

تعیین استراتژی پاسخ به ریسک در مدیریت ریسک به وسیله تکنیک ANP (مطالعه موردی: پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان شمالی)

پهروز دری^۱، احسان حمزه‌ای^۲

چکیده: امروزه مدیریت ریسک راهکاری مناسب در مدیریت پروژه به منظور مقابله با ریسک‌ها و حوادثی که ممکن است در یک پروژه صنعتی رخ دهد، در نظر گرفته می‌شود. فرآیند مدیریت ریسک، فرآیندی است که قادر است ریسک‌ها را شناسایی، تحلیل و همچنین راهبردهایی به منظور کاهش اثرهای ریسک تعیین کند. همچنین، اکثر مدیران در هنگام تصمیم‌گیری، به‌خصوص زمانی که قرار است از بین چند راه‌حل برای یک مسئله یکی را انتخاب کنند، دچار چالش می‌شوند. در مدیریت ریسک در مرحله پاسخ‌گویی به ریسک نیز یک مسئله تصمیم‌گیری وجود دارد، یعنی انتخاب یک راهبرد از بین چند راهبرد پاسخ مربوط به یک ریسک. در این مقاله سعی شده است تا با استفاده از تکنیک ANP، که به‌عنوان یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) شناخته می‌شود، به بررسی این موضوع پرداخته شود.

در این پژوهش ابتدا اصلی‌ترین ریسک پروژه از طریق پرسشنامه تعیین شده است. سپس استراتژی‌های پاسخ برای مهم‌ترین ریسک بحرانی، مشخص و در نهایت با کمک از پژوهش‌های پیشین و همچنین تکنیک گروه اسمی، مدل تصمیم‌گیری تهیه و از طریق مقایسات زوجی، بهترین استراتژی برای مهم‌ترین ریسک در پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان شمالی انتخاب شده است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت ریسک، تصمیم‌گیری، ریسک‌های بحرانی، پاسخ به ریسک، فرآیند تحلیل شبکه‌ای.

۱. دانشیار دانشگاه شهید بهشتی، ایران

۲. کارشناس ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۶/۱۸

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۸۸/۱۲/۲

نویسنده مسئول مقاله: احسان حمزه‌ای

Email: e.h_1981@yahoo.com

۱- مقدمه

امروزه یک پروژه در چرخه عمر خود با مخاطرات و ریسک‌های فراوانی مواجه می‌شود که در صورت مواجهه با هر یک از آنها باید نتایج ناشی از آنها، ارزیابی و بررسی شود. مدیریت ریسک فرآیند نظام یافته‌ی شناسایی، تحلیل و واکنش به ریسک پروژه است. این مدیریت متضمن پیشینه نمودن احتمال و پیامدهای رویدادهای مثبت و کمینه نمودن احتمال و پیامدهای رویدادهای منفی در راستای اهداف پروژه است [۱]. مدیریت ریسک مانند یک "رادار جلو بین" عمل کرده و آینده غیرقطعی را جست و جو می‌کند تا چیزهایی را که ممکن است سبب خطری مهم شوند، شناسایی و از آنها اجتناب شود یا فرصتی مهم کشف شود. ممکن است تشخیص آخرین جزئیات هر آینده غیرقطعی‌ای شدنی نباشد، ولی فرآیند ریسک افشا کردن محیط‌های غیر قطعی خاص و تعیین بهترین مسیر برای ادامه کار را هدف قرار می‌دهد [۱۹].

به علاوه، هر زمان مدیران با فعالیت‌هایی از قبیل شناسایی، دسته‌بندی، انتخاب و اولویت‌بندی سروکار داشته باشند با یک مسئله تصمیم‌گیری روبرو هستند. استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) می‌تواند روشی مناسب برای پاسخ‌گویی به این مسئله باشد. در مدیریت ریسک و در بخش پاسخ‌گویی به ریسک نیز یک مسئله تصمیم‌گیری وجود دارد. می‌توان گفت تصمیم‌گیری در مورد پاسخ به یک ریسک یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره است. همچنین با توجه به ارتباط درونی بین معیارها استفاده از روش ANP برای پاسخ‌گویی به ریسک، مناسب‌تر از تکنیک AHP^۱ خواهد بود؛ زیرا تکنیک ANP یک روش تکامل یافته‌تری نسبت به تکنیک AHP است. در واقع فرآیند تجزیه و تحلیل شبکه‌ای، باعث بهبود فرآیند تجزیه تحلیل سلسله‌مراتبی از طریق جایگزینی شبکه به جای سلسله‌مراتب می‌شود [۱۵].

۲- مروری بر ادبیات موضوع

۲-۱- مدیریت ریسک

امروزه کتاب راهنمای پیکره دانش مدیریت پروژه (PMBOK)^۲ یکی از معتبرترین مراجع موجود در زمینه مدیریت پروژه محسوب می‌شود. رویکرد فرآیندگرا و دسته‌بندی مناسب

1- Analytic Hierarchy Process

2- Project Management Body of Knowledge

موضوعات در حوزه‌های نه گانه دانشی، این استاندارد را به شدت مورد توجه اهالی فن قرار داده است. یکی از این حوزه های دانشی، مدیریت ریسک است. در ادامه چند تعریف در مورد مدیریت ریسک ارایه شده است:

❖ کلیم و لودین، برای مدیریت ریسک فرآیندی چهار مرحله‌ای را معرفی کرده‌اند (شناسایی، تحلیل، کنترل و گزارش) که در موازات چهار قدم معروف دمنگ در مدیریت پروژه قرار می‌گیرند [۱۳].

❖ مدیریت ریسک پروژه عبارت است از «کلیه‌ی فرآیندهای مرتبط با شناسایی، تحلیل و پاسخ‌گویی به هرگونه عدم اطمینان که شامل حداکثرسازی نتایج رخدادهای مطلوب و به حداقل رساندن نتایج وقایع نامطلوب است» [۱۴].

❖ مؤسسه مدیریت پروژه، در کتاب پیکره دانش مدیریت پروژه، برای فرآیند مدیریت ریسک پروژه شش فاز را معرفی کرده‌است:

الف) برنامه‌ریزی مدیریت ریسک: در برنامه‌ریزی مدیریت ریسک نحوه ساختاردهی و انجام شناسایی، تحلیل کیفی و کمی، برنامه‌ریزی واکنش، کنترل و نظارت ریسک در طول چرخه حیات پروژه تشریح می‌شود.

