

کنترل هزینه ها در پروژه های ساختمانی با استفاده از BIM

بهزاد عابدینی^۱، اقبال شاکری^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد عمران- مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) ،

behzad.abediny@gmail.com

^۲ عضو هیئت علمی دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، eshakeri@aut.ac.ir

چکیده

در صنایع معماری، مهندسی و ساخت و ساز*(AEC) از دیرباز به دنبال تکنیک های کاهش هزینه های پروژه، افزایش بهره وری و کیفیت و کاهش زمان تحویل پروژه بوده اند. به کارگیری BIM (Building Information Modeling) به معنی مدل سازی اطلاعات ساختمان نتایج ایده آلی را برای مهندسی در فرآیندهای طراحی، برنامه ریزی، مدیریت، اجرا و کنترل پروژه داشته است BIM نشان دهنده توسعه و استفاده از مدل های N-بعدی کامپیوتری برای شبیه سازی، برنامه ریزی، طراحی، ساخت و ساز و بهره برداری از تاسیسات که کمک می کند تا معماران، مهندسان و سازندگان به تجسم آنچه در پروژه قرار است اتفاق بیافتد بپردازند.

کاهش هزینه ها و مدیریت منابع موجود جزو اهداف اصلی هر پروژه ساختمانی می باشد در این مقاله به بررسی نقش BIM در کنترل و کاهش هزینه ها پرداخته ایم و نشان داده ایم که چگونه با هزینه اندکی برای تکنولوژی BIM می توان از دوباره کاری ها و پرداخت هزینه های اضافی جلوگیری کرد و منابع موجود را به نحوی تخصیص داد تا پروژه در زمان مقرر و بودجه تعیین شده به پایان برسد.

واژه های کلیدی

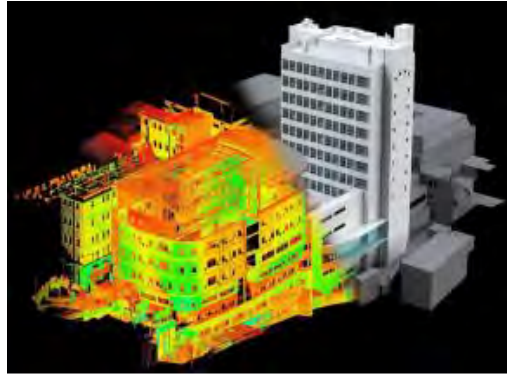
BIM، مدل سازی اطلاعات ساختمان، کنترل هزینه، مدیریت مالی.

۱- مقدمه

مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM یکی از تحولات امیدوار کننده در زمینه معماری، مهندسی و ساخت و ساز است. BIM شبیه سازی سه بعدی یک پروژه ساخت و ساز در محیط مجازی است پس از اتمام مدل کامپیوتری شامل هندسه و ابعاد دقیق و داده های مربوط به هر قسمت برای تامین منابع و فعالیت های مورد نظر برای تکمیل ساخت و ساز می باشد (Eastman et al.2008). این اطلاعات شامل مواردی از قبیل مشخصات مصالح، راهنمای نصب و مونتاژ، خدمات گارانتی محصولات، نگهداری و تعمیرات، اطلاعات قیمت و مراحل ساخت و نصب می باشد. شکل شماره (۱)

به عبارت فنی BIM یک مدل سه بعدی CAD است که به یک پایگاه داده متصل می باشد به نحوی که هر گونه اطلاعات مربوط به پروژه را می توان در آن ذخیره کرد بنابراین به عنوان یک مرجع مشترک اطلاعات بین کارفرما، طراح و سازنده عمل می کند که نتیجه آن افزایش هماهنگی، کاهش خطاها و ضایعات، کاهش هزینه و افزایش کیفیت می شود.

به لحاظ کاربرد در هر شاخه نرم افزارهای گروه BIM را می توان طبقه بندی کرد که به طور نمونه تعدادی از این نرم افزارها را در جدول شماره (۱) معرفی مینماییم.



