ارزیابی و انتخاب پروژه های توسعه‌ای فولاد با استفاده از رویکرد ترکیبی تئوری سیستم های خاکستری، تئوری مجموعه‌های مبهم و برنامه-ریزی آرمانی صفر و یک

دکتر حسین صفری
عضو هیئت علمی گروه مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

محمد هادی خلوصی(نویسنده مسئول مکاتبات)
کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

،سمیه خلوصی
کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

یکی از مسایلی که همواره مدیران با آن روبه رو هستند تصمیم گیری در خصوص انتخاب یک مجموعه از مناسب ترین پروژه ها می باشد. این کار نیازمند استفاده از نظر خبرگان در فرایند ارزیابی می باشد. در بسیاری از مواقع قضاوت های تصمیم گیرندگان اغلب همراه با عدم اطمینان بوده بنابراین بکارگیری روش هایی که بتواند ابهام موجود در قضاوت های انسانی را به شکلی دقیق و مناسب لحاظ کند بسیار مطلوب خواهد بود لذا در این پژوهش از تئوری سیستم های خاکستری در کنار تئوری مجموعه های مبهم استفاده شده است تا کیفیت نتایج افزایش یابد. روش کار به این صورت می باشد که ابتدا شاخص های مناسب برای ارزیابی پروژه های توسعه ای فولاد استخراج و با استفاده از تئوری خاکستری به تعیین وزن برای آن ها پرداخته می شود سپس فرایند ارزیابی پروژه ها بر اساس شاخص های کیفی و با بکارگیری رویکرد تصمیم گیری مبتنی بر مجموعه های مبهم اجرا می شود. نتایج به دست آمده از فرایند در قالب یک محدودیت به مدل آرمانی صفر و یک اضافه شده و در نهایت مدل آرمانی با در نظر گرفتن این محدویت و محدودیت های مربوط به شاخص های کمی به انتخاب پروژه های ارجح می پردازد.

کلید واژه:

ارزیابی و انتخاب پروژه، تئوری سیستم های خاکستری، تئوری مجموعه های مبهم، برنامه ریزی آرمانی صفر و یک

مقدمه

امروزه سازمان ها برای دست یابی به اهداف بلند مدت خود، در راستای چشم انداز تدوین شده اقدام به تعریف پروژه های متعدد می نمایند. یکی از مسائلی که همواره مدیران با آن روبرو هستند تصمیم گیری در خصوص انتخاب یک مجموعه از مناسب ترین پروژه ها می باشد. همواره مدیران با این سوال مواجه اند که از میان پروژه های توسعه ای مختلف کدام یک را انتخاب نمایند تا بیشترین منافع برای سازمان ایجاد شود. محدودیت منابع، سیاست های سازمانی، و خط مشی های کشور در حوزه صنعت، عواملی هستند که در این تصمیم گیری دخالت دارند. ارزیابی و انتخاب پروژه های اثربخش تر و تخصیص بهینه منابع به این پروژه ها جزو تصمیمات استراتژیک سازمان محسوب شده و بسیار حائز اهمیت می باشد.

به دلیل روند افزایشی مصرف ظاهری فولاد طی سال های گذشته در جهان و همچنین تاثیری که صنعت فولاد بر توسعه اقتصادی، صنعتی، علمی، اجتماعی یک کشور می تواند داشته باشد، کشورهای صنعتی جهان مخصوصا کشورهای در حال توسعه هر کدام به دنبال کسب جایگاه ویژه ای در تولید این محصول بنیادین هستند. کشور

ایران نیز به عنوان بزرگ ترین تولید کننده فولاد در خاورمیانه و هفدهمین تولید کننده فولاد در جهان (سال ۲۰۱۰) از جایگاه ویژه ای در این صنعت برخوردار است. ایران می تواند با سرمایه گذاری و توسعه طرح های فولادی علاوه بر ایجاد مزایایی از قبیل اشتغال زایی، توسعه علمی و تکنولوژیکی صنعت فولاد، ایجاد رونق اقتصادی و صنعتی در مناطق محروم، جایگاه خود را در این صنعت ارتقا داده و به یکی از صادرکنندگان مطرح فولاد در جهان تبدیل شود.

سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران بر اساس ماموریت خود به تعریف پروژه های توسعه ای در حوزه معدن و صنایع معدنی می پردازد. این سازمان در نظر دارد به منظور استفاده اثربخش تر از منابع خود در تکمیل پروژه ها، تعدادی از پروژه های در حال اجرا را ارزیابی و بودجه لازم را به پروژه های منتخب تخصیص دهد. در مسائلی که تصمیم گیری با جمع آوری داده از افراد تصمیم گیرنده صورت می گیرد دقت نتایج به مقدار قابل توجهی به تکنیک های بکار رفته در این خصوص بستگی دارد. در بسیاری از مواقع، قضاوت های افراد تصمیم گیرنده اغلب همراه با عدم اطمینان بوده و نمی توان این قضاوت ها را با مقادیر عددی و به صورت دقیق بیان نمود(لی[۱]، یاماگوچی[۲] و نیگا[۳]، ۲۰۰۷)

بنابراین بکارگیری روش هایی که بتواند ابهام موجود در قضاوت های انسانی را به شکلی دقیق و مناسب در تصمیم گیری ها لحاظ کند، بسیار مناسب خواهد بود. کیفی بودن داده ها در امر ارزیابی، و همچنین کم بودن تعداد خبرگان این حوزه عواملی هستند که سبب شد تا در این پژوهش از تئوری سیستم های خاکستری در کنار تئوری مجموعه های مبهم استفاده شود تا نهایتا جمع آوری داده با حداکثر کیفیت صورت پذیرد. در ادامه ساختار مقاله به این صورت می باشد: در بخش ۲، اشاره ای به تحقیقات مرتبط با موضوع می شود در بخش ۳، به ارائه چارچوب نظری پرداخته می شود در بخش ۴، تئوری سیستم های خاکستری و در بخش ۵، تئوری مجموعه های مبهم معرفی می شوند در بخش ۶، به معرفی اجمالی برنامه ریزی آرمانی صفر و یک پرداخته می شود و در بخش ۷، روش پژوهش ارائه می شود در بخش ۸، رویکرد ارائه شده در یک مطالعه موردی بکار برده می شود و در بخش پایانی به ارائه نتایج پرداخته می شود.

