



## The Study of the Contracts of Building Information Model (BIM) and the Approach to its Contractual Framework Codification

S. Nilchian<sup>1</sup>, J. Majrouhi Sardrood<sup>1\*</sup>, M. Darabpour<sup>2</sup>, Sh. Tavousi Tafreshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Civil Engineering, Azad University Central Tehran Branch, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of Law, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

**ABSTRACT:** Building Information Modeling (BIM) has been created to increase the efficiency and use the abilities of the digital tools in construction projects and is improving more and more. In addition to the benefits of this technology, some new challenges have been raised most of which are related to legal and contractual issues. The routine contracts of the construction industry cannot respond well to the special situation of BIM, and various approaches have been proposed at the international level to resolve this problem. Some of them are under investigation and research to reach an appropriate solution. A specific contractual framework has not been codified in Iran, either. The study of these approaches fulfilled separately and scattered all over the world is a necessity that must be analyzed to present an explicit viewpoint for the decision-makers to achieve an appropriate approach for BIM contractual framework codification. This study investigates 21 cases of the proposed approaches in 7 leading countries in this field (BIM) and receiving the domestic industrial professionals' comments, has compared these approaches and categorized their advantages and disadvantages. The results of this research showed that providing "the contractual appendix of BIM" and its attachment to the existed contracts can be an acceptable approach for removing the contractual problems of BIM. In the end, some proposals were presented for the manner of an appropriate contractual framework along with the country's situation and requirements.

### Review History:

Received: Jan. 25, 2020

Revised: Aug. 31, 2020

Accepted: Sep. 28, 2020

Available Online: Oct. 14, 2020

### Keywords:

BIM

Building information model

Contract

Construction

Law

## 1. INTRODUCTION

Building information modeling (BIM) is a modern method of work and a cultural change in the construction industry using the integration approach. Having a shared responsibility for the project and its success is its main goal. The project must be prepared in a strategic guideline, the planning must be fulfilled widely, and all the problems and weaknesses of the involved parties must be completely revealed [1]. These benefits have made it a favorite in the construction industry and its utilization is improving daily.

Although there are so many benefits and possibilities of using this modern technology, it has caused new challenges. One of these challenges is the legal framework and the contractual bedding of BIM which must be codified by the project authorities to define their relations, interact with each other, and determine their responsibilities. The building digital model is created by all the parties of the project including the employer, designers, contractors, the providers of the facilities, and all the other individuals. Regarding this model, the new authorities and responsibilities are defined for all these involved parties which did not exist before and are neglected in the routine construction industry contracts. Regarding the newness of this technology, one of its challenges for the users is the framework and the type of the contract which must

determine the base of their interactions. Many approaches have been tested for removing the contractual problems and challenges. In 2007, an independent contract was provided in the US to be used instead of the usual contracts. Making the project agents with a new type of construction contract has become a new obstacle for not-welcome this technology due to the newness of the building information modeling and all the other barriers for its execution. So, the contractual orientation of the building information modeling has been changed, and most of the countries and the researchers found that adding a "BIM appendix" to the existed contracts is a more proper way than the codification of an independent contract. Thus, the BIM appendix has been provided for coordinating the existed contracts with the BIM situation since 2007 in the USA, 2012 in Singapore, and 2013 in Great Britain, and has been updated in the next periods.

## 2. METHODOLOGY

The articles and documents regarding the BIM contract provided in the seven pioneer countries in the use of BIM, contracting contracts, and consultant engineers' services in the construction industry in Iran were reviewed. Afterward, several types of solutions were presented to address the contractual deficiencies and shortcomings of the construction

\*Corresponding author's email: j.majrouhi@iauctb.ac.ir



industry in some specific BIM conditions. In this context, considering the possibility of reaching an appropriate contractual framework for application in projects that employ BIM, the use of “independent BIM contract” and “BIM contract attachment”, which are the major solutions in other countries, was studied and developed by comparing them with the advantages and disadvantages of each. To scrutinize the results and the observation of experts, a questionnaire was developed to get the opinions of experts and industry workers who are also familiar with the issue of building information modeling. In this study, due to the lack of BIM in implementation projects and the lack of access to an accurate statistical sample that the participants have engineering, contractual and legal expertise simultaneously, the “snowball” method was used to collect data. By analyzing the results of the study that were obtained through the review of BIM contracts as well as questionnaires, different solutions were classified, and by comparing them, the advantage and disadvantages of each were identified and the results of the research were presented.

### **3. RESULTS AND DISCUSSION**

BIM inherently depends on data produced and shared by several project performers. Therefore, it requires more cooperation between project members compared to traditional projects. Important requirements and prerequisites for BIM modeling are to determine the assignment of contractual issues and clarify the terms and obligations of the BIM parties. Although there is a general belief among users to develop contract documents for BIM, there is no consistent standard method to verify the number of obligations and requirements as well as where BIM documents should be placed in that part of the contract.

In the US, two self-governing organizations have taken some steps to publish the contract and supplement the BIM contract. The American Institute of Architects (AIA) published an independent contract for BIM in 2007 called <sup>TM</sup> 106AIA Document C, which describes how to use and transmit digital data between project participants. That association further published the appendix of AIA Documents E201 7002 in 2007, which was later substituted by E203, G201, and G202. Ultimately, the AIA introduced a series of supplements called AIA Document E203<sup>TM</sup>, 201AIA Document G, and AIA Document G202. In 2008, the Associated General Contractors of America (AGC) published the BIM supplement in two versions (Employer-Designer) and (Employer-Contractor). This appendix is combined with existing construction industry contracts and sets out specific requirements for BIM. This appendix modifies the terms of the standard contract and the relevant issues to this technology, which are beyond the original scope of the standard agreement.

Before the publication of its contracting appendix, the UK developed the BIM Standard in 2009 primarily. Later, it published the BIM supplement in 2013 and finalized it in 2018. This appendix could be attached to all co-construction contracts and supports second-level BIM. In the UK, as in many other countries, instead of concluding a comprehensive

and independent contract, by attaching a special BIM addendum, it has determined the contractual obligations of the project parties. Singapore drafted the BIM contract in 2012 and revised it in 2015. Australia and China have employed special appendixes to adapt to the new requirements resulting from the application of BIM in construction projects. Other countries have explained guidelines or standards for the application of BIM, in which the contractual aspects of BIM are considered and proper contractual provisions are being employed.

The proposed solutions to resolve the contractual obstacles of BIM are classified into two principal categories. The first category, which was less prosperous, is the development of an independent agreement for BIM. Another method that has been considered by many organizations and countries is the adaptation of a “BIM contract appendix” which is provided according to the features of countries and attached to existing standard contracts to correspond with the specific conditions of BIM. Due to the complexity and lack of awareness of the project members with relevant issues to the application of BIM and increasing ambiguity in case of using a new and unfamiliar model for project members, the majority of relevant countries and organizations to BIM prefer to existing manufacturing industry contracts. Therefore, the existing contract frameworks should be maintained and the BIM supplements should be included in the contract only by attaching additions. The advantages and disadvantages of each of these contracting BIM solutions are stated in Table 2 and a summary of BIM guidelines in some of the leading countries in BIM is provided in Table 3 of the article in Persian.

### **4. CONCLUSION**

Project-based contracts, which are united with BIM technology must comply with the terms of this modern technology. Due to the technical and legal novelties in the relation between the employer, contractor, consulting engineer, and other project members when using BIM, there is a need to prepare an appropriate contractual framework that defines their authorities, responsibilities, and limitations. To set up contractual relations modeling, most countries are testing and errors. The result of the investigations revealed that in most cases rather than the preparation of an independent BIM, it is preferable to formulate specific requirements that define the conditions and features that govern the BIM-based project and join the existing agreements. One of the most important reasons for this is to acquaint the factors of the construction industry with standard contracts and lack of the need to control and inspect a new contract and meet the ambiguities and differences in considerations.

Most countries have contributed to the preparation of different construction contracts, such as contracting contracts, consulting services, project management. Given the great familiarity of the various parts of the construction industry to this category of contracts, the provision of a specific type of contract for projects that use BIM technology will cause new confusion and problems. However, it is necessary to develop

a particular contract in which the specific requirements of building information are determined and the tasks of any of the project elements are determined. Comparing the contractual solutions, which have been employed in several countries for the use of BIM, and the results obtained from the questionnaire indicate that it provides more advantages over the provision of a new set and a specific format for BIM. In this thesis, we can use the sample of contracts or standard formats used in this regard, and only the specific requirements of building information modeling are added to the original contract in the form special appendix. To develop the proper contract appendix for BIM to add it to the existing agreements of “consulting engineers” and “agreements and general terms of contracting contracts” is a subject that should be placed on the agenda of the researchers and experts in the construction industry and finally the private and

governmental sectors. Because of the range and diversity of related topics such as the responsibility of each side of the contract, model ownership, availability and change of model to make this important, contractors, consulting engineers, and cooperation with academic researchers have been involved in the development of a particular BIM strategy that can respond to legal, contractual, and technology requirements.

## REFERENCES

- [1] K.H. Martin Egger, Thomas Liebich, Jakob Przybylo, BIM-Guide for Germany Information und guidebook, in: B.a. U.A.B. Federal Ministry for Transport, Federal Republic of Germany (Ed.), Federal Ministry for Transport, Building and Urban Affairs (BMVBS), Federal Republic of Germany, Germany, 2014.

### HOW TO CITE THIS ARTICLE

S. Nilchian, J. Majrouhi Sardrood, M. Darabpour, Sh. Tavousi Tafreshi, *The Study of the Contracts of Building Information Model (BIM) and the Approach to its Contractual Framework Codification*, Amirkabir J. Civil Eng., 53(8) (2021) 715-718.

DOI: [10.22060/ceej.2020.17795.6677](https://doi.org/10.22060/ceej.2020.17795.6677)







## بررسی قراردادهای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) و راهکارهای تدوین چارچوب قراردادی آن

سیامک نیلچیان<sup>۱</sup>، جواد مجروحی سردرد<sup>۱\*</sup>، مهرباب داراب پور<sup>۲</sup>، شهریار طاوسی تفرشی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>گروه عمران، دانشکده مهندسی عمران و منابع زمین، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
<sup>۲</sup>دانشکده حقوق، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

### تاریخچه داوری:

دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۵  
بازنگری: ۱۳۹۹/۰۶/۱۰  
پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۷  
ارائه آنلاین: ۱۳۹۹/۰۷/۲۳

### کلمات کلیدی:

BIM  
مدل‌سازی اطلاعات ساختمان  
قرارداد  
صنعت ساخت  
حقوق

**خلاصه:** مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به منظور افزایش راندمان و بهره‌گیری از توانایی ابزارهای دیجیتالی در پروژه‌های ساخت به وجود آمده و در حال توسعه است. در کنار مزایای این فن‌آوری، چالش‌های جدیدی نیز پدید آمده که بخش مهمی از آنها مسائل حقوقی و قراردادی است. قراردادهای متداول صنعت ساخت توانایی پاسخ‌گویی به شرایط ویژه BIM را ندارند و در سطح بین‌المللی نیز رویکردهای گوناگونی برای رفع این مشکل مطرح شده است. برخی با تدوین قراردادهای جدید و برخی با تهیه پیوست‌های ویژه BIM که به قراردادهای موجود اضافه می‌شوند، با موضوع روبه‌رو شده‌اند. تعدادی نیز هنوز در حال بررسی و پژوهش برای رسیدن به پاسخ مناسب هستند، در ایران نیز هنوز چارچوب قراردادی مشخصی برای BIM تدوین نشده است. بررسی این راهکارها که به صورت جداگانه و پراکنده در اقصی نقاط جهان انجام گردیده‌اند، ضرورتی است که با تجزیه و تحلیل آنها می‌توان دیدگاه روشنی از روش‌های حل مسأله، پیش روی تصمیم‌گیرندگان قرار داد تا بتوانند به رهیافت مناسبی برای تدوین چارچوب قراردادی BIM دست یابند. این مقاله با بررسی ۲۱ مورد از راهکارهای ارائه شده در هفت کشور پیشرو در BIM و نظرسنجی از متخصصین داخلی صنعت ساخت، این راهکارها را مقایسه و مزایا و معایب هر کدام را دسته‌بندی نموده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد تهیه "پیوست قراردادی BIM" و الحاق آن به قراردادهای موجود، می‌تواند راهکار قابل قبولی برای رفع مشکلات قراردادی BIM باشد. در انتها نیز پیشنهادهایی برای چگونگی تدوین چارچوب قراردادی مناسب در تطبیق با شرایط و الزامات موجود کشور ارائه گردیده است.

