



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه  
Civil & Project Journal (CPJ)

## A review of cost control management in construction projects using the ΔD BIM method

۱ \*Mohsen Najjari

Master student in Engineering and Construction Management, Payame Noor University, Karaj Branch, Iran

Email:

mohsen.najjari<sup>1</sup>@gmail.com

### ABSTRACT

*Construction cost management in construction projects is one of the most important management factors. Weak management can lead to detrimental costs to the project and its employers. In ΔD BIM technology, by combining project cost information with a three-dimensional model based on BIM (Building Information Modeling), a more effective and accurate assessment of project costs over its lifetime can be achieved. But applying this method can bring many opportunities and challenges for project managers. This study will review the efficiency of this system in comparison with construction project management and control systems by reviewing the presented articles.*

**Keywords:** ΔD BIM, project cost management, construction projects, project management, construction management, project control

All rights reserved to Civil & Project Journal.



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه  
Civil & Project Journal (CPJ)

## مروری بر مدیریت کنترل هزینه در پروژه های ساختمانی به روش BIM ۵D

\* محسن نجاری

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه پیام نور، واحد کرج، ایران

پست الکترونیکی:

Email: [mohsen.najjari@gmail.com](mailto:mohsen.najjari@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵

### چکیده

مدیریت هزینه های ساخت در پروژه های ساختمانی از جمله مهمترین فاکتور های مدیریتی می باشند. ضعف در این مدیریت می تواند هزینه های زیانباری را متوجه پروژه و کارفرمایان آن کند. در تکنولوژی ۵D BIM با ترکیب اطلاعات هزینه ای پروژه با مدل سه بعدی ارائه شده بر اساس BIM (Building Information Modelling) می توان به ارزیابی موثر و دقیق تری در مورد هزینه های پروژه در طول حیات آن رسید. اما به کار گیری این شیوه می تواند هم فرصت ها و هم چالش های بسیاری را برای مدیران پروژه به همراه داشته باشد. این مطالعه با مرور مقالات به روز ارائه شده به بررسی میزان کارایی این سیستم در مقایسه با سیستم های مدیریت و کنترل پروژه های ساختمانی خواهد پرداخت.

**کلمات کلیدی:** ۵D BIM، مدیریت هزینه پروژه، پروژه های ساختمانی، مدیریت پروژه، مدیریت ساخت، کنترل پروژه

## مقدمه

امروز دنیای ما با سرعت هر چه بیشتر به سمت دیجیتالی شدن حرکت می کند. پروژه های ساختمانی هم از این قاعده مستثنی نبوده و متخصصین با به کار گیری ابزار های نرم افزاری جدید تر به دنبال ارتقای کیفیت ساخت و صرفه جویی در زمان و هزینه می باشند. استفاده از نرم افزار های کاربردی نوین سیستم طراحی سازه ها و نقشه ها را از نقشه های سنتی دو بعدی (۲D) به نقشه های سه بعدی (۳D) تغییر داده اند. اما اکنون با استفاده از ابزار های مدیریت الکترونیکی مالی و متصل کردن آنها به مدل های مذکور می توان این پای این توسعه را به مباحث مدیریت مالی و هزینه ای پروژه گشود. اگر چه متخصصین به طور عمده در به کار گیری پتانسیل کامل این تکنولوژی تا کنون کندروی کرده اند. (Smith ۲۰۱۵).

