

ارائه مدل فازی رتبه‌بندی ریسک در پروژه‌های حفاری شرکت پتروپارس

احمد جعفر نژاد^۱، رضا یوسفی زنوز^{۲*}

۱. دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ایران

۲. دانشجوی دکتری دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۳/۲۷، تاریخ تصویب: ۱۳۸۷/۱۰/۳۰)

چکیده

بطور طبیعی هر فعالیتی با ریسک و مخاطره همراه است. ریسک پروژه‌ها مفهومی غیر از مفاهیم مالی دارد. در مدیریت پروژه، اتفاقاتی که می‌توانند در حین اجرای پروژه، رخ دهند و وقوع پروژه را به مخاطره بیاندازند، مفهوم ریسک را دارند. شناسایی، تجزیه و تحلیل، اولویت‌بندی و داشتن برنامه برای برخورد با این اتفاقات، می‌تواند نقش بسزایی در موفقیت پروژه داشته باشد. استاندارد دانش مدیریت پروژه جهت مدیریت ریسک، رویکردی هدفمند ارائه می‌دهد که پیاده‌سازی آن، می‌تواند منجر به کمینه شدن احتمال وقوع یا اثر پیامدهای ناگوار بر اهداف پروژه باشد. از طرفی وجود ریسک حاکی از اجرای پروژه در محیط‌های با عدم قطعیت و عدم اطمینان است که محاسبات فازی ابزار بسیار مناسبی جهت برخورد با نایقینی می‌باشد. در این مقاله ابتدا ریسک‌های ممکن‌الوقوع در یک پروژه حفاری چاه نفت شناسایی و سپس با رویکرد فازی به سنجش و رتبه‌بندی ریسک‌ها پرداخته خواهد شد. مدل شناسایی و تحلیل همانطور که اشاره گردید، مبتنی بر مدل استاندارد مدیریت پروژه است.

واژه‌های کلیدی:

مقدمه

در محیط رقابتی امروز، فشار بسیار زیادی در جهت ارائه نتایج سریع در پروژه‌ها وجود دارد و امروزه جهت موفقیت یک پروژه در دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده، باید عوامل متعددی در نظر گرفته شوند [۶].

این اعتقاد که پروژه‌ها سرشار از عدم اطمینان‌هایی مانند مهارت‌های فنی یا کیفیت مدیریت و ... هستند، این واقعیت را تقویت می‌کند که بسیاری از پروژه‌ها در دستیابی به اهداف محدوده، منافع، هزینه و زمان مورد انتظارشان شکست می‌خورند. یافته‌ها حاکی از آن است که تنها ۳٪ پروژه‌های نرم‌افزاری قبل از تکمیل اسمی‌شان پایان یافته‌اند در حالی‌که بیش از ۵۰٪ پروژه‌ها هزینه‌ای تقریباً معادل دو برابر هزینه برآوردی‌شان دارند [۸]. بنابراین داشتن برنامه‌ای جهت پاسخگویی و کنترل ریسک یکی از ارکان اساسی مدیریت پروژه موفق است.

بیان مساله

بطور طبیعی هر فعالیتی با ریسک و مخاطره، همراه بوده و انسان‌ها از زمان‌های بسیار دور، به این مفهوم پی برده و به دنبال شناسایی عوامل و منابع آن هستند. مساله دیگری که در محیط‌های سازمانی و تصمیم‌گیری امروز مطرح می‌باشد، پیچیدگی شرایط و ترکیب اطلاعات است که دستیابی به تصمیمات بهینه را بی‌نهایت مشکل می‌سازد، بنابراین دیگر قوانین سرانگشتی و بهترین حدس و گمان، کارساز نخواهد بود [۴].

میلر و لسارد (۲۰۰۱) اشاره داشتند که درک و مدیریت ریسک‌های پروژه در پروژه‌های بزرگ مهندسی در مرحله اول کاری چالشی می‌باشد. شکست پروژه‌های مهندسی بزرگ، اهمیت مدیریت ریسک را به ویژه در فعالیت‌های دفاعی، ساخت و ساز و صنایع نفتی به علت خطرات جدی که ممکن است تحمیل شود، نشان می‌دهد [۱۵]. تحقیقات زیادی مدل‌سازی فعال و متدلوژی‌های مدیریت پروژه را به منظور توسعه یک رویکرد سیستماتیک و متدلوژی یکپارچه مدیریت ریسک پروژه، مورد بررسی قرار داده است [۱۵]. در سال‌های اخیر، محققان زیادی بر روی تحقیق بر روی شناسایی ریسک، تجزیه و تحلیل ریسک، اولویت‌گذاری ریسک، و مدیریت ریسک متمرکز شده‌اند [۱۲]. به این دلیل که بیشتر تصمیم‌گیرندگان یا مدیران پروژه، معمولاً رتبه عوامل ریسک را با ارزش‌های زبانی ارزیابی می‌کنند، (برای مثال خیلی بالا، بالا، متوسط، پایین، خیلی پایین و غیره) تئوری‌های

فازی ابزار مفیدی را برای سروکار داشتن با ابهام موجود در فرایند ارزیابی داده ارائه می کنند.

در این مقاله با بهره گیری از رویکرد فازی، روش جدیدی جهت شناسایی، سنجش و رتبه بندی ریسک های حاکم بر یک پروژه حفاری چاه نفت ارائه گردیده است.

مرور ادبیات

ریسک پروژه، رویدادها یا وضعیت های ممکن الوقوع نامعلومی است که در صورت وقوع به صورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف پروژه تأثیر می گذارد [۲].