### ۱- مقدمه

برقراری ارتباط دیجیتالی بین نرم‌افزارهای مختلف امکان تبادل اطلاعات و همکاری یکپارچه بین طراحان را فراهم می‌نماید و با افزایش دقت و یکپارچگی طراحی‌ها، میزان خطاها را بطور قابل توجهی کاهش می‌دهد [۱]. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یک روش نوین کار و یک تغییر فرهنگی در صنعت ساخت با استفاده از رویکرد یکپارچه‌سازی است. داشتن مسئولیت مشترک در پروژه و موفقیت آن هدف اصلی است. پروژه می‌بایست در یک راهبرد استراتژیک آماده شود، برنامه‌ریزی باید به طور گسترده انجام و تمام مشکلات و ضعف‌های طرفین به طور کامل آشکار گردد [۲]. این مزایا موجب گردیده که استفاده از این فن‌آوری در صنعت ساخت با اقبال مواجه

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان که به اختصار BIM<sup>۱</sup> نامیده می‌شود، فرآیند توسعه و تولید مدل رایانه‌ای به منظور شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و عملیات اجرای ساختمان می‌باشد. مدل به دست آمده از BIM، یک مدل دیجیتال غنی از داده، شی‌گرا، هوشمند و پارامتریک است که هر کدام از خروجی‌ها و داده‌های آن برای پاسخگویی به نیازهای گوناگون کاربران مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یک فن‌آوری است که با

1 Building Information Model

\* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: J.Majrouhi@iauctb.ac.ir



شده و به طور روزافزونی در کشورهای مختلف و ایران گسترش یابد. چگونگی اجرایی نمودن مدل‌سازی اطلاعات ساختمان موضوعی است که مورد توجه صنعت ساخت قرار دارد. بکارگیری این فن‌آوری نوین در کنار مزایا و توانایی‌های بسیار خود، چالش‌های جدیدی را نیز در پی داشته است. یکی از این چالش‌ها چارچوب‌های حقوقی و بستر قراردادی BIM است که دست اندرکاران پروژه می‌بایست با آن روابط خود را تعریف و با یکدیگر تأمل نموده و مسئولیت‌های هر کدام مشخص گردد. با اضافه شدن مدل دیجیتال‌سازی ساختمان که در ایجاد آن طرفین پروژه از کارفرما و مهندسان طراح معمار گرفته تا محاسبان سازه، مهندسان تأسیسات، پیمانکاران اصلی و فرعی، تأمین‌کنندگان تجهیزات و سایر عوامل با یکدیگر در تعامل هستند، اختیارات و مسئولیت‌های جدیدی برای هر کدام از آنان به وجود آمده که تا پیش از این وجود نداشته و در قراردادهای موجود صنعت ساخت به این مقوله نیز پرداخته نشده است و می‌بایست توسط چارچوب‌های قراردادی و حقوقی مناسب به روشنی تدوین گردد. بستر قراردادی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌بایست تمامی طرفین پروژه را به پیروی از سازوکار BIM ملزم نماید. با توجه به جدید بودن این فن‌آوری یکی از چالش‌هایی که استفاده‌کنندگان از آن دست به گریبان هستند، چارچوب و نوع قراردادی است که می‌بایست اساس روابط بین آنها را تعیین نماید. در حال حاضر مقررات و قراردادهای بسیاری از کشورها فاقد شرایط مناسب برای همکاری ارکان پروژه در طراحی، ساخت، تدارکات و تبادل اطلاعات به صورت الکترونیکی است.

با توجه به اهمیت و جایگاه قرارداد در صنعت ساخت و کلیدی بودن آن در تنظیم روابط و تبیین وظایف و مسئولیت‌های عوامل پروژه و رفع اختلافات احتمالی بین آنها و نیز به منظور فراهم آوردن زیرساخت‌های لازم برای پیاده‌سازی و بکارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان موضوع قراردادهای BIM در بسیار از کشورهایی که این فن‌آوری در آنها گسترش یافته، مورد توجه قرار دارد. برای رفع مشکلات و چالش‌های قراردادی رویکردهای گوناگونی مورد آزمون و خطا قرار گرفته است. در ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۰۷ قراردادی مستقل به منظور جایگزین نمودن آن با قراردادهای مرسوم تهیه شد. به دلیل نبودن مبحث مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و موانع بسیاری که برای اجرایی نمودن آن وجود دارد، آشنا نمودن عوامل پروژه با یک نوع جدید از قراردادهای ساخت خود مانع جدیدی برای عدم استقبال

از این فن‌آوری گردید. از این رو، جهت‌گیری قراردادی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نیز تغییر نمود و اکثر کشورها و پژوهشگران اضافه نمودن یک "پیوست BIM" به قراردادهای موجود صنعت ساخت را روشی مناسب‌تر نسبت به تدوین قراردادی مستقل یافته‌اند. به طوری که در ایالات متحده نیز از سال ۲۰۰۷ و در سنگاپور در سال ۲۰۱۲ و در بریتانیا در سال ۲۰۱۳ پیوست BIM برای هماهنگ نمودن قراردادهای موجود با شرایط مدل‌سازی اطلاعات ساختمان تهیه گردیدند و در دوره‌های زمانی بعدی بروزرسانی شده‌اند.

## ۲- روش انجام پژوهش

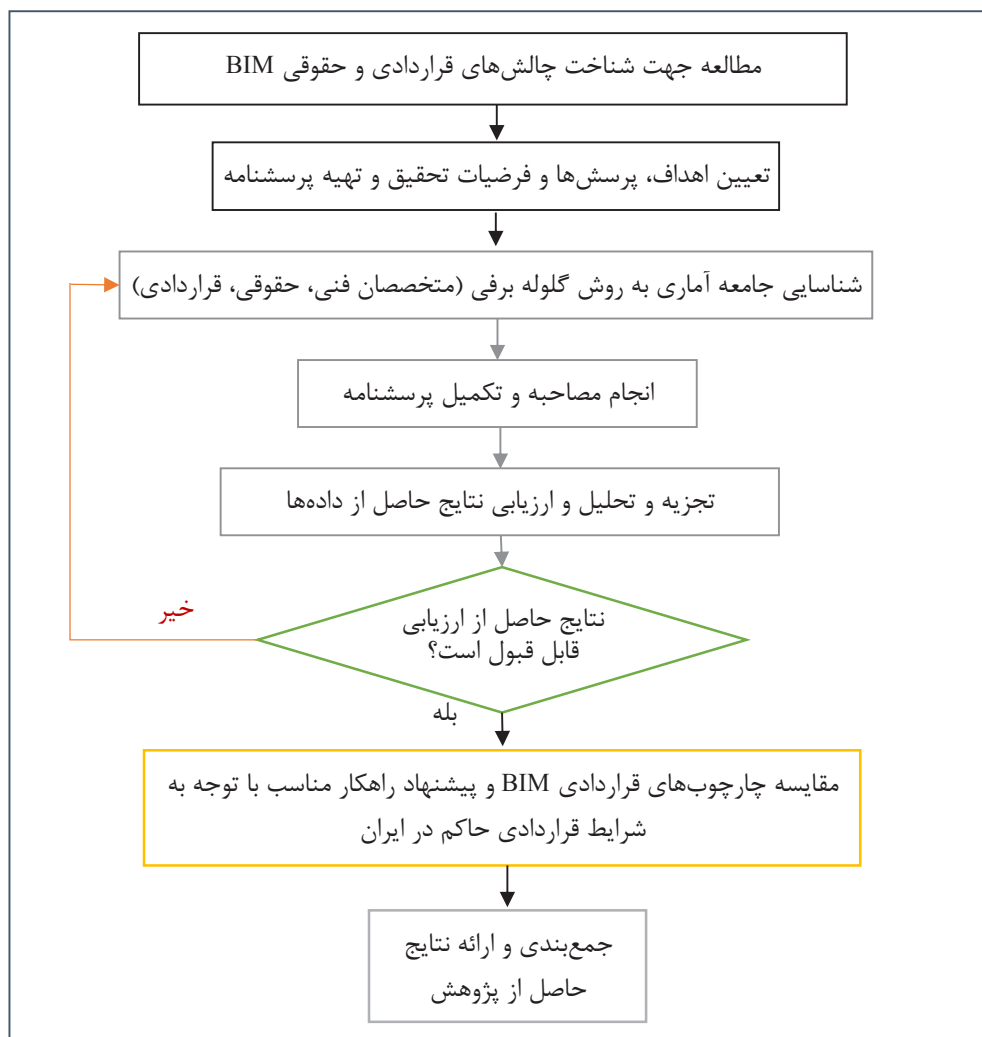
همان‌گونه که بیان شد، هدف این مقاله آشنایی با انواع راهکارهای قراردادی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و بررسی مزایا و معایب آنها جهت ارائه پیشنهادی کاربردی برای تدوین چارچوبی مناسب قراردادی BIM در کشور است. این پژوهش با تحقیق کتابخانه‌ای مقالات و نیز اسناد و مدارک قراردادی BIM تهیه شده در هفت کشوری که در استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان پیشرو هستند و نیز قراردادهای پیمانکاری و خدمات مهندسان مشاور در صنعت ساخت کشور را مرور نموده و سپس انواع راهکارهای ارائه شده برای رفع کمبودها و کاستی‌های قراردادی صنعت ساخت در مواجهه با شرایط ویژه BIM را بررسی کرده است. در این زمینه با فرض امکان رسیدن به یک چارچوب قراردادی مناسب برای بکارگیری در پروژه‌هایی که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را بکار می‌برند، استفاده از "قرارداد مستقل BIM" و "پیوست قراردادی BIM" که راهکارهای اصلی در سایر کشورها است، مورد مطالعه و تحقیق قرار گرفته و با مقایسه آنها مزایا و معایب هر کدام تدوین شده است. به منظور تدقیق نتایج و کسب نظر متخصصان داخلی، پرسشنامه‌ای برای اخذ نظرات خبرگان و فعالان حوزه صنعت ساخت کشور که با موضوع مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نیز آشنایی داشته باشند، تدوین گردید. در پژوهش‌های کیفی و هنگامی که جامعه آماری محدود و نامشخص باشد و نتوانیم جامعه آماری متناسب با تحقیق را بیابیم از روش "گلوله برفی" استفاده می‌شود. در این پژوهش نیز به علت نامشخص بودن جامعه آماری از پیش تعیین شده در کنار محدود بودن بکارگیری BIM در پروژه‌های اجرایی کشور و عدم دسترسی به یک جامعه آماری صحیح که اعضای آن همزمان به جنبه‌های مهندسی، قراردادی و حقوقی تسلط داشته

گردیده، امکانات بسیار خوبی برای طراحی و اجرای پروژه در اختیار طراحان و سازندگان قرار گیرد. با این وجود به دلیل شرایط جدید کار در محیط BIM مسائل و چالش‌هایی در پیاده سازی و بکارگیری مدل سازی اطلاعات ساختمان به وجود می‌آید که می‌بایست با شناخت دقیق آنها راهکارهایی برای رفع مشکلات آتی ارائه گردد. علی‌رغم مزایا و جذابیت‌های فراوان استفاده از مدل سازی اطلاعات در صنعت ساخت، چالش‌های قراردادی و حقوقی پیرامون آن می‌تواند مانع از گسترش و فراگیر شدن هر چه بیشتر این فن‌آوری شود. مسائل حقوقی مرتبط با مدل سازی اطلاعات ساختمان همواره یکی از چالش مهم شناخته شده است و لزوم تنظیم روابط قراردادی و

باشند، از روش گلوله برفی برای گردآوری اطلاعات و داده‌ها استفاده شد و با تکمیل این پرسشنامه توسط سی نفر از فعالان حوزه‌های قراردادی، مهندسی و حقوقی صنعت ساخت نظرات آنان جمع‌آوری گردید. با تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق که از مرور قراردادهای BIM و نیز پرسشنامه به دست آمدند، راهکارهای مختلف دسته‌بندی و تفکیک شدند و با مقایسه بین آنها مزایا و معایب هر کدام تبیین و نتایج تحقیق ارائه گردید. به طور خلاصه روش تحقیق مقاله در شکل ۱ بیان شده است.

