

دوفصلنامه علمی کارافن

شماره چهل و پنجم، بهار و تابستان 1398 (صص 106-93)
شاپای چاپی: 2382-9796 شاپای الکترونیکی: 2538-4430
<http://karafan.tvu.ac.ir>



تعیین پیمانکار مناسب برای انجام پروژه‌های عمرانی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)

محمد رضا داداشی*

مریی، گروه ریاضی، دانشگاه پیام نور، ایران

فیروز محمدی

مریی، گروه مهندسی عمران، آموزشکده شهید چمران اهر، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، اهر، ایران

تاریخ پذیرش نهایی: 1398/03/01

تاریخ دریافت مقاله: 1397/12/05

چکیده

مدیریت ارزیابی و انتخاب پیمانکار مناسب یکی از قسمت‌های اساسی فرایند ساخت و ساز است، زیرا پیمانکاران یکی از ارکان پروژه‌های عمرانی و عامل اصلی تبدیل منابع به محصول نهایی هستند. بیشترین میزان بودجه پروژه‌های عمرانی، به عملیات اجرایی اختصاص می‌یابد؛ بنابراین اجرای هر پروژه نیازمند وجود پیمانکار مناسبی است که توانایی‌های لازم را برای انجام پروژه در محدوده زمانی و منابع پیش‌بینی شده و با کیفیت مورد نظر داشته باشد و از هدر رفتن منابع ملی کشور که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، جلوگیری کند. در این مقاله علاوه بر شناسایی شاخص‌های مؤثر در انتخاب پیمانکار مناسب و تعیین میزان اهمیت و اولویت‌بندی شاخص‌های مزبور، روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) را تشریح می‌کنیم و در ادامه، روش انتخاب پیمانکار مناسب را از میان پیمانکاران حاضر در مناقصه برای انجام یک پروژه عمرانی با به‌کارگیری روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) براساس شاخص‌های اولویت‌بندی شده بیان می‌کنیم.

واژگان کلیدی:

پروژه عمرانی، پیمانکار مناسب، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی.

* نویسنده مسئول مکاتبات: mreza_dadashi@pnu.ac.ir

1. مقدمه

در حال حاضر روشی کارآمد و مبتنی بر اصول مدیریت نوین برای انتخاب پیمانکار پروژه‌های عمرانی وجود ندارد و در انتخاب آن به برگزیدن روش علمی و تکنیک‌های مناسب تصمیم‌گیری توجه چندانی نمی‌شود؛ از این رو اغلب پروژه‌های عمرانی دچار مشکلاتی مانند افزایش هزینه، به طول انجامیدن زمان اجرا یا کاهش کیفیت ناشی از انتخاب نکردن پیمانکار مناسب و شایسته برای پروژه می‌شوند [6]. مدیریت ارزیابی و انتخاب پیمانکار برای واگذاری پروژه‌های عمرانی، قسمت اساسی فرایند ساخت و ساز است. از سوی دیگر، ضرورت انجام پروژه‌های کاربردی برای رفع مشکلات مختلف پروژه‌های عمرانی از جمله مشکلات موجود در زمینه مدیریت پروژه، شناسایی ابعاد و عوامل اثرگذار بر انتخاب پیمانکار و استفاده از شیوه‌های علمی تصمیم‌گیری در زمینه انتخاب پیمانکار اصلاح و در نهایت جلوگیری از هدررفت منابع ملی کشور، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در پژوهش حاضر که روی پروژه‌های عمرانی در شهرستان اهر از استان آذربایجان شرقی انجام گرفته است، تلاش می‌شود پاسخ به پرسش‌هایی که در رابطه با انتخاب پیمانکار پروژه‌های عمرانی مطرح است، با شناسایی شاخص‌های تأثیرگذار بر پیمانکاران و بررسی روش‌های علمی، انتخاب گزینه بهینه از میان گزینه‌های موجود و در نهایت تکنیکی مناسب برای انتخاب پیمانکار اصلاح ارائه شود. یکی از کارآمدترین این تکنیک‌ها، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی¹ (AHP) است که نخستین بار توسط توماس ال. ساتی² در سال 1980 مطرح شد [8]. این تکنیک براساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. همچنین دارای امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارهاست [7]. توپسرکانیان (1395) با ارائه الگویی، انتخاب پیمانکار مناسب در پروژه‌های عمرانی شهرداری منطقه 6 مشهد را با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی AHP بررسی کرده است [4]. بیدی (1381) استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری را برای تعیین پیمانکار مناسب، مفید دانسته و برای وزن‌دهی به معیارهای تصمیم‌گیری، روش تحلیل سلسله‌مراتبی را پیشنهاد کرده است. وی همچنین تعدادی از شاخص‌های مؤثر و مهم در انتخاب پیمانکار را نام برده و معتقد است در ایران، شاخص زمان اجرای کار برای رتبه‌بندی پیمانکاران در نظر گرفته نشده است [3].