ب) شناسایی ریسک: این زیر فرآیند شامل تعیین ریسک‌های محتمل و مستندسازی ویژگی‌های آن‌ها است. ریسک‌ها می‌توانند در دسته‌های ریسک، شناسایی و سازمان‌دهی شوند [۶].

نگاره ۱: دسته بندی ریسک‌ها

نوع ریسک	مصادیق
ریسک‌های فنی	اهداف عملکرد نامعقول، تغییر در فن آوری مورد استفاده یا در استانداردهای صنعت در حین پروژه.
ریسک‌های مدیریت پروژه	تخصیص ناکافی زمان و منابع، استفاده ضعیف از دیسپلین‌های مدیریت پروژه.
ریسک‌های سازمانی	اهداف هزینه، زمان و محدوده که ذاتاً ناسازگار می‌باشند، فقدان اولویت بندی پروژه‌ها، عدم کفایت یا وقفه در سرمایه‌گذاری اولیه و تعارض‌های منبعی با سایر پروژه‌های سازمان.
ریسک‌های خارجی	تغییر محیط قانونی یا مقرراتی، مسایل کارگری، تغییر اولویت‌های کارفرما، ریسک آب و هوا.
ریسک‌های مربوط به حوادث قهری	از جمله زلزله، سیل و آشوب‌های مدنی.

می توان برای دسته بندی ریسک ها از ساختار شکست ریسک (RBS)^۱ نیز استفاده کرد. ساختار شکست ریسک ساختاری سلسله مراتبی منبع گرا برای دسته بندی ریسک های موجود در پروژه است [۱۲].

ج) تحلیل کیفی ریسک: تحلیل کیفی ریسک یک راه تعیین اهمیت پرداختن به ریسک های خاص و بحرانی است. در این تحلیل دو عنصر احتمال وقوع و تأثیر ریسک بسیار مهم است. احتمال و تأثیر ریسک می توانند با واژه های کیفی مثل بسیار بالا، بالا، متوسط، پایین و بسیار پایین توصیف گردند سپس توسط تقسیم بندی استاندارد PMBOK کمی شوند (نگاره ۲). همچنین باید درجه تأثیر کل محاسبه شود که این کار از طریق فرمول زیر انجام می شود [۵]:

$$(۱) \quad \text{وزن هزینه} \times \text{درجه هزینه} + (\text{وزن زمان} \times \text{درجه زمان}) = \text{درجه تأثیر کل}$$

پس از محاسبه دو عامل احتمال و درجه تأثیر کل می توان از طریق ماتریس احتمال \times تأثیر درجه بحرانی بودن یک ریسک را مشخص کرد.

تکاه ۲. ماتریس احتمال \times تأثیر ریسک

ضریب ریسک = احتمال \times تأثیر					احتمال
۰.۷۲	۰.۳۶	۰.۱۸	۰.۰۹	۰.۰۴۵	۰.۹
۰.۵۶	۰.۲۸	۰.۱۴	۰.۰۷	۰.۰۳۵	۰.۷
۰.۴	۰.۲	۰.۱	۰.۰۵	۰.۰۲۵	۰.۵
۰.۲۴	۰.۱۲	۰.۰۶	۰.۰۳	۰.۰۱۵	۰.۳
۰.۰۸	۰.۰۴	۰.۰۲	۰.۰۱	۰.۰۰۵	۰.۱
۰.۸	۰.۴	۰.۲	۰.۱	۰.۰۵	
تأثیر بر یک هدف (به عنوان مثال: هزینه، زمان یا محدوده)					

د) تحلیل کمی ریسک: فرآیند تحلیل کمی ریسک، تحلیل عددی احتمال هر ریسک بحرانی و پیامدهای آن بر اهداف پروژه را در نظر می گیرد. این مرحله از فرآیند مدیریت ریسک را می توان مرحله تبدیل برنامه از حالت قطعی به احتمالی دانست. ابزارها و تکنیک هایی برای تحلیل کمی ریسک وجود دارند که شامل: مصاحبه، تحلیل حساسیت، تحلیل درخت تصمیم و شبیه سازی هستند [۱۱].

(و) برنامه ریزی واکنش به ریسک: برنامه ریزی واکنش به ریسک فرآیند تکوین انتخاب‌ها و تعیین اقداماتی برای کاهش تهدیدها بر اهداف پروژه است. استاندارد PMBOK چهار راهبرد برای پاسخ به ریسک ارائه کرده است:

نگاره ۳: استراتژی‌های پاسخ به ریسک [۱]

نوع استراتژی	تعریف
اجتناب	اجتناب عبارت است از تغییر برنامه پروژه برای حذف ریسک یا حفظ اهداف پروژه از تأثیر ریسک.
انتقال	انتقال ریسک درصدد انتقال پیامد یک ریسک همراه با مالکیت واکنش آن به شخص ثالث است.
تعدیل	تعدیل خواستار کاهش احتمال و یا پیامدهای یک رویداد دارای ریسک، تا یک آستانه قابل پذیرش است.
پذیرش	پذیرش نمایانگر این است که تیم پروژه تصمیم دارد برنامه‌ی پروژه را در مواجهه با یک ریسک تغییر ندهد یا این که قادر به شناسایی هیچ راهبرد واکنش مناسب دیگری نیست.

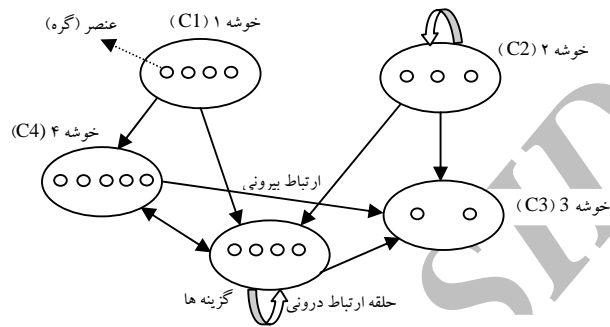
(ی) کنترل و نظارت ریسک: کنترل و نظارت ریسک فرآیند پیگیری ریسک‌های شناسایی شده، نظارت بر ریسک‌های باقی مانده و شناسایی ریسک‌های جدید، اطمینان از اجرای برنامه‌های ریسک و ارزیابی اثربخشی آن‌ها در کاهش ریسک است.

