

سیستم خبره‌ی فازی برای تعیین هزینه‌های اقتضایی^۱ (پیش‌آیندی) پروژه‌های نفت و گاز توسط رگرسیون خطی و منطق فازی (مطالعه‌ی موردی: ناحیه‌ی C- از پروژه‌ی توسعه‌ی فازهای ۱۸۰۱۷ میدان گازی پارس جنوبی)

میثم جعفری اسکندری*، جواد بهرامی • دانشگاه پیام نور مرکز تهران |

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۵/۰۱/۲۲

تاریخ ارسال به بازرین: ۹۵/۰۱/۲۲

تاریخ پذیرش بازرین: ۹۵/۰۱/۲۵

واژگان کلیدی:

سیستم خبره‌ی فازی، هزینه‌ی اقتضایی، منطق فازی، مدیریت ریسک، مدیریت هزینه، تحلیل رگرسیون

صنعت نفت و گاز روزبه‌روز در حال پیچیده‌تر شدن و سرشار از تغییرات، ریسک‌ها و عدم قطعیت‌هایی است که ناشی از وجود ریسک در پروژه‌ها هستند. بنابراین توجه به هزینه‌های ناشی از این ریسک‌ها و محاسبه‌ی آنها ضرورتی غیرقابل اجتناب است. بنابراین باید هزینه‌های ناشی از این ریسک‌ها که آنرا هزینه‌ی اقتضایی یا پیش‌آیندی می‌گویند محاسبه و به هزینه‌ی پایه اضافه شود تا قیمت پیشنهادی برای مناقصه به‌دست آید. در این مقاله به منظور تعیین هزینه‌ی اقتضایی پروژه‌های نفت و گاز، توسط رگرسیون خطی و منطق فازی، سیستم خبره‌ی فازی طراحی می‌شود که نسبت به سایر روش‌ها هم از اطمینان لازم برخوردار است و هم انعطاف کافی دارد. اطمینان این سیستم ناشی از تحلیل رگرسیونی و انعطاف آن مبتنی بر منطق فازی است. در این مطالعه ابتدا با استفاده از ادبیات موضوع و مصاحبه، عوامل ریسک یا متغیرهای مؤثر بر هزینه‌ی اقتضایی پروژه‌های نفت و گاز شناسایی می‌شود، سپس بر اساس تحلیل رگرسیون رابطه‌ی آنها به‌عنوان متغیر مستقل مؤثر بر متغیر وابسته که همان هزینه‌ی اقتضایی است بررسی و تحلیل شده و رابطه‌ی بین آنها به‌دست می‌آید. سپس با استفاده از منطق فازی، بزرگی یا سهم هر یک از عوامل ریسک (که بر اساس دو عامل احتمال وجود و شدت تأثیر هر یک از ریسک‌ها مشخص می‌شود) تعیین و در رابطه‌ی رگرسیونی وارد می‌گردد و هزینه‌ی اقتضایی پروژه به‌دست می‌آید.

مقدمه

معمولاً پیمانکاران به‌صورت سنتی هزینه‌های اقتضایی پروژه‌ها را به‌روش تجربی به‌صورت ۱۰ درصد از هزینه‌ی پایه‌ی پروژه و به‌عنوان هزینه‌ی ناشی از ریسک در نظر می‌گیرند [۲] که این روش، ذهنی و مبتنی بر سوابق و تجارب پیمانکار است و به‌همین دلیل ممکن است خطای زیادی داشته باشد؛ چراکه هنگام برآورد ممکن است عوامل زیادی بر ذهنیت پیمانکار اثر بگذارد. این روش خودسرانه و غیرقابل توجیه از دلایلی است که برخلاف فرآیند برنامه‌ریزی شده، بسیاری از پروژه‌ها را در روند اجرا با شکست مواجه می‌کند. پیمانکاران، مالکان و شرکای مالی پروژه‌ها در بخش‌های خصوصی و دولتی معمولاً به‌منظور ارائه‌ی بودجه‌ی کافی برای کل پروژه نیازمند برآوردی دقیق از هزینه‌ی پروژه‌های خود هستند. هزینه‌ی پروژه‌ها معمولاً از دو بخش تشکیل می‌شود؛ بخش اول که قطعی و حتمی است و ریسک ندارد مربوط به هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم پروژه بوده و در مرحله‌ی برآورد هزینه با روش‌های مختلفی قابل برآورد و تخمین است. اما بخش دوم هزینه‌هایی است که به‌عنوان بودجه‌ای برای مواجهه با عدم قطعیت‌ها، ابهامات و ریسک‌ها در طول فرآیند طراحی و اجرای پروژه اختصاص می‌یابد که به‌عنوان هزینه‌ی اقتضایی شناخته می‌شود. روش‌های مختلفی برای برآورد هزینه‌های اقتضایی در پروژه‌ها وجود

صنعت نفت و گاز که در توسعه‌ی اقتصادی کشورهای نفت‌خیز جایگاه قابل توجهی دارد روزبه‌روز در حال پیچیده‌تر شدن است. رقابت سبب ایجاد کسب و کاری پرریسک در صنعت نفت و گاز می‌شود که به‌دلیل رقابتی بودن و پویایی این صنعت، این کسب و کار همیشه با ابهام و عدم قطعیت همراه است. ابهامات و عدم قطعیت‌ها در تمامی مراحل روند پروژه (از مرحله‌ی تعریف تا اتمام آن)، پروژه را با ریسک‌های زیادی درگیر می‌کند و ممکن است روند اجرای پروژه را در هر یک از این مراحل متوقف کرده یا سبب تأخیر و زیان در اجرای آن شود. ابهامات و عدم قطعیت‌ها غیرقابل اجتناب است و در تمام نقاط جهان صنعت نفت و گاز به‌عنوان صنعتی سرشار از عدم قطعیت و تصمیم‌گیری‌های غیرقابل بازگشت شناخته می‌شود و بنابراین باید برای مواجهه با این ریسک‌ها رویکرد مناسبی اتخاذ گردد. یکی از این رویکردها تعیین هزینه‌ی اقتضایی بر اساس وجود همین ریسک‌ها در طول اجرای پروژه است که آنها را به هزینه تبدیل کرده و به هزینه‌ی پایه‌ی پروژه اضافه می‌کنند تا در صورت وقوع این ریسک‌ها روند اجرای پروژه متوقف نشود یا از زیان و سرریز هزینه جلوگیری گردد. بسیاری از سرریز هزینه‌ها در طول اجرای پروژه‌ها به وقایع پیش‌بینی شده یا پیش‌بینی نشده‌ی با عدم قطعیت مربوط می‌شود [۱].

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (meisam_jafari@pnu.ac.ir)

■ درصد از پیش تعیین شده: توسط مالک و تیم مدیریت پروژه و از طریق اختصاص ۱۰-۵ درصد هزینه‌ی پایه به‌عنوان هزینه‌ی اقتضایی تعیین شده و به هزینه‌ی پایه اضافه می‌گردد. این روش بسیار ساده است و مشخصات و ویژگی‌های هر پروژه را در نظر نمی‌گیرد.

■ قضاوت کارشناسی: از قضاوت کارشناسان آموزش دیده که شامل برآوردگرهای ماهر و اعضای تیم مدیریت پروژه است برای تعیین هزینه‌ی اقتضایی استفاده می‌شود. مزیت این روش مناسب بودن نتایج برآورد در صورت مهارت خبرگان است.

