کنفرانس بین المللی مدیریت و مهندسی صنایع
۲۹ اسفند ۱۳۹۳
مرکز همایش های بین المللی صدا و سیما
10 March 2015
International conference
ON MANAGEMENT AND
INDUSTRIAL ENGINEERING

ارایه روشی برای ارزیابی سرمایه گذاری در پروژه ها تحت شرایط عدم قطعیت

وحید محققی[۱،*]، امیر حسین امیری [۲]، سید میثم موسوی [۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه شاهد، تهران،
v.mohagheghi@gmail.com

۲- عضو هیئت علمی گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شاهد، تهران،
amiri@shahed.ac.ir

۳- عضو هیئت علمی گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شاهد، تهران،
sm.mousavi@shahed.ac.ir

چکیده

محیط پروژه ها همراه با تغییرات فراوان و غیر قابل پیش بینی است که عملکرد پروژه را تحت تاثیر خود قرار می دهد. این عدم قطعیت باعث دشوار شدن ارزیابی پروژه شده و صحت آن را زیر سوال می‌برد. به منظور رسیدگی به این مساله، روشی برای ارزیابی پروژه ها ارایه شده است که عدم قطعیت موجود را با رویکرد های نوین فازی بررسی می کند. اعداد فازی با ارزش بازه ای با توجه به انعطاف پذیری بالا در نشان دادن عدم قطعیت و سهولت در بکارگیری در این روش استفاده شده‌اند. این روش بر اساس دوجمله ای های فازی با ارزش بازه ای بوده و حالات ممکن در ارزیابی پروژه را بررسی می کند. علاوه بر این، روش پیشنهادی تصویری جامع و کامل از رویداد های مختلف و تاثیرات آن ها بر عملکرد اقتصادی پروژه را در اختیار تصمیم گیرنده قرار می دهد، تا تصمیم گیرنده با این دید در شرایط عدم قطعیت تصمیم گیری کند. به منظور نشان دادن کارکرد و قابلیت های روش، این روش در ارزیابی پروژه حمل و نقل عمومی بکار گرفته شده است و نتایج قابلیت بالای روش در محاسبه و در نظر گرفتن عدم قطعیت موجود در مساله را نشان داده است.

واژگان کلیدی: ارزیابی اقتصادی، عدم قطعیت، دوجمله ای فازی، اعداد فازی با ارزش بازه ای

Archive of SID

www.SID.ir

A method of project investment evaluation under uncertainty

Abstract

Considering uncertainty is one of the most vital parts of any project evaluation method. In public projects, allocating the limited resources to the projects requires caution and applying reliable project evaluation methods. In this paper, a project evaluation method is proposed that is based on decision tree. In order to make the proposed method reliable under uncertainty, interval-valued fuzzy sets are used. This extension of fuzzy sets provides the model with more flexibility in considering and calculating the uncertain environment. This method provides the decision maker with a comprehensive insight of the financial situation of the project. Moreover, the financial impact of different events in different periods can be easily calculated and considered in the decision making process. The proposed method is applied in public transport project evaluation and the results showed high capability of the method in real world situation application. The results also showed more flexibility in addressing uncertainty and provided a comprehensive insight of the project in different periods.

Keywords: financial evaluation, uncertainty, fuzzy binomial, interval-valued fuzzy

Archive of SID

۱- مقدمه

روش های مختلفی برای ارزیابی اقتصادی پروژه ها وجود دارد. تصمیم گیران از روش های ارزیابی کمی و کیفی متعددی برای ارزیابی پروژه ها و سرمایه گذاری ها استفاده می کنند. روش مورد استفاده با توجه به جهت گیری راهبردی هر سازمانی مشخص می شود. البته روش های کمی کاربرد بالاتری دارند. برخی از پرکاربرد ترین روش های ارزیابی اقتصادی مورد استفاده عبارت از ارزش فعلی خالص، نرخ بازگشت داخلی، مدت زمان بازگشت سرمایه، نرخ بازگشت اصل سرمایه و نرخ بازگشت متوسط سرمایه گذاری می باشد[۱].

پارامتر های روش های مذکور همیشه از قبل مشخص نیستند. به بیان دیگر، در روش های بر اساس جریان نقدی تنزیل شده پارامتر هایی مانند جریان نقدی و نرخ بهره را نمی‌توان به سادگی تعیین کرد[۲]. نبود داده های تاریخی کافی و شرایط غیر قابل پیش بینی و سرشار از تغییرات امروزه محیط پروژه ها باعث استفاده از رویکرد تخمین داده ها می شود. در حقیقت در تخمین داده ها تحت شرایط عدم قطعیت از دو رویکرد اصلی احتمالات و

www.SID.ir

امکان استفاده می شود. نظریه فازی ابزار استفاده از نظریه امکان می باشد[۳]. استفاده از نظریه فازی امکان تصمیم گیری در شرایط عدم قطعیت و با داده های ناقص و بسیار کم و همراه با اتکا به نظر خبرگان را فراهم می آورد[۴].

