

تعیین سبد بهینه پروژه‌های عمرانی، مبتنی بر رویکرد تلفیقی تحلیل سلسله‌مراتبی و ارزیابی نسبت تجمعی

(مورد مطالعه: معاونت مهندسی و مجری طرح‌های عمرانی یک رده نظامی)

محسن شفیعی نیک‌آبادی^۱، سید محمدحسن حسینی^۲، مجتبی شفیعی نیک‌آبادی^۳

چکیده

هدف اصلی این مقاله، تعیین سبد بهینه پروژه‌های عمرانی یک رده نظامی از نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران، با رویکرد تلفیقی تکنیک‌های تحلیل سلسله‌مراتبی و ارزیابی نسبت تجمعی و با در نظر گرفتن شاخص‌های ارزیابی متنوع و متعارض می‌باشد. این رویکرد دومرحله‌ای می‌تواند به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری مناسب در زمینه برنامه‌ریزی و هزینه کرد درست منابع محدود در اختیار، مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش ابتدا با مطالعه کتابخانه‌ای، شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های عمرانی استخراج می‌گردد. سپس در مرحله اول رویکرد پیشنهادی با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی و با بهره‌گیری از نظرات خبرگان، شاخص‌های ارزیابی شناسایی شده، وزن‌دهی می‌شوند. در مرحله دوم با استفاده از تکنیک ارزیابی نسبت تجمعی و بر اساس اوزان مشخص شده برای شاخص‌ها و پاسخ‌های حاصل از نظرسنجی در جامعه آماری مورد تحقیق، رتبه‌بندی پروژه‌ها انجام می‌شود. نتایج مرحله اول نشان می‌دهد شاخص‌های تطابق ساخت پروژه با اهداف استراتژیک و میزان هزینه ساخت با ضرایب اهمیت ۰/۳۲ و ۰/۲۶ در رتبه اول و دوم قرار داشته و شاخص تازگی و نو بودن پروژه‌ها نسبت به هم، با ضریب اهمیت ۰/۰۶ در رتبه آخر قرار دارد. همچنین خروجی نظرسنجی در فاز دوم بیانگر فهرستی از پروژه‌های عمرانی رتبه‌بندی شده در قالب سبد بهینه پروژه در قلمرو مکانی مورد نظر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رتبه‌بندی، پروژه‌های عمرانی، سبد بهینه پروژه، تحلیل سلسله‌مراتبی، ارزیابی نسبت تجمعی.

^۱ استادیار مدیریت صنعتی، دانشگاه سمنان

^۲ استادیار مهندسی صنایع، دانشگاه شاهرود

^۳ کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور

۱- مقدمه

در دنیای امروز، توسعه‌ی زیرساخت‌های عمرانی یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های توسعه‌یافتگی در هر کشوری محسوب می‌شود و این امر در نیروهای مسلح به منظور ساخت و تحکیم مراکز استقرار حیاتی، افزایش آستانه مقاومت ملی، تقویت مؤلفه‌های مقاومت در مقابل تهدیدات، کسب امنیت پایدار و نمایان کردن اقتدار ملی در جهت خودکفایی انجام می‌گردد. در این راستا یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مدیران ارشد سازمان نیروهای مسلح، ارزیابی عملکرد پروژه‌های سازمان و همچنین رتبه‌بندی^۱ پروژه‌ها بر اساس شاخص‌های عملکردی، قبل از اجرای پروژه است. در این خصوص نیروهای مسلح، جهت نیل به تعالی، به دنبال روش‌هایی هستند که بتوانند بهره‌وری^۲ را افزایش دهند و بر اساس استراتژی سازمانی، هزینه‌ها را به حداقل برسانند، منفعت را افزایش دهند و از خلل پیش رو بکاهند.

در این دوران، با توجه به وجود فشارهای اقتصادی، اغلب مدیران بر این باورند که باید دقت و توجه خاصی به پروژه‌هایی که با تأخیر مواجه هستند و یا بالاتر از بودجه خود اجرا می‌شوند، اعمال کنند تا بتوانند راه‌هایی را در جهت اطمینان از کیفیت آن‌ها پیدا کنند. در این شرایط انتخاب و اولویت‌بندی پروژه‌ها از میان تعداد زیادی از پروژه‌های پیشنهادی، همواره در بیشتر سازمان‌ها یک تصمیم مهم و سخت است که با اجرای مدیریت سبد پروژه و استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، امکان‌پذیر است (روحی میرحسینی و دیگران، ۱۳۹۳). مدیریت سبد پروژه^۳ رویکردی برگرفته از دانش مدیریت پروژه می‌باشد که به دنباله طراحی و اجرای پروژه‌هایی است که بتوانند، دستیابی سازمان را به اهداف استراتژیک خود تسهیل کنند و گزینش پروژه‌های مناسب، تخصیص صحیح منابع محدود سازمان و سلامت روابط سازمانی مدیران پروژه را تضمین نمایند (زارع اشکذری، ۱۳۸۴). به طور کلی می‌توان هدف اصلی مدیریت سبد پروژه را دستیابی به بهترین سطح تجاری با منابع محدود تعریف نمود (ارسنجانی و دیگران، ۱۳۹۱). در این سبد باید تمام پروژه‌ها را باهم دید، تجزیه و تحلیل نمود، کنترل کرد و اداره نمود و برای به دست آوردن حداکثر سود مقایسه و دوباره منابع را به آن اختصاص داد (مدرس یزدی و سپندآسا، ۱۳۸۴). سه عامل اصلی درگیر در مدیریت سبد پروژه، افراد و یا همان تصمیم‌گیرندگان، ابزار، تکنیک‌ها و مدل‌های انتخاب و درنهایت فرآیند و یا چارچوب

¹ Ranking

² Efficiency

³ Project Portfolio Management

مورد استفاده در انتخاب پروژه‌ها هستند. بیش از یکصد مدل و تکنیک برای انتخاب سبد بهینه وجود دارد، بنابراین انتخاب ابزار مناسب برای ارزیابی پروژه‌های پیشنهادی و انتخاب یک سبد پروژه همسو با استراتژی‌های شرکت از نکات مهم انتخاب پروژه‌ها است (ابونیا‌عمران، ۱۳۸۷). انتخاب پروژه‌ها یک مسئله‌ی تصمیم‌گیری راهبردی است که اغلب به کمک معیارهای چندگانه متعارض و نامتناسب تعریف می‌شود و در سال‌های اخیر فرآیند انتخاب از میان گزینه‌های در حال رشد، مسئله‌ای مهم برای کلیه‌ی سازمان‌ها شده است (لیزی و دیگران^۱، ۲۰۰۷؛ نیک‌پی و ترابی، ۱۳۹۱). این اهمیت از آنجا نشئت می‌گیرد که انتخاب پروژه‌های نادرست منجر به استفاده‌ی منابع سازمان در پروژه‌هایی نامناسب و از میان رفتن نفع سازمانی ناشی از عدم سرمایه‌گذاری منابع در پروژه‌های مناسب‌تر می‌شود (نیک‌پی و ترابی، ۱۳۹۱). در این صورت لازم است با توجه به فقدان وجود منابع کافی در سازمان‌ها برای اتمام تعهدات خود، پروژه‌ها رتبه‌بندی گردند و بودجه‌ها بر اساس اولویت‌ها از بالا به پایین لیست، هزینه گردند (دینگ و کاو^۲، ۲۰۰۸).

وجود روش مؤثری که بتواند به درستی و به طور علمی، عملکرد پروژه‌ها را نسبت به هم ارزیابی نماید، بسیار ضروری و حیاتی است و این امر در قالب پژوهش‌های میدانی و اخذ نظرات خبرگان مشغول به خدمت در نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران با پیاده‌سازی مدیریت سبد پروژه و اولویت‌بندی پروژه‌ها بر اساس شاخص‌های ارزیابی عملکردی سازگار با شرایط این سازمان، به منظور برنامه‌ریزی و تخصیص صحیح منابع محدود در اختیار، صورت می‌پذیرد و موجب افزایش بهره‌وری سازمانی می‌گردد. حال این سؤال مطرح است: چگونه می‌توان با کمک روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره^۳، پروژه‌های عمرانی سازمان مورد مطالعه را بر اساس میزان اهمیت شاخص‌های ارزیابی، رتبه‌بندی کرده و به سبد بهینه پروژه^۴ دست‌یافت؟

۲- پیشینه تحقیق

اولین بار موضوع سبد پروژه، در دهه ۱۹۷۰ به عنوان یک ابزار برنامه‌ریزی معرفی شد. چند سال بعد محققان از مدیریت سبد پروژه، جهت افزایش کارایی پروژه‌های محصول جدید

¹ Liesi et al

² Ding & Cao

³ Multiple Attribute Decision Making (MADM)

