

# یک مدل ادغامی جدید برای تخصیص وام به پروژه‌های سرمایه‌گذاری بانکی (مطالعه موردی: بانک توسعه تعاون)

مجید نوجوان<sup>۱\*</sup>، عبدالله اکبری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار دانشکده مهندسی صنایع - دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب

<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب

(تاریخ دریافت ۹۱/۱۰/۲، تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۹۲/۱۱/۵، تاریخ تصویب ۹۲/۱۱/۲۸)

## چکیده

در این مقاله یک مدل ترکیبی جدید برای تصمیم‌گیری در مورد تخصیص وام به پروژه‌های سرمایه‌گذاری بانکی پیشنهاد شده است. در این مدل ابتدا نبود اطمینان موجود در جریان نقدی هر پروژه با استفاده از توزیع‌های احتمالی شبیه‌سازی شده و با تحلیل آماری شاخص‌های اقتصاد مهندسی، پروژه‌های غیر قابل قبول از نظر اقتصادی حذف می‌شوند. سپس شاخص‌های مالی و غیرمالی برای ارزیابی پروژه‌های باقیمانده تعیین و با استفاده از روش ترکیبی AHP-TOPSIS رتبه‌بندی پروژه‌ها انجام می‌شود. در انتها با استفاده از رتبه پروژه‌ها به عنوان مطلوبیت انتخاب هر پروژه و با توجه به محدودیت‌های سیستمی مانند محدودیت منابع بانکی از برنامه ریزی ریاضی ۰-۱ برای انتخاب نهایی پروژه‌ها استفاده می‌شود. برای ارزیابی عملکرد مدل پیشنهادی، پروژه‌های سرمایه‌گذاری در بانک توسعه تعاون در یک بازه زمانی مشخص با استفاده از این مدل انتخاب شده است. بررسی نتایج حاصل از مدل پیشنهادی توسط خبرگان نشان‌دهنده درستی عملکرد و کارایی مدل ترکیبی در تخصیص وام به پروژه‌های سرمایه‌گذاری بانکی بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** انتخاب پروژه، شبیه‌سازی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، TOPSIS، برنامه‌ریزی ریاضی ۰-۱

## مقدمه

تک بعدی و بدون توجه به تغییرات همزمان پارامترها استفاده می‌شود.

- شاخص‌های غیرمالی که در انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری مؤثر هستند، اغلب به صورت صریح در ارزیابی پروژه‌ها در نظر گرفته نشده و امکان بررسی نقش این شاخص‌ها در انتخاب وجود ندارد.

- محدودیت‌های سیستم بانکی در انتخاب پروژه‌ها مانند محدودیت بودجه در دسترس به صورت ضمنی و توسط نظرات کارشناسی و خبرگی در نظر گرفته می‌شود.

با توجه به موارد اشاره شده و نبود کارایی روش‌های موجود تخصیص وام در شرایط ریسک و ارزیابی کیفی، استفاده از رویکردی جدید برای برطرف نمودن این مشکلات ضروری است. در این مقاله برای تخصیص وام به پروژه‌های سرمایه‌گذاری بانکی و رفع مشکلات مدل‌های قبلی، یک مدل ترکیبی جدید با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی، مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۱</sup> (MADM) و همچنین برنامه‌ریزی ریاضی ۰-۱ پیشنهاد شده است. ساختار مقاله به این صورت است که ابتدا در بخش دوم

با توجه به اینکه قسمت اعظم دارایی‌های بانک‌ها را تسهیلات اعطایی به مشتریان تشکیل می‌دهد، دقت در نحوه تخصیص منابع و استفاده از معیارهای مناسب برای بررسی و ارزیابی متقاضیان استفاده از تسهیلات، برای مدیران بانکی اهمیت بسیاری دارد. کارشناسان و مدیران بانک‌ها برای جلوگیری از مخاطرات ناشی از وصول نشدن مطالبات خود از مشتریان و مدیریت بهینه منابع و مصارف، باید از روش‌هایی برای بررسی تخصیص وام به پروژه‌های سرمایه‌گذاری استفاده کنند که بتواند تصویر نسبتاً شفافی از وضعیت مالی بعدی پروژه مورد بررسی را در اختیار آنها قرار دهد، اما در رویکردهای موجود که برای تخصیص وام به پروژه‌های سرمایه‌گذاری بانکی به کار می‌رود، سه مشکل اساسی زیر وجود دارد:

- اغلب نبود اطمینان موجود در پارامترهای جریان نقدی که می‌تواند بر تحلیل شاخص‌های مالی پروژه‌ها تأثیر بگذارد، در نظر گرفته نشده و این پارامترها ثابت فرض می‌شوند. علاوه بر این، برای بررسی اثر تغییر در پارامترهای جریان نقدی، اغلب فقط از تحلیل حساسیت

بهینه‌سازی تصمیمات در مسئله بودجه‌بندی سرمایه، روش برنامه‌ریزی محدودیت فازی را به کار برده است. لای<sup>۱۵</sup> و همکاران [۱۳] از روش‌های شبیه‌سازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱۶</sup> (AHP) برای بودجه‌بندی پروژه‌های ساخت استفاده کرده‌اند.

صالحی و توکلی مقدم [۱۴] با استفاده از روش تاپسیس<sup>۱۷</sup> (TOPSIS) فازی، رویکرد جدیدی در مسئله انتخاب پروژه پیشنهاد کرده‌اند. آرمانیری و همکاران [۱۵] برای انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری، ابتدا پارامترهای مؤثر بر ارزش فعلی خالص<sup>۱۸</sup> (NPV) پروژه را مشخص و سپس این پارامترها را به صورت فازی یا احتمالی در نظر گرفته‌اند. اولکن و اوکونوقلو<sup>۱۹</sup> [۱۶] برای انتخاب پروژه از یک مدل تجزیه و تحلیل اقتصادی یکپارچه استفاده کرده‌اند. در مدل پیشنهادی در صورت نبود شناخت توابع چگالی پارامترهای مؤثر بر NPV، ابتدا این پارامترها به صورت فازی در نظر گرفته شده و سپس مقدار فازی به نزدیک‌ترین توزیع احتمالی تبدیل می‌شوند. بکشی<sup>۲۰</sup> و همکاران [۱۷] نیز از ترکیب دو روش AHP و بهینه‌سازی چند هدفه در مسئله انتخاب پروژه استفاده کرده‌اند.

حسن ناییبی و کیانی [۱۸] برای ارزیابی ریسک زمانبندی پروژه، روش‌های شبیه‌سازی مونت کارلو<sup>۲۱</sup> و مدل‌سازی پویایی سیستم<sup>۲۲</sup> را به کار برده‌اند. نارنجی و همکاران [۱۹] از فرایند تصمیم‌گیری سلسله مراتبی در شرایط نبود قطعیت برای اولویت‌بندی طرح‌های سرمایه‌گذاری استفاده کرده‌اند. میر طلایی و همکاران [۲۰] یک الگوریتم هوشمند برای تعیین اعتبار مشتریان ارائه کرده و در فرآیند اعطای وام به متقاضیان برای مؤسسات مالی از شاخص سطح اعتماد استفاده کرده‌اند. همچنین نجفی و منصور [۲۱] برای موضوع انتخاب سبد سهام در حالتی که معیارهای ارزیابی همبستگی دارند، یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۲۳</sup> (DEA) را به کار برده‌اند.

### تشریح مدل پیشنهادی

همان طور که اشاره شد، در روش‌هایی که در حال حاضر در بانک‌های داخلی برای تخصیص وام به پروژه‌های سرمایه‌گذاری استفاده می‌شود، مقادیر پارامترهای اقتصادی در پروژه‌ها به شکل قطعی و بدون تغییر در نظر گرفته شده و شاخص‌های غیرمالی تأثیرگذار و همچنین

مرور ادبیات موضوع آمده و سپس در بخش سوم مدل پیشنهادی و اجزا و قدم‌های استفاده از آن تشریح شده است. در بخش چهارم، از مدل پیشنهادی برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌های بانک توسعه تعاون در یک بازه زمانی مشخص استفاده و نتایج حاصل از مدل بررسی شده است. در نهایت در بخش نتیجه‌گیری آمده است.