۲-۲- فرآیند تجزیه و تحلیل شبکه‌ای (ANP)

فرآیند تجزیه و تحلیل شبکه‌ای یا ANP یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که توسط آقای ساعتی به منظور ارائه راه‌حلی برای آن دسته از مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره که روابط و همبستگی متقابل در میان سطوح تصمیم‌گیری (هدف، معیارهای تصمیم‌گیری و زیرمعیارهای آن، آلترناتیوها) وجود دارد، ارائه شده است. فرآیند تجزیه و تحلیل شبکه‌ای بسط تکنیک برنامه ریزی سلسله‌مراتبی یا AHP است [۱۵].

تکنیک AHP در سال ۱۹۸۰ توسط آقای ساعتی برای حل مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه شده است. فرضیه اساسی این تکنیک این است که روابط میان سطوح تصمیم‌گیری به صورت یک طرفه و سلسله‌مراتبی است. یعنی هر سطح تصمیم‌گیری تنها به سطح بالایی وابسته است [۱۰].

اما نمی توان بسیاری از مسایل تصمیم گیری چند معیاره را به دلیل وابستگی های درونی و بیرونی و روابط و تعاملات میان عناصر خوشه ها در سطوح تصمیم گیری، به صورت ساختار سلسله مراتبی در نظر گرفت.



نمودار ۱. ارتباط درونی و بیرونی بین عناصر [۷]

بنابراین تکنیک ANP با چارچوب جامع و فراگیر، تمامی تعاملات و روابط میان سطوح تصمیم گیری را که تشکیل یک ساختار شبکه ای می دهد، می تواند در نظر گیرد [۱۵]. خوشه ها معرف سطوح تصمیم گیری اند و خطوط مستقیم یا کمان ها تعاملات میان سطوح تصمیم گیری را نشان می دهند. جهت کمان ها وابستگی را مشخص می کند و لوپ ها نیز وابستگی درونی عناصر هر خوشه را نشان می دهد.

در تکنیک ANP برای نشان دادن تعاملات و وابستگی های میان سطوح تصمیم گیری، تعیین اهمیت نسبی معیارها و اولویت بندی آلترناتیوهای مسئله تصمیم گیری از سوپرماتریس استفاده می شود. یک سوپرماتریس در حقیقت یک ماتریس جزء بندی شده است که در آن هر بخش از ماتریس، رابطه میان ۲ گره (سطح تصمیم گیری) را در کل مسئله تصمیم گیری نشان می دهد [۱۰]. فرم استاندارد یک سوپرماتریس که توسط آقای ساعتی در سال ۱۹۹۶ معرفی شده است، در زیر قابل مشاهده است که C بیانگر گره ها و e بیانگر عناصر درون گره ها است. بردارهای W درون ماتریس نیز بردارهای وزنی حاصله از مقایسات زوجی عناصر گره ها با یکدیگر است.

$$W = \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ e_{11}e_{12}\dots e_{1m1} & e_{21}e_{22}\dots e_{2m2} & & e_{n1}e_{n2}\dots e_{nmn} \\ \begin{matrix} e_{11} \\ \vdots \\ e_{1m1} \end{matrix} & \begin{matrix} e_{21} \\ \vdots \\ e_{2m2} \end{matrix} & & \begin{matrix} e_{n1} \\ \vdots \\ e_{nmn} \end{matrix} \\ C_1 & C_2 & & C_n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ C_3 & & & \end{matrix} \begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ W_{n1} & W_{n2} & \dots & W_{nn} \end{pmatrix}$$

تمامی روابط و تعاملات میان عناصر سطوح تصمیم‌گیری به وسیله مقایسات زوجی در روش سوپرماتریس ارزشیابی می‌شود. اما در هنگام وارد کردن مقایسات زوجی انجام شده میان عناصر سطوح تصمیم‌گیری در سوپرماتریس، اغلب جمع ستون‌ها بیشتر از ۱ می‌شود که به آن سوپرماتریس غیروزنی می‌گویند. با ضرب کردن وزن هر یک از خوشه‌ها در عناصر متناظر با آن‌ها، سوپرماتریس وزنی به دست می‌آید. در نهایت برای دستیابی به وزن نهایی آلترناتیوهای مسئله و معیارهای تصمیم‌گیری و حل مسئله، سوپرماتریس حددار باید محاسبه شود [۱۰]. ساعتی با استفاده از ماتریس‌های احتمالی و زنجیره‌های مارکف اثبات می‌کند که وزن نهایی عناصر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$W = \lim_{K \rightarrow \infty} W^{2K+1} \quad (2)$$

همچنین، نرخ ناسازگاری در ANP با توجه به فرمولی که ساعتی ارائه کرده است محاسبه می‌شود. طبق گفته آقای ساعتی مقدار ناسازگاری اگر کمتر از ۰.۱ باشد می‌توان به داده‌های مقایسات زوجی اعتماد کرد [۱۶]:

$$C = \sum_{\substack{\text{control} \\ \text{criteria}}} K_c \sum_{\substack{\text{all} \\ \text{chains}}} \left(\sum_{j=1}^h \sum_{i=1}^{n_{j+1}} w_{ij} \mu_{ij+1} \right) + \sum_{\substack{\text{control} \\ \text{criteria}}} K_c \sum_{k=1}^s \sum_{j=1}^{n_k} w_{ik} \sum_{h=1}^{|c_h|} w_{(k)(h)} \mu_k(j, h) \quad (3)$$

n_j تعداد عناصر در زامین سطح سلسله‌مراتب است و $h = 1, 2, \dots, h$ ز تعداد سطوح سلسله‌مراتب است. w_{ij} وزن معیار نام در سطح زام سلسله‌مراتب است.

$n_{i,j+1}$ تعداد عناصر $1+j$ زامین سطح سلسله‌مراتب است که در ارتباط با معیار نام سطح زام سلسله‌مراتب مقایسه زوجی شده‌اند.

$\mu_{i,j+1}$ نرخ ناسازگاری عناصری است که در $1+j$ زامین سطح سلسله‌مراتب در ارتباط با معیار نام سطح زام سلسله‌مراتب مقایسه زوجی شده‌اند.

