مدیریت صنعتی
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۶، شمارهٔ ۴
زمستان ۱۳۹۳
ص. ۸۴۷- ۸۳۱

طراحی مدلی برای انتخاب پروژه‌های عمرانی در بخش عمومی

علی محقر[۱]، محمدرضا مهرگان[۲]، عادل آذر[۳]، ناصر فریمانی مطهری[۴]

چکیده: پروژه‌های عمرانی مهم‌ترین وسیله برای گسترش ظرفیت‌های زیربنایی هر کشور محسوب می‌شوند؛ بنابراین، در انتخاب آنها باید به‌طور همزمان به نکات مختلف توجه کرد. در این مقاله سعی شده است برای انتخاب پروژه‌ها در بخش عمومی کشور، یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه شود. در این راستا از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده شده است. در تلاش برای ساخت مدل، ابتدا معیارهای تصمیم‌گیرندگان با روش دلفی شناسایی و پس از ترکیب مفهومی بازنگری شد. در ادامه، مدلی با نگاه برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و عدد صحیح مختلط ساخته شد. مدل، پس از ساخت با داده‌های مربوط به لایحهٔ بودجه کشور آزمایش شد. در پایان، نتایج آن را تحلیل و چندین‌بار مدل را بازنگری کردیم. نتایج اجرای مدل، اعتبار آن را تأیید کرد. این نوع مدل به‌عنوان سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری برای انتخاب پروژه‌ها در بخش عمومی استفاده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: انتخاب پروژه، بخش عمومی، برنامه‌ریزی آرمانی، برنامه‌ریزی خطی.

۱. دانشیار مدیریت صنعتی، دانشکدهٔ مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. استاد مدیریت صنعتی، دانشکدهٔ مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استاد مدیریت صنعتی، دانشکدهٔ مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴. استادیار مدیریت، دانشکدهٔ علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۲۷
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۱۴
نویسندهٔ مسئول مقاله: ناصر مطهری فریمانی
Email: n.motahari@um.ac.ir

مقدمه

پروژه‌های عمرانی در بخش عمومی ایران، طبق تعریف عبارتند از مجموعهٔ پروژه‌هایی که بر مبنای مطالعه‌های جامع توسعهٔ کلان در برنامه‌های توسعهٔ اجتماعی و اقتصادی کشور منظور می‌شوند و برنامهٔ اجرایی و بودجهٔ آنها در بودجه‌های سالانهٔ کشور تعیین و تأمین اعتبار می‌شود. سپس با تخصیص اعتبار و نظارت معاونت برنامه‌ریزی راهبردی ریاست جمهوری، به مرحلهٔ اجرا درمی‌آیند؛ مانند احداث جاده‌ها، تأسیس مراکز فرهنگی و... (حکیمیان، ۱۳۸۲).

این پروژه‌ها در بودجهٔ عمومی با عنوان «تملک دارایی‌های سرمایه‌ای» شناخته می‌شوند. طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای و نحوهٔ اجرای آنها، علاوه بر اینکه نماد نظام فنی- اجرایی کشور تلقی می‌شود، مهم‌ترین وسیله برای تزریق منابع بودجه‌ای در اقتصاد کشور در جهت گسترش ظرفیت‌های زیربنایی و تولیدی به‌شمار می‌آید.

در دنیای واقع، انتخاب پروژه‌ها بیشتر از آنکه موضوعی عینی و کمی تلقی شود، ذهنی است و جزء لازم و کافی آن، شهود و دلایل شخصی تصمیم‌گیران کلان است. در چنین فضایی، آنچه کارساز جلوه خواهد کرد، قدرت چانه‌زنی سیاستمداران است که اغلب از مسیر اقناع دیگران به مسیر تحمیل نظر به دیگران منحرف می‌شود و گاهی خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به ملت‌ها تحمیل می‌کند.

تعداد پژوهش‌های انجام‌شده دربارهٔ انتخاب پروژه‌ها در حوزهٔ سازمانی، بسیار زیاد است (تیان و همکاران، ۲۰۰۲؛ کلاک و همکاران، ۲۰۰۵؛ کارازو و گومز، ۲۰۱۰)، ولی تعداد آنها در بخش عمومی شایان توجه نیست و بیشتر آنها نیز پروژه‌ها را در حیطهٔ موضوع «بودجه‌بندی سرمایه‌ای» انتخاب می‌کنند. موضوع انتخاب پروژه‌ها در بخش عمومی، با رویکرد توجه به معیارهای همه‌جانبه، اعم از فنی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و... توسعه نیافته است. نبود یک مدل ریاضی منسجم در بودجه‌بندی کشور در زمینهٔ انتخاب پروژه‌های عمرانی نیز مؤید این مطلب است.

در این مقاله سعی شده است برای انتخاب پروژه‌ها در بخش عمومی کشور، یک مدل برنامه‌ریزی خطی ارائه شود. با توجه به پیچیدگی مسئلهٔ انتخاب، نمی‌توان برای حل آن، تنها به چارچوب برنامه‌ریزی خطی تکیه کرد؛ بنابراین، در این پژوهش به مباحث برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط نیز برای ساخت این مدل انتخاب، توجه شده است.

در تلاش برای ساخت مدل، ابتدا معیارهای تصمیم‌گیرندگان، شناسایی و سپس معیارها ضمن ترکیب مفهومی بازنگری شدند. در ادامه، معیارها با نگاه برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و عدد صحیح مختلط، فرموله شدند و تابع هدف مدل نیز شکل گرفت. پس از ساخت، مدل را چندین بار با داده‌های واقعی آزمایش کردیم. سپس نتایج آن را تحلیل و بعد مدل را بازنگری کردیم.

پیشینهٔ پژوهش

پژوهش‌های محدودی در حوزهٔ انتخاب پروژه‌ها در بخش عمومی انجام شده است که در اینجا بعضی از مهم‌ترین آنها تشریح می‌شود. در سال ۲۰۰۷، تحقیقی برای انتخاب پروژه‌های راهبردی در بخش عمومی، با مطالعهٔ موردی پروژه‌های ساختمانی وزارت دفاع در تایلند انجام شده است (پوتامونت و کارونگام، ۲۰۰۷). هدف نهایی این تحقیق، شناسایی معیارهای مؤثر در چارچوب ارائه‌شده برای تایلند است. پژوهشی در سال ۲۰۰۶ با مطالعهٔ موردی انهدام ضایعات هسته‌ای انجام شده است (چاپمن و وارد وکلین، ۲۰۰۶) که طی آن، یک چارچوب بهینهٔ چندگانه برای انتخاب پروژه‌ها در بخش عمومی پیشنهاد شده است تا از طریق آن، مقدار نرخ تنزیل، واقعی‌تر و با درنظرگرفتن ریسک‌ها محاسبه شود.

