. Barak Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction Autom Constr, 19 (5) (2010), pp. 641-655.

23. R. Sacks, M. Treckmann, O. Rozenfeld Visualization of work flow to support lean construction J Constr Eng Manage, 135 (12) (2009), pp. 1307-1315.

24. Sacks, R., et al., Analysis framework for the interaction between lean construction and building information modelling. 2009.

25. A. Khanzode, M. Fischer, D. Reed Case study of the implementation of the lean project delivery system (LPDS) using virtual building technologies on a large healthcare project International Group on Lean Construction (2005).

26. A. Khanzode, et al. A guide to applying the principles of virtual design & construction (VDC) to the lean project delivery process Stanford University, Palo Alto, CA, CIFE (2006).

27. J.M. Gómez-Sánchez, J.L. Ponz-Tienda, J.P. Romero-Cortés Lean and BIM Implementation in Colombia; Interactions and Lessons Learned, in Proc 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC) (2019), pp. 1117-1128.

www.SID.ir