C_S نرخ ناسازگاری کل شبکه است.

K_C وزن معیارهای کنترل یا سلسله‌مراتب‌های کنترلی است.

N_j تعداد عناصر در زامین خوشه است و $j=1,2,\dots,h$ تعداد خوشه‌ها است.

W_{ij} وزن معیار نام در خوشه زام است.

$n_{i,j+1}$ تعداد عناصر $1+j$ زامین خوشه است که در ارتباط با معیار نام خوشه زام مقایسه زوجی شده‌اند.

$\mu_{i,j+1}$ نرخ ناسازگاری عناصری است که در $1+j$ زامین خوشه، در ارتباط با معیار نام خوشه زام مقایسه زوجی شده‌اند.

$W_{(k)(h)}$ ارجحیت یا اولویت وزنی تأثیرگذاری h زامین خوشه بر روی k زامین خوشه است.

n_K تعداد عناصر در k زامین خوشه است و $k=1,2,\dots,s$ است.

W_{jk} ارجحیت یا اولویت حدی (وزن حدی) زامین عنصر در k زامین خوشه است.

$\mu_K(j,h)$ نرخ ناسازگاری عناصر خوشه h نام است که در رابطه با تأثیرگذاری آن‌ها بر روی معیار نام خوشه k مقایسه زوجی شده‌اند.

۳- پیشینه پژوهش

در مورد آنالیز ریسک در پژوهشی، فرآیند ریسک در پروژه تأمین تجهیزات ۴۷۵ ایستگاه CNG به صورت کامل انجام شده است که در آن ریسک‌های پروژه مذکور شناسایی، دسته‌بندی و تحلیل شده‌اند و استراتژی‌های پاسخ تعیین شده‌اند [۲].

در بخش رتبه‌بندی ریسک روش‌های دیگری علاوه بر فرآیند مدیریت ریسک استاندارد PMBOK ارایه شده است که یکی از این روش‌ها استفاده از روش تجزیه و تحلیل شکست ریسک است که در پژوهشی این روش ارایه شده است [۸].

همچنین، در پژوهشی رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه از طریق روش‌ها و تکنیک‌های مختلف تصمیم‌گیری چندشاخصه بررسی شده است. مطالعه موردی ارایه شده در این تحقیق به رتبه‌بندی ریسک‌ها از طریق روش تاپسیس پرداخته است و همچنین تکنیک ANP یکی از تکنیک‌های مؤثر به منظور رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه معرفی شده است [۳].

در مورد تکنیک ANP مقاله‌ها و پژوهش‌های زیادی به منظور حل مسایل پیچیده مدیریتی وجود دارد. به‌عنوان مثال در پژوهشی، ارزیابی تأمین‌کنندگان در یک شرکت الکترونیکی

با توجه به این تکنیک انجام شده است. معیارهای ارزیابی در این پژوهش به سه بخش توانایی تولید، سیستم کیفیت و ساختار تجاری تقسیم شده‌اند [۱۰]. در پژوهش دیگری انتخاب استراتژی مدیریت دانش با توجه به تکنیک ANP انجام شده است. سه استراتژی سیستم گرا، انسان گرا و استراتژی دینامیک به عنوان سه آلترناتیو و همچنین معیارهای: پشتیبانی، ارتباطات، فرهنگ، عوامل انگیزشی، زمان و هزینه نیز به عنوان معیارهای تصمیم‌گیری تعیین شده‌اند [۱۷].

در مقاله‌ای محققین به بررسی یک مسئله تصمیم‌گیری برای انتخاب یک شهر از سه شهر آنتالیا، استانبول و از میر پرداخته و با توجه به معیارهای شهرت، دارا بودن هتل‌های مجهز و وجود بیمارستان‌های کافی، شهر مناسب را انتخاب نموده‌اند [۷].

۴- بیان مسئله

در مدیریت ریسک آن‌چه مهم است تمرکز بر ریسک‌های بحرانی است، چرا که اثر بسیاری از ریسک‌ها بر روی اهداف پروژه ناچیز بوده و در واقع عامل اصلی تأخیر در اجرای پروژه و در نتیجه افزایش هزینه پروژه، ریسک‌های بحرانی است. بنابراین یکی از مسایل مهم در مدیریت ریسک شناسایی ریسک‌های بحرانی، به خصوص اصلی‌ترین ریسک پروژه است. اما از طرف دیگر زمانی مدیریت ریسک یک پروژه اثربخش است که راهبرد پاسخ به ریسک‌های بحرانی نیز اثربخش باشد، بنابراین انتخاب یک راه‌حل و استراتژی پاسخ به ریسک مناسب، الزامی است. در این پژوهش به منظور این که بتوان اثربخشی مدیریت ریسک را افزایش داد، تلاش می‌شود تا به سؤالات زیر پاسخ مناسبی داده شود:

۱. اصلی‌ترین ریسک پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان شمالی کدام است؟
۲. پاسخ‌ها و راه‌حل‌های مربوط به اصلی‌ترین ریسک چیست؟
۳. معیارها و شاخص‌های تأثیرگذار بر انتخاب پاسخ‌ها چیست؟
۴. بهترین راهبرد برای پاسخ‌گویی به اصلی‌ترین ریسک چیست؟

۵- روش پژوهش

در این پژوهش از منابع کتابخانه‌ای، اینترنت و همچنین مستندات موجود در شرکت متن (مهندسی و توسعه شرکت نفت) استفاده شده است. پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان که

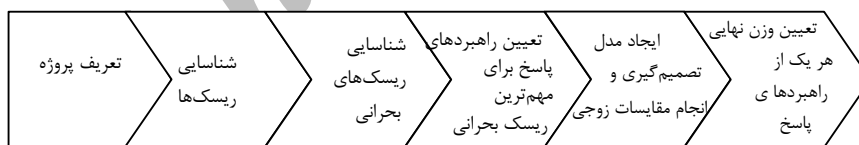
توسط برخی از کارشناسان این شرکت مدیریت می‌شود، در استان خوزستان و در فاصله یکصد کیلومتری از شهر اهواز و در مجاورت مرز عراق قرار دارد.

