



نقش مهندسی ارزش در پروژه‌های زیربنایی به روش تحلیل سلسله مراتبی

(مطالعه موردی: پروژه‌های راه آهن تهران - شمال)

حمید رضا الیاسی رسکتی¹، محمد مهدی پایدار²

1- دانشجوی کارشناس ارشد مهندسی عمران گرایش مدیریت ساخت، دانشگاه غیرانتفاعی طبری بابل

2- دکتری و عضو هیات علمی، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

چکیده

یکی از مهمترین مواردی که در جامعه امروزی کمتر به آن توجه شده است، مدیریت در پروژه‌های ساخت و پژوهش در آن می باشد که پیامد آن ایجاد مسائل بسیاری در کلیه فرآیندهای طرح‌های عمرانی، همچون طولانی شدن مدت اجرای طرحها و چند برابر شدن هزینه تکمیل طرح‌ها نسبت به برآورد اولیه آن بوده است. مهندسی ارزش به عنوان روشی برای بازنگری خلاقانه و سازمان یافته ارزش‌ها و هزینه‌ها به منظور بیشینه کردن شاخص‌های ارزش می باشد، همانطور که از تعریف مهندسی ارزش مشخص است نقاط قوت مهندسی ارزش نسبت به سایر روش‌های کاهش هزینه و بهبود کیفیت، تمرکز بر کارکردهای پروژه یا محصول و بهره‌گیری از خلاقیت گروهی و هم‌افزایی حاصل از آن در جهت ارائه راهکارهای قابل اجرا در حداقل زمان ممکن می باشد، در این پژوهش با بهره‌گیری از تکنیک‌های آماری و پژوهش عملیاتی از جمله تکنیک AHP که با روش تحقیق نوع متغیرها سازگاری دارند، داده‌های جمع‌آوری شده، تحلیل می‌شوند. برای انجام سریع این پژوهش از نرم افزارهای اکسل و اکسپرت چویس استفاده شده است، در بررسی شاخص‌های اصلی زمان، هزینه و کیفیت به منظور تبیین نقش مهندسی ارزش در پروژه‌های راه آهن تهران - شمال نتایج نشان داد که شاخص کیفیت با وزن 0.468 دارای بالاترین اهمیت در این پروژه بوده و همچنین هزینه‌های پروژه با وزن 0.308 در رتبه دوم و تاخیرات پروژه با وزن 0.224 در رتبه سوم این ارزیابی قرار دارد، در بررسی زیرشاخص‌های شاخص هزینه مشخص گردید که زیرشاخص تامین اعتبار و بودجه با وزن نسبی 0.301 در رتبه نخست و زیرشاخص‌های تورم، حجم دوباره کاری‌های ناشی ضعف در مطالعات اولیه، میزان اشتباه در برآورد مالی پروژه و مدیریت پیمانکاران جزء به ترتیب با اوزان 0.217، 0.185، 0.152 و 0.145 در رتبه‌های دوم تا پنجم این بررسی قرار دارند، در بررسی زیرشاخص‌های شاخص کیفیت مشخص گردید که زیرشاخص دانش و تجربه طراح و مشاور با وزن نسبی 0.382 در رتبه نخست و زیرشاخص‌های تجربه پیمانکار در پروژه‌های مشابه، دانش و تخصص دفتر فنی و نیروی انسانی پیمانکار، آزمایش‌های تعیین شده در مفاد پیمان و مصالح و تجهیزات مصرفی به ترتیب با اوزان 0.255، 0.181، 0.099 و 0.083 در رتبه‌های دوم تا پنجم قرار دارند.

