

روش های مبتنی بر مدل سازی اطلاعات ساخت (BIM)، برای مدیریت انتهای چرخه حیات ساختمان ها

شادی فرخ بلاغی

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته معماری پایدار، دانشگاه علم و صنعت ایران

shadi_fblgh@yahoo.com

محمد علی خان محمدی

دانشیار دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده معماری و شهرسازی

khanmohammadi@iust.ac.ir

هانیه صناعیان

استادیار دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده معماری و شهرسازی

sanayeayan@iust.ac.ir

چکیده

جداسازی قطعات و اجزا ساختمان در زمان تخریب (DfD)، یکی از شیوه های نوظهور و در عین حال چالش برانگیز برای مدیریت کارآمد پایان عمر ساختمان است. یعنی، با به کارگیری این روش، می توان مواد اولیه ساختمان در حال احداث را، از اجزا و عناصر ساختمان در حال تخریب برداشت نمود. این موضوع، باعث صرفه جویی بزرگی، در مصرف انرژی نهفته، می شود. در حال حاضر، توجه به انرژی نهفته، اهمیت فزاینده ای یافته است. زیرا ممکن است، با انرژی مورد نیاز برای عملکرد آن، برابر باشد. از طرفی نیز، تخریب ساختمان ها، در انتهای حیات آن ها، منجر به افزایش ضایعات ساختمانی شده و تاثیر نامطلوبی بر محیط می گذارد. بنابراین، استفاده مجدد از عناصر و اجزای ساختمان در حال تخریب، بسیار کمک کننده است. موثرترین عامل در این فرایند، استفاده از قطعات پیش ساخته و اتصالات قابل جدا شدن است. اطلاعات این قطعات، بایستی از فایل سه بعدی تهیه شده در فرایند بیم، استخراج گردد. برای شناسایی اطلاعات این عناصر، یک بانک دیجیتالی از مواد و اجزا ساختمان با فرایند بیم و با استفاده از یک برنامه کاربردی مبتنی بر وب مانند PHP و MySQL، تعریف می شود. برای این کار، قطعات را، با کدهای مخصوص برچسب گذاری کرده و برنامه ریزی زمانی، برای استفاده از آن ها لحاظ می شود. این تحقیق به روش توصیفی-تحلیلی انجام شده است. هدف از آن، درک چگونگی طراحی با هدف جداسازی قطعات و اجزای ساختمان، با کمک بیم و چگونگی تاثیر آن بر فرایند طراحی است.

واژه های کلیدی: طراحی با هدف جداسازی قطعات (DfD)، مدل سازی اطلاعات ساخت (BIM)، پایان عمر ساختمان (EoL)،

انرژی نهفته (EE)، بانک دیجیتالی مصالح و اجزا ساختمانی

۱- مقدمه:

(Martos et al, ۲۰۱۸). این زباله ها، ناشی از تخریب سنتی ساختمان ها است و از آن جایی که، عملکرد و مکان اصلی ساختمان ها با هم متفاوت است، این زباله ها نسبت ناهمگنی از مصالح ساختمانی را، شامل می شوند. جداسازی و بازیافت آن ها نیز شامل هزینه های سنگین است (Guerra, ۲۰۲۰). مصرف ناپایدار منابع و پیامد های تغییرات آب و هوایی، به تخریب ۶۰ درصدی اکوسیستم کره زمین در نیم قرن گذشته کمک کرده است. صنعت ساخت و ساز، ۵۰٪ از مصرف مواد خام، ۴۲٪ از مصرف نهایی انرژی و ۳۵٪ انتشار گازهای گلخانه ای را به خود اختصاص داده است. از این رو، در مقایسه با سایر بخش های صنعتی، بخش ساخت و ساز، یک مصرف کننده منابع و انرژی و تولید کننده کربن است (Jain et al, ۲۰۲۰). تجزیه عناصر ساختمانی و استفاده مجدد از آن ها، بایستی به عنوان یک مزیت زیست محیطی مورد حمایت قرار بگیرد. زیرا این روش، از استخراج مواد طبیعی بکر جلوگیری می کند، انتشار گازهای گلخانه ای را، کاهش می دهد؛ در مصرف انرژی و مصرف آب صرفه جویی می کند و از دفع زباله های جامد جلوگیری به عمل می آورد. همچنین، ممکن است مزایای مالی بیشتری، نسبت به تخریب داشته باشد. اما از طرفی، با افزایش پیچیدگی و خطراتی همراه است، که پیمانکاران تخریب را از پذیرش آن باز می دارد. با این وجود، ایجاد یک تغییر، برای طراحی عناصر و اجزای عناصر ساختمانی، به شکل باز و بسته شونده و به صورتی که بتوان از آن ها، استفاده مجدد به عمل آورد، از فشار فزاینده