شکل شماره ۱: مدل سازی معماری

* Architectural, Engineering, Construction

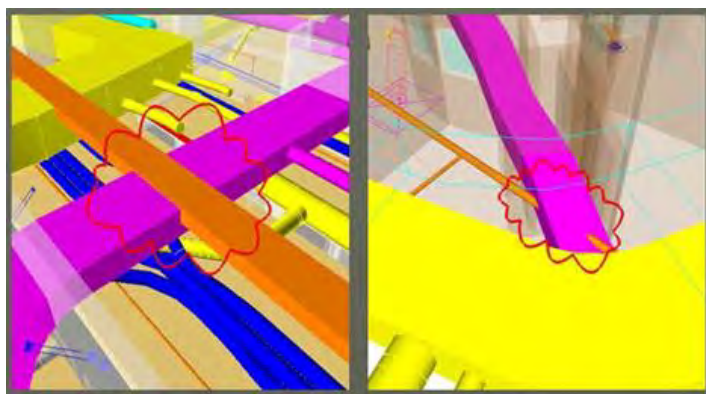
جدول شماره (۱) انواع نرم افزارهای BIM در بخش های مختلف

کاربرد در بخش معماری	کاربرد در بخش سازه	کاربرد در مدیریت توسعه پایدار
Autodesk Revit Architecture	Autodesk Revit Structure	Autodesk Ecotect Analysis
Graphicsoft ArchiCad	Bentley Structural Modeler	Autodesk Green Building Studio
Nemertschek Allplan Architecture	Bentley RAM, STAAD and ProSteel	Graphisoft EcoDesigner
RinhoBIM	Tekla Structures	IES Solutions Virtual Environment VE-Pro
Softtech spirit	StructureSoft Metal Wood Framer	Bentley Tas Simulator
CADsoft Envisioneer	4MSA Strad and Steel	Bentley Hevacomp
Bentley Architecture	Autodesk Robot Structural Analysis	Design Builder

۲ - اهداف به کار گیری یک مدل اطلاعاتی ساختمان (BIM):

- تجسم: تفاسیر را به یک مدل سه بعدی می توان با کمی تلاش اضافه کرد.
- بررسی استانداردها: سازمان آتش نشانی و سایر ادارات می توانند از آن برای بررسی پروژه ساختمانی استفاده کنند.
- تجزیه و تحلیل عمقی: یک مدل اطلاعاتی ساختمان به راحتی می تواند به صورت گرافیکی نشان دهنده صدمات بالقوه، نشست و غیره باشد.
- مدیریت امکانات: بخش مدیریت امکانات می تواند از BIM برای بازسازی، برنامه ریزی فضا و عملیات نگهداری استفاده کند.
- برآورد هزینه: یکی از ویژگی های نرم افزارهای BIM برآورد هزینه ها می باشد مقدار مواد و مصالح را به طور خودکار استخراج می کند و هرگونه تغییرات در مقاطع زمانی مختلف در مدل ساخته شده را اعمال و برآورد می کند.
- توالی ساخت و ساز: یک مدل اطلاعاتی ساختمان می تواند به طور موثر برای ایجاد مرتب سازی بر اساس متریکال و یا مراحل ساخت و تحویل طبق برنامه زمانبندی برای تمام اجزای ساختمان مورد استفاده قرار گیرد.

✚ تعرض – تداخل و تشخیص برخورد: یک مدل BIM یک تصویر سه بعدی از تمام اجزای ساختمان با مقیاس به ما می دهد و می توان بررسی کرد که لوله های تاسیسات کانال های تهویه هوا یا اجزای دیگر با سازه یا دیوارهای اصلی برخورد نداشته باشد و اجزای مختلف ساختمان با هم تداخل نداشته باشند. شکل شماره (۲).



شکل ۲: تصویر از تشخیص برخورد از طریق مدل سازی اطلاعات

۳- مزایای استفاده از تکنولوژی BIM:

- ✚ مزیت کلیدی BIM یک مدل سه بعدی دقیق همراه بانک اطلاعاتی کامل است. (CRC Construction innovation) (2007)
- ✚ فرآیندهای موثرتر و سریعتر: اطلاعات بیشتر و به راحتی به اشتراک گذاشته می شود و قابلیت ارتقا و اصلاح دارد.
- ✚ طراحی بهتر: طرح های ساختمان را می توان با دقت مورد تجزیه و تحلیل قرارداد، شبیه سازی به سرعت انجام می شود و عملکرد ساختمان محک زده شده و بهبود داده می شود
- ✚ کیفیت: ساخت و ساز با کیفیت بالاتری انجام می پذیرد.
- ✚ خدمات بهتر به مشتریان: از طریق تجسم دقیق، طرح بهتر درک می شود و مشتریان یا کارفرما قدرت تصمیم گیری بیشتری پیدا می کنند.