در بسیاری از مطالعات انجام شده در زمینه بررسی پروژه ها با توجه به ماهیت پروژه ها از نظریه فازی برای بررسی عدم قطعیت استفاده شده است. موزیولی[۱] و توریچلی[۲] [۵] در بررسی سرمایه گذاری ها با استفاده از اعداد فازی توزیع امکان احتمالات بدون ریسک در مدل دوجمله ای چند زمانه را به دست آورده و سپس مقادیر مالی را محاسبه کرده و مقادیر محتمل را در بازه هایی محاسبه کردند. کارلسون[۳] و فولر[۴] [۶] در مطالعاتشان به این نکته پی بردند که تخمین و یا محاسبه جریان نقدی آتی با استفاده از نظریه احتمالات درست نمی باشد و نتایجی گمراه کننده به همراه خواهد داشت. آن ها در روش خود با استفاده از اعداد فازی ذوزنقه ای و با محاسبه امید جریان نقدی و امید هزینه ها به ارزیابی پروژه ها پرداختند. کارلسون و همکاران [۷] با تخمین جریان نقدی پروژه های تحقیق و توسعه با اعداد فازی ذوزنقه ای، این پروژه ها را ارزیابی کردند. لیو[۵] [۸] با استفاده از روش های فازی و با ارایه مدل قیمت گذاری فازی، روشی برای ارزیابی در محیط فازی ارایه کرد. لیائو[۶] و هو[۷] [۹] با استفاده از اعداد فازی روشی برای ارزیابی پروژه ها بر پایه روش های بر پایه جریان نقدی تنزیل شده و با بهبهود روش ارزش فعلی خالص ارایه دادند.

همانطور که از بررسی ادبیت موضوع مشخص می شود، نظریه فازی برای محاسبات در شرایط عدم قطعیت کاربرد زیادی دارد. نظریه فازی علی‌رغم مزایایی که دارد، دارای برخی کاستی ها نیز می‌باشد. برای نمونه در جایی که تصمیم گیرنده باید درجه عضویت را بیان کند، مواقعی پیش می اید که او به خاطر وجود عدم دانش کافی و داده تاریخی قادر به بیان این درجه با عددی قطعی در بازه ۰ و ۱ نمی‌باشد. در این مواقع یک راهکار کارآمد و در عین حال ساده بیان این عدم قطعیت درجه عضویت در یک بازه می باشد. در حقیقت این رویکردی است که اعداد فازی با ارزش بازه ای از آن تبعیت می-کنند[۱۰]. از دیگر ویژگی های اعداد فازی با ارزش بازه ای می توان به انعطاف پذیری بالاتر آن ها و سادگی بگار گیری آن ها در مقایسه با اعداد فازی نوع ۲ اشاه کرد[۱۵]. با وجود داشتن این برتری ها هنوز این دسته از توسعه های نوین فازی در زمینه کاربرد علمی و عملی نوپا و جدید می باشند و آن طور که باید از آن ها استفاده نشده است.

در این مقاله سعی شده است با ارایه روشی بر اساس ارزیابی اقتصادی بر پایه جریان نقدی تنزیل شده و استفاده از دوجمله ای های فازی با ارزش بازه ای به ارزیابی اقتصادی پروژه ها پرداخته شود. این روش با استفاده از رویکرد اعداد فازی با ارزش بازه ای قابلیت بیان محاسبه عدم قطعیت با انعطاف بالاتر را دارد. در این روش، تصمیم گیرنده قادر است عدم قطعیت موجود در مساله مورد بررسی را با انعطاف پذیری و سهولتی بالاتر در نظر بگیرد و در نهایت در نتایج به دست آمده، تصویری جامع و کامل از روند جریان نقدی پروژه در انتهای سال های مورد بررسی به دست آورد. تصمیم گیرنده با داشتن این دید جامع از جریان نقدی پروژه که با در نظر گرفتن عدم قطعیت فازی و رویداد های مختلف است، قادر می شود فرآیند تصمیم گیری را با دقتی بالاتر انجام دهد.

ساختار بندی این مقاله متشمل بر چهار بخش اصلی می باشد. در بخش دوم ابتدا، مفاهیم اولیه و مورد نیاز اعداد فازی با ارزش بازه ای آورده شده است و سپس روش پیشنهادی شرح داده شده است. در بخش سوم، روش پیشنهادی با مثالی کاربردی در زمینه حمل و نقل عمومی به کار رفته است و نتایج به دست آمده نمایش داده شده است. در نهایت در بخش چهارم، به جمع بندی مطالب پرداخته شده است.

۲- روش پیشنهادی

از آن جایی که روش پیشنهادی بر پایه اعداد فازی با ارزش بازه ای است، به منظور شفاف سازی مفاهیم به کار رفته در ابتدا برخی از مفاهیم ابتدایی اعداد فازی با ارزش بازه ای بیان شده است.