احیا و استفاده مجدد از اجزا فرسوده ساختمانی در ساختمان های دیگر^۱، با مسئله عدم قطعیت در زمینه ساختمان، گردش کار و محیط رو به رو است (Kanters, ۲۰۱۸). با وجود اینکه، مدل سازی اطلاعات ساخت، اغلب به عنوان یک روش کارآمد برای مدیریت چرخه حیات ساختمان، مورد تمجید قرار می گیرد، امکانات آن به عنوان یک روش برای تجزیه و استفاده مجدد از عناصر ساختمانی، به هنگام تخریب، به طور مداوم نادیده گرفته می شود. احیای دوباره قطعات یک ساختمان بر روی ساختمانی دیگر، یکی از شیوه های نوظهور و در عین حال چالش برانگیز، در پایان عمر ساختمان^۲ است. احیا و استفاده مجدد از اجزای فرسوده ساختمانی در ساختمان های دیگر، با مسئله عدم قطعیت در زمینه ساختمان، گردش کار و محیط رو به رو است (Marzouk, Elmaraghy, ۲۰۲۱). تکنولوژی مدل سازی اطلاعات ساخت^۳، به دلیل ارائه یک نمایش دیجیتال کامل، منسجم و واقعی از ساختمان ها، به یک روش کارآمد در صنعت ساخت و ساز تبدیل شده است. صنعت ساختمان، بزرگ ترین مصرف کننده منابع طبیعی است و این موضوع هشدار بزرگی، برای منابع زیست محیطی دارد. همچنین این صنعت، یکی از سنگین ترین و حجیم ترین منابع تولید زباله، در سراسر جهان می باشد. به عنوان مثال، در اروپا، سالانه ۸۲۰ میلیون تن زباله ساختمانی تولید می شود که ۴۶٪ کل زباله را شامل میشود (Galvez)

^۲ Building Information Modeling(BIM)

^۱ Design for Deconstruction(DfD)

^۲ End of Lifecycle(EoL)

در پژوهشی، بستا و همکاران، به طور خاص به طراحی سازه های فولادی که قابلیت تجزیه پذیری داشته باشند، پرداختند (Besta, ۲۰۲۰). همچنین، وندنبرگ و همکاران، به بررسی نمونه های موردی از جمله یک خانه سالمندان که در آن از اجزای ساختمانی دیگر استفاده شده بود پرداختند (VandenBerg et al, ۲۰۲۱). ذوقی و کیم نیز، در پژوهشی تمرکز مطالعه موردی خود را روی محاسبه هزینه ها و سود جدا سازی قطعات سازه ای در یک نمونه موردی متمرکز کردند و دریافتند که این روش باعث صرفه جویی به میزان ۵۷ درصد در هزینه اجزا ساختمانی می شود (Zoghi, Kim, ۲۰۲۰).

صنعت ساخت و ساز بر منابع طبیعی می کاهد (Cheshire, ۲۰۱۶).

اگر چه، شواهدی بر رویکرد های بیم، برای پشتیبانی از احیای اجزای ساختمانی در زمان تخریب، به عنوان یک پلتفرم عالی، برای مقابله با چالش های آن، وجود ندارد؛ در عوض، اکثر مطالعات، در این زمینه را می توان در دو رویکرد طبقه بندی نمود. رویکرد اول بیم، بر مدیریت زباله متمرکز است. برای مثال، اکبر نژاد و همکاران، چارچوبی را برای ارزیابی و مقایسه تاثیرات اقتصادی و زیست محیطی استراتژی های مختلف برای استفاده مجدد از اجزای ساختمانی، ارائه کردند (Akintola et al, ۲۰۲۰). سایر مطالعات، با تمرکز بر روی تکنولوژی بیم، به تجزیه و تحلیل این مساله می پردازند که، اجزای ساختمانی چگونه می توانند طراحی شوند تا قادر به بازیابی مواد باشند. برای مثال،



شکل (۱): چرخه استفاده از مواد و مصالح ساختمانی با استفاده از فناوری های دیجیتال موجود (Akbarieh et al, ۲۰۲۰)

ساختمانی، به هنگام تخریب (در انتهای چرخه حیات ساختمان) می پردازد. ابتدا پیشینه تحقیقات انجام شده در این

این پژوهش، با روش توصیفی- تحلیلی و با هدف بررسی امکانات موجود در زمینه، استفاده از فرایند بیم، در زمان پیش از طراحی، با هدف احیا و استفاده مجدد از اجزا و عناصر