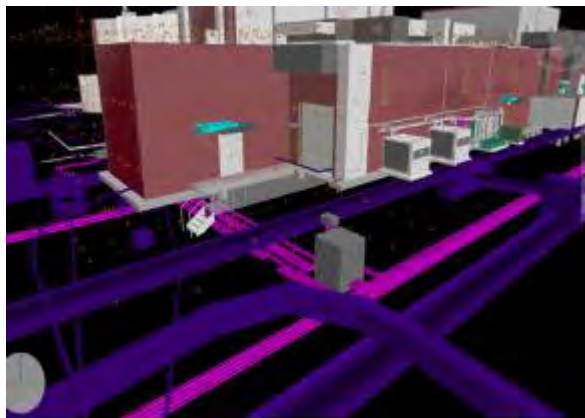
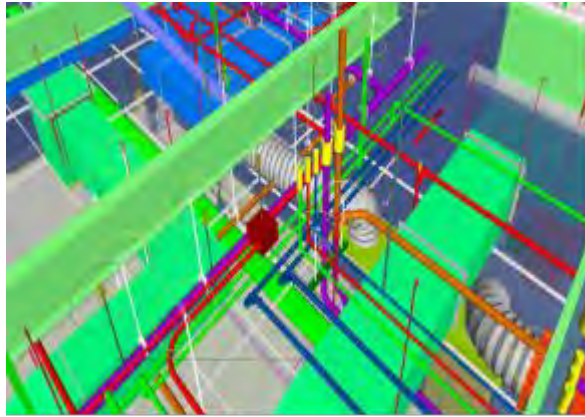
۴- کاربرد BIM در کنترل هزینه پروژه های ساختمانی:

اولین مرحله در هر پروژه ساختمانی برآورد هزینه های پروژه و تامین مالی آن است بدین منظور پس از تهیه نقشه های اجرایی اقدام به محاسبه هزینه های پروژه از قبیل مواد و مصالح مورد نیاز، دستمزد پرسنل و پیمانکاران اجرایی و مجوزها می کنند ولی به دلیل مشخص نبودن دقیق مقدار مصالح مورد نیاز و گاهی نوع مصالح مصرفی در نازک کاری و عموماً به دلیل نداشتن دید دقیق از فضا و تغییرات در پارتیشن بندی نمی توان هزینه ها را به طور دقیقی برآورد نمود که همین امر باعث بروز مشکل در اکثر پروژه ها می شود.

به طور مثال در اکثر پروژه های ساختمانی کارفرما یا مشتری تخصص کافی و لازم در امر ساخت ندارند و بعد از اجرای قسمت هایی از ساختمان، خصوصاً پارتیشن بندی ابراز نارضایتی کرده و خواستار تغییرات می شوند که معمولاً پیمانکار اجرایی در این مواقع در خواست دستمزد بیشتری برای اصلاحات می کند.

اکثراً در پروژه های ساختمانی فردی که طراحی را انجام می دهد دید اجرایی ندارد که در بسیاری پروژه ها تیم اجرایی در حین اجرا با تداخل لوله های تاسیسات و کانال های تهویه با اسکلت ساختمان یا تداخل در قسمت های دیگر مواجه می شود که نیاز به بررسی و گاهی تخریب و اجرای مجدد می شود که این دوباره کاری ها باعث صرف هزینه و زمان مضاعف در پروژه شده و پروژه را از هدف اصلی خود که تکمیل پروژه در زمان مقرر با هزینه تعیین شده می باشد دور می کند.