پژوهش دیگری در چارچوب مباحث رشتهٔ عمران، به موضوع انتخاب پروژه‌های «طراحی–ساخت»[1] در بخش عمومی پرداخته است (مولنار و سانگر، ۱۹۹۸). با استفاده از تحلیل چندشاخصه[2]، عوامل مؤثر بر انتخاب این نوع پروژه‌ها شناسایی شده است. از بین پژوهش‌های مرتبط، تحقیقی با هدف ساخت مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای انتخاب پروژه‌ها در بخش عمومی، بیشترین شباهت را با موضوع پژوهش حاضر دارد (بنجامین، ۱۹۸۵). در این تحقیق، هشت آرمان مختلف مطالعه شده است. دو نوع محدودیت آب و انرژی نیز به‌عنوان محدودیت‌های منابع درنظر گرفته شده‌اند.

فرایند تصویب پروژه‌های عمرانی در بودجهٔ عمومی ایران

ابتدا اطلاعات مورد نیاز دربارهٔ طرح‌های پیشنهادی جمع‌آوری می‌شود. سپس دستگاه اجرایی، طرح پیشنهادی را بررسی و پس از تأیید، برای بررسی مجدد به معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری ارسال می‌کند. درصورت تصویب، معاونت، طرح را برای بررسی و تصویب به دولت می‌فرستد. ریاست جمهوری طرح‌های مصوب در هیئت وزیران را در قالب لایحهٔ بودجه به مجلس شورای اسلامی ارائه می‌کند. در کمیسیون برنامه و بودجه و سایر کمیسیون‌های مربوط و درنهایت، در جلسهٔ علنی مجلس، طرح، بررسی و درصورت داشتن شرایط لازم، تصویب می‌شود و پس از تأیید شورای نگهبان طرح‌های عمرانی در قالب قانون بودجه، برای اجرا توسط رئیس مجلس به ریاست جمهوری ابلاغ می‌شود (حکیمیان، ۱۳۸۲).

---

1. Design-Build
2. Multi-Attribute Analysis

روش‌شناسی پژوهش

برای شناسایی معیارها از روش دلفی استفاده کردیم. بدین‌صورت که مصاحبه‌هایی با خبرگان ترتیب دادیم و پس از انجام هر مصاحبه، نتایج را تحلیل و پس از جمع‌بندی، به‌طور غیر مستقیم در مصاحبه‌های بعدی مطرح کردیم. بازخوردهای دریافتی نیز پس از هر مصاحبه، تحلیل شد و به‌تبع آن، نتایج قبلی، جرح و تعدیل شدند. در کنار برگزاری جلسه‌های مصاحبه، تحلیل مستندات به‌دست‌آمده نیز انجام گرفت.

قبل از ورود به مرحلهٔ طراحی مدل انتخاب، لازم است اندکی در محتوای معیارها تأمل شود. این تأمل در معیارها همان ترکیب مفهومی معیارهاست که با نظر خبرگان انجام می‌شود. در این ترکیب، تصمیم‌گیرنده، شاخص‌های مؤثر را از بعد محتوایی با هم درمی‌آمیزد و شاخص مؤثر جدیدی ارائه می‌کند که خود فارغ از مسئلهٔ تصمیم‌گیری، محتوا و مفهوم مشخصی دارد. پس از ترکیب مفهومی، معیارهای مسئله دوباره بازنویسی می‌شوند.

هدف این پژوهش، طراحی یک مدل برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و عدد صحیح مختلط است. بدین‌منظور پس از شناسایی نهایی معیارها، هریک از آنها به زبان ریاضی، فرموله شده و در ادامه، تابع هدف مدل، شناسایی و فرموله شده است. مدل نهایی که دربرگیرندهٔ تابع هدف و تمامی محدودیت‌های ذکرشده است، به‌دلیل تغییرهای احتمالی- که ممکن بود پس از اجرا در آن ایجاد شود- V0 نامیده شد. پس از هر اجرای مدل، نتایج ثبت و بررسی شدند و براساس تحلیلی که روی بازخورد دریافتی صورت گرفت، مدل دچار تغییرهایی شد که این تغییرها شامل افزودن یا تغییر علامت محدودیت‌ها بود. پس از هر تغییر در مدل، شمارهٔ ویرایش‌های جدیدتر (V1، V2 و...) برای آن استفاده شد.

در این تحقیق، برای اجرا و آزمون مدل ساخته‌شده، از داده‌های مربوط به لایحهٔ بودجه کشور برای سال ۱۳۹۰ استفاده شده است. در لایحهٔ بودجهٔ سال ۹۰ کشور، ۲،۵۱۱ پروژهٔ عمرانی با عنوان «تملک دارایی‌های سرمایه‌ای» در قالب ۱۶۷ طرح و ۳۵ فصل معرفی شده‌اند. تعداد دستگاه‌های اجرایی قیدشده در این لایحه، ۶۰۶ مورد است. اگر هدف، مدل‌سازی مسئله‌ای با چنین ابعادی بود، مدل حاصل ۱۴،۴۰۸ محدودیت داشت. ابزارهای دردسترس، امکان ساخت و اجرای چنین مدلی را فراهم نکرد؛ بنابراین، در این پژوهش با نمونه‌گیری هدفمند از فهرست پروژه‌های عمرانی در لایحهٔ بودجهٔ ۹۰، نمونه‌ای با اندازهٔ حدود ۱۰ درصد برای پیاده‌سازی مدل انتخاب شد. این نمونه‌گیری، بدین‌دلیل هدفمند دانسته می‌شود که در آن، سعی شده است میزان ۱۰ درصدی آن، به‌طور متوازن، پروژه‌هایی از فصول و طرح‌های مختلف لایحه را دربرگیرد.

برای ساخت چنین مدلی، به اطلاعات بیشتری از «پروژه‌های عمرانی نمونه» نیاز داشتیم.

محقق، اطلاعات را از منابع مختلف گردآوری کرده است. بعضی اطلاعات مورد نیاز مدل نیز از طریق انجام محاسباتی بر اطلاعات اولیه کسب شده‌اند.

