



## تحلیل اقتصادی طرحهای سرمایه گذاری در سیستم بانکی با رویکرد فازی

دکتر محمدابراهیم محمدپور زرنندی<sup>۱</sup>

مجیدشهریاری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۶/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۹/۲۸

### چکیده

در تحلیل های کلاسیک طرحهای سرمایه گذاری، فرض بر قطعی و معین بودن داده های مربوط به طرح می باشد. از آنجا که داده های مالی و نیز نرخ سود مورد انتظار طرح به آینده مربوط شده و بنابراین با عدم قطعیت مواجه می باشند، نتیجه این ارزیابی ها واقعی نخواهد بود. هدف اصلی این تحقیق به کارگیری قابلیت های نظریه فازی در مواجهه با این عدم قطعیت می باشد. بدین منظور می توان به جای هر عدد قطعی و با کاربرد نظریه فازی، یک عدد فازی را مورد استفاده قرار داد. این اعداد قابلیت نمایش یک عدد قطعی را در سه وضعیت کمترین مقدار ممکن، محتمل ترین مقدار و بیشترین مقدار ممکن دارا می باشند. همچنین تکنیک خالص ارزش فعلی با رویکرد فازی توسعه یافته است تا با استفاده از داده های فازی طرح بتوانند در تحلیل اقتصادی آن به کار رود. نتایج نهائی، به جای اعداد قطعی، اعداد فازی خواهند بود که به تصمیم گیرنده بینش وسیع تری در مورد خروجی های ممکن می دهند. همچنین از آنجا که نتایج نهائی اعداد فازی می باشند، مقایسه بین پروژه های مختلف به قسمی متفاوت صورت می گیرد. روش رتبه بندی ارائه شده در این تحقیق به مقایسه پروژه های مختلف در حالت فازی پرداخته و به تصمیم گیرنده در انتخاب اقتصادی ترین طرح سرمایه گذاری یاری می رساند. یافته های تحقیق نشان می دهد که بکارگیری اعداد فازی مثلی، رویکرد قابل قبولی را در برخورد با جریان های نقدی که در تحلیل اقتصادی طرح های سرمایه گذاری بکار می روند، ارائه می دهد و اطلاعات بیشتری را در اختیار تصمیم گیران در تغییر داده های اولیه طرح قرار می دهد. همچنین راهکارهای ارائه شده در این مقاله، در حل مسائل تحلیل طرح های سرمایه گذاری مفید واقع شود.

۱- دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

۲- کارشناس اداره تحقیق و توسعه بانک توسعه صادرات ایران

(نویسنده مسئول) majd.shahriari@gmail.com

**واژه‌های کلیدی:** طرح‌های سرمایه‌گذاری در سیستم بانکی، نظریه فازی، خالص ارزش فعلی (NPV).

### ۱- مقدمه

تحلیل‌های اقتصادی، تکنیک‌های شناخت، مقایسه و انتخاب بهترین گزینه از میان گزینه‌های موجود، براساس شرایط مطلوب اقتصادی را شامل می‌شود. استفاده به جا از این تحلیل‌ها دارای اهمیت به سزائی است، چرا که میزان سود یا ضرر حاصل از گزینه انتخاب شده، نتیجه مستقیم تحلیل خواهد بود. از سوی دیگر بسیاری از تحلیل‌های اقتصادی برای دستیابی به گزینه‌هایی است که درآینده مورد استفاده قرار می‌گیرند، بنابراین ارزیابی کمیته‌های مربوط به آینده را می‌توان از مهم‌ترین بخش‌های یک تحلیل اقتصادی دانست. سیستم بانکی به عنوان نهاد مالی و متولی سیاست پولی کشور از طریق جذب پس‌اندازها (تجهیز منابع) و اعطای اعتبار (تخصیص منابع) می‌تواند رشد اقتصادی و فرآیند توسعه بخش‌های مختلف اقتصادی از جمله صنعت، کشاورزی و خدمات را میسر سازد. از آن جا که قسمت اعظم دارائی‌های بانکها را تسهیلات اعطائی به مشتریان تشکیل می‌دهد، دقت در نحوه تخصیص بهینه منابع و استفاده از معیارهای مناسب برای بررسی و ارزیابی دقیق طرح‌های متقاضیان استفاده از تسهیلات، از عواملی است که همواره برای مدیران بانکی از اهمیت بسیاری برخوردار است [۱۰]. به کارگیری تکنیک‌های مناسب تحلیل اقتصادی با توجه به عدم اطمینان موجود در داده‌های طرح‌های سرمایه‌گذاری، می‌تواند در ارائه تصویری قابل قبول از وضعیت مالی آتی طرح جهت بهره‌برداری مدیران مفید واقع گردد.