در یک عدد مثلثی فازی با ارزش بازه ای (در شکل ۱ نمایش داده شده است.) $\tilde{A}^L$ و $\tilde{A}^U$ اعداد مثلثی پایینی و بالایی را نشان می دهند. همچنین $\widehat{W}_{\tilde{A}}^U$ و $\widehat{W}_{\tilde{A}}^L$ درجه عضویت یک رویداد در عدد بالایی و پایینی را به ترتیب نشان می دهد. این عدد به صورت زیر نمایش داده می شود[۱۱]:

$$\tilde{A} = [\tilde{A}_x^L, \tilde{A}_x^U] = [(a_1^L, a_2^L, a_3^L; w_{\tilde{A}}^L), (a_1^U, a_2^U, a_3^U; w_{\tilde{A}}^U)] \quad (۱)$$

برای دو عدد مثلثی فازی با ارزش بازه ای $\tilde{A} = [(a_1^U, a_1^L), a_2, (a_3^L, a_3^U)]$ و $\tilde{B} = [(b_1^U, b_1^L), b_2, (b_3^L, b_3^U)]$ چهار عمل اصلی به صورت زیر تعریف می شود[۱۲و۱۳و۱۴و۱۵]:

جمع اعداد:

---

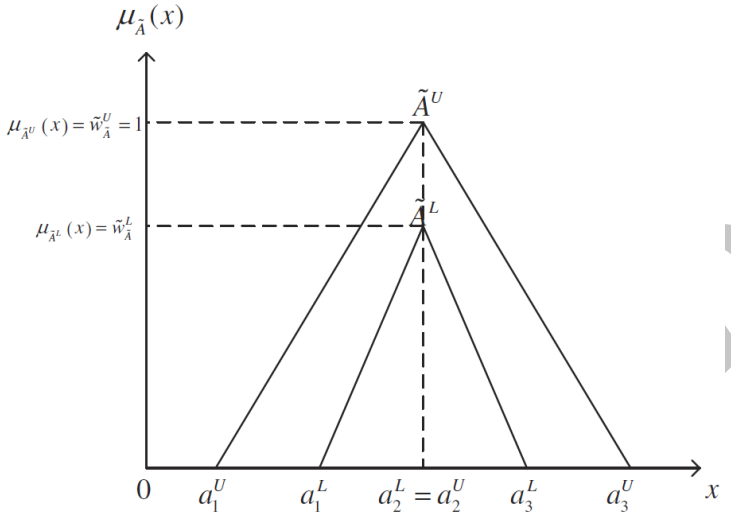
۱ Muzzioli
۲ Torricelli
۳ Carlsson
۴ Fuller
۵ Liu
۶ Liao
۷ Ho

Archive of SID
www.SID.ir

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = [(a_1^U, a_1^L), a_2, (a_3^L, a_3^U)] \oplus [(b_1^U, b_1^L), b_2, (b_3^L, b_3^U)] = [(a_1^U + b_1^U, a_1^L + b_1^L), a_2 + b_2, (a_3^L + b_3^L, a_3^U + b_3^U)] \quad (۲)$$

تفریق اعداد:

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = [(a_1^U, a_1^L), a_2, (a_3^L, a_3^U)] \ominus [(b_1^U, b_1^L), b_2, (b_3^L, b_3^U)] = [(a_1^U - b_3^U, a_1^L - b_3^L), a_2 - b_2, (a_3^L - b_1^L, a_3^U - b_1^U)] \quad (۳)$$



شکل۱: نمایش یک عدد مثلثی فازی با ارزش بازه ای

ضرب اعداد:

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = [(a_1^U, a_1^L), a_2, (a_3^L, a_3^U)] \otimes [(b_1^U, b_1^L), b_2, (b_3^L, b_3^U)] = [(a_1^U \times b_1^U, a_1^L \times b_1^L), a_2 \times b_2, (a_3^L \times b_3^L, a_3^U \times b_3^U)] \quad (۴)$$

در روش پیشنهادی، برای ارزیابی پروژه های سرمایه گذاری از دوجمله ای های فازی با ارزش بازه ای و ارزش فعلی خالص تعمیم داده شده استفاده شده است. این روش توسعه ای بر پایه روش ارایه شده توسط کاکس[۱] و همکاران [۱۷] و لیائو و هو [۹] است.

در یک دارایی اولیه در دوره ۰ که با N_0 نمایش داده می شود، امکان افزایش ارزش در دوره بعدی به IN_0 را با E_i و امکان کاهش ارزش در دوره بعدی به DN_0 با E_d نمایش نمایش داده می شود. نمایش تغییرات ارزش دارایی توسط دوجمله ای در یک دوره مورد بررسی در شکل ۲ نمایش داده شده است.

نمایش این اعداد به صورت اعداد فازی به ارزش بازه ای مطابق روابط (۵) و(۶) خواهد بود.

