

مهندسی مدیریت ساخت

شماره شاپا : ۲۵۷۸-۲۵۳۸

- وزن دهی و رتبه بندی عوامل موثر بر بهره‌وری کارکنان در صنعت ساخت با روش های تصمیم گیری چند معیاره الکترونیک؛ ناهید شیخی؛ امین زیوری
- ارزیابی میزان تاثیر BIM در مرحله طراحی به منظور کاهش دعاوی در فاز ساخت اکبر معرفت؛ حسین طوسی؛ رضا محمودی حسنخانو
- بررسی حقوقی قراردادهای BOT و EPC در پروژه های راهسازی سودابه والی زاده؛ داریوش والی زاده؛ علی پروری
- بررسی آسیب پذیری لرزه ای و راهکارهای مقاوم سازی سازه های آجری غیر مسلح، مطالعه موردی: کشور ایران محمدرضا احسان دوست؛ ابراهیم زارع
- بررسی و ارزیابی ریسک های ساخت و راه اندازی در پروژه های ساختمانی، مطالعه موردی : بیمارستان ابراهیم عبدالله نژاد؛ احد نظری؛ میلاد رحمتی نیا
- به کارگیری روش زنجیره بحرانی در مدیریت پروژه های خطی-تکراری نظیر راهسازی با در نظر گرفتن شرایط عدم قطعیت و ریسک محمدجواد طاهری امیری؛ فرشیدرضا حقیقی؛ احسان اله اشتهاوردیان؛ میلاد همتیان

Journal of Engineering & Construction Management



Volume 2, Number 3
Autumn 2017

ISSN : 2538-2578

- **Weighing and Prioritizing of Factors Influencing on Employee Productivity in Manufacturing Industry by Methods of Decision Making of Multi-Criteria Electricians**
Nahid Sheikhi; Amin Zivari
- **Evaluating the Effect of BIM in the Design Phase to Reduce Construction Claims**
Akbar Marefat; Hossein Toosi; Reza Mahmoudi Hasankhanlo
- **Legal review of BOT and EPC contracts in road construction projects**
Soudabeh Valizadeh; Dariush Valizadeh; Ali Parvari
- **An Overview of the Seismic Vulnerability and Strategies for Strengthening Brick Structures Unarmed Case Study: Iran**
Mohammadreza Ehsandoost; Ebrahim Zare
- **Investigation and evaluation of construction and commissioning risks in construction projects, Case Study: Hospital**
Ibrahim Abdollahnejad; Ahad Nazari; Milad Rahmatinia
- **Implementing the critical chain method for managing linear-repetitive projects such as road construction, taking into account the conditions of uncertainty and risk**
Mohammad Javad Taheri Amiri; Farshidreza Haghighi; Ehsan Eshtehardian; Milad Hematian

اللَّهُ الرَّحْمَنُ الرَّحِيمُ

فصلنامه پژوهشی مهندسی و مدیریت ساخت

شماره شاپا : ۲۵۷۸-۲۵۳۸

مهندسی و مدیریت ساخت

صاحب امتیاز و مدیر مسئول : دکتر روح اله طاهرخانی
سر دبیر : دکتر محمدعلی نکوئی
دبیر تخصصی : دکتر مرتضی فیروزی
مدیر اجرایی : مهندس فائزه طاهرخانی

اعضای هیئت تحریریه :

دکتر رضا ضیائی موید	استاد دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین
دکتر عباس رصافی	استاد دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین
دکتر علی عبدی کردانی	دانشیار دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین
دکتر مهدی روانشادنیا	دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
دکتر روح اله طاهرخانی	استادیار دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین
دکتر مهدی مهدی خانی	استادیار دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین
دکتر رامین انصاری	استادیار دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین
دکتر محمد علی نکوئی	استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر تهران
دکتر حمیدرضا عباسیان جهرمی	استادیار دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
دکتر سعید بنی هاشمی	استادیار دانشگاه کانبرا استرالیا
دکتر علی کیوانفر	استادیار دانشگاه ایالتی کنزائو
دکتر مرتضی فیروزی	استادیار دانشگاه البرز

همکاران اجرایی : نجمه هاشم پور، امیرحسین حاجی بابایی، شادی معتمدی، کیمیا آرام
صفحه آرائی و طراحی : مریم حدادی
ویراستار فارسی : زهرا شعر بافچی زاده
ویراستار انگلیسی : سمیه میرزبابایی

نشانی : تهران، خیابان دماوند، میدان امامت، خیابان شهید تیموری فر، پلاک ۱۹۳، واحد ۳، کدپستی ۱۷۴۳۶۹۵۳۸۱
تلفن و نمابر : ۰۲۱۷۷۴۲۸۰۰۶
وبگاه : www.jecm.ir
رایانامه : info@jecm.ir

Journal of Engineering & Construction Management

ISSN : 2538-2578

Director-in-Charge : Dr. Roohollah Taherkhani
Editor-in-Chief : Dr. Mohammad Ali Nekooie
Associate Editor : Dr. Morteza Firouzi
Administration Manager : Faezeh Taherkhani



Editorial Board :

Dr. Reza Ziyae Moayed	Prof. at Imam Khomeini International University (IKIU)
Dr. Abbas Rassafi	Prof. at Imam Khomeini International University (IKIU)
Dr. Ali Abdi Kordani	Assoc. Prof. at Imam Khomeini International University (IKIU)
Dr. Mehdi Ravanshadnia	Assoc. Prof. at Islamic Azad University (Tehran Branch)
Dr. Roohollah Taherkhani	Assist. Prof. at Imam Khomeini International University (IKIU)
Dr. Mahdi Mahdikhani	Assist. Prof. at Imam Khomeini International University (IKIU)
Dr. Ramin Ansari	Assist. Prof. at Imam Khomeini International University (IKIU)
Dr. Mohammad Ali Nekooie	Assist. Prof. at Malek Ashtar University of Technology
Dr. Hamidreza Abbasianjahromi	Assist. Prof. at K. N. Toosi University of Technology (KNTU)
Dr. Saeed Banihashemi	Assist. Prof. at University of Canberra
Dr. Ali Keyvanfar	Assist. Prof. at Kennesaw State University
Dr. Morteza Firouzi	Assist. Prof. at Alborz University

Journal Colleagues : Najmeh Hashempour, Amirhossein Hajibabaei, Shadi Motamedi, Kimiya Aram
Layout and design : Maryam Haddadi
Persian editor : Zahra Sharbafchizadeh
English editor : Somayeh Mirzababayi

Address : Unit. 3, No. 193, Teymurifar St., Emamat Sq., Damavand St., Tehran, Iran, 1743695381
Tel & Fax : +9821-77428006
Site : www.jecm.ir
Email : info@jecm.ir

فهرست

۴-۸	وزن دهی و رتبه بندی عوامل موثر بر بهره‌وری کارکنان در صنعت ساخت با روش های تصمیم گیری چند معیاره الکترونیک ناهید شیخی؛ امین زیوری
۹-۱۶	ارزیابی میزان تاثیر BIM در مرحله طراحی به منظور کاهش دعاوی در فاز ساخت اکبر معرفت؛ حسین طوسی؛ رضا محمودی حسنخانیلو
۱۷-۲۷	بررسی حقوقی قراردادهای BOT و EPC در پروژه های راهسازی سودابه والی زاده؛ داریوش والی زاده؛ علی پروری
۲۸-۳۵	بررسی آسیب پذیری لرزه ای و راهکارهای مقاوم سازی سازه های آجری غیر مسلح، مطالعه موردی: کشور ایران محمد رضا احسان دوست؛ ابراهیم زارع
۳۶-۴۵	بررسی و ارزیابی ریسک های ساخت و راه اندازی در پروژه های ساختمانی، مطالعه موردی : بیمارستان ابراهیم عبدالله نژاد؛ احد نظری؛ میلاد رحمتی نیا
۴۶-۵۵	به کارگیری روش زنجیره بحرانی در مدیریت پروژه های خطی-تکراری نظیر راهسازی با در نظر گرفتن شرایط عدم قطعیت و ریسک محمد جواد طاهری امیری؛ فرشید رضا حقیقی؛ احسان اله اشتهاوردیان؛ میلاد همتیان



Content

Weighing and Prioritizing of Factors Influencing on Employee Productivity in Construction Industry by Methods of Decision Making of Multi-Criteria Electricians Nahid Sheikhi; Amin Zivari	4-8
Evaluating the Effect of BIM in the Design Phase to Reduce Construction Claims Akbar Marefat; Hossein Toosi; Reza Mahmoudi Hasankhanlo	9-16
Legal review of BOT and EPC contracts in road construction projects Soudabeh Valizadeh; Dariush Valizadeh; Ali Parvari	17-27
An Overview of the Seismic Vulnerability and Strategies for Strengthening Brick Structures Unarmed Case Study: Iran Mohammadreza Ehsandoost; Ebrahim Zare	28-35
Investigation and evaluation of construction and commissioning risks in construction projects, Case Study: Hospital Ibrahim Abdolahnejad; Ahad Nazari; Milad Rahmatinia	36-45
Implementing the critical chain method for managing linear-repetitive projects such as road construction, taking into account the conditions of uncertainty and risk Mohammad Javad Taheri Amiri; Farshidreza Haghighi; Ehsan Eshtehardian; Milad Hematian	46-55

وزن دهی و رتبه بندی عوامل موثر بر بهره وری کارکنان در صنعت ساخت با روش های تصمیم گیری چند معیاره الکترونیک



فصلنامه علمی تخصصی
مهندسی و مدیریت ساخت
سال دوم، شماره سوم
شماره پیاپی هفتم
پاییز ۱۳۹۶

نویسنده مسئول: ناهید شیخی
آدرس ایمیل:

nahid.sheikhi@yahoo.com

ناهید شیخی

دانشجوی کارشناسی ارشد عمران، گرایش مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

امین زیوری

استادیار گروه عمران، موسسه آموزش عالی شرق گلستان، گلستان، ایران

چکیده:

بدون شک در میان سرمایه های موجود، نیروی انسانی از جایگاهی رفیع در پیشرفت و پیشبرد اهداف هر سازمان برخوردار است. باید به این نکته توجه کرد که پیشرفت هر ملتی وابسته به کار و تلاش همه اقشار جامعه است و بهره وری معیاری برای ارزیابی عملکرد این فعالیتهای و تلاش ها در بخش های مختلف اجتماعی و اقتصادی است. هدف از این تحقیق شناسایی عوامل موثر بر بهره وری و تعیین روابط این عوامل و چگونگی تاثیر آنها می باشد. در این بررسی از روش تحلیل سلسه مراتبی (AHP) برای وزن دهی معیارها و از روش الکترونیک برای رتبه بندی و الویت بندی گزینه ها استفاده شد. نتایج نشان داد که عوامل فردی بیشترین تاثیر را بر بهره وری کارکنان صنعت ساخت و ساز در استان گلستان داشته است.

کلمات کلیدی: بهره وری، صنعت ساخت، الکترونیک، AHP

Weighing and Prioritizing of Factors Influencing on Employee Productivity in Manufacturing Industry by Methods of Decision Making of Multi-Criteria Electricians

Nahid Sheikhi

Graduate student of Civil Engineering, Construction Management, Islamic Azad University, Sari, Iran

Amin Zivari

Assistant Professor, Department of Civil Engineering, East Golestan Higher Education Institute, Golestan, Iran.



Volume 2 , Issue 3,
Autumn 2017

Corresponding author:

nahid sheikhi

Email address:

nahid.sheikhi@yahoo.com

۱-۲- نحوه گردآوری داده ها

روش گردآوری داده ها در این تحقیق شامل روش کتابخانه ای و میدانی می باشد. پرسشنامه یکی از متداولترین ابزار گردآوری اطلاعات در پژوهش های پیمایشی است که حاوی سؤالاتی در مورد متغیرهای مورد سنجش در جامعه است. متغیرهای مورد بررسی در این پرسشنامه میزان تأثیرگذاری عوامل مختلف بر بهره وری نیروی انسانی در صنعت ساخت و ساز است و از پرسش شوندگان خواسته شد که میزان تأثیرگذاری هر معیار را با انتخاب گزینه مناسب مشخص نمایند. برای طراحی پرسشنامه از طیف ۵ گزینه ای لیکرت استفاده شده است. متغیرهای مورد بررسی در پرسش نامه از مقالات مرجع [۶-۸] استخراج شده است. شکل کلی و امتیاز بندی این طیف برای سوالات بصورت جدول (۱) می باشد.

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱	۲	۳	۴	۵

جدول ۱- مقیاس ۵ گزینه ای لیکرت

پژوهشگر مستقیماً به سازمان های نظام مهندسی مراجعه کرده و یا با افراد درگیر در امر ساخت و ساز مصاحبه کرده و پرسشنامه را به تک تک کارکنانی که به طور تصادفی انتخاب شده بودند، تحویل داده و تمامی سؤالات پرسشنامه را به صورت جداگانه برای آنان توضیح داده و راهنمایی شان نموده است. پس از توضیح و جمع آوری پرسشنامه ها در نهایت ۱۵۵ نفر از پاسخگویان به ۱۸۰ پرسشنامه توزیع شده پاسخ دادند. در نهایت با استفاده از روش AHP و الکترونیک به وزن دهی و اولویت بندی معیارها پرداختیم.

۳- یافته های تحقیق

۳-۱- وزن دهی با روش AHP

از آنجایی که شاخص بهره وری نیروی انسانی نقش و جایگاه به سزایی در بهبود بهره وری سایر عوامل دارد به همین منظور این شاخص و سایر عوامل مؤثر بر آن از اهمیت بسیاری برخوردار هستند. در خصوص بهره وری نیروی انسانی در پروژه های ساختمانی لازم به ذکر است که بهبود در کیفیت نیروی انسانی موجب می شود که از یک طرف عوامل کار ساخت و ساز، ماهرتر و کارآزموده تر گردد و از طرف دیگر بهبود و پیشرفت در دانش نیز سبب می شود تا عامل سرمایه کارا تر گردد. با توجه به اینکه در این پژوهش قصد بررسی و رتبه بندی عوامل مؤثر بر بهره وری نیروی انسانی در صنعت ساخت و ساز را داریم، لذا با توجه به جدول ۹ کمیته ساعتی، از کارشناسان و خبرگان صنعت ساخت و ساز در استان گلستان خواسته شد تا به بیان

کمیت یا کیفیت بازده فعالیت ها را از طرق مختلف می توان افزایش داد. به عنوان مثال با توسعه ظرفیت ها و یا از طریق مدرنیزاسیون و یا کنترل محصول و مواد اولیه و خام و واسطه و یا با ارتقای سطوح علمی و مهارتی نیروها و یا تامین نیازهای اساسی کارکنان، می توان تغییراتی مطلوب را در نتایج فعالیت ها به وجود آورد. بهره وری نیروی انسانی تنها به جنبه ای از افزایش کمیت و یا بهبود کیفیت محصول (کالا یا خدمات) اطلاق می گردد که به واسطه ارتقای سطح کیفی و تلاش نیروی انسانی ایجاد شده باشند. مطابق این تعریف بین بهره وری و میزان بکارگیری توانایی های بالقوه و بالفعل افراد یک رابطه مستقیم بوجود می آید.

بهره وری نیروی کار تا حد زیادی به وجود تناسب میان مزد و حقوق پرداختی و همچنین اعطای دانش و تشویق های مالی به نیروی کار بستگی دارد به همین دلیل هرچه کارفرما به نیازهای مادی و معنوی به عنوان یک عامل انگیزش مؤثر برای نیروی کار بیشتر توجه کند، بهره وری نیروی کار نیز افزایش می یابد. هرچه بهره وری نیروی کار افزایش پیدا کند، قدرت رقابت سازمان افزایش می یابد. بهبود بهره وری علاوه بر کاهش هزینه نیروی کار، کاهش سایر هزینه ها را نیز به دنبال دارد. بعنوان مثال انجام کارها به شیوه صحیح باعث کاهش اثرات و نتایج منفی، کاهش ضایعات و اتلاف منابع و همچنین افزایش کیفیت کالاها و خدمات ارائه شده می شود. اما بهره وری کار برای کارکنان شرکت نیز نتایج سودمندی دارد.

در هر حال، شناخت و درک شدت و برهم کنش عوامل درون سازمانی و برون سازمانی، چه در کشورهای توسعه یافته و چه در کشورهای در حال توسعه اهمیتی اساسی دارد.

تصمیم گیری همواره از مهم ترین وظایف مدیران در سطوح مختلف محسوب می گردد و بی شک موفقیت یا عدم موفقیت ها در سایه فرآیند تصمیم گیری تعریف می شوند. مدیریت پروژة نیز به عنوان دانشی فراگیر از این قاعده مستثنی نبوده و از ابتدا تا انتهای مراحل یک پروژه، مدیر همواره با دغدغه تصمیم گیری روبرو است. یک مدیر موفق بی شک با تصمیم گیری بهینه قادر به پیشبرد مؤثر پروژه خواهد بود. همواره در پس هر پروژه موفق تصمیماتی مؤثر و مناسب نهفته است. علم تصمیم گیری در حقیقت یک علم چند وجهی بوده که چگونگی اتخاذ تصمیم منطقی و مناسب را طی یک پروسه تصمیم گیری پیشنهاد می نماید. در واقع برای اتخاذ تصمیمات بهینه نیاز است که شخص تصمیم گیرنده به مجموعه گسترده ای از تکنیک ها و فنون تصمیم گیری نظیر علوم اقتصادی، روانشناختی، احتمالات و موارد بسیاری از این دست آشنا باشد. اهمیت تصمیم گیری و لزوم اتخاذ تصمیماتی صحیح موضوعی است که اهمیت آن بر کسی پوشیده نمی باشد.

اساس این روش، وزن دهی به اولویت های نسبی موجود در مجموعه ای از آلترناتیوهای مفروض با یک مقیاس نسبی می باشد. این روش بر اساس قضاوت شخص تصمیم گیرنده (DM) و تأکید بر اهمیت قضاوت های مستقیم و علایق ذاتی تصمیم گیرنده استوار می باشد. فرآیند این تکنیک تصمیم گیری با مقایسه آلترناتیوها با یکدیگر و انتخاب بهینه ترین آلترناتیو شکل می پذیرد.

اهمیت هر شاخص نسبت به شاخص دیگر تحت هدف و زیر شاخص مذکور به پردازند. شایان ذکر است در جدول مقایسات زوجی اصل معکوسی در نظر گرفته شده است، بدین صورت که چنانچه معیار A نسبت به معیار B دو برابر اهمیت داشته باشد، معیار B نسبت به معیار A دارای اهمیت نیم می باشد. که در نهایت وزن معیارها همانطور که در جدول ۲ قابل مشاهده است، بدست آمد.

معیارها

- C_۱: عوامل فردی
- C_۲: عوامل تقویت حس تعهد و وفاداری در کارکنان
- C_۳: عوامل میزان آزادی و استقلال در انجام امور
- C_۴: عوامل ایجادکننده جو صمیمیت و همکاری
- C_۵: عوامل برنامه ریزی و هدایت عملکرد کارکنان
- C_۶: عوامل حمایت سازمانی و نظام جبران خدمات
- C_۷: عوامل فیزیکی و روانی محیطی
- C_۸: عوامل سازمانی و مدیریتی

A	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
W	0.1883	0.0957	0.089	0.0737	0.1215	0.1715	0.1391	0.1213

جدول ۲- وزن معیارها

۲-۳- روش الکتره

در مقایسات زوجی درجه توافق از اوزان به صورت W_j و مقادیر ارزیابی وزین به صورت ماتریس V_{ij} می باشد. برای استفاده از این روش فرضیاتی مورد نیاز است که عبارتند از:

- معیارهای باید کمی یا قابل تبدیل به صورت کمی باشند.
- معیارها باید به طور کامل ناهمگن باشند.

در اصل هدف روش الکتره جداکردن گزینه هایی است که در ارزیابی بر اساس بیشتر معیارها ترجیح داده می شوند. مراحل الگوریتم حل مسایل تصمیم از طریق روش الکتره را می توان به صورت زیر تشریح کرد:

گام اول: از بین بردن تفاوت مقیاسی داده های تصمیم گیری با استفاده از نرم اقلیدسی (ماتریس نرمال R):

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_i (X_{ij})^2}}, i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

گام دوم: اعمال اوزان معیارها و ماتریس وزین تشکیل V با استفاده از بردار معلوم W:

$$V = (W \times R)$$

$$\begin{pmatrix} v_{11} & \dots & v_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & \dots & v_{mn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_1 \times r_{11} & \dots & w_n \times r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 \times r_{m1} & \dots & w_n \times r_{mn} \end{pmatrix}$$

گام سوم: تعیین مجموعه هماهنگی و ناهماهنگی برای هر زوج از گزینه های A, k:

$$(m; l \neq k, \dots, 1, 2, 3 = k, l)$$

گام چهارم: محاسبه ماتریس هماهنگی

$$C_{kl} = \frac{\sum_{j \in C_{kl}} W_j}{\sum_{j=1}^n W_j}$$

گام پنجم: محاسبه ماتریس ناهماهنگی

$$d_{kl} = \frac{\max_{j \in J_D} |\tilde{V}_{ki} - \tilde{V}_{lj}|}{\max_j |\tilde{V}_{ki} - \tilde{V}_{lj}|}$$

گام ششم: مشخص نمودن ماتریس هماهنگ موثر

$$\bar{C} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m C_{kl}}{m(m-1)} \quad k \neq l$$

گام هفتم: مشخص نمودن ماتریس ناهماهنگ موثر

$$\bar{d} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{kl}}{m(m-1)} \quad k \neq l$$

گام هشتم: مشخص نمودن ماتریس کلی و موثر
گام نهم: رسم شبکه ترجیح

۳-۳- معیارها و آلترناتیوها

C_۱: عوامل فردی

A_{۱۱}: برخورداری از سلامت روانی و جسمی

A_{۱۲}: پایبندی به اصول اخلاقی

	رتبه بندی	
	کلی	در گروه
A1	2	2
A2	3	4
A3	5	15
A4	1	1
A5	4	5
A6	6	31
A7	3	28
A8	1	22
A9	4	32
A10	2	23
A11	5	36
A12	2	26
A13	1	24
A14	3	30
A15	4	33
A16	4	39
A17	3	37
A18	1	25
A19	2	34
A20	5	35
A21	3	18
A22	4	19
A23	2	16
A24	1	12
A25	6	20
A26	1	3
A27	4	10
A28	5	13
A29	2	6
A30	3	8
A31	2	9
A32	4	21
A33	3	17
A34	1	7
A35	3	27
A36	4	29
A37	5	38
A38	2	14
A39	1	11

جدول ۴- شبکه ترجیح

۴- نتیجه گیری

بی شک بهره وری به طور عام و بهره وری نیروی انسانی به طور خاص که منظور این تحقیق بوده است از مهمترین عوامل بقا و تعالی در سازمان ها می باشد و مهمترین چالش حال حاضر کشور ماست. شاید عوامل دیگر و گاهی عوامل بیرونی و خارج از کنترل سازمان ها نیز در کارکرد آنها تاثیر گزار باشد، اما پایین بودن بهره وری خطری همیشگی و اصلی در حفظ ثبات و قدرت رقابت پابری شرکت ها می باشد. سکون و عدم آموزش مداوم و عدم دریافت آموزه های جدید در هر صنعت موجب عقب افتادگی و افول در سازمان ها می شود. شناسایی عوامل موثر بر بهره وری و همچنین شناسایی روش های آموزش و مدل های یادگیری و تاثیر آموزش بر هر یک از عوامل مهم بهره وری می تواند هر سازمانی را بروز کرده و در جهان رقابتی امروز حفظ کند. از آنجا که توانمند سازی کارکنان را می توان مهمترین عامل افزایش بهره وری نام برد لذا آموزش مداوم آن ها می تواند آنها را برای انجام امور محوله آماده تر کند. این که هر کارمند یا کارگری علاوه آشنایی با وظایف خود از نحوه کار و وظایف همکار خود نیز آگاه باشد می تواند در توالی کارها به افزایش بهره وری بیانجامد و از دوباره کاری و شکست در امور جلوگیری بعمل آورد.

- A13: وجدان کاری و انضباط اجتماعی
A14: داشتن تخصص، تجربه و سابقه کار
A15: قاطع و جدی بودن در حین انجام وظایف
A16: برخورداری از اعتماد به نفس و عزت نفس

C2: عوامل تقویت حس تعهد و وفاداری در کارکنان

- A21: طرز تلقی نسبت به کار
A22: مشارکت کارکنان در تصمیم گیریها
A23: برگزاری دوره های مختلف آموزشی در زمینه کاری
A24: رقابت کارکنان با یکدیگر در جهت پیشرفت در مسیر شغلی

C3: عوامل میزان آزادی و استقلال در انجام امور

- A31: میزان آزادی عمل کارکنان
A32: اعتماد و اطمینان مدیریت به کارکنان در انجام صحیح
A33: خودداری کارکنان و مدیران از انتقاد به ایده های
A34: نظر خواهی و مشورت مدیران با کارکنان جدید
A35: جویا شدن نظرات کارکنان در مورد نحوه اعطای پاداش و مزایا

C4: عوامل ایجادکننده جو صمیمیت و همکاری

- A41: ارتباط صمیمانه کارکنان با یکدیگر
A42: صفا و صمیمیت در محل کار
A43: جو همکاری و علاقه مندی نسبت به شغل خود
A44: احترام و ارزشگذاری به یکدیگر

با توجه به پرسشنامه ها ماتریس تصمیم گیری برای متغیرهای مورد بررسی در جدول (۳) ارائه شد. همچنین رسم شبکه ترجیح برای رتبه بندی نهایی گزینه ها در جدول (۴) قابل مشاهده است.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A11	4/5	0	0	0	0	0	0	0
A12	4/2	0	0	0	0	0	0	0
A13	3/2	0	0	0	0	0	0	0
A14	4/9	0	0	0	0	0	0	0
A15	4/2	0	0	0	0	0	0	0
A16	2/1	0	0	0	0	0	0	0
A21	0	2/5	0	0	0	0	0	0
A22	0	3	0	0	0	0	0	0
A23	0	2/4	0	0	0	0	0	0
A24	0	3	0	0	0	0	0	0
A31	0	0	3/2	0	0	0	0	0
A32	0	0	4/2	0	0	0	0	0
A33	0	0	4/4	0	0	0	0	0
A34	0	0	3/9	0	0	0	0	0
A35	0	0	3/8	0	0	0	0	0
A41	0	0	0	2/2	0	0	0	0
A42	0	0	0	3/3	0	0	0	0
A43	0	0	0	4/7	0	0	0	0
A44	0	0	0	3/6	0	0	0	0
A51	0	0	0	0	3/2	0	0	0
A52	0	0	0	0	4/3	0	0	0
A53	0	0	0	0	4/3	0	0	0
A54	0	0	0	0	4/3	0	0	0
A55	0	0	0	0	4/8	0	0	0
A61	0	0	0	0	0	3/6	0	0
A62	0	0	0	0	0	4/9	0	0
A63	0	0	0	0	0	4/5	0	0
A64	0	0	0	0	0	4/2	0	0
A65	0	0	0	0	0	4/8	0	0
A66	0	0	0	0	0	4/6	0	0
A71	0	0	0	0	0	0	4/2	0
A72	0	0	0	0	0	0	3/1	0
A73	0	0	0	0	0	0	3/3	0
A74	0	0	0	0	0	0	4/3	0
A81	0	0	0	0	0	0	0	2/7
A82	0	0	0	0	0	0	0	2/6
A83	0	0	0	0	0	0	0	2/4
A84	0	0	0	0	0	0	0	4
A85	0	0	0	0	0	0	0	4/4

یافته های بخش استنتاجی، نشان می دهد که؛ اولاً، هر هشت گروه شناسایی شده در بهره وری افراد در صنعت ساخت و ساز اثرگذارند و رتبه بندی آن ها نیز بدین شرح تعیین شدند: ۱- داشتن تخصص، تجربه و سابقه کار، ۲- برخورداری از سلامت روانی و جسمی، ۳- پرداخت پاداش نقدی و غیر نقدی، ۴- پایبندی به اصول اخلاقی از عوامل فردی و قاطع و ۵- جدی بودن در حین انجام وظایف از عوامل حمایت سازمانی و نظام جبران خدمات در رده های اول تا پنجم موثرترین عوامل سازمانی در روش الکتره ارائه شده اند. از طرف دیگر، یافته های حاصل از رتبه بندی مؤلفه های مربوط به عوامل هشت گانه مؤثر بر بهره وری نیروی انسانی دلالت بر آن دارد که؛ برای بهبود و ارتقاء بهره وری افراد درگیر در حوزه ساخت و ساز می بایست به مؤلفه هایی توجه نمود که اولاً بر بهره وری مؤثر بوده، ثانیاً این مؤلفه ها، دارای درجه اهمیت و تأثیرگذاری بیشتری باشند تا بتوان میزان بهره وری نیروی انسانی سازمان را به طور قابل ملاحظه ای افزایش داد.

مراجع

۱. پیمان، سید حسن (۱۳۷۴): بهره وری و مصداق ها. تهران: نشریه زمینه.
۲. قرائی، محمد رضا (۱۳۷۸): اهمیت نیروی کار در بهره وری. تهران: نشریه ابرار اقتصادی شماره ۱۳۵ دوره چهارم خرداد ماه.
۳. آذربایجانی، کریم (۱۳۶۸): اندازه گیری و تجزیه و تحلیل بهره وری صنایع کشور. اصفهان: سازمان برنامه و بودجه.
۴. طاهری، شهنام (۱۳۷۸): بهره وری و تجزیه و تحلیل آن در سازمانها. تهران: نشر هستان چاپ هفتم
۵. فیلی زاده محمدرضا، صادقی حسن، معینی فاطمه، ۱۳۸۶، مدیریت پروژه بر اساس فرآیند تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)، سمینار مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، دوره ۱، ۱۷ صفحه.
۶. آزاده، قدیر، پویا، علیرضا، ۱۳۹۲، اولویت بندی عوامل مؤثر بر بهره وری منابع انسانی در راستای اهداف استراتژیک و چشم انداز (مورد مطالعاتی: استانداری خراسان شمالی)، دهمین کنفرانس بین المللی مدیریت استراتژیک، تهران، انجمن مدیریت راهبردی ایران.
۷. طواری، مجتبی، سوخکیان، محمدعلی، میرنژاد، سیدعلی، شناسایی و اولویت بندی عوامل مؤثر بر بهره وری نیروی انسانی با استفاده از تکنیک های MADM (مطالعه موردی: یکی از شرکت های تولیدی پوشاک جین در استان یزد)، نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۱، شماره ۱، پاییز و زمستان ۱۳۸۷، ۷۱-۷۸.
۸. بردبار، غلامرضا، عوامل مؤثر بر بهره وری نیروی انسانی با استفاده از تکنیکهای تصمیم گیری چند معیاره مطالعه موردی: کارکنان بیمارستان شهید صدوقی یزد، مدیریت سلامت، ۱۳۹۲، دوره ۱۶، شماره ۵۱، ۷۰-۸۳.

ارزیابی میزان تاثیر BIM در مرحله طراحی بمنظور کاهش دعاوی در فاز ساخت



اکبر معرفت

کارشناسی ارشد پردیس هنرهای زیبا-دانشگاه تهران-ایران

حسین طوسی

دکترای تخصصی پردیس هنرهای زیبا -دانشگاه تهران-ایران

رضا محمودی حسنخانلو

کارشناسی ارشد پردیس هنرهای زیبا-دانشگاه تهران-ایران

فصلنامه علمی تخصصی
مهندسی و مدیریت ساخت
سال دوم، شماره سوم
شماره پیاپی هفتم
پاییز ۱۳۹۶
نویسنده مسئول: اکبر معرفت
آدرس ایمیل:
marefat1989@gmail.com

چکیده

افزایش دعاوی در پروژه‌های پیچیده امروزی باعث شده است که یافتن ابزارهای مناسب برای مدیریت و کاهش دعاوی به یکی از سوالات مهم پژوهش‌های جدید تبدیل شود. هر چند نمی‌توان بطور کلی احتمال وقوع این ادعاها را از صنعت ساخت حذف کرد ولی می‌توان با بهره‌گیری از فناوری‌های نوینی همچون مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM) در مرحله طراحی، احتمال بروز این دعاوی را تا حد زیادی کاهش داد. در این مقاله روش پژوهش به صورت توصیفی و از نوع مطالعه مروری می‌باشد که برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزار پرسشنامه و مطالعات کتابخانه‌ای استفاده شده است. در این پژوهش، به مجموعه‌ای از قابلیت‌های BIM که بر کاهش عوامل ایجاد ادعا در پروژه‌ها تاثیر گذاشته است، گریزی زده شد، سپس در ادامه با در نظر گرفتن پیچیدگی پروژه‌های صنعت ساخت با شناسایی چند مورد از عوامل ایجاد ادعا با قابلیت تاثیر از BIM به ارزیابی میزان تاثیر این تکنولوژی در جهت کاهش دعاوی در فاز ساخت پروژه‌ها پرداخته شده است. نتایج حاکی از این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش میزان پیچیدگی در پروژه‌ها، تاثیرات فناوری BIM در کاهش دعاوی پروژه‌ها بیشتر خود نمایی می‌کند که در نهایت منجر گردیده، بسیاری از عوامل موثر بر بروز ادعا در فاز اجرای پروژه‌ها در مرحله طراحی حذف شوند.

کلمات کلیدی: مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM)، مدیریت طراحی، دعاوی، ساخت

Evaluating the Effect of BIM in the Design Phase to Reduce Construction Claims

Akbar Marefat

Architectural Department, University Of Tehran, Tehran, Iran

Hossein Toosi

Architectural Department, University Of Tehran, Tehran, Iran

Reza Mahmoudi Hasankhanlo

Architectural Department, University Of Tehran, Tehran, Iran



Volume 2 , Issue 3,

Autumn 2017

Corresponding author:

Marefat, Akbar

Email address:

marefat1989@gmail.com

۱. مقدمه

همراه با پیچیدگی روز افزون پروژه‌های صنعت ساخت، مشکلات مربوط به فاز طراحی و اجرای پروژه‌ها نیز افزایش یافته است بطوریکه بنظر می‌رسد، روشهای مرسوم طراحی از ابراز مناسب ایده‌های طراحی و حل تناقضات موجود عاجز مانده‌اند و این امر باعث گردیده زمان و هزینه اجرای بسیاری از پروژه‌ها از میزان پیش بینی شده آن بسیار بیشتر شود که این امر سبب ادعاهای مختلفی برای ارکان پروژه به خصوص پیمانکاران می‌شود. بر همین اساس ادعا و در پی آن اختلافات به یکی از آثار مخرب صنعت ساخت مبدل شده است. از این‌رو در طی سال‌های اخیر تلاش برای پیدا کردن روشها و تکنیک‌های جدید برای به حداقل رساندن و جلوگیری از دعاوی درصنعت ساخت به شدت مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا فناوری BIM یک رویکرد نسبتاً جدید در صنعت ساخت و ساز محسوب می‌شود که بسیاری از کارشناسان این صنعت معتقدند که بکارگیری این فناوری باعث بهبود بهرهوری کلی صنعت ساخت و کاهش بسیاری از دعاوی و اختلافات در پروژه‌ها می‌شود.

تحقیقات بسیاری با هدف شناسایی قابلیت‌های BIM بمنظور کاهش دعاوی صورت گرفته است. برای مثال خوشنوا و همکارانش از طریق تحقیق خود ثابت کردن که پتانسیل‌های BIM در شناسایی و جلوگیری از خطاها و تداخلات در طول مراحل مختلف پروژه، منجر به کاهش عوامل بروز ادعا می‌شود و به طور قابل توجهی تعدادی از رویدادهایی که ممکن است منجر به بروز اختلاف شوند را کاهش می‌دهد. براساس گزارش موسسه McGraw-Hill قابلیت‌های فناوری BIM، ۵۶٪ تغییرات در طول فاز ساخت را کاهش می‌دهد و ۵۹٪ باعث می‌شود اختلافات در طول فاز اجرا کاهش یابد. گیبس و همکارانش در تحقیقات مختلفی اظهار داشتند که BIM از همان مراحل ابتدایی پروژه با بهبود همکاری و ارتباطات طرفین قرارداد، باعث می‌شود ادعاها و اختلافات در طول فازهای مختلف پروژه کاهش یابد. همچنین با بررسی قابلیت‌های ابعاد ۵D و ۴D، این دو بعد را بعنوان ابزاری برای آنالیز ادعای تاخیر و بصری سازی و بازایی اطلاعات را بعنوان راهکاری برای رفع چالش‌های ادعای تاخیر برای جلوگیری از ادعاهای ناوارد معرفی نمودند. همچنین نتایج تحقیقات انجام شده توسط موسسه NBS حاکی از این می‌باشد که BIM با ترکیب داده‌های ساختار یافته، و تجسم سازی طرح به ایجاد زبان مشترک بین ذینفعان مختلف کمک می‌کند. این در حالی است که عدم وجود زبان مشترک بین ذینفعان، خود بعنوان مانع بزرگی در حل اختلافات بشمار می‌رود. تقی زاده و همکارانش در تحقیقی با عنوان "تأثیر کاربرد مدلسازی اطلاعات ساختمان در کاهش دعاوی پروژه‌های ساخت و ساز" امکانات و ابزارهای BIM را بمنظور کاهش ادعاها در فازهای مختلف پروژه‌های ساخت و ساز مورد مطالعه قرار دادند.