۱. مروری بر ادبیات موضوع

در مساله ارزیابی و انتخاب پروژه پیشینه وسیعی وجود دارد که در اینجا به بررسی تعدادی از آن ها پرداخته می شود. جیانگ[۴] و کلاین[۵] (۱۹۹۹) از شبکه استراتژیک IS به عنوان یک روش مفید در برنامه ریزی ساختاری سیستم های اطلاعاتی به انتخاب پروژه های سیستم اطلاعاتی می پردازد. این روش یک رویکرد اقتضایی است که می تواند برای تعیین ارتباط استراتژیک سیستم اطلاعاتی با سازمان بکار برده شود. صولتی و همکاران (۲۰۰۵) با ارائه مدلی از DEA به اولویت بندی پروژه ها از طریق یک الگو می پردازند. الگوی ارزیابی به این صورت می باشد که افراد تصمیم گیرنده یک تعداد پروژه به طور فرضی با ورودی ها و خروجی ها و میزان اولویت مشخص تعریف می کنند سپس پروژه های واقعی با این مجموعه مقایسه و اولویت بندی می شوند. مزیتی که این مدل نسبت به سایر مدل های ارزیابی دارد در اولویت بندی پروژه های جدید می باشد و چنانچه پروژه جدیدی به پروژه های قبلی اضافه شود دیگر لزومی ندارد که تمامی پروژه ها مجددا اولویت بندی شوند. دی (۲۰۰۶) ، به ارزیابی و انتخاب پروژه های خطوط انتقال نفت می پردازد اودر مقاله خود با ارائه یک سیستم پشتیبانی از تصمیم به تحلیل پروژه ها با در نظر گرفتن بازار، جنبه های فنی و اثرات

محیطی و اجتماعی در یک چارچوب یکپارچه با بکارگیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی می پردازد. ایلت[۶] ، گولانی[۷] و شتوب[۸] (۲۰۰۸)، با ارائه یک رویکرد ترکیبی از DEA و BSC به ارزیابی و انتخاب پروژه های تحقیق و وتوسعه می پردازند. در این تحقیق به چهار چشم انداز BSC ، یک چشم انداز دیگر به نام عدم اطمینان اضافه شده است تا بدین وسیله بتوان ارزابی کاملتری از پروژه ها انجام داد. بگیچویچ[۹] ، دیوجک[۱۰] و هانجک[۱۱] (۲۰۱۰) ، از ANP به عنوان یکی از روش های تصمیم گیری چند معیاره و از BCR به عنوان یکی از روش های برنامه ریزی استراتژیک برای تصمیم گیری در خصوص اولویت بندی پروژه ها در موسسات آموزش عالی استفاده کرده اند. آسوشه، نالچیگر و جام پر از می (۲۰۱۰) با ارئه یک رویکرد ترکیبی از تحلیل پوششی داده ها و کارت امتیازی متوازن، به ارزیابی پروژه های IT می پردازند به طوری که ابتدا در چارچوب BSC معیارهایی برای ارزابی پروژه ها تعریف و سپس با استفاده از DEA پروژه ها رتبه بندی و انتخاب می شوند. پیررا[۱۲] ، ملون[۱۳] ، باتیستا[۱۴] و فراندو[۱۵] (۲۰۱۰) در مقاله خود یک رویکرد جدید برای اولویت بندی پورتفولیوی پروژه با یک روش کارا و مطمئن و بر اساس اهداف اصلی و استراتژیک سازمان ارائه می دهند. این روش به مدیران در توزیع بودجه سالیانه میان اقدامات اصلاحی کمک می نماید. شریفی اصفهانی(۱۳۸۰) با استفاده از یک مدل برنامه ریزی خطی صفر و یک و با در نظر گرفتن اولویت ها، اهداف و محدودیت های سازمان و تعامل متقابل بین پروژه های وابسته، ترکیبی از پروژه ها را انتخاب می کند. حق نگهدار (۱۳۸۷) با بکارگیری روش های متفاوت B/C ، کوله پشتی و منافع حاصل از پروژه با تعریف شاخص هایی در چهار دسته کلی اقتصادی، اجتماعی-خدماتی ، زیست محیطی و حمل و نقلی پروژه های راه سازی استان تهران را ارزیابی و اولویت بندی می نماید. شاه حسینی (۱۳۸۸) از دو تکنیک MAUT و TOPSIS برای ارزیابی و انتخاب پروژه های R&D در مرکز تحقیقات و نوآوری سایپا استفاده کرده است. در این تحقیق به منظور استخراج شاخص های ارزیابی از مدل BSC استفاده شده است.

۲. چارچوب نظری

پس از مطالعه و جمع بندی تحقیقات پیشین تعدادی شاخص مرتبط با پروژه های فولاد استخراج و با کمک از خبرگان در یک غربال سازی بخشی از آن ها حذف و تعدادی اضافه شد تا نهایتا شاخص هایی انتخاب شوند که به بهترین شکل بتوانند پروژه های توسعه ای فولاد را مورد ارزیابی قرار دهند شاخص های نهایی در جدول(۱) آورده شده است.

جدول (۱) شاخص های نهایی ارزیابی پروژه های توسعه ای فولاد

ردیف	نام شاخص	نوع	منابع
۱	منابع مالی مورد نیاز جهت اتمام پروژه	کمی	(ایلت،۲۰۰۸) (آسوشه،۲۰۱۰)(پیررا،۲۰۱۰)
۲	تطابق با اسناد بالا دستی سازمان و صنعت	کیفی	(شریفی اصفهانی،۱۳۸۰)(حق نگهدار،۱۳۸۷)
۳	نزدیکی پروژه به بازار مصرف محصول	کیفی	(خبرگان)
۴	اشتغال زایی پروژه	کمی	(خبرگان)
۵	مسائل زیست محیطی	کیفی	(حق نگهدار، ۱۳۸۷)
۶	مشکلات انتقال فناوری	کیفی	(آسوشه،۲۰۱۰)(جیانگ و کلاین،۱۹۹۹)

۳. تئوری سیستم های خاکستری

تئوری سیستم های خاکستری یک روش جدید در بررسی مسائل توام با عدم اطمینان با داده های کم و یا اطلاعات ضعیف می باشد. این تئوری بر روی سیستم هایی کار می کند که بخشی از اطلاعات آن شناخته شده و بخشی دیگر ناشناخته می باشد و از طریق تولید و گسترش اطلاعاتی که بخشی از آن شناخته شده است به توسعه اطلاعات ارزشمند می پردازد.

تئوری خاکستری یکی از تئوری های ریاضیاتی جدید که از مفهوم مجموعه خاکستری بدست آمده است و یک روش اثربخش در حل مسائل توام با عدم اطمینان با داده های مجزا و اطلاعات ناقص می باشد. این تئوری شامل پنج بخش اصلی می باشد که عبارتند از؛ پیش بینی خاکستری[۱۶]، تحلیل رابطه ای خاکستری[۱۷] ، تصمیم خاکستری[۱۸] ، برنامه ریزی خاکستری[۱۹] ، کنترل خاکستری[۲۰] (لی و همکاران، ۲۰۰۷).

عدد خاکستری: یک عدد خاکستری بازه ای به صورت بازه ای از اعداد است که کران پایین آن را با $\underline{G}$ و کران بالا را با $\overline{G}$ نشان می دهند و به صورت $\otimes G = [\underline{G}, \overline{G}]$ نمایش داده می شود. می توان اعداد خاکستری بازه ای را به شکل جمع نمایش داد. شکل جمع عدد خاکستری $\otimes G$ به صورت زیر می باشد:

$$\otimes G = \underline{G} + (\overline{G} - \underline{G})i \quad (۱-۳)$$

عدد خاکستری بازه ای به طور همزمان دارای قطعیت و عدم قطعیت می باشد. $\underline{G}$ قطعیت عدد خاکستری بازه ای را نشان می دهد و $(\overline{G} - \underline{G})i$ نشان دهنده عدم قطعیت عدد خاکستری بازه ای می باشد. بنابراین می توان عدد خاکستری بازه ای

را در فضای دوبعدی تبدیل و تفسیر نمود. چنانچه عدد خاکستری بازه ای را به شکل جمع بنویسیم، در فضای دوبعدی، محور X نشان دهنده مقدار قطعیت و محور Y نشان دهنده مقدار عدم قطعیت عدد خاکستری می باشد.