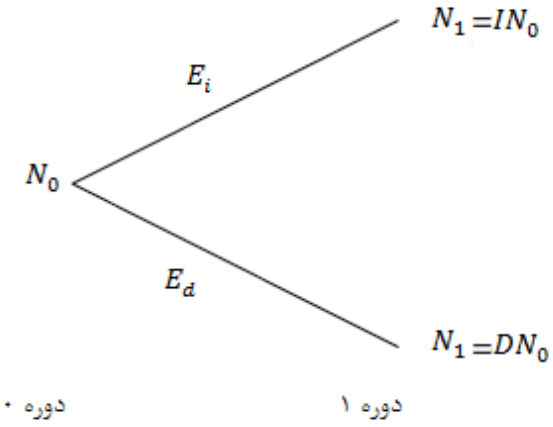
$$\widetilde{DN}_0 = [(dn_{01}^U, dn_{01}^L), dn_{02}, (dn_{03}^L, dn_{03}^U)] \quad (۵)$$

$$\widetilde{IN}_0 = [(in_{01}^U, in_{01}^L), in_{02}, (in_{03}^L, in_{03}^U)] \quad (۶)$$

از آن جایی که در پروژه های راهبردی و نوین داده ها بیشتر ماهیتی موهوم تا تصادفی دارند[۹] در نمایش عدم قطعیت از امکان استفاده شده است. به منظور نمایش بهتر امکان از اعداد فازی با ارزش بازه ای استفاده شده است. بنابر این امکان افزایش $\tilde{I}$ و کاهش $\tilde{D}$ ارزش دارایی با اعداد فازی با ارزش باره ای مطابق زیر نمایش داده می شود:

[۱] Cox

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۲- نمایش حالات ممکن در ارزش یک دارایی در یک دوره

$$\tilde{D} = [(d_1^U, d_1^L), d_2, (d_3^L, d_3^U)] \quad (۷)$$

$$\tilde{I} = [(i_1^U, i_1^L), i_2, (i_3^L, i_3^U)] \quad (۸)$$

بنابر این معادلات امکان مطابق روابط زیر به دست می آید:

$$\tilde{E}_i + \tilde{E}_d = [(Ei_1^U, Ei_1^L), Ei_2, (Ei_3^L, Ei_3^U)] + [(Ed_1^U, Ed_1^L), Ed_2, (Ed_3^L, Ed_3^U)] = [(1,1), 1, (1,1)] \quad (۹)$$

$$\frac{\tilde{E}_i \otimes \tilde{I}}{1+r} + \frac{\tilde{E}_d \otimes \tilde{D}}{1+r} = \left[\left(\frac{Ei_1^U \times i_1^U}{1+r}, \frac{Ei_1^L \times i_1^L}{1+r}\right), \frac{Ei_2 \times i_2}{1+r}, \left(\frac{Ei_3^L \times i_3^L}{1+r}, \frac{Ei_3^U \times i_3^U}{1+r}\right)\right] + \left[\left(\frac{Ed_1^U \times d_1^U}{1+r}, \frac{Ed_1^L \times d_1^L}{1+r}\right), \frac{Ed_2 \times d_2}{1+r}, \left(\frac{Ed_3^L \times d_3^L}{1+r}, \frac{Ed_3^U \times d_3^U}{1+r}\right)\right] = [(1,1), 1, (1,1)] \quad (۱۰)$$

که در روابط بالا r، میزان نرخ بهره می باشد. بنابر این مقادیر $\tilde{E}_i$ و $\tilde{E}_d$ مطابق روابط زیر خواهد بود:

$$\tilde{E}_i = [\left(\frac{(1+r)-d_1^U}{i_1^U - d_1^U}, \frac{(1+r)-d_1^L}{i_1^L - d_1^L}\right), \frac{(1+r)-d_2}{i_2 - d_2}, \left(\frac{(1+r)-d_3^L}{i_3^L - d_3^L}, \frac{(1+r)-d_3^U}{i_3^U - d_3^U}\right)] \quad (۱۱)$$

$$\tilde{E}_d = [\left(\frac{i_1^U-(1+r)}{i_1^U - d_1^U}, \frac{i_1^L-(1+r)}{i_1^L - d_1^L}\right), \frac{i_2-(1+r)}{i_2 - d_2}, \left(\frac{i_3^L-(1+r)}{i_3^L - d_3^L}, \frac{i_3^U-(1+r)}{i_3^U - d_3^U}\right)] \quad (۱۲)$$

حال با در نظر گرفتن روابط بالا می توان با در نظر گرفتن پویایی ارزش یک پروژه در دوره های مختلف و با در نظر گرفتن امکان افزایش و کاهش ارزش پروژه، رابطه ای برای ارزیابی ارزش پروژه ($\tilde{N}$) تحت شرایط عدم قطعیت فازی را ارایه داد که در رابطه (۱۳) نشان داده شده است.