هریک از این رویدادها یا وضعیت ها دارای علل مشخص و نتایج و پیامدهای قابل تشخیص هستند. پیامدهای این رویدادها مستقیماً در زمان، هزینه، کیفیت و دامنه مصوب پروژه موثر می باشند [۲۵].

نکته حائز اهمیت این که قبل از شناسایی ریسک، تعیین میزان پیامدهای مثبت یا منفی آن بر اهداف پروژه امکان پذیر نیست و این به تنهایی یکی از فاکتورهای مهم اجرای پروژه ها در شرایط غیرقطعی و نامطمئن می باشد. ریسک های معلوم پس از شناسایی و تجزیه و تحلیل قابل برنامه ریزی و هدایت می باشند. در حالی که ریسک های نامعلوم هر پروژه (حتی با تکیه بر تجربیات مجریان در پروژه های مشابه قبلی و یا بکارگیری تکنیک های با رویکرد اقتضایی) مدیریت پذیر نمی باشد.

ریسک های شناسایی شده در پروژه حاضر، صرفاً دارای ماهیت منفی هستند.

مدیریت ریسک

مدیریت ریسک پروژه به عنوان یکی از موضوعات عمده مدیریت پروژه می باشد [۱۵] که شامل برنامه ریزی، سازماندهی، پایش و کنترل تمامی جنبه های یک پروژه بوده و شامل شناسایی ریسک، اندازه گیری آن، توسعه پاسخ ریسک و کنترل پاسخ ریسک است [۱۵].

انواع ریسک

ریسک های موثر در پروژه ها به طور کلی می توانند در چهار گروه زیر قرار گیرند:

- **ریسک فنی، کیفی و عملکردی.** استفاده از فناوری‌های پیچیده، جدید و آزمون نشده؛ تغییر از فناوری موجود آزمون شده به فناوری استاندارد در حین اجرای پروژه، جزو مصادیق این گروه ریسک به شمار می‌روند.
- **ریسک مدیریت پروژه.** عدم تخصیص مناسب زمان و هزینه و منابع کاری، استفاده از برنامه نامناسب و عدم توجه کافی به مدیریت پروژه در تحقق اهداف، جزو مصادیق این گروه ریسک است.
- **ریسک درون سازمانی.** عدم سازگاری و تناسب جنبه‌های مختلف (هزینه، زمان و کیفیت) و فقدان تدوین اولویت‌های سازمانی در اجرای پروژه‌ها، عدم تخصیص منابع کاری بین پروژه‌های مشابه از مصادیق این گروه ریسک می‌باشد.
- **ریسک برون سازمانی.** تغییرات مداوم در قوانین و مقررات، تغییرات اولویت‌های مورد نظر سازمان‌های مساعدت‌کننده، تغییرات جوی و حوادث طبیعی (مانند زلزله، طوفان و سایر بلایای طبیعی) از مصادیق این گروه ریسک بشمار می‌روند. در تحقیق حاضر، تمرکز بر شناخت و اولویت بندی ریسک‌های فنی و عملیاتی پروژه حفاری یک چاه نفتی است [۲۵].

محاسبات فازی

محاسبات فازی توسط پروفیسور زاده در سال ۱۹۶۵ به عنوان مدل‌های زبانی و استنتاج‌گری تقریبی مطرح شد. محاسبات (تئوری مجموعه‌های) فازی جوابی برای مسائل پیچیده روز می‌باشد [۲۸].

در خیلی از موارد از توانایی اندازه‌گیری با هر درجه دقت خاص محرومیم. از این رو با نادقیقی در اطلاعات کسب شده روبرو هستیم. در اینجا با کمبود اطلاعات دانش مواجه نیستیم، بلکه با یک نایقینی در اطلاعات روبرو هستیم. چنین نایقینی را می‌توان با بازه‌های غیرتصادفی فرمولبندی کرد. این نایقینی‌ها را به راحتی می‌توان با مجموعه‌های فازی مدل‌سازی نمود.

رویکرد فازی ابزار بسیار مناسبی جهت برخورد و کنار آمدن با این نایقینی‌ها و عدم اطمینان و مدل‌سازی متغیرهای زبانی می‌باشد. محاسبات فازی (منطق فازی) بر این تلاش دارد تا بنیادی را جهت استدلال‌گری تقریبی (مدل کردن گزاره‌های نادقیق) با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی فراهم آورد [۷].

لی یک مدل ساختار تصمیم گیری گروهی ریسک در توسعه نرم افزار را ایجاد کرده و دو الگوریتم جهت ارزیابی نرخ ریسک تجمیعی در توسعه نرم افزار با بهره گیری از تئوری مجموعه های فازی تحت محیط تصمیم گیری گروهی فازی ارائه داد [۱۸]. الگوریتم اول مستقلاً میانگین هر پارامتر را محاسبه می کند و الگوریتم دوم، نرخ را مستقلاً تجمیع کرده و آن گاه از نتایج آن جهت تولید نرخ نهایی ریسک تجمیعی، میانگین می گیرد. بهر حال الگوریتم های ارائه شده به این دلیل که جهت ارزیابی نرخ ریسک تجمیعی، بایستی عملیات ریاضی پیچیده ای انجام دهند، به قدر کافی کارا نیستند [۱۰].

در این مقاله از رویکرد جدیدی جهت رتبه بندی اعداد فازی بهره گرفته شده است که نسبت به روش های قبلی رویکرد بهتری دارد و بدون نیاز به تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی به رتبه بندی آنها می پردازد. در ادامه این الگوریتم تشریح می گردد.

متدلوژی انجام تحقیق

فرایند کلی مدیریت ریسک پروژه، شامل چهار فاز می باشد: طبقه بندی و شناسایی ریسک، ارزیابی ریسک، تجزیه و تحلیل ریسک و کنترل ریسک [۱۵].