با تغییر رویه در نحوه ارائه جزئیات و نقشه های مربوط به پروژه از روش های ترسیم دو بعدی به سه بعدی و ارائه جزئیات کامل مربوط به اندازه ها، متریا ل مصرفی و غیره ابزار مناسبی در اختیار مهندسین قرار گرفته است. حال با افزودن فاکتور زمان (۴D) و هزینه (۵D) می توان مدیریتی مناسب تر و متمرکز تری بر روی روند پروژه برقرار نمود. (Smith ۲۰۱۵). محققان به اهمیت به کار گیری روش پنج بعدی جهت مدیریت بهتر هزینه ها و به عنوان ابزاری مناسب در دست مدیر هزینه های پروژه اذعان دارند. (Mitchell ۲۰۱۲) به طوریکه این روش مدیر را جهت بررسی چندین طرح برنامه برای پیشبرد پروژه با کمترین هزینه و بهترین کارایی یاری می نماید. با پیاده سازی این بعد در فاز طراحی می توان پیش از شروع به کار فاز ساخت و نهایی شدن نقشه ها اقدام به مقایسه هزینه ای پروژه با دقتی بالاتر نمود. (Muzvimwe ۲۰۱۱). بر اساس اظهار انستیتو مترور های سلطنتی بریتانیا (RICS) استفاده از BIM در مدیریت هزینه ها این امکان را به مدیر می دهد تا توصیه هایی با تکیه بر دانش و تجربه بالاتری به تیم پروژه ارائه نماید. همچنین با ساده سازی اتوماسیون پروسه هایی مانند برآورد احجام پروژه می توان علیرغم بالا بردن دقت اندازه گیری تا میزان زیادی در زمان صرفه جویی کرد.

## روش های مرسوم مدیریت هزینه های پروژه

مدیریت هزینه شامل تخمین هزینه های همه فعالیت ها و تلاش های ضروری جهت دست یابی به نتیجه پروژه می باشد. اگر چه این فقط در مورد تخمین هزینه صدق نمی کند بلکه پیاده سازی مفاهیم مدیریت حسابداری پروژه، متد های جمع آوری داده ها، آنالیزها و ارائه آنها به منظور آماده کردن اطلاعات مورد نیاز طرح و کنترل هزینه ها را نیز شامل می شود. (Herszon ۲۰۱۷, Verbeeten ۲۰۱۱). انستیتو مدیریت پروژه PMI در نتیجه تحقیق و به کار گیری تجربیات هزاران داوطلب مشغول در انواع پروژه ها اقدام به ارایه یک استاندارد نموده است. همچنین استاندارد هایی توسط سازمان هایی در بریتانیا، استرالیا و ایلات متحده جهت به کار گیری در پروژه ها تدوین و ارائه شده اند. مشخصا از منظر پروژه ساختمانی می توان پروژه را به سه فاز فاز پیشا ساختمانی، فاز ساختمانی و فاز پسا ساختمانی تقسیم کرد. (Boton ۲۰۱۳). خلاصه، مفهوم، تعاریف و طراحی ها در فاز پیشا ساختمانی قرار می گیرند. مراحل ساخت و آماده سازی گستره پروژه در فاز ساختمانی و در نهایت بهره برداری و پایان چرخه پروژه در فاز پسا ساختمانی جای می گیرد. (Smith ۲۰۱۵).

در اینجا به بخشی از مفاهیم شیوه های مرسوم اشاره می کنیم:

- مدیریت هزینه فرایندی است که در مراحل اولیه پروژه و یا در مایل استون های مشخصی در طول پروژه صورت می گیرد. هدف از آن تعیین تکنیک ها و ابزار هایی برای فهمیدن تخمین ها مدیریت هزینه و بودجه در طول پروژه می باشد. (Adafin ۲۰۱۴, PMBOK ۲۰۱۷)
- برآورد هزینه ها فرایندی است که به ذینفعان پروژه اجازه می دهد منابع مالی مورد نیاز پروژه را تعیین کنند. (PMBOK ۲۰۱۷). این بخش می بایست شامل اساس تخمین، مفروضات انجام شده، محدودیت های شناخته شده، ریسک های شناسایی شده،

گستره مبالغ ممکن و میزان اعتبار تخمین پروژه باشد. (Yu W D ۲۰۰۶). به طور سنتی مستندات مناقصات ساختمانی بر مبنای نقشه های دو بعدی و برآورد های دستی انجام می شود. (Monterio ۲۰۱۳)