اجزای موجود در یک ساختمان باشد، نگهداری شود. با استفاده از این روش، می توان یک ابزار مبتنی بر وب ایجاد کرد که پایگاه داده ای را برای ذخیره اطلاعات در مورد مواد و اجزای ساختمان ها تنظیم کند (Jayasinghe, ۲۰۲۰). این اطلاعات شامل مواردی مانند اجزای ساختمان و مشخصات، مواد و پارامترهایشان و همچنین اطلاعاتی در مورد قابلیت بازیافت و استفاده مجدد از قطعات است. تمامی این اطلاعات، با استفاده از نرم افزار رویت و داینامو استخراج می شود. این ویژگی ها مبتنی بر بیم هستند. همچنین دقت پایگاه داده مربوط به مصالح و اجزای ساختمان، به سطح جزئیات و دقت مدل بیم^۴ بستگی دارد. از این ابزار حتی می توان برای محاسبه هزینه های دفع زباله و عوامل تنظیم حجم زباله استفاده کرد (Obi et al, ۲۰۲۱).

زمینه را بررسی میکنیم و سپس با رویکرد توصیفی - تحلیلی، موارد دریافتی و نتایج حاصل را دسته بندی خواهیم نمود.

۲- رویکرد مبتنی بر مدل بیم برای جداسازی قطعات:

این مطالعه، یک سیستم مبتنی بر مدل سازی اطلاعات ساخت (BIM) را پیشنهاد می کند، تا با ذخیره سازی اطلاعات مواد و اجزای ساختمان ها و با مدیریت موثر بازیافت مواد و استفاده مجدد از اجزا، به ترویج اقتصاد چرخشی برای ساختمان، کمک کند (O'Grady, ۲۰۲۱). به منظور مدیریت موثر تمام مراحل ساخت و ساز، لازم است یک پایگاه داده که شامل انواع اطلاعات در مورد مصالح و

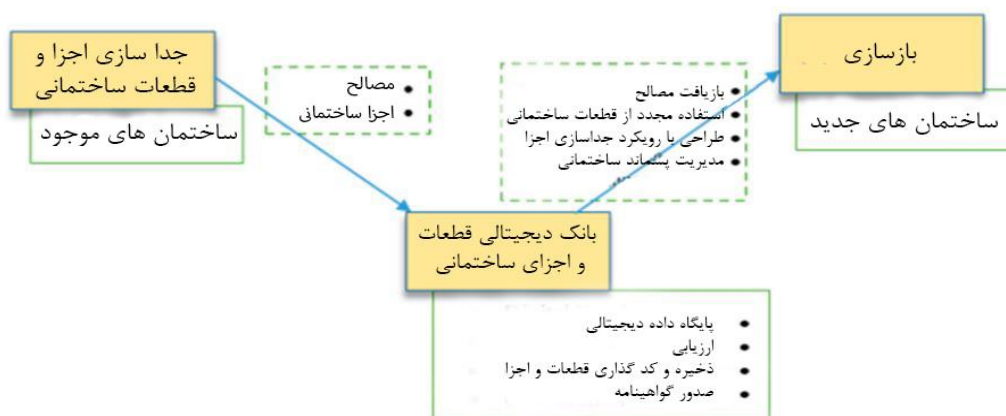


Figure 1 Data of the Material and Component Separation

شکل (۲): نقش بانک دیجیتالی اجزا و قطعات ساختمانی در مدل بیم (O'Grady, ۲۰۲۱)

Material Bank Tool								
Home - About Us - Guide - Contact - Sign Out								
Volume Detail by Category								
User Account: bhagya								
Project ID To Search Filter								
ID	Project ID	Category	Total number	Total volume (m3)	Waste to disposal (m3)	Reuse amount (m3)	Recycling amount (m3)	
16	4	Columns	22	17.78	7.64	0	10.14	 
17	4	Beams	104	86.07	42.82	0	43.25	 
18	4	Slabs	60	714.54	389.33	0	325.21	 
19	4	Walls	95	848.95	450.32	0	398.63	 
Back								

شکل (۱): جزئیات اجزا و مصالح ساختمانی در بانک دیجیتالی مدل بیم (Cristescu et al, ۲۰۲۰)

