ارزیابی و محاسبه‌ی نرخ ریسک تجمیعی پروژه‌های پژوهش و توسعه تحت محیط فازی تصمیم‌گیری گروهی

دکتر صدیقه خورشید*

کارولوکس**

چکیده

ارزیابی؛ مرحله‌ی مهمی در فرآیند تصمیم‌گیری کمیته‌های تخصصی - پژوهشی سازمان‌های بزرگ و مراکز پژوهشی است که با عدم اطمینان ناشی از فقدان دانش و اطلاعات درباره‌ی اقدامات و پیامدهای آنها آمیخته شده است. یک رویکرد سنتی برای بیان عدم اطمینان در سیستم‌های گوناگون یا بررسی و ارزیابی پروژه‌های پژوهش و توسعه ریسک است که در گذشته از طریق تئوری احتمال مدل‌سازی می‌شد. با طرح

---

* - استادیار بخش مدیریت، دانشکده مدیریت- اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان

** - استاد، دانشکده فنی - مهندسی، دانشگاه تهران

ایده‌ی تئوری مجموعه‌های فازی؛ پژوهشگران مختلف از این تئوری برای تسخیر عدم اطمینان‌ها و مدل‌سازی آنها در فرآیند ارزیابی و محاسبه ریسک تجمیعی توسعه‌ی نرم‌افزارها بهره برده‌اند. در این مقاله پژوهشگران روشی برای ارزیابی و محاسبه‌ی ریسک تجمیعی پروژه‌های پژوهش و توسعه با استفاده از تئوری مجموعه فازی طراحی شده‌اند. این روش برای محاسبه‌ی نرخ ریسک تجمیعی پروژه‌های پژوهش و توسعه مرکز تحقیقات مخابرات ایران اجرا شده است.

کلید واژه‌ها: تئوری مجموعه فازی؛ تصمیم‌گیری گروهی؛ نرخ ریسک تجمیعی؛ پروژه‌های پژوهش و توسعه.

مقدمه

پژوهش و ارتقای کمی و کیفی آن جزءلاینفک توسعه به‌شمار می‌آید. اساسی‌ترین جزء علم پژوهش است. جذب و درون‌سازی دانش در کشورهای مصرف‌کننده علم و دانش نیازمند توجه به پژوهش است و انتقال معنی‌دار فنآوری و جذب و انطباق آن با متقضیات هر جامعه‌ای فقط بر مبنای پژوهش انجام‌پذیر است. رمز و تنها کلید دستیابی به فنآوری؛ تقویت پژوهش در جامعه است.

پژوهش و توسعه به مجموعه‌ای از فعالیتهای بدیع و نظام یافته و برنامه‌ریزی شده گفته می‌شود که در جهت گسترش مرزهای شناخت علمی گنجینه‌ی دانش انسان و جامعه متمدن انسانی و کاربرد این دانش در عرصه‌های گوناگون انجام می‌شود. این مجموعه به منظور بهبود بخشیدن به زندگی انسانها و برای ایجاد و بهسازی یا تکمیل فرآورده‌ها، فرآیندها، وسایل و ابزارها، نظامها، خدمات و روشها صورت می‌پذیرد. (قنبری و تنکابنی، ۱۳۷۳) اهمیت و نقش فعالیتهای پژوهش و توسعه برای دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی و صنعتی بر کسی پوشیده نیست. کشورهای پیشرفته صنعتی به منظور حفظ موقعیت خود و کسب برتری در صحنه‌ی رقابت بین‌المللی و کشورهای در حال توسعه به منظور رسیدن به رشد و توسعه واقعی و حل اصولی مسائل و مشکلات اقتصادی و اجتماعی به سرمایه‌گذاری در زمینه‌ی پژوهش و سیاستگذاری و سازماندهی و برنامه‌ریزی و مدیریت فعالیتهای پژوهش و توسعه به منظور استفاده‌ی بهینه از منابع انسانی و مالی می‌پردازند. توسعه‌ی پژوهش در هر کشوری براساس نیازهای نهفته در راهبردها و اهداف برنامه‌های

توسعه آن کشور است. از سویی، پیشرفت جوامع در گرو توسعه و افزایش فعالیتهای پژوهشی بوده و مقدار قابل توجهی از امکانات مادی و معنوی کشورهای پیشرفته جهان امروز صرف امور پژوهشی می‌شود. تولید علم و به تبع آن خلق فنآوری به اجرای پژوهش‌ها و تبادل اطلاعات و نظرهای پژوهشگران در درون یک نظام منسجم نیاز دارد که در مرحله آغازین خود با داوری و ارزیابی مواجه می‌شود. به علت محدودیت منابع و امکانات باید بهترین پروژه‌های پژوهشی برحسب اهمیت انتخاب شوند ضمن اینکه با کمترین خطر مواجه باشند.

عدم اطمینان، وجه اجتناب‌ناپذیر بیشتر پروژه‌هاست بگونه‌ای که زبده‌ترین مدیران در اداره آن با مشکل مواجه هستند. عدم اطمینان‌ها دارای انواع مختلف – تغییر و نوسان، عدم اطمینان پیش‌بینی شده، عدم اطمینان پیش‌بینی نشده، آشوب – هستند که هر کدام به یک رویکرد متفاوت مدیریت نیاز دارند. به عبارت دیگر پروژه‌های پژوهش و توسعه با مخاطراتی مواجه هستند که مانع اجرای موفقیت‌آمیز آنها می‌گردد. از این‌رو ملاحظه و کنترل و مدیریت آنها برای سازمانها اهمیت بسیاری دارد (Meyer et.al, 2003,p:91).

در این مقاله، با هدف ارزیابی و محاسبه واقع‌بینانه این مخاطرات، روشی بر مبنای تئوری مجموعه‌ی فازی ارائه می‌شود. این مقاله در پنج بخش ذیل سازمان‌یافته است: بخش اول به تئوری مجموعه فازی و پیشینه‌ی کاربرد آن در ارزیابی نرخ ریسک توسعه‌ی نرم‌افزارها و بخش دوم به فرآیند ارزیابی فازی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه و بخش سوم به روش‌شناسی ارزیابی – محاسبه نرخ ریسک تجمیعی پروژه‌های پژوهش و توسعه تحت محیط فازی تصمیم‌گیری گروهی و بخش چهارم به حوزه‌ی پیاده‌سازی روش طرح شده در مقاله و بخش پنجم به نتیجه‌گیری اختصاص یافته است.

۱- تئوری مجموعه فازی و پیشینه کاربرد آن در ارزیابی نرخ ریسک

در دنیای انسانی، همواره عدم اطمینان وجود دارد. مدل‌سازی عدم اطمینان در تحلیل تصمیم از طریق تئوری احتمال یا تئوری مجموعه فازی انجام شده‌است. تئوری احتمال، ماهیت تصادفی تحلیل تصمیم را نشان می‌دهد. روش‌های تصمیم تصادفی مانند تحلیل آماری تصمیم، بی‌دقتی در رفتار انسان را نمی‌سنجد بلکه روش تصمیم‌گیری تصادفی، نوعی شیوه‌ی مدل‌سازی دانش ناقص درباره‌ی محیط برونی

اطرافش است. تئوری مجموعه فازی؛ ذهنیت رفتار را نشان می‌دهد. این تئوری، ابزار مدل‌سازی عدم اطمینان یا بی‌دقتی نشات گرفته از ذهنیت انسان که تصادفی نیست؛ فراهم می‌کند. تئوری مجموعه فازی، فرآیند استدلال طبیعی انسان را از طریق رایانه نسبت به رایانه‌های سنتی برای رفتاری با منطق و دقت کمتر شبیه‌سازی می‌کند (Chen and Hwang, 1992,p:2).