در این مقاله شاخص‌های مؤثر در انتخاب پیمانکار مناسب و تعیین میزان اهمیت و اولویت‌بندی شاخص‌های مزبور و همچنین روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به عنوان یکی از جامع‌ترین

1. Analytical Hierarchy Process

2. Thomas L. Saaty

روش‌های علمی طراحی شده برای تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه، تشریح می‌شود. در ادامه، روش انتخاب پیمانکار مناسب برای انجام پروژه‌های عمرانی را با به‌کارگیری روش AHP براساس شاخص‌های اولویت‌بندی شده بیان می‌کنیم. همچنین در انجام این پژوهش، برای شناسایی معیارها از مطالعات کتابخانه‌ای و برای انجام محاسبات و رتبه‌بندی شاخص‌ها از نرم‌افزار Expert Choice 11 استفاده شده است.

2. روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین روش‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه است که به منظور تصمیم‌گیری و انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های گوناگون تصمیم‌گیری، با توجه به شاخص‌های تعیین شده توسط تصمیم‌گیرنده، به کار گرفته می‌شود. فرایند AHP ترکیب معیارهای کیفی و کمی را هم‌زمان امکان‌پذیر می‌سازد. این فرایند از مقایسه‌های دوجه‌دویی متغیرها و معیارهای تصمیم‌گیری استفاده می‌کند. مقایسه زوجی به تصمیم‌گیرنده این امکان را می‌دهد تا فارغ از هرگونه نفوذ و مزاحمت خارجی، تنها روی مقایسه دو معیار یا گزینه تمرکز کند؛ همچنین اطلاعات ارزشمندی را درباره مسئله مورد بررسی فراهم می‌آورد و سبب بهبود عامل منطقی بودن فرایند تصمیم‌گیری می‌شود [7].

2-1. مزایای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

- امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله‌مراتبی فراهم می‌کند؛
- در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف کمی و کیفی را در مسئله ممکن می‌سازد؛
- گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت می‌دهد؛
- امکان تحلیل حساسیت براساس شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها را دارد؛
- به واسطه بنام شدن بر مقایسه‌های زوجی، قضاوت را آسان می‌سازد؛
- میزان سازگاری قضاوت‌های مربوط به مقایسه‌های زوجی را محاسبه می‌کند؛
- از مبنای نظری قوی برخوردار است؛
- امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده به منظور تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها در آن فراهم است؛
- امکان تلفیق قضاوت‌ها را فراهم کرده و منجر به تعیین رتبه نهایی هر گزینه می‌شود؛
- چهارچوبی برای مشارکت گروهی در تصمیم‌گیری آماده می‌سازد؛

© تمامی افراد متخصص می‌توانند به راحتی این روش‌ها را به کار ببرند؛
 © برای حل محدوده وسیعی از مسائل قابل استفاده است؛
 © مقیاسی برای اندازه‌گیری شاخص‌های کیفی و روشی برای محاسبه اولویت‌هاست [7و6].
 با توجه به موارد گفته شده می‌توان از روش AHP برای مدل‌سازی انتخاب پیمانکار مناسب در پروژه‌های عمرانی و تعیین درجه اهمیت و اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر در آن استفاده کرد.