فاصله اعداد خاکستری: با استفاده از فضای دوبعدی می توان یک عدد خاکستری را مقیاس گذاری نمود و یا فاصله دو عدد خاکستری بازه ای را محاسبه نمود. چنانچه $\otimes A = [\underline{a}, \bar{a}], \otimes B = [\underline{b}, \bar{b}]$ دو عدد خاکستری باشند فاصله بین این دو عدد به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\rho(\otimes A, \otimes B) = \sqrt{(\underline{a} - \underline{b})^2 + (\bar{a} - \underline{a} - \bar{b} + \underline{b})^2} \quad (۳-۴)$$

تحلیل رابطه خاکستری یک تحلیل کمی بوده که برای اکتشاف شباهت و عدم شباهت میان عوامل در فرایندهای پویای در حال رشد بکار برده می شود. این تئوری یک وابستگی ارائه می دهد تا بتوان درجه ارتباط میان عوامل را اندازه گیری نموده به طوریکه هر چه شباهت بیشتر باشد، عوامل بیشتر به هم مربوط می شوند. GRA از درجه رابطه خاکستری برای اندازه گیری میزان ارتباط میان عوامل استفاده می کند(کونگ[۲۱] و ون[۲۲]، ۲۰۰۷). ضریب رابطه خاکستری[۲۳] : چنانچه $X = \{x_i \mid i \in I\}$ و $I = \{1, 2, \ldots, n\}$ فضای مربوط به سری های ما باشد و ما سری های اصلی را با x_0 و سری های تولید شده را با x_i نمایش دهیم آنگاه ضریب رابطه خاکستری به صورت زیر تعریف می شود:

$$x_0 = x_0(1), x_0(2), \ldots, x_0(n)$$
$$x_i = x_i(1), x_i(2), \ldots, x_i(n)$$
$$\gamma_{0i}(k) = \gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\min\min|x_0(k) - x_i(k)| + \zeta \max\max|x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \zeta \max\max|x_0(k) - x_i(k)|} \quad (۳-۴)$$

در رابطه بالا ζ ، ضریب تمایز نامیده می شود و مقدار آن $\zeta \in [0, 1]$ می باشد. $\gamma_{0i}(k)$ میزان نزدیکی میان دو سری مقایسه شونده را در نقطه k نشان می دهد(ان جی[۲۴]، ۱۹۹۴).

درجه رابطه خاکستری: درجه رابطه خاکستری در دو سری مقایسه شونده از طریق میانگین ضرایب رابطه خاکستری محاسبه می شود(همان منبع).

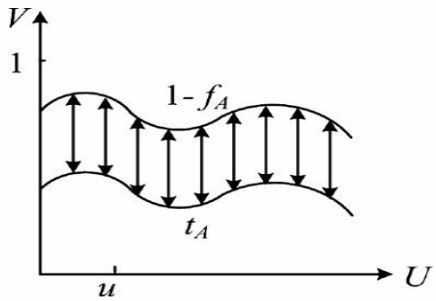
$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} \gamma(x_0(k), x_i(k)) \quad (۴-۴)$$

٤. تئوری مجموعه های مبهم[۲۵]

چنانچه $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ مجموعه مرجع باشد آنگاه مجموعه فازی A را که مجموعه ای از زوج های مرتب می باشد به صورت زیر نمایش می دهند:

$$A = \{(u_1, \mu_A(u_1)), (u_2, \mu_A(u_2)), \dots, (u_n, \mu_A(u_n))\}$$

به طوریکه μ_A ، تابع عضویت مربوط به مجموعه فازی A بوده و به صورت $\mu_A: U \to [0,1]$ می باشد. مقدار $\mu_A(u_i)$ نشان دهنده درجه عضویت u_i در مجموعه A است. به روشنی مشخص است که به ازای $\forall \mu_i \in U$ مقدار عضویت $\mu_A(u_i)$ ، یک مقدار منفرد بین صفر و یک است. گاو و همکاران در مقاله خود به این نکته اشاره کردند که وجود یک مقدار منفرد برای درجه عضویت، گواه عضویت و عدم عضویت u_i را با هم ترکیب کرده بدون آنکه نشان دهد که مقدار مربوط به هر یک چقدر می باشد. این امر سبب شد تا گاو و همکاران مفاهیم مجموعه های مبهم را ارائه نمایند(هونگ[۲۶] و چویی[۲۷]، ۲۰۰۰). یک مجموعه مبهم A از مجموعه مرجع U ، با یک تابع عضویت درست τ_A و تابع عضویت نادرست f_A توصیف می شود. $\tau_A(u)$ کران پایین درجه عضویت u برگرفته از گواه عضویت u و $f_A(u)$ کران پایین نقیض درجه عضویت، برگرفته از عدم گواه عضویت u می باشد. $\tau_A(u)$ و $f_A(u)$ هر دو یک عدد حقیقی در بازه [۰و۱] می باشند به طوریکه $\tau_A(u) + f_A(u) \le 1$ باشد. این رویکرد درجه عضویت مربوط به u را به زیر بازه ی $[\tau_A(u), 1 - f_A(u)]$ از بازه [۰و۱] محدود می کند. به بیان دیگر مقدار دقیق درجه عضویت $\mu_A(u)$ مربوط به u ممکن است نا شناخته باشد اما این مقدار در محدوده $\tau_A(u) \le \mu_A(u) \le 1 - f_A(u)$ قرار می گیرد(گاو و بیوهر،۱۹۹۳). یک مجموعه مبهم در R به صورت شکل۱ نمایش داده می شود:



شکل (۱) نمایش مجموعه مبهم

هنگامی که U پیوسته باشد، یک مجموعه مبهم A به صورت زیر نوشته می شود:

$$A = \int_U [\tau_A(u), 1 - f_A(u)]/u \qquad (u \in U)$$

معیار شباهت بین مجموعه های مبهم: ژانگ، هانگ[۲۸] و لی (۲۰۰۴) یک روش برای محاسبه معیار شباهت بین مقادیر مبهم $x = [\tau_x, 1 - f_x]$ ، $y = [\tau_y, 1 - f_y]$ ارائه داده اند.

$$S(x,y) = 1 - \frac{d(x,y)}{\sqrt{2}} \qquad (1-5)$$

$$d(x,y) = \sqrt{(t_x - t_y)^2 + \left(1 - f_x - (1 - f_y)\right)^2} \qquad (3-5)$$

برابر با فاصله بین x,y می باشد.