در هر مرحله فرایند مدیریت ریسک پروژه، متدلوژی های معمولی به شرح زیر ارائه گردیده است:

در فاز شناسایی ریسک پروژه، متدلوژی های عمده طوفان فکری، مرور مستندات، تکنیک دلفی، تحلیل چک لیست و تحلیل فرضیه ها می باشد. فاز تحلیل ریسک را می توان به دو بخش تحلیل کمی و کیفی تقسیم کرد. تحلیل کیفی ریسک شامل ارزیابی احتمال و شدت اثر و ماتریس احتمال و شدت اثر می باشد. فاز تحلیل کمی نیز شامل تحلیل حساسیت، تحلیل درخت تصمیم، با استفاده از تئوری مطلوبیت بوده و سایر متدلوژی ها شامل شبیه سازی، نمودار علت و معلول، تئوری بازی و تئوری فازی است [۱۵].

از آنجا که در فرایند مدیریت ریسک پروژه، متدلوژی های متنوعی وجود دارد، کروز و همکاران در سال ۲۰۰۲ متدلوژی های مناسبی را بر مبنای ملاحظه مقیاس، پیچیدگی و سطح بلوغ ریسک سازمان پروژه توصیه کرده اند [۱۵].

جهت ارائه طرح مناسب برای کاهش و کنترل ریسک ها در یک پروژه، باید گام های اجرایی زیر طی شود [۲۵].

۱. تبیین ریسک

فرایند شناسایی ریسک‌های احتمالی بر پروژه و تعیین مشخصه‌های هر یک و مستندسازی آنها موثر است. این فرایند با مساعدت و همکاری گروه پروژه، گروه مدیریت ریسک و متخصصین این رشته در خارج از سازمان صورت می‌گیرد [۲۵]. با برگزاری جلسات طوفان مغزی ابتدا ۳۵ رخداد یا ریسکی که می‌تواند در حین عملیات حفاری چاه‌های نفتی اتفاق بیافتد، شناسایی گردید. سپس با بهره‌گیری از روش دلفی، تعداد این ریسک‌های فنی به ۱۸ مورد تقلیل یافت. این ریسک‌ها در مهندسی حفاری چاه‌های نفتی، با عناوین لاتین شناخته شده و به فارسی ترجمه نگردیده‌اند، برخی از آنها عبارت از شکستن مته حفاری، فوران چاه نفت، نفوذ گل به چاه و ... می‌باشند. این ریسک‌ها در حوزه حفاری چاه نفتی عبارتند از:

نگاره ۱. ریسک‌های شناسایی شده

| ریسک شناسایی شده | کد ریسک |
|----------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Losses after drilling out shoe | R1 |
| 2. Shallow gas probability | R2 |
| 3. Partial/total losses at lower Asmari | R3 |
| 4. Tight hole stuck pipe at Jahrum formation | R4 |
| 5. Lost circulation in Jahrum Formation | R5 |
| 6. Loss and kick | R6 |
| 7. Stuck pipe | R7 |
| 8. Sidetrack | R8 |
| 9. Section TD not reached | R9 |
| 10. Motor failure down hole | R10 |
| 11. Sulphurous water kick | R11 |
| 12. Crew exposed to H ₂ S | R12 |
| 13. H ₂ S migration in annulus | R13 |
| 14. H ₂ S cracking of equipment | R14 |
| 15. BHA twist off | R15 |
| 16. Wrong tool face correction resulting in kicking off in wrong direction | R16 |
| 17. Tool plugging with LCM material | R17 |
| 18. Wrong survey corrections applied | R18 |

۲. تجزیه و تحلیل کیفی ریسک

تجزیه و تحلیل کیفی ریسک، فرایند تشخیص و ارزیابی احتمال تاثیر ریسک‌های پیش‌بینی شده می‌باشد. در این فرایند رویدادهای بالقوه مخاطره‌آمیز بنابر میزان اثرات بالقوه هر یک از آنها بر روی اهداف پروژه اولویت‌بندی می‌شوند [۲۵].

احتمال وقوع و تبعاتی که از تحقق هر یک از ریسک‌ها پیش‌بینی می‌شود، تعیین‌کننده اولویت ریسک می‌باشند. این دو متغیر برای هر ریسک شناسایی شده، به ترتیب زیر سنجیده شدند:

الف: احتمال وقوع

احتمال وقوع: درجه احتمال وقوع ریسک شناسایی شده را در آینده و در ضمن اجرای پروژه، نشان می‌دهد [۲۵].

احتمال وقوع ریسک (P) با واژه‌ها و متغیرهای زبانی نمایش داده می‌شوند. تعداد ۶ نفر از خبرگان و متخصصین ریسک در عملیات حفاری انتخاب شده و از طریق پرسشنامه (Survey) در رابطه با احتمال وقوع هر کدام از ریسک‌های شناسایی شده، اظهار نظر نمودند.

جهت اخذ نظرات خبرگان در خصوص احتمال وقوع هر کدام از ریسک‌ها، می‌توان از روش‌های متعدد نظرسنجی مانند روش دلفی فازی، روش فضای فازی، روش‌های فریمن فازی (استفاده از اعداد LR، استفاده از یک طیف گسسته) بهره گرفت [۴]. در تحقیق حاضر پرسشنامه‌ای طراحی شد که در آن خبرگان، در یک طیف هفت‌گانه در رابطه با احتمال وقوع ریسک‌های شناسایی شده اظهار نظر نمودند.

