مهندسی صنایع و مدیریت شریف
دوره‌ی ۱-۲۸، شماره‌ی ۱، ص. ۱۲۱-۱۲۷، (یادداشت فنی)

Research Note

# به‌کارگیری بانک داده به‌منظور تحلیل کمی ریسک طرح‌های سرمایه‌گذاری صنعتی به‌کمک روش تاپسیس

**آرش تکلیف (کارشناس ارشد)**
**دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین**
**بابک عباسی (استادیار)**
**دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف**
**امیرعباس نجفی* (استادیار)**
**دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی**

یکی از مشکلات رایج در مراحل مختلف اجرای طرح‌ها، تأخیرات مکرر در تکمیل آن‌هاست. مهم‌ترین دلیل این امر وجود ریسک و عدم‌قطعیت‌های داخلی و خارجی است. برای رفع این مشکل برنامه‌یی لازم است که بتوان ریسک و عدم قطعیت‌ها را به‌طور مؤثر مدیریت، و آثار نامطلوب آن‌ها بر اهداف طرح را کمینه کرد. در این نوشتار به‌منظور تحلیل کمی ریسک‌های موجود در طرح‌های سرمایه‌گذاری صنعتی به‌کارگیری بانک داده با پشتیبانی روش تصمیم‌گیری تاپسیس پیشنهاد شده است. در این راستا با استفاده از نرم‌افزار visual basic، برنامه‌یی طراحی شده تا به‌کمک آن بتوان ریسک‌های طرح را به‌منظور پاسخ‌گویی بهتر اولویت‌بندی کرد.

a.taklif@gmail.com
b.abbasi@gmail.com
aanajafi@kntu.ac.ir

**واژگان کلیدی:** مدیریت ریسک، تحلیل ریسک، بانک داده.

## مقدمه

یکی از عوامل مهم در سرمایه‌گذاری‌ها عدم اطمینان نسبت به بازده طرح سرمایه‌گذاری است. این عدم اطمینان نشأت گرفته از ریسک‌های مختلفی است که در طرح مورد نظر وجود دارد. ریسک عاملی اجتناب‌ناپذیر است، به‌گونه‌یی که در هر سازمان همه‌ی فعالیت‌ها درگیر ریسک‌اند.[۱] دیدگاه سنتی نگاهی منفی به ریسک دارد و آن را با عباراتی مانند شکست، خطر و نتیجه‌ی نامطلوب مطرح می‌کند. در مقابل، در دیدگاه مدرن ریسک به دو صورت مثبت و منفی بیان می‌شود؛ «ریسک مثبت» یا فرصت (شانس) به‌معنی عدم اطمینان‌هایی است که ممکن است در راه رسیدن به اهداف طرح اثری مطلوب و سودمند داشته باشند. در عین حال باید به این نکته توجه کرد که ریسک صرف‌نظر از منفی یا مثبت‌بودن نیاز به مدیریت دارد.[۲] مدیریت ریسک مسئله‌یی است که همه‌روزه و در تمام تصمیم‌گیری‌ها، ازجمله درگذشتن از عرض یک خیابان، با آن مواجه‌ایم. اما مدیریت ریسکی که ما در زندگی روزمره به‌کار می‌بریم معمولاً فطری و ذاتی، و مبتنی بر تجربه‌ی ماست. مدیریت ریسک، سازمان‌ها را قادر می‌سازد که سطح ریسکی را تعیین کنند که در آن سود بیشینه و زیان کمینه عایدشان شود.[۳] به‌روز بودن اطلاعاتِ ریسک‌ها نقش مهمی در کارآمدی تصمیم‌گیری و مدیریت آن‌ها خواهد داشت. مدیریت ریسک در طرح‌های سرمایه‌گذاری صنعتی فرایندی است که پس از شناسایی ریسک‌ها از دو جنبه‌ی منابع تهدیدکننده‌ی طرح و نقاط ضعف (آسیب‌پذیری) موجود در آن، به بررسی احتمال وقوع آسیب‌پذیری هرکدام از این نقاط ضعف توسط منابع تهدیدکننده‌ی داخلی و خارجی می‌پردازد و پیامدهای حاصل از آن را ارزیابی می‌کند. سپس با انتخاب رویه‌های کنترلی به تعدیل ریسک‌های موجود پرداخته، امنیت و قابلیت اطمینانِ اجرای طرح را تا حد امکان ارتقا می‌دهد.[۴و۵] بدین‌ترتیب از وقوع ریسک‌هایی با احتمال بالاکاسته شده و ریسک موجود در اجرای طرح کمینه می‌شود. به‌علت ویژگی طرح‌های سرمایه‌گذاری صنعتی و درنتیجه ریسک‌های خاصی که در این حوزه وجود دارد، ایجاد «بانک داده» به‌منظور ساختاردهی اطلاعات، در تحلیل کمی ریسک‌های موجود در این طرح‌ها بسیار مفید خواهد بود.

## مرور ادبیات

مطالعات مربوط به مدیریت ریسک دولتی از سال ۱۹۵۰ آغاز شد و روان‌شناسی ریسک از سال ۱۹۶۰ مورد مطالعه قرار گرفت.[۶و۷] در دهه‌های بعد از ۱۹۶۰، بر توسعه‌ی بانک‌های اطلاعاتیِ نرخ خطای انسانی تأکید بسیار شد.[۸] اصطلاح «مدیریت ریسک» به‌عنوان یکی از شاخه‌های نوین مدیریت، نخستین بار به‌وسیله‌ی دو نویسنده‌ی آمریکایی به نام‌های رابرت مهر[۱] و باب هجز[۲] (۱۹۶۳) درکتابی با عنوان «مدیریت ریسک در مؤسسه‌های تجاری» مطرح شد.[۹] برای تعریف «تحلیل

* نویسنده مسئول
*تاریخ: دریافت ۱۳۸۸/۱۱/۱۴، اصلاحیه ۱۳۸۹/۳/۳، پذیرش ۱۳۸۹/۷/۵.*

ریسک» که برای اولین‌بار توسط کمیته‌ی تحقیقات آکادمی ملی علوم آمریکا (۱۹۸۳) ارائه شد، سه مرحله‌ی اصلی تحلیل ریسک به‌صورت ارزیابی، مدیریت و انتقال ریسک معرفی شده است.[۱۰] در تحقیقی که کلیم و لودین[۳] در سال ۲۰۰۱ انجام دادند برای مدیریت ریسک یک فرایند، چهار مرحله‌ی شناسایی، تحلیل، کنترل و گزارش معرفی شد که به‌موازات چهارگام معروف دمینگ در مدیریت پروژه ــ یعنی برنامه‌ریزی، اجرا، بررسی و عمل ــ قرار می‌گیرد.[۱۱] دیوید ووسه[۴] (۲۰۰۳) قانونی کلی درمورد مدل‌های تحلیل ریسک با استفاده از شبیه‌سازی بیان کرده است: «هر تکرار در یک مدل تحلیل ریسک باید به‌صورت سناریویی باشد که به‌صورت فیزیکی امکان وقوع دارد». پیروی از چنین قانونی به تولید مدل‌هایی می‌انجامد که از دو شرط «صحت» و «واقعی بودن» برخوردارند.[۱۲]