2-2. تشریح کلیات روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

نخستین مرحله در تحلیل سلسله‌مراتبی، مدل‌سازی و بناکردن سلسله‌مراتب مدل است. در این مرحله، مسئله و هدف از تصمیم‌گیری، به صورت سلسله‌مراتبی از سطوح شامل عناصر تصمیم که با هم در ارتباط هستند، برداشت می‌شود. عناصر تصمیم شامل شاخص‌های تصمیم‌گیری و گزینه‌های تصمیم هستند. دومین مرحله، انجام مقایسه‌های زوجی است. در این مرحله تصمیم‌گیرنده باید مجموعه ماتریس‌هایی را که به‌طور عددی اهمیت یا برتری عناصر هر سطح را نسبت به عنصر مربوط به خود در سطح بالاتر نشان می‌دهد، ایجاد کند. این کار با انجام مقایسه‌های دوبه‌دو میان عناصر هر سطح (مقایسه زوجی) از طریق تخصیص اعدادی که نشان‌دهنده اهمیت یا برتری یکی نسبت به دیگری است، صورت می‌گیرد. مقادیر عددی این مقایسه‌ها در ماتریسی به نام ماتریس مقایسه‌های زوجی نگاشته می‌شود. این ماتریس دو خاصیت بارز دارد: نخست اینکه قطر آن عدد 1 است؛ بدین معنا که نسبت ترجیح هر عامل در مقایسه با خودش مساوی 1 است؛ دوم آنکه ترجیح عوامل نسبت به یکدیگر خاصیت معکوس‌پذیری دارد.

مرحله بعدی در روش AHP انجام محاسبات لازم برای تعیین وزن (اولویت) هر یک از عناصر تصمیم با استفاده از اطلاعات ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی است. چندین روش برای این کار وجود دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به روش حداقل مربعات، حداقل مربعات لگاریتمی، روش بُردار ویژه و روش‌های تقریبی اشاره کرد. در این مقاله از یکی از روش‌های تقریبی (میانگین حسابی) استفاده شده است که شامل سه مرحله است:

گام نخست: مقادیر هر یک از ستون‌ها را با هم جمع می‌کنیم؛

گام دوم: هر عنصر در ماتریس مقایسه‌های زوجی را بر حاصل جمع ستون خودش تقسیم کرده تا ماتریس مقایسه‌های زوجی نرمالیزه شود؛

گام سوم: مقدار میانگین عناصر هر سطر از ماتریس نرمالیزه را محاسبه می‌کنیم. این مقادیر میانگین، وزن نسبی عناصر مورد نظر را مشخص می‌کند.

در روش تحلیل سلسله‌مراتبی، آخرین مرحله انتخاب گزینه برتر است. در این مرحله به منظور

رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم و تعیین گزینه برتر، وزن‌های نسبی در هم ادغام می‌شوند. از آنجا که وزن شاخص‌ها منعکس‌کننده اهمیت آن‌ها در تعیین هدف بوده و وزن هر گزینه نسبت به شاخص‌ها، سهم آن گزینه در شاخص مربوط است، می‌توان گفت وزن نهایی هر گزینه از مجموع حاصل ضرب وزن هر شاخص در وزن گزینه مربوط از آن شاخص به دست می‌آید.

3. روش انتخاب پیمانکار مناسب با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی

در روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، نخست سلسله‌مراتب تصمیم را که شامل عناصر تصمیم است، تشکیل می‌دهیم تا هدف نهایی که انتخاب مناسب‌ترین پیمانکار است، در سطح نخست سلسله‌مراتب تصمیم قرار گیرد. در سطح دوم، شاخص‌های اصلی که شامل کادر فنی و متخصص، سابقه کار، وضعیت اقتصادی و مالی و ماشین‌آلات پیمانکار و حسن سابقه است، قرار خواهند گرفت. در سطوح بعدی سلسله‌مراتب تصمیم، شاخص‌های فرعی و در سطح آخر گزینه‌های تصمیم یعنی پیمانکاران شرکت‌کننده در مناقصه قرار می‌گیرند.