- تعیین بودجه یک یا چندین بار در چرخه حیات پروژه انجام می شود. در پروژه های ساختمانی معمولاً تعیین بودجه و برآورد هزینه به صورت ترکیبی می باشند. این برآورد ممکن است تا نهای شدن طراحی ها بروس رسانی گردد. (Doloi ۲۰۱۲). این به روز رسانی به این جهت است که تغییرات طرح موجب هزینه های پیش بینی نشده بسیاری می شود. (Ramabodu ۲۰۱۰).
  - از منظر ساختمانی دعوی پروژه (Claims) معمولاً در نتیجه سه عامل اصلی رخ می دهند: تغییرات در طرح ها و زمان بندی ها، تاخیرات و اسناد ناقص پیمان. (Levin ۱۹۹۸). تمامی این تغییرات موجب ایجاد بار مالی به پروژه می گردد.
- به منظور تحقق مفاهیم گفته شده انستیتو مدیریت پروژه توصیه می کند که فرایندهای کنترل هزینه می بایست در تمامی مراحل پروژه صورت پذیرند.

## مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM

مدل سازی اطلاعات ساختمان یک فرایند چند وجهی با تاکید بر مشارکت و اشتراک گذاری اطلاعات با ذینفعان پروژه می باشد. (Lee ۲۰۱۸)، که می تواند موجب ارتقای روابط، مدیریت پروژه و کیفیت نهایی پروژه گردد. (Eastman ۲۰۱۱). این فرایند دو مفهوم را دنبال می کند: پروسه توسعه اشتراک گذاری طراحی و داده های جمع آوری شده، و ارایه مدل های نمایی سه بعدی که با تکنولوژی BIM ممکن می باشد. یک تعریف متداول و شناخته شده برای مدل سازی اطلاعات ساختمان توسط انستیتو ملی علوم ساختمان ایالات متحده ارائه شده است که می گوید: "مدل سازی اطلاعات ساختمان ارائه ای دیجیتالی از وجوه فیزیکی و ساختاری یک امکان ... و مرجعی برای اشتراک گذاری دانش برای اطلاعات به جهت ایجاد یک مبنای قابل اعتمادی برای تصمیم گیری در چرخه حیات پروژه می باشد. از زمان ابتدای پروژه تا تخریب آن." (NIBS ۲۰۰۷, p. ۲۱)

ویژگی و امکانات مدل سازی اطلاعات ساختمان به صورت ابعاد آن معرفی شده اند به طوری که مدل سازی اشیا در سه بعد، بعد چارم زمان، بعد پنجم هزینه، بعد ششم نگهداری، بعد هفتم دوام و ماندگاری و بعد هشتم ایمنی می باشد. محققین مدل سازی اطلاعات را دارای ظرفیت کامل برای پذیرفتن ابعاد حتی بیشتری نیز می دانند. (Eastman et al ۲۰۱۱)

## پیاده سازی روش پنج بعدی

توسعه ظرفیت های مدل سازی اطلاعات ساختمانی پنج بعدی به سرعت در حال رشد می باشد. شرکت های پیشرو در بکار گیری این مدل متوجه مزیت های رقابتی آن در زمینه مدیریت هزینه ها شده اند. یکی از محرک های اصلی استفاده از این شیوه در سال ۲۰۰۸ در ایالات متحده به وقوع پیوست. در حرکتی مشارکتی با همکاری سازمان بین المللی پیشرفت مهندسی هزینه (AACE)، جامعه برآورد کنندگان حرفه ای آمریکا (ASPE)، نیروی مهندسی ارتش ایالات متحده، اداره خدمات عمومی آمریکا (GSA) و انستیتو ملی علوم ساختمان (NIBS) تصمیم به ارائه راهکاری نوین جهت مدیریت هزینه ای مطلوب تر در پروژه ها گرفته شد. هدف این برنامه توسعه سیستمی جهت همکاری و مشارکت مهندسی هزینه و برآورد در طول حیات پروژه بود. در نتیجه مفهوم روش پنج بعدی معرفی گردید. (ConstruchTech ۲۰۱۳, p. ۱)

استفاده از برآورد احجام ارائه شده توسط روش BIM به ما اجازه می دهد تا برنامه ریزی مصالح موثر تر و سریعتری داشته باشیم. (Aibinu ۲۰۱۴). برگه برآورد های احجام کار که با مدل های سه بعدی ترکیب می شوند به لحاظ مقادیر نیز اعداد دقیق تری را ارائه می کنند.