### ۳- چالش‌های حقوقی و تنگناهای قراردادی BIM

ویژگی‌های منحصر به فرد مدل سازی اطلاعات ساختمان سبب



شکل ۱. فرآیند انجام پژوهش

Fig. 1. Research process

جدول ۱. رتبه بندی موضوعات حقوقی و قراردادی در BIM [۵]  
Table 1. Ranking of legal and contractual issues in BIM

رتبه	موضوع
یکم	مالکیت مدل
دوم	روابط قراردادی بین طرفین BIM
سوم	مسئولیت طراحی
چهارم	اعتماد به داده‌ها
پنجم	تکامل مدل و مسئولیت آن
ششم	اشتراک‌گذاری اطلاعات دارای مالکیت معنوی
هفتم	کمیابها در ارتباط با استانداردهای، رویه قضایی و مقررات
هشتم	حقوق مالکیت معنوی
نهم	تغییر در قراردادهای استاندارد
دهم	اختلافات و ادعاهای قراردادی
یازدهم	انتقال ریسک
دوازدهم	استاندارد طراحی
سیزدهم	انگیزه مالی در BIM
چهاردهم	هشدار خطای طراحی
پانزدهم	مسئولیت نرم‌افزار
شانزدهم	بیمه اضافی پروژه

و چالش‌های حقوقی و قراردادی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان انجام گردیده است که نتایج آن در شانزده موضوع مهم این حوزه به شرح جدول ۱ رده‌بندی شده‌اند [۵].

با وجود اهمیت همگی این موضوعات، بر اساس تحقیقات حاصل از اجرایی کردن سطح دوم BIM در انگلستان، پنج چالش اصلی حقوقی در این خصوص عبارتند از: مالکیت مدل، الحاق BIM به قرارداد طرفین پروژه، عدم ایجاد رویه قضایی مرتبط با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، اعتماد به داده‌ها، تکامل مدل و مسئولیت آن، حقوق مالکیت معنوی و به اشتراک گذاری اطلاعات کپی‌رایت [۵]. پژوهش صورت گرفته نشان می‌دهد مالکیت مدل و روابط قراردادی بین طرفین در مدل اطلاعات دیجیتال ساختمان و مسئولیت طراحی مهمترین دغدغه‌های پیش‌روی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان است و بدین جهت در قراردادها یا موافقت‌نامه‌های این حوزه می‌بایست با دقت بیشتری مورد توجه قرار گیرند. از سوی دیگر مسائل حقوقی بین سطوح مختلف بلوغ BIM متفاوت است و نیاز به تولید پروتکل‌ها و دستورالعمل‌هایی است که به این مسائل نیز رسیدگی کند [۶].

موافقت‌نامه‌های ویژه‌ای که بتواند اهداف و نتایج مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را تضمین نماید، مورد تأکید قرار دارد. درک چگونگی بکارگیری BIM و استفاده از آن در یک پروژه، پایه لازم برای تهیه متن قراردادی بالقوه را فراهم می‌آورد. در این زمینه، دو ویژگی متمایز نسبت به شیوه‌های ساخت سنتی وجود دارد که عبارتند از: (۱) BIM می‌تواند یک منبع اطلاعاتی برای پروژه باشد (به عنوان یک مجموعه داده تک یا مجموعه‌ای از داده‌های یکپارچه یا مرتبط)؛ (۲) طرفین قرارداد می‌توانند برای تولید یک مدل مجازی یکپارچه یا چندگانه به عنوان بخشی از فرآیند BIM کمک نمایند [۳]. مهندسان تنها افرادی نیستند که چگونه کار کردن در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را یاد می‌گیرند. به همان اندازه که طراحان می‌توانند مدل‌های BIM خود را ایجاد کنند، وکلای و دیگر متخصصان نیز برای ایجاد روابط حقوقی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در تلاش‌اند و در این بحث شرکت می‌نمایند. بنابراین باید در هنگام ایجاد پروژه‌هایی که به یک گردش کار BIM متکی هستند، از مسائل حقوقی و قانونی مختلف مطلع باشیم [۴]. در این خصوص تحقیقی در انگلستان بر روی مسائل



یا نیاز به تدوین چارچوب قراردادی دیگری است. با توجه به زمان تدوین اغلب این قراردادها که قبل از فراگیری فن‌آوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بوده‌اند، در حال حاضر هیچ یک از قراردادهای موجود در کشور که اغلب توسط سازمان برنامه و بودجه تهیه و ابلاغ گردیده است، اشاره‌ای به BIM و موضوعات مرتبط با آن ننموده است. ۸۰ درصد از فعالان صنعت ساخت نیز که به پرسشنامه این پژوهش پاسخ داده‌اند، قراردادهای موجود کشور را برای بکارگیری در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان مناسب نمی‌دانند. با وجود این که طیف گسترده‌ای از قراردادهای صنعت ساخت در کشور تهیه شده است، نیاز به تدوین مقررات ویژه برای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان وجود دارد.

#### ۵- دستورات عمل‌ها و بسترهای قراردادی BIM در سایر کشورها

با گسترش و رواج یافتن مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه‌های ساخت، تغییرات قراردادی متناسب با آن نیز در حال شکل‌گیری است. در خصوص امور قراردادی و نیز مسائل حقوقی و اختلافات فی‌مابین ارکان پروژه مطالعات و اقداماتی در کشورهای مختلف انجام شده که نتیجه آنها تدوین قراردادها و شرایط فنی و حقوقی برای روشن نمودن وظایف و مسئولیت‌های طرفین پروژه در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌باشد. با این وجود به دلیل نو بودن این ابزار، بسیاری از مسائل و مشکلات موجود در این بخش به تدریج آشکار و گریبان متخصصان و ذینفعان را می‌گیرد.

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به طور ذاتی وابستگی زیادی به داده‌هایی که توسط عوامل مختلف پروژه ایجاد و به اشتراک گذارده می‌شوند، دارد و از این رو نیازمند همکاری بیشتر اعضای پروژه نسبت به پروژه‌های سنتی است. یکی از مهم‌ترین چالش‌های قراردادی BIM این موضوع است که آیا "مدل اطلاعات ساختمان" نیز به عنوان یکی از اسناد قرارداد محسوب شود یا خیر؟ اگر این مدل یکی از اسناد قرارداد باشد، پیمانکار مجبور خواهد شد که کار را مطابق با آن انجام دهد و این امر مدل را به مدرکی بسیار مهم تبدیل می‌کند. معمولاً نقشه‌های اجرایی و کارگاهی جزء اسناد قراردادی نیستند و اگر آنها با طرح و مشخصات فنی قرارداد مطابقت نکنند، پیمانکار مسئول خطاهای ناشی از آنها خواهد بود. از سوی دیگر، مدل دیجیتال

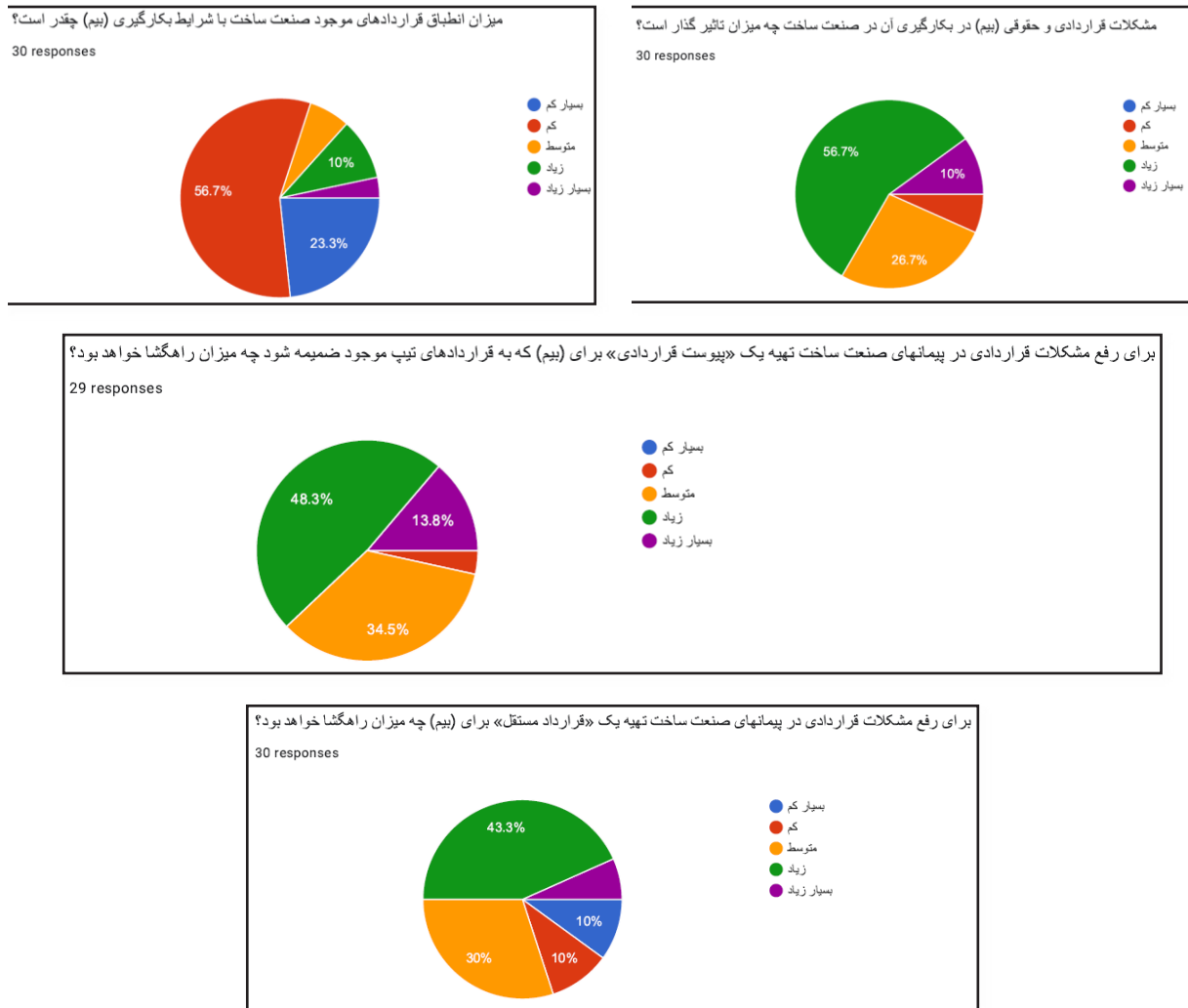
نتایج حاصل از پرسشنامه تهیه شده برای این پژوهش نیز نشان می‌دهد ۶۶/۷ درصد پاسخ‌دهندگان که از متخصصان صنعت ساخت کشور بوده و با روش گلوله برفی انتخاب شده‌اند، مشکلات قراردادی و حقوقی را دارای تأثیر زیاد یا خیلی زیاد در بکارگیری BIM می‌دانند. میزان انطباق قراردادهای موجود صنعت ساخت با شرایط بکارگیری BIM نیز به نظر ۸۰ درصد آنان کم یا خیلی کم است. ضمناً ۶۲/۱ درصد پرسش‌شوندگان تهیه «پیوست قراردادی» که به قراردادهای تیپ موجود ضمیمه شود را در حد زیاد یا خیلی زیاد راهگشا مسائل قراردادی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان اعلام کرده‌اند و در مقابل به نظر آنان تهیه یک «قرارداد مستقل» برای BIM تنها ۵۰ درصد می‌تواند به میزان زیاد یا خیلی زیاد مناسب باشد. نمودارهای زیر نتیجه بررسی این موضوع می‌باشد.

#### ۴- قراردادهای صنعت ساخت کشور

در ایران اغلب قراردادهای صنعت ساخت توسط سازمان برنامه و بودجه تهیه شده و به طور گسترده در بخش دولتی و غیر دولتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. قراردادهای صنعت ساخت از اجزای مختلفی تشکیل می‌شوند که با توجه به نوع و شرایط پروژه می‌تواند کم یا زیاد گردد. این قراردادها به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود معمولاً از موافقت‌نامه، شرایط عمومی پیمان، شرایط خصوصی پیمان، فهرست بها و مقادیر کار، شرح خدمات قرارداد، برنامه زمان‌بندی، نحوی محاسبه حق‌الزحمه، چارت سازمان انجام کار، خواسته‌های کارفرما، مشخصات فنی عمومی و خصوصی، سایر مقررات حاکم بر پیمان تشکیل شده‌اند. به طور کلی مهم‌ترین قراردادهای این صنعت در ایران عبارتند از؛ قراردادهای سه‌عاملی (کارفرما، مشاور، پیمانکار)، قراردادهای طرح و ساخت<sup>۱</sup>، قراردادهای EPC<sup>۲</sup>، قراردادهای پیمان‌مدیریت<sup>۳</sup>، قراردادهای پیمانکار جامع<sup>۴</sup>، قراردادهای مشارکت در سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری مانند: BOT, BOO, BLT, BLOT، قراردادهای مهندسان مشاور، قراردادهای مدیریت طرح (عامل چهارم)، قراردادهای نظارت کارگاهی می‌باشند.

