Journal of Structural and Construction Engineering, 9(8), 2022, pp. 99-116

Journal of Structural and Construction Engineering

www.jsce.ir

Study of the Factors Affecting Integration in the Design and Construction Phases of EPC Projects of Construction Industry of Iran

Mehdi Mehraji [1], Mohammad Hossein Mahmoudi Sar[2], Behnod Barmayehvar [3]*

1- *1- Master of Project and Construction Management, Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Art, Tehran, Iran*
2- *Assistant Professor in Technology of Architecture (Project and Construction Management), Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Art, Tehran, Iran*
3- *Assistant Professor in Technology of Architecture (Project and Construction Management), Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Art, Tehran, Iran*

ABSTRACT

In recent years, there is a growing interest in using the design-build delivery system and EPC contracts in the country's construction industry. In this delivery system, performing the design and execution phase by a single organization helps the integration of different phases of the project. In design-build delivery system, due to the overlap of different phases of the project, this integration is more important and the need for proper management becomes more urgent. The experience of the project parties shows that this delivery system in Iran has not fully achieved its desired interests and not managed in the integration different phases, due to lack of understanding of this field and its issues. This research tries to understand the factors affecting the integration due to the high importance of design and execution phases in EPC projects in the country's construction industry, helping to better understand this field and to suggest solutions. This research is a quantitative-qualitative research and in terms of data collection method, is a descriptive-analytical research. For this purpose, after reviewing the background, In the first stage, statistical analysis methods were used to analyze the raw data obtained from the questionnaires, and thus screening the identified factors was determined. In the next step, the Analytic Hierarchy Process (AHP) method and Expert choice software was used to prioritize the factors. Analysis of the data showed that the 10 factors include (1) Integrated management of project challenges and risks, (2) integrated management of stakeholder interests, (3) presentation of a checklist of potential project risks, (4) control of integration of possible project changes, (5) quality and quantity control and monitoring Progress, (6) Integration of processes in the areas of knowledge of cost, time and risk management, (7) Continuous and advanced reporting to achieve performance goals, (8) Application of knowledge integration In the exchange of information between all project factors, (9) contract management between different project elements and (10) project cost estimation, were identified as the most important factors in the integration of design and execution of EPC projects in the construction industry and were prioritized.

ARTICLE INFO

Receive Date: 13 October 2021
Revise Date: 03 January 2022
Accept Date: 28 January 2022

Keywords:
Integration
project
Design-Build
Engineering & Construction
Analytic Hierarchy Process (AHP)

All rights reserved to Iranian Society of Structural Engineering.

doi: https://doi.org/10.22065/jsce.2022.305506.2582

*Corresponding author: Behnod Barmayehvar
Email address: b.barmayehvar@art.ac.ir

نشریه مهندسی سازه و ساخت
(علمی - پژوهشی)
www.jsce.ir

عوامل موثر بر بهبود یکپارچگی در فازهای طراحی و اجرای پروژه‌های EPC (طرح و ساخت) کشور

مهدی محراجی[۱]، محمدحسین محمودی‌ساری[۲]، بهنود برمایه‌ور[۳*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران.

۲- دانشیار و عضو هیات علمی گروه فناوری معماری (مدیریت پروژه و ساخت)، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران.

۳- استادیار و عضو هیات علمی گروه فناوری معماری (مدیریت پروژه و ساخت)، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران.

چکیده

در سال‌های اخیر روش طرح و ساخت و استفاده از قراردادهای EPC در صنعت ساخت کشور با اقبال زیادی روبرو شده است. در این سیستم اجرا، انجام فاز طراحی و اجرا توسط سازمانی واحد، به یکپارچگی فازهای مختلف پروژه کمک می‌کند. در پروژه‌های طرح و ساخت به دلیل هم‌پوشانی فازهای مختلف پروژه، اهمیت این یکپارچگی بیشتر بوده و نیاز به مدیریت درست آن را بیش از پیش ضروری می‌سازد. تجربه ارکان پروژه نشان می‌دهد که این روش اجرای پروژه در ایران به منافع مورد نظر خود به طور کامل دست نیافته و مدیریت خوبی در یکپارچگی فازهای مختلف آن انجام نشده است که ناشی از عدم شناخت درست این فضا و مسائل آن می‌باشد. این پژوهش سعی دارد تا به دلیل اهمیت بالای فاز طراحی و اجرا در پروژه‌های طرح و ساخت، به شناخت عوامل موثر بر بهبود یکپارچگی فازهای طراحی و اجرا در پروژه‌های طرح و ساخت کشور بپردازد تا به کمک بررسی عوامل موثر بر یکپارچگی به درک بهتر این فضا کمک نماید. پژوهش حاضر یک پژوهش کمی-کیفی و از نظر شیوه گردآوری داده‌ها، جزو تحقیقات توصیفی- تحلیلی به شمار می‌رود. برای این منظور پس از مرور پیشینه با استفاده از روش‌های پیمایشی و بهره‌گیری از ابزار پرسشنامه در دو مرحله به سنجش این عوامل پرداخته شده است. در مرحله اول برای آنالیز داده‌های خام حاصل از پرسشنامه‌ها، از روش‌های تحلیل آماری استفاده و بدین طریق عوامل مهم تعیین گردید. در مرحله بعد، از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و به‌کارگیری نرم افزار Expert choice برای اولویت‌بندی عوامل استفاده شد. از تحلیل داده‌ها ۱۰ عامل به عنوان مهم‌ترین عوامل موثر بر بهبود یکپارچگی طراحی و اجرای پروژه‌های طرح و ساخت کشور شناسایی و الویت‌بندی گردید.

کلمات کلیدی: کپارچگی، پروژه، طرح و ساخت، فاز طراحی و اجرا، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP).

سابقه مقاله:					شناسه دیجیتال:
دریافت	بازنگری	پذیرش	انتشار آنلاین	چاپ	https://doi.org/10.22065/jsce.2022.305506.2582
۱۴۰۰/۰۷/۲۱	۱۴۰۰/۱۰/۱۳	۱۴۰۰/۱۱/۰۸	۱۴۰۰/۱۱/۰۸	۱۴۰۱/۰۸/۳۱	doi: 10.22065/jsce.2022.305506.2582

*نویسنده مسئول: بهنود برمایه‌ور

پست الکترونیکی: b.barmayehvar@art.ac.ir

۱- مقدمه

امروزه با تغییر در دنیای کسب و کار، روش‌های سنتی موجود جوابگوی نیازها و الزامات سازمان‌های مختلف به خصوص سازمان‌های پروژه محور در برآورده کردن اهداف آنها نمی‌باشند. از سوی دیگر با توجه به افزایش روزافزون تعداد سازمان‌های پروژه محور، بقاء در بازارهای تجاری، رقابت پذیری، کسب درآمد و توسعه اقتصادی و اجتماعی نیاز به روش‌های جدیدتری برای مدیریت پروژه‌ها را می‌طلبد. از آنجا که شرکت‌های پروژه محور فعال در صنعت ساخت و ساز، به پروژه‌ها به عنوان یک گزینه راهبردی برای تحقق اهداف نگاه می‌کنند، عملکرد مدیریت پروژه‌ها در این شرکت‌ها از اهمیت بسیاری برخوردار است.

وقتی صحبت از ارزیابی عملکرد مدیریت پروژه‌های صنعت ساخت به میان می‌آید، بیشتر محققان در تحقیقات خود بر اهمیت زمان، هزینه و کیفیت تأکید می‌کنند و شاخص‌های ارزیابی خود را در این سه حوزه ارائه می‌دهند. اگر چه شاخص‌های معرفی شده در این سه حوزه، مبنایی برای ارزیابی موفقیت کلی پروژه هستند ولی، در عین حال توانایی پوشش همه جنبه‌های عملکردی مدیریت پروژه را ندارند و دارای انعطاف پذیری لازم در ارزیابی این عملکرد نمی‌باشند. با تمرکز روی زمان، هزینه و کیفیت، توجه مدیران پروژه از مسئله اصلی درباره‌ی پروژه‌ها منحرف شده است و آن، نیاز به مدیریت یکتایی، منحصربفرد بودن، گذرا بودن و ریسک ذاتی و نیاز به یکپارچگی[1] است که آن‌ها به وجود می‌آورند [۱]. از این‌رو آگاهی از این مطلب که پروژه‌ها در راستای راهبردهای سازمان هستند یا خیر، یکی از مهم‌ترین مسائلی است که فراروی مدیران پروژه‌ها در شرکت‌ها قرار دارد و لذا نقش یکپارچگی مدیریت پروژه جهت همراستاسازی قابلیت‌ها و اهداف شرکت جهت ادامه حیات آن بسیار حائز اهمیت خواهد بود. درباره‌ی مفهوم یکپارچگی باید این طور عنوان کرد که یکپارچگی، ادغام تخصص‌ها یا سازمان‌هایی با اهداف، نیازها و فرهنگ‌های مختلف به یک واحد منسجم بوده که لازمه آن حمایت متقابل می‌باشد. از طریق فرآیند یکپارچه‌سازی، مقصود و اهداف پروژه می‌تواند به درستی ارائه شده و به صورت اثربخشی مورد رضایت کارفرما باشد [۲].