⁴ Optimized Portfolio Project

استفاده کردند (ایمراناتاکول و دیگران^۱، ۲۰۰۸). از اوایل دهه نود، رشد این شاخصه علمی سرعت بیشتری پیدا کرد تا آنکه در سال ۱۹۹۹ روش‌های کاربردی برای این حوزه ارائه شد (نیک‌پی و ترابی، ۱۳۹۱). گاردین و رابرت^۲ در سال ۱۹۹۸ مدیریت سبد پروژه را یک ابزار برای پیاده‌سازی راهبردها، نامیدند (ارسنجانی و دیگران، ۱۳۹۱). در سال ۲۰۰۲ دای و پنیپکر^۳ این عبارت را بابت این که رویکرد مدیریت سبد پروژه، پیاده‌سازی راهبردها را با همسوسازی پروژه‌ها با اهداف، فرهنگ و توانمندی‌های سازمانی همچنین تمرکز بر نتایج بلندمدت و مثبت مالی انجام می‌دهد، کامل کردند (دای و پنیپکر، ۲۰۰۲). بونهم^۴ (۲۰۰۴) مدیریت سبد پروژه را ایجادکننده سبکی از پروژه‌ها می‌داند که درون محدودیت‌های سازمان همسو با اهداف و راهبردهای سازمانی می‌باشد (بونهم، ۲۰۰۴). طبق استاندارد مدیریت سبد پروژه^۵، مدیریت متمرکز یک یا چند سبد، از طریق شناسایی، اولویت‌بندی، تفویض، مدیریت و کنترل پروژه‌ها و برنامه‌های آن در جهت دستیابی به اهداف راهبردی مشخص کسب و کار را مدیریت سبد پروژه می‌نامند (استاندارد مدیریت سبد پروژه، ۲۰۰۶). لیم و محمد^۶ (۱۹۹۹) به پروژه‌های ساختمانی و عمرانی از دیدگاه جزئی و کلی نگاه کرده‌اند که بررسی جزئی پروژه‌ها از دیدگاه فازهای پروژه است و در این حالت معیارهای زمان، هزینه و کیفیت مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، در حالی که بررسی این‌گونه پروژه‌ها از دیدگاه کلی به ارزیابی رضایت مشتریان و ذی‌نفعان می‌پردازند (لیم و محمد، ۱۹۹۹). چان^۷ (۲۰۰۴) دو گروه از معیارها را برای ارزیابی پروژه‌های ساخت مشخص نمود که اولین آن، گروه بنیادین معیارها بودند که شامل زمان، هزینه و ایمنی بود و گروه دوم معیارهایی هستند که از تحت تأثیر معیارهای گروه اول قرار می‌گیرند که شامل کیفیت و کارآمدی می‌باشد (چان و چان، ۲۰۰۴). شنهار و وایدمن^۸ (۱۹۹۶) بر این عقیده‌اند که معیارهای سنتی ارزیابی پروژه‌ها (زمان، هزینه و کیفیت) با یکدیگر همگن نیستند، همچنین وی اضافه کرد که زمانی که در مورد ارزیابی صحبت می‌کنیم معیارهای زمان و هزینه دارای یک جنس هستند و کیفیت از نوع دیگری است (شنهار و وایدمن، ۱۹۹۶). در این خصوص با

¹ Iamratanakul et al

² Guardian & Robert

³ Dye & Pennypacker

⁴ Bonham

⁵ Standard for Portfolio Management Institute (PMI)

⁶ Lim & Mohamed

⁷ Chan & Chan

⁸ Shenhar & Wideman

توجه به مطالعات صورت گرفته و بررسی منابع کتابخانه‌ای، معیارهای ارزیابی عملکردی پروژه‌های عمرانی در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱- معیارهای ارزیابی عملکردی پروژه‌های عمرانی

ردیف	معیارهای ارزیابی عملکردی	منابع
۱	تطابق تکنولوژی ساخت با توانایی سازمان	قجری و امیری، ۱۳۹۰؛ پانگسیری ^۱ ، ۲۰۱۵؛ شنهار و دویر ^۲ ، ۲۰۰۷
۲	تازگی و نو بودن پروژه‌ها نسبت به یکدیگر	شنهار و دویر، ۲۰۰۷؛ قجری و امیری، ۱۳۹۰
۳	پیچیدگی مراحل ساخت	قجری و امیری، ۱۳۹۰؛ زاوادسکاس و دیگران ^۳ ، ۲۰۱۴؛ شنهار و دویر، ۲۰۰۷
۴	تطابق با اهداف استراتژیک	استاندارد مدیریت سبد پروژه، ۲۰۰۸؛ مارتینسو و لتونن ^۴ ، ۲۰۰۷؛ دوگ و بامبنگ ^۵ ، ۲۰۱۰ فرزانه، ۱۳۷۳؛ علی نژاد و سیمیری، ۱۳۹۲؛ بزی و دیگران، ۱۳۹۰؛ فیض پور و دیگران، ۱۳۹۴؛ احدزی و بادو ^۶ ، ۲۰۱۱؛ زاوادسکاس و دیگران، ۲۰۱۴؛ زاهدی سرشت و دیگران ^۷ ، ۲۰۱۴؛ تایلان و دیگران ^۸ ، ۲۰۱۴ زاوادسکاس و دیگران، ۲۰۱۴؛
۵	زمان انجام پروژه	بزی و دیگران، ۱۳۹۰؛ لیم و محمد، ۱۹۹۹؛ روزاریو برناردو ^۹ ، ۲۰۱۴؛ احدزی و بادو، ۲۰۱۱؛ زاهدی سرشت و دیگران، ۲۰۱۴؛ تایلان و دیگران، ۲۰۱۴
۶	هزینه‌ی ساخت	بزی و دیگران، ۱۳۹۰؛ لیم و محمد، ۱۹۹۹؛ روزاریو برناردو ^۹ ، ۲۰۱۴؛ احدزی و بادو، ۲۰۱۱؛ زاهدی سرشت و دیگران، ۲۰۱۴؛ تایلان و دیگران، ۲۰۱۴

ابونیا عمران در سال ۱۳۸۷ چارچوبی برای انتخاب سبد پروژه در شرکت‌های عمرانی را مطرح نمود که در ابتدا به بررسی برخی چارچوب‌های موجود پرداخته و نکات لحاظ شده در آن‌ها را بررسی و سپس چارچوب پیشنهادی خود را شرح می‌دهد (ابونیا عمران، ۱۳۸۷). قجری و امیری (۱۳۹۰) جهت اولویت‌بندی پروژه‌ها برای انتخاب سبد پروژه از تکنیک تحلیل پوششی

¹ Pangstri

² Shenhar & Dvir

³ Zavadskas et al

⁴ Martinsuo & Lehtonen

⁵ Doug & Bambang

⁶ Ahadzie & Badu

⁷ Zahedi-Seresht et al

⁸ Taylan et al

⁹ Rosário Bernardo

داده‌ها^۱ استفاده می‌نماید (قجری و امیری، ۱۳۹۰). نادعلی و دیگران (۱۳۹۰) اولویت‌بندی پروژه‌های عمرانی را توسط تکنیک تاپسیس^۲ انجام داده‌اند (نادعلی و دیگران، ۱۳۹۰). حسن‌پور و دیگران (۱۳۹۲) با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای^۳، پروژه‌های منتخب را بر مبنای معیارها اولویت‌بندی کرده‌اند (حسن‌پور و دیگران، ۱۳۹۲). اورک سلیمانی و نوابخش (۱۳۹۲) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی عملکرد واحدهای اجرایی پروژه‌های عمرانی و رتبه‌بندی آن‌ها پرداخته‌اند (اورک سلیمانی و نوابخش، ۱۳۹۲). مرادی و حسن‌پور (۱۳۹۳) فرآیند انتخاب و اولویت‌بندی سبد پروژه‌های عمرانی را بر اساس فرآیند تحلیل شبکه‌ای در مؤسسه‌ی مهندسی مشاور طاه‌انجام داده‌اند (مرادی و حسن‌پور، ۱۳۹۳). امانی (۱۳۹۳) از روش تاگوچی^۴ فازی به منظور ارزیابی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر میزان پیشرفت پروژه‌های عمرانی استفاده کرده است (امانی، ۱۳۹۳). امیری و دیگران (۱۳۹۳) با ارائه مدلی، به رتبه‌بندی روش‌های اجرای پروژه بر اساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی^۵ پرداخته‌اند (امیری و دیگران، ۱۳۹۳). نصراللهی (۱۳۹۴) مجریان پروژه‌های عمرانی را با روش پرامتی^۶ رتبه‌بندی کرده است (نصراللهی، ۱۳۹۴). کینگوا و دیگران^۷ (۲۰۱۵) پیچیدگی‌های ساخت پروژه‌های عمرانی چین را با روش دلفی^۸ و تحلیل شبکه فازی ارزیابی و رتبه‌بندی نموده‌اند (کینگوا و دیگران، ۲۰۱۵). زاهدی سرشت و دیگران (۲۰۱۴) با کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها به رتبه‌بندی پروژه‌های عمرانی پرداخته است (زاهدی سرشت و دیگران، ۲۰۱۴). احدزی و بادو (۲۰۱۱) رتبه‌بندی معیارهای موفقیت پروژه‌های ساخت و ساز در کشور غنا را با روش میانگین داده‌ها انجام داده‌اند (احدزی و بادو، ۲۰۱۱). زاوادسکاس و دیگران (۲۰۱۴) رتبه‌بندی پروژه‌های ساختمانی را با روش ضرب توابع نمایی^۹، انجام داده‌اند (زاوادسکاس و دیگران، ۲۰۱۴). پانگسیری (۲۰۱۵) با استفاده از تکنیک‌های تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس پروژه‌های عمرانی را اولویت‌بندی نموده‌اند (پانگسیری، ۲۰۱۵). در ادامه شرح مختصر تحقیقات صورت گرفته در جدول ۲ بیان شده است.

¹ Data Envelopment Analysis (DEA)

² Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

³ Analytical Network Process (ANP)

⁴ Taguchi

⁵ Analytical Hierarchy Process (AHP)

⁶ Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE)

⁷ Qinghua

⁸ Delfi

⁹ Multiplicative Exponential Weighting (MEW)