لغات کلیدی: مهندسی ارزش، پروژه‌های زیربنایی، شاخص هزینه، بهبود کیفیت



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

1- مقدمه

معمولاً بسیاری از فعالیت هایی که در زمان اجرای یک پروژه انجام می شود، بر مبنای اطلاعات و دانشی است که از پیش در سایر پروژه ه های مشابه بکار گرفته شده است و بعضاً مشاهده می شود که دارای پشتوانه علمی و تئوریک محکمی نبوده و یا در شرایط ویژه ای در نظر گرفته شده اند که دیگر قابل اعمال در پروژه های جدید نمی باشد. بدیهی است که با بازنگری و بررسی مجدد اصول و فعالیت های تعریف شده برای آن پروژه می توان روش های جدید و کم هزینه تری برای انجام کار شناسایی نمود. مهندسی ارزش روشی سیستماتیک برای انجام این بازنگری می باشد تا با بررسی و مطالعه مجدد روش ها و متدولوژی های قدیمی، ایده های جدید و آسان تری برای انجام کار با هزینه کمتر و به صورت مؤثرتر بدست آید. مدیریت هزینه ی پروژه، از شاخه های مهندسی در دانش مدیریت پروژه، می باشد. قبل از شروع هر پروژه برآورد اولیه مشخص می گردد و بر اساس آن برنامه ریزی انجام و کنترل هزینه در مراحل اجرای کار، صورت می گیرد [1]. در اغلب قریب به اتفاق پروژه ه های عمرانی کشور های مختلف، غالباً هزینه تمام شده، بیشتر از هزینه پیش بینی شده می باشد. این امر به عوامل مختلفی از جمله طولانی شدن زمان پروژه، تغییرات در احجام و یا مشخصات مصالح بستگی دارد. در این راستا شناسایی عوامل و یا راهکارهایی برای کاهش میزان انحراف هزینه تمام شده، نسبت به هزینه پیش بینی شده، کمک شایانی به ذینفعان و مجریان پروژه ها می نماید. با توجه به اینکه دلایل زیاد و گوناگونی در انحراف زمان و هزینه پروژه ها، تأثیر گذار هستند.

بررسی تحولات مهندسی ارزش به ویژه در سه دهه اخیر حاکی از آن است که فرایند مهندسی ارزش به لحاظ محتوایی تکنیکها و شیوه کاربرد تغییر های زیادی نداشته است اما به لحاظ شرایط به کارگیری و توسعه بسترهای قانونی و رفع موانع اجرا در پروژه ها، شرایط و عامل هایی که به بکارگیری مدیریت ارزش را به الزامی گریز ناپذیر تبدیل کرده اند مجریان پروژه ها را بر آن داشته تا در برنامه ریزی های اولیه دقت بیشتری به خرج داده تمام موارد را مستند سازند و برنامه ریزی ها را بر مبنای هزینه انجام دهند و از راه ها و روشهای اجرای سریع استفاده کنند تا این اطمینان حال شود که نیازها و خواسته ها در بهترین شرایط تحقق یافته است و بیشترین بازگشت سرمایه در کوتاه ترین زمان ممکن نصیب کارفرما می شود. . از سوی دیگر اعتبار و وجهه ی مدیران پروژه ها نیز تا حد زیادی به توانایی آنان در انجام تعهد ها در زمان مقرر با هزینه ی مشخص و با سطح کیفی مورد انتظار وابسته است. استفاده از ساختار پروژه و ارزش مدیریت آن در سازمان های امروزی رشد چشمگیری داشته و دارد. با بهره گیری از رویکرد پروژه محور هدف هایی را می توان محقق ساخت که دستیابی به آنها از طریق سازماندهی سنتی با تحمل دشواری های فراوان میسر بود. مهندسی ارزش رویکردی خلاق، کارکردگرا و سازمان یافته و با هدف شناسایی هزینه های غیر ضروری بوده که به کیفیت، بهره برداری، عمر مفید، زیبایی ظاهری و مشخصات فنی طرح خللی وارد نکند. دانش مدیریت پروژه به جنبه های مختلفی از جمله مدیریت زمان، مدیریت هزینه و مدیریت کیفیت می پردازد: مدیریت زمان پروژه، شامل فرآیندهای ضروری برای مدیریت تکمیل به موقع پروژه است. که شامل تعریف فعالیت ها، ترتیب فعالیت ها، برآورد منابع فعالیت ها، برآورد مدت زمان فعالیت ها، توسعه ی زمان بندی و کنترل زمان بندی می باشد. مدیریت هزینه ی پروژه شامل فرآیند های مرتبط با برآورد، بودجه بندی و کنترل هزینه ها است تا پروژه بتواند با بودجه مصوب، تکمیل شود. که شامل برآورد هزینه ها، تعیین بودجه و کنترل هزینه ها می باشد. مدیریت کیفیت پروژه، شامل فرآیند ها و فعالیت هایی از سازمان اجرایی است که مشخص کننده ی مسئولیت ها، اهداف و سیاست های کیفی در جهت تأمین نیازهایی که پروژه بدان منظور اجرا می شود، است. مدیریت کیفیت پروژه، سیستم مدیریت کیفیت را از طریق رویه ها و سیاست ها، با فعالیت های بهبود مستمر فرآیند



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

در سرتاسر آن، به گونه ای مناسب، پیاده سازی می نماید. که شامل برنامه ریزی کیفیت، انجام تضمین کیفیت و انجام کنترل کیفیت می باشد. فرآیند هایی که بدان ها اشاره گردید با یکدیگر و با سایر فرآیندها در دیگر حوزه های دانش در تعامل می باشند.

