



## انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه با استفاده از روش دلفی، روش رتبه‌بندی دینامیک و برنامه‌ریزی آرمانی

سودابه نامدار زنگنه

عضو هیئت علمی دانشگاه الزهراء تهران، گروه مهندسی صنایع

سحر وطنخواه (نویسنده مسؤول)

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه الزهراء تهران، گروه مهندسی صنایع

Email: sahar.vatankhah68@gmail.com

فاطمه عادل کوهی

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه الزهراء تهران، گروه مهندسی صنایع

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۲۱ \* تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۲۲

### چکیده

انتخاب صحیح پروژه یکی از فاکتورهای موفقیت مالی برای شرکت‌ها و سازمان‌هاست، شرکت‌های زیادی با مسأله انتخاب یک پروژه از بین تعدادی پروژه روبه‌رو می‌شوند. این شرکت‌ها در انتخابشان باید به موارد متعددی همچون ریسک، محدودیت منابع، محدودیت زمان، سودزایی مورد انتظار از پروژه و غیره توجه کنند. اهمیت این موضوع سبب پیدایش مدل‌های متعددی جهت انتخاب پروژه‌ها گردیده است. هر یک از این مدل‌ها به جنبه‌های خاصی از مسأله توجه می‌کنند بنابراین لزوم ارائه مدلی جهت ادغام اهداف احساس می‌شود. هدف این پژوهش ارائه رویکردی ترکیبی جهت انتخاب پروژه است. این رویکرد تلاش می‌کند جنبه‌های اقتصادی، سودزایی و محدودیت‌های پیش‌رو برای انجام پروژه را در نظر بگیرد. سه روش دلفی، رتبه‌بندی دینامیک و برنامه‌ریزی آرمانی گام‌های تشکیل‌دهنده مدل هستند. در قسمت اول مدل، جهت محاسبه دو پارامتر احتمال موفقیت فنی و اهمیت استراتژیک هر پروژه، روش دلفی مورد استفاده قرار گرفته است. در گام دوم، وزن‌های بدست آمده در گام اول به همراه اطلاعات اقتصادی پروژه‌ها به عنوان ورودی‌های رتبه‌بندی دینامیک به کار گرفته شده‌اند. در پایان این گام به هر پروژه وزنی اقتصادی داده می‌شود که این وزن‌ها در گام سوم به عنوان ضرائب تابع هدف آرمانی استفاده می‌شوند. در این گام برنامه‌ریزی آرمانی جهت در نظر گرفتن محدودیت‌ها به کار می‌رود. به کمک این مدل، سرمایه‌گذار به راحتی می‌تواند با در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی، سودزایی و محدودیت‌های موجود بهترین گزینه را انتخاب کند. در انتها رویکرد ترکیبی مذکور برای روشن شدن مدل جهت انتخاب بین دو پروژه سرمایه‌گذاری A و B مورد استفاده قرار گرفته است. برای حل مدل آرمانی نرم‌افزار winQSB استفاده شده است.

**کلمات کلیدی:** انتخاب پروژه، مدل ترکیبی، روش دلفی، برنامه‌ریزی آرمانی، روش رتبه‌بندی دینامیک.

## ۱- مقدمه

یکی از محورهای مهم مطالعات امکان‌سنجی یک پروژه، ارزیابی اقتصادی آن است. هر پروژه صرفنظر از نوع و اندازه باید صرفه اقتصادی داشته باشد. زمانی که ایده‌های متفاوتی جهت سرمایه‌گذاری و انتخاب مطرح می‌شود، سرمایه‌گذاران به دنبال راه‌حل‌های مختلفی بودند تا بتوانند بهترین تصمیم را اتخاذ کنند. اما وجود پارامترهای فراوان محاسبات را گاهی آنقدر پیچیده می‌کند که تصمیم‌گیرندگان توان لازم برای تصمیم‌گیری را نداشته و نمی‌توانستند اطمینانی از درستی تصمیم خود پیدا کنند. از طرف دیگر نگرش‌های متفاوت به یک موضوع خاص باعث می‌شود تا نتایج یکسانی حاصل نشود. به عبارت دیگر در مورد یک طرح برخی از محاسبات طرح را اقتصادی جلوه می‌داد و بعضی دیگر کلاً آن را رد می‌کرد. این موضوع سبب توجه دست‌اندرکاران به استاندارد نمودن تعاریف و محاسبات گردید. اما مشکل اصلی، یعنی پیچیدگی عملیات محاسباتی هنوز باقیمانده است.