یافته‌های پژوهش

فهرست نهایی معیارهای شناسایی‌شده در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. معیارهای شناسایی‌شده

	معیار
۱	همهٔ پروژه‌های طرح باید مجوز زیست‌محیطی داشته باشند.
۲	همهٔ پروژه‌های طرح باید مجوز پدافند غیر عامل داشته باشند.
۳	هرچه شاخص زیست‌محیطی طرح بیشتر باشد، بهتر است.
۴	هرچه شاخص پدافند غیر عامل طرح بیشتر باشد، بهتر است.
۵	هرچه بازده فنی طرح بیشتر باشد، بهتر است.
۶	هرچه بازده اقتصادی طرح بیشتر باشد، بهتر است.
۷	هرچه بازده اجتماعی طرح بیشتر باشد، بهتر است.
۸	هرچه بازده سیاسی طرح بیشتر باشد، بهتر است.
۹	هرچه بازده مالی طرح بیشتر باشد، بهتر است.
۱۰	هرچه امتیاز عملکرد دستگاه اجرایی مربوط بیشتر باشد، بهتر است.
۱۱	هرچه امتیاز عملکرد استان مربوط بیشتر باشد، بهتر است.
۱۲	هرچه تعداد پروژهٔ دستگاه اجرایی به استاندارد آن نزدیک‌تر باشد، بهتر است.
۱۳	هرچه تعداد پروژهٔ استان به استاندارد آن نزدیک‌تر باشد، بهتر است.
۱۴	هرچه تعداد پروژهٔ هر فصل برنامه به استاندارد آن نزدیک‌تر باشد، بهتر است.
۱۵	هرچه مجموع اعتبارات پروژه‌های دستگاه اجرایی به استاندارد آن نزدیک‌تر باشد، بهتر است.
۱۶	هرچه مجموع اعتبارات پروژه‌های استان به استاندارد آن نزدیک‌تر باشد، بهتر است.
۱۷	هرچه مجموع اعتبارات پروژه‌های هر فصل برنامه به استاندارد آن نزدیک‌تر باشد، بهتر است.
۱۸	مجموعهٔ اعتبارات همهٔ پروژه‌های عمرانی، از بودجهٔ کل تخصیصی به پروژه‌های عمرانی بیشتر نباشد.
۱۹	اگر پیشرفت فیزیکی طرح، بیش از ۳۰ درصد باشد، طرح باید انتخاب شود.
۲۰	اگر پیشرفت فیزیکی پروژه‌ای از طرح‌های منتخب، بیش از ۳۰ درصد باشد، پروژه باید انتخاب شود.
۲۱	درصد اعتبار تخصیص‌یافته به هر پروژهٔ منتخب، حداقل ۴۰ درصد باشد.

اثربخشی طرح: از ترکیب پنج شاخص مؤثر بازده (ردیف‌های ۵ تا ۹) می‌توان شاخص جدیدی، به نام شاخص اثربخشی طرح تعریف کرد. نحوهٔ ترکیب این شاخص‌ها به‌صورت رابطهٔ ۱ است. در این رابطه، wها نشان‌دهندهٔ اوزان نسبی هستند که مجموع آنها برابر یک است:

$$EFEIS = w_T.TRP + w_E.ERS + w_S.SRS + w_P.PRS + w_F.FRS \qquad (۱$$

بازده طرح عبارت است از امتیازی که طرح در هریک از شاخصه‌های مختلف کسب می‌کند.

کارایی طرح: از ترکیب چهار شاخص مؤثر ردیف‌های ۳، ۴، ۱۰ و ۱۱ می‌توان شاخص جدیدی به نام شاخص کارایی پروژه تعریف کرد. نحوهٔ ترکیب این شاخص‌ها به‌صورت رابطهٔ ۲ است. در این رابطه، wها نشان‌دهندهٔ اوزان نسبی هستند و مجموع آنها برابر یک است:

$$EFIIP = w_E.EIS + w_D.DIS + w_O.PSO + w_S.PSS \qquad (۲$$

شاخص کارایی طرح نیز به‌عنوان میانگین شاخص‌های کارایی پروژه‌های زیرمجموعهٔ آن تعریف می‌شود:

$$EFIIS = average(EFIIP_i)$$

بهره‌وری طرح: براساس تعریفی از بهره‌وری، اگر اثربخشی در کارایی ضرب شود، بهره‌وری به‌دست می‌آید. برهمین‌اساس، با ضرب اثربخشی هر طرح در کارایی آن می‌توان بهره‌وری هر طرح را محاسبه کرد:

$$PROIS = EFEIS \times EFIIS \qquad (۳$$

بهره‌وری کل حاصل از انتخاب طرح‌ها (PROIT) براساس میانگین بهره‌وری کل آنها قابل محاسبه است. در بازنویسی معیارها، پس از ترکیب مفهومی، معیار «هرچه بهره‌وری کل بیشتر باشد، بهتراست»، جایگزین معیارهای ردیف ۳ تا ۱۱ می‌شود.

طراحی مدل انتخاب پروژه‌های عمرانی در بخش عمومی کشور

فرموله‌کردن معیار ۱: شاخص مؤثر این معیار، وضعیت مجوز زیست‌محیطی پروژه است که ELS نامگذاری شده است. این شاخص متغیر صفر و یک است. صفر به معنای آن است که پروژه مجوز زیست‌محیطی ندارد و یک به معنای آن است که پروژه این مجوز را دارد. بیان ریاضی این معیار، رابطهٔ ۴ است:

$$\text{for all n}: \left\{ y_n^S . \sum_{i \in Set_n^{SMP}} \widehat{ELS_i^P} = y_n^S . I_n^S \right. \qquad (۴$$

y_n^S: وضعیت انتخاب طرح nام. متغیر صفر و یک است.

Set_n^{SMP}: مجموعهٔ پروژه‌های زیرمجموعهٔ طرح nام.

$\widehat{ELS_i^P}$: وضعیت مجوز زیست‌محیطی پروژهٔ iام. متغیر صفر و یک است.

I_n^S: تعداد پروژه‌های زیرمجموعهٔ طرح nام.