یکی از انواع قراردادهایی که امروزه در بیشتر پروژه‌های عمرانی زیرساختی کشور در میان کارفرمایان و پیمانکاران منعقد می‌گردد، قراردادهای EPC[2] می‌باشد. این روش قرارداد به قراردادهایی اطلاق می‌شود که در آن تمام فعالیت‌ها از طراحی پروژه گرفته تا خرید تمامی اقلام مورد نیاز، نصب، اجرا، پیش‌راه‌اندازی و راه‌اندازی کامل پروژه به طور کامل بر عهده پیمانکار بوده و به طور خلاصه پیمانکار پس از عقد قرارداد و طی زمان معین شده، پروژه را باید به صورت کامل به کارفرما تحویل دهد. در این بین کارفرما با تسهیل کار خود و محول کردن انجام تمام کارها به پیمانکار عملاً تنها نقش مدیریتی و نظارتی پروژه را ایفا می‌نماید [۳]. علیرغم گستردگی روزافزون بهره‌گیری از این سیستم قراردادی در اجرای پروژه‌های صنعت ساخت و ساز، تحقیقات نشان داده است که طراحی و ساخت در تمامی سیستم‌های اجرای پروژه از جمله روش متعارف و طرح و ساخت و دیگر روش‌ها، از یکپارچگی لازم برخوردار نبوده [۴] و همچنین با توجه به مطالعات صورت گرفته مبنی بر یکپارچگی نامناسب بین طراحی و ساخت [۴] نقش یکپارچگی در فازهای مختلف اجرای این روش قراردادی در پروژه‌ها به خصوص در فازهای طراحی و اجرا بسیار حائز اهمیت خواهد بود. در پروژه‌های طرح و ساخت به دلیل هم پوشانی فازهای مختلف پروژه، اهمیت این یکپارچگی بیشتر شده و نیاز به مدیریت درست آن بیشتر احساس می‌شود. فاز طراحی، به دلیل تعریف نیازها، کمی‌سازی آن‌ها و تصمیم‌گیری‌هایی که بر فازهای بعدی اثرگذاری زیادی دارد و فاز اجرا که به منزله خلق محصول مورد نظر می‌باشد از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند [۵]. یکپارچگی این دو فاز، پتانسیل بالایی برای بهبود داشته و شناخت نقش آن می‌تواند به مدیریت یکپارچگی کمک کرده و نتایج پروژه را بهبود بخشد.

علی‌رغم اهمیت حیاتی نقش مدیریت یکپارچگی پروژه در اجرای بهینه پروژه‌ها، به نظر می‌رسد در کشور ما هنوز آن گونه که باید به اهمیت و نقش راهبردی مدیریت یکپارچگی پروژه در سازمان‌ها و اجرای پروژه‌ها توجه نمی‌شود، بدین سبب است که هزینه سنگینی بابت ریسک‌های قابل قبول و تغییرات بیش از اندازه در پروژه‌ها و در نتیجه تاخیر در بهره‌برداری از پروژه‌ها به کشور تحمیل می‌شود [۶]. بنابراین، باید تأثیر یکپارچگی در پروژه‌ها و فازهای مختلف آن به خوبی درک شود تا مدیران پروژه بتوانند از جنبه‌های مثبت فعالیت‌های

1 Integration
2 Engineering/Procurement/Construction

هماهنگ شده پروژه بهره‌مند شوند. کمبود مطالعات و پژوهش‌های مختلف در این حوزه، در پروژه‌های مختلف صنعت ساخت کشور به خصوص پروژه‌های طرح و ساخت که از اهمیت زیادی برخوردار هستند، این نیاز را به وجود می‌آورد تا مطالعات بیشتری در زمینه یکپارچگی در پروژه‌های صنعت ساخت و به خصوص عوامل موثر بر آن در فازهای طراحی و اجرا انجام شود.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

۲-۱-پیشینه‌ی طرح و ساخت

در گذشته‌های بسیار دور روش اجرایی دو عاملی (کارفرما – سازنده) در پروژه‌های ساخت کاربرد فراوان داشته است. به مرور زمان و پیچیده شدن پروژه‌ها روش سه عاملی[3] (کارفرما – مشاور – پیمانکار) جایگزین روش دو عاملی گردید و بعدها روش چهار عاملی (کارفرما – مدیریت طرح – مشاور – پیمانکار) جهت اجرای پروژه‌های ساخت مطرح شد. در اوایل قرن ۲۱ روش اجرای دو عاملی تحت عنوان طرح و ساخت[4] توام مطرح و کاربردی گردید [۷]. روش طرح و ساخت یکی از برجسته‌ترین روش‌های تحویل پروژه است و در دهه‌های اخیر محبوبیت زیادی کسب کرده است [۸].

هدف اولیه استفاده از روش طرح و ساخت این است که سرعت را از طریق مهندسی همزمان[5] افزایش دهد [۹]. برقراری ارتباط منظم و نزدیک بین طراحان و سازندگان می‌تواند از طریق احترام و همدلی که در بین متخصصین سختکوش بیشتر خواهد شد، به بهبود بازده پیشبرد کمک کند [۱۰]. تصحیح خطاهای طراحی بدون فرآیند قراردادی رسمی که به عنوان دستور تغییر شناخته می‌شود را تسهیل می‌کند. با توجه به این که دستور تغییرات منابع اصلی افزایش هزینه‌ها و تاخیر در برنامه هستند، پروژه‌های طرح و ساخت، به طور حتم، بهتر از پروژه‌های سه عاملی در هر دو جنبه است [۹] شاید بیش از هر نوع تغییر ساختاری دیگری، شرکت یکپارچه طرح و ساخت دارای پتانسیل فوق العاده‌ای برای رشد باشد. برای مالکانی که به دنبال قرارداد یک مرحله‌ای واقعی تحت یک شرکت واحد هستند، این قالب ایده‌آل است [۱۰]. مالکان منطقی با افزایش انعطاف پذیری، که به دنبال صرفه جویی در تکمیل طراحی برای پروژه‌های بزرگ هستند، روش طرح و ساخت را انتخاب می‌کنند [۹]. در روش طرح و ساخت، پیمانکار با درگیر شدن در مرحله طراحی، فرصت‌های بیشتری برای ارتقاء کیفیت پروژه دارد. بر خلاف روش سنتی (سه عاملی)، روش طرح و ساخت وظیفه واحدی را برای کاهش ریسک‌ها برای مالک پروژه و کوتاه کردن زمان تحویل با همپوشانی مرحله طراحی و ساخت پروژه اختصاص می‌دهد [۱۱]. روش طرح و ساخت می‌تواند یکپارچگی تیم پروژه بیشتری نسبت به روش سه عاملی داشته باشد [۱۲]. لذا بسیاری از مالکان برای دستیابی به یک نقطه مسئولیت واحد نسبت به یکپارچگی فازهای طراحی و ساخت، روش طرح و ساخت را انتخاب می‌کنند [۱۰]. به طور کلی روش طرح و ساخت هنگام اجرای پروژه، یکپارچگی را ارتقاء می‌بخشد، این یکپارچگی به طور عمده بین تیم طراحی و پیمانکار اتفاق می‌افتد. طرح و ساخت می‌تواند به عنوان یک گام اولیه برای رسیدن به ساخت و ساز ناب[6] از نظر یکپارچگی و ارتباطات داخلی تلقی شود [۱۲].

تاکنون روش‌های متفاوتی در عقد قراردادهای عملیات عمرانی ابداع شده و به کار رفته است. کامل‌ترین دسته‌بندی از این رویکردهای متفاوت در جدول۱ طبقه‌بندی شده‌اند. پروژه‌های مورد بررسی در این پژوهش از نظر سیستم اجرای پروژه، در دسته سیستم یکپارچه قرار می‌گیرند.

۲-۲- پیشینه‌ی مدیریت یکپارچگی

مدیریت یکپارچگی پروژه به ویژه در رابطه با هم‌پوشانی مراحل مختلف پروژه، ناحیه‌ای از دانش مدیریت پروژه می‌باشد که اگر در پروژه‌ها رعایت شود در کاهش زمان و هزینه پروژه تاثیر گذار خواهد بود. نقش مدیریت یکپارچگی پروژه در پروژه‌هایی که تاثیرات متقابل هریک از حوزه‌های مختلف دانش مدیریت پروژه بر یکدیگر زیاد باشد، پررنگ‌تر است. یکپارچگی و هماهنگ نمودن سایر حوزه‌های مدیریت پروژه در قالب مدیریت یکپارچگی، شرط کسب نتایج مورد انتظار در پروژه می‌باشد [۱۳].

3 Design-Bid-Build (DBB)
4 Design-Build (DB)
5 Concurrent engineering
6 Lean Construction

همانطور که قبلاً بیان گردید یکپارچگی، ادغام تخصص‌ها یا سازمان‌هایی با اهداف، نیازها و فرهنگ‌های مختلف به یک واحد منسجم بوده که لازمه آن حمایت متقابل می باشد. از طریق فرآیند یکپارچه‌سازی، مقصود و اهداف پروژه می‌تواند به درستی ارائه شده و به صورت اثربخشی مورد رضایت کارفرما باشد. بی شک، رویکرد یکپارچه شده مزایای متعددی برای وجوه فنی و اجتماعی فراهم می‌کنند، مانند بهبود راه حل‌های ساخت، ارتباطات بهتر، دستیابی به بهترین ارزش و انتقال تجارب بین تمامی ارکان پروژه [۲]. مدیریت یکپارچگی یکی از مهم‌ترین عناصر مدیریت پروژه است که تمام جنبه‌های یک پروژه را در بر می‌گیرد. مدیریت یکپارچگی پروژه هماهنگی موفق بین فعالیت‌های پروژه را تضمین می‌کند. بنابراین، تاثیر مدیریت یکپارچگی بر موفقیت پروژه باید به خوبی درک شود تا مدیران پروژه بتوانند از جنبه‌های مثبت فعالیت‌های هماهنگ شده پروژه بهره‌مند شوند [۱۴]. یکپارچگی می‌تواند به عنوان یک شبکه‌ای از سازمان‌های مختلف در نظر گرفته شود که در زنجیره‌ای با هم مرتبط هستند تا با کیفیت و ارزش در خدمات و محصولات برای مصرف‌کنندگان تولید شوند. یکپارچگی به منظور بهبود صنعت ساخت و ساز است. به عنوان مثال، یکپارچگی زنجیره تامین بر روی نوآوری و تخصص متمرکز است، و نه هزینه. با سرمایه‌گذاری مستمر در مهارت‌های جدید در یکپارچگی زنجیره تامین، هزینه‌های پروژه می‌تواند به طور غیرمستقیم به حداقل برسد [۲].