### مرور ادبیات

مسئله تخصیص وام به پروژه‌های سرمایه‌گذاری بانکی حالت خاصی از مسائل عمومی انتخاب پروژه، بودجه‌بندی و سبد سهام است که تحقیقات بسیاری در مورد آنها انجام شده است.

ایوامورا و لیو<sup>۲</sup> [۱] برای بهینه‌سازی بودجه‌بندی سرمایه از برنامه‌ریزی محدودیت بر پایه مقادیر فازی استفاده کرده‌اند. مرنا و استورچ<sup>۳</sup> [۲] از شبیه‌سازی برای بررسی مدیریت ریسک و نبود اطمینان پروژه‌های سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی استفاده کرده‌اند. کوچتا<sup>۴</sup> [۳] بودجه‌بندی سرمایه را با شرایط فازی انجام داده است. محمد و مک کاون<sup>۵</sup> [۴] مدل‌سازی نبود اطمینان در سرمایه‌گذاری پروژه‌ها را با استفاده از تئوری امکان<sup>۶</sup> انجام داده‌اند. زوپونیدیس و دامپوس<sup>۷</sup> [۵] کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در مسایل واقعی را بررسی و نحوه استفاده از این روش‌ها را در تصمیم‌گیری‌های مالی نشان داده‌اند. کوئز و کوهل<sup>۸</sup> [۶] نحوه استفاده از شبیه‌سازی در مسائل اقتصاد مهندسی را بررسی کرده و برای نشان دادن چگونگی کنترل ریسک در مسائل اقتصاد مهندسی مثال‌هایی طراحی کردند. رمضان<sup>۹</sup> [۷] برای انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه (R&D) یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی پیشنهاد کرده است. آلساندری<sup>۱۰</sup> و همکاران [۸] مدیریت ریسک و نبود قطعیت را در پروژه‌های سرمایه‌گذاری پیچیده بررسی کرده‌اند. آرمانیری<sup>۱۱</sup> و همکاران [۹] برای بررسی اقتصادی پروژه‌های سرمایه‌گذاری در صورت وجود ریسک از شبیه‌سازی استفاده کرده‌اند. دیموا<sup>۱۲</sup> و همکاران [۱۰] برای ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری، روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی را به کار برده‌اند. ربیاط<sup>۱۳</sup> [۱۱] برای ارزیابی ریسک پروژه‌ها، مقادیر فازی را به توزیع‌های احتمالی تبدیل کرده و برای تجزیه و تحلیل آن از شبیه‌سازی استفاده کرده است. هوانگ<sup>۱۴</sup> [۱۲] برای

آن را تأمین کرده باشند، در غیر این صورت وارد چرخه ارزیابی نمی‌شوند.

### گام دوم: تعیین شاخص‌های مالی

برای تعیین شاخص‌های مالی مورد نیاز برای ارزیابی پروژه‌ها ابتدا فهرستی از شاخص‌های مورد استفاده در بانک‌ها و نیز مقالات ارایه شده در این زمینه تهیه و این فهرست با استفاده از نظرات خبرگان بانکی بررسی و شاخص‌های مالی نهایی برای ارزیابی پروژه‌های بانکی انتخاب می‌شود. از جمله این شاخص‌ها به ترتیب چهار شاخص سودآوری، ارزش فعلی خالص، دوره بازگشت سرمایه و میزان ارزش افزوده اقتصادی اهمیت و کاربرد بیشتری نسبت به سایر شاخص‌های مالی دارند.

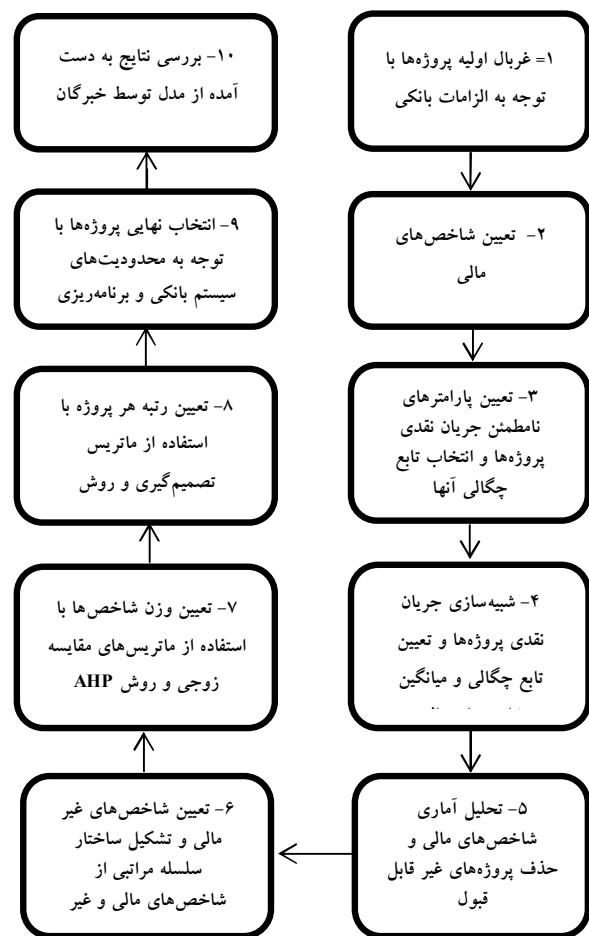
### گام ۳: تعیین پارامترهای نامطمئن در جریان نقدی پروژه‌ها و انتخاب تابع چگالی برای این پارامترها

فرآیند مالی هر پروژه به صورت یک جریان نقدی نشان داده می‌شود که در آن درآمد و هزینه‌های سالیانه، نرخ سود، طول عمر پروژه و نظایر آن مشخص شده است. برای در نظر گرفتن نبود اطمینان موجود در فرآیند مالی هر پروژه، باید ابتدا پارامترهای جریان نقدی که دارای نبود اطمینان هستند، مشخص شده و سپس برای هر یک از این پارامترها نوع توزیع احتمالی تعیین شود. برای این کار از اطلاعات گذشته و رفتاری که پارامترهای مورد نظر در پروژه‌های مشابه داشته‌اند، استفاده و با توجه به نظر خبرگان نوع تابع چگالی و مشخصات هر تابع تعیین می‌شود. در بسیاری از موارد استفاده از توابع چگالی یکنواخت و مثلثی می‌تواند به خوبی نبود اطمینان پارامترها در جریان نقدی را نشان دهد.

### گام ۴: شبیه‌سازی جریان نقدی پروژه‌ها و تعیین مقادیر شاخص‌های مالی

با توجه به در نظر گرفتن پارامترهای جریان نقدی به صورت متغیرهای تصادفی، مقادیر شاخص‌های مالی هر جریان نقدی نیز به صورت متغیرهای تصادفی با توابع چگالی پیچیده هستند. در این حالت برای بررسی اثر نبود اطمینان موجود در جریان نقدی روی تابع چگالی شاخص‌های مالی می‌توان از شبیه‌سازی مونت کارلو استفاده کرد. شبیه‌سازی مونت کارلو یک الگوریتم محاسباتی است که از نمونه‌گیری تصادفی برای محاسبه

محدودیت‌های سیستم بانکی نیز به طور صریح در انتخاب پروژه‌ها در نظر گرفته نمی‌شوند. برای رفع مشکلات رویکردهای موجود در انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری بانکی یک رویکرد ترکیبی با استفاده از روش‌های: شبیه‌سازی، مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و برنامه‌ریزی ریاضی ۰-۱، پیشنهاد شده است. رویکرد پیشنهادی شامل ده گام اساسی است که روند نمای کلی آن در شکل (۱) آورده شده است. این گام‌ها در ادامه تشریح شده‌اند.



شکل ۱: روند نمای مدل ادغامی پیشنهادی

### گام اول: انتخاب و غربال اولیه پروژه‌ها با توجه به الزامات بانک

پروژه‌های ارائه‌شده به بانک از جانب متقاضی تسهیلات فقط زمانی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند که در بررسی‌های مقدماتی با سیاست‌های اعتباری بانک هماهنگ بوده و الزامات بانک مانند: داشتن کد اقتصادی، تهیه طرح توجیهی اولیه و ارایه اطلاعات مورد نیاز و نظایر

برای تعیین شاخص‌های غیرمالی مورد استفاده در ارزیابی پروژه‌ها نیز مانند تعیین شاخص‌های مالی از منابع اطلاعاتی موجود و نظرات کارشناسان و خبرگان بانکی استفاده می‌شود. در نهایت مجموعه شاخص‌های مالی و غیرمالی به شکل یک ساختار سلسله مراتبی نشان داده می‌شوند. سلسله مراتب یک نمایش تصویری از مسئله بوده و اغلب در بالاترین سطح هدف و در سطوح بعدی به ترتیب شاخص‌ها، زیرشاخص‌ها و در صورت لزوم زیرشاخص‌های هر یک از این زیرشاخص‌ها قرار دارند [۲۱].