مهمترین پرسش مطرح آن است که آیا قراردادهای موجود امکان پاسخگویی به کلیه نیازهای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را دارند

- 1 Design & Built
- 2 Engineering Procurement Construction
- 3 Contract Management
- 4 General Contractor



شکل ۲. نمودارهای نتایج پرسشنامه  
Fig. 2. Questionnaire results charts

زمینه اجرایی نمودن مدل سازی اطلاعات ساختمان در پروژه های خود پیشرو هستند، برای رفع این مشکلات راهکارهای مختلفی را در پیش گرفته اند که در ادامه به برخی از آنها پرداخته خواهد شد.

#### ۶- ایالات متحده امریکا

برخی کشورها برای اجرایی نمودن مدل سازی اطلاعات ساختمان استانداردهایی را تعریف نموده اند تا دست اندرکاران این فن آوری روابط خود را بر اساس آن تنظیم نمایند. ایالات متحده امریکا در این زمینه پیشتاز است. اولین بخش استاندارد مدل سازی اطلاعات ساختمان توسط "موسسه ملی علوم ساختمان"<sup>۱</sup> در سال ۲۰۰۷

ساختمان در طول دوران پروژه به تدریج تکامل پیدا می کند و طرفین پروژه می بایست با توجه به اینکه مدل چگونه و چه زمانی به اهداف مورد نظر خود می رسد، مشکلاتی که گریبان گیر اجرای پروژه است را برطرف نمایند. موضوع مهم دیگر در ارتباط با اولویت بندی اسناد و مدارک قراردادی است. در صورت اختلاف یا عدم انطباق مدل با سایر اسناد قرارداد، مانند نقشه های مستقل و مشخصات فنی یا اسناد طراحی دیگر، تعیین اولویت اسناد بسیار مهم خواهد بود. اگر مدل دیجیتال پروژه به عنوان یک مدل یکپارچه و هماهنگ استفاده شود و تیم های طراحی موظف به تکمیل آن بر اساس وظایف خود در پروژه باشند، مدل باید بالاترین اولویت را در میان تمام اسناد و داده های طراحی داشته باشد. با توجه به این موضوع کشورهایی که در

1 National Institute of Building Sciences (NIBS)

عمده‌ای در مسئولیت‌های آنها به وجود نیاید. از سوی دیگر، با افزودن پیوست BIM، سه طرف اصلی پروژه خود را برای انجام وظایف مرتبط با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و پذیرش مسئولیت‌های مربوط به آن متعهد می‌دانند [۷]. یکی از مزایای ایجاد روابط قراردادی جداگانه بین (الف) کارفرما و طراح و (ب) کارفرما و پیمانکار آن است که با این کار مسائل محرمانه بین کارفرما با طراح و پیمانکار محفوظ خواهد ماند. قرارداد حاکم به عنوان موافقت‌نامه‌ای که پیوست BIM به آن ضمیمه شده در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر آن پیوست BIM ممکن است به قراردادی بغیر از قرارداد اصلی ضمیمه گردد. در این حالت بسته به آن که کدامیک از قراردادها بررسی می‌شوند، پیوست BIM مورد عمل قرار می‌گیرد. طرفین قرارداد (کارفرما، مهندس مشاور، پیمانکار، پیمانکار جزء، تأمین کننده، ...) در پیوست BIM همان طرفین در قرارداد اصلی یا قراردادهای وابسته هستند [۸]. به عنوان مثال هنگامی که قرارداد مورد بررسی قرارداد پیمانکار با پیمانکار جزء است، قرارداد بین آن دو قرارداد اصلی و قرارداد بین کارفرمای پروژه و پیمانکار اصلی به عنوان قرارداد وابسته در نظر گرفته می‌شود. ضمناً پیوست BIM برخی از تعاریف قرارداد اصلی و قراردادهای وابسته را تغییر می‌دهد (۲،۳) BIM ۳۰۱ Consensus DOCS Addendum

"پیوست BIM" دو نوع مدل را از هم تفکیک می‌نماید؛ "مدل طراحی" و "مدل ساخت". در "پیوست BIM" مدل‌های طراحی همانند اسناد طراحی دو بعدی است. "پیوست BIM" مدل طراحی را به عنوان مدلی تعریف می‌نماید که به مرحله تکامل رسیده و معمولاً توسط معمار یا مهندس مشاور در اسناد ساخت دو بعدی استفاده می‌شود. تمام طراحی‌های انجام شده توسط تیم طراحان به منظور ایجاد یک مدل کامل انجام می‌شود که "پیوست BIM" آنها را به عنوان یک مدل متشکل از طراحی سازه، معماری، مکانیک، برق، تأسیسات و ... می‌شناسد [۸]. همانند آنچه که یک "مدل طراحی" معادل طراحی دو بعدی است، "پیوست BIM" "مدل ساخت" را معادل نقشه‌های کارگاهی و سایر اطلاعات لازم برای ساخت تعریف می‌کند. یکی دیگر از مفاهیم مهمی که در "پیوست BIM" تعریف شده است "مدل فدرال" است. مدل فدرال به عنوان "مدل متشکل از مؤلفه‌های متصل اما متمایزی است که طراحی‌های مشتق شده از

منتشر گردید و در آوریل ۲۰۱۰ ویرایش دوم راهنمای بکارگیری پروژه BIM در ایالات متحده انتشار یافت. اتحادیه پیمانکاران ایالات متحده (AGC) و انجمن معماران امریکا (AIA) نیز در این خصوص اقدامات متعددی انجام داده‌اند که در ادامه بررسی می‌گردند.

#### ۶-۱- اتحادیه پیمانکاران ایالات متحده (AGC)<sup>۱</sup>

برای تعیین نوع قرارداد مناسب مدل‌سازی اطلاعات ساختمان چالش‌های بسیاری روبروی تدوین‌کنندگان مقررات مرتبط با آن در اتحادیه پیمانکاران ایالات متحده وجود داشت و در نهایت آنها در ژوئیه ۲۰۰۷ به این نتیجه رسیدند که به جای تلاش برای تهیه پیش‌نویس کلیه قراردادهای استاندارد خاص BIM "کارفرما - طراح" و "کارفرما - پیمانکار"، بهترین روش استفاده از قراردادهای موجود بین کارفرما-طراح و قراردادهای استاندارد کارفرما-پیمانکار که به طور گسترده در صنعت ساخت استفاده می‌شود، است. تهیه‌کنندگان پیش‌نویس الحاقیه BIM اعتقاد داشتند هر تلاشی برای نوشتن اسناد قراردادی استاندارد و هرگونه تغییر در مسئولیت‌های قراردادی و یا تخصیص ریسک تنها مانع دیگری برای اجرای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان خواهد شد. لذا در نهایت تصمیم گرفته شد تا آنچه که در ابتدا "الحاقیه BIM<sup>۲</sup>" نامیده شد و بعدها "پیوست BIM<sup>۳</sup>" نامگذاری گردید را به عنوان راهکار ارائه نماید [۷].

اتحادیه پیمانکاران ایالات متحده نوعی الحاقیه قراردادهای BIM را در ۳۰ ژوئن ۲۰۰۸ ارائه نمود. این فرمت قراردادی تحت عنوان The BIM Addendum ۳۰۱ Consensus DOCS معرفی گردید و آخرین نسخه آن در سال ۲۰۱۵ منتشر شده است. این پیوست شرایط قرارداد استاندارد را که به آن پیوست می‌گردد، تغییر داده و موضوعات مرتبط با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان که فراتر از محدوده اولیه موافقت‌نامه استاندارد موجود است را اصلاح می‌نماید. "پیوست BIM" تنها به عنوان الحاقیه‌ای به قرارداد استاندارد اضافه می‌شود و جایگزینی برای قراردادهای استاندارد موجود نمی‌باشد. این پیوست به صورت یکسان به قرارداد "کارفرما-مشاور" و نیز "کارفرما-پیمانکار" اضافه می‌شود. این کار سبب می‌شود روابط قراردادی بین اعضای اصلی پروژه (کارفرما، مشاور، پیمانکار) همچنان برقرار بماند و تغییر

4 Design Model  
5 Federated Model

1 Associated General Contractors of America (AGC)  
2 BIM Rider  
3 BIM Addendum

مدل‌ها، متون و سایر منابع داده‌ای را شامل می‌شود و با وجود ارتباط با یکدیگر هویت و یکپارچگی خود را از دست نمی‌دهند، به طوری که تغییر در یکی از اجزا مدل فدرال تغییری در مدل جزئی دیگر آن مدل ایجاد نمی‌کند" [۸]. مدل‌هایی که توسط عوامل پروژه به وجود می‌آیند، به یک مدل اصلی متصل نمی‌شوند، بلکه به عنوان مدل‌های جزئی و متمایز باقی می‌مانند. بنابراین، یک مدل فدرال را می‌توان در هر زمان با پیوند هر تعداد یا ترکیبی از مدل‌ها که توسط عوامل پروژه تهیه شده‌اند، ایجاد کرد. یک مدل فدرال می‌تواند برای اهداف مختلف از جمله؛ تشخیص برخورد بین اجزای پروژه<sup>۱</sup>، بازاریابی و تعمیر و نگهداری تجهیزات، استفاده نمود. یکی از ویژگی‌های مهم مدل فدرال آن است که مشارکت هر کدام از دست‌اندرکاران پروژه از دیگری جدا است و هیچ کدام از عوامل پروژه نمی‌توانند مدل تهیه شده توسط دیگری را تغییر دهد. بنابراین، فرآیند تا حد زیادی شفاف است. این امر کمک می‌کند تا تمایز بین طراحی و ساخت و همچنین بین طراح و پیمانکار حفظ شود [۷].

در کنار مزایایی که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به وجود می‌آورد، ریسک‌هایی را نیز به پروژه اضافه می‌کند که می‌بایست به عوامل پروژه اختصاص داده شوند. "پیوست BIM" تلاش می‌کند تا این ریسک‌ها را به طور منصفانه و کارآمد به عوامل پروژه تخصیص دهد. یکی از ریسک‌های منحصر به فرد در پروژه‌هایی که در بستر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان اجرا می‌شوند، هنگامی به وجود می‌آید که عوامل پروژه به اطلاعات و مدل که توسط عوامل دیگر پروژه ایجاد شده اعتماد و اتکا نمایند، در حالی که اطلاعات آنها صحیح نباشد. برای رفع این ریسک در "پیوست BIM" مسئولیت هر کدام از طرفین پروژه در ارتباط با داده‌ها بر اساس سهم آنها در تهیه مدل یا دسترسی آنها به مدل تعیین می‌گردد (5.1 - Consensus DOCS 301 BIM Addendum). در پیوست BIM برای تضمین جبران خسارات احتمالی ناشی از عملکرد هر کدام از طرفین قرارداد، تهیه بیمه‌نامه به نفع سایر دست‌اندرکاران پروژه پیش‌بینی شده است (5.7 - Consensus DOCS 301 BIM Addendum).

یکی دیگر از ریسک‌های مرتبط با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان خطر عملکرد نامناسب و ضعیف نرم‌افزار است. هر چند ممکن است این‌گونه ریسک‌ها در پروژه‌های سنتی نیز به وجود آید ولی تأثیر آن

مدل‌ها، متون و سایر منابع داده‌ای را شامل می‌شود و با وجود ارتباط با یکدیگر هویت و یکپارچگی خود را از دست نمی‌دهند، به طوری که تغییر در یکی از اجزا مدل فدرال تغییری در مدل جزئی دیگر آن مدل ایجاد نمی‌کند" [۸]. مدل‌هایی که توسط عوامل پروژه به وجود می‌آیند، به یک مدل اصلی متصل نمی‌شوند، بلکه به عنوان مدل‌های جزئی و متمایز باقی می‌مانند. بنابراین، یک مدل فدرال را می‌توان در هر زمان با پیوند هر تعداد یا ترکیبی از مدل‌ها که توسط عوامل پروژه تهیه شده‌اند، ایجاد کرد. یک مدل فدرال می‌تواند برای اهداف مختلف از جمله؛ تشخیص برخورد بین اجزای پروژه<sup>۱</sup>، بازاریابی و تعمیر و نگهداری تجهیزات، استفاده نمود. یکی از ویژگی‌های مهم مدل فدرال آن است که مشارکت هر کدام از دست‌اندرکاران پروژه از دیگری جدا است و هیچ کدام از عوامل پروژه نمی‌توانند مدل تهیه شده توسط دیگری را تغییر دهد. بنابراین، فرآیند تا حد زیادی شفاف است. این امر کمک می‌کند تا تمایز بین طراحی و ساخت و همچنین بین طراح و پیمانکار حفظ شود [۷].