با استفاده از BIM می توان تمام اجزای ساختمان از تاسیسات مکانیکی و برقی گرفته تا سازه و معماری را قبل از شروع پروژه مدل سازی کرد و اطلاعات مربوط به تمام قسمت ها را در بانک اطلاعاتی نرم افزار وارد کرده و می توان هزینه مربوط به کلیه ی قسمت ها را به تفکیک برآورد کرد و نیاز مالی پروژه را در هر مقطع از زمان دریافت تا با برنامه ریزی دقیق منابع مالی پروژه را به درستی استفاده کرد. شکل شماره (۳)



شکل شماره ۳: نمونه اطلاعات نرم افزار BIM

از دیگر کاربرد های BIM کنترل هزینه و کاهش زمان در بازسازی و تعمیر ساختمان ها می باشد. این مجموعه اطلاعاتی پیشرفته باعث می شود تا در مواقع بحرانی به عنوان مثال بعد از وقوع زلزله یا بروز جنگ برای ترمیم ساختمان ها زمانی برای شناسایی ساختمان ها مصرف نشود و تنها با مراجعه به فایل های BIM ساختمان اطلاعات مورد نیاز سازه ای، معماری و تاسیساتی ساختمان استخراج شده و عملیات ترمیم قسمت های آسیب دیده آغاز شود و زمان انجام عملیات ترمیم بازسازی به میزان زیادی کاهش یابد که این امر در ساختمان های استراتژیک هر کشور مانند ساختمان های ستاد مدیریت بحران یا وزارت کشور امری حیاتی تلقی می شود. همچنین با استفاده از BIM می توان میزان خسارت وارده بر ساختمان ها و زمان و هزینه لازم برای ترمیم ساختمان ها را برآورد نمود به عنوان مثال می توان با تهیه فایل های BIM یک ساختمان، محل های احتمالی اعضای سازه ای و غیر سازه ای را که در اثر زلزله زودتر آسیب می بینند مشخص نمود و میزان خسارت وارده، زمان لازم برای ترمیم خسارات راه های ترمیم را پیش بینی نمود. به کارگیری این قابلیت به خصوص در ساختمان ها باعث کاهش بسیار زیاد هزینه ها در بازسازی می شود. در یک تحقیق جامع دانشگاه استنفورد ۳۲ پروژه را که از BIM استفاده کرده اند مورد بررسی قرار داده که نتایج حاصله به شرح زیر است (CIFE 2007):

- تغییرات تا ۴۰ درصد کاهش یافت.
- کاهش ۸۰ درصدی در زمان صرف شده برای برآورد هزینه.
- صرفه جویی تا ۱۰ درصد ارزش قرارداد از طریق تشخیص برخورد.
- کاهش ۷ درصدی زمان پروژه.
- افزایش کیفیت پروژه.

۵ - مطالعه موردی:

هدف از این مطالعه موردی نشان دادن زمان و هزینه صرفه جویی شده در یک پروژه واقعی با استفاده از تکنولوژی BIM می باشد داده های این مطالعه توسط شرکت سازنده (آتلانتا جورجیا) ارائه شده است.

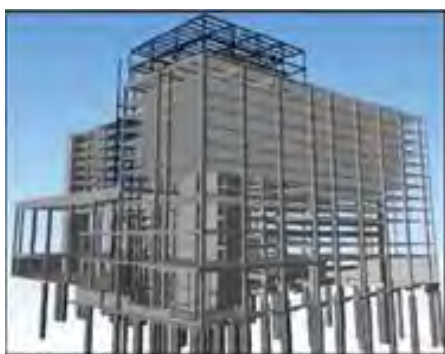
مشخصات پروژه:

نام پروژه: آکواریم هیلتون ، آتلانتا، جورجیا

محدوده پروژه: ۴۶ میلیون دلار، ۴۸۴۰۰۰ مترمربع هتل و پارکینگ
روش تحویل: مدیریت ساخت و ساز همراه با ریسک
نوع قرارداد: قیمت تضمین حداکثر
دامنه: هماهنگی طراحی با BIM، تشخیص برخورد، و تعیین توالی کار
هزینه BIM پروژه: ۰,۲٪ از بودجه پروژه
سود هزینه: ۶۰۰,۰۰۰ هزار دلار کاهش بودجه
مزایای برنامه: ۱۱۴۳ ساعت کار، صرف جویی
در ابتدا شرکت سازنده یک مدل سه بعدی دقیق از طرح معماری تهیه و بعد از آن مدل سازی سازه را انجام داد سپس با مشورت با مهندسان تاسیسات و پیمانکاران جزء، طرح های تاسیسات و دیتیل اجرایی هم به مدل سه بعدی اضافه گردید. شکل شماره (۴).