(Nadim ۲۰۱۵). اگر چه مدل های سه بعدی تمامی جزئیات کار را شامل نمی شوند و تنها با فشردن یک دکمه نمی توان به تمام اطلاعات ضروری موجود در برگه های برآورد دسترسی پیدا کرد. این عدم دسترسی می تواند در اثر عدم مدل شدن جزئیات مذکور و یا کمبود قابلیت های نرم افزار باشد. (Monterio ۲۰۱۳). بنابراین متخصصان می بایست با تکیه بر تجربه های خود این نواقص جزئیات را در برآورد های خود لحاظ نمایند. (Eastman ۲۰۱۱)

با استفاده از پتانسیل ها و امکانات روش پنج بعدی برای برآورد مقادیر می توان به نتایج دقیق تری از برآورد هزینه در پروژه دست یافت و حتی هزینه کلی پروژه را کاهش داد (Azhar ۲۰۱۱).

قابلیت اتصال مدل به دیتا بیس هزینه های پروژه این امکان را به برآورد کنندگان می دهد تا حالت های مختلف را در زمینه هزینه و منابع را با هم مقایسه کنند و خروجی های واقعی را از آن بگیرند. (Popov ۲۰۱۰). این مسئله به خوبی هزینه را برای مشتری روشن می سازد و نیز این امکان را به وجود می آورد تا مشتری تاثیر تصمیمات خود را در میزان هزینه ملاحظه کند. (Olatunji ۲۰۱۰). ترکیب این المان ها منجر به مدیریت ارزش بهتری در پروژه می گردد. حتی می توان قیمت پیمانکاران جز را هم جهت ارزیابی دقیق تر قیمت در این روش لحاظ نمود. (Mitchell ۲۰۱۲)

کنترل هزینه ها می بایست در طول حیات پروژه و بر اساس شاخص های اقتصادی مختلف آنالیز و تنظیم شوند. خیلی از ویژگی های روش پنج بعدی ظرفیت کامل برای عملکرد سریع و موثر در فرایند های کنترل هزینه را دارند. ویژگی هایی چون پیش بینی جریان های مالی، مبلغ هزینه به روز در مقایسه با بودجه اختصاصی برای کل پروژه، پرداخت منابع قابل تامین، مدیریت تغییر ها و مدیریت روند پرداخت ها از این دسته می باشند.

بهره گیری از کامپیوتر ظرفیت های قابل توجهی برای کارشناسان برآورد هزینه ایجاد می کند و زحمت و زمان مورد نیاز آنها را تا حد زیادی کاهش می دهد. (Fuller ۲۰۰۶).

هیچ کدام از امکانات BIM ظرفیت کامل برای پوشش همه نوع برآورد را ندارد، پس لازم است برآورد کننده یکی از این انتخاب های پیشنهادی را بسته به شرایط پروژه انتخاب کند:

۱. خروجی گرفتن از برآورد احجام به نرم افزار های برآوردی

۲. استفاده از برگه های برآورد متریکال رایج شده از سوی BIM

۳. اتصال مستقیم ابزار BIM به نرم افزار های برآوردی

کارایی سه حالت با هم متفاوت هستند. در دو انتخاب اول از داده ها در فرمتی که قابل اجرا کردن در نرم افزار های برآوردی هستند خروجی گرفته می شود و در انتخاب آخر دیتا بیس مستقیماً به نرم افزار برآوردی متصل می گردد. (Forgues ۲۰۱۲)