■ تجزیه و تحلیل ریسک: عوامل ریسک به‌شکل ساخت‌یافته با روش‌های کمی به مقادیر هزینه‌ی اقتضایی تبدیل می‌شود و بیشتر شبیه‌سازی مونت کارلو برای این موضوع استفاده می‌گردد. در این روش برای هر مورد یک توزیع احتمال در نظر گرفته می‌شود و به‌صورت تصادفی برای انتخاب یک خروجی ممکن برای هر توزیع، شبیه‌سازی انجام شده و خروجی هر یک از اقلام جهت خروجی هزینه‌ی کل مورد انتظار پروژه جمع‌آوری می‌گردد. مزیت این روش اطمینان زیاد و ایراد آن دشواری اختصاص توزیع احتمال برای هر یک از اقلام ریسک است.

■ تحلیل رگرسیون: روشی آماری است که متغیرهای توضیحی؛ یعنی عوامل ریسک را با هزینه‌ی اقتضایی مرتبط می‌کند. متغیرهای توضیحی در مدل رگرسیون بر اساس پروژه‌های قبلی کمی‌سازی می‌شوند. مزیت این روش آنست که با اطمینان بیشتری خروجی را به‌عنوان هزینه‌ی اقتضایی به‌دست می‌آورد و ایرادش آنست که گاهی برآورد بر اساس داده‌های ناقص انجام می‌گیرد. اسنک^۹ نیز در ۲۰۰۹ دو روش برای محاسبه‌ی هزینه‌ی اقتضایی معرفی کرد [۹]:

■ روش‌های قطعی: درصدی از هزینه‌ی پایه بر اساس شواهد و تجارب کارشناسان به‌عنوان هزینه‌ی اقتضایی به هزینه‌ی پایه اضافه می‌شود.

■ روش‌های احتمالاتی: این روش‌ها مبتنی بر روش‌های آماری و احتمالاتی عوامل ریسک هستند؛ روش PERT، روش مقدار مورد انتظار، روش لحظه‌ای، رگرسیون خطی و غیرخطی، امتیاز عامل، شبیه‌سازی مونت کارلو و شبکه‌های عصبی در این نوع روش‌ها دسته‌بندی می‌شوند.

عوامل ریسک که باعث سرریز هزینه می‌شوند را به دو دسته عمده‌ی داخلی و خارجی تقسیم می‌کنند. ریسک‌های داخلی عبارتند از ایمنی، عدم دسترسی به منابع، اختلافات کارگری، مواد معیوب، خرابی تجهیزات، کیفیت کار و سوء مدیریت و ریسک‌های خارجی عبارتند از شرایط سایت‌های مختلف، تغییر سیاست‌های دولت، تغییر شرایط آب و هوایی، تأثیرات اجتماعی، تغییر شرایط اقتصادی، تأخیر در پرداخت‌ها و تأخیرات بخش‌های ثالث [۱۰].

دارد؛ از جمله شبیه‌سازی مونت کارلو^۲، رگرسیون خطی^۳، شبکه باور^۴، شبکه‌های عصبی مصنوعی^۵، منطق فازی^۶ و مجموعه‌های فازی^۷ که هر یک از آنها مزایا و معایبی دارند و در ادامه به آنها اشاره خواهد شد. در این پژوهش سعی شده با ترکیب منطق فازی و رگرسیون خطی در آنالیز ریسک، سیستم خبره‌ای طراحی شود که قادر به انطباق ذهنی خبرگان در روش تحلیل ریسک و برآورد هزینه‌ی اقتضایی با قابلیت اطمینان زیاد باشد. سیستم خبره که بر اساس مفهوم منطق فازی توسعه می‌یابد با استفاده از قوانین IF-THEN نمایش داده می‌شود و استفاده از آن در هنگام نقص داده‌های آماری در فرآیند تصمیم‌گیری مفید است. محاسبه‌ی هزینه‌ی اقتضایی برای جلوگیری از سرریز هزینه در فرآیند اجرای پروژه (که ناشی از ریسک پروژه است) به کار می‌رود.

۱- مرور ادبیات

در مبحث نظریه‌های اقتضایی عدم اطمینان نوعی خاصیت محیطی تصور می‌شود که از دو نیروی قدرتمند نشأت می‌گیرد: پیچیدگی؛ که به تعداد و تنوع عناصر در یک محیط اشاره دارد و نرخ تغییر؛ که به سرعت تغییر این عناصر اشاره دارد. عدم اطمینان محیطی به‌عنوان نوعی تعامل بین مقدار پیچیدگی و نرخ تعریف در محیط تعریف می‌شود.

اقتضایی مهم‌ترین عنصر ارزیابی شده در هزینه و تحلیل پیشنهاد قیمت و بخش جدایی‌ناپذیر برآورد کل هزینه‌ی پروژه است [۳]. مؤسسه‌ی مدیریت، پروژه‌ی اقتضایی را به‌عنوان تخمین مقادیر بودجه یا زمان مورد نیاز برای کاهش ریسک در جهت عدم انحراف از اهداف پروژه به سطحی قابل قبول برای سازمان تعریف می‌کند [۴].

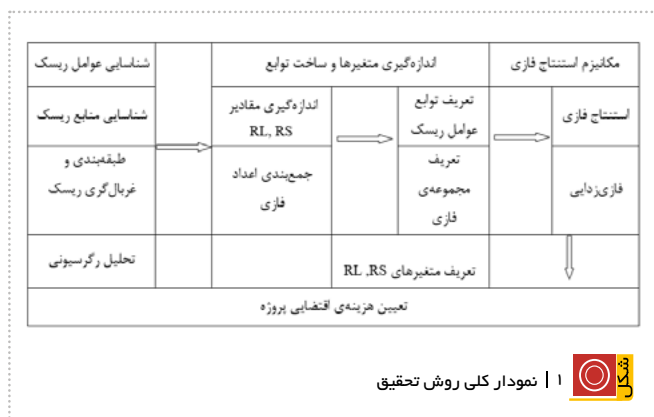
هزینه‌ی اقتضایی مقدار بودجه‌ای است که باید برای انجام کارهایی که شناسایی آنها در زمان ارائه‌ی پیشنهاد قیمت برای مناقصه، غیرممکن یا دشوار است به برآورد هزینه‌ی پایه اضافه شود [۵]. اقتضایی برآورد هزینه‌های مرتبط با ریسک و ابهامات است که به هزینه‌ی پایه اضافه می‌شود تا تخمین هزینه‌ی پروژه را کامل کند [۶]. انجمن پیشرفت مهندسی، هزینه‌ی اقتضایی را به‌عنوان مقدار اضافه شده به برآورد هزینه‌ی پایه می‌داند که برای اقلام، شرایط یا وقایعی محاسبه می‌شود که وضعیت یا اثرات وقوع آنها نامشخص است و تجربه نشان می‌دهد به احتمال زیاد آن وضعیت رخ می‌دهد و در نتیجه هزینه‌ی پروژه افزایش می‌یابد. این هزینه‌ها به‌طور معمول با استفاده از روش‌های آماری یا قضاوت بر اساس تجارب گذشته محاسبه می‌شوند. علاوه بر این هزینه‌ی اقتضایی موارد زیر را شامل نمی‌شود [۷]:

بروکس^۸ در ۲۰۰۴ چهار روش برای محاسبه‌ی هزینه‌ی اقتضایی معرفی نمود [۸]:

نخست به منظور بررسی مفاهیم اساسی هزینه‌ی اقتضایی و روش‌های مختلف برآورد هزینه‌ی اقتضایی و ریسک عوامل مختلف که باعث سرریز هزینه می‌شوند مرور ادبیات انجام شده است. در مرحله‌ی دوم برای شناسایی و کمی‌سازی عوامل ریسک، تنظیم پرسش‌نامه بر اساس مرور ادبیات و مصاحبه‌ی نیمه‌ساخت یافته انجام گردید. در مرحله‌ی سوم اهمیت نسبی عوامل ریسک بر اساس تحلیل رگرسیون صورت گرفت و مدلی مفهومی برای تعیین هزینه‌ی اقتضایی ایجاد شد. مرحله‌ی بعدی پژوهش یعنی طراحی سیستم عبارت است از طراحی مجموعه‌های فازی، تبیین قواعد سیستم خبره‌ی فازی، فازی‌سازی ورودی‌ها، استنتاج فازی، فازی‌زدایی و سپس خروجی‌های حاصل از سیستم در رابطه‌ی رگرسیون وارد و هزینه‌ی اقتضایی پروژه برآورد می‌شود. در شکل ۱- روش تحقیق نشان داده شده است.

۲-۱- تعیین عوامل ریسک برای استفاده در مدل

مرحله‌ی تعیین عوامل ریسک به کار رفته در مدل با استفاده از مرور ادبیات انجام شد. پس از شناسایی عوامل ریسک، طبقه‌بندی و غربال‌گری عوامل ریسک و توسعه‌ی روابط این عوامل انجام می‌شود. در مرحله‌ی غربال‌گری، پس از ترکیب عوامل ریسک مشابه، متغیرهایی برای مدل انتخاب شده که بر هزینه‌ی اقتضایی اثر گذارده و بتواند روند و مقادیر تغییرات آن را تبیین و رابطه و همبستگی بین آنها را معنی‌دار کند. در این پژوهش با مطالعه‌ی منابع گذشته در زمینه‌ی عوامل مؤثر بر هزینه‌ی اقتضایی و تحلیل متغیرها با رگرسیون معمولی، متغیرهای نهایی که همان عوامل نهایی ریسک هستند به دست آمده‌اند. مدل نهایی با استفاده از رگرسیون اولیه که از مجموعه‌ای از متغیرهای اولیه به دست آمده تشکیل می‌شود.



پژولات^{۱۰} تعداد ۵۹ عامل مؤثر بر هزینه‌ی اقتضایی پروژه‌ها را به شش گروه طبقه‌بندی کرده که شامل عوامل مربوط به مرحله‌ی مناقصه، عوامل مربوط به ساخت و اجرا، عوامل مربوط به امور مالی، عوامل مربوط به شرایط کشور، عوامل مربوط به شرایط شرکت و عوامل مربوط به قرارداد است [۱۱].

بکارینی^{۱۱} با تحقیق و بررسی در مورد همبستگی روابط بین متغیرهای پروژه مانند اندازه، مدت زمان و مکان پروژه، تنوع پیشنهاد و سرریز هزینه‌ی پرداخت به این نتیجه رسید که هیچ رابطه‌ی معنی‌داری بین متغیرهای پروژه و هزینه‌های اقتضایی وجود ندارد [۱۲].

بین هزینه‌ی اقتضایی و پنج متغیر مورد توجه در تحقیقات بلو^{۱۲} (برآورد مشاور، مدت برنامه‌ریزی شده، کل تغییرات تصویب شده، مساحت و کمترین پیشنهاد) همبستگی مثبت و قوی وجود دارد. اما هیچ رابطه‌ی معنی‌داری بین هزینه‌ی اقتضایی و نوسانات وجود ندارد [۱۳].

ال-سلمان^{۱۳} نیز برای انجام یک نظرسنجی جهت مطالعه‌ی ارزیابی ریسک و بینش و عملکرد پیمانکاران ۲۵ عامل ریسک انتخاب کرد. نتایج نظرسنجی نشان داد که بینش پیمانکاران در تخصیص ریسک‌های پروژه‌های مورد بررسی با تخصیص ریسک‌های واقعی متفاوت است. همچنین نتایج ثابت کرد که پیمانکاران شش دسته ریسک را مورد توجه قرار می‌دهند که عبارتند از در دسترس بودن کار، مواد و تجهیزات، بهره‌وری کار، مواد و تجهیزات، اختلافات کارگری، حوادث و ایمنی، هماهنگی با پیمانکاران فرعی و دقیق بودن برنامه‌ی پروژه [۱۴].

سیستم‌های خبره‌ی فازی برای گنجاندن عدم قطعیت و ماهیت طبیعی تجرید در روش تصمیم‌گیری انسان در سیستم‌های هوشمند روش کارکرد دقیق‌تری پیشنهاد می‌کنند. زیرا این روش سعی می‌کند تقریب عدم قطعیت و شرایط مرزی کیفی را از طریق مجموعه‌های فازی با توابع عضویت مربوطه نشان دهد. سیستم خبره برنامه‌ای است که مانند یک متخصص (خبره) در برخی مسائل دامنه عمل می‌کند و شامل سه بخش عمده‌ی پایگاه دانش و موتور استنتاج است. این عمل با استفاده از منطق فازی که از پشتوانه‌ی محکم و محررز ریاضی برخوردار است انجام می‌شود. این موضوع ثابت شده که سیستم‌های خبره‌ی فازی، سیستم‌های قابل اعتمادی بوده و به راحتی قابل پیاده‌سازی هستند. سیستم خبره‌ی فازی یکی از پرکاربردترین برنامه‌های کاربردی از مفهوم منطق فازی و مجموعه‌های فازی است [۱۵].

۲-۲- روش پژوهش

در این پژوهش روش تحقیق شامل شناسایی و تحلیل ریسک، ساخت مدلی مفهومی و طراحی سیستم است. به دلیل ماهیت پژوهش، بررسی کامل ادبیات و بررسی نظر مدیران در مورد تخصیص مقادیر اقتضایی با انجام مصاحبه و پرسش‌نامه انجام شده است. در مرحله‌ی

۲-۲- توسعه‌ی مدل هزینه‌ی اقتضایی

مدل مفهومی، پایه‌ای برای اجرای سیستم خبره‌ی فازی است. این مدل برای نشان دادن رابطه‌ی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل

a: بیشترین وزن که در این مطالعه ۱۰ است مقدار شاخص شدت ریسک از صفر تا ۱۰ است. هر مخاطب خبره با توجه به تأثیر هر عامل ریسک روی مقدار هزینه اقتصادی به آن عامل رتبه‌ای بین ۱ تا ۱۰ می‌دهد. ریسک‌ها با توجه به شاخص شدت ریسک به هفت دسته تقسیم می‌شوند. همچنین طبق نظر چن^{۱۹} می‌توان برای طبقه‌بندی ریسک از معادله‌ی ۵- استفاده کرد [۱۷].

$$MR = RM1 + RM2 + \dots + RMn \quad (5)$$

MR: گروه اصلی ریسک
RM: بزرگی هر یک از عوامل ریسک در هر گروه

همچنین می‌توان جهت برآورد هزینه اقتصادی از مدل ارائه شده توسط رومان^{۲۰} در سال ۲۰۱۰ استفاده کرد [۱۸]. در مدل ارائه شده در این تحقیق ابتدا ریسک‌های مهم در مدل، توسط محاسبه‌ی شاخص شدت ریسک تعیین شده، سپس در مدل بالا بزرگی هر یک از عوامل ریسک محاسبه گردیده و در نهایت مقدار هزینه اقتصادی برآورد می‌شود.