در کنار مزایایی که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به وجود می‌آورد، ریسک‌هایی را نیز به پروژه اضافه می‌کند که می‌بایست به عوامل پروژه اختصاص داده شوند. "پیوست BIM" تلاش می‌کند تا این ریسک‌ها را به طور منصفانه و کارآمد به عوامل پروژه تخصیص دهد. یکی از ریسک‌های منحصر به فرد در پروژه‌هایی که در بستر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان اجرا می‌شوند، هنگامی به وجود می‌آید که عوامل پروژه به اطلاعات و مدل که توسط عوامل دیگر پروژه ایجاد شده اعتماد و اتکا نمایند، در حالی که اطلاعات آنها صحیح نباشد. برای رفع این ریسک در "پیوست BIM" مسئولیت هر کدام از طرفین پروژه در ارتباط با داده‌ها بر اساس سهم آنها در تهیه مدل یا دسترسی آنها به مدل تعیین می‌گردد (5.1 - Consensus DOCS 301 BIM Addendum). در پیوست BIM برای تضمین جبران خسارات احتمالی ناشی از عملکرد هر کدام از طرفین قرارداد، تهیه بیمه‌نامه به نفع سایر دست‌اندرکاران پروژه پیش‌بینی شده است (5.7 - Consensus DOCS 301 BIM Addendum).

یکی دیگر از ریسک‌های مرتبط با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان خطر عملکرد نامناسب و ضعیف نرم‌افزار است. هر چند ممکن است این‌گونه ریسک‌ها در پروژه‌های سنتی نیز به وجود آید ولی تأثیر آن

#### ۲-۶-۲- انجمن معماران امریکا (AIA)<sup>۳</sup>

انجمن معماران امریکا در خصوص بکارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و تدوین مقررات و شرایط قراردادی آن پیشرو است. این انجمن برای رفع مسائل قراردادی BIM دو نوع راهکارها مختلف را مطرح کرده است. راهکار اول ابلاغ موافقت‌نامه‌ای ویژه و مستقل برای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان است که روابط بین عوامل پروژه در بستر دیجیتالی را تنظیم می‌نماید. این انجمن پیوست‌های قراردادی دیجیتالی که به پیمان‌های استاندارد موجود اضافه می‌شوند را نیز تدوین و منتشر نموده است که مانند الحاقیه به قرارداد اضافه شده و به منظور تدوین مسائل دیجیتالی پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### ۲-۶-۱- موافقت‌نامه دیجیتالی انجمن معماران امریکا

اولین نسخه موافقت‌نامه دیجیتالی انجمن معماران امریکا در اکتبر

2 Intellectual Property  
3 The American Institute of Architects

1 Clash detection



لوله‌کشی،<sup>۶</sup> سری ۵: طراحی سازه،<sup>۷</sup> سری ۶: تضمین کیفیت،<sup>۸</sup> سری ۷: برآورد مقادیر،<sup>۹</sup> سری ۸: استفاده از مدل برای تجسم‌سازی،<sup>۱۰</sup> سری ۹: استفاده از مدل در تحلیل مکانیکال، الکترونیکال و لوله‌کشی،<sup>۱۱</sup> سری ۱۰: تجزیه و تحلیل انرژی،<sup>۱۲</sup> سری ۱۱: مدیریت پروژه BIM،<sup>۱۳</sup> سری ۱۲: استفاده از مدل‌ها در مدیریت تسهیلات<sup>۱۴</sup> و سری ۱۳: استفاده از مدل‌ها در ساخت<sup>۱۵</sup>. علاوه بر بکارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه‌های ساختمانی، فنلاند در استفاده از این فن‌آوری در پروژه‌های زیربنایی نیز پیشرو است. در این ارتباط سه مجموعه؛ دستورالعمل‌ها و الزامات مدل عمومی زیرساخت<sup>۱۶</sup>، فرمت تبادل اطلاعات مدل زیرساخت در فنلاند<sup>۱۷</sup> و سیستم طبقه‌بندی InfraBIM<sup>۱۸</sup> که از BIM تدوین شده است. این دستورالعمل‌ها در دهه‌ها پروژه آزمایشی در سراسر فنلاند توسعه یافته و مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. یکی دیگر از دستورالعمل‌های مرتبط با BIM در پروژه‌های زیربنایی "الزامات عمومی InfraBIM YIV ۲۰۱۵"<sup>۱۹</sup> است، الزامات InfraBIM (جلد ۱-۷) در پنجم ماه مه ۲۰۱۵ توسط BuildingSMART Finland منتشر شد. اولین پیش‌نویس این الزامات بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ توسط شرکت‌کنندگان در بسته کاری پروژه InfraFINBIM پروژه RYM Oy تهیه گردید. علاوه بر این شهرهای هلسینکی، اسپو، واتا، تورکو، تامپیر، لاهوتی و اوولو نیز تهیه مجموعه را پشتیبانی کرده‌اند. بسیاری از متصدیان دیگر در سازمان‌های بخش زیربنایی نیز در مورد الزامات اظهار نظر نموده‌اند. این مجموعه برای مدیریت پروژه‌هایی که از مدل‌سازی استفاده می‌کنند، تهیه شده است. استفاده از اثرات مدل‌سازی، سازمان پروژه، مرحله‌بندی، زمان‌بندی، رویکرد و تبادل اطلاعات. مسئول پروژه باید قادر به ارزیابی نحوه استفاده از مدل‌سازی اطلاعات برای به حداکثر رساندن ارزش افزوده و نحوه مدل‌سازی برای دستیابی به اهداف کلی

۳) پروتکل‌های داده دیجیتال، (فصل ۴) پروتکل‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و (فصل ۵) شرایط و ضوابط دیگر<sup>۱</sup> می‌باشد. هدف اولیه ۲۰۱۳-۲۰۳ E2 تعیین میزان استفاده از داده‌های دیجیتالی و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و نحوه بکارگیری از مدل دیجیتال است. هنگامی که درک کلی به دست می‌آید، طرفین پروژه از این پیوست برای تعیین انتظارات خود در مورد دامنه و نحوی استفاده مجاز از داده‌های دیجیتال و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان استفاده می‌کنند [۱۰]. از این جهت این پیوست می‌تواند برای انواع قراردادهای بکار گرفته شود و محدودیتی برای استفاده از آن وجود ندارد.

## ۷- فنلاند

فنلاند یکی از کشورهایی است که در استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان پیش‌قدم بوده و نسبت به تهیه اسناد و دستورالعمل‌های متعدد برای بکارگیری این فن‌آوری اقدام نموده است. یکی از این اسناد مجموعه نشریات "BIM Common Billing Requirements Senate Properties ۲۰۱۲" است که بر اساس الزاماتی که توسط Senate Properties در سال ۲۰۰۷ منتشر شده، تهیه گردیده است. یک شرکت دولتی تحت نظارت وزارت اقتصاد فنلاند می‌باشد که مسئولیت مدیریت و اجاره دارایی‌های دولت فنلاند را برعهده دارد. مجموعه نشریات "BIM Common Billing Requirements ۲۰۱۲" نتیجه یک پروژه گسترده مبتنی بر COBIM تدوین شده است. نیاز به تدوین این الزامات ناشی از رشد روزافزون استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در صنعت ساخت فنلاند است. در تمام مراحل یک پروژه ساختمانی، طرفین مشارکت‌کننده نیاز فزاینده‌ای برای تعیین دقیق‌تر مدل‌سازی و نحوه انجام مدل‌سازی دارند.

"الزامات مشترک BIM ۲۰۱۲"<sup>۲</sup> بر اساس دستورالعمل‌های قبلی سازمان‌های کارفرمایی و تجارب حاصل از آنها به همراه تجربه کاربران تهیه شده است [۱۱]. این مجموعه شامل سیزده سری به شرح زیر است؛ سری ۱: بخش عمومی،<sup>۳</sup> سری ۲: مدل‌سازی وضعیت شروع،<sup>۴</sup> سری ۳: طراحی معماری،<sup>۵</sup> سری ۴: طراحی مکانیکال، برق و

6 MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing) design  
7 Structural design  
8 Quality assurance  
9 Quantity take-off  
10 Use of models for visualization  
11 Use of models in MEP analyses  
12 Energy analysis  
13 Management of a BIM project  
14 Use of models in facility management  
15 Use of models in construction  
16 General Infra Model Requirements and Instructions  
17 the open Inframodel data exchange format developed in Finland  
18 the InfraBIM Classification System  
19 Common InfraBIM requirements YIV2015

1 Article 5- Other Terms and Conditions  
2 Common BIM Requirements 2012  
3 General Part  
4 Modeling of the starting situation  
5 Architectural design

پروژه باشد [۱۲].

دستورالعمل‌های مدل‌سازی InfraBIM شامل اسناد زیر است:  
 (۱) پروژه مبتنی بر مدل داده<sup>۱</sup>، (۲) الزامات مدل سازی عمومی<sup>۲</sup>، (۳) داده‌های اولیه<sup>۳</sup>، (۴) مدل و مدل‌سازی در مراحل مختلف طراحی در پروژه<sup>۴</sup>، (۵) مدل‌های ساخت<sup>۵</sup>، (۶) مدل‌های ساختمان<sup>۶</sup>، (۷) مدل‌های ساختمان<sup>۷</sup>، (۸) تضمین کیفیت مدل<sup>۸</sup>، (۹) برآورد مقادیر، مدیریت هزینه<sup>۹</sup>، (۱۰) تصویرسازی<sup>۱۰</sup>، (۱۱) مدیریت دارایی<sup>۱۱</sup>، و (۱۲) استفاده از مدل در مراحل مختلف طراحی، ساخت و همچنین استفاده و نگهداری از پروژه‌های زیربنایی<sup>۱۲</sup>.

Inframodel یک روش باز بر اساس استاندارد LandXML و برای تبادل اطلاعات زیرساخت مورد استفاده قرار می‌گیرد. نسخه اولیه Inframodel<sup>۳</sup> که شامل اجزایی برای مدل‌های زمین، سطوح زیرزمینی، هندسه جاده‌ها و راه‌آهن و لایه‌های ساختمانی است. علاوه بر آن فاضلاب و تأمین آب را نیز پوشش می‌دهد. Inframodel روش متداول برای استفاده از LandXML در فنلاند را توضیح می‌دهد. از اول ماه مه ۲۰۱۴ Inframodel فرمت تبادل اطلاعات در آژانس ترافیک فنلاند و شهرهای بزرگ قرار گرفته است [۱۳].

## ۸- بریتانیا

بریتانیا اولین نسخه استاندارد BIM خود را تحت نام "AEC BIM Standard (UK)" در نوامبر ۲۰۰۹ ارائه نمود. نسخه دیگری از این استاندارد در سال ۲۰۱۰ میلادی برای بهره‌برداری از فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با رویکرد به کارگیری از نرم‌افزار Revit انتشار یافت. برای تهیه این استاندارد، متخصصینی از شرکت‌های مختلف صنعت ساختمان از کشور انگلستان مشارکت کردند. این استاندارد برای هدایت و پشتیبانی از یک روش مشخص در انجام پروژه‌های مربوط به ساخت‌وساز ساختمانی به کار می‌رود.

این استاندارد نه تنها با سامانه نرم‌افزاری Revit سازگار است بلکه با سیستم قراردادی FIDIC<sup>۱۳</sup> نیز سازگاری دارد [۱۴]. اولین نسخه پروتکل قراردادی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در بریتانیا توسط انجمن صنعت ساخت (CIC)<sup>۱۴</sup> در سال ۲۰۱۳ ارائه گردید و ویرایش دوم آن نیز در سال ۲۰۱۸ منتشر شده است. این پروتکل به منظور کاربرد در پروژه‌هایی که در آنها از مدل‌های اطلاعات ساختمان استفاده می‌شوند، تهیه گردیده و مطابق توضیحات مقدمه آن، برای تمام قراردادهای ساخت مشترک طراحی شده و از BIM در سطح دوم<sup>۱۵</sup> پشتیبانی می‌کند. این پروتکل مدل‌های اطلاعات ساختمان را که توسط اعضای تیم پروژه تهیه می‌شود شناسایی کرده و تعهدات، مسئولیت‌ها و محدودیت‌های مرتبط با استفاده از مدل‌ها را مشخص می‌نماید [۱۵]. پروتکل BIM به قرارداد بین کارفرما و تیم پروژه پیوست می‌شود. در برنامه استراتژی ساخت دیجیتال بریتانیا - سطح سوم BIM<sup>۱۶</sup> مقرر گردیده برای اطمینان از یکپارچگی، اجتناب از سردرگمی و تشویق کار مشترک، ایجاد چارچوب قراردادی جدید برای پروژه‌هایی که با BIM تهیه شده‌اند، در دستور کار قرار گیرد [۱۶]. پروتکل BIM در انطباق با BS ۱۱۹۲-۲ که استاندارد بکارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در بریتانیا است، تهیه شده است. در اواخر سال ۲۰۱۹، دو استاندارد بین‌المللی برای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) BS EN ISO ۱۹۶۵۰-۱ و BS EN ISO ۱۹۶۵۰-۲ در کارهای ساختمانی - مدیریت اطلاعات از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان - قسمت ۱: مفاهیم و اصول و BS EN ISO ۱۹۶۵۰-۲ سازمان اطلاعات در مورد کارهای ساختمانی - مدیریت اطلاعات با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان - قسمت ۲: مرحله تحویل دارایی، منتشر شده است و این دو استانداردها به ترتیب جایگزین BS ۱۱۹۲ (اصول) و PAS ۱۱۹۲ (مرحله سرمایه/تحویل) می‌شوند.