ب. شدت اثر

شدت اثر ریسک، میزان تاثیری است که یک ریسک پس از وقوع بر روی اهداف پروژه دارد. اهداف از قبل طراحی و پیش‌بینی شده یک پروژه، اتمام پروژه و ارائه فراورده‌های آن در موعد مقرر، با هزینه برنامه‌ریزی شده، با کیفیت طراحی شده و همچنین در محدوده کاری تعیین شده می‌باشد. بنابراین یک ریسک می‌تواند پس از وقوع، هر کدام از این اهداف برشمرده را، تحت تاثیر قرار دهد [۲۵]. میزان و شدت این تاثیر را باید به گونه‌ای سنجید. بنابراین در مرحله بعد، با استفاده از پرسشنامه مربوطه نظر خبرگان در مورد میزان تاثیر هر کدام از ریسک‌های شناسایی شده بر روی اهداف چهارگانه حاصل شد.

ج. اولویت اهداف

حجت رتبه‌بندی کلی ریسک‌ها با در نظر گرفتن اهداف چهارگانه، بایستی اهمیت هر کدام از اهداف در مقایسه با یکدیگر نیز، تعیین می‌گردد. این کار با استفاده از پرسشنامه مربوطه و با نظر سنجی از خبرگان، صورت گرفت.

متغیرهای زبانی

اظهار نظر خبرگان در تمامی موارد برشمرده با متغیرهای زبانی، صورت گرفت. واژه‌های کلامی، متغیرهایی یک درجه بالاتر از متغیرهای فازی هستند و متغیرهای فازی را به عنوان مقادیر خود می‌پذیرند. یک متغیر زبانی را می‌توان با یک پنج‌تایی $X \equiv (x, T(x), U, G, M)$ توصیف نمود:

X: نام متغیر

T: مجموعه نام‌های متغیر کلامی که هر کدام از آنها یک متغیر (عدد فازی) فازی تعریف شده در U هستند.

U: مجموعه جهانی مرجع

G: قاعده صرفی برای تولید $T(x)$

M: قاعده معنی‌شناسی نحوی (Semantic) برای اختصاص هر مقدار مثلا x که معنای آن اعداد فازی را به ترم‌ها اختصاص می‌دهد.

$$M : T \rightarrow F(U)$$

یک واژه کلامی در T توسط یک مجموعه فازی محدب در مجموعه مرجع U (با توجه به این فرض که عناصر در U توانایی مرتب شدن دارند). U عموماً یک بازه از یک مجموعه مرجع پیوسته است. در اینجا تحدب موجب می‌شود که واژه‌های کلامی تک‌مودال باشند (برای هر $u_1 \leq u_2 \leq u_3$ ، $A(u_2) \geq A(u_1) \wedge A(u_3)$)

در کل دو نوع توابع عضویت برای واژه‌های کلامی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱. توابع عضویت یکنوا که عموماً مقادیر نهایی را برای یک متغیر کلامی نمایندگی می‌کنند.

۲. توابع عضویت نرمال که واژه‌های بینابینی بین دو مقدار نهایی را برای متغیر کلامی نمایندگی می‌کنند (بازه‌های ذوزنقه‌ای) [۷].

متغیرهای زبانی مورد استفاده در تحقیق عبارتند از: {خیلی کم، کم، نسبتاً کم، متوسط، نسبتاً زیاد، زیاد، خیلی زیاد}

روش رتبه بندی اعداد فازی

در مقاله حاضر از روش جدیدی برای رتبه بندی اعداد فازی بهره گرفته شد. برنامه کامپیوتری روش مربوطه در نرم افزار MATLAB نوشته شده و اجرا گردید. نتایج اجرا ارائه گردیده است. در این روش که روش جدیدی برای رتبه بندی اعداد فازی می باشد، از توابع کمکی بهره گرفته می شود. بدین منظور برای هر عدد فازی A توابع A_p و A_n تعریف می گردد:

$$A_p(u) = \vee_{u \geq x} A(x)$$

A_p بدین صورت تعریف می شود که A_p مجموعه اعداد فازی است که امکان بزرگتر یا مساوی عدد فازی A باشد و برای عدد مثلثی $A(l,c,r)$ بدین صورت نمایش داده می شود:

$$A_p = \begin{cases} 0 & u < l \\ A(u) & l \leq u \leq c \\ 1 & u > c \end{cases}$$

مجموعه A_n نیز بدین صورت تعریف می شود که:

$$A_n(u) = \wedge_{y \geq x} (1 - A(y))$$

A_n مجموعه اعداد فازی است که ضرورتاً بزرگتر از A هستند و بدین شکل نمایش داده می شود:

$$A_n(u) = \begin{cases} 0 & u \leq c \\ 1 - A(u) & c < u < r \\ 1 & u \geq r \end{cases} \quad u \in U$$

می توان A_p را تابع توزیع امکان فوقانی و A_n را تابع توزیع امکان تحتانی نامید. به جای مقایسه A و B ، B را با A_p و A_n توسط شاخص های مقایسه ای اندازه های فازی مورد امتحان قرار داده می شود [۷].

تجمیع نظرات خبرگان

روش‌ها یا به عبارتی بهتر عملگرهای متعددی برای تجمیع ارزیابی‌های فازی تصمیم‌گیران پیشنهاد شده است. برای مثال عملگرهای میانگین، میانه، حداقل، حداکثر و عملگرهای ترکیبی [۴].