۳- طراحی سیستم خبره‌ی فازی

طراحی و توسعه‌ی سیستم خبره‌ی فازی می‌تواند بر اساس چندین بخش مانند مشخصات و ویژگی‌های مدل‌های ورودی و خروجی، ساخت سناریو برای طراحی سیستم، ترکیب یا انتخاب بهترین سناریو و آزمایش و تنظیم مدل توصیف شود. مدل ورودی و خروجی برای مشخص کردن ویژگی‌های سیستم خبره‌ی فازی استفاده می‌شود؛ مانند تابع عضویت، قوانین فازی، مکانیزم استنتاج و فازی‌زدایی.

۳-۱- ساخت تابع عضویت

تابع عضویت نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی عضویت مجموعه‌ی فازی از واژه‌های بیانی در سیستم خبره‌ی فازی است. در این مورد سه تابع عضویت برای متغیرهای ریسک وجود دارد که عبارتند از احتمال ریسک (RL)، شدت ریسک (RS) و بزرگی ریسک (RM)، توابع عضویت بر اساس اطلاعات حاصل از مرور ادبیات

در سیستم هزینه‌ی اقتصادی استفاده می‌شود که در این زمینه هزینه‌ی اقتصادی به‌عنوان متغیر وابسته و عوامل ریسک به‌عنوان متغیرهای مستقل تعریف می‌شوند. طبق اظهارال-بهار^{۱۶} [۱۶] می‌توان هزینه‌ی اقتصادی را به‌شکل معادله‌ی ۱- بیان کرد.

$$CC = MR1 + MR2 + MR3 + \dots + MRn \quad (1)$$

CC: هزینه‌ی اقتصادی
MR^{۱۵}: گروه‌های اصلی ریسک
n: تعداد گروه‌های اصلی ریسک

همچنین مقدار بزرگی هر ریسک^{۱۶} به‌صورت تابعی از احتمال رخداد ریسک^{۱۷} و شدت ریسک^{۱۸} محاسبه می‌شود و بر این اساس نیز می‌توان مقدار بزرگی هر ریسک را به‌صورت میانگین بزرگی زیر عوامل هر گروه اصلی به‌دست آورد.

$$RMi = f(RLi, RSi) \quad (2)$$

$$RMi = RLi * RSi$$

$$MRi = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n RMi \quad (3)$$

۳-۲- تعریف متغیرهای RL و RS

رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی شده و همچنین محاسبه‌ی مقادیر RM نیازمند محاسبه و تحلیل مقادیر RS و RM است که برای رتبه‌بندی ریسک می‌توان از شاخص شدت ریسک استفاده کرد که توسط معادله‌ی ۴- محاسبه می‌شود [۱۷]:

$$Risk\ Severity\ Index = \sum_{i=0}^n (wi * fi) / aN \quad (4)$$

i: نقطه‌ی داده شده برای هر عامل ریسک توسط پاسخ‌دهنده که از ۱ تا ۱۰ است

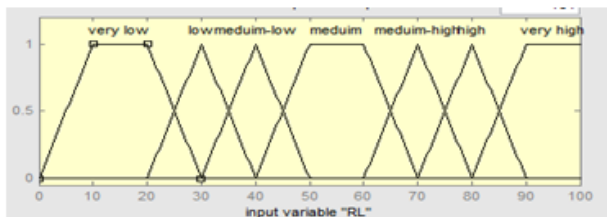
wi: وزن هر نقطه‌ی داده شده

fi: فراوانی نقطه‌ی داده شده توسط تمامی پاسخ‌دهندگان

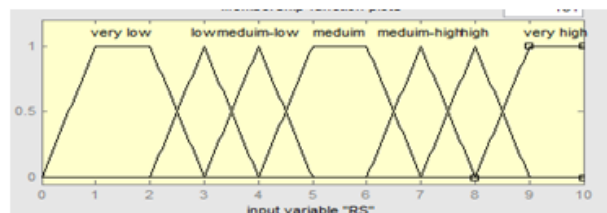
N: تعداد کل پاسخ‌دهندگان

۱ | طبقه‌بندی شاخص شدت ریسک در مقیاس صفر تا ۱۰

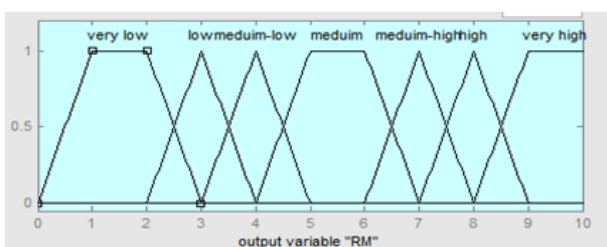
9<RSi≤10	7/5<RSi≤9	6<RSi≤7.5	4≤<RSi≤6	2/5<RSi≤4	1<RSi≤/5	RSi≤1
خیلی زیاد	زیاد	متوسط به بالا	متوسط	متوسط به پایین	کم	خیلی کم



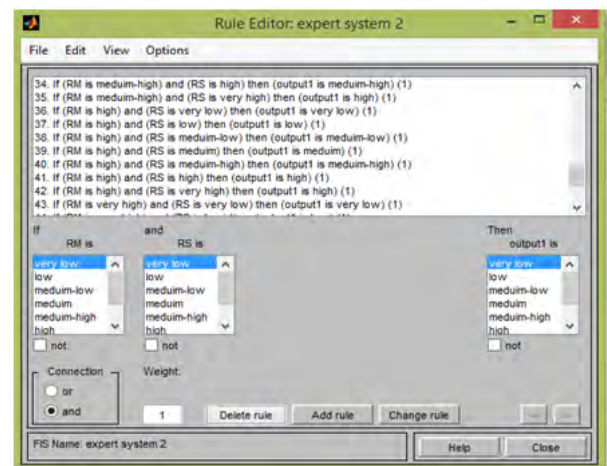
شکل ۳ | تابع عضویت فازی برای متغیر RL



شکل ۴ | تابع عضویت فازی برای متغیر RS



شکل ۵ | تابع عضویت فازی برای متغیر RM

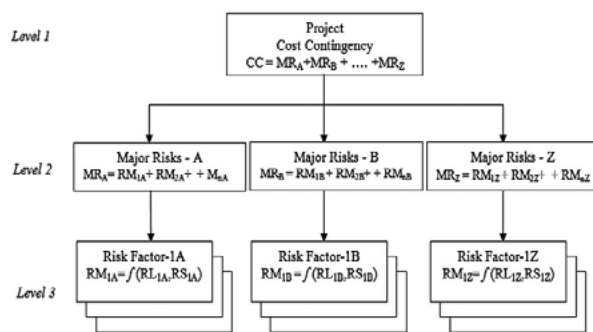


شکل ۶ | پایگاه قوانین فازی

توسعه یافت، سپس نوع شکل تابع عضویت توسعه داده شد و مقادیر گزینه‌های مجموعه‌ی فازی بر اساس مصاحبه و نظر سنجی خبرگان به دست آمد. شکل‌های ۳ و ۴ و ۵ به ترتیب توابع عضویت برای متغیرهای احتمال ریسک، شدت ریسک و بزرگی ریسک را نشان می‌دهند.