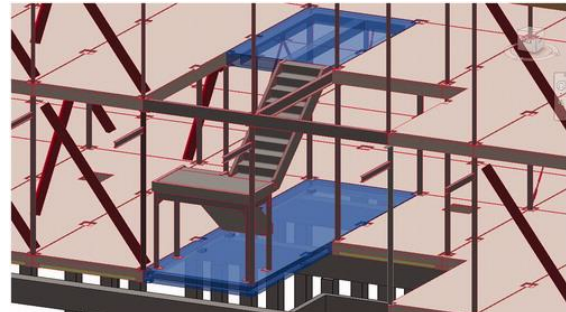
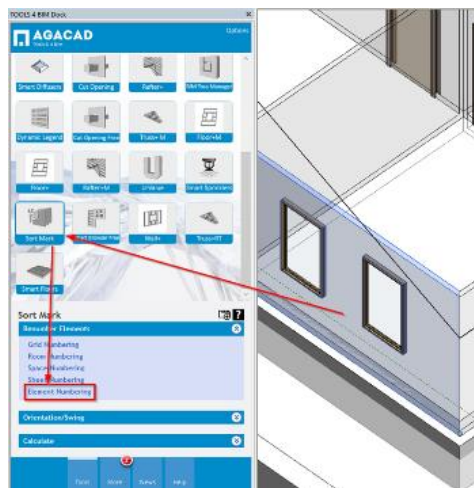
موضوع که، در کدام دیوارها بایند قرار گرفته است، برای تجزیه و جداسازی آن ها از سازه، امری ضروری است (Cristescu et al, ۲۰۲۰). با داشتن اطلاعات گرافیکی مدل سازی سه بعدی ساختمان، اطلاعات مفیدی نظیر نوع اتصالات و شکل عناصری که قابلیت استفاده مجدد دارند را می توان برداشت نمود. برای مثال، مدل سه بعدی در تصویر به خوبی نشان می دهد که، چگونه یک راه پله دو طبقه با اندازه های مختلف را به هم متصل می کند. طبقه بالا، دارای فرورفتگی است، اما طبقه پایین نه. همچنین این مدل سه بعدی نشان دهنده این است که راه پله فقط از قسمت بالا به این فرو رفتگی متصل است. این اطلاعات سه بعدی گرافیکی تهیه شده با تکنولوژی بیم، موارد ضروری برای مهندسان تخریب است، تا بتوانند در مورد این عناصر تصمیم گیری کنند (Van den Berg et al, ۲۰۲۱).

تکنولوژی بیم، در این زمینه به سه شکل مورد استفاده قرار می گیرد که عبارت اند از: تجزیه و تحلیل عناصر موجود، برچسب گذاری عناصری که قابلیت استفاده مجدد دارند و همچنین شبیه سازی ساختار ۴ بعدی پروژه (Van den Berg, ۲۰۲۱). این مطالعه نشان می دهد که چه امکاناتی در این زمینه ممکن است وجود داشته باشد. سپس مزایا و معایب به کارگیری آن بررسی می شود.

۱-۲: تجزیه و تحلیل شرایط سه بعدی موجود

یکی از فعالیت های کلیدی در رابطه با ایمن سازی و مدیریت صحیح اجزای ساختمان ها، تحلیل مدل سه بعدی آن هاست. به این وسیله، می توان تصمیمات قطعی در مورد این که کدام عناصر ساختمانی، قابلیت استفاده دارند را، اتخاذ نمود و با مراقبت های ویژه جداسازی کرد. زیرا بایستی، از آسیب فیزیکی به این قطعات پیشگیری کرد. برای مثال، دانستن این

با طبقه بندی و کد گذاری خاصی، ثبت شوند (Mayar, ۲۰۲۰).



شکل (۲): تصویر سه بعدی نشان دهنده این که چگونه راه پله دو طبقه با اندازه های مختلف را به یکدیگر متصل نموده است (Van den Berg et al, ۲۰۲۱).

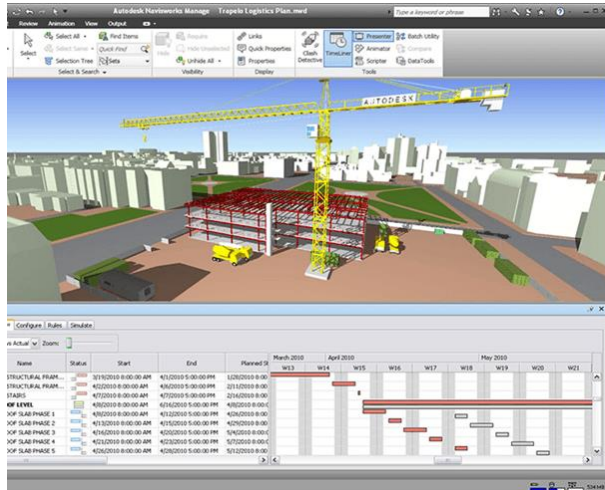
شکل (۳): برچسب گذاری عناصری که قصد استفاده مجدد از آن ها داریم (Van den Berg et al, ۲۰۲۱).

۲-۲: برچسب گذاری عناصری که قابلیت استفاده مجدد دارند.

