



Paper Type: Original Article

Selection of the Best Contractor by AHP and VIKOR Method, a Case Study of an Executive Project in the Dairy Industry

Sareh Shakerian¹, Zahra Nezhadheydari^{1,*} , Masoumeh Raeiszadeh², Mahmode Ghayyoom¹

¹ Department of Industrial Engineering, Project Management, Zand University, Shiraz, Iran; sareh.shakerian1999@gmail.com; z.nezhadheydari@gmail.com; mghayyoomi@gmail.com.

² Department of Industrial Engineering, Faculty of Technical and Engineering, Najaf Abad Branch, Islamic Azad University, Najaf Abad, Iran; Masomeh.ideal@gmail.com.

Citation:



Shakerianm S., Nezhadheydari, Z., Raeiszadeh, M & Ghayyoom, M. (2023). Selection of the best contractor by AHP and VIKOR method, a case study of an executive project in the dairy industry. *Modern research in performance evaluation*, 2(2), 79-90.

Received: 15/05/2023

Reviewed: 22/05/2023

Revised: 29/07/2023

Accepted: 14/08/2023

Abstract

Purpose: Selection of the best contractor by AHP and VIKOR method, a case study of an executive project in the dairy industry.

Methodology: Choosing the right contractor plays an important role in the success or failure of a project. The specialization of the activities of various sectors of the industry is one of the indicators of the current business market, and the outsourcing of a part of the desired activities of the organization as a project and the selection of a contractor is one of the concerns of managers to compete in the business market, because the evaluation of contractors based on Defined criteria and ultimately the selection of qualified contractors will eliminate inefficient contractors from the bidding process. Failure to choose the right contractor will eventually lead to the loss of the organization's resources. In the completion of any project, complete satisfaction of the employer is important and vital, so that the project can be implemented according to the schedule, with the most appropriate cost and the most valid proposal. The contractor reached maximum satisfaction in the project. The purpose of this research is to select the best contractor in one of the projects of dairy companies in Fars province, after holding a tender and completing a questionnaire by project experts, using AHP and VIKOR methods, the contractors were weighted and ranked.

Findings: The findings state that contractor C received the first rank, contractor B the second rank and contractor A the third rank, and finally the first rank contractor was approved by the people present in the project to start and implement executive activities.

Originality/scientific added value: The present research deals with a case study of an implementation project in the dairy industry in order to select the best contractor using AHP and VIKOR methods.

Keywords: Project, Contractor, Rating, AHP, VIKOR.



Corresponding Author: z.nezhadheydari@gmail.com



Licensee. **Modern Research in Performance Evaluation**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



انتخاب بهترین پیمانکار به روش AHP و VIKOR مطالعه موردی یک پروژه اجرایی در صنعت لبنیات

ساره شاکریان حقیقی^۱، زهرا نژاد حیدری^{۱*}، معصومه رئیس زاده^۲، دکتر محمود قیومی^۱

^۱گروه مهندسی صنایع، مدیریت پروژه، دانشگاه زند، شیراز، ایران.

^۲گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

چکیده

هدف: انتخاب بهترین پیمانکار به روش AHP و VIKOR مطالعه موردی یک پروژه اجرایی در صنعت لبنیات. روش‌شناسی: انتخاب پیمانکار مناسب نقش مهمی در موفقیت و یا شکست یک پروژه بازی می‌نماید. تخصصی شدن فعالیت‌های بخش‌های گوناگون صنعت از شاخص‌های بازار کسب‌وکار کنونی است و برونسپاری بخشی از فعالیت‌های موردنظر سازمان به عنوان یک پروژه و انتخاب پیمانکار، یکی از دغدغه‌های مدیران جهت رقابت در بازار کسب‌وکار هست، چون‌که ارزیابی پیمانکاران بر اساس معیارهای تعریف شده و در نهایت انتخاب پیمانکار واجد شرایط سبب حذف پیمانکاران ناکارآمد از فرآیند مناقصه خواهد شد. عدم انتخاب پیمانکار اصلاح، در نهایت سبب از بین رفتن منابع سازمان خواهد شد. در تکمیل هر پروژه رضایت‌مندی کامل کارفرما امری مهم و حیاتی است، به طوری که بتوان در اجرای پروژه مطابق با برنامه زمان‌بندی، با مناسب‌ترین هزینه و ارایه معتبرترین پروپوزال پیمانکار به حداکثر رضایت‌مندی در پروژه رسید. هدف از انجام این پژوهش انتخاب بهترین پیمانکار در یکی از پروژه‌های شرکت‌های لبنیاتی استان فارس می باشد که پس از برگزاری مناقصه و تکمیل پرسشنامه توسط خبرگان پروژه با استفاده از روش AHP و VIKOR وزن‌دهی و رتبه‌بندی پیمانکاران انجام گردید.

یافته‌ها: یافته‌ها بیان می‌کند که پیمانکار C رتبه اول، پیمانکار B رتبه دوم و پیمانکار A رتبه سوم را دریافت کرده‌اند و در نهایت پیمانکار رتبه اول جهت شروع و اجرای فعالیت‌های اجرایی مورد تایید افراد حاضر در پروژه قرار گرفت.

اصالت/ارزش افزوده علمی: پژوهش حاضر در راستای انتخاب بهترین پیمانکار به روش AHP و VIKOR مطالعه موردی یک پروژه اجرایی در صنعت لبنیات می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: پروژه، پیمانکار، رتبه‌بندی، AHP، VIKOR.