جدول ۲- شرح مختصر تحقیقات صورت گرفته و انجام مقایسه با این تحقیق

تحقیقات صورت گرفته	موضوع تحقیق و شاخص‌های ارزیابی	روش
قجری و امیری (۱۳۹۰)	رتبه‌بندی پروژه‌ها با شاخص‌های تازگی و نو بودن، پیچیدگی، تکنولوژی و سرعت ساخت	تحلیل پوششی داده‌ها
نادعلی و دیگران (۱۳۹۰)	رتبه‌بندی پروژه‌های شهری با شاخص‌های هزینه، رضایت ذینفعان و اثرات زیست‌محیطی	تاپسیس
علی نژاد و سیمیری (۱۳۹۲)	دستیابی به سبب پروژه با شاخص‌های بازگشت سرمایه، تحلیل پوششی داده‌ها و زمان و هزینه	و دیمتل ^۱
اورک سلیمانی و نوابخش (۱۳۹۲)	رتبه‌بندی پروژه ساخت مجتمع‌های مسکونی مسکن مهر با استفاده از شاخص‌های کارایی و هزینه	تحلیل پوششی داده‌ها
حسن‌پور و دیگران (۱۳۹۲)	اولویت‌بندی پروژه‌های شرکت پیمانکار عمومی با معیارهای فنی، سودآوری، ریسک، منابع انسانی و تحلیل شبکه‌ای معیارهای اجتماعی	تحلیل پوششی داده‌ها
امیری و دیگران (۱۳۹۳)	رتبه‌بندی روش‌های اجرای پروژه‌های عمرانی در شرایط عدم قطعیت	تحلیل سلسله‌مراتبی فازی
احدزی و بادو (۲۰۱۱)	رتبه‌بندی معیارهای موفقیت پروژه‌های ساخت‌وساز در کشور غنا با شاخص‌های فنی، هزینه، زمان و اثرات میانگین داده‌ها زیست‌محیطی	تحلیل پوششی داده‌ها
زاوادسکاس و دیگران (۲۰۱۴)	رتبه‌بندی پروژه‌های ساختمانی با شاخص‌های هزینه، پیچیدگی ساخت، زمان و ریسک‌های فردی	ضرب توابع نمایی
زاهدی سرشت و دیگران (۲۰۱۴)	رتبه‌بندی پروژه‌های عمرانی با شاخص‌های زمان، هزینه، کیفیت و رضایت مشتری	تحلیل پوششی داده‌ها
تایلان و دیگران (۲۰۱۴)	رتبه‌بندی پروژه‌های عمرانی با شاخص‌های ارزیابی تحلیل سلسله‌مراتبی زمان، هزینه، کیفیت و پایداری زیست‌محیطی	فازی و تاپسیس
کینگوا و دیگران (۲۰۱۵)	رتبه‌بندی پیچیدگی‌های ساخت پروژه‌های عمرانی چین با شاخص‌های ریسک، هزینه و مسائل فنی	دلفی و تحلیل شبکه‌ای فازی
پانگسیری (۲۰۱۵)	رتبه‌بندی پروژه‌های ساختمانی با شاخص‌های هزینه، تکنولوژی ساخت و نیروی انسانی	تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس
این پژوهش	رتبه‌بندی پروژه‌های عمرانی یک رده نظامی با شاخص‌های زمان انجام، هزینه‌ی ساخت، تطابق با اهداف استراتژیک، میزان پیچیدگی مراحل ساخت، تازگی و نو بودن پروژه‌ها نسبت به هم و تطابق تکنولوژی ساخت با توانایی سازمان	تحلیل سلسله‌مراتبی و ارزیابی نسبت تجمعی ^۲

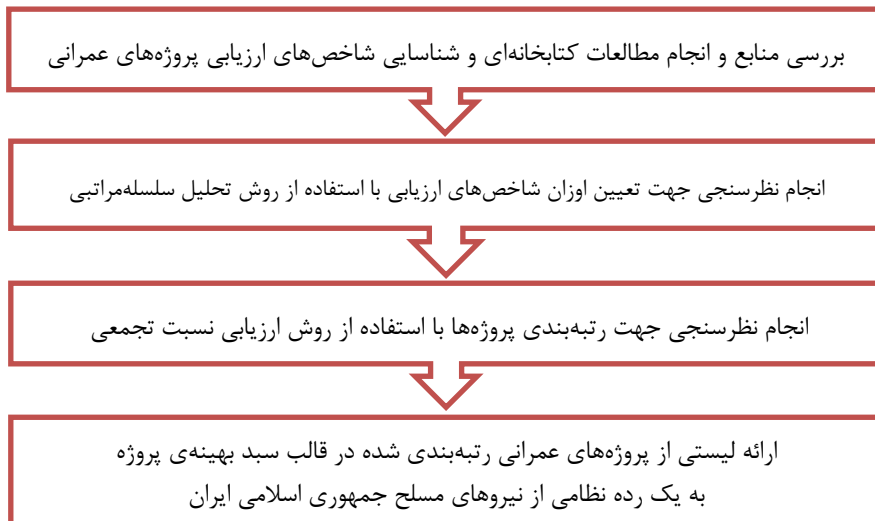
^۱ Decision Making Trial and Evaluation (DEMATEL)

^۲ Additive Ratio Assessment (ARAS)

با توجه به مرور پیشینه‌ی بیان‌شده، نوآوری‌های این تحقیق، شامل پیشنهاد و ارائه یک رویکرد دومرحله‌ای جهت تعیین سبب بهینه پروژه‌های عمرانی یک رده نظامی با استفاده از شاخص‌های ارزیابی متنوع، متعارض، مستخرج از تحقیقات گوناگون و مورد تأیید خبرگان آن رده و همچنین بهره‌گیری از تکنیک نوین تصمیم‌گیری چندمعیاره ارزیابی نسبت تجمعی (ARAS)، جهت رتبه‌بندی پروژه‌ها است.

۳- روش تحقیق

این تحقیق از لحاظ هدف یک پژوهش کاربردی است چراکه هدف از انجام آن، به دست آوردن درک و دانش لازم جهت تعیین سبب بهینه پروژه‌های عمرانی با کمک روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، جهت بهبود عملکرد در برنامه‌ریزی و تخصیص اعتبارات در اختیار معاونت مهندسی و مجری طرح‌های عمرانی یک رده نظامی از نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران است. همچنین این پژوهش بر اساس چگونگی به دست آوردن داده‌های مورد نیاز، از نوع تحقیقات توصیفی-پیمایشی است. بعد از جمع‌آوری داده‌ها جهت تحلیل از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده می‌شود. وزن شاخص‌های ارزیابی با کمک روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی تعیین‌شده و برای رتبه‌بندی پروژه‌های عمرانی از روش ارزیابی نسبت تجمعی استفاده می‌شود. خلاصه مراحل انجام پژوهش در شکل ۱ بیان شده است.



شکل ۱- خلاصه مراحل انجام پژوهش

جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری پرسش‌نامه اول که جهت تعیین اوزان شاخص‌های ارزیابی توزیع گردید، شامل ۳۲ نفر از مسئولین ارشد معاونت‌های مهندسی و مجری طرح‌های عمرانی یک رده نظامی مستقر در تمامی استان‌ها می‌باشد که نمونه آماری به صورت سرشماری انتخاب گردید. جهت رتبه‌بندی پروژه‌ها، پرسش‌نامه دوم به ۶۵ نفر از مسئولین ارشد، مدیران اجرایی، ناظران و کارشناسان معاونت مهندسی و مجری طرح‌های عمرانی که وظیفه اجرا و نظارت بر نحوه ساخت پروژه‌های عمرانی نیروهای مسلح را به عهده دارند و حداقل دارای یکی از شرایط ذیل بودند به صورت نمونه‌گیری قضاوتی و هدفمند توزیع گردید.

الف) دارای حداقل پنج سال سابقه کار در زمینه‌ی مدیریت ساخت پروژه‌های عمرانی.

ب) دارای حداقل پروانه پایه سه اشتغال به کار در سازمان نظام مهندسی کشور.

ج) دارای حداقل پنج سال تجربه کارگاهی و امورات فنی با حداقل مدرک کاردان فنی.

معرفی و نحوه کمی نمودن شاخص‌های شناسایی شده ارزیابی پروژه‌های عمرانی

از دیرباز تا کنون، شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی عملکرد پروژه‌ها ارائه گردیده است؛ که از مهم‌ترین این شاخص‌ها زمان و هزینه است که در چارچوب دامنه کاری یک پروژه مطرح می‌شود. حال مهم‌ترین نکته این است که باید شاخص‌های ارزیابی ساخت پروژه‌های عمرانی به صورت کاربردی و کامل شناسایی، تعریف و سپس به صورت یک شاخص کلی ترکیب شده و در نهایت پروژه‌ها بر اساس این شاخص‌های کلی مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرند (بزی و دیگران، ۱۳۹۰).

• تطابق تکنولوژی ساخت با توانایی سازمان

تطابق تکنولوژی ساخت با توانایی سازمان، تکنولوژی مورد نیاز برای اجرای پروژه را با تکنولوژی موجود در سازمان مقایسه می‌کند و به طور کلی هرچه میزان تکنولوژی مورد نیاز جهت ساخت پروژه کمتر باشد، مراحل ساخت با سهولت بهتری انجام می‌پذیرد (شنهار و دوبر، ۲۰۰۷؛ فجری و امیری، ۱۳۹۰). جهت کمی نمودن این معیار از مقیاس ۰ تا ۱۰ استفاده می‌شود که مقدار ۱۰ یعنی تطابق مطلق تکنولوژی ساخت پروژه با توانایی سازمان و عدد ۰ به معنای عدم تطابق می‌باشد.

- تازگی و نو بودن پروژه‌ها نسبت به هم

بعد تازگی، محصول نهایی پروژه را با محصولات قبلی مقایسه می‌نماید (شنهار و دویر، ۲۰۰۷). جهت کمی نمودن این معیار از مقیاس ۰ تا ۱۰ استفاده می‌شود که مقدار ۱۰ یعنی بیشترین تنوع و تازگی پروژه با پروژه‌های قبلی و عدد ۰ به معنای عدم تنوع می‌باشد.

- پیچیدگی مراحل ساخت

پیچیدگی مراحل ساخت به میزان و درجه پیچیدگی مراحل ساخت محصول نهایی توجه دارد. به بیان دیگر، پروژه‌های با پایین‌ترین سطح پیچیدگی و کوتاه‌ترین مراحل ساخت، مطلوب‌تر هستند (شنهار و دویر، ۲۰۰۷). جهت کمی نمودن این معیار، از مقیاس ۰ تا ۱۰ استفاده می‌شود که مقدار ۱۰، به معنای بیشترین پیچیدگی مراحل ساخت در پروژه و عدد ۰، به معنای کمترین حد پیچیدگی می‌باشد.

- تطابق با اهداف استراتژیک

تطابق استراتژیک، میزان تطابق میان استراتژی پروژه با استراتژی سازمان است به بیان دیگر اجرای یک پروژه، چقدر سازمان را به اهداف راهبردی تعیین‌شده نزدیک می‌کند؟ (مارتینسو و لتونن، ۲۰۰۷). جهت کمی نمودن این معیار، از مقیاس ۰ تا ۱۰ استفاده می‌شود که مقدار ۱۰ به معنای تطابق مطلق ساخت پروژه با اهداف استراتژیک سازمان و عدد ۰ به معنای عدم تطابق می‌باشد.