در قسمت تحلیل کیفی، پرسشنامه موجود در این پژوهش، پرسشنامه باز و در قسمت شناسایی ریسک‌ها و یافتن پاسخ مناسب برای ریسک، مصاحبه از نوع انعطاف‌پذیر یا آزاد بوده است. برای تعیین معیارها و روابط بین آن‌ها نیز از تکنیک گروه اسمی استفاده و همچنین مقایسات زوجی از طریق مصاحبه با خبرگان انجام شده است.

جامعه‌ی آماری این پژوهش شامل کارشناسان و مدیران میانی و ارشد پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان در شرکت مهندسی و توسعه شرکت نفت است که تعداد آن‌ها به ۱۰۰ نفر می‌رسد. در بخش تحلیل کیفی ریسک برای تعیین تابع توزیع احتمال مقدار "احتمال×تأثیر" برای هر ریسک و رتبه‌بندی آن‌ها، از اطلاعات حدود ۳۰ نفر از خبرگان در پروژه مذکور استفاده شده است. اما در تصمیم‌گیری در مورد انتخاب بهترین پاسخ برای اصلی‌ترین ریسک از کارشناسانی کمک گرفته شد که در واقع مدیران ارشد و اجرایی مربوط به این پروژه بودند که تعداد آن‌ها به ۵ نفر می‌رسید.

برای حفظ روایی، اطلاعات از خبرگانی اخذ شده است که کارشناسان پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان هستند. اما پایایی در دو مورد بررسی شد، یک بار برای پرسشنامه در تحلیل کیفی ریسک که با استفاده از نرم‌افزار SPSS مقدار آلفای کرانباخ [۴] به دست آمده از نرم‌افزار برابر با ۰.۷۹ بود و در مورد دیگر، مقدار ناسازگاری حاصل از مقایسات زوجی با توجه به فرمول ناسازگاری کل برابر ۰.۰۵۵۴ گردید.

فرآیند کلی پژوهش در نمودار ۲ آورده شده است:



نمودار ۲: فرآیند اجرای تحقیق

۶- تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات

۶-۱ - شناسایی ریسک‌های پروژه و رتبه‌بندی آنها

در این قسمت با کمک از ساختار شکست ریسک، نظرهای خبرگان و مدیران پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان، فهرستی از ریسک‌هایی که ممکن است در طول اجرای پروژه رخ دهند، جمع‌آوری شد. این لیست در اختیار مدیران و خبرگان شرکت قرار گرفت و از آنها خواسته شد تا احتمال وقوع، تأثیر هزینه‌ای و زمانی هر ریسک را مشخص کنند. سپس تأثیر کل هر یک از ریسک‌ها از فرمول ۱ به دست آمد. پس از جمع‌آوری اطلاعات و محاسبه مقدار احتمال \times تأثیر برای هر ریسک و وارد کردن اطلاعات به نرم‌افزار Arena، تابع توزیع مربوط به هر ریسک مشخص شد و ریسک‌ها با توجه به میانگین و انحراف معیارشان با هم مقایسه شدند و ۱۰ ریسک، بحرانی شناخته شدند.

تکانه ۴: ریسک‌های بحرانی به همراه تابع توزیع هر یک از آنها

رتبه	ریسک	تابع توزیع مقدار احتمال \times تأثیر	میانگین	انحراف معیار
۱	محدودیت های موجود تامین کالا و تجهیزات	Norm(0.641,0.0239)	۰.۶۴۱	۰.۰۲۳۹
۲	بیمه کالا و تجهیزات	0.45+0.13*Beta(0,0)	۰.۵۱۶	۰.۰۲۶۲
۳	تحریم سیاسی و اقتصادی	0.44+0.12*Beta(2.64,2.53)	۰.۴۹۷	۰.۰۲۴۶
۴	برداشت نفت از میدان توسط کشور همسایه به دلیل مشترک بودن مخزن	Tria(0.41, 0.462, 0.51)	۰.۴۶۱	۰.۰۲۱۴
۵	نوسانات قیمت فولاد و میل گرد	Norm(0.42, 0.0247)	۰.۴۲	۰.۰۲۵۱
۶	مینوس زدن پیمانکاران و مشاورین در فرآیند مناقصات	0.33+Gamm(0.0124,6.22)	۰.۴۰۷	۰.۰۲۷۷
۷	عدم وجود زیر ساخت های لازم در منطقه جهت اجرای پروژه های صنعتی	Tria(0.33, 0.435, 0.48)	۰.۴۱۴	۰.۰۲۹۲
۸	نوسانات قیمت سییمان	0.3+0.17*Beta(1.48,2.32)	۰.۳۶۶	۰.۰۳۷۹
۹	عدم جذب سرمایه گذار خارجی در اجرای پروژه	0.31+0.09*Beta(1.9, 2.92)	۰.۳۵۴	۰.۰۲۸۷
۱۰	نوسانات قیمت قیر	0.3+Logn(0.0538, 0.0287)	۰.۳۴۶	۰.۰۱۸۲

۶-۲- تعیین راهبردهای پاسخ برای اصلی‌ترین ریسک پروژه

در پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان شمالی، محدودیت کالا و تجهیزات و لزوم به‌کارگیری از حداکثر توانمندی برای توسعه میدان نفتی، با توجه به مشترک بودن مخازن نفتی به‌عنوان چالش پیش رو در امر توسعه میدان نفتی به‌شمار می‌رود. کالا و تجهیزات پروژه در قالب دو بخش ۱- حفاری ۲- سطح الارضی و تأسیسات، دسته‌بندی شده‌اند که با توجه به استاندارد ملی نفت، بعضی از تجهیزات سطح الارضی از قبیل ورق لوله‌های انتقال نفت در قالب استاندارد مزبور جهت نفت ترش باید تأمین شود. با توجه به محدودیت‌های سیاسی که از سوی غرب به بهانه استفاده دوگانه کالاهای مزبور در بخش نیروگاه‌های هسته‌ای به کشور تحمیل شده است، در عمل تأمین این کالاها با مشکل جدی مواجه شده است. در این راستا تیم مدیریت پروژه راه‌حل‌های زیر برای مقابله با این ریسک تعیین کرده‌اند:

- ❖ تأمین کالاهای مزبور از طریق پرداخت نقدی و اعمال هزینه سربار، که البته این راهبرد دارای ریسک بوده؛ زیرا استفاده از خدمات بیمه و بانک در این استراتژی امکان‌پذیر نیست.
- ❖ تأمین کالا از طریق اعتبار اسنادی با مقصد کشورهای همسایه و حمل مجدد دریایی / هوایی به مقصد سایت. در این روش هزینه حمل و نقل بالا می‌رود.
- ❖ استفاده از کالا و تجهیزات مشابه از طریق یک واسطه از سوی کشورهای نظیر چین و اروپای شرقی اما با کیفیت پایین‌تر.