۱- مقدمه

با توجه به اینکه در سال‌های پس از جنگ جهانی دوم مهندسی ارزش به‌عنوان یکی از کارآمدترین و مهم‌ترین روش‌های بالا بردن ارزش و حفظ کارکردهای نهایی پروژه مطرح می‌گردد، به‌کارگیری مهندسی ارزش در مدیریت پروژه با توجه به پیچیدگی روند اجرای پروژه می‌تواند

* نویسنده مسئول

z.nezhadheydari@gmail.com





به ابزار بی‌بدیلی جهت شناسایی و حذف هر آیتمی که موجب تحمیل هزینه‌های غیرضروری و اتلاف زمان می‌شود، باشد بدون اینکه آسیبی به کارکردهای اساسی پروژه وارد شود به عبارتی پیاده‌سازی مهندسی ارزش در چهارچوب مدیریت پروژه، این امکان را فراهم می‌آورد که ضمن توجه به تمام اجزای پروژه، هیچ بخشی از پروژه مسلم و قطعی فرض نگردد و همواره زمان بهینه برای رسیدن به مرحله بهره‌برداری بدون افزودن بر هزینه و یا کاستن از کیفیت به‌عنوان هدف پیش رو باشد [1].

مفهوم ارزش مفهوم ذهنی است برای افراد مختلف معانی مختلف دارد. مصرف‌کننده آن را به معنی «بهترین خرید»، تولیدکننده به معنی «کمترین هزینه»، طراح به معنی «بالاترین درجه کارکرد» تلقی خواهد کرد. ارزش به مفهوم زمان، افراد، موضوع و شرایط است، فقط به موضوع تنها محدود نمی‌شود. مفهومی که عموماً توسط مدیران ارزش پذیرفته می‌شود بدین مضمون است که ارزش به نسبت بین کیفیت و هزینه گفته می‌شود، لیکن کیفیت هزینه بر اساس این دیدگاه می‌تواند بسیار متغیر باشد [2]. باید توجه داشت که در برخی موارد اعمال مهندسی ارزش با توجه حصول بهبود کارایی و کارکرد می‌تواند منجر به افزایش زمان اجرای پروژه گردد و منظور از بهینه کردن زمان به هیچ وجه کاستن زمان در تمام موارد نمی‌باشد از این رو با پیشرفت اقتصاد صنعتی کشور، مهندسی ارزش در پروژه‌ها به‌عنوان یکی از روش‌های کم ریسک جهت کاهش هزینه‌ها مطرح می‌گردد.

پروژه به مجموعه‌ای از فعالیت‌های موقت و هدفمند گفته می‌شود که برای ایجاد یک کالا و یا ارایه یک خدمت معین صورت می‌گیرد. هر پروژه سیستمی است که دارای یک رکن اساسی می‌باشد که به‌عنوان قید و حدود عمل می‌کنند. این یک رکن عبارت است از:

- هدف.
- هزینه.
- زمان.
- کیفیت.

البته لازم به ذکر است که تمامی این موارد ارکان یک تابع بوده و هرگونه تغییر در هر یک از ارکان، رکن دیگر را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از این رو می‌توان گفت هر پروژه، نیازمند یک مدیر واحد است. مدیر پروژه شخصی است که با فعالیت‌های مربوط به برنامه‌ریزی، زمان‌بندی و مدیریت روزانه پروژه سروکار دارد و بیشترین تاثیر را بر روی موفقیت کارها خواهد داشت. مدیر پروژه اختیاراتی را از متولی پروژه دریافت می‌کند و نقش اصلی را در آغاز، هدایت و پایان پروژه ایفا می‌کند.

با توجه به توضیحات فوق می‌توان دریافت که در هر پروژه، زمان و هزینه در یک رابطه تنگاتنگ قابلیت تعامل نزدیک با یکدیگر را دارند. به‌عنوان مثال با کاهش زمان، هزینه افزایش پیدا می‌کند و بالعکس [3]. از جهتی نیز اختلاف نظر میان ذینفعان پروژه در خصوص اولویت‌بندی فاکتورهای نامبرده منتهی به تنش‌های فراوان شده و ایجاد هرگونه تغییر در الزامات محصول یا پروژه در گام‌های میانی مراحل اجرایی پروژه ممکن است ریسک‌های جدید و غیرمنتظره‌ای را ایجاد نماید و این تیم پروژه است که باید میان نیازمندی‌های پروژه تعادل ایجاد کرده و وضعیت را ارزیابی نماید [4]. عاملی که تاثیر بسیار زیادی بر زمان و هزینه‌های اختصاص یافته بر یک پروژه دارد، شامل: تجهیزات، ماشین‌آلات، نیروی انسانی، مواد و مصالح می‌باشد [3].

یکی از مهم‌ترین کارهایی که در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری برای اجرای پروژه‌ها به نحو مطلوب می‌توان انجام داد انتخاب پیمانکار مناسب برای اجرای این پروژه‌ها است. درواقع، پیمانکاران به‌عنوان جزو لاینفک و بسیار مهم هستند که در فرآیند پروژه‌ها مطرح می‌گردند. آن‌ها درواقع، تامین کننده عمده خدمات و تجهیزات مورد نیاز پروژه‌ها هستند. در هر زمینه از پروژه‌های مختلف، تعدادی از پیمانکاران وجود دارند که به‌صورت بالقوه، دارای شرایط و توانایی‌های لازم جهت انجام پیمان هستند، اما مساله در اینجا بروز می‌کند که کدام پیمانکار اصلح‌تر است [5]. از این رو این تضمین به وجود می‌آید که با انتخاب پیمانکار اصلح، ریسک اتلاف منابع چه از لحاظ هزینه و چه از لحاظ زمان به حداقل برسد و همچنین پروژه‌ها، دارای بالاترین کیفیت اجرا و ایمنی در حین اجرا و یا بعد از اجرا باشد. استفاده نکردن از روش‌های علمی و مناسب برای تصمیم‌گیری در زمینه انتخاب پیمانکاران زیان‌های جبران‌ناپذیری را متوجه سازمان‌های جامعه می‌کند [6].