یکی از مهم ترین فعالیت ها، جهت احیا عناصر ساختمانی و استفاده مجدد از آن ها، برچسب گذاری تک به تک آن هاست. برخلاف پروژه هایی که عملیات تخریب به شکل سنتی در آن ها اتفاق می افتد، ای پروژه ها استراتژیک تر هستند. برای مثال، اگر در نمای ساختمانی از عناصر مدولار استفاده شده و قصد تخریب آن ها را داریم، بایستی این قطعات، طبق مشخصات خاصی که توسط سازنده سیستم ارائه می شود، برچسب گذاری نمود. به این ترتیب، سازنده می تواند برنامه ریزی و کنترل کند که کدام عناصر نما، در کجای ساختمان جدید مونتاژ خواهند شد. این عمل نیز، بایستی با کد گذاری های خاصی انجام شود، زیرا عمل برچسب گذاری، برای بخش های مختلف ساختمان و با مقاصد متفاوت انجام می شود. بنابراین، بایستی این اطلاعات

۲-۳: شبیه سازی ۴ بعدی (بعد زمان) اجزایی که قصد تجزیه و استفاده مجددشان را داریم.

یک فعالیت بسیار مهم دیگر در این زمینه، تحویل به موقع عناصر و اجزای ساختمانی، در ساختمان مقصد است. از آن جایی که، در پروژه های ساختمانی، بحث اولویت زمانی مطرح است؛ هر گونه تاخیر در این امر، تاثیر گذار است. بنابراین، برای جلوگیری از بروز چنین مشکلاتی، یک قرارداد بین سازنده و پیمانکار تخریب، برای تحویل عناصر قابل استفاده مجدد در زمان مقرر، عقد می شود. پیمانکار تخریب، بایستی برنامه ریزی زمانی دقیقی، برای این کار داشته باشد. این برنامه زمانی، با به کارگیری تکنولوژی بیم



تسهیل می گردد. برای مثال، پیمانکار تخریب می تواند در موقعیت زمانی خاصی، با اضافه کردن تعداد کارگران و پیشبرد سریع تر جداسازی و تجزیه عناصر ساختمانی، تعهد زمانی خود را حفظ کند. در بعضی موارد، پیمانکار اقدام به مدل سازی سه بعدی عناصر ساختمانی و برچسب گذاری و پیوند آن ها، به یک برنامه زمانی (شبیه سازی چهار بعدی) می کند تا بتواند طرف دیگر قرارداد را متقاعد نماید (Adamu et al, ۲۰۲۰).

شکل (۶): وارد کردن بعد زمان در مدل سه بعدی
شبیه سازی شده با فرایند بیم (شبیه سازی چهار بعدی)-
(Adamu et al, ۲۰۲۰)

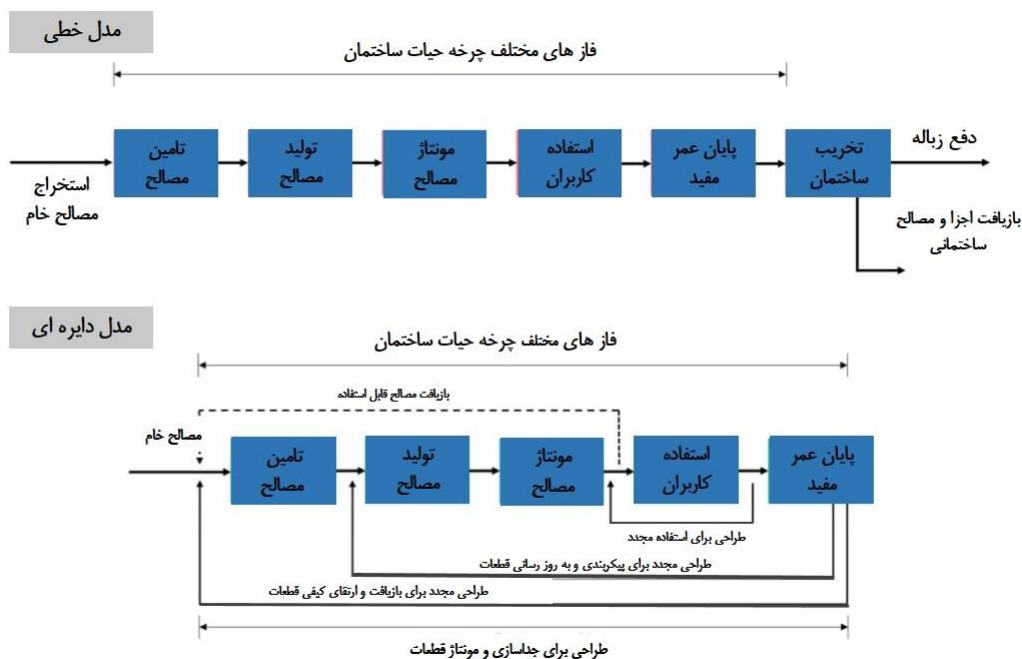
جدول (۱): اقدامات مبنی بر بیم جهت استفاده مجدد از عناصر ساختمانی