یوديجا و همکارانش در سال ۲۰۱۵ با انجام مطالعه موردی به این نتیجه دست یافتند که این فناوری منجر به افزایش

کیفیت پروژه، کاهش زمان تحویل پروژه و دعاوی در پروژه‌ها می‌شود. ازهر در تحقیق خود اشاره نموده است که نرم افزارهای BIM کمیت‌های مورد تغییر در یک پروژه را می‌توانند به راحتی بازایی کنند و در طول ارزیابی ادعاهای مورد بحث، می‌توان از این نرم افزارها به نحو احسن استفاده نمود. ایستمن و همکارانش اظهار داشتند که استفاده از BIM باعث بهبود آنالیز بهتر فرآیندهای مختلف پروژه، کاهش زمان، هزینه و ادعا می‌شود. آنها همچنین پیشتر به این موضوع پرداخته بودند که با بکارگیری BIM به یقین عوامل ایجاد دعاوی کاهش می‌یابد چرا که فرآیندهای طراحی و ساخت کارآمدتر خواهد بود. همچنین در این رابطه راجندران و همکارانش (۲۰۱۴) اظهار نظر کرده‌اند که قابلیت‌های BIM به طور قابل توجهی در بالا بردن سرعت روند ساخت و ساز، کاهش هزینه، دعاوی حقوقی و اختلافات موثر می‌باشد. گربدر سال ۲۰۱۴ بیان کرده است که این فناوری راهکاری جهت افزایش ارتباطات بین ارکان پروژه و راه نجاتی برای پایان جدال بین مهندسين معمار و سازه می‌باشد. همچنین ریچارد و همکارانش بیان کردند که وضوح مقادیر در مدل BIM می‌تواند ایجاد ارتباط میان عوامل پروژه را تسهیل نماید و پتانسیل ایجاد اختلاف را کاهش داده و از خطاها و اتلاف زمان جلوگیری نماید. در این راستا ضیایی در تحقیقات خود BIM را بعنوان راهکاری برای حذف فساد از صنعت ساخت معرفی نموده است. ایشان معتقدند که اجرای کار بر مبنای مدلی دقیق، شفاف و جامع که در هر زمان قابل بازایی و بررسی است باعث این امر می‌شود. کوک و اسکایک با انجام مطالعه موردی قابلیت‌های مدل BIM برای تجزیه و تحلیل دعاوی و حل و فصل اختلافات مورد مطالعه قرار دادند و اثبات نمودن که این فناوری با ایجاد فضایی شفاف، دقیق، صریح، بی طرفانه و قابلیت تجسم سازی و مستندسازی می‌تواند بعنوان ابزاری راهگشا از بروز پیچیدگی در فرآیند بررسی و آنالیز عوامل ایجاد ادعا و اختلافات جلوگیری نماید. براساس ادعای گرینوالد (۲۰۱۳)، BIM با برنامه‌ریزی و مدلسازی فعالیت‌های متوالی، تشخیص تداخلات ساخت و همچنین ارزیابی ایمنی و آنالیز خطر، نه تنها توانایی صرفه جویی در هزینه و مدیریت موثر زمان را دارد بلکه در کاهش اختلافات می‌تواند نقش شایانی ایفا نماید بر همین اساس محقق در این پژوهش به معرفی دو مورد سیستم کاری مختلف برای بکارگیری BIM به منظور کاهش دعاوی مبادرت ورزیده است.

با توجه به مطالب فوق اگرچه در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در مورد بررسی قابلیت فناوری BIM برای کاهش دعاوی ساخت و ساز انجام شده است. ولی در هیچ کدام از تحقیقات قبلی انجام شده در این زمینه، به شناسایی عوامل ایجاد ادعا با قابلیت تاثیر از BIM و ارزیابی میزان اثرگذاری این فناوری در راستای کاهش عوامل مذکور پرداخته نشده است. از این‌رو در این تحقیق سعی بر آن است ضمن بررسی قابلیت‌های فناوری BIM در مرحله طراحی برای کاهش دعاوی، با توجه به پیچیدگی پروژه‌های صنعت ساخت به شناسایی عواملی از ایجاد ادعا در مرحله ساخت؛ که BIM منجر به حذف آنها در مرحله طراحی می‌شود به ارزیابی میزان تاثیر فناوری BIM به منظور کاهش دعاوی در مرحله ساخت پروژه‌های مختلف صنعت ساخت پرداخته شود.

۲. قابلیت‌های BIM در فاز طراحی برای کاهش ادعا

مدلسازی اطلاعات ساختمان رویکردی نوآورانه برای طراحی ساختمان، مهندسی و مدیریت ساخت است. که طبق تعریف مؤسسه معماران آمریکا، مدل BIM مرتبط با پایگاه اطلاعات پروژه می‌باشد که می‌تواند میان ذینفعان مختلف پروژه قابل دسترسی و مشترک تعریف شده باشد. در حقیقت BIM داده‌های پروژه را به نحوی هوشمند می‌کند که همه ذینفعان بتوانند آنها را بدرستی تفسیر کنند، تا ریسک تفسیرها و فرضیات نابجا به حداقل برسد. طبق جدول (۱) BIM دارای ابزارهای متعددی می‌باشد که عموماً به عنوان «بُعد» شناخته می‌شوند. و در واقع این فناوری از مدل‌های سه بعدی و پویا به منظور افزایش بهره‌وری در صنعت ساخت استفاده می‌کند.

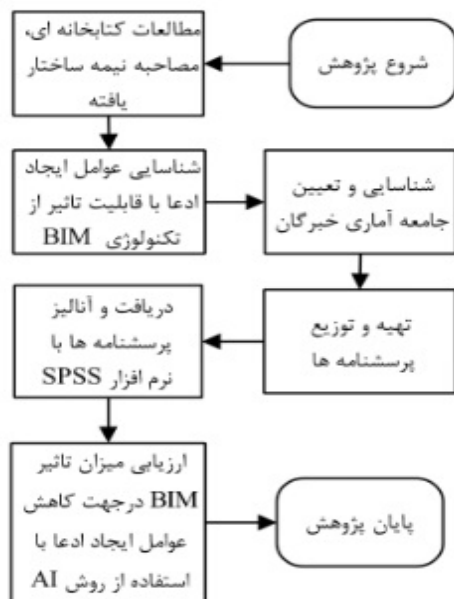
با توجه به قابلیت‌های BIM در مرحله طراحی: بازنگری طراحی (شناسایی تداخلات ساخت، آنالیز طراحی، بهینه‌سازی طراحی)، شبیه‌سازی ساخت (ارزیابی قابلیت ساخت، بهینه‌سازی زمانبندی، انیمیشن ساخت، برنامه‌ریزی تجهیز کارگاه، شناسایی مخاطرات ایمنی) و مدیریت مواد و مصالح (متره و برآورد، برنامه‌ریزی مصالح، کنترل مواد و مصالح)، این فناوری فرصت‌های جدیدی را می‌تواند در جهت جلوگیری از بروز ادعا و روش حل اختلاف ارائه نماید. همانطور که در جدول (۲) مشاهده می‌فرمائید قابلیت‌های BIM در مرحله طراحی منجر به کاهش تغییرات در طول اجرای پروژه، و در نتیجه آن کاهش دعاوی و اختلافات در پروژه‌ها می‌شود.

ابعاد BIM	کاربردها
هماهنگی بعد سوم	یکپارچه کردن نقشه‌های مکانیکی، الکتریکی و معماری به منظور بررسی در فضای مجازی به صورت بصری، جهت کاهش اختلافات پروژه.
مروری بر ساخت پذیری نقشه‌ها	آنالیز بخش‌های مختلف طراحی به منظور کاربردی بودن آن و شناسایی خطاها و ایرادات احتمالی نقشه‌ها.
توالی و برنامه زمانبندی فعالیت‌ها در بعد چهارم	تجسم توالی فعالیت‌ها و شبیه سازی به منظور بروز رسانی زمان و متابع مورد نیاز برنامه‌ها.
تخمین هزینه در بعد پنجم	استخراج مقدار مصالح مورد نیاز به صورت اتوماتیک، و اعمال تغییرات در بخش‌های مختلف طراحی در صورت انجام تغییرات در مدل مورد نظر و مدل سازی هزینه پروژه یا درج کمترین و بیشترین هزینه‌ها.
تدارکات در بعد ششم	ادغام داده‌های مربوط به تامین کننده گان پیمانکاران جزء و فروشندگان در مدل‌های مجزا.
پیش ساخته سازی	بهبود سازی اجرای پیش ساخته ساختمان و یکپارچه سازی اجزای معماری، مکانیکی و الکتریکی.
آنالیز سازه	موتور آنالیز گر خارجی، نقشه های معماری را به نقشه های سازه ارتقا داده و پس از آن مقدار یارگیری سازه ها را مورد آنالیز قرار می دهد.
آنالیز روستایی	ایجاد سیستم روستایی موثر، کارآمد، کاربردی و متحصص به هر فضا یا افزایش کیفیت، افزایش مدت عمر و کاهش هزینه روستایی.
آنالیز مکانیکی (تهویه، گرمایش و چرخش هوا)	تشخیص درگیری، هم پوشانی و تداخل کانال های هوا و سایر اجزای مرتبط به مسائل مکانیکی در نقشه‌ها بوسیله تجسم کامپیوتری.
آنالیز انرژی	آنالیز انرژی، روستایی طبیعی، جهت ساختمان، چگونگی حداکثر جذب انرژی خورشید، کاربری ساختمان، سایت پروژه و آنالیز کلی در یک محیط مجازی.
بهره برداری و نگهداری در بعد هفتم	مدیریت تسهیلات برای نوسازی، تعمیرات، ترمیم، برنامه ریزی چیدمان فضا و بهره برداری و نگهداری. همچنین مدیریت ایمنی و اطلاعات مرتبط با ایمنی همچون روستایی اضطراری، انرژی اضطراری، خروج اضطراری، آتش خاموش کن، آژیر اعلام حریق، آژیر اعلام دود و سیستم‌های آب پاش. و کاربرد RFID برای جمع آوری اطلاعات از اجزای دنیای واقعی و انتقال اطلاعات مربوطه به داخل فضای مدل سازی اطلاعات ساختمان.
تجسم ی‌راساس GIS	این مدل یک سیستم بصری پیشرفته که بوسیله ترکیبی از تصاویر همچون ساخت سایت پروژه می باشد، ارائه می دهد.
مدل سازی از طریق بعد هشتم	ارزیابی ریسک های مرتبط با اجزای طراحی تسهیلات به منظور جلوگیری از طریق فاز طراحی ^۱ .

جدول ۲. مزایای فناوری BIM برای ذینفعان پروژه			
قابلیت‌های فناوری BIM	معماران و پیمانکاران	کارفرمایان	مهندسان
کاهش اختلافات و تغییرات	۴۷٪	۶۵٪	۵۵٪
در طول چرخه ساخت			
افزایش کیفیت کلی پروژه	۵۹٪	۵۰٪	۴۴٪
کاهش ریسک و پیش بینی	۳۵٪	۴۳٪	۳۷٪
عالی از نتیجه کار			
پیش ساخته کردن قسمت	۳۱٪	۴۶٪	۳۵٪
های پیچیده و عظیم الجثه			
انجام بهتر زیر ساخت‌های	۴۰٪	۳۴٪	۳۸٪
تکمیل شده			
بهبود چرخه تأیید و بررسی	۳۸٪	۳۳٪	۳۶٪

۳. روش شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع تحقیقات کاربردی می‌باشد و از نظر ماهیت تحقیق توصیفی به شمار می‌رود. اطلاعات توصیفی این مقاله از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، پرسشنامه و مصاحبه نیمه ساختار یافته گردآوری شده است و در ادامه به منظور ارزیابی در کاهش هر یک از موارد ایجاد ادعا از BIM میزان تاثیر ابزار پرسشنامه استفاده گردیده است. در این پژوهش با روش در کاهش BIM مطالعه مروری تلاش شده به بررسی کاربرد دعاوی پروژه‌های صنعت ساخت پرداخته شود و سعی گردیده نگرش جدید و کاملتری در این مورد ارائه گردد. ضمناً پژوهش مورد نظراز لحاظ راهبردی جزو تحقیقات کیفی و از نظر دسته بندی راهکار تحقیق، جزو تحقیقات میدانی و کتابخانه‌ای می‌باشد که ساختار کلی این پژوهش مطابق شکل (۱) می‌باشد



شکل ۱. ساختار کلی پژوهش

شایان ذکر است که جامعه آماری این پژوهش، مهندسين خبره و مدیران شرکت‌ها و سایر عواملی که در بحث ادعا و صاحب نظر و دارای تجربه ی کافی می‌باشند، بوده، BIM است. با توجه به بررسی صورت گرفته در رابطه با پرسنل شاغل در شرکت‌ها (مشاور، پیمانکار و کارفرما)، شامل و امور قراردادی و مدیران شرکت‌ها و BIM کارشناسان پروژه، مشخص شد که تعداد خبرگان دارای تجربه و دانش و ادعا، ۱۱۰ نفر می‌باشد. لازم به BIM کافی در زمینه ذکر است که برای محاسبه نمونه آماری از فرمول کوکران

با استفاده از قابلیت مدلسازی پارامتریک BIM فناوری در مرحله طراحی با ایجاد سیستم کنترل یکپارچه تغییرات ۲ منجر می‌گردد که تغییر در یک بخش مدل، در سایر بخش های پروژه مورد ملاحظه قرار گرفته و باعث کاهش احتمال وقوع تغییر در فاز اجرا شود. بنابراین در زمان طراحی بمنظور BIM استفاده از ابزارهای بررسی دقیق تر گزینه‌ها و شاخص‌های عملکردی، با توجه به اینکه در مراحل ابتدایی کار انجام می‌گیرد در بهینه‌سازی طرح و کاهش هزینه‌ها بسیار ارزشمند است. و با تأمین نظر کارفرما و امکان تست فرضیات مختلف، در نهایت می‌توان مدل پروژه را با توجه به نیازهای کارفرما تمام مراحل آماده سازی و BIM مشخص نمود. در مدل ساخت یک پروژه با ذکر زمان دقیق اجرای آن در برنامه گنجانده شده است. و از جهتی بدلیل ارائه مدل مجازی از اجزای پروژه؛ دیگر نیازی به تفسیر نقشه‌های دو بعدی و پیش آمد سوء تفاهم و دوباره کاری نیست. بالطبع پس از پایان طراحی، کارفرما پیش بینی دقیق از نحوه انجام کار، تخمین هزینه و درک درستی نسبت به کیفیت نهایی پروژه دارد و آنچه را که انتظار دارد تحویل بگیرد، عیناً با پیمانکار به اشتراک می‌گذارد. پیمانکار نیز دقیقاً متوجه تمام ابعاد کار خواهد بود، قیمتی واقعی را ارائه داده و برای مراحل کار خود برنامه ریزی لازم را انجام می‌دهد. و از آنجائیکه قیمت پیشنهادی تابعی از مقادیر کار است و در بسیاری از مواقع عامل انتخاب پیمانکار BIM در مناقصات می‌باشد، لذا استفاده از برآورد دقیق جهت شرکت در مناقصات و اطمینان از سودآوری انجام پروژه می‌تواند در موفقیت پروژه بسیار تاثیر گذار باشد از قبیل: BIM از طرفی با توجه به ویژگی‌های فناوری گردآوری و توزیع اطلاعات از طریق ایجاد سیستم پایگاه داده مشترک بین عوامل درگیر، به منظور ایجاد آگاهی، شفافیت و ارتباطات قوی بین ذینفعان پروژه و جهت ثبت، تجزیه و تحلیل و انتقال تجربیات و درس آموخته‌ها (دارایی‌های فرآیندی سازمان ۳) به تیم پروژه،

۴. تحلیل داده ها و نتایج

پس از بررسی قابلیت های BIM در مرحله طراحی با استفاده از بررسی ادبیات موضوع و کسب نظر ۴ نفر از متخصصین مجرب در این حوزه و ادعا، چند مورد از عوامل موثر در بروز ادعا در مرحله ساخت پروژه ها با قابلیت تاثیر از فناوری BMI شناسایی شد. و در ادامه بمنظور ارزیابی میزان تاثیر BMI بر روی کاهش عوامل مذکور در پروژه های مختلف :

(۱) پروژه های ساده (با پیچیدگی کم)

(۲) پروژه های معمولی (با پیچیدگی متوسط)

(۳) پروژه های پیچیده (با پیچیدگی زیاد)

یک سری پرسشنامه ای با عنوان «پتانسیل های مدل سازی اطلاعات ساختمان در جهت کاهش بروز ادعا در صنعت ساخت» طراحی شد و بین جامعه آماری خبرگان توزیع گردید همان گونه که ذکر شد در این تحقیق به منظور بررسی رابطه بین پاسخ دهنده گان (نظرات مشاور، پیمانکار و کارفرما) از آزمون رابطه کندال استفاده شده است. جدول (۴) نتایج این آزمون را در سطح معنی داری ۹۵ درصد و با خطای ۰،۰۵ نشان می دهد.

جدول ۴. تحلیل ضریب همبستگی پاسخ ها

مشاور	پیمانکار	کارفرما	مشاور
مشاور	ضریب همبستگی	۰،۸۴۸	۰،۹۳۰
عدد معناداری Sig.	۰،۰۰۰	۰،۰۰۰	۰،۰۰۰
N	۲۲	۲۲	۲۲
کارفرما	ضریب همبستگی	۰،۹۰۰	۰،۹۳۰
عدد معناداری Sig.	۰،۰۰۰	۰،۰۰۰	۰،۰۰۰
N	۲۲	۲۲	۲۲
پیمانکار	ضریب همبستگی	۰،۹۰۰	۰،۸۴۸
عدد معناداری Sig.	۰،۰۰۰	۰،۰۰۰	۰،۰۰۰
N	۲۲	۲۲	۲۲

نتایج حاکی از این است که

(الف) نظرات مشاور با نظرات کارفرما رابطه قوی دارد (شدت (sig) رابطه = ۰،۹۳۰) همچنین با توجه به سطح معنی داری کمتر از ۰،۰۵ در رابطه نظرات مشاور با کارفرما می توان قابل قبول بودن این رابطه را در سطح جامعه مورد تایید قرار داد (ب) رابطه نظرات مشاور با نظرات پیمانکار رابطه قوی بوده (شدت رابطه = ۰،۸۴۸) و در سطح جامعه معنی دار است. یعنی می توان گفت رتبه بندی این دو گروه با هم رابطه دارد لذا نظرات این دو گروه نتایج متفاوتی را ارائه نمی دهد (ج) رابطه نظرات کارفرما با نظرات پیمانکار قوی بوده (شدت رابطه = ۰،۹۰۰) و در سطح جامعه معنی دار است. یعنی می توان گفت رتبه بندی این دو گروه با هم رابطه دارد لذا نظرات این دو گروه همسان است با توجه به توضیح ضریب همبستگی کندال در این تحقیق نیز متغیرها قرینه بوده و صرفا تعیین رابطه میان پاسخ ها، مهم بوده است. نتایج حاصل نشان می دهد رتبه بندی عوامل، توسط سه گروه کارفرما و مشاور و پیمانکار مستقل از هم نبوده و با هم رابطه دارند و بین رتبه ها توافق خوبی برقرار است

معادل ۰،۱، (d) استفاده شد. که با فرض: مقدار خطا هر کدام q و p مقادیر Z= ضریب اطمینان ۰،۹۵، ۱،۹۶، ۱۱۰ نفر، به این ترتیب (N)۰،۵ و حجم جامعه آماری حجم نمونه آماری این پژوهش تقریباً ۵۱ نفر به دست آمد. که در واقع پرسش نامه برای ۷۷ نفر از افراد واجد شرایط ارسال شده است. که از این تعداد پرسشنامه ارسال شده، ۶۳ پرسشنامه تکمیل گردید که با در نظر گرفتن شرایط شغلی، تجربه و دانش کافی خبره و جواب های تکراری و غیره از بین ۶۳ پرسشنامه دریافت شده، ۵۴ مورد به عنوان حجم نمونه برای آنالیز انتخاب گردید در پرسشنامه طراحی شده، عوامل موثر بر بروز ادعا از با استفاده از لیکرت ۵ BIM جهت قابلیت تاثیر از فناوری نقطه ای (از تاثیر خیلی کم با وزن ۱ تا تاثیر خیلی زیاد با وزن ۵) مورد ارزیابی قرار گرفت. و برای بررسی توافق میان از آزمون SPSS پاسخ دهنده گان با بکارگیری نرم افزار ضریب همبستگی کندال استفاده گردید. ضریب همبستگی رتبه ای کندال یک آماره ناپارامتری (در سطح سنجش رتبه ای) است که برای سنجش میزان تناظر یا مطابقت بین دو مجموعه رتبه و ارزیابی معنی داری این تناظر به کار می رود. استفاده از ضریب کندال به ویژه زمانی مهم است که متغیرها قرینه بوده و برای پژوهشگر مهم نیست که کدامیک از متغیرهای مورد مطالعه به عنوان متغیر مستقل و کدامیک به عنوان متغیر وابسته به حساب آیند این آمار نشان می دهد که چه میزان افزایش یا کاهش در یک متغیر با افزایش یا کاهش در متغیر دیگر همراه است. ضریب کندال همواره بین ۱- تا +۱، در نوسان است در جهت BIM در نهایت بمنظور ارزیابی میزان تاثیر کاهش هر یک از عوامل ایجاد ادعا، نتایج بدست آمده طبق جدول (۳) با استفاده از روش شاخص رتبه بندی گردید. که برای محاسبه (AI) میانگین ۴ شاخص میانگین از فرمول زیر استفاده شده است

$$AI = \frac{\sum a_i x_i}{x_i}$$

درحالی که:

i عدد ثابتی که نشان دهنده وزن داده شده به ai می باشد.

متغیری که برابر است با میزان امتیاز داده شده xi توسط پاسخ دهنده گان به (i=۱،۲،۳،۴،۵)

شاخص میانگین	درجه تاثیرگذاری
$1,00 \leq AI < 1,50$	تاثیر خیلی کم
$1,50 \leq AI < 2,50$	تاثیر کم
$2,50 \leq AI < 3,50$	تاثیر متوسط
$3,50 \leq AI < 4,50$	تاثیر زیاد
$4,50 \leq AI \leq 5,00$	تاثیر خیلی زیاد

طبق جدول (۵)، نتایج حاصل از آنالیز پرسشنامه‌های برگشتی از سوی خبرگان مبنی بر تاثیر فناوری مدلسازی اطلاعات ساختمان در جهت کاهش عوامل بروز ادعاها، حاکی از این است که قابلیت‌ها و نوآوری‌ها در فاز طراحی باعث می‌شود بسیاری از عوامل ایجاد ادعا در مرحله ساخت پروژه‌ها بطور کلی از صنعت ساخت ریشه کن شده (تاثیر زیاد تا خیلی زیاد) یا احتمال وقوع آنها کم رنگتر (تاثیر خیلی کم تا متوسط) شود. بطوریکه طبق شاخص میانگین کلی بدست آمده برای هر کدام از عوامل موثر بر بروز ادعا تایید نشان می‌دهد که در همه پروژه‌ها بر روی عوامل ۱۲-۱ تاثیر زیاد تا خیلی زیاد دارد (۱= عدم توانایی کارفرما در بیان خواسته‌های خود و هر نوع تغییر در خواسته‌های کارفرما، ۲= تفسیرهای متفاوت و ابهام در نقشه‌ها، ۳= ادعا به واسطه عدم پیش بینی‌های لازم

در نقشه و عدم هماهنگی بین سازه، معماری، تاسیسات، ۴= مستندات و بایگانی غیر منظم و فاقد کارایی، ۵= اشتباه مشاور در برآوردهای مالی و زمانی، ۶= گویا نبودن و عدم تفهیم کامل پیمانکار در رابطه با جزئیات فنی و اجرائی و مصالح مورد نیاز در طرح، ۷= درخواست اطلاعات از جانب پیمانکار در طول فاز اجرا، ۸= تغییر روش اجرا به خاطر تغییر نقشه‌ها، ۹= برنامه ریزی و زمانبندی نامناسب پروژه توسط پیمانکار، ۱۰= تخمین و پیش بینی نادرست پیمانکار از منابع مورد نیاز و هزینه‌های پروژه، ۱۱= تأخیر در تأیید نقشه‌ها و اختلال حاصل در روند سفارش و خرید، ۱۲= ادعا در خصوص مقادیر و مصالح پای کار) بنابراین می‌توان ادعان نمود که این فناوری باعث می‌شود عوامل مذکور بطورکلی از صنعت ساخت حذف گردد

جدول ۵. تاثیر BIM در جهت کاهش عوامل ایجاد ادعا با توجه به پیچیدگی پروژه‌ها

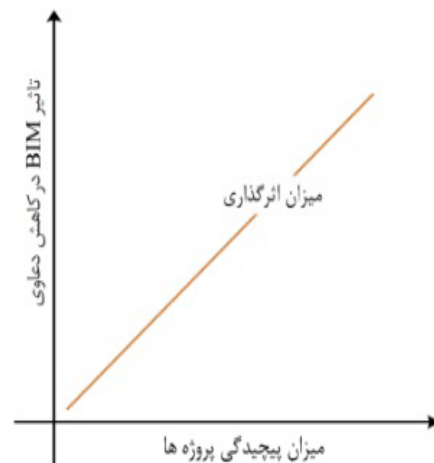
ردیف	عوامل موثر بر بروز ادعا در فاز ساخت	پروژه های ساده	پروژه های معمولی	پروژه های پیچیده	مجموع
		شاخص میانگین اثرگذاری	شاخص میانگین اثرگذاری	شاخص میانگین اثرگذاری	میزان تاثیر BIM
۱	عدم توانایی کارفرما در بیان خواسته‌های خود، هر نوع تغییر در خواسته‌های کارفرما	۴.۵۸۳	۴.۸۶۹	۴.۹۵۱	۴.۸۰۱
۲	تفسیرهای متفاوت و ابهام در نقشه‌ها	۴.۵۳۷	۴.۷۴۱	۴.۹۲۳	۴.۷۳۴
۳	ادعا به واسطه عدم پیش بینی‌های لازم در نقشه و عدم هماهنگی بین سازه، معماری، تاسیسات	۴.۳۷۲	۴.۵۷۲	۴.۸۷۵	۴.۶۰۶
۴	مستندات و بایگانی غیر منظم و فاقد کارایی	۴.۲۳۱	۴.۴۴۶	۴.۸۲۲	۴.۵۰۰
۵	اشتباه مشاور در برآوردهای مالی و زمانی	۴.۱۷۱	۴.۵۲۲	۴.۸۶۷	۴.۵۲
۶	گویا نبودن و عدم تفهیم کامل پیمانکار در رابطه با جزئیات فنی و اجرائی و مصالح مورد نیاز در طرح	۴.۰۱۵	۴.۴۲۳	۴.۴۶۲	۴.۲
۷	درخواست اطلاعات از جانب پیمانکار در طول فاز اجرا	۳.۹۴۹	۴.۳۴۹	۴.۳۳۴	۴.۲۱۱
۸	تغییر روش اجرا به خاطر تغییر نقشه‌ها	۳.۸۶۴	۳.۹۴۸	۴.۷۶۱	۴.۱۹۱
۹	برنامه ریزی و زمانبندی نامناسب پروژه توسط پیمانکار	۳.۷۲۷	۴.۱۶۳	۴.۷۱۲	۴.۲۰۱
۱۰	تخمین و پیش بینی نادرست پیمانکار از منابع مورد نیاز و هزینه‌های پروژه	۳.۶۳۸	۳.۸۸۷	۴.۶۹۳	۴.۰۷۳
۱۱	تأخیر در تأیید نقشه‌ها و اختلال حاصل در روند سفارش و خرید	۳.۳۵۷	۳.۸۱۲	۳.۷۵۸	۳.۶۴۲
۱۲	ادعا در خصوص مقادیر و مصالح پای کار	۳.۱۱۸	۳.۷۳۴	۴.۵۲۷	۳.۷۹۳
۱۳	تأخیر در تصمیم‌سازی برای کارهای مختلف و ارایه راهکار متناسب در مقاطع یحرائی از سوی کارفرما	۲.۳۰۸	۳.۵۵۷	۳.۶۷	۳.۱۷۸
۱۴	یکار بستن روشهای ساخت نامتناسب توسط پیمانکار	۲.۷۱۸	۳.۳۲۹	۴.۳۱۸	۳.۴۵۵
۱۵	سعی بیش از حد پیمانکار مبتنی بر طرح ادعاها گوناگون	۱.۵۰۳	۳.۲۱۷	۳.۵۰۳	۲.۷۴۱
۱۶	ضعف در هماهنگی و ارتباطات بین عوامل مختلف درگیر در پروژه	۲.۴۸۸	۲.۹۸۷	۴.۲۲۷	۳.۲۳۴
۱۷	عدم تخصیص بودجه متناسب با روند انجام پروژه قبل از انعقاد قرارداد	۱.۴۲	۲.۱۲۴	۲.۳۲۴	۱.۹۵۶
۱۸	عدم تعریف دقیق و کامل محدوده پروژه در قرارداد	۲.۱۲۵	۲.۴۶۵	۲.۹۴۴	۲.۵۱۱
۱۹	بروز حوادث ناشی از عدم رعایت ایمنی و تعطیلی کارگاه و ادعای تطویل برنامه زمان بندی	۱.۹۷۹	۳.۳۸۹	۳.۴۲۷	۲.۹۳۲
۲۰	متظور کردن دو یا چند پاره آیتمها در صورت وضعیت‌ها و به صورت و تفسیرهای مختلف	۲.۸۲۳	۲.۵۳۱	۳.۵۴۶	۲.۹۶۷
۲۱	مدیریت و نظارت ضعیف پیمانکار بر سایت	۱.۵۲۲	۲.۶۴۴	۳.۵۲۶	۲.۵۶۴
۲۲	عدم استفاده از مهارت‌های ارزش در مرحله طراحی	۲.۵۹۱	۳.۷۹۱	۳.۹۸۱	۳.۴۵۴
	شاخص میانگین کلی	۳.۱۳۸	۳.۷۰۵	۴.۱۴۳	-

پیچیده) پرداخته شود. بدین منظور در این مقاله چند مورد از عوامل موثر بر بروز ادعاهای مختلف در مرحله اجرای شناسایی شد سپس BIM پروژه‌ها با قابلیت تاثیر از فناوری به منظور دریافت نظر خبرگان و متخصصین در رابطه با در کاهش عوامل مذکور در پروژه‌ها از متد BIM میزان تاثیر BIM پرسشنامه استفاده گردید. نتایج تحقیق نشان داد فناوری در پروژه‌های پیچیده نسبت به پروژه‌های معمولی و ساده به مراتب تاثیر بسزایی در کاهش دعای دارد و می‌توان اظهار بر کاهش دعای با میزان پیچیدگی BIM داشت که تاثیر پروژه‌ها ارتباط مستقیم دارد بطوریکه با افزایش پیوسته بر کاهش BIM میزان پیچیدگی پروژه متقابلاً میزان تاثیر دعای نیز افزایش می‌یابد. به طور کلی بکارگیری این فناوری در مرحله طراحی باعث می‌شود بسیاری از عوامل ایجاد دعای در فاز ساخت پروژه‌ها از صنعت ساخت کشور حذف گردیده و یا احتمال بروز آنها تا حد زیادی کاهش پیدا کند

منابع

- 1.Cheung, S. "Critical factors affecting the use of alternative dispute resolution process in construction", Journal of Project Management, 17(3), pp.189-197 (1999).
- 2.Golabchi, m., Talkhabi, H., Parchami Jalal, M., Bemanian, M.R. "The Development and Analysis of Claim Package Model in Iran Design-Build Projects", Management Research in Iran, 18(4), pp. 111-137 (2015).
- 3.Khoshnava, S.M., Ahankoob, A., Preece, C.N., and Rostami, R. "Potential Application of BIM in Construction Dispute and Conflict", Management in Construction Research Association (MiCRA) Postgraduate Conference, At Universiti Teknologi Malaysia Kuala Lumpur, pp.178-184 (2012).
- 4.McGraw Hill Construction, Smart Market Report. «The Business Value of BIM in Europe», McGraw Hill; New York (2010), Available at: <http://uorl.ir/Dv>
- 5.Gibbs, D.J., Emmitt, S., Ruikar, K., and Lord, W. "An investigation into whether building information modelling (BIM) can assist with construction delay claims", International Journal of 3-D Information Modeling (IJ3DIM), 2(1), pp.45-52 (2012).
- 6.Gibbs, D.J., Emmitt, S., Lord, W., and Ruikar, K. "BIM and construction contracts", Proceedings of the ICE-Management, Procurement&Law, 168(6), pp.285-293(2015).
- 7.Gibbs, D. J., Emmitt, S., Ruikar, K. and Lord, W. "Recommendations on the creation of computer generated exhibits for construction delay claims", Construction

همانطور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود، براساس شاخص میانگین کلی بدست آمده برای هر کدام از به ترتیب در پروژه‌های پیچیده (۴,۱۴۳)، BIM، پروژه‌ها (۳,۱۳۸) و پروژه‌های معمولی (۳,۷۰۵) می‌تواند نقش مهمی در راستای کاهش دعای ایفا نماید. و مطابق با شکل (۲) از نتایج بدست آمده می‌توان استنباط توانایی بالقوه‌ای در کاهش دعای BIM نمود که فناوری پروژه‌های پیچیده دارد. چنانکه همراه با افزایش میزان در کاهش دعای نیز BIM پیچیدگی پروژه‌ها، تاثیرات افزایش می‌یابد. بنابراین با توجه به اینکه با گذر زمان پروژه‌ها روند فزاینده‌ای در پیچیده شدن طی می‌کنند از منظور BIM اینرو در چنین شرایطی استفاده از فناوری کاهش دعای و افزایش بهره‌وری در صنعت ساخت با مدیریت BIM می‌تواند بسیار موثر واقع شود. بطور کلی موثر فاز قبل از ساخت، باعث می‌شود پروژه در فاز اجرا با تغییرات کمتری همراه بوده و طبق خطوط مبنا به مرحله بهره‌برداری گام بردارد.