درمورد مطالعات انجام‌شده در داخل کشور، در سال ۱۳۸۴ ریسک‌های موجود درخصوص پروژه‌های ساخت در صنعت پتروشیمی مطالعه و بررسی شد.[۱۳] در این راستا از روش‌های ساختار سلسله‌مراتبی ریسک و عدم قطعیت[۵] و همچنین از فرایند ارزیابی زمان برای سازمان‌دهی و تعیین ساختار ریسک‌ها و عدم قطعیت‌های موجود در پروژه‌های ساخت در صنعت پتروشیمی استفاده شده است، به‌نحوی که برای بالابردن دقت خروجی، علت و معلول‌ها جدا از یکدیگر ارزیابی می‌شوند. برای این منظور از فرایند ارزیابی زمان به‌عنوان ابزاری برای اندازه‌گیری تولید خروجی قابل تفسیر استفاده می‌شود. در این تحقیق مدیریت ریسک به‌صورت پیشگیری از مشکل و ارائه‌ی راه‌حل برای حوادثِ ممکن در نظر گرفته شده است. در سال ۱۳۸۶، در تحقیقی با عنوان «کاربرد ریسک در امنیت سیستم‌های فنّاوری اطلاعات (IT)»، ریسک‌های تهدیدکننده‌ی سیستم‌های اطلاعاتی سازمان‌ها و لزوم کنترل آن‌ها بررسی شد. وی از روش «چرخه‌ی عمر توسعه‌ی سیستم» (SDLC)[۶] برای بررسی فرایندهای تعدیل ریسک ــ شامل گزینه‌های تعدیل ریسک، روش‌های کنترل ریسک، شیوه‌های طبقه‌بندی‌شده‌ی کنترل، تحلیل سود و زیان و سطح قابل قبول ریسک ــ استفاده کرده است. این روش مشتمل بر ۵ فاز است: ۱. فاز اولیه یا آغازین؛ ۲. توسعه و طراحی؛ ۳. اجرا؛ ۴. حفظ و نگه‌داری؛ ۵. انهدام یا افول که فن مدیریت ریسک براساس این فازها طراحی شده است. در سال ۱۳۸۶، در تحقیقی با عنوان «مدیریت بحران و تأثیر آن بر تأسیسات گاز شهری و ارائه‌ی راهکارهای پیشنهادی»، ضمن بررسی تأسیسات شبکه‌ی گازرسانی شهری و آسیب‌های احتمالی درصورت وقوع زلزله، راهکارهای پیشنهادی برای ایجاد سیستم اطلاعاتی مدیریت حادثه بین کمیته‌های چندگانه‌ی مدیریت بحران ارائه شد. در همین سال، محمدعلی هاتفی در رساله‌ی دکترای خود با عنوان «توسعه‌ی مدل یک‌پارچه ریسک پروژه‌ها» به طراحی مدلی یک‌پارچه برای برنامه‌ریزیِ پاسخ‌گویی به ریسک‌های پروژه با عنوان P۲RP[۷] پرداخته است. در این مدل سه فاز مهم شناسایی ریسک، تحلیل ریسک و پاسخ‌گویی به ریسک مورد توجه قرار گرفته، و نیز بر این نکته تأکید شده که با لحاظ‌کردن دو فاز دیگر ــ برنامه‌ریزی فرایند و اجرای پاسخ‌ها ــ به‌همراه پایش و کنترل ریسک‌ها می‌توان این مدل را به‌عنوان فرایند مدیریت ریسک[۸] به‌کار برد. هدف این تحقیق آن است که این مدل به‌راحتی بتواند درکالبد زیرسیستم پایگاه مدل به‌عنوان سیستم پشتیبان تصمیم[۹] مورد استفاده قرار گیرد.[۴]

## فرایند تحلیل ریسک

هر ریسک توسط عامل یا عواملی به‌وجود آمده و به معلول یا معلول‌هایی منجر می‌شود. اگر از داده‌ها برای حل مسائل استفاده کنید، به پیش‌بینی بپردازید، و در نهایت راهکار ارائه دهید یا تصمیم‌گیری کنید، درواقع تحلیل ریسک انجام داده‌اید.[۱۴] به‌کمک فرایند تحلیل ریسک، تحلیل‌گر می‌تواند با کاربرد روش‌های ارزیابی ریسک و توجه به نتایج احتمالی آینده، به اتخاذ استراتژی و تصمیم‌گیری در شرایط فعلی بپردازد. در فرایند «تحلیل ریسک» ریسک به اجزاء تشکیل‌دهنده‌اش تقسیم می‌شود. در این دیدگاه تحلیل ریسک چیزی بیش از شناسایی صرف ریسک یا سنجش آن است.[۱۵] در معتبرترین تعریفِ «تحلیل ریسک» در بین متخصصین حوزه‌ی مدیریت ریسک، تحلیل ریسک شامل سه فرایند است:[۱۱]

۱. ارزیابی ریسک (پاسخ به این سؤالات که «اندازه‌ی ریسک چقدر است؟»، «چه تأثیری دارد؟» و «عامل آن چیست؟»)

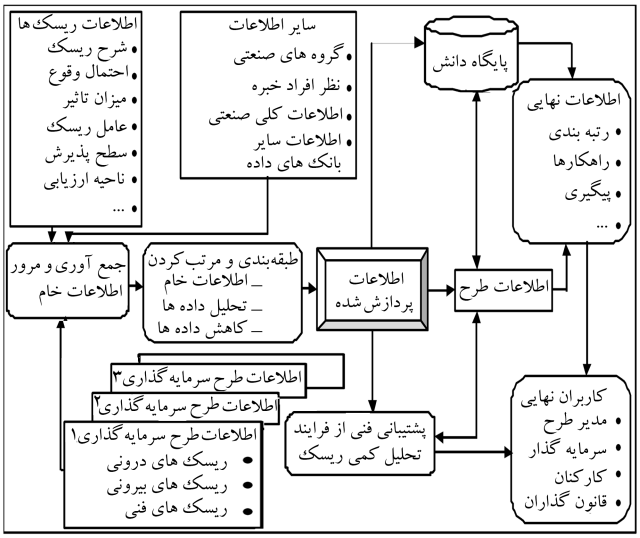
۲. مدیریت ریسک (پاسخ به این سؤال که «در مقابل این ریسک چه باید کرد؟»)