منطق فازی، یک ریخت‌شناسی استنباط است که امکان کاربرد تقریب قابلیت‌های استدلال انسان را در سیستم‌های مبتنی بر دانش فراهم می‌سازد. تئوری مجموعه فازی، نوعی قوت ریاضی برای تسخیر عدم اطمینان‌های مربوط به فرآیندهای شناختی انسان مانند تفکر و استدلال فراهم می‌کند. توسعه‌ی منطق فازی به میزان زیادی بواسطه نیاز به یک چهارچوب مفهومی برانگیخته شده‌است که می‌تواند موضوع عدم اطمینان و نادقیقی واژه‌ای را طرح کند و برای اداره‌ی اطلاعات نادقیق در مسائل تصمیم‌گیری دنیای واقعی معرفی شده است. (Fuller, http://www.abo.fi/rfuller/Robert.html,p:1).

پژوهشها نشان داده است که تئوری مجموعه فازی می‌تواند روش موثری برای بیان برخورد با چنین مسائلی باشد. در واقع تصمیم‌گیری تحت شرایط عدم اطمینان، حوزه اصلی تصمیم‌گیری فازی است. بارون[1] مطرح کرده‌است که بهره‌وری تصمیم‌گیرندگان با حمایت برنامه‌های منطق فازی سی برابر می‌شود. در محیطهای فازی کرده ارزش معیارها و گزینه‌ها و ... دقیقاً تعیین نمی‌شوند. تئوری مجموعه فازی برای حل مسائل تصمیم‌گیری توسعه یافته‌است که در آن مشاهدات به صورت نادقیق، مبهم و نامعلوم توصیف می‌شوند. تئوری مجموعه فازی، ابزار مفیدی برای برخورد با ابهام موجود در فرآیند ارزیابی داده فراهم می‌کند. (Chen and Hwang, 1992,p:4). در سالهای اخیر؛ پژوهشگران بسیاری بر روی شناسایی، اولویت‌بندی و مدیریت ریسک تمرکز کرده‌اند؛ بدین علت که تصمیم‌گیرندگان یا مدیران پروژه‌ها نرخ عوامل ریسک را از طریق ارزشهای زبانی (بسیار زیاد، زیاد متوسط، کم، بسیار کم) ارزیابی می‌کنند. لی[2] نوعی مدل ساختاریافته برای محاسبه‌ی ریسک به منظور توسعه‌ی نرم‌افزار در محیط تصمیم‌گیری گروهی بسط داد و دو الگوریتم برای

1 - Baron
2 - Lee

ارزیابی نرخ ریسک تجمیعی[1] در توسعه‌ی نرم‌افزار با کاربرد تئوری مجموعه فازی تحت محیط تصمیم‌گیری گروهی فازی ارائه داده که اولین الگوریتم برای هر پارامتر به‌طور مجزا میانگین محاسبه می‌کند. سپس برای محاسبه نرخ نهایی ریسک تجمیعی، میانگین‌ها جمع بسته می‌شوند. دومین الگوریتم، نرخ را به‌طور انفرادی جمع می‌کند و سپس از نتایج حاصله برای محاسبه نرخ نهایی ریسک تجمیعی میانگین گرفته می‌شود. این دو الگوریتم به‌علت اجرای عملیات حسابی پیچیده برای ارزیابی نرخ ریسک پیچیده و دشوار هستند (Lee.1996,pp:261-271). چن[2] الگوریتم جدیدی برای ارزیابی نرخ ریسک تجمیعی در توسعه‌ی نرم‌افزار تحت محیط فازی تصمیم‌گیری گروهی ارائه داد. او با طرح نوعی روش فازی زدایی برای اعداد فازی ذوزنقه‌ای الگوریتم خویش را برای محاسبه ریسک تجمیعی معرفی می‌کند (Chen, 2001,pp:75-88).

۲- فرآیند ارزیابی فازی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه

ارزیابی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه، فرآیندی پیچیده در سازمان‌های بزرگ است که ذینفعان عدیده‌ای با ملاحظه مجموعه‌ای معیارهای معین مشارکت می‌کنند و سپس انتخابی مبنی بر اجرای پروژه‌هایی که اهداف سازمان را با کمترین مخاطره تحقق بخشد، انجام می‌دهند. به عبارت دیگر، ارزیابی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه بنا به سه علت؛ یک فرآیند پیچیده‌ای است:

۱- فرآیند ارزیابی پروژه‌های پژوهش و توسعه نیازمند قضاوت خبرگان است. قضاوت خبرگان مشتمل بر دانش و ارجحیت‌های مبهم و نامعلوم است. در بیشتر موقعیت‌ها، انسان‌ها نمی‌توانند دانش خویش را درباره پدیده‌ها و اشیاء بیان دارند و نمی‌توانند ایده‌ها و قضاوت‌هایشان را با ارزش‌های عددی و کمی بیان دارند. یک رویکرد واقع‌بینانه در چنین مواقعی، رویکرد زبانی است که انسان‌ها می‌توانند برای بیان ارجحیت‌ها و قضاوت‌هایشان از واژه‌های زبانی و اصطلاحات کیفی استفاده کنند. (خورشید و همکاران، ۱۳۸۲، ص ۵۷-۵۸) با تولد ایده مجموعه فازی توسط زاده؛ پژوهشگران از مفهوم مجموعه‌های فازی برای بررسی و برخورد با اشکال نادقیقی

---

1 -aggregative
2 -Chen

استفاده کرده‌اند و به نتایج جالبی دست یافته‌اند. در واقع تئوری مجموعه فازی، انعطاف‌پذیری مورد نیاز برای نمایش عدم اطمینان ناشی از فقدان دانش فراهم می‌کند. مجموعه فازی به جای متغیرهای کمی برای نمایش مفاهیم نادقیق از متغیرهای زبانی استفاده می‌کند. زاده[1] مفهوم فازی را به عنوان وسیله نمایش و دستکاری داده نادقیق و فازی معرفی نموده است. تئوری مجموعه فازی، نوعی چهارچوب منطقی برای اداره‌ی عدم اطمینان و دانش مبهم انسان‌ها در بررسی و مطالعه پدیده‌ها فراهم می‌کند و به طرز رضایت‌بخشی، موانع فقدان دقت را حل می‌کند و ماهیتاً نوعی تکنیک تقریبی است که وجوه کیفی را در قالب اصطلاحات زبانی بوسیله متغیرهای زبانی ارائه می‌دهد. متغیر زبانی، متغیری است که ارزش‌هایش؛ کلمات و جملات به زبان طبیعی یا مصنوعی هستند. در کل استفاده از کلمات و جملات بجای اعداد؛ یک شکل با کفایت، واقع‌بینانه، مستقیم و منطف‌تری برای بیان وجوه کیفی به شمار می‌آید و در حوزه‌های بسیاری از جمله طراحی و توصعه سیستم‌های دانش مدار و ... بطور گسترده‌ای بکار رفته است (همان، ص: ۵۸).

۲- فرآیند ارزیابی پروژه‌های پژوهش و توسعه؛ نوعی فرآیند تصمیم‌گیری گروهی است. یک فرآیند تصمیم‌گیری گروهی به عنوان موقعیتی توصیف می‌گردد که در آن:

الف – دو یا چند نفر در آن مشارکت دارند که ارجحیت‌هایشان (سیستم‌های ارزشی‌شان) متفاوت است اما به اطلاعات دسترسی یکسان دارند. هر کدام از اعضای گروه با ادراک، طرز نگرش، انگیزش، شخصیت منحصر به فردشان توصیف می‌شوند. ب- وجود یک مساله مشترک را تشخیص می‌دهند. ج- برای رسیدن به یک تصمیم جمعی کوشش می‌کنند. (Herrera et.al, http://www. Citeseer.nj.nec p:1), در جایگاه گروهی به لحاظ اختلاف عقیده در میان افراد؛ روش‌های گوناگونی برای آشتی‌دادن نگرش‌ها و قضاوت مشارکت‌کنندگان طرح کرده‌اند که می‌توان به اجماع، رای‌گیری و توافق و مصالحه، میانگین هندسی، مدل‌ها یا بازی‌گران متمایز اشاره کرد. (Lai et.al,2002) در این مقاله برای تلفیق و تجمیع قضاوت خبرگان و تصمیم‌گیرندگان از اپراتور متوسطگیری موزون مرتب شده[2] توسط یاگر به عنوان