۳-۲- توسعه‌ی پایگاه قوانین فازی

اساس قانون فازی که معمولاً با استفاده از IF-THEN ارائه می‌شود نشان‌دهنده‌ی روابط بین سه متغیر ریسک یعنی RM، RS، RL است. RL و RS به عنوان بخش مقدم یا IF و RM به عنوان بخش متأخر یا THEN مشخص می‌شود. تعداد قوانین فازی در این پژوهش با مشخص کردن تعداد گزینه‌ها برای ترکیب مقادیر RL و RS تعداد ۴۹ قانون برای ساخت سیستم خبره به دست آمد و برای این تحقیق قوانین توسعه داده شده در محیط متلب قرار گرفته شده است (شکل-۶).



شکل ۷ | مدل ارائه شده برای برآورد هزینه‌ی اقتصادی [۱۸]

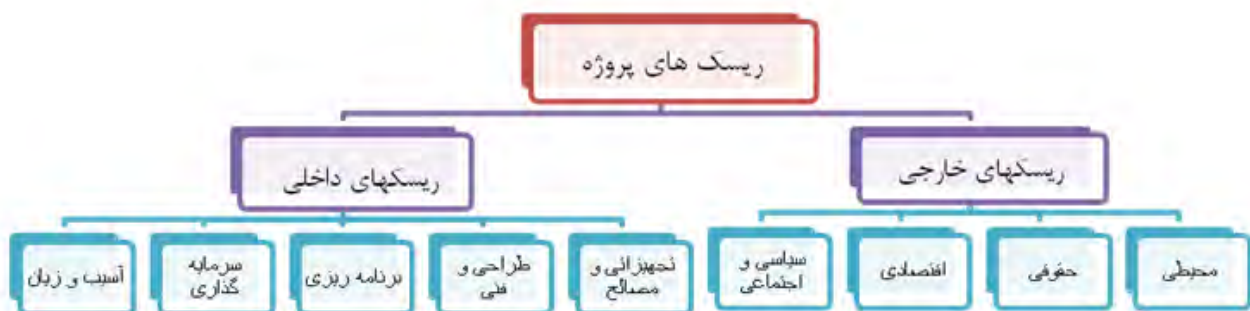
۳-۳- مکانیزم استنتاج فازی

مکانیزم استنتاج فازی شامل فازی‌سازی، ارزیابی قوانین فازی، تفسیر، تجمیع و فرآیند فازی‌زدایی با توجه به رفتار هزینه‌ی اقتضایی پروژه است که با توجه به مطالعات قبلی برای مشخص کردن مکانیزم استنتاج فازی از منطق فازی استفاده شده است. مکانیزم استنتاج فازی یک نگاهت از ورودی داده شده به یک خروجی با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی است. در این مدل روش ممدانی به کار رفته که در توسعه‌ی سیستم خبره‌ی فازی از آن به گسترده‌ی استفاده می‌شود. پس از آن مفهوم‌سازی بر اساس نگاهت سطح α به تابع عضویت فازی از متغیر RM انجام می‌شود که می‌توان از جعبه‌ی ابزار سیستم استنتاج فازی متلب^{۱۱} (FIS) بهره برد که در این سیستم مفهوم‌سازی و تجمیع به ترتیب min و max است.

۴- آزمایش مدل و مطالعه‌ی موردی

گاز اتان برای تحویل به شرکت ملی صنایع پتروشیمی و تولید سالانه یک میلیون تن گاز مایع خواهد بود [۱۹]. دلیل انتخاب این پروژه دسترسی به اطلاعات آن از طریق ادبیات و دسترسی به چند تن از کارشناسان پروژه بوده است. جامعه‌ی آماری این پژوهش ۳۰ نفر از کارشناسان و مدیران میانی شرکت مهندسی و ساختمان شرکت نفت و سازمان گسترش و نوسازی ایران است. ابتدا برای مطالعه موردی از منابع کتابخانه‌ای، اینترنت و مستندات موجود در شرکت استفاده شده است. پرسش‌نامه‌ای شامل سه بخش تهیه شده که بخش اول مشخصات شخص پاسخ‌دهنده است، بخش دوم شامل مفاهیم درک شده و مورد استفاده از هزینه‌ی اقتصادی، مقدار موافقت شخص از تخصیص هزینه‌ی اقتصادی در پروژه‌های شرکت، مقدار اقتصادی تخصیص داده شده به صورت درصدی از هزینه‌ی کل پروژه است و بخش سوم شامل جدولی است حاوی عوامل ریسک مؤثر بر مقدار هزینه‌ی اقتصادی شناسایی شده از ادبیات که خبرگان باید شدت تأثیر ریسک‌های شناسایی شده و مقدار احتمال وجود ریسک را به صورت درصدی تعیین کنند. در بخش تحلیل کیفی، پرسش‌نامه‌ی این پژوهش، پرسش‌نامه‌ای باز است و در قسمت شناسایی و ریسک‌ها و یافتن مقادیر شدت احتمال ریسک، مصاحبه از نوع انعطاف‌پذیر یا آزاد می‌باشد. تحلیل پایایی بین هر بخش از پرسش‌نامه حاصل شده، میانگین سایر بخش‌های پرسش‌نامه مقدار آلفای کرونباخ در محدوده‌ی ۰/۷۶۸ تا ۰/۹۳۹ توسط نرم‌افزار SPSS به دست آمده و مقدار ضریب آلفای کرونباخ برای تمام قسمت‌های پرسش‌نامه ۰/۹۲۵ محاسبه شده است. تقا در تحقیق خود، در بررسی ادبیات، ریسک پروژه‌های نفت و گاز را به دو گروه عمده‌ی ریسک‌های داخلی و خارجی تقسیم کرده و آنها در پانزده گروه بررسی نموده است. ریسک‌های داخلی به ۹ عامل و ریسک‌های خارجی به ۶ عامل تقسیم می‌شوند [۲۰] که پس از بررسی مجدد برخی از این عوامل مانند بلایای طبیعی و اعتصابات کارگری، به دلیل مغایرت با تعاریف اقتصادی حذف شده و برخی دیگر با هم تلفیق گردیدند. این