$$\tilde{N}_0 = \frac{1}{1+r}([(Ed_1^U, Ed_1^L), Ed_2, (Ed_3^L, Ed_3^U)] \otimes [(dn_{01}^U, dn_{01}^L), dn_{02}, (dn_{03}^L, dn_{03}^U)] \oplus [(Ei_1^U, Ei_1^L), Ei_2, (Ei_3^L, Ei_3^U)] \otimes [(in_{01}^U, in_{01}^L), in_{02}, (in_{03}^L, in_{03}^U)]) \quad (۱۳)$$

۳- استفاده از روش پیشنهادی در ارزیابی اقتصادی

به منظور ارزیابی روش پیشنهادی، مورد مطالعاتی استفاده شده توسط لیائو و هو [۹] مجددا با روش پیشنهادی حل شده است و نتایج حاصل از بررسی نتایج دو روش آورده شده است. در یک پروژه حمل ونقل عمومی در تایوان که قرارداد آن در قالب قرارداد ساخت، بهره برداری و واگذاری [۱] می باشد، بخش خصوصی به مدت ده سال حق بهره برداری از طرح را خواهد داشت. این پروژه حمل و نقل دارای ده ایستگاه در طولی حدود ۴۹ کیلومتر می باشد. این پروژه قبل از شروع بهره برداری برای کار های عمرانی، تجهیزات زیرساختی و تجهیز کارگاه نیاز به ۸۸ میلیارد دلار تایوان دارد. طبق نظر کارشناسان نیاز مسافران برابر با ۳۰۲۵ میلیون کیلومتر در سال است که دارای انحراف معیار ۵۴۵ میلیون کیلومتر در سال است. بنابر این ضریب تغییرات برابر با ۰،۱۸ می باشد. در ابتدای عملیاتی شدن هزینه بلیط برابر با ۸ دلار تایوان است. هزینه های عملیاتی ۹۶۰۰ میلیون دلار تایوان در سال

[۱] Build-Operate-Transfer

Archive of SID
www.SID.ir

و درآمد ۲۴۲۰۰ میلیون دلار تایوان در سال است. معیارهایی که در محاسبات تغییر ایجاد می کند قیمت بلیط و تقاضای مسافران می باشد. قیمت بلیط طبق قوانین دولت بوده و در این مدت ثابت و برابر با ۸ دلار در هر کیلومتر است. در حقیقت تنها عاملی در این مساله که با تغییراتش بر محاسبات تاثیر می گذارد، میزان تقاضای افراد برای سفر می باشد. در ابتدا نرخ بهره را با رویکرد میانگین موزون هزینه سرمایه گذاری به دست آورد. با توجه به این که نرخ سود مشارکت برابر با ۱۸٪ و نرخ مالیات سالیانه ۲۵٪ و میانگین نرخ بهره وام برابر با ۸,۷۵٪ است. همچنین ۷۰٪ از هزینه های اجرایی از محل فاینانس و ۳۰٪ باقیمانده از سرمایه گذار خصوصی جلب می شود.

میانگین موزون هزینه سرمایه گذاری $0.18 \times 0.3 + 0.0875 \times (1 - 0.25) \times 0.7 = 0.1$ (۱۴)

با در نظر گرفتن مقدار به دست آمده به عنوان نرخ بهره کلی، میزان ارزش فعلی خالص برابر با ۱۷۱۲ میلیون می شود. با توجه به غیر قطعی بودن میزان تقاضا برای سفر یک عدد مثلثی فازی با ارزش بازه‌ای برای نشان دادن امکان تغییرات معرفی می شود. با توجه به نظرات خبرگان و انحراف معیار پیش بینی شده مقدار تغییرات در تقاضا بین ۱۰٪ و ۲۰٪ در نظر گرفته می شود. بنابر این عدد مثلثی فازی با ارزش بازه ای مدنظر که امکان تغییرات در تقاضای سفر را بیان می کند با $\tilde{\omega}$ نشان داده شده و مطابق رابطه (۱۵) به دست می آید:

$$\tilde{\omega} = [(1-0.2) \times (0.18), (1-0.15) \times 0.18), (0.18), (1+0.15) \times (0.18), (1+0.2) \times (0.18) = [(0.14,0.16), 0.18, (0.2,0.22)] \quad (۱۵)$$