فرموله‌کردن معیار ۲: شاخص مؤثر این معیار، وضعیت مجوز پدافند غیر عامل پروژه است که DLS نامگذاری شده است. این شاخص متغیر صفر و یک است. صفر به معنای آن است که پروژه، مجوز پدافند غیر عامل ندارد و یک به معنای آن است که پروژه این مجوز را دارد. بیان ریاضی این معیار، رابطهٔ ۵ است:

$$\text{for all n}: \left\{ y_n^S . \sum_{i \in Set_n^{SMP}} \widehat{DLS_i^P} = y_n^S . I_n^S \right. \qquad (۵$$

$\widehat{DLS_i^P}$: وضعیت مجوز پدافند غیر عامل پروژهٔ iام. متغیر، صفر و یک است.

شایان ذکر است درصورتی‌که این دو معیار نخست از مدل حذف شود، به‌ناچار باید مرحلهٔ دیگری به مدل افزود تا براساس این دو محدودیت، گزینه‌ها فیلتر شوند.

فرموله‌کردن معیار ۳: بهره‌وری کل، از رابطهٔ ۶ به‌دست می‌آید که در آن، N_{se} تعداد طرح‌های انتخاب‌شده را نشان می‌دهد:

$$PROIT = \frac{\sum_{n \in SSS} PROIS_n}{N_{se}} \qquad (۶$$

با توجه به تعریف متغیر y_n^S می‌توان این رابطه را به‌صورت رابطهٔ ۷ بازنویسی کرد:

$$PROIT = \frac{\sum_{all\ n} y_n^S . PROIS_n}{\sum_{all\ n} y_n^S} \qquad (۷$$

بدیهی است که رابطهٔ ۷ یکی از شروط چهارگانهٔ برنامه‌ریزی خطی، یعنی «جمع پذیری» را نقض می‌کند (مهرگان، ۱۳۷۸). محقق از راه حلی تقریبی برای این موضوع استفاده کرده است تا ضمن حفظ مسیر تحقیق، از مواجهه با مباحث غیر خطی جلوگیری کند. وی پیشنهاد کرده است که به جای مخرج رابطه که بیان‌کنندهٔ تعداد پروژه‌های انتخابی است، از یک مقدار تخمینی به‌عنوان استاندارد استفاده شود. این مقدار استاندارد را می‌توان با استفاده از نتایج انتخاب در سالیان گذشته و با رویکردهای آماری محاسبه کرد. با این اصلاحیه، رابطهٔ ۷ به‌صورت رابطهٔ ۸ درخواهد آمد:

$$\begin{cases} \text{Max PROIT} \\ PROIT = \dfrac{\sum_{\text{all n}} y_n^S . PROIS_n}{S^{NSS}} \end{cases} \qquad (۸$$

فرموله‌کردن معیار ۴: این معیار از نوع آرمانی است؛ بنابراین، مانند سایر معیارهای آرمانی

شامل یک محدودیت است که انحراف‌ها را آشکار می‌کند و یک تابع هدف که جهت دستیابی به آرمان را بیان می‌کند. شاخص مؤثر این معیار، تعداد پروژه‌های دستگاه اجرایی است که با $\sum_{i\in Set_j^{OP}} y_i^P$ مشخص می‌شود. این معیار برای تمامی دستگاه‌های اجرایی لحاظ می‌شود. بیان ریاضی آن به‌صورت رابطهٔ ۹ است:

$$\begin{cases} \underset{\text{for all j}}{\text{Min}} \sum \left(d_j^{+PNO} + d_j^{-PNO} \right) \\ \text{for all j}: \left\{ \sum_{i\in Set_j^{OP}} y_i^P - d_j^{+PNO} + d_j^{-PNO} = \widehat{S_j^{PNO}} \right. \end{cases} \quad (۹$$

y_i^P: وضعیت انتخاب پروژهٔ i. متغیر، صفر و یک است؛

Set_j^{OP}: مجموعهٔ پروژه‌های پیشنهادشده برای دستگاه اجرایی jام؛

$\widehat{S_j^{PNO}}$: استاندارد تعداد پروژه‌های دستگاه jام؛

d_j^{+PNO}: انحراف مثبت تعداد پروژه‌های دستگاه jام از استاندارد؛

d_j^{-PNO}: انحراف منفی تعداد پروژه‌های دستگاه jام از استاندارد.

فرموله‌کردن معیار ۵: این معیار از نوع آرمانی است. شاخص مؤثر این معیار، تعداد پروژه‌های استان است که با $\sum_{i\in Set_k^{SP}} y_i^P$ مشخص و برای تمامی استان‌ها لحاظ می‌شود. بیان ریاضی این معیار به‌صورت رابطهٔ ۱۰ است:

$$\begin{cases} \underset{\text{for all j}}{\text{Min}} \sum \left(d_k^{+PNS} + d_k^{-PNS} \right) \\ \text{for all k}: \left\{ \sum_{i\in Set_k^{SP}} y_i^P - d_k^{+PNS} + d_k^{-PNS} = \widehat{S_k^{PNS}} \right. \end{cases} \quad (۱۰$$

Set_k^{SP}: مجموعهٔ پروژه‌های پیشنهادشده برای استان k ام؛

$\widehat{S_k^{PNS}}$: استاندارد تعداد پروژه‌های استان k ام؛

d_k^{+PNS}: انحراف مثبت تعداد پروژه‌های استان k ام از استاندارد؛

d_k^{-PNS}: انحراف منفی تعداد پروژه‌های استان k ام از استاندارد؛

فرموله‌کردن معیار ۶: این معیار از نوع آرمانی است. شاخص مؤثر آن، تعداد پروژهٔ فصل برنامه است که با $\sum_{i\in Set_l^{CP}} y_i^P$ مشخص می‌شود. این معیار برای تمامی فصل‌های برنامه لحاظ می‌شود. بیان ریاضی آن به‌صورت رابطهٔ ۱۱ است:

$$\begin{cases} \text{Min} \sum_{\text{for all j}} \left(d_l^{+PNC} + d_l^{-PNC} \right) \\ \text{for all l}: \begin{cases} \sum_{i \in Set_l^{CP}} y_i^P - d_l^{+PNC} + d_l^{-PNC} = \widehat{S_l^{PNC}} \end{cases} \end{cases} \quad (۱۱$$

Set_l^{CP}: مجموعهٔ پروژه‌های تعریف‌شده برای فصل برنامهٔ l ام؛

$\widehat{S_l^{PNC}}$: استاندارد تعداد پروژه‌های فصل برنامهٔ l ام؛

d_l^{+PNC}: انحراف مثبت تعداد پروژه‌های فصل برنامهٔ l ام از استاندارد؛

d_l^{-PNC}: انحراف منفی تعداد پروژه‌های فصل برنامهٔ l ام از استاندارد.