مدیریت هزینه ی پروژه، از شاخه های مهم در دانش مدیریت پروژه، می باشد. قبل از شروع هر پروژه برآورد اولیه مشخص می گردد و بر اساس آن برنامه ریزی انجام و کنترل هزینه در مراحل اجرای کار، صورت می گیرد. در اغلب قریب به اتفاق پروژه های عمرانی کشورهای مختلف، غالباً هزینه تمام شده، بیشتر از هزینه پیش بینی شده می باشد. این امر به عوامل مختلفی از جمله طولانی شدن زمان پروژه، تغییرات در احجام و یا مشخصات مصالح بستگی دارد.

۲- پارامترهای پروژه

در هر پروژه یک سیستم با چهار قید هدف^۱، هزینه^۲، زمان^۳ و کیفیت^۴ اعمال می گردد. تمام این قیدها تابع هستند؛ زیرا تغییر در هر یک، سبب تغییر در دیگری می گردد. به طور کلی می توان یک مثلث فرض کرد که در مرکز مثلث هدف قرار دارد و هر یک از اضلاع مثلث نشان دهنده هزینه، زمان و کیفیت است که در شکل (1) ارائه شده است و در تمام مدت چرخش زندگی پروژه، هزینه یکی از مهمترین پارامترها است.



شکل (1) پارامترهای پروژه

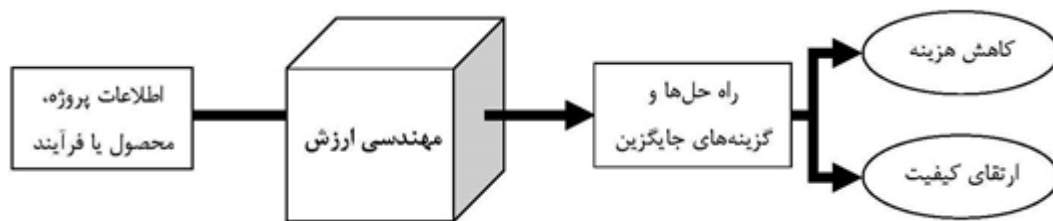
۳- تعریف مهندسی ارزش

- 1- Scope
- 2-Cos
- 3- Time
- 4- Quality



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

مهندسی ارزش^۵ روشی سیستماتیک، نظام‌یافته و مبتنی بر خلاقیت^۶ و کارگروهی^۷ برای حل مسئله، کاهش هزینه و بهبود عملکرد^۸ و کیفیت پروژه‌ها، محصولات و فرآیندها است. مهندسی ارزش به کمک گستره وسیعی از دانش و تجربیات متخصصین و با تمرکز بر کارکردهای^۹ پروژه، محصول یا فرآیند نتایج قابل اجرا برای بهبود را به سرعت ارائه می‌کند. بر اساس تعریف مؤسسه بین‌المللی مدیریت پروژه^{۱۰}، مهندسی ارزش نگرشی خلاق به منظور بهینه‌سازی هزینه‌های چرخه عمر، صرفه‌جویی در زمان، افزایش سود، بهبود کیفیت، افزایش سهم بازار، حل مشکلات و استفاده بهینه از منابع می‌باشد. مهندسی ارزش با تکیه بر آنالیز ارزش شکل گرفته است. با دریافت اطلاعات پروژه یا محصول، ورودی مورد نیاز مهندسی ارزش فراهم شده و پی از انجام آن، راه‌حل‌های و گزینه‌های جایگزین به عنوان خروجی مهندسی ارزش به منظور کاهش هزینه و ارتقای کیفیت پروژه یا محصول ارائه می‌گردد.