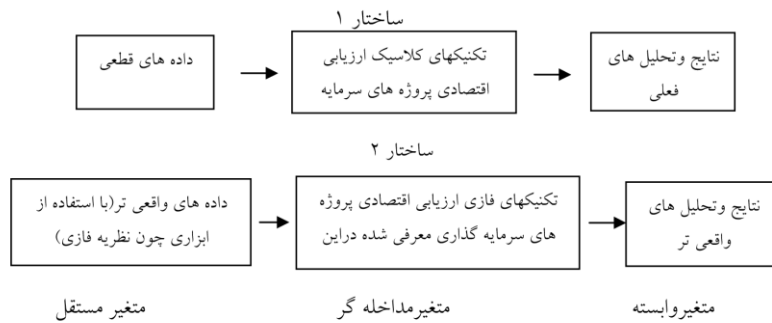
همچنین یکی از مسائل اصلی در تحلیل طرح‌های سرمایه‌گذاری، اندازه‌گیری مقادیر متغیرهای کلیدی می‌باشد. در اغلب موارد، ارزیابی مقادیر عددی این متغیرها، به نظرات شخصی تحلیلگر بستگی دارد. نظریه فازی در چنین حالتی این قابلیت را دارد که با ارائه رویکردی متفاوت، کمک شایانی به تصمیم‌گیران بدهد. درحقیقت وقتی تصمیم‌گیرنده در ارزیابی طرح‌های سرمایه‌گذاری با عباراتی چون «حول و حوش ۱۰ سال»، «تقریباً بین

۳۰,۰۰۰ و ۳۵,۰۰۰ « ویا » حدود ۵,۰۰۰ « مواجهه میشود، نظریه فازی (اعداد فازی) می توانند نقش مهمی را در چنین محیطی ایفا کنند.

هدف اصلی این تحقیق استفاده از قابلیت‌های نظریه فازی در مهیاسازی زمینه ای مناسب برای تحلیل اقتصادی طرح های سرمایه گذاری در شرایط عدم اطمینان می باشد. سیستم بانکی به عنوان یکی از بهره برداران اصلی نتایج این تحقیق، می تواند آنرا در ارزیابی طرح های سرمایه گذاری خود مورد استفاده قرار دهد. این تحقیق با تلفیق مفاهیم فازی و تکنیک‌های ارزیابی اقتصادی پروژه ها، به دنبال ارائه رویکردی مناسب جهت ترکیب دو مفهوم علم و تجربه در کنار یکدیگر می باشد، چرا که در بسیاری موارد قضاوت‌های ذهنی کارشناسان نسبت به کاربرد عینی اطلاعات نادرست، نتایج بهتری را حاصل میکند. این در حالی است که تکنیک‌های کلاسیک ارزیابی اقتصادی پروژه ها در شمول چنین قضاوت‌هایی ناتوان می باشند.