3-1. مشخصات پروژه و پیمانکاران

برای انجام پژوهش حاضر و پیاده‌سازی روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در انتخاب پیمانکار مناسب برای اجرای پروژه‌های عمرانی، پروژه ساختمان دانشگاه پیام نور اهر را در نظر می‌گیریم که در زمینی به مساحت 2222 متر مربع، با 730 متر مساحت زیربنا در سه طبقه واقع در استان آذربایجان شرقی، شهرستان اهر، در 100 کیلومتری مرکز استان با برآورد اولیه 12 میلیارد و 860 میلیون ریال، برای ساخت به مناقصه گذاشته شده بود. از شش شرکت پیمانکاری برای دریافت اسناد مناقصه دعوت شده بود که تنها چهار شرکت، اسناد تکمیل شده را بازگرداندند.

• پیمانکار «الف» شرکتی دارای رتبه 4 ساختمان و رتبه 5 تأسیسات، با هشت سال سابقه کاری و دارای چهار کادر فنی لیسانس است.

• پیمانکار «ب» دارای رتبه 4 ساختمان و رتبه 5 تأسیسات، با 21 سال سابقه کاری و دارای پنج کادر فنی لیسانس است.

• پیمانکار «ج» دارای رتبه 4 ساختمان و رتبه 5 تأسیسات، با 27 سال سابقه کاری و دارای هفت کادر فنی لیسانس است.

• پیمانکار «د» دارای رتبه 5 ساختمان و رتبه 5 تأسیسات، با هفت سال سابقه کاری و دارای سه کادر فنی لیسانس است.

3-2. تشکیل ماتریس‌های مقایسه‌ی زوجی نهایی پروژه

با استفاده از شاخص‌های کمی و کیفی مؤثر بر صلاحیت پیمانکاران و میزان اهمیت آن‌ها، همچنین با توجه به نظر مسئولان اداره مهندسی و میزان اهمیت پروژه، ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌ها نسبت به هدف مشخص شد. همان‌طور که می‌دانیم عوامل مؤثر بر صلاحیت پیمانکاران پروژه‌های مختلف و میزان اهمیت آن‌ها، با توجه به نظر کارفرما تغییر می‌یابد [10]. به همین منظور، پرسش‌نامه‌ای تدوین شد تا با استفاده از تصمیم‌گیری گروهی براساس روش AHP، شاخص‌های اصلی و فرعی را به صورت زوجی مقایسه کنیم. 40 نسخه از پرسش‌نامه تهیه و با مراجعه به جامعه آماری و استفاده از تکنیک‌های توزیع پرسش‌نامه و انجام مصاحبه، نسبت به جمع‌آوری قضاوت‌های افراد منتخب درباره اهمیت شاخص‌ها و مقایسه‌های زوجی آن‌ها اقدام شد. از میان موارد بیان‌شده درباره عوامل مؤثر بر صلاحیت پیمانکاران و میزان اهمیت آن‌ها برای تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی، جدول‌های 1 تا 7 تهیه شده‌اند.

جدول 1. ماتریس مقایسه زوجی نهایی شاخص‌های اصلی نسبت به هدف

انتخاب مناسب‌ترین پیمانکار	فنی	تجربی	اقتصادی و مالی	مدیریتی و تخصص	ماشین‌آلات	حُسن سابقه
فنی	1	3	2	0/5	3	0/5
تجربی	0/33	1	2	0/33	3	2
اقتصادی و مالی	0/5	0/5	1	0/5	2	1
کادر متخصص و غیره	2	3	2	1	3	2
ماشین‌آلات	0/33	0/33	0/5	0/33	1	0/5
حُسن سابقه	2	0/5	1	0/5	2	1

جدول 2. ماتریس مقایسه زوجی نهایی شاخص‌های گروه فنی

فنی	داشتن نظام جامع برنامه‌ریزی	رعایت استانداردها	چگونگی اجرای پروژه‌ها
داشتن نظام جامع برنامه‌ریزی و فنی	1	0/2	0/33
رعایت استانداردها	5	1	3
چگونگی اجرای پروژه‌ها	3	0/33	1

جدول 3. ماتریس مقایسه زوجی نهایی شاخص‌های گروه تجربی

ارتباط و هماهنگی مستمر	خلاقیت و نوآوری	بومی بودن پیمانکار	سابقه اجرایی در رشته	تجربی
0/14	0/3	3	1	سابقه اجرایی در رشته
0/125	0/2	1	0/33	بومی بودن پیمانکار
0/3	1	5	3	خلاقیت و نوآوری
1	5	8	7	ارتباط و هماهنگی مستمر