۳. انتقال ریسک (پاسخ به این سؤال که «ریسک را چگونه بیان کنیم؟» و به‌طور عام «چه کسی باید در مورد این ریسک تصمیم‌گیری کند؟»)

بنابراین تحلیل ریسک به دنبال دو هدف عمده است:[۴] ۱. شناخت اهمیت نسبی ریسک‌های شناسایی‌شده و طبقه‌بندی آن‌ها برحسب اولویت، به‌لحاظ تأثیرشان بر ساختار مالی و عملیاتی سازمان؛ ۲. ارائه‌ی اطلاعات لازم برای تعیین روش یا روش‌های مناسبِ مقابله با ریسک. باید توجه داشت که تحلیل ریسک طرح‌های سرمایه‌گذاری صنعتی به‌طور عمده در دو مرحله‌ی برنامه‌ریزی پروژه و امکان‌سنجی انجام می‌شود.

## ساختار بانک داده پیشنهادی

به‌علت پویایی برخی ریسک‌های سرمایه‌گذاری صنعتی، به‌روز نگه‌داشتن اطلاعات مربوط به این ریسک‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین استفاده از بانک داده برای ساختاردهی به اطلاعات در تحلیل این نوع ریسک‌ها مفید خواهد بود. چنان که می‌دانیم یکی از مراحل مهم تجزیه و تحلیل، جمع‌آوری و ثبت اطلاعات است زیرا تصمیمات و پیشنهادهای بعدیِ تحلیل‌گر مبتنی بر اطلاعاتی است که در این مرحله به‌دست آورده است.[۴و۱۶و۱۷] اگر به‌دلیل محدودیت زمان یا به دلایلی دیگر، اطلاعات کافی در دسترس نباشد تصمیم‌گیری براساس حدس و گمان صورت می‌پذیرد که پیامد آن نتایج نامطلوب است. در این تحقیق به‌منظور امکان‌پذیرشدن بهره‌گیری از بانک داده به‌عنوان منبع اطلاعات گذشته و تجربیات طرح‌های قبلی، و هم به‌عنوان محلی برای ثبت اطلاعات حاصل از فرایند تحلیل ریسک طرح صنعتی جدید، روشی پیشنهاد شده است. در ساختار کلیِ مدلِ پیشنهادی فرض بر آن است که این بانک داده برای اولین بار ایجاد می‌شود. عملیات تجزیه و تحلیل و نیز مقایسه با موارد موجود در این بانک اطلاعاتی انجام شده و اطلاعات مربوط به ریسک جدید برای مراجعات بعدی در آن ذخیره می‌شود. به‌عبارتی این سیستم به‌طور کلی از دو بخش اصلی تشکیل شده است: مرکز ذخیره‌ی اطلاعات و بخش اجرایی. با توجه به این که کیفیت اطلاعات تعیین‌کننده‌ی کیفیت تحلیل ریسک خواهد بود و بانک‌های داده نیز محلی برای جمع‌آوری اطلاعات‌اند، تأکید اصلی باید بر شفافیت ورودی‌های فرایند تحلیل باشد تا خطاها و برداشت‌های اشتباه به بانک‌های داده و درنتیجه فرایند تحلیل ریسک وارد نشوند.[۱۸] می‌توان گفت اطلاعات این بانک داده به دو دسته تقسیم می‌شود: «اطلاعات طرح سرمایه‌گذاری» و «پایگاه دانش». اطلاعات مربوط به هر طرح تحت بررسی است و پس از اتمام طرح قسمتی از نتایج آن برای استفاده در تحلیل طرح‌های آتی به قسمت پایگاه دانش این بانک داده منتقل می‌شوند. در پایگاه دانش نیز علاوه بر این اطلاعات، اطلاعاتی از قبیل داده‌های سایر بانک‌ها،




**شکل ۱. ساختار بانک داده پیشنهادی.**

استانداردهای حوزه‌ی صنعتی مربوطه و اطلاعات کلی دیگر ذخیره‌سازی می‌شوند. بانک داده‌ی پیشنهادی چیزی بیش از «محل جمع‌آوری اطلاعات» بوده و با توجه به این که می‌تواند از یک سری داده به‌منظور به دست آوردن اطلاعاتی خاص استفاده کند، بیشتر به پایگاه دانشی شبیه است که بر اثر استفاده از آن در طرح‌های آینده، توسعه پیدا کرده و اطلاعات آن به‌روز می‌شود. از طرفی با افزایش اطلاعات موجود در این بانک داده، انجام یک سری تحلیل‌های آماری برای بررسی اعتبار پاسخ‌ها ممکن می‌شود. در شکل ۱ ساختار کلی بانک داده‌ی پیشنهادی نشان داده شده است.

## فازهای مدل پیشنهادی

مدل پیشنهادی دارای هشت فاز جداگانه و مشخص است. ترتیب این فازها پیشنهادی است و هیچ ضرورتی ندارد که در هر طرح تمامی این هشت فاز وجود داشته باشند. به‌منظور مقایسه‌ی این فازها با مراحل استاندارد مدیریت ریسک در «کلیات دانش مدیریت پروژه» می‌توان از جدول ۱ استفاده کرد. هشت فاز مدل پیشنهادی عبارت‌اند از:

### الف) تعیین ساختار طرح

در این فاز طرح مورد نظر به‌لحاظ «عملکرد» به اجزاء مشخصی تقسیم‌بندی می‌شود. هریک از این اجزاء را یک «ناحیه‌ی ارزیابی» می‌نامند. به‌عنوان مثال، اگر سیستم تحت بررسی یک پروژه‌ی ساختمانی باشد، هریک از اجزاءِ نقشه، محل ساختمان، آماده‌سازی زمین، ساخت، منابع مالی، مصالح و غیره را می‌توان به‌عنوان یک ناحیه‌ی ارزیابی در نظر گرفت.