آزمایش کردن مدل با وارد کردن مقادیر RL و RS برای همه‌ی عوامل ریسک قابل توجه در یک پروژه به سیستم خبره‌ی فازی انجام می‌گردد، برای هر عامل ریسک مقادیر RM توسط سیستم خبره‌ی فازی محاسبه می‌شود و با جمع‌بندی همه‌ی مقادیر RM برای همه‌ی عوامل ریسک، هزینه‌ی اقتصادی به دست می‌آید. سپس مقادیر اقتصادی حاصل از سیستم با مقادیر اقتصادی واقعی برای پروژه‌های انجام شده مقایسه گردیده و خطای مدل محاسبه می‌شود. مطالعه‌ی موردی در این پژوهش، ناحیه‌ی C- از فازهای ۱۷ و ۱۸ میدان گازی پارس جنوبی است. شرکت نفت و گاز پارس به عنوان یکی از شرکت‌های زیرمجموعه‌ی شرکت ملی نفت ایران در اول دی‌ماه ۱۳۷۷ تأسیس گردید. این شرکت مسئولیت توسعه‌ی تمامی فازهای میدان گازی پارس جنوبی، توسعه‌ی میداین گازی پارس شمالی، گلشن و فردوسی و همچنین توسعه‌ی لایه‌ی نفتی پارس جنوبی را در آبهای خلیج فارس بر عهده دارد. میدان گازی پارس جنوبی با وسعت ۹۷۰۰ کیلومترمربع بزرگ‌ترین میدان گازی جهان است که روی خط مرزی مشترک ایران و قطر در آبهای خلیج فارس و به فاصله‌ی ۱۰۰ کیلومتری سواحل جنوبی کشورمان قرار دارد. سهم ایران از این میدان گازی ۳۷۰۰ کیلومترمربع است که این حدود ۸ درصد از ذخایر کل جهان و نیمی از ذخایر گازی کل کشور را شامل می‌شود. طرح توسعه‌ی فازهای ۱۷ و ۱۸ پارس جنوبی توسط کنسرسیومی متشکل از سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران (ایدرو) با ۴۸ درصد سهم به عنوان رهبر کنسرسیوم، شرکت مهندسی و ساختمان صنایع نفت (OIEC) با ۳۱ درصد سهم و شرکت مهندسی و ساخت تأسیسات دریایی (IOEC) به عنوان پیمانکار بخش دریا با ۲۱ درصد سهم در دست اجراست. محصولات این فاز پس از بهره‌برداری شامل تولید روزانه ۲۸۸۰ تن پروپان-بوتان (گاز مایع)، ۸۰ هزار بشکه میعانات گازی، ۴۰۰ تن گوگرد، ۵۰ میلیون مترمکعب گاز طبیعی، ۷۰ میلیون فوت مکعب



۲ | متغیرهای مستقل در تحلیل رگرسیون از دیدگاه خبرگان

متغیرهای مستقل در تحلیل رگرسیون	گروه‌های اصلی ریسک	مصادیق
MR _A	ریسک‌های آسیب و زیان	آسیب به شخص ثالث، ادعاهای شخص ثالث، تصادفات و ...
MR _B	ریسک‌های سرمایه‌گذاری	پرداخت مالی کارفرما، ارتباطات، توزیع نامتناسب مالی، ...
MR _C	ریسک‌های برنامه‌ریزی	نامشخص بودن محدودیت‌ها، برنامه‌ی زمان‌بندی غیر واقعی، ...
MR _D	ریسک‌های طراحی و فنی	پیچیدگی پروژه، دوباره‌کاری، تجربه و مهارت پرسنل، ...
MR _E	ریسک‌های تجهیزاتی و مصالح	ضمانت فروشندگان، سرقت تجهیزات، عدم دسترسی به موقع به تجهیزات
MR _F	ریسک‌های سیاسی و اجتماعی	سیاست‌های داخلی و خارجی، وقوع رخداد‌های سیاسی، کلاه‌برداری‌ها و ...
MR _G	ریسک‌های اقتصادی	نوسانات قیمت، تورم، مالیات و عوارض، سیاست‌های اقتصادی دولت و ...
MR _H	ریسک‌های حقوقی	مقررات محلی و منطقه‌ای، مجوزها و ...
MR _I	ریسک‌های محیطی	دسترسی، تراکم در سایت و ...

۹ سطح ریسک ۸۴ عامل فرعی ریسک دارد که جهت تعیین شدت و احتمال هر یک از عوامل در اختیار کارشناسان قرار گرفت. شکل ۷- ریسک‌های پروژه‌ی مربوطه را پس از بازبینی مجدد نشان می‌دهد. همچنین ریسک‌های اصلی پروژه به همراه مصادیق هر یک در جدول ۲ ارائه شده است.

در این پژوهش مقدار هزینه‌ی اقتصادی پروژه‌های نفت و گاز به‌عنوان متغیر وابسته و مقادیر بزرگی گروه‌های اصلی ریسک به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می‌شوند و پس از دریافت نظر خبرگان در مورد شدت (تأثیر) ریسک، احتمال ریسک مانند عوامل ریسک‌زای فرعی یعنی RM_i، MR_A، MR_B، MR_C، MR_D، MR_E، MR_F، MR_G، MR_H و MR_I در جدول ۳ محاسبه شده و به‌همراه هزینه‌ی اقتصادی واقعی در هر پروژه‌ی نفت و گاز وارد نرم‌افزار اقتصاد سنجی Eviews8 گردیده و مدل رگرسیون، برآورد و تحلیل می‌شود. در تحلیل رگرسیون، متغیرهای مختلفی برای تحلیل برازش مدل وجود دارد که به‌دلیل سادگی روش کمترین مربعات معمولی (OLS) از این روش استفاده شده است. در روش مذکور بهترین مدل برازش شده مدلی است که دارای کمینه‌ی مربع باقیمانده‌ها یا خطاها باشد. بهترین مدل انتخاب شده برای مدل رگرسیونی توسط نرم‌افزار Eviews پس از تحلیل آن در رابطه‌ی ۶- ارائه شده است.

$$cc^* = 1.2346 + .38 MR_a + .23 MR_b + .32 MR_c + .49 MR_d + .70 MR_e + .38 MR_f + .43 MR_g + .51 MR_h + .43 MR_i \quad (6)$$

سپس مقادیر به‌دست آمده از پرسش‌نامه برای متغیرهای احتمال و شدت ریسک وارد سیستم خبره‌ی فازی در جعبه‌ی ابزار منطق فازی در متلب می‌شود تا مقادیر MR از سیستم حاصل گردد. چگونگی عملکرد سیستم را با یک مثال نشان می‌دهیم. مثلاً برای متغیر RL (وقوع وقایع سیاسی) مقدار ورودی به سیستم ۴۲ است. روند فازی‌سازی با رسم یک خط عمودی بر مقدار RL=42 انجام شده است. خط عمود بر M و M-L (توابع عضویت) متقاطع است. سپس خط افقی متناظر با این نقاط برای به‌دست آوردن درجه‌ی اعتماد فرآیندهای فازی رسم شده که اعداد آن برای M برابر ۰/۲ و برای M-L برابر ۰/۸ است. فازی‌سازی برای متغیر RS نیز به‌همین روش انجام می‌شود. ورودی داده شده به سیستم برای شدت ریسک (RS) ۶ است. خط عمودی رسم شده از ۶ که برابر M می‌باشد با درجه‌ی اعتماد یک برابر است. نتایج فازی‌سازی برای متغیر RL و RS به‌صورت روابط ۷ و ۸ نوشته می‌شود.