به طور خلاصه می‌توان گفت در بریتانیا نیز تاکنون قرارداد مستقلی برای پروژه‌های مبتنی بر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان تدوین نشده و مانند ایالات متحده رویکرد استفاده از پیوستی مناسب برای تعریف و ایجاد ارتباطات مناسب در بستر BIM بکار گرفته شده

۱۳ FIDIC (فدراسیون بین‌المللی مهندسان مشاور) نهادی بین‌المللی است که قراردادهای صنعت ساخت را در سطح بین‌المللی تبیین می‌کند.

14 Construction Industry Consul

15 BIM Level 2

16 Digital Built Britain - Level 3 Building Information Modeling - Strategic Plan

1 Data model-based project  
 2 General modelling requirements  
 3 Initial data  
 4 Model and modelling in different design phases in project  
 5 Construction models  
 6 Construction models  
 7 Construction models  
 8 Quality assurance of model  
 9 Quantity survey, cost management  
 10 Visualization  
 11 Asset management  
 12 Utilization of model in different design phases, construction of infra as well as use and maintenance of infra

## ۱۰- سنگاپور

سنگاپور نیز بر روی گسترش استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان تمرکز نموده است. یک سوم کارگران سنگاپور خارجی هستند و دولت سنگاپور قصد دارد با گسترش این فن‌آوری به کاهش آنان کمک نماید. بالا بردن بهره‌وری صنعت ساخت در سنگاپور هدف دیگری است که دولت آن کشور برای بکارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در نظر گرفته است. در ساختمان‌های با سطح زیربنای بیش از ۵۰۰۰ مترمربع بکارگیری BIM اجباری اعلام شده است [۱۸]. به منظور دستیابی به این اهداف در سال ۲۰۱۲ و سپس در سال ۲۰۱۳ نسخه اول و دوم "راهنمای BIM سنگاپور" توسط اداره ساختمان و ساخت<sup>۲</sup> ارائه شده است. در ارتباط با قرارداد متناسب با BIM نیز پروتکل ویژه‌ای برای استفاده کنندگان مدل اطلاعات ساختمان منتشر شده است. نسخه اولیه این پروتکل به نام شرایط ویژه BIM<sup>۳</sup> در سال ۲۰۱۲ و نسخه دوم آن در سال ۲۰۱۵ منتشر شده است. این پروتکل به قرارداد طرفین پروژه پیوست می‌شود و شرایط مربوط به چگونگی بکارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را برای هر کدام از طرفین قرارداد مشخص می‌نماید.

علاوه بر این‌ها "راهنمای الزامات BIM برای برنامه اجرایی BIM"<sup>۴</sup> نیز توسط اداره ساختمان و ساخت سنگاپور و شامل موارد زیر در سال ۲۰۱۳ تهیه شده است [۱۹]. اطلاعات پروژه، اعضای پروژه، اهداف پروژه، موارد استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای هر مرحله از یک پروژه<sup>۵</sup>، ارقام قابل تحویل BIM برای هر مورد استفاده از BIM<sup>۶</sup>، مدل نویسنده و کاربران برای هر یک از نتایج قابل تحویل BIM<sup>۷</sup>، اجزای مدل، سطح جزئیات و ویژگی‌ها برای هر کدام از ارقام قابل تحویل BIM<sup>۸</sup>، فرآیند ایجاد، نگهداری، انتشار و همکاری با BIM<sup>۹</sup>، محیط فنی و سایر موارد. علاوه بر این راهنما سنگاپور نسبت به تدوین اسناد و مدارک متعدد دیگری در ارتباط با BIM اقدام نموده است که در جدول ۳ "خلاصه وضعیت دستورالعمل‌های

است. تدوین قراردادی جدید تنها برای اجرایی نمودن سطح سوم BIM در دستور کار قرار خواهد گرفت.

## ۹- استرالیا

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در استرالیا نیز به طور فزاینده‌ای رو به گسترش است، با این وجود تعیین بهترین راه برای اجرایی نمودن مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه‌ها در دست بحث و بررسی است. در سطح صفر و یک BIM، دیدگاه غالب در صنعت ساخت استرالیا این است که مدل‌های قراردادی سنتی (مانند قراردادهای طراحی و ساخت) مناسب هستند. این ارزیابی تا حد زیادی درست است، زیرا سطح صفر BIM و سطح یک BIM به طور کلی نشان‌دهنده روند طراحی دو بعدی است که در دهه‌های گذشته مورد استفاده قرار گرفته است. برای سطح دو BIM، دیدگاهی که بیشتر مورد قبول صنعت ساخت استرالیا قرار گرفته آن است که تنها "پروتکل BIM" به قرارداد پیوست شود (پروتکل BIM که "سند قرارداد" است، در موضوعات BIM دارای اولویت نسبت به دیگر اسناد است). پروتکل BIM؛ مشخصات فنی مدل BIM و همچنین تعهدات طرفین قرارداد در رابطه با استفاده از مدل BIM را مشخص می‌کند. به نظر می‌رسد استرالیا این دیدگاه را پذیرفته است که در سطح دو BIM، هرگونه تلاش برای بازنویسی قراردادهای استاندارد تنها مانع دیگری برای اجرای گسترده مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به وجود می‌آورد. در سطح دو BIM استفاده از یک پروتکل جداگانه BIM رویکرد ترجیحی قراردادی است. این رویکرد با رویکردی که بریتانیا و ایالات متحده در مورد قراردادهای مربوط به الزامات سطح دو BIM دارند، سازگار است. صنعت ساخت استرالیا تا به امروز هیچ قراردادی که با سطح سوم BIM سازگار باشد، ایجاد نکرده است. به طور کلی می‌توان گفت سطح سه نیاز به توسعه قراردادهای جدید استاندارد دارد و انواع قراردادهای موجود به طور کلی با الزامات و اهداف سطح سه BIM مطابقت ندارند [۱۷]. در کنار مباحث قراردادی برای اجرایی نمودن مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در استرالیا راهنماهایی تهیه شده است. یکی از این راهنماها در سال ۲۰۱۵ و با عنوان "راهنمای تدارکات ساختمان و ساخت: ادغام تیم پروژه و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان"<sup>۱</sup> منتشر شده است.

2 Singapore BIM Guide  
3 Building and Construction Authority (BCA)  
4 BIM Particular Conditions  
5 BIM Essential Guide For BIM Execution Plan  
6 BIM use cases for each stages of a project  
7 BIM deliverables for each BIM use case  
8 Model author and users for each BIM deliverables  
9 Model elements, level of details and attributes for each BIM deliverable  
10 Process for BIM creation, maintenance, release and collaboration

1 Building and Construction Procurement Guide: Project Team Integration and Building Information Modelling



که به صورت پیوست در قراردادهای فعلی پروژه قرار می‌گیرند [۱۴].

## ۱۲- آلمان

در آلمان، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در حال حاضر بیشتر در پروژه‌های بخش خصوصی بکار گرفته می‌شود و کارفرمایان بخش عمومی تجربی کافی در بکارگیری آن ندارد و نیازمندی‌های آنان برای استفاده از BIM هنوز مشخص نشده است [۲]. در ماه آوریل سال ۲۰۱۳ وزارت حمل و نقل و زیرساخت دیجیتال فدرال آلمان<sup>۹</sup> کمیته اصلاحات پروژه‌های بزرگ را تشکیل داد تا بتواند با انجام اصلاحات در پروژه‌های بزرگ دولتی به صرفه‌جویی‌های قابل ملاحظه‌ای دست پیدا نماید. دولت به عنوان بخشی از طرح اصلاحات پروژه‌های بزرگ، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را یک گام بزرگ برای استفاده از فرصت‌های قابل دسترسی توسط دیجیتال‌سازی اعلام کرد. به دنبال این مراحل اولیه در دسامبر ۲۰۱۵ وزیر امور حمل و نقل و زیرساخت‌های دیجیتال، رسماً اعلام کرد که استفاده از BIM برای همه پروژه‌های حمل و نقل آلمان تا پایان سال ۲۰۲۰ اجباری خواهد بود. در حال حاضر در آلمان دو بخش برای تهیه استاندارد وجود دارد، اولین بخش توسط انجمن مهندسان آلمانی<sup>۱۰</sup> یا VDI که بزرگترین انجمن مهندسی در آلمان با بیش از ۱۵۰۰۰ عضو است، نمایندگی می‌شود. این سازمان مجاز است استانداردهای قانونی مانند سری VDI ۲۵۵۲ را که قبلاً طراحی شده است، تولید کند. VDI ۲۵۵۲ که در همکاری با موسسه استاندارد آلمان (DIN) توسعه یافته است، به استاندارد ملی BIM آلمان تبدیل خواهد شد [۲۱].

## ۱۳- نتایج و جمع‌بندی

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بر مبنای همکاری و مشارکت بین عوامل پروژه استوار است. BIM به طور ذاتی وابستگی زیادی به داده‌هایی که توسط عوامل مختلف پروژه ایجاد و به اشتراک گذارده می‌شود، دارد و از این رو نیازمند همکاری بیشتر اعضای پروژه نسبت به پروژه‌های سنتی است. یکی از الزامات و پیش‌نیازهای مهم اجرایی نمودن مدل‌سازی اطلاعات ساختمان تعیین تکلیف موضوعات قراردادی و روشن نمودن شرایط و تعهدات طرفین BIM است.

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در برخی کشورهای پیشرو<sup>۱۱</sup> به آنها اشاره شده است.

## ۱۱- چین

کشور چین نیز در زمینه استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان گام‌های مهمی را برداشته است. اولین بار در سال ۲۰۰۷ مؤسسه پژوهش و طراحی استاندارد ساختمان چین<sup>۱</sup> استاندارد دیجیتالی اجزای ساختمان<sup>۲</sup> را ارائه داد. در سال ۲۰۱۲ وزارت مسکن شهری و روستایی<sup>۳</sup> با تجدیدنظر در استانداردهای ساختمانی پنج استاندارد مرتبط با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را منتشر نمود. این پنج استاندارد عبارتند از: استاندارد بکارگیری مدل اطلاعات مهندسی معماری<sup>۴</sup>، استاندارد ذخیره‌سازی مدل اطلاعات مهندسی معماری<sup>۵</sup>، استاندارد تحویل مدل اطلاعات مهندسی معماری<sup>۶</sup>، استاندارد طبقه‌بندی و کدگذاری مدل اطلاعات مهندسی معماری<sup>۷</sup>، استاندارد بکارگیری مدل اطلاعات مهندسی صنایع تولیدی<sup>۸</sup> [۲۰]. در جدول ۳ برخی از مهم‌ترین اسناد و مدارک مرتبط با BIM که در چین تهیه شده‌اند، درج گردیده است.