احتمال در مجموعه های مبهم: احتمال $x \geq y$ ، برای مقادیر مبهم $x = [t_x, 1 - f_x]$ و $y = [t_y, 1 - f_y]$ به صورت زیر تعریف می شود:

$$P(x \geq y) = \frac{\text{Max}\left(0, L(x) + L(y) - \text{Max}(0, 1 - f_y - t_x)\right)}{L(x) + L(y)}$$

بطوریکه

$L(x) = 1 - f_x - t_x$ ، $L(y) = 1 - f_y - t_y$ ، طول مقدار مبهم x,y می باشند.

قطعی کردن مقادیر مبهم: برای مقدار مبهم $x = [t_x, 1 - f_x]$ ، تابع قطعی سازی بصورت زیر می باشد:

$$Dfzz(x) = t_x/(t_x + f_x) \qquad (4-5)$$

مجموع وزنی مقادیر مبهم: برای n مقدار مبهم $x_i = [t_{x_i}, 1 - f_{x_i}]$ با بردار وزنی $w = \{w_1, w_2, \ldots, w_n\}$ که هر بردار وزن یک مقدار دقیق می باشد، مجموع وزنی $x_i (i = 1,2,\ldots,n)$ به صورت زیر تعریف می شود:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} w_i \times x_i = \left[\sum_{i=1}^{n} w_i \times t_i, 1 - \sum_{i=1}^{n} w_i \times f_i\right] \qquad (5-5)$$

به طوری که $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$ باشد.

۵. برنامه ریزی آرمانی صفر و یک[۲۹]

برنامه ریزی آرمانی یک تکنیک مهم برای تصمیم گیرندگان در حل مسائل تصمیم گیری با اهداف چندگانه به منظور دستیابی به یک مجموعه از جواب های رضایت بخش می باشد. ZOGP، یکی از متدولوژی های برنامه ریزی آرمانی می باشد که در آن مقادیر متغیرهای تصمیم فقط مقدار صفر یا یک به خود می گیرند. چنانچه $X_{ij} = 0$ باشد به معنی آنست که گزینه مورد نظر انتخاب نشده است و اگر $X_{ij} = 1$ باشد نشاندهنده این است که گزینه مورد نظر انتخاب شده است(پیلماز[۳۰] و داگ دیوایرن[۳۱] ، ۲۰۱۱).

۶. روش پژوهش

از آنجا که تحقیق حاضر با هدف ارزیابی و انتخاب بهینه پروژه های توسعه ای فولاد در سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی انجام می شود لذا این تحقیق از نوع کاربردی می باشد و به لحاظ گردآوری داده ها از نوع تحلیلی توصیفی است.جمع آوری داده ها در مطالعات میدانی با استفاده از پرسشنامه صورت گرفته است. طی دو

پرسشنامه که بین ۱۲ نفر از خبرگان توزیع گردید، اهمیت شاخص ها تعیین و ارزیابی پروژه ها بر اساس شاخص های کیفی صورت گرفت.

رویکرد ترکیبی پیشنهادی در این تحقیق به صورت زیر می باشد:

اگر مجموعه ی $A = \{A_1, A_2, \ldots, A_m\}$ یک مجموعه گسسته، متشکل از m پروژه فولاد (مجموعه گزینه ها) و مجموعه $C = \{C_1, C_2, \ldots, C_n\}$ ، مجموعه ای متشکل از n شاخص ارزیابی باشد و بردار وزن مربوط به هر شاخص را با مجموعه $W = \{W_1, W_2, \ldots, W_n\}$ نمایش دهیم و تعداد خبرگان را K نفر در نظر بگیریم، آنگاه برای پیاده سازی رویکرد ترکیبی ارزیابی و انتخاب پروژه باید قدم های زیر را طی نماییم:

قدم۱. محاسبه وزن مربوط به شاخص های ارزیابی: با توجه به کیفی بودن اکثر شاخص های ارزیابی و عدم قطعیت قضاوت های افراد در تعیین میزان اهمیت شاخص ها، در این پژوهش از یکی از روش های تصمیم گیری در شرایط عدم قطعیت استفاده شده است. بنابراین از طریق پرسشنامه و با استفاده از اعداد خاکستری، نظرات خبرگان جمع آوری و وزن معیارها به روش زیر محاسبه می گردد:

الف) از خبرگان خواسته می شود بر اساس تجربه و شناختی که نسبت به شاخص ها دارند، وزن مربوط به هر شاخص را به صورت متغیرهای کلامی که در جدول(۲) موجود می باشد، مشخص نمایند.

$$\otimes G_j^k = \left[\underline{G}_j^k, \overline{G}_j^k\right] \qquad j = 1,2,\ldots,n ; k = 1,2,\ldots,k$$

$\otimes G_j^k$ نشان دهنده وزن تخصیص داده شده به شاخص jام توسط خبره kام می باشد.

جدول۲- متغیرهای کلامی و اعداد خاکستری

ردیف	وزن شاخص ها	اعداد خاکستری
۱	خیلی کم(VL)	[۰/۰،۰/۱]
۲	کم(L)	[۰/۱،۰/۳]
۳	تقریبا کم (ML)	[۰/۳،۰/۴]
۴	متوسط (M)	[۰/۴،۰/۵]
۵	تقریبا زیاد (MH)	[۰/۵،۰/۶]
۶	زیاد (H)	[۰/۶،۰/۸]
۷	خیلی زیاد (VH)	[۰/۸،۱/۰]

ب) نوشتن اوزان به شکل جمع و تشکیل ماتریس D: بردار وزن شاخص ها را می توان به شکل یک ماتریس (ماتریس D) به صورت زیر نمایش داد:

$$D = \begin{bmatrix} \underline{G}_1^1 + \left(\overline{G}_1^1 - \underline{G}_1^1\right); & \underline{G}_1^2 + \left(\overline{G}_1^2 - \underline{G}_1^2\right); & \cdots & \underline{G}_1^k + \left(\overline{G}_1^k - \underline{G}_1^k\right); \\ \underline{G}_2^1 + \left(\overline{G}_2^1 - \underline{G}_2^1\right); & \underline{G}_2^2 + \left(\overline{G}_2^2 - \underline{G}_2^2\right); & \cdots & \underline{G}_2^k + \left(\overline{G}_2^k - \underline{G}_2^k\right); \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \underline{G}_n^1 + \left(\overline{G}_n^1 - \underline{G}_n^1\right); & \underline{G}_n^2 + \left(\overline{G}_n^2 - \underline{G}_n^2\right); & \cdots & \underline{G}_n^k + \left(\overline{G}_n^k - \underline{G}_n^k\right); \end{bmatrix}$$

در ماتریس D ، سطر j ام نشان دهنده اوزان مربوط به شاخص j ام است و ستون k ام نشان دهنده اوزان ارائه شده توسط خبره k ام می باشد.