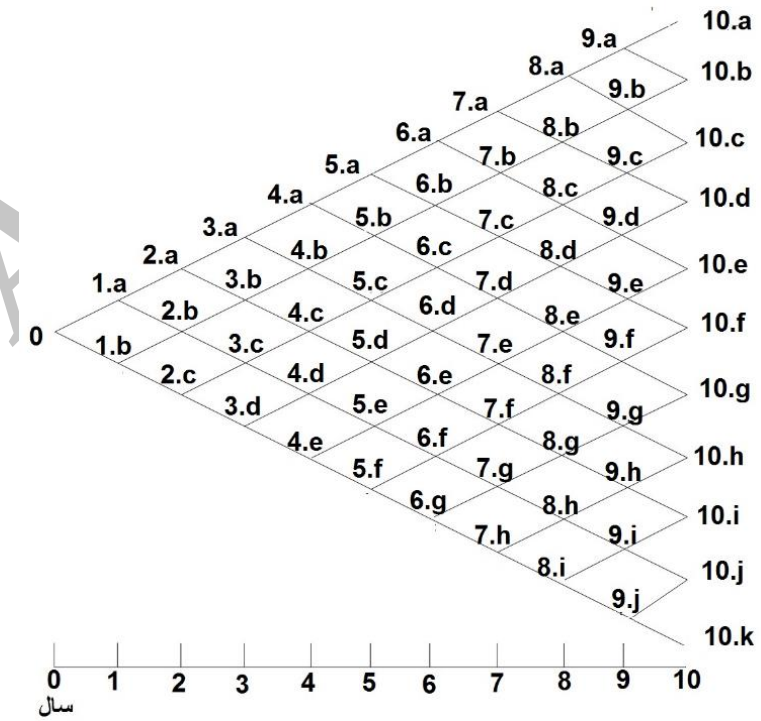
بنابر این فاکتور های کاهش و افزایش زیر به دست می آید:

$$\tilde{I} = [(1.15,1.17), 1.2, (1.22,1.25)] \quad (۱۶)$$

$$\tilde{D} = [(0.8,0.82), 0.84, (0.85,0.87)] \quad (۱۷)$$

بنابر این با ارزش فعلی خالص ۱,۷۱ میلیارد و مقادیر $\tilde{I}$ و $\tilde{D}$ درخت تصمیم فازی با ارزش بازه ای پروژه در ده سال آینده به دست می آید که در شکل ۳ نشان داده شده است. ارزش پروژه در سال های مختلف و با توجه به رویدادهای مختلف در شکل نام گذاری شده است که مقادیر آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج به دست آمده با استفاده از این روش نشان دهنده ارزش فعلی خالص پروژه حمل و نقل عمومی در ده سال مورد نظر تحت شرایط و رویداد های مختلف است. در حقیقت این روش در مقایسه با روش های قبلی دارای قابلیت بالاتری در نشان دادن عدم قطعیت و تاثیرات آن در نتایج نهایی است. همچنین تصمیم گیرنده می تواند محدوده تغییرات نتایج را با دقتی بالاتر و با حدودی دقیق تر مشاهده کند و در فرآیند تصمیم گیری می تواند با دیدی بهتر تصمیم گیری کند.



شکل۳: درخت تصمیم ارزش پروژه حمل و نقل مورد بررسی

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۱: ارزش پروژه در حالت های مختلف در انتهای هر سال