از سال ۲۰۱۰ تاکنون وزارت مسکن و ساخت‌وساز روستایی و شهری چین با دپارتمان‌های مربوطه، جهت نشر نسخه چندگانه قراردادی برای پروژه‌های ساخت مشغول به کار بوده است. تلفیق شرایط کنونی و توسعه عملی فن‌آوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کشور چین، به منظور الزامی کردن حقوق و تعهدات گروه‌های فعال در پروژه به صورت ضمیمه قراردادی است. بدین مضمون که نسخه‌هایی از قرارداد که کاربرد و ارتقاء فن‌آوری BIM را در پروژه‌های مهندسی مختلف تسهیل خواهد نمود، مطرح شده است. وزارتخانه‌های ملی و انجمن‌های صنعتی، مستندات قراردادی که مناسب شرایط کشور چین است را پایه‌ریزی نموده و توسعه داده‌اند

- 1 China Institute of Building Standard Design and Research
- 2 Building Objects Digital Standard
- 3 Ministry of Housing Urban-Rural Construction
- 4 Uniform Standard for the Application of Architectural Engineering Information Model
- 5 Storage Standard for Architectural Engineering Information Model
- 6 Delivery Standard for Architectural Engineering Design Information Model
- 7 Classification and Coding Standard for Architectural Engineering Design Information Model
- 8 Application Standard for Manufacturing Industry Engineering Design Information Model

9 Germany's Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI)

10 Verband Deutscher Ingenieure

جدول ۲. مزایا و معایب راهکارهای قراردادی BIM

Table 2. Advantages and disadvantages of BIM contracting approaches

معایب	مزایا	ویژگی‌های راهکار	راهکار
نیاز به تهیه انواع قراردادهای جدید برای هر یک از طرفین پروژه و عدم آشنایی استفاده کنندگان از آنها، ایجاد مانع برای اجرای BIM با اضافه شدن ابهامات قراردادی جدید، تغییر در مسئولیت‌ها و ریسک‌های اختصاص یافته به عوامل پروژه و بروز اختلافات جدید.	امکان باز تعریف کامل شرایط قراردادی BIM برای هر یک از طرفین پروژه (کارفرما، مشاور، پیمانکار) و تغییر مسئولیت‌های هر کدام از طرفین با توجه به ویژگی‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به وجود می‌آید.	قرارداد مستقل برای اجرایی نمودن BIM تهیه توسط عوامل پروژه (کارفرما، طراح، پیمانکار) بکار گرفته می‌شود.	قرارداد مستقل BIM
محدودیت‌ها در خصوص تغییرات بنیادی در قرارداد و تکیه به مبانی قراردادهای استاندارد موجود که در آنها شرایط BIM منظور نشده است.	اضافه شدن الحاقیه ویژه BIM به قراردادهای موجود بدون نیاز به تدوین قراردادهای جدید و عدم نیاز به باز تعریف کلی قراردادهای کارفرما-مشاور و کارفرما-پیمانکار، آشنایی عوامل پروژه به قراردادهای موجود و عدم ایجاد ابهامات جدید قراردادی در خصوص بخش‌های دیگر پروژه، تسهیم ریسک‌ها و مسئولیت‌های هر کدام از عوامل پروژه مطابق فرمت‌های قراردادی موجود. محفوظ ماندن مسائل محرمانه بین کارفرما با طراح و پیمانکار	با الحاق پیوست قراردادی BIM به قراردادهای استاندارد موجود شرایط آنها را تغییر داده و مسائل مرتبط با BIM که فراتر از محدوده موافقت‌نامه‌های موجود است، پاسخ داده می‌شود.	پیوست قراردادی BIM

با E203 و G201 و G202 جایگزین شد. در سال ۲۰۰۸ الحاقیه AIA Document E202 که در آن الزامات محتوای مدل در پنج سطح توسعه ایجاد و نحوی استفاده مجاز از محتوای مدل را در هر سطح تعیین کرده بود، توسط این انجمن منتشر گردید، این الحاقیه نیز با انتشار E203 و G201 و G202 کنار گذارده شده است. در نهایت انجمن معماران امریکا (AIA) در سال ۲۰۱۳ سلسله الحاقیه‌هایی را به نام‌های AIA Document E203<sup>TM</sup> و AIA Document G201<sup>TM</sup> و AIA Document G202<sup>TM</sup> منتشر نمود که طی آنها مبانی ارتباطات داده‌های دیجیتالی و انتظارات از BIM، مستندسازی پروتکل‌های داده دیجیتالی، مستندسازی پروتکل‌های مدل‌سازی تعیین و تدوین شده‌اند. اتحادیه پیمانکاران ایالات متحده (AGC) در سال ۲۰۰۸ الحاقیه قرارداد BIM را در دو نوع (کارفرما-طراح) و (کارفرما-پیمانکار) منتشر نموده است. این پیوست به قراردادهای موجود صنعت ساخت اضافه می‌شود و شرایط خاص مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را در آنها تعیین می‌نماید.

در اغلب کشورها برای اجرایی نمودن BIM در کنار تهیه راهنما و دستورالعمل‌های اجرایی، چاره اندیشی مسائل قراردادی نیز مورد توجه قرار گرفته است. با وجود آنکه اجماع جمعی بین کاربران برای تهیه اسناد قراردادی ویژه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان وجود دارد، اما رویکرد یکسان و استاندارد در مورد میزان تعهدات و الزامات مورد نیاز و نیز محلی که اسناد BIM می‌بایست در آن بخش از پیمان قرار داده شود، وجود ندارد.

در ایالات متحده امریکا دو سازمان مستقل در خصوص انتشار قرارداد و الحاقیه قرارداد BIM اقدام نموده‌اند. انجمن معماران امریکا (AIA) در سال ۲۰۰۷ قرارداد مستقل برای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را با نام AIA Document C106<sup>TM</sup> منتشر نمود که چگونگی بکارگیری و انتقال داده‌های دیجیتالی بین طرفین پروژه در آن مشخص شده است، آخرین نسخه این موافقت‌نامه در سال ۲۰۱۳ بازنگری گردید. آن انجمن در همان سال ۲۰۰۷ نیز پیوست AIA Documents E201<sup>TM</sup>-2007 را منتشر نمود که در سال‌های بعد

BIM تهیه شده‌اند و در آنها موضوع مدل‌سازی اطلاعات ساختمان مورد توجه قرار نگرفته است. بکارگیری این قراردادهای بدون توجه به شرایط و ویژگی‌های BIM و عدم چاره‌اندیشی در این خصوص مشکلاتی را در بکارگیری و گسترش این فن‌آوری نوین به وجود می‌آورد. از این رو می‌بایست چارچوب مناسب قراردادی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با توجه به پیش‌زمینه‌های قراردادی موجود در صنعت ساخت کشور تهیه گردد.

راهکارهای ارائه شده برای حل مشکلات قراردادی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به دو دسته اصلی تقسیم می‌گردند. دسته اول که با اقبال کمتری مواجه شده است تدوین یک موافقت‌نامه مستقل برای BIM است. رویکرد دیگری که توسط بسیاری از سازمان‌ها و کشورها مورد توجه قرار گرفته است تهیه "پیوست قراردادی BIM" است که بنابر ویژگی‌های هر کشور تهیه و به قراردادهای استاندارد موجود ضمیمه می‌گردد تا آنها را با شرایط ویژه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان هماهنگ نماید. به دلیل پیچیدگی‌ها و نیز عدم آشنایی کامل ارکان پروژه به تمامی مسائل مرتبط با بکارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و افزایش ابهامات در صورت استفاده از الگویی جدید و ناآشنا برای دست‌اندرکاران پروژه، ترجیح اغلب کشورها و سازمان‌های مرتبط با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان آن است که پیوستی مناسب به قراردادهای موجود صنعت ساخت اضافه شود و در واقع الگو و چارچوب‌های قراردادی موجود حفظ و تنها با پیوست نمودن الحاقیه‌ای شرایط BIM را در پیمان منظور نمایند. مزایا و معایب هر یک از این راهکارهای قراردادی BIM در جدول ۲ بیان شده است و خلاصه‌ای از دستورالعمل‌های BIM در برخی کشورهای پیشرو در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در جدول ۳ ارائه گردیده است.

#### ۱۴- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

برای اجرایی نمودن و گسترش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نیاز به تهیه و تدارک زیرساخت‌های ویژه‌ای است. یکی از این پیش‌نیازهای مهم تدوین بستر قراردادی و تنظیم روابط طرفین پروژه با توجه به شرایط و خصوصیات دیجیتال و مدل‌سازی داده‌ها و اختیارات و مسئولیت‌های هر کدام از ارکان پروژه است. قراردادهای پروژه‌محور که با فن‌آوری BIM آمیخته می‌شوند، می‌بایست با شرایط این فن‌آوری

آخرین نسخه این الحاقیه در سال ۲۰۱۵ منتشر شده است. این پیوست شرایط قرارداد استاندارد را تغییر داده و مسائل مرتبط با این فن‌آوری که فراتر از محدوده اولیه موافقت‌نامه استاندارد است، اصلاح می‌نماید. این کار سبب می‌شود روابط قراردادی بین اعضای اصلی پروژه (کارفرما، مشاور، پیمانکار) همچنان برقرار بماند و تغییر عمده‌ای در مسئولیت‌های آنها به وجود نیاید. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود انجمن معماران امریکا (AIA) با وجود آنکه در ابتدا نسبت به تدوین و انتشار قراردادی مستقل برای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان اقدام نموده بود، رویه خود را تغییر داده و مانند اتحادیه پیمانکاران ایالات متحده (AGC) بهنگام نمودن پیوست قراردادی BIM خود را در دستور کار قرار داده است.

بریتانیا پیش از انتشار پیوست قراردادی خود ابتدا در سال ۲۰۰۹ استاندارد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را تدوین نمود و سپس در سال ۲۰۱۳ الحاقیه‌ی BIM را منتشر کرد و در سال ۲۰۱۸ نیز آخرین بازنگری را بر روی آن انجام داده است. این الحاقیه می‌تواند به تمام قراردادهای ساخت مشترک اضافه شود و از BIM در سطح دوم پشتیبانی می‌نماید. در بریتانیا نیز مانند بسیاری دیگر از کشورها به جای تدوین یک قرارداد جامع و مستقل، با پیوست نمودن الحاقیه ویژه BIM، نسبت به تعیین وظایف قراردادی طرفین پروژه اقدام نموده است. سنگاپور نیز در سال ۲۰۱۲ شرایط قراردادی BIM را تهیه و در سال ۲۰۱۵ آن را بازنگری نموده است. استرالیا و چین نیز بکارگیری پیوست ویژه‌ای برای انطباق شرایط جدید حاصل از بکارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در پروژه‌های صنعت ساخت را در دستور کار خود قرار داده‌اند. سایر کشورها نیز راهنماها یا استانداردهای بکارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را تهیه کرده‌اند که در آنها ویژگی‌های قراردادی BIM مورد توجه قرار گرفته و شرایط قراردادی مناسب در دست تهیه است.

در ایران سازمان برنامه و بودجه نسبت به تهیه و ابلاغ تعداد زیادی از انواع پیمانهای صنعت ساخت اقدام نموده است. به دلیل بکارگیری گسترده این قراردادهای در صنعت ساخت کشور، عوامل پروژه در حوزه‌های مختلف کارفرمایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران با این نوع قراردادهای آشنایی بسیار خوبی دارند. بیشتر این قراردادهای که معمولاً به صورت "موافقت‌نامه، شرایط عمومی، شرایط خصوصی، فهرست بها، مشخصات فنی عمومی" تدوین شده‌اند، پیش از رواج

جدول ۳. خلاصه‌ای از دستورالعمل‌های BIM در برخی کشورهای پیشرو در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

Table 3. A summary of BIM guidelines in some of the leading countries in Building Information Modeling

توضیحات	سال انتشار		نوع دستورالعمل			انتشاردهنده	نام مجموعه	نام کشور	ردیف
	آخرین	اولین	قرارداد مستقل BIM	الحاقیه قرارداد BIM	راهنمای بکارگیری/ استاندارد BIM				
	۲۰۱۰	۲۰۰۷			✓	مؤسسه ملی علوم ساختمان (NIBS)	راهنمای بکارگیری پروژه BIM در ایالات متحده	امریکا	۱
دو نوع پیوست دارد (کارفرما-طراح، کارفرما-پیمانکار)	۲۰۱۵	۲۰۰۸		✓		اتحادیه پیمانکاران ایالات متحده (AGC)	The Consensus DOCS 301 BIM Addendum	امریکا	۲
پرونده‌های انتقال و یا تبادل داده‌های دیجیتال را با یکدیگر تعیین می‌نمایند. E203 و G201 و G202 جایگزین این الحاقیه شده است.		۲۰۰۷		✓		انجمن معماران امریکا (AIA)	AIA Documents E201™-2007	امریکا	۳
موافقت‌نامه‌ای است که چگونگی بکارگیری و انتقال داده‌های دیجیتال بین طرفین را مشخص می‌نماید	2013	۲۰۰۷	✓			انجمن معماران امریکا (AIA)	AIA Document C106™	امریکا	۴
الزامات محتوای مدل در پنج سطح توسعه ایجاد و نحوی استفاده مجاز از محتوای مدل را در هر سطح تعیین می‌نمایند. E203 و G201 و G202		۲۰۰۸		✓		انجمن معماران امریکا (AIA)	AIA Document E202	امریکا	۵