ج) محاسبه وزن الگو: X_0 را به عنوان وزن الگو درنظر می گیریم که مقدار آن به صورت زیر محاسبه می شود:

$$X_0 = \max\{\underline{G}^k\} + \max\{\overline{G}_j^k - \underline{G}_j^k\} \quad (۲-۷)_i$$

د) محاسبه ضریب رابطه ای: براساس فرمول فاصله اقلیدسی، فاصله تک تک درایه های ماتریس D با وزن الگو محاسبه و ماتریس $\mathbb{R}(\rho_{0j}(k))$ تشکیل می شود.

$$\mathbb{R}(\rho_{0j}(k)) = \begin{bmatrix} \rho_{01}(1) & \rho_{01}(2) & \cdots & \rho_{01}(k) \\ \rho_{02}(1) & \rho_{02}(2) & \cdots & \rho_{02}(k) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{0n}(1) & \rho_{0n}(2) & \cdots & \rho_{0n}(k) \end{bmatrix}$$

در ماتریس $\mathbb{R}(\rho_{0j}(k))$ ، مقادیر $\max_k \max \rho_{0j}(k)$ و $\min_k \min \rho_{0j}(k)$ را محاسبه کرده و سپس با استفاده از رابطه زیر برای هر درایه ماتریس $\mathbb{R}(\rho_{0j}(k))$ ، ضریب رابطه ای بدست می آید و ماتریس $\mathbb{R}(\gamma_{0j}(k))$ تشکیل می شود.

$$\gamma_{0j}(k) = \frac{\min_k \min \rho_{0j}(k) + \zeta \max_k \max \rho_{0j}(k)}{\rho_{0j}(k) + \zeta \max_k \max \rho_{0j}(k)} \quad (۲-۷)$$

ζ عددی در بازه $(0,1)$ است که معمولا برابر $\zeta = \frac{1}{2}$ در نظر گرفته می شود. $\gamma_{0j}(k)$ ، ضریب رابطه ای مربوط به خبره k ام و بین دو عدد خاکستری X_0, X_j می باشد.

$$\mathbb{R}(\gamma_{0j}(k)) = \begin{bmatrix} \gamma_{01}(1) & \gamma_{01}(2) & \cdots & \gamma_{01}(k) \\ \gamma_{02}(1) & \gamma_{02}(2) & \cdots & \gamma_{02}(k) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{0n}(1) & \gamma_{0n}(2) & \cdots & \gamma_{0n}(k) \end{bmatrix}$$

ه) محاسبه درجه رابطه ای: درجه رابطه ای بین دو عدد خاکستری $\otimes x_0, \otimes x_j$ به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\gamma(\otimes x_0, \otimes x_j) = \frac{1}{k}\sum_{k=1}^{k} \gamma_{0j}(k) \quad (۲-۷)$$

و) محاسبه وزن نهایی: w_j نشان دهنده وزن مربوط به شاخص j ام است که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$w_j = \frac{\gamma(\otimes x_0, \otimes x_j)}{\sum_{j=1}^{n} \gamma(\otimes x_0, \otimes x_j)} \quad (۴-۷)$$

قدم۲. تشکیل ماتریس تصمیم$(\mathbb{R}^K)$: خبرگان به ارزیابی پروژه های مختلف بر اساس شاخص های کیفی می پردازند و نتیجه ارزیابی به صورت متغیرهای کلامی از تئوری مبهم مطابق جدول(۳) مشخص می شود.

جدول (۳) متغیرهای کلامی و اعداد مبهم

ردیف	امتیاز هر گزینه از نظر شاخص ها	مقدار مبهم
۱	خیلی ضعیف(VP)	[۰/۰،۰/۱]
۲	ضعیف(P)	[۰/۱،۰/۳]
۳	تقریبا ضعیف (MP)	[۰/۳،۰/۴]
۴	متوسط(F)	[۰/۴،۰/۵]
۵	تقریبا خوب(MG)	[۰/۵،۰/۶]
۶	خوب(G)	[۰/۶،۰/۸]
۷	خیلی خوب(VG)	[۰/۸،۱/۰]

ارزیابی خبره k ام از پروژه های مختلف به صورت ماتریس زیر می باشد:

$$R^K = \begin{bmatrix} R^K_{11} & R^K_{12} & \cdots & R^K_{1n} \\ R^K_{21} & R^K_{22} & \cdots & R^K_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R^K_{m1} & R^K_{m2} & \cdots & R^K_{mn} \end{bmatrix}$$

به طوری که $R^K_{ij}(i=1,\ldots,m;\ j=1,\ldots,n)$ ، نشان دهنده امتیاز داده شده توسط خبره K ام به گزینه iام از نظر شاخص jام می باشد.

قدم۳. تعیین میزان اهمیت افراد تصمیم گیرنده بر اساس تطابق ارجحیت در گروه تصمیم:اهمیت نظرات افراد تصمیم گیرنده بر اساس دو بردار وزن ذهنی و عینی تعیین می شود.

الف) تعیین میزان اهمیت افراد تصمیم گیرنده بر اساس نظر پژوهشگر (وزن ذهنی): به تصمیم گیرندگان مختلف بر اساس تجربه کاری مرتبط با موضوع تصمیم و با استفاده از متغیرهای کلامی، یک وزن تخصیص داده می شود. بردار وزن ذهنی به صورت $D=(D^1,D^2,\ldots,D^K)$ است که پس از قطعی سازی و نرمال کردن، با بردار $W=(W^1,W^2,\ldots,W^K)$ نمایش داده می شود.

ب) تعیین میزان اهمیت افراد تصمیم گیرنده بر اساس تطابق ارجحیت در گروه تصمیم (وزن عینی):از آنجا که تصمیم نهایی باید به نظر اکثر تصمیم گیرندگان نزدیک باشد بنابراین برای افرادی که نظرشان با نظر گروه تطابق بیشتری دارد، وزن بیشتری در نظر گرفته می شود. محاسبه شباهت بین نظرات تصمیم گیرندگان pام و qام به صورت زیر خواهد بود:

$$S_{pq} = S(R^p,R^q) = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} S(R^p_i,R^q_i) \qquad (۵-۷)$$

بنابراین ماتریس تطابق ارجحیت برای تمام تصمیم گیرندگان به صورت زیر خواهد بود:

$$S = [S_{pq}] = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1K} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2K} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{K1} & S_{K2} & \cdots & S_{KK} \end{bmatrix}$$

ماتریس S، یک ماتریس متقارن می باشد. با جمع سطری این ماتریس، بردار وزن مشابهت $h=(h^1,h^2,\ldots,h^K)$ بدست می آید به طوریکه:

$$h^K = \frac{\sum_{q=1, q\neq k}^{k} S_{kq}}{\sum_{p=1}^{k}\sum_{q=1, q\neq p}^{k} S_{pq}} = \frac{\sum_{q=1}^{k} S_{kq} - 1}{\sum_{p=1}^{k}\sum_{q=1}^{k} S_{pq} - k} \qquad (۶-۷)$$

از آنجا که بردار h از ماتریس ارجحیت مربوط به تمام تصمیم گیرندگان حاصل می شود به آن بردار وزنی عینی گفته می شود. در اینجا یک بردار h^K (وزن عینی) و یک w^K (وزن ذهنی) مربوط به kامین تصمیم گیرنده وجود دارد. برای دست یابی به بردار وزن تعدیل شده $d = \{d^1, d^2, \ldots, d^K\}$ از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$d^K = a \times w^K + (1 - a) \times h^K \qquad k = 1,2,\ldots,K \qquad (۷-۷)$$

به طوری که $a \in [0,1]$ نشان دهنده ارجحیت اوزان ذهنی نسبت به اوزان عینی می باشد. هر چه a بزرگتر باشد ارجحیت اوزان ذهنی نسبت به اوزان عینی بیشتر است.