### ب) تعیین روش‌های شناسایی ریسک‌ها

در این فاز با توجه به شناخت اولیه از ناحیه‌های ارزیابیِ طرح، سعی می‌شود مناسب‌ترین روش از بین روش‌های مختلف شناسایی ریسک انتخاب شود. متداول‌ترین روش‌های شناسایی ریسک که در طرح‌های مختلف کاربرد دارد عبارت‌اند از: طوفان فکری و تشکیل کارگاه‌ها، چک‌لیست‌ها، پرسش‌نامه‌ها و مصاحبه، مطالعه‌ی گزارش‌های

**جدول ۱. مقایسه‌ی فازهای مدل پیشنهادی با ساختار بدنه‌ی دانش مدیریت پروژه.**

| بدنه‌ی دانش مدیریت پروژه | فازهای مدل پیشنهادی |
|---|---|
| فرایند برنامه‌ریزی مدیریت ریسک | – |
| فرایند شناسایی ریسک | -فاز ساختار<br>-فاز تعیین روش‌های شناسایی ریسک‌ها<br>-فاز شناسایی ریسک‌ها<br>-فاز تعیین سطح پذیرش ریسک‌ها |
| فرایند تجزیه و تحلیل کمی ریسک | -فاز شناسایی روش‌های مناسب ارزیابی ریسک |
| فرایند تجزیه و تحلیل کیفی ریسک | -فاز ارزیابی ریسک |
| فرایند پاسخ‌گویی به ریسک | -فاز تعیین اولویت پاسخ‌گویی به ریسک‌های شناسایی شده براساس تکنیک تاپسیس<br>-فاز تعیین میزان تأثیرگذاری هر ریسک بر طرح و متوسط ریسک نواحی ارزیابی |
| فرایند پیگیری و کنترل ریسک | – |

مربوط به طرح‌های مشابه قبلی، تحلیل شکست کار، درخت تصمیم‌گیری، تکنیک دلفی و انواع نمودارها (نمودار علت و معلول، پویایی سیستم، نمودار عوامل مؤثر و غیره).[۲و۲]

### ج) شناسایی ریسک‌ها

هدف این فاز عبارت است از شناسایی کلیه‌ی عوامل بروز ریسک و رخدادهایی که انتظار می‌رود بر طرح تأثیرگذار باشند. بنابراین سعی می‌شود از طریق بررسی هر ناحیه‌ی ارزیابی، پیش‌فرض‌های موجود درمورد ریسک‌های هر ناحیه و با در نظر گرفتن روش‌های شناسایی تعیین‌شده، ریسک‌ها و رویدادهای تأثیرگذار بر اهداف طرح در هر ناحیه شناسایی شوند.

### د) تعیین سطح پذیرش ریسک‌ها

در این فاز تحلیل‌گر سعی می‌کند با نظرخواهی از مدیر طرح، سطح پذیرش ریسک‌های شناسایی‌شده را تعیین کند. این کار با سؤال و جواب از مدیران طرح امکان‌پذیر است. با تعیین سطح قابل پذیرش ریسک، میزان انرژی و منابع مالی مقابله با هر نوع ریسک برآورد می‌شود.

### هـ) شناسایی روش مناسب ارزیابی ریسک

در این فاز، با این فرض که قبلاً با بهره‌گیری از نظر افراد خبره روش‌های ارزیابی مناسب هر دسته از ریسک‌ها تعیین شده و در پایگاه دانش ذخیره شده‌اند، می‌توان با مراجعه به پایگاه دانش روش‌های ارزیابی مناسب هر دسته از ریسک‌ها را تعیین کرد. استفاده از نظر افراد خبره، شبیه‌سازی، تولید سناریو، استفاده از تحلیل حساسیت، تحلیل‌های اقتصادی و غیره ازجمله روش‌هایی هستند که در این فاز برای ارزیابی ریسک طرح‌های سرمایه‌گذاری صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.[۲]

## و) ارزیابی ریسک

ارزیابی ریسک عبارت است از تخمین ریسک با استفاده از روشی مشخص. برای این کار از روش‌های ارزیابی متفاوتی می‌توان استفاده کرد. در این مدل سه شاخص مهم برای ارزیابی ریسک‌ها در نظر گرفته شده که عبارت‌اند از: «احتمال وقوع»، «میزان تأثیر» و «سطح پذیرش». یکی از راه‌های اولیه‌ی ارزیابی ریسک، تخمین ابتدایی هر ریسک براساس احتمال رخداد و تأثیر احتمالی آن است. سعی می‌شود تمام این اطلاعات در بانک داده جمع‌آوری شوند.

## ز) تعیین اولویت پاسخ‌گویی به ریسک‌های شناسایی‌شده براساس تکنیک تاپسیس

در این فاز درمورد اولویت پاسخ‌گویی به ریسک‌های شناسایی‌شده براساس میزان اهمیت و تأثیرشان بر طرح مورد بررسی تصمیم‌گیری می‌شود. بدین‌ترتیب می‌توان به تعیین ریسک‌هایی پرداخت که به راهکارهای پرهیز /بهره‌برداری، انتقال /تقسیم، کاهش /بهبود و پذیرش /چشم‌پوشی نیاز دارند.[۳] بنابراین ما با یک مسئله‌ی تصمیم‌گیری چندمعیاره مواجه هستیم. مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره[۱۰] به‌طور عام به دو دسته تقسیم می‌شوند: مدل‌های چندهدفه[۱۱] و مدل‌های چندشاخصه[۱۲]. مدل‌های چندهدفه به‌منظور طراحی به کار گرفته می‌شوند در حالی که مدل‌های چندشاخصه به‌منظور انتخاب گزینه‌ی برتر استفاده می‌شوند.[۱۹] با توضیحات ارائه‌شده می‌توان نتیجه گرفت که تعیین اولویت پاسخ‌گویی به ریسک‌های شناسایی‌شده و انتخاب ریسک مهم‌تر (برتر) از نوع مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه است. این مسائل معمولاً توسط ماتریس تصمیم‌گیری (مطابق جدول ۲) فرموله می‌شوند که در آن $A_i$ نشان‌دهنده‌ی گزینه‌ی $i$ام، $X_j$ام نشان‌دهنده‌ی شاخص $j$ام و $r_{ij}$ نشان‌دهنده‌ی ارزش شاخص $j$ام برای گزینه‌ی $i$ام است.