اقدامات مبتنی بر بیم، جهت استفاده مجدد از اجزا و قطعات ساختمان	جزئیات عملکردی
تجزیه و تحلیل مدل سه بعدی شرایط موجود	دانستن نوع اتصالات و شکل عناصری که زیر نازک کاری قرار گرفته اند.
برچسب گذاری عناصری که قابلیت استفاده مجدد دارند.	ایمن سازی و مدیریت صحیح عناصری که قصد جداسازی آن ها را داریم.
وارد کردن بعد زمان (شبیه سازی ۴ بعدی) اجزایی که قصد تخریب شان را داریم.	طبقه بندی درست اجزای ساختمانی دسته بندی راحت تر عناصر مدولار جلوگیری از اتلاف زمان در ساختمان مقصد
	تحويل به موقع عناصر و اجزا ساختمانی تجزیه شده در ساختمان مقصد جهت عقد قرارداد زمانی درست بین مهندس تخریب و سازنده

۳- مدیریت انتهای چرخه حیات ساختمان ها:

تعداد کمی از مطالعات، بر روی قابلیت های تکنولوژی بیم به منظور مدیریت انتهای چرخه حیات ساختمان ها متمرکز شده اند. این مطالعه نشان می دهد، پیمانکاران تخریب، چگونه می توانند از این تکنولوژی برای سازماندهی فعالیت های پروژه خود، استفاده کنند. این موضوع می تواند باعث شود به تدریج نقش پیمانکاران تخریب، بیش از پیش با

فناوری های دیجیتال ترکیب شده و با استفاده از اجزای ساختمانی به عنوان مواد اولیه پروژه های دیگر به تکامل این امر کمک کنند. تامین مواد اولیه ساختمان ها با این رویکرد، باعث تغییر چرخه حیات ساختمان، از حالت خطی به حالت دایره ای می شود. یعنی، با استفاده دوباره از اجزا و قطعات پروژه در حال تخریب، مصالح در پروژه ای دیگر، به چرخه حیات خود ادامه می دهند و طبیعتا این روند، کمک شایانی به کاهش پسماند ساختمانی می کند (Cetin et al, ۲۰۲۱).



شکل (۷): مقایسه ای میان مدل خطی (بالا) و مدل دایره ای (پایین) در صنعت ساختمان. مدل خطی تنها بر روی چرخه حیات مختص به یک ساختمان تمرکز می کند. در حالی که مدل دایره ای، به ما این اجازه را می دهد که از مترئال ساختمانی چندین دوره و برای ساختمان های مختلف استفاده کنیم (Akbari, ۲۰۲۰).

و بسته شدن دارند.) هزینه ها را افزایش می دهد و امکان تجزیه و جداسازی عناصر را، محدود می کند. چالش های دیگری نیز، از جمله عدم حمایت قوانین و مقررات از این روش، وجود مواد خطرناک در ساختمان ها (مانند آزبست) در این زمینه وجود دارد (Cristescu, ۲۰۲۰). همچنین، عدم وجود قوانین و سیاست های سخت گیرانه، فقدان اطلاعات کافی در مرحله طراحی، عدم وجود بازار کافی برای اجزای بازیافت شده، فقدان ابزارهای موثر برای مدیریت آن، از دلایل عدم اتخاذ آن توسط متخصصین است (Akinado, ۲۰۲۰)

با این حال، امر جدا سازی قطعات ساختمانی، در معرض چندین چالش است. پروژه های تخریب با عدم قطعیت هایی ناشی از ساختمان، گردش کار و محیط همراه است که یک پیمانکار تخریب بایستی با همه آن ها کنار بیاید. استفاده از فرایند تجزیه اجزای ساختمانی، نسبت به تخریب، زمان بیشتری می برد و طبیعتاً نیاز به کار بیشتری دارد. یکی از پیامدهای این موضوع افزایش هزینه های کارگران ساختمانی است که می تواند تا شش برابر افزایش یابد (Bukunova et al, ۲۰۲۱). همچنین استفاده از اتصالات شیمیایی، به جای استفاده از اتصالات مکانیکی (مثلاً اتصال اجزا با بتن، به جای استفاده از پیچ و عنا صری که قابلیت باز