- زمان انجام پروژه

بعد زمان، طول اجرای پروژه یا اهمیت زمان انجام پروژه را مدنظر قرار می‌دهد (بزی و دیگران، ۱۳۹۰). تأخیر در انجام پروژه‌های عمرانی را می‌توان به عنوان مشکل اساسی در قریب به اتفاق پروژه‌های عمرانی و به ویژه در کشورهای در حال توسعه، مشاهده کرد (فیض‌پور و دیگران، ۱۳۹۴؛ فرزانه، ۱۳۷۳).

- هزینه ساخت

میزان هزینه صرف شده جهت تکمیل و بهره‌برداری از پروژه را مدنظر قرار می‌دهد (بزی و دیگران، ۱۳۹۰). از میان شاخص‌های ذکرشده، جهت رتبه‌بندی و ارزیابی سبد پروژه، شاخص

زمان و هزینه ساخت، بر اساس استانداردهای موجود و تجربیات مندرج در اسناد در سال ۹۳ قابل تعیین هستند که در جدول ۳ ذکر شده است.

جدول ۳- معرفی و مشخصات اجمالی پروژه‌های معاونت مهندسی در سال ۱۳۹۳

ردیف	نام پروژه‌ها	متراژ (مترمربع)	زمان انجام (ماه)	هزینه (میلیون تومان)
۱	ستاد اداری	۶۸۲	۹	۶۰۰
۲	سالن تیراندازی	۱۱۶۰	۹	۴۲۰
۳	بازداشتگاه	۶۰۰	۹	۴۰۰
۴	سوله ورزشی	۴۵۰	۶	۴۵۰
۵	ستاد خبری	۵۰	۴	۳۵
۶	هتل یا زائرسرا	۱۱۰۰	۱۸	۸۰۰

استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) جهت تعیین اوزان شاخص‌ها

واژه AHP مخفف عبارت Analytical Hierarchy Process به معنی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی است. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری که اولین بار توسط توماس ال ساعتی^۱ در ۱۹۸۰ مطرح شد (ساعتی، ۱۹۸۰). فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی یک روش تصمیم‌گیری است که توسط آن می‌توان تصمیماتی که وابسته به معیارهای مختلف و یا تصمیمات چندمعیاره است، اتخاذ نمود. اینکه می‌توان گفت توسط AHP، مسئله تصمیم‌گیری ابتدا ساختار داده شده و سپس گزینه‌های مختلف موجود بر اساس معیارهای مطرح در تصمیم‌گیری، باهم مقایسه شوند و بعد اولویت انتخاب هر یک از آن‌ها مشخص شود (نصیری باری و پیوسته، ۱۳۹۱). ارجحیت یک گزینه نسبت به خودش مساوی با یک است، لذا اصل معکوس بودن یک عامل نسبت به دیگری و ارجحیت یک برای یک عامل یا گزینه نسبت به خودش، دو خاصیت اصلی ماتریس مقیاس‌های دوجه‌دویی در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی هستند. این دو خاصیت باعث می‌شود که برای مقایسه n معیار یا گزینه، تصمیم‌گیرنده تنها به $\frac{n(n-1)}{2}$ سؤال پاسخ دهد (فیلی و دیگران، ۱۳۹۱).

^۱ Saaty

در مقایسه‌های زوجی، تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده می‌کنند، به گونه‌ای که اگر عنصر i با عنصر j مقایسه شود، تصمیم‌گیرنده خواهد گفت که اهمیت i بر j یکی از حالات جدول ۴ است که توسط توماس ساعتی ارائه گردیده است. بعد از تعیین اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر، نباید نرخ سازگاری^۱ (CR) سیستم از ۰/۱ بیشتر باشد که نرخ سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری^۲ (CI) بر شاخص سازگاری تصادفی محاسبه می‌شود، یعنی $CR=CI/RI$. مقدار RI نیز توسط ساعتی در سال ۱۹۹۱ برای ماتریس‌های در ابعاد مختلف آماده شده است که در جدول ۵ ذکر شده است و مقدار CI نیز از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

که n تعداد معیارها و λ_{\max} بزرگ‌ترین مقدار ویژه است. اگر مقدار CR از ۰/۱ بیشتر شود باید در وزن‌ها تجدید نظر کرد (مقیمی و دیگران، ۱۳۹۱).

جدول ۴- میزان ارجحیت مقایسات زوجی

ارزش	ارجحیت	توضیح
۱	ترجیح یکسان	گزینه یا شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارد ندارند.
۳	کمی ترجیح	گزینه یا شاخص i نسبت به j کمی مهم‌تر است.
۵	خیلی مرجح	گزینه یا شاخص i نسبت به j مهم‌تر است.
۷	خیلی زیاد مرجح	گزینه یا شاخص i دارای ارجحیت خیلی بیشتر از j است.
۹	کاملاً مرجح	گزینه یا شاخص i از j مطلق مهم‌تر و قابل مقایسه با j نیست.
۲، ۴، ۶، ۸	بنیامین	ارزش‌های بین ارزش‌های ترجیحی را نشان می‌دهد.

جدول ۵- میزان شاخص سازگاری تصادفی برای ماتریس‌هایی در ابعاد مختلف

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
شاخص سازگاری تصادفی	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵

^۱ Consistency Ratio (CR)

^۲ Consistency Index (CI)

استفاده از روش ارزیابی نسبت تجمعی (ARAS) جهت اولویت‌بندی پروژه‌ها

مسائل رتبه‌بندی تعداد متناهی از گزینه‌های موجود در طول زمان، توسط تعداد زیادی از روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره حل شده است، مانند روش ساوا^۱ (مک کریمن^۲، ۱۹۸۶)، روش تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی (ساعتی، ۱۹۸۰)، روش تاپسیس (هوانگ و یون^۳، ۱۹۸۱)، روش کاپراس^۴ (زاوادسکاز و دیگران^۵، ۱۹۹۴)، روش ویکور^۶ (آپریکوویچ^۷، ۱۹۹۸). با استفاده از هر یک از این روش‌ها، می‌توان مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره را به صورت تصمیم‌گیری تک‌معیاره تبدیل نمود و بر این اساس، بسیاری از آن‌ها به سادگی حل‌شدنی می‌شوند (استانوویچ و جوانوویچ^۸، ۲۰۱۲). روش ارزیابی نسبت تجمعی (ARAS)، یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که به منظور رتبه‌بندی، با استفاده از یک تابع بهینگی، میزان کارایی نسبی گزینه‌ها را برحسب میزان تأثیرگذاری نسبی وزن معیارها مشخص می‌کند. این روش توسط زاوادسکاز و تورسکیز^۹ طراحی شد و می‌تواند به عنوان یکی از جدیدترین، مؤثرترین و در عین حال ساده‌ترین روش‌ها، در تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد استفاده قرار گیرد. این روش همچنین می‌تواند به شکل فازی و خاکستری طراحی شود که به آراس-اف^{۱۰} (تورسکیز و زاوادسکاز، b ۲۰۱۰) و آراس-جی^{۱۱} (تورسکیز و زاوادسکاز، a ۲۰۱۰) نام‌گذاری شده‌اند.

فرآیند حل مسئله با استفاده از روش ارزیابی نسبت تجمعی

فرآیند حل مسئله با استفاده از روش ارزیابی نسبت تجمعی می‌تواند به صورت خیلی دقیق با استفاده از گام‌های زیر شرح داده شود:

¹ Simple Additive Weighting (SAW)

² MacCrimon

³ Hwang & Yoon

⁴ Complex Proportional Assessment Of Projects (COPRAS)

⁵ Zavadskas et al

⁶ VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR)

⁷ Opricovic

⁸ Stanujkic & Jovanovic

⁹ Zavadskas & Turskis

¹⁰ ARAS-F (Fuzzy Additive Ratio Assessment)

¹¹ ARAS-G (Grey Additive Ratio Assessment)

• گام اول: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری

اولین گام در حل هر مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره، تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری است. در تصمیم‌گیری چندمعیاره گسسته، هر مسئله‌ای که باید حل شود با ماتریس تصمیم‌گیری که در شکل ۲ نمایش داده می‌شود، برای m گزینه ممکن ارزیابی شده (سطر) روی n معیار معین (ستون) تنظیم می‌شود (زاوادسکاز و تورسکیز، ۲۰۱۰).

$$x_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (i=1,2,\dots,m); (j=1,2,\dots,n)$$

شکل ۲- ماتریس تصمیم‌گیری

معمولاً، مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری و وزن شاخص‌ها به عنوان ورودی در ماتریس تصمیم‌گیری نمایش داده می‌شود. مقادیر وزن‌های شاخص‌ها به وسیله‌ی کارشناسان و خبرگان تعیین می‌شود و این مقادیر می‌توانند به وسیله‌ی اشخاص ذینفع، با توجه به اهداف و فرصت‌های آنان تصحیح شوند (زاوادسکاز و تورسکیز، ۲۰۱۰).