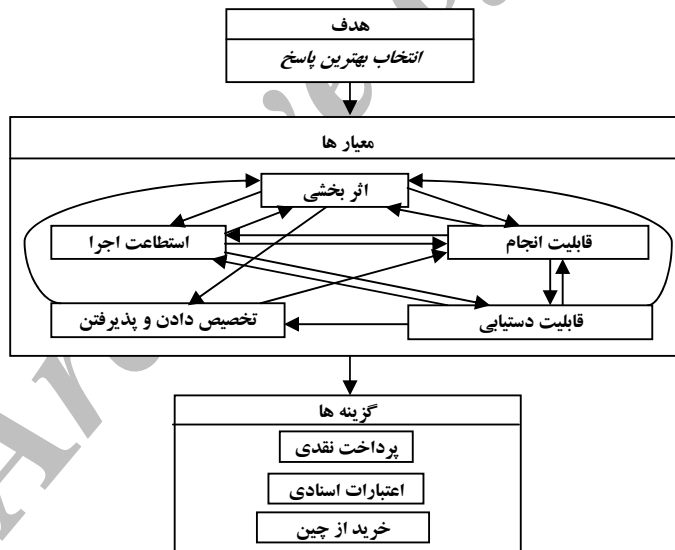
۶-۳- تشکیل مدل تصمیم‌گیری مربوط به اصلی‌ترین ریسک پروژه

همان‌طور که اشاره شد، تکنیک تصمیم‌گیری استفاده شده در این پژوهش، تکنیک ANP است. برای این منظور ابتدا باید معیارهای تصمیم را مشخص کرد، تعدادی معیار توسط آقای هیلسون [۱۹] مشخص شده‌اند که دو معیار از این معیارها که اهمیت کمی بودند، از طریق وزندهی در تکنیک گروه اسمی حذف شدند [۹]. (علاوه بر آن توضیحاتی به معیارها اضافه شد که در پروژه‌های صنعت نفت باید در نظر گرفت).

نگاره ۵: معیارهای مسئله تصمیم‌گیری

معیار	توضیح
استطاعت اجرا	تأثیر هزینه‌ای پاسخ به ریسک‌ها باید تعیین شود، به گونه‌ای که زمان، کار و پول صرف شده برای پیگیری ریسک از بودجه یا سطح شدت ریسک بیشتر نشود.
قابلیت انجام	نمایی از اقدام مورد نیاز باید تعیین شود و زمانی که جهت انجام پاسخ ریسک به منظور پیگیری آن مورد نیاز است باید محاسبه شود.
قابلیت دستیابی	دلیلی برای پاسخ‌های ریسکی که با دیدی واقع‌گرایانه نیستند، وجود ندارد. اگر پاسخ برنامه‌ریزی شده در حد یک معجزه باشد ما را مایوس خواهد ساخت. به علاوه یک پاسخ باید در راستای تحقق اهداف اولیه پروژه و برنامه اصلی توسعه (MDP) میدان و محدوده پروژه باشد.
اثر بخشی	همه‌ی پاسخ‌های ریسک‌ها باید عمل کنند. اثربخشی یک پاسخ به بهترین شکل توسط ایجاد یک ارزیابی پیشاپیش ریسک تعیین می‌شود و البته ریسک‌های ثانویه را نیز شامل می‌شود. همچنین باید با استاندارد نفت ایران (IPS) مطابق باشد و محدوده پروژه رعایت بشود.
تخصیص دادن و پذیرش	هر پاسخ ریسکی باید یک مالک تنها داشته باشد (و توسط او پذیرفته شود) تا از مسئولیت و جواب‌گویی برای اجرای پاسخ‌ها اطمینان حاصل شود.

راه‌حل‌های مربوط به اصلی‌ترین ریسک این پروژه نیز در مرحله قبل مشخص شده‌اند. پس از این که معیارها و راه‌حل‌ها مشخص شد، باید مدل شماتیک و روابط بین معیارها را تعیین کرد، این کار نیز توسط تکنیک گروه اسمی انجام شد. مدل پیشنهادی در نمودار ۳ قابل مشاهده است.



نمودار ۳. روابط بین معیارهای تصمیم در مدل پیشنهادی

۶-۴- تعیین وزن نهایی راهبردهای مربوط به اصلی ترین ریسک

پس از این که مدل و همچنین روابط بین معیارها مشخص شدند، مقایسات زوجی در اختیار ۵ نفر از خبرگان قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد تا ضریب ارجحیت هر یک از معیارها و پاسخ‌ها را با توجه به مقیاس ۱ تا ۹ انتخاب کنند. به دلیل این که مقایسات زوجی پنج بار انجام شده است، ابتدا از هر یک از مقادیر، میانگین هندسی گرفته و سپس اطلاعات وارد نرم‌افزار Super Decisions شده است [۱۸].

نگاره ۶: مقایسه زوجی مربوط به پاسخ‌ها با توجه به معیار اثربخشی

	اعتبارات اسنادی	خرید از چین
پرداخت نقدی	← ۶.۲۸	← ۱.۲۵۴
اعتبارات اسنادی	۱	↑ ۵.۸۸

سوپر ماتریس‌های غیر وزنی، وزنی و همچنین سوپر ماتریس حدی که نشان‌دهنده وزن نهایی هر یک از معیارها و پاسخ‌ها است، در نگاره‌های ۷ تا ۹ آورده شده است.