## ۲- چارچوب نظری

متغیری که در این پژوهش بیشترین اهمیت را دارد (متغیر وابسته)، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل های اقتصادی پروژه های سرمایه گذاری می باشد که سعی بر آن است تا تغییرات آنرا با ایجاد تغییراتی در متغیرهای مستقل و مداخله گر ذیل مورد بررسی قرار دهیم. متغیر مستقل در این تحقیق داده های اولیه طرح های سرمایه گذاری هستند، مواردی چون هزینه اولیه، هزینه های ثابت سالیانه، درآمدهای ثابت سالیانه، نرخ بازگشت سرمایه، طول عمر پروژه و... در این حالت تکنیک‌های تحلیل اقتصادی طرح های سرمایه گذاری نیز به عنوان متغیر مداخله گر مدنظر می باشند. این متغیرها به ما کمک میکنند تا دریابیم تحلیل های اقتصادی چگونه می تواند از داده های اولیه پروژه حاصل شود. با توجه به موارد یادشده، در این تحقیق به دنبال حرکت از ساختار یک به سمت ساختار دو به شرح مدل تحقیق ارائه شده در شکل (۱) می باشیم



شکل ۱: مدل تحقیق

## ۲-۱- تحلیل اقتصادی طرحهای سرمایه گذاری

مقایسه اقتصادی طرحها، با اهمیت ترین نوع تصمیم گیری برای هر مدیر است. یک مدیر با انتخاب یکی از تکنیکهای اقتصاد مهندسی و کاربرد آن، اقتصادی ترین پروژه را معرفی می کند [۹]. در این بخش به یکی از کاربردی ترین تکنیکهای موجود در این زمینه اشاره خواهد گردید:

روش ارزش فعلی: روش ارزش فعلی از مهمترین و ساده ترین تکنیکهای اقتصاد مهندسی است. محاسبه ارزش فعلی یک فرآیند مالی، تبدیل ارزش آینده کلیه دریافتها و پرداختها به ارزش فعلی در زمان حال یا مبداء پروژه می باشد. براین اساس اگر  $C_{t_j}$  را جریان نقدی در سال  $t_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) در نظر بگیریم، ارزش خالص فعلی (NPV) یک طرح سرمایه گذاری با نرخ سود مورد نظر  $i$ ، به صورت ذیل محاسبه می گردد:

$$NPV = \sum_{j=1}^n C_{t_j} (1+i)^{-t_j} \quad (1)$$

چنانچه  $NPV \geq 0$  شود، طرح، اقتصادی است. زیرا حداقل نرخ جذب کننده برای سرمایه گذاری تامین گشته است. در مقایسه چند طرح سرمایه گذاری به طریق ارزش فعلی، پروژه ای که دارای ارزش فعلی خالص بیشتری باشد، اقتصادی تر خواهد بود.

## ۲-۲- رویکرد فازی

علیرغم ابداع در دهه ۱۹۲۰، تئوری مجموعه های فازی به طور رسمی و در سال ۱۹۶۵ توسط زاده ارائه گردید [۶]. رویکرد اصلی این تئوری در ارتباط با کمی سازی ابهامات موجود در ذهن بشری بوده است. تئوری مجموعه های فازی همچنین استفاده از عملگرهای ریاضی مانند جمع، تفریق و .. را در حوزه اعداد فازی امکانپذیر می سازد.

تعریف: عدد فازی  $\tilde{M}$  از نوع LR است، اگر تابعی مانند L (برای چپ) و R (برای راست)

و اعداد اسکالر  $\alpha, \beta > 0$  وجود داشته باشند بطوریکه:

$$\mu_{\tilde{M}}(x) = \begin{cases} L\left(\frac{m-x}{\alpha}\right) & x \leq m \\ R\left(\frac{x-m}{\beta}\right) & x > m \end{cases} \quad \begin{matrix} - ۲) \\ ' \end{matrix}$$

که در آن m یک عدد حقیقی و برابر میانگین  $\tilde{M}$  است و  $\alpha$  و  $\beta$  به ترتیب بازه چپ و راست نامیده میشوند.  $\tilde{M}$  به صورت  $(m, \alpha, \beta)_{LR}$  نشان می دهد [۷].