شکل ۲. ارتباط بین تاثیر BIM در کاهش دعای با میزان پیچیدگی پروژه‌ها

۵. نتیجه گیری

پروژه‌های صنعت ساخت همواره در فاز طراحی و اجرا شاهد پیچیدگی‌های روزافزونی بوده‌اند بطوریکه روشهای سنتی طراحی یارای مقابله با تحولات رخ داده را ندارند. و همین علتی است که پتانسیل بروز ادعا و وقوع اختلاف را در پروژه‌های صنعت ساخت افزایش می‌دهد. از اینرو در طی چند سال اخیر در سطح دنیا روشها و ابزارهای بعنوان راهکاری برای BIM مختلفی از جمله فناوری کاهش دعای از صنعت ساخت مد نظر قرار گرفته شده است. بنابراین در این پژوهش تلاش شد با آشکار ساختن در مدیریت فاز BIM جوانبی از نوآوری‌های فناوری طراحی به ارزیابی میزان تاثیرات آن در کاهش دعای در طول فاز اجرای پروژه‌های مختلف (ساده، معمولی و

- University, Dubai, pp. 1-15 (2014).
- 19.Greenwald, N.W. "A Creative Proposal for Dispute Systems Design for Construction Projects Employing BIM", Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction, 5(1), (2012).
- 20.lee, G., sacks, R. and Eastman, C. M. "Specifying parametric building object behavior (BoB) for a Building Information Modeling system", Automation in Construction, 15(6), pp. 758-776 (2006).
- 21.Kymmell, W. "Building information modelling: Planning and managing construction projects with 4D CAD and simulation", New York: McGraw-Hill (2008).
- 22.Holness, G.V. R. "Building information modeling: gaining momentum", ASHRAE Journal, 50(6), pp. 28-40 (2008).
23. Sacks, R., Radosavljevic, M., and Barak, R. "Requirements for building information modelling based lean production management systems for construction", Automation in Construction, 19(5), pp. 641-655 (2010).
24. Jung, Y., Joo, M. "Building information modelling (BIM) framework for practical implementation", Automation in Construction, 20(2), pp. 126-133 (2011).
25. Zhang, J. P., & Hu, Z. Z. "BIM- and 4D based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction: 1. Principles and methodologies", Automation in Construction, 20(2), pp. 155-166 (2011).
- 26.McGraw Hill Construction, Smart Market Report, "The business value of BIM for Infrastructure", McGraw Hill; New York (2012), Available at: <http://uorl.ir/D1>
- 27.Marefat, A., Mahmoudi Hasankhanlo, R., Hossein, T. "Application of BIM to Improve the Implementation of Value Engineering", International Conference on Value Engineering and Cost Management, Tehran, Iran (2016).
28. Shen, Z., Issa, R.R.A. "Quantitative evaluation of the Bim-assisted construction detailed cost estimates", ITcon, 15, pp.234-257 (2010).
- 29.Chiu, C.Y., Russell, A.D. "Design of a construction management data visualization environment: A top-down approach", Automation in Construction, 20(4), pp. 399-417 (2011).
- Law Journal, 30(4), pp. 236-248 (2014).
- 8.NBS-National BIM Report. (2015). Available at: <http://uorl.ir/Dy9>
- 9.Taghizadeh, K., Bodaghi, and M., Rostami, A. "The Impact of Building Information Modeling to Reduce Construction Projects Claims", International Journal of Review in Life Sciences, 5(3), pp. 1480-1485 (2015).
- 10.Udeaja C. & Aziz Z. "A case study of fostering multidisciplinary in built environment using BIM", School of the Built Environment, Northumbria University, Northumbria, UK, (2015). Available at: <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/37060>
- 11.Azhar, S. "Building Information Modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry", Leadership and Management in Engineering, 11, pp.241-252 (2011).
- 12.Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. "BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors", 2nd Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. (2011).
- 13.Rajendran, P., Seow, T.W., and Goh, K.C. "Building Information Modeling in design stage to assist in time, cost, and quality in construction innovation", University Tun Hussein, Malaysia, 2(3), pp.52-55 (2014).
- 14.Garber, R. "BIM Design: Realising the Creative Potential of Building Information Modelling" (2014). Available at: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118719808.html>
- 15.Lowe, R.H., Muncney, J.M. "ConsensusDOCS 301 BIM Addendum", Construction Lawyer, Associated General Contractors of America, 29(1), (2009).
- 16.Ziaee, A., Musa Nezhad, T. "Corruption, the pest of Project Management of Construction Industry in developing countries", 10th International Project Management Conference, Tehran, Iran (2015).
- 17.Ziaee, A., "BIM Transformation of the Building Industry in the Third Millennium", Tehran: Ali Ziaee, (2016).
- 18.Koc, S., Skaik, S. "Disputes Resolution: Can Bim Help Overcome Barriers?", CIB: Proceedings of the 2014 International Conference on Construction in a Changing World, Heriot Watt



بررسی حقوقی قراردادهای BOT و EPC در پروژه های راهسازی

فصلنامه علمی تخصصی

مهندسی و مدیریت ساخت

سال دوم، شماره سوم

شماره پیاپی هفتم

پاییز ۱۳۹۶

نویسنده مسئول: سودابه والی زاده

آدرس ایمیل:

sv.valizadeh@gmail.com

سودابه والی زاده

دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت ساخت، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خمین، خمین ایران.

داریوش والی زاده

کارشناسی ارشد حقوق خصوصی (وکیل پایه یک) بروجرد، بروجرد ایران.

علی پروری

عضو هیئت علمی، گروه عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خمین، خمین ایران.

چکیده:

قراردادهای BOT و EPC اهمیت بسزایی در نزد متخصصان حقوق و اقتصاد یافته است. کشورهای مختلف بویژه کشورهای در حال توسعه، این قراردادها را ابزاری کارآمد برای جذب سرمایه های خارجی و استفاده از مدیریت بخش خصوصی در طرح های زیربنایی می دانند. برای موفقیت دولت باید بستر مناسب اقتصادی، سیاسی و بویژه حقوقی را برای سرمایه گذار خصوصی فراهم سازد. تنها متن قانونی موجود در نظام حقوقی ایران که به این قرارداد پرداخته است، قانون تشویق و حمایت سرمایه گذاری خارجی است که البته درباره بسیاری از جنبه های بی.ا.و. تی ساکت است. برخی از مقررات داخلی ایران در خصوص این قرارداد، با مقرراتی از سازمان تجارت جهانی، مغایرت داشته و باید اصلاح شوند. لذا در این مقاله به بررسی حقوقی دو قرارداد مذکور پرداخته شده است. که نتایج نشان می دهد به دلیل تنوع پروژه هایی که می توانند به این روش اجرا شوند و ویژگی های خاص هر یک به نظر می رسد لازم است نهادها و وزارتخانه های مختلف با رعایت این قانون اقدام به تهیه آیین نامه اجرایی آن با توجه به ویژگی پروژه ها در بخش مربوطه خود بنمایند.

کلید واژه: قرارداد ، EPC ، BOT ، حقوقی

Legal review of BOT and EPC contracts in road construction projects

Soudabeh Valizadeh

Graduate Student in Construction Management, Faculty of Engineering,, Khomein Branch, Khomein Iran.

Dariush Valizadeh

Master of Private Law (First Lawyer) Borujerd, Borujerd Iran.

Ali Parvari

Faculty Member, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Branch, Khomein, Khomein Iran.



Volume 2 , Issue 3,

Autumn 2017

Corresponding author:

s.valizadeh

Email address:

sv.valizadeh@gmail.com

۱- مقدمه

پروژه های عمرانی کارهای پیچیده ای هستند. این پروژه ها به ناگزیر با مجموعه ای یکتا از نقشه ها و مشخصات فنی تشریح می شوند و توسط پیمانکاری اصلی و تعدادی پیمانکار دست دوم (جزء) اجرا می شوند، که بسیاری از آنها پیشتر با یکدیگر کار نکرده اند. جنبه های منحصر به فرد هر پروژه و مجموعه یکتای تشکیل دهنده هر تیم از عوامل معمول عدم توافق هایی است که رخ می دهند. چون هر پروژه منحصر به فرد می باشد، نمی توان انتظار داشت که طراح، تمام جنبه های آن را ببیند و پیش بینی کند. در نتیجه سهوها و در مواردی تناقض هایی در اسناد قرارداد پیش می آید. حتی امکان دارد بر سر تفسیر مواردی که در اسناد قرارداد به آنها اشاره شده، از سوی طرف های مختلف درگیر در فرآیند کار ساختمانی توافق وجود نداشته باشد. سرچشمه عدم توافق هر چه که باشد، به هر حال بروز اختلاف در صنعت ساخت و ساز امری معمول است. با توجه به آنچه که گفته شد جلوگیری از وقوع اختلاف و نحوه حل و فصل اختلافات یکی از مشکلات اساسی صنعت راهسازی است و پیش بینی مکانیسم هایی که از بروز و گسترش اختلاف جلوگیری نماید، همچنین انتخاب شیوه های مناسب حل اختلاف، می تواند کمک زیادی به کاهش هزینه ها و مدت اجرای پروژه های ساختمانی نماید و به دنبال آن نیز ریسک اجرای پروژه و سرمایه گذاری کاهش یافته و موجب شکوفایی این صنعت شود. با توجه به اینکه دادگاه ها در حل این مشکل موفق عمل نکرده اند برای حل این مشکل، شیوه های حل اختلافات ساختمانی در کشورهای مختلف جهان به خصوص در سالهای اخیر تحولات شگرفی یافته است و دست اندکاران قراردادهای ساختمانی اقدام به ابداع روش های نوین حل اختلاف نموده تا با حل سریع و ارزان اختلافات و جلوگیری از وقوع اختلافات بیشتر به پیشرفت این صنعت حیاتی کمک نمایند، به طوری که امروزه از این صنعت به عنوان ابداع کننده روش های جدید حل اختلاف یاد می شود.

۲- توضیح قرارداد EPC و BOT

EPC حاصل کنار هم قرار دادن حروف اول کلمات Construction, Procurement, Engineering. است که در ایران به عنوان قراردادهای مهندسی، تدارکات و اجرا شناخته می شود.

EPC در واقع نوعی روش قراردادی اجرای پروژه های طرح و ساخت است. امروزه تعداد زیادی از پروژه ها به این روش اجرا می شوند. در این نوع قراردادها که به صورت فرایند ای مورد توجه قرار گرفته است، اساساً یک شخصیت حقوقی مستقل مسئولیت طراحی و اجرای پروژه را عهده دار می شود که ممکن است یک شرکت تنها یا مشارکت چند شرکت باشد. شرکت یا سازمانی که مبادرت به اجرای پروژه ها به روش طرح ساخت می نماید الزاماً ضرورتی ندارد که تمامی امکانات مورد نیاز را هم برای طراحی و هم اجرا در دست خود داشته باشد. در EPC، طراحی پروژه از طراحی پایه تا طراحی تفصیلی و همچنین تامین تمامی مصالح و تجهیزات پروژه شامل تجهیزات و مصالح بخش های مختلف و همچنین اجرا، روش راه اندازی توسط

پیمانکار انجام می شود. فدارسیون بین المللی مهندسیین مشاورین موضوع را تحت عنوان روش اجرای پروژه های طراحی مهندسی که تدارک و اجرا به شیوه کلید در دست بیان نموده است. نشریه ۵۴۹۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی نیز منظور از روش EPC انجام کارهای زیر بیان نموده است:

- تمام یا برخی از مراحل مختلف کارگاهی مهندسی پروژه شامل مهندسی مقدماتی به مهندسی تفصیلی
- تامین و تدارک کالاها، تجهیزات و مصالح پروژه و خدمات حتی مرتبط با آنها

- عملیات ساختمان، نصب و راه اندازی و آزمایش های کارایی و سایر خدات جانبی مرتبط با آن ها که به طور توام توسط پیمانکار انجام می شود.

قراردادهای EPC (طراحی - خرید - ساخت) از قابلیت های قرارداد کلید گردان می باشند. روش کلید گردان که به آن طراحی - ساخت نیز گفته می شود، مسئولیت طراحی و اجرا را بطور کامل بر عهده پیمانکاری گذارد به قسمی که بعد از تکمیل پروژه، کارفرما فقط با چرخاندن یک کلید می تواند بهره برداری از تاسیسات اجرا شده را آغاز نماید. پروژه های بزرگ کشور در بخش انرژی با الگوهای مختلفی دنبال می شوند. ملموس ترین الگوی کار پروژه های مطرح در صنایع پتروشیمی الگویی است که در آن شرکتهای ایرانی غالباً در الگوی، (طراحی + تامین تجهیزات و یا EPC در منطقه ویژه درگیر پروژه های متعددی می باشند. الگوی مطرح دیگر برای اجرای پروژه صنعتی، قراردادهای طراحی و تامین تجهیزات اجرای این قراردادها می باشد. قراردادهای در قالب EPC برای کارفرما به لحاظ تداوم و پیوستگی مسئولیتهای پیمانکار از ابتدا تا پایان کار دارای مزیت بیشتری است، اما از طرف دیگر با توجه به اینکه این قراردادها معمولاً بشکل فاینانس تامین اعتبار و اجرا می گردند، تامین هزینه های ریالی در این شکل برای پیمانکار همراه با دشواری ها و محدودیت هایی می باشد. اگر کارفرما بتواند هزینه های اجرایی را خود فراهم نماید، راه حل مناسب برای وی کماکان قرارداد EPC خواهد بود. در پروژه های EPC چه برای ارائه قیمت و یا پس از آن برای انجام کار، طراحی های بنیادی Basic Design لازم است که مطالعات اولیه پروژه و یا امکان سنجی همراه با طراحی های محتوایی انجام شده باشد.

۳- ویژگی های بارز قراردادهای EPC

- در مراحل اولیه طراحی بایستی مشخصات فنی کامل و به روشنی قید شود.
- کارفرما از نظر فنی و قراردادی نیازهای خود را کاملاً مشخص کند.
- بعد از انعقاد قرارداد، معمولاً کارفرمایان در بحث ها و مذاکرات موضوع ضعف خواهد داشت.
- ممکن است محدوده و نیز روش کنترل کارها توسط کارفرما منشا بروز اختلاف کرد.
- خواسته ها و الزامات کارفرما در مورد راه اندازی باید در

قرارداد به دقت ذکر شود.

۴- اجرای پروژه های متناسب با روش EPC

- کارفرما اطمینان زیادی دارد که قیمت و زمان انجام کار از میزان توافق شده تجاوز نخواهد کرد.
- کارفرما نخواهد خود را درگیر مسائل پیشرفت روزانه کار نماید.
- پیچیدگی پروژه، یکی بودن گروه طراحی و ساخت را ایجاد کند.
- زمان و اطلاعات کافی برای بررسی و کنترل و ارائه طرح وجود ندارد.
- کار شامل مقادیر چشمگیری عملیات زیرزمینی باشد.
- کارفرما قصد نظارت نزدیک و کنترل داشته باشد.
- مبلغ هر پرداخت موقت، اجبارا باید توسط مقامات مورد ارزیابی قرار گیرد.

۵- علت استفاده از قراردادهای EPC

در قراردادهای EPC پیمانکار به منزله یک شخصیت حقوقی، با عهده دار شدن کلیه مسئولیت ها در انتخاب روش کار برای تامین نتایج نهایی طبق مشخصات عملکرد تعیین شده به وسیله کارفرما دارای اختیار و آزادی عمل کامل است. کارفرما هم ضمن انجام تعهدات خود، پیشرفت کار را پی گیری می نماید

۶- مزایا و معایب انجام پروژه به روش EPC

مزایای انجام پروژه به روش EPC از دید کارفرما

- کارفرما در انجام بحث های قراردادی وقت زیادی را هدر نمی دهد و آغاز و انجام پروژه به دلیل آشنایی پیمانکار با سیستم او ساده تر انجام می شود.
- کل تعهدات مالی کارفرما از قبل مشخص است و اطمینان دارد که هزینه های نهایی پروژه از مبلغ نهایی توافق شده تجاوز نمی کند.
- رقابت میان پیمانکاران مختلف سبب بهبود وضع کارفرما و انجام معامله عادلانه تری می شود.
- ارتباط کوتاه و سریع بین کارفرما و پیمانکار وجود دارد.
- با توجه به ماهیت این روش و تلفیق کار طراحی با خرید و اجرا، زمان و هزینه به حداقل کاهش می یابد.
- با توجه به هماهنگی و یکپارچگی خرید و اجرا، اقتصاد هزینه ها، مد نظر قرار گرفته، از تاخیرات و عوامل غیر اقتصادی که در موقع وابسته بودن فعالیتهای طراحی، خرید و اجرا به سازمانها و مبادی مختلف پیش می آمد، جلوگیری می شود.
- عمده ی ریسک پروژه و مسئولیت آن از کارفرما به پیمانکار منتقل می شود.
- استفاده از تامین منابع مالی به روش فاینانس در این روش با سهولت بیشتری صورت می گیرد.

بوروکراسی در این روش به مراتب کمتر از روش متداول است.
- ادعاهای پیمانکار برای کارهای اضافی به حداقل کاهش می یابد و درگیریها و تداخل کارها کم می شود.
- اطمینان بیشتری نسبت به عملکرد پروژه به هنگام بهره برداری وجود دارد.
- قابلیت ساخت داخل کشور و نوآوری، ارتقا می یابد.
- این روش اساسا بیشترین مسئولیت را متوجه یک سازمان می کند و نیاز کارفرما را به استفاده از منابع خویش به حداقل می رساند.

مزایای انجام پروژه به روش EPC از دید پیمانکار

- به دلیل سرعت بیشتر انجام کار، زمان دستیابی پیمانکار به حق الزحمه سریعتر خواهد بود.
- با توجه به ویژگی های قرارداد کلید در دست، در بیشتر مواقع این نوع پروژه ها وابسته به برنامه زمانبندی یا فعالیتهای دیگران نخواهد بود.
- انعطاف پذیری و یکپارچگی بیشتر در اجرای کار وجود دارد.
- پیمانکار برای انتخاب تجهیزات و روش های اجرایی آزادی عمل بیشتری خواهد داشت.
- با این حال مورد آخر برای کارفرما جزء معایب محسوب نمی شود. چون هر چند احتمال دارد یک پیمانکار با به کار بردن تجهیزات ارزان قیمت و سطح پایین، کیفیت کار را پایین بیاورد، ولی در عین حال او می داند که چه نوع تجهیزاتی به راحتی می تواند فراهم شده، مطمئن تر بوده و کار را بهتر انجام می دهد و نهایتا در صورتی که تجهیزات به درستی عمل نکنند، پیمانکار ریسک عدم دریافت آخرین پرداخت را تقبل نموده، مهمتر از آن اینکه ریسک عدم گرفتن کار بعدی را باید بپذیرد. بدیهی است این مزایای زمانی حاصل خواهد شد که شرایط زیر در نظر گرفته شده باشد :

- پیمانکاران صحیح انتخاب شده باشند؛ نه لزوما بر اساس پایین ترین قیمت پیشنهادی.
- در زمان برگزاری مناقصه ها، الزامات و خواسته های کارفرما با دقت لازم و جزییات مورد نیاز تعریف شود تا پیمانکار، قیمت قطعی ارائه نماید.
- بعد از انعقاد قرارداد، تغییرات عمده و اساسی در الزامات و نیازهای پروژه ایجاد نشده، از ناحیه ی کارفرما (یا مشاورانش) در کار پیمانکار EPC دخالت نشود. با این حال نظارت کامل انجام شده تا کار مطابق مفاد قراردادی پیش برود .

معایب انجام پروژه به روش EPC از دید کارفرما

- انتقال دانش فنی به کارفرما صورت نمی گیرد.
- با توجه به این که طرح ها از قبل آماده اند، تغییرات مورد نیاز کارفرما پس از عقد قرارداد، هزینه ی زیادی را به پیمانکار تحمیل می کند و سرآغاز بحث های زیادی است
- کنترل کیفیت کار پیمانکار، به خصوص در بخش طراحی، در غیاب بازرسی های مستقل کارفرما مشکل است.
- قیمت قرارداد مشتمل بر ضرایب ریسک پیمانکار بوده، لذا بالا می باشد.

بسته به اندازه و پیچیدگی پروژه، کارفرما ممکن است به این نتیجه برسد که در انتخاب پیمانکاران و سازندگی با تجربه و قابل اعتماد، بسیار محدود است. زیرا معمولاً به دلیل حجم بزرگ پروژه ها، هزینه های شرکت در مناقصه و منابع مورد نیاز برای کارهای طراحی و اجرایی بسیار بالا می باشد و شرکتهای محدودی توان تامین این منابع را دارند.

معایب انجام پروژه به روش EPC از دید پیمانکار

با توجه به حجم بالای کار، ریسک پیمانکار بسیار بالاست و پیمانکارانی که توان تقبل از ریسک مسوولیت را داشته باشند، محدود هستند.

۷- معرفی روش ساخت - بهره برداری - انتقال

این عنوان در بردارنده سه مفهوم کلی است که عبارتند از: ساختن و اجرا و بهره برداری کردن و نهایتاً انتقال دادن است. در یک قرارداد متعارف BOT پروژه های با مجوز دولت توسط یک شرکت خصوصی ساخته می شود و پس از انقضای مدت قرارداد منتقل می شود. به بیان دیگر دولت به یک کنسرسیوم خصوصی متشکل از شرکتهای خصوصی امتیاز می دهد تا کنسرسیوم مطابق قرارداد تأمین مالی یک طرح زیربنایی را عهده دار شده آن را بسازد و در ازای مخارجی که تقبل کرده برای مدتی از پروژه ساخته شده بهره برداری کند و پس از سپری شدن مدت قرارداد پروژه و حق استفاده از آن را به صورت رایگان به دولت منتقل کند.

قراردادهای BOT در شکل اولیه خود به صورت تأمین مالی پروژه های دولتی در ازای ارایه امتیاز به یک کنسرسیوم خصوصی طی دوره ای مشخص می باشد که برای توسعه یک طرح پس از انجام مرحله ساخت، بهره برداری و مدیریت آن طی چند سال توسط شرکت پروژه انجام و با صرف هزینه های ساخت و بهره برداری تجاری از منافع طرح مازادی را به عنوان درآمد برای خود کسب می کند و در پایان دوره امتیاز طرح به دولت کشور میزبان منتقل می شود به بیانی دیگر این روش تعهد یک شرکت خصوصی جهت ساخت، نصب تجهیزات و تأسیسات یک طرح عمرانی در یک با هزینه خود و با شرط بهره برداری، کسب درآمد و نهایتاً انتقال آن به دولت میزبان در زمان انقضای امتیاز اعطایی است.

۸- مشکلات انعقاد قراردادهای BOT

سختی هایی در تهیه تأمین مالی پروژه ها وجود دارد که باعث رو آوردن به روش BOT است. ولی این روش مشکلاتی دارد که باعث می شود پروژه ها همیشه موفق نباشند مگر دولت تضمین های لازم اتخاذ کند تا یکسری مشکلات رفع شود. حال به بررسی برخی مشکلات حاد می پردازیم.

تأمین منابع مالی

با توجه به شرایط اقتصادی کشور دولت در تأمین هزینه ها برای ساختن زیرساخت های کشور با مشکلاتی روبروست و حتی

گاهی برای پرداخت سهم در صورتی مثل حال که نقدینگی وجود ندارد با پرداخت مصالح و یا قیر دادن و .. به طرف مشارکت این نبود منابع مالی جبران می کند. گاهی با پرداخت اوراق مشارکت این بدیهی خود را جبران می کند که خود اوراق باعث مشکلاتی می شود. مشکلات اوراق مشارکت به صورت زیر دسته بندی کرد:

مشکلات اوراق مشارکت

- وقتی سرمایه گذار این اوراق را می خواهد تبدیل به نقدینگی کند با ارزش کمتری خریداری می شوند و باعث ضرر به سرمایه گذار می شود.
- تاریخ این اوراق معمولاً یک ساله است.
- دولت بدیهی های فراوانی از این اوراق و اسناد به وجود می آورد و باعث می شود دولت مقروض باشد مدت زیادی دولت برای رفع این مشکل ها به سمتی می رود که از سرمایه گذاران خارجی دعوت به همکاری می کند و تلاش فراوان برای جذب این سرمایه گذاران دارد.

اهمیت سرمایه گذاران خارجی

با ورود سرمایه گذاران خارجی به کشور باعث مزیت هایی در اقتصاد کشور می شود و کم کم مشکل تأمین منابع را کم می کند.

- ورود ارز به کشور: ارز تبدیل به ریال می شود و همین باعث می شود اعتبار ریال افزایش یابد و تورم کاهش می یابد.

- حضور سرمایه و اموال خارجی در کشور که امنیت بیشتری به وجود می آورند و باعث اعتبار بخشی به کشور می شود و رنکینگ های اقتصادی به تراز بالاتری برسیم.
- باعث تبانی سیاسی بیشتری در کشور می شود و دیگر کشورها به سرمایه گذاری راغب شوند.

دولت برای این که سرمایه گذاران خارجی استقبال بهتری داشته باشند یکسری مزایا باید در نظر داشته باشد که می توان ریکس سیاسی ورود و خروج ارز را در کشور تضمین کند.

تبدیل نرخ ارز به نرخ آزاد که باعث ضرر نشود. اگر دولت تضمین بازگشت سرمایه را قطعی کند باعث استقبال فراوان سرمایه گذاران خارجی می شود. شاید بعضی ها بگویند به ضرر دولت است این کارها ولی دولت عدم بهره وری کشور را باید جبران کند زیرا مردم ایران خیلی بهره ور نیستند و دولت این توانان را باید پرداخت کند.

مشکلات اجتماعی - فرهنگی

این مشکلات در ابتدای امر وجود دارد یعنی از زمان ساخت تا زمان بهره برداری گریبان گیر بوده.

در زمان ساخت می توان به مواردی اشاره کرد: عدم همکاری مالکین: این مشکل به این گونه است که عده ای که مالک زمین هایی هستند و احداث راه از آن

است با کاهش تعرفه یا مقاومت در مقابل افزایش تعرفه موافقت ظاهری مردم فراهم شود اما جامعه بهای به مراتب سنگین تری را برای نگهداری و تعمیر همین آزادراه در آینده پرداخت خواهد کرد.

۹- بررسی قوانین و مقررات مرتبط با قراردادهای BOT در کشور

در این قسمت با اهداف امکان سنجی اجرای قراردادهای BOT در کشور به مطالعه تمام قوانین موجود در رابطه با این نوع قراردادهای پرداخته و موانع و محدودیت ها و حمایت ها و تسهیلات قانونی و اجرایی موجود را بررسی می نماییم. به دلیل این که تجربه های اجرای BOT در کشور بسیار اندک است و فقط در بخش های خاصی از جمله ساخت و توسعه نیروگاه ها و سیستم های حمل و نقل مانند جاده ها و بزرگراه ها رشد بیشتری داشته است به همین دلیل ذکر تمام محدودیت های قانونی و اجرایی امکان پذیر نیست، زیرا بسیاری از کمبودهای موجود در قانون و مقررات در رابطه با این نوع قراردادهای در زمان اجرایی شدن آن آشکار می شود. به همین دلیل در این بخش سعی شده با بهره گیری از نظرات طراحان این شیوه در کشور و مطالعه مسیر اجرای قراردادهای موجود BOT، در موانع و یا تسهیلات موجود را شناسایی کرده و در پی ایجاد چارچوبی مناسب برای آن برآمد. بطور کلی قوانینی که در کشور برای انواع قراردادهای حاکم هستند، در مورد قراردادهای BOT نیز صدق می کنند. قوانین مربوط به قراردادهای شامل دو بخش می باشد:

بخشی که موضوع قانون مدنی است و نسبت به اصل حق و تکلیف صحبت می شود (قانون ماهوی) و بخش دیگر مربوط به تشریفات رسیدگی به اختلافات است که موضوع آیین دادرسی مدنی و کیفری می باشد. (قانون شکلی) ..

اساساً طبق ماده ۱۰ قانون مدنی، کلیه قراردادهایی که منعقد می سازیم تابع قانون مدنی کشور می باشد به عبارت دیگر حقوق ما و طرف قرارداد ما (شرکت مجری پروژه) در خصوص مسائل مربوط به پروژه BOT شامل موارد مندرج در قرارداد و قانون مدنی است و در واقع کلیت حاکم بر قرارداد همان قانون مدنی می باشد. به همین دلیل تمام سرمایه گذاران خارجی ملزم به عقد قرارداد با رعایت اصول مذکور در قانون مدنی می باشند.

در مورد پذیرش سیستم قضایی و حل اختلاف معمولاً سرمایه گذاران تمایل چندانی به پذیرش آن ندارند که این می تواند به خاطر عدم کفایت قوانین دادرسی و قضایی ایران در خصوص پروژه های BOT باشد.

از آنجایی که شرکت مجری پروژه یا (Project Company) به عنوان یک شرکت ثبت شده خارجی و در قالب یک کنسرسیوم در قرارداد وارد می شود و پس از طی مراحل که قبلاً بدان اشاره شد با ورود سرمایه خود، اقدام به تأمین مالی، ساخت، بهره برداری و نهایتاً انتقال پروژه به دولت می نماید، در نتیجه پروژه های BOT مصداقی از سرمایه گذاری خارجی به شمار می روند و باید تمام قوانین حاکم بر سرمایه گذاری خارجی در مورد آن رعایت شود که مهمترین آن ها، قانون تشویق و حمایت از سرمایه های خارجی است، به گونه ای که مفاد این قانون و آئین نامه اجرایی آن به همراه قانون مدنی کشور ایران به عنوان قوانین و مقررات حاکم بر BOT می شوند.

محل عبور می کند باعث می شود این افراد سوء استفاده کنند و بیشتر از ارزش واقعی زمین خود را به سرمایه گذار بفروشند در برخی موارد حتی مجبور به تغییر نقشه ها شده است.

وجود زمین های اوقافی : باعث کشمکش های اداری می شود.

در برخی پروژه ها در زمان بهره برداری استقبال صورت نمی گیرد. این مسأله به خیلی از مسائل برمی گردد اول این که باید برای مردم فرهنگ سازی بشود به نوعی باید نهضت آزادراه سازی را برپا کنیم و آن را توسعه دهیم باید مردم درک کنند برای حفظ جان و رفاه خود از آزاد راه ها استفاده کنند گاهی وقت ها و وقتی دچار آسیب شدیم آن وقت است که از آزادراه ها استفاده می کنیم. مورد بعدی که مردم از آزاد راه ها استفاده نمی کنند پرداخت هزینه ی عوارض است که به دو مورد برمی گردد یکی باز هم مشکل مالی مردم و سرانه پایین ماهانه مردم که دریافت می کنند دوم عده ای فکر می کنند پرداخت عوارض پول زوری است که باید پرداخت شوند ولی باید بیان شود که آزادراه را بخش خصوصی ساخته و پول بیت المال است.

مشکلات زمان انتقال پروژه

تا کنون پروژه هایی که انتقال داده شده در بخش راهسازی نداشتیم حال بعضی از پروژه ها تاریخ انتقال آن ها فرا رسیده و همین باعث مشکلاتی برای طرفین و سرمایه گذار و کارفرما شده.

مشکلات اختلاف نظر داشتن در تردد خودروها به نوعی آمار درستی از تردد نیست که هر دو به توافق برسند و می توان این گونه هم بیان کرد ، نبودن سیستم کنترل تردد به روز ETC (سیستم اخذ عوارض الکترونیکی) .

مشکلاتی در زمان حسابرسی ها که نحوه حسابرسی از طرف سرمایه گذار و کارفرما متفاوت است با توجه به این که هر ساله پروژه چک می شود ولی باز هم اختلاف نظر و مشکلاتی در این حین وجود دارد.

عوامل سیاسی

فضا و پایداری سیاسی کشور به گونه ای نیست که بخش خصوصی را به پروژه های زیربنایی هدایت کند طی جابه جایی های قدرت سیاسی طی سال های اخیر در ایران دو دولت با خط مشی های سیاسی کاملاً متفاوت بر سر کار آمدند که نظرات متفاوتی در عرصه های سیاسی و اقتصادی داشته و دارند. این ناپایداری سیاسی باعث تأثیر مستقیم بر اقتصاد و جذب سرمایه گذاری خصوصی در پروژه های زیربنایی می گردد که تأثیرات آن به وضوح روی قراردادهای مشاهده می شود. مسائل سیاسی در تعرفه های آزادراه ها نیز نقش دارند. فشار نمایندگان و استانداران مربوط به هر استان یا هر شهر برای کاهش تعرفه ها از مسائل مهمی است که بخش آزادراهی با آن مواجه است و لازم است که نمایندگان مصالح جامعه را بر اهداف کوتاه مدت خود ارجح بدانند. چرا که ممکن

با توجه به قانون تشویق و حمایت از سرمایه گذاری خارجی، سرمایه‌هایی که مطابق این قانون به ایران وارد می‌شوند و به تبع آن منافع حاصل از بکار انداختن این سرمایه‌ها، حمایت قانونی دولت بوده و کلیه حقوق و معافیت‌ها و تسهیلاتی که برای سرمایه‌ها و بنگاه‌های تولیدی خصوصی داخلی موجود است. در مورد سرمایه‌ها و بنگاه‌های خارجی نیز صادق خواهد بود، در واقع با شرکت‌های مجری پروژه (PC) پس از اخذ مجوز، مانند یک سرمایه گذاری داخلی به لحظه قانون کار، گمرکی و قوانین عمومی و مقررات کیفری و... برخورد می‌شود.

برخی موانع و محدودیت‌های موجود در اجرای قراردادهای BOT در کشور

به دلیل این که در کشورمان قانون ویژه‌ای برای قراردادهای BOT تعریف نشده است. اصلی‌ترین قوانینی که ناظر بر این نوع قراردادها می‌باشند قانون اساسی و قانون تشویق و حمایت از سرمایه گذاری خارجی هستند. به همین دلیل مفاد تعریف شده در این قوانین می‌تواند تأثیر بسیاری بر روند اجرای این قراردادها داشته باشد.

-طبق اصلی قانون اساسی، مالکیت عمومی تمامی سرمایه‌گذاری‌های خارج ساخته است و این در حالی است که پروژه‌های BOT توسط بخش عمومی سرمایه گذاری می‌گردد.

-مطابق اصل ۱۳۹ قانون اساسی در صورت بروز اختلاف، رسیدگی به ادعای جبران عادلانه خسارت وارده که دولت آن را تضمین کرده است به عهده محاکم صلاحیت‌دار ایرانی قرار گرفته است. که این مطالب بعضاً مورد اختلاف می‌باشد و سرمایه‌گذاران خارجی تمایل ندارند که رسیدگی به اختلافات در محاکم ایرانی صورت گیرد بلکه تمایل دارند به داوری بین المللی ارجاع گردد. در این خصوص در اصل ۱۳۹ قانون اساسی آمده است که در صورتی که رسیدگی به اختلافات در داوری بین المللی بخواهد صورت گیرد باید طرح و پروژه به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده باشد و ایشان اجازه داوری بین المللی را داده باشند.

با توجه به این که اصولاً سرمایه گذاران خارجی بیشتر درآمد حاصل از سرمایه گذاری پس از کسر مالیات و سایر هزینه‌های اشاره شده توجه دارند، طبیعی است که وجود مالیات، عوارض و سایر حقوق دولتی از جمله حقوق و سود بازرگانی می‌تواند بر افزایش غیر ضروری هزینه‌های سرمایه گذاری، مؤثر واقع شده و در مواردی نیز انگیزه‌های سرمایه گذاری را در کشور تضعیف کند لذا وضع این هزینه‌ها بر سرمایه گذاری، موجب انعکاس این هزینه‌ها با بهره‌های متعلق در نرخ خدمات عرضه شده و پیدایش یک فرایند تکراری در گردش مالی دولت خواهد شد به ویژه آن که هزینه‌های زایدی را بر بودجه تحمیل می‌نماید.

در قانون تشویق و حمایت سرمایه گذار خارجی، سرمایه

گذار خارجی از کلیه حقوق، حمایت‌ها و تسهیلاتی که برای سرمایه گذار داخلی موجود است خصوصاً در بحث مالیات، بهره‌مند می‌شود. با توجه به این قانون به مدت طولانی ساخت و بهره‌برداری و انتقال پروژه‌ها، فقط چند سال اول آن مشمول معافیت مالیاتی قرار می‌گیرد و چون سرمایه گذار خارجی نمی‌تواند به دقت پیش بینی کند که هزینه‌های مالیاتی او چه خواهد شد پس ریسک هزینه‌های مالیاتی و عوارض بالا برای او به عنوان یک مانع جدی تلقی می‌شود.

بررسی راهکارهایی در خصوص اجرایی شدن قراردادهای BOT در تمامی قوانین، محدوده وسیعی از انگیزه‌ها و منافع برای سرمایه گذاران در نظر گرفته شده است قوانین سرمایه گذاری برای سرمایه گذاری به روش BOT که شکلی دیگر از سرمایه گذاری خارجی در پروژه‌های زیربنایی است قابل کاربرد گردد. با در نظر گرفتن موارد ذکر شده در بخش‌های قبلی لازم است برای تهیه یک قانون و آیین نامه کلی و جامع برای اجرای قراردادهای BOT در کشور، از تجربه کشورهای موفق در اجرای این قراردادها و شرایطی و که این کشورها برای هر چه عملی تر شدن آن فراهم می‌نماید و در نظر گرفتن شرایط موجود در کشور و همچنین نظرات و پیشنهادات متخصصین و مسئولین امر در این زمینه استفاده نمود.

به همین دلیل در این تحقیق با استناد بر قوانین کشورهای مختلف در این زمینه و همچنین قوانین موجود در کشور در زمینه جلب سرمایه های خارجی و اجرای قراردادهای BOT پرسشنامه‌ای تهیه شد و با مراجعه به سازمان‌ها و وزارتخانه‌های مختلف که به نوعی متولی اجرای قراردادهای BOT در کشور هستند و استفاده از نظرات کارشناسی در این زمینه، نحوه تأثیر این قوانین در هر بخش و موانع و مشکلاتی موجود بر سر راه اجرای این قراردادها، مورد بررسی قرار گرفت.

در این پرسشنامه با توجه به نهاد و یا وزارتخانه مربوط به سؤالاتی در زمینه فعالیت‌های انجام گرفته در راستای بکارگیری قراردادهای BOT در آن بخش و مشکلات موجود بر سر راه این فعالیت‌ها مطرح شده و راهکارهایی برای هر چه اجرایی تر شدن این قراردادها خواسته شده است.