جدول (۲): نتایج مطلوب و پیامدهای استفاده دوباره از اجزا و قطعات ساختمانی

نتایج مطلوب	پیامدها
مدیریت زباله های ساخت و ساز و تخریب	افزایش پیچیدگی و خطرات
جلوگیری از استخراج مواد اولیه بکر	زمان بر بودن پروسه تجزیه اجزای ساختمانی
جلوگیری از دفع زباله های جامد ناهمگن	افزایش هزینه های کارگران ساختمانی
جلوگیری از انتشار گاز های گلخانه ای	عدم حمایت قوانین و مقررات ساختمانی از این روش
کاهش میزان مصرف انرژی نهفته ^۵	وجود مواد خطرناک در ساختمان ها (مانند آزبست)
کاهش هزینه جداسازی و بازیافت زباله های ساختمانی	وجود مساله عدم قطعیت در مورد گردش صحیح کار
بالا بردن انعطاف ساختمان برای هر گونه پیکربندی مجدد	افزایش هزینه های ناشی از استفاده از اتصالات مکانیکی به جای اتصالات شیمیایی
تغییر چرخه حیات ساختمان ها از حالت خطی به دایره ای	چالش طراحی اجزای باز و بسته شونده در ساخت و ساز

^۵ Embodied Energy (EE)

نتیجه گیری

حوزه تحقیقاتی مدیریت انتهای چرخه حیات ساختمان ها، با استفاده از بیم، پیوندی از سه موضوع متداول در صنعت ساختمان است. دیجیتالی شدن، پایداری و اقتصاد دایره ای. این تحقیق با ارائه یک نمای کلی از حوزه تحقیقات مبتنی بر بیم، که مدیریت انتهای چرخه حیات ساختمان ها را بررسی می کند، به توصیف و تحلیل امکانات موجود در این زمینه می پردازد. سپس مزایا و معایب آن را دسته بندی و ارائه می کند. تکنولوژی بیم، باعث به وجود آمدن شفافیت در امر جداسازی اجزا و عناصر ساختمانی برای استفاده مجدد در پروژه های دیگر می شود. بنابراین، احتمال بروز خطا در این امر به شدت کاهش می یابد. نتایج این تحقیق، نشان می دهد که اجرای روش های مبتنی بر بیم، در سه بخش اصلی مربوط به فعالیت های تخریب کمک کننده است. این فعالیت ها عبارت اند از: تجزیه و تحلیل مدل سازی سه بعدی شرایط موجود، برچسب گذاری عناصری که قابلیت استفاده مجدد دارند، وارد کردن بعد زمان (شبه سازی چهاربعدی) اجزایی که قصد تخریب شان را داریم. موثرترین دستاورد این روش، تغییر چرخه حیات ساختمان از حالت خطی به حالت دایره ای و جلوگیری از مصرف بی رویه مواد اولیه بکر و انرژی نهفته است. همچنین مدیریت زباله های حاصل از تخریب و جلوگیری از انتشار گاز های گلخانه ای نیز از دستاورد های محیطی این تکنولوژی است. به لحاظ عملکردی، استفاده از سازه هایی با قابلیت باز و بسته شدن،

امکان پیکر بندی مجدد برای فضاهای معماری را فراهم می کند.

امکانات تکنولوژی بیم، این قابلیت را در اختیار قرار می دهد که، نرم افزار هایی مانند رویت که مبتنی بر بیم هستند، با استفاده از یک برنامه کاربردی مبتنی بر وب، مانند PHP و MySQL، این اطلاعات را، از مدل بیم استخراج کرده و توسعه دهند، تا با استفاده از اطلاعات ذخیره شده در پایگاه داده برنامه، اجزای قابل استفاده مجدد را برای ساخت و ساز جدید شناسایی و انتخاب کنند. همچنین، اطلاعات قطعاتی که قابلیت استفاده مجدد دارند را، به دست آورده و نهایتاً، دستورالعمل های بازسازی صادر می شود. این موضوع، باعث کارایی عظیمی، در مدیریت پسماند ساخت و ساز و تخریب، تخمین ضایعات و مواد بازیافتی می شود.