جدول۱- دسته‌بندی سیستم‌های اجرای پروژه [۱۵]

شماره	دسته		طبقه	رده
۱	سیستم سنتی (مجزا و مشارکتی)	Traditional system (separated and Cooperative)	Design–bid–build	Design/Bid/Build
			Variant of traditional system	Sequential Method
				Accelerated Method
۲	سیستم یکپارچه	Integrated System	Design/Build	Design/Build
				Joint Venture (Architect and Contractor)
			Variant of Design/Build System	Package Deal
				Turnkey Method: EPC (Engineering, Procurement, Construction)
			Variant of Design/Build System (Turnkey)	Build/Operate/Transfer (BOT)
				Build/Own/Operate/Transfer (BOOT)
				Build/Transfer/Operate (BTO)
				Design/Build/Operate/Maintain (DBOM)
			Variant of	Lease/Develop/Operate (LDO)

			Design/Build System (Funding Option)	Wraparound (Public–Private Partnership)
			Variant of Design/Build System	Build/Own/Operate (BOT)
				Buy/Build/Operate (BBO)
۳	سیستم مدیریت محور	Management-Oriented System	Management Contracting	Project Manager (Program Management)
			Construction Management	Agency Construction Manager
				Construction Manager-at-Risk
۴	سیستم انجام تجمیعی پروژه	Integrated Project Delivery System	Integrated Form of Contract	IPD

مهدوی عادلی و همکاران (۱۳۹۱)، با تکیه بر پرسشنامه محقق ساخته نسبت به شناخت عوامل مؤثر بر تأخیر پروژه‌ها از سوی مهندسین مشاور و به تفکیک آن‌ها به فازهای طراحی و اجرا پرداخته و پس از مصاحبه با افراد با تجربه و صاحب نظر عوامل تأخیر شناسایی و جهت رفع نواقص فوق پیشنهاد گردید تا سیستم اجرای پروژه‌های آب و فاضلاب از شکل سنتی اجرا و عدم یکپارچگی بین مراحل ساخت و طراحی به دلیل وجود نظام سه عاملی، خارج شده و روش EPC، جایگزین روش سه عاملی شود [۱۶]. صادقی تهرانی و صبحیه (۱۳۹۵)، مقاله‌ای تحت عنوان تبیین چالش‌های فرآیند مدیریت یکپارچگی پروژه مطالعه‌های موردی در شرکتهای تولیدی صنعتی دولتی ارائه نمودند، که به عارضه‌یابی انجام پروژه‌های نوسازی در شرکتهای تولیدی/ صنعتی دولتی در بستر فرآیند مدیریت یکپارچگی پروژه می‌پردازد و به صورت مطالعه تک موردی در شرکت فولاد الف صورت گرفته است. پژوهش با رویکردی کیفی، ماهیتی توصیفی تحلیلی و جمع آوری داده‌های کیفی انجام شده است. طبق یافته‌ها، مهم‌ترین چالش‌های انجام این پروژه ناشی از عدم وجود منشور پروژه و تهیه‌ی برنامه‌ی مدیریت پروژه به صورت جامع می‌باشد که می‌تواند ناشی از ماهیت شرکت الف که شرکتی غیر پروژه محور است، ناشی گردد. بهره‌گیری از متخصصان مدیریت پروژه به صورت عامل چهارم یا مدیریت طرح برای بهبود روند اجرای پروژه در این شرکت‌ها همانند مشاوران مهندسی، پیشنهاد شده است [۶].

تاتم و میتروپولیس[۷] (۲۰۰۰) نشان دادند که تغییرات ممکن است عواقب شدیدی را در برنامه زمانی و بودجه پروژه ایجاد کند. آنها همچنین اظهار داشتند که عدم یکپارچگی در برنامه‌ریزی پروژه می‌تواند عدم اطمینان در محدوده، اولویت‌های نامشخص و نیازها و محدودیت‌های ناشناس را ایجاد کند که ممکن است منجر به دوباره کاری و تاخیرات شود [۱۷]. فروئیز و هافوی[۸] (۲۰۰۷) در تحقیق خود اقدام به توسعه یک چارچوب مؤلفه محور برای پیاده سازی سیستم‌های یکپارچه معماری، مهندسی و ساخت در پروژه‌های ساختمانی نموده‌اند. در چارچوب توسعه یافته توسط این محققین، تعدادی از فاکتورهای کلیدی یکپارچگی همچون مدیریت داده‌ها، مدیریت معاملات، مدیریت اسناد و مدیریت گردش کار اعمال شده و نحوه ذخیره‌سازی متمرکز و یکپارچه تمامی اطلاعات پروژه مورد بررسی قرار گرفته است [۱۸]. گرزا و پیشداد-بزرگی[۹] (۲۰۱۲) بیان کردند که از منظر مدیریت یکپارچگی، رویکرد EPC ممکن است پتانسیل ادعاها را کاهش دهد، زیرا طراحان و تامین‌کنندگان عضو تیم پیمانکار هستند که در نتیجه می‌تواند ادعاهای مرتبط با اشتباهات، غفلت و سوء تفاهم را کاهش دهد [۱۹]. در سال ۲۰۱۶، اوسپینا[۱۰] و همکاران در مقاله‌ای، با هدف ایجاد یک چارچوب یکسان برای یکپارچگی پروژه با شناسایی ویژگی‌های اصلی موفقیت و سطوح مختلف اهمیت ویژگی و تعیین اینکه آیا تفاوت‌های عمده‌ای در بین نظرات پاسخ دهندگان به

7 Tatum & Mitropoulos
8 Froese & Halfawy
9 Garza & Pishdad-Bozorgi
10 Ospina

نظرسنجی، بسته به نقش صنعت‌شان، وجود دارد پرداختند. براساس دریافت از پاسخ دهندگان، پنج سطح اهمیت یکپارچگی از بسیار مهم تا خنثی مشخص شد. ۱۹ مورد از ۴۵ ویژگی مورد مطالعه به عنوان عوامل بسیار مهم و شش مورد نیز به عنوان عوامل مهم برای دستیابی موفقیت آمیز در یکپارچگی پروژه بودند. یافته اصلی این مطالعه شناسایی مجموعه‌ای از ویژگی‌های اساسی برای دستیابی به یکپارچگی پروژه با توجه به درک پاسخ‌دهندگان بوده، که به طور عمده مهم‌ترین ویژگی‌ها با توجه به نظر صاحبان و مدیران ساخت، معماران، مهندسین یا مشاوران تخصصی و پیمانکاران عمومی و جزء برای دستیابی به یکپارچگی پروژه است. علاوه بر این، سطوح مختلف نیز به دلیل اهمیت یک مجموعه گسترده‌تری از ویژگی‌هایی که در یکپارچگی پروژه با ابعاد مختلف نقش دارند، به دست آمد [۲۰]. دمیرکسن و اوزورهون[11] در مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۷ ارائه دادند به بررسی تاثیر مدیریت یکپارچگی در عملکرد مدیریت پروژه ساخت و ساز پرداختند. در این مطالعه به ارزیابی تاثیر مولفه‌های مختلف مدیریت یکپارچگی در پروژه‌های ساخت و ساز و رابطه بین این مولفه‌ها با مدیریت یکپارچگی پرداخته شد. نتایج نشان داد مدیریت یکپارچگی تاثیر زیادی بر عملکرد مدیریت پروژه ساخت دارد [۱۴].

۲-۳- یکپارچگی مولفه‌های طراحی و اجرا در پروژه‌های ساخت

طرح و ساخت یکی از گزینه‌هایی است که اجازه می‌دهد تا همپوشانی بین مراحل طراحی و ساخت، جایی که یک مجموعه، پیمانکار طراحی و ساخت، هر دو خدمات را انجام می‌دهد. این نقطه واحد مسئولیت، آغاز عملیات ساخت را قبل از تکمیل طراحی فراهم می‌کند [۹]. تغییر نیازهای صنعت در دو دهه گذشته جهش بزرگی داشته است. روش‌های طراحی و ساخت و همچنین سیستم‌های اجرای پروژه به سمت یکپارچگی حرکت کرده‌اند. این امر به شدت بسیاری از دست اندارکاران پروژه را ترغیب کرده است تا مراحل طراحی و ساخت را همزمان در فازهای متوالی در نظر بگیرند. با کاستن فاصله بین طراحی و ساخت از طریق یکپارچگی، قابلیت ساخت پروژه می‌تواند بسیار بهبود یابد [۲۱]. اتمام موفقیت‌آمیز یک پروژه ساخت مستلزم درک کاملی از تمام مراحل و فازهای پروژه است و می توان از طریق یکپارچگی طراحی و ساخت در مرحله پیش از ساخت افزایش داد. در مرحله پیش از ساخت، یک عامل مهم که منجر به مشکلات قابلیت اجرایی در مرحله ساخت می‌شود، فقدان یکپارچگی دانش و تجربه ساخت در فرآیندهای برنامه‌ریزی و طراحی است. مدل‌های مختلف راه حل برای بهبود قابلیت اجرایی برای کمک به تیم پروژه در یکپارچگی دانش و تجربه ساخت در مرحله قبل از ساخت به کار گرفته شد [۲۱].