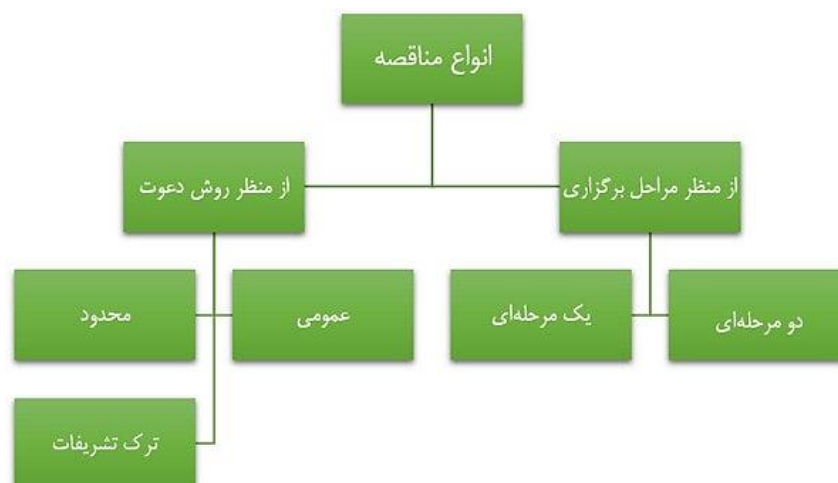
با توجه به توضیحات فوق می‌توان گفت دولت، سازمان‌های دولتی، شرکت‌ها و سازمان‌های خصوصی برای ارایه خدمات عمومی و خوداشتغالی موظف‌اند با اشخاص حقیقی قرارداد منعقد کنند. در این قراردادها نیز مانند هر قرارداد دیگری وجود شرایط عمومی برای

صحت قراردادها ضروری است و علاوه بر این شرایط ماده ۷۹ قانون محاسبات عمومی رعایت تشریفات مناقصه را در قراردادهای دولتی الزامی می‌داند که از شروع این فرآیند تا امضای قرارداد سه مرحله اعلام آگهی مناقصه، اعلام قیمت توسط مناقصه‌گران و در نهایت امضای قرارداد می‌باشد [7].

۲- فرآیند برگزاری مناقصه

در مناقصات پیمانکاران به پیشنهاد قیمت جهت انجام پروژه می‌پردازند. این پیشنهاد وابستگی زیادی به مهارت، تجهیزات و نیروی انسانی پیمانکار دارد. پیشنهاد قیمت، هسته اصلی هر برنامه پیمانکار است و تاثیر مستقیمی روی استراتژی پیمانکار شرکت خواهد [8].

هر پروژه طبق شرایط خاص خود اجرا می‌شود. با توجه به نوع و شرایط پروژه، مناقصه برگزار می‌گردد و پس از مشخص شدن برنده آن، شرکت مذکور به تجهیز کارگاه در محل پروژه، فراهم آوردن مواد و مصالح مصرفی و تمام فعالیت‌های ابتدایی لازم می‌پردازد. مناقصات پیمانکاری فرآیندی در میان مناقصه‌گران (پیمانکاران) در جهت انتخاب بهترین پیمانکار که به‌منظور تامین کیفیت موردنظر با توجه به تعهدات، موضوع معامله به مناقصه گذاشته می‌شود. نوع مناقصه مطابق شکل ۱ (یک مرحله‌ای یا دو مرحله‌ای-عمومی یا محدود) در معاملات مشخص می‌شود [9].



شکل ۱- ساختار مناقصه.

Figure 1- Tender structure.

مناقصه یک فرآیند رقابتی برای حصول اطمینان از کیفیت مطلوب (طبق اسناد مناقصه) است که تعهداتی که موضوع معامله است به مناقصه‌دهنده‌ای واگذار می‌شود که کمترین قیمت مناسب را پیش‌بینی کرده باشد. مناقصه از نظر معامله، در روابط اقتصادی بسیار مهم است؛ بنابراین مناقصه شکلی است که در آن سازمان‌های دولتی آماده می‌شوند برای رقابت با افراد واقعی که کالا یا خدمات می‌خرند و یا حقوقی که قیمت کمتری دارند یا مناسب‌ترین شرایط را پیشنهاد می‌کنند، معامله می‌کنند. مناقصه محدود برخلاف اصل آزادی تجارت و برابری اشخاص حقیقی و حقوقی در قراردادهای دولتی مستثنی است و شرایط برگزاری آن شامل: ۱- بالاترین مقام ارگان مناقصه‌گزار برگزاری مناقصه محدود را تعیین کند و ۲- مسئولیت بالاترین سمت ارگان مناقصه‌گزار در برگزاری مناقصه می‌باشد [7].

بر اساس مفاد قانون برگزاری مناقصات، تمامی مناقصات دولتی باید با رعایت چهارچوب مندرج در این قانون انجام گردد. قانون یادشده با هدف اعمال سیاست‌های ارشادی دولت در زمینه فعالیت‌های اقتصادی، استفاده از قدرت خرید دولت برای دستیابی به اهداف اقتصادی به‌خصوص، مانند حمایت از تولیدات داخلی و دسترسی به کالاها و خدمات باکیفیت و قیمت مناسب در سال ۱۳۸۳ به تصویب رسیده است [10].





در راستای انتخاب پیمانکار در هر یک از پروژه‌ها تفاوت بسیار وجود دارد که این تفاوت و عدم یکپارچگی در انتخاب، مشکلات بسیاری را شامل می‌شود. توجه نکردن به معیارهای متفاوت، نقض‌های ذهنی و نبود روش منطقی و یکپارچه در حین انتخاب موجب بروز ایرادات و کاستی‌ها در حین اجرای پروژه شده است. هم‌چنین به دلیل مشابه گرفتن انتخاب پیمانکار و تامین کننده، مطالعات بسیار محدودی برای حل این مساله، جمع‌آوری معیارها و ارایه روشی واحد انجام شده است. در اکثر مواقع انتخاب پیمانکار را همان انتخاب تامین کننده، در نظر می‌گیرند، اما باید توجه داشت که تامین کننده در پروژه‌ها زیرمجموعه‌ای از انتخاب پیمانکار است و باقی موارد نیز عملکردی متفاوت از پیمانکار دارد. به همین منظور در این بخش به دلیل مطالعات محدود انتخاب پیمانکار و نیز نشان دادن تفاوت این دو انتخاب به بررسی مقالات در زمینه انتخاب تامین کننده، معیارها و روش‌های مورد استفاده در آن پرداخته شده و در نهایت تفاوت دو انتخاب و دلایل انجام این تحقیق بیان شده است [9].