توابع LR ارائه شده دارای مشخصات زیر می باشد:

(۱) L و R توابعی نزولی از  $[0,1] \rightarrow R^+$  می باشند.

$$L(0) = R(0) = 1 \quad (۲)$$

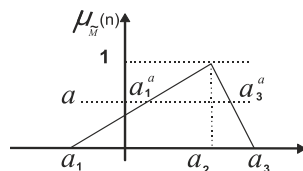
$$L(x) < 1, R(x) < 1 \quad \forall x > 0 \quad (۳)$$

$$L(x) > 0, R(x) > 0 \quad \forall x < 1 \quad (۴)$$

$$L(1) = R(1) = 0 \quad (۵)$$

تعریف: عدد فازی مثلثی  $\tilde{M} = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$  را به صورت زیر نمایش می دهند [۷]:

$$\mu_{\tilde{M}}(x) = \begin{cases} 0 & x < \alpha_1 \\ \frac{x-\alpha_1}{\alpha_2-\alpha_1} & \alpha_1 \leq x \leq \alpha_2 \\ \frac{\alpha_3-x}{\alpha_3-\alpha_2} & \alpha_2 \leq x \leq \alpha_3 \\ 0 & x > \alpha_3 \end{cases} \quad \begin{matrix} - ۳) \\ ' \end{matrix}$$



شکل ۲ : عددفازی مثلثی

### ۲-۳- پیوند میان ارزیابی اقتصادی کلاسیک و نظریه فازی

تحلیل‌های کلاسیک اقتصادی، تنها در صورتیکه داده‌های موجود قطعیت داشته باشند، می‌توانند مورد استفاده قرار گرفته و در تصمیم‌گیریها (انتخاب اقتصادی‌ترین طرح) به تحلیلگر یاری رسانند. اما در دنیای واقعی تصمیم‌گیرندگان با داده‌های مواجه می‌شوند که در آنها ابهاماتی وجود دارد مانند ریسک بالا، سود کم و ... به بیان دیگر عدم اطمینان موجود در تحلیل‌های سرمایه‌گذاری نیاز به روش‌های جایگزینی که بتوانند تجارب بشری را به زبان ریاضیات ترجمه کنند، دارد. یکی از مشکلات اساسی در این زمینه، اندازه‌گیری متغیرهای کلیدی تحلیل‌ها می‌باشد. در بیشتر اوقات، ارزیابی متغیرهای عددی مستقیماً در ارتباط با قضاوت‌های شخصی تحلیلگر می‌باشد. به عبارت دیگر از آنجا که تصمیم‌گیرندگان برای تصمیم‌گیری در محیط‌هایی عدم اطمینان، مجبور به اتخاذ تصمیم بدون دانش کافی در مورد مساله می‌باشند، تمایل دارند که ارزیابی خود را بر مبنای دانش و تجارب و قضاوت‌های شخصی خود ابراز کنند. در این راستا عبارت‌های زبانی مانند «حول و حوش» «تقریباً» و .. بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آنجا که در تحلیل‌های کلاسیک که بر مبنای قطعی بودن متغیرهای کلیدی تحلیل می‌باشند، با کوچکترین اختلاف در تخمین داده‌ها، نتایج نهایی تحلیل به کلی دگرگون شده و منجر به انتخاب ناصحیح اقتصادی‌ترین طرح می‌شوند.

بحث دیگری که در اینجا مطرح می‌گردد این است که چگونه می‌توان از مقادیر غیر قطعی فوق در تحلیل‌های اقتصادی استفاده کرد. نظریه فازی می‌تواند در این راه نقش

مهمی ایفا کند. بدین ترتیب که نظریه فازی می‌تواند در قابل اندازه‌گیری کردن تفکرات مهم بشری مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال هرداده مربوط به هزینه یا درآمد می‌تواند به جای یک عدد قطعی، با یک عدد فازی نشان داده شود. به عنوان مثال یک عدد فازی مثلثی که به صورت  $X = (x_1, x_2, x_3)$  نمایش داده شود، بیانگر یک رویداد فازی است که در آن  $x_1$  کمترین مقدار ممکن،  $x_3$  بیشترین مقدار ممکن و  $x_2$  محتمل ترین مقدار می‌باشند. نتایج حاصل از تحلیل های اقتصادی با استفاده از اعداد فازی، خود به صورت اعداد فازی بوده که این امکان را به تحلیلگر می‌دهد تا دید وسیعتری از خروجیهای ممکن داشته باشند. اما از آنجا که نتایج حاصل از ارزیابی ها به صورت اعداد فازی می‌باشند، مقایسه طرح‌ها به صورت کلاسیک امکان پذیر نبوده و روش های رتبه بندی خاصی را می‌طلبد.