با توجه به نتایج بدست آمده، می‌توان به جمع بندی زیر رسید: از نظر مسئولین و کارشناسان بخش‌های مختلف کشور، در تمام انواع پروژه‌ها با توجه به ویژگی‌های مالی و طبیعت بلندمدت قراردادهای BOT، عناوین زیر در قوانین سرمایه گذاری پروژه‌های BOT اهمیتی خاص می‌یابد:

- مباحث مربوط به مالکیت زمین
- مسائل مربوط به مرجع حل اختلاف
- حق تبدیل پول محلی به ارز خارجی.
- اجازه انتقال وجه به کشور خارجی با ارز خارجی.
- بازپرداخت کامل وام‌ها و مقاصد سرمایه در صورت اتخاذ سیاست‌هایی توسط دولت که منجر به انتقال پروژه گردد (از قبیل خلع ید، ملی کردن و تملک)
- روش‌های ساده گمرکی و اعطای مجوز ورود.
- حق استخدام و اجازه ورود اتباع بیگانه مورد نیاز جهت ساخت، بهره‌برداری و نگهداری پروژه.
- حق تأسیس شرکت در کشور میزبان برای سرمایه گذاران خارجی.
- نظام‌های مالیاتی برای سرمایه گذاری خارجی.

-حق بیمه سرمایه برای سرمایه گذاران خارجی.

-تضمین در برابر حوادث مختلف سیاسی مانند ملی شدن و سلب مالکیت

قانون تشویق و حمایت از سرمایه گذاری خارجی مصوب ۱۳۸۱ اکثر موارد فوق را پوشش می دهد و تقریباً مطابقت مناسبی با قراردادهای BOT یافته است ولی وجود برخی از محدودیت ها اعمال شده توسط قوانین دیگر در کشور مشکلاتی را بر سر راه اجرای این نوع قراردادها به وجود آورده است که راهکارهای زیر برای آنها پیشنهاد می شود:

به عنوان مثال در مورد بزرگراه های وزارت راه که اخذ عوارض آن توسط بخش خصوصی می باشد و یا نیروگاه های وزارت نیرو که بهره برداری آن توسط شرکت خصوصی صورت می گیرد. در زمینه مجوز تبدیل ارز و اجازه انتقال سود و اصل سرمایه محدودیت خاصی وجود دارد و بانک مرکزی با مجوز دولت به میزان تعیین شده اجازه خروج اصل و سود سرمایه را پس از کسر مالیات و با نرخ تبدیل آن زم آن را صادر می نماید. پرداخت ها در ایران به هر دو صورت ریالی و ارزی امکان پذیر است. در برخی پروژه ها ۱۰۰٪ به صورت ریالی پرداخت می شود که بانک مرکزی به نسبتی که در قرارداد تعیین شده است می تواند آن را به ارز تبدیل کند. به این منظور لازم است با توجه به تغییر نرخ ارز معمولاً پیش بینی تعدیل برای پرداخت های ریالی صورت گیرد و یا پرداخت ها به صورت ارز خارجی انجام گیرد تا نیاز به دادن تضمین های تبدیل نیز وجود نداشته باشد. در زمینه مرجع حل اختلاف برای رعایت اصل ۱۳۹ قانون اساسی، از آنجایی که هیچ گونه قانون خاص و یا چارچوب مدون قانونی برای پروژه های BOT نداریم، سرمایه گذاران خارجی در ابتدای انجام قرارداد شرط می کنند که بایستی مصوبه مجلس شورای اسلامی مبنی بر اجازه به داوری بین المللی را به وی ارائه دهیم تا پس از آن، انعقاد قرارداد صورت گیرد. ولیکن مشکل موجود آن است که اخذ این مجوز نیازمند پروسه و فرایند طولانی است که باعث تعویق افتادگی شدید قرارداد و پروژه خواهد شد.

به همین دلیل راه چاره در آن دیده می شود که در قرارداد بر سر مرجع داوری بین المللی توافق صورت گیرد و در صورت بروز اختلاف، طرف ایرانی مصوبه مجلس را پیگیری نماید. بدین ترتیب توافق موقت حاصل می گردد ولی در صورت بروز اختلاف در صورتی که مجلس این مجوز را به دستگاه ذیربط و پروژه آن ندهد، طرف ایران داوری را خواهد باخت چرا که بدون مصوبه مجلس مجاز به شرکت در داوری بین المللی نیست و حتماً بایستی در محاکم ایرانی رفع اختلاف صورت گیرد

در صورت کسب مجوز، می توان برای حل اختلاف به اتاق بازرگانی بین المللی ICC که محل آن در پاریس است و در تمام کشورها شعبه دارد مراجعه نمود. ICC سازمانی فراملی است و مرجع حل اختلاف مناسبی است.

برای رفع ممنوعیت ثبت شرکت های ۱۰۰٪ خارجی در کشور با توجه به اصل ۸۱ قانون اساسی معمولاً راهکارهای زیر بکار گرفته می شود:

مشارکت شرکت خارجی در یک شرکت ایرانی که سهامداران ایرانی نیز در آن حضور دارند - ولو این که شرکای خارجی حتی تا ۹۹ درصد سهام را داشته باشند - یک شرکت ایرانی محسوب می شود و امتیازی برای آنان به حساب نخواهد آمد و مغایرتی با

قانون اساسی به وجود نخواهد آمد.

راه حل دیگر مشارکت، به وسیله خرید سهام کنترل می باشد که در این سهام علاوه بر این که میزان سرمایه در اقلیت است ولی حاکمیت اکثریت سرمایه در اساسنامه نیست. با این راه حل سرمایه گذاران با داشتن ۴۹٪ سهام، کنترل شرکت را می توانند در دست بگیرند.

پیشنهاد یک چارچوب قانونی برای قراردادهای BOT

همان گونه که قبلاً اشاره شد هیچ یک از قوانین موجود در کشور به طور کامل با شرایط پروژه های BOT سازگار نمی باشد و هر کدام به نوعی نقایص خاصی در خصوص پروژه های BOT دارند در همین راستا ممکن است توسل به یک اصلاحیه، الحاقیه و مکمل به قانون موجود، برای پر کردن شکاف های متصور در قانون آسان تر باشد و یا بالعکس ارائه یک متن جدید قانون مؤثرتر واقع شود.

برخی از دولت های کشورها مانند ویتنام، کامبوج، ترکیه و فیلیپین برای اجرای قراردادهای BOT قوانین خاصی برای این نوع قراردادها تنظیم نموده اند که همراه دیگر قوانین موجود در این کشورها مانند قوانین حمایت از سرمایه گذاری خارجی، پایه و اساس اجرای قراردادهای BOT در آن کشورها به شمار می روند. در پیوست ۳ و ۴ این تحقیق دو نمونه از این قوانین و آیین نامه ها که متعلق به کشورهای کامبوج و ویتنام است آورده شده است.

بطور کلی استراتژی های زمینه ساز چارچوب قانونی توافق های پروژه BOT بسیار متفاوت هستند و رویکرد قانونی ممکن است به یکی از سه شکل زیر باشد:

- رویکرد توافق باز که در آن اختیار تفویض شده به دولت و یا سازمان های وابسته برای هر پروژه BOT بسیار قابل انعطاف است.

- رویکرد توافق محدود که در آن قانونگذار خود شرایط اساسی توافق های BOT را تعیین می کند.

- محدود و وسیعی از رویکردهایی که مابین باز و محدود قرار می گیرند.

از آنجایی که در کشور ایران مطابق ماده ۴۴ قانون اساسی بخش خصوصی نمی تواند مالکیت پروژه های زیربنایی را در اختیار داشته باشد و این امر مختص به دولت است. رویکرد توافق باز (نوع اول) در ایران قابل اجرا نمی باشد و پذیرش رویکرد نوع سوم نیز با محدودیت های زیادی مواجه است.

لیکن می توان به عنوان یک راه حل اساسی رویکرد توافق محدود را پیشنهاد داد.

۱) این رویکرد به قانونگذار و دولت اجازه کنترل دقیق توسعه پروژه زیربنایی و نظارت بر تحقق اهداف BOT ملی را می دهد. همچنین موضع مسئولین را در مذاکره با بخش خصوصی قوی تر می سازد و ممکن است به کاهش زمان و هزینه های قانونی برای نهایی کردن توافق های BOT کمک نماید.

۲) سرمایه گذاران خارجی را یاری می دهد که آسانتر به شرایط قانونی مهم پروژه های BOT دسترسی یابند.

۳) پاسخ های لازم به مسایل مهم در پروژه های BOT همچون حقوق سرمایه گذاران خارجی، روش های خرید و تضمین های لازم را آماده می کند.

۴) انگیزه ها و حمایت هایی که باید توسط دولت ها ایجاد شود را روشن می سازد و به آنها اعتبار قانونی می بخشد.

۵) با کاهش تعداد موادی که باید در قرارداد گنجانده شود در هزینه پیش نویس قراردادهای پروژه و زمان لازم برای آنان صرفه جویی می کند.

۶) در صورتی که قانون ویژه BOT مبتنی بر رویکرد توافق محدود به اجرا در آید ریسک سرمایه گذاران به خاطر مسایلی همچون نامعلوم بودن نظام مالیاتی و هزینه ها و معافیت های آن و مسایل مربوط به محیط زیست، عوارض گمرکی و سایر هزینه ها، به شدت کاهش می یابد و امکان تحلیل هزینه - فایده و توجیه اقتصادی را برای سرمایه گذاران خارجی و وام دهندگان فراهم می آورد.

با آنکه امروزه تلاش های زیادی برای انجام موفق پروژه ها از طرف عوامل درگیر صورت می گیرد، اما هنوز پروژه ها با تاخیر به اتمام رسیده و زمان انجام پروژه ها گاهی نسبت به مقادیر پیمان بیش از ۱۰۰ درصد افزایش می یابد. اما آنچه بیش از هر عامل دیگری در کیفیت انجام پروژه اهمیت دارد مدیریت پروژه است. مدیریت پروژه عبارتست از بکارگیری دانش، مهارتها، ابزار و تکنیک های لازم در اداره روند اجرای عملیات موضوع قرارداد به منظور رسیدن به اهداف پروژه. در مورد قراردادهای EPC، به دلیل ماهیت درهم تنیده بخش های مختلف این نوع قراردادهای ارتباط بسیار زیاد آنها با یکدیگر، موضوع مدیریت پروژه از اهمیت بیشتری برخوردار است. بطور کل کاهش زمان اجرای پروژه ها و کاهش هزینه های اجرای کار و همچنین واگذاری بیشتر مسئولیت اجرای طرح به پیمانکار، از عمده ترین دلایل رویکرد کارفرمایان به انجام پروژه ها از طریق روش EPC می باشد. برای پیمانکاران حرفه ای در زمینه قراردادهای EPC، این نوع پروژه ها می تواند دارای مزایای زیادی باشد. پیمانکارانی که ساختار شرکت خود را بر مبنای یک شرکت طرح و ساخت پایه ریزی کرده اند و در مجموعه داخلی شرکت، بخش های مختلف در رابطه با بخش مناقصات EPC و نحوه حضور در اینگونه مناقصات را تدارک دیده اند، همچنین در مجموعه داخلی شرکت گروه های مختلف کاری در بخش های طراحی، اجرا، خرید و تدارکات، امور قراردادی پروژه های EPC، راه اندازی و بهره برداری پروژه و... آموزش و تدارک دیده اند. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور با در نظر گرفتن سالها تجربه عملی اجرای طرحها و براساس نظام فنی و اجرایی طرح های عمرانی، تهیه ضوابط طرح و ساخت را جزو برنامه های خود قرارداد و انجام آن را طی قراردادی به انجمن مدیران فنی و اجرایی واگذار کرد. آیین نامه ها و دستورالعمل های تدوین شده روش طرح و ساخت در کارهای صنعتی که با مدیریت مهندسان مشاور آوند طرح مورد بررسی قرار گرفت، پس از نظرخواهی از دستگاه های اجرایی و انجمن های حرفه ای و طی مراحل تصویب، برای اجرا ابلاغ گردید.

این مجموعه با نامه ضوابط اجرای روش طرح و ساخت در پروژه های صنعتی "نشریه شماره ۵۴۹۰ توسط انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی منتشر گردید، که این

ضوابط از نوع گروه سوم تعیین شده تا امکان بهره گیری از متون کاملتر برای اهل فن فراهم گردد. در این متن می خواهیم نسبت به بررسی چالش های حقوقی و مدیریتی و اجرایی ماده ۴۹ از این ضوابط که در خصوص تغییر مقادیر کار در قرارداد می باشد بپردازیم.

ماهیت تغییر مقادیر کار

در کلیه قراردادهای که بین دو طرف یا دو ارگان یا دو شخص حقیقی یا حقوقی به منظور انجام کار یا تعهد منعقد می شود امکان تغییر در میزان یا چگونگی انجام آن کار یا تولید محصول دور از ذهن نخواهد بود زیرا در مدت انجام موضوع قرارداد ممکن است هریک از طرفین به نتایجی برسند که بر مبنای نیاز خود بخواهند تغییراتی در قرارداد بوجود آورند آنچه که در اینجا اهمیت دارد این است که حال این خواسته تا چه میزان می تواند باشد و یا چهارچوب انجام آن به چه صورت باشد که طرف مقابل را دچار مشکل ننماید و در روند انجام قرارداد خلل ایجاد نکند، مسلما در صورتی که تغییرات احتمالی را در یکسری ضوابط از قبل پیش بینی شده که در زمان قرارداد به پیمانکار اعلام شود قطعا محل اختلاف و چانه زنی در این موضوع به حداقل ممکن خواهد رسید لذا بایستی پیشبینی های لازم بصورت یک پیوست ضمیمه قرارداد گردد تا چهارچوب تغییر مقادیر کار و میزان بها و حجم کار ها برای طرفین قرارداد مشخص گردد.

ماده ۴۹ نشریه ۵۴۹۰

این ماده به ضوابط تغییر در کارهای موضوع پیمان می پردازد که این تغییرات بایستی مطابق فهرست بهایی که در پیوست ۳ قرارداد پیش بینی شده اعمال گردد و مطابق بند ۱-۳-۳ ماده ۳ هزینه تغییرات کارها، طبق فهرست بهای مذکور اندازه گیری و محاسبه می شود. همانطور که در بند ۳-۴۹ این ماده ذکر شده میزان افزایش یا کاهش مقادیر نباید بیش از ۲۵ درصد مبلغ اولیه پیمان شود.

بررسی ماده ۴۹ با توجه به ماهیت اجرایی این نوع قرارداد

ایجاد تغییر در مقدار کار هرچند که هزینه های آن در پیوست ۳ قرارداد پیش بینی شده و به نظر می رسد که جای ابهام را برای طرفین پر کرده باشد ولی ایجاد اینگونه تغییرات قطعا در روند اجرای کار تاثیر قابل توجهی خواهد گذاشت، با توجه به ماهیت صنعتی بودن قرارداد و لزوم تامین تجهیزات توسط پیمانکار می تواند در پیش بینی های انجام شده و برنامه زمان بندی کار و همچنین قراردادهای داخلی بین پیمانکار و پیمانکاران جز و تامین کنندگان قطعات و نصابان آنها تغییر به وجود آورده و با توجه به پیچیدگی این نوع قرارداد بواسطه تعدد عوامل دخیل در روند اجرایی کار ایجاد نقصان نموده و خسارات به پیمانکار وارد نماید، که این امر در صورتی که پیمانکار دارای تجربه کافی جهت انجام کار نباشد منجر به خسارات غیر قابل جبران خواهد گردید. کارفرمایان دولتی گاه در صورت نبود پیمانکاران دیگر می توانند از این روش استفاده نمایند. کارفرما در این روش مستقیم با پیمانکار مذاکره نمود. و شرکت مورد نظر انتخاب می گویند این روش به ترک تشریفات مناقصه معروف است.

بررسی ماده ۴۹ از لحاظ حقوقی در هنگام انعقاد قرارداد بین دو طرف همواره هر کدام از طرفهای قرارداد به دنبال کسب منافع برای خود هستند که در این راه خواهان عدم پذیرش ریسکهای احتمالی و به عبارت دیگر در صورت پذیرش ریسک سعی در جبران هزینه های احتمالی متحمل شده در قرارداد در مبلغ قرارداد می باشند. هرچند که با توجه به منافع مشترک در یک قرارداد در صورت ایجاد مشکل برای هر یک از طرفین مسلماً تبعات آن طرف مقابل را نیز درگیر خود خواهد نمود. تغییر مقادیر کار در قراردادهای EPC بدلیل پیچیدگی در قرارداد و وجود نقاط ابهام از یک طرف و نوسانات قیمت در حین انجام قرارداد در کشور که متاثر از تورم و قیمت ارز می باشد از طرف دیگر می تواند منجر به ایجاد محل نزاع برای پیمانکاران و عدم آگاهی و اشراف به امور توسط پیمانکار که موجب نقصان در کارهای انجام شده موضوع قرارداد نیز ایجاد محل نزاع برای کارفرما را فراهم آورد که این امر با توجه به پیشبینی مراجع حل اختلاف در شرایط عمومی به نوعی یکطرفه خواهد بود و منافع کارفرما را بیشتر مورد توجه قرارداده به گونه ای که اولین مرجع حل اختلاف را بالاترین مقام اجرایی کارفرما معرفی کرده و پس از آن در صورت عدم توافق دادگاه صالحه کشور مرجع رسیدگی خواهد بود که این عمل خود باعث طولانی شدن مسیر دادرسی و تأثیرات روحی و روانی در ادامه روند کار خواهد داشت که می تواند باعث کاهش کیفیت کار گردد. یکی دیگر از مسائل مهم در تغییر مقادیر کار معیار ۲۵ درصد افزایش و کاهش براساس قیمت پایه است که در این خصوص در شرایط عمومی توجه به تأثیر نوع کار نشده بطوری که ممکن است شما یک آیتم یا چند آیتم را افزایش دهید و هزینه مر بوط به آن از ۲۵ درصد تجاوز نکند ولی این آیتم و یا آیتمها از نظر ماهیت دشوار بوده و یا در انجام آیتمهای دیگر تأثیر گذار خواهند بود بطوری که باعث افزایش هزینه های آنها یا افزایش مدت زمان کار گردد که خود به تنهایی منجر به بوجود آمدن محل برای اختلافهای بعدی برای طرفین قرارداد گردد که بررسی علل بوجود آمدن این اختلافات نیاز به بررسی دقیق کارشناسانه خواهد داشت که بعضاً قابل استخراج برای بهره برداری قضایی بواسطه پیچیدگی فنی عوامل نخواهند بود و عوامل بسیار زیاد دیگر نیز بواسطه کلی بودن شرایط عمومی می تواند موجب اختلاف گردد که بایستی با دقت نظر در بندهای قرارداد و اعمال در شرایط خصوصی آنها را به حداقل رساند.

تأثیر ماده ۴۹ بر روند کار از دیدگاه مدیریتی

کارفرما به واسطه اینکه بتواند شرایطی را فراهم کند که از حق تغییرات خود در انجام یک پروژه استفاده نموده بطوری که کمترین تأثیر را در روند و کیفیت کار داشته باشد بایستی به عوامل مدیریتی در این خصوص توجه ویژه ای نماید روشهای انتخاب پیمانکار در این نوع قراردادهای به صورت زیر خواهد بود:

(۱) روش انتخاب مستقیم

معمولاً روش مورد استفاده کارفرمایان خصوصی است و فاکتورهای انتخاب در این روش شامل سابقه و تجربه اجرایی، شهرت، توانایی های مالی و فنی و مدیریتی می باشد.

در بند ۵-۴۹ در خصوص عدم توافق طرفین در خصوص تغییرات هزینه و مدت پیمان، ناشی از تغییر کارها چنین بیان شده که «در صورت دستور کارفرما مبنی بر اجرای تغییرات، به رغم عدم حصول توافق در مورد هزینه و مدت، پیمانکار موظف به انجام تغییرات است و متعاقباً مذاکرات خود را با کارفرما برای حصول به توافق ادامه می دهند» و همچنین در صورت عدم توافق در مدت ۶۰ روز بایستی طبق ماده ۷۵ که در خصوص حل اختلاف است بایستی موضوع پیگیری گردد آنچه که در اینجا قابل توجه است این است که در صورت عدم پذیرش پیمانکار و تاحصول نتیجه براساس ماده ۷۵ پیمانکار ملزم به انجام کار می باشد که با توجه به طولانی بودن پروسه دادرسی معمولاً پیمانکار ریسک پذیرش تغییرات را برای خود خواهد پذیرفت که در صورت عدم پیشبینی های لازم در روند صحیح اجرای کار می تواند منجر به کاهش کیفیت کار و عدم انجام تعهدات در بازه زمانی پیش بینی شده گردد. نکته ای مهم در اینجا این است که باتوجه به انجام طراحی و اجرا توسط پیمانکار بنا به نیاز اولیه کارفرما، پیمانکار می تواند با اشراف بیشتری در مورد تغییر مقادیر کار اعلام شده توسط کارفرما اقدام نماید ولی در صورتی که کارفرما انجام کار یا تأمین کالایی را به صورتی که نا آشنا برای پیمانکار باشد در دستور کار خود قرار دهد، انجام این امر برای پیمانکار ایجاد چالش هایی خواهد نمود و هم از نظر فنی و مغایرت با پیش بینی های اولیه پیمانکار می تواند منجر به بوجود آمدن مشکلات اجرایی گردد که این مشکلات می تواند شامل موارد زیر باشد:

- (۱) ناتوانی در نظارت دقیق بر کار به واسطه عدم آشنایی
- (۲) عدم پیش بینی دقیق در انجام امور و هماهنگی لازم برای عوامل دخیل به واسطه نا آشنایی
- (۳) تأثیر روند کار پیمانکاران جز که بواسطه تغییرات به مجموعه پیمانکار اصلی اضافه شده که می تواند منجر به اختلال در کار عوامل دیگر گردد

- (۴) افزایش هزینه ها بواسطه تبعات تغییرات که این هزینه ها در حین اجرا کار خود را نمایان می نماید و جبران آنها در روند انجام قرارداد تأثیر گذار خواهد بود.
- (۵) بالا رفتن ریسک مالی تغییرات کار از لحاظ اجرایی با توجه به اینکه معیار پیوست سه در قراردادهای معمولاً فهارس پایه بوده که با برخی ضرایب بهبود پیدا میکند و مبالغ محاسبه شده از این طریق معمولاً با قیمت های تمام شده واقعی فرق زیادی می نماید (لازم به توضیح است که در برخی قراردادهای جهت کاهش ریسک پیمانکار معیار قیمت کارهای اضافی یا نقصانی برحسب مورد با ارائه مدارک مشتمل خرید مصالح و تجهیزات و یا انجام عملیات اجرایی پس از منظور کردن هزینه های بالاسری محاسبه می شود مانند اسناد مناقصه توسعه پست ۲۳۰ کیلو ولت چادر ملو)
- (۶) یکی دیگر از بخشهای مهم در تغییر مقادیر کار هزینه های نیروی انسانی است که با توجه به پیچیدگی این نوع قراردادهای در پیوست ۳ نمی توان به قطعیت به آن اشاره کرد و ماهیت افزایش یا نقصان در عملیات کاری در واقع تغییرات هزینه دستمزد قابل پیش بینی به همراه نخواهد داشت.

۲) انتخاب بر مبنای کیفیت (QRS)

معمولا برای به کارگیری سرویس ها و خدمات حرفه ای و مخصوص به کارگرفته می شود. کارفرما پیمانکاران را براساس سوابق کاری و حرفه ای، پیشنهاد فنی تجربه و کارآیی گذشته و توانایی اجرای کار طبقه بندی نموده سپس با پیمانکاران که رتبه یک را اخذ نموده وارد مذاکره می شود تا بر سر قیمت تداخل کنند اگر نتیجه نداد به سراغ پیشنهاد دهنده بعدی می رود.

۳) انتخاب مذاکره ای

پس از تأیید صلاحیت پیشنهاد مالی و فنی خود را ارائه می دهند و کارفرما پس از بررسی پیشنهادات از آنهایی که مورد توجه قرار گرفته اند دعوت می کند تا با آنها به مذاکره و چانه زنی بپردازد در این روش پیمانکاران می توانند تا قبل از انتخاب نهایی قیمت های خود را تعدیل کنند.

۴) روش بودجه ثابت (fixed uddget/Best (tachnical response or designs

در این روش هزینه و بودجه طرح ثابت بود و در فرم RFP به پیشنهاد دهندگان اعلام می گردد و پیشنهاد دهندگان در زمینه ارایه بهترین طراحی مطابق با بودجه مورد نظر با یکدیگر رقابت می کنند.

۵) روش امتیاز دهی

پیشنهادهای به صورت مجزای فنی و مالی ارائه می شود. ابتدا پیشنهادهای فنی ارائه شده و امتیاز دهی می شوند (براساس معیار دهی کارفرما سپس پیشنهادهای مالی مورد بررسی قرار گرفته و به ترتیب به کمترین هزینه بیشترین امتیاز تعلق می گیرد و پیمانکار برنده کسی است که بیشترین امتیاز را در مجموع به دست آورد.

۶) روش تبدیل به قیمت مبنا

همانند روش قبل بعد از دریافت فرم ها، گروه کارشناسی به طرح های پیشنهادی پیمانکاران امتیاز داده و پس اقدام به بازگشایی پاکت های مالی می کند. قیمت های پیشنهادی بر امتیازات به دست آمده از مراحل اول تقسیم شده و حاصل تقسیم به عنوان قیمت مبنای طرح در نظر گرفته می شود طرحی که کمترین قیمت مبنا را داشته باشد برنده است.

۷) روش یکسان سازی طراحی ها

در این روش کارفرما بعد از دریافت طرح ها آن ها را مورد بررسی قرار داده و پیمانکار زمانی را برای هماهنگ کردن با اهداف پروژه می دهد. بعد از هماهنگ طرح ها با اهداف پروژه کمترین قیمت پیشنهادی ملاک انتخاب است [۵]. با توجه به روشهای ارائه شده در بالا روش شماره ۴ در شرایطی که امکان تغییر مقادیر کار وجود داشته باشد روش مناسبی نخواهد بود و

در روشهای دیگر کارفرما بایستی از توان مالی و تجربی و فنی پیمانکار مطمئن شود و در رزومه پیمانکار به انجام کار مشابه توجه ویژه ای نماید تا در صورت ایجاد تغییرات در انجام قرارداد با مشکلات کمتری روبرو شود چالشها و موانع پیش روی پیمانکاران که با تغییرات در مقادیر کار می تواند نمود بیشتری پیدا کند می توان به عوامل زیر اشاره نمود:

۱) وجود شرایطی که خارج از کنترل پیمانکار و بعضا کارفرماست، مانند تغییر نرخ ارز و یا نرخ تبدیل دلار به یورو یا افزایش ناگهانی قیمت فولاد مس در دو سال گذشته، هزینه ها زیاد را به پیمانکاران تحمیل می کند و ریسک آنها را افزایش می دهد. - کارفرما روی تمام نقشه ها نظر می دهد، در صورتی که مسئولیت ۱۰۰ درصد با پیمانکار است و این موجب اتلاف وقت، هزینه و اختلاف نظر می شود.

۲) مساله روابط خارجی و تحریم اقتضا در بر کیفیت، هزینه در زمان انجام پروژه تاثیر منفی دارند. و محدود به خرید از تعداد اندکی هستیم.

۳) بدلیل بوروکراسی کارفرما تصمیم گیری سخت و زمان بر است.

۴) درک درستی از قرارداد از سمت کارفرما وجود ندارد و ما را وارد قانون عمل می کنند.

۵) مفاد قرارداد تحکم آمیز است و با عرف جهانی هم خوانی ندارد. در قراردادهای خارجی جریمه تاخیر دو طرفه در حالیکه در ایران در صورت تاخیر کارفرما فقط قرارداد تمدید می شود.

۶) عدم حمایت از بخش خصوصی: مثلا قانون کار یکطرفه و جانب کارگرایی می گیرد و در صورت شفافیت شکایت مدیر عامل باید پاسخگو باشد.

۷) سود بانکی بیش از سود پروژه است. هرچند که مشکلات مدیریتی قراردادهای EPC بیش از موارد ذکر شده می باشد ولی موارد ذکر شده در بالا از مشکلات مدیریتی است که با اعمال ماده ۴۹ نمود بیشتر خواهد داشت.

۱۰- نتیجه گیری

تصویب قانون برای این نوع پروژه ها می تواند بسیار مناسب باشد، یعنی تعریف و تصویب قانونی که به طور کلی موارد فوق را شامل شود، همان طور که در قوانین BOT کشورهای دیگر نیز آمده است، می تواند کمک بزرگی در روند رو به رشد استفاده از این نوع قراردادهای در کشور محسوب شود. ولی به دلیل تنوع پروژه هایی که می توانند به این روش اجرا شوند و ویژگی های خاص هر یک به نظر می رسد لازم است نهادها و وزارتخانه های مختلف با رعایت این قانون اقدام به تهیه آیین نامه اجرایی آن با توجه به ویژگی پروژه ها در بخش مربوطه خود بنمایند.

۹- واحد احمدیان، سعیدمزیای و معایب قراردادهای EPC در پروژه های عمرانی، اولین کنفرانس ملی اجرای پروژه به روش EPC.

۱۰- نایب ولی، رامتین، ابراهیمی، سید نصرالله، انتخاب و مدیریت اعضا تیم در پروژه های EPC.

۱۱- ضوابط اجرای روش طرح و ساخت در پروژه های صنعتی. نشریه ۵۴۹۰ معاونت امور فنی دفتر امور فنی و معیارها، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.

با توجه به اینکه در ماده ۴۹ نشریه ۵۴۹۰ میزان مجاز تغییر در مقادیر کار مشخص و پیمانکار قبل از انجام کار در قرارداد با این مسئله برخورد کرده و جای اعتراض برای خود نخواهد داشت ولی آنچه باعث ایجاد مشکل در این راستا می گردد پیچیدگی قراردادهای EPC بواسطه عوامل متعدد و متنوع دخیل در انجام پروژه می باشد که این امر موجب ایجاد مشکلات ناشناخته و غیر قابل پیش بینی خواهد گردید که شرایط و سیاستهای داخلی کشور نیز در روند اجرایی کار به واسطه تامین قسمتهایی از تجهیزات و خدماتهای مرتبط با قرارداد نیز در آن تاثیر بسزایی خواهد داشت نکته حائز اهمیت در اینجا این است که به منظور کمک به انجام قرارداد و کاهش اختلافات فی مابین بایستی کارفرما و پیمانکار در انجام امور همکاری لازم را معمول نمایند بطوری که با برگزاری جلسات مشترک و دوره ای مشکلات پیش رو را مورد بررسی قرارداد و با توجه به پتانسیل های موجود در هر کدام از طرفین نسبت به بررسی دقیق تغییرات احتمالی در روند و میزان کار به توافق جامع و کامل رسیده تا بتوانند بر اساس چهارچوب تعیین شده در قرارداد موضوع قرارداد را با کیفیت تعیین شده و در مدت زمان تعیین شده در آن جامع عمل ببوشانند.

منابع:

۱- محمدکریمی، شهریار، محمدکریمی. شهرام، عربشاهی. نادر، «(۱۳۹۴)، روش های حل اختلاف و دعاوی قراردادهای ساخت»، چاپ دوم، فدک ایستیس.

۲. Hinchey. J. and I. schor, 2002, The Quest for the right Question in the construction industry, dispute resolution journal, august/October 2002.

۳- شمس و مرتضی، (۱۳۸۶). مطالعه موردی بررسی و مدیریت ریسک در قراردادهای EPC. کنفرانس ملی توسعه نظام اجرایی پروژه های عمرانی، صنعتی و شهری.

۴- نجابت، ا. (۱۳۸۲). مدیریت تاخیرات پروژه. سیستم فرایندگرا، مرکز تحقیقات و توسعه مدیریت پروژه

۵- روانشادنی، مهدی (۱۳۹۵)، اصول و مقررات و روش های مدیریت پیمان طرح های عمرانی.

۶- سیف، حامد، (۱۳۸۴) «مدیریت قراردادهای بین المللی در ساخت آذراه ها»، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

(۱۳۸۴) ناسایی و مدیریت ریسک در پروژه های BOT دومین کنگره ملی مهندسی عمران.

۷- Camison, Cesar. An Villar-Lopez, Ana. (2011). Non-technical innovation: Organizational memory and learning capabilities as antecedent factors with effect on sustained competitive advantage. Industrial Marketing Management

۸- پرچی جلال، مجید بررسی چالش های حقوقی و فنی استفاده از قراردادهای تیپ طرح و ساخت و EPC ایران و فیدیک

بررسی آسیب پذیری لرزه ای و راهکارهای مقاوم سازی سازه های آجری غیر مسلح (مطالعه موردی: کشور ایران)

محمدرضا احسان دوست

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کازرون، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، کازرون، ایران.

ابراهیم زارع

مربی دانشگاه کازرون



فصلنامه علمی تخصصی

مهندسی و مدیریت ساخت

سال دوم، شماره سوم

شماره پیاپی هفتم

پاییز ۱۳۹۶

نویسنده مسئول: محمدرضا احسان

دوست

آدرس ایمیل:

e.ehsandoost20@gmail.com

چکیده

گسترده‌ی ساختمان‌های آجری به عنوان مسکن بیش از سی درصد مردم جهان بر کسی پوشیده نیست. بخش‌های عمده‌ای از ساختمان‌های موجود در کشور ایران به ویژه در شهرهای متوسط و کوچک را ساختمان‌های مصالح بنایی یعنی ساختمان‌هایی که با آجر، بلوک سیمانی و یا سنگ ساخته می‌شوند و در آن‌ها تمام یا قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارهای مصالح بنایی تحمل می‌گردد را تشکیل می‌دهند. بنابراین بررسی آسیب پذیری این نوع سازه تحت اثر زلزله دارای اهمیت خاصی می‌باشد. همچنین اغلب سازه‌هایی که دارای اهمیت تاریخی می‌باشند با استفاده از مصالح بنایی ساخته شده‌اند. سازه‌های آجری معمولاً در برابر زلزله دارای ضعف‌های عمده‌ای می‌باشند. شناخت این ضعف‌ها مقدمه‌ای بر انتخاب روشی مناسب برای مقاوم سازی آنها می‌باشد. سازه‌های آجری جزء آسیب پذیرترین نوع سازه در مقابل زلزله می‌باشند. علت شکست و گسیختگی این ساختمانها عمدتاً به دلیل ناکافی بودن شکل پذیری آنها می‌باشد و عملکرد نامناسب سازه در برابر فشار و خمش حاصل از زلزله و به ویژه ضعف‌های اجرایی، ساکنان این بناها را در مناطق زلزله خیز در معرض خطر جدی قرار داده است در این مقاله روش بررسی آسیب پذیری لرزه‌ای سازه‌های آجری و روشهای اجرایی رفع انواع ضعف‌های آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: آسیب پذیری، گسیختگی، مقاوم سازی، زلزله، ساختمان‌های بنایی غیر مسلح

An Overview of the Seismic Vulnerability and Strategies for Strengthening Brick Structures Unarmed Case Study: Iran

Mohammadreza Ehsandoost

Young Researchers and Elite Club, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran.

Ebrahim Zare



Volume 2 , Issue 3,

Autumn 2017

Corresponding author:

ehsandoost, mohammadreza

Email address:

e.ehsandoost20@gmail.com

ساختمان خنثی شود، لذا ساختمان های فاقد شکل پذیری کافی در زلزله های بزرگ فرو خواهند ریخت. (شکل پذیری قابلیت تغییر شکل عناصر باربر قبل از رسیدن به حد گسیختگی می باشد).

تاریخچه ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای ساختمانها

قدیمی ترین فعالیتهای در این زمینه به سال ۱۹۷۲ میلادی بر میگردد زمانیکه مدل های غیرخطی جهت شناسایی رفتار ساختمانها پیشنهاد شد از جدید ترین روش هایی که امروزه مطالعات روی آنها در حال انجام است استفاده از شبکه های عصبی (Neural Network). برای پیش بینی خسارت می باشد.

در ایران پس از واقعه مصیبت بار زلزله رودبار - منجیل در سال ۱۳۶۹ با تلاش بیشتری به تحلیل لرزه خیزی ایران و بحث ارزیابی آسیب پذیری ساختمانها و بررسی روشهای مقاوم سازی در برابر زلزله پرداخته شد، مخصوصاً در تهران به دلیل احتمال زلزله بزرگ قریب الوقوع، در مراکز تحقیقاتی از جمله مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله و مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی بر روی موضوع ارزیابی آسیب پذیری ساختمانها و بررسی روشهای مقاوم سازی آنها تحقیقاتی صورت گرفته است.