شکل (2) شمای کلی مطالعه ارزش

4- دلایل بکارگیری مهندسی ارزش

عمدتاً روش‌های بهبود و صرفه‌جویی^{۱۱} در شرایط بروز محدودیت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. تعدادی از دلایل اصلی بکارگیری مهندسی ارزش شامل: 1- هزینه‌های بالای اجرای پروژه یا تولید محصول 2- فاصله زیاد بین طراحی و اجرا 3- دشواری اجرای پروژه‌ها 4- پیچیدگی بالای پروژه‌ها 5- کمبود اطلاعات اولیه 5- کمبود ارتباطات بین عوامل طرح و ذینفعان پروژه 6- پیشرفت فناوری‌های مورد استفاده و بهبود استانداردها 7- خلاقیت 8- باورهای صادقانه ولی نادرست اولیه 9- تغییر قوانین، ضوابط و مقررات 10- تغییر در نیاز کارفرما 11- تغییر شرایط محیطی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی 12- تغییر مشخصات فنی طرح 13- تغییر در منابع مورد استفاده باید به این نکته مهم توجه نمود که بهبود صورت گرفته به کمک مهندسی ارزش صرفاً ناشی از عدم مطالعه کافی یا دقت در بررسی‌های فنی- اقتصادی طرح نبوده بلکه فاصله زمانی بین مراحل طراحی، اجرا و بهره‌برداری پروژه از یک سو بررسی و

5- Value Engineering

6- Creativity

7- Team Work

8- Performance

9- Function

10- PMI: Project Management Institute

11 - Saving



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



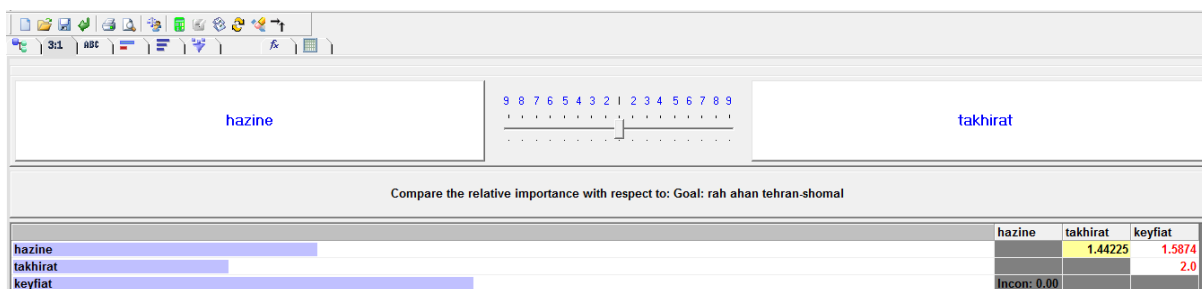
خلاقیت گروهی و هم‌افزایی تیم مطالعه ارزش از سوی دیگر موجب بهبود و صرفه‌جویی غیرقابل تصور به واسطه انجام مهندسی ارزش در پروژه‌ها می‌گردد.

۵- هدف مهندسی ارزش

هدف مهندسی ارزش ارائه راهکارهای قابل اجرا در راستای حل مسئله، کاهش هزینه و افزایش کیفیت (عملکرد) است که تمامی این موارد در گرو توجه به کارکرد پروژه یا محصول می‌باشد، اما تحقق اهداف مورد نظر در کوتاه‌ترین زمان ممکن بسیار مهم است. یافتن نقطه بهینه (تعادل) بین کارکرد، کیفیت و هزینه هدف دیگر مهندسی ارزش می‌باشد. در واقع هدف کلی مهندسی ارزش، افزایش ارزش پروژه است.

۶- بررسی شاخص‌های اصلی بر اساس مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران-شمال

در این پژوهش با استفاده از ادبیات موضوع و کارشناسان مربوطه، جمعاً 15 شاخص در رابطه با نقش مهندسی ارزش در پروژه های راه آهن تهران- شمال به روش تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP شناسایی شده که ماتریس مقایسات زوجی ادغام شده از تصمیم‌گیرندگان بر اساس زمان، هزینه و کیفیت به صورت جدول (1) می‌باشد. مقایسات زوجی هر یک از زیرشاخص‌ها با توجه به عامل زمان، هزینه و کیفیت در ادامه ارائه شده است. با توجه به جدول و شکل مشخص می‌گردد که ارتباط بین تمام زیرشاخص‌ها به صورت دو طرفه است.