فرموله‌کردن معیار ۷: این معیار از نوع آرمانی است. شاخص مؤثر آن مجموع مبلغ پروژه‌های دستگاه اجرایی است که با $\sum_{i \in Set_j^{OP}} (x_i^P . \widehat{PC_i})$ مشخص می‌شود. این معیار برای تمامی دستگاه‌های اجرایی لحاظ می‌شود. بیان ریاضی آن به‌صورت رابطهٔ ۱۲ است:

$$\begin{cases} \text{Min} \sum_{\text{for all j}} \left(d_j^{+CSO} + d_j^{-CSO} \right) \\ \text{for all j}: \begin{cases} \sum_{i \in Set_j^{OP}} \left(x_i^P . \widehat{PC_i} \right) - d_j^{+CSO} + d_j^{-CSO} = \widehat{S_j^{CSO}} \end{cases} \end{cases} \quad (۱۲$$

$\widehat{S_j^{CSO}}$: استاندارد مجموع مبلغ پروژه‌های دستگاه jام نسبت به مبلغ کل تخصیصی؛

x_i^P: درصدی از پروژهٔ i که در سال مورد برنامه‌ریزی، به آن اعتبار تخصیص می‌یابد؛

$\widehat{PC_i}$: اعتبار مورد نیاز برای اجرای پروژهٔ iام در سال جاری؛

d_j^{+CSO}: انحراف مثبت مجموع مبلغ پروژه‌های دستگاه jام از استاندارد؛

d_j^{-CSO}: انحراف منفی مجموع مبلغ پروژه‌های دستگاه jام از استاندارد.

فرموله‌کردن معیار ۸: این معیار از نوع آرمانی است. شاخص مؤثر آن، مجموع مبلغ پروژه‌های استان است که با $\sum_{i \in Set_k^{SP}} (x_i^P . \widehat{PC_i})$ مشخص می‌شود. این معیار برای تمامی استان‌ها لحاظ می‌شود. بیان ریاضی آن به‌صورت رابطهٔ ۱۳ است:

$$\begin{cases} \text{Min} \sum_{\text{for all k}} \left(d_k^{+CSS} + d_k^{-CSS} \right) \\ \text{for all k}: \begin{cases} \sum_{i \in Set_k^{SP}} \left(x_i^P . \widehat{PC_i} \right) - d_k^{+CSS} + d_k^{-CSS} = \widehat{S_k^{CSS}} \end{cases} \end{cases} \quad (۱۳$$

$\widehat{S_k^{CSS}}$: استاندارد مجموع مبلغ پروژه‌های استانk ام نسبت به مبلغ کل تخصیصی؛

d_k^{+CSS}: انحراف مثبت مجموع مبلغ پروژه‌های استان k ام از استاندارد؛

d_k^{-CSS}: انحراف منفی مجموع مبلغ پروژه‌های استان k ام از استاندارد؛

فرموله‌کردن معیار ۹: این معیار از نوع آرمانی است. شاخص مؤثر آن، مجموع مبلغ پروژه‌های فصل برنامه است که با $\sum_{i\in Set_l^{CP}} (x_i^P.\widehat{PC_i})$ مشخص می‌شود. این معیار برای تمامی فصل‌های برنامه لحاظ می‌شود و بیان ریاضی آن به‌صورت رابطهٔ ۱۴ است:

$$\begin{cases} \text{Min} \sum_{\text{for all l}} (\, d_l^{+CSC} + d_l^{-CSC}\,) \\ \text{for all l}: \begin{cases} \sum_{i\in Set_l^{CP}} (\, x_i^P.\widehat{PC_i}\,) - d_l^{+CSC} + d_l^{-CSC} = \widehat{S_l^{CSC}} \end{cases} \end{cases} \qquad (۱۴$$

$\widehat{S_l^{CSC}}$: استاندارد نسبت مجموع مبلغ پروژه‌های فصل برنامهٔ l ام به مبلغ کل تخصیصی؛

d_l^{+CSC}: انحراف مثبت مجموع مبلغ پروژه‌های فصل برنامهٔ l ام از استاندارد؛

d_l^{-CSC}: انحراف منفی مجموع مبلغ پروژه‌های فصل برنامهٔ l ام از استاندارد.

فرموله‌کردن معیار ۱۰: معادل این معیار، باید محدودیتی را برای مسئله تعریف کرد. شاخص مؤثر این معیار، مجموع مبلغ همهٔ پروژه‌هاست که با $\sum_{i=1}^{I}(x_i^P.\widehat{PC_i})$ مشخص می‌شود و بیان ریاضی آن به‌صورت رابطهٔ ۱۵ است:

$$\sum_{i=۱}^{I}\left(x_i^P.\widehat{PC_i}\right) \le \widehat{TAC} \qquad (۱۵$$

I: تعداد کل پروژه‌های پیشنهادشده. $\widehat{TAC}$: کل اعتبار قابل تخصیص به پروژه‌های عمرانی.

فرموله‌کردن معیار ۱۱: شاخص مؤثر این معیار، پیشرفت فیزیکی طرح است که PPS نامگذاری شده است. دامنهٔ مقادیر این شاخص، بازهٔ [۰،۱] است. صفر به معنای آغازنشدن طرح در گذشته است. متغیر y_n^S که قبلاً معرفی شد، بیان‌کنندهٔ وضعیت انتخاب طرح است. معیار فوق را- که برای تمامی طرح‌ها لحاظ می‌شود- می‌توان از طریق رابطهٔ ۱۶ بیان کرد:

$$\text{for all n}: \left\{ \widehat{PPS_n} - My_n^S \le ۰/۳ \right. \qquad (۱۶$$

فرموله‌کردن معیار ۱۲: شاخص مؤثر این معیار، پیشرفت فیزیکی پروژه است که PPP نامگذاری شده است. دامنهٔ مقادیر این شاخص، بازهٔ [۰،۱] است. صفر به معنای آغازنشدن پروژه در گذشته است. بیان ریاضی معیار فوق به‌صورت رابطهٔ ۱۷ است.

$$\text{for all n}:\left\{\text{forall i} \in \text{Set}_{n}^{SP}:\left\{\widehat{PPP_i} - My_i^P \le ۰/۳ + M(۱ - y_n^S)\right.\right. \quad (۱۷$$

در این رابطه، اگر y_n^S مقدار صفر داشته باشد، محدودیت، زائد خواهد شد و اگر مقدار یک داشته باشد، محدودیت به‌طور مؤثر برقرار خواهد بود.