### ۳- روش‌شناسی تحقیق

در این تحقیق، ابتدا روشی جهت ترکیب عقاید کارشناسان معرفی می‌گردد. این روش می‌تواند در پیش بینی وقایع آینده در محیط های عدم اطمینان به کارگرفته شود. با استفاده از این روش، داده های فازی که ورودی های مسأله می‌باشند، به دست می‌آیند. سپس با ترکیب مجموعه های فازی و تکنیک کلاسیک تحلیل اقتصادی، تکنیک فازی تحلیل اقتصادی طرح های سرمایه گذاری را معرفی می‌کنیم. این عمل در مورد تکنیک ارزش خالص فعلی صورت می‌گیرد. در ادامه نیز با ارائه روش رتبه بندی اعداد فازی، طرح ها اولویت بندی خواهند گردید.

#### ۱-۳- بخش اول: فازی سازی داده های اولیه پروژه

روش ارائه شده در این بخش، تعمیم روش کلاسیک پیش بینی بلندمدت، معروف به روش دلفی در علم مدیریت است که به طور خلاصه، شامل مراحل ذیل می‌باشد:

مرحله ۱: از کارشناسان  $E_i, i=1,2,\dots,n$  خواسته می‌شود تا مقادیر مورد نظر خود را در خصوص داده های یک طرح سرمایه گذاری مشخص مانند هزینه های سالیانه، نرخ سود

مورد انتظار و ... به صورت کمترین  $a_1^i$ ، محتمل ترین  $a_M^i$  و بیشترین  $a_2^i$  تعیین کنند. اطلاعات ارائه شده توسط کارشناسان  $E_i$  به شکل اعداد فازی نمایش داده می شود.

$$A_i = (a_1^i, a_M^i, a_2^i) \quad i=1,2,\dots,n \quad - (4)$$

مرحله ۲- میانگین  $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2)$  همه  $A_i$  ها محاسبه و برای هر کارشناس  $E_i, i=1,2,\dots,n$  انحراف بین  $A_{ave}$  و  $A_i$  تعیین می گردد که به شکل یک عدد مثلثی تعریف می شود. سپس انحراف  $A_{ave} - A_i$  مجدداً به کارشناسان ارسال می گردد.

$$A_{ave} - A_i = (m_1 - a_1^i, m_M - a_M^i, m_2 - a_2^i) \quad i=1,2,\dots,n \quad - (5)$$

مرحله ۳- هر کارشناس، یک عدد مثلثی جدید  $B_i = (b_1^i, b_M^i, b_2^i)$  ارائه می کند.

این فرآیند با شروع مرحله ۲، تکرار می شود. میانگین مثلثی  $B_m$  محاسبه می شود، با این تفاوت که حالا  $a_1^i, a_M^i, a_2^i$  با  $b_1^i, b_M^i, b_2^i$  جایگزین می شوند. در صورت لزوم، اعداد مثلثی جدید  $C_i = (c_1^i, c_M^i, c_2^i)$  تولید و میانگین  $C_m$  محاسبه می شود. فرآیند باید بارها و بارها تکرار شود تا دو میانگین متوالی از بین  $A_{ave}$ ،  $B_{ave}$ ،  $C_{ave}$  به طور معقول به هم نزدیک باشند. مرحله ۴. اگر به علت کشفیات جدید، اطلاعات مهم و نوینی قابل دسترس باشد، پیش بینی ممکن است با همان فرآیند (قدمهای ۱ تا ۳) آزمون شود. دلفی فازی یک نمونه از روش پیش بینی با چند نفر کارشناس برای ترکیب عقاید و نظرات است [۸].