از آنجایی که عملیات میانگین برای روش تجمیع مورد استفاده قرار می‌گیرد و این عملیات عمومی‌تر از سایر عملیات می‌باشد، در مدل ارائه شده از این عملگر استفاده می‌شود:

احتمال وقوع ریسک

اگر داشته باشیم:

$$S_{ij} = (P_{ij}, w_{Pij}, w'_{Pij})$$

S_{ij} عبارت از درجه‌بندی زبانی داده شده به احتمال وقوع ریسک R_i $i = 1, 2, \dots, 18$ توسط خبره شماره E_j $j = 1, 2, \dots, 6$ باشد، احتمال وقوع ریسک شماره i طبق فرمول زیر بدست می‌آید:

$$S_i = \begin{cases} \left(\frac{1}{n}\right) \otimes (S_{i1} \oplus S_{i2} \oplus \dots \oplus S_{in}) & j = 1, 2, \dots, 6 \\ w_i, w'_i \end{cases}$$

S_i احتمال وقوع ریسک شماره $i = 1, 2, \dots, 18$ را پس از میانگین گرفتن از نظرات خبرگان نشان می‌دهد.

$x =$ احتمال وقوع ریسک،

$$U = [0, 1]$$

$T(x) = \{ \text{خیلی کم، کم، نسبتاً کم، متوسط، نسبتاً زیاد، زیاد، خیلی زیاد} \}$

$G: T$ یک قاعده صرفی برای تولید واژه در

(احتمال وقوع ریسک، شدت اثر ریسک بر روی زمان، هزینه، کیفیت و دامنه، اهمیت اهداف) M

نگاره ۲. متغیرهای زبانی و مقادیر آنها

| اعداد فازی | نماد | ارزش های زبانی |
|--------------------|------|----------------|
| (0, 0, .125) | VL | خیلی کم |
| (.125, .25, .375) | L | کم |
| (.25, .375, .5) | ML | نسبتا کم |
| (.375, .5, .625) | M | متوسط |
| (.5, .625, .75) | MH | نسبتا زیاد |
| (0.625, .75, .875) | H | زیاد |
| (.875, 1, 1) | VH | خیلی زیاد |

شدت اثر ریسک (Impact): همانگونه که ذکر شد، شدت اثر ریسک را می توان در چهار دسته طبقه بندی کرد:

I_t : میزان تاثیر یا شدت اثر ریسک بر روی زمان پروژه:

I_c : میزان تاثیر یا شدت اثر ریسک بر روی هزینه پروژه:

I_s : میزان تاثیر یا شدت اثر ریسک بر روی دامنه پروژه:

I_Q : میزان تاثیر یا شدت اثر ریسک بر روی کیفیت پروژه:

نظرات خبرگان در مورد شدت اثر ریسک های شناسایی شده بر روی هر کدام از اهداف برشمرده نیز، تجمیع شده است.

مجموعه جهانی مرجع برای شدت اثر ریسک نیز بین صفر و یک در نظر گرفته می شود:

شدت اثر ریسک روی زمان، هزینه، کیفیت و دامنه $x =$

$$U = [0, 1]$$

$T(x) = \{ \text{خیلی کم، کم، نسبتا کم، متوسط، نسبتا زیاد، زیاد، خیلی زیاد} \}$

G: T یک قاعده صرفی برای تولید واژه در T

M(شدت اثر ریسک روی زمان، هزینه، کیفیت و دامنه)

متغیرهای زبانی و مقادیر آنها همان مقادیر اشاره شده در نگاره شماره (۲) می باشند.

جهت تجمیع نظرات خبرگان در مورد شدت اثر هر کدام از ریسک ها بر روی هر کدام

از معیارهای زمان، هزینه، کیفیت و دامنه از عملگر میانگین بهره گرفته می شود:

اگر داشته باشیم:

$$T_{ijc} = (I_{ijc}, w_{ijc}, w''_{ijc})$$

T_{ijc} عبارت از درجه بندی زبانی داده شده به شدت اثر ریسک R_i $i=1,2,\dots,18$ توسط خبره شماره E_j $j=1,2,\dots,6$ به معیار $C=1,2,3,4$ باشد، داریم

$$T_{ic} = \begin{cases} \left(\frac{1}{n}\right) \otimes (T_{i1c} \oplus T_{i2c} \oplus \dots \oplus T_{i6c}) & j=1,2,\dots,6 \\ w_{ic}, w'_{ic} \end{cases}$$

T_{ic} شدت اثر ریسک $i=1,2,\dots,18$ بر روی معیارها یا اهداف چهارگانه $C=1,2,3,4$ را پس از میانگین گرفتن از نظرات خبرگان نشان می دهد.

اولویت و اهمیت هر کدام از اهداف

نظرات خبرگان در مورد اهمیت هر کدام از اهداف نیز، اخذ شده و این متغیرهای زبانی به شکل زیر تجمیع شدند:

اهمیت هر کدام از اهداف x

$$U=[0,1]$$

$$T(x) = \{\text{خیلی کم، کم، نسبتاً کم، متوسط، نسبتاً زیاد، زیاد، خیلی زیاد}\}$$

G : یک قاعده صرفی برای تولید واژه در T

M (اهمیت هر کدام از اهداف)

متغیرهای زبانی و مقادیر آنها همان ارزش های اشاره شده در نگاره شماره (۲) می باشند. داریم:

$$W_{cj} = (W_{cj}, w_{cj}, w'_{cj})$$

W_{cj} وزن و اهمیت داده شده به معیار C توسط خبره j ام می باشد.

$$W_c = \begin{cases} \left(\frac{1}{n}\right) \otimes (W_{c1} + W_{c2} + \dots + W_{cn}) & j=1,2,\dots,6 \\ w_c, w'_c \end{cases}$$

W_c میانگین وزن هر کدام از اهداف چهارگانه مطابق نظرات خبرگان، می باشد.