جدول (1) ماتریس مقایسات زوجی شاخص‌های زمان، هزینه و کیفیت بر اساس نقش مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران- شمال



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



Priorities with respect to:
Goal: rah ahan tehran-shomal

Combined

keyfiat	.468	
hazine	.308	
takhirat	.224	

Inconsistency = 0.00193
with 0 missing judgments.

نمودار(1) اوزان و اولویت شاخص های زمان، هزینه و کیفیت بر اساس نقش مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران- شمال

6-تجزیه و تحلیل یافته های تحقیق بر اساس زیرشاخص های مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران-شمال

1-6 شاخص هزینه

به منظور بررسی شاخص های موثر بر کاهش هزینه های پروژه های راه آهن تهران شمال پنج شاخص بر اساس مبانی نظری و نظر کارشناسان تعیین گردید که به صورت زیر با یکدیگر مقایسه شدند و نتایج حاصل از محاسبات آن در نمودار (2) ارائه گردید.

Pairwise Numerical Comparisons

	tamin etbar va boodje	tavarom
tamin etbar va boodje	1	1.5874
tavarom	0.6301	1

Compare the relative importance with respect to: hazine

	tamin etba	tavarom	dobarekari	eshtebah d	pemankara
tamin etbar va boodje	1.81712	1.81712	1.81712	1.81712	1.81712
tavarom	0.6301	1.25992	1.81712	1.25992	1.25992
dobarekariha	0.6301	0.6301	1.0	1.0	1.81712
eshtebah dar baravorde mali	0.6301	0.6301	0.6301	1.0	1.0
pemankaran joze	0.6301	0.6301	0.6301	0.6301	1.0

Incon: 0.01

جدول(2) ماتریس مقایسات زوجی زیرشاخص های هزینه بر اساس نقش مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران- شمال

Priorities with respect to:
Goal: rah ahan tehran-shomal
>hazine

Combined

tamin etbar va boodje	.301	
tavarom	.217	
dobarekariha	.185	
eshtebah dar baravorde mali	.152	
pemankaran joze	.145	

Inconsistency = 0.01
with 0 missing judgments.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



نمودار(2) اوزان نهایی و اولویت زیرشاخص های هزینه بر اساس نقش مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران- شمال

2-6 شاخص تاخیرات

به منظور بررسی شاخص های موثر بر کاهش تاخیرات پروژه های راه آهن تهران شمال پنج شاخص بر اساس مبانی نظری و نظر کارشناسان تعیین گردید که به صورت زیر با یکدیگر مقایسه شدند و نتایج حاصل از محاسبات آن در نمودار (3) ارائه گردید

Compare the relative importance with respect to: takhirat					
	rafe moare	mashinalat	taghyire na	sharayete j	vazeiate m
rafe moarezin		1.5874	1.81712	2.28943	1.0
mashinalat			2.28943	1.81712	1.0
taghyire naghshaha				1.5874	2.51984
sharayete javi					2.51984
vazeiate mali peymankar					
Incon: 0.02					

جدول(3) ماتریس مقایسات زوجی زیرشاخص های تاخیرات بر اساس نقش مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران- شمال

Priorities with respect to: Goal: rah ahan tehran-shomal >takhirat	Combined
rafe moarezin	.273
vazeiate mali peymankar	.268
mashinalat	.225
sharayete javi	.128
taghyire naghshaha	.107
Inconsistency = 0.02 with 0 missing judgments.	

نمودار(3) اوزان نهایی و اولویت زیرشاخص های تاخیرات بر اساس نقش مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران- شمال

3-6 شاخص کیفیت

به منظور بررسی شاخص های موثر بر بهبود کیفیت پروژه های راه آهن تهران شمال پنج شاخص بر اساس مبانی نظری و نظر کارشناسان تعیین گردید که به صورت زیر با یکدیگر مقایسه شدند و نتایج حاصل از محاسبات آن در نمودار (4) ارائه گردید.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



tajrobe peymankar		9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	danesh va tajrobe tarah va moshaver	
Compare the relative importance with respect to: keyfiat				
tajrobe peymankar			1.5874	2.62074
danesh va tajrobe tarah va moshaver			3.10723	3.63424
masaleh va tajhizat			2.8845	1.5874
danesh va takhasos nirooye peymankar			2.28943	2.62074
azemayeshat mafade peman				2.62074
		Incon: 0.02		

جدول (4) ماتریس مقایسات زوجی زیرشاخص های کیفیت بر اساس نقش مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران - شمال

Priorities with respect to:	Combined
Goal: rah ahan tehran-shomal >keyfiat	
danesh va tajrobe tarah va moshaver	.382
tajrobe peymankar	.255
danesh va takhasos nirooye peymankar	.181
azemayeshat mafade peman	.099
masaleh va tajhizat	.083
Inconsistency = 0.02 with 0 missing judgments.	