### ۲-۳- آنالیز حساسیت

قبل از به کارگیری نتایج حاصل از محاسبات فوق در تحلیل جریان های نقدی، باید به این نکته توجه نمود که محدوده بیشترین مقدار و کمترین مقدار عدد فازی نهائی، مبنایی است که در تصمیم گیری مورد استفاده قرار می گیرد. به این صورت که اگر این محدوده به طور معقولی کوچک باشد، انتخاب گزینه ارجح می تواند با تمایز بیشتری نسبت به سایر گزینه ها صورت گیرد. از طرف دیگر، اگر محدوده فوق بزرگ باشد، اخذ تصمیم نهائی در انتخاب بهترین گزینه با مشکل مواجه خواهد شد. هدف از آنالیز حساسیت، تعیین عواملی است که بر عدد فازی نهائی اثرگذاری بیشتری دارند که این عمل به وسیله تغییر در داده های اولیه مسأله انجام خواهد گرفت. به عبارت دیگر آنالیز حساسیت یکی از روشهای کاهش



محدوده عددفازی نهائی می باشد. پس از انجام آنالیز حساسیت، تصمیم گیرنده اطلاعاتی در مورد میزان حساسیت نتیجه نهائی مسأله به هریک از داده های اولیه به دست خواهد آورد. این اطلاعات به وی کمک میکنند تا برای کاهش محدوده عددفازی نهائی، به داده های حساستر مسأله توجه کرده و در تعریف دقیق این داده ها دقت بیشتری داشته باشد.

### ۳-۳- ارزش فعلی خالص فازی

برای رسیدن به فرمول ارزش فعلی خالص فازی (FNPV)، موارد ذیل را تعریف می کنیم:

Net Present Value (NPV)	ارزش فعلی خالص
Left, the smallest Possible Value (L)	کمترین مقدار ممکن
Mean, the most promising Value (M)	محتمل ترین مقدار ممکن
Right, the Largest Possible Value (R)	بیشترین مقدار ممکن
Cash Flow (F)	جریان نقدی
Interest rate (i)	نرخ بهره
Time (n,t)	زمان

نکته: در اینجا، تنها از فاکتور ارزش فعلی یکبار پرداخت (SPPWF) برای طرح های سرمایه گذاری استفاده می شود. این فاکتور ارزش فعلی مقدار داده F در آینده را، پس از n سال و با نرخ 1 درصد تعیین می کند:

$$(P/F, i\%, n) = \frac{1}{(1+i)^n}$$

فرمول کلی ارزش فعلی خالص فازی (FNPV) از روشهای تنزیل جریان نقدی و ریاضیات فازی حاصل شده است [۴]. این فرمول، از سه فرمول جنبی که منطبق با یک عدد فازی مثلثی است تشکیل شده است.

$$NPV_L = F_0^L + \sum_{t=1}^n F_t^L \begin{cases} \prod_{t=1}^n (P/F, i_t^L \%, 1) & F_t^L < 0 \\ \prod_{t=1}^n (P/F, i_t^R \%, 1) & F_t^L > 0 \end{cases} \quad (1-7)$$

$$NPV_M = F_0^M + \sum_{t=1}^n F_t^M \prod_{i=1}^n (P/F, i_t^M \%, 1) \quad (1-8)$$

$$NPV_R = F_0^R + \sum_{t=1}^n F_t^R \begin{cases} \prod_{i=1}^n (P/F, i_t^L \%, 1) & F_t^R > 0 \\ \prod_{i=1}^n (P/F, i_t^R \%, 1) & F_t^R < 0 \end{cases} \quad (1-9)$$

$$FNPV = (NPV_L, NPV_M, NPV_R) \quad (1-10)$$

در صورتی که بخواهیم مقادیر FNPV را برای چند پروژه با یکدیگر مقایسه کنیم، می توانیم از روش مرتب کردن اعداد فازی که در ذیل به آن اشاره میشود، استفاده کنیم. نکته: برای محاسبه اختلاف میان دو مقدار فازی FNPV می توانیم از فرمولهای محاسباتی برای یافتن فاصله دو عدد فازی بصورت زیر استفاده کنیم. فاصله دو عدد فازی مثلثی  $\tilde{M} = (a_L, a_M, a_R)$  و  $\tilde{N} = (b_L, b_M, b_R)$  را به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$S(\tilde{M}, \tilde{N}) = \frac{(a_L + 2a_M + a_R) - (b_L + 2b_M + b_R)}{4} \quad (1-11)$$

$S(\tilde{M}, \tilde{N})$  فاصله جبری  $\tilde{M}$  و  $\tilde{N}$  است که می تواند مثبت، منفی یا صفر باشد [7].