11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

References

۱. Kanters, J. (۲۰۱۸). Design for deconstruction in the design process: State of the art. *Buildings*, ۸(۱۱), ۱۵۰.
۲. Marzouk, M., & Elmaraghy, A. (۲۰۲۱). Design for Deconstruction Using Integrated Lean Principles and BIM Approach. *Sustainability*, ۱۳(۱۴), ۷۸۵۶.
۳. Gálvez-Martos, J. L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lahl, B. (۲۰۱۸). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, ۱۳۶, ۱۶۶-۱۷۸.
۴. Guerra, B. C., Leite, F., & Faust, K. M. (۲۰۲۰). 4D-BIM to enhance construction waste reuse and recycle planning: Case studies on concrete and drywall waste streams. *Waste Management*, ۱۱۶, ۷۹-۹۰.
۵. Jain, S., Singhal, S., & Pandey, S. (۲۰۲۰). Environmental life cycle assessment of construction and demolition waste recycling: A case of urban India. *Resources, Conservation and Recycling*, ۱۵۵, ۱۰۴۶۴۲.
۶. Cheshire, D. (۲۰۱۹). Building revolutions: Applying the circular economy to the built environment. Riba Publishing.
۷. Akintola, A., Venkatachalam, S., & Root, D. (۲۰۲۰). Understanding BIM's impact on professional work practices using activity theory. *Construction management and economics*, ۳۸(۵), ۴۴۷-۴۶۷.
۸. Basta, A., Serror, M. H., & Marzouk, M. (۲۰۲۰). A BIM-based framework for quantitative assessment of steel structure deconstructability. *Automation in construction*, ۱۱۱, ۱۰۳۰۶۴.
۹. van den Berg, M., Voordijk, H., & Adriaanse, A. (۲۰۲۱). BIM uses for deconstruction: An activity-theoretical perspective on reorganising end-of-life practices. *Construction Management and Economics*, ۳۹(۴), ۳۲۳-۳۳۹.
۱۰. Zoghi, M., & Kim, S. (۲۰۲۰). Dynamic modeling for life cycle cost analysis of BIM-based construction waste management. *Sustainability*, ۱۲(۶), ۲۴۸۳.
۱۱. Akbarieh, A., Jayasinghe, L. B., Waldmann, D., & Teferle, F. N. (۲۰۲۰). BIM-based end-of-lifecycle decision making and digital deconstruction: Literature review. *Sustainability*, ۱۲(۷), ۲۶۷۰.
۱۲. O'Grady, T. M., Brajkovich, N., Minunno, R., Chong, H. Y., & Morrison, G. M. (۲۰۲۱). Circular Economy and Virtual Reality in Advanced BIM-Based Prefabricated Construction. *Energies*, ۱۴(۱۳), ۴۰۶۵.
۱۳. Jayasinghe, L. B., & Waldmann, D. (۲۰۲۰). Development of a BIM-based web tool as a material and component bank for a sustainable construction industry. *Sustainability*, ۱۲(۵), ۱۷۶۶.
۱۴. Obi, L., Awuzie, B., Obi, C., Omotayo, T. S., Oke, A., & Osobajo, O. (۲۰۲۱). BIM for Deconstruction: An Interpretive Structural Model of Factors Influencing Implementation. *Buildings*, ۱۱(۶), ۲۲۷.
۱۵. Mayer, M. (۲۰۲۰). Material recovery certification for construction workers. *Buildings and Cities*, ۱(۱).
۱۶. Adamu, Z., Jin, R., Ebohon, O., Madanayake, U., & Panuwatwanich, K. (۲۰۲۰, November). Developing a methodological framework of adopting digital twin for deconstruction planning. In *International Conference on Digitalisation Construction for Sustainable Development: Transforming through Innovation*.
۱۷. Çetin, S., De Wolf, C., & Bocken, N. (۲۰۲۱). Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework. *Sustainability*, ۱۳(۱۱), ۶۳۴۸.
۱۸. Bukunova, O., & Bukunov, A. (۲۰۲۰, November). Management of deconstruction of construction objects. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. ۹۶۲, No. ۲, p. ۰۲۲۰۸۵). IOP Publishing.
۱۹. Cristescu, C., Honfi, D., Sandberg, K., Sandin, Y., Shotton, E., Walsh, S. J., ... & Krofl, Ž. (۲۰۲۰). Design for deconstruction and reuse of timber structures—state of the art review.



11th International Conference on Sustainable Development & Urban Construction

Abstract

Design for Deconstruction (DfD) is one of the most challenging methods for efficient end-of-lifecycle management. By using this method, the raw materials of the building under construction can be obtained from the components and elements of the building under demolition. This saves a lot of embodied energy. Nowadays, paying attention to embodied energy has become increasingly important. Because it may be equal to the energy required for its operation. On the other hand, the demolition of buildings, at the end of their life, leads to an increase in construction waste and has an adverse effect on the environment. Therefore, it is very helpful to reuse the elements and components of the building that are being demolished. The most effective factor in this process is the use of prefabricated parts and detachable joints. The information of these parts must be extracted from the three-dimensional file prepared in the BIM process. To identify the information of these elements, a digital bank of building materials and components is defined by the BIM process using a web-based application such as PHP and MYSQL. To do this, label the parts with special codes and schedule time to use them. This research has been done by descriptive-analytical method. Its purpose is to understand how to design with the aim of separating parts and components of the building with the help of BIM and how it affects the design process.

Key Words: Design for Deconstruction (DfD), Building Information Modeling (BIM), ' End of Lifecycle (EoL), Embodied Energy (EE), Digital Bank of Material and Component (M&C)