از طرفی پاسخ‌گویی به ریسک‌های شناسایی‌شده براساس رتبه‌ی ریسک‌ها تعیین می‌شود که در ماتریس تصمیم‌گیری نقش گزینه را دارد و با توجه به وابستگی هر ریسک به عوامل گوناگون، عوامل مرتبط با ریسک مورد نظر از قبیل میزان تأثیر ریسک، احتمال وقوع و غیره به‌عنوان شاخص‌های تصمیم‌گیری مطرح‌اند. لذا باید به عواملی از قبیل روابط درونی شاخص‌ها و تأثیرشان بر یکدیگر، کیفی یا کمی بودن شاخص‌ها و جنبه‌ی مثبت یا منفی هریک از آن‌ها توجه کرد. مطابق تعریف زیر بهترین گزینه در یک مدل تصمیم‌گیری چندشاخصه گزینه‌ی $A^*$ خواهد بود که بالاترین ارزش (یا مطلوبیت) از هر مشخصه‌ی موجود را تأمین کند، یعنی:

$$A^* \approx \{x_1^*, x_2^*, ..., x_n^*\} \xrightarrow{when} x_j^* = \max_i \ U_j(r_{ij}),\ i = 1, 2, ..., m \qquad (1)$$

**جدول ۲. ماتریس تصمیم‌گیری چندشاخصه.**

| شاخص / گزینه | $X_1$ | $X_2$ | ... | $X_n$ |
|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | $r_{11}$ | $r_{12}$ | ... | $r_{1n}$ |
| $A_2$ | $r_{21}$ | $r_{22}$ | ... | $r_{2n}$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| $A_m$ | $r_{m1}$ | $r_{m2}$ | ... | $r_{mn}$ |

**جدول ۳. مقیاس اندازه‌گیری دوقطبی فاصله‌یی.**

| ۰ | ۱ | ۳ | ۵ | ۷ | ۹ | ۱۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| - | خیلی کم | کم | متوسط | زیاد | خیلی زیاد | - |

به‌منظور انجام عملیات ریاضی در ماتریس تصمیم‌گیری چندشاخصه باید شاخص‌های کیفی را به مقادیر کمی تبدیل کرد که این عمل با استفاده از مقیاس اندازه‌گیری دوقطبی فاصله‌یی (مطابق جدول ۳) انجام می‌شود.

همچنین در صورتی که شاخص‌ها از انواع مختلفی تشکیل شده باشند (به‌عنوان مثال یکی از نوع هزینه و دیگری از نوع کیفیت)، به‌منظور قابل مقایسه‌شدن شاخص‌ها برای انجام عملیات ریاضی ابتدا به‌کارگیری روش بی‌مقیاس‌سازی[۱۳] ضرورت می‌یابد و سپس لازم است ریسک‌ها را با توجه روش تصمیم‌گیری مورد نظر رتبه‌بندی کرد. ازجمله روش‌های بی‌مقیاس‌سازی می‌توان به نرمالیزاسیون، خطی، متوسط و فازی اشاره کرد. در استفاده از روش‌های بی‌مقیاس‌سازی باید به این نکته توجه داشت که تمام شاخص‌های ماتریس تصمیم‌گیری باید به یک روش بی‌مقیاس شوند. همچنین درصورت استفاده از روش‌های بی‌مقیاس‌سازی تمامی درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری به عددی بین صفر و ۱ تبدیل خواهند شد.[۱۹] در این تحقیق به‌منظور بی‌مقیاس‌سازی از روش نرمالیزاسیون (نرمالیزه‌کردن برداری) استفاده شده است، چراکه این روش به نوع مثبت یا منفی‌بودن شاخص توجهی ندارد. طبق معادله‌ی ۲، هر عنصر $(r_{ij})$ از ماتریس تصمیم‌گیری مورد نظر را بر هنجار موجود از ستون $j$ام (به ازای شاخص $X_j$) تقسیم می‌کنیم:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^2}} \qquad (2)$$

بدین‌ترتیب تمامی ستون‌های ماتریس تصمیم‌گیری دارای واحد طول مشابه (از بردار نظیر) شده و درنتیجه مقایسه‌ی کلی آن‌ها آسان می‌شود. در راستای انجام عملیات ریاضی در ماتریس تصمیم‌گیری چندشاخصه، وزن شاخص‌ها را می‌توان با روش آنتروپی یا لینمپ[۱۴] محاسبه کرد که در این تحقیق به‌دلیل سهولت محاسباتی وزن شاخص‌ها $w_j$ به روش آنتروپی مطابق معادله ۳ محاسبه شده است:

$$E_j = -\frac{1}{\ln m}\sum_{i=1}^{m}[p_{ij}\cdot \ln p_{ij}]\ ; \quad \forall j$$

$$d_j = 1 - E_j; \quad \forall j \qquad p_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}}; \quad \forall i,j$$

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^{n} d_j}; \quad \forall j \qquad w'_j = \frac{\lambda_j \cdot w_j}{\sum_{i=1}^{n} \lambda_j \cdot w_j}; \quad \forall j \qquad (3)$$

روش‌های حل مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه دو دسته‌اند: روش‌های منشعب از مدل جبرانی و روش‌های منشعب از مدل غیرجبرانی. از روش‌های مدل غیرجبرانی برای رتبه‌بندی ریسک‌های طرح مورد بررسی نمی‌توان استفاده کرد زیرا در این روش‌ها نباید مبادله‌یی بین شاخص‌ها وجود داشته باشد. این در حالی است که در مسئله‌ی رتبه‌بندی ریسک‌های طرح صنعتی، شاخص‌های مختلف بر یکدیگر تأثیر دارند؛ مثلاً ممکن است یک ریسک صرفاً به‌علت احتمال وقوع بالا چندان با اهمیت تلقی نشود چراکه تأثیر آن کم است.

روش‌های منشعب از مدل جبرانی شامل سه گروه‌اند: نمره‌گذاری، سازشی و هماهنگ که هریک شامل چند روش است.[۱۹و۲۰] برای تعیین اولویت پاسخ‌گویی

به ریسک‌های شناسایی‌شده در طرح سرمایه‌گذاری صنعتی، از زیرگروه نمره‌گذاری نمی‌توان استفاده کرد. به‌عنوان مثال از روش مجموع وزین ساده[15] برای یافتن برترین گزینه با توجه به وزن شاخص‌ها استفاده می‌شود نه اولویت‌بندی گزینه‌ها، یا روش مجموع وزین و رده‌بندی شده[16] در مسائلی کاربرد دارد که شاخص‌های تصمیم‌گیری در سطوح مختلف نشان داده شده باشند اما در مسئله‌ی رتبه‌بندی ریسک‌ها نمی‌توان شاخص‌ها را به‌صورت لایه‌یی در نظر گرفت. روش مجموع ساده وزین و با تعامل متقابل[17] با فرض وجود یک تابع مطلوبیت خطی (ولی نامشخص) کاربرد دارد، اما در مسئله‌ی رتبه‌بندی ریسک‌های طرح صنعتی، خطی‌بودن تابع مطلوبیت مشخص نیست.