در [11] با بررسی دلایل به خدمت‌گیری پیمانکاران عنوان شده که تخصصی شدن فعالیت‌ها و خدمات باعث شده است تا اکثر شرکت‌ها مایل باشند کارهای مختلف خود را به شرکت‌های دیگر بسپارند. شرکت‌هایی که محصولات پیچیده تولید می‌کنند (مانند شرکت‌های خودروساز) ناگزیرند تمام یا بخشی از قطعات زیرمجموعه‌های خود را به شرکت‌های دیگر واگذار کنند. این شرکت‌ها درواقع پیمانکاران شرکت اصلی هستند. ارزیابی و انتخاب پیمانکار (پیمانکاران) مناسب یکی از مسائل بسیار مهمی است که اگر در آن دقت شود، از بروز مسائل و مشکلات زیادی در آینده جلوگیری خواهد کرد.

پیمانکاران پروژه‌های عمرانی ممکن است بر اساس عباراتی چون زمان، هزینه و کیفیت کار موردسنجش قرار گیرند و صاحبان پروژه‌ها، همواره تحت فشار بوده‌اند تا بهترین پیمانکار را برای اجرای پروژه انتخاب کنند. در ارزیابی پیمانکاران روش‌های تجزیه و تحلیل‌های چند شاخصه، رگرسیون چندگانه، تجزیه و تحلیل‌های خوشه‌ای و تئوری مجموعه‌های فازی موردبررسی و مقایسه قرار گرفته‌اند [12].

قلی پور و همکاران [13] در مطالعات خود یک مدل ترکیبی AHP را برای کمک به مدیران در زمینه انتخاب پیمانکار ارایه کردند که عوامل کمی و کیفی متعددی جهت انتخاب پیمانکار را به حساب می‌آورد.

حیدری و حیدری [14] در پژوهشی دیگر علاوه بر شناسایی شاخص‌های موثر بر انتخاب پیمانکار، میزان اهمیت و اولویت‌بندی شاخص‌های مزبور با استفاده از مدل AHP در تصمیم‌گیری گروهی تعیین شده و نحوه استفاده از مدل AHP جهت انتخاب مناسب‌ترین پیمانکار بر اساس شاخص‌های اولویت‌بندی شده در پروژه موسسه مالی و اعتباری شهرستان "لردگان" نشان داده شده است.

جدول ۱- پاسخ خبرگان به پیمانکار a.

[illegible]

جدول ۲- پاسخ خبرگان به پیمانکار b.

Table 2- Answers of the experts to the contractor b.

وزن	جمع	نتیجه	9	7	5	3	1	نتیجه	9	7	5	3	1	نتیجه	9	7	5	3	1	a
نتایج																				
0.170940171	20	5		5		3		7	7		5			5						عدد قرارداد
																				مشابه
0.205128205	24	7	7		5			7	7		5			5						سلیقه کاری
0.256410256	30	7	7		7			7	7		9			9	9	7				سطح سواد
																				مدیران
0.05982906	7	3		3		1		1	1		2			2						ارشد
																				گرید
0.102564103	12	1		1		5		5	5		1			1						پیمانکار
																				هزینه انجام
0.102564103	12	7		3		3		1	1		9			1	9					پروژه
																				تعداد
																				ماشین آلات
																				مورد استفاده
0.102564103	12	3		5		5		1	1		3			3						در پروژه
																				زمان اجرای کار
	117	35		29		29		29			26			26						جمع
																				ستون





جدول ۳- پاسخ خبرگان به پیمانکار c.

Table 3- Answers of the experts to the contractor c.

وزن	جمع	نتیجه	9	7	5	3	1	نتیجه	9	7	5	3	1	a
نتایج														
0.128205128	10	3				3		1			5		1	عدد قرارداد
														مشابه
0.179487179	14	3			5	3		3			3		3	سلیقه کاری
0.153846154	12	7	7				3		1			1	1	سطح سواد
														مدیران
0.128205128	10	1				1		1		5			3	ارشد
														گرید
0.179487179	14	3				3		3		3		3		پیمانکار
														هزینه انجام
0.102564103	8	1			5			5		1		1		پروژه
														تعداد
														ماشین آلات
														مورد استفاده
0.128205128	10	5	5					1		3		3		در پروژه
														زمان اجرای
														کار
														جمع
		23						19		21			15	ستون

جدول ۴- معیارهای اصلی و زیر معیارهای انتخاب پیمانکار.
Table 4- The main criteria and sub-criteria for contractor selection.

معیارهای اصلی	زیر معیار
هزینه انجام شده پروژه/تعداد ماشین آلات مورد استفاده در پروژه	توان و ثبات مالی پیمانکار
زمان اجرای کار	شاخص زمان
سطح سواد مدیران ارشد/گرید پیمانکار/تعداد قرارداد مشابه/سابقه کاری	قابلیت های پیمانکار



کنان و همکاران [15] بر اساس مشکلات کیفی و کمی موجود در انتخاب تامین کننده از رویکرد یکپارچه نظریه مطلوبیت چند منظوره فازی و برنامه ریزی چند هدفه برای رتبه بندی تامین کنندگان استفاده کرده اند. توجه در این پژوهش به معیارهای کیفیت، ظرفیت، کمینه کردن هزینه و بیشینه کردن مقادیر خرید است.

شاو و همکاران [16] با استفاده از *AHP* فازی و برنامه ریزی خطی چند هدفه فازی ارایه داند و با توجه به معیارهای کیفیت، هزینه، درصد تاخیر در تحویل و تقاضا در ابتدا به تحلیل وزن ها و سپس به انتخاب تامین کننده و تخصیص سهمیه پرداختند.