1 - Zadeh
2 - OWA

یک تکنیک جمع جدید طرح شده است و توسط محققان بسیاری برای تجمیع ارجحیت‌های فازی افراد در ارجحیت فازی جمعی - اجتماعی بکار رفته است. (خورشید و همکاران، ۱۳۸۲، ص ص: ۶۵-۵۸)

۳- فرآیند ارزیابی پروژه‌های پژوهش و توسعه با عدم اطمینان و عدم قطعیت در اطلاعات مواجه است. این نوع عدم اطمینان‌ها؛ ماهیت تصادفی ندارند بلکه ماهیت ذهنی دارند و از ذهن تصمیم‌گیرندگان نشات می‌گیرد. بطور کلی انتخاب پروژه‌های پژوهش و توسعه نیازمند ارزیابی ارزش‌های نتیجه‌ای خاص و قضاوت درباره‌ی احتمال وقوع آن نتیجه است. توانایی تصمیم‌گیرندگان برای قضاوت درباره‌ی احتمال و صحت آن ارزش‌ها؛ یک عامل مهمی در بحث حداکثرسازی / رضایت‌بخشی است. ارتباط بین ارزش درک شده یک نتیجه و احتمال وقوع آن؛ یک عامل مهمی در رفتار تصمیم‌گیری محسوب می‌شود. مطلوبیت یک نتیجه با شرایط خاص هر فردی در هر لحظه از زمان تغییر می‌کند و این تغییرات می‌تواند در کوتاه‌مدت علاوه بر بلندمدت بوقوع پیوندد که ادراک افراد از ریسک تغییر می‌کند. اولین مرحله برای فهمیدن رفتار تصمیم‌گیرنده؛ تمایز بین یک نگرش از ارزش عینی (ارزیابی سود مورد انتظار) و ایده‌ی مطلوبیت است که ارزش را به طور خاص به شرایط خاص؛ نیازها و خواسته‌های تصمیم‌گیرنده مرتبط می‌سازد. دومین مرحله؛ وارد ساختن ادراک تصمیم‌گیرنده از مطلوبیت به درون ایده احتمال ذهنی است. تصمیم‌گیرنده می‌تواند ارزیابیش از مطلوبیت هر نتیجه با یک ایده از احتمال وقوعش ترکیب کند. این ترکیب؛ مطلوبیت مورد انتظار نامیده شده که اساس رفتار تصمیم گیرنده تحت شرایط عدم اطمینان را شکل می‌دهد. البته بعید به نظر می‌رسد که بیشتر افراد به هنگام اتخاذ تصمیم تحت شرایط عدم اطمینان بتوانند در هر لحظه از زمان، محاسبات ریاضی انجام دهند. تاکنون ایده مطلوبیت را برای تشریح نتیجه یک تصمیم بکار برده‌اند که به طور هم ارز می‌توان ایده مطلوبیت را برای خود ریسک بکار برد. ایده‌ی مطلوبیت ذهنی مورد انتظار را می‌توان برای بیان مطلوبیت خود ریسک‌پذیری علاوه بر مطلوبیت نتیجه بکار برد. این مدل؛ نتایج با ریسک پایین را فراهم می‌نماید که نسبت به نتایج با ریسک بالا جذابیت کمتری دارد. تصمیم‌گیرندگانی که برای خود ریسک؛ مطلوبیت بالایی قائل هستند در مقایسه با تصمیم گیرندگانی که ریسک‌پذیری را به حداقل می‌رسانند؛ به‌طرق مختلفی رفتار می‌کنند (Cook and Slack, 1988, pp: 54-59).

طریقه‌ی سنتی بیان عدم اطمینان در سیستم‌ها یا بررسی و تصویب پروژه‌های پژوهشی؛ ریسک می‌باشد. در روند ارزیابی و انتخاب پروژه‌های پژوهش و توسعه؛ ریسک و قطعیت نداشتن یک پروژه حایز اهمیت است. ریسک یک پروژه؛ یک عاملی نامعلوم است که می‌تواند به طور معنی‌داری کارکرد قابل حصول را تحت تاثیر قرار دهد. ریسک؛ یک ترکیبی از احتمال وقوع یک رخداد (یک وقوع نامطلوب) و پیامدهای مربوط به رخداد است. هر پروژه دارای مقداری ریسک مربوط به عدم تامین اهداف تصریح شده برای پروژه است (Archer and Ghasemzadeh, 1999, p: 209). شناسایی، ارزیابی، کنترل و مدیریت ریسک با هدف پیشگیری یا کاهش اثرات منفی بالقوه خطرات احتمالی انجام می‌گیرد. مدیریت ریسک به شناسایی و کنترل تغییر و نوسان و عدم اطمینان قابل پیش‌بینی می‌پردازد و آگاه است که رخدادهای غیرقابل پیش بینی؛ مدیریت بحران را ایجاب می‌کند. برای مدیریت عدم اطمینان‌های غیرقابل پیش‌بینی و آشوب؛ مدیران از مدیریت سنتی به سمت پذیرش نقشها و تکنیک‌هایی حرکت می‌کنند که کمتر به سمت برنامه‌ریزی و بیشتر به سمت انعطاف‌پذیری و یادگیری گرایش دارند (Meyer et.al, 2003, pp: 91).

در ارزیابی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه، داده‌های دقیق بندرت در دسترس هستند. در واقع پروژه‌های پژوهش و توسعه با نوعی عدم قطعیت و نامعلومی و عدم اطمینان مواجه هستند که در گذشته برای اداره و مدیریت و مدلسازی عدم اطمینان از تئوری احتمال استفاده می‌کردند. در واقع تئوری احتمال می‌تواند عدم اطمینان‌هایی را مدل‌سازی نماید که ماهیت تصادفی دارند. از این رو برای تحلیل ریسک براساس تئوری احتمال؛ مدل‌های مختلفی مانند شبیه‌سازی مونت کارلو، تئوری تصمیم، تئوری آماری بیزین، تئوری تصمیم ترکیب شده با نمودار نفوذ بکار می‌رود. (Archer and Ghasemzadeh, 1999, p: 209) از آنجا که مدل‌های کمی به تصمیم‌گیری تحت شرایط مخاطره‌آمیزه منجر می‌گردد ولیکن در شرایطی می‌توان از این مدل‌ها استفاده کرد که مجموع نتایج ممکن شناخته شده و می‌توان توزیع احتمال وقوع هر یک از نتایج را نشان داد. از آنجا که ارزیابی پروژه‌های پژوهشی با قضاوت و ارجحیت‌های تصمیم‌گیرندگان عجین می‌گردد با نوع دیگری از عدم اطمینان‌ها مواجه است که از ذهنیت تصمیم‌گیرندگان نشات می‌گیرد که تئوری

احتمال قادر به مدل‌سازی آنها نیست. این نوع عدم اطمینان‌ها توسط تئوری مجموعه فازی مدل‌سازی می‌گردد.

۳- روش‌شناسی ارزیابی – محاسبه‌ی نرخ ریسک تجمیعی پروژه‌های پژوهش و توسعه تحت محیط فازی تصمیم‌گیری گروهی

ارزیابی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه و متعاقباً اولویت‌بندی پروژه‌ها برحسب نرخ ریسک‌شان و انتخاب پروژه‌ها با کمترین نرخ ریسک؛ یک موضوع تصمیم در سازمان‌های بزرگ بالاخص مراکز پژوهشی مستلزم شناسایی و تعریف معیارهایی برای ارزیابی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه است. با مطالعه و بررسی اجمالی ادبیات مدیریت و کنترل ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه و فرآیند داوری پروژه‌های پژوهشی کمیته‌های تخصصی – پژوهشی مراکز پژوهشی؛ معیارهای ذیل به عنوان معیارهای رده اول انتخاب شده‌اند:

الف- پژوهش و توسعه. ب – برنامه‌ریزی زمانی پروژه‌ها. ج- بی‌ثباتی تجاری و اقتصادی. د – منابع مالی و پولی. ذ- منابع برونی.