مدل سازی تاسیسات



مدل سازی سازه



مدل سازی معماری

شکل ۴: مدل سازی

این روش به اعضای تیم پروژه اجازه می داد تا کار خود را راحت از روش سنتی بر اساس نقشه های دو بعدی انجام دهند و همچنین با برگزاری جلسات متعدد با مهندسان و پیمانکاران و بررسی مدل سه بعدی و

شناسایی مشکلات و رفع موانع پیش از شروع پروژه باعث کاهش ریسک پروژه گردید که نتیجه آن صرفه جویی به میزان ۶۰۰,۰۰۰ دلار در هزینه های پروژه و جلوگیری از تاخیرات بالقوه در پروژه است. جدول شماره (۲)

جدول شماره (۲) هزینه و زمان صرفه جویی شده در پروژه آکواریوم هیلتون

۴ - نتیجه گیری:

مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM به عنوان یک راه ابتکاری برای مدیریت پروژه و نماد پیشرفت و تکنولوژی است. با استفاده از BIM عملکرد ساختمان قابل پیش بینی بوده و نتایج تا حد زیادی بهبود یافتند همانطور که استفاده از BIM دقت و همکاری در تیم پروژه را افزایش خواهد داد باعث کاهش هزینه ها، مدیریت بهتر زمان، بهبود روابط با مشتری و ذینفعان و افزایش سود آوری خواهد شد. در این مقاله کاربرد مدل سازی اطلاعات ساختمان در کنترل هزینه و زمان در پروژه های ساختمانی در نتیجه کاهش زمان و هزینه که برای ما امری حیاتی است مورد ارزیابی قرار دادیم که همان طور که در مطالعه موردی دیدیم و آمار و اعداد نشان می دهند کاهش ۷ درصدی زمان پروژه، کاهش ۸۰ درصدی زمان برآورد هزینه، افزایش کیفیت و کاهش هزینه و بازگشت بودجه صرف شده برای BIM را مشاهده کردیم.

Collision Phase	Collisions	Estimated Cost Avoided	Estimated Crew Hours	Coordination Date
100% Design Development Conflicts	55	\$124,500	NIC	June 30, 2006
Construction (MEP Collisions)				
Basement	41	\$21,211	50 hrs	March 28, 2007
Level 1	51	\$34,714	79 hrs	April 3, 2007
Level 2	49	\$23,250	57 hrs	April 3, 2007
Level 3	72	\$40,187	86 hrs	April 12, 2007
Level 4	28	\$35,276	68 hrs	May 14, 2007
Level 5	42	\$43,351	88 hrs	May 29, 2007
Level 6	70	\$57,735	112 hrs	June 19, 2007
Level 7	83	\$78,898	162 hrs	April 12, 2007
Level 8	29	\$37,397	74 hrs	July 3, 2007
Level 9	30	\$37,397	74 hrs	July 3, 2007
Level 10	31	\$33,546	67 hrs	July 5, 2007
Level 11	30	\$45,144	75 hrs	July 5, 2007
Level 12	28	\$36,589	72 hrs	July 5, 2007
Level 13	34	\$38,557	77 hrs	July 13, 2007
Level 14	1	\$484	1 hrs	July 13, 2007
Level 15	1	\$484	1 hrs	July 13, 2007
Subtotal Construction Labor	590	\$564,220	1143 hrs	
20% MEP Material Value		\$112,844		
Subtotal Cost Avoidance		\$801,565		
Deduct 75% assumed resolved via conventional methods		(\$601,173)		
Net Adjusted Direct Cost Avoidance		\$200,392		

مراجع:

- [1] Azhar.S, Michael Hein and B. Sketo. Mc Whorter School of Building Science, Auburn University. Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges
- [2] Azhar.S, Nadeem.A, Mok.N, Leung.Y, (2008), Building Information Modeling : A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects, First International Conference on Construction in Developing Countries (ICCIDC-I), Karachi, Pakistan
- [3] Smith.D, (2007), An Introduction to Building Information Modeling (BIM), Journal of Building Information Modeling.
- [4] Yonghong Chen, Guangbin Wang. School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai. 2013. Integration of Construction Investment and Progress Control Based on BIM. Third International Conference on Intelligent System Design and Engineering Applications.
- [5] Karen M. Kensek, Editor. July 2012. Practical BIM 2012. The Sixth Annual USC Symposium on Management, Implementation, Coordination, And Evaluation. School of Architecture University of Southern California