جدول ۳. خلاصه‌ای از دستورالعمل‌های BIM در برخی کشورهای پیشرو در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

Table 3. A summary of BIM guidelines in some of the leading countries in Building Information Modeling

جایگزین این الحاقیه شده است.									
مبانی ارتباطات داده‌های دیجیتالی و انتظارات از BIM - جایگزین E201 و E202		۲۰۱۳		✓		انجمن معماران امریکا (AIA)	AIA Document E203™-2013, Building Information Modeling and Digital Data Exhibit	امریکا	۶
مستندسازی پروتکل‌های داده دیجیتالی - جایگزین E201 و E202		۲۰۱۳		✓		انجمن معماران امریکا (AIA)	AIA Document G201™-2013, Project Digital Data Protocol Form	امریکا	۷
مستندسازی پروتکل‌های مدل‌سازی - جایگزین E201 و E202		۲۰۱۳		✓		انجمن معماران امریکا (AIA)	AIA Document G202™-2013, Project Building Information Modeling Protocol Form	امریکا	۸
۱۳ سری دستورالعمل		۲۰۱۲			✓	BuildingSMART Finland	BIM Common Billing Requirements 2012	فنلاند	۹
۱۲ سند دستورالعمل پروژه‌های زیربنایی		۲۰۱۵			✓	BuildingSMART Finland	Common InfraBIM requirements YIV2015	فنلاند	۱۰
		۲۰۰۹			✓	AEC (UK) BIM Standard	BIM استاندارد	بریتانیا	۱۱
برای تمام قراردادهای ساخت مشترک طراحی شده و از BIM در سطح دوم پشتیبانی می‌کند	۲۰۱۸	۲۰۱۳		✓		Construction Industry Consul_CIC	BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) PROTOCOL	بریتانیا	۱۲
		۲۰۱۵			✓	Australian Construction Industry Forum (ACIF) and Australasian Procurement and Construction Council (APCC)	Building and Construction Procurement Guide: Project Team Integration and Building Information Modelling	استرالیا	۱۳
	۲۰۱۳	۲۰۱۲			✓	Building and Construction Authority	Singapore BIM Guide	سنگاپور	۱۴

جدول ۳. خلاصه‌ای از دستورالعمل‌های BIM در برخی کشورهای پیشرو در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

Table 3. A summary of BIM guidelines in some of the leading countries in Building Information Modeling

To establish a common understanding on the definitions, components, and principles of Virtual Design and Construction		۲۰۱۷			✓	Building and Construction Authority	Singapore VDC Guide	سنگاپور	۱۵
پیوستی است که به قرارداد اصلی ارکان پروژه ضمیمه می‌گردد.	۲۰۱۵	۲۰۱۲			✓	Building and Construction Authority	BIM Particular Conditions	سنگاپور	۱۶
		۲۰۱۳			✓	Building and Construction Authority	BIM Essential Guides For BIM Execution Plan	سنگاپور	۱۷
		۲۰۰۷			✓	China Institute of Building Standard Design and Research	Building Objects Digital Standard	چین	۱۸
		۲۰۱۲			✓	Ministry of Housing Urban-Rural Construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uniform Standard for the Application of Architectural Engineering Information Model</li> <li>- Storage Standard for Architectural Engineering Information Model</li> <li>- Delivery Standard for Architectural Engineering Design Information Model</li> <li>- Classification and Coding Standard for Architectural Engineering Design Information Model</li> <li>- Application Standard for Manufacturing Industry Engineering Design Information Model</li> </ul>	چین	۱۹

جدول ۳. خلاصه‌ای از دستورالعمل‌های BIM در برخی کشورهای پیشرو در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

Table 3. A summary of BIM guidelines in some of the leading countries in Building Information Modeling

		۲۰۱۴			✓	Federal Ministry for Transport, Building and Urban Affairs (BMVBS), Federal Republic of Germany	BIM-Guide in Germany	آلمان	۲۰
		۲۰۱۶			✓	Verband Deutscher Ingenieure	VDI2552	آلمان	۲۱

احتمالی است.

در ایران سازمان برنامه و بودجه نسبت به تهیه و ابلاغ اکثر قراردادهای صنعت ساخت مانند انواع قراردادهای پیمانکاری، خدمات مشاوره، مدیریت طرح اقدام نموده است که به طور گسترده در کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند. اقبال این قراردادهای به گونه‌ای است که حتی در بخش‌های غیردولتی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به آشنایی خوب عوامل مختلف صنعت ساخت کشور به این دسته از قراردادهای، تهیه یک نوع خاص قراردادی برای پروژه‌هایی که از فن‌آوری BIM استفاده می‌نمایند موجب سردرگمی و مشکلات جدیدی خواهد شد. با این وجود تدوین بخش قراردادی ویژه‌ای که در آن الزامات و شرایط خاص مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را تعیین و تکالیف هر یک از عوامل پروژه را مشخص نماید، ضروری است. با مقایسه راهکارهای قراردادی که در کشورهای مختلف برای بکارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان مورد استفاده قرار گرفته است (جدول ۲) و تجربیات کسب شده در کشورهایی که این موضوع را پیاده نموده‌اند (جدول ۳) و نیز نتایج حاصل از پرسشنامه این پژوهش همگی، تهیه پیوستی که شرایط BIM را به قراردادهای موجود صنعت ساخت اضافه نماید دارای مزایای بیشتری نسبت به تهیه یک مجموعه جدید و فرمت خاص قراردادی برای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌باشد. به این جهت می‌توان از نمونه قراردادهای قالب‌های استاندارد که در این رابطه تهیه شده است، استفاده نمود. در این صورت برای رفع نگرانی‌های احتمالی ناشی از تغییرات شرایط قراردادی، چارچوب قراردادهای موجود به همان شکل اولیه باقی

جدید منطبق گردند. با توجه به تغییرات فنی و حقوقی به وجود آمده در روابط بین کارفرما، پیمانکار، مهندس مشاور، تأمین‌کنندگان مصالح و تجهیزات، پیمانکاران جزء و سایر عوامل پروژه در هنگام بکارگیری BIM نیاز به تهیه چارچوب قراردادی مناسب که اختیارات، مسئولیت‌ها و محدودیت‌های آنها را تعیین نماید، روز به روز بیشتر احساس می‌شود. تغییرات به وجود آمده در روابط بین ذی‌نفعان بویژه در خصوص مدل دیجیتالی اطلاعات ساختمان و مسئولیت‌هایی که هر کدام از ارکان پروژه نسبت به عملکرد خود دارند، سبب گردیده که نتوان به قراردادهای سنتی موجود اکتفا نمود و از این رو تدوین شرایط و قراردادهای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان اجتناب ناپذیر است. برخی سازمان‌ها و کشورها برای تنظیم روابط بین طرفین پروژه، قراردادهای خاص BIM را تهیه و منتشر کرده‌اند، تعدادی دیگر پیوست‌هایی را به منظور ضمیمه کردن شرایط و ویژگی‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به قراردادهای موجود صنعت ساخت تهیه نموده‌اند. با این وجود جهت تنظیم روابط قراردادی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بیشتر کشورها در حال آزمون و خطا هستند. نتیجه بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد در اکثر موارد به جای تهیه یک قرارداد مستقل مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، تدوین پیوست‌هایی خاص که شرایط و ویژگی‌های حاکم بر پروژه BIM محور را تبیین می‌نمایند و به قراردادهای موجود الحاق می‌شوند، ترجیح داده شده است. یکی از مهم‌ترین دلایل این امر آشنایی عوامل صنعت ساخت با قراردادهای استاندارد و عدم نیاز به کنترل و واریس قراردادی جدید و روبرو شدن با ابهامات و اختلاف برداشت‌های

- [6] K. Udom, BIM: mapping out the legal issues in, 2012.
- [7] R.H. Lowe, J.M. Muncey, CONTRACT FORMS AND DRAFTING/BUILDING INFORMATION MODELING Consensus DOCS 301 BIM Addendum, in: Construction Lawyer, 2009.
- [8] A.G.C.o.A. AGC, Consensus DOCS 301 BIM Addendum, in: USA, 2015.
- [9] T.A.I.o. Architects, Instructions: C106™-2013, Digital Data Licensing Agreement, in: AIA, 2020.
- [10] T.A.I.o.A. AIA, Guide, Instructions and Commentary to the AIA Digital Practice Documents, in: AIA, USA, 2013.
- [11] T.B.I.F. RTS, COBIM Common BIM Requirements, in: The Building Information Foundation RTS, Finland, 2012.
- [12] BuildingSMARTFINLAND, Common InfraBIM requirements YIV, in: MANAGING MODEL BASED PROJECT, Finland, 2015.
- [13] buildingSMARTFINLAND, Inframodel Data Exchange, in, 2019.
- [14] P. Khodaei, What should BIM-based contracts look like?, in, 2019.
- [15] C.I.C. CIC, BUILDING INFORMATION MODEL (BIM) PROTOCOL, in: Standard Protocol for use in projects using Building Information Models, Beale and Company, London, 2013.
- [16] H. Government, Digital Built Britain Level 3 Building Information Modelling - Strategic Plan, in, UK, 2015, pp. 47.
- [17] TBH Editor, What is BIM, and How is it Implemented in Contracts?, in, 2016.
- [18] T. Kaneta, S. Furusaka, A. Tamura, N. Deng, Overview of BIM Implementation in Singapore and Japan, Journal of Civil Engineering and Architecture, 10(2016) 8.
- [19] B.a.C.A. (BCA), BIM Essential Guide For BIM Execution Plan, in, Building and Construction Authority (BCA), Singapore, 2013, pp. 40.
- [20] H. Su, Research on Construction Contract under BIM Constructions, Journal of Applied Sciences 13, 19(2013) 3930-3926.
- [21] CoBuilder, BIM in Germany, in, 2016.

می‌ماند و تنها شرایط و الزامات خاص مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در قالب یک پیوست ویژه به قرارداد اصلی اضافه می‌گردد.

بدین جهت تهیه و تدوین پیوست قراردادی مناسب مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای اضافه نمودن آن به فرمت‌های موجود پیمان‌های صنعت ساخت مانند "قراردادهای همسان خدمات مهندسان مشاور" و "موافقت‌نامه و شرایط عمومی قراردادهای پیمانکاری"، موضوعی است که می‌بایست در دستور کار پژوهشگران و کارشناسان این صنعت و در نهایت بخش‌های خصوصی و دولتی قرار گیرد. به دلیل گستردگی و تنوع مباحث مرتبط مانند مسئولیت هر کدام از طرفین قرارداد، مالکیت مدل، میزان دسترسی و تغییر مدل و غیره برای عملی نمودن این مهم، می‌بایست متخصصین امور قراردادی همراه با کارشناسان و صاحب نظران فنی و حقوقی در حوزه‌های کارفرمایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران با همکاری محققان دانشگاهی نسبت به تدوین پیوست ویژه BIM که توانایی پاسخ‌گویی به نیازهای حقوقی، قراردادی و فن‌آوری را داشته باشد، اقدام نمایند.

## مراجع

- [1] M.R.N. Bloomberg, e. all, BIM Guidelines, in: N.Y.C.D.o.d. construction (Ed.), 2012.
- [2] K.H. Martin Egger, Thomas Liebich, Jakob Przybylo, BIM-Guide for Germany Information und guidebook, in: B.a.U.A.B. Federal Ministry for Transport, Federal Republic of Germany (Ed.), Federal Ministry for Transport, Building and Urban Affairs (BMVBS), Federal Republic of Germany, Germany, 2014.
- [3] Kuiper, D. Holzer, Rethinking the contractual context for Building Information Modelling (BIM) in the Australian built environment industry, Australasian Journal of Construction Economics and Building, 2013.
- [4] W. Sabo, 3 Legal Issues to Consider When Designing Projects with a BIM Workflow, in, 2014.
- [5] R. Eadie, T. McLernon, A. Patton, AN INVESTIGATION INTO THE LEGAL ISSUES RELATING TO BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM), in: The Construction, Building and Real Estate Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS COBRA AUBEA, Sydney, Australia, 2015).



چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

*S. Nilchian, J. Majrouhi Sardrood, M. Darabpour, Sh. Tavousi Tafreshi, The Study of the Contracts of Building Information Model (BIM) and the Approach to its Contractual Framework Codification, Amirkabir J. Civil Eng., 53(8) (2021) 3239-3260.*

**DOI:** [10.22060/ceej.2020.17795.6677](https://doi.org/10.22060/ceej.2020.17795.6677)