هر یک از این معیارها می‌توانند موفقیت یا شکست پروژه‌های پژوهشی در حصول اهدافش و متعاقباً اهداف سازمان تحت تاثیر قرار دهد و پروژه‌های پژوهشی را با مخاطراتی مواجه سازد. برای عینی‌تر نمودن و عملیاتی سازی ارزیابی پروژه‌ها، عوامل مخاطره زای تشکیل‌دهنده هر یک از معیارهای فوق شناسایی و تعریف شده‌اند که در جدول ۱ ارائه شده‌اند. برای درک بهتر مساله تصمیم‌گیری، ارزیابی و محاسبه نرخ ریسک پروژه‌ها؛ به صورت یک مدل ساختاری سلسله مراتبی (شکل ۱) نمایش داده شده است.

جدول ۱- معیارهای اصلی و معیارهای فرعی موثر در ارزیابی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه

ردیف	معیارهای اصلی	معیارهای فرعی
۱	پژوهش و توسعه	شکست پروژه در دستیابی به محصول
		شکست پروژه در کسب اهداف فنی
۲	منابع مالی	ناکافی بودن منابع مالی
۳	برنامه‌ریزی زمانی پروژه	زمان‌بندی نادرست پروژه
۴	بی‌ثباتی تجاری – اقتصادی	منسوخ شدن تکنولوژی
		کوتاه شدن سیکل زندگی تکنولوژی
		تغییر نیاز مشتریان و کاربران
		عدم دستیابی به بازده مورد انتظار
۵	منابع برونی	موانع قانونی در فراهم کردن امکانات و ابزارهای پژوهشی
		موانع بین‌المللی و جهانی در دستیابی به دانش فنی

شکل ۱- مدل ساختاری سلسله مراتبی ریسک تجمیعی یک پروژه

با تبیین مساله‌ی تصمیم به منظور تشریح روش‌شناسی ارزیابی ریسک تجمیعی پروژه‌های پژوهش و توسعه؛ ابتدا نمادها و نشانه‌های مورد استفاده در فرآیند محاسبه نرخ ریسک تجمیعی پروژه‌ها معرفی و سپس الگوریتم ارزیابی و محاسبه ریسک تجمیعی پروژه‌های پژوهش و توسعه معرفی می‌گردد:

۱- نمادها و نشانه‌ها:

$j = 1,2,3,...,m$	مجموع پروژه‌های پژوهشی
$p = 1,2,3,...,P$	مجموع تصمیم‌گیرندگان
DM_p	تصمیم‌گیرنده p
$X_f, f = 1,2,3,4,5$	معیارهای اصلی
$X_{fg}, f = 1,2,3,4,5 \quad g = 1,2,...,n(f)$	معیارهای فرعی (اقلام ریسک)
$w_1(X_{pf})$	وزن فازی معیارهای اصلی از نظر تصمیم‌گیرنده DM_p
$w_2(X_{pfg})$	وزن فازی معیارهای فرعی (اقلام ریسک) معیارهای از نظر تصمیم‌گیرنده DM_p
$RR(X_{pfg})$	درجات فازی معیارهای فرعی از نظر تصمیم‌گیرنده DM_p
$RI(X_{pfg})$	درجات اهمیت فازی یک پروژه برای تصمیم‌گیرنده DM_p با ملاحظه معیارهای فرعی
$mw_1(X_f), f = 1,2,3,4,5$	میانگین وزن فازی معیارهای اصلی
$mw_2(X_{pfg}), f = 1,2,3,4,5 \quad , g = 1,2,3,...,n(f)$	میانگین وزن فازی معیارهای فرعی
$xRR(x_{fg})$	میانگین درجات فازی معیارهای فرعی
$xRI(x_{fg})$	میانگین درجات اهمیت فازی یک پروژه با ملاحظه معیارهای فرعی
$mR(x_{fg})$	میانگین نرخ فازی معیارهای فرعی

۲- الگوریتم ارزیابی و محاسبه نرخ ریسک تجمیعی فازی پروژه‌های پژوهش و توسعه

ما برای محاسبه‌ی ریسک تجمیعی پروژه‌های پژوهش و توسعه از روش ارائه شده توسط چن[1] استفاده کرده‌ایم با این تفاوت که برای تلفیق و تجمیع قضاوت و

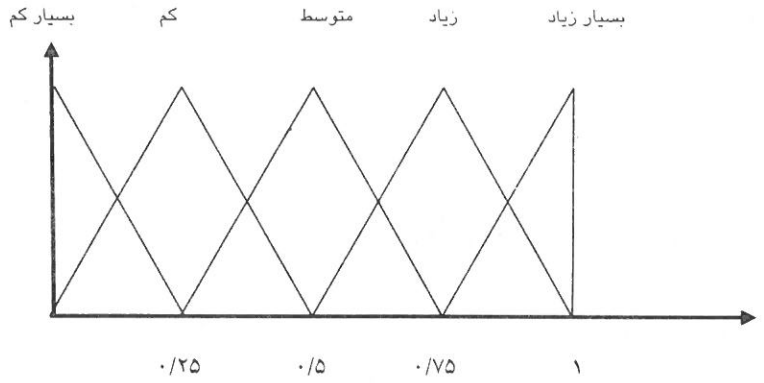
1 - Chen

ارجحیت‌های تصمیم‌گیرندگان از اپراتور متوسط‌گیری موزون مرتب شده به عنوان یک تکنیک جمع استفاده کرده‌ایم که در این بخش؛ الگوریتم ارزیابی و محاسبه نرخ نهایی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه ارائه می‌گردد:

۱-۲- تصمیم‌گیرندگان، ارجحیت‌ها و قضاوت‌های خود را درباره‌ی اوزان معیارهای اصلی و فرعی، درجات ریسک هر کدام از معیارهای فرعی و درجات اهمیت پروژه‌ها با ملاحظه معیارهای فرعی در شکل واژه‌های زبانی و اصطلاحات کیفی (بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم، بسیار کم) بیان می‌دارند. هر تصمیم‌گیرنده برای بیان ارجحیت‌های خویش دارای یک فضای کیفی منحصر به فردی است و بعید است که یک فضای کیفی جهانی وجود داشته باشد که تمام تصمیم‌گیرندگان بر روی آن توافق داشته باشند. در این مقاله از ابتدا فرض شده است که تمامی

جدول ۲- واژه‌های زبانی و معانی‌شان

ارزش‌های زبانی	معانی ارزش‌های زبانی
بسیار زیاد، بسیار با اهمیت	(۱، ۰.۷۵، ۰.۵)
زیاد، با اهمیت	(۰.۷۵، ۰.۵، ۰.۲۵)
متوسط	(۰.۵، ۰.۲۵، ۰)
کم، کم اهمیت	(۰.۲۵، ۰، ۰)
بسیار کم، بسیار کم اهمیت	(۰، ۰، ۰.۲۵)



شکل ۱- تابع عضویت مجموعه واژه‌های زبانی

تصمیم‌گیرندگان بر روی فضای کیفی ارائه شده در جدول ۲ به توافق رسیده‌اند. تابع عضویت فضای کیفی و معانی فازی واژه‌های زبانی در شکل ۲ ترسیم شده‌است. بعد از کسب دانش و اطلاعات از هر تصمیم‌گیرنده؛ برای هر تصمیم‌گیرنده می‌توان یک جدولی همانند جدول ۳ تنظیم نمود.