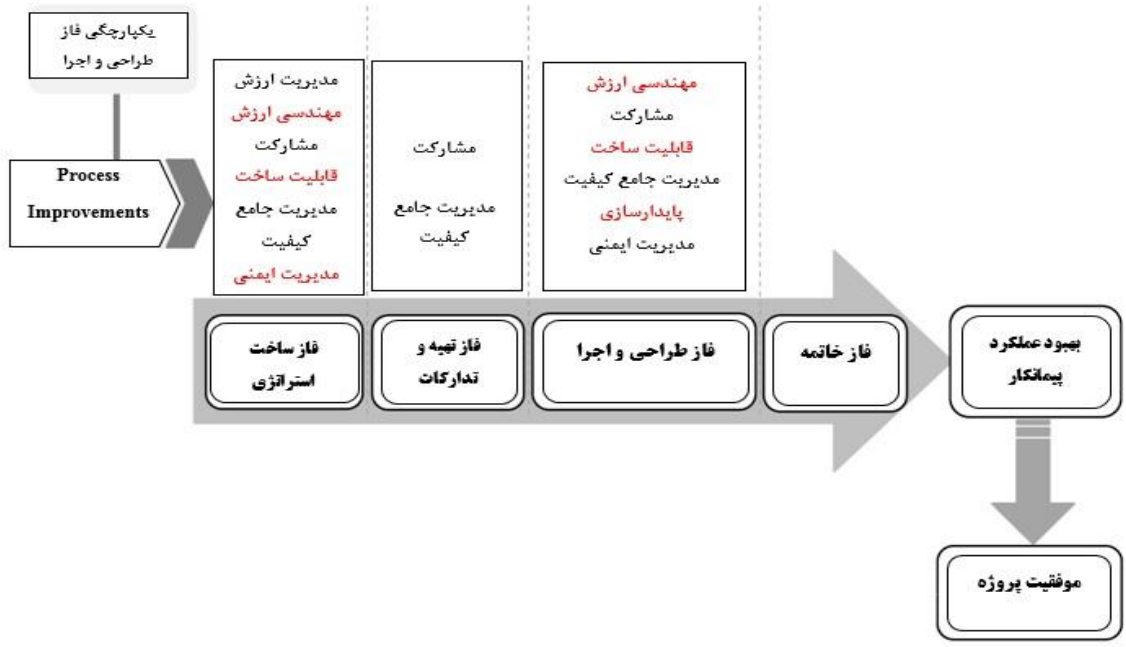
تحقیقات نشان می‌دهد که فاز طراحی نسبت به فازهای بعدی، تاثیر زیادی بر کاهش کلی اتلاف و برنامه‌ریزی پروژه داشته و همچنین بر موفقیت کلی پروژه در قالب تصمیمات اتخاذ شده در این فاز موثر بوده که این تصمیمات بر مراحل بعدی ساخت نیز موثر می‌باشند. یکپارچگی وظایف و منابع انسانی در فرآیند طراحی موجب ایجاد ارزش می‌شود [۱۴]. کیفیت طراحی پایه و اساس مراحل بعدی است و بیشترین تأثیر را در یک پروژه ساختمانی دارد. کیفیت طراحی نشانگر آن است که تا چه اندازه طراحی تسهیلات با نیاز و رضایت کارفرما مطابقت دارد [۲۲]. یکپارچگی در مرحله طراحی به دو دلیل مهم است: (۱) برای جلوگیری از مشکلات در فرآیندهای بعدی، (۲) برای انتخاب این گزینه‌هایی که عملکرد کلی پروژه را بهینه‌سازی می‌کنند. این به مشارکت پیمانکاران و تامین کنندگان[12] به عنوان «شرکای برابر» در طراحی نیاز دارد و خواستار تصمیم‌گیری مشترک، و نه تنها تبادل اطلاعات و دانش است. البته، نیازها، محدودیت‌ها و اولویت‌های کارفرما، دستورالعمل‌های تصمیم‌گیری و حل منازعات را فراهم می‌کند [۱۷].

یکپارچگی طراحی و اجرا می‌تواند در مرحله اول با شناسایی مسائل زمان و هزینه در مراحل طراحی و اجرا شروع شود که اغلب دو شاخص تنش‌زا و ادعا آفرین می‌باشد. به منظور حل مسئله، می‌بایست راه‌حل‌های بهبودبخش مانند مدیریت ارزش، مهندسی ارزش، مشارکت، قابلیت ساخت، مدیریت جامع کیفیت[13]، پایدارسازی و مدیریت ایمنی انتخاب شود تا فازهای طراحی و اجرای پروژه بتواند با رویکرد یکپارچه شده مزایای متعددی برای وجوه فنی و اجتماعی پروژه فراهم نماید (مطابق مدل مفهومی، شکل۱) [۲]. در ایجاد این

11 Demirkesen & Ozorhon
12 Vendors
13 Total Quality Management (TQM)

یکپارچگی هر یک از ارکان مختلف پروژه نقش‌هایی به عهده خواهند داشت؛ تعریف محدوده کار و الزامات توسط کارفرما در مرحله برنامه‌ریزی، فراهم کردن دستورالعمل‌های روشن مطابق با نیازها و محدودیت‌ها در مرحله طراحی و پیش از ساخت توسط کارفرما، ارزیابی گزینه‌های مختلف توسط طراح در مرحله طراحی، پیش از ساخت و تدارکات تا بتواند الزامات کارفرما را برآورده کند، حل مشکلات غیر منتظره توسط طراح در مرحله اجرا، بررسی روش‌های ساخت و ورودی‌های لازم برای زمانبندی و تدارکات در مرحله برنامه‌ریزی توسط سازنده، ارزیابی گزینه‌های مختلف در رابطه با هزینه، زمان و محدودیت‌های تدارکات توسط سازنده در مرحله طراحی و پیش از ساخت، ساخت تسهیلات توسط سازنده در مرحله اجرا و بسیاری از موارد دیگر [۱۷].

تحقیقات نشان داده است که طراحی و ساخت در تمامی سیستم‌های اجرای پروژه از جمله روش متعارف و طرح و ساخت و دیگر روش‌ها، از یکپارچگی لازم برخوردار نبوده [۴] و یکپارچگی این دو فاز از پروژه پتانسیل بالایی برای بهبود عملکرد پروژه دارند. جدا دیدن طراحی و ساخت و همچنین هماهنگی کم بین طراحان و سازندگان، هر گونه تلاشی در به حداقل رساندن زمان کلی پروژه را بی ثمر می‌کند. بنابراین در زمان تحویل پروژه، صنعت ساخت باید به سمت یکپارچگی طراحی و ساخت حرکت کند. با این حال، رویکرد ساخت و ساز توسط پیمانکاران، برای پروژه‌های طراحی و اجرای یکپارچه از طریق روش‌های ساخت مناسب، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در حالی که مقدار قابل توجهی از هزینه از دست رفته و دوباره کاری در طول فاز بهره‌برداری ممکن است رخ دهد، قابلیت ساخت و ساز، دانش ساخت و تکنولوژی و تجربه دستیابی به اهداف پروژه را ترغیب می‌کند که این امر منعکس کننده اهمیت جنبه‌های فنی می‌باشد.



شکل۱- مدل مفهومی یک روند یکپارچه طراحی و اجرا در پروژه‌های طرح و ساخت [۲]

۲-۴- عوامل موثر بر یکپارچگی در سیستم اجرای طرح و ساخت

با توجه به مطالعات انجام یافته در زمینه سیستم اجرای طرح و ساخت و همچنین مدیریت یکپارچگی، در این بخش به جمع بندی عوامل موثر در یکپارچگی در فازهای طراحی و اجرای پروژه‌های EPC صنعت ساخت پرداخته می‌شود. محققین، مقالات منتخب و نهایی شده را به منظور دستیابی به یافته‌های درون محتوایی که در آنها مطالعه‌های اصلی و اولیه انجام می‌شوند، چندبار مرور نموده سپس اطلاعات مقالات دسته‌بندی شده مربوط به هر مقاله ثبت و اطلاعات روش شناختی کلیدی مانند: هدف پژوهش، روش، رویه‌ها، و وسایل

سنجش یادداشت شده و عوامل مهم استخراج گردیده است. در مجموع بیش از ۱۰۰ مرجع شامل مقاله و کتاب و منبع به عنوان منابع مرتبط و مناسب‌تر با موضوع و اهداف تحقیق انتخاب شد. در مرحله بعد، براساس مطالعه چکیده منابع انتخاب شده، در خصوص بحث قراردادهای EPC و یکپارچگی فاز طراحی و اجرا و پس از مطالعه کامل محتوای مراجع انتخابی، در نهایت تعداد ۵۲ عنوان مقاله، ژورنال، کتاب و یادداشت پژوهشی مرتبط با موضوع پژوهش حاضر برای استخراج اطلاعات نهایی انتخاب و برای این مهم از حداکثر ظرفیت‌های جستجو و روش‌شناسی علمی استفاده شد. پس از تحلیل محتوای اسناد جمع‌آوری شده، موارد مشابه، تلفیق و موارد غیر مشابه به همراه زیرگروه‌هایشان دسته‌بندی گردید. در مرحله بعد، عوامل بدست آمده از مطالعات کتابخانه‌ای توسط مصاحبه با پنج نفر از خبرگان متخصص و اخذ تایید عوامل بدست آمده توسط ایشان اقدام گردید که روش تحقیق در بخش سوم به طور مفصل به همراه فلوچارت مربوطه ارائه گردیده است. شایان ذکر است که در روند مطالعات کتابخانه‌ای این پژوهش، سطح کیفی ژورنال‌های انتخابی، کیفیت مقاله‌های مورد استفاده، میانگین استناد و ارجاع در پورتال‌های علمی و به طور کلی اعتبار عوامل شناسایی شده به دقت مورد توجه قرار گرفته است، به عنوان مثال عمده عوامل بدست آمده از مطالعات، توسط مقالات موجود در ژورنال‌های بین‌المللی و معتبر علمی مانند International Journal of Project Management , Construction Engineering and Management مرتبط با موضوع تحقیق انتخاب گردیده است. بر اساس مطالعات انجام گرفته‌ی پژوهش، می‌توان عوامل موثر در یکپارچگی پروژه‌های EPC که از بررسی پیشینه و اخذ تاییدیه از طریق مصاحبه با خبرگان حاصل گردیده است را با در نظرگیری مراحل قرارداد سیستم اجرای EPC در فاز طراحی و ساخت و فرآیندهای مدیریت پروژه مطرح نمود (۸ عامل اصلی و ۴۲ زیرعامل) که در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول۲- عوامل شناسایی شده موثر بر یکپارچگی در فازهای طراحی و اجرای پروژه‌های طرح و ساخت