### ۳-۴- ترتیب اعداد فازی

در روبرو شدن با اعداد فازی، موضوع مرتب کردن آنها یکی از مباحث بسیار مهم می باشد. روش های مختلفی برای مشخص کردن ترتیب اعداد فازی ارائه شده است که در اینجا به یکی از این موارد می پردازیم. در این روش سه معیار ارائه می گردد که باید به صورت ترتیبی اعمال گردند. یعنی در صورتی که با به کار بردن معیار اول، هنوز تعدادی از اعداد مرتب نشده باشند، به ترتیب از معیار دوم و سوم استفاده شود [7]. اولین معیار مرتب کردن اعداد فازی: برای هر عدد مثلثی  $\tilde{M} = (a_L, a_M, a_R)$  مقدار زیر را می یابیم:

$$S(\tilde{M}, 0) = \frac{(a_L + 2a_M + a_R)}{4} \quad (1-12)$$

این مقدار می تواند به عنوان شاخصی از عدد فازی پس از فازی زدایی باشد. دومین معیار مرتب کردن اعداد فازی (مد یا نما):

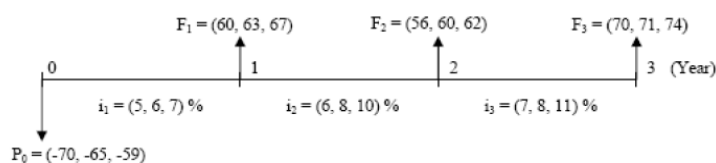
پس از مرتب‌سازی با معیار اول، آنهایی که هنوز در یک دسته قرار دارند می‌توان با معیار مد مرتب کرد. در این حالت محتمل‌ترین مقدار هر کدام از اعداد فازی با یکدیگر مقایسه میشوند.

سومین معیار مرتب‌کردن اعداد فازی (دامنه):

در صورتی که با به کارگیری دو معیار قبل، هنوز اعدادی هستند که در یک دسته قرار دارند، با معیار دامنه می‌توان ترتیب خطی اعداد فازی را بدست آورد. اختلاف بیشتر میان کمترین و بیشترین مقدار ممکن در هر عدد مثلی آنرا در اولویت بالاتری قرار میدهد.

#### ۴- مثال تجربی جهت آزمون مدل تحقیق

طرح سرمایه‌گذاری سه ساله ای را در نظر بگیرید. جریان نقدی و نرخ مطلوب به صورت اعداد فازی مثلی در جدول مشخص شده اند. ارزش فعلی خالص فازی را محاسبه می‌نمائیم.



با استفاده از تکنیک‌های کلاسیک، مقدار ارزش فعلی خالص این طرح سرمایه‌گذاری با استفاده از فرمول‌های فازی ارائه شده، عدد فازی  $(123, 104, 87)$  حاصل می‌گردد. این مقدار نشان‌دهنده حدود تغییرات مقدار ارزش فعلی با در نظرگیری عدم اطمینان موجود در تمامی جنبه‌های طرح سرمایه‌گذاری می‌باشد.