جدول ۳- ارجحیت‌های زبانی یک گروه تصمیم‌گیرنده بر روی اوزان معیارهای اصلی و فرعی، درجات ریسک معیارهای فرعی و درجات اهمیت یک پروژه با ملاحظه معیارهای فرعی

معیارهای اصلی	وزن زبانی معیارهای اصلی از نظر DM_p	معیارهای فرعی (اقلام ریسک)	وزن زبانی معیارهای فرعی (اقلام ریسک) از نظر DM_p	درجات زبانی ریسک معیارهای فرعی از نظر DM_p	درجات زبانی اهمیت یک پروژه با ملاحظه معیارهای فرعی از نظر DM_p
X_f	$w_{1(X_{pf})}$	x_{fg}	$w_2(x_{pfg})$	$RR(x_{pfg})$	$RI(x_{pfg})$
X_1	$w_{1(X_{p1})}$	x_{11}	$w_2(x_{p11})$	$RR(x_{p11})$	$RI(x_{p11})$
		x_{12}	$w_2(x_{p12})$	$RR(x_{p12})$	$RI(x_{p12})$
X_2	$w_{1(X_{p2})}$	x_{21}	$w_2(x_{p21})$	$RR(x_{p21})$	$RI(x_{p21})$
X_3	$w_{1(X_{p3})}$	x_{31}	$w_2(x_{p31})$	$RR(x_{p31})$	$RI(x_{p31})$
X_4	$w_{1(X_{p4})}$	x_{41}	$w_2(x_{p41})$	$RR(x_{p41})$	$RI(x_{p41})$
		x_{42}	$w_2(x_{p42})$	$RR(x_{p42})$	$RI(x_{p42})$
		x_{43}	$w_2(x_{p43})$	$RR(x_{p43})$	$RI(x_{p43})$
		x_{44}	$w_2(x_{p44})$	$RR(x_{p44})$	$RI(x_{p44})$
X_5	$w_{1(X_{p5})}$	x_{51}	$w_2(x_{p51})$	$RR(x_{p51})$	$RI(x_{p51})$
		x_{52}	$w_2(x_{p52})$	$RR(x_{p52})$	$RI(x_{p52})$
		x_{53}	$w_2(x_{p53})$	$RR(x_{p53})$	$RI(x_{p53})$

هم چنانکه در جدول ۳ مشاهده می‌گردد؛ ستون‌های ۱ و ۲؛ ارجحیت‌های زبانی بر روی معیارهای اصلی و فرعی و ستون‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ به ترتیب

تصمیم‌گیرندگان بر روی اوزان معیارهای اصلی و فرعی و درجات ریسک هر معیار فرعی و درجات اهمیت یک پروژه با ملاحظه معیارهای فرعی نشان داده شده‌است.

ب – تلفیق و تجمیع ارجحیت‌ها و قضاوت‌های زبانی تصمیم‌گیرندگان: تلفیق و تجمیع اطلاعات در کاربست‌های بسیاری از جمله سیستم‌های هوشمند، سیستم‌های خبره و کمک‌های تصمیم چند معیاره و جایگاه گروهی کاربرد دارد. به هنگام کاربرد تئوری مجموعه فازی و بالتبع ارزیابی‌های زبانی برای کسب دانش و اطلاعات از خبرگان؛ به تجمیع ارزش‌های زبانی نیاز می‌شد. دو ردیکرد برای تجمیع ارزش‌های زبانی و تلفیق ارجحیت‌های زبانی تصمیم‌گیرندگان در یک ارجحیت جمعی و اجتماعی توسط محققان در متون طرح شده است (Delgado et.al, :http://www.citeseer.nj.nec.p).

اولین رویکرد براساس اصل تعمیم قرار دارد که به ما امکان جمع و مقایسه واژه‌های زبانی براساس تابع عضویت و کاربرد عملیات حسابی بر روی اعداد فازی را می‌دهد. دومین رویکرد، رویکرد سمبلیکی است که مستقیما بر روی واژه‌های زبانی، محاسبات را انجام می‌دهد. در این مقاله از رویکرد اول تبعیت شده‌است. بدین ترتیب ابتدا واژه‌های زبانی با معانی فازی‌شان جایگزین شده و سپس از اپراتور متوسط‌گیری موزون مرتب شده (اپراتور OWA) به وسیله‌ی کمی‌ساز زبانی فازی "اکثرا[1]" استفاده شده‌است. از طریق این اپراتور ϕ_Q[2]؛ میانگین ارجحیت‌های فازی تصمیم‌گیرندگان بر روی اوزان معیارهای اصلی و فرعی، درجات ریسک معیارهای فرعی (اقلام ریسک)، درجات اهمیت پروژه‌ها با ملاحظه معیارهای فرعی برطبق فرمول‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ محاسبه می‌گردد. در این جا اپراتور OWA به عنوان اپراتور متوسط‌گیری به جای میانگین حسابی برای محاسبه میانگین‌ها بکار رفته است که نتیجه در ستون‌های ۳ و ۴ و ۵ و ۶ جدول ۴ نشان داده شده‌است.

---

1 - most

۲- ϕ_Q نماد اپراتور OWA بوسیله کمی ساز زبانی فازی اکثرا است که Q نماد کمی ساز زبانی فازی اکثرا است.

۱-۲-۲- محاسبه‌ی میانگین وزن فازی معیارهای اصلی

$$mw_1(X_f) = \phi_Q\left(DM_P\left(w_1\left(x_{pf}\right)\right)\right); f = 1,2,3,4,5, p = 1,2,3,\ldots,P \quad (۱)$$

۲-۲-۲- محاسبه‌ی میانگین وزن فازی معیارهای فرعی (اقلام ریسک)

$$mw_2\left(x_{pfg}\right) = \phi_Q\left(DM_P\left(x_{pfg}\right)\right); f = 1,2,3,4,5, g = 1,2,3,\ldots,n(f) \quad (۲)$$
$$, p = 1,2,3,\ldots,P$$

۳-۲-۲- محاسبه‌ی میانگین درجات فازی اقلام ریسک

(۳)

$$mRR\left(x_{pfg}\right) = \phi_Q\left(DM_P\left(RR\left(x_{pfg}\right)\right)\right); f = 1,2,3,4,5, g = 1,2,\ldots,n(f)$$
$$, p = 1,2,3,\ldots,P$$

۴-۲-۲- محاسبه‌ی میانگین درجات فازی اهمیت پروژه‌ها

$$mRI\left(x_{fg}\right) = \phi_Q\left(DM_P\left(RI\left(x_{pfg}\right)\right)\right) \quad (۴)$$

۳- محاسبه‌ی نرخ ریسک فازی هر قلم ریسک[1]: نرخ درسک فازی هر قلم ریسک (معیار فرعی) از طریق فرمول ۵ محاسبه می‌گردد که نتیجه محاسبات در ستون ۷ جدول ۴ ارائه شده‌است. نرخ ریسک فازی هر قلم ریسک به میانگین درجات ریسک هر قلم ریسک و میانگین درجات اهمیت پروژه‌ها نیاز دارد که برطبق فرمول‌های ۳ و ۴ محاسبه شده‌اند.

$$R\left(x_{fg}\right) = mRI\left(x_{fg}\right) \otimes mRR\left(x_{fg}\right) \quad (۵)$$

۴- محاسبه‌ی اوزان فازی معیارهای اصلی: وزن فازی یک معیار؛ درجه ارجحیت فازی آن معیار نسبت به مجموع معیارهای مشارکت‌کننده در فرآیند ارزیابی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه می‌سنجد. وزن فازی معیارهای اصلی برطبق فرمول ۶ محاسبه می‌گردد.

$$W\left(X_f\right) = {mw_1\left(X_f\right)} \Big/ {\phi_{Q(mw_1(X_f))}}; f = 1,2,3,4,5 \quad (۶)$$

۱- برای انجام اعمال ضرب و تقسیم در فرمول‌های ۹،۸،۷،۶،۵ از قاعده ضرب و تقسیم اعداد فازی مثلثی تبعیت می‌گردد.