$$RL^* = \{(M, 0.2), (M-L, 0.8)\} \quad (7)$$

$$RS^* = \{(M, 1)\} \quad (8)$$

استفاده از عملگر AND انجام می‌شود. در این مورد عملگر AND برای اتصال بخش‌های مقدم استفاده می‌گردد. از فرآیند فازی‌سازی توصیف شده در بالا دو قانون استخراج می‌شود:

1- if RL is M and RS is M then RM is M

2- if RL is M-L and RS is M then RM is M-L

از آنجا که عملگر AND استفاده شده به‌عنوان حداقل مقدار عضویت به‌عنوان درجه‌ی عضویت به‌کار رفته، در این مورد از

مفهوم سازی: این فرآیند توسط ترکیب مقدار RL و RS با

۳ | مقادیر احتمال ریسک و شدت ریسک به‌دست آمده از پرسش‌نامه

شدت ریسک (RS)	احتمال ریسک (RL)	عوامل ریسک	شماره	گروه‌های ریسک		
				گروه	کد	بخش
۶	۴۲	وقوع وقایع سیاسی	۱	سیاسی و اجتماعی	MR _A	خارجی
۵	۱۲	کلاه‌برداری‌ها	۲			
۲	۲۳	محدودیت قومی و منطقه‌ای	۳			
۴	۱۸	نرخ بیکاری در صنعت	۴			
۶	۴۵	نوسانات قیمت	۱	اقتصادی	MR _B	خارجی
۳	۳۸	تورم	۲			
۳	۴۰	مالیات و عوارض	۳			
۳	۳۸	نرخ ارز	۴			
۳	۲۲	مقررات محلی و منطقه‌ای	۱	حقوقی	MR _C	خارجی
۴	۱۸	مجوزها	۲			
۵	۳۵	استانداردها	۳			
۳	۲۰	دسترسی	۱	محیطی	MR _D	خارجی
۳	۲۰	تراکم در سایت	۲			
۳	۲۲	شرایط توپوگرافی	۳			
۵	۲۰	امنیت سایت	۴			
۳	۳۲	آسیب به شخص ثالث	۱	آسیب و زیان	MR _E	خارجی
۳	۲۸	ادعاهای شخص ثالث	۲			
۴	۲۰	تصادفات	۳			
۴	۳۲	پیشنهادهاى غير واقع‌بينانه	۱	سرمایه‌گذاری	MR _F	داخلی
۵	۳۲	تغییر در تعهدات	۲			
۴	۲۸	تخصیص بودجه‌ی غیر واقعی	۳			
۶	۳۲	عدم تأمین به‌موقع منابع مالی	۴			
۶	۳۲	هزینه‌ی مواد خام	۵			
۴	۳۲	ناقص بودن برنامه‌ی هزینه	۶			
۴	۳۰	توزیع نامناسب منابع مالی	۷			
۴	۱۲	برنامه‌ی زمان‌بندی نادرست واقعی	۱	برنامه‌ریزی	MR _G	داخلی
۴	۱۲	نامشخص بودن واقعیت‌ها	۲			
۶	۴۰	پیچیدگی پروژه از لحاظ طراحی و اجرا	۱	طراحی و فنی	MR _H	داخلی
۷	۴۰	تجربه و مهارت پرسنل	۲			
۴	۳۰	مشخصات فنی ضعیف	۳			
۵	۳۰	وقفه‌های کاری	۴			
۵	۳۵	عدم تأمین به‌موقع مصالح	۵			
۴	۳۰	ضمانت فروشندگان	۱	تجهیزاتی و مصالح	MR _I	داخلی
۴	۳۰	سرقت و آسیب به وسایل	۲			
۵	۳۰	کمبود تجهیزات	۳			
۵	۳۰	دسترسی به‌موقع به تجهیزات	۴			

و با استفاده از معادله‌ی ۱۱ می‌توان متغیر خطا را برای هزینه‌ی اقتصادی این پروژه محاسبه کرد [۱۸]:

$$\text{Error} = \left| \frac{CC_p - CC_A}{CC_p} \right| * 100\% = \frac{(11.0654 - 12.50)}{11.0654} * 100\% = 12.96\% \quad (11)$$

که طبق منبع [۲۱] این مقدار خطا در محدوده‌ی قابل قبول قرار دارد. مقادیر هزینه‌ی واقعی و هزینه‌ی احتمالی برنامه‌ریزی شده و پیش‌بینی شده توسط مدل در جدول ۵ مشاهده می‌گردد.

نتیجه‌گیری

اهداف این مقاله تعیین هزینه‌ی اقتصادی، شناسایی و میزان اهمیت هر یک از ریسک‌ها و ارائه‌ی یک سیستم خبره‌ی فازی جهت برآورد هزینه‌های ناشی از ریسک بود. بنابراین ابتدا تعاریف و مصادیق هزینه‌ی اقتصادی پروژه‌ها، روش‌های تخمین و برآورد آن بحث و بررسی شده، سپس برای برآورد هزینه‌ی اقتصادی پروژه‌های ساخت و ساز، بر اساس اطلاعات حاصل از مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان مدلی مبتنی بر رگرسیون خطی و سیستم خبره‌ی فازی توسعه داده شده است. اطلاعات شامل عوامل ریسک استفاده شده در مدل، احتمال وجود و شدت تأثیر هر یک از این عوامل، خواص سیستم خبره‌ی فازی برای ساخت، آزمایش و اعتبارسنجی مدل است. تحلیل رگرسیون برای اطمینان و منطق فازی برای انعطاف‌پذیری قضاوت خبرگان استفاده شده است.

در تحلیل رگرسیون مدلی برای مرتبط کردن هزینه‌ی اقتصادی به‌عنوان عاملی وابسته به بزرگی عوامل ریسک که آن هم بر اساس احتمال و شدت ریسک محاسبه می‌شود به‌دست می‌آید. تحلیل رگرسیون بر اساس نرم‌افزار Eviews8 سیستم خبره‌ی فازی و با استفاده از جعبه ابزار منطق فازی در نرم‌افزار متلب ۲۰۱۴ انجام گردیده است.

مقالاتی که تاکنون در خصوص ارزیابی ریسک‌های پروژه تدوین شده و شامل ارزیابی ریسک‌ها بر اساس روش‌هایی

ترکیب بین $RL=M(0/2)$ و $RS=M(1)$ ، مقدار $RM=M(0/2)$ حاصل می‌شود. به‌همین ترتیب برای $RL=M-L(0/8)$ و $RS=M(1)$ ، مقدار $RM=M-L(0/8)$ به‌دست می‌آید. فرآیند تجمیع نیز برای ترکیب نتایج مرحله‌ی قبل انجام می‌شود. نتیجه‌ی تجمیع در همان ناحیه‌ی مرحله‌ی قبل است.

فازی‌زدایی: ضروری است نتیجه‌ی فرآیند تجمیع که یک مجموعه‌ی فازی است فازی‌زدایی شود. برای این مدل روش (COA) به‌عنوان روش فازی‌زدایی انتخاب می‌شود که از معادله‌ی ۹ محاسبه می‌گردد [۱۷].

$$Z_{COA} = \frac{(3.5*0.8) + (4*0.8) + (4.5*0.8)}{(0.8+0.8+0.8)} = 4 \quad (9)$$

مقادیر RM برای سایر عوامل ریسک را نیز می‌توان با استفاده از روش مشابهی به‌دست آورد. برای به‌دست آوردن مقدار MR هر گروه عمده‌ی ریسک، نتایج RM حاصل برای همه‌ی عوامل ریسک در هر گروه در معادله‌ی ۱ قرار داده می‌شود، سپس مقادیر MR حاصل را در معادله‌ی رگرسیون قرار داده و هزینه‌ی اقتصادی پروژه به‌دست می‌آید. مقادیر MR را در جدول ۴ ارائه شده‌اند.