#### گام ۷: تعیین وزن شاخص‌ها با استفاده از ماتریس‌های مقایسه زوجی و روش AHP

پس از تشکیل ساختار سلسله مراتبی، برای تعیین وزن شاخص‌ها از مقایسه دو به دو عناصر سطوح پایین نسبت به عنصر سطح بالاتری که به آنها متصل است در قالب ماتریس‌های مقایسه زوجی استفاده می‌شود. برای تعیین میزان اهمیت (برتری) هر شاخص نسبت به شاخص دیگر اغلب از مقیاس کیفی نه مقداری: مساوی (۱)، ضعیف (۳)، زیاد (۵)، خیلی زیاد (۷)، مطلق (۹) استفاده می‌شود.

بعد از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی می‌توان اوزان نسبی برای عناصر هر ماتریس را با استفاده از روش بردار ویژه<sup>۲۴</sup> محاسبه کرد. برای این کار ماتریس مقایسه زوجی به توان افزایشی اعداد صحیح رسیده و برای هر ماتریس مجموع مقادیر سطری محاسبه و این مقادیر نرمالایزه می‌شود تا بردار وزن برای هر ماتریس مشخص شود. در نهایت اگر اختلاف مقادیر وزن به دست آمده در ماتریس‌های مختلف ناچیز باشد، فرایند محاسبه پایان می‌یابد [۲۱].

لازم به ذکر است که باید میزان ناسازگاری نظرات خبرگان در هر ماتریس مقایسه نیز تعیین شود. برای این کار ابتدا حداکثر مقدار ویژه هر ماتریس مقایسه زوجی ( $\lambda_{max}$ ) محاسبه شده و نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی<sup>۲۵</sup> (C.I) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C.I = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی (C.I) باید با نرخ ناسازگاری ماتریس‌های مقایسه زوجی کاملاً تصادفی<sup>۲۶</sup> (R.I) که در جدول (۱) آمده است مقایسه شود.

نتایج استفاده می‌کند و به گستره وسیعی از روش‌ها اطلاق می‌شود. از این روش‌ها زمانی استفاده می‌شود که محاسبه پاسخ دقیق با کمک الگوریتم‌های قطعی تقریباً ناممکن یا ناموجه باشد و بخصوص از آنها در مطالعه سیستم‌هایی که تعداد زیادی متغیر دارند استفاده می‌شود. به دلیل اتکای این روش‌ها بر محاسبات تکراری و اعداد تصادفی یا تصادفی کاذب، اغلب این روش‌ها توسط رایانه اجرا می‌شوند [۴].

در سالیان اخیر کاربرد روش شبیه‌سازی در ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری در شرایط ریسک یا نبود قطعیت افزایش یافته است، زیرا با استفاده از آن تصمیمات سرمایه‌گذاری قابل اعتمادتر می‌شود [۱۵]. برای این کار جریان نقدی هر پروژه به تعداد بسیار زیاد شبیه‌سازی شده و برای هر جریان نقدی، مقادیر شاخص‌های مالی (مثلاً ارزش فعلی خالص، نرخ بازگشت سرمایه و...) محاسبه می‌شود.

#### گام ۵: تحلیل آماری شاخص‌های مالی و حذف پروژه‌های غیر قابل قبول

برای تحلیل آماری شاخص‌های مالی باید مقادیر میانگین و انحراف معیار هر شاخص محاسبه و تابع چگالی این شاخص‌ها نیز مشخص شود. برای اینکار می‌توان از نرم‌افزارهای آماری استفاده کرد که در آنها با ورود داده‌ها به نرم‌افزار و به روش سعی و خطا بهترین تابع چگالی برای هر شاخص مالی و پارامترهای این توابع مشخص و همچنین مقادیر میانگین و انحراف معیار هر شاخص محاسبه می‌شود. در نهایت با استفاده از این اطلاعات و با توجه به قواعدی که خبرگان بانک در زمینه مقادیر شاخص‌های مالی در نظر گرفته‌اند، هر پروژه از نظر مالی بررسی و پروژه‌های غیر قابل قبول حذف می‌شوند.

به عنوان نمونه‌ای از قواعد، در بعضی از بانک‌ها خبرگان پروژه‌هایی را که در آنها شاخص سودآوری کمتر از ۱، ارزش فعلی خالص منفی، دوره بازگشت سرمایه بالای ۶ سال و میزان ارزش افزوده اقتصادی پایین است، به علت ریسک بالای نبود پرداخت اقساط وام و در نتیجه زیان بانک از بررسی کنار می‌گذارند.

#### گام ۸: تعیین شاخص‌های غیر مالی و تشکیل ساختار سلسله مراتبی از شاخص‌های مالی و غیرمالی

که در آن  $r_{ij}$  امتیاز پروژه  $i$  در شاخص  $j$  و  $n_{ij}$  مقادیر بی‌مقیاس شده امتیاز پروژه  $i$  در شاخص  $j$  است.

### ب) تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری بی‌مقیاس وزین

برای تشکیل ماتریس بی‌مقیاس وزین از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$v_{ij} = n_{ij} \cdot w_j \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

که در آن  $v_{ij}$  امتیاز بی‌مقیاس وزین پروژه  $i$  در شاخص  $j$  می‌باشد.

### ج) تشکیل گزینه‌های ایده‌آل مثبت و منفی

برای تشکیل گزینه ایده‌آل مثبت ( $A^+$ ) در شاخص‌های مثبت (از جنس سود) حداکثر امتیاز گزینه‌ها و در شاخص‌های منفی (از جنس هزینه) حداقل امتیاز گزینه‌ها به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$v_j^+ = \{ \max(v_{ij}) \text{ شاخص مثبت و } \min(v_{ij}) \text{ شاخص منفی} \} \quad (4)$$

همچنین برای تشکیل گزینه ایده‌آل منفی ( $A^-$ ) نیز در شاخص‌های مثبت حداقل امتیاز گزینه‌ها و در شاخص‌های منفی حداکثر امتیاز گزینه‌ها به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$v_j^- = \{ \min(v_{ij}) \text{ شاخص مثبت و } \max(v_{ij}) \text{ شاخص منفی} \} \quad (5)$$

در روابط بالا  $v_j^+$  و  $v_j^-$  به ترتیب امتیاز گزینه‌های مثبت و منفی در شاخص  $j$  هستند.

### د) محاسبه فاصله هر گزینه تا گزینه ایده‌آل مثبت و منفی

برای محاسبه فاصله هر پروژه تا گزینه‌های ایده‌آل مثبت و منفی از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (6)$$

که در آن  $S_i^+$  و  $S_i^-$  به ترتیب فاصله پروژه  $i$  تا گزینه‌های ایده‌آل مثبت و منفی است.

### ه) محاسبه اهمیت نسبی هر پروژه

مقدار نزدیکی نسبی هر پروژه با استفاده از رابطه زیر محاسبه و پروژه‌ها بر حسب بزرگی این مقدار رتبه‌بندی می‌شوند:

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (7)$$

که در آن  $C_i$  اهمیت نسبی پروژه  $i$  است.

### جدول ۱: نرخ ناسازگاری ماتریس‌های مقایسه زوجی تصادفی

(R.I)		۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
n		۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۵۱
R.I									

در صورتی که در یک ماتریس مقایسه زوجی نسبت C.I به R.I که نرخ سازگاری<sup>۲۷</sup> (C.R) نامیده می‌شود، کمتر از ۰/۱ باشد، ماتریس مقایسه سازگار و در غیر این صورت ناسازگار در نظر گرفته می‌شود. در صورت ناسازگاری یک ماتریس مقایسه زوجی باید از خبرگان خواسته شود تا در قضاوت‌های خود تجدید نظر کنند.

در نهایت پس از تعیین وزن‌های نسبی، با ادغام این اوزان، وزن نهایی شاخص‌ها در پایین‌ترین سطح مشخص می‌شود.