۵- محاسبه‌ی اوزان فازی اقلام ریسک برای هر معیار اصلی: اوزان فازی معیارهای فرعی برای هر معیار اصلی از طریق فرمول ۷ محاسبه می‌گردد.

$$W\left(X_{fg}\right)=\frac{mw_{2}\left(X_{fg}\right)}{\phi_{Q\left(mw_{2}\left(X_{fg}\right)\right)}};f=1,2,3,4,5 \quad g=1,2,....,n\left(f\right) \quad (۷)$$

۶- محاسبه‌ی ریسک فازی هر پروژه برحسب هر کدام از معیارهای اصلی:

$$PRO_{ff}=\phi_{Q}\left[W\left(x_{fg}\right)\otimes R\left(x_{fg}\right)\right];f=1,2,3,4,5;g=1,2,...,n\left(f\right) \quad (۸)$$

PRO_{ff} معرف ریسک فازی هر پروژه با ملاحظه هر معیار اصلی است.

۷- محاسبه‌ی نرخ نهایی ریسک تجمیعی فازی هر پروژه:

(۹)

$$RISK\left(PRO_{j}\right)=\phi_{Q}\left[W\left(X_{f}\right)\otimes PRO_{ff}\right],f=1,2,3,...,5;j=1,2,3,...,m$$

$RISK\left(PRO_{j}\right)$ نرخ نهایی ریسک تجمیعی فازی هر پروژه پژوهشی را نشان می‌دهد.

جدول ۴- میانگین اوزان فازی معیارهای اصلی و فرعی و درجات فازی ریسک و درجات فازی اهمیت یک پروژه و میانگین نرخ هر قلم ریسک برای یک گروه تصمیم گیرنده

معیارهای اصلی	میانگین وزن فازی معیارهای اصلی	معیارهای فرعی (اقلام ریسک)	میانگین وزن فازی اقلام ریسک	میانگین درجات فازی هر قلم ریسک	میانگین درجات فازی اهمیت پروژه‌ها	میانگین نرخ فازی هر قلم ریسک
X_f	$mw_{1(X_f)}$	x_{fg}	$mw_2(x_{fg})$	$mRR(x_{fg})$	$mRI(x_{fg})$	$mR(x_{fg})$
X_1	$mw_{1(X_1)}$	x_{11}	$mw_2(x_{11})$	$mRR(x_{11})$	$mRI(x_{11})$	$mR(x_{11})$
		x_{12}	$mw_2(x_{12})$	$mRR(x_{12})$	$mRI(x_{12})$	$mR(x_{12})$
X_2	$mw_{1(X_2)}$	x_{21}	$mw_2(x_{21})$	$mRR(x_{21})$	$mRI(x_{21})$	$mR(x_{21})$
X_3	$mw_{1(X_3)}$	x_{31}	$mw_2(x_{31})$	$mRR(x_{31})$	$mRI(x_{31})$	$mR(x_{31})$
X_4	$mw_{1(X_4)}$	x_{41}	$mw_2(x_{41})$	$mRR(x_{41})$	$mRI(x_{41})$	$mR(x_{41})$
		x_{42}	$mw_2(x_{42})$	$mRR(x_{42})$	$mRI(x_{42})$	$mR(x_{42})$
		x_{43}	$mw_2(x_{43})$	$mRR(x_{43})$	$mRI(x_{43})$	$mR(x_{43})$
		x_{44}	$mw_2(x_{44})$	$mRR(x_{44})$	$mRI(x_{44})$	$mR(x_{44})$
X_5	$mw_{1(X_5)}$	x_{51}	$mw_2(x_{51})$	$mRR(x_{51})$	$mRI(x_{51})$	$mR(x_{51})$
		x_{52}	$mw_2(x_{52})$	$mRR(x_{52})$	$mRI(x_{52})$	$mR(x_{52})$
		x_{53}	$mw_2(x_{53})$	$mRR(x_{53})$	$mRI(x_{53})$	$mR(x_{53})$

ج- فازی‌زدایی نرخ ریسک تجمیعی فازی پروژه‌های پژوهش و توسعه: به منظور تصمیم‌گیری و انتخاب پروژه از میان پروژه‌های مختلف؛ می‌بایست پروژه‌های مختلف براساس ارزش فازی ریسک تجمیعی شان رتبه‌بندی گردند. برای مقایسه اعداد فازی؛ روشهای مختلفی در متون ارائه شده‌است. در این جا از روش ارائه شده توسط لیوس و وانگ برای رتبه‌بندی اعدادی فازی استفاده می‌شود. (Gen and Chenh, 2000) این روش، اعداد فازی را با کاربرد یک ارزش صحیح به جای ارزش نسبی رتبه‌بندی می‌کند که این اعداد می‌تواند مثلثی یا ذوزنقه‌ای باشد. ارزش صحیح چپ برای انعکاس نقطه‌نظر بدبینانه و ارزش صحیح راست برای انعکاس نقطه‌نظر خوش‌بینانه تصمیم‌گیرنده بکار رفته است. یک ترکیب محدب ارزش‌های صحیح چپ و راست با کاربرد یک نمایه خوشبینانه؛ ارزش صحیح کلی نامیده شده است. این ارزش صحیح کلی اعداد فازی به عنوان تابع رتبه‌بندی اعداد فازی بکار رفته است. با نمایه‌گذاری $L_R\left(\tilde{A}\right)$ و $L_L\left(\tilde{A}\right)$ به عنوان ارزش‌های صحیح راست و چپ برای یک عدد فازی مثلثی $\tilde{A}=(a,b,c)$ می‌توان ارزش صحیح کلی $I_T^{\alpha}\left(\tilde{A}\right)=\alpha I_R\left(\tilde{A}\right)+(1-\alpha)I_L\left(\tilde{A}\right)=\frac{1}{2}\left[\alpha a+b+(1-\alpha)c\right]$ را محاسبه نمود که $\alpha\in[0,1]$ می‌باشد یک α بزرگ، یک درجه بزرگ بهینگی نشان می‌دهد. وقتی $\alpha=0$ باشد. بطور خاص ارزش صحیح کلی I_T^0؛ نگرش یک تصمیم‌گیرنده بدبینانه را نشان می‌دهد که $I_T^O\left(\tilde{A}\right)$ معادل با ارزش صحیح چپ $\left(\tilde{A}\right)$ می‌باشد. برای یک تصمیم‌گیرنده خوش‌بینانه $\alpha=1$ ارزش صحیح کلی $I_T^1\left(\tilde{A}\right)$ معادل با $I_R\left(\tilde{A}\right)$ می‌باشد. برای یک تصمیم‌گیرنده میانه‌رو $\alpha=.5$؛ ارزش صحیح کلی برابر با $I_T^5\left(\tilde{A}\right)=\frac{1}{2}\left[I_R\left(\tilde{A}\right)+L_L\left(\tilde{A}\right)\right]$ است. پس برای هر عدد فازی $\tilde{A}_i,\tilde{A}_j$ معیاری برای رتبه‌بندی اعداد فازی داریم:

۱- **اگر** $I_T^{\alpha}\left(\tilde{A}_i\right)<I_T^{\alpha}\left(\tilde{A}_j\right)$ **پس** $\tilde{A}_i<\tilde{A}_j$

۲- **اگر** $I_T^{\alpha}\left(\tilde{A}_i\right)=I_T^{\alpha}\left(\tilde{A}_j\right)$ **پس** $\tilde{A}_i=\tilde{A}_j$.

۳- **اگر** $I_T^{\alpha}\left(\tilde{A}_i\right)>I_T^{\alpha}\left(\tilde{A}_j\right)$ **پس** $\tilde{A}_i>\tilde{A}_j$.

به منظور رتبه‌بندی و انتخاب پروژه‌های پژوهش و توسعه با کمترین نرخ ریسک؛ سه مقدار $\alpha = .5,1,0$ در نظر گرفته شده‌است که نرخ فازی زدایی شده تجمیعی پروژه‌های پژوهش و توسعه در جدول شماره ۵ ارائه شده‌است که به تصمیم‌گیرندگان امکان می‌دهد که با ملاحظه سه مقدار α که مبین رویکردهای خوش‌بینانه – بدبینانه و میانه روی تصمیم‌گیرندگان است؛ پروژه‌هایی که اهداف سازمان را با کمترین ریسک تحقق می‌بخشند انتخاب نمایند.