نتایج از حاصل از محاسبه میانگین نظرات خبرگان بر روی هر کدام از ریسک ها به شرح زیر است:

نگاره ۳. مقادیر احتمال و شدت اثر ریسک‌های شناسایی شده

| شماره ریسک | احتمال وقوع | شدت اثر روی زمان | شدت اثر روی هزینه | شدت اثر روی کیفیت | شدت اثر روی دامنه |
|------------|---------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| R۱ | (.25,.33,.45) | (.29,.37,.5) | (.29,.37,.5) | (.18,.27,.39) | (.27,.35,.48) |
| R۲ | (.33,.43,.56) | (.5,.62,.75) | (.47,.6,.7) | (.33,.45,.58) | (.5,.62,.73) |
| R۳ | (.37,.47,.60) | (.43,.62,.68) | (.35,.48,.6) | (.27,.37,.5) | (.37,.48,.6) |
| R۴ | (.62,.75,.85) | (.64,.77,.87) | (.62,.75,.83) | (.45,.58,.7) | (.48,.6,.7) |
| R۵ | (.64,.77,.85) | (.58,.7,.81) | (.25,.33,.45) | (.45,.58,.7) | (.41,.52,.64) |
| R۶ | (.37,.47,.60) | (.58,.68,.77) | (.45,.56,.68) | (.48,.6,.73) | (.46,.56,.68) |
| R۷ | (.70,.83,.91) | (.66,.79,.89) | (.62,.75,.85) | (.43,.56,.68) | (.52,.64,.77) |
| R۸ | (.54,.66,.79) | (.7,.83,.89) | (.66,.79,.45) | (.54,.66,.75) | (.66,.79,.83) |
| R۹ | (.37,.5,.62) | (.65,.77,.87) | (.68,.81,.85) | (.62,.75,.82) | (.64,.77,.83) |
| R۱۰ | (.37,.5,.62) | (.5,.62,.75) | (.45,.58,.7) | (.37,.5,.62) | (.35,.48,.6) |
| R۱۱ | (.35,.47,.6) | (.37,.48,.8) | (.33,.43,.56) | (.27,.37,.5) | (.27,.37,.5) |
| R۱۲ | (.35,.47,.6) | (.46,.58,.7) | (.52,.64,.77) | (.37,.5,.62) | (.31,.43,.56) |
| R۱۳ | (.35,.45,.57) | (.31,.39,.52) | (.31,.39,.52) | (.25,.33,.45) | (.31,.41,.54) |
| R۱۴ | (.27,.35,.47) | (.48,.6,.73) | (.45,.58,.7) | (.45,.58,.7) | (.41,.54,.66) |
| R۱۵ | (.52,.64,.77) | (.68,.81,.89) | (.6,.73,.83) | (.5,.62,.73) | (.6,.73,.81) |
| R16 | (.35,.48,.6) | (.6,.73,.83) | (.52,.64,.75) | (.56,.68,.77) | (.54,.66,.73) |
| R۱۷ | (.41,.54,.66) | (.54,.66,.79) | (.54,.66,.79) | (.47,.6,.7) | (.43,.56,.68) |
| R۱۸ | (.52,.64,.77) | (.56,.68,.79) | (.56,.68,.77) | (.54,.66,.75) | (.54,.66,.75) |

همچنین اهمیت و اولویت اهداف پس از محاسبه میانگین نظرات خبرگان، در نگاره زیر نمایش داده می‌شود.

نگاره ۴. اهمیت و اولویت اهداف

| اهداف | زمان | هزینه | کیفیت | دامنه |
|-------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| اهمیت | (.58,.7,.81) | (.68,.81,.89) | (.81,.93,.95) | (.52,.64,.77) |

ب: ماتریس رتبه بندی احتمال وقوع و تاثیر

برای جمع‌بندی بین رتبه‌بندی احتمال وقوع و میزان تاثیر رویدادهای بالقوه مخاطره‌آمیز، ماتریس مناسبی تهیه و هر رویداد از این دو جنبه ارزیابی می‌شوند.

اولویت هر ریسک بر مبنای معیارها (اهداف) چهار گانه فوق از حاصلضرب دو عامل P (احتمال وقوع) و I (شدت اثر ریسک) بر روی معیار گفته شده بدست می‌آید.

داریم:

$$P_{ic} = S_i \otimes T_{ic}$$

P_{ic} یک عدد فازی است که نشان دهنده اولویت ریسک λ م بر مبنای معیار c (زمان، هزینه، کیفیت و دامنه) می باشد.

مرتب کردن این اعداد فازی و مقایسه آنها در دنیای محاسبات فازی، فرایند بسیار مهمی است.

هدف از مقایسه این اعداد فازی در واقع مقایسه ریسک‌ها از منظر اولویت توجه و اتخاذ تصمیمات مربوطه در برخورد با آنها می باشد. این امر با بهره گیری از روش اشاره شده، صورت گرفت و نتایج زیر حاصل گردید.

تکراه ۵. رتبه ریسک‌های شناسایی شده بر مبنای هر کدام از معیارها (اهداف)