جدول 4. ماتریس مقایسه زوجی نهایی شاخص‌های گروه اقتصادی و مالی

پرداخت به موقع دستمزد	قیمت پیشنهادی	توان مالی و پیشنهادی	اقتصادی و مالی
0/14	0/5	1	توان مالی و پیشنهادی
0/33	1	2	قیمت پیشنهادی
1	3	7	پرداخت به موقع دستمزد

جدول 5. ماتریس زوجی نهایی شاخص‌های گروه ماشین‌آلات

تجهیز کامل و به موقع کارگاه	دانش تجهیزات و ماشین‌آلات آماده به کار	ماشین‌آلات
1	1	دانش تجهیزات و ماشین‌آلات آماده به کار
1	1	تجهیز کامل و به موقع کارگاه

جدول 6. ماتریس مقایسه زوجی نهایی شاخص‌های گروه مدیریتی و کادر متخصص

میزان تحصیلات، رشته تحصیلی	مدیریت کارآمد	مدیریتی و کادر متخصص
1	1	مدیریت کارآمد و غیره
1	1	میزان تحصیلات، رشته تحصیلی

جدول 7. ماتریس مقایسه زوجی نهایی شاخص‌های گروه حُسن سابقه

اعتبار و خوش‌نامی شرکت و پرسنل کلیدی	حُسن سابقه در کارهای پیشین	حُسن سابقه
1	1	حُسن سابقه در کارهای پیشین
1	1	اعتبار و خوش‌نامی شرکت و پرسنل کلیدی

جدول 8. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص داشتن نظام جامع برنامه‌ریزی و کنترل پروژه

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	داشتن نظام جامع برنامه‌ریزی
1	1	1	1	پیمانکار «الف»
1	1	1	1	پیمانکار «ب»
1	1	1	1	پیمانکار «ج»
1	1	1	1	پیمانکار «د»

جدول 9. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص رعایت استانداردها و مشخصه‌های

فنی در پروژه‌های پیشین

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	شیوه رعایت استانداردها
3	0/33	1	1	پیمانکار «الف»
3	0/33	1	1	پیمانکار «ب»
5	1	3	3	پیمانکار «ج»
1	0/2	0/33	0/33	پیمانکار «د»

جدول 10. ماتریس مقایسه زوجی پیمانکار نسبت به شاخص چگونگی اجرای پروژه‌های پیشین از

نظر کیفیت، هزینه و برنامه زمانی

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	چگونگی اجرای پروژه‌های پیشین
3	1	0/5	1	پیمانکار «الف»
2	0/5	1	1	پیمانکار «ب»
3	1	2	1	پیمانکار «ج»
1	0/33	0/5	0/3	پیمانکار «د»

جدول 11. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص سابقه اجرایی در رشته و زمینه

کاری مورد نظر

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	سابقه اجرایی در رشته
3	2	2	1	پیمانکار «الف»
3	2	1	0/5	پیمانکار «ب»
2	1	0/5	0/5	پیمانکار «ج»
1	0/5	0/33	0/33	پیمانکار «د»

جدول 12. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص بومی بودن یا داشتن تجربه در محل اجرایی پروژه

بومی بودن پیمانکار	پیمانکار «الف»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «د»
پیمانکار «الف»	1	0/5	1	0/33
پیمانکار «ب»	2	1	0/5	0/33
پیمانکار «ج»	1	2	1	0/5
پیمانکار «د»	3	3	2	1

جدول 13. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص خلاقیت و نوآوری در پروژه‌های پیشین

خلاقیت و نوآوری	پیمانکار «الف»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «د»
پیمانکار «الف»	1	1	1	1
پیمانکار «ب»	1	1	1	1
پیمانکار «ج»	1	1	1	1
پیمانکار «د»	1	1	1	1

جدول 14. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص ارتباط و هماهنگی مستمر با کارفرما و دستگاه نظارت

ارتباط و هماهنگی مستمر	پیمانکار «الف»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «د»
پیمانکار «الف»	1	2	0/3	1
پیمانکار «ب»	0/5	1	0/5	2
پیمانکار «ج»	3	2	1	3
پیمانکار «د»	1	0/5	0/33	1