• گام دوم: تعیین مقدار بهینه‌ی هر معیار

گام بعدی در این روش بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، تعیین مقدار بهینه‌ی هر معیار می‌باشد (زاوادسکاز و تورسکیز، ۲۰۱۰)؛ که با توجه به نوع شاخص از رابطه (۲) و (۳) تعیین می‌گردد:

اگر شاخص از نوع مثبت (سود) بود و مقدار بیشینه برتری داشت، آنگاه:

$$x^* = \max_i x_{ij} \quad (۲)$$

اگر شاخص از نوع منفی (زیان) بود و مقدار کمینه برتری داشت، آن گاه:

$$x^* = \min_i x_{ij} \quad (۳)$$

• گام سوم: محاسبه‌ی ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده (نرمال شده)^۱

معمولاً شاخص‌های ارزیابی گزینه‌ها نسبت به هم دارای اهمیت، اندازه و مقیاس‌های متفاوتی هستند و به منظور جلوگیری از مشکلات ناشی از ابعاد مختلف شاخص‌ها، از نسبت (نرخ) ارزش بهینه استفاده می‌شود. نظریه‌های مختلفی در توصیف نسبت ارزش بهینه وجود دارد. در این روش مقادیر ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده \bar{X} (شکل ۳) با استفاده از روابط (۴) و (۵) در بازه فاصله‌ی [۰ و ۱] محاسبه می‌شوند (زاوادسکاز و تورسکیز، ۲۰۱۰).

$$\bar{X}_{ij} = \begin{bmatrix} \bar{X}_{11} & \bar{X}_{12} & \dots & \bar{X}_{1n} \\ \bar{X}_{21} & \bar{X}_{22} & \dots & \bar{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{X}_{m1} & \bar{X}_{m2} & \dots & \bar{X}_{mn} \end{bmatrix} \quad (i=1,2,\dots,m) \wedge (j=1,2,\dots,n)$$

شکل ۳- ماتریس تصمیم‌گیری بی‌مقیاس شده

اگر شاخص از نوع مثبت بود، مقادیر ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده مربوط به آن شاخص از رابطه (۴) محاسبه می‌شوند:

$$\bar{X}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_1^m x_{ij}} \quad , (j=1,2,\dots,n) \quad (۴)$$

اگر شاخص از نوع منفی بود، مقادیر ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده مربوط به آن شاخص از رابطه (۵) محاسبه می‌شوند:

$$\bar{X}_{ij} = \frac{\frac{1}{x_{ij}}}{\sum_1^m \frac{1}{x_{ij}}} \quad , (j=1,2,\dots,n) \quad (۵)$$

همه‌ی معیارهایی که در ابتدا دارای مقیاس‌های متفاوتی بودند، می‌توانند پس از بی‌مقیاس‌سازی با یکدیگر مقایسه شوند (زاوادسکاز و تورسکیز، ۲۰۱۰).

• گام چهارم: محاسبه‌ی ماتریس تصمیم نرمال وزن دار

در گام چهارم این روش، ماتریس نرمال وزن دار شده \bar{X} که در شکل ۴ نمایش داده شده است، تعیین می‌گردد. در این روش باید وزن‌های کاملاً سنجیده (به درستی تعیین شده)

^۱ Normalized

استفاده گردد، زیرا وزن‌ها همیشه ذهنی هستند و در جواب نهایی مسئله تأثیر گذارند. میزان اوزان شاخص‌ها (W_j) معمولاً به وسیله‌ی روش‌های ارزیابی توسط کارشناسان و خبرگان تعیین می‌گردند و مجموع وزن شاخص‌ها باید برابر با یک گردد (زاوادسکاز و تورسکیز، ۲۰۱۰).

$$\hat{X}_{ij} = \begin{bmatrix} \hat{X}_{11} & \hat{X}_{12} & \dots & \hat{X}_{1n} \\ \hat{X}_{21} & \hat{X}_{22} & \dots & \hat{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{X}_{m1} & \hat{X}_{m2} & \dots & \hat{X}_{mn} \end{bmatrix} \quad (i=1,2,\dots,m) \quad ; \quad (j=1,2,\dots,n)$$

شکل ۴- ماتریس تصمیم‌گیری نرمال وزن‌دار

مقادیر ماتریس نرمال وزن‌دار شده از رابطه (۶) محاسبه می‌گردد:

$$\hat{X}_{ij} = \bar{X}_{ij} W_j, \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (۶)$$

که در آن وزن هر شاخص و \bar{X}_{ij} مقادیر ماتریس بی‌مقیاس شده‌اند (تورسکیز و زاوادسکاز، ۲۰۱۰).

• گام پنجم: تعیین مقادیر تابع بهینگی هر گزینه

تعیین مقادیر تابع بهینگی هر گزینه، می‌تواند به صورت مجموع مقادیر ماتریس نرمال وزن‌دار به روش مذکور در رابطه (۷) محاسبه گردد:

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{X}_{ij}, \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (۷)$$

در رابطه (۷) S_i بیانگر مقدار تابع بهینگی هر گزینه است و بزرگ‌ترین مقدار آن، نشان‌دهنده بهترین گزینه و کمترین مقدار آن نشان‌دهنده بدترین گزینه است. با توجه به روند محاسبه‌شده، مقادیر تابع بهینگی S_i دارای یک رابطه متناسب با مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری (X_{ij}) و وزن‌های معیارهای ارزیابی (W_j) است و اولویت‌های گزینه‌ها با توجه به مقدار S_i تعیین می‌گردد (زاوادسکاز و تورسکیز، ۲۰۱۰).

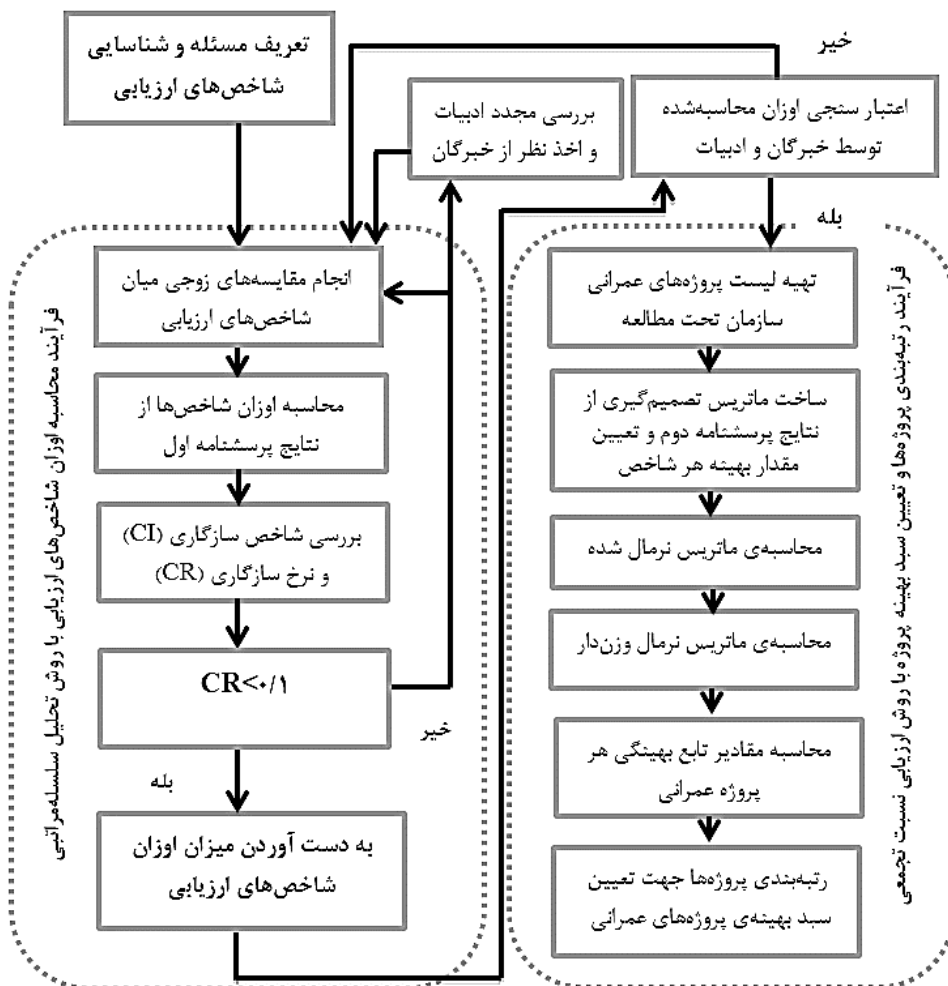
• گام ششم: رتبه‌بندی گزینه‌ها

ارزش‌های محاسبه‌شده‌ی S_i در بازه‌ی [۰ و ۱] است و گزینه‌های موجود با غربال‌گری S_i ها رتبه‌بندی می‌گردند به طوری که گزینه‌ای که بزرگ‌ترین S_i را دارد مطلوب‌ترین گزینه و

بهترین رتبه را دارد و رابطه (۸) بیان‌گر این توضیح است. (زاوادسکاز و تورسکیز، ۲۰۱۰؛ استانوویچ و جوانوویچ، ۲۰۱۲).

$$S^* = \text{MAX } S_i \quad , (i = 1, 2, \dots, m) \quad (8)$$

با توجه به شرح گام‌های روش تحلیل سلسله‌مراتبی و ارزیابی نسبت تجمعی، ساختار کلی پیشنهادی تعیین سبد بهینه پروژه‌های عمرانی در این پژوهش، در شکل ۵ نمایش داده شده است.



شکل ۵- ساختار کلی پیشنهادی تعیین سبد بهینه پروژه‌های عمرانی در این پژوهش

۴- یافته‌های تحقیق

وزن‌بندی شاخص‌ها

چون تعیین درجه اهمیت و وزن شاخص‌های ارزیابی، مسئله بسیار مهمی است و بر رتبه‌بندی نهائی پروژه‌ها نیز تأثیر مستقیم می‌گذارد، روش معقول و منطقی آن است که درجه اهمیت شاخص‌های ارزیابی بر اساس اجماع نظرات مجریان و مسئولین ارشد ساخت پروژه‌های عمرانی به دست آید تا علاوه بر ایجاد اطمینان به نتایج به دست آمده، بتوان در تعیین سید بهینه پروژه به آن استناد کرد. به همین منظور پرسش‌نامه‌ای تدوین شد تا با استفاده از تصمیم‌گیری گروهی بر اساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی، شاخص‌های ارزیابی به صورت زوجی، مقایسه شوند. در بخش اول پرسش‌نامه، مشخصات فردی کارکنان و در بخش دوم پرسش‌نامه، با توجه به اینکه میزان شاخص‌های زمان و هزینه‌ی ساخت هر پروژه مشخص می‌باشد، شش سؤال مربوط به چهار شاخص ارزیابی دیگر، به صورت مقایسه زوجی و میزان ارجحیت ذکر شده در جدول ۴ جهت پاسخ و اخذ نظر برای مسئولین ارشد معاونت‌های مهندسی وابسته به رده نظامی مورد مطالعه، در تمامی استان‌ها ارسال گردید. از ۳۲ پرسش‌نامه توزیع شده، تعداد ۲۸ نسخه از پرسش‌نامه‌ها تکمیل گردید و چهار نفر از پاسخگویی انصراف دادند که مشخصات افراد پاسخ‌دهنده به پرسش‌نامه اول به شرح مذکور در جدول ۶ می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق و افزایش دقت و سرعت انجام محاسبات، از نرم‌افزار Expert choice¹¹ استفاده گردید. با وارد کردن داده‌های به دست آمده در نرم‌افزار مذکور، وزن هر شاخص مشخص گردید که مقدار آن در جدول ۷ بیان است.