۴- حوزه پیاده‌سازی روش طرح شده در مقاله

مرکز تحقیقات مخابرات ایران به عنوان یک سازمان پژوهش و توسعه در حوزه مخابرات و ارتباطات فعالیت می‌کند که به منظور تحقق اهداف و رسالت پژوهشی خویش بطور مستمر در فرآیند تصویب و تایید پروژه‌های پژوهشی پیشنهاد شده از سوی محققان درگیر است. یکی از موضوعاتی که می‌تواند بر روی تصمیمات مبنی بر پذیرش و رد پروژه‌های پژوهشی؛ میزان ریسک و مخاطراتی است که یک پروژه پژوهشی با آن مواجه است و می‌تواند موفقیت و شکست پروژه‌های پژوهشی را متاثر سازد. روش طرح شده در این مقاله برای ارزیابی و محاسبه نرخ ریسک تجمیعی پروژه‌های پژوهشی مرکز تحقیقات مخابرات ایران بکار رفته و نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده‌است.

۵- خلاصه و نتیجه‌گیری

در عصر پویا و متحول کنونی؛ عدم اطمینان، یک وجه اجتناب‌ناپذیر زندگی انسانی و سازمانی است که تصمیمات فردی، گروهی، سازمانی را متاثر می‌سازد که مدیریت اثربخش سازمان‌ها ایجاب می‌نماید که به هنگام تصمیم‌گیری درباره موضوعات مختلف، عدم اطمینان‌ها را ملحوظ نمایند. در گذشته برای مدل‌سازی عدم اطمینان‌های مختلف از تئوری احتمال استفاده می‌نمودند. تئوری احتمال؛ فقط می‌تواند عدم اطمینان‌هایی را مدل‌سازی نماید که ماهیت تصادفی دارند و قادر به مدل‌سازی عدم اطمینان‌های نشات گرفته از ذهنیت انسان‌ها نیست. با تولد تئوری مجموعه فازی؛ محققان حوزه‌های مختلف علمی علاقمند به کاربرد تئوری مجموعه فازی برای مدل‌سازی عدم اطمینان‌های نشات گرفته از ذهنیت انسان شده‌اند. تئوری مجموعه فازی به جای متغیرهای کمی از متغیرهای کیفی برای نشان دادن مفاهیم نادقیق

استفاده می‌کند. برای ارزیابی و محاسبه نرخ ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه به علت عدم اطمینان‌های نهفته در آن؛ همواره داده‌های دقیق قابل مقایسه در دسترس نمی‌باشد. از این‌رو مفهوم مجموعه فازی به عنوان یک طریقه بررسی و برخورد سیستماتیک با اشکال نادقیقی طرح شده است که واقعیت‌ها را بهتر نشان می‌دهد. نادقیقی نهفته در ارزیابی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه یک ماهیت ناتصادفی دارد و می‌توان آن را با مفاهیم مجموعه فازی تسخیر کرد. روش‌شناسی طرح شده در این مقاله برای ارزیابی و محاسبه نرخ ریسک تجمیعی پروژه‌های پژوهش و توسعه دارای چند مزیت نسبت به روش‌ها و مدل‌های کلاسیک محاسبه ریسک دارد: الف – تسخیر عدم اطمینان‌های نشات گرفته از ذهنیت تصمیم‌گیرندگان از طریق کسب دانش آنها از طریق متغیرهای زبانی و واژه‌های زبانی. ب- کاربرد معیارهای کیفی در مواقعی که ارزیابی ریسک پروژه‌های پژوهش و توسعه از طریق کاربرد معیارهای کمی و دسترسی به داده‌های دقیق دشوار است. پ- با کاربرد اپراتور متوسطگیری موزون مرتب شده به عنوان یک تکنیک جمع و متوسطگیری در فرآیند تجمیع و تلفیق ارجحیت‌های تصمیم‌گیرندگان در جایگاه تصمیم‌گیری؛ مفهوم اکثریت فازی تصمیم‌گیرندگان و در فرآیند محاسبه نرخ نهایی ریسک تجمیعی پروژه‌های پژوهش و توسعه، مفهوم اکثریت فازی تفوق و برتری وارد شده است که انعطاف‌پذیری لازم برای انتخاب پروژه‌های پژوهشی فراهم می‌کند. مفهوم اکثریت فازی تصمیم‌گیرندگان برای کمی سازی تفوق و برتری معیاری بر تمام معیارهای دیگر بر طبق ایده‌های تصمیم‌گیرندگان به عنوان یک کل بکار می‌رود و بر وجود یک توافق نرم در میان تصمیم‌گیرندگان دلالت می‌کند. مفهوم اکثریت فازی تفوق و برتری برای کمی‌سازی تفوق و برتری یک معیار بر روی تمام معیارها و برتری یک پروژه بر پروژه‌های دیگر از نظر نرخ ریسک تجمیعی بر طبق ایده‌های گروه (تمام تصمیم‌گیرندگان) بکار رفته است. ت – تعریف درجات بهینگی مختلف برای ملاحظه نگرش‌های خوش‌بینانه و بدبینانه و میانه به تصمیم‌گیرندگان امکان می‌دهد که بتوانند تحت شرایط عدم اطمینان و نادقیقی و نامعلومی اطلاعات؛ تصمیمات بهتر و منعطف‌تر و رضایت‌بخش‌تری اتخاذ کنند ضمن این که بر روی تصمیمات و انتخاب‌های انجام شده میان تصمیم‌گیرندگان؛ توافق بیشتری حاصل می‌گردد.