جدول 15. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص توان مالی و پشتیبانی

توان مالی و پشتیبانی	پیمانکار «الف»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «د»
پیمانکار «الف»	1	0/5	1	0/5
پیمانکار «ب»	2	1	2	1
پیمانکار «ج»	1	0/5	1	0/5
پیمانکار «د»	2	1	2	1

جدول 16. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص قیمت پیشنهادی

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	قیمت پیشنهادی
0/5	2	3	1	پیمانکار «الف»
0/33	0/5	1	0/33	پیمانکار «ب»
0/5	1	2	0/5	پیمانکار «ج»
1	2	3	2	پیمانکار «د»

جدول 17. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص پرداخت به موقع دستمزد

کارکنان، عوامل کارگاهی و غیره

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	پرداخت به موقع دستمزد، عوامل کارگاهی و غیره
1	1	1	1	پیمانکار «الف»
1	1	1	1	پیمانکار «ب»
1	1	1	1	پیمانکار «ج»
1	1	1	1	پیمانکار «د»

جدول 18. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص مدیریت کارآمد و سیستم مدیریتی مناسب

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	مدیریت کارآمد و سیستم
2	1	1	1	پیمانکار «الف»
2	1	1	1	پیمانکار «ب»
2	1	1	1	پیمانکار «ج»
1	0/5	0/5	0/5	پیمانکار «د»

جدول 19. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص میزان تحصیلات، رشته تحصیلی، و

تجربه اجرایی و عناصر کلیدی

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	میزان تحصیلات، رشته تحصیلی، و تجربه اجرایی و عناصر کلیدی
3	0/5	2	1	پیمانکار «الف»
3	0/5	1	0/5	پیمانکار «ب»
3	1	2	2	پیمانکار «ج»
1	0/33	0/33	0/33	پیمانکار «د»

جدول 20. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص داشتن تجهیزات و ماشین‌آلات در دسترس

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	داشتن تجهیزات و ماشین‌آلات
4	3	2	1	پیمانکار «الف»
3	2	1	0/5	پیمانکار «ب»
2	1	0/5	0/33	پیمانکار «ج»
1	0/5	0/33	0/25	پیمانکار «د»

جدول 21. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص تجهیز کامل و به‌موقع کارگاه

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	تجهیز کامل و به‌موقع کارگاه
1	1	1	1	پیمانکار «الف»
1	1	1	1	پیمانکار «ب»
1	1	1	1	پیمانکار «ج»
1	1	1	1	پیمانکار «د»

جدول 22. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص حُسن سابقه در کارهای پیشین

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	حُسن سابقه در کارهای پیشین
3	0/5	2	1	پیمانکار «الف»
2	0/33	1	0/5	پیمانکار «ب»
3	1	3	2	پیمانکار «ج»
1	0/33	0/5	0/33	پیمانکار «د»

جدول 23. ماتریس مقایسه زوجی چهار پیمانکار نسبت به شاخص اعتبار و خوش‌نامی شرکت و پرسنل کلیدی

پیمانکار «د»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «الف»	اعتبار و خوش‌نامی شرکت و پرسنل کلیدی
3	2	2	1	پیمانکار «الف»
2	1	1	0/5	پیمانکار «ب»
2	1	1	0/5	پیمانکار «ج»
1	0/5	0/5	0/33	پیمانکار «د»

جدول 24. قیمت‌های پیشنهادی پیمانکاران

پیمانکاران - قیمت پیشنهادی	پیمانکار «الف»	پیمانکار «ب»	پیمانکار «ج»	پیمانکار «د»
قیمت پیشنهادی (ریال)	1000/000 2/010	2/024/000/000	2/018/000/000	1/980/000/000

3-3. محاسبه وزن‌های نسبی شاخص‌ها

در این قسمت با استفاده از ماتریس‌های زوجی شاخص‌های اصلی نسبت به هدف (جدول 1)، ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی شاخص‌های فرعی نسبت به شاخص‌های اصلی (جدول 2 تا 7) و ماتریس‌های مقایسه زوجی پیمانکاران نسبت به شاخص‌های فرعی (جدول 8 تا 23)، وزن نهایی شاخص‌های اصلی نسبت به هدف، و وزن نسبی شاخص‌های فرعی در رابطه با شاخص‌های اصلی، محاسبه می‌شوند.