روایی پرسش‌نامه‌های توزیع شده، توسط چهار تن از اساتید صاحب‌نظر تأیید شد و نرخ سازگاری پرسش‌نامه اول ۰/۰۸ محاسبه گردید که نشان‌دهنده سازگاری ماتریس روابط بین شاخص‌ها است.

جدول ۶- وضعیت جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان پرسش‌نامه اول جهت تعیین وزن شاخص‌های ارزیابی

مشخصات	متغیر	فراوانی	درصد فراوانی
سابقه کاری	کمتر از ده سال	۰	۰
	۱۱ تا ۲۰ سال	۳	۱۰/۷
	۲۱ تا ۳۰	۲۵	۸۹/۲۸
میزان تحصیلات	لیسانس	۲۲	۷۸/۵۷
	فوق لیسانس	۵	۱۷/۸۵
	دکتر	۱	۳/۵۷
درجه	افسر جز	۰	۰
	افسر ارشد	۲۸	۱۰۰

جدول ۷- وزن و رتبه شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های عمرانی

ردیف	شاخص‌ها	رتبه	وزن شاخص
۱	تطبیق تکنولوژی ساخت	۳	۰/۱۴
۲	تازگی و نو بودن	۶	۰/۰۶
۳	زمان انجام	۴	۰/۱۲
۴	پیچیدگی نحوه ساخت	۵	۰/۱
۵	تطابق با اهداف استراتژیک	۱	۰/۳۲
۶	هزینه ساخت	۲	۰/۲۶
	جمع اوزان		۱

به منظور سنجش اعتبار خروجی پرسش‌نامه اول علاوه بر محاسبه نرخ سازگاری، نتایج توسط پنج نفر از خبرگان مشغول به خدمت در سازمان هدف، مورد رؤیت و تأیید قرار گرفت. این نتایج که حاصل برآیند تفکرات خبرگان مشغول در امر سازندگی در آن سازمان است، نشان داد، شاخص تطابق با اهداف استراتژیک نسبت به دیگر شاخص‌های ارزیابی، دارای اهمیت بیشتری است و این انتخاب با نتایج تحقیق صورت گرفته توسط دوگ و بامبنگ (۲۰۱۰) و استاندارد مدیریت سبد پروژه (۲۰۰۸) که تحقق اهداف استراتژیک سازمان را مهم‌ترین لازمه

یک سبد بهینه پروژه می‌دانند، مطابقت دارد و برتری شاخص هزینه نسبت به شاخص زمان در این تحقیق با نتایج تحقیق تایلان و دیگران (۲۰۱۴) همسو است.

رتبه‌بندی پروژه‌های عمرانی بر اساس مراحل روش ارزیابی نسبت تجمعی

از ۶۵ پرسش‌نامه توزیع شده جهت رتبه‌بندی پروژه‌های عمرانی معاونت مهندسی و مجری طرح‌های عمرانی، تعداد ۶۰ پرسش‌نامه تکمیل گردید و پنج نفر از تکمیل این پرسش‌نامه انصراف دادند و میزان آلفای کرونباخ آن ۰/۸۷ محاسبه گردید که نشان‌دهنده پایایی پرسش‌نامه دوم می‌باشد. جزئیات افراد شرکت‌کننده در این نظرسنجی در جدول ۸ ذکر شده است.

جدول ۸- وضعیت جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان پرسش‌نامه دوم جهت رتبه‌بندی پروژه‌ها

مشخصات	متغیر	فراوانی	درصد فراوانی
سابقه کاری	پنج تا ده سال	۷	۱۱/۶۶
	۱۱ تا ۲۰ سال	۲۵	۴۱/۶۶
	۲۱ تا ۳۰	۲۸	۴۶/۶۶
میزان تحصیلات	فوق دیپلم	۵	۸/۳۳
	لیسانس	۳۱	۵۱/۶۶
	فوق لیسانس	۲۱	۳۵
	دکتر	۳	۵
درجه	افسر جز	۱۹	۳۱/۶۶
	افسر ارشد	۴۱	۶۸/۳۳

• مرحله اول: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و تعیین مقدار بهینه‌ی هر معیار

به منظور انجام گام اول و دوم روش ارزیابی نسبت تجمعی، برآیند نظرات افراد شرکت‌کننده در پرسش‌نامه دوم به همراه مقادیر هزینه ساخت و زمان اجرای پروژه (جدول ۳) و میزان اوزان شاخص‌های ارزیابی (جدول ۷) در قالب ماتریس تصمیم‌گیری، در جدول ۹ ذکر گردید.

جدول ۹- ماتریس تصمیم‌گیری و میزان مقدار بهینه هر معیار

ماتریس تصمیم‌گیری	تطبیق تکنولوژی	زمان انجام	تازگی و نو بودن	تطابق با اهداف	هزینه ساخت	پیچیدگی ساخت
جهت بهینه ^۱	Max	Min	Max	Max	Min	Min
وزن شاخص	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۳۲	۰/۲۶	۰/۱
مقدار بهینه	۹/۸۸	۴	۸/۷۴	۹/۱۱	۳۵	۲/۴۵
ستاد اداری	۹/۷۳	۹	۷/۶۵	۹/۱۱	۶۰۰	۷/۲۲
بازداشتگاه	۸/۴۵	۹	۵/۱۴	۸/۱۵	۴۰۰	۸/۶۳
سوله ورزشی	۶/۹۵	۶	۶/۶۳	۵/۳۶	۴۵۰	۴/۹۸
سالن تیراندازی	۷/۲۳	۹	۸/۷۴	۸/۴۷	۴۲۰	۸/۱۳
هتل یا زائرسرا	۶/۱۲	۱۸	۷/۲۱	۵/۶۲	۸۰۰	۹/۴۵
ستاد خبری	۹/۸۸	۴	۶/۱۶	۸/۴۴	۳۵	۲/۴۵
جمع	۴۸/۳۶۰	۵۵	۴۱/۵۳۰	۴۵/۱۵۰	۲۷۰۵	۴۰/۸۶۰

• مرحله دوم: تشکیل ماتریس بی‌مقیاس شده^۲

جهت ادامه فرآیند و انجام گام سوم روش ارزیابی نسبت تجمعی، محاسبات مربوط به بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری صورت پذیرفت و نتایج آن در جدول ۱۰ ذکر گردید.

جدول ۱۰- ماتریس تصمیم نرمال و بی‌مقیاس شده

ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده	تطبیق تکنولوژی	زمان انجام	تازگی و نو بودن	تطابق با اهداف	هزینه ساخت	پیچیدگی ساخت
وزن شاخص	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۳۲	۰/۲۶	۰/۱
ستاد اداری	۰/۲۰۱۲	۰/۱۳۷۹	۰/۱۸۴۲	۰/۲۰۱۸	۰/۰۴۳۲	۰/۱۲۶۸
بازداشتگاه	۰/۱۷۴۷	۰/۱۳۷۹	۰/۱۲۳۸	۰/۱۸۰۵	۰/۰۶۴۸	۰/۱۰۶۱
سوله ورزشی	۰/۱۴۳۷	۰/۲۰۶۹	۰/۱۵۵۹	۰/۱۱۸۷	۰/۰۵۷۶	۰/۱۸۳۹
سالن تیراندازی	۰/۱۴۹۵	۰/۱۳۷۹	۰/۲۱۰۵	۰/۱۸۷۶	۰/۰۶۱۷	۰/۱۱۲۶
هتل یا زائرسرا	۰/۱۲۶۶	۰/۰۶۹۰	۰/۱۷۳۶	۰/۱۲۴۵	۰/۰۳۳۴	۰/۰۹۶۹
ستاد خبری	۰/۲۰۴۳	۰/۳۱۰۳	۰/۱۴۸۳	۰/۱۸۶۹	۰/۷۴۰۴	۰/۳۷۳۷

^۱ Optimum Direction

^۲ Normalized

• مرحله سوم: تهیه ماتریس بی‌مقیاس شده وزن‌دار

به منظور انجام گام چهارم روش ارزیابی نسبت تجمعی محاسبات مربوطه انجام و نتایج آن در جدول ۱۱ ذکر گردید.

جدول ۱۱- ماتریس نرمال وزن‌دار

ماتریس نرمال وزن‌دار	تطبیق تکنولوژی	زمان انجام	تازگی و نو بودن	تطابق با اهداف	هزینه ساخت	پیچیدگی ساخت
ستاد اداری	۰/۰۲۸۲	۰/۰۱۶۶	۰/۰۱۱۱	۰/۰۶۴۶	۰/۰۱۱۲	۰/۰۱۲۷
بازداشتگاه	۰/۰۲۴۵	۰/۰۱۶۶	۰/۰۰۷۴	۰/۰۵۷۸	۰/۰۱۶۸	۰/۰۱۰۶
سوله ورزشی	۰/۰۲۰۱	۰/۰۲۴۸	۰/۰۰۹۶	۰/۰۳۸۰	۰/۰۱۵۰	۰/۰۱۸۴
سالن تیراندازی	۰/۰۲۰۹	۰/۰۱۶۶	۰/۰۱۲۶	۰/۰۶۰۰	۰/۰۱۶۰	۰/۰۱۱۳
هتل یا زائرسرا	۰/۰۱۷۷	۰/۰۰۸۳	۰/۰۱۰۴	۰/۰۳۹۸	۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۹۷
ستاد خبری	۰/۰۲۸۶	۰/۰۳۷۲	۰/۰۰۸۹	۰/۰۵۹۸	۰/۱۹۵۲	۰/۰۳۷۴

• مرحله چهارم: تعیین مقدار تابع بهینگی هر گزینه

جهت تعیین مقدار تابع بهینگی هر گزینه و انجام گام پنجم فرآیند روش ارزیابی نسبت تجمعی، محاسبات لازم صورت پذیرفت که نتایج آن در جدول ۱۲ ذکر گردید.