رویداد	ارزش پروژه (میلیارد دلار تایوان)	رویداد	ارزش پروژه (میلیارد دلار تایوان)	رویداد	ارزش پروژه (میلیارد دلار تایوان)
۰	[(۱,۷،۱,۷),۱,۷(۱,۷،۱,۷)]	۶.c	[(۱,۹،۲,۲)۲,۵,(۲,۷،۳)]	۹.b	[(۴,۳،۵),۶,۷،۸,۳)]
۱.a	[(۱,۸،۱,۹)۲,(۲,۰۱،۲,۱)]	۶.d	[(۱,۴،۱,۵)۱,۷,(۱,۹،۲,۱۲)]	۹.c	[(۳،۳,۵),۴,۲(۵،۵,۸)]
۱.b	[(۱,۳۸،۱,۴)۱,۴۳,(۱,۴۵،۱,۵)]	۶.e	[(۰,۹،۱),۱,۲(۱,۲۵،۱,۵)]	۹.d	[(۲,۱،۲,۶),۳(۳,۵،۴)]
۲.a	[(۲,۲،۲,۳)۲,۴,(۲,۵،۲,۶۴)]	۶.f	[(۰,۶،۰,۷۱),۰,۸۳(۰,۹،۱)]	۹.e	[(۱,۵،۱,۷),۲(۲,۴،۲,۸)]
۲.b	[(۱,۶،۱,۶۵),۱,۷(۱,۸،۱.۸۴)]	۶.g	[(۰,۴۰،۰,۵۲)۰,۵۸,(۰,۶،۰,۷۲)]	۹.f	[(۱،۱,۲),۱,۴(۱,۷،۲)]
۲.c	[(۱,۱،۱,۱۵)۱,۲,(۱,۲۴،۱,۲۸)]	۷.a	[(۰,۲،۰,۲۵),۰,۲۸(۰,۳،۰,۴)]	۹.g	[(۰,۷،۰,۸),۱(۱,۲،۱,۴)]
۳.a	[(۲,۶,۲,۶۸)۲,۹,(۳,۳,۲۷)]	۷.b	[(۳,۳،۴)۴,۲,(۵,۵,۴)]	۹.h	[(۰,۵،۰,۶),۰,۷(۰,۸،۰,۹۶)]
۳.b	[(۱,۸۴،۱,۹)۲,(۲,۲،۲,۳)]	۷.c	[(۲,۲،۲,۶),۲,۹(۳,۳،۳,۸)]	۹.i	[(۰,۳۵،۰,۴),۰,۵(۰,۶،۰,۶۷)]
۳.c	[(۱,۲،۱,۳)۱,۴۳,(۱,۵،۱,۶)]	۷.d	[(۱,۶،۱,۸),۲(۲,۲،۲,۷)]	۹.j	[(۰,۲۵،۰,۳)۰,۳۴,(۰,۴،۰,۴۸)]
۳.d	[(۰,۹،۰,۹۴)۱,(۱,۰۵،۱,۱)]	۷.e	[(۱,۱،۱,۲),۱,۴(۱,۶،۱,۸)]	۱۰.a	[(۷,۲،۸,۵)۱۰,(۱۲،۱۵)]
۴.a	[(۳,۰۵،۳.۲)۳,۵,(۳,۸،۴)]	۷.f	[(۰,۸،۰,۹),۱(۱,۱،۱,۳)]	۱۰.b	[(۵,۶),۷,۲۳(۹،۱۰,۴)]
۴.b	[(۲,۱،۲,۲)۲,۴,(۲,۶،۲,۸)]	۷.g	[(۰,۵۵،۰,۶),۰,۷(۰,۸،۰,۹)]	۱۰.c	[(۳,۵،۴),۵(۶،۷,۲)]
۴.c	[(۱,۴،۱,۶)۱,۷,(۱,۸،۲)]	۷.h	[(۰,۴۰،۰,۴۵),۰,۵(۰,۵۵،۰,۶)]	۱۰.d	[(۲,۵،۳)۳,۵,(۴,۵)]
۴.d	[(۱،۱,۱)۱,۲,(۱,۳,۱,۴)]	۸.a	[(۵,۴,۶),۷,۲(۸,۹,۷)]	۱۰.e	[(۱,۷،۲),۲,۵(۳,۳,۵)]
۴.e	[(۰,۷،۰,۷۵)۰,۸,(۰,۹،۰,۹۶)]	۸.b	[(۳,۸،۴)۵,۵(۵,۵,۶,۸)]	۱۰.f	[(۱,۱،۱,۴),۱,۷(۲,۲,۴)]
۵.a	[(۳,۵،۳,۸),۴,۲(۴,۶،۵)]	۸.c	[(۲,۷،۳)۳,۵,(۴,۴,۷)]	۱۰.g	[(۰,۸۳،۱),۱,۲(۱,۵،۱,۷)]
۵.b	[(۲,۴،۲,۶),۲,۹(۳,۲,۳,۵)]	۸.d	[(۱,۸،۲)۲,۵,(۳,۳,۲)]	۱۰.h	[(۰,۶،۰,۷)۰,۸۲,(۱،۱,۲)]
۵.c	[(۱,۷،۱,۸۵)۲,(۲,۲,۲,۴۵)]	۸.e	[(۱,۲،۱,۵),۱,۷(۲,۲,۳)]	۱۰.i	[(۰,۴۰،۰,۵۱)۰,۵۸,(۰,۷،۰,۸۲)]
۵.d	[(۱,۲،۱,۲۵),۱,۴(۱,۵،۱,۷)]	۸.f	[(۹،۱)۱,۲,(۱,۴،۱,۶)]	۱۰.j	[(۰,۲۸،۰,۳),۰,۴(۰,۴۵،۰,۶)]
۵.e	[(۰,۸،۰,۹),۱(۱,۱،۱,۲)]	۸.g	[(۰,۹،۱),۱,۲(۱,۴،۱,۶)]	۱۰.k	[(۰,۲،۰,۲۵),۰,۲۸(۰,۳،۰,۴)]
۵.f	[(۰,۶،۰,۶۵)۰,۷,(۰,۷۸،۰,۸۳)]	۸.h	[(۰,۴۴،۰,۵),۰,۶(۰,۶۵،۰,۸)]		
۶.a	[(۴,۴,۵)۵,(۵,۴,۶,۳)]	۸.i	[(۰,۳۰،۰,۳۵)۰,۴,(۰,۵۰،۰,۵۴)]		
۶.b	[(۲,۸,۳),۳,۵(۴,۴,۳)]	۹.a	[(۶,۳,۷),۸,۶(۱۰،۱۲)]		