## چالش های پیش روی پیاده سازی روش پنج بعدی

یکی از چالش ها در خصوص میزان تجربه اعضای تیم و میزان تسلط آنها به سیستم های نرم افزاری می باشد. به طوری که کارشناسان با سن و تجربه بالا معمولاً آشنایی کمتری با نرم افزار های نوین دارند. در مقابل کارشناسان جوان تر با داشتن تسلط کافی بر این نرم افزار ها

از تجربه کافی مدیریتی برای پیش برد اهداف پروژه برخوردار نیستند. توصیه می شود برای بالا بردن راندمان فعالیت تیم از همکاری هر دوی این گروه از متخصصین و ایجاد فرایندهای اشتراک گذاری اطلاعات در بین اعضا استفاده شود.

یکی دیگر از چالش های اساسی در این روش کامل نبودن اطلاعات و جزئیات ارائه شده در مدل سه بعدی می باشد. به طوریکه فقدان جزئیات کافی می تواند منجر به ایجاد خطا در روند انجام محاسبات مربوط به برآورد ها شده و در نتیجه آن نتایج غیر قابل اعتماد مالی از آن استخراج می گردد. (Smith ۲۰۱۵)

## روش انجام تحقیق

در این مطالعه اقدام به مرور مقالات نویسی در خصوص مدیریت هزینه های ساخت با روش مدل سازی اطلاعات ساختمان به روش پنج بعدی شد. جهت استخراج این مقالات ابتدا کلید واژه های BIM, cost management در سایت گوگل اسکولار جستجو شد. سپس بر اساس اعمال فیلتر تاریخ تلاش شد تا از بروز ترین مقالات استفاده گردد. پس از آن اعتبار مقالات با توجه به تعداد ارجاعات آن سنجیده شد و پس از مطالعه مقالات مرتبط و معتبر اقدام به تهیه این مقاله مروری گردید.

## نتیجه گیری

با عنایت به تجربه نویسنده این مطالعه در پروژه های ساختمانی با روش طراحی، مناقصه، اجرا یکی از معضلات اصلی در مطول شدن پروژه های عمرانی کشور را می توان متوجه درک نادرست از میزان بودجه مورد نیاز جهت ساخت و تحویل پروژه ها دانست. بهره گیری از شیوه های سنتی در تهیه نقشه ها که عموماً دارای نواقص بسیاری هستند و این که اصلاح و اجرایی شدن آنها به فاز اجرایی موقوف می شوند علت اصلی این مشکل می باشد. تغییرات مورد دیگری برای ایجاد نامعینی در روند اجرایی پروژه ها و عدم امکان برآورد مبلغ تمام شده پروژه می باشد. به طور معمول در پروژه های مذکور مشاهده می شود که نظرات کارفرما که موجب این تغییرات می شوند نه به علت تغییر سلیقه آن ها بلکه در اثر عدم فهمیدن نقشه های معماری در فاز های اولیه پروژه می باشد.

با بهره گیری روش مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM در پروژه ها می توان ضمن دسترسی به اطلاعات جامعی در خصوص نتیجه نهایی کار و برآوردی دقیق از هزینه های اجرای پروژه با استفاده از متدهای اشتراک گذاری اطلاعات در همان فاز های اولیه ذینفعان پروژه را وارد فرایندهای تصمیم گیری کرد تا علاوه بر روشن شدن میزان بودجه مورد نیاز پروژه، از اعمال تغییرات در روند پروژه تا حد ممکن جلوگیری کرد.

در فاز کنترل و رسیدگی احجام کار و تهیه صورت وضعیت های کارکرد پیمانکاران نیز استفاده از روش مدل سازی اطلاعات ساختمان ضمن بالا بردن سرعت محاسبات انجام کار های صورت گرفته می توان از خطاهای انسانی در این روند جلوگیری کرد.