تصمیم‌گیری آگاهانه و منطقی متولیان، موفقیت یا شکست تمامی پروژه‌های خرد و کلان اقتصادی را تضمین می‌کند. مقدمه این تصمیم‌گیری‌های آگاهانه انتخاب فرآیندی جامع و مؤثر به منظور مسأله‌یابی و انتخاب راه‌حل مناسب آن مسأله است. گردآوری کامل و صحیح اطلاعات، در گام مسأله‌یابی بسیار حائز اهمیت است. از دیگر سو علی‌رغم تکنیک‌های متنوع حل مسأله، توجه به تکنیک مناسب هر موضوع و به کارگیری سطح مناسبی از خلاقیت راهگشا و حیاتی است.

یکی از مهم‌ترین نیازهای مدیران و متولیان برای تصمیم‌گیری آگاهانه، به کارگیری تکنیک مقایسه و ارزیابی فنی و اقتصادی طرح‌هاست که به صورت انتخاب از میان مجموع راهکارها بر اساس حداقل‌های مورد پذیرش، شرایط مطلوب اقتصادی و کارایی مناسب فنی تعریف می‌شود.

بنابراین هر پروژه اقتصادی باید پیش از اجرا، مورد ارزیابی قرار گرفته و یا امکان‌سنجی شود. فرآیند امکان‌سنجی به منظور ارزیابی قابلیت تأمین خواسته‌های طرح و شناخت پیش‌نیازها انجام می‌پذیرد. در ارزیابی‌های مالی در فضای اقتصاد مهندسی از روش‌های ریاضی که بر پایه ارزش زمانی پول، تعادل بین بهره و نرخ‌های رشد می‌باشد به منظور ساده‌کردن مقایسه‌ها و شفاف‌سازی آن استفاده می‌شود. اما ارزیابی‌های فنی حائز دشواری‌هایی بیشتر است و این صعوبت در ترکیب ارزیابی‌های فنی و اقتصادی بیشتر می‌شود (Ale rasoul, 2012).

انتخاب صحیح پروژه یکی از فاکتورهای موفقیت مالی برای شرکت‌ها و سازمان‌هاست (Cleland & Ireland, 2002). مطالعات زیادی در مورد انتخاب پروژه انجام شده‌اند که شامل رویکردهای مختلفی می‌باشند که هر یک جنبه‌ای خاص از مسأله را در نظر می‌گیرند (Meredith, Shahanaghi et al., 2012). در مطالعه‌ای هدف استراتژیک پروژه، فاکتورهای انتخاب پروژه و مدل‌های مختلف کمی و کیفی را به طور کامل مورد بحث قرار داد (2005). Danila (1999) و Shpak (1996) برخی روش‌های انتخاب پروژه را ارزیابی کرده‌اند. Mehrez و Sinuany-strem تابع مطلوبیت را مورد استفاده قرار دادند (1983). Dey و همکاران مدل برنامه‌ریزی آرمانی را به کار بردند (1996). روش‌هایی همچون AHP (Al-Harbi, 2001) و TOPSIS (Mahmoodzadeh et al., 2007) به رتبه‌بندی پروژه‌ها می‌پردازند. برخی مقالات به جنبه‌های مالی پرداخته‌اند و از تکنیک‌هایی همچون ارزش فعلی خالص (Armaneri, Özdogoglu, & Yalçinkaya, 2010)، نرخ بازده داخلی و دوره برگشت سرمایه (Martino 1931) استفاده کرده‌اند. برخی مقالات کوشیده‌اند تکنیک‌های مختلف را ترکیب کرده و روش جدیدی ارائه دهند. به عنوان مثال لی و همکاران جهت انتخاب پروژه برای سرمایه‌گذاری در انرژی بادی از AHP و ترکیب آن با آنالیز BOCR استفاده کرده‌اند (Liang, 2008). همچنین اشنایدرجان و همکارانش ترکیب AHP و برنامه‌ریزی آرمانی را جهت انتخاب پروژه مطرح کردند. Chu کاربرد روش فازی را در انتخاب پروژه نشان داد (1996). Ghasemzadeh و Archer مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یکی برای انتخاب و زمان‌بندی پروژه‌ها بر مبنای اهداف محدودیت‌های سازمان معرفی کردند (2000).