از میان زیرگروه‌های سازشی و زیرگروه هماهنگ، فقط روش (MRS)[18] کاربرد ندارد چرا که از این روش به‌شرطی می‌توان در حل مسئله‌ی رتبه‌بندی ریسک‌های طرح صنعتی استفاده کرد که تنها از دو شاخص استفاده شده باشد. با توجه به وابستگی شاخص‌های تشکیل‌دهنده‌ی هر زوج با یکدیگر، امکان استفاده از آن وجود ندارد. همچنین در این روش مناسب‌ترین گزینه انتخاب می‌شود نه اولویت گزینه‌ها. ما از میان زیرگروه سازشی و هماهنگ، تکنیک TOPSIS [19] (تاپسیس) را انتخاب کردیم زیرا در استفاده از این الگوریتم مطلوبیت هر شاخص باید به‌طور یکنواخت افزایشی (یا کاهشی) باشد. یعنی بهترین ارزش موجود از یک شاخص نشان‌دهنده‌ی ایده‌آل مثبت آن بوده و بدترین ارزش موجود از آن مشخص‌کننده‌ی ایده‌آل منفی خواهد بود. در این روش گزینه‌ی انتخابی می‌بایست به راه‌حل ایده‌آل مثبت نزدیک‌تر باشد و در عین حال بیشترین فاصله را از راه‌حل ایده‌آل منفی داشته باشد. به‌علت سادگی الگوریتم، این روش یک روش مناسب است که چهار گام را شامل می‌شود:[19]

**گام اول:** تشکیل ماتریس بی‌مقیاس وزین ($Y_{m\times n} = N_D \cdot W'_{m\times n}$).

$Y_{m\times n}$: ماتریس بی‌مقیاس وزین.

$N_D$: ماتریس بی‌مقیاس‌شده به روش نرمال.

$W'_{m\times n}$: ماتریس وزن شاخص‌ها.

**گام دوم:** مشخص‌کردن گزینه‌ی ایده‌آل مثبت و منفی ($A^{*+}$ و $A^{*-}$).

**گام سوم:** محاسبه‌ی فاصله‌ی گزینه‌ی $i$ام ماتریس بی‌مقیاس وزین از گزینه‌های ایده‌آل مثبت و منفی ($d_i^+$ و $d_i^-$).

**گام چهارم:** محاسبه‌ی نزدیکی نسبی گزینه به راه‌حل ایده‌آل ($cl_i$).

### ح) تعیین میزان تأثیرگذاری هر ریسک بر طرح و متوسط ریسک نواحی ارزیابی

در این فاز با توجه نواحی ارزیابی تعیین‌شده در طرح مورد مطالعه و دو شاخص میزان تأثیرگذاری و احتمال وقوع هر ریسک می‌توان درصد تأثیرگذاری هر ریسک بر طرح سرمایه‌گذاری مورد نظر و همچنین درصد متوسط ریسک هر ناحیه‌ی ارزیابی را به دست آورد. در این فاز تحلیل‌گر قادر به پاسخ‌گویی به برخی سؤالات خواهد بود؛ سؤالاتی از قبیل این که در حال حاضر چه ریسک‌های با اهمیتی در هر ناحیه‌ی ارزیابی وجود دارند، آیا نیازی به ارزیابی‌های بیشتر است و اگر این نیاز وجود دارد در چه ناحیه‌هایی این ارزیابی‌های بیشتر باید صورت گیرند و... در ادامه، معادلات مربوط به تأثیر انتظاری ریسک، درصد تأثیر ریسک بر طرح، و متوسط ریسک نواحی ارزیابی ارائه شده‌اند:

$$\text{تأثیر انتظاری ریسک} = \text{احتمال وقوع ریسک} \times \text{داده عددی میزان تأثیر ریسک} \quad (4)$$

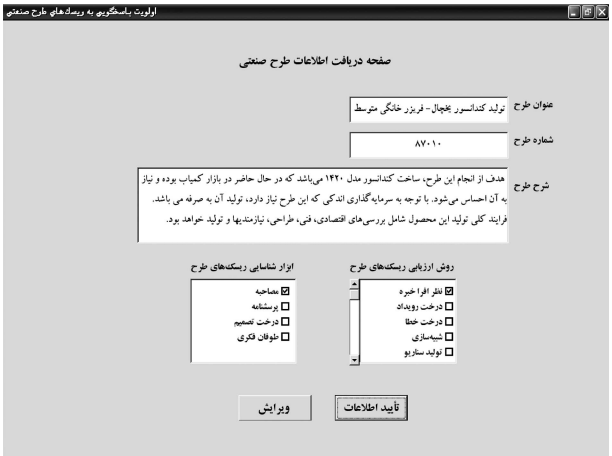
$$\text{درصد تأثیر ریسک بر طرح} = \frac{\text{تأثیر انتظاری ریسک}}{\text{حاصل‌جمع تأثیر انتظاری ریسک‌های طرح}} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{متوسط ریسک ناحیه ارزیابی (درصد)} = \text{حاصل‌جمع درصد ریسک‌های تأثیرگذار بر ناحیه‌ی ارزیابی} \quad (6)$$

## سیستم پایگاه داده ثبت ریسک

سیستم پایگاه داده ثبت ریسک برای مستندسازی اطلاعات ریسک‌های شناسایی‌شده کاربرد دارد. این اطلاعات به‌کمک ابزار ارزیابی ریسک، تبادل‌نظر میان مدیران طرح را تسهیل و هدایت می‌کند، و به‌عنوان فرایندی پویا که در آن اطلاعات موجود به‌طور مداوم تحت نظارت و مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌بایست به‌روزرسانی شود. در این صورت امکان ایجاد برنامه‌های کاهش و تعدیل هریک از ریسک‌های فعال طرح فراهم می‌شود. در این تحقیق طراحی سیستم پایگاه داده‌ی ثبت ریسک، به‌کمک نرم‌افزار Visual Basic با پشتیبانی جداول نرم‌افزار MS Access انجام شده است. همچنین به‌عنوان مطالعه‌ی موردی، یک طرح صنعتی در یک شرکت تولیدکننده‌ی انواع کندانسور یخچال‌های دیپ‌فراست یا ضد برفک (شکل ۲) مورد بررسی قرار گرفته است. مطابق برنامه، ابتدا شماره‌ی طرح صنعتی، عنوان و شرح طرح از کاربر دریافت می‌شود؛ سپس از کاربر می‌خواهند روش ارزیابی ریسک‌های طرح (از قبیل درخت رویداد، شبیه‌سازی، تولید سناریو، نظر افراد خبره و نمودار علت و معلول) را مشخص کند و در نهایت ابزار شناسایی و ارزیابی قابل استفاده را در قسمت‌های مشخص‌شده وارد کند. علاوه بر این، چنانچه حجم مناسبی از اطلاعات طرح‌های قبلی در پایگاه دانش این بانک داده ذخیره شده باشد، کاربر خواهد توانست از این اطلاعات به‌منظور شناسایی ریسک‌های طرح‌های جدید استفاده کند.