Archive of SID

۴- نتیجه‌گیری

در این مقاله روشی برای ارزیابی پروژه ها با رویکرد دوجمله ای های فازی و با ابزار درخت تصمیم تحت شرایط عدم قطعیت فازی با ارزش بازه ای ارایه شده است. این روش از آن جهت دارای اهمیت است که فضای موجود بر پروژه ها را که فضایی همراه با عدم قطعیت و عدم دانش نسبت به وقایع و تاثیر آن ها بر عملکرد پروژه است، با ابزاری قوی تر از روش های معمول و رایج در محاسبات وارد می کند و تاثیر می دهد. به منظور نشان دادن کاربرد روش، مطالعه موردی یک پروژه که توسط روش های قبلی اجرا شده بود و در ادبیات موضوع موجود بوده است، با روش پیشنهادی بررسی شده است. برخی از نتایج کلی به دست آمده از روش پیشنهادی و استفاده از آن عبارت از انعطاف پذیری بالاتر در محاسبات عدم قطعیت موجود در مساله، قدرت بیشتر روش در نشان دادن عدم قطعیت موجود در مساله و کمک به تصمیم گیرندگان و خبرگان در بیان و ابراز عدم دانش کافی به موضوعات و ارایه تصویری جامع و کامل از وضعیت ارزش پروژه و حدود آن در دوره های مشخص با در نظر گرفتن معیارهای غیر قطعی و تاثیر آن ها در عملکرد کلی پروژه می باشد.

www.SID.ir

منابع و مراجع

[۱] Remer, Donald S., Scott B. Stokdyk, and Mike Van Driel. "Survey of project evaluation techniques currently used in industry." International Journal of Production Economics ۳۲,۱ (۱۹۹۳): ۱۰۳-۱۱۵.

[۲] C. Carlsson, R. Fuller, "A fuzzy approach to real option valuation", Fuzzy Sets and Systems ۱۳۹ (۲۰۰۳) ۲۹۷–۳۱۲.

[۳] L.A. Zadeh, "Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility", Fuzzy Sets and Systems Suppl. ۱۰۰ (۱۹۹۹) ۹–۳۴.

[۴] L.A. Zadeh, "Is there a need for fuzzy logic? ". Information Sciences ۱۷۸ (۲۰۰۸) ۲۷۵۱–۲۷۷۹

[۵] Muzzioli, Silvia, and Costanza Torricelli. "A multiperiod binomial model for pricing options in a vague world." Journal of Economic Dynamics and Control ۲۸,۵ (۲۰۰۴): ۸۶۱-۸۸۷.

[۶] C. Carlsson, R. Fuller, "A fuzzy approach to real option valuation", Fuzzy Sets and Systems ۱۳۹ (۲۰۰۳) ۲۹۷–۳۱۲.

[۷] C. Carlsson, R. Fuller, M. Heikkila, P. Majlender, "A fuzzy approach to R&D project portfolio selection", International Journal of Approximate Reasoning ۴۴ (۲۰۰۷) ۹۳–۱۰۵.

[۸] F.Y. Liu, Pricing currency options based on fuzzy techniques, European Journal of Operational Research ۱۹۳ (۲۰۰۹) ۵۳۰–۵۴۰.

[۹] Liao, Shu-Hsien, and Shiu-Hwei Ho. "Investment project valuation based on a fuzzy binomial approach." Information Sciences ۱۸۰,۱۱ (۲۰۱۰): ۲۱۲۴-۲۱۳۳.

[۱۰] Grattan-Guinness, Ivor. "Fuzzy Membership Mapped onto Intervals and Many-Valued Quantities." Mathematical Logic Quarterly ۲۲,۱ (۱۹۷۶): ۱۴۹-۱۶۰.

[۱۱] Cornelis, Chris, Glad Deschrijver, and Etienne E. Kerre. "Advances and challenges in interval-valued fuzzy logic." Fuzzy sets and systems ۱۵۷,۵ (۲۰۰۶): ۶۲۲-۶۲۷.

[۱۲] Yao, J.S., Lin, F.T., (۲۰۰۲). Constructing a fuzzy flow-shop sequencing model based on statistical data. International Journal of Approximate Reasoning ۲۹(۳), ۲۱۵–۲۳۴.

[۱۳] Chen, S.M., (۱۹۹۷). Fuzzy system reliability analysis based on vague set theory. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Orlando, USA, vol. ۲, pp. ۱۲–۱۵.

[۱۴] Hong, D.H., Lee, S., (۲۰۰۲). Some algebraic properties and a distance measure for interval-valued fuzzy numbers. Information Sciences ۱۴۸ (۱), ۱–۱۰.

[۱۵] Chen, S.J., Chen, S.M., (۲۰۰۸). Fuzzy risk analysis based on measures of similarity between interval-valued fuzzy numbers. Computers and Mathematics with Applications ۵۵ (۸), ۱۶۷۰–۱۶۸۵.

[۱۶] Vahdani, B., Hadipour, H., Sadaghiani, J.S., Amiri, M., (۲۰۱۰). Extension of VIKOR method based on interval-valued fuzzy sets. International Journal of Advanced Manufacturing Technology ۴۷ (۹–۱۲), ۱۲۳۱–۱۲۳۹

[۱۷] J. Cox, S. Ross, M. Rubinstein., Option pricing: a simplified approach, Journal of Financial Economics ۷ (۱۹۷۹) ۲۲۹–۲۶۳.

Archive of SID

www.SID.ir