کوپر و همکاران دسته‌بندی روش‌های انتخاب پروژه را به شرح زیر اعلام کرده‌اند (Gabriel et al., 2006):

۱. روش‌های مالی مانند ارزش فعلی خالص و بازده سرمایه‌گذاری

۲. روش‌های مبتنی بر استراتژی کسب‌وکار

۳. نمودار بابل یا نقشه‌های پورتفلیو

۴. مدل‌های امتیازدهی

۵. مدل‌های متفرقه مانند مدل‌های چندمعیاره، دو معیاره با معیارهای مالی و ...

وی معتقد است که روش‌های مالی در سازمان‌ها از محبوبیت بیشتری برخوردار است و این محدودیت از بالا به پایین کاسته می‌شود.

با بررسی مقالات ارائه شده در زمینه انتخاب پروژه مشاهده گردید مقالات کمی کوشیده‌اند اهداف مختلف انتخاب پروژه را برآورده کنند و اکثراً تنها به برآورده کردن یک جنبه رضایت داده‌اند. لذا لزوم ارائه مدلی جهت ادغام اهداف کاملاً احساس می‌شود. بنابراین در این مقاله مدل ترکیبی دلفی، برنامه‌ریزی آرمانی و رتبه‌بندی دینامیک جهت انتخاب پروژه‌ها مطرح شده است.

تکنیک دلفی یکی از روش‌های کسب دانش گروهی است (Imani Jajarami, 2000). این روش فرایندی است که دارای ساختار پیش‌بینی و کمک به تصمیم‌گیری در طی راندهای پیمایشی، جمع‌آوری اطلاعات و در نهایت، اجماع گروهی است (Kennedy, 2004, Dunham, 2002). درحالی‌که اکثر پیمایش‌ها سعی در پاسخ به سؤال چه هست؟ دارند، دلفی به سؤال چه می‌تواند، چه باید باشد؟ پاسخ می‌دهد. در این مدل به منظور پیش‌بینی از روش دلفی استفاده شده است. مراحل اجرایی روش دلفی به شکل زیر است:

- تشکیل تیمی برای به عهده گرفتن فرآیند دلفی برای یک موضوع خاص
- یافتن خبرگان در موضوع تحقیق برای نظرخواهی
- طراحی پرسشنامه دلفی برای دور اول فرآیند
- تست پرسشنامه جهت واژه‌پردازی مناسب و عدم ابهام
- ارسال اولین پرسشنامه برای صاحب‌نظران
- تحلیل پاسخ‌های دور اول
- آماده‌سازی پرسشنامه دور دوم
- ارسال پرسشنامه‌های دور دوم برای صاحب‌نظران
- آماده‌سازی گزارش توسط تحلیل‌گر تیم برای ارائه نظرخواهی

هنگامی که تخصیص منابع جزئی از مسأله باشد می‌توان از برنامه‌ریزی آرمانی صفرویک جهت تخصیص منابع در بین گزینه‌ها بهره برد (Wey, & Mwu, 2007). ایده برنامه‌ریزی آرمانی در ابتدا توسط چارنز و کوپر و سپس توسط ایجیری مطرح گردید (1998). برنامه‌ریزی آرمانی، روشی برای رسیدن به چندین هدف است و اصول کار بر این اساس است که برای هر یک از اهداف که اولویت بالاتر دارد وزن بیشتری نسبت داده و تابع هدف بر اساس این اهداف نوشته می‌شود. آنگاه جوابی جستجو شده که مجموع وزن‌های اهداف، انحراف کمتری نسبت به آرمان اهداف داشته باشد. مدل‌سازی برنامه‌ریزی آرمانی به شکل زیر است:

۱. در نظر گرفتن تمام اهداف
۲. وارد کردن اهداف در محدودیت‌ها
۳. در مورد هر هدف راجع به اینکه انحراف مثبت یا منفی آن رضایت تصمیم‌گیرنده را برآورده کند تصمیم می‌گیریم (اگر بیش از مقدار هدف، رضایت را جلب کند متغیر انحراف مثبت حذف می‌شود و اگر دقیقاً مقدار هدف رضایت را جلب کند، متغیرهای انحراف مثبت یا منفی وجود خواهند داشت).
۴. اهمیت اهداف توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود. معمولاً اختلاف بین ضرایب به صورت عمده بسیار زیاد در نظر گرفته می‌شود.

## ۲- مواد و روشها

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش تحقیق پیمایشی و مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای است.

گام‌های مدل پیشنهادی به شرح زیر می‌باشد:

گام اول، استفاده از روش دلفی: در این گام روش دلفی به منظور محاسبه احتمال موفقیت فنی و اهمیت استراتژیک هر پروژه به کار برده می‌شود.

گام دوم، به کارگیری روش رتبه‌بندی دینامیک: با بکارگیری این گام به هر پروژه یک وزن داده می‌شود. این وزن‌ها در گام سوم به عنوان ضرائب تابع هدف مورد استفاده قرار می‌گیرند (Cooper et al., 2003).

ابتدا برای هر پروژه پارامترهای زیر محاسبه می‌شود:

۱. ارزش خالص فعلی (NPV)

۲. نرخ بازده داخلی (IRR)

۳. احتمال موفقیت فنی به درصد (PTS)

۴. اهمیت استراتژیک پروژه، مقیاس از ۱ تا ۵ (۵ برای بهترین (SI)

با استفاده از رابطه زیر به هر کدام از پروژه‌ها امتیازی داده می‌شود:

$$p = \frac{NPV * PTS + IRR * PTS + SI}{3}$$

گام سوم، مدل‌سازی به کمک برنامه‌ریزی آرمانی: در این گام مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک براساس وزن‌های بدست آمده در گام ۲ و سایر اهداف نوشته می‌شود (Izadbakhsh, & Vazife, 2009).

$$\text{Minimize } \sum_{k=1}^m Y_k^+ - Y_k^-$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n C_{jk} X_j - (Y_k^+ - Y_k^-) = g_k \quad k = 1, 2, \dots, m$$

$$X_j \geq 0, Y_k^- \geq 0, Y_k^+ \geq 0$$

گام‌های روش به طور خلاصه در شکل ۱ آورده شده است:

شکل شماره (۱): الگوریتم پیشنهادی



در بخش زیر که مطالعه موردی و اجرای مدل است مدل براساس داده‌های عددی مورد بررسی قرار می‌گیرد. سرمایه‌گذاری می‌خواهد بین دو پروژه A و B یک پروژه را جهت سرمایه‌گذاری انتخاب کند. گام‌های مدل به شکل به ترتیب عبارتند از: گام اول (استفاده از روش دلفی):

مرحله ۱- یک گروه ۲ نفره برای به عهده گرفتن فرآیند دلفی تشکیل گردید.

مرحله ۲- گروه دلفی شامل ۱۰ نفر از خبرگان در زمینه انتخاب پروژه به شرح جدول ۱ تشکیل گردید.

جدول شماره (۱): اعضا گروه دلفی

مدرک تحصیلی	میزان تحصیلات	تعداد
مهندسی صنایع	کارشناسی ارشد	۵
مهندسی عمران	کارشناسی ارشد	۳
مهندسی صنایع	کارشناسی	۲

مرحله ۳- اولین پرسشنامه ارسالی برای صاحب‌نظران شامل ۲ سؤال زیر می‌باشد:

- احتمال موفقیت فنی به درصد

- اهمیت استراتژیک پروژه

این پرسشنامه شامل اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی پروژه‌ها نیز می‌باشد.