### گام ۸: تعیین رتبه هر پروژه با استفاده از ماتریس تصمیم‌گیری و روش TOPSIS

پس از تعیین وزن نهایی شاخص‌ها در پایین‌ترین سطح، برای رتبه‌بندی پروژه‌ها باید امتیاز هر پروژه در هر شاخص مشخص و ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل شود. امتیاز پروژه‌ها در هر شاخص به صورت زیر تعیین می‌شود:

- در شاخص‌های مالی از مقادیر میانگین به دست آمده از شبیه‌سازی استفاده می‌شود.

- در شاخص‌های غیرمالی که به صورت کمی قابل محاسبه هستند، از میانگین مقادیر مشخص شده توسط خبرگان استفاده می‌شود.

- در شاخص‌های غیرمالی که به صورت کمی قابل محاسبه نیستند، خبرگان امتیاز پروژه‌ها در هر شاخص را به صورت کیفی و با استفاده از مقیاس: خیلی کم (۱)، کم (۳)، متوسط (۵)، زیاد (۷) و خیلی زیاد (۹) مشخص می‌کنند.

بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری با استفاده از روش TOPSIS رتبه‌بندی پروژه‌ها انجام می‌شود. مراحل اجرای روش TOPSIS به صورت زیر است [۲۱]:

### الف) بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم‌گیری به روش نرم

برای بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم‌گیری به روش نرم از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (2)$$

پس از بررسی پروژه‌های وارد شده توسط کارشناسان و خبرگان بانکی، تعداد ۱۱ پروژه که الزامات بانک را رعایت کرده و از نظر خبرگان همگام با سیاست‌های کلی بانک (افزایش سهم تعاون در اقتصاد ملی) بودند، برای بررسی انتخاب شده‌اند. جدول (۲) فهرست این پروژه‌ها و نوع هر پروژه را نشان می‌دهد.

جدول ۲: فهرست پروژه‌های مورد بررسی

شماره پروژه	نام پروژه	نوع پروژه
A <sub>1</sub>	تولید انواع میلگرد	صنعتی
A <sub>2</sub>	تولید شمش آهن	صنعتی
A <sub>3</sub>	خرید یدک کش دریایی	خدماتی
A <sub>4</sub>	احداث تالار پذیرایی	خدماتی
A <sub>5</sub>	تولید انواع شن و ماسه	صنعتی
A <sub>6</sub>	خرید شناور مسافری آل‌مینیومی	خدماتی
A <sub>7</sub>	تولید انواع سیم و کابل	صنعتی
A <sub>8</sub>	گاو شیری	کشاورزی
A <sub>9</sub>	احداث گلخانه	کشاورزی
A <sub>10</sub>	پرورش ماهی	کشاورزی
A <sub>11</sub>	مرغاری	کشاورزی

### گام ۲: تعیین شاخص‌های مالی

پس از بررسی شاخص‌های مالی در منابع مختلف و با توجه به نظرات خبرگان، ۱۲ شاخص مالی برای ارزیابی پروژه‌ها تعیین و در جدول (۳) نشان داده شده‌اند.

جدول ۳: شاخص‌های مالی ارزیابی پروژه‌ها

کد شاخص	نام شاخص
C <sub>1</sub>	درصد فروش در نقطه سر به سر <sup>۲۸</sup>
C <sub>2</sub>	نسبت کل تسهیلات به کل بدهی <sup>۲۹</sup>
C <sub>3</sub>	نرخ بازده داخلی <sup>۳۰</sup>
C <sub>4</sub>	دوره بازگشت سرمایه <sup>۳۱</sup>
C <sub>5</sub>	ارزش فعلی خالص
C <sub>6</sub>	بازده فروش <sup>۳۲</sup>
C <sub>7</sub>	شاخص سنجش سودمندی وام <sup>۳۳</sup>
C <sub>8</sub>	حجم سرمایه‌گذاری اولیه <sup>۳۴</sup>
C <sub>9</sub>	میزان ارزش افزوده اقتصادی <sup>۳۵</sup>
C <sub>10</sub>	شاخص سود آوری <sup>۳۶</sup>
C <sub>11</sub>	نسبت کل بدهی <sup>۳۷</sup>
C <sub>12</sub>	نسبت دارایی‌های جاری <sup>۳۸</sup>

### گام ۳: تعیین پارامترهای نامطمئن در جریان نقدی

#### پروژه‌ها و انتخاب تابع چگالی برای این پارامترها

با توجه به نظر خبرگان بانک توسعه تعاون، در جریان

### گام ۹: انتخاب نهایی پروژه‌ها با توجه به محدودیت‌های سیستم بانکی و با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی ۱-۰\*

برای در نظر گرفتن محدودیت‌های سیستم بانکی می‌توان از مدلسازی ریاضی استفاده کرد. برای این منظور برای هر پروژه یک متغیر تصمیم به صورت ۱-۰ در نظر گرفته می‌شود که در آن مقدار یک به معنای انتخاب پروژه و مقدار صفر به معنای انتخاب نکردن پروژه است. همچنین رتبه‌های به دست آمده برای هر پروژه به عنوان ضریب متغیرهای تصمیم در تابع هدف در نظر گرفته شده و هدف ماگزیمم کردن مطلوبیت حاصل از انتخاب پروژه‌ها است. در نهایت محدودیت‌های سیستم بانکی در انتخاب پروژه‌ها مانند: محدودیت بودجه در دسترس، محدودیت‌های انتخاب پروژه از گروه‌های خاص و نظایر آن نیز در مدل ریاضی در نظر گرفته می‌شوند. پس از مدلسازی مسئله می‌توان مدل ریاضی را با استفاده از نرم‌افزارهای بهینه‌سازی حل کرد.

### گام ۱۰: بررسی نتایج به دست آمده از مدل توسط خبرگان

پس از انتخاب نهایی پروژه‌ها، برای اطمینان از درستی نتایج به دست آمده، این نتایج با استفاده از نظرات خبرگان بانکی بررسی می‌شود. این مقایسه به طور کلی و برای بررسی نبود تناقض بین تخصیص مدل با بدیهیات تخصیص و تجربیات خبرگان بوده و به نوعی تأیید نهایی تخصیص به دست آمده است. همچنین در صورت وجود اختلاف بین تخصیص حاصل از مدل پیشنهادی و نظرات خبرگان می‌توان با بررسی مدل، دلایل تخصیص را برای خبرگان تشریح و درستی آن را بررسی کرد.

### کاربرد مدل پیشنهادی در ارزیابی و انتخاب پروژه‌های بانک توسعه تعاون

برای ارزیابی کارایی مدل پیشنهادی از این مدل در انتخاب پروژه‌هایی که در یک بازه زمانی سه ماهه به بانک توسعه تعاون معرفی شده‌اند، استفاده شده است. قدم‌های استفاده از روش پیشنهادی در ادامه آمده است.

### گام اول: انتخاب و غربال اولیه پروژه‌ها با توجه به الزامات بانک

کمتر از ۱ داشته باشند، از نظر خبرگان ریسک بالایی داشته و نباید انتخاب شوند."

همچنین برای بررسی دقیق‌تر شاخص NPV، تابع چگالی این شاخص با استفاده از داده‌های حاصل از شبیه‌سازی برای هر پروژه مشخص شده است. برای این کار با استفاده از نرم‌افزار minitab، نوع تابع چگالی شاخص NPV و پارامترهای آن با توجه به ضریب همبستگی و به روش حداقل مربعات تعیین شده است. شکل (۲) خروجی نرم‌افزار minitab برای مشخصه NPV پروژه ۱ را نشان می‌دهد.