قدم۴. ادغام ماتریس تصمیم تمام تصمیم گیرندگان و تشکیل ماتریس تصمیم کلی: ماتریس تصمیم کلی به صورت زیر نوشته می شود:

$$G = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & \cdots & G_{1n} \\ G_{21} & G_{22} & \cdots & G_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ G_{m1} & G_{m2} & \cdots & G_{mn} \end{bmatrix}$$

$$G_{ij} = \sum_{k=1}^{K} d^K \times R_{ij}^K = \left[\sum_{k=1}^{K} d^K \times t_{R_{ij}^K}, 1 - \sum_{k=1}^{K} d^K \times f_{R_{ij}^K}\right] \qquad (۸-۷)$$

هر سطر G_i در ماتریس G ، نشان دهنده ارزیابی گزینه های A_i توسط کل گروه تصمیم می باشد.

قدم۵. ضرب اوزان شاخص ها در ماتریس تصمیم کلی و تشکیل ماتریس تصمیم موزون: ماتریس تصمیم موزون به صورت زیر نوشته می شود:

$$F = \begin{bmatrix} F_{11} & F_{12} & \cdots & F_{1n} \\ F_{21} & F_{22} & \cdots & F_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_{m1} & F_{m2} & \cdots & F_{mn} \end{bmatrix}$$

$$F_{ij} = W_j \times G_{ij} = \left[W_j \times t_{G_{ij}}, 1 - \left(W_j \times f_{G_{ij}}\right)\right] \qquad (i = 1,\ldots,m; j = 1,\ldots,n) \qquad (۹-۷)$$

قدم۶. محاسبه ماتریس احتمال مربوط به تمام گزینه ها: ماتریس P ، ماتریس احتمال مربوط به تمام گزینه ها می باشد:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{m1} & P_{m2} & \cdots & P_{mn} \end{bmatrix}$$

$$P_{il} = P(F_i \geq F_l) = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} P(F_{ij} \geq F_{lj}) \qquad (۱۰-۷)$$

. قدم۷. محاسبه بردار وزن مربوط به هر گزینه: با استفاده از رابطه زیر، بردار وزن مربوط به هر گزینه محاسبه می شود:

$$e_i = \frac{\sum_{l=1}^{m} P_{il} + \frac{m}{2} - 1}{m(m-1)} \qquad (۱۱-۷)$$

قدم۸. تشکیل مدل آرمانی صفر و یک: اوزان بدست آمده برای هر پروژه به صورت یک محدودیت در مدل آرمانی صفر و یک وارد می شوند. محدودیت های آرمانی مربوط به شاخص های کمی نیز در کنار این محدودیت قرار گرفته و نهایتا

بر اساس وزنی که به متغیرهای انحراف از آرمان در تابع هدف تعلق می گیرد مناسب ترین پروژه ها انتخاب می شوند. شکل کلی برنامه ریزی آرمانی صفر و یک به صورت زیر می باشد:

$$\text{Min } Z = \sum_{r=1}^{s} (W_r^- d_r^- + W_r^+ d_r^+) + W_V d_{\tilde{V}ague}^- \qquad (۱۲-۷)$$

St:

$$\sum_{i=1}^{m} a_{ri} X_i + d_r^- - d_r^+ = b_r \qquad (r = ۱,\dots,s) \qquad (۱۳-۷)$$

$$W_i^{Vague} X_i + d_{\tilde{V}ague}^- - d_{\tilde{V}ague}^+ = ۱ \qquad (i = ۱,۲,\dots,m) \qquad (۱۴-۷)$$

$$d_r^-, d_r^+ \geq ۰$$
$$d_{\tilde{V}ague}^-, d_{\tilde{V}ague}^+ \geq ۰$$
$$X_i = ۰ \text{ OR } ۱$$

X_i نشان دهنده پروژه i ام می باشد

d_r^-, d_r^+ متغیرهای انحراف از آرمان مربوط به شاخص های کمی

b_r سطح تمایل آرمان r ام

a_{ri} ضرایب فنی مدل

W_i^{Vague} ، وزن پروژه i ام بدست آمده از تئوری مبهم بر اساس شاخص های کیفی

$d_{\tilde{V}ague}^-, d_{\tilde{V}ague}^+$ ، متغیرهای انحراف از آرمان مربوط به وزن پروژه ها

W_r^-, W_r^+, W_V اعداد مثبتی هستند که وزن های تخصیص داده شده به متغیرهای انحراف از آرمان در تابع هدف را نشان می دهند.

s ، تعداد شاخص های کمی

۷. مطالعه موردی و تحلیل نتایج

در این پژوهش به ارزیابی ۱۰ پروژه توسعه ای فولاد بر اساس شش شاخص استخراج شده از چارچوب نظری پرداخته می شود که مراحل آن به صورت زیر می باشد:

قدم۱: از طریق پرسشنامه هایی که میان خبرگان توزیع شده است از آن ها خواسته شده که مقدار اهمیت هر شاخص را به شکل متغیرهای کلامی تعیین نمایند سپس متغیرهای کلامی به اعداد خاکستری تبدیل شده و در قالب یک ماتریس (ماتریس D) به صورت زیر نوشته شده است. پس از محاسبه ضریب و درجه رابطه ای وزن شاخص ها بدست می آید. وزن مربوط به هر شاخص در جدول (۴) آورده شده است.

$D =$

جدول(۴) وزن شاخص ها

ردیف	نام شاخص	وزن
۱	منابع مالی مورد نیاز جهت اتمام پروژه	۰/۲۰۷
۲	تطابق با اسناد بالا دستی سازمان و صنعت	۰/۱۵۸
۳	نزدیکی پروژه به بازار مصرف محصول	۰/۱۶۲
۴	اشتغال زایی	۰/۱۳۷
۵	مسائل زیست محیطی	۰/۱۵۳
۶	مشکلات انتقال فناوری	۰/۱۸۳

قدم۲: تشکیل ماتریس تصمیم (R^K) خبرگان به ارزیابی پروژه های مختلف بر اساس شاخص های کیفی پرداخته و نتیجه ارزیابی را به صورت متغیرهای کلامی مشخص می نمایند. به منظور آگاهی از نظرات خبرگان، میانگین نظرات آن ها در جدول(۵) آورده شده است.

جدول (۵) میانگین نظرات خبرگان در ارزیابی پروژه ها بر اساس شاخص های کیفی

ردیف	کد پروژه	میانگین نظرات
۱	F۰۱	۰/۱۲۹
۲	F۰۲	۰/۰۹۰
۳	F۰۳	۰/۱۰۳
۴	F۰۴	۰/۰۹۵
۵	F۰۵	۰/۱۲۴
۶	F۰۶	۰/۰۹۱
۷	F۰۷	۰/۰۸۶
۸	F۰۸	۰/۱۰۲
۹	F۰۹	۰/۰۹۶
۱۰	F۱۰	۰/۰۸۵

۷. ۱. تعیین اهمیت افراد تصمیم گیرنده بر اساس دو بردار وزن عینی و ذهنی

۷. ۱. ۱. تعیین میزان اهمیت افراد تصمیم گیرنده بر اساس نظر پژوهشگر (وزن ذهنی):به تصمیم گیرندگان مختلف بر اساس تجربه کاری مرتبط با موضوع تصمیم و با استفاده از متغیرهای کلامی، یک وزن تخصیص داده می شود.