3-4. انتخاب گزینه برتر

در این مرحله با ادغام وزن‌های نسبی، میزان اهمیت و اولویت‌بندی نهایی هر یک از گزینه‌ها، پیمانکاران به ترتیب زیر اولویت‌بندی می‌شوند که برای این منظور از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شده است.

پیمانکار «ج»

پیمانکار «الف»

پیمانکار «ب»

پیمانکار «د»

4. نتیجه‌گیری

قیمت پیشنهادی پیمانکاران طبق جدول شماره 24 ارائه می‌شود. همان‌طور که می‌بینید، براساس قیمت پیشنهادی، پیمانکار «د» کمترین قیمت را ارائه داده است، در صورتی که طبق خروجی برنامه، پیمانکار «د» در آخرین اولویت قرار دارد و پیمانکار «ج» که طبق برنامه در اولویت اول قرار داشت، براساس قیمت پیشنهادی در ردیف سوم قرار دارد می‌گیرد. قیمت پیشنهادی پیمانکار «ج» حدود 1/9 درصد یعنی مبلغ 38 میلیارد ریال از قیمت پیشنهادی پیمانکار «د» بیشتر است. در این مثال اختلاف قیمت دو پیمانکار در حدود 1/9 درصد است که در مقایسه با ضرر و زیان احتمالی ناشی از

انتخاب نادرست پیمانکار که ممکن است قیمت پیشنهادی آن براساس نداشتن تجربه کافی باشد، ناچیز است. چنانچه عوامل دیگری جز قیمت پیشنهادی در انتخاب پیمانکار دارای وزن بندی بیشتری باشد، پیمانکاری انتخاب خواهد شد که از نظر توان اجرایی، حُسن سابقه و دیگر موارد در اولویت قرار دارد. این امر سبب می‌شود پروژه با کیفیت بالاتر، قیمت مناسب‌تر و زمان اجرای کوتاه‌تری به پایان برسد. با بررسی اطلاعات به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه با روند جاری، نتایج زیر قابل دستیابی است:

1. قیمت پیشنهادی پیمانکاران که در حال حاضر در بیشتر موارد مهم‌ترین شاخص در انتخاب نهایی است، نه تنها مهم‌ترین شاخص نیست بلکه اهمیت آن از اهمیت تعدادی از شاخص‌های دیگر نیز کمتر است؛
2. شاخص مدیریت کارآمد و سیستم مدیریتی مناسب که تنها در مرحله ارزیابی توان اجرای کار و آن هم پایین‌ترین ضریب وزنی نسبت به شاخص‌های دیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد، بزرگ‌ترین ضریب وزنی را دارد و اهمیت آن در رابطه با اصلح بودن پیمانکاران از تمام شاخص‌های دیگر بیشتر است؛
3. شاخص‌هایی که مربوط به توانایی و مهارت‌های پرسنل پیمانکاران است از جمله شیوه رعایت استانداردها و مشخصه‌های فنی در پروژه‌های پیشین، داشتن نظام جامع برنامه‌ریزی و کنترل پروژه و میزان تحصیلات، رشته تحصیلی و تجربه اجرایی کادر متخصص و عناصر کلیدی، پس از شاخص مدیریت کارآمد و سیستم مدیریتی مناسب، از شاخص‌های دیگر مهم‌تر بوده و در اصلح بودن پیمانکار نقش بیشتری دارند؛
4. شاخص‌هایی که به توانایی‌های مالی و سخت‌افزاری پیمانکاران بستگی دارد، از جمله داشتن تجهیزات و ماشین‌آلات آماده‌به‌کار یا در دسترس و توان مالی و پشتیبانی، در اصلح بودن پیمانکاران در جایگاه‌های پایین‌تری قرار دارند. این مطالب نشان می‌دهد قابلیت‌های منابع انسانی پیمانکاران مهم‌تر از قابلیت‌های مالی و سخت‌افزاری است؛ به عبارت دیگر دانش، تجربه، خلاقیت و نوآوری مدیران توانا و پرسنل کارآمد، در اصلح بودن پیمانکاران بیشتر از هر معیار دیگری اهمیت می‌یابد؛ از این رو ضرورت بازنگری در روش جاری انتخاب پیمانکار و توجه بیشتر به پارامترهای مربوط به منابع انسانی در این رابطه، بیشتر نمایان می‌شود.