مرحله ۴- پاسخ پرسش‌های مرحله اول جمع‌آوری شده و بعد از تجزیه و تحلیل وزن شاخص‌ها تعیین گردید.

مرحله ۵- براساس نتایج پرسشنامه دوره قبل، پرسشنامه دیگری تدوین شد و در اختیار همان صاحب‌نظران قرار گرفت.

در نهایت پس از دو دوره تکرار وزن شاخص‌ها به شکل جدول ۲ تعیین گردید.

جدول شماره (۲): تعیین وزن شاخص‌ها

نام پروژه	شاخص اول	شاخص دوم
پروژه A	۰/۵۲	۲
پروژه B	۰/۴۲	۳

گام دوم: در این مرحله با داشتن مقادیر NPV، IRR، SI و PTS، میانگین این ۳ پارامتر بدست آورده شد. نتایج به شکل جدول ۳ می‌باشد:

جدول شماره (۳): محاسبه وزن اقتصادی هر پروژه

نام پروژه	IRR*PTS	NPV*PTS	SI	امتیاز
پروژه A	۰/۲۱۳۲	۷۹۵/۱۹۸	۲	۲۶۵/۸۰
پروژه B	۰/۰۹۲۴	۵۱/۸۴۴۸	۳	۵۴/۹۳۷۲

گام سوم: اطلاعات دو پروژه به شکل جدول ۴ است.

جدول شماره (۴): اطلاعات دو پروژه

نام پروژه	هزینه اولیه (میلیون ریال)	محدودیت زمانی (ماه)	دستمزد کارکنان
پروژه A	۲۹۹۷/۵۷	۱۰	۹۹/۹
پروژه B	۲۰۴۹/۵۱	۶	۱۶/۳
محدودیت شرکت	۳۰۰۰	۱۱	۱۰۰

با توجه به این اطلاعات مدل آرمانی مسأله به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$\text{Min } z = d_1^+ + d_2^+ + d_3^+ + 265.80 d_4^- + 54.9372 d_5^-$$

st:

$$2997.57 x_1 + 2049.51 x_2 + d_1^- - d_1^+ = 3000$$

$$10 x_1 + 6 x_2 + d_2^- - d_2^+ = 11$$

$$99.9 x_1 + 16.3 x_2 + d_3^- - d_3^+ = 100$$

$$x_1 + d_4^- = 1$$

$$x_2 + d_5^- = 1$$

$$x_1, x_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+, d_4^-, d_5^- \geq 0$$

پس از حل مدل به کمک نرم‌افزار winQSB، پروژه A انتخاب می‌گردد.

### ۳- نتایج و بحث

در این مقاله رویکردی جدید جهت انتخاب پروژه‌ها مطرح گردیده است. در بین مدل‌هایی که تاکنون به منظور انتخاب پروژه‌ها ارائه شده‌اند، مدل‌های کمی کوشیده‌اند اهداف مختلف انتخاب پروژه را برآورده کنند و اکثر آن‌ها تنها به برآورده کردن یک جنبه رضایت داده‌اند. لذا لزوم ارائه مدلی جهت ادغام اهداف کاملاً احساس می‌شود. بنابراین در این مقاله مدل ترکیبی دلفی، برنامه‌ریزی آرمانی و رتبه‌بندی دینامیک جهت انتخاب پروژه‌ها مطرح شده است. روش دلفی، بهترین روش ممکن جهت جمع‌آوری داده‌ها و اجماع خبرگان است. همچنین برنامه‌ریزی آرمانی امکان تخصیص منابع را ممکن می‌سازد. به کمک روش رتبه‌بندی دینامیک نیز می‌توان تحلیل‌های اقتصادی را وارد مدل ساخت. این مدل با در نظر گرفتن اهداف مختلف کمی و کیفی قادر است بهترین پروژه‌ها در شرایط دنیای واقعی را انتخاب کند.