جدول شماره ۵- نرخ ریسک تجمیعی فازی و فازی زدایی شده پروژه‌های پژوهشی

شماره پروژه‌های پژوهشی	نرخ ریسک تجمیعی فازی پروژه‌های پژوهشی (عدد فازی مثلثی)			نرخ ریسک تجمیعی فازی زدایی شده پروژه‌های پژوهشی با مقادیر مختلف α		
				$\alpha = .5$	$\alpha = 1$	$\alpha = 0$
۱	۰/۰۰۹۹	۰/۲۲	۱/۴۶	۰/۳۷۷۴۷۵	۰/۱۱۴۹۵	۰/۸۴
۲	۰/۰۱۰۲	۰/۲۰۲	۱/۳۷	۰/۴۴۶۰۵	۰/۱۰۶۱	۰/۷۸۶
۳	۰/۰۳۷	۰/۱۸۵	۰/۹۵	۰/۳۳۹۲۵	۰/۱۱۱	۰/۵۶۷۵
۴	۰/۰۱۵	۰/۳۳	۱/۷	۰/۵۹۳۷۵	۰/۱۷۲۵	۱/۰۱۵
۵	۰/۰۱۲۹	۰/۲۶	۱/۷	۰/۵۵۸۳۳۵	۰/۱۳۶۴۵	۰/۹۸
۶	۰/۰۱۴	۰/۳۲	۱/۷۶	۰/۶۰۳۵	۰/۱۶۷	۱/۰۴
۷	۰/۰۱۳	۰/۲۷	۱/۱۸	۰/۴۳۳۲۵	۰/۱۴۱۵	۰/۷۲۵
۸	۰/۰۱۲	۰/۲۸	۱/۵۱	۰/۵۲۰۵	۰/۱۴۶	۰/۸۹۵
۹	۰/۰۰۸۳	۰/۲۳	۱/۴۵	۰/۴۷۹۵۷۵	۰/۱۱۹۱۵	۰/۸۴
۱۰	۰/۰۱۱۴	۰/۱۹	۱/۴۷	۰/۴۶۵۳۵	۰/۱۰۰۷	۰/۸۳
۱۱	۰/۰۱۲۶	۰/۲۵۶	۱/۹۹	۰/۶۲۸۶۵	۰/۱۳۴۳	۱/۱۲۳
۱۲	۰/۰۱۳۴	۰/۴۳	۱/۴۸	۰/۵۹۳۳۵	۰/۲۲۶۷	۰/۹۶
۱۳	۰/۰۱۶۵	۰/۳۱	۱/۴۹	۰/۵۳۱۶۲۵	۰/۱۶۳۲۵	۰/۹
۱۴	۰/۰۱۲۸	۰/۲۸	۱/۶۳	۰/۵۵۰۷	۰/۱۴۶۲	۰/۹۵۵
۱۵	۰/۰۱	۰/۲۳	۱/۰۹	۰/۳۹	۰/۱۲	۰/۶۶
۱۶	۰/۰۱۲	۰/۲۰۹	۱/۵۸	۰/۵۰۲۵	۰/۱۱۰۵	۰/۸۹۴۵
۱۷	۰/۰۱۰۲	۰/۲۲	۱/۳۴	۰/۴۳۷۵۵	۰/۱۱۵۱	۰/۷۸
۱۸	۰/۰۱۷	۰/۳۰۹	۱/۶	۰/۵۵۸۷۵	۰/۱۶۳	۰/۹۵۴۵
۱۹	۰/۰۲۶	۰/۲۸	۱/۴۸	۰/۵۱۶۵	۰/۱۵۳	۰/۸۸
۲۰	۰/۰۱۶	۰/۲۲	۱/۵۳	۰/۴۹۶۵	۰/۱۱۸	۰/۸۷۵
۲۱	۰/۰۱۱	۰/۲۴	۱/۳۴	۰/۴۵۷۷۵	۰/۱۲۵۵	۰/۷۹
۲۲	۰/۰۱۲۶	۰/۲۸	۱/۴۵	۰/۵۰۵۶۵	۰/۱۳۶۳	۰/۸۶۵
۲۳	۰/۰۳۱۳	۰/۳	۱/۳	۰/۴۸۲۸۲۵	۰/۱۶۵۶۵	۰/۸
۲۴	۰/۰۱۱	۰/۲۸	۱/۲۴	۰/۴۵۲۷۵	۰/۱۴۵۵	۰/۷۶
۲۵	۰/۰۱۷	۰/۲۶	۱/۴۶	۰/۴۹۹۲۵	۰/۱۳۸۵	۰/۸۶
۲۶	۰/۰۱۱۲	۰/۲	۱/۱۴	۰/۳۸۷۸	۰/۱۰۵۶	۰/۶۷
۲۷	۰/۰۱۱	۰/۱۵۸	۱/۰۲۶	۰/۳۳۸۲۵	۰/۰۸۴۵	۰/۵۹۲
۲۸	۰/۰۱۳	۰/۲۸	۱/۵	۰/۵۱۸۲۵	۰/۱۴۶۵	۰/۸۹
۲۹	۰/۰۱۵	۰/۲۶	۱/۳۲	۰/۴۶۳۷۵	۰/۱۳۷۵	۰/۷۹
۳۰	۰/۰۱۷	۰/۳۵	۱/۶۹	۰/۶۰۱۷۵	۰/۱۸۳۵	۱/۰۲
۳۱	۰/۰۳۱	۰/۳۵۱	۱/۸	۰/۶۳۳۲۵	۰/۱۹۱	۱/۰۷۵۵
۳۲	۰/۰۱۶	۰/۲۶	۱/۴۱	۰/۴۸۶۵	۰/۱۳۸	۰/۸۳۵
۳۳	۰/۰۰۲۳	۰/۳۲	۱/۴۷	۰/۵۲۸۰۷۵	۰/۱۴۱۱۵	۰/۸۹۵
۳۴	۰/۰۱	۰/۲۷	۱/۴	۰/۴۸۷۵	۰/۱۴	۰/۸۳۵
۳۵	۰/۰۱۹	۰/۲۴	۱/۵۲	۰/۵۰۴۷۵	۰/۱۲۹۵	۰/۸۸
۳۶	۰/۰۱۳	۰/۲۷	۱/۴۸	۰/۵۰۸۲۵	۰/۱۴۱۵	۰/۸۷۵
۳۷	۰/۰۱۲	۰/۲۵	۱/۳۶	۰/۴۶۸	۰/۱۳۱	۰/۸۰۵
۳۸	۰/۰۱۳۵	۰/۱۹۳	۱/۴۲	۰/۴۵۴۸۷۵	۰/۱۰۳۲۵	۰/۸۰۶۵
۳۹	۰/۰۰۸۳	۰/۲۲	۱/۳۲	۰/۴۴۲۰۷۵	۰/۱۱۴۱۵	۰/۷۷
۴۰	۰/۰۱۹	۰/۲۱۵	۱/۰۹	۰/۳۸۴۷۵	۰/۱۱۷	۰/۶۵۲۵
۴۱	۰/۰۱۳	۰/۲۶	۱/۴۶	۰/۴۹۸۲۵	۰/۱۳۶۵	۰/۸۶
۴۲	۰/۰۱	۰/۱۹۷	۱/۳۶	۰/۴۴۱	۰/۱۰۳۵	۰/۷۷۸۵
۴۳	۰/۰۰۹۳	۰/۲۳	۱/۳۳	۰/۴۵۴۸۵	۰/۱۲۴۷	۰/۷۸۵
۴۴	۰/۰۱۶	۰/۲۷	۱/۵۵	۰/۵۲۶۵	۰/۱۴۳	۰/۹۱
۴۵	۰/۴۵۰۰۷۲	۰/۱۷۳	۱/۳۶	۰/۴۲۸۳	۰/۰۹۰۱	۰/۷۶۶۵
۴۶	۰/۰۱۴۶	۰/۲۴	۱/۴۶	۰/۴۸۷۵	۰/۱۲۵	۰/۸۵
۴۷	۰/۰۸۴۷	۰/۳۷	/۹۹	۰/۷۰۲۵	۰/۲۲۵	۱/۱۸

منابع و مآخذ

منابع فارسی

۱- خورشید، صدیقه و کارولوکس و معماریانی، عزیزاله؛ (۱۳۸۲) "یک رویکرد فازی برای تلفیق قضاوت خبرگان در تصمیم‌گیری چند معیاره"؛ **مجموعه مقالات چهارمین همایش مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن**؛ ۷-۸ خرداد؛ بابلسر – دانشگاه مازندران – دانشکده علوم پایه. صفحه‌های ۶۹-۵۵.

۲- قنبری، افسانه و تنکابنی، حمید؛ (زمستان و بهار ۱۳۷۳) "درآمدی بر وضعیت موسسات پژوهشی (شناخت تنگناها و مسائل موجود)"؛ **رهیافت**. ۷.

منابع لاتین

1- Archer, NP and Ghasemzadeh, F; (1999) **"an integrated framework for project portfolio selection"**; international journal of project management; vol. 17; No.4; pp. 207-216.

2- Cook, Steve and slack, Nigel; (1988); **making management dedcisions; prenticeHall**; international(uk) LTD.

3- Chen, shyi-ming; (2001) **"fuzzy group decision making for evaluating the rate of aggregative risk in the software development"**; fuzzy sets and systems; 118.

4- Delgado, M and Herrera, F. and Herrera –Viedma, E. and Verdegay, J,L and Vila, M.A; (1992); **"aggregation of linguistic information based on a symbolic approach"**; http://www.citesser.nj.nec.

5- Gen, Mitsuo; Runwei cheng; (1999); **Genetic algorithms & Engineering optimization**; wiley & Sons series; INC.

6- Herrera, F;E.Herrera-viedma;J,l.verdegay; (1995) **"a sequential selection process in group a decision making with a linguistic assessment"**; http://www.citesser.nj.nec;pages:1-17.

7- Lai, Vincent. S and Bo, K. Wong and Cheung, Waiman; (2002) **"group decision making in a multiple criteria environment: a case using the in software selection"**; European journal of operational research; 137.

8- Lee,H.M; (1996); **"group decision making using fuzzy sets theory for evaluating the rate of aggregative risk in software development"**; fuzzy sets and systems, 80, pages: 261-271.

9- Meyer, Arnoud De; Christoph H.Loch; Michael T.Pich; (2002), "**management project uncertainty: from variation to chaos**"; IEEE engineering management review; third quarter, pages 91-100.