پس از واردکردن و تأیید اطلاعات فوق، کاربر به صفحه‌ی مربوط به اطلاعات ریسک‌ها منتقل می‌شود. کاربر باید برای هر ریسک شناسایی‌شده، صفحه‌یی جدید باز و اطلاعات آن را ثبت کند. اطلاعاتی که در این قسمت از کاربر دریافت می‌شود



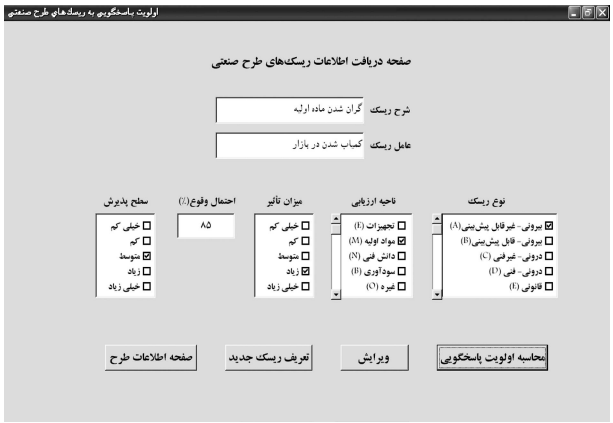

شکل ۲. صفحه‌ی دریافت اطلاعات طرح صنعتی.

جدول ۴. صفحه‌ی گزارش سیستم پیشنهادی.

| رتبه | شماره‌ی ریسک | شرح ریسک | میزان تأثیر بر نواحی ارزیابی (کمی) | | | | | احتمال وقوع (درصد) | تأثیر انتظاری ریسک | تأثیرگذاری بر طرح (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | تجهیزات (E) | مواد اولیه (M) | دانش‌فنی (N) | سودآوری (B) | غیره (O) | | | |
| ۱ | ۸-B-N | کمبود نیروی متخصص | | | ۹ | | | ۹۵ | ۸٫۵۵ | ۱۱٫۲ |
| ۲ | ۱-A-M | گران شدن مواد اولیه | | ۷ | | | | ۸۵ | ۵٫۹۵ | ۷٫۸ |
| ۳ | ۱-E-B | ناکارآمدی قوانین روابط پولی | | | | ۵ | | ۹۰ | ۴٫۵ | ۵٫۹ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| ۲۲ | ۳-A-M | تغییر خواص مواد اولیه | | ۵ | | | | ۲۰ | ۱ | ۱٫۳ |
| ۲۳ | ۲-C-B | برگشت محصولات | | | | ۳ | | ۲۰ | ۰٫۶ | ۰٫۸ |
| ۲۴ | ۷-D-B | تأخیر در فعالیت‌ها | | | | ۳ | | ۲۰ | ۰٫۶ | ۰٫۸ |
| | | تعداد ریسک‌های فعال در نواحی ارزیابی | ۲ | ۳ | ۴ | ۱۱ | ۴ | | | |
| | | متوسط ریسک نواحی ارزیابی (درصد) | ۳٫۶ | ۱۲٫۶ | ۲۹٫۳ | ۴۲٫۹ | ۱۱٫۵ | | | |

عبارت است از: شرح ریسک، عامل ریسک، ناحیه‌ی ارزیابی، انواع ریسک‌هایی که انتظار برخورد با آن‌ها را دارد، احتمال وقوع، میزان تأثیر و سطح پذیرش ریسک. نمونه‌یی از صفحه‌ی دریافت اطلاعات ریسک در شکل ۳ نمایش داده شده است. بعد از شناسایی ریسک‌های طرح، در مرحله‌ی بعد با توجه به نواحی ارزیابی ریسک‌ها که در فاز ساختار مشخص شد، ریسک‌های شناسایی‌شده شماره‌گذاری می‌شوند. نحوه‌ی شماره‌گذاری به‌گونه‌یی است که از چپ به راست به‌ترتیب بیان‌گر شماره‌ی ریسک با توجه به نوع ریسک، نوع ریسک و ناحیه‌ی ارزیابی آن است. مثلاً ریسک ۱-A-M بیان‌گر ریسک شماره یک از نوع بیرونی که حالت غیرقابل پیش‌بینی دارد و ناحیه‌ی ارزیابی آن مواد اولیه است. عملیات شماره‌گذاری ریسک‌های شناسایی‌شده‌ی طرح مورد نظر با ورود اطلاعات ریسک‌ها به سیستم پایگاه داده و ثبت ریسک از طریق رمزنویسی در نرم‌افزار Visual Basic به‌صورت خودکار تعیین می‌شود.

این سیستم به‌گونه‌یی طراحی شده که خروجی‌های آن را به‌آسانی می‌توان اصلاح کرد و محاسبات قبلی را حذف و محاسبات جدید را وارد کرد. از گزارش‌ها به‌منظور جلب توجه افراد به وضعیت ریسک‌ها، برنامه‌های کاهش یا تعدیل و همچنین تسهیل در شناسایی و ارزیابی مجدد ریسک‌ها در دوره‌ی عمر طرح می‌توان استفاده کرد.




شکل ۳. صفحه‌ی دریافت اطلاعات ریسک طرح صنعتی.

صفحه‌ی گزارش شامل اطلاعاتی از قبیل رتبه‌ی ریسک به‌منظور اولویت پاسخ‌گویی است که براساس روش تصمیم‌گیری تاپسیس ریسک‌های فعال طرح براساس اهمیت رتبه‌بندی می‌شوند. همچنین شماره‌ی ریسک شامل اطلاعاتی از قبیل نوع ریسک و ناحیه‌ی ارزیابی آن، شرح ریسک، میزان تأثیر ریسک بر ناحیه‌ی ارزیابی، تعداد ریسک‌های فعال در هریک از نواحی ارزیابی، متوسط ریسکی که هر یک از نواحی ارزیابی با آن مواجه‌اند، احتمال وقوع ریسک، میزان تأثیر انتظاری و میزان تأثیرگذاری ریسک بر طرح است. جدول ۴ شامل خلاصه نتایج خروجی مطالعه موردی انجام‌شده در ارتباط با ریسک‌های مرتبط با طرح جدید شرکت (یعنی ساخت کندانسور یخچال ـ فریزر خانگی متوسط) است که در قالب گزارش توسط بانک داده طراحی شده، نمایش داده شده است. با استفاده از یک سرور مرکزی، امکان به‌روزرسانی و نگه‌داری اطلاعات بدون توجه به موقعیت جغرافیایی جلسات طرح فراهم می‌شود. سیستم طراحی‌شده منعطف است، چرا که این امکان را به افراد می‌دهد که ساختار و محتوای گزارش‌ها را براساس نیازمندی‌های خاص هر طرح هماهنگ کنند. ازجمله خصوصیات دیگر روش پیشنهادی می‌توان به انعطاف‌پذیری آن اشاره کرد، زیرا کاربر در استفاده از انواع روش‌های شناسایی و ارزیابی ریسک آزاد است و محدودیتی ندارد.