۷. ۱. ۲. تعیین میزان اهمیت افراد تصمیم گیرنده بر اساس تطابق ارجحیت در گروه تصمیم(وزن عینی):با بکارگیری روابط (۷-۵) و (۷-۶) ماتریس تطابق ارجحیت (ماتریس S) و بردار وزن عینی (h) به صورت زیر می باشد:

$h =$

با استفاده از رابطه (۷-۷) و در نظر گرفتن مقدار ۰/۲ برای α بردار وزن تعدیل شده (بردار d) به صورت جدول۶ محاسبه می شود.

جدول(۶) اوزان تعدیل شده(نهایی) مربوط به خبرگان

ردیف	تصمیم گیرنده	وزن تعدیل شده (d)
۱	خبره ۱	۰/۰۸۱
۲	خبره ۲	۰/۰۸۰
۳	خبره ۳	۰/۰۸۴
۴	خبره ۴	۰/۰۸۱
۵	خبره ۵	۰/۰۷۹
۶	خبره ۶	۰/۰۸۲
۷	خبره ۷	۰/۰۸۳
۸	خبره ۸	۰/۱۰۰
۹	خبره ۹	۰/۰۸۳
۱۰	خبره ۱۰	۰/۰۸۱
۱۱	خبره ۱۱	۰/۰۸۴
۱۲	خبره ۱۲	۰/۰۸۳

۲.۷. تشکیل ماتریس تصمیم کلی

با استفاده از رابطه (۷-۸) و ادغام ماتریس تمام تصمیم گیرندگان، ماتریس G محاسبه می شود و با استفاده از رابطه (۷-۹)، بردار وزن مربوط به شاخص های کیفی پس از نرمال سازی در ماتریس G ضرب و ماتریس F حاصل می شود که به صورت زیر می باشد:

$$F = \begin{bmatrix} [\cdot/۱۳۹,\cdot/۲۴۶],[\cdot/۱۸۱,\cdot/۹۷۵],[\cdot/۱۱۳,\cdot/۲۱۱],[\cdot/۱۳۶,\cdot/۹۰۴] \\ [\cdot/۱۱۷,\cdot/۲۲۹],[\cdot/۰۸۱,\cdot/۸۵۴],[\cdot/۰۸۰,\cdot/۸۷۲],[\cdot/۱۳۸,\cdot/۹۰۶] \\ [\cdot/۱۱۵,\cdot/۲۱۹],[\cdot/۱۰۱,\cdot/۸۷۴],[\cdot/۱۱۳,\cdot/۲۰۳],[\cdot/۱۳۸,\cdot/۹۰۶] \\ [\cdot/۱۳۰,\cdot/۲۴۲],[\cdot/۰۹۵,\cdot/۸۷۸],[\cdot/۰۷۹,\cdot/۸۶۸],[\cdot/۱۳۸,\cdot/۹۰۶] \\ [\cdot/۱۱۷,\cdot/۲۲۸],[\cdot/۱۰۵,\cdot/۸۸۳],[\cdot/۱۶۰,\cdot/۲۷۳],[\cdot/۱۳۶,\cdot/۹۰۴] \\ [\cdot/۱۱۰,\cdot/۲۰۹],[\cdot/۰۸۴,\cdot/۸۶۲],[\cdot/۰۸۶,\cdot/۸۷۴],[\cdot/۱۳۸,\cdot/۹۰۶] \\ [\cdot/۱۱۰,\cdot/۲۰۹],[\cdot/۰۷۲,\cdot/۸۵۴],[\cdot/۰۷۷,\cdot/۸۶۶],[\cdot/۱۳۸,\cdot/۹۰۶] \\ [\cdot/۱۴۰,\cdot/۲۴۰],[\cdot/۱۲۹,\cdot/۹۲۳],[\cdot/۰۶۵,\cdot/۸۶۳],[\cdot/۱۳۸,\cdot/۹۰۶] \\ [\cdot/۱۴۰,\cdot/۲۸۶],[\cdot/۱۳۸,\cdot/۹۲۴],[\cdot/۰۵۱,\cdot/۸۵۵],[\cdot/۰۸۳,\cdot/۸۹۵] \\ [\cdot/۱۸۲,\cdot/۲۷۸],[\cdot/۱۵۳,\cdot/۹۴۸],[\cdot/۰۱۱,\cdot/۸۱۳],[\cdot/۰۷۲,\cdot/۸۳۶] \end{bmatrix}$$

۳.۷. محاسبه ماتریس احتمال و بردار وزن مربوط به هر گزینه

با بکارگیری رابطه (۷-۱۰) ماتریس احتمال مربوط به تمام گزینه ها (ماتریس P) محاسبه و با استفاده از رابطه (۷-۱۱) وزن مربوط به هر گزینه بدست می آید. اوزان مربوط به پروژه ها در جدول(۷) موجود است.

جدول(۷) وزن مربوط به هر پروژه

ردیف	کد پروژه	وزن
۱	F۰۱	۰/۱۰۲۱
۲	F۰۲	۰/۰۹۹۲
۳	F۰۳	۰/۱۰۰۱
۴	F۰۴	۰/۰۹۹۷
۵	F۰۵	۰/۱۰۱۲
۶	F۰۶	۰/۰۹۹۲
۷	F۰۷	۰/۰۹۹۸
۸	F۰۸	۰/۱۰۰۳
۹	F۰۹	۰/۱۰۰۰
۱۰	F۱۰	۰/۰۹۹۳

۴.۷. تشکیل مدل آرمانی صفر و یک و انتخاب پروژه های ارجح

$$\text{Min } Z = d_1^- + d_2^- + d_{\text{Vague}}^-$$

St:

$$۲۳۶۰X_1 + ۲۳۲۰X_2 + ۴۱۸۰X_3 + ۲۲۳۰X_4 + ۴۰۰۰X_5 + ۲۲۷۰X_6 + ۲۹۱۰X_7 + ۲۹۵۰X_8 + ۲۰۰X_9 + ۱۰۰X_{10} + d_1^- - d_1^+ = ۸۵۹۰$$

$$۷۷۰X_1 + ۸۵۰X_2 + ۸۰۰X_3 + ۷۷۰X_4 + ۸۲۰X_5 + ۸۰۰X_6 + ۷۵۰X_7 + ۸۵۰X_8 + ۳۰۰۰X_9 + ۴۰۰X_{10} + d_2^- - d_2^+ = ۵۰۰۰$$

$$۰/۱۰۲۱X_1 + ۰/۰۹۹۲X_2 + ۰/۱۰۰۱X_3 + ۰/۰۹۹۷X_4 + ۰/۱۰۱۲X_5 + ۰/۰۹۹۲X_6 + ۰/۰۹۹۸X_7 + ۰/۱۰۰۳X_8 + ۰/۱۰۰۰X_9 + ۰/۰۹۹۳X_{10} + d_{\text{Vague}}^- - d_{\text{Vague}}^+ = ۱$$

$$d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq ۰$$

$$d_{\text{Vague}}^-, d_{\text{Vague}}^+ \geq ۰$$

$$X_i = ۰ \text{ OR } ۱ \qquad i = ۱,۲,\ldots,۱۰$$

با حل این مدل در نرم افزار Lingo متغیرهای x۱,x۶,x۸,x۹,x۱۰ مساوی یک می شوند که نشان دهنده پروژه های انتخابی می باشد.