چن [17] ابتدا با *SOWT* داده های شرکت های تامین کننده را تحلیل و معیارها را در یک چهارچوب مشخص کرد. سپس با تحلیل پوششی داده ها و روش های *TOPSIS* و *MADM* شرکت های بالقوه را رتبه بندی کرد. توجه این مقاله به معیارهای کیفیت و توسعه محصول و کاهش هزینه و چرخه عمر محصول است.

۲-۲-۲- معیارهای انتخاب پیمانکار

در شرایط عادی پیمانکارانی می توانند موفق باشند که دارای مدیریت زمانی و اقتصادی بالایی باشند یعنی بتوانند با حداقل هزینه بهترین بهره وری را در زمان مشخص شده داشته باشند [18].

انتخاب پیمانکار اصلح نقش مهمی در موفقیت و یا عدم موفقیت یک پروژه ایفا می نماید و یکی از مهم ترین تصمیم گیری های مدیران می باشد. تخصصی شدن فعالیت های بخش های مختلف صنعت از شاخصه های بازار کسب و کار کنونی بوده و برون سپاری بخشی از فعالیت های مورد نظر سازمان به عنوان یک پروژه و انتخاب پیمانکار، یکی از دغدغه های مدیران جهت رقابت در بازار کسب و کار می باشد، چراکه ارزیابی پیمانکاران بر اساس معیارهای تعریف شده و در نهایت انتخاب پیمانکار واجد شرایط سبب حذف پیمانکاران ناکارآمد از فرایند مناقصه خواهد شد. عدم انتخاب پیمانکار اصلح، در نهایت سبب از بین رفتن منابع سازمان خواهد شد. فرایند انتخاب پیمانکار به دلیل وجود معیارهایی که امکان تناقض آن ها وجود دارد، پیچیده است. محققان زیادی سعی کرده اند تا با مشخص کردن معیارهای مهم برای انتخاب پیمانکار مناسب، مدیران را در اتخاذ تصمیم های مربوط به برون سپاری یاری کنند. یکی از مهم ترین مشکلاتی که در انتخاب پیمانکاران ناکارآمد می توان به آن اشاره نمود مشکلات ایمنی و بروز حوادثی است که در سازمان در اثر ناکارآمدی پیمانکاران به سازمان تحمیل می شود که هزینه زیادی را به دوش سازمان می گذارد [19].

انتخاب پیمانکار یکی از مسائل مهم می باشد که نقش بسزایی در موفقیت و یا عدم موفقیت یک پروژه ساخت دارد. انتخاب پیمانکاران شایسته می تواند تا حد زیادی احتمال عدم موفقیت را کاهش دهد. انتخاب پیمانکاران معمولاً شامل دو بخش پیش صلاحیت پیمانکار و برگزاری مناقصه و انتخاب پیمانکار می باشد. در پیش صلاحیت یکسری معیارها که می توانند در سطوح بعدی خود شامل زیر معیارهایی باشند، تعریف می شوند. این معیارها بیانگر توانمندی و کفایت پیمانکاران برای اجرای پروژه هستند. با توجه به گفته های فوق می توان دریافت که روش های متداول پیش صلاحیت را می توان به دو روش کلی حذفی و رتبه ای یا امتیازی تقسیم بندی کرد. در روش حذفی پارامترهایی که ملاک تصمیم گیری در مورد صلاحیت پیمانکار می باشند فهرست می شوند. این پارامترها می توانند خود دارای زیر پارامترهایی باشند که در سطوح مختلف تعریف می گردند. برای هر کدام از این پارامترها یا زیر پارامترها قواعد یا قوانینی ذکر می شود و معمولاً این پارامترها و قواعد طبق روندی به صورت یک الگوریتم بیان می گردند. سپس با توجه به اطلاعات موجود، مشخصات پیمانکاران با هر کدام از پارامترها و قواعدشان طبق روند الگوریتم قیاس می شوند. اگر پیمانکار توانست اولین پارامتر را با توجه به قواعد بیان شده برای آن ارضا کند پارامتر بعدی مطرح می شود، در غیر این صورت پیمانکار رد صلاحیت شده و روند خاتمه می یابد. پیمانکارانی که نتوانند تمامی شاخص ها را ارجاع کنند در خاتمه تایید صلاحیت می شوند و وارد لیست کوتاه قبل از برگزاری مناقصه می شود. در روش دوم نیز

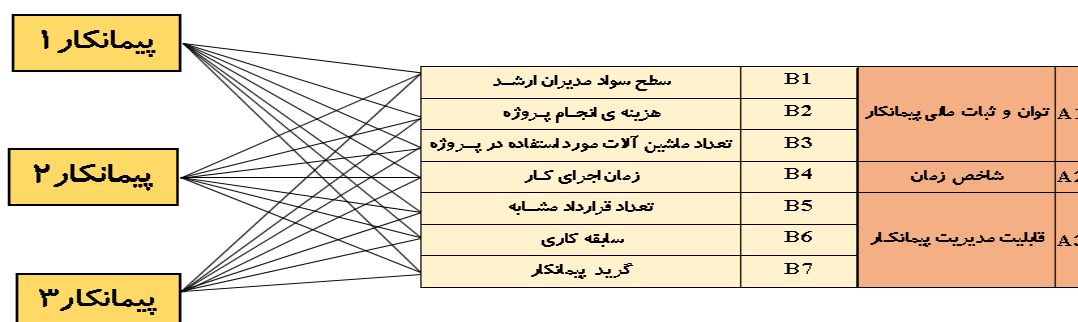


یکسری پارامترها که می‌توانند خود دارای یک سری زیر پارامتر باشند معرفی می‌شوند. به هرکدام از این پارامترها یا زیر پارامترها با توجه به مشخصات پیمانکار نمره‌ای داده می‌شود. با توجه به وزن‌ها و میزان اهمیت این پارامتر نسبت به یکدیگر، یک نمره نهایی به پیمانکار داده می‌شود. مناقصه‌گذار با توجه به این پارامترها حدی را برای پذیرش قرار داده است، پیمانکارانی که نمره‌ای پایین‌تر از این حد را کسب کنند رد صلاحیت می‌شوند. لذا کسانی تعیین صلاحیت می‌شوند که نمره‌ای بیشتر از حد را به‌دست آورند [20].

استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از ابزارهای مهم برای استفاده تصمیم‌گیران می‌باشد. لذا این تحقیق با هدف تعیین الگوی انتخاب پیمانکاران با استفاده از روش AHP و VIKOR به بررسی موضوع و ارائه نتایج می‌پردازد.

۳-۲- یافته‌های پژوهش

اپریکووک و تزنگ در سال ۱۹۸۸ به ابداع روش ویکور پرداختند و در سال‌های ۲۰۰۲ الی ۲۰۰۷ آن را توسعه دادند. این روش بر اساس مدل تصمیم‌گیری چند معیاره طراحی شده است و به رتبه‌بندی شاخص‌ها می‌پردازد. دلیل انتخاب این روش پژوهش، امکان سنجش این معیارها به‌طور هم‌زمان و سپس اعلام نتیجه است که در ارزیابی پیمانکاران این امر مهم و حائز اهمیت است تا کلیه معیارها هم‌زمان سنجیده شوند و موردی از قلم نیفتد، به این طریق کل زنجیره یک مناقصه پیمانکاری تا حد زیادی از مشکلات بعدی مصون می‌ماند. هم‌چنین نرمال‌سازی کلیه گزینه‌ها در ابتدای این روش مقادیر معیارها را در یک سطح قرار می‌دهد و پس از انجام تمام مراحل روش، درنهایت به انتخاب پیمانکار برتر می‌پردازد [9] (مطابق با شکل ۲).



شکل ۲- ساختار سلسله مراتبی روش موردنظر.

Figure 2- Hierarchical structure of the proposed method.

در تکنیک مقایسه زوجی جهت وزن دهی شاخص‌ها ابتدا جدول ماتریس که در آن معیارها به‌صورت دو به دو در سطر و ستون در مقابل هم قرار گرفته‌اند، تشکیل شد.

جدول ۵- ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌های ارزیابی.

Table 5- Pairwise comparison matrix of evaluation indicators.

معیار	نوع معیار	نام معیار	تعداد قرارداد مشابه	سابقه کاری	سطح سواد مدیران ارشد	گرید پیمانکار	هزینه انجام پروژه	تعداد ماشین‌آلات مورد استفاده	زمان اجرای کار
1	مثبت	تعداد قرارداد مشابه							
2	مثبت	سابقه کاری							
3	مثبت	سطح سواد مدیران ارشد							
4	مثبت	گرید پیمانکار							
5	مثبت	هزینه انجام پروژه							
6	مثبت	تعداد ماشین‌آلات مورد استفاده							
7	مثبت	زمان اجرای کار							

از این رو خبرگانی که دارای تجربه بودند اهمیت معیارها را نسبت به هم سنجیدند؛ که جدول ۵ حاصل نظر آنان درباره مقایسه هر زوج



از شاخص‌ها نسبت به همدیگر است. در جدول زیر وزن هر شاخص بیانگر اهمیت و امتیاز کسب‌شده از دیدگاه پاسخ‌دهندگان است؛ بنابراین طبق نظر پاسخ‌دهندگان عمل گردید و برای هر شاخص حداکثر امتیاز برابر با همان وزن محاسبه‌شده در نظر گرفته شده است [21].

جدول ۶- وزن هر یک از شاخص‌ها.

Table 6- The weight of each index.

نام معیار	وزن	نام معیار	وزن
تعداد قرارداد مشابه	0.167978419	هزینه انجام پروژه	0.14699984
سابقه کاری	0.15782241	تعداد ماشین‌آلات مورد استفاده	0.13404439
سطح سواد مدیران ارشد	0.147864799	زمان اجرای کار	0.09825803
گرید پیمانکار	0.147032121		

به‌طور کلی گام‌های روش AHP به شرح زیر می‌باشد:

مدل‌سازی فرایند تحلیل سلسله مراتبی: در این گام شاخص‌ها به‌صورت سلسله‌مراتب ترسیم می‌شود (که به آن نمودار درختی یا طرح سلسله مراتبی گفته می‌شود).

طراحی پرسشنامه خبره: حال که طرح سلسله مراتبی (درخت تصمیم) را طراحی نمودیم، همه چیز مهیاست تا طبق آن نسبت به طراحی پرسشنامه اقدام نماییم. در این مرحله عناصر هر سطح نسبت به سایر عناصر مربوط خود در سطح بالاتر به‌صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس‌های مقایسات زوجی تشکیل می‌شوند.

تعیین وزن معیارها: در این گام با استفاده از روش‌های مختلف وزن دهی، وزن نسبی معیارها را به دست می‌آوریم. روش‌های متفاوتی برای وزن دهی وجود دارد از جمله روش مجموع سطری، مجموع ستونی، میانگین حسابی، میانگین هندسی، روش بردار ویژه، روش مجموع مربعات.

از این رو پس از به‌دست آوردن وزن هر یک از پروژه‌ها، پژوهشگر به رتبه‌بندی این پروژه‌ها می‌پردازد و جهت انجام رتبه‌بندی در این تحقیق، نیازمند است طی مراحل شکل ۳ تمامی گام‌های موردنظر را اجرا نماید.

شکل ۳- مراحل انجام تکنیک ویکور (Vikor).

Figure 3- The steps of performing Vikor technique.