فرموله‌کردن معیار ۱۳: شاخص مؤثر این معیار، درصد اعتبار تخصیص یافته به پروژه است که x^P نامگذاری شده است. دامنهٔ مقادیر این شاخص بازهٔ [۱،۰] است. صفر به معنای اختصاص نیافتن اعتبار به پروژه و یک به معنای تخصیص کامل اعتبار مورد نیاز پروژه است. براساس این معیار، برای هر پروژه یا باید رابطهٔ ۱۸ صادق باشد یا رابطهٔ ۱۹:

$$x_i^P + y_i^P \ge ۱/۴ \quad (۱۸$$

$$x_i^P + y_i^P = ۰ \quad (۱۹$$

متغیر z^P به‌گونه‌ای افزوده می‌شود که در هر زمان، فقط یکی از دو محدودیت برقرار باشد. این مطلب به‌صورت رابطهٔ ۲۰ نشان داده شده است:

$$\text{for all i}:\begin{cases} x_i^P + y_i^P \ge ۱/۴ - Mz_i^P \\ x_i^P + y_i^P \ge -M(۱ - z_i^P) \\ x_i^P + y_i^P \le M(۱ - z_i^P) \end{cases} \quad (۲۰$$

اگر مقدار z_i^P صفر باشد، رابطهٔ ۱۸ برقرار است و رابطهٔ ۱۹ برقرار نخواهد بود و اگر مقدار z_i^P یک باشد، رابطهٔ ۱۸ برقرار نیست و رابطهٔ ۱۹ برقرار خواهد بود.

محدودیت تبعی: از نتیجهٔ فرموله‌کردن معیارها، یک محدودیت تبعی مطرح شد. این محدودیت بدین شرح است: «اگر طرحی انتخاب نشود، هیچ‌یک از پروژه‌های آن نیز نمی‌تواند انتخاب شود.»

با توجه به تعریف متغیرهای y_n^S و y_i^P، بیان ریاضی این محدودیت، به‌صورت رابطهٔ ۲۱ است.

$$y_n^S - y_i^P \ge ۰ \quad (۲۱$$

اگر y_n^S، صفر باشد، y_i^P فقط باید مقدار صفر داشته باشد و اگر y_n^S، یک باشد، y_i^P می‌تواند مقدار صفر یا یک داشته باشد. این محدودیت برای تمامی پروژه‌ها لحاظ می‌شود. این مطلب به‌صورت رابطهٔ ۲۲ نشان داده شده است:

$$\text{for all n}:\left\{\text{forall i} \in \text{Set}_n^{SP}:\left\{y_n^S - y_i^P \geq 0 \right.\right. \quad (۲۲$$

فرموله‌کردن تابع هدف: از فرموله‌کردن معیارها، هفت تابع هدف مختلف استنتاج شد که نشان می‌دهد این مسئلهٔ تصمیم‌گیری، نمونه‌ای از یک مسئلهٔ برنامه‌ریزی خطی چندهدفه است. برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه، رویکردهای مختلفی وجود دارد. یکی از این رویکردها، تعیین مطلوبیت هریک از توابع هدف و سپس ترکیب آنها در قالب یک تابع هدف است. وزن‌دهی به توابع هدف، از مصادیق تعیین مطلوبیت محسوب می‌شود، اما لازمهٔ ترکیب توابع هدف، هم‌مقیاس بودن دامنهٔ آن‌هاست. در ساختار ترجیح کل غالب روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه نیز همین رویکرد استفاده می‌شود؛ بدین‌صورت که ابتدا مقادیر را بی‌مقیاس یا نرمالیزه و سپس با هم ترکیب می‌کنند.

در MADM، سه روش مختلف (اقلیدسی، خطی و نرمالیزه) برای بی‌مقیاس‌سازی پیشنهاد می‌شود (اصغرپور، ۱۳۷۷). درصورتی‌که از این تکنیک‌ها در مسائل MODM نیز مانند این مسئله استفاده شود، مسئله به برنامه‌ریزی غیر خطی تغییر خواهد کرد؛ زیرا یکی از شروط چهارگانهٔ مسائل برنامه‌ریزی خطی که شرط تناسب است، از میان خواهد رفت. شرط تناسب تأکید می‌کند که تمامی متغیرهای حاضر در مسئله، از درجهٔ یک باشند.

محقق از یک راهکار ابتکاری و تقریبی برای حل این موضوع استفاده کرده است تا ضمن حفظ مسیر پژوهش، از مواجهه با مباحث غیر خطی جلوگیری کند. اولین تابع هدف از بین توابع هفت‌گانه، همواره مقداری در بازهٔ [۰,۱] دارد، اما در مورد دامنهٔ مقادیر سایر توابع هدف- که بیانگر مجموع انحراف‌های مختلف هستند- فقط می‌توان با اطمینان گفت که نامنفی هستند. راهکار پیشنهادی عبارت است از نگاشت مقادیر انحراف‌ها از بازهٔ [استاندارد,۰] به یک عدد حقیقی در بازهٔ [۰,۱]. با پیاده‌سازی این رویه، در تابع هدف، اهداف مختلفی مشارکت می‌کنند که با یکدیگر هم‌مقیاس‌اند.

برای طراحی چنین نگاشتی که بتواند مقادیر نامنفی انحراف‌ها را از بازهٔ [استاندارد,۰] به عددی در بازهٔ [۰,۱] منتقل کند، استفاده از یک متغیر جدید به نام «میانگین نسبت‌های انحراف نوع ∝» پیشنهاد شده است که با $DRA^{\propto}$ نشان داده می‌شود. به‌عنوان نمونه، برای نگاشت مقدار تابع هدف دوم، این متغیر جدید به‌صورت رابطهٔ ۲۳ تعریف شده است.

$$DRA^{PNO} = \frac{\sum_{j=1}^{\hat{J}} \frac{(d_j^{+PNO} + d_j^{-PNO})}{\widehat{S_j^{PNO}}}}{\hat{J}} \quad (۲۳$$