## مراجع

Adafin J, Wilkinson S, Rotimi JOB, Odeyinka H (۲۰۱۴) An exploration of theoretical concepts and methods for assessing risk impacts on the variability between design stage elemental cost plan and tender sum. Constr Dev Ctries Contrib Sustain Dev ۲۰:۳۰۸-۳۱۶

Aibinu A, Venkatesh S (۲۰۱۴) Status of BIM adoption and the BIM experience of cost consultants in Australia. J Prof Issues Eng Educ Pract ۱۴۰(۳):۰۴۰۱۳۰۲۱

- Azhar S (۲۰۱۱) Building information modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadersh Manag Eng* ۱۱(۳): ۲۴۱-۲۵۲
- Boton C (۲۰۱۳) Conception de vues métiers dans les collecticiels orientés service: Vers des multi-vues adaptées pour la simulation collaborative ۴D/nD de la construction. Université de Lorraine, Nancy
- Doloi H (۲۰۱۲) Cost overruns and failure in project management: understanding the roles of key stakeholders in construction projects. *J Constr Eng Manag* ۱۳۹(۳): ۲۶۷-۲۷۹
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (۲۰۱۱), *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, ۲nd Ed., John Wiley & Sons, New Jersey
- Forgues D, Iordanova I, Valdiveso F, Staub-French S (۲۰۱۲) Rethinking the cost estimating process through ۴D BIM: a case study. In: *Construction research congress*, pp ۷۷۸-۷۸۶
- Fuller S (۲۰۰۶) *Life-cycle cost analysis LCCA*. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg
- Herszon L (۲۰۱۷) The complexity of projects: an adaptive model to incorporate complexity dimensions into the cost estimation process. University of Huddersfield, Huddersfield
- Lee CY, Chong HY, Wang X (۲۰۱۸) Streamlining digital modeling and building information modelling (BIM) uses for the oil and gas projects. *Arch Comput Methods Eng* ۲۵(۲): ۳۴۹-۳۹۶
- Levin P (۱۹۹۸) *Construction contract claims, changes and dispute resolution*. ASCE Press, New York
- Mitchell D (۲۰۱۲) ۴D BIM: creating cost certainty and better buildings. In: *RICS cobra conference*, pp ۱-۱۰
- Monteiro A, Poças Martins J (۲۰۱۳) A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. *Autom Constr* ۳۵: ۲۳۸-۲۵۳
- Muzvimwe, M. (۲۰۱۱), ۴D BIM Explained, <http://www.fgould.com/uk/articles/4d-bimexplained/>
- NIBS (۲۰۰۷), *National Building Information Modeling Standard*, National Institute of Building Sciences, United States
- Olatunji OA, Sher W (۲۰۱۴) Perspectives on modelling bim-enabled estimating practices. *Aust J Constr Econ Build* ۱۴(۴): ۳۲-۵۳
- Popov V, Juocevicius V, Migilinskas D, Ustinovichius L, Mikalauskas S (۲۰۱۰) The use of a virtual building design and construction model for developing an effective project concept in ۴D environment. *Autom Constr* ۱۹(۳): ۳۵۷-۳۶۷
- Property Wire (۲۰۱۲, p.۱), *RICS launches landmark new guidance to the construction sector*, <http://www.propertywire.com/news/europe/ricsconstructionindustryguidelines۲۰۱۲۰۴۲۴۶۴۵۲.html> (accessed ۵ April ۲۰۱۵)
- Ramabodu MS, Verster J (۲۰۱۰) Factors contributing to cost overruns of construction projects. In: *۴th built environment conference*, Durban, South Africa, pp ۱۳۱-۱۴۳
- Smith D, Lovegrove S, Muse A, Pan DDZ, Sawhney A, Watkins P, Whisson G, Seah Kwee Yong T (۲۰۱۵) BIM for cost managers: requirements from the BIM model. *RICS guidance note*
- Verbeeten FHM (۲۰۱۱) Public sector cost management practices in The Netherlands. *Int J Public Sector Manag* ۲۴(۶): ۴۹۲-۵۰۶
- Yu W-D, Lai C-C, Lee W-L (۲۰۰۶) A WICE approach to real-time construction cost estimation. *Autom Constr* ۱۵: ۱۲-۱۹