نتیجه گیری

در تحقیق حاضر سعی شده است تا با بکارگیری تئوری سیستم های خاکستری، تئوری مجموعه های مبهم که هر دو حالت توسعه یافته تئوری فازی می باشند و برای ارزیابی شاخص های کیفی بسیار مناسب هستند استفاده شود تا بدین وسیله دقت و کیفیت فرایند ارزیابی تا حد مطلوبی افزایش یابد و در پایان با استفاده از یک مدل برنامه ریزی آرمانی پروژه های ارجح انتخاب شوند. رویکرد ترکیبی مورد استفاده در این پژوهش به ارزیابی و انتخاب دقیق پروژه ها بر اساس معیارهای کمی و کیفی به طور همزمان می پردازد و دارای قابلیت های زیر است:

امکان استفاده از معیارهای متعددی از نوع کمی و کیفی در فرایند ارزیابی و انتخاب پروژه ها وجود دارد.

اهمیت هر یک از شاخص های ارزیابی مطابق نظر خبرگان و با دقت بالا تعیین می شود.

میزان اهمیت نظرات تصمیم گیرندگان که در فرایند ارزیابی بسیار تاثیر گذار است به صورت ذهنی و عینی تعیین می شود.

مقدار دستیابی به هر یک از اهداف کمی محاسبه و میزان تحقق یا عدم تحقق آن ها نسبت به آرمان های تعیین شده مشخص می شود.

این رویکرد ترکیبی برای تصمیم گیرندگان این امکان را فراهم می کند که برای وضعیت های مختلف به ارائه سنازیو بپردازند.

به دلیل ساده بودن مفاهیم مطرح شده در این رویکرد می توان از نرم افزارهای غیر تخصصی مانند Excel در انجام محاسبات تئوری خاکستری و تئوری مبهم استفاده نمود.

منابع:

حق نگهدار، ل: ۱۳۸۷. "ارزیابی و اولویت بندی پروژه های راه سازی استان تهران با روش های متفاوت B/C و کوله پشتی و منافع حاصل از پروژه"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران،

شاه حسینی، ل: ۱۳۸۸. "اولویت بندی پروژه های R&D در مرکز تحقیقات و نوآوری سایپا با استفاده از تکنیک MAUT و TOPSIS"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران،

شریفی اصفهانی، ح۱۳۸۰.: " انتخاب پرتفولیوی پروژه با استفاده از مدل صفر و یک"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران،

Asosheh A, Nalchigar S, Jamporazmey M. (۲۰۱۰). Information technology project evaluation: An integrated data envelopment analysis and balanced scorecard approach. Expert Systems with Applications, ۳۷, pp. ۵۹۳۱–۵۹۳۸.

Begicevic N, Divjak B, Hunjak T. (۲۰۱۰). Decision-making on prioritization of projects in higher education institutions using the analytic network process approach. CEJOR, ۱۸,pp. ۳٤۱–۳٦٤.

Dey PK.(۲۰۰٦). Integrated project evaluation and selection using multiple-attribute decision-making technique. Int. J. Production Economics, ۱۰۳,pp. ۹۰–۱۰۳.

Eilat H, Golany B, Shtub A. (۲۰۰۸). R&D project evaluation: An integrated DEA and balanced scorecard approach. Omega, ۳٦ ,pp. ۸۹٥– ۹۱۲.

Gau WL, Buehrer DJ. (۱۹۹۳). Vague Sets. IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics, ۲۳(۲),pp. ٦۱۰–٦۱٤.

Geng X, Chu X, Zhang Z. (۲۰۱۰). A new integrated design concept evaluation approach based on vague sets. Expert Systems with Applications, ۳۷pp., ٦٦۲۹–٦٦۳۸.

Hong D, Choi C. (۲۰۰۰). Multicriteria fuzzy decision-making problems based on vague set theory. Fuzzy Sets and Systems, ۱۱٤ pp., ۱۰۳-۱۱۳.

Jiang J, Klein G. (۱۹۹۹). Project selection criteria by strategic orientation. Information & Management, ۳٦ pp., ٦۳-۷٥.

Kung CY, Wen KL. (۲۰۰۷). Applying Grey Relational Analysis and Grey Decision-Making to evaluate the relationship between company attributes and its financial performance-A case study of venture capital enterprises in Taiwan. Decision Support Systems, ٤۳,pp. ۸٤۲–۸٥۲.

Li GD, Yamaguchi D, Nagai M. (۲۰۰۷). A grey-based decision-making approach to the supplier selection problem. Mathematical and Computer Modeling, ٤٦,pp. ٥۷۳-٥۸۱.

Ng D. (۱۹۹٤). Grey System and Grey Relational Model. ACM SIGICE Bulletin, ۲۰, ۲-۹.

Sowlati T, Paradi JC, Suld C. (۲۰۰٥). Information systems project prioritization using data envelopment analysis. Mathematical and Computer Modeling, ٤۱,pp. ۱۲۷۹-۱۲۹۸.

Yilmaz B, Dagdeviren M.(۲۰۱۱). A combined approach for equipment selection: F-PROMETHEE method and zero–one goal programming. Expert Systems with Applications, ۳۸ ,pp. ۱۱٦٤۱–۱۱٦٥۰

Zhang DF, Huang SL, Li F.(۲۰۰٤). An approach to measuring the similarity between Vague sets. Journal of Huazhong University of Science and Technology, ۳۲(٥), pp. ٥۹–٦۰.

پی‌نوشت

[۱] *Li*
[۲] *Yamaguchi*
[۳] *Nagai*
[٤] *Jiang*
[٥] *Klein*
[٦] *Eilat*
[۷] *Golany*
[۸] *Shtub*
[۹] *Begicevic*
[۱۰] *Divjak*
[۱۱] *Hunjak*
[۱۲] *Perera*
[۱۳] *Melon*
[۱٤] *Bautista*
[۱٥] *Ferrando*

[۱۶] *Grey prediction*
[۱۷] *Grey relational analysis*
[۱۸] *Grey decision*
[۱۹] *Grey programming*
[۲۰] *Grey control*
[۲۱] *Kung*
[۲۲] *Wen*
[۲۳] *Grey relational coefficient*
[۲۴] *Ng*
[۲۵] *Vague sets theory*
[۲۶] *Hong*
[۲۷] *Choi*
[۲۸] *Huang*
[۲۹] *Zero-One Goal Programming*
[۳۰] *Yilmaz*
[۳۱] *Dagdeviren*