نمودار (4) اوزان نهایی و اولویت زیرشاخص های کیفیت بر اساس نقش مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران - شمال

7- اوزان نهایی و اولویت زیرشاخص های هزینه، تاخیرات و کیفیت بر اساس مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران-شمال

به منظور تعیین وزن نهایی زیرشاخص ها یا همان شاخص های فرعی که بر اساس سه شاخص اصلی هزینه، تاخیرات و کیفیت دسته بندی شدند در جدول زیر وزن نسبی هر شاخص فرعی در وزن شاخص اصلی خوشه خود ضرب شد و وزن نهایی بدست آمد سپس بر اساس بالاترین وزن نهایی بدست آمده این شاخص های فرعی رتبه بندی گردید.

رتبه شاخص فرعی	وزن نهایی	وزن نسبی	شاخص فرعی	شاخص اصلی
3	0.0927	0.301	تامین اعتبار و بودجه	
5	0.0668	0.217	نرخ تورم	



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

8	0.0569	0.185	حجم دوباره کاری های ناشی ضعف در مطالعات اولیه	هزینه (0.308)
10	0.0468	0.152	میزان اشتباه در برآورد مالی پروژه	
12	0.0446	0.145	مدیریت پیمانکاران جزء	
6	0.0612	0.273	رفع معارضین	تاخیرات (0.224)
9	0.0504	0.225	وضعیت ماشین آلات موجود در کارگاه	
15	0.0239	0.107	تغییرات نقشه ها در حین اجرای طرح	
14	0.0287	0.128	شرایط جوی منطقه	
7	0.0600	0.268	وضعیت مالی پیمانکار	
2	0.1193	0.255	تجربه پیمانکار در پروژه های مشابه	کیفیت (0.468)
1	0.1787	0.382	دانش و تجربه طراح و مشاور	
13	0.0388	0.083	مصالح و تجهیزات مصرفی	
4	0.0847	0.181	دانش و تخصص دفتر فنی و نیروی انسانی پیمانکار	
11	0.0463	0.099	آزمایش های تعیین شده در مفاد پیمان	

جدول (5) رتبه بندی زیرشاخص ها بر اساس شاخص های مهندسی ارزش

8- نتایج

- ❖ در بررسی شاخص های اصلی زمان، هزینه و کیفیت به منظور تبیین نقش مهندسی ارزش در پروژه های راه آهن تهران- شمال نتایج نشان داد که شاخص کیفیت با وزن 0.468 دارای بالاترین اهمیت در این پروژه بوده و همچنین هزینه های پروژه با وزن 0.308 در رتبه دوم و تاخیرات پروژه با وزن 0.224 در رتبه سوم این ارزیابی قرار دارد.
- ❖ در بررسی زیرشاخص های شاخص هزینه مشخص گردید که زیرشاخص تامین اعتبار و بودجه با وزن نسبی 0.301 در رتبه نخست و زیرشاخص های تورم، حجم دوباره کاری های ناشی ضعف در مطالعات اولیه، میزان اشتباه در برآورد مالی پروژه و مدیریت پیمانکاران جزء به ترتیب با اوزان 0.217، 0.185، 0.152 و 0.145 در رتبه های دوم تا پنجم این بررسی قرار دارند.
- ❖ در بررسی زیرشاخص های شاخص تاخیرات مشخص گردید که زیرشاخص رفع معارضین با وزن نسبی 0.273 در رتبه نخست و زیرشاخص های وضعیت مالی پیمانکار، وضعیت ماشین آلات موجود در کارگاه، شرایط جوی منطقه و تغییرات نقشه ها در حین اجرای طرح به ترتیب با اوزان 0.268، 0.225، 0.128 و 0.107 در رتبه های دوم تا پنجم قرار دارند.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