ردیف	مراحل انجام تکنیک ویکور	فرمول‌ات و توجیحات
1	تشکیل ماتریس تصمیم	در ماتریس تصمیم هر گزینه براساس تعدادی معیار امتیازدهی می‌شود. ماتریس تصمیم با X و هر درایه آن با x_{ij} نشان داده می‌شود.
2	درمال سازی داده‌ها	به کمک فرمول مقابل انجام می‌گیرد $nif = \frac{\sum x_{ij}}{\sum x_{ij}}$
3	تعیین نقطه ایده آل مثبت و منفی	در این مرحله بهترین و بدترین هر یک را برای هر معیار در میان گزینه‌هایی که از قبل انتخاب کرده ایم بر می‌گزینیم و به ترتیب F^+ و F^- می‌نامیم. اگر معیار از نوع سودمندی باشد $F^+ = \max f_{ij}$ $F^- = \min f_{ij}$ (حواشی داشت: متغیر سودمندی (S) بیانگر فاصله نسبی گزینه‌ها از نقطه ایده آل و مقدار R بیانگر حداکثر ناراحتی گزینه‌ها از دوری از نقطه ایده آل می‌باشد. برای این منظور از رابطه‌های زیر استفاده می‌شود: $S_j = \sum_{i=1}^m w_i \cdot \frac{f_i^+ - f_j^+}{f_i^+ - f_i^-}$ $R_j = \max \left[w_i \cdot \frac{f_i^+ - f_j^+}{f_i^+ - f_i^-} \right]$
4	تعیین سودمندی و تاسف	با نماد Q مشخص شده و به کمک فرمول زیر محاسبه می‌شود: $Q_i = v \left[\frac{S_i - S^+}{S^- - S^+} \right] + (1-v) \left[\frac{R_i - R^+}{R^- - R^+} \right]$
5	محاسبه شاخص ویکور	که رابطه‌هایی موارد زیر در این فرمول صدق می‌کند: $S^+ = \max S_i \quad ; \quad S^- = \min S_i$ $R^+ = \max R_i \quad ; \quad R^- = \min R_i$
6	گام نهایی تصمیم‌گیری با تکنیک ویکور	در آخرین مرحله از تکنیک ویکور، گزینه‌ها براساس مقادیر Q, R, S در سه گروه از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند. بهترین گزینه آن است که کوچکترین Q را داشته باشد به شرط آنکه دو شرط زیر برقرار باشد: 1. اگر گزینه ۱A و ۲A در میان m گزینه رتبه اول و دوم را داشته باشند، باید رابطه مقابل برقرار باشد: $Q(A_1) - Q(A_2) \geq \frac{1}{n-1}$ 2. گزینه 1A باید حداقل در یکی از گروه‌های R و S به عنوان رتبه برتر شناخته شود. نکته: اگر در شرط نخست برقرار نباشد، در دو گزینه بهترین گزینه خولفت بود. اگر در شرط دوم برقرار نباشد، گزینه 1A و 2A در دو به عنوان گزینه برتر انتخاب می‌شوند.



با توجه به شکل ۳ و اطلاعات به دست آمده از مصاحبه با تعدادی از افراد خبره در یکی از پروژه‌های کارخانه‌ها لبنیاتی استان فارس (که در جدول ۷ نام‌گذاری گردیده است) ارایه شد و سپس شاخص‌هایی را جهت ارزیابی معیارهای پیمانکار و انتخاب بهترین گزینه (پیمانکار) انتخاب شد و سپس شاخص‌ها با استفاده از روش وی کور رتبه‌بندی شد که در جدول ۸ قرار داده شده است.

جدول ۷- نام‌گذاری پیمانکاران.
Table 7- Name of contractors.

گزینه		
۱	A	پیمانکار ۱
۲	B	پیمانکار ۲
۳	C	پیمانکار ۳

در تحقیق حاضر بر اساس مصاحبه‌هایی که با خبرگان پروژه در استان فارس به دست آمده تعداد ۷ شاخص در نظر گرفته شده و ۳ گزینه نیز به عنوان انتخاب پیمانکار برتر جهت رتبه‌بندی توسط تکنیک وی کور انتخاب شده‌اند. سپس محاسبات طبق شکل ۳ به کمک روش وی کور به دست آمده است که نتیجه این فرآیند رتبه‌بندی پیمانکار برتر به منظور انتخاب بهترین امتیاز با استفاده از معیارها را شامل می‌شود (به صورت جدول ۸)، در تحقیق حاضر به نمایش درآمده است. هم‌چنین لازم به ذکر است که این رتبه‌بندی بر اساس ۴ شاخص (شاخص سودمندی S_i ، شاخص نارضیاتی R_i ، شاخص وی کور Q_i) روش وی کور به صورت جداگانه در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸- رتبه‌بندی پیمانکاران با استفاده از شاخص وی کور.
Table 8- Rating of contractors using Vicor index.

شاخص	8I	RI	QI	رتبه‌بندی
A	0.42	0.15	0.06	رتبه سوم
B	0.61	0.15	476	رتبه دوم
C	0.17	0.17	2	رتبه اول

۱-۳-۲- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به تنوع و تعدد پیمانکارانی که بالقوه، دارای شرایط و توانایی‌های لازم جهت انجام پیمان و پروژه هستند، مساله مهم آن است که کدام پیمانکار باید انتخاب گردد. پس به ناچار، باید ابتدا پیمانکاران را ارزیابی، رتبه‌بندی و پس از آن انتخاب نمود تا اجرای پروژه به بهترین نحو، تضمین گردد. عدم توجه به این مهم باعث می‌شود که اجرای پروژه از لحاظ زمانی طولانی‌تر، با کیفیت پایین‌تر و هزینه بالاتر (با توجه به هزینه استهلاک و خوابیدگی سرمایه و ضرر ناشی از عدم تکمیل و تحویل به موقع پروژه) انجام پذیرد. هم‌چنین، در بعضی مواقع، امکان بروز عدم توجیه اقتصادی پروژه نیز وجود دارد.