| شماره ریسک | بر مبنای زمان | | بر مبنای هزینه | | بر مبنای کیفیت | | بر مبنای دامنه | |
|------------|---------------|-------------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| | رتبه | عدد فازی | رتبه | عدد فازی | رتبه | عدد فازی | رتبه | عدد فازی |
| R1 | 18 | (.06,12,23) | 18 | (.07,12,22) | 18 | (.046,0.92,18) | 18 | (.067,12,22) |
| R2 | 14 | (.16,27,42) | 13 | (.15,26,4) | 13 | (.11,23,33) | 10 | (.16,27,41) |
| R3 | 11 | (.16,3,41) | 14 | (.13,23,36) | 14 | (.1,18,3) | 13 | (.14,23,36) |
| R4 | 2 | (.4,58,74) | 2 | (.39,56,71) | 2 | (.28,44,6) | 4 | (.3,45,6) |
| R5 | 4 | (.37,55,69) | 3 | (.37,54,69) | 3 | (.29,45,6) | 5 | (.27,4,55) |
| R6 | 9 | (.22,33,46) | 12 | (.17,27,42) | 9 | (.18,29,44) | 9 | (.17,27,41) |
| R7 | 1 | (.47,66,82) | 1 | (.44,62,78) | 1 | (.3,47,63) | 1 | (.39,53,7) |
| R8 | 3 | (.38,55,71) | 4 | (.35,53,67) | 4 | (.29,44,59) | 2 | (.36,53,66) |
| R9 | 6 | (.24,39,54) | 6 | (.25,41,53) | 6 | (.23,37,51) | 6 | (.24,38,52) |
| R10 | 10 | (.18,31,47) | 10 | (.17,29,44) | 10 | (.14,25,39) | 12 | (.13,24,37) |
| R11 | 15 | (.13,23,36) | 15 | (.11,21,33) | 15 | (.09,18,3) | 17 | (.09,18,3) |
| R12 | 12 | (.16,28,43) | 12 | (.18,32,47) | 8 | (.13,24,37) | 14 | (.11,21,34) |
| R13 | 17 | (.11,17,3) | 17 | (.11,18,3) | 17 | (.08,15,26) | 16 | (.11,19,31) |
| R14 | 16 | (.13,21,35) | 16 | (.12,2,34) | 16 | (.12,2,34) | 15 | (.11,19,32) |
| R15 | 5 | (.35,52,69) | 5 | (.31,47,64) | 5 | (.26,4,56) | 3 | (.31,47,62) |
| R16 | 8 | (.21,35,5) | 8 | (.18,31,45) | 9 | (.2,32,46) | 7 | (.19,32,45) |
| R17 | 7 | (.22,36,53) | 7 | (.22,36,53) | 7 | (.19,32,46) | 8 | (.18,3,46) |
| R18 | 13 | (.16,28,41) | 13 | (.16,27,4) | 11 | (.15,26,39) | 11 | (.16,26,39) |

ج: رتبه بندی جامع ریسک‌های پروژه

تابحال، اولویت ریسک‌های پروژه بر مبنای هر کدام از چهار معیار زمان، هزینه، کیفیت و دامنه حاصل گردید. جهت استخراج اولویت کلی ریسک‌های پروژه با در نظر داشتن تاثیرشان بر روی تمامی اهداف پروژه، رویه زیر پیش گرفته شد:

رتبه ریسک i ام (F_i) بوسیله روش استاندارد زیر بدست می آید:
 $n= 1,2,3,4$

$$F_i = \left(\frac{1}{n}\right) \otimes (P_{i1} \otimes W_{i1} \oplus P_{i2} \otimes W_{i2} \oplus \dots \oplus P_{in} \otimes W_{in})$$

این نتایج در نگاره زیر نشان داده می شوند:

نگاره ۶. رتبه بندی ریسک پروژه ها

| رتبه جامع ریسک | عدد فازی | شماره ریسک |
|----------------|-------------------|------------|
| 18 | (0.04,0.08,0.18) | R۱ |
| 13 | (0.09,0.19,0.33) | R۲ |
| 14 | (0.08,0.18,0.3) | R۳ |
| 2 | (0.22,0.39,0.565) | R۴ |
| 4 | (0.21,0.37,0.54) | R۵ |
| 9 | (0.12,0.22,0.37) | R۶ |
| 1 | (0.25,0.43,0.62) | R۷ |
| 3 | (0.22,0.39,0.56) | R۸ |
| 6 | (0.15,0.3,0.45) | R۹ |
| 10 | (0.1,0.2,0.35) | R10 |
| 16 | (0.07,0.15,0.27) | R۱۱ |
| 12 | (0.09,0.2,0.34) | R۱۲ |
| 17 | (0.06,0.13,0.25) | R۱۳ |
| 15 | (0.08,0.15,0.29) | R۱۴ |
| 5 | (0.2,0.35,0.53) | R۱۵ |
| 8 | (0.13,0.25,0.4) | R۱۶ |
| 7 | (0.13,0.26,0.42) | R۱۷ |
| 11 | (0.1,0.2,0.34) | R18 |

نتیجه گیری

علم مدیریت پروژه از جمله علومی است که تصمیم گیری در مورد آن از نظام خاصی پیروی نمی کند. از همان آغاز پیدایش مباحث برنامه ریزی و کنترل پروژه، این واقعیت که زمانها تخمینی و ضرایب هزینه دارای ماهیت غیرقطعی هستند، انگیزه بکارگیری مفاهیم علم آمار و احتمالات در این زمینه را قوت می بخشید. اما توزیعهای مختلف آماری، توان اعمال مستقیم استنباطات ذهنی افراد متخصص از زمان انجام فعالیتها، هزینه آنها و

مواردی از این قبیل را ندارند. ریسک نیز همان گونه که تعریف شد، رخدادهایی هستند که در صورت وقوع می‌توانند موجب انحراف پروژه از اهداف اصلی و از پیش تعیین شده‌اش باشند، وجود ریسک در پروژه، بیانگر آن است که بر فضای اجرا و پیاده‌سازی پروژه‌ها، عدم اطمینان و نایقینی حاکم می‌باشد. محاسبات فازی ابزار بسیار مناسبی جهت مدل‌سازی و اندازه‌گیری این نایقینی‌ها می‌باشند. بهره‌گیری از محاسبات فازی، در رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه دارای مزایای زیر می‌باشد:

۱. بکارگیری مستقیم استنباطات ذهنی متخصصین در مدل
 ۲. سازگاری بیشتر وزنهای تخصیص داده شده به معیارهای هدف در تصمیم‌گیری نهایی
 ۳. دستیابی به نتایج عینی تر و واقعی تر در تجزیه و تحلیل و رتبه‌بندی ریسک‌ها
- در این مقاله، رویکرد جدیدی جهت سنجش ریسک‌های ممکن‌الوقوع در یک پروژه حفاری چاه نفت و رتبه‌بندی آنها ارائه گردید. شناسایی و اولویت‌بندی دقیق ریسک‌های حاکم بر یک پروژه، امکان برنامه‌ریزی و طراحی یک برنامه مناسب جهت پاسخگویی و مهار ریسک در پروژه را فراهم کرده و اثر بسزایی در اجرای موفق پروژه‌ها دارد.