- ❖ در نهایت در بررسی زیرشاخص های شاخص کیفیت مشخص گردید که زیرشاخص دانش و تجربه طراح و مشاور با وزن نسبی 0.382 در رتبه نخست و زیرشاخص های تجربه پیمانکار در پروژه های مشابه، دانش و تخصص دفتر فنی و نیروی انسانی پیمانکار، آزمایش های تعیین شده در مفاد پیمان و مصالح و تجهیزات مصرفی به ترتیب با اوزان 0.255، 0.181، 0.099 و 0.083 در رتبه های دوم تا پنجم قرار دارند.
- ❖ همچنین در بررسی اوزان نهایی زیرشاخص ها مشخص گردید که شاخص های دانش و تجربه طراح و مشاور، تجربه پیمانکار در پروژه های مشابه و تامین اعتبار و بودجه به ترتیب با اوزان نهایی 0.1787، 0.1193 و 0.0927 در رتبه های اول تا سوم ارزیابی نقش مهندسی ارزش در پروژه راه آهن تهران شمال قرار دارند.

مراجع

[1] محمد تقی پور؛ فاطمه خلیلی؛ فریبا ترابی گاوگانی و سیدعلی موسوی، ۱۳۹۳، بررسی جایگاه مهندسی ارزش و اهمیت اجرای آن در پروژه های عمرانی، کنفرانس ملی مهندسی ارزش و مدیریت هزینه، تهران، پژوهشگاه طراحان پارسه، مرجع دانش مهندسی ارزش ایران

[2] الهام شاهسواری و مجتبی حسینعلی پور، ۱۳۹۳، بررسی علل افزایش هزینه پروژه های عمرانی (شهر تهران)، کنفرانس ملی مهندسی ارزش و مدیریت هزینه، تهران، پژوهشگاه طراحان پارسه، مرجع دانش مهندسی ارزش ایران

[3] منصور قلعه نوی و محمد متقی مقدم شهری، ۱۳۹۳، بررسی عوامل مهندسی ارزش در پروژه های عمرانی مطالعه موردی انبوه سازی مسکن، کنفرانس ملی مهندسی ارزش و مدیریت هزینه، تهران، پژوهشگاه طراحان پارسه، مرجع دانش مهندسی ارزش ایران

[4] مهدی حبیبی؛ مجید سبزه پرور و رهاد سرامی، ۱۳۹۳، بررسی نقش مصالح در هزینه های کیفیت ساختمان سازی ایران با رویکرد کاهش هزینه، کنفرانس ملی مهندسی ارزش و مدیریت هزینه، تهران، پژوهشگاه طراحان پارسه، مرجع دانش مهندسی ارزش ایران

[5] علیرضا واعظی؛ محسن آقاشاهی و امین سارنگ، ۱۳۹۳، تجزیه و تحلیل مهندسی ارزش در مراحل ساخت بزرگراه طبقاتی شهید صدر، کنفرانس ملی مهندسی ارزش و مدیریت هزینه، تهران، پژوهشگاه طراحان پارسه، مرجع دانش مهندسی ارزش ایران

[6] احمد نظری، احسان فرصت کار، بهراد کیافر، "مدیریت ریسک در پروژه ها"، انتشارات معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، 1393

[7] Mohamed M. Marzouk *, Tarek I. El-Rasas, Analyzing delay causes in Egyptian construction projects, Journal of Advanced Research, 2015 No.5, pp 49-55.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



[8] Sebastian Morris, *Cost And Time Overruns In Public Sector Projects, Economic and Political Weekly*, Nov.24, 2015, Vol. XXV, No.47, 2015,pp.M-154to M-168.

[9] S.U.R. Toor, S.O. Ogunlana, *Problems causing delays in major construction projects in Thailand, Construction Management and Economic*. 2014, Vol.26, Issue.4, pp 395–408.

[10] Lounis,Zoubir.(2016). *Risk-Based Decision Making for Sustainable and Resilient Infrastructure. Structure Congress 2013: pp.1845-1856.*

[11] Mohamed F. Diab and Khaled Nassar.(2016). *Using Risk Assessment to Improve Highway Construction Project Performance, 48th ASC Annual International Conference Proceeding.*

[12] Fortunato,B. III.Hallwell. M, Behm. M and Dewlaney.K.(2017). *Identification of Safety Risks for High-Performance Sustainable Construction Projects. J.Constr.Eng. Manage.* 138(4),499-508.