نماد	عامل	مرجع
GSP	مرحله تعیین اهداف و استراتژی در سیستم اجرای EPC (Goals and Strategy setting Phase)	
GSP1	صدرو مجوزهای ساخت بر اساس توسعه منشور پروژه	[۱] و [۱۴] و [۶]
GSP2	تعریف مرزهای پروژه	[۵] و [۲۰] و [۱۷]
GSP3	ایجاد یک سابقه رسمی از پروژه	[۱۸] و [۲۰]
GSP4	پذیرش مستقیم پروژه از سوی مدیریت ارشد	[۱] و [۲۰]
GSP5	ایجاد مشارکت بین سازمان های اجرایی و درخواست کننده	[۲۰] و [۱۷]
DPP	مرحله تعریف برنامه در سیستم اجرای EPC (Definition of the Program Phase)	
DPP1	ارائه اسناد پروژه	[۲۰]
DPP2	ارائه برنامه کامل مدیریت پروژه	[۲۳] و [۱۸]
DPP3	کاربرد یکپارچگی دانش در تبادل اطلاعات بین همه عوامل پروژه	[۱۴] و [۲۱]
DPP4	بررسی تمام شرایط و عوامل محیطی	[۲۴]
DPP5	ارائه پیشنهادات اولیه بودجه و زمان پروژه	[۲] و [۱۸]
DPP6	ارائه لیست فرضیات پروژه	[۲۰]
DPP7	ارائه چک لیست ریسک های احتمالی پروژه	[۲۴]
DPP8	تعریف، آماده سازی و هماهنگی تمام برنامه های فرعی و یکپارچه‌سازی آنها در برنامه مدیریت پروژه	[۱] و [۲۰]
DPP9	تعیین روش اولیه اجرایی پروژه بر اساس قرارداد EPC	[۲۰]
CSP	مرحله انتخاب تامین کننده در سیستم اجرای EPC (Choice of Supplier Phase)	
CSP1	اعلان آگهی مناقصه پیمانکاران	[۱۷]

CSP2	سازماندهی تیم های طراحی و اجرایی براساس جوابگویی به نیازهای اعلام شده	[۲۰]
CSP3	اخذ طرح و هزینه پیشنهادی پیمانکاران	[۱۷]
CSP4	بررسی نیازهای برنامه‌ای، مشخصات کارکردی، اطلاعات کارگاهی تامین کننده	[۲۴]
CSP5	تشریح تیم‌های کاری تامین کننده و پیمانکاران	[۱۸]
BSP	مرحله تعیین بودجه و زمان بندی (Budgeting and Scheduling Phase)	
BSP1	برآورد هزینه پروژه	[۱] و [۱۷]
BSP2	برآورد زمان پروژه	[۱] و [۱۷]
BSP3	ارائه شماتیک پروژه از سوی شرکت ها و تیم های طراحی و اجرا	[۲۰]
EPP	مرحله ارزیابی طرحهای پیشنهادی (Evaluate Proposals Phase)	
EPP1	ارزیابی طرح بر اساس معیارهای کیفیت عوامل پروژه توسط مدیریت پروژه	[۱۴] و [۲۰]
EPP2	ارزیابی پیشنهادات بر اساس معیارهای کمیت و نیازها	[۱۷] و [۲۰]
EPP3	مدیریت و ارزیابی نهایی طرح برگزیده	[۱۴]
SCP	مرحله عقد قرارداد (Signing Contract Phase)	
SCP1	مدیریت انعقاد قرارداد فی مابین ارکان مختلف پروژه	[۲۰] و [۱۷]
SCP2	مدیریت یکپارچه منافع ذینفعان	[۱] و [۲۳]
SCP3	مدیریت یکپارچه تیم پروژه	[۲] و [۶] و [۲۳]
SCP4	به روز رسانی نهایی برنامه‌های مدیریت پروژه	[۱۴] و [۱۷]
DEP	مرحله تعیین طرح اجرایی (Determining the Executive plan Phase)	
DEP1	نظارت بر نقشه‌ها و طرح‌های اجرایی	[۱۴]
DEP2	بروزرسانی نهایی سرمایه‌های فرآیند سازمان	[۱۴]
DEP3	کنترل کامل مراحل اجرای پروژه با زمان بندی	[۲۵]
DEP4	کنترل تجهیزات و روش کار با هزینه	[۱۷]
DEP5	یکپارچه سازی فرآیندها در حوزه‌های دانش مدیریت هزینه، زمان و ریسک	[۱۴]
CP	مرحله ساخت (Construction Phase)	
CP1	ایجاد هماهنگی عوامل با مدیریت یکپارچه پروژه	[۲] و [۱۴] و [۶]
CP2	کنترل و نظارت کیفیت و میزان پیشرفت کار	[۱۴]
CP3	گزارش مستمر و پیشرفته در راستای تامین اهداف عملکردی	[۱۴]
CP4	مدیریت یکپارچه چالش‌ها و ریسک‌های پروژه	[۲۰] و [۲۴]
CP5	بررسی مطابقت اجرا و ساخت با اهداف پروژه و برنامه ابتدایی پیمانکار	[۲۵]
CP6	تضمین کیفیت و کارایی پروژه طی مدت نگهداری توسط پیمانکار	[۴] و [۲۴]
CP7	کنترل یکپارچگی تغییرات احتمالی پروژه	[۱۷] و [۱۴] و [۶]
CP8	مدیریت نهایی کردن تمام فعالیت‌های پروژه	[۱] و [۲۳]

۳- روش تحقیق

روش پژوهش شامل اطلاعاتی پیرامون طرح پژوهش، جمع‌آوری داده‌ها، روش تحلیل داده‌ها و موارد مرتبط دیگری می‌باشد. در حقیقت این بخش به شرح این می‌پردازد که برای دست‌یابی به اهداف پژوهش چه اقداماتی صورت گرفته یا باید صورت بگیرد، و در ادامه این اقدامات چگونه و با چه روشی تحلیل می‌شوند. شکل ۲ فلوچارت کلی پژوهش را ارائه می‌دهد.

شکل۲- فلوچارت کلی پژوهش

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱- گام اول: معرفی عوامل نهایی موثر

همانگونه که پیش از این نیز بیان شد در مرحله اول پژوهش ابتدا عوامل موثر بر یکپارچگی در فازهای طراحی و اجرای پروژه‌های EPC صنعت ساخت، استخراج و سپس توسط مصاحبه با خبرگان تایید گردیده و در ادامه براساس عوامل نهایی به دست آمده، سوالات تنظیم شده و در اختیار جامعه آماری قرار گرفته است. مطابق جدول ۲، هشت مرحله اصلی به عنوان عامل اصلی و در مجموع ۴۲ عامل فرعی استخراج شد. عوامل شناسایی شده با استفاده از روش تحلیل‌های آماری ارزیابی شده و بدین منظور عوامل شناسایی شده بر مبنای مقیاس پنج گزینه‌ای لیکرت مورد مقایسه قرار گرفت. در این طیف، یک مبنای سنجش پنج گزینه‌ای شامل خیلی کم (۱)، کم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (۴) و خیلی زیاد (۵)، برای شناسایی و اولویت‌بندی مهم‌ترین عوامل شناسایی شده در قالب پرسشنامه مورد استفاده قرار گرفته است.