نگاره ۷: سوپر ماتریس غیر وزنی مربوط به مدل پیشنهادی

هدف	معیارها					گزینه‌ها			نام‌های خوشه‌ها و گره‌ها (عناصر هر خوشه)	
	اثربخشی	تخصیص دادن	قابلیت انجام	استطاعت اجرا	قابلیت دستیابی	خرید از چین	اعتبارات اسنادی	پرداخت نقدی		
انتخاب بهترین پاسخ	۰.۰۰۰	۰.۵۰۱۹۵	۰.۳۳۳۰۷	۰.۲۲۹۶۵	۰.۷۵۸۲۵	۰.۳۳۳۳۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	گزینه‌ها
	۰.۰۰۰	۰.۰۷۵۷۶	۰.۰۹۷۳۹	۰.۱۲۲۰۲	۰.۱۵۱۲۵	۰.۳۳۳۳۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	
	۰.۰۰۰	۰.۴۲۲۲۸	۰.۵۶۹۵۴	۰.۶۴۸۳۳	۰.۰۹۰۵۱	۰.۳۳۳۳۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	
معیارها	۰.۰۸۵۳۳	۰.۱۰۲۰۲	۰.۲۰۰۰۰	۰.۰۹۳۶۲	۰.۱۲۵۲۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	معیارها
	۰.۲۸۳۱۴	۰.۳۳۰۹۵	۰.۰۰۰	۰.۶۲۶۷۰	۰.۰۰۰	۰.۲۴۹۹۸	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	
	۰.۴۳۴۷۷	۰.۵۰۸۹۸	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۵۴۷۰۶	۰.۷۵۰۰۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	
	۰.۰۴۶۸۶	۰.۰۵۸۰۵	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۶۷۷۷	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	
	۰.۱۴۹۹۰	۰.۰۰۰	۰.۸۰۰۰۰	۰.۲۷۹۶۹	۰.۲۵۹۹۵	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	
هدف	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	انتخاب بهترین پاسخ

نگاره ۸: سوپرماتریس وزنی مربوط به مدل پیشنهادی

هدف	معیارها					گزینه‌ها			نام‌های خوشه‌ها و گره‌ها (عناصر هر خوشه)
	اثربخشی	تخصیص دان	قابلیت انجام	استطاعت اجرا	قابلیت دستیابی	خرید از چین	اعتبارات اسنادی	پرداخت نقدی	
انتخاب بهترین پاسخ	۰.۰۰۰	۰.۲۵۰۹۸	۰.۱۶۶۵۳	۰.۱۱۴۸۳	۰.۳۷۹۱۲	۰.۱۶۶۶۷	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	پرداخت نقدی
	۰.۰۰۰	۰.۳۷۸۸	۰.۰۴۸۷۰	۰.۰۶۱۰۱	۰.۰۷۵۶۲	۰.۱۶۶۶۷	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	اعتبارات اسنادی
	۰.۰۰۰	۰.۲۱۱۱۴	۰.۲۸۴۷۷	۰.۳۲۴۱۶	۰.۰۴۵۲۵	۰.۱۶۶۶۷	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	خرید از چین
معیارها	۰.۰۸۵۳۳	۰.۰۵۱۰۱	۰.۱۰۰۰۰	۰.۰۴۶۸۱	۰.۰۶۲۶۱	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	قابلیت دستیابی
	۰.۲۸۳۱۴	۰.۱۶۵۴۷	۰.۰۰۰	۰.۳۱۳۳۵	۰.۰۰۰	۰.۱۲۴۹۹	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	استطاعت اجرا
	۰.۴۳۴۷۷	۰.۲۵۴۴۹	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۷۳۵۳	۰.۳۷۵۰۱	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	قابلیت انجام
	۰.۰۴۶۸۶	۰.۰۲۹۰۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۳۳۸۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	تخصیص دادن
۰.۱۴۹۹۰	۰.۰۰۰	۰.۴۰۰۰۰	۰.۱۳۹۸۴	۰.۱۲۹۹۸	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	اثربخشی	
هدف	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	انتخاب بهترین پاسخ

نگاره ۹: سوپرماتریس حدی مربوط به مدل پیشنهادی

هدف	معیارها					گزینه‌ها			نام‌های خوشه‌ها و گره‌ها (عناصر هر خوشه)
	اثربخشی	تخصیص دان	قابلیت انجام	استطاعت اجرا	قابلیت دستیابی	خرید از چین	اعتبارات اسنادی	پرداخت نقدی	
انتخاب بهترین پاسخ	۰.۲۳۲۱۶	۰.۲۳۲۱۶	۰.۲۳۲۱۶	۰.۲۳۲۱۶	۰.۲۳۲۱۶	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	پرداخت نقدی
	۰.۰۷۰۹۲	۰.۰۷۰۹۲	۰.۰۷۰۹۲	۰.۰۷۰۹۲	۰.۰۷۰۹۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	اعتبارات اسنادی
	۰.۱۹۶۹۲	۰.۱۹۶۹۲	۰.۱۹۶۹۲	۰.۱۹۶۹۲	۰.۱۹۶۹۲	۰.۱۹۶۹۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	خرید از چین
معیارها	۰.۰۴۹۷۱	۰.۰۴۹۷۱	۰.۰۴۹۷۱	۰.۰۴۹۷۱	۰.۰۴۹۷۱	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	قابلیت دستیابی
	۰.۱۵۶۰۷	۰.۱۵۶۰۷	۰.۱۵۶۰۷	۰.۱۵۶۰۷	۰.۱۵۶۰۷	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	استطاعت اجرا
	۰.۱۷۴۹۵	۰.۱۷۴۹۵	۰.۱۷۴۹۵	۰.۱۷۴۹۵	۰.۱۷۴۹۵	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	قابلیت انجام
	۰.۰۱۶۵۴	۰.۰۱۶۵۴	۰.۰۱۶۵۴	۰.۰۱۶۵۴	۰.۰۱۶۵۴	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	تخصیص دادن
۰.۱۰۲۷۳	۰.۱۰۲۷۳	۰.۱۰۲۷۳	۰.۱۰۲۷۳	۰.۱۰۲۷۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	اثربخشی	
هدف	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	انتخاب بهترین پاسخ

در نهایت وزن نهایی هر یک از پاسخ‌ها تعیین شده است که همان‌طور مشاهده می‌شود "پرداخت نقدی" بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است.