### ۴- منابع

- 1- Ale Rasoul, S. (2011). Necessary technical and economic evaluation of projects. Payam magazine, 30.
- 2- AL-Harbi, K.B. (2001). Application of the AHP in project management. International Journal of Project Management, 19-27.
- 3- Archer N.P., & Ghasemzadeh, F. (1999). An Integrated Framework for Project Portfolio Selection. International Journal of Project Management, 17(4), 207-216.
- 4- Armaneri, Ö., Özdagöglu, G., & Yalçinkaya, Ö. (2010). An integrated decision support approach for project investors in risky and uncertain environments. Journal of Computational and Applied Mathematics.

- 5- Azar, A., & Talangi, A. (1998). Goal Programming Model. Fuzzy Optimal Portfolio Selection. Management study magazine, 20, 131–150.
- 6- Chu, Y.L., & Fehling, Hsu, M. (1996). A decision support system for project portfolio selection. Computers in Industry 32.141–149.
- 7- Cleland, D., & Ireland, L. (2002). Project management Strategic design and implementation. New York: McGraw Hill.
- 8- Liang-Q Li, C. (2008). Enterprise information system project selection with regard to BOCR. International Journal of Project Management.
- 9- Cooper, et al. (2003). Drug makers look to new strategies in portfolio management. Chemical Market Report, 254 (21), 21–22.
- 10- Dey, P. K., Tabucanon, M. T., & Ogunlana, S. O. (1996). Hierarchical approach to project planning. Applied Mathematical Modeling, 20, 683–698.
- 11- Dunham, R. (1996). The Delphi technique. [Cited 2002 Mar 24]. Retrieved from <http://www.medsch.wisc.edu/adminmed/2002/orgbehav/delphi.pdf>.
- 12- Gabriel, S.A., Kumar, S., Ordenez, J., & Nasserian, A. (2006). A multi objective optimization model for project selection with probabilistic considerations. Socio-Economic Planning Sciences, 40, 297–313.
- 13- Ghasemzadeh, F., & Archer, N. P. (2000). Project portfolio selection through decision support. Decision Support Systems, 29, 73–88.
- 14- Imani Jajarami, H. (2000). Familiarity with the Delphi method and its application in decision making. Faslnameh Modiriat Shahri, 1(1), 35-9.
- 15- Izadbakhsh, H., & Vazife, A. (2009). Practical Learning of Management and Industrial Software Engineering. Jahad Daneshgahi, Vahede SanatieAmirkabir, Tehran, 61-63.
- 16- Kennedy, HP. (2004 Mar.) Enhancing Delphi research methods and results. J AdvNurs. 45 (5), 504-11.
- 17- Mahmoodzadeh, S., Shahrabi, J., & Pariazar, M.; Zaeri, M.S. (2007). Project selection by using fuzzy AHP and TOPSIS technique. International Journal of Human and social sciences, 59–66.
- 18- Martino, J.P. (1931). Research and development project selection. New York: John Wiley and sons.
- 19- Mehrez, A., & Sinuany–Stern Z. (1983). An interactive approach to project selection. Journal of Operational Research Society, 34, 621–626.
- 20- Meredith Jack, R. (2005). Project Management. A Managerial Approach, (5<sup>th</sup> Ed.).
- 21- Danila, N. (1999). Strategic evaluation and solution of R&D projects. R&D Management, 19, 47–62.
- 22- Shpak, A., & Zaporozhan, D. (1996). Working out R&D program via multi criteria analysis. Computer Science of Moldova 4, (11), 239–259.
- 23- Shahanaghi, K., Jabbarzadeh, A., Hamidi, M., & Ghodoosi M. (January 2012). Selecting the Most Economic Project under Uncertainty Using Bootstrap Technique and Fuzzy Simulation. Iranian Journal of Management Studies (IJMS), Vol.5, No.1, 9-24.
- 24- Wey, W., & Mwu, K.Y. (2007). Using ANP priorities with goal programming in resource allocation in transportation. Mathematical and Computer Modeling, 46, 985–1000.