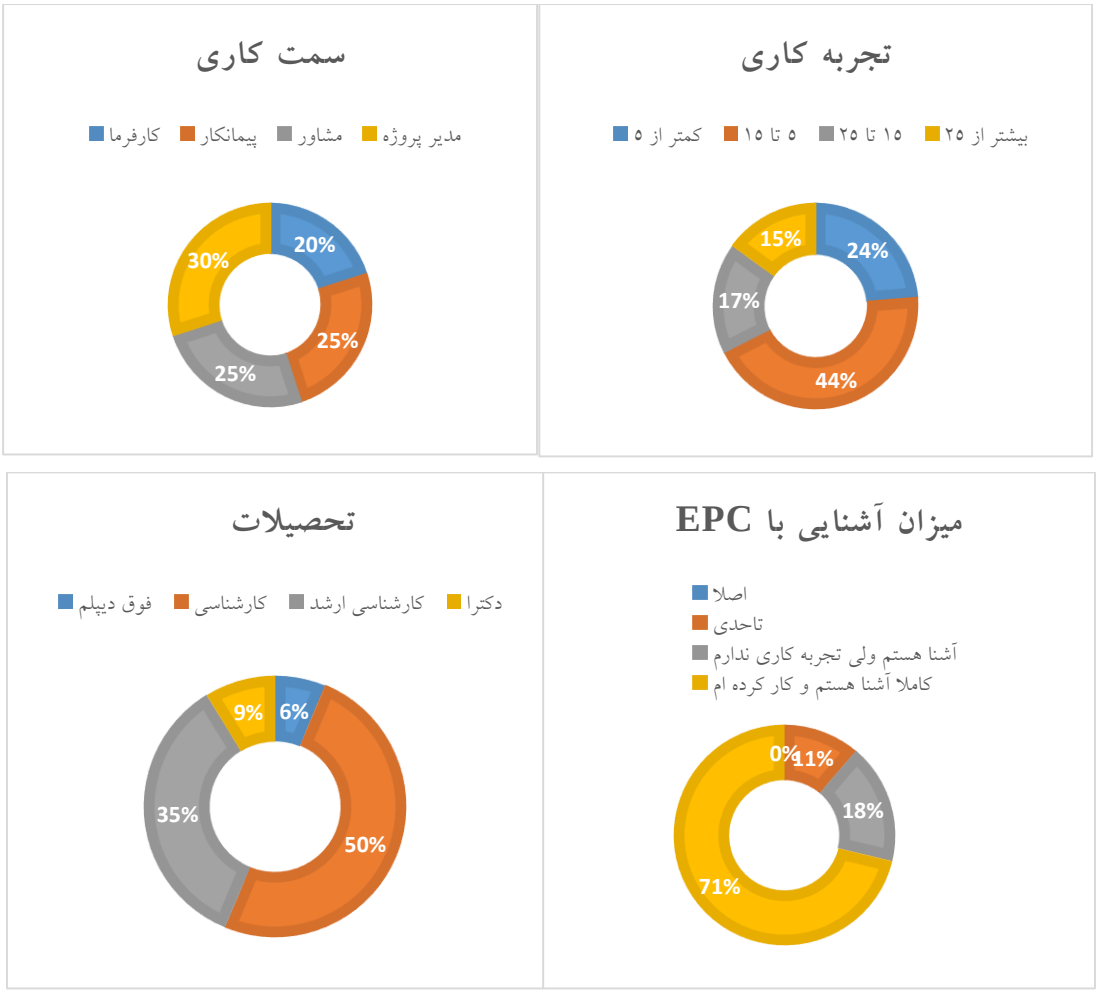
۴-۲- گام دوم: تایید عوامل (پایایی و روایی)

پس از شناسایی مهم‌ترین عوامل درخصوص عوامل موثر بر یکپارچگی در فازهای طراحی و اجرای پروژه‌های EPC صنعت ساخت، در این مرحله اقدام به تعیین روایی و پایایی آنها شده است. بدین منظور با استفاده از کدگذاری عوامل شناسایی شده، اقدام به تنظیم پرسشنامه‌های بسته پاسخ مبتنی بر آزمون‌های روایی محتوایی و پایایی آلفای کرونباخ گردیده، مقدار ضریب روایی محتوایی (CVR) و ضریب آلفای کرونباخ (rα) برای هر یک از مراحل اصلی و عوامل فرعی تعیین شد که بر اساس روش‌های تعیین پایایی و روایی، ابتدا عوامل توسط ۱۵ متخصص خبره ارزیابی شد که طبق اصول CVR برای تعداد ۱۵ نفر، به ازای این تعداد پاسخ دهنده، مقدار CVR بیشتر از ۰,۴۹ بود که قابل قبول می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که مقدار r_α به ازای تمامی عوامل استخراج شده، بیشتر از حداقل مقدار قابل قبول (۰,۷) به دست آمده است. بر این اساس می‌توان گفت که عوامل شناسایی شده مرتبط با هر یک از فازهای طراحی و اجرای پروژه‌ها به عنوان فازهای مناسب و ضروری در این پروژه شناخته شده و پرسشنامه‌های تهیه شده بدین منظور از روایی و پایایی کافی و مطلوبی برخوردار می‌باشند.

۴-۳- گام سوم: بررسی شاخص‌های جمعیت شناختی متخصصین نمونه آماری

در این پژوهش تعداد ۱۰۰ نفر کارشناس برای جامعه آماری انتخاب شد که نمونه آماری مطابق رابطه کوکران برابر ۸۰ نفر انتخاب گردید و بنابراین در مجموع این تعداد پرسشنامه کامل نیاز بود. افرادی که در پژوهش حاضر به عنوان افراد مطلع در زمینه پژوهش با آنها مصاحبه انجام شد، ضرورتاً از بین متخصصین، مدیران و کارکنان دفتر مدیریت پروژه و یا مدیران سازمانی در پروژه‌های صنعت ساخت که آشنایی کافی با بحث EPC و یکپارچگی فازهای اجرایی پروژه ساخت داشته‌اند، می‌باشند.

ارزیابی ویژگی‌های کارشناسان در راستای پاسخگویی سوالات پرسشنامه به منظور تعیین اعتبار مناسب پاسخ‌ها مهم می‌باشد. از این‌رو در این قسمت نتایج شاخص‌های جمعیت شناختی افراد پاسخ دهنده شامل اطلاعات شخصی تجربی و کاری آنها با روش آمار توصیفی ارائه شده است. مطابق نتایج توزیع ویژگی‌های جمعیت شناختی، مشاهده می‌شود که ۸۰ نفر کارشناس پاسخگو به سوالات از طیف وسیع بوده و توزیع نرمالی از پارامترهای جمعیت شناختی دارند (شکل۳).

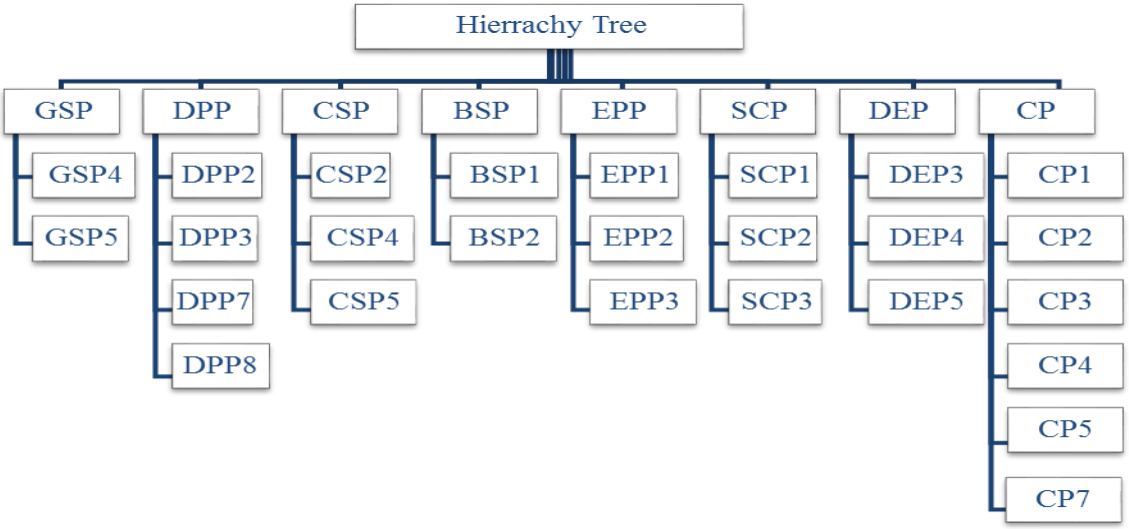


شکل۳- نمودار شاخص‌های کاری پاسخ دهندگان

۴-۴- گام چهارم: بررسی رتبه عوامل فرعی با روش آماری

عوامل شناسایی شده با استفاده از روش تحلیل‌های آماری ارزیابی گردیده و ابزار مورد استفاده در این مرحله، نرم‌افزار تحلیل داده‌های آماری یعنی SPSS V.18 بوده است. داده‌های جمع‌آوری شده از طریق پرسشنامه‌های تهیه شده برمبنای روش طیف لیکرت، وارد نرم افزار مذکور گردیده تا فراوانی هر عامل، اولویت آن و مهم‌ترین موارد مشخص شود. در این مرحله برای اولویت‌بندی از آزمون‌هایی نظیر فریدمن[۱۴] استفاده شده است. بدین منظور با در نظر گرفتن عدد فریدمن ۲۰ برای انتخاب عوامل برتر تعداد ۲۶ عامل بدست آمد که در شکل۴ به صورت نمودار سلسله مراتبی مشخص گردیده‌اند.

14 Friedman Test



شکل۴- درخت سلسله مراتبی عوامل و زیرعوامل در AHP

۴-۵- گام پنجم: اولویت‌بندی عوامل ارجح به روش AHP

در این بخش از تحلیل داده‌ها، پس از انتخاب ۲۶ عامل مهم‌تر از بین ۴۲ عامل در مرحله قبل، پرسشنامه مقایسات زوجی AHP طراحی گردیده و در اختیار ۱۵ نفر از خبرگان متخصص قرار داده شد. کارشناسان براساس عبارات زبانی معرفی شده برای AHP، به مقایسه زوجی عامل‌های فرعی مهم هر عامل اصلی به صورت زوجی اقدام نمودند. به منظور تعیین وزن و اهمیت عوامل و زیر عوامل شناسایی شده، ابتدا کلیه آنها ازطریق ماتریس‌ها که به صورت زوجی طراحی شده‌اند با یکدیگر مقایسه گردیدند. سپس با استفاده از تکنیک‌های مختلف وزن تک تک عوامل و زیرعوامل تحت عنوان وزن نسبی آنها تعیین شدند. به منظور مقایسه و تعیین وزن نسبی هر عامل و زیرعامل نسبت به دیگری از روش ارزش‌گذاری شدت ارجحیت مقایسه‌های زوجی شاخص‌ها استفاده گردیده است. میانگین هندسی عبارات زبانی تخصیص داده شده از سوی کارشناسان به ماتریس مقایسات زوجی وارد نرم‌افزار EXPERT CHOICE شده و در ادامه این نرم‌افزار محاسبات مربوط به تعیین وزن عوامل و همچنین سازگاری ماتریس‌ها را انجام داده و در نهایت به اولویت‌بندی آنها پرداخته است.