با استفاده از مدل پیشنهادی، هزینه‌ی اقتصادی ۱۱/۰۶ درصد محاسبه می‌شود که این مقدار از رابطه‌ی ۶ و با قرار دادن مقادیر MR حاصل از جدول ۴ و طبق معادله‌ی ۱۰ به‌دست می‌آید.

$$cc^* = 1.2346 + 0.38 * 2.25 + 0.23 * 3.25 + 0.32 + 0.49 * 2.25 + 0.70 * 2.33 + 0.38 * 3.14 + 0.43 * 1.0 + 0.51 * 3.6 + 0.43 * 3.0 = 11.0654 \quad (10)$$

۴ | مقادیر حاصل از سیستم خبره‌ی فازی

RM	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	۴	۴	۲	۲	۲	۳	۱	۴	۳
2	۱	۳	۲	۲	۲	۳	۱	۴	۳
3	۲	۳	۳	۲	۲	۲	-	۳	۳
4	۲	۳	-	۳	-	۴	-	۳	۳
5	-	-	-	-	-	۴	-	۴	-
6	-	-	-	-	-	۳	-	-	-
7	-	-	-	-	-	۳	-	-	-
MR	۲/۲۵	۳/۲۵	۲/۳۳	۲/۵۵	۲/۳۳	۳/۱۴	۱	۳/۶	۳

۵ | درصد و مقادیر هزینه در پروژه

هزینه	پایه	اقتصادی برنامه‌ریزی شده	اقتصادی واقعی پس از اتمام پروژه	اقتصادی پیش‌بینی شده توسط مدل
درصد	۱۰۰	۵٪-۸٪	۱۲/۵٪	۱۱/۰۶٪
مقدار	۳۳۴۸۲۷۲۰۵۰۸۷	۱۶۷۴۳۶۰۰۰۰- ۲۶۷۸۶۱۸۰۰۰۰	۴۱۸۵۳۴۰۰۰۰۰	۳۷۰۳۱۸۹۰۰۰۰

قیمت گذاری یا پیشنهاد قیمت از طرف کارفرمایان یا پیمانکاران دقیق تر انجام شود. از طرفی با استفاده از منطق فازی سعی شده این مدل به صورت سیستم خبره‌ای طراحی گردد که استفاده از منطق فازی این امکان را فراهم آورد که بتوان درجه‌ی عضویت یک متغیر را دقیق تر بررسی کرد. ایراد این روش زمان‌بر بودن آنست. ■

مانند فرآیند سلسله مراتبی^{۲۲}، تاپسیس، منطق فازی و ... هستند به اندازه‌ی کافی قابل اطمینان نیستند یا تحلیل ریسک بر اساس تحلیل رگرسیون صورت گرفته و انعطاف لازم را ندارند. در این مقاله با ترکیب منطق فازی و رگرسیون می‌توان تحلیل ریسک را با انعطاف و اطمینان لازم و کافی انجام داد و تأثیر آنها را بر مقدار هزینه‌ی اقتصادی محاسبه کرد. پس از آن، این هزینه به هزینه‌ی پروژه اضافه می‌شود تا در مناقصات، فرآیند

پانویس‌ها

1. Contingency Cost	9. Schneck	17. Risk Likelihood
2. Mont Carlo Simulation	10. Polat	18. Risk Severity
3. Linear Regression	11. Baccarini	19. Chen
4. Belief Network	12. Bello	20. Arif Rohman
5. Artificial Neural Network	13. Al-Salman	21. Fuzzy Inference System
6. Fuzzy Logic	14. Al-Bahar	22. Analitical Hierarchy Process (AHP)
7. Fuzzy Sets	15. Major Risk	
8. Burroughs	16. Risk Magnitude	

منابع

- [1] Andi. (2004). Appropriate Allocation Of Contingency Using Risk Analysis Methodology. Civil , 40-48.
- [2] Mills, A. (2001). A Systematic Approach To Risk Management For Construction. Structural Survey , 245-252.
- [3] Ostwald, P. F. (2001). Construction Cost Analysis And Estimating, Printice Hall Englewoods. New Fersey .
- [4] Pmi. (2004). (Project Management Institute) A Guide To The Project Management Body Of Knowledge.
- [5] Oberlender, G. D. (2001). Predicting Accuracy Of Early Cost Estimates Based On Estimate Quality. Journal Of Construction Engineering And Management , 173-182.
- [6] Olumide, A. (2009). Sliding Contingency For The Highway Construction Project Development Process. Published Msc Thesis at A&M University .
- [7] Aace. (2009). (Association For The Advancement Of Costengineering), Risk Analysis And Contingency Determination Using Expected Value. Practice No. 44r-08, Tcm Framework: 7.6- Risk Management.
- [8] Burroughs S. E., A. J. (2004). Exploring Techniques For Contingency Setting. International Transactions. Morgantown, Wv .
- [9] Schneck, D. L. (2009). Cost Contingencies, Development Basis, And Project Application. Journal Of The Transportation Research Board (Trb) , 10-124.
- [10] Idrus, A. N. (2011). Development Of Project Cost Contingency Estimation Model Using Risk Analysis And Fuzzy Expert System. Journal Of Sciencedirect , 1501-1508.
- [11] Polat, G. A. (2010). Factors Affecting Cost Contingency In International Projects,. Heraklion, Crete, Greece .
- [12] Baccarini, D. (2005). The Maturing Concept Of Estimating Project Cost Contingency. Department Of Construction Management, Curtin University Of Technology, .
- [13] Bello, W. A. (2008). The Practice Of Contingency Allocation In Construction Projects In Nigeria. The Construction And Building Research Conference (Cobra). Dublin Institute Of Technology .
- [14] Al-Salman, A. A. (2004). Assessment Of Risks Management Perception And Practices Of Construction Contractors In Saudi Arabia.
- [15] Siler W, James J.B (2005). Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning, John Wiley & Sons.
- [16] Al-Bahar, J. F. (1988). Risk Management In Construction Project: A Systematic Analytical.
- [17] Chen, Y. O. (2009). Sustainable Performance Criteria For Construction Method Selection In Concrete Buildings, Automation In Construction.
- [18] Arif Rohman, A. I. (2010). Development Of Project Cost Cotingency Estimation Model Using Risk Analysis. Expert Systems With Applications , 1501-1508.
- [19] www.pogc.ir
- [۲۰] تقا، نکسیا، (۱۳۸۹)، مدیریت ریسک در پروژه‌های نفت و گاز (مطالعه‌ی موردی: پروژه‌ی توسعه‌ی میدان گازی پارس جنوبی فازهای ۱۷ و ۱۸ ناحیه‌ی -C)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس
- [21] Tah, J. H. (2000). A Proposal For Construction Project Risk Assessment. Construction Management And Economic , 491-500.