تکانه ۱۰: وزن هر یک از پاسخها در سه حالت نرمال، کلی و ایده آل

رتبه	ایده آل	نرمال	نهایی	گزینه‌ها
۱	۱.۰۰۰۰	۰.۴۹۸۲	۰.۲۴۹۱	پرداخت نقدی
۲	۰.۲۳۸۳	۰.۱۱۸۷	۰.۰۵۹۳	اعتبارات اسنادی
۳	۰.۷۶۹۱	۰.۳۸۳۱	۰.۱۹۱۶	خرید از چین

۷ - نتیجه گیری

در این پژوهش با استفاده از رویکرد استاندارد PMBOK فرآیند مدیریت ریسک، به صورت مطالعه موردی در شرکت مهندسی و توسعه شرکت نفت و بر روی پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان به صورت اجمالی انجام شد. همچنین، در زیر فرآیند پاسخ گویی به ریسک نیز یک مسئله تصمیم گیری وجود داشت، یعنی انتخاب یک پاسخ از بین چند پاسخ مربوط به یک ریسک. در این پژوهش سعی شده است تا با استفاده از تکنیک ANP به بررسی این موضوع پرداخته و راه حل مناسب برای ریسک مربوط انتخاب شود. بدین منظور هر یک از سؤالات پژوهش به ترتیب زیر پاسخ داده شدند:

در سؤال اول، اصلی ترین ریسک پروژه با استفاده از پرسشنامه و نرم افزار Arena تعیین شد که عنوان این ریسک "محدودیت‌های موجود تأمین کالا و تجهیزات" است.

در سؤال دوم خواسته شده بود که راهبردهای پاسخ برای اصلی ترین ریسک مشخص شود که پس از انجام مصاحبه با خبرگان پاسخ‌های مربوط به هر ریسک بحرانی شناسایی شدند. مهم ترین استراتژی‌های پاسخ برای مهم ترین ریسک شامل پرداخت نقدی، اعتبارات اسنادی، خرید از چین یا کشورهای اروپایی بودند.

سؤال سوم به دنبال معیارها و شاخص‌های تأثیرگذار بر انتخاب راهبردهای پاسخ بود، که از طریق تکنیک گروه اسمی و معیارهایی که توسط آقای هیلسون در زمینه خصوصیات یک پاسخ ریسک مناسب ارائه شده است، پنج معیار تصمیم گیری "استطاعت اجرا، قابلیت انجام، قابلیت دستیابی، اثربخشی پاسخ و تخصیص دادن و پذیرفتن" تعیین شدند.

در نهایت در سؤال چهارم، استراتژی "پرداخت نقدی" به عنوان بهترین راهبرد برای پاسخ گویی به اصلی ترین ریسک، توسط نرم افزار Super Decisions و با استفاده از مقایسات زوجی مربوط به مدل تشکیل شده، مشخص شد.

مدل تصمیم‌گیری پیشنهاد شده در این مقاله قابلیت تعمیم در انتخاب راهبرد مناسب برای ریسک‌های بحرانی دیگر در این پروژه و همچنین پروژه‌های مشابه را در شرکت مهندسی و توسعه شرکت نفت دارد. همچنین شرکت‌های فعال در پروژه‌های مربوط به صنعت نفت می‌توانند این مدل پیشنهادی را در شرکت خود تعدیل و از آن استفاده کنند.

منابع

۱. اصولی سید حسین (۱۳۸۴). راهنمای پیکره‌ی دانش مدیریت پروژه، تهران، انتشارات مرکز تحقیقات و توسعه مدیریت پروژه شرکت ملی صنایع پتروشیمی.
۲. آیت‌فواد (۱۳۸۵). ارزیابی مدیریت ریسک در پروژه تأمین تجهیزات ۴۷۵ ایستگاه CNG با رویکرد استاندارد PMBOK، پایان‌نامه (کارشناسی ارشد)، دانشگاه شهیدبهشتی، دانشکده مدیریت.
۳. جبل عاملی محمد سعید، رضائی فرآیت، چائی بخش لنگرودی علی (۱۳۸۶). رتبه‌بندی ریسک پروژه با استفاده از فرآیند تصمیم‌گیری چند شاخصه، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، جلد ۴۱، شماره ۷: ۸۶۳.
۴. سکاران اوما (۱۳۸۰). روش‌های تحقیق در مدیریت، ترجمه محمد صائبی و محمود شیرازی، تهران، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.
۵. عبدالمحمدی رسول (۱۳۸۷)، خودآموز نرم‌افزار Pertmaster، تهران، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران.
6. Bolles, Dennis (2004). A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 3rd ed., an American National Standard ANSI/PMI.
7. B uy kyaz, Murat, Sucu, Meral (2003). THE ANALYTIC HIERARCHY AND ANALYTIC NETWORK PROCESSES, Journal of Mathematics and Statistics, Vol 32: 65-73.
8. Carbone, Thomas A., Tippett, Donald D., (2004). Project Risk Management Using the Project Risk FMEA, Engineering Management Journal, Vol. 16 No. 4:28-35.
9. Dunham, Randall, (2006). Nominal Group Technique: a User's Guide, University of Wisconsin.
10. Gencer, Cevriye, Didem, Gurpinar, (2006). Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm, Applied Mathematical Modeling, Vol.31:2475-2486.

11. Gereie, A., K. Rezaie, M.S. Amalnik, B. Ostad, M. Shakhsheniaee, (2007). Using Extended Monte Carlo Simulation Method for the Improvement of Risk Management: Consideration of Relationships between Uncertainties, Applied Mathematics and Computation, Vol.190: 1492-1501.
12. Hillson, David, (2002). Use a Risk Breakdown Structure (RBS) to Understand Your Risks, Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, Texas, USA, October 3-10.
13. Jorion, Philippe (2000). Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk, 2nd. ed., McGraw Hill.
14. Land, Richard (2007). Project Risk Management Handbook (Threats and Opportunities), 2nd ed., Press: Office of Statewide Project Management Improvement (OSPMI).
15. Saaty, T. L., (2004). Fundamentals of the analytic network process – Dependence and feedback in decision-making with a single network, Journal of Systems Science and Systems Engineering: 1-35.
16. Saaty, Thomas L., (2001). Decision making with dependence and feedback—the analytic network process, 2nd ed., Pittsburgh, USA: RWS Publications.
17. Wu, Wei-Wen, Lee, Yu-Ting (2007). Selecting knowledge management strategies by using the analytic network process, Expert Systems with Applications Vol.32: 841-847.
18. www.superdesicions.com
19. www.risk-doctor.com

Archive of SID