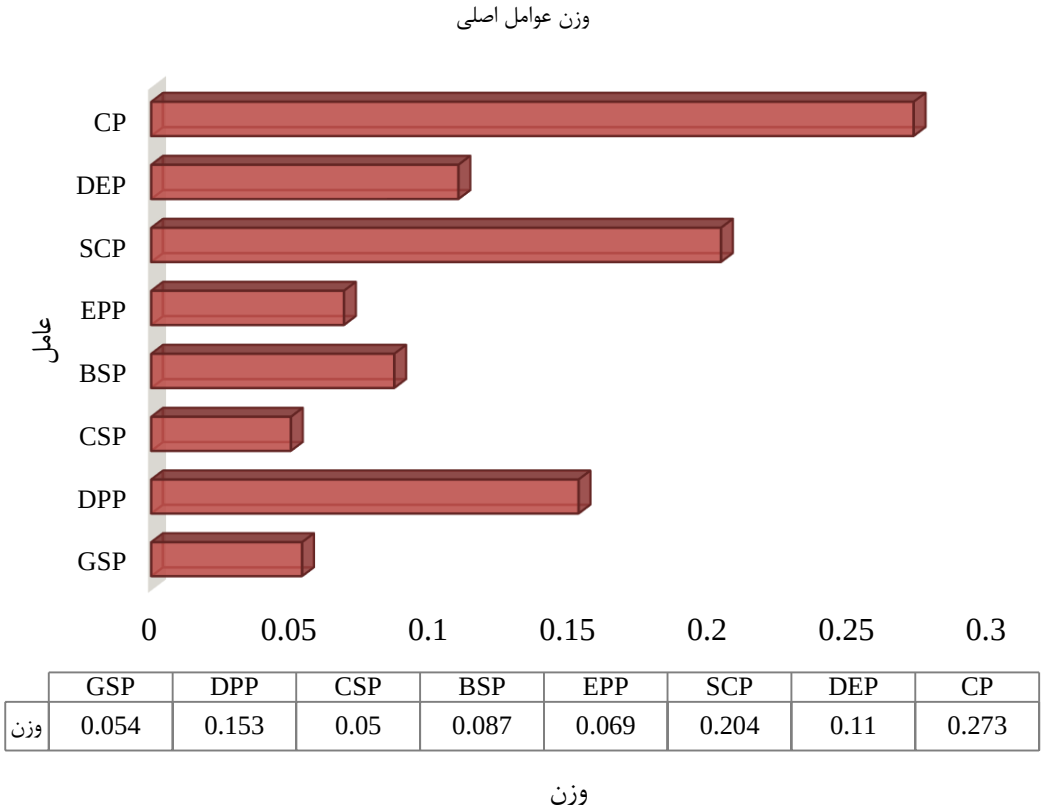
۴-۶- تحلیل ماتریس مقاسیات زوجی

با استفاده از گردآوری پرسشنامه‌های مقایسات زوجی که توسط خبرگان بر مبنای عبارات زبانی AHP اهمیت دهی گردید، و میانگین هندسی اعداد ماتریس مقایسات زوجی مختص عوامل اصلی و فرعی وارد نرم‌افزار EXPERT CHOICE شد. لازم به ذکر است که پس از واردسازی میانگین اهمیت‌ها در نرم‌افزار، هر ماتریس مقایسه زوجی یک نتیجه برای عدد ناسازگاری ارائه داده است. عدد مطلوب برابر با ۰,۱ و کمتر از آن است که در این پژوهش تمامی مقایسات زوجی در این تحقیق سازگار بوده و عدد حاصل کمتر از ۰,۱ به دست آمده است.

۴-۷- محاسبه وزن‌ها

پس از بدست آوردن ماتریس‌های میانگین مقایسات زوجی، در این بخش وزن داده‌ها تعیین گردید. شکل۵ نتایج وزن بدست آمده برای ارجحیت عوامل اصلی نسبت به هم را نشان می‌دهد که در بین مراحل اصلی، مرحله ساخت (CP) با وزن نهایی ۰,۲۷۳ رتبه اول، مرحله عقد قرارداد (SCP) با وزن نهایی ۰,۲۰۴ رتبه دوم، مرحله تعریف برنامه در قرارداد EPC (DPP) با وزن ۰,۱۵۳ رتبه سوم، مرحله تعیین طرح اجرایی (DEP) با وزن ۰,۱۱۰ رتبه چهارم، مرحله تعیین بودجه و زمان (BSP) با وزن ۰,۰۸۷ رتبه پنجم، مرحله ارزیابی

طرح‌های پیشنهادی (EPP) با وزن ۰,۰۶۹ رتبه ششم، مرحله تعیین اهداف و استراتژی در قرارداد (GSP) با وزن ۰,۰۵۴ رتبه هفتم و مرحله انتخاب تامین کننده در قراردادEPC (SCP) با وزن ۰,۰۵ رتبه هشتم را کسب نموده است.



	GSP	DPP	CSP	BSP	EPP	SCP	DEP	CP
وزن	0.054	0.153	0.05	0.087	0.069	0.204	0.11	0.273

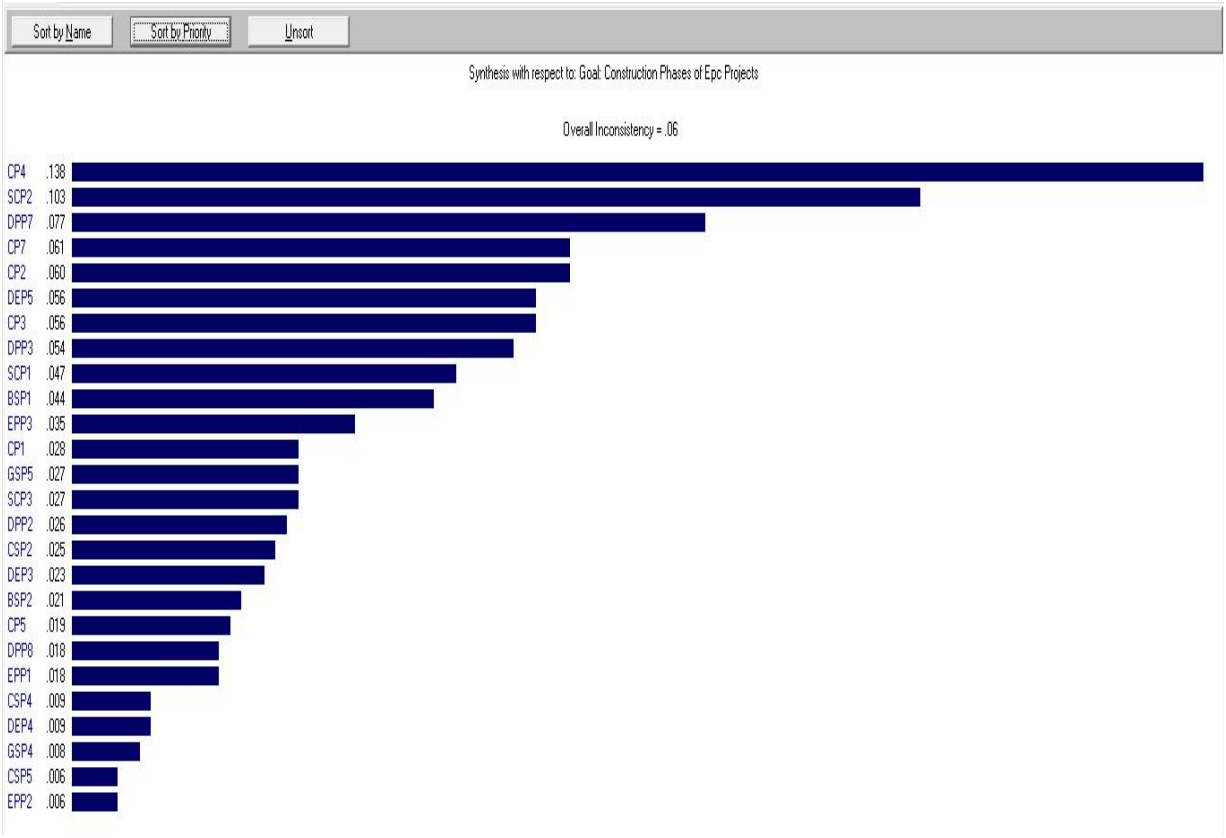
شکل۵- وزن عوامل اصلی موثر بر یکپارچگی فازهای طراحی و اجرای پروژه‌های EPC صنعت ساخت

جدول۳ - وزن عوامل فرعی در بازه‌ی عامل اصلی مربوطه

عامل اصلی	عامل فرعی	وزن	عنوان عامل
GSP	GSP4	۰,۲۲۰	پذیرش مستقیم پروژه از سوی مدیریت ارشد
	GSP5	۰,۷۸۰	ایجاد مشارکت بین سازمان‌های اجرایی و درخواست کننده
DPP	DPP2	۰,۱۴۸	ارائه برنامه کامل مدیریت پروژه
	DPP3	۰,۳۱۱	کاربرد یکپارچگی دانش در تبادل اطلاعات بین همه عوامل پروژه
	DPP7	۰,۴۴۱	ارائه چک لیست ریسک‌های احتمالی پروژه
	DPP8	۰,۱۰۱	تعریف، آماده‌سازی و هماهنگی تمام برنامه‌های فرعی و یکپارچه سازی آنها در برنامه مدیریت پروژه
CSP	CSP2	۰,۶۳۰	سازماندهی تیم‌های طراحی و اجرایی براساس جوابگویی به نیازهای اعلام شده
	CSP4	۰,۲۲۰	بررسی نیازهای برنامه‌ای، مشخصات کارکردی، اطلاعات کارگاهی تامین‌کننده
	CSP5	۰,۱۵۰	تشریح تیم‌های کاری تامین‌کننده و پیمانکاران