منابع

۱. آلاپوش، حمید- تهران ۱۳۷۷، دانش مدیریت پروژه- انتشارات حامی پروژه
۲. آلاپوش، حمید- تهران ۱۳۷۷، فرهنگ مدیریت پروژه- انتشارات حامی پروژه
۳. حاج شیرمحمدی، علی، چاپ سوم ۱۳۷۰، مدیریت و کنترل پروژه- انتشارات جهاد دانشگاهی
۴. خاکباز، حیدر تابستان ۱۳۷۴- کنترل پروژه با داده‌های فازی- دانشکده فنی، دانشگاه تربیت مدرس
۵. سالم نیا، عبدالرضا زمستان ۱۳۸۰- مدیریت ریسک در پروژه بر اساس استاندارد PMBOK- پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۶. سبزه پرور، مجید- تهران ۱۳۸۱، کاملترین مرجع درسی و کاربردی کنترل پروژه به روش گام به گام- انتشارات خانیران
۷. منہاج، محمدباقر، چاپ اول ۱۳۸۶، محاسبات فازی- انتشارات دانش نگار

8. Ascencion Zafra-Cabeza , Miguel A. Ridao, Eduardo F.Camacho Using a risk-based approach to project scheduling: A case illustration from semiconductor manufacturing, *European Journal of Operations Research*, 190(2008) 708-723.
9. Bagherpour Morteza, Ebrahimi S.Majid, Project Weight Calculation Using AHP with Fuzzy Criteria, *Proceeding of the First International Conference on Modeling, Simulation and Applied Optimization*, Sharjah, U.A.E. February 1-3, 2005.
10. Chen, C.T, 2000. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, vol 114, pp 1-9.
11. C.H. Cheng, “ A new approach for ranking fuzzy numbers by distance method,” *Fuzzy Sets and Systems*, vol.95, no.3, pp.307-317, 1998.
12. Datta, Sumit, Developing A Risk Management Methodology, *Project Management Journal*, June 2000.
13. Delgado, M., Herrera, F., Herrera-Viedma, E., Martinez, L., 1998. Combining numerical and linguistic information in group decision making. *Journal of Information Sciences* 107, 177-194.
14. Delgado, M., Verdegay, J.L., Vila, M.A., 1992. Linguistic decision-making models. *International Journal of Intelligent Systems*, 7, 479-492.
15. Eunchang Lee, Yongtae Park, Jong Gye Shin “Large Engineering Project risk management using a bayesian belief network ” *Expert Systems with Applications* xxx 2008.
16. Herrera, F, Herrera-Viedma, E., 2000. Linguistic decision analysis: Steps for solving decision problems under linguistic information. *Fuzzy Sets and Systems*, 115, 67-82.
17. Herrera, F, Herrera-Viedma, E., Verdegay, J.L., 1996. A model of consensus in group decision making under linguistic assessments. *Fuzzy Sets and Systems*, 78, 73-78.
18. H.M. Lee, Group decision making using fuzzy sets theory for evaluating the rate of aggregative risk in software development, *Fuzzy Sets and Systems*, 80 (1996) 261- 271.
19. H.W. Lu, and C.B. Wang, “an index for ranking fuzzy numbers by belief feature,” *Information and Management Sciences*, vol.16, no.3, pp.55-70, 2005.

20. J.R. Chang, and C.Y. Kao, "Conceptual procedure for ranking fuzzy numbers based on adaptive two-dimensions dominance," *Soft Computing*, vol. 10, no. 2, pp. 94-113, 2006.
21. Khan Mohammadi S.Hassanzadeh.I Mathur.R.M Patil.K.V, *A new Fuzzy decision-making procedure applied to emergency electric power distribution scheduling*, Elsevier 2000, Engineering Applications Of Artificial Intelligence, PP 731-740.
22. Klir, G.J., Yuan, B., 1995. *Fuzzy sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Prentice-Hall Inc., USA.
23. L. H. Chen and H.W. Lu., "An approximate approach for ranking fuzzy numbers based on left and right dominance," *Computers and Mathematics with applications*, vol.41, no.12, pp.1589-1602, 2001.
24. M. Nojavan and M. Ghazanfari, "A fuzzy ranking method by desirability index," *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, vol. 17, no. 1, pp. 27-34, 2006.
25. PMBOK 2000 (*A Guide To Project Management Body Of Knowledge*) project Management Institute.
26. Shyi-Ming Chen "Fuzzy group decision making for evaluating the rate of aggregative risk in software development" *Fuzzy Sets and Systems*, 118(2001) 75-88.
27. T.C . Chu and C.T. Tsao, "Ranking fuzzy numbers with an area between the centroid point and original point," *Computers and Mathematics with Applications*, vol.43, no. 1, pp. 111-117, 2002.
28. Zimmermann, H.J., 1991. *Fuzzy Set Theory and its Applications*, second ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.