در این پژوهش نیز با استفاده از روش وزن دهی AHP و روش تصمیم‌گیری چند معیاره وی کور (VIKOR) را می‌توان به صورت زیر اولویت‌بندی نمود:

۱. پیمانکار ۳ (C)
۲. پیمانکار ۲ (B)
۳. پیمانکار ۱ (A)

از به دست آوردن نتایج فوق می‌توان دریافت پیمانکار ۳ (C) با توجه به اجرای پروژه، مطابق با برنامه زمان‌بندی، با مناسب‌ترین هزینه، تعداد قرارداد مشابه، سابقه کاری، سطح سواد مدیران ارشد، گرید پیمانکار و تعداد ماشین‌آلات مورد استفاده در مناقصه ارایه شده انتخاب گردیده است.



- [1] Jafari Eskandari, M., & Emadi, F. (2018). *Investigating the approach of value engineering in industries* [presentation]. National conference of new and creative ideas in management, accounting, legal and social studies. (In Persian). <https://www.sid.ir/paper/898407/fa>
- [2] Memarzadeh, Gh, Farhadi Mohali, A., & Sarfarazi, M. (2010). Integrated approach in the lean principles of value engineering in value creation. *Iranian journal of public policy in management*, 1(3), 25–58. (In Persian). <https://www.sid.ir/paper/199027/en>
- [3] Dehghan, M., Noori, S., & Ibn al-Rasoul, S. A. (2009). *Designing a cost management model in construction projects* [presentation]. The first international executive management conference, Tehran, Iran, Civilica. (In Persian). <https://civilica.com/doc/68296/>
- [4] Khandardi, M. (2012). Project management based on the PMBOK standard. *Golestan symbol quarterly*. (In Persian). magiran.com/p1024367
- [5] Zare Mehrjardi, Y., Momeni, H., & Barghi, S. (2010). The model of evaluation and selection of contractors in petrochemical projects; decision making techniques approach-Barda technique. *Journal of explorations of business management*, 2(3), 32–59. (In Persian). <https://www.sid.ir/paper/197119/fa>
- [6] Marathi, S., & Nili Ahmadabadi, M. (2015). *Criteria for awarding contracts to water and sewage company project contractors* [presentation]. International conference on management and economics in the 21st century, Tehran, Iran, Civilica. (In Persian). <https://civilica.com/doc/508661/>
- [7] Watan Fada Kahriz, M. R., Emami Gheshlagh, M. (2022). Challenges, ambiguities and conciseness of Auction, Tender. *Scientific quarterly journal of islamic economics and banking*, 11(40), 317–366. (In Persian). <https://www.sid.ir/paper/1040699/en>
- [8] Tanaka, M. (2014). Municipal solid waste management in Japan. *Environmental science and engineering*, 157–171. DOI:10.1007/978-981-4451-73-4_9
- [9] Najiazarpour, S., & Teimouri, E. (2018). Supply chain management and utilization of promthee. *Sharif journal of industrial engineering & management*, 34.1(1.1), 29–37. (In Persian). https://sjie.journals.sharif.edu/article_5545.html
- [10] Hajian, M. M., & Mohammadi, M. H. (2022). Managing risks of capital applicant in holding tenders of oil and gas upstream development contracts within the adverse selection model (case study of selection of exploration and production companies). *Journal of researches energy law studies*, 8(1), 43–65. (In Persian). https://jrels.ut.ac.ir/article_88574.html?lang=en
- [11] Ghazanfari, M., & Tahri al-Njarqi, A. (2019). Examining the organizational culture in the outsourcing of organizational IT projects to human resources; risks and benefits. *Journal of cultural management*, 12(45), 37–46. (In Persian). <https://www.sid.ir/paper/1002326/fa>
- [12] Holt, G. D. (1998). Which contractor selection methodology? *International journal of project management*, 16(3), 153–164. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(97\)00035-5](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(97)00035-5)
- [13] Gholipour, R., Jandaghi, G., & Rajaei, R. (2014). Contractor selection in MCDM context using fuzzy AHP. *Iranian journal of management studies*, 7(1), 151–173.
- [14] Heidary, A., & Heidary, M. (2008). *Selection of contractors using ahp method* [presentation]. National conference on value engineering in the construction industry, Tehran, Iran, Civilica. (In Persian). <https://civilica.com/doc/50903/>
- [15] Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., & Diabat, A. (2013). Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain. *Journal of cleaner production*, 47, 355–367. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.010>
- [16] Shaw, K., Shankar, R., Yadav, S. S., & Thakur, L. S. (2012). Supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy multi-objective linear programming for developing low carbon supply chain. *Expert systems with applications*, 39(9), 8182–8192. DOI:10.1016/j.eswa.2012.01.149
- [17] Chen, Y. J. (2011). Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain. *Information sciences*, 181(9), 1651–1670. DOI:10.1016/j.ins.2010.07.026
- [18] Harris, F., McCaffer, R., Baldwin, A., & Edum-Fotwe, F. (2021). *Modern construction management*. John Wiley & Sons.
- [19] Qara Daghi, Gh., & Omidvari, M. (2018). Presenting the contractor selection model using GDEMATEL-ANP combined method and gray relationship analysis with safety approach (case study in oil industry). *Iranian work health magazine*, 15(1), 1–16. (In Persian). <https://elmnet.ir/doc/1894792-55146>
- [20] Abbas Niya, R., Afshar, A., & Ashthardian, E. (2015). A new way to assess the pre-qualification of contractors. *International journal of industrial engineering and production management (Persian) (international journal of engineering sciences)*, 16(4), 1–10. (In Persian). <https://sid.ir/fA/Journal/SearchPaper.aspx?journal=&subject=3&writer=51463&year=1384&PDF=&Filter=>
- [21] Soheili, F., Sayedi Taljar, H., Hosaini, M., & Ahmadi, H. (2018). Evaluation and ranking of central libraries of comprehensive and industrial universities affiliated to the Ministry of Science, Research and Technology. *Academic librarianship and information research*, 52(3), 13–37. (In Persian). https://jlib.ut.ac.ir/article_70149.html?lang=en