BSP	BSP1	۰,۶۸۱	برآورد هزینه پروژه
	BSP2	۰,۳۱۹	برآورد زمان پروژه
EPP	EPP1	۰,۳۰۸	ارزیابی طرح بر اساس معیارهای کیفیت عوامل پروژه توسط مدیریت پروژه
	EPP2	۰,۱۰۱	ارزیابی پیشنهادات بر اساس معیارهای کمیت و نیازها
	EPP3	۰,۵۹۱	مدیریت و ارزیابی نهایی طرح برگزیده
SCP	SCP1	۰,۲۶۷	مدیریت انعقاد قرارداد فی مابین ارکان مختلف پروژه
	SCP2	۰,۵۷۹	مدیریت یکپارچه منافع ذینفعان
	SCP3	۰,۱۵۵	مدیریت یکپارچه تیم پروژه
DEP	DEP3	۰,۲۶۵	کنترل کامل مراحل اجرای پروژه با زمان بندی
	DEP4	۰,۱۰۰	کنترل تجهیزات و روش کار با هزینه
	DEP5	۰,۶۳۶	یکپارچه‌سازی فرآیندها در حوزه‌های دانش مدیریت هزینه، زمان و ریسک
CP	CP1	۰,۰۷۸	ایجاد هماهنگی عوامل با مدیریت یکپارچه پروژه
	CP2	۰,۱۶۶	کنترل و نظارت کیفیت و میزان پیشرفت کار
	CP3	۰,۱۵۵	گزارش مستمر و پیشرفته در راستای تامین اهداف عملکردی
	CP4	۰,۳۸۰	مدیریت یکپارچه چالش‌ها و ریسک‌های پروژه
	CP5	۰,۰۵۴	بررسی مطابقت اجرا و ساخت با اهداف پروژه و برنامه ابتدایی پیمانکار
	CP7	۰,۱۶۸	کنترل یکپارچگی تغییرات احتمالی پروژه

وزن محاسبه شده مربوط به هر عامل فرعی در بازه‌ی عامل اصلی مربوطه، بر اساس روش‌های محاسبه شده در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در جدول ۳ ارائه شده است. پس از این مرحله، توسط نرم افزار EXPERT CHOICE و با وارد کردن وزن‌های عوامل فرعی، به تعیین الویت‌بندی زیرعوامل نسبت به هدف تحقیق اقدام شد که نتایج آن در نمودار شکل ۶ ارائه شده است.



شکل۶- وزن نهایی زیرعوامل نسبت به هدف تحقیق

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش هدف اصلی تحقیق حاضر شناسایی مهم‌ترین عوامل موثر بر بهبود یکپارچگی در فازهای طراحی و اجرای پروژه‌های EPC صنعت ساخت و سپس تعیین میزان اهمیت و اولویت بندی این معیارها در راستای تعیین استراتژی های سازمانی پروژه بود. بدین منظور ابتدا به بیان مسئله تحقیق پرداخته شد و در ادامه مروری بر مطالعات انجام یافته در ارتباط با موضوع پژوهش پرداخته شد. سپس به روش‌شناسی تحقیق پرداخته شد و پس از ارائه شرح کامل روش تحقیق، ابزار و روش گردآوری اطلاعات، متغیرها و جامعه آماری تعیین گردید. در ادامه به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا مشخصات و ویژگی های جامعه آماری تحقیق تحلیل شده، پس از آن مطابق اهداف تحقیق، مهم‌ترین عوامل موثر بر بهبود یکپارچگی در فازهای طراحی و اجرای پروژه‌های EPC صنعت ساخت شناسایی شد. بر اساس داده‌ها، هشت مرحله از تنظیم قرارداد تا مرحله ساخت انتخاب و در مجموع ۴۲ زیرعامل انتخاب شد. تحلیل داده‌ها برای شناسایی مهم‌ترین عوامل موثر بر بهبود یکپارچگی در فازهای طراحی و اجرای پروژه‌های EPC صنعت ساخت، به ارزیابی و اولویت‌بندی آنها با استفاده از روش‌های تحلیل کمی و آماری پرداخته شد. براساس نتایج این تحلیل‌ها درخصوص اولویت‌بندی عوامل با استفاده از آزمون فریدمن، عوامل ارجح‌تر تعیین شده و در نهایت ۱۰ عامل مهم‌تر به شرح: ۱) مدیریت یکپارچه چالش‌ها و ریسک‌های پروژه ۲) مدیریت یکپارچه منافع ذینفعان ۳) ارائه چک لیست ریسک‌های احتمالی پروژه ۴) کنترل یکپارچگی تغییرات احتمالی پروژه ۵) کنترل و نظارت کیفیت و میزان پیشرفت کار ۶) یکپارچه‌سازی فرآیندها در حوزه‌های دانش مدیریت هزینه، زمان و ریسک ۷) گزارش مستمر و پیشرفته در راستای تامین اهداف عملکردی ۸) کاربرد یکپارچگی دانش در تبادل اطلاعات بین همه عوامل پروژه ۹) مدیریت انعقاد قرارداد فی مابین ارکان مختلف پروژه ۱۰) برآورد هزینه پروژه، با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP اولویت‌بندی گردید.

مراجع

1. Turner, J.R., *The handbook of project-based management*, 2009, Third Edition, McGrow-Hill.
2. Takim, R., M.R. Esa, and S.H.A. Hamid, *Delivering Best Value for Design and Build (D&B) Projects through Integrated Process Improvements Solution.* Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2013. 101: p. 62-70.
3. FIDIC, *FIDIC Conditions of EPC Turnkry Projects: Test Contract, (Thomas Telford Ltd, 2008).* 2008.
4. Miles, R.S. and G. Ballard, *PROBLEMS IN THE INTERFACE BETWEEN MECHANICAL DESIGN AND CONSTRUCTION: A RESEARCH PROPOSAL.* Construction Research, 2001.
5. Alizadeh Yeganeh, A., Design-Construction interfce problems and solutions in EPC building projects, Master Thesis, University of Art, Tehran, Iran, 2018.
6. Sadeghi Tehrani, F.& Sobhiyah M.H., Explaining the challenges of the project integration management process, a case study in state-owned manufacturing / industrial companies, 2016.
7. Ghalenoei, m. & Sabet Kooshaki Nian, m., Review of design and construction contracts based on the technical and executive system of Iran, 2013.
8. Hossein Vashani, Jera Sullivan, and Mounir El Asmar, *DB 2020: Analyzing and Forecasting Design-Build Market Trends.* Constr. Eng. Manage., 2016, 142(6): 04016008, 2016.
9. Park, J. and Y.H. Kwak, *Design-Bid-Build (DBB) vs. Design-Build (DB) in the U.S. public transportation projects: The choice and consequences.* International Journal of Project Management, 2016.
10. Beard, J.L., M.C. Loulakis, and E.C. Wundram, *Design-Build: Planning Through Development.* 2001.
11. Asmar, M.E., H. Vashani, and J. Sullivan, *DB 2020: Analyzing and Forecasting Design-Build Market Trends.* Constr. Eng. Manage., 2016, 142(6): 04016008, 2016.
12. Titouan Plusquellec, Nadia Lehoux, and Y. Cimon, *DESIGN-BUILD AND DESIGN-BID-BUILD IN CONSTRUCTION- A COMPARATIVE REVIEW.* 2017.
13. Tashakori, A. et al., A review of the challenges of EPC contractors in the field of procurement of construction projects, 2017.
14. Demirkesen, S. and B. Ozorhon, *Impact of integration management on construction project management performance.* International Journal of Project Management, 2017. 35(8): p. 1639-1654.
15. Rumane, A.R., *Quality Managemen in Construction Projects.* 2017. Second Edition.
16. Mahdavi-Adeli, M. et al., Challenges facing DBB contracts in water and wastewater industry and The role of consulting engineers, 2012.
17. Mitropoulos, P. and C.B. Tatum, *MANAGEMENT-DRIVEN INTEGRATION.* MANAGEMENT IN ENGINEERING 2000: p. 48-58.
18. Halfawy, M.M.R. and T.M. Froese, *Component-Based Framework for Implementing Integrated.* JOURNAL OF COMPUTING IN CIVIL ENGINEERING, 2007.
19. Pishdad-Bozorgi, P. and J.M.d.l. Garza, *Comparative Analysis of Design-Bid-Build and Design-Build From the Standpoint of Claims.* Construction Research Congres, 2012.
20. Ospina-Alvarado, A., D. Castro-Lacouture, and J.S. Roberts, *Unified Framework for Construction Project Integration.* Journal of Construction Engineering and Management, 2016. 142(7): p. 04016019.
21. Thabet, W. and V. Tech, *Design Construction Integration thru Virtual Construction for Improved Constructability.*
22. Shuibo Zhang, et al., *Effect of Level of Owner-Provided Design on Contractor's Design Quality in DB/EPC Projects.* Construction Engineering and Management, 2019.
23. Hornstein, H.A., *The integration of project management and organizational change management is now a necessity.* International Journal of Project Management, 2015. 33(2): p. 291-298.
24. Pala, R., P. Wang, and X. Liang, *The critical factors in managing relationships in international engineering, procurement, and construction (IEPC) projects of Chinese organizations.* International Journal of Project Management, 2017. 35(No. 7): p. pp. 1225-1237.
25. Mukuka, M., C. Aigbavboa, and W. Thwalac, *Effects of Construction Projects Schedule Overruns: A Case of the Gauteng Province, South Africa.* Procedia Manufacturing, 2015. 3(5): p. 1690-1695.