## نتیجه‌گیری

با توجه به ذخیره‌سازی اطلاعات و نتایج ارزیابی ریسک هر طرح صنعتی در پایگاه دانش مربوط به بانک داده، به‌کارگیری اطلاعات طرح‌های قبلی در تحلیل ریسک طرح‌های جدید ممکن می‌شود. بنابراین پس از مدتی این امکان فراهم خواهد شد تا درمورد ریسک‌های مختلف و احتمال وقوع و تأثیر آن‌ها داده‌های آماری جمع‌آوری شوند. علاوه بر آن که هر سازمان می‌تواند به‌راحتی چنین بانک داده‌یی را برای خود ایجاد کند، در سطوح بالاتر نیز سازمان‌های دولتی و ارائه‌کنندگان خدمات سرمایه‌گذاری می‌توانند از فواید دراختیار داشتن چنین بانک داده‌یی بهره گیرند. مثلاً سازمان‌های بزرگی از قبیل وزارت‌خانه‌ها می‌توانند اطلاعات طرح‌های مختلف را در

قالب چنین بانک‌های داده‌یی جمع‌آوری کرده و به‌صورت یک مرجع این اطلاعات را در اختیار متقاضیان قرار دهند. همچنین با استفاده از منطق فازی سناریوهای مختلف ریسک‌های پیش روی یک طرح را مورد بررسی قرار دهند. حوزه‌ی دیگری که به‌عنوان ادامه کار پیشنهاد می‌شود، مربوط به بانک داده است؛ روش‌های مناسب توسعه‌ی پایگاه دانش این بانک داده و بحث درمورد مناسب‌ترین ابزاری که می‌تواند در مراحل مختلف توسعه بانک داده مورد استفاده قرارگیرد، ازجمله‌ی این موارد‌اند. ساختار مناسب ایجاد بانک داده و توسعه‌ی سیستم‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مورد نیاز آن از دیگر مواردی هستند که مطالعه‌ی آن‌ها پیشنهاد می‌شود.

## پانوشت

1. Robert Mehr
2. Bob Hejz
3. Kliem and Ludin
4. David Vose
5. hierarchical structure of risk and uncertainty (HSRU)
6. system dynamic life cycle (SDLC)
7. project risk response planning
8. risk management process (RMP)
9. decision support system (DSS)
10. multiple criteria decision making (MCDM)
11. multiple objective decision making (MODM)
12. multiple attribute decision making (MADM)
13. dimensionless
14. linear programming for multidimensional analysis of preferences(LINMAP)
15. simple additive weighting method (SAW)
16. hierarchical additive weighting method
17. interactive simple average weighting method
18. mrginal rate of substitution of attributes (MRS)
19. technique for order-preference by similarity to ideal solution (TOPSIS)

## منابع (References)


1. Aladpoosh, H., *Project Management,* Tehran, Hami Press (2002).
2. Gharachorlu, N., *Risk Analysis & Risk Management,* Oloom & Fonoon Press (2006).
3. Jaafari, A. "Management of risks, uncertainties and opportunities on projects: Time for a fundamental shift", *International Journal of Project Management,* **19**, pp. 89-101 (2001).
4. Hatefi, M.A., *Development of the Projects Risk Integrated Model,* A Thesis Submitted to the Faculty of Industrial Engineering of the IUST in Practical Fulfillment of the Requirements for the Degree of Ph.D., Iran University of Science and Technology (IUST) (2008).
5. US DOE (Department of Energy), *The Owner's Role in Project Risk Management*, National Academy of Sciences, United States of America, NY, USA (2005).
6. Chapman, C.B. and Ward, S.C., *Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights,* 2nd Edition, John Wiley, Chichester, UK (2008).
7. Wang, M. and Chou, H. "Risk allocation and risk handling of highway projects in Taiwan", *Journal of Management in Engineering,* **19**, pp. 125-130 (2007).
8. Eloranta, A.J., *Risk Management in Venturing Software Companies*, Helsinki University of Technology, Seminar in Business Strategy and International Business, Helsinki, Finland (2007).
9. Vaughan, E.J., *Risk Management,* John Wiley & Sons, Inc., US (1997).
10. Najafi Mahyari, A., *Risk Management for Project Managers*, A Dissertation Submitted for the Degree of M.Sc in Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology (2005).
11. Yang, J. and Qiu, W. "A measure of risk and decision making model based on expected utility and entropy", *European Journal of Operational Research,* **164**, pp. 792-799 (2005).
12. Zandin, K.B., *Maynard's Industrial Engineering Handbook,* McGraw-Hill, 5th Edition (2001).
13. Mohammadi, A., *A Managing and Analysis Model for Construction Projects Risk in Petrochemical Industries*, A Dissertation Submitted for the Degree of M.Sc in Socio-Economics Systems Engineering, Khaje Nasir University, Tehran, Iran (2006).
14. Hillson, D. "Extending the risk process to manage opportunities", *International Journal of Project Management,* **20**, pp. 235-240 (2002).
15. Aaby, A., *An Overview of Project and Risk Management*, Computer Science Department, Walla Walla College, Washington (2006).
16. Kerzner, H., *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling,* John Wiley & Sons, Inc, 7th Edition, p. 916 (2001).
17. Yang, J. and Qiu, W. "A measure of risk and decision making model based on expected utility and entropy", *European Journal of Operational Research,* **164**, pp. 792-799 (2005).
18. Santos, S.D.F.R. and Cabral, S., *FMEA and PMBoK Applied To Project Risk Management*, International Conference on Management of Technology, Vienna, Italy (2005).
19. Asgharpour, M.J., *Multiple Criteria Decision Making*, Tehran University Press (1999).
20. Sandy, M.; Aven, T. and Ford, D. "On integrating risk perspectives in project management", *Risk Management, An International Journal,* **7**, pp. 7-21 (2005).