جدول ۵: ضریب همبستگی و مشخصات تابع چگالی NPV پروژه‌ها

پروژه	ضریب همبستگی	تابع چگالی	تخمین پارامترها
A <sub>1</sub>	۰/۹۹۶	وایبول سه پارامتری	$\alpha=۳/۱۲,$ $\beta=۵۹۹۶۷۶۱$ $\gamma= ۱۵۴۲۴۰۳$
A <sub>2</sub>	۰/۹۷۴	وایبول سه پارامتری	$\alpha=۳/۳۹,$ $\beta=۵۱۵۸۷۷۵۲$ $\gamma= -۱۴۵۲۷۰$
A <sub>3</sub>	۰/۹۵۴	نرمال	$\mu= -۱۶۹۲۳۹۳۸$ $\delta=۳۵۱۹۴۸۵$
A <sub>4</sub>	۰/۹۵۶	نرمال	$\mu= -۲۳۷۷۵۷۴$ $\delta= ۶۹۷۹۶۷$
A <sub>5</sub>	۰/۹۶۴	نرمال	$\mu= -۳۳۷۹۳۵۸$ $\delta= ۷۷۰۴۳۰$
A <sub>6</sub>	۰/۹۷۱	وایبول سه پارامتری	$\alpha=۱/۷۰۳,$ $\beta=۱۷۱۶۷۵۱$ $\gamma= -۴۶۷۸۱۲۳$
A <sub>7</sub>	۰/۹۸۷	وایبول سه پارامتری	$\alpha=۲/۶۰۳,$ $\beta=۴۴۲۴۱۹۸$ $\gamma= -۳۱۱۴۰۶۷$
A <sub>8</sub>	۰/۹۶۷	نرمال	$\mu= -۲۸۷۹۷۴۵$ $\delta= ۳۶۲۶۲۴$
A <sub>9</sub>	۰/۹۸۱	وایبول سه پارامتری	$\alpha=۱/۹۹۹,$ $\beta=۲۶۶۰۳۹۰$ $\gamma= -۴۷۰۷۳۳۳۴$
A <sub>10</sub>	۰/۹۹۲	وایبول سه پارامتری	$\alpha=۲/۵۸۵,$ $\beta=۳۹۰۶۲۶۹$ $\gamma= ۶۷۶۱۶۸$
A <sub>11</sub>	۰/۹۸۳	وایبول سه پارامتری	$\alpha=۲/۰۳۵,$ $\beta=۱۱۸۶۶۹۸$ $\gamma= -۴۰۶۴۶۸۶$

نقدی پروژه‌ها، سه پارامتر فروش سالیانه، هزینه سالیانه و عمر پروژه به شکل غیر قطعی و بقیه پارامترها به طور قطعی در نظر گرفته شده‌اند. جدول (۴) پارامترهای جریان نقدی و تابع چگالی پارامترهای غیر قطعی را نشان می‌دهد.

جدول ۴: نوع پارامترها در جریان نقدی

نام پارامتر	نوع پارامتر	تابع چگالی
فروش سالیانه	غیر قطعی	توزیع مثلثی متقارن
هزینه سالیانه	غیر قطعی	توزیع مثلثی متقارن
عمر پروژه	غیر قطعی	توزیع یکنواخت
نرخ تنزیل	قطعی	-
ارزش اسقاط	قطعی	-
هزینه اولیه	قطعی	-
سود تسهیلات	قطعی	-
قیمت هر واحد محصول	قطعی	-

لازم به ذکر است به دلیل تعاونی بودن شرکت‌های متقاضی وام در بانک توسعه تعاون مالیات تسهیلات برابر صفر بوده و این پارامتر در محاسبات در نظر گرفته نمی‌شود. همچنین به دلیل نبود ارائه پیش‌بینی قابل قبول نرخ تورم از سوی مراجع ذیربط، در همه بانک‌ها این پارامتر نیز در ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها در نظر گرفته نمی‌شود.

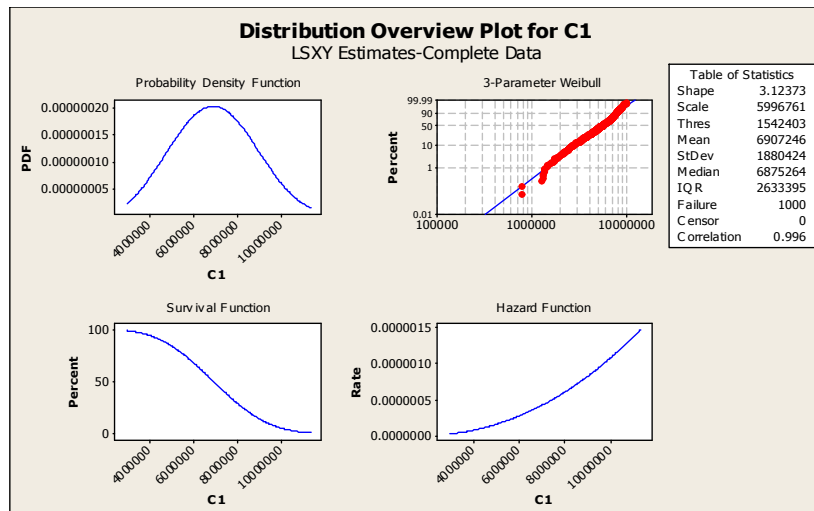
#### گام ۴: شبیه‌سازی جریان نقدی پروژه‌ها و تعیین مقادیر شاخص‌های مالی

پس از تعیین تابع چگالی پارامترهای غیر قطعی توسط خبرگان، با استفاده از این توابع برای هر پارامتر یک مقدار تصادفی با استفاده از نرم‌افزار اکسل (Excel) تولید و جریان نقدی شبیه‌سازی شده است. این کار ۱۰۰۰ بار تکرار و برای هر پروژه ۱۰۰۰ جریان نقدی تهیه و برای هر جریان نقدی مقادیر شاخص‌های مالی گام ۲ محاسبه شده است.

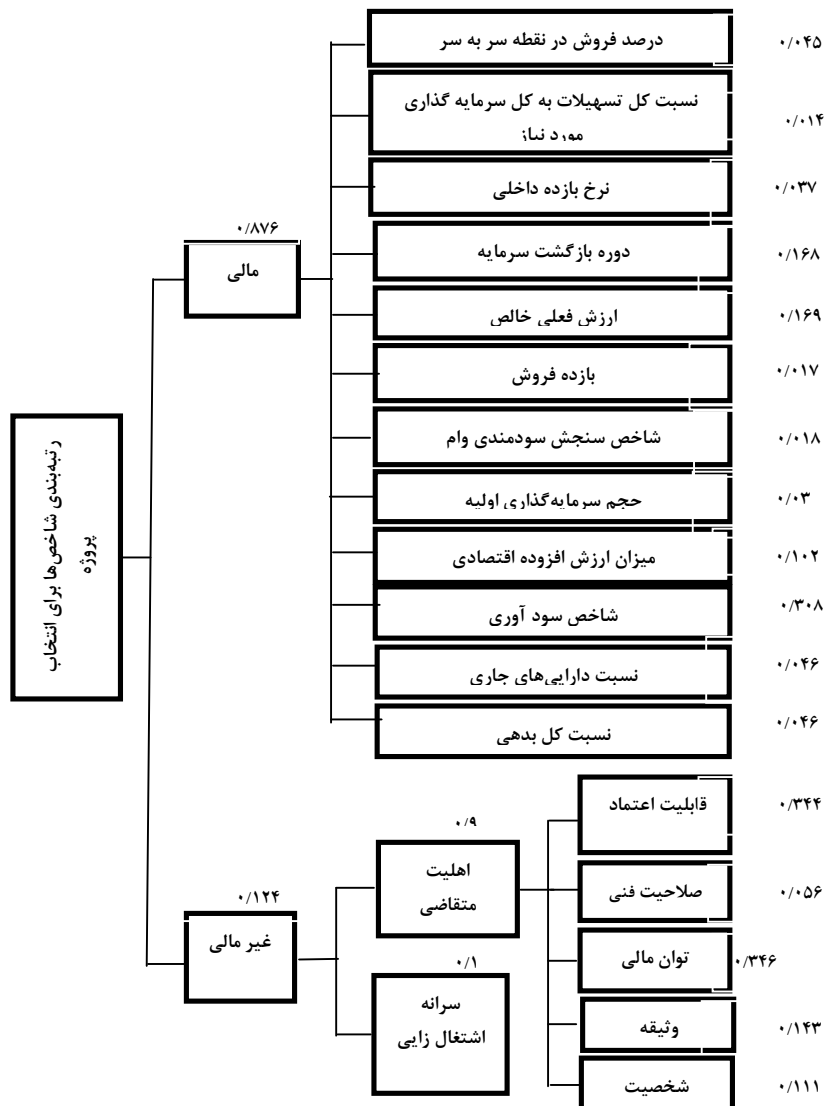
#### گام ۵: تحلیل آماری شاخص‌های مالی و حذف پروژه‌های غیر قابل قبول

خبرگان بانک توسعه تعاون برای تحلیل مالی پروژه‌ها و حذف پروژه‌های غیر قابل قبول، از قواعد زیر استفاده کرده‌اند:

"پروژه‌هایی که NPV منفی، نرخ بازده داخلی کمتر از ۱۷ درصد (نرخ تنزیل)، دوره بازگشت سرمایه بیش از ۶ سال و شاخص سودآوری



شکل ۲: خروجی نرم افزار minitab برای مشخصه NPV پروژه ۱



شکل ۳: ساختار سلسله مراتبی شاخص‌ها



### گام ۶: تعیین شاخص‌های غیر مالی و تشکیل ساختار سلسله مراتبی از شاخص‌های مالی و غیر مالی

شاخص‌های غیر مالی مورد استفاده در ارزیابی پروژه‌ها با توجه به نظرات خبرگان بانکی تعیین شده و همراه شاخص‌های مالی در ساختار سلسله مراتبی شکل (۳) نشان داده شده‌اند.