موقعیت زمین شناسی ایران

کشور ایران با وسعت ۱,۶۴۸,۱۹۵ کیلومتر مربع، میان ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی، ۴۴ تا ۶۳ درجه طول شرقی واقع شده است. به طور کلی ۳ منطقه لرزه خیزی در ایران وجود دارد که از آن می شود به زاگرس، البرز و ایران مرکزی اشاره کرد. صفحه عربستان از جنوب غربی، هندوستان از شرق و جنوب شرقی، سیبری از شمال شرقی به ایران فشار وارد می کند مقاومت ایران در برابر فشار وارد شده باعث وورود گسل و شکستگی متعدد می شود فعالیت این گسل باعث شده است که ایران مناطق مهم زمین لرزه خیز دنیا به حساب آید نتیجه نهایی آنکه ناهمواری های ایران جوان است و در قلب آخرین آثار آخرین کمربند کوهزایی سیاره زمین (آلپی) و در بین پلیت های تکنوتیکی قرار گرفته اند.

لرزه خیزی ایران

با قرار گیری ایران روی کمربند آلپ-همالیا، کشور ایران در قرن گذشته، زمین لرزه به بزرگی ۷٫۵ ریشتر یا بیشتر را تجربه کرده است. چنان که پهنه بندی نقشه های زمین لرزه خیزی نیز نشان می دهد بیش از ۲,۳ وسعت کشور در محور زمین لرزه خیزی پرخطر قرار گرفته است که اکثر شهرهای پر جمعیت نیز در راستای آن استقرار یافته اند، مناطقی که بیشتر تحت تاثیر فعالیت گسل اند و شدت عمق کانون زمین لرزه در آن نیز کم عمق سطحی است. زمین لرزه هایی که در ایران ثبت شده اند نیز به ندرت عمق کانونی بیشتر از ۵۰ کیلومتر داشته اند و طبق تقسیمات از نظر مهندسی زمین لرزه، زمین لرزه با عمق کانونی بیشتر از ۷۰ کیلومتر، زمین لرزه نوع عمیق و کمتر از آن

به لرزه هایی که بر اثر آزاد شدن انرژی های تمرکز یافته در لایه های زیرین زمین به وجود می آید و ممکن است باعث تغییراتی در سطح زمین و بروز خساراتی مالی و جانی شود زمین لرزه اطلاق می شود. زلزله به عنوان یک پدیده طبیعی مکرراً به وقوع و غافلگیر کردن ما ادامه خواهد داد و با فاصله گرفتن از رخداد آخرین زلزله به وقوع زلزله ای دیگر نزدیک می شویم. بررسی انجام شده پس از زلزله های مختلف در سه دهه ی اخیر نشان از آن داشته که از میان آسیب های گوناگون ناشی از مراحل شکل گیری ساختمان-از بدو سیاست گذاری تا بهره برداری-آسیب های ناشی از مرحله اجرا همواره از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده اند. در این مرحله حساس متأسفانه بیشترین مشکل را باید در بی توجهی و عدم التزام عملی مجریان به آئین نامه های رایج (از جمله آئین نامه طراحی و اجرای ساختمان ها در برابر زلزله (آئین نامه ۲۸۰۰) و مبحث هشتم مقررات ملی) دانست که از دو جنبه ی محاسبات و نیز نظارت و اجرا قابل تأمل و بررسی است. بنابراین کم توجهی و اهمال از یک سو و دستورالعمل های ساختمانی تدوین نشده ولی رایج از سوی دیگر منشأ اصلی ناهنجاری ها را تشکیل می دهند. آمار تلفات جانی و تخریب کامل بنا، تقریباً تماماً به ساختمان های آجری تعلق دارد. این وضعیت، عمدتاً از انهدام ساختمان های آجری ناشی می شود که نوع غالب در معماری شهری و روستایی ماست. در سال ۱۹۹۱، مگنز و کالوی، مطالعه ای آزمایشگاهی بر روی پنج دیوار آجری در مقیاس کامل انجام داده و به بررسی اثر نسبت ارتفاع به طول دیوار پرداختند.

در سال ۱۹۹۴ یان کلوفسکی و هم کارانش روابط تئوری برای محاسبه ی حداکثر بار جانبی درون صفحه ای دیوارهای مورد مطالعه ارائه کردند در سال ۱۹۹۵، پوشی مورا به اتفاق هم کارانش اثر میل گردهای افقی و قائم را بر رفتار لرزه ای دیوارهای بنایی کلاف بندی شده بررسی کردند. در سال ۲۰۰۱ جیوردانو و دی لوکا در پژوهشی قابلیت روش های عددی مختلف را برای تحلیل سازه های بنایی بررسی کردند و نشان دادند می توان به طور مؤثری از این روش ها برای مطالعه رفتار این سازه ها استفاده کرد.

همچنین پادوانی و همکارانش (۲۰۰۳)، برج ناقوسی تاریخی را با استفاده از روش های عددی تحلیل کردند و با مشاهده ی الگوی ترک خوردگی یکسان با واقعیت، به کاربرد ابزار برای درک بهتر رفتار سازه های بنایی و نیز نقش مهم مدل سازی عددی در پروسه ی بازسازی و مقاوم سازی بناهای تاریخی تأکید کردند.

نکته اساسی در مورد ساختمان های مصالح بنایی غیر مسلح این است که با توجه به این که مصالح مصرفی دارای خاصیت غیر الاستیک هستند در صورتی که ضوابط فصل سوم آئین نامه ۲۸۰۰ و مبحث هشتم مقررات ملی در مورد آن ها رعایت نشود فاقد شکل پذیری کافی خواهند بود و چون نیروی زلزله بیش از حد مقاومت ساختمان بوده و این نیروی اضافی بایستی با شکل پذیری

زمین لرزه نوع سطحی به شمار می آید که زمین لرزه سطحی هموار مخرب تر بوده است.

۲- اهمیت ساختمان های با مصالح بنایی در کشور

منظور از ساختمان های با مصالح بنایی، ساختمانهایی است که با آجر، بلوک سیمانی و یا با سنگ ساخته شوند و در آنها تمام و یا قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بنایی تحمل می گردد. دلایل عملکرد رفتار نا مناسب سازه های مصالح بنایی در مقابل زلزله را می توان در مواردی هم چون شکننده بودن مصالح و کاهش مقاومت بر اثر تکرار بارهای شدید، وزن سنگین، سختی زیاد و در نتیجه پاسخ شدید در مقابل امواج زلزله با پیروی طبیعی کوتاه و وابستگی زیاد مقاومت ساختمان به کیفیت ساخت خلاصه نمود. در آیین نامه زلزله ایران (استاندارد ۲۸۰۰)، برای تقویت ساختمان های بنایی استفاده از کلاف بند های بتن آرمه افقی و قائم در نقاط زلزله در اطراف دیوارها الزام گردیده است. در تحقیقات بسیاری از کشورهای زلزله خیز نشان داده است همچنین وجود کلاف بتن آرمه، مقاومت و پایداری دیوارهای بنایی را در برابر زلزله بسیار بالا می برد.

انواع شکست ساختمانهای مصالح بنایی

شکست ساختمانهای بنایی به دودسته کنترل شونده از طریق تغییر شکل و کنترل شونده از طریق نیروتقسیم می گردد. شکست های کنترل شونده از طریق تغییر شکل انعطاف پذیری بیشتری از شکست های کنترل شونده از طریق نیرو دارند، لذا در فروریزش ها دارای خطر کمتری هستند و قادر به جذب مقدار قابل توجهی از انرژی پس از ترک خوردگی هستند و سازه را به سمت ایمنی بیشتر سوق می دهند در صورتی که شکست های کنترل شونده از طریق نیرو در طبیعت به صورت ترد و شکننده بوده و به فروریزش های ناگهانی منتج می گردد

انواع مودهای شکست دیوارهای بنایی

پیش بینی مودهای شکست اجزای بنایی بسیار مشکل بوده و به عوامل متفاوتی بستگی دارد. جهت بارگذاری، مقدار تنش قائم، تعداد و اندازه بازشوها و مقاومت ملات بکارفته در درزها نقش مهمی در تعیین نوع شکست ایفا میکنند. با توجه به حرکت زمین در زمان وقوع زلزله ممکن است نیروها موازی دیوار برشی اعمال شوند که موجب شکست داخل صفحه می گردند و یا عمود بر دیوار برشی باشند که در آن صورت شکست خارج از صفحه رخ می دهد

۳- روشهای کیفی ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای

در روش های کیفی با توجه به شرایط لرزه خیزی و شرایط ساختمان سازی و بر اساس تجربه زلزله های

گذشته، فرمهای ویژه ای تهیه می شوند. بازرسان ساختمان با استفاده از این فرمها، اطلاعاتی از قبیل سیستم باربر قائم، سیستم مقاوم فرمها، اطلاعاتی از قبیل سیستم باربر قائم، سیستم مقاوم ساخت، شرایط محل ساختمان، وضعیت پی و ... را جمع آوری نموده و در یک بانک اطلاعاتی ذخیره می کنند. از این روشها می توان برای برآورد اولیه و تقریبی ظرفیت مقاومت لرزه ای ساختمانهای یک منطقه خاص استفاده نمود از جمله روشهای کیفی می توان به روش ارزیابی آسیب پذیری پیشنهادی سب، روش ارائه شده توسط انجمن روش ارزیابی آسیب ATC، تکنولوژی کاربردی آمریکا پذیری آریا، روش آیین نامه نیوزیلند، روش آیین نامه ژاپن و روش ارزیابی آسیب پذیری کانادا اشاره کرد

مشخصات مصالح

برای برآورد مناسب از رفتار ساختمان، علاوه بر وضعیت اعضا، هندسه و پیکر بندی باید مشخصات اسمی مصالح بنایی، یا به عبارتی مقادیر استفاده شده در اسناد و مدارک ساخت و ساز نیز به عنوان کران پایین مشخصات مصالح در نظر گرفته شود. متأسفانه در صنعت ساختمان سازی ایران بطور شایسته به کیفیت مصالح توجه نمیشود و اغلب مجریان، فرض بر استاندارد بودن مصالح موجود در بازار می گذارند، که این عامل به همراه عواملی همچون استفاده ی ناپایا و نا مناسب از مصالح و همچنین عدم اجرای مناسب موجب آسیب پذیری ساختمان می گردد. با توجه به زلزله خیز بودن ایران بایستی برای سبک سازی و کاهش جرم ساختمان مصالح مقاوم و سبک با حداکثر نسبت مقاومت به وزن به کار برده شود، تا علاوه بر ایمنی بیشتر، تأثیر زلزله بر ساختمان نیز کاهش یابد.

عملکرد ساختمانهای آجری غیر مسلح در مقابل زلزله

دلیل اصلی ناپایداری ساختمان های آجری غیر مسلح، عدم شکل پذیری آنها می باشد. اغلب سازه های ساخته شده، مقاومتشان کمتر از مقاومتی است که زلزله طلب می کند «مقاومت طلب» و بنابراین ناگزیرند تاوان این کمبود مقاومت را با تغییر شکل مومسان بپردازند. شکننده بدون ذاتی مصالح بنایی توانایی پاسخ به این درخواست را از ساختمان سلب کرده و خرابی سازه را در پی دارد رفتار یک ساختمان آجری غیر مسلح را در مقابل زلزله می توان به صورت زیر خلاصه کرد (الف) شدت زلزله از مقاومت ساختمان کمتر است و در این صورت سازه سختی اولیه خود را حفظ کرده؛ ضریب بازتاب برابر ۱ و نیروی زلزله برابر جرم ساختمان ضرب در شتاب زلزله است. این نیرو برای ایجاد ترک و در هم شکستن سازه کافی نیست و بنابراین ساختمان از زلزله آسیبی نمی بیند (ب) شدت زلزله در لحظات واپسین آن از حد مقاومت سازه فراتر می رود و ترکها و خردشدگیها آغاز می شود؛ سختی کم شده تناوب زیاد می شود و در نتیجه ضریب بازتاب افزایش می یابد و سبب بالا رفتن نیروی زلزله می شود. اما چون این تحولات در لحظه های واپسین اتفاق می افتد و زلزله ادامه نمی یابد، سازه پایدار می ماند و در پایان زلزله فقط مقداری ترک و خرد شدگی ملاحظه خواهد شد

باعث ایجاد نیروی پیچشی قابل توجهی می شود که به نیروهای جانبی افزوده می شود؛ ساختمان های بنایی غیر مسلح به علت عدم انسجام مناسب، در صورتی که توزیع جرم، سختی و مقاومت به گونه ای باشد که نامنظمی در ساختمان ایجاد شود شدیداً در مقابل نیروهای حاصل از وجود پیچش آسیب پذیر هستند.

اجرای دیواره

در ساختمان های مصالح بنایی قسمت عمده بار ثقلی و نیروی جانبی حاصل از زلزله را دیوارهای باربر تحمل میکنند. خصوصیات ترد و شکننده مصالح بنایی، سبب می شود ساختمان در برابر نیروهای جانبی درون صفحه ای «امتداد بار وارده موازی دیوار» و بیرون صفحه ای «امتداد بار عمود بر دیوار» مقاومت کافی نداشته باشند. نخستین ترک در سازه پس از رسیدن مجموع تنش بر حالت بحرانی، مطابق گسیختگی کلمب و همراه با صدای گسیختگی خواهد بود. و به دلیل غیر الاستیک بودن مصالح در زمان اندکی میتواند گسترش یابد و خرابی کلی در دیوار را سبب گردد. این رفتار ناشی از افت سریع سختی و مقاومت و ظرفیت کم اتلاف انرژی حاصل از رفتار ترد و شکننده دیوار می باشد

آجر چینی نامناسب دیوارهای آجری از جمله قرار گیری بندهای قائم آجر چینی بر روی هم، خالی بودن بندهای قائم از ملات و همچنین کم یا زیاد بودن ضخامت بندهای افقی و عدم دوغاب ریزی دیوارها می تواند سبب کاهش مقاومت برشی، لغزشی و خارج از صفحه ای دیوارهای آجر می شود. عدم توجه به چیدمان آجر در رگ های متوالی و اجرای هشتگیر می تواند عاملی باشد که دو دیوار متعادل به راحتی از یکدیگر جدا شوند و فرو بریزند. همچنین عدم توجه به نسبت مناسب سیمان مصرفی در ملات ماسه - سیمان مورد استفاده در اجرای دیوار از مقاومت دیوارها می کاهد.

ارتفاع آزاد دیوار مصالح بنایی نباید بیش از ۴ متر باشد، زیرا ارتفاع زیاد دیوار باعث افزایش لنگر خارج از صفحه ناشی از اینرسی دیوار و نیروی سقف و در نتیجه کاهش توان باربری و ایستایی دیوار در برابر نیروهای خارج از صفحه می شود. همچنین طول آزاد دیوار نباید از ۵ متر فراتر رود، طول مهار نشده زیاد دیوار، باعث افزایش لنگر خارج از صفحه ناشی از اینرسی دیوار و نیروی دیوارهای متقاطع و در نتیجه کاهش توان باربری و ایستایی دیوار در برابر نیروهای خارج از صفحه می شود.

دیوار نسبی

برای تأمین مقاومت برشی ساختمان، بایستی دیوار نسبی در شرایط مطلوبی باشد. در صورتی که شرایط دیوار نسبی برای ساختمان های مختلف مصالح بنایی از مقادیر ذکر شده در جدول ۱ کمتر باشند ساختمان آسیب پذیر محسوب می شود.

ج) شدت زلزله در همان لحظه های آغازین از حد مقاومت سازه فراتر می رود و در نتیجه کاهش سختی و افزایش ضریب بازتاب، سازه در معرض نیروهای بزرگتری قرار می گیرد. به گونه ای که خیلی زود در هم می شکنند و با خاک یکسان می شود.

انواع ساختمانهای آجری

ساختمانهای آجری که با مصالح فشاری و ملات ساخته می شوند را می توان به چهار گروه تقسیم نمود که عبارتند از ساختمانهای آجری غیر مسلح، نیمه مسلح، مسلح و مرکب

۱- ساختمانهای آجری مسلح : این نوع ساختمانها متداولترین و قدیمی ترین نوع ساختمان را در کشور ما تشکیل می دهد و خود به دو نوع روستایی و شهری تقسیم می شوند. در ساختمانهای روستایی دیوارها عموماً از خشت خام و یا سنگهای رودخانه ای و با ملات گل ساخته می شوند سقف نیز بصورت گنبدی و یا با استفاده از تیرهای چوبی و با پوشش گل، بنا می شود. در نوع شهری، دیوارها معمولاً با آجر فشاری و با ملات ماسه سیمان ساخته شده و سقف نیز طاق ضربی است.

۲- ساختمانهای آجری نیمه مسلح : در این ساختمانها که تقریباً مشابه با ساختمانهای نوع (۱) هستند برای بهبود رفتار ساختمان در مقابل زلزله از کلافهای فوقانی، تحتانی و یا قائم در دیوارهای آجری استفاده می گردد. کاربرد این عناصر سبب می شود که ساختمان دارای افزایش نسبی مقاومت و شکل پذیری گردد.

۳- ساختمانهای آجری مسلح : با توجه به اینکه کلافهای تحتانی و افقی مانع شکست خمشی نمی شود لذا در این ساختمانها یک سیستم مقاوم لرزه ای که کاملاً ایستا و قابل محاسبه باشد مورد استفاده قرار می گیرد. یک سیستم کاملاً ایستا، سیستمی است که در برابر کلیه حالتیهای اصلی شکست (خمش و برش) مقاومت کافی را داشته باشد. دیوار برشی نمونه ای از اینگونه سیستمها می باشد.

۴- ساختمان آجری مرکب : این نوع ساختمانها دارای اسکلت های فلزی یا بتنی، که بین آنها با مصالح بنایی پر شده است و اصطلاحاً اعضای میانقاب نامیده می شود. با توجه به اینکه در این نوع ساختمانها تمام یا قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بنایی تحمل می گردد، لذا براساس آئین نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران، این قبیل ساختمانها نیز در ردیف ساختمانهای با مصالح بنایی قرار می گیرند.

نامنظمی

هنگامی که مرکز جرم و مرکز سختی بر هم منطبق نباشند و ساختمان تحت تأثیر نیروی زلزله قرار گیرد سیستم علاوه بر حرکات جانبی، دارای حرکات پیچشی نیز می شود، که عموماً هرچه این فاصله بیشتر باشد حرکات پیچشی افزایش می یابد این حرکات پیچشی

جدول ۱ درصد های مورد نیاز دیوار نسبی

نوع و تعداد طبقات ساختمان	لرزه زمین	طبقه اول	طبقه دوم
ساختمان های آجری	۶٪ ۸٪	۴٪ ۶٪	— ۴٪
ساختمان های با بلوک سیمانی	۱۰٪ ۱۲٪	۶٪ ۱۰٪	— ۶٪
ساختمان های سنگی	۶٪ ۸٪	۵٪ ۸٪	— ۵٪

علت شکست دیوارهای آجری

- مقاومت مصالح مورد استفاده در یک ساختمان در برابر زلزله بطور کلی در رابطه با موارد ذیل می باشد:
- ۱- خاصیت جذب انرژی و تغییر شکل پلاستیک زیاد
 - ۲- نسبت مقاومت به وزن
 - ۳- همگن بودن
 - ۴- مقاومت یکسان (و البته زیاد)، حداقل در دو جهت عمود برهم
 - ۵- ایجاد اتصالات با مقاومت کامل (حداقل در حد مقاومت مصالح مورد استفاده)

انواع گسیختگی دیوارهای آجری

- موارد ذیل در زمره مهمترین انواع گسیختگی دیوارهای آجری می باشد
- ۱- بوجود آمدن ترکهای قائم در محل اتصال دیوارها به یکدیگر
 - ۲- ایجاد ترک افقی در دیوارهای جانبی ساختمان و در ناحیه بین دو باز شو که در یک راستای قائم قرار گرفته باشند
 - ۳- تشکیل ترکهای افقی بین دیوارها و سقف ساختمان
 - ۴- بوجود آمدن ترک مورد در منطقه بین دو باز شو که در یک تراز افقی ساخته شده باشند
 - ۵- گسیختگی موضعی در گوشه های دیوارها

کلاف بندی

نقش کلاف و کلاف بندی برای انسجام و یکپارچه کردن سازه در ایجاد سیستم مقاوم در برابر زلزله، در ساختمان های مصالح بنایی قابل انکار نیست. از این رو آئین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، آئین نامه ۲۸۰۰ (و همچنین مبحث هشتم مقررات ملی) اجرای کلاف افقی را در تراز زیر دیوار و تراز سقف هرگونه ساختمان های با مصالح بنایی یک یا دو طبقه الزامی میدارد. این در

الی است که در برخی ساختمان ها به ایجاد تصویری از کلاف بسنده می شود. عدم مهار دیوار با محدود کردن و کلاف بندی افقی و قائم مناسب از نظر ابعاد، اجرا، محل، فاصله و نیز عدم اتصال مناسب میان دیوار و کلاف های افقی و به ویژه کلاف های قائم از دلایل اصلی بروز ناهنجاری و ناپایداری در این گونه دیوارها است. همچنین در صورتی که ما به جای استفاده از کلاف بتن مسلح از پروفیل های فولادی (معادل تیر آهن IPE ۱۰۰) استفاده کنیم می بایست کلاف های فولادی به خوبی به سقف متصل شده و همچنین این کلاف ها به نحوی مناسب به کلافی قائم و دیوار متصل شود.

بازشوها

نا پیوستگی در دیوارهای آجری به دلیل تعبیه طاقچه ، بازشوهای بزرگ و... بدون رعایت تمهیدات لرزه ای از جمله تعبیه کلاف و کاهش دهانه طاقچه و بازشوها و ... سبب پایین آمدن مقاومت برشی دیوار و گسیختگی در این گونه دیوارها می شود. در ساختمان های مصالح بنایی به طور کلی باید از احداث باز شوهای وسیع احتراز نمود و حتی المقدور بازشوها در قسمت مرکزی دیوارها قرار گیرند. در ادامه به چند نکته در مورد بازشوها اشاره می کنیم. نزدیکی باز شوها به انتهای دیوار سبب می شود که در عمل، اتصالی بین آن دیوار و دیوار متقاطع در گوشه وجود نداشته باشد. و دیوار به صورت یک دیوار مهار نشده رفتار می کند برای این منظور فاصله اولین باز شو در دیوار از بر خارجی ساختمان نبایستی کمتر از ۳/۲ ارتفاع باز شو باشد، مگر اینکه در طرفین باز شو کلاف قائم قرار گرفته باشد. همچنین در صورتی که فاصله افقی دو باز شو از ۳/۲ ارتفاع کوچکترین باز شوی طرفین خود و یا از ۱ مجموع طول آن دو باز شو کوچکتر باشد، دیوار بین دو باز شو جزئی از باز شو محسوب می شود و این سبب آسیب پذیری ساختمان می شود.

طراحی و نحوه اجرای ساختمان های آجری غیر مسلح

استفاده از دیوارهای آجری غیرمسلح فقط در کشورهایی که لرزه خیزی پائینی دارند به رسمیت شناخته شده است . محاسبه نیروی نهایی که این دیوارها می توانند تحمل کنند با استفاده از روشهای انرژی معمولاً صورت می پذیرد. استفاده از ساختمانهای اجرای غیر مسلح در مناطق زلزله خیز توصیه نمی گردد. در صورت ساخت این چنین ساختمانها در مناطق زلزله خیز رعایت نکات ذیل به صورت اکید توصیه می گردد:

- ۱- ضخامت حداقل دیوارهای ساخته شده با خشت خام و آجر بترتیب ۴۰ و ۳۰ سانتیمتر و حداکثر نسبت ارتفاع آنها یا طول بدون اتکایشان به ضخامت بترتیب ۱۰ و ۲۰ می باشد.
- ۲- عرض کل بازشوها در دیوارهای خارجی از یک سوم طول کل دیوار بیشتر نباشد و مجموع سطح بازشوها در هر دیوار خارجی نباید از یک سوم سطح نمای دیوار بیشتر گردد.
- ۳- فاصله بین بازشوها بیش از ۷۵ سانتیمتر بوده و فاصله بین یک باز شو در یک دیوار با دیوار عمود بر آن و یا از گوشه ساختمان نباید از ۷۵ سانتیمتر کمتر باشد.

روشهای مقاوم سازی دیوارهای بنایی غیرمسلح

- ۱- پر کردن ترکهای دیوار با دوغاب:
در حالی که دیوار دچار ترک خوردگی است و نیاز به مقاوم سازی نداشته باشد می توان تزریق دوغاب به داخل ترک های استفاد نمود. باید توجه نمود که ملات مورد استفاده در تزریق باید متناسب با ملات استفاده شده در سازه بنایی انتخاب شود.
- ۲- استفاده از صفحات مش فولادی:
چنانچه دیواری نیاز به مقاوم سازی نداشته باشد و فقط اصلاح ترکهای آن موجب به دست آوردن کفایت در مقابل نیروهای جانبی شود می توان از این روش استفاده کرد
- ۳- روش استفاده از پشت بندهای بتنی
در این روش در محل تقاطع دیوارهای طولی و عرضی و همچنین محل شناژهای قائم که به طور معمول به صورت متقارن و منظم در ساختمان وجود دارند، یک پشت بند بتن آرمی تعبیه می شود. ضخامت این پشت بند ها به طور معمول بین ۳۵ تا ۵۰ سانتیمتر قرار می دهند. عمده مزایا و معایب این روش به صورت زیر است.
- ۴- اضافه کردن دیوار جدید:
وقتی توزیع سختی در پلان یکنواخت نباشد و مساله پیچش مطرح باشد ممکن است با اضافه کردن دیوار جدید داخل ساختمان به عنوان دیوار برشی یا در خارج ساختمان به عنوان پشت بند، مرکز سختی و مرکز جرم ساختمان را به هم نزدیکتر کرد.
- ۵- اجرای کلاف افقی فلزی:
به منظور تامین انسجام ساختمان و اتصال دیوارهای موجود می توان از پروفیل های فولادی معادل تیر آهن نمره ۱۰ استفاده کرد مشروط بر آنکه کلاف فولادی با سقف به خوبی در گیر شده باشد و همچنین این کلاف ها به نحو مناسبی با کلاف قائم احداثی، دیوار یا روکش بتن مسلح جدید الاحداث مورد نظر در گیر شده باشند.
- ۶- مهاربندی دیوار با استفاده از الیاف پلیمری:
در این روش در داخل دیوار بصورت افقی یا قائم الیاف پلیمری قرار داده می شود.
- ۷- مهار بندی فولادی با استفاده از نوارهای فولادی:
در این روش در دو طرف شیارهایی قطری ایجاد کرده و درون آنها نوارهای فولادی قرار داده می شود. این نوارها در دو طرف دیوار توسط پیچ هایی به یکدیگر متصل می گردند.

۴- نتیجه گیری

- برای جلوگیری از بروز حوادث باید برای ساختمان های آسیب پذیر تمهیداتی برگزید. از این رو ساختمان ها را به نحو زیر تقسیم بندی می کنیم:
- ۱) ساختمان های فرسوده: برای جلوگیری از بروز خسارت هنگام زلزله در این ساختمان ها نیاز به نوسازی این ساختمان ها میباشد یعنی تخریب کامل ساختمان و ساختن ساختمانی مطابق با آیین نامه ها که می طلبد دولت همکاری های لازم را جهت ایجاد تسهیلات انجام دهد.
- ۲) ساختمان های آسیب پذیر: برای جلوگیری از بروز خسارت در این گونه ساختمان ها می بایست بهسازی و مقاوم سازی

۴- ملات مورد استفاده و آجرها با یکدیگر سازگاری داشته باشند.

۵- فاصله بین باز شو در یک دیوار داخلی و دیوار مجاور آن باید از سه برابر ضخامت دیوار داخلی بیشتر باشد.

۶- از نقطه نظر فرم و شکل هندسی، مناسب است که ساختمانها مخروطی شکل یا استوانه ای، و باسقف های گنبدی باشند.

طراحی و نحوه اجرای ساختمان های آجری غیر مسلح استفاده از دیوارهای آجری غیرمسلح فقط در کشورهایی که لرزه خیزی پائینی دارند به رسمیت شناخته شده است. محاسبه نیروی نهایی که این دیوارها می توانند تحمل کنند با استفاده از روشهای انرژی معمولاً صورت می پذیرد. استفاده از ساختمانهای اجرای غیر مسلح در مناطق زلزله خیز توصیه نمی گردد. در صورت ساخت این چنین ساختمانها در مناطق زلزله خیز رعایت نکات ذیل به صورت اکید توصیه می گردد:

- ۱- ضخامت حداقل دیوارهای ساخته شده با خشت خام و آجر بترتیب ۴۰ و ۳۰ سانتیمتر و حداکثر نسبت ارتفاع آنها یا طول بدون اتکایشان به ضخامت بترتیب ۱۰ و ۲۰ می باشد.
- ۲- عرض کل بازشوها در دیوارهای خارجی از یک سوم طول کل دیوار بیشتر نباشد و مجموع سطح بازشوها در هر دیوار خارجی نباید از یک سوم سطح نمای دیوار بیشتر گردد.
- ۳- فاصله بین بازشوها بیش از ۷۵ سانتیمتر بوده و فاصله بین یک باز شو در یک دیوار با دیوار عمود بر آن و یا از گوشه ساختمان نباید از ۷۵ سانتیمتر کمتر باشد.
- ۴- ملات مورد استفاده و آجرها با یکدیگر سازگاری داشته باشند.
- ۵- فاصله بین باز شو در یک دیوار داخلی و دیوار مجاور آن باید از سه برابر ضخامت دیوار داخلی بیشتر باشد.
- ۶- از نقطه نظر فرم و شکل هندسی، مناسب است که ساختمانها مخروطی شکل یا استوانه ای، و باسقف های گنبدی باشند

مقاوم سازی دیوارهای آجری موجود

مقاوم سازی در کل، موضوعی پیچیده می باشد و در بعضی از حالات بسیار مشکل است حتی هزینه آن بیشتر از هزینه تخریب و دوباره سازی ساختمان باشد. ولی به این نکته مهم باید توجه داشت که تقویت ساختمانهای آجری می تواند سبب گردد که بجای گسیختگی کلی، ساختمان حداکثر دچار خرابی موضعی شده و لذا از میزان تلفات جانی به شدت کاسته گردد. از نکات مهم در مقاوم سازی آن است که فقط دیوارهای باربر محیطی را نباید در نظر گرفت و تقویت نمود بلکه ساختمان به گونه ای باید مقاوم سازی شود که در زمان بروز زلزله، هیچ بخشی از آن تخریب نگردد. به بیان دیگر تقویت یک ساختمان بنایی باید بصورت همه جانبه در نظر گرفته شود.

سازی به روش های رایج از جمله تزریق گروت یا پرکردن دیوارهای آجری، FRP، پوکسی، فیبرهای برای رسیدن به دیوار نسبی و طول سطح بازشوی ایده آل و... وابسته به نقطه ضعف ساختمان انجام پذیرد

منابع

- 14-Arya, A.S. (1967). Design and construction of masonry buildings in seismic areas, Bulletin, Indian Society of Earthquake Technology.
- ۱۴-مبحث هشتم مقررات ملی صفحه ی ۱۰
- ۱۵-نیک منش، م. ر.؛ "مقاوم سازی لرزه ای دیوار حمال (باربر) در ساختمان های بنایی"، اولین همایش بین المللی مقاوم سازی لرزه ای، ۱۳۸۵
- 16-Hendry, W. H., "Structural brickwork", McMillan Press, (1992).
- 17-Jankolovski, E., Parsanejad, S., "Earthquake resistance of unreinforced clay brick masonry walls", Proceedings of the 2nd International Conference of Seismology and Earthquake Engineering, Tehran, Iran, May 15-17, (1995).
- 18-BIA, (1996). The assessment and improvement of structural performance of earthquake risk buildings-draft for general release, New Zealand National Society for Earthquake Engineering.
- 19-Foo, S., Naumoski, N., and Saatcioglu, M. (2001). Seismic hazard, building codes and mitigation options for Canadian buildings, Department of Civil Engineering University of Ottawa, Ontario, Canada.
- 20-Hendry, A.W., Sinha, B.P., Davis, S.R., 'Load Bearing Brickwork Design', P-H, 1995.
- 21- National Workshop, "Earthquake Resistant Masonry Construction" U.S. Department of Commerce, 1997.
- ۲۲-دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های بنایی غیر مسطح موجود، نشریه شماره ۳۷۶ فصل دوم
- ۲۳-میرزا گل تبار روشن، علی رضا و همکاران (۱۳۸۴)
- ؛ «مقاوم سازی ساختمان ها در برابر زمین لرزه»؛ کنفرانس بین المللی مخاطرات زمین، بلایای طبیعی و راهکارهای مقابله با آن ها، دانشگاه تبریز، گروه جغرافیای طبیعی
- ۲۴-ستار شیخی، غلامرضا؛ بخشی، حشمت اله؛ یزدی نژاد، محمد مهدی؛ "روشی برای بهسازی لرزه ای ساختمان های مصالح بنایی"، همایش ملی مقاوم سازی ایران، دانشگاه یزد، شهریور ۱۳۸۷
- ۲۵-دکتر محمد رضا یزدان بخش - درسهایی از زلزله بم (رفتار ساختمانهای دیوار باربر، فولادی، بتن آرمه و اجزای غیر سازه ای در زلزله ی بم)، صفحه ی ۲۰
- ۲۶-زهرائی، س. م. و ارشاد، ل. "گزارش پروژه بررسی آسیب پذیری لرزه ای ساختمان های شهر قزوین". مرکز تحقیقات (ساختمان و مسکن، اسفند ۱۳۷۱
- ۲۷-پژوهشنامه زلزله شناسی و مهندسی زلزله، صفحه ۴۳، سال ۱۳۸۱
- ۲۸-دکتر منصور قلعه نوی، محسن راشکی، مهدی رستمیان، طبقه بندی و بررسی رفتار لرزه ای ساختمان های مصالح
- ۱-مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان
- ۲-دکتر حسن مقدم، «طرح لرزه ای ساختمان های (آجری)، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، (۱۳۷۳)
- ۳-نشریه شماره. ۳۷۶ دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمانهای بنایی غیر مسلح موجود ۱۳۸۶
- 4-Larbi, A., Harris, H.G., "Seismic performance of low aspect ratio reinforced block masonry shear walls", Proceedings of 4th U.S. National Conference on Earthquake Engineering, Vol. 2, May 20-24, (1990).
- 5-Priestley, M.J.N., 'Seismic Design of Masonry Structures to the New Zealand Standard NZS 4230p, Bull. N.Z. Soc. Earthquake Engng, No.2, pp.191-205, 1995.
- 6-Shing, P.B., Schuller, M. Hoskere, V.S., "Strength and ductility of reinforced masonry shear walls", 5th North American Masonry Conference, June 3-6, (1990).
- Magenes, G., Calvi, G.M., "Cyclic behavior of brick masonry walls", Proceedings of the 10th WCEE, -7 Madrid, Spain, July 19-24, (1992).
- ۸-زنگی آبادی، علی و همکاران (۱۳۸۷)؛ «تحلیل شاخص های آسیب پذیری مسکن شهری در برابر خطر زمین لرزه (مطالعه موردی: مسکن شهر اصفهان)»، جغرافیا و توسعه
- ۹-برکچیان، م. "ارزیابی کمی آسیب پذیری ساختمانهای مهم فولادی در برابر زلزله با استفاده از تحلیلهای غیر ارتجاعی". پایان نامه کارشناسی ارشد، مهندسی زلزله. پژوهشکده ساختمان و مسکن. زمستان (۱۳۷۸)
- ۱۰-طایفی نصرآبادی، عباسعلی؛ رشیدی مهرآبادی، محمد حسین؛ "مقاوم سازی سازه های بنایی در مقابل زلزله"، همایش ملی مقاوم سازی ایران، دانشگاه یزد، شهریور ۱۳۸۷
- 11-Applied Technology Council(ATC), 'Evaluating the Seismic Resistance of Existing Buildings', ATC14, 1994.
- ۱۱-شایان، سیاوش (۱۳۸۴)؛ فرهنگ اصطلاحات جغرافیای طبیعی انتشارات مدرسه، چاپ چهارم
- ۱۲-پورمحمدی، محمد رضا و همکاران (۱۳۸۴)؛ «مشارکت و خودامدادی محله ای و نقش آن در کنترل بحران زمین لرزه»؛ کنفرانس بین المللی مخاطرات زمین، بلایای طبیعی و راهکارهای مقابله با آن ها، دانشگاه تبریز، گروه جغرافیای طبیعی
- ۱۳-نشریه شماره. ۵۲۴ راهنمای روش ها شیوه های بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود و جزئیات اجرایی

بنایی غیر مسلح و مزایای مقاوم سازی آن ها با کمک
الیاف پلیمری مسلح شده

29-Bouchard, M.; A Performance -
Based Approach To Retrofitting Un-
reinforced Masonry Structures For
Seismic Loads : Ms.Thesis, Massa-
chusetts Institute Technology, 2007

۳۰- آئین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله،
صفحات ۵۲ تا ۵۶.