#### ۵- نتیجه‌گیری، بحث و پیشنهادات

در بخش اول تکنیکی جهت فازی‌سازی داده‌های غیرقطعی در طرح‌های سرمایه‌گذاری مطرح گردیده است، داده‌هایی چون سرمایه اولیه، نرخ بازگشت سرمایه،

درآمدیکنواخت سالیانه و... که در ارزیابی ها مدنظر قرار خواهند گرفت. این داده های فازی شده برای به کارگیری در تکنیکهای فازی تحلیل طرح های سرمایه گذاری مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

در بخش دوم فرمول محاسبه ارزش خالص فعلی فازی ارائه گردیده است. این فرمول قابلیت آنرا دارند که داده های فازی شده (حاصل از بخش قبل) طرح های سرمایه گذاری را دریافت و نتایج را نیز به صورت یک عدد فازی (به عنوان مثال بیشترین و کمترین مقدار ممکن ارزش فعلی خالص و نیز محتمل ترین مقدار آن) ارائه دهد. در این فرمول، محتمل ترین مقدار حاصل، دقیقاً همان مقداری است که از تکنیکهای کلاسیک به دست می آید. در بخش سوم نیز روش رتبه بندی اعداد فازی جهت انتخاب بهترین طرح ها ارائه گردیده است.

در این تحقیق ، به کارگیری اعداد فازی مثلثی ، رویکرد قابل قبولی را در برخورد با جریانهای نقدی که در تحلیل اقتصادی طرح های سرمایه گذاری به کار میروند، ارائه میدهد. از تحلیل داده ها چنین برمی آید که نتایج حاصل از روشهای ارائه شده، اطلاعات بیشتری را در اختیار تصمیم گیران در تعیین داده های اولیه طرح قرار می دهد. چرا که نتایج حاصل از محاسبات کلاسیک تنها با داده های قطعی به کار گرفته شده معتبر می باشند و با هرگونه تغییر در این داده ها (به خصوص تغییرات ناشی از عدم اطمینان در محیط تصمیم گیری)، اعتبار خود را از دست میدهند، اما نتایج حاصل از محاسبات فازی، با استفاده از داده هایی صورت میگیرد که تغییرات ناشی از عدم اطمینان در محیط تصمیم گیری از ابتدا در آنها مدنظر قرار داده شده است. این نتایج حتی در صورت تغییر داده های اولیه در بازه تعیین شده (اعداد فازی مثلثی)، همچنان معتبر خواهند بود.

نتیجه اینکه ، راهکارهای ارائه شده در این تحقیق، می تواند در حل آن دسته از مشکلات تحلیل طرح های سرمایه گذاری که به دلیل ابهام وعدم قطعیت در داده های اولیه و نیز عدم دسترسی به اطلاعات دقیقی چون طول عمر طرح ، درآمدها و هزینه ها و ... وجود دارد، مفید واقع شوند.

## فهرست منابع

- (۱) [7] آذر، ع و فرجی، ح، (۱۳۸۰)، علم مدیریت فازی، چاپ اول، تهران، انتشارات اجتماع.
- (۲) [8] بوجادزیف، ج و م، (۱۳۸۱)، منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت، ترجمه حسینی، م، چاپ اول، تهران، انتشارات ایشیق.
- (۳) [9] اسکونژاد، م.، (۱۳۷۶)، اقتصاد مهندسی، چاپ هفتم، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- (۴) [10] بانک سپه، "بررسی نحوه ارزیابی طرح های توجیهی در سیستم بانکی کشور"
- 5) [1] Zimmermann, H.J.; (1996), 3<sup>rd</sup> ed; Fuzzy Set Theory, Boston/ Dordrecht/ London, kluwer academic publisher .
- 6) [2] Lee. S. M., Lin. K. L., Gupta. S., (2008) " Economic Decision Making Using Fuzzy Numbers" , Florida International University .
- 7) [3] Sanches. A. L, Pamplona E.O, Montevechi. J. A. B, (2005), "Capital Budgeting Using Triangular Fuzzy Numbers".
- 8) [4] Kriengkorakt. P, Pianthong. N, (2007) " Fuzzy Net Present Value and Fuzzy Equivalent Uniform Annual Worth Evaluation by Using interest Factor Method" , Department of industrial Engineering , Faculty of Engineering , Ubon Raja thane University .
- 9) [5] Liang. G. S, (1995), "Benefit / Cost Analysis Using Fuzzy Concept" ; Engineering Economist .
- 10) [6] Zadeh, L.A, (1975) "The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning", Part 1, 2, 3. Information Science, Vol. 8, P. 199-249; Vol. 9, 1976, P.4358.