در این سلسله مراتب، هدف، تعیین وزن (درجه اهمیت) شاخص‌های ارزیابی پروژه‌های بانکی (سطح ۱) است و برای این کار دو نوع شاخص مالی و غیر مالی (سطح ۲) تعریف شده است که هر یک زیرشاخص‌هایی (سطح ۳) دارند. همچنین یکی از زیرشاخص‌ها (اهلیت متقاضی) خود زیرشاخص‌هایی (سطح ۴) است.

### گام ۷: تعیین وزن شاخص‌ها با استفاده از ماتریس‌های مقایسه زوجی و روش AHP

برای تعیین وزن شاخص‌ها ابتدا ماتریس‌های مقایسه زوجی توسط خبرگان تهیه و با استفاده از آنها وزن نسبی عناصر از روش بردار ویژه محاسبه می‌شود. با توجه به استفاده از نظرات چند خبره در ماتریس‌های مقایسه زوجی، برای ادغام نظرات خبرگان از میانگین هندسی مقادیر استفاده شده و همچنین میزان ناسازگاری ماتریس‌های مقایسه زوجی نیز بررسی شده است.

جدول (۸) نمونه‌ای از ماتریس‌های مقایسه زوجی مربوط به شاخص غیر مالی اهلیت متقاضی را نشان می‌دهد.

میزان ناسازگاری این ماتریس برابر ۰/۰۴ بوده و بنابراین این ماتریس مقایسه زوجی سازگار است. با استفاده از ماتریس‌های مقایسه زوجی، وزن نسبی همه شاخص‌ها محاسبه شده و این مقادیر روی سلسله مراتب شکل (۳) نشان داده شده است.

وزن نهایی شاخص‌هایی که در پایین‌ترین سطح سلسله مراتب قرار دارند نیز با ادغام وزن نسبی زیرشاخص‌ها مشخص می‌شود که این مقادیر در جدول (۹) نشان داده شده است.

توابع چگالی NPV و برآورد پارامترهای آنها برای همه پروژه‌ها مشخص و نتایج در جدول (۵) نشان داده شده است.

بعد از تعیین تابع چگالی شاخص NPV، احتمال منفی شدن مقدار NPV هر پروژه محاسبه و پروژه‌هایی که مقدار این احتمال از مقدار حدی ۰/۴ بیشتر باشد، حذف می‌شوند. این احتمال برای پروژه ۱ که دارای تابع چگالی ویبول سه پارامتری است به این ترتیب محاسبه می‌شود:

$$P(NPV \leq 0) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{0-1542403}{5996761}\right)^{3.1237}\right) \approx 1-1=0 \quad (8)$$

همان طور که دیده می‌شود، احتمال اینکه NPV پروژه ۱ منفی باشد، تقریباً صفر است و بنابراین پروژه ۱ از نظر شاخص NPV وضعیت مناسبی دارد. جدول (۶) مقادیر احتمال منفی شدن شاخص NPV پروژه‌ها را نشان می‌دهد:

جدول ۶: احتمال منفی شدن NPV پروژه‌ها

پروژه	Pr (NPV ≤ 0)
A <sub>1</sub>	۰/۰
A <sub>2</sub>	۰/۰۹۴۵
A <sub>3</sub>	۱/۰
A <sub>4</sub>	۰/۹۹۹۶
A <sub>5</sub>	۱/۰
A <sub>6</sub>	۰/۹۹۵۹
A <sub>7</sub>	۰/۳۲۹۳
A <sub>8</sub>	۱/۰
A <sub>9</sub>	۰/۹۵۵۸
A <sub>10</sub>	۰/۰۲
A <sub>11</sub>	۰/۹۹۹۹

همچنین مقادیر میانگین مشخصه‌های مالی هر پروژه محاسبه و نتایج در جدول (۷) نشان داده شده است. پس از تحلیل مالی پروژه‌ها با استفاده از قواعد مورد استفاده توسط خبرگان، پروژه‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۸ و ۹ به دلیل وجود ریسک مالی بالا و مقادیر مالی غیر قابل قبول از نظر خبرگان حذف و پروژه‌های ۱، ۲، ۷ و ۱۰ برای تجزیه و تحلیل در مراحل بعدی باقی می‌مانند.

جدول ۷: مقادیر میانگین شاخص‌های مالی در پروژه‌ها

شاخص پروژه	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>
A <sub>1</sub>	۳۴/۳	۰/۳۰	۳۱	۳/۷۲	۶۹۰۳۵۲۰	۱۵/۷	۱/۹۵	۶۹۹۵۶۳۲	۲۳۲۰۲۹۲	۱/۹۹	۲/۰۷	۰/۷۶۵
A <sub>2</sub>	۳۹/۴	۰/۲۴	۲۵	۳/۸۸	۴۶۳۳۲۱۱۵	۹/۷۸	۳/۳۴	۱۱۰۰۶۳۲۴۴	۱۸۷۶۱۶۶۰	۱/۴۲	۳/۳۴	۰/۷۴
A <sub>3</sub>	۴۲/۰	۰/۷۷	۱۱	۷/۱۱	-۱۶۹۲۳۹۳۷	۶۵/۳۸	۱/۸۱	۴۶۳۳۶۸۹۱	۶۳۴۶۵۸۰	۰/۶۴	۱/۸۱	۰/۵۲
A <sub>4</sub>	۶۶/۶	۰/۶۰	۱۳	۶/۱۲	-۲۳۷۷۵۷۳	۳۶/۴۷	۳/۷۱	۸۲۰۶۰۸۱	۱۳۷۴۸۱۳	۰/۷۱	۳/۷۱	۰/۵۵
A <sub>5</sub>	۷۷/۵	۰/۶۴	۱۰	۶/۸۴	-۳۳۷۹۳۵۷	۳۵/۴۱	۴/۵۵	۱۵۸۲۱۸۳۹	۴۵۶۲۳۹	۰/۷۸	۴/۵۵	۰/۵۲
A <sub>6</sub>	۴۳/۴	۰/۷۷	۱۱	۷/۰۲	-۳۱۵۹۷۷۰	۶۵/۷۷	۲/۱۸	۹۰۳۹۱۸۶	۱۳۰۶۲۹۵	۰/۶۵	۴/۷۷	۰/۴۱
A <sub>7</sub>	۵۱/۵	۰/۵۱	۱۷	۵/۲۰	۸۰۸۷۳۵	۲۷/۱۱	۲/۸۰	۱۵۵۷۷۲۱۸	۱۴۸۸۰۱۴	۱/۰۵	۲/۸۰	۰/۶۸
A <sub>8</sub>	۶۷/۶	۰/۵۸	۵	۸/۶۲	-۲۸۷۹۷۴۴	۲۹/۵۲	۲/۲۵	۴۸۹۷۸۹۱	۲۲۸۷۸۲۵	۰/۴۱	۲/۲۵	۰/۷۳
A <sub>9</sub>	۴۷/۹	۰/۶۴	۱۲	۶/۰۴	-۲۳۶۵۴۰۴	۲۸/۵۵	۲/۴۷	۱۵۸۲۱۸۳۹	۴۰۶۱۴۳۶	۰/۸۵	۲/۲۷	۰/۴۸
A <sub>10</sub>	۴۳/۴	۰/۲۷	۲۵	۳/۸۶	۴۱۳۷۵۴۶	۱۴/۵۵	۲/۰۱	۹۴۴۰۶۱۶	۱۵۰۹۸۲۲	۱/۴۴	۲/۰۱	۰/۷۱
A <sub>11</sub>	۸۳/۳	۰/۶۰	۵	۸/۵۶	-۳۰۲۰۴۵۰	۱۹/۵۱	۳/۰۲	۵۳۴۶۴۳۶	۴۹۵۵۳۵	۰/۴۴	۳/۰۲	۰/۸۲