منابع

- 1- اصغری زاده، ع. (1387)، «شناسایی و تعیین وزن شاخص‌های مؤثر در انتخاب پیمانکاران پروژه‌های عمرانی»، مجله پژوهش‌های مدیریت، سال اول، شماره دوم، صص 105-123.
- 2- امیدواری، م؛ قره‌داغی، غ. (1397)، «ارائه الگوی انتخاب پیمانکاران با استفاده از روش ترکیبی ANP-GDEMATEL و تحلیل رابطه خاکستری با رویکرد ایمنی (مطالعه موردی در صنعت نفت)»، سلامت کار ایران، دوره 15، شماره 1، صص 1-16.
- 3- بیدی، ع. (1381)، «بررسی معیارهای ارزیابی پیمانکاران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران.
- 4- تویسرکانیان، م؛ موسوی قوچانی، ح؛ نعیمی مقدم، م؛ سلطانی، م. (1395)، «ارائه الگوی انتخاب پیمانکار مناسب در پروژه‌های عمرانی شهرداری با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی AHP، در راستای جامعه ایمن، مطالعه موردی: منطقه 6 شهرداری مشهد»، هشتمین اجلاس آسیایی جامعه ایمن و اولین اجلاس منطقه‌ای جامعه ایمن مشهد.
- 5- خلیلی بروجنی، ن؛ وسیلی، م؛ زارعی، ع. (1395)، «انتخاب پیمانکاران جزء مناسب در پروژه‌های عمرانی مبتنی بر عوامل مؤثر کیفیت و با استفاده از روش تاپسیس»، کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت پایدار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان.
- 6- سعادت، ا. (1373)، فرایند تصمیم‌گیری در سازمان، انتشارات دانشگاه تهران.
- 7- عطایی، م. (1394)، تصمیم‌گیری چندمعیاره، شاهرود: انتشارات دانشگاه شاهرود.
- 8- قدسی پور، ح. (1379)، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP، انتشارات دانشگاه تهران.
- 9- محقر، ع؛ مهرگان، م؛ آذر، ع؛ مطهری فریمانی، ن. (1393)، «طراحی مدلی برای انتخاب پروژه‌های عمرانی در بخش عمومی»، نشریه مدیریت صنعتی، سال ششم، شماره 15، صص 847-831.
- 10- مظاهری زاده، ی؛ ناجی عظیمی، ز. (1392)، «شناسایی و ارزیابی شاخص‌های مؤثر در انتخاب پیمانکاران پروژه‌های فاینانس شرکت آب و فاضلاب مشهد»، ششمین کنفرانس بین‌المللی انجمن ایرانی تحقیق در عملیات، پژوهشکده تحقیق در عملیات.
- 11- نصراللهی، م؛ مظفری، م. (1395)، «خوشه‌بندی و رتبه‌بندی پیمانکاران با استفاده از مدل‌های خوشه‌بندی و ویکور (مطالعه موردی: مسکن مهر شهر جدید هشتگرد)»، مدیریت شهری، شماره 44، صص 537-548.
- 12- نوجوان، م؛ محمدی، ع؛ صالحی، ا. (1390)، «کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای با تأکید بر روش‌های TOPSIS و MADM SAW»، نشریه مدیریت شهری، شماره 28.
- 13- نیکمردان، ع. (1386)، معرفی نرم‌افزار Expert Choice 11، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- 14- Gudienė, N. & Banaitienė N. (2014), "Identification and evaluation of the critical success factors for construction projects in Lithuania: AHP approach", *Journal of Civil Engineering and Management*.
- 15- Zabihi, H.; Habib, F.; Mirsaedi, L. (2013), "Sustainability Assessment Criteria For Buiding Systems in Iran", *Middle East Journal of Scientific Research*, No. 13.