جدول ۱۲- مقدار تابع بهینگی هر پروژه

پروژه‌ها	ستاد اداری	بازداشتگاه	سوله ورزشی	سالن تیراندازی	هتل یا زائرسرا	ستاد خبری
مقدار تابع بهینگی	۰/۱۴۴۲	۰/۱۳۳۷	۰/۱۲۵۹	۰/۱۳۷۴	۰/۰۹۴۴	۰/۳۶۴۴

• مرحله پنجم: رتبه‌بندی پروژه‌ها بر اساس بیشترین مقدار تابع بهینگی

روشن است که با توجه به ارزش‌های محاسبه‌شده S_i در بازه $[0, 1]$ و ترتیب آن به صورت صعودی (گام ششم) رتبه‌بندی پروژه‌ها صورت می‌پذیرد که نتایج این رتبه‌بندی در جدول ۱۳ ذکر شده است.

جدول ۱۳- رتبه‌بندی پروژه‌های عمرانی بر اساس بیشترین مقدار تابع بهینگی

رتبه	مقدار تابع بهینگی	پروژه‌ها
۱	۰/۳۶۴۴	ستاد خبری
۲	۰/۱۴۴۲	ستاد اداری
۳	۰/۱۳۷۴	سالن تیراندازی
۴	۰/۱۳۳۷	بازداشتگاه
۵	۰/۱۲۵۹	سوله ورزشی
۶	۰/۰۹۴۴	هتل یا زائرسرا

۵- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

توسعه‌ی پروژه‌های عمرانی می‌تواند به عنوان خط‌مشی سریع، برای تحقق اهدافی همچون ساخت و تحکیم مراکز استقرار حیاتی، افزایش آستانه مقاومت ملی، تقویت مؤلفه‌های مقاومت در مقابل تهدیدات، کسب امنیت پایدار و نمایان نمودن اقتدار ملی به کار گرفته شود. در این مقاله به منظور تعیین سبد بهینه پروژه‌های عمرانی یک رده نظامی از نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران، عملکرد پروژه‌ها نسبت به هم با شاخص‌های ارزیابی شناسایی شده و با کمک روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله تحلیل سلسله‌مراتبی و ارزیابی نسبت تجمعی، سنجیده شد. تحلیل نتایج پرسش‌نامه اول و محاسبه‌ی میزان اوزان شاخص‌های ارزیابی نشان داد تطابق ساخت پروژه‌ها با اهداف استراتژیک سازمان و میزان هزینه ساخت پروژه‌های عمرانی از دید خبرگان و مجریان امر سازندگی در این رده نظامی دارای اهمیت بسیار است. در این صورت پروژه‌های که دارای همسویی بیشتر با اهداف راهبردی سازمان است و هزینه‌ی کمتری در اجرا دارد، باید در اولویت اول ساخت آن رده قرار گیرد و این نتایج نشان‌دهنده اهمیت ادامه فعالیت‌های سازمان هدف به سمت اهداف راهبردی از پیش تعیین‌شده و وجود محدودیت مالی و اعتباری در ساخت پروژه‌های عمرانی مربوطه می‌باشد.

تحلیل و خروجی پرسش‌نامه دوم بیان‌گر این بود که ساخت پروژه‌ی ستاد خبری به علت تطابق زیاد با اهداف استراتژیک سازمان (از دیدگاه خبرگان) و کم بودن هزینه ساخت و زمان اجرا نسبت به دیگر پروژه‌ها باید در اولویت اول و پروژه‌های ستاد اداری و سالن تیراندازی در اولویت‌های دوم و سوم برنامه عمرانی سال‌های آینده آن رده نظامی قرار گیرند. در نهایت سبد

بهینه پروژه سازمان مورد مطالعه به ترتیب اولویت ساخت شامل ستاد خبری، ستاد اداری، سالن تیراندازی، بازداشتگاه، سوله ورزشی و هتل یا زائرسرا است.

در راستای بالا بردن سطح کیفی پروژه‌های عمرانی نیروهای مسلح از دیدگاه شاخص‌های ارزیابی پیشنهاد می‌گردد:

۱- به منظور تحقق اهداف نیروهای مسلح و ادامه انجام فعالیت در شرایط بحران از اصول پدافند غیرعامل، در ساخت پروژه‌های عمرانی نیروهای مسلح استفاده گردد، مانند:

✓ رعایت اصل پراکندگی و عدم تمرکز پروژه‌های اجرا شده در پادگان‌های نظامی.

✓ شناخت تهدیدات سازه مورد نظر و نمره‌دهی برحسب قدرت تخریب احتمالی.

✓ افزایش مقاومت مصالح ساختمانی و طراحی اصولی جهت مقاومت در بلایای طبیعی مانند: زلزله.

✓ تطبیق نمای پروژه‌های اجرا شده در بافت شهر با نوع معماری پیرامونی.

✓ رعایت مکان‌یابی در حوزه ساختمان‌سازی به منظور کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی با حفظ حریم شبکه‌های برق و لوله‌های گاز و نفت.

✓ ساخت پناهگاه‌های امن در سازه‌های احداثی با رعایت اصول مهندسی و مصالح مقاوم به منظور ادامه فعالیت‌های ضروری در شرایط بحرانی و کاهش تلفات جانی.

✓ احداث سایت‌های کاذب و بدون فصل مشترک با سایت اصلی و لزوم فاصله کافی بین سایت اصلی و کاذب، جهت تردید ذهنی و فریب دشمن.

✓ استفاده از فضای سبز در محوطه پروژه‌ها جهت پوشش و استتار.

۲- به منظور کاهش هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری پروژه‌های عمرانی و تحقق بند هشتم ابلاغیه سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی و بند هفتم ابلاغیه سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف فرمانده معظم کل قوا از مصالح ایرانی و تجهیزات کاهنده انرژی در ساخت پروژه‌های عمرانی نیروهای مسلح استفاده گردد.

۳- به منظور کاهش زمان ساخت پروژه‌های عمرانی پیشنهاد می‌گردد:

✓ از مدیران پروژه‌های باتجربه جهت سرپرستی و کنترل روند اجرا در طول فرآیند ساخت استفاده گردد.

✓ در پروژه‌های شهری، معارضین ساخت (ملکی، تأسیساتی، ترافیکی و فضای سبز) به موقع مرتفع گردد.

✓ نسبت به تأمین اعتبار مطمئن جهت ساخت سریع اقدام گردد.

۴- با توجه به اینکه پروژه‌های ساختمانی نظامی در نقاط مختلف شهر و کشور اجرا می‌شوند لازم است نقشه‌های معماری جهت تطبیق با شرایط هر اقلیم و استعداد نیرو انسانی هر قسمت با هماهنگی‌های لازم با بهره‌بردار، تأیید و اجرا گردد.

پیشنهادهایی در خصوص انجام تحقیقات آتی به صورت ذیل ارائه می‌گردد:

➤ شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های ساخت پروژه‌های عمرانی نیروهای مسلح.

➤ شناسایی علل و عوامل تأخیر در ساخت پروژه‌های عمرانی نیروهای مسلح.

➤ بررسی نقش به کارگیری اصول پدافند غیرعامل در کاهش تهدیدات مربوط به حوزه‌های ساختمانی.

➤ بررسی تأثیر به کارگیری مقررات ملی ساختمان در کاهش هزینه‌های آتی تعمیر و نگهداری پروژه‌های عمرانی نیروهای مسلح.

منابع

۱. ابونیا عمران، بهزاد، (۱۳۸۷)، ارائه چارچوبی برای انتخاب سبد پروژه در شرکت‌های عمرانی، چهاردهمین کنفرانس دانشجویان مهندسی عمران سراسر کشور، سمنان، دانشگاه سمنان.
۲. ارسنجانی، محمدعلی، ارشادی، محمود، احمدوند، علی محمد و قاضی‌زاده فرد، سید ضیاء‌الدین، (۱۳۹۱)، تحلیل پویای مشکلات ناشی از عدم وجود نظام مدیریت سبد پروژه در سازمان‌های پروژه محور، فصلنامه علوم مدیریت ایران، سال هفتم، شماره ۲۷، ص ص ۹۲-۷۱.
۳. امانی، مریم، (۱۳۹۳)، ارزیابی عوامل مؤثر بر میزان موفقیت پروژه‌های عمرانی با تکنیک طراحی آزمایش‌های تاگوچی فازی، اولین همایش ملی حسابداری، حسابرسی و مدیریت، اصفهان، مؤسسه آموزش عالی جامی.
۴. امیری، فضل‌الله، روغنیان، عماد و شیخان، عماد، (۱۳۹۳)، ارائه مدلی برای رتبه‌بندی روش‌های اجرای پروژه بر اساس تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی در شرایط عدم قطعیت، کنفرانس بین‌المللی مدیریت در قرن ۲۱، تهران، مؤسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ویرا.
۵. اورک سلیمانی، آرش و نوابخش، مهرداد، (۱۳۹۲)، ارزیابی عملکرد واحدهای اجرایی پروژه‌های عمرانی و رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها DEA (مطالعه موردی پروژه ساخت مجتمع‌های مسکونی مسکن مهر)، کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و توسعه پایدار شهری، تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.
۶. بزی، حمیدرضا، زاهدی، آرمین و شاه‌حسینی، کاوه، (۱۳۹۰)، به کارگیری شاخص طلایی در ارزیابی عملکرد پروژه‌های عمرانی، هفتمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران، انجمن مدیریت پروژه ایران.
۷. حسن‌پور، حسینعلی، احمدوند، علی محمد و شاکری، علی محمد، (۱۳۹۲)، انتخاب و اولویت‌بندی پروژه‌های سبد در شرکت پیمانکار عمومی بر اساس فرآیند تحلیل شبکه، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، کارآفرینی و توسعه اقتصادی، قم، دانشگاه پیام نور.

۸. روحی میرحسینی، معصومه، بیک زاده عباسی، فرزانه و پور نامداری، مژگان، (۱۳۹۳)، بررسی نحوه انتخاب پورتفولیوی بهینه، کنگره بین‌المللی فرهنگ و اندیشه دینی، قم، مرکز راهبری مهندسی فرهنگی شورای فرهنگ عمومی استان بوشهر.
۹. زارع اشکذری، جلال‌الدین، (۱۳۸۴)، سیستم مدیریت سبب پروژه، مفاهیم و مبانی رویکرد، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران، گروه پژوهشی آریانا.
۱۰. علی نژاد، علیرضا و سیمیری، کاووس، (۱۳۹۲)، انتخاب سبب بهینه پروژه با استفاده از رویکرد تلفیقی DEA/DEMATEL، فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال یازدهم، شماره ۲۸.
۱۱. فرزانه، مسعود، (۱۳۷۳)، مدیریت زمان گامی مؤثر در افزایش بهره‌وری طرح‌های عمرانی، مجله برنامه بودجه، شماره ۷، ص ۶۹-۱۰۰.
۱۲. فیض پور، محمدعلی، دهقانی بزرگ‌آبادی، فاطمه، مهدی زاده شاهی، مینا، پوش دوز باشی، هانیه، کماسی، حسین و زیدی زاده، سمیرا، (۱۳۹۴)، رتبه‌بندی علل تأخیر در تملک اراضی پروژه‌های عمرانی، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال هفتم، شماره بیست و پنجم، ص ۱۲۱-۱۴۰.
۱۳. فیلی، حمیدرضا، نصراللهی، احسان و قمی، مجتبی، (۱۳۹۱)، کاربرد فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی جهت اولویت‌بندی پهنه‌های مستعد توسعه اکو توریسم در شهرستان آبیک، اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، تهران، وزارت کشور.
۱۴. قجری، علیرضا و امیری، علیرضا، (۱۳۹۰)، اولویت‌بندی پروژه‌ها برای انتخاب سبب پروژه با روش تحلیل پوششی داده‌ها، سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده‌ها.
۱۵. مدرس یزدی، محمد و سپند آسا، محمد مجتبی، (۱۳۸۴)، مدیریت سبب پروژه‌ها عامل افزایش بهره‌وری در شرکت‌های چند پروژه‌ای، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران، گروه پژوهشی آریانا.
۱۶. مرادی، شاهین و حسن‌پور، حسینعلی، (۱۳۹۳)، انتخاب، اولویت‌بندی و بهینه‌سازی سبب پروژه‌های مهندسی بر اساس برنامه‌ریزی خطی (مطالعه موردی: مؤسسه مهندسی مشاور

- طاها)، اولین کنگره ملی مهندسی ساخت و ارزیابی پروژه‌های عمرانی، گرگان، سازمان نظام‌مهندسی ساختمان استان گلستان.
۱۷. مقیمی، ابراهیم، یمانی، مجتبی، بیگلو، جعفر، مرادیان، محسن و فخری، سیروس، (۱۳۹۱)، تأثیر ژئومورفولوژی زاگرس جنوبی بر و مجری طرح‌های عمرانی در منطقه شمال تنگه هرمز (با تأکید بر مکان‌یابی مراکز ثقل جمعیتی)، فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت نظامی، شماره ۴۸، سال دوازدهم، زمستان ۱۳۹۱، ص ص ۷۷-۱۱۲.
۱۸. نادعلی، امیرحسین، عصار زادگان، حمید، پورمیری، رضا و جلیل فر، فرهاد، (۱۳۹۰)، مدیریت و اولویت‌بندی سبد پروژه‌ها توسط تکنیک TOPSIS مطالعه موردی: شهرداری اصفهان، چهارمین کنفرانس بین‌المللی تحقیق در عملیات ایران، رشت، دانشگاه گیلان.
۱۹. نصراللهی، مهدی، (۱۳۹۴)، به کارگیری F-PROMETHEE برای ارزیابی و رتبه‌بندی پیمانکاران پروژه‌های عمرانی (مطالعه موردی: انبوه‌سازان مسکن مهرشهر جدید هشتگرد)، پژوهش‌های مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
۲۰. نصیری باری، حسین و پیوسته، اکبر، (۱۳۹۱)، بررسی اولویت‌بندی استفاده‌ی مدیران و فرماندهان از انواع قدرت به روش AHP، فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت نظامی، شماره ۴۵، سال دوازدهم، بهار ۱۳۹۱، ص ص ۹۳-۱۲۰.
۲۱. نیک‌پی، عطیه و ترابی، سید علی، (۱۳۹۱)، ارائه چارچوبی جدید جهت انتخاب سبد مناسبی از پروژه‌های بهبود عملکرد، نهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، تهران، انجمن مهندسی صنایع ایران، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی.
22. Ahadzie, D.K., Badu, E., (2011), " SUCCESS Indicators ForSelfbuild Houses In Two GhanaianCities", *Journal of Science and Technology*, Vol. 31, No. 3, pp. 86-96.
23. Bonham, S., (2004), "IT Project Portfolio Management", *Artech House Publishers*.
24. Chan, A.P.C., Chan, A.P.L., (2004), "Key performance indicators for measuring construction success. Benchmarking", *an international journal* 11, 203-221.

25. Ding, Wei., Cao, RongZeng. (2008), "Methods for selecting the optimal portfolio of projects", *Service Operations and Logistics, and Informatics*,. *IEEE International Conference on (Volume:2)*.
26. Doug , Wheeler., Bambang, Trigunarsyah. (2010), "Inhibitors to optimal project portfolio selection",*th Annual Project Management Australia Conference Incorporating the PMI Australia National Conference, Eventcorp Pty Ltd, Brisbane, Pages 166-175*.
27. Dye, L.D. Pennypacker, J.S., (2002), "Managing Multiple Projects: Planning, Scheduling and Allocating Resources for Competitive Advantage", *Center for Business Practices, West Chester*
28. Hwang, C.L., Yoon, K., (1981),"Multiple Attribute Decision Making - Methods and Applications", *A State-of-the-Art Survey. Springer. New York*.
29. Iamratanakul, S. Patanakul, P. Milosevic, D., (2008), " Project portfolio selection: From past to present",*presented at the th IEEE international conference on management of 4. innovation and technology*
30. Liesi, j., Mild, P., & Salo, A, (2007), "Preference programming for robust portfolio modeling and project selection," *European Journal of Operational Research, vol. 181, pp.1488–1505*.
31. Lim, C.S., Mohamed, M.Z., (1999), "Criteria of project success: an exploratory re-examination", *International Journal of Project Management 17, 243–248*.
32. MacCrimon, K.R., (1986), "Decision Making Among Multi-Attribute Alternatives: a survey and consolidated approach", *RAND memorandum. RM-4823-ARPA. The Rand Corporation. Santamonica. California*.
33. Martinsuo, M., Lehtonen, P., (2007),"Role of single-project management in achieving portfolio management efficiency",*J. of Project Management. 25(1): 56–65*.
34. Opricovic, S., (1998),"Visekriterijumska optimizacija u građevinarstvu [Multi-criteria optimization of civil engineering systems] ", *Faculty of Civil Engineering. Belgrade*
35. Pangstri, Prapawan, (2015), "Application of the Multi Criteria Decision Making Methods for Project Selection", *Universal Journal of Management 3(1): Pages 15-20*.

36. PMI., (2006), *Standard for Portfolio Management institute*.
37. PMI., (2008), *The standard for Portfolio Management. 2nd Ed. Project management Institute*.
38. Qinghua, He., Lan, Luo., Yi, Hu., Albert P.C, Chan., (2015), "Measuring the complexity of mega construction projects in China-A fuzzy analytic network process analysis", *International Journal of Project Management, Volume 33, Issue 3, Pages 549-563*.
39. Rosário Bernardo, M. do., (2014), "Project Indicators for enhancing Governance of Projects", *Procedia Technology, Volume 16,, pp. 1065-1071*.
40. Saaty, T.L., (1980), "The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting", *Resource Allocation. Mcgraw-Hill. p. 287*.
41. Shenhar, A., Dvir, D., (2007), "Reinventing Project Management: The Diamond Approach to Successful Growth and Innovation", *Harvard Business School Press, USA*.
42. Shenhar, A.J., Wideman, R.M., (1996), "Improving PM:" linking success criteria to project type". *Project Management Institute, Symposium, Creating Canadian Advantage through Project Management, Calgary, Canada*.
43. Stanujkic, D., Jovanovic, R., (2012), "Measuring a quality of faculty website using ARAS method", *Contemporary Issues in Business Management and Education. ISSN 2029-7963: pp 545-554*.
44. Taylan, Osman., Kabli, Mohammed R., Bafail, Abdallah., Abdulaal, Reda., (2014), " Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies ", *Applied Soft Computing, Volume 17, Pages 105-116*.
45. Turskis, Z., Zavadskas, E.K., (2010a), "A New Fuzzy Additive Ratio Assessment Method (ARAS-F), Case study: The analysis of fuzzy multiple criteria in order to select the logistic centers location", *Transport. 25(4): pp 423-432*.
46. Turskis, Z., Zavadskas, E.K., (2010b), "A Novel Method for Multiple Criteria Analysis: Grey Additive Ratio Assessment (ARAS-G) Method", *Informatica. 21(4): pp 597-610*.

47. Zahedi- Seresht, Mazyar., Akbarijokar, Mohammadreza., Khosravi, Shahrzad., Afshari, Hamidreza., (2014), " Construction Project Success ranking through the Data Envelopment Analysis ",*Journal of Data Envelopment Analysis and DecisionScience*, <http://www.ispacs.com/journals/dea/2014/dea-00056>.
48. Zavadskas, E. K. & Turskis, Z., (2010), "A new additiveratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making", *Technological and Economic Development of Economy*. 16(2), pp 159–172.
49. Zavadskas, E.K., Kaklauskas, A., Sarka, V., (1994),"The new method of multi-criteria complex proportional assessment of projects", *Thchnological and economic development of economy*. 1(3): pp 131-139.
50. Zavadskasn, T. V. E.K., Turskis, Z., aparauskas, J.S, (2014), "Multi-criteria analysis of Projects'performance in construction," *Archeives of civil and mechanical engineering*, vol. 14, pp. 114-121.