جدول ۸: ماتریس مقایسه زوجی مربوط به اهلیت متقاضی

	قابلیت اعتماد	صلاحیت فنی	توان مالی	وثیقه	شخصیت
قابلیت اعتماد	1	7	1	1.34	4.58
صلاحیت فنی	$\frac{1}{7}$	1	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{1.53}$	$\frac{1}{2.65}$
توان مالی	1	7	1	2.65	3
وثیقه	$\frac{1}{1.34}$	1.53	$\frac{1}{2.65}$	1	1.13
شخصیت	$\frac{1}{4.58}$	2.65	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{1.33}$	1

جدول ۹: وزن نهایی شاخص‌های ارزیابی پروژه‌ها

وزن نهایی	نوع شاخص	کد شاخص	نام شاخص
۰/۰۳۹	هزینه	C <sub>1</sub>	درصد فروش در نقطه سر به سر
۰/۰۱۲	هزینه	C <sub>2</sub>	نسبت کل تسهیلات به کل بدهی
۰/۰۳۲	سود	C <sub>3</sub>	نرخ بازده داخلی
۰/۱۴۷	هزینه	C <sub>4</sub>	دوره بازگشت سرمایه
۰/۱۴۸	سود	C <sub>5</sub>	ارزش فعلی خالص
۰/۰۱۵	سود	C <sub>6</sub>	بازده فروش
۰/۰۱۶	سود	C <sub>7</sub>	شاخص سنجش سودمندی وام
۰/۰۲۶	هزینه	C <sub>8</sub>	حجم سرمایه گذاری اولیه
۰/۰۸۹	سود	C <sub>9</sub>	میزان ارزش افزوده اقتصادی
۰/۲۷۰	سود	C <sub>10</sub>	شاخص سود آوری
۰/۰۴۰	هزینه	C <sub>11</sub>	نسبت کل بدهی
۰/۰۴۰	سود	C <sub>12</sub>	نسبت دارایی‌های جاری
۰/۰۳۹	سود	C <sub>13</sub>	قابلیت اعتماد و اطمینان
۰/۰۰۶	سود	C <sub>14</sub>	صلاحیت فنی
۰/۰۳۹	سود	C <sub>15</sub>	توان مالی
۰/۰۱۶	سود	C <sub>16</sub>	وثیقه
۰/۰۱۳	سود	C <sub>17</sub>	شخصیت
۰/۰۱۳	سود	C <sub>18</sub>	سرانه اشتغال‌زایی

جدول ۱۰: ماتریس تصمیم‌گیری ارزیابی پروژه‌ها

شاخص	پروژه	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>10</sub>
C <sub>1</sub>		۳۴/۳	۳۹/۴	۵۱/۵	۴۳/۳
C <sub>2</sub>		۰/۲۹۷	۰/۲۴۲	۰/۵۱۳	۰/۲۶۹
C <sub>3</sub>		۰/۳۱	۰/۲۵	۰/۱۷	۰/۲۵
C <sub>4</sub>		۳/۷۲	۳/۸۸	۵/۲۰	۳/۸۶
C <sub>5</sub>		۶۹۰۳۵۲۰	۴۶۳۳۲۱۱۵	۸۰۸۷۳۵	۴۱۳۷۵۴۶
C <sub>6</sub>		۰/۱۵۷	۰/۰۹۸	۰/۲۷۱	۰/۱۴۶
C <sub>7</sub>		۱/۹۵	۳/۳۴	۲/۸۰	۲/۰۱
C <sub>8</sub>		۶۹۹۵۶۳۲	۱۱۰۰۶۳۲۴۴	۱۵۵۷۷۲۱۸	۹۴۴۰۶۱۶
C <sub>9</sub>		۲۳۲۰۲۹۲	۱۸۷۶۱۶۶۰	۱۴۸۸۰۱۴	۱۵۰۹۸۲۲
C <sub>10</sub>		۱/۹۹	۱/۴۲	۱/۰۵	۱/۴۴
C <sub>11</sub>		۲/۰۸	۳/۳۴	۲/۸۰	۲/۰۱
C <sub>12</sub>		۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۶۸	۰/۷۱
C <sub>13</sub>		۷	۷	۷	۷
C <sub>14</sub>		۵	۵	۵	۵
C <sub>15</sub>		۵	۵	۵	۵
C <sub>16</sub>		۷	۷	۷	۷
C <sub>17</sub>		۹	۹	۹	۹
C <sub>18</sub>		۲۶۹۰۶۲	۵۱۶۷۲۸	۵۳۷۱۴۵	۶۲۹۳۷۴

#### گام ۸: تعیین رتبه هر پروژه با استفاده از ماتریس تصمیم‌گیری و روش TOPSIS

برای رتبه‌بندی پروژه‌ها باید ماتریس تصمیم‌گیری مسئله ایجاد شود. برای این کار امتیاز هر پروژه در شاخص‌های مالی با استفاده از مقدار میانگین به دست آمده از شبیه‌سازی مشخص شده است. همچنین در شاخص کمی سرانه اشتغال‌زایی و نیز در سایر شاخص‌های کیفی غیرمالی نیز امتیازات با استفاده از میانگین نظرات خبرگان محاسبه شده است. جدول (۱۰) ماتریس تصمیم‌گیری مسئله را نشان می‌دهد.

بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و با توجه به وزن شاخص‌ها (که از روش AHP بدست آمده است) با استفاده از روش TOPSIS رتبه‌بندی پروژه‌ها مشخص می‌شود. نتایج حاصل از رتبه‌بندی پروژه‌ها در جدول (۱۱) نشان داده شده است.

جدول ۱۱: رتبه‌بندی نهایی پروژه‌ها

پروژه	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>10</sub>
رتبه	۰/۳۹۱	۰/۷۴۷	۰/۱۱۵	۰/۲۳۸

#### گام ۹: انتخاب نهایی پروژه‌ها با توجه به محدودیت‌های سیستم بانکی و با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی ۱-۰

پس از رتبه‌بندی پروژه‌ها برای در نظر گرفتن محدودیت‌های سیستم بانکی و انتخاب نهایی پروژه‌ها از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی ۱-۰ استفاده شده است. هدف در این مسئله، حداکثر کردن مطلوبیت انتخاب پروژه‌ها با توجه به رتبه‌های به دست آمده برای هر پروژه بوده و همچنین سه محدودیت زیر نیز برای انتخاب در نظر گرفته شده است:

#### الف) محدودیت منابع بانکی برای تخصیص وام به پروژه‌ها

با توجه به اینکه منابع بانکی برای تخصیص وام به پروژه‌های سرمایه‌گذاری مبلغ ۱۲۵۶۴۰۴۶۲ ریال است، انتخاب پروژه‌ها باید به گونه‌ای انجام شود که وام تخصیص داده شده به آنها از منابع بانک تجاوز نکند.

#### ب) محدودیت تخصیص منابع با توجه به نوع پروژه‌ها

## نتیجه‌گیری

در این مقاله برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری بانکی برای تخصیص وام، یک مدل ترکیبی شامل روش‌های شبیه‌سازی، AHP-TOPSIS و برنامه‌ریزی ریاضی ۰-۱ پیشنهاد شده است. استفاده همزمان از این ابزارها، می‌تواند مشکلات رویکردهای موجود در انتخاب پروژه‌های بانکی را مرتفع کرده و مزایایی همچون در نظر گرفتن نبود قطعیت در پارامترهای جریان نقدی، استفاده از شاخص‌های مالی و غیرمالی به صورت صریح و در نظر گرفتن محدودیت‌های سیستم بانکی در انتخاب پروژه‌ها را به همراه آورد. در روش ترکیبی پیشنهادی از شبیه‌سازی برای نشان دادن اثر تغییر پارامترهای جریان نقدی بر شاخص‌های مالی استفاده شده و سپس پروژه‌های غیر جذاب از نظر اقتصادی حذف شده‌اند. سپس با استفاده از روش AHP-TOPSIS وزن شاخص‌های مالی و غیرمالی تعیین و پروژه‌ها رتبه‌بندی شده‌اند. در نهایت محدودیت‌های سیستم بانکی در انتخاب پروژه‌ها با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی ۰-۱ در مدل در نظر گرفته شده و پروژه‌های مناسب برای تخصیص وام مشخص شده‌اند. از مدل پیشنهادی در ارزیابی پروژه‌های بانک توسعه تعاون استفاده شده که نتایج، نشان‌دهنده کارایی و درستی مدل پیشنهادی است.