DRA^{PNO} بیانگر «میانگین نسبت‌های انحراف نوع PNO» یا همان «میانگین نسبت‌های انحراف مربوط به تعداد پروژه‌های دستگاه‌های اجرایی» است. مقدار $DRA^{\propto}$ الزاماً مقداری در بازهٔ [۰,۱] نیست؛ بلکه ممکن است در حالت‌های خاص، اندازهٔ انحراف، از اندازهٔ استاندارد، بیشتر و نسبت نیز از ۱ بزرگ‌تر شود. باز هم در این حالت، بزرگی اندازهٔ توابع هدف با هم قابل مقایسه خواهد بود. رابطهٔ ۲۳ را می‌توان به شکل ساده‌شده، به‌صورت رابطهٔ ۲۴ نیز نمایش داد:

$$DRA^{PNO} = \sum_{j=1}^{\hat{J}} \left(\frac{1}{\hat{J}.\widehat{S_j^{PNO}}}.d_j^{+PNO} + \frac{1}{\hat{J}.\widehat{S_j^{PNO}}}.d_j^{-PNO} \right) \qquad (۲۴$$

رابطهٔ ۲۴ نشان می‌دهد که این محدودیت، خطی و در مدل برنامه‌ریزی خطی قابل کاربرد است. همین رویه برای سایر توابع هدف آرمانی نیز پیاده‌سازی می‌شود.

شکل تابع هدف با توجه به معکوس‌بودن جهت بهینگی تابع هدف اول با توابع شش‌گانهٔ بعدی، به‌صورت رابطهٔ ۲۵ است:

$$\begin{aligned} Max\ Z = {} & \hat{w}_{PROIT}.PROIT \\ & -\hat{w}_{PNO}.DRA^{PNO} - \hat{w}_{PNS}.DRA^{PNS} - \hat{w}_{PNC}.DRA^{PNC} \\ & -\hat{w}_{CSO}.DRA^{CSO} - \hat{w}_{CSS}.DRA^{CSS} - \hat{w}_{CSC}.DRA^{CSC} \end{aligned} \qquad (۲۵$$

نمونهٔ انتخابی برای اجرای مدل که مربوط به لایحهٔ بودجه سال ۹۰ است، شامل ۱۳۶ پروژه از ۲۸ طرح و ۱۶ فصل برنامه‌ای مربوط به ۵۶ دستگاه اجرایی مختلف است. این پروژه‌ها شامل هردو نوع پروژه‌های ملی و استانی است. پروژه‌های استانی این نمونه، مربوط به ۲۰ استان مختلف کشور است. مجموع اعتبارهای مورد نیاز برای تمامی این پروژه‌ها، ۱۳،۷۷۳،۸۴۵ ریال است. برای این نمونهٔ انتخاب‌شده از پروژه‌های عمرانی، ۹۵۶ محدودیت مختلف در کنار هم قرار گرفتند. مدل در نرم‌افزار GAMS، برنامه‌نویسی شد و تمامی ضرایب و پارامترهای آن نیز در فایل Excel پیاده‌سازی شدند که به‌وسیلهٔ GAMS برای اجرای مدل، فراخوانی شدند.

اجرای مدل انتخاب پروژه‌های عمرانی در بخش عمومی کشور

نتایج اجرای مدل V0 در جدول ۲ آمده است:

جدول ۲. نتایج اجرای مدل

مقدار تابع هدف	۰/۰۱۱-	تعداد کل پروژه‌ها	۱۳۶
بهره‌وری کل	۱/۳۲۹	تعداد پروژه‌های انتخابی	۵۳
میانگین نسبت انحراف برای تعداد پروژه‌های دستگاه اجرایی	۰/۵	نسبت	۰/۳۹
میانگین نسبت انحراف برای تعداد پروژه‌های استان	۰/۴۹۱	میانگین تعداد پروژه‌های هر طرح	۱/۸۹
میانگین نسبت انحراف برای تعداد پروژه‌های فصل برنامه	۰/۶۶۳	انحراف معیار تعداد پروژه‌های هر طرح	۱/۷۹
میانگین نسبت انحراف برای مجموع مبلغ پروژه‌های دستگاه اجرایی	۰/۹۷۲	ضریب پراکندگی	۰/۹۵
میانگین نسبت انحراف برای مجموع مبلغ پروژه‌های استان	۰/۹۹۸	کل مبلغ قابل تخصیص	۸,۹۵۲,۹۹۹
میانگین نسبت انحراف برای مجموع مبلغ پروژه‌های فصل برنامه	۰/۹۹۳	کل مبلغ تخصیص‌یافته	۶,۴۳۷,۹۰۲
تعداد کل طرح‌ها	۲۸	نسبت	۰/۷۲
تعداد طرح‌های انتخابی	۲۸	میانگین درصد تخصیصی طرح‌ها	۰/۲۷
نسبت	۱	میانگین درصد تخصیصی پروژه‌ها	۰/۲۱

جدول ۲ نشان می‌دهد که تمامی طرح‌ها انتخاب شده‌اند. درحالی‌که بعضی از آنها پروژهٔ انتخاب‌شده ندارند؛ بنابراین، باید اقدامی شود که طرح انتخاب نشود، مگر اینکه پروژه‌ای از آن نیز انتخاب شود. برای رفع این مشکل، به تعریف محدودیت جدید توجه شد. محدودیت جدید به این صورت تعریف شد: «طرح، تنها درصورتی انتخاب می‌شود که حداقل یک پروژه از آن نیز انتخاب شود.» بیان ریاضی این محدودیت، به‌صورت رابطهٔ ۲۶ است:

$$\text{for all n}: \left\{ \sum_{i \in Set_n^{SMP}} (y_i^P) - y_n^S \geq 0 \right. \qquad (۲۶$$

مدل جدید به‌دست‌آمده، V1 نامگذاری شد که اجرا و نتایج آن ثبت شد. نتایج اجرای مدل V1 نشان داد که مشکل قبل، یعنی وجود طرح‌هایی که پروژه‌ای از آنها انتخاب نشده، رفع شده است، ولی نسبت مبلغ تخصیص‌یافته، همچنان پایین است؛ یعنی در حدود ۲۶ درصد منابع هنوز از سوی پروژه‌ها جذب نشده است؛ بنابراین، لازم است که محدودیت مربوط به مبلغ پروژه‌ها که به‌صورت رابطهٔ ۱۵ و با علامت نامساوی است، تغییر کند و علامت آن به مساوی تبدیل شود. شکل جدید این محدودیت، به‌صورت رابطهٔ ۲۷ است که در مدل قرار می‌گیرد و مدل جدید به‌دست می‌آید. این مدل جدید، V2 نامگذاری شد:

$$\sum_{i=1}^{I} \left(x_i^P . \widehat{PC_i} \right) = \widehat{TAC} \qquad (۲۷$$