۳۱- ناطقی الهی، فربرز (۱۳۷۸) راهنمای مقاوم سازی
ساختمانهای فولادی موجود، پژوهشگاه بین المللی
زلزلهشناسی و مهندسی زلزله.

۳۲- آئین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله،
صفحات ۴۸ تا ۴۹.

33-Japan Building Disaster Preven-
tion Association(2001). Standard for
seismic evaluation of existingrein-
forced concrete buildings, English
version

۳۴- علائی طالقانی، محمود (۱۳۸۲): ژئومورفولوژی
ایران؛ انتشارات قومس.

بررسی و ارزیابی ریسک‌های ساخت و راه‌اندازی در پروژه‌های ساختمانی (مطالعه موردی بیمارستان)



ابراهیم عبدالله نژاد

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی

احد نظری

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی، دانشیار مدیریت پروژه

میلاد رحمتی‌نیا

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی رشته مدیریت پروژه و ساخت

فصلنامه علمی تخصصی
مهندسی و مدیریت ساخت
سال دوم، شماره سوم
شماره پیاپی هفتم
پاییز ۱۳۹۶

نویسنده مسئول: ابراهیم عبدالله نژاد
آدرس ایمیل:

i.abdolahnejad@gmail.com

چکیده:

از جمله مهم‌ترین حوزه‌های دانش مدیریت پروژه، مدیریت ریسک است، این شاخه از دانش مدیریت این امکان را به مدیران می‌دهد که با بکارگیری ابزارها و تکنیک‌های این حوزه، عملکرد پروژه را بهبود بخشند، افزایش هزینه، تاخیرات زمانی و متصورات کیفی در پروژه‌های عمرانی بدلیل پایین بودن عملکرد است. با بهره‌گیری از دانش مدیریت ریسک می‌توان گام موثری در این جهت این امر مهم برداشت، هدف از این پژوهش بررسی و ارزیابی ریسک‌های احداث تا راه‌اندازی پروژه‌های ساختمانی با مطالعه موردی بیمارستان است، در این پژوهش با استفاده از رویکرد فرایندی پیکره‌ی دانش مدیریت پروژه در ارتباط با ریسک، تهدیدهای مربوط به طراحی تا راه‌اندازی یک پروژه‌ی عمرانی مورد بررسی و کاوش قرار گرفته که مهم‌ترین ریسک‌های استخراج شده در این زمینه، ریسک عدم هماهنگی بین عوامل درگیر در پروژه، تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها از طرف دولت و تغییرات اساسی در نقشه‌های اجرایی یا مشخصات فنی است و براساس نتایج بدست آمده از ارزیابی‌های کمی، این پروژه حداکثر ۱۰ سال به طول انجامیده و بیشترین میزان ریسک متوجه حوزه‌ی احداث ساختمان اصلی و محوطه می‌باشد، از جمله مهم‌ترین پاسخ‌های بالقوه برای سه ریسک برتر این پروژه به ترتیب استفاده از روش طرح و ساخت برای ریسک اول، استفاده از قرارداد B.O.T و مشارکت بخش خصوصی برای ریسک دوم، استفاده از شرکت مشاور ثانویه برای بازبینی و مرور نقشه‌ها برای ریسک سوم می‌باشد.

واژگان کلیدی: مدیریت ریسک، ارزیابی کیفی، ارزیابی کمی، عدم هماهنگی، پروژه‌های عمرانی

Investigation and evaluation of construction and commissioning risks in construction projects (Case Study: Hospital)

Ibrahim Abdolahnejad

graduated from the master degree of Shahid Beheshti University

Ahad Nazari

Faculty Member of Shahid Beheshti University

Milad Rahmatinia

Graduated from the master's degree in Shahid Beheshti University in the field of project management and construction



Volume 2 , Issue 3,
Autumn 2017

Corresponding author:
ibrahim abdolahnejad
Email address:

i.abdolahnejad@gmail.com

شرایط غیر قابل پیش بینی، وجود عدم قطعیت‌های گوناگون و تغییرات زیاد در زندگی بشر و به طبع آن در وضعیت پروژه‌ها همه و همه سبب پیدایش علمی نسبتاً جدید به نام مدیریت ریسک شده‌اند؛ مدیریت ریسک، شاخه جدیدی از علم مدیریت است که علی‌رغم جوان بودن به سرعت در حال گسترش و رشد بوده و در انواع گرایش‌ها مورد استقبال متخصصین و مدیران قرار گرفته‌است. امروزه ریسک و انواع گرایش‌های مرتبط با آن مانند: مطالعات ریسک، ارزیابی ریسک در گستره متنوع موضوعاتی نظیر امور مالی و سرمایه گذاری، تجارت، بیمه، ایمنی، بهداشت و درمان، پروژه‌های صنعتی و عمرانی حتی مسائل سیاسی و اجتماعی و نظامی جایگاه خود را پیدا کرده‌است. پروژه‌های عمرانی که اغلب در دسته پروژه‌های بزرگ قرار می‌گیرند در یک محیط پویا و پیچیده اجرا می‌شوند به نحوی که عدم اطمینان و ریسک جزء ویژگی‌های ذاتی آنها می‌باشد. این عدم اطمینان باعث گردیده که اغلب پروژه‌های عمرانی کشور در رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده موفقیت قابل توجهی کسب ننمایند. پروژه‌های ساخت و ساز ذاتاً پیچیده و پویا بوده و شامل فرآیندهای بازخورد چندگانه هستند از این رو تمام پروژه‌های عمرانی بزرگ باید دارای بخشی به نام مدیریت ریسک باشند، چراکه فقدان چنین امری باعث ناکارآمدی این صنعت شده‌است. محیط پویا محیطی است که سرعت تغییرات در آن بالاست، نقطه مقابل محیط پویا، محیط ایستا است؛ که نرخ تغییرات در آن ناچیز است، محیط‌های پویا نسبت به محیط‌های ایستا، عدم قطعیت بیشتری ایجاد می‌کنند. هرچه محیط ایستاتر و قابل پیش‌بینی‌تر باشد مدیریت ریسک در آن راحت‌تر خواهد بود و در مقابل هرچه پویاتر و غیرقابل پیش‌بینی‌تر باشد احتمال وقوع رویدادهای دوار انتظار بیشتر شده و در نتیجه ریسک بیشتر و در نهایت مدیریت ریسک دشوارتری را موجب خواهد شد. در ادبیات مدیریت ریسک، عدم قطعیت با ریسک تفاوت دارد و این در حالی است که در اکثر موارد دو واژه‌ی عدم قطعیت و ریسک به صورت معادل و هم معنی به کار می‌روند، اما عدم قطعیت علی‌رغم رابطه‌ی تنگاتنگی که با ریسک دارد، معادل ریسک نیست و در مدیریت ریسک نیز این دو اصطلاح به صورت کاملاً متفاوت بکار برده می‌شوند، تفاوت ریسک و عدم قطعیت در درجه دانش نسبت به یک رخداد است. ریسک عدم قطعیتی است که امکان اندازه‌گیری آن وجود دارد ولی عدم قطعیت مقوله‌ای است که غیر قابل اندازه‌گیری می‌باشد. ارتباطی بین ریسک و عدم قطعیت وجود دارد، همانطور که هیلسون (۲۰۰۴) اشاره کرده‌است که: ریسک عدم قطعیتی اندازه‌گیری شده‌است و عدم قطعیت ریسکی است که نمی‌توان آن را اندازه‌گیری کرد تاکنون مدل‌های مختلفی جهت مدیریت ریسک از جانب اشخاص و موسسات ارائه گردیده‌است بعنوان مثال آلاپوش در کتاب «مفاهیم و کلیات دانش مدیریت پروژه» مدیریت ریسک را چنین تعریف می‌کند: مجموعه فرآیندهای مورد نیاز برای شناسایی، و تجزیه و تحلیل و واکنش در مقابل ریسک پروژه، به منظور پیشینه نمودن نتایج وقایع مثبت و کمینه نمودن پیامدهای وقایع ناگوار است؛ لیکن یکی از کاربردی‌ترین و معروفترین مدل‌های موجود، مدل ریسک براساس استاندارد

PMBOK می‌باشد.، مدیریت ریسک پروژه براساس آنچه در PMBOK تعریف شده است، عبارتست از: فرآیندهای برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، شناسایی، تحلیل، برنامه‌ریزی پاسخ و کنترل ریسک در پروژه؛ از جمله موارد ارجحیت این استاندارد نسبت به سایر مدل‌ها را می‌توان مواردی همچون، کاربردی بودن در مدیریت پروژه، یکپارچگی با سایر فرآیندهای مدیریت پروژه، شفاف‌سازی مالکیت ریسک در پروژه، بکارگیری رویکرد فرآیندی در متدولوژی، ثبت در سازمان جهانی استاندارد سازی، تنوع در تکنیک‌ها و ابزارهای آن اشاره نمود. هدف از مدیریت ریسک در پروژه‌ها، افزایش احتمال و اثر وقایع مثبت و کاهش احتمال و اثر وقایع منفی در پروژه است. ریسک یک وضعیت یا واقعه‌ی احتمالی است که اگر محقق شود حداقل بریکی از اهداف پروژه مانند محدوده، زمان، هزینه و کیفیت اثر خواهد گذاشت. بعضی از نویسندگان از جمله (Ward, ۱۹۹۵ & Chapman)، انجام فرآیند مدیریت ریسک را در طول مراحل مختلف پروژه مطالعه کرده‌اند. از دید کارفرما و نیز از نگاه فرآیند PRM، چرخه زندگی یک پروژه ساخت با پیچیدگی کم شامل سه مرحله کلی: طراحی، مناقصه و ساخت است، که دارای ۱۰ مرحله جزئی می‌باشد که عبارت‌اند از: امکان سنجی، فراهم کردن سرمایه، برنامه‌ریزی، انتخاب مشاور و انعقاد قرارداد با مشاور، طراحی انتخاب پیمانکار و انعقاد قرارداد، ساخت، انتقال (تحويل موقت و صورتجلسه کردن آن)، دوره تضمین (بهره‌برداری اولیه) و تحويل قطعی. میزان عدم قطعیت در مراحل اولیه پروژه بالا خواهد بود و معیار رسیدن به اهداف پروژه و نحوه‌ی کارکردهای پروژه در مراحل اولیه مبهم است، این اهداف از مرحله امکان‌سنجی تا مرحله طراحی به تدریج مشخص می‌شوند، لذا اهمیت مدیریت ریسک پروژه در این مراحل بالاتر است. با توجه به آنچه گفته شد هر رخداد احتمالی که یکی از اهداف را تهدید کند، ریسک محسوب می‌شود، از طرفی دیگر ذینفعان مختلف اهداف متفاوتی و گاه متناقضی را دنبال می‌کنند. به‌طور کلی می‌توان گفت ذینفعان مختلف ممکن است تعاریف متفاوتی از اهداف و معیارهای موفقیت پروژه داشته‌باشند و ممکن است هرکدام از آنها در فازهای مختلفی از پروژه در آن درگیر شوند، با این وجود همه آن‌ها باید دریافت خود را از منبع ریسک‌های با اهمیت بالا در طی فازهای مختلف پروژه به اشتراک بگذارند. از این رو پروژه مورد نظر به فازهای طراحی، مناقصه، اجرا، تجهیز و راه‌اندازی تقسیم بندی شده و متناسب با آن مدیریت ریسک پیاده شده‌است. با این وجود، مدیریت ریسک فرآیندی مستمر و یکپارچه در کل عمر پروژه می‌باشد اما وضعیت و اهمیت ریسک‌های پروژه در مراحل مختلف از دوره عمر آن بسیار متغیر است و موثرترین زمان (برای شروع و انجام مدیریت ریسک) جهت دستیابی به بیشترین تاثیر روی نتایج پروژه، مراحل اولیه دوره عمر پروژه است.

روش انجام پژوهش

در این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات از اطلاعات مربوط به پروژه‌های مشابه، اطلاعات سازمانی کارفرما، پیمانکار و مشاور، نظرات کارشناسی، طوفان فکری، تجزیه‌ی پروژه به بخش‌های مختلف و شناسایی ریسک‌های هر قسمت (رویکرد

برنامه‌ریزی مدیریت ریسک

هدف از برنامه‌ریزی ریسک تعیین نوع رویکرد و نحوه هدایت فعالیت‌های مدیریت ریسک در پروژه می‌باشد. در این مرحله باید اطمینان حاصل شود که سطح، نوع و میزان توجه و اهمیت به مدیریت ریسک، متناسب با ریسک‌های پروژه و اهمیت مدیریت ریسک برای سازمان است. تا از یک سو منابع و و زمان کافی و بهینه برای فعالیت‌های مدیریت ریسک در نظر گرفته شود و از طرفی دیگر مبنای مورد توافقی را برای ارزیابی ریسک‌ها ایجاد نماید. آنچه در این مرحله علی‌رغم موارد فوق‌الذکر اهمیت فراوان دارد، توافق همه ذینفعان کلیدی درمورد محدوده مدیریت ریسک و میزان جزئیاتی که باید مدنظر قرارگیرد می‌باشد.

از آنجایی که ریسک‌ها (ریسک‌های منفی) اهداف را تهدید می‌کنند، لذا لازم است ابتدا تعریف روشنی از اهداف پروژه داشته باشیم که عبارت‌انداز:

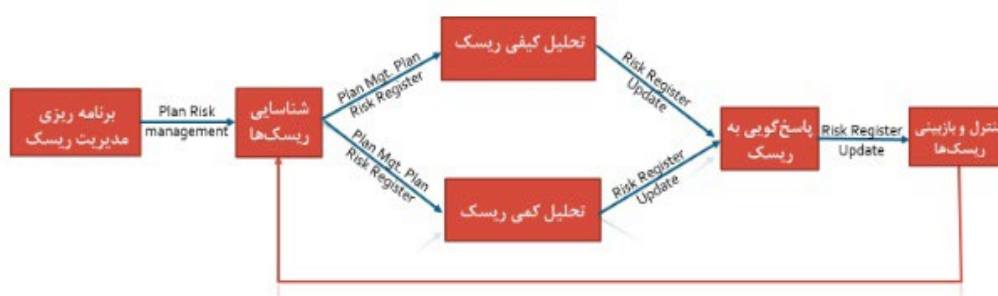
*اهداف مربوط به عملکرد مدیریت پروژه مانند: زمان‌بندی، هزینه، کیفیت و محدوده (معیارهای موفقیت پروژه)

*تامین رضایت ذینفعان

*تامین خدمات درمانی و بهداشتی در سطح تخصصی

*تامین مرکزی برای آموزش دانشجویان و سایر افراد متقاضی

در این پژوهش مطالعات ریسک از دید کارفرما و با تمرکز بر دوره طراحی و ساخت تا شروع مرحله بهره‌برداری مدنظر است که در این راستا ریسک‌های داخلی، خارجی و قراردادی بررسی و تحلیل شده و علاوه بر این با تقسیم‌بندی پروژه به فازهای مختلف از امکان‌سنجی تا راه‌اندازی، ریسک‌ها با دقت بیشتر شناسایی و بررسی خواهد شد، برای این منظور فرآیند زیر برگرفته از پیکره‌دانش مدیریت پروژه برای مدیریت ریسک ملاک عمل است (تصویر ۱):



تصویر ۱- فرآیند انجام مدیریت ریسک

تیم مدیریت پروژه واگذار شده‌است. ابزارها و تکنیک‌های مورد استفاده، ابزارها و تکنیک‌های معرفی شده توسط استاندارد PMBOK می‌باشد چراکه نسبت به سایر استانداردهای مدیریت پروژه کاربردی‌تر بوده، با سایر فرآیندهای مدیریت پروژه یکپارچگی بیشتری دارد، مالکیت ریسک در پروژه با شفافیت بیشتری مشخص می‌شود، رویکرد فرآیندی را در متدولوژی انجام مدیریت ریسک بکار می‌گیرد، یک استاندارد

کل به جزء) استفاده شده‌است. برای رسیدن هدف پژوهش که بررسی و ارزیابی ریسک‌های ساخت و راه‌اندازی بیمارستان می‌باشد ابتدا ضرورت مدیریت ریسک بررسی شده و سپس فرآیندهای مدیریت ریسک براساس استاندارد PMBOK اساس کار قرار گرفته‌است. در این پژوهش تنها ریسک‌های منفی یا به‌عبارتی دیگر تهدیدها مورد بررسی و کاوش قرار گرفته‌اند. براساس پیکره‌ی دانش مدیریت پروژه فرآیند مدیریت ریسک شامل: برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، شناسایی ریسک‌ها، تحلیل کیفی و سپس کمی ریسک‌ها، برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک‌ها و درنهایت کنترل ریسک‌ها می‌باشد.

آنچه که مشخص است این است که همه پروژه‌ها در هر شرایطی به یک میزان نیاز به مدیریت ریسک ندارند، بلکه عوامل متعددی در تعیین میزان ضرورت ریسک برای یک پروژه نقش دارند. بطور کلی این عوامل عبارت‌انداز: ماهیت تصمیم‌گیری در پروژه (تصمیم‌گیری روتین یا غیرروتین)، میزان نوآوری در پروژه، سطح پیچیدگی و اندازه پروژه، ماهیت پروژه (سطح ساختار یافتگی)، ماهیت محیط پروژه (محیط پویا و ایستا) بطوریکه هرچه ماهیت تصمیم‌گیری در پروژه غیرمعمول و غیر روتین‌تر باشد، هرچه میزان نوآوری در پروژه بیشتر و سطح پیچیدگی بالاتر و اندازه‌ی پروژه بزرگ‌تر باشد و پروژه ساختار یافتگی کمتری داشته و محیط پویاتر باشد ضرورت مدیریت ریسک بیشتر خواهد بود. یکی دیگر از عوامل تعیین کننده در ضرورت مدیریت ریسک میزان عدم قطعیت‌های پروژه است، بطوریکه هرچه عدم قطعیت‌هایی نظیر: اهداف پروژه و اولویت‌های آن، طراحی و تدارکات پروژه و عدم قطعیت در فرآیند اجرا و نظائر آن بیشتر باشد انجام مدیریت ریسک ضروری‌تر است.

در پروژه بیمارستان باتوجه به شرایط محیطی و ماهیت پروژه و براساس اطلاعات بدست آمده، ضرورت انجام مدیریت ریسک نسبتاً بالا بوده و انجام آن ضروری به نظر می‌رسد.

یکی از فعالیت‌های فرآیند برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، تعیین نقش‌ها و مسئولیت‌ها برای هر کدام از فعالیت‌های مدیریت ریسک می‌باشد. همانطور که اشاره شد فرآیندهای مدیریت ریسک از پیکره‌ی دانش مدیریت پروژه استخراج شده و مسئول هر کدام از قسمت‌های فرآیند باتوجه به نیروی انسانی در دسترس و مهارت تیم‌های موجود مشخص شده‌است و از آنجایی که مدیریت ریسک یک فعالیت حرفه‌ای مدیریت پروژه است عمده مسئولیت‌ها به

ریسک‌ها و بررسی ضرورت پاسخ‌گویی و میزان اضطراری بودن آن‌ها، انتخاب استراتژی مناسب باتوجه به امکانات، منابع، زمان و بودجه موجود و در نهایت نظارت بر رشد و گسترش ریسک‌های شناسایی شده و تولد ریسک‌های جدید، اطمینان از اجرای مناسب پاسخ‌های اتخاذ شده و نظارت بر پیشرفت ریسک‌های خاموش، می‌باشد. در جدول ۱ زیر خلاصه‌ای از نقش‌ها، ابزارها و وظائف است:

جدول ۱- خلاصه‌ای از نقش‌ها، مسئولیت‌ها، ابزارها و وظائف

فرایند	مسئول	ابزار	وظیفه	خروجی
برنامه ریزی مدیریت ریسک	تیم مدیریت پروژه	• تکنیک‌های تحلیلی • قضاوت‌های کارشناسی • قراردادهای کارشناسی	برنامه ریزی نحوه‌ی انجام مطالعات ریسک	برنامه مدیریت ریسک
شناسایی ریسک	تیم مدیریت پروژه (با همکاری کارشناسان سایر بخش‌ها)	• مرور مستندات • تکنیک‌های جمع‌آوری اطلاعات • تحلیل چک لیست‌ها • تحلیل فرضیات • تکنیک‌های نموداری • تحلیل SWOT • قضاوت‌های کارشناسی	استفاده از کارشناسان، متخصصین و سایر منابع برای شناسایی ریسک‌های مهم	دفتر لب ریسک (شناسایی ریسک‌های حوزه‌های مختلف و طبقه‌بندی آنها)
تحلیل کیفی	تیم مدیریت پروژه	• ارزیابی تأثیر و احتمال ریسک • ماتریس تأثیر احتمال • ارزیابی کیفی داده‌های ریسک • طبقه‌بندی ریسک • ارزیابی فوریت ریسک • قضاوت‌های کارشناسی	تحلیل و اولویت‌بندی ریسک‌ها	بروز رسانی دفتر ثبت ریسک (۱۰۰ ریسک حیاتی پروژه)
تحلیل کمی	تیم مدیریت پروژه	• تکنیک‌های نمایش و جمع‌آوری ریسک‌ها • تکنیک‌های مدل‌سازی و تحلیل کیفی ریسک • قضاوت‌های کارشناسی	ارزیابی کمی ریسک‌ها	بروز رسانی دفتر ثبت ریسک (مقادیر و نمودارهای حاصل از محاسبات)
پاسخ به ریسک	تیم تصمیم‌گیری برای تعیین واکنش و سایر بخش‌ها برای انجام آن	• استراتژی‌های پاسخ به ریسک • استراتژی‌های ممکن پاسخ‌دهی به ریسک • قضاوت‌های کارشناسی	انتخاب استراتژی مناسب پاسخ به ریسک	استراتژی‌های انتخاب شده برای پاسخ به ریسک
کنترل و بازبینی	تیم مدیریت پروژه و سایر بخش‌ها	• ارزیابی ریسک‌ها • ممیزی ریسک‌ها • بازنگری دوره‌ای • تحلیل ارزش کسب شده • اندازه‌گیری عملکرد فنی • برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک‌های بیشتر	نظارت بر ریسک‌های شناسایی شده، اطمینان از اجرای مناسب پاسخ به ریسک و نظارت بر پیشرفت ریسک‌ها در بخش‌های مختلف	فهرست خلاصه‌ی ریسک‌ها، به روز رسانی اطلاعات دفتر ثبت ریسک، گزارش ریسک

شناسایی ریسک‌ها

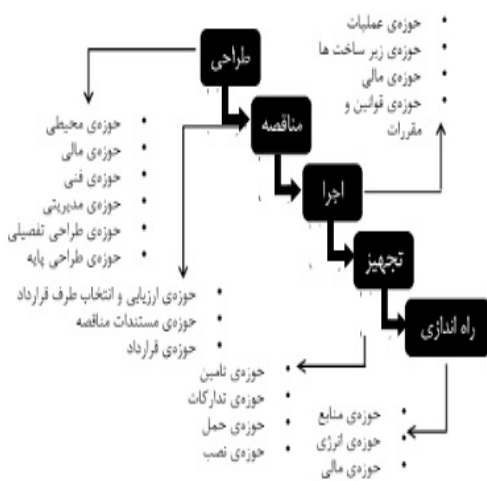
برای شناسایی ریسک‌ها در استاندارد PMBOK ابزارها و تکنیک‌های مختلفی پیشنهاد شده است از جمله: مرور مستندات، تکنیک جمع‌آوری اطلاعات، تحلیل چک لیست‌ها، تحلیل فرضیات، تکنیک‌های دیاگرامی، تحلیل SWOT و قضاوت‌های کارشناسی؛ در این پژوهش با مرور مستندات، جمع‌آوری اطلاعات و تحلیل شرایط پروژه، طوفان فکری و تحلیل چک لیست‌ها، ابتدا عدم قطعیت‌ها و عواملی که منشاء ریسک (یا عوامل به وجود آورنده ریسک) در پروژه هستند شناسایی و سپس ریسک‌هایی که اهداف پروژه را تهدید می‌کنند، استخراج شده‌اند. منشاءهای ریسک در این پروژه با توجه به نوع پروژه (بیمارستانی دولتی پیشرفته) و منطقه اجرای پروژه عبارت‌اند از:

- تعدد و کثرت ذینفعان پروژه
- ضرورت تأمین قسمتی از تجهیزات از خارج از کشور
- محدودیت‌های منطقه‌ای
- طراحان معماری، سازه و تاسیسات
- پیمانکاران اصلی، پیمانکاران جزء و تأمین‌کنندگان
- الزامات زیست محیطی
- دولتی بودن پروژه

شناخته‌شده‌ی جهانی است و همچنین در تکنیک‌ها و ابزارهای معرفی‌شده توسط این استاندارد تنوع بیشتری وجود دارد. وظیفه افراد و تیم‌های مشخص شده، باتوجه به فرایند مدیریت ریسک، برنامه‌ریزی نحوه‌ی انجام مدیریت ریسک، استفاده از کارشناسان، متخصصین، پیمانکاران و افراد باتجربه جهت شناسایی ریسک، تحلیل و اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده، ارزیابی کمی

برای شناسایی انواع ریسک‌های موجود در پروژه از رویکرد زیر استفاده شده‌است:

- تفکیک پروژه براساس چرخه حیات و شناسایی ریسک‌های مربوط به هر فاز (تصویر ۲)



تصویر ۲- تفکیک پروژه براساس چرخه حیات

- محیط پروژه (محیط سیاسی، اقتصادی، تکنولوژیکی)
- شرایط قرارداد و پیمان
- اقلیم و عوامل پیش‌بینی نشده

جدول ۲- ریسکهای پروژه احداث بیمارستان براساس منشاء ریسک و در چرخه حیات پروژه

عوامل ایجاد کننده ریسک	ریسک	فاز تاثیر گذاری
تعدد و کثرت تیمان پروژه	ناهماهنگی بین اجزاء درگیر در پروژه	طراحی، اجرا، تجهیز و راه اندازی
	تعیین اهداف غیرواقعی، ایجاد در اهداف و اولویتها	طراحی، اجرا
	تغییر محدوده پروژه	طراحی، اجرا
	تغییر اساسی در نقشه ها و مشخصات فنی	اجرا
	تعریف نادرست از حیطه‌ی مسئولیتهای و اختیارات	اجرا
	ارزیابی نامعتبر تعیین کننده	تجهیز
	تاخیر در اخذ مجوزهای گمرکی	تجهیز
ضرورت تعیین قسمتی از تجهیزات از خارج از کشور	کنشهایی نادرست و ناکافی تامین کنندگان مخصوصاً تامین کنندگان خارجی	تجهیز
	کامل یا حذف نبودن پیشنهاد های دریافتی	تجهیز
	عدم مطابقت کامل با مورد سفارش شده	تجهیز
	ارتباط ضعیف با تامین کننده	تجهیز
	حمل و نقل و نصب تجهیزات	تجهیز
	مسترس به تکنولوژی و تجهیزات	اجرا
	محدودیت دسترسی به منابع و امکانات	اجرا
محدودیت های منطقه ای	در مسترس نبودن نیروی انسانی متخصص	اجرا
	پایین بودن کیفیت تجهیزات منطقه	اجرا، تجهیز، راه اندازی
	مسترس به تکنسین مربوطه	اجرا، تجهیز
	در اولویت چندم بون منطقه جهت فعالیت های عمرانی برای دولت	راه اندازی
	مسترس به پیش نیازهای راه اندازی	راه اندازی
	مسترس به کارکنان مناسب جهت نظارت بر راه اندازی	راه اندازی
	گشادهای طراحی در معماری، سازه و تأسیسات	اجرا
طراحان معماری، سازه و تأسیسات	انتخاب سیستم و تکنولوژی نامناسب برای مرحله اجرا	اجرا
	برآورد نادرست از مزایای کار و گشادهای فنی	اجرا
	تغییرات اساسی در نقشه های اجرایی با مشخصات فنی	اجرا
	پیش بینی نادرست از جزئیات کار	اجرا
	کیفیت ضعیف کار انجام شده توسط پیمانکار	اجرا
	سفارشی نادرست تجهیزات	تجهیز
	کنشهای ناکافی از تامین کنندگان تجهیزات	تجهیز
پیمانکاران، پیمانکاران جزء و تامین کنندگان	برآورد نادرست از زمان سفارشی و زمان تحویل تجهیزات	اجرا، تجهیز
	انتخاب تکنولوژی نامناسب	اجرا، تجهیز
	برنامه ریزی نادرست نامناسب	اجرا، تجهیز
	مدیریت نامناسب	اجرا، تجهیز
	همه و بازندی پایین ماشین آلات و فرسودگی آنها	اجرا
	گشادهای ناکافی بر جزئیات اجرا و پیش بینی های نادرست از کار	اجرا
	تاخیر در تحویل تجهیزات	اجرا، تجهیز
	تاخیرات پیمانکار در پرداخت حقوق پیمانکاران جزء	اجرا
	دوباره کاری بدلیل عدم برنامه ریزی و یا گشادهای اجرایی	اجرا
	قوانین سخت گیرانه اداره محیط زیست	اجرا، راه اندازی
شرایط محیطی	شرایط و امتدای همسایگان	اجرا
	خسارات زیست محیطی	اجرا
	تغییرات سیاسی	طراحی، اجرا، تجهیز
دولتی بودن پروژه	تغییرات در قوانین	طراحی، اجرا، تجهیز
	تغییرات در بنه دولت	طراحی، اجرا، تجهیز
	کوتاهلی کارفرما (از لحاظ کیفی، هزینه و ...)	اجرا، تجهیز
	ضعف کارفرما در بررسی و کنترل مطالعات انجام شده توسط مشاور	طراحی، اجرا، تجهیز
	عدم برآورد ملاحظات هزینه ریسک در پروژه	اجرا، تجهیز
	تاخیر در تحویل زمین و عدم رفع معارضین در زمان مناسب	اجرا
	بی لیاقتی سوابق های دولتی	اجرا
	تعمیر در افتتاح طرح های عمرانی	اجرا، تجهیز، راه اندازی
	تاخیر در پرداخت صورت وضعیت های پیمانکار و بالطبع پیمانکاران جزء	اجرا
	تغییر در درخواست ها	طراحی، اجرا، تجهیز
بیابایی محیط پروژه (محیط اقتصادی و تکنولوژیکی)	تغییر در اولیتهای دولتی، کاهش بودجه پروژه های عمرانی و ...	اجرا
	مستویات اخذ مجوز	اجرا، تجهیز
	تغییر نرخ ارز	اجرا، تجهیز، راه اندازی
	تغییر نرخ بهره	اجرا، تجهیز، راه اندازی
	تغییرات اقتصادی	اجرا، تجهیز، راه اندازی
	تورم، رکود	اجرا، تجهیز، راه اندازی
	تغییر در تکنولوژی ساخت و تجهیز بیمارستان	اجرا، تجهیز، راه اندازی
	فشار رقابتی بالا که منجر به پیشنهاد قیمت پایین شود	مناقشه
	انتخاب پیمانکار نامناسب	مناقشه
	ریسک های ناشی از قیمت مقطوع (امکان کوتاهی در کیفیت)	اجرا
شرایط قرارداد و پیمان	شرایط بد آسودگی	اجرا
	مواجهه با معارض	اجرا
	عوامل قهریه نظیر جنگ، سیل و ...	اجرا
	بیروزی حوادث	اجرا

ارزیابی کیفی ریسک

روش‌های ارزیابی ریسک به دو گروه عمده، شامل ارزیابی کیفی و کمی تقسیم می‌شوند، در ارزیابی کیفی، ریسک‌ها با استفاده از عبارات و جملات توصیفی تشریح می‌شوند و تلاش می‌شود با ارائه جزئیات کافی از ریسک، راه‌های مناسب برای پاسخ به آن جست‌وجو شود. در عین حال در فرآیند ارزیابی کیفی سعی می‌شود با نگرش مفهومی-توصیفی در اولویت‌بندی ریسک‌ها، احتمال بروز ریسک و تاثیر آن در بخش‌های مختلف پروژه مورد بررسی قرار گیرد، این در حالی است که در ارزیابی کمی از مقادیر عددی برای تعیین ابعاد و اهمیت و تاثیر ریسک بر اهداف پروژه به‌صورت مجزا یا گروهی بهره‌گرفته‌شود. از جمله ابزارهای ارزیابی کیفی ریسک عبارت‌انداز: ارزیابی احتمال و تاثیر ریسک، ماتریس احتمال و

تاثیر، ارزیابی کیفی داده‌های ریسک، طبقه‌بندی ریسک، ارزیابی فوریت ریسک. قضاوت‌های کارشناسی در این پژوهش ریسک‌ها براساس دو معیار اصلی احتمال و تاثیر (بر زمان، هزینه و کیفیت) و معیار فرعی قابلیت کشف ارزیابی شده‌اند و در نهایت ۱۰ ریسک برتر را برای ارزیابی کمی انتخاب شده‌است. سایر معیارهای فرعی که می‌توانند معیار ارزیابی ریسک‌ها باشند عبارت‌انداز: تکرار و تناوب، قابلیت مدیریت و اتصال ارزیابی منظور از تکرار و تناوب؛ تعداد دفعاتی است که یک ریسک مشخص در بازه زمانی تعیین شده رخ می‌دهد، قابلیت کشف به معنی سهولت و صعوبت کشف ریسک بوده و قابلیت مدیریت نیز به معنی توانایی پاسخ به ریسک در زمان مناسب است و منظور از اتصال در ریسک، ریسک‌های ثانویه است که در اثر وقوع ریسک اولیه به وجود می‌آیند، در جدول ۳، ۱۰ ریسک برتر که بیشترین امتیاز را در بین ریسک‌های شناسایی شده کسب کردند نشان داده‌شده‌است.

جدول ۳ - ۱۰ ریسک برتر که بیشترین امتیاز (درجه بحرانی بودن) را در بین سایر ریسک‌ها بدست آورده‌اند.

ردیف	عنوان ریسک	تاثیر impact			احتمال probability	قابلیت کشف detection	امتیاز Score از ۱۰۰
		زمان schedule	هزینه cost	کیفیت Quality			
۱	ناهماهنگی بین اجزاء درگیر در پروژه	VH	VH	VH	VH (95%)	L	۸۵
۲	تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها از طرف دولت	VH	VH	H	VH (95%)	M	۸۵
۳	تغییرات اساسی در نقشه‌های اجرایی یا مشخصات فنی	VH	VH	H	H (77%)	H	۷۲
۴	تاخیر در تحویل تجهیزات	VH	VH	H	H (77%)	M	۶۸
۵	دسترسی به تکنولوژی و تجهیزات	VH	VH	H	H (77%)	L	۶۴
۶	انتخاب تکنولوژی نامناسب	M	VH	H	H(77%)	H	۶۴
۷	شناخت ناکافی از تامین کنندگان تجهیزات	VH	VH	M	H(77%)	M	۶۴
۸	تاخیرات پیمانکار در پرداخت حقوق پیمانکاران جزء	VH	VH	H	H(77%)	L	۶۴
۹	محدودیت دسترسی به منابع و امکانات	VH	VH	H	H(77%)	L	۶۴
۱۰	مواجهه با معارض	VH	H	M	H(77%)	L	۵۶

یکی از ابزارهای ارزیابی کیفی ریسک در پروژه‌ها، ماتریس احتمال تاثیر است که براساس خروجی نرم‌افزار پرت‌مستر، دو ریسک اول یعنی ناهماهنگی بین عوامل درگیر در پروژه و تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها از طرف دولت در ناحیه ریسک بالا قرار دارند، جزئیات بیشتر در تصویر ۳ آمده‌است.

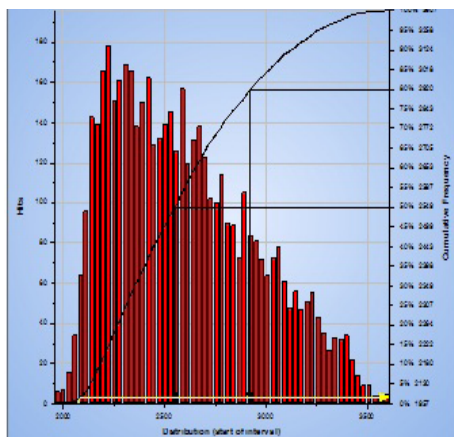
لازم به ذکر است که ارزیابی‌ها و توصیف مقیاس‌ها توسط نرم‌افزار پرت‌مستر (Primavera Risk Analysis version - ۸,۶,۰۰۱۸) انجام شده‌است، در پیوست شماره یک، مقیاس‌های استفاده‌شده در ارزیابی کیفی ریسک توصیف شده و یک نمونه از محاسبات انجام شده در محیط نرم‌افزار پرت‌مستر نمایش داده‌شده‌است.

تصویر ۳ - ماتریس احتمال و تاثیر ۱۰ ریسک برتر

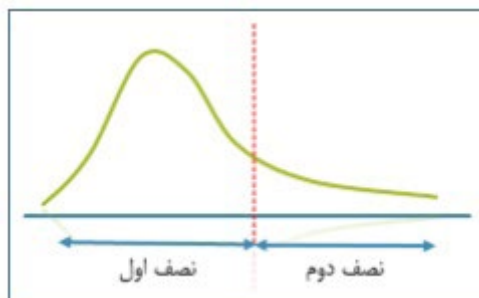
		تاثیر				
		VL	L	M	H	VH
احتمال	VH				ریسک‌های شماره ۲ و ۳	ریسک‌های شماره ۱ و ۲
	H				ریسک شماره ۴ و ۵	ریسک‌های شماره ۶ تا ۹
	M					
	L					
	VL					

ارزیابی کمی ریسک

مطابق پیکره‌ی دانش مدیریت پروژه، ارزیابی کمی، در مورد ریسک‌هایی انجام می‌شود که در ارزیابی کیفی دارای اولویت بالا باشند و می‌توانند اهداف پروژه به‌طور قابل ملاحظه‌ای متاثر نمایند، ارزیابی کمی ریسک، تاثیر این گونه ریسک‌ها را بصورت عددی مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌دهد. مهم‌ترین مزیت این فرآیند این است که اطلاعات کمی در ارتباط با ریسک تولید کرده که برای تصمیم‌گیری در جهت کاهش عدم قطعیت‌های پروژه به کار می‌رود. روش‌های متنوع و مختلفی برای ارزیابی کمی ریسک وجود دارند که برخی از آنها عبارتند از: روش ارزش پولی مورد انتظار، درخت تصمیم و روش‌های شبیه‌سازی و مدل‌سازی از جمله روش مونت کارلو. در این پژوهش روش شبیه‌سازی مونت کارلو با استفاده از نرم‌افزار پرت‌مستر بکار رفته که با شبیه‌سازی پروژه در ۵۰۰۰ بار نتایج زیر حاصل شده است.



تصویر ۴- گراف زمان حاصل از تحلیل‌های کمی انجام شده در نرم‌افزار پرت‌مستر



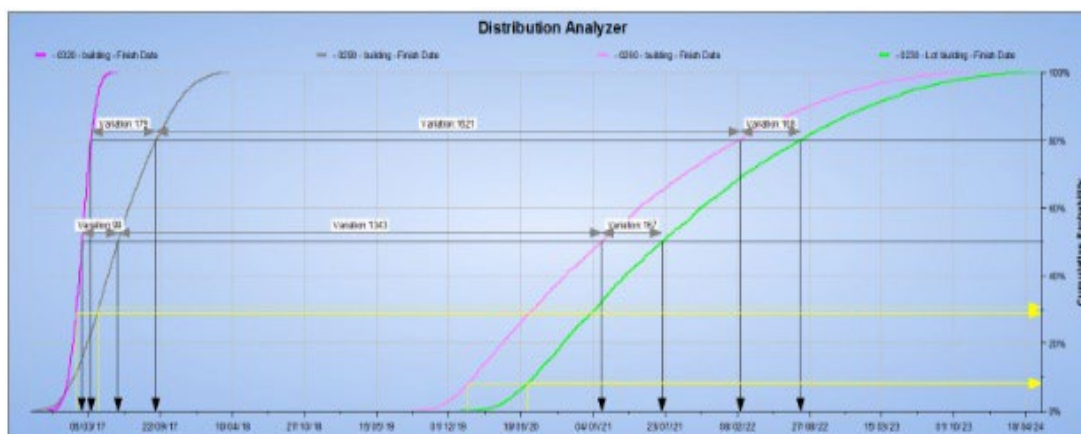
تصویر ۵- منحنی شماتیک گراف زمان

تحلیل توزیع پراکندگی:

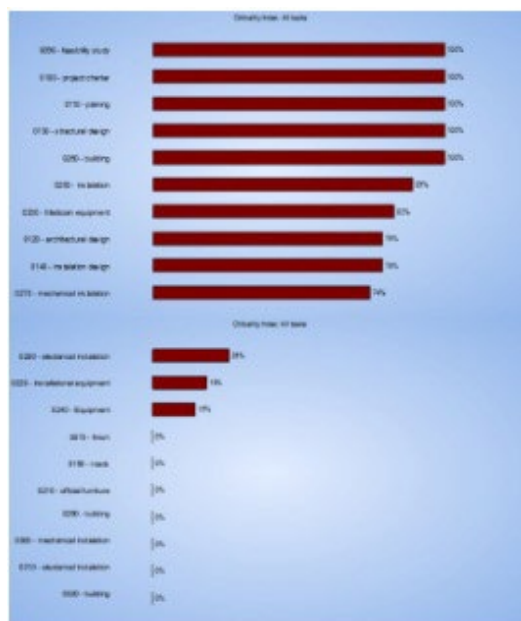
در تصویر ۶ توزیع پراکندگی مربوط به ساختمان‌سازی (سه قسمت اصلی، اورژانس و نگهبانی) و محوطه‌سازی نمایش داده شده است. ساخت ساختمان نگهبانی بیشترین شیب (کمترین توزیع یا دامنه‌ی تغییرات) و ساخت محوطه کمترین شیب (بیشترین توزیع یا دامنه‌ی تغییرات) را دارند که این بدان معناست که ساختمان نگهبانی کمترین عدم قطعیت و ساخت محوطه و البته ساختمان اصلی بیشترین عدم قطعیت را دارند.

شبیه‌سازی مونت کارلو

براساس گراف زمان بدست آمده از شبیه‌سازی مونت کارلو با احتمال ۸۰ درصد با ۲۹۲۰ روز یعنی ۸ سال و با احتمال ۵۰ درصد در ۲۵۴۹ روز یعنی حدود ۷ سال به اتمام خواهد رسید و تحت هیچ شرایطی زودتر از ۱۹۵۷ روز یعنی ۵٫۳۶ سال به اتمام نخواهد رسید و از طرفی دیگر به احتمال ۱۰۰ درصد در ۳۶۰۷ روز یعنی حدود ۱۰ سال به اتمام خواهد رسید. (تصویر ۴) این نمودار کاملاً زنگوله‌ای نبوده و چوله به چپ است و این بدان معناست که احتمال اتمام قبل از متوسط (یعنی نصفی اول) بیشتر از احتمال اتمام برای نصفی دوم است به عبارتی دیگر احتمال اینکه پروژه زود هنگام تمام شود زیاد است. (تصویر ۵) همچنین احتمال اتمام پروژه در حدود ۲۳۵۰ روز از همه بیشتر است. که در ۵۰۰۰ بار تکرار تقریباً ۱۸۰ بار در این تعداد روز به اتمام رسیده است.



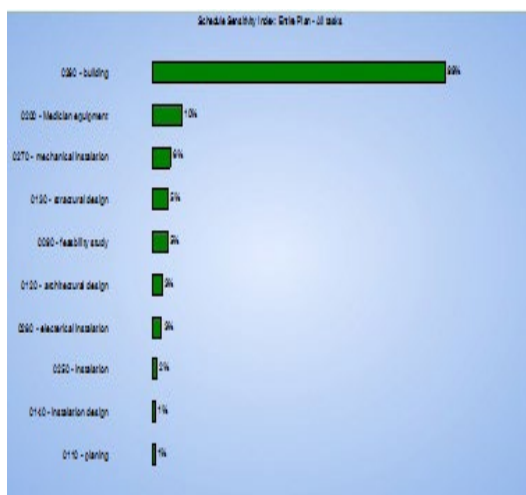
تصویر ۶- نمودار توزیع پراکندگی حاصل از تحلیل کمی ریسک به روش مونت کارلو



تصویر ۸ - شاخص بحرانی بودن فعالیتها در تحلیل کمی ریسکها

نمودار اسکاتر

براساس نمودار اسکاتر بدست آمده تصویر ۹، در ۳۹ درصد موارد پروژه در محدوده‌ی زمان و هزینه پیش‌بینی شده به انجام می‌رسد (حالت مطلوب در ربع اول)، در ۳۸ درصد موارد پروژه فراتر از هزینه و زمان پیش‌بینی شده به انجام خواهد رسید (ربع سوم)، در ۱۲ درصد موارد پروژه در محدوده‌ی زمان تعیین شده ولی فراتر از هزینه پیش‌بینی شده انجام می‌شود (ربع دوم) و در ۱۱ درصد موارد پروژه در محدوده‌ی هزینه ولی فراتر از زمان پیش‌بینی شده به انجام می‌رسد (ربع چهارم).



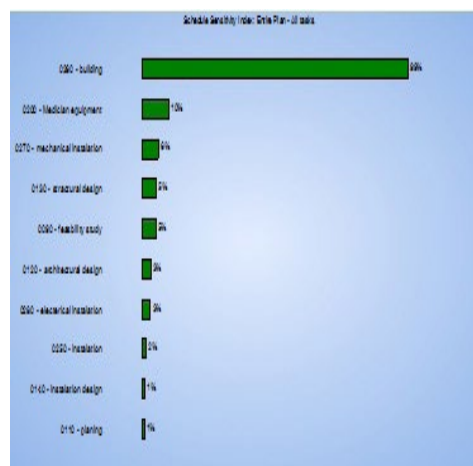
تصویر ۹ - نمودار اسکاتر حاصل از تحلیل کمی ریسکها

در پیوست شماره دو صفحه گسترده نرم‌افزار پرت‌مستر که ارزیابی‌های کمی به وسیله‌ی آن انجام شده‌است، آمده‌است.

شاخص حساسیت برنامه‌زمان‌بندی:

براساس نمودار تورنیدو تصویر ۷، بخش ساختمان سازی بیشترین حساسیت را با اختلاف زیاد دارد به عبارتی ۹۹ درصد فعالیت‌های ساختمان‌سازی در معرض ریسک بوده پس از آن فعالیت‌های مربوط به تامین تجهیزات پزشکی با امتیاز ۱۰ درصد در مقام دوم ریسکی بودن قرار دارد. در ادامه لیستی از بخش‌های در معرض ریسک به ترتیب میزان ریسک آمده‌است:

- ساختمان سازی ۹۹ درصد
- تجهیزات پزشکی ۱۰ درصد
- نصب تجهیزات مکانیکی ۶ درصد
- طراحی سازه ای ۵ درصد
- مطالعات امکان سنجی ۵ درصد
- طراحی معماری ۳ درصد
- نصب تجهیزات الکتریکی ۳ درصد
- تاسیسات ۲ درصد
- طراحی تاسیسات ۱ درصد
- برنامه ریزی ۱ درصد



تصویر ۷ - نمودار تورنیدو حاصل از تحلیل کمی ریسکها براساس روش مونت کارلو

شاخص بحرانی بودن فعالیتها:

این شاخص نشان‌دهنده‌ی تعداد دفعاتی است که یک فعالیت در ۵۰۰۰ بار تکرار بحرانی می‌شود. که براساس نتایج بدست آمده پنج فعالیت مطالعات امکان‌سنجی، تهیه‌ی منشور پروژه، برنامه‌ریزی، طراحی سازه و ساختمان‌سازی همواره (۱۰۰ درصد) بحرانی هستند و سایر فعالیت‌ها شاخص بحرانی بودن آنها به صورت زیر است: (تصویر ۸)

- تاسیسات ۸۹ درصد
- تهیه‌ی تجهیزات پزشکی ۸۳ درصد
- طراحی معماری ۷۹ درصد
- طراحی تاسیسات ۷۹ درصد
- تاسیسات مکانیکی ۷۴ درصد

برنامه پاسخ‌گویی به ریسک

برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک فرآیند توسعه‌ی گزینه‌ها و فعالیت‌هایی است که به منظور بهبود فرصت‌ها و کاهش تهدیدهای اهداف پروژه انجام می‌شوند. مهم‌ترین مزیت این فرآیند اینست که در صورت لزوم منابع و فعالیت‌هایی را برای ریسک‌های با اولویت بالا، در بودجه،

برنامه‌زمان‌بندی و برنامه‌ی مدیریت پروژه، اختصاص می‌دهد. در منابع مختلف از عبارات مختلفی برای تبیین انواع روش‌های پاسخ‌گویی به ریسک استفاده شده‌است. ولی پاسخ‌های متداول به ریسک مبتنی بر تهدیدها را می‌تواند در چهار استراتژی اصلی اجتناب، انتقال، کاهش و پذیرش طبقه‌بندی کرد. در این پژوهش برای ۱۰ ریسک برتر استخراج‌شده در ارزیابی‌های کیفی و کمی پاسخ‌هایی متناسب با شرایط بالفعل انتخاب شده‌اند که در جدول نشان داده‌شده‌است.

جدول ۳- پاسخ‌های بالقوه به ریسک‌های پیش‌بینی‌شده

ردیف	نام ریسک	استراتژی	پاسخ کاربردی
۱	ناهماهنگی بین اجزاء درگیر در پروژه	کاهش ریسک	استفاده از روش (هانی) طرح و ساخت شفاف‌سازی و تعیین دقیق خطوط‌محدود و چهارچوب مسئولیت‌ها برگزاری جلسات منظم و برنامه‌ریزی واگذاری مسئولیت‌ها به افراد مشخص و تعیین دقیق وظایف در نظر گرفتن ذخایر احتمالی در صورت لزوم و هزینه استفاده از قرارداد B.O.T
۲	تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها از طرف دولت	کاهش ریسک بهبود ریسک	واگذاری مسئولیت‌ها به افراد مشخص و تعیین دقیق وظایف استفاده از روش (هانی) طرح و ساخت شفاف‌سازی و تعیین دقیق خطوط‌محدود و چهارچوب مسئولیت‌ها برگزاری جلسات منظم و برنامه‌ریزی واگذاری مسئولیت‌ها به افراد مشخص و تعیین دقیق وظایف در نظر گرفتن ذخایر احتمالی در صورت لزوم و هزینه استفاده از قرارداد B.O.T
۳	تغییرات اساسی در نقشه‌های اجرایی یا مشخصات فنی	کاهش ریسک	استفاده از روش (هانی) طرح و ساخت شفاف‌سازی و تعیین دقیق خطوط‌محدود و چهارچوب مسئولیت‌ها برگزاری جلسات منظم و برنامه‌ریزی واگذاری مسئولیت‌ها به افراد مشخص و تعیین دقیق وظایف در نظر گرفتن ذخایر احتمالی در صورت لزوم و هزینه استفاده از قرارداد B.O.T
۴	تاخیر در تحویل تجهیزات	کاهش ریسک	استفاده از روش (هانی) طرح و ساخت شفاف‌سازی و تعیین دقیق خطوط‌محدود و چهارچوب مسئولیت‌ها برگزاری جلسات منظم و برنامه‌ریزی واگذاری مسئولیت‌ها به افراد مشخص و تعیین دقیق وظایف در نظر گرفتن ذخایر احتمالی در صورت لزوم و هزینه استفاده از قرارداد B.O.T
۵	دسترسی به تکنولوژی و تجهیزات	کاهش ریسک	استفاده از روش (هانی) طرح و ساخت شفاف‌سازی و تعیین دقیق خطوط‌محدود و چهارچوب مسئولیت‌ها برگزاری جلسات منظم و برنامه‌ریزی واگذاری مسئولیت‌ها به افراد مشخص و تعیین دقیق وظایف در نظر گرفتن ذخایر احتمالی در صورت لزوم و هزینه استفاده از قرارداد B.O.T
۶	انتخاب تکنولوژی نامناسب	کاهش ریسک	استفاده از روش (هانی) طرح و ساخت شفاف‌سازی و تعیین دقیق خطوط‌محدود و چهارچوب مسئولیت‌ها برگزاری جلسات منظم و برنامه‌ریزی واگذاری مسئولیت‌ها به افراد مشخص و تعیین دقیق وظایف در نظر گرفتن ذخایر احتمالی در صورت لزوم و هزینه استفاده از قرارداد B.O.T
۷	شتاب‌زدگی ناکافی از تامین‌کنندگان تجهیزات	کاهش ریسک	استفاده از روش (هانی) طرح و ساخت شفاف‌سازی و تعیین دقیق خطوط‌محدود و چهارچوب مسئولیت‌ها برگزاری جلسات منظم و برنامه‌ریزی واگذاری مسئولیت‌ها به افراد مشخص و تعیین دقیق وظایف در نظر گرفتن ذخایر احتمالی در صورت لزوم و هزینه استفاده از قرارداد B.O.T
۸	تاخیرات پیمانکار در پرداخت حقوق پیمانکاران جزء	کاهش ریسک	استفاده از روش (هانی) طرح و ساخت شفاف‌سازی و تعیین دقیق خطوط‌محدود و چهارچوب مسئولیت‌ها برگزاری جلسات منظم و برنامه‌ریزی واگذاری مسئولیت‌ها به افراد مشخص و تعیین دقیق وظایف در نظر گرفتن ذخایر احتمالی در صورت لزوم و هزینه استفاده از قرارداد B.O.T
۹	محدودیت دسترسی به منابع و امکانات	کاهش ریسک	استفاده از روش (هانی) طرح و ساخت شفاف‌سازی و تعیین دقیق خطوط‌محدود و چهارچوب مسئولیت‌ها برگزاری جلسات منظم و برنامه‌ریزی واگذاری مسئولیت‌ها به افراد مشخص و تعیین دقیق وظایف در نظر گرفتن ذخایر احتمالی در صورت لزوم و هزینه استفاده از قرارداد B.O.T
۱۰	مواجهه با معارض	کاهش ریسک	استفاده از روش (هانی) طرح و ساخت شفاف‌سازی و تعیین دقیق خطوط‌محدود و چهارچوب مسئولیت‌ها برگزاری جلسات منظم و برنامه‌ریزی واگذاری مسئولیت‌ها به افراد مشخص و تعیین دقیق وظایف در نظر گرفتن ذخایر احتمالی در صورت لزوم و هزینه استفاده از قرارداد B.O.T

نتیجه‌گیری

با بهره‌گیری از دانش مدیریت پروژه می‌توان در بهبود هرچه بیشتر عملکرد پروژه نقش موثری ایفا کرد، از جمله حوزه‌های مهم دانش مدیریت پروژه، مدیریت ریسک است. مدیریت ریسک به وسیله تکنیک‌ها و ابزارهایی که در اختیار تیم مدیریت پروژه قرار می‌دهد، امکان پیش‌بینی، ارزیابی و پاسخ‌گویی به ریسک

را در زمان مناسب و به شیوه موثر را فراهم می‌کند. امروزه پروژه‌های عمرانی نیاز مبرمی به بکارگیری این ابزارها و تکنیک‌ها دارند تا در زمان و هزینه پیش‌بینی شده به اتمام برسند. براساس مطالعات انجام شده، پروژه بیمارستان از جمله پروژه‌های عمرانی است که بکارگیری مدیریت ریسک در آن از ضرورت و اهمیت بالایی برخوردار است، در این پژوهش براساس استاندارد پیکره‌ی دانش مدیریت پروژه فرآیند مدیریت ریسک تعریف شده که عبارت‌انداز: برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، شناسایی ریسک، ارزیابی کیفی و کمی ریسک و پاسخ

منابع

۱. نظری، ا. فرصت کار و ب. کیافر، مدیریت ریسک در پروژهها، معاون فنی، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، ۱۳۸۶.
 ۲. س. حکمی نسب احمد آباد و ر. رنجبر، "تحلیل ریسکهای پروژه های عمرانی ساخت مسکن با روش DMATEL فازی"، کنفرانس بین المللی دست آوردهای نوین پژوهشی مدیریت حسابداری اقتصاد، ۱۳۹۴.
 3. A. F. Serpella, X. Ferrada, R. Howard L. Rubio, "Risk management in construction projects: a knowledge-based," 27th IPMA World Congress, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2014
 ۴. ج. آلاپوش، مفاهیم و کلیات دانش مدیریت پروژه، مرکز فرهنگی انتشاراتی حامی، ۱۳۷۸.
 ۵. د. ر. احسانی و س. م. میرنوری لنگرودی، "ارائه یک چهارچوب مفهومی برای مدیریت ریسک پروژههای عمرانی براساس استاندارد PMBOK"، هفتمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، ۱۳۹۰.
 6. P. project management institute, a guide to the project management body of knowledge, PMI, 2013
 ۷. س. نائینی، "بررسی روند مدیریت ریسک در صنعت ساخت"، اولین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۳۸۳.
 8. Z. A. D. Rafindadi, M. Mikic, I. Kovacic, 8.Cekic, "Global Perception of Sustainable Construction Project Risks," Procedia - Social and Behavioral Sciences, 27th IPMA World Congress, 2014
- گویی به ریسک. همچنین لازم به ذکر است که تنها ریسکهای منفی یا به عبارتی دیگر، تهدیدها مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. در گام اول از این فرایند، هدف از برنامه‌ریزی ریسک، نوع رویکرد و نحوه‌ی هدایت فعالیت‌های مدیریت ریسک در پروژه تعیین شد، در گام دوم از فرآیند مدیریت ریسک، ریسک‌هایی را که اهداف اصلی پروژه را تهدید می‌کنند شناسایی شدند. برای شناسایی این ریسک‌ها ابتدا عوامل، شرایط و ویژگی‌هایی که می‌توانستند عامل به وجود آورنده ریسک باشند با استفاده از مرور مستندات، جمع‌آوری اطلاعات، تحلیل شرایط پروژه، طوفان فکری و تحلیل چک‌لیست‌ها، شناسایی شدند و سپس با استفاده از تکنیک‌ها و ابزارهای پیشنهادشده در PMBOK برای تحلیل کیفی از جمله، ارزیابی احتمال و تاثیر ریسک‌ها (بر هزینه، زمان و کیفیت) و ماتریس احتمال و تاثیر، ریسک‌ها را مورد ارزیابی کیفی قرار داده و ده ریسک برتر که بیشترین امتیاز را کسب کردند در قالب جدول نمایش داده‌شد که سه ریسک اول آن عبارت‌بودند از: ناهماهنگی بین عوامل درگیر در پروژه، تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها از طرف دولت و تغییرات اساسی در نقشه‌ها و یا مشخصات فنی. در گام چهارم از این فرآیند، ریسک‌های پرخطر به وسیله‌ی نرم‌افزار پرت‌مستر مورد ارزیابی قرار گرفتند، نتایج این ارزیابی حاکی از آن بود که این پروژه از نظر زمانی حداقل ۵ ساله و حدکثر ۱۰ ساله به اتمام خواهد رسید و با احتمال ۸۰ درصد ۸ ساله به اتمام می‌رسد، از نظر هزینه باتوجه به نبود اطلاعات موثق نتایج بدست آمده زیاد قابل اتکا نبوده ولی بطور کلی با حداکثر بودجه ۱۲۰ میلیاردی، حداقل بودجه ۷۰ میلیاردی و متوسط بودجه ۸۸ میلیاردی قابل اتمام است. همچنین نتایج بدست‌آمده نشان داد که فعالیت‌های مربوط به احداث ساختمان اصلی و محوطه بیشترین ریسک را دارند. براساس شاخص حساسیت برنامه‌زمان‌بندی بدست‌آمده احداث ساختمان با اختلاف زیاد (۹۹٪) بیشترین حساسیت را در برنامه زمان‌بندی دارد و سپس فعالیت‌های مربوط به تامین تجهیزات پزشکی در جایگاه دوم (۱۰٪) قرارگرفتند. براساس شاخص بحرانی بودن، پنج فعالیت مطالعات امکان‌سنجی، تهیه منشورپروژه، برنامه‌ریزی، طراحی‌سازه و ساختمان‌سازی همواره (۱۰۰ درصد) بحرانی هستند و نیز نمودار اسکاتر نشان داد که با احتمال ۳۹ درصد پروژه در زمان و هزینه پیش‌بینی شده به اتمام می‌رسد و با احتمال ۳۸ درصد پروژه با هزینه و زمانی فراتر از آن چیزی که در برنامه پیش‌بینی شده است به اتمام خواهد رسید. در مرحله آخر از مطالعات ریسک، پاسخ‌های بالقوه‌ای باتوجه به شرایط بالفعل براساس استراتژی‌های مطرح شده در پیکره‌ی دانش مدیریت پروژه ارائه شدند، که مهم‌ترین پاسخ‌ها برای سه ریسک اول به ترتیب استفاده از روش یا روش‌های طرح و ساخت، شفاف سازی و تعریف دقیق خطوط ارتباطی و چهارچوب مسئولیت‌ها و واگذاری مسئولیت هماهنگی بین عوامل پروژه، به شخص حقیقی یا حقوقی برای ریسک اول، استفاده از قرارداد B.O.T و مشارکت بخش خصوصی برای ریسک دوم، استفاده از شرکت مشاور ثانویه برای بازبینی و مرور نقشه‌ها و استفاده از روش قیمت مقطوع و طرح نهایی شده برای ریسک سوم می‌باشند.

به کارگیری روش زنجیره بحرانی در مدیریت پروژه های خطی-تکراری نظیر راهسازی با در نظر گرفتن شرایط عدم قطعیت و ریسک



فصلنامه علمی تخصصی
مهندسی و مدیریت ساخت
سال دوم، شماره سوم
شماره پیاپی هفتم
پاییز ۱۳۹۶

نویسنده مسئول: محمدجواد طاهری
امیری
آدرس ایمیل:
jvd.taheri@gmail.com

محمدجواد طاهری امیری
مربی گروه عمران موسسه آموزش عالی پردیسان فریدونکنار
فرشیدرضا حقیقی
استادیار دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
احسان اله اشتهااردیان
استادیار گروه مدیریت پروژه و ساخت دانشگاه تربیت مدرس
میلاد همتیان
دانشجوی دکتری صنایع دانشگاه علوم و فنون مازندران

چکیده:

امروزه دیدگاه‌های سنتی به تنهایی قادر به پاسخگویی نیازهای مدیریت پروژه‌های عمرانی نیست. بنابراین استفاده از رویکردهای نوین مدیریتی می‌تواند تا حد زیادی راهگشا باشد. اولین گام برای رسیدن به این هدف شناخت انواع پروژه‌ها از نظر نوع خطی یا شبکه‌ای بودن، تفاوت مدیریت یک پروژه با مدیریت چند پروژه و روش‌های مدیریت و اجرای پروژه است. در این تحقیق از روش مدیریت زنجیره بحرانی به جای روش مسیر بحرانی برای ارائه برنامه زمانی عملی‌تر به کار گرفته شده است. برای غلبه بر عدم قطعیت، روش ارائه شده از اعداد فازی بر حسب زمان قطعی انجام فعالیت و دانش کارشناسان، برای مدل کردن عدم قطعیت در مدت زمان فعالیت‌ها استفاده می‌کند. روش ارائه شده، به جای جایگزین کردن برنامه زمان‌بندی قطعی اولیه توسط برنامه زمانی مبتنی بر مجموعه فازی، باز هم برنامه زمانی قطعی را نگه می‌دارد و به سادگی بافر پروژه را برای مقابله با عدم قطعیت می‌افزاید. اندازه بافر پروژه با استفاده از محاسبات روی اعداد فازی تعیین می‌شود. همچنین به منظور غلبه بر ریسک در مطالعه موردی این پژوهش، یک ضریب ریسک متوسط را برای پاسخگویی به ریسک‌ها برای بافر پروژه در نظر می‌گیرد. به هر حال تغییر ضریب ریسک در حالت‌های مختلف ریسک بالا، متوسط و پایین تأثیر کمی روی اندازه بافر خواهد گذاشت. همچنین در این تحقیق به منظور ارزیابی مدل ارائه شده در این تحقیق، چند پروژه خطی-تکراری راهسازی به طور همزمان مورد بررسی قرار گرفته و برنامه ریزی شده است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت زنجیره بحرانی، زمان فازی، زمان‌بندی چند پروژه‌ای، اندازه بافر، عدم قطعیت، ریسک

Implementing the critical chain method for managing linear-repetitive projects such as road construction, taking into account the conditions of uncertainty and risk



Volume 2 , Issue 3,
Autumn 2017

Corresponding author:
M.J Taheri Amiri
Email address:
jvd.taheri@gmail.com

Mohammad Javad Taheri Amiri

Pardisan university of fereydoonkenar

Farshidreza Haghighi

Assistant professor, Babol university of technology

Ehsan Eshtehardian

Assistant professor, Tarbiat modarres university

Milad Hematian

PhD student, Mazandaran university of science and technology

علم مدیریت پروژه با بهره‌گیری از تمامی ابزارها سعی در کنترل و استفاده بهینه از منابع دارد. به درازا کشیدن زمان اجرای پروژه‌ها نسبت به برنامه‌ریزی اولیه و عدم به کار بستن تکنیک‌های مدیریت پروژه موجب بروز خسارت‌های زیادی می‌گردد. کنترل پروژه یکی از عوامل مهم در جلوگیری از بوجود آمدن تاخیرات در پروژه می‌باشد که با استفاده از روش‌های نوین برنامه‌ریزی و کنترل موجب بهبود عملکرد پروژه می‌گردد. یکی از فاکتورهایی که در برنامه‌ریزی پروژه باید به آن توجه شود، عدم قطعیت‌های موجود در پروژه است. این عدم قطعیت‌ها موجب ایجاد تاخیرهای پیش‌بینی نشده و در نتیجه افزایش زمان اتمام پروژه می‌شود. یکی از روشهای معمول برای مواجهه با عدم قطعیت‌ها و افزایش انعطاف‌پذیری برنامه‌ریزی ابتدایی پروژه که در این تحقیق نیز از آن استفاده شد، در نظر گرفتن بافر زمانی برای پروژه می‌باشد. که این امر با استفاده از روش زنجیره بحرانی قابل اجرا خواهد بود. مدیریت پروژه به روش زنجیره بحرانی (CCPM) توسعه‌ای از تئوری محدودیت‌هاست که ویژه مدیریت پروژه می‌باشد که شامل محاسبات زمانبندی پروژه براساس تخمین‌های کوتاه شده مدت فعالیت‌هاست. در بعضی از پروژه‌های عمرانی مانند راه‌سازی، بلند مرتبه‌سازی (برج‌سازی)، سدسازی و حتی ساختمان‌های مسکونی متعارف فعالیت‌های تکراری وجود دارد که جهت زمان‌بندی بهتر این پروژه‌ها نمی‌توان از روش‌های متداول مانند CPM و یا PERT به علت تکراری بودن مراحل و البته گستردگی شبکه و همچنین سختی کنترل آن استفاده نمود. آمارها نشان می‌دهد که در کشور ما ۹۵٪ پروژه‌های عمرانی با افزایش در هزینه‌ها و یا زمان تکمیل روبه‌رو هستند. بنابراین مجهز گردیدن به ابزاری مناسب در جهت مقابله با این مشکلات و رسیدن به اهداف پروژه ضروری به نظر می‌رسد. این ابزار می‌تواند از مجموعه‌ای از فن‌های محاسباتی تا یک فلسفه جدید مدیریت را در خود داشته باشد. «روش زنجیره بحرانی» (CCM) می‌تواند هدف کلی پروژه‌ها را به نحو بهتری بهینه‌سازی کند و نرخ تکمیل به موقع را افزایش دهد. هدف اصلی مدیر پروژه به هنگام انتخاب روش اندازه‌گیری بافر باید به گونه‌ای باشد که برنامه‌ای با زمان تکمیل کوتاه‌تر که به احتمال زیاد می‌تواند برآورده شود را انتخاب کند. به نظر می‌رسد که روش فازی یک انتخاب خوب برای رسیدن به این هدف است. به ویژه در محیط پروژه‌ای که عدم قطعیت بالاست. بنابراین در این تحقیق از روش زنجیره بحرانی فازی در پروژه‌های راه‌سازی که فعالیت‌های خطی-تکراری دارد مورد بررسی قرار گرفته شده است.

۲-ادبیات موضوع:

- "قدوسی" و همکاران (۲۰۱۲) به بهینه‌سازی همزمان زمان و هزینه در زمانبندی پروژه با محدودیت منابع چندحالتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک با مرتب‌سازی نامغلوب پرداخته‌اند. از آنجاییکه هدف به حداقل

رساندن هزینه و زمان پروژه در محیط رقابتی است، بنابراین باید میان هزینه و زمان پروژه موازنه برقرار باشد. هر فعالیت با توجه به رابطه پیش‌نیازی و در دسترس بودن منابع در نقاط زمانی مختلف شروع می‌شود. همچنین در این تحقیق به موازنه هزینه و مدت زمان فعالیت‌ها در حالت تخصیص و تسطیح همزمان منابع پرداخته شده است. - "هانگ لی" و "هانگ ژاک" (۲۰۱۳) به بررسی برنامه‌ریزی چندحالتی منابع محدود با استفاده از الگوریتم کلونی مورچگان پرداختند. در این روش، برای حل برنامه‌ریزی پروژه‌ها با منابع محدود چند حالتی، از منابع تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر استفاده شده است. در این تحقیق، برای بروز رسانی فرمون از استراتژی نخبه‌گرا استفاده شده است. نتایج به دست آمده از الگوریتم ACO با الگوریتم‌های GA و SA و PSO و روش CPSO مورد مقایسه قرار گرفته است. در نهایت نتایج نشان می‌دهد که روش ارائه شده به جز روش CPSO از بقیه روشها جواب بهتری داده است.

- "یعقوب زاده" و "روغنیان" (۲۰۱۳)، به دلیل اشکال اصلی روش CCM در برآورد طول مدت فعالیت‌های پروژه و تعیین اندازه بافرهای پروژه و بافرهای تغذیه، سعی نمودند تا با به کارگیری روش زنجیره بحرانی فازی (FCCM) پیشنهادی که ترکیبی از هر دو روش CCM و منطق فازی (FL) است، به حذف ابهامات بپردازند. با بر طرف نمودن این مشکلات، زمان ایمنی تکمیل پروژه و تاریخ ایمنی تحویل فراهم می‌شود. در نهایت، با مقایسه نتایج برنامه‌ریزی بدست آمده از پروژه‌های عملی با استفاده از روش‌های CCM، FCCM و روش مسیر بحرانی (CPM)، به این نتیجه رسیدند که طول مدت زمان طرح‌ریزی شده از برنامه‌ریزی پروژه توسط FCCM، کوتاه‌تر از دو مورد دیگر می‌باشد.

- "تولاسی" و "رائو" (۲۰۱۴)، به تعیین برنامه زمان‌بندی پروژه برای شبکه با استفاده از کاربرد روش مدیریت پروژه زنجیره بحرانی در شرایطی که محدودیت‌های متعدد منابع جهت دستیابی به دو هدف به حداقل رساندن زمان و هزینه وجود دارد، پرداختند. در این مقاله به منظور حل مسئله، از روش برنامه‌ریزی عدد صحیح استفاده شده است. مشاهده شده است که به کار بردن این رویکرد برای شبکه‌های کوچک بسیار مناسب به شمار می‌آید. به کار بردن این روش برای شبکه‌های بزرگ ممکن است با الگوریتم برنامه‌ریزی عدد صحیح، شفاف و مشخص نباشد، چرا که کار نوشتن محدودیت‌ها به خودی خود، کاری بسیار سخت و دشوار است.

- "کوغلان" و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی الگوریتم شاخه و برش هزینه برای تسطیح منابع چند حالتی پرداخته‌اند. در این مقاله، یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط و برنامه‌نویسی الگوریتم برای برنامه‌ریزی پروژه‌ها با محدودیت منابع چند حالتی، با قابلیت محدودیت زمان و با هدف به حداقل رساندن هزینه در دسترسی به منابع پیشنهاد شده است. جواب‌های بهینه صحیح، از طریق الگوریتم شاخه و برش هزینه بدست آمده است. همچنین در این تحقیق، با فرمول‌بندی مجدد مدل‌های برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط که قابلیت حل تا ۳۰ فعالیت را داشتند، مدل اصلاحی توانست تا ۵۰ فعالیت را حل نماید - "چاکرابورتی" و همکاران (۲۰۱۶) به توسعه یک برنامه

بهبود اختلال زمان واقعی برای حالتی که منابع محدود متعدد در پروژه وجود دارد، پرداخته اند. در این مقاله دو مدل زمان گسسته برای مقابله با دو سناریو اختلال های مختلف برای منابع محدود چند حالتی تدوین و فرموله شده است. برای تست روش پیشنهادی ارائه شده در این تحقیق، مجموعه ای از ده و بیست و سی فعالیت چند حالتی از موارد آزمون از پروژه زمان-بندی گلیخانه ای (PSLIB) پس از معرفی وقایع اختلال که به طور تصادفی تولید شده، استفاده شده است. «بانگ و همکاران» (۲۰۱۷) یک روش موثر با تجزیه زیر ساختار زمان فعالیت ها برای مقابله با مشکل زمان بندی پروژه با منابع محدود مطرح کرده اند. در این روش یک فعالیت برای تجزیه انتخاب می شود و به عنوان بخشی از فضای عملی از مشکل اصلی در زیر فضاها تقسیم می شود، که با استفاده از ۲ پروژه ساخت و ساز واقعی به اعتبارسنجی اثر از OPDA برای RCPSP پرداخته شده است. که نتایج این آزمایش نشان می دهد که رویکرد مبتنی بر تجزیه موثر و رقابتی است.

۳- روش اندازه گیری بافر در مدیریت زنجیره بحرانی : روش فازی

۳-۱- استراتژی برای مقابله با عدم قطعیت

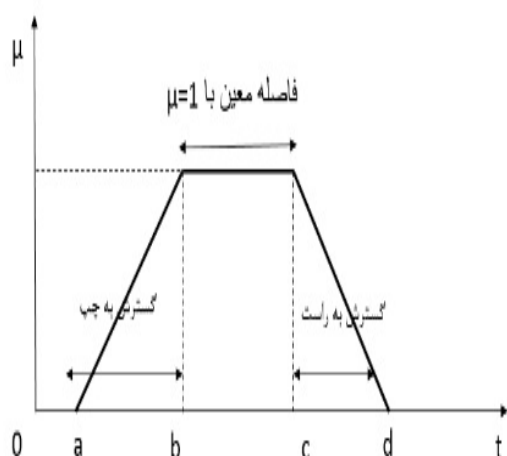
روش ارائه شده از اعداد فازی ذوزنقه ای (a,b,c,d) برای تخمین عدم قطعیت در مدت زمان انجام فعالیت ها استفاده می کند. تابع عضویت μ در معادله (۱) مقادیری در بازه [۰,۱] دارد و آن برای بیان مقدار متغیر زمان t متعلق به یک مجموعه فازی استفاده می شود. تابع عضویت μ به قضاوت کارشناسان در مورد میزان دسترسی به کارگران، مصالح، تخصص و غیره وابسته است. با توجه به این برآورد، هر متغیر زمان t کوچک تر از a و بزرگ تر از d ممکن نیست رخ دهد، درحالی که همه متغیرهای t مابین b و c بالاترین امکان وقوع (مثل ۱) را دارند. حالتی از عدد فازی که $\mu=1$ است، در عدد فازی ذوزنقه ای یک بازه معین $[b,c]$ با $\mu=1$ وجود دارد، درحالی که در مورد عدد ذوزنقه ای که $b=c$ باشد یک حالت منحصربه فرد داریم.

$$\mu(t) = \begin{cases} (t-a)/(b-a) & \text{for } t \in [a,b] \\ 1 & \text{for } t \in [b,c] \\ (d-t)/(d-c) & \text{for } t \in [c,d] \\ 0 & \text{for } t \notin [a,d] \end{cases}$$

۳-۲- شناسایی زنجیره بحرانی و بافر پروژه

یک زنجیره دنباله ای از فعالیت ها تحت اولویت و وابستگی فعالیت ها است. در روش ارائه شده، زنجیره بحرانی بلندترین

زنجیره است و مدت زمان پروژه را تعیین خواهد کرد. اگر تعداد زیادی زنجیره بحرانی وجود داشته باشد، زنجیره بحرانی با بزرگ ترین عدم قطعیت انتخاب خواهد شد. روش ارائه شده با اضافه کردن یک بافر پروژه در انتهای زنجیره بحرانی انتخاب شده با عدم قطعیت مقابله می کند. بافرهای تغذیه، که به عنوان جنبه های بحث برانگیز CCPM سنتی در نظر گرفته شدند. در روش ارائه شده استفاده نمی شوند. دلیل این است که درگیری های منابع اغلب در حین انتقال اطلاعات واقعی از فعالیت های روی زنجیره تا پایان زنجیره اتفاق می افتد.



تصویر ۱- نمایش عدد فازی ذوزنقه ای

۳-۳- مدت زمان با سازگاری بیشتر ($\square t$)

۳-۳-۱- شاخص سازگاری

شاخص سازگاری $AI(A,B)$ در معادله ۲ برای اندازه گیری امکان بین دو رویداد فازی با اندازه گیری شرایط دو رویداد فازی مورد استفاده قرار می گیرد. AI در ابتدا توسط کافمن و گوپتا معرفی شد. AI در روش های مدیریت دیگر نیز استفاده می شود. برای مثال برنامه ریزی پروژه توسط لوتر پانگ و همکاران، مسئله کوله پشتی توسط شینکو

$$AI(A,B) = \frac{Area(A \cap B)}{Area(A)} \quad (2)$$

$$Area(A) = \int \mu_A(t) dt \quad \text{که در آن}$$

$$Area(A \cap B) = \int \mu_{A \cap B} \cdot dt$$

شاخص سازگاری AI نشان می دهد چند درصد از رویداد فازی A در داخل مرزهای رویداد فازی B است. همچنین نشان دهنده سطح رضایت فعالیت فازی (A) زمانی که فعالیت فازی (A) با فعالیت فازی دیگر (B) مقایسه می شود، است. AI همواره کمتر از ۱ (۱۰۰٪) است و فعالیت A کاملاً سازگار با فعالیت B است، زمانی که $AI(A,B)=1$ است. از نقطه نظر عملی، شاخص شرایط یک شاخص بسیار خوبی است زیرا به اندازه کافی شکل رویدادهای فازی را در نظر گرفته است. به هر حال، این عملگرها خاصیت جابجایی ندارد

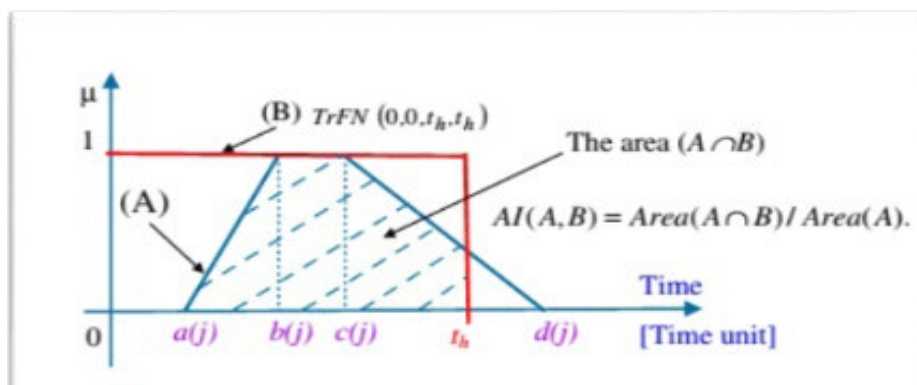
۳-۳-۲- مدت زمان با سازگاری بیشتر

مفهوم "زمان با سازگاری بیشتر" به مفهوم شاخص سازگاری که در این روش معرفی شده است، مرتبط است. این مفهوم برای جایگزین کردن مدت زمان فازی به جای مدت زمان قطعی استفاده می شود. برای اینکه مطمئن شویم که فعالیت با مدت زمان فازی به موقع به پایان خواهد رسید، روش ارائه شده فرض می کند که برنامه ریز $(AI=0,9)$ با شاخص سازگاری بیشتر t مدت زمان

$$AI(A, B) = \frac{(c(j) - b(j) + d(j) - a(j))/2 - (d(j) - th)(d(j) - th)/(2 \times (d(j) - c(j)))}{(c(j) - b(j) + d(j) - a(j))/2}$$

$$AI(A, B) = 0,9$$

$$\Leftrightarrow \frac{(c(j) - b(j) + d(j) - a(j))/2 - (d(j) - th)(d(j) - th)/(2 \times (d(j) - c(j)))}{(c(j) - b(j) + d(j) - a(j))/2} = 0,9$$



تصویر ۲- مدت زمان فعالیت (th) با شاخص سازگاری بیشتر $(AI = 0,9)$

اولین قدم مهم در فرآیند برنامه ریزی، تهیه ساختار شکست (WBS) می باشد

طراحی WBS -

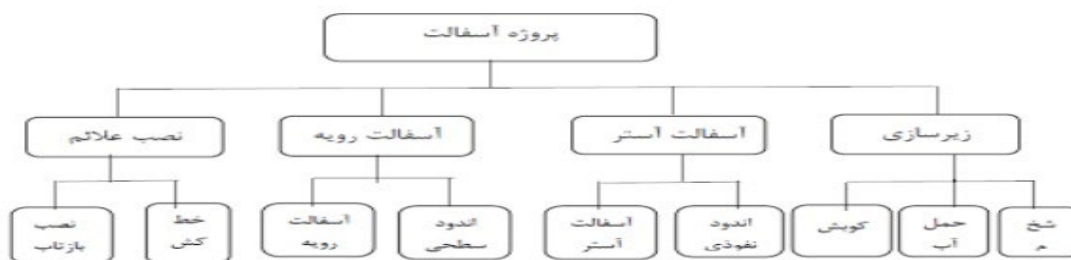
ساختار شکست کار به سازمان دهی و برنامه ریزی کلیه مراحل پروژه کمک می کند. مدیریت پروژه و کلیه افرادی که در اجرای عملیات و مدیریت و کنترل هستند، در مراحل مختلف اجرای کار به اطلاعات دقیق و مفید نیاز دارند. یک ساختار شکست کار خوب طراحی شده، مبنایی برای تنظیم مناسب سیستم اطلاعاتی برای کنترل پروژه در اجرای عملیات را فراهم می کند.

در زنجیره بحرانی (K) برای هر فعالیت بحرانی محاسبه AI را در اهرم های مختلف t می توان PB و t کرد. سپس، برآورد ایمن برای هر فعالیت بافر پروژه را به صورت زیر می توان محاسبه کرد:

$$\Delta t = t_{h0,9} - t_{h0,5} \quad (4)$$

$$PB = \beta \sqrt{\sum_{k \in p} (\Delta t)^2} \quad (5)$$

۴- برنامه ریزی با استفاده از رویکرد زنجیره بحرانی



تصویر ۳- طراحی WBS

۴-۲- منابع مربوط به هر فعالیت

تخصیص داده می شود. در این تحقیق برنامه ریزی بر روی منابع تجدید پذیر مدنظر می باشد. به بیان دیگر فرض می کنیم دسترسی به منابع تجدید ناپذیر (مصرفی) نامحدود است.

در این بخش منابع مربوط به هر فعالیت به صورت مورد نظر

جدول ۱- منابع مورد استفاده در فعالیت های پروژه

شماره فعالیت	نام فعالیت	منابع مورد نیاز
۱	شخم زدن	گریدر، بولدوزر، مباشر عملیات خاکی، کارگر ساده و سرکارگر
۲	حمل آب	تانکر آب پاش
۳	کوبیدن بستر	غلثک استاتیکی، غلثک ویبره، تانکر آب پاش
۴	اندود نفوذی	نقشه بردار، کارگر نقشه برداری، کارگر ساده، کارگر آسفالت، قیر پاش، تانکر حمل قیر
۵	آسفالت آستر	متصدی کارخانه آسفالت، کارگر ساده، ماله کش آسفالت، کارگر آسفالت، فینیشر، کامیون کمپرسی، لودر، غلثک استاتیکی، غلثک چرخ لاستیکی
۶	اندود سطحی	نقشه بردار، کارگر نقشه برداری، کارگر ساده، کارگر آسفالت، قیر پاش، تانکر حمل قیر
۷	آسفالت رویه	متصدی کارخانه آسفالت، کارگر ساده، ماله کش آسفالت، کارگر آسفالت، فینیشر، کامیون کمپرسی، لودر، غلثک استاتیکی، غلثک چرخ لاستیکی
۸	خط کشی	راننده ماشین خط کشی آسفالت، نقاش خط کشی، مکانسین خط کشی، کارگر پیاده کننده مسیر خط کشی، ماشین خط کشی آسفالت
۹	نصب بازتاب	یک نفر سرپرست گروه، یک نفر راننده، یک دستگاه وسیله نقلیه مناسب (وانت)، کارگر

۴-۳- زمان بندی

فعالیت ها، در این قسمت با در نظر گرفتن میزان سازگاری ۰/۹ و ۰/۵ مقادیر th مدت زمان با سازگاری بیشتر برای هر یک از فعالیت ها به صورت زیر محاسبه می شود. محاسبات مربوط به فعالیت ۱ در ادامه آمده است، که برای تمامی فعالیت ها به همین صورت انجام می شود. در نهایت براساس زمان های به دست آمده با توجه به معادله (۵) مقدار بافر پروژه تعیین می شود.

با توجه به شکل نقشه اجرایی و برحسب دانش کارشناسان مدت زمان قطعی انجام فعالیت مشخص می شود و برای غلبه بر عدم قطعیت از اعداد فازی استفاده می شود (در این بخش منابع ذکر شده در گام قبل، با علائم اختصاری در نظر گرفته شده اند). بعد از تعیین مقادیر پیش بینی شده برای هر یک از

جدول ۲- زمان، روابط پیش نیازی و منابع مورد استفاده در فعالیت های پروژه

فعالیت	منبع مورد نیاز	مدت زمان فازی (روز)
۱	A_1, A_2, A_3, A_4, A_5	[۰,۵ ۱ ۱,۵ ۲]
۲	B	[۱ ۱,۵ ۲ ۲,۵]
۳	C_2, C_3, C_4, C_5	[۰,۵ ۱ ۱,۵ ۲]
۴	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_7, D_8$	[۴ ۵ ۶ ۷]
۵	$E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8, E_9$	[۴ ۵ ۶ ۷]
۶	$D_1, D_2, D_3, D_4, D_7, D_8$	[۱ ۲ ۳ ۴]
۷	$E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8, E_9$	[۳ ۵ ۷ ۹]
۸	H_1, H_2, H_3, H_4, H_5	[۰,۵ ۱ ۱,۵ ۲]
۹	I_1, I_2, I_3, I_4	[۰,۵ ۱ ۱,۵ ۲]

بنابراین داریم؛

$$th = [0 \cdot th \quad th]$$

فعالیت ۱ دارای مقدار فازی به صورت $[0.5 \quad 1 \quad 1.5]$ می باشد، برای تبدیل به شکل قطعی آن، به کمک معادله (۳) یک بار میزان سازگاری را 0.9 و بار دیگر آن را 0.5 در نظر گرفته و به ترتیب $0.9 \square t$ و $0.5 \square t$ حاصل می شوند.

$$A = [0 \quad 1 \quad 1.5 \quad 2 \quad 2.5]$$

$$B = [0 \quad 0 \quad th \quad th]$$

$$AI(A \square B) = \frac{(c(j) - b(j) + d(j) - a(j))/2 - (d(j) - th)(d(j) - th)/(2, (d(j) - c(j)))}{(c(j) - b(j) + d(j) - a(j))/2}$$

$$AI(A, B) = 0.9 \rightarrow$$

$$0.9 = \frac{\frac{2 - 1.5 + 2 - 0.5}{2} - \frac{(2 - th) * (2 - th)}{2}}{\frac{2 - 1.5 + 2 - 0.5}{2}} / 2 * (2 - 1.5)$$

$$0.9 = 1 - (2 - th)^2$$

که از حل معادله بالا دو مقدار $2/70.7$ و $1/29$ برای $0.5 \square t$ به دست می آید، که مقدار $1/29$ قابل قبول است. برای سایر فعالیت ها نیز بدین ترتیب مقادیر $0.9 \square t$ و $0.5 \square t$ محاسبه شده که نتایج به صورت جدول زیر گردآوری شده است.

*تذکر: تبدیل عدد قطعی به فازی دوزنقه ای

هر عدد قطعی در مبنای ده را می توان به صورت زیر به عدد فازی تبدیل کرد. برای مثال عدد ۲ به صورت زیر به شکل فازی دوزنقه ای قابل بیان می باشد:

$$2 = [0 \quad 0 \quad 2 \quad 2]$$

از حل معادله به دست آمده دو مقدار $2/316$ و $1/68$ به دست می آید که مقدار $1/68$ در بازه قرار دارد و مورد قبول می باشد. سپس با قرار دادن $AI=0.5$ معادله زیر حاصل می شود:

$$0.5 = 1 - (2 - th)^2$$

جدول ۳- اندازه گیری بافر پروژه به روش ابداعی لانگ و اهاتسو

فعالیت بحرانی	$t\eta 0.9(\text{day})$	$t\eta 0.5(\text{day})$	$\Delta t(\text{day})$
۱	۱/۶۸	۱/۲۹	۰/۳۹
۲	۲/۱۹	۱/۷۹	۰/۴
۳	۱/۶۸	۱/۲۹	۰/۳۹
۴	۶/۳۷	۵/۵۹	۰/۷۸
۵	۶/۳۷	۵/۵۹	۰/۷۸
۶	۲/۳۷	۲/۵۹	۰/۷۸
۷	۷/۷۴	۶/۱۷	۱/۵۷
۸	۱/۶۸	۱/۲۹	۰/۳۹
۹	۱/۶۸	۱/۲۹	۰/۳۹
PB(day)			۲/۲۵

۳۹/۳۸ روز به دست می آید که به این معنی است که مدت زمان پروژه به طور آشکار برنامه پروژه را طولانی کرده است. روش RSEM یک نتیجه نسبتاً منطقی با زمان $28/79$ روز می دهد. استفاده از روش ارزیابی ابداعی ارائه شده برای محاسبه اندازه بافر پروژه با این فرض که پارامتر β برابر 0.5 است، که این به معنی است که بر اساس روش شناختی ریسک یک ضریب ریسک متوسط در نظر گرفته شده است، برنامه ریزی قطعی مطلوبی حاصل شده است که در آن مدت زمان پروژه 28 روز است. به هر حال تغییر پارامتر β تغییر کمی در مدت زمان پروژه ایجاد می کند.

۴-۵- تحلیل نتایج

به منظور مقایسه رویکردهای مختلف در تعیین اندازه بافر، نتایج به دست آمده از به کارگیری هر یک از آنان در جدول زیر گردآوری شده است. قابل ذکر است که در روش ابداعی لانگ و اهاتسو ضریب $\beta=0.5$ برای محیطی با ریسک متوسط مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج به دست آمده از روش های مختلف در جدول ۳ گزارش شده است. اگر از روش CPM گلدرات ارزیابی صورت گیرد، زمان

اگر برنامه ها ریسک را در پی داشته باشند، مقادیر کمتر β را خواهند گرفت، و بالعکس. نتایج حاصل از روش بریدن و چسباندن و ریشه مربعات خطا مستقل از ریسک محیط بوده و برای تمام حالات یک مقدار را محاسبه می کند.

۴-۶- برنامه ریزی در محیط چند پروژه ای با استفاده از رویکرد زنجیره بحرانی فازی

تا اینجا به برنامه ریزی یک پروژه پرداخته شد. برنامه ریزی چند پروژه به روش مدیریت زنجیره بحرانی دارای گام هایی می باشد که در این قسمت برای یافته های این پژوهش به کار بسته می شوند.

۴-۶-۱- تعریف پروژه جدید جهت افزایش ظرفیت با توجه به محدودیت منابع

سازمان مورد بررسی بایستی همزمان ۹ پروژه آسفالت را به انجام برساند، که منابع سازمان به طور مشترک مورد استفاده قرار خواهند داد. در چنین شرایطی زمان بندی یک پروژه، بدون در نظر گرفتن سایر پروژه ها، کاری اشتباه خواهد بود. همان طور که می دانیم، یکی از عوامل هدر رفتن منابع، چندکاره کردن آنها است. در روش پیشنهادی مدیریت پروژه به روش زنجیره بحرانی، تا حد ممکن، از چندکاره بودن منابع جلوگیری شده است. بنابراین برای افزایش ظرفیت با توجه به محدودیت منابع، تا زمانی که منبع در دسترس نباشد، دستور شروع پروژه بعدی صادر نخواهد شد.

۴-۶-۲- زمان بندی فعالیت ها در دیرترین زمان ممکن

برخلاف باور رایج، شروع دیرتر یک پروژه همیشه منجر به تأخیر در خاتمه آن نخواهد شد. برای غلبه بر این مشکل کلیه فعالیت ها با توجه به محدودیت های پیش نیازی تا حد ممکن به

سمت جلو جابه جا می شوند. برای مثال در این پروژه فعالیت ۸ و ۹ و ۱ و ۲ و ۳ پروژه های دوم تا هشتم، به اندازه فرجه خود به جلو رانده شده اند.

۴-۶-۳- از بین بردن تداخل منابع در مطالعه موردی

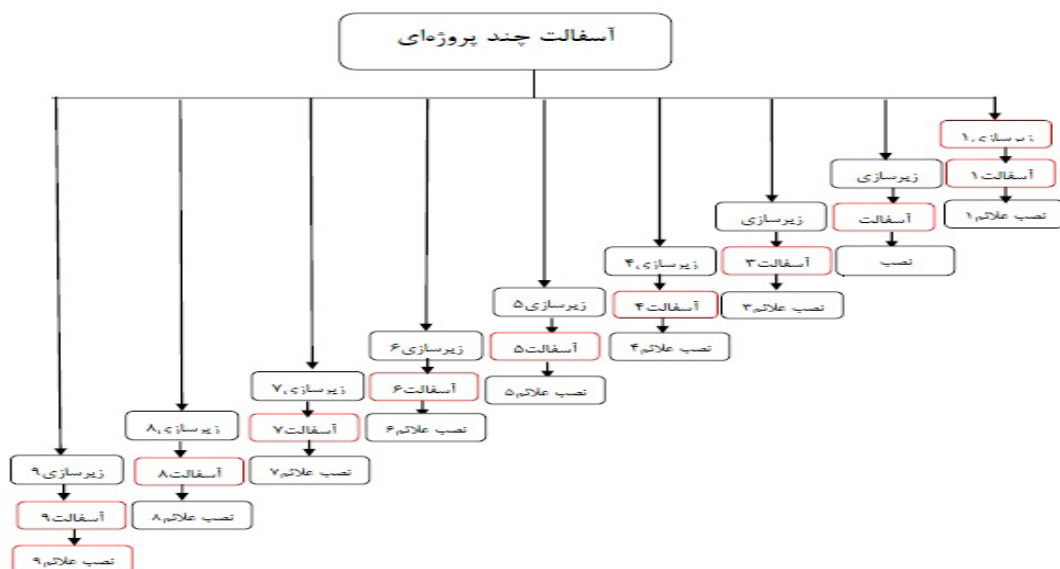
با توجه به محدودیت منابع در انجام چند پروژه این گام یکی از مهم ترین مراحل برای امکان پذیر کردن برنامه است. از آنجایی که منابع مربوط به مراحل زیرسازی و نصب علائم در مرحله آسفالت مورد استفاده قرار نمی گیرند. در این صورت دو راه پیش رو می باشد:

۱. مرحله زیرسازی در هر پروژه در بازه زمانی شروع آسفالت پروژه قبلی تا اتمام آن به انجام برسد تا بلافاصله پس از انجام آن مرحله اجرای آسفالت آغاز شود.
۲. مرحله نصب علائم که پس از مرحله آسفالت انجام می شود تا زمان اتمام آسفالت پروژه بعدی می تواند به تعویق بیفتد.

به همین ترتیب تا پروژه نهم برنامه ریزی ادامه پیدا خواهد نمود. با توجه به این که مراحل زیرسازی به صورت موازی با مرحله آسفالت پروژه قبلی، و همچنین مرحله نصب علائم و تجهیزات در هر پروژه به صورت موازی با آسفالت پروژه بعدی انجام می پذیرند، به صورت غیر بحرانی اند. بنابراین زنجیره بحرانی پروژه شامل زیرسازی پروژه اول، اجرای آسفالت پروژه ۱ تا ۹ و نصب علائم در پروژه نهم خواهد بود که در شکل ۴ نشان داده شده است.

۴-۶-۴- طراحی WBS چند پروژه خطی

پس از انجام گام های برنامه ریزی چند پروژه ای، طراحی WBS آن به شکل زیر خواهد بود، که زنجیره بحرانی آن شامل فعالیت هایی که با رنگ قرمز مشخص شده است، می باشد.



تصویر ۴- طراحی WBS چند پروژه ای

۴-۶-۵- ارائه زمان بندی چند پروژه ای

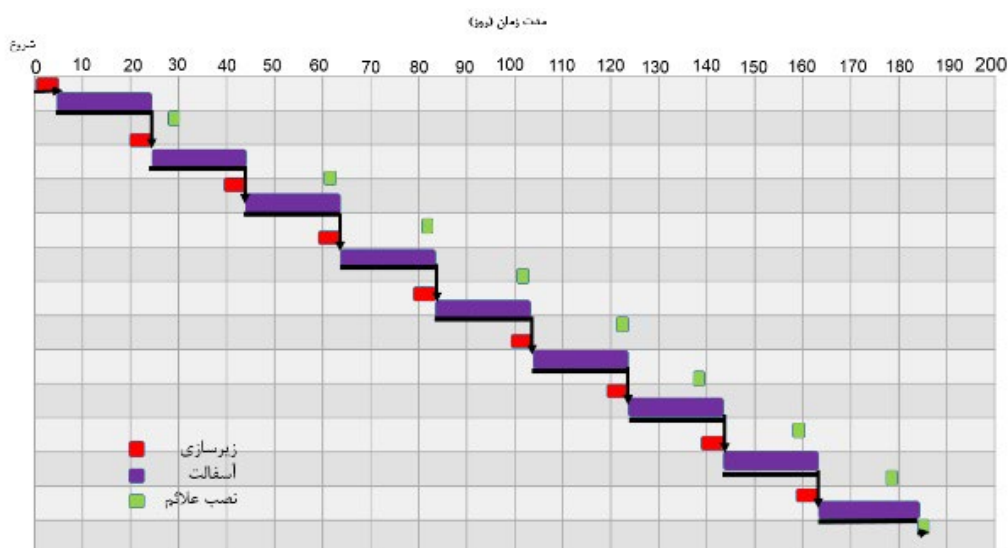
از داده های زمان بندی به دست آمده WBS با توجه به طراحی برنامه زمانی قطعی ۹ پروژه به شرح زیر ارائه شده است.

جدول ۵- نتایج محاسبه شده ی ۹ پروژه

پیش نیاز	زمان میانگین درروش ابداعی لانگ و اهاتسو ($\beta=0,5$)	فعالیت موجود در زنجیره بحرانی	شماره فعالیت بحرانی
	۴/۳۷	زیرسازی پروژه اول	۱
۱	۱۹/۹۳	آسفالت پروژه اول	۲
۲و۴	۱۹/۹۳	آسفالت پروژه دوم	۵
۵و۷	۱۹/۹۳	آسفالت پروژه سوم	۸
۸و۱۰	۱۹/۹۳	آسفالت پروژه چهارم	۱۱
۱۱و۱۳	۱۹/۹۳	آسفالت پروژه پنجم	۱۴
۱۴و۱۶	۱۹/۹۳	آسفالت پروژه ششم	۱۷
۱۷و۱۹	۱۹/۹۳	آسفالت پروژه هفتم	۲۰
۲۰و۲۲	۱۹/۹۳	آسفالت پروژه هشتم	۲۳
۲۳و۲۵	۱۹/۹۳	آسفالت پروژه نهم	۲۶
۲۶	۲/۵۸	نصب علائم پروژه نهم	۲۷
	۱۰/۱۲۴	PB	
	۱۹۶/۴۴	PD	

۴-۶-۶- ترسیم مدل زمان بندی چند پروژه ای

مدل زمان بندی چند پروژه ای و زنجیره بحرانی در شکل زیر به صورت شماتیک نشان داده شده است



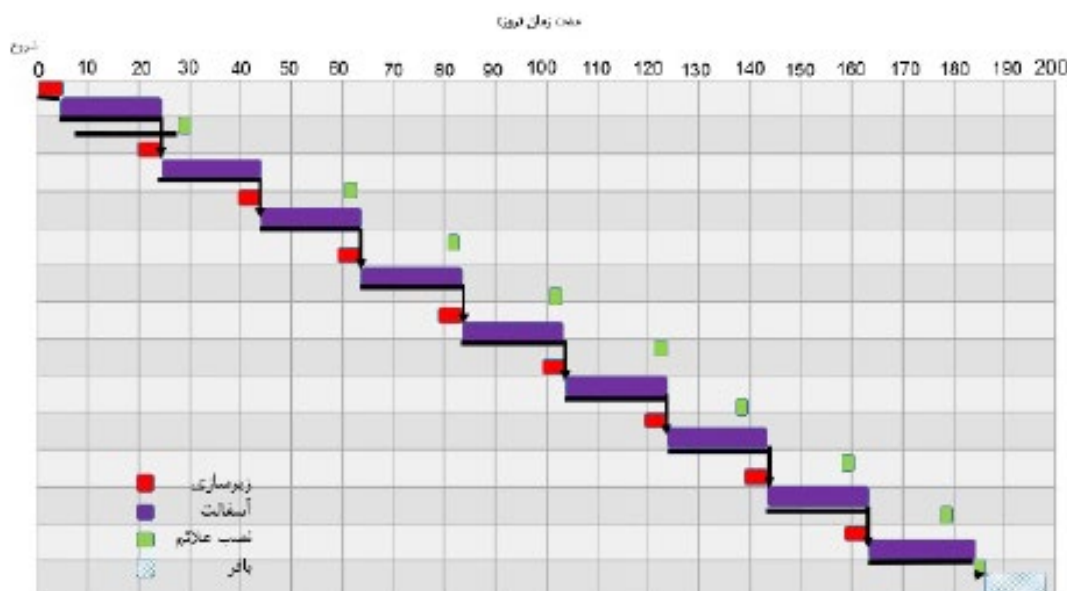
تصویر ۶- ترسیم مدل پس از شروع فعالیت ها در دیرترین زمان ممکن

در شکل فوق هر مستطیل نمایه یک بخش و طول آن نمایه مدت زمان انجام آن و رنگ آن نمایه منابع مورد استفاده آن است. به ترتیب مستطیل قرمز اول، نمایه مرحله زیرسازی پروژه اول، مستطیل بنفش اول، نمایه بخش روسازی پروژه اول و مستطیل سبز اول، مربوط به مرحله نصب علائم پروژه اول است. خطوط مشکی نمایه زنجیره بحرانی است. زمان اتمام پروژه بدون در نظر گرفتن بافرها حدود ۱۸۶

روز می باشد که در شکل فوق نیز نشان داده شده است.

۴-۶-۷- وارد نمودن بافر پروژه

با مرتفع شدن تضاد منابع و مشخص شدن زنجیره بحرانی، اکنون نوبت قرار دادن بافرها در شبکه است.



تصویر ۷- ترسیم مدل به روش زنجیره بحرانی و وارد نمودن بافرها

همان طور که اشاره شد، بافرها دارای زمان کافی برای جذب تغییرات و اشکالات به وجود آمده در مدت زمان اجرای پروژه هستند. بنابراین از برنامه ریزی مجدد، که گاهی هفته ها به طول می انجامد، جلوگیری می کنند. حفاظت پروژه در برابر مسائل غیرقابل پیش بینی، که ممکن است برای منابع کلیدی رخ دهد، از دیگر مزایای این روش است. لذا در اینجا نیز هر پروژه بافر مخصوص به خود را دارا است که در شکل فوق با مستطیل آبی به طول ۱۰/۱۲۴ روز در پایان زنجیره بحرانی در نظر گرفته شده است.

۳- تعیین سایز بافر با استفاده از روش ابداعی و مقایسه عددی آن با روش های سنتی اندازه گیری بافر
۴- به کارگیری مدل زنجیره بحرانی در محیط چند پروژه ای

۵- بررسی تفاوت مدیریت پروژه و چند پروژه محدودیت های استفاده از روش زنجیره بحرانی در کشور ایران، این است که نرم افزارهای مورد نیاز این روش در کشور ایران موجود نیست. درس های مرتبط با این روش در دانشگاه های کشور تدریس نشده و عدم آشنایی افراد درگیر در پروژه با این روش می باشد.

۵- جمع بندی:

در محیط واقعی مدیریت پروژه، اتمام کار بعد از تاریخ مقرر باعث تحمیل خسارت می شود. زمان محاسبه شده پروژه با استفاده از روش زنجیره بحرانی فازی ۱۹۶/۴۴ روز، با تأخیری حدود دو هفته نسبت به زمان تعهد شده می باشد. این مدت زمان انجام پروژه با توجه به این که پروژه مورد نظر با محدودیت منابع برنامه ریزی شد، می تواند زمان قابل قبولی باشد. پروژه با ضریب ریسک متوسط در نظر گرفته شد. تغییر ضریب ریسک در روش ارائه شده، تأثیر چندانی روی زمان نهایی به دست آمده نداشته است؛ کارهایی که در این پژوهش انجام شد، به صورت زیر قابل دسته بندی است:

- ۱- استفاده از روش زمان بندی فازی برای غلبه بر عدم قطعیت
- ۲- استفاده از بافر و در نظر گرفتن ضریب ریسک بافر برای غلبه بر ریسک های موجود

Company, Iran)", Technical Journal of Engineering and Applied Sciences, 3 (S): 3735-3746

Tulasi, CH, Rao, A.R, (2014) «Mul- 12-ti-Objective Resource Constrained Project Scheduling Using Critical Chain Project Management Approach», International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 3, Issue 7, 14345-14352

13-Coughlan, E.T. Lubbecke, M.K. Schulz, J. (2015) "A branch-price-cut algorithm for multi-mode resource leveling", European Journal of Operational Research, Volume 245, 70-80

14-Chakraborty, R. K., Sarker, R. A., and Essam, D. L. (2016), Multi-Mode Resource Constrained Project Scheduling Under Resource Disruptions, Computers and Chemical Engineering, <http://dx.doi.org/10.1016/j.compchemeng.2016.01.004>

15-Liu, Zh, Yang, L, Deng, R, -Tian, J, (2017), An effective approach with feasible space decomposition to solve resource-constrained project scheduling problems, Automation in Construction, Wuhan 430074, China

16-Long, Ohatso, (2008), Fuzzy critical chain method for project scheduling under resource constraints and uncertainty, International Journal of Project Management, pp 688-698

17-Herroelen WS, Leus R, Demeulemeester EL. (2002), Critical chain project scheduling: do not oversimplify. Project Manage J; 33(4):48-60

18-Herroelen WS, Leus R. (2001), On the merits and pitfalls of critical chain scheduling. J Operat Management; 19(5):559-77

Kaufman A, (1985), Gupta MM. In- 19-Introduction to fuzzy, theory and application. Van Nostrand Reinhold; 351p

Lorterapong P, Moselhi O. (1996), 20-Project network analysis using fuzzy sets theory. J Constr Eng Manage ASCE; 122(4):308-17

Shinkoh O, Mitsuo G. (1994), 21-Fuzzy multiple choice knapsack problem. Fuzzy Sets Syst; 67(1):71-80

- ۱- سبزه پرور، م. (۱۳۸۵). کنترل پروژه. انتشارات ترمه. کرج.
- ۲- معاونت امور فنی، دفتر نظارت و ارزیابی طرحها، گزارش نظارتی پروژه های عمرانی ملی سال ۱۳۸۵: عملکرد مالی پروژه های عمرانی تا اول مرداد ماه سال ۱۳۸۶، تهران: ریاست جمهوری، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی، مرکز مدارک علمی، موزه ها و انتشارات، ۱۳۸۶
- Leach, L, (2000). «Critical chain project 3-management improves project performance», Advanced Project Institute
- 4-Bushuyev S, Sochnev S. (1999). Entropy measurement as a project control tool. International Journal of Project Management, 17:343-50
- Leach, L. (1999), «Critical chain project 5-management improves project performance», International journal of project management, 30(2): 39-51
- ۶- شمسایی، علی و حسینعلی پور، سید مجتبی، (۱۳۸۸). مقایسه تطبیقی و پیشنهاد الگوریتمی مناسب برای روش های تسطیح منبع در زمان بندی های خطی، مجله مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی، سال دوم، شماره یک، ۴۱-۵۲.
- ۷- ایرانمنش، حسین و همکاران، (۱۳۹۰). راهنمای جامع پیاده سازی مدیریت پروژه بر مبنای مدیریت زنجیره بحرانی، موسسه مطالعات بین المللی انرژی.
- 8-Zhang Min, Chen Rongqiu, (2008). Buffer Sized Technique in Critical Chain Management: A Fuzzy Approach, 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008. WiCOM '08. , Dalian, China
- Ghoddousi, P. Eshtehardian, E. 9-Jooybanpour, S. Javanmardi, A. (2013) «Multi-mode resource-constrained discrete time-cost-resource optimization in project scheduling using non-dominated sorting genetic algorithm», Automation in construction, Volume 30, 216-227
- 10-Li, H. Zhang, H. (2013) «Ant colony optimization-based multi-mode scheduling under renewable and nonrenewable resource constraint», Automation in construction, Volume 35, 431-438
- Yaghoubzadeh, H, Roghanian, 11-E, (2013) "A Comparison of the Proposed FCCM with CCM and CPM Scheduling Methods (Case Study: Construction of Treatment Unit at Lorestan Petrochemical Industrial Wastewater