برای تحقیقات بعدی نیز عناوین زیر پیشنهاد می‌شود:

- طراحی یک سیستم پشتیبانی تصمیم (DSS)
- استفاده از تئوری فازی در نشان دادن نبود اطمینان مدل
- استفاده از سایر مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

مطابق سیاست‌های بانک باید حداکثر ۷۰٪ از منابع موجود برای پرداخت وام به پروژه‌های صنعتی در نظر گرفته شود.

## ج) انتخاب حداقل یکی از پروژه‌های کشاورزی برای تخصیص وام

مطابق سیاست‌های بانک باید حداقل یک پروژه کشاورزی برای تخصیص وام در نظر گرفته شود.

مدل ریاضی این مسئله در زیر نشان داده شده است:

$$\begin{aligned} \max Z &= 0.391 * X_1 + 0.747 * X_2 + 0.115 * X_7 + 0.238 * X_{10} \\ &6995632 * X_1 + 110063244 * X_2 \\ &\quad + 6995632 * X_7 \\ &\quad + 15577218 * X_{10} \\ &\leq 125640462 \\ &6995632 * X_1 + 110063244 * X_2 \\ &\quad + 6995632 * X_7 \\ &\leq 879483 \\ X_{10} &= 1 \\ X_1, X_2, X_7, X_{10} &= \{0, 1\} \end{aligned} \quad (9)$$

پس از حل این مدل با استفاده از برنامه صفحه گسترده اکسل، در نهایت پروژه‌های ۱، ۷ و ۱۰ برای تخصیص وام انتخاب شدند.

## گام ۱۰: بررسی نتایج به دست آمده از مدل توسط خبرگان

برای بررسی درستی نتایج مدل پیشنهادی، تخصیص به دست آمده به خبرگان و کارشناسان بانکی ارایه شده و همچنین دلایل این تخصیص با بررسی نتایج هر مرحله از مدل پیشنهادی برای خبرگان بانکی تشریح شد. این خبرگان تخصیص پیشنهادی را از نظر سیاست‌های بانکی و نبود تناقض با تجربیات و تخصص خود بررسی و تخصیص به دست آمده از مدل را تأیید کردند.

## مراجع

- 1 - Iwamura, K. and Liu, B. (1998). "Chance constrained integer programming models for capital budgeting in fuzzy environments", *Journal of The Operational Research Society*, 49, PP. 854-860.
- 2 - Merna, T. and Storch, D.V. (2000). "Risk management of an agricultural investment in a developing country utilizing: The Caspar program", *International Journal of Project Management*, 18, PP. 349-360.
- 3 - Kuchta, D. (2000). "Fuzzy capital budgeting", *Fuzzy Sets and Systems*, 111, PP. 367-385.
- 4 - Mohamed, S. and Mc-Cowan, A.K. (2001). "Modeling project investment decisions under uncertainty using possibility theory", *International Journal of Project Management*, 19, PP. 231-241.
- 5 - Zopounidis, C. and Doumpos, M. (2002). "Multi-Criteria decision aid in financial decision making: Methodologies and literature review", *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11, PP. 167-186.

- 6 - Coates, E.R. and Kuhl, M.E. (2003). "Using simulation software to solve engineering economy problems", *Computers & Industrial Engineering*, 45, PP. 285-294.
- 7 - Ramadan, M.Z., "A fuzzy model for R&D project selection with multi-criteria decision making", *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> IIEC*, December 2004, PP. 19-21.
- 8 - Alessandri, T.M., Ford, D.N., Lander, D.M., Leggio, K.B., Taylor, M. (2004). "Managing risk and uncertainty in complex capital projects", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 44, PP. 751-767.
- 9 - Armaneri, Ö., Yalcinkaya, Ö. and Eski, H. (2005). "Evaluation of risky investment projects from economical viewpoint via simulation meta-modeling methodology", *Proceedings of the V. Industrial-Management Science and Engineering Congress, Zonguldak*, , PP. 245-250.
- 10 - Dimova, L., Sevastianov, P. and Sevastianov, D. (2006). "MCDM in a fuzzy setting: Investment projects assessment application", *International Journal Production Economics*, 100, PP. 10-29.
- 11 - Rebiasz, B. (2007). "Fuzziness and randomness in investment project risk appraisal", *Computers & Operations Research*, 34, PP. 199-210.
- 12 - Huang, X. (2007). "Chance Constrained programming models for capital budgeting with NPV as fuzzy parameters", *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 198, PP. 149-159.
- 13 - Lai, Y.T., Wang, W.C. and Wang, H.H. (2008). "AHP and simulation-based budget determination procedure for public building construction projects", *Automation in Construction*, 17, PP. 623-632.
- 14 - Salehi, M. and Tavakkoli-Moghaddam, R. (2008). "Project selection by using a fuzzy TOPSIS technique", *International Journal of Computer and Information Engineering*, 2, PP. 12-24.
- 15 - Armaneri, Ö., Özdagöglu, G. and Yalcinkaya, Ö. (2010). "An integrated decision support approach for project investors in risky and uncertain environments", *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 234, PP. 2530-2542.
- 16 - Ulukan, Z. and Ucuncuoglu, C. (2010). "Economic analyses for the evaluation of is projects", *Journal of Information Systems and Technology Management*, 7(2), PP. 233-260.
- 17 - Bakshi, T., Sinharay, A. and Sarkar, B. (2011). "Exploratory analysis of project selection through MCDM", *ICOQM*, 10, PP. 128-133.
- 18 - Hassan Nayebi; E. and Kiyani, B. (2010). "Combination of Monte Carlo Simulation and System Dynamics Modeling for Project Time Risk Analysis", *Journal of Industrial Engineering*, 44(2), PP. 169-180.
- 19 - Narenji; M., Forghani, A. and Pourebrahim, A. (2011). "A Prioritization Model for Investing Plans by Hierarchical Decision Making under Uncertainty (Interval Comparison Matrices); a Case Study", *Journal of Industrial Engineering*, 45(2), PP. 229-237.
- 20 - Mirtalaie; M.S., Azadeh; M.A., Saberi; M. and Ashjari, B. (2012). "A Trust-based Credit Scoring Model Using Neural Network", *Journal of Industrial Engineering*, 46(1), PP. 91-104.
- 21 - Najafi; A.A. and Mansouri, S.M. (2013). "Portfolio Selection Problem with Eliminated Correlation between Indices Based on Fundamental Approach", *Journal of Industrial Engineering*, 47(2), PP. 229-240.

### واژه‌های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

- 1- Multiple Attributes Decision Making (MADM)
- 2- Iwamura and Liu
- 3- Merna and Storch
- 4- Kuchta

- 
- 5- Mohamed and McCowan
  - 6- Possibility Theory
  - 7- Zopounidis and Doumpos
  - 8- Coates and Kuhl
  - 9- Ramadan
  - 10- Alessandri
  - 11- Armaneri
  - 12- Dimova
  - 13- Rebiasz
  - 14- Huang
  - 15- Lai
  - 16- Analytic Hierarchy Process (AHP)
  - 17- TOPSIS
  - 18- Net Present Value (NPV)
  - 19- Ulukan and Ucuncuoglu
  - 20- Bakshi
  - 21- Monte Carlo Simulation
  - 22- System Dynamics
  - 23- Data Envelopment Analysis (DEA)
  - 24- Eigen Vector
  - 25- Consistency Index(C.I)
  - 26- Random Index (R.I)
  - 27- Consistency Ratio (C.R)
  - 28- Break Event Point
  - 29- Total Loans to Total Debt Ratio
  - 30- Internal Rate of Return
  - 31- Payback Period
  - 32- Sales Efficiency
  - 33- Useful Measure of Loan
  - 34- Initial Investment
  - 35- Economic Value Added
  - 36- Profit Index
  - 37- Total Liability Ratio
  - 38- Current Assets
-