نتایج اجرای مدل V2 این بود که کل منابع به پروژه‌ها تخصیص داده شد و سایر شاخص‌ها مانند «ضریب پراکندگی تعداد پروژه‌های طرح»، «نسبت تعداد پروژه‌های انتخابی» و «میانگین درصد تخصیصی طرح‌ها» نیز نسبت به مدل قبلی بهبود یافت، ولی مشکل شایان توجه این است که میانگین درصد تخصیصی طرح‌ها که ۰/۳۸ است، همچنان مقدار زیادی نیست و این به معنای نبود تمرکز برای اتمام چند طرح معین است و نشان می‌دهد که بودجه‌بندی، با هدف تکمیل ۰/۳۸ درصد همهٔ طرح‌ها انجام می‌شود. برای رفع این نقیصه می‌توان محدودیتی را به مدل اضافه کرد که به‌وسیلهٔ آن مقرر شود «هر طرحی که انتخاب می‌شود، حتماً باید تا درصد معینی تکمیل شود». محدودیت جدید به این صورت تعریف شد: «مجموع مبلغ تخصیصی به پروژه‌های هر طرح، از درصدی معین از مبلغ کل طرح بیشتر باشد.» بیان ریاضی این محدودیت، به‌صورت رابطهٔ ۲۸ است:

$$\text{for all n}: \left\{ \sum_{i \in Set_n^{SMP}} \left(x_i^P . \widehat{PC_i} \right) \geq y_n^S . \widehat{S^{SCS}} . \sum_{i \in Set_n^{SMP}} \left(\widehat{PC_i} \right) \right. \qquad (۲۸$$

مقدار ابتدایی ۰/۶ برای $\widehat{S^{SCS}}$ درنظر گرفته شد و مدل، با افزودن محدودیت‌های جدید اصلاح شد. این مدل جدید، مدل V3 نام گرفت. نتیجهٔ اجرای این مدل، جوابی ناموجه بود و این یعنی نمی‌توان کل بودجه را بین پروژه‌های مختلف به‌گونه‌ای تقسیم کرد که همهٔ طرح‌های انتخابی، حداقل در سطح ۶۰ درصد بودجه دریافت کنند. سپس مقدار درنظرگرفته‌شده برای $\widehat{S^{SCS}}$ به ۰/۴ کاهش پیدا کرد. نتیجه باز هم جواب ناموجه بود. این مقدار به‌ترتیب، به ۰/۲، ۰/۱، ۰/۰۵، ۰/۰۴ و ۰/۰۳ نیز کاهش یافت. درنهایت، در مقدار ۰/۰۲ بود که مدل توانست پاسخی موجه ارائه دهد. یکی از دلایل این موضوع– که چرا مدل، تنها در مقدار بسیار پایین برای $\widehat{S^{SCS}}$ می‌تواند جوابی موجه ارائه دهد– را باید در تعداد پایین پروژه‌ها در این نمونهٔ حل‌شده جست‌وجو کرد. محتمل است که در نمونه‌های واقعی، برای مقدار معقولی از $\widehat{S^{SCS}}$ ، مسئله جواب خواهد داشت.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

انتخاب پروژه‌ها در بخش عمومی نیازمند توجه به اهداف مختلف تصمیم‌گیرندگان کلان است. در این پژوهش، به اهداف مختلف مشتمل بر اهداف فنی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و مالی در کنار رعایت استانداردها در شناسایی معیارها توجه شد. استانداردها نیز از سه بعد دستگاه‌های

اجرایی، استان‌ها و فصول برنامه لحاظ شد. تمامی معیارهای مطرح‌شده در چارچوب مباحث برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و عدد صحیح مختلط را فرموله کردیم؛ هرچند که در این راستا، از راهکارهای تقریبی بهره گرفتیم. نتایج اجرای مدل، اعتبار آن را تأیید کرد. می‌توان از این نوع مدل به‌عنوان سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری برای انتخاب پروژه‌ها در بخش عمومی استفاده کرد. در این پژوهش، برای پرهیز از ورود به مباحث غیر خطی، از روش‌های تقریبی جایگزین استفاده کردیم؛ اما برای دقیق‌ترشدن انتخاب لازم است که در پژوهش‌های آتی، مدل به غیر خطی تبدیل شود و راه حلی نیز برای مقابله با محدودیت‌های زیاد مدل اندیشیده شود. همچنین ورودی‌های این مدل، بازده‌های مختلف پروژه‌های عمرانی است که بنا به نظر کارشناسان تعیین می‌شود و حداقل در کشور، دستورالعمل‌های دقیقی برای محاسبهٔ این بازده وجود ندارد که در این زمینه نیز باید پژوهش‌های بیشتری انجام گیرد.

References

Asgharpour, M. J. (1998). *Multi-criteria decision making*, University of Tehran. Tehran. *(In Persian)*

Benjamin, C. O. (1985). A linear goal-programming model for public-sector project selection. *Journal of the Operational Research Society*, 13-23.

Carazo, A. F. & Gomez, T. (2010). Solving a comprehensive model for multi objective project portfolio selection. *Computers & operations research*, 37(4): 630-639.

Chapman, C. B., et al. (2006). An optimized multiple test framework for project selection in the public sector, with a nuclear waste disposal case-based example. *International journal of project management*, 24(5): 373-384.

Hakimian, M. H. (2003). Construction schemes; Achilles stern of Iran's economics. *Modirsaz*, 3: 43-58. *(In Persian)*

Kulak, O., et al. (2005). Multi-attribute information technology project selection using fuzzy axiomatic design. *Journal of Enterprise Information Management*, 18(3): 275-288.

Mehregan, M. R. (1999). *Operation research- linear programming and its applications*, Nashre Ketabe Daneshgahi. Tehran. *(In Persian)*

Molenaar, K. R. & Songer, A. D. (1998). Model for public sector design-build project selection. *Journal of Construction Engineering and Management*, 124(6): 467-479.

Puthamont, G. C. S. & Charoenngam, C. (2007). Strategic project selection in public sector: construction projects of the ministry of defense in Thailand. *International journal of project management*, 25(2):178-188.

Tian, Q., et al. (2002). A hybrid knowledge and model system for R&D project selection. *Expert Systems with Applications*, 23(3): 265-271.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی