فصلنامه علمی ـ پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی سال هشتم، شماره ۱۹، زمستان ۸۹
صفحات ۱٤۷ تا ۱٦۳

شناسایی و اولویت‌بندی ریسک پروژه برمبنای استاندارد PMBOK با رویکرد فازی

(مورد مطالعه: پروژه‌های ساخت تقاطع غیر هم‌سطح در استان بوشهر)

دکتر لعیا الفت *
فرزانه خسروانی **
رضا جلالی ***

چکیده

ریسک، پتانسیلی است که می‌تواند مشکلاتی در اجرای پروژه و دستیابی به اهداف آن ایجاد نماید. ریسک جزء ذاتی تمام پروژه‌ها است و امکان حذف کامل آن وجود ندارد. اگر چه می‌توان برای کاهش تأثیر ریسک در دستیابی به اهداف پروژه، آن را به‌طور مؤثری مدیریت کرد. اما احتمال رخداد آن حداقل در یکی از ابعاد پروژه از قبیل محدوده، زمان، هزینه یا کیفیت وجود دارد. بنابراین، شناسایی، تجزیه و تحلیل و اولویت‌بندی ریسک، می‌تواند نقش بسزایی در موفقیت پروژه

* دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی E.Mail: olfat90@gmail.com
** دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس
*** دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی
تاریخ دریافت:۸۹/۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۸۹/٤/۲۲

داشته باشد. در تحقیق حاضر، برای شناسایی ریسک در پروژه‌های ساخت تقاطع غیر هم‌سطح در استان بوشهر از استاندارد PMBOK استفاده گردید، سپس برای اولویت بندی ریسک‌ها، از روش‌های AHP فازی و TOPSIS فازی استفاده شده است.
واژگان کلیدی: ریسک، مدیریت پروژه، AHP فازی، TOPSIS فازی

مقدمه

کشورهای در حال توسعه برای رسیدن به رشد، مجبور به افزایش سرمایه‌گذاری در بخش‌های زیربنایی هستند. این بخش‌ها علاوه بر تأمین نیازهای اساسی، تأثیر مثبتی بر تسریع توسعه اقتصادی دارند [۱۴]. هر چند کشورهای در حال توسعه‌ای مانند ایران، برای رسیدن به این هدف، با محدودیت‌ها و عدم اطمینان‌هایی روبه‌رو می‌شوند، اما برای غلبه بر آنها یا کاهش آنها، ناچارند که بخش‌های خصوصی داخلی و خارجی را در پروژه‌ها یا خدمات زیربنایی درگیر کنند. رشد فزاینده کشوری مانند ایران، نیازمند حجم زیاد سرمایه‌گذاری در بخش زیربنایی است [۹]. بنابراین با توجه به ماهیت نامطمئن پروژه‌ها و لزوم صرف بهینه منابع، هر پروژه با عدم اطمینان‌هایی مواجه است. 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 منافع، هزینه، محدوده و زمان مورد انتظار شکست می‌خورند. وجود ریسک و عدم قطعیت در پروژه موجب کاهش دقت در تخمین مناسب اهداف شده و از کارایی پروژه‌ها می‌کاهد. بنابراین، نیاز به شناخت و مدیریت ریسک در پروژه، کاملاً روشن است [۱۹]. با توجه به اهمیت علم مدیریت پروژه، در سال‌های اخیر، استانداردهای متنوعی در این زمینه پدید آمده‌اند. این استانداردها شامل اصول پایه‌ای و الزاماتی است که برای مدیریت موفق یک پروژه یا پیاده‌سازی سیستم مدیریت پروژه یک سازمان لازم به نظر می‌رسد. برخی از استانداردهای معروف مدیریت پروژه در جدول ۱ آمده‌است:

جدول ۱. استانداردهای معروف مدیریت پروژه [۱]

ردیف	نام استاندارد	دامنه کاربرد
۱	PMBOK	جهانی
۲	ISO 10006	جهانی
۳	Professional Methodologies	جهانی
۴	PRINCE 2	نیمه‌جهانی
۵	BS 6079	ملی
۶	DIN 69900	ملی
۷	AIPM	ملی
۸	APMBOK	ناحیه‌ای
۹	IPMA Competence Base Line	ناحیه‌ای

معروف‌ترین و گسترده‌ترین استاندارد در بین استانداردهای فوق، پیکره دانش مدیریت پروژه[1] است. این استاندارد، برای هدایت موفق پروژه‌ها، ۹ حوزه دانش را شامل می‌شود. از این حوزه‌ها، مدیریت محدوده پروژه، مدیریت زمان پروژه، مدیریت هزینه پروژه و مدیریت کیفیت پروژه به عنوان حوزه‌های اصلی در نظر گرفته می‌شوند. از مهم‌ترین حوزه‌های پشتیبان، حوزه مدیریت ریسک است [۲]. مدیریت ریسک، شامل فرآیند شناسایی، تحلیل، ارزیابی و واکنش به ریسک در پروژه‌ها است [۴]. هدف مدیریت ریسک پروژه، شناسایی و تجزیه و تحلیل ریسک، به‌گونه‌ای است که درک آن آسان شده و بتوان ریسک را به‌طور مؤثرتری مدیریت کرد [۱۵]. یک فرآیند سیستماتیک مدیریت ریسک، معمولاً به سه دسته تقسیم می‌گردد: ۱. شناسایی و دسته‌بندی ریسک ۲. تجزیه و تحلیل ریسک ۳. کاهش ریسک [۸]. از آنجا که یکی از مشکلات مدیران پروژه‌ها، شناسایی و نحوه برخورد با ریسک در پروژه می‌باشد، بنابراین شناسایی و اولویت‌بندی ریسک، مسئله‌ای مهم در مدیریت ریسک است، زیرا در صورت عدم توجه به ریسک‌ها، پروژه با تأخیر و افزایش هزینه مواجه خواهد شد. بنابراین سؤالی که مطرح می‌شود این است که

1- Project Management Body Of Knowledge

چگونه می‌توان ریسک را شناسایی کرد؟ و چه روش یا روش‌هایی جهت اولویت بندی آن وجود دارد؟ با مطالعه ادبیات موضوع، تحقیقاتی یافت می‌شود که یا تنها بر شناسایی ریسک تأکید داشته و یا بر استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری در اولویت‌بندی ریسک تمرکز داشته‌اند، و توجه همزمان به این دو مقوله کمتر صورت گرفته است.

بر این اساس در تحقیق حاضر، ابتدا برمبنای استاندارد PMBOK، ریسک‌های پروژه‌های ساخت تقاطع غیر هم‌سطح در استان بوشهر شناسایی شدند. سپس با روش AHP فازی گروهی، وزن چهار معیار هزینه، کیفیت، زمان و محدوده که به عنوان اهداف هر پروژه به شمار می‌روند، محاسبه گردید و در نهایت با روش تاپسیس فازی، ریسک‌ها به‌طور کلی و در هر طبقه، رتبه‌بندی شدند.

ادبیات موضوع

الف. مدیریت ریسک

مدیریت ریسک یکی از موضوعات عمده پروژه است [۱۱]. در بیشتر سازمان های درگیر در پروژه به عنوان رشته کلیدی در نظر گرفته می‌شود [۱۰]. مدیریت ریسک، فرآیند سیستماتیک شناسایی، تجزیه و تحلیل و پاسخگویی به مدیریت پروژه می‌باشد که شامل حداکثر نمودن احتمال رخداد حوادث مثبت و نتایج آن و حداقل کردن احتمال رخداد حوادث مضر و نتایج آن است [۱۷]. بوهم، فرآیندی دو مرحله‌ای برای مدیریت ریسک در پروژه‌ها به صورت زیر در نظر می گیرد:

- ارزیابی ریسک که شامل شناسایی، تحلیل و اولویت‌بندی می‌باشد.
- کنترل ریسک که شامل برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، دقت ریسک، پیگیری و اقدامات اصلاحی می‌باشد [۶].

ارزیابی ریسک عبارت از فرآیند تخمین احتمال وقوع یک رویداد (مطلوب یا نامطلوب) و میزان تأثیر آن است [۲۰]. این مرحله می‌تواند به انتخاب پروژه‌هایی با ریسک کمتر و حذف ریسک باقی‌مانده کمک کند [۱۷]. در قدم اول، با استفاده از یکی از ابزارهای شناسایی ریسک، تهدیدها و فرصت‌های عمده‌ای که می‌توانند بر

خروجی طرح، پروژه یا فرآیند موردنظر، تأثیرگذار باشند، شناسایی می‌گردند. پس از شناسایی ریسک‌های اصلی، در قدم دوم، ارزیابی دقیقی در مورد تواتر وقوع و نتایج هر یک از آنها انجام می‌پذیرد و سپس ریسک‌های مختلف را براساس مقادیر به‌دست آمده اولویت‌بندی می‌کنند. بدین وسیله امکان مقایسه ریسک‌ها با یکدیگر فراهم‌شده و در فازهای بعدی فرآیند مدیریت ریسک، می‌توان در مورد روش مناسب واکنش به ریسک‌ها تصمیم‌گیری نمود.

ب. انواع ریسک

ریسک‌های مؤثر در پروژه‌ها، بر اساس استاندارد PMBOK به‌طور کلی می‌توانند در چهار گروه زیر قرار گیرند:

- ریسک بیرونی: ریسک‌های بیرونی پروژه در محدوده اختیارات مدیران پروژه نمی‌باشند. مدیران پروژه باید آمادگی لازم جهت مواجه شدن با این دسته از ریسک‌ها را داشته باشند و تا آنجا که ممکن است اثرات آنها را به حداقل رسانده و یا حذف کنند. از مهم‌ترین ریسک‌های بیرونی می‌توان به تغییر در سیاست‌های پولی و مالی، بازار سهام، تورم، نرخ مالیات، عوامل محیطی (آب و هوا)، رخدادهای اجتماعی، قوانین و مقررات، تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان اشاره‌کرد [۴].
- ریسک‌های درون سازمانی: ریسک‌هایی هستند که معمولاً در اثر کمبود منابع سازمانی به وجود می‌آیند و در صورتی که برنامه‌ای مناسب جهت کاهش یا حذف این دسته از ریسک‌ها پیش‌بینی نشده باشد، پروژه با تأخیر زمانی مواجه می‌شود. فقدان تدوین اولویت‌های سازمانی در اجرای پروژه، کمبود منابع و وابستگی‌های پروژه از مصادیق مهم این نوع ریسک هستند [۴].
- ریسک‌های فنی ـ کیفی ـ عملکردی: ریسک‌هایی هستند که در اثر فناوری به کار گرفته شده در پروژه و یا محیط کاری پروژه به وجود می‌آیند. به عنوان مثال ریسک‌های فنی شامل ریسک‌های مربوط به طراحی و ساخت محصول

هستند. نیازمندی، فناوری، پیچیدگی، عملکرد، اطمینان و کیفیت نیز از این دسته ریسک‌ها هستند [۴].

- ریسک‌های مدیریت پروژه: عدم تخصیص زمان، هزینه و منابع کاری مناسب، استفاده از برنامه نامناسب، عدم توجه کافی مدیریت پروژه به تحقق اهداف، ارتباطات و کنترل ضعیف، جزء مصادیق این گروه ریسک‌ها است [۴].

ج. شناسایی ریسک

به منظور شناسایی ریسک باید یک بانک اطلاعاتی جامع از تناوب و علل وقوع ریسک و تأثیرات هر یک از ریسک‌ها بر بخش‌های عملیاتی و مالی پروژه تهیه گردد. این کار باعث می‌شود که ریسک‌های پروژه از حالت کیفی به حالت کمّی تبدیل شوند. روش‌های مختلفی برای شناسایی ریسک‌های پروژه وجود دارد که برخی از آنها عبارتند از:

- مرور مستندات: یک مطالعه ساختار یافته از مستندات پروژه شامل اهداف، فرضیات، اسناد پروژه‌های گذشته، قراردادها و اطلاعات دیگر می‌تواند ریسک پروژه‌ها را نمایان سازد.
- روش‌های جمع‌آوری اطلاعات: از جمله روش‌های مهم این دسته می‌توان به روش‌های طوفان مغزی، دلفی، مصاحبه و تجزیه و تحلیل ریشه‌ای علت‌ها اشاره نمود.
- تجزیه و تحلیل چک لیست: از چک‌لیست‌ها بیشتر زمانی استفاده می‌شود که ریسک‌ها به صورت قاعده‌مند تعریف شده باشند. این اطلاعات از پروژه‌های مشابه گذشته و دیگر منابع اطلاعاتی به دست می‌آید.
- استفاده از شکل‌های هندسی: از اشکال هندسی مهم مورد استفاده جهت شناسایی ریسک می‌توان به نمودار علت و معلول و نمودار فرآیند جریان اشاره کرد.
- تجزیه و تحلیل فرضیات: هر پروژه بر مبنای فرضیات و سناریوهایی شکل می‌گیرد. بررسی فرضیات می‌تواند به شناسایی ریسک پروژه کمک کند.

- قضاوت خبرگان: ریسک می‌تواند به‌طور مستقیم توسط کارشناسان و خبرگانی که تجربه‌های مشابه دارند، شناسایی شود[۴].

د. ارزیابی ریسک

آمر و همکاران در مقاله‌ای با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به ارزیابی ریسک در پروژه‌های بزرگراه‌های چین پرداختند [۵]. جیاهو زنگ و همکاران نیز در تحقیقی از روشی فازی جهت تصمیم‌گیری و ارزیابی ساختار ریسک پروژه استفاده نمودند [۲۰]. ابراهیم‌نژاد و همکاران از رویکرد فازی چند هدفه جهت شناسایی و ارزیابی ریسک در پروژه‌ها استفاده نمودند. در این تحقیق از روش‌های لینمپ و تاپسیس فازی استفاده شده است [۹]. آلپان در سال ۲۰۱۰ جهت ارزیابی و مدیریت ریسک در شبکه‌های زنجیره تأمین از شبکه پتری استفاده نمود [۱۲]. سون ییجیان و همکاران مدلی فازی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک پروژه‌های ساختمانی ارائه نمودند [۱۸]. موروته و روزویلا رویکردی فازی جهت ارزیابی ریسک پروژه‌های ساخت ارائه کردند. در این مقاله از تعریف مجموعه فازی و ساختار سلسله مراتبی جهت ارزیابی ریسک استفاده شد [۱۶]. کرین و همکاران نیز در تحقیقی ریسک ۷ پروژه بزرگ را طبقه‌بندی، و مهم‌ترین ریسک‌هایی که در این پروژه‌ها باید مورد توجه قرار گیرند را معرفی کردند [۱۳].

متدولوژی تحقیق

هدف اصلی مدیریت ریسک پروژه شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک جهت موفقیت در پروژه است. سنجش موفقیت پروژه به دلیل وجود معیارهای متفاوت ذینفعان جهت ارزیابی موفقیت پروژه، امری دشوار است [۱۱]. در این تحقیق، رویکردی منسجم با به کارگیری منطق فازی، جهت شناسایی و رتبه‌بندی ریسک ارائه شده است که می‌تواند در نهایت به کنترل ریسک کمک کند. نظریه فازی در سال ۱۹۶۵ توسط پروفسور لطفی عسکرزاده، دانشمند ایرانی‌تبار و استاد دانشگاه برکلی آمریکا، معرفی شد. این نظریه از زمان ارائه تا کنون، گسترش و تعمیم زیادی

یافته و کاربردهای گوناگونی در زمینه‌های مختلف پیدا کرده است. نظریه فازی، نظریه‌ای برای اقدام در شرایط عدم قطعیت است. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهم هستند، به شکل ریاضی درآورد و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت فراهم کند [۳].

جهت طرح مناسب کاهش و کنترل ریسک‌ها در پروژه، گام‌های زیر طی شد:

گام ۱. شناسایی ریسک

شناسایی ریسک، فرآیند تعیین و مستندسازی آن دسته از ریسک‌هایی است که ممکن است بر پروژه تأثیر گذارد. شرکت‌کنندگان در فرآیند شناسایی ریسک، ممکن است مدیران پروژه، اعضای تیم پروژه، تیم مدیریت ریسک، مشتریان، کارشناسان خارج از تیم پروژه و ذینفعان باشند. از آنجا که همه این افراد ممکن است در شناسایی ریسک تأثیرگذار باشند، باید آنها را جهت شناسایی ریسک تشویق نمود [۴].

به‌طور کلی ریسک‌های مؤثر در پروژه‌ها براساس استاندارد PMBOK، به چهار گروه ریسک فنی ـ کیفی ـ عملکردی، ریسک مدیریت پروژه، ریسک درون سازمانی و ریسک برون سازمانی تقسیم می‌شوند. در این تحقیق، پروژه‌های ساخت تقاطع غیر هم‌سطح در استان بوشهر مورد بررسی قرار گرفت. براساس این استاندارد، مهم‌ترین ریسک‌های این پروژه‌ها در چهار گروه فوق شناسایی گردید.

برای شناسایی ریسک، با انجام مصاحبه و طراحی پرسشنامه‌ای باز، ۴۳ رخداد یا ریسکی که می‌تواند در حین، قبل و بعد از عملیات ساخت پروژه‌ها اتفاق افتد، شناسایی گردید و با نظرسنجی از خبرگان (۶خبره)، تعداد این ریسک‌ها به ۲۰ مورد تقلیل یافت.

گام ۲. تجزیه و تحلیل کیفی ریسک

تجزیه و تحلیل کیفی ریسک، فرآیندی است که طی آن ریسک برای تجزیه و تحلیل بیشتر اولویت‌بندی می‌شود، یا عملی است که به وسیله آن احتمال وقوع و

تأثیر آن بر پروژه شناسایی می‌شود. در این فرآیند رویدادهای بالقوه مخاطره‌آمیز بنابر میزان اثرات بالقوه هر یک از آنها بر روی اهداف پروژه، اولویت‌بندی می‌شوند. احتمال وقوع و تبعاتی که از تحقق هر یک از ریسک‌ها پیش‌بینی می‌شود، اولویت ریسک‌ها را تعیین می‌کند. این دو متغیر برای هر ریسک شناسایی و به صورت زیر سنجیده شده‌اند [۴]:

۱. **احتمال وقوع**: درجه احتمال وقوع ریسک شناسایی شده را در آینده و در ضمن اجرای پروژه نشان می‌دهد. احتمال وقوع ریسک با واژه‌ها و متغیرهای زبانی نمایش داده می‌شود. بدین منظور تعداد ۶ نفر از خبرگان و مهندسان این پروژه‌ها انتخاب شدند و از طریق پرسشنامه در رابطه با احتمال وقوع هر ریسک شناسایی شده با واژه‌های زبانی، اظهارنظر کردند. سپس این واژه‌های زبانی مطابق جدول ۲ به مقیاس کمّی تبدیل شدند.

۲. **شدت اثر**: منظور میزان تأثیری است که ریسک بر اهداف پروژه دارد. اهداف پیش‌بینی شده یک پروژه شامل اتمام پروژه و ارائه فرآورده‌های آن در موعد مقرر، با هزینه برنامه‌ریزی شده، با کیفیت طراحی شده و در محدوده کاری تعیین شده است. بنابراین یک ریسک ممکن است، هر کدام از این اهداف را تحت تأثیر قرار دهد [۴]. با طراحی پرسشنامه‌ای دیگر از ۶ خبره در مورد میزان تأثیر هر کدام از ریسک‌های شناسایی شده بر چهار معیار اصلی هزینه، کیفیت، زمان و محدوده پروژه نظرخواهی شد. خبرگان، نظرات خود را با واژه‌های زبانی بیان نمودند، که در ادامه این واژه‌های زبانی نیز مطابق جدول ۲ کمّی شدند.

پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۲. واژه‌های زبانی

	متغیر با جنبه مثبت	متغیر با جنبه منفی
خیلی کم	(۲ و ۱ و ۰)	(۱۰ و ۹ و ۸)
کم	(۳ و ۲ و ۱)	(۹ و ۸ و ۷)
بین کم و متوسط	(٤ و ۳ و ۲)	(۷ و ٦ و ٥)
متوسط	(٦ و ٥ و ٤)	(٦ و ٥ و ٤)
بین متوسط و زیاد	(۷ و ٦ و ٥)	(٤ و ۳ و ۲)
زیاد	(۹ و ۸ و ۷)	(۳ و ۲ و ۱)
خیلی زیاد	(۱۰ و ۹ و ۸)	(۲ و ۱ و ۰)

گام ۳. تجزیه و تحلیل کمی ریسک

پس از شناسایی احتمال وقوع و شدت ریسک، لازم است که این ریسک‌ها اولویت‌بندی شوند. اولویت‌بندی ریسک می‌تواند راهنمایی جهت توجه بیشتر به رخدادهای مهم پروژه باشد. بدین منظور از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده‌گردید. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل مجموعه‌ای از روش‌هایی است که اجازه می‌دهد، طیفی از معیارهای وابسته به یک مبحث امتیازدهی و وزن‌دهی شده و سپس به وسیله کارشناسان و گروه‌های ذینفع رتبه‌بندی شوند.

از آنجا که احتمال وقوع یک ریسک با شدت زیاد ممکن است کم باشد یا بالعکس؛ جهت اولویت بندی ریسک ابتدا حاصل ضرب احتمال وقوع شدت ریسک محاسبه گردید، سپس وزن چهار معیار هزینه، کیفیت، زمان و محدوده با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی مشخص شد. AHP فازی در سال ۱۹۸۳ توسط دو محقق هلندی به نام‌های لارهورن و پدریک بر مبنای روش حداقل مجذورات لگاریتمی بنا نهاده شد، که به دلیل میزان محاسبات و پیچیدگی زیاد مورد اقبال قرار نگرفت. در سال ۱۹۹۶ روش دیگری تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای توسط چانگ ارائه گردید که روش مزبور، در این تحقیق به کار گرفته شد [۳]. جدول ۳

وزن شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳. وزن شاخص‌ها براساس روش AHP فازی گروهی

ردیف	نام معیار	وزن
۱	وزن هزینه	۰/۰۸۲
۲	وزن کیفیت	۰/۵۱۹
۳	وزن زمان	۰/۱۰۶
٤	وزن محدوده	۰/۲۹۳

پس از تعیین وزن شاخص‌ها از روش تاپسیس فازی گروهی برای رتبه‌بندی ریسک‌ها استفاده شد. بدین منظور پس از تکمیل جدول توافقی توسط هر یک از خبرگان و کارشناسان، جدول توافقی نهایی تشکیل شد:

$$\tilde{D}=\begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \ddots & & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$$

$$a_{ij} = \min_k\{a_{ijk}\}, b_{ij} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} b_{ijk}, c_{ij} = \max_k\{c_{ijk}\}$$

پس از تشکیل جدول توافقی نهایی، ماتریس فوق نرمال شد. اگر ماتریس توافقی نرمال شده را با $\tilde{R}$ نشان‌دهیم، خواهیم داشت:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m\times n}$$
$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right), j \in B$$
$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{\bar{a}_j}{c_{ij}}, \frac{\bar{a}_j}{b_{ij}}, \frac{\bar{a}_j}{a_{ij}}\right), j \in C$$
$$c_j^* = \max_i a_{ij} \quad if\ j \in B$$
$$\bar{a}_j = \min_i a_{ij} \quad if\ j \in C$$

که در روابط فوق B و C به‌ترتیب مجموعه‌ای از شاخص‌های سود و هزینه

هستند. سپس با ضرب وزن‌های فازی هر یک از شاخص‌ها در ماتریس نرمال شده R ، ماتریس $\tilde{V}$ حاصل گردید. با توجه به ماتریس $\tilde{V}$، گزینه‌های ایده‌آل مثبت A^* و ایده آل منفی A^- تعریف شد:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \ldots, \tilde{v}_n^*)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \ldots, \tilde{v}_n^-)$$

$$\tilde{v}_j^* = min_i\{v_{ij3}\} \ , \quad v_j^- = \max_i\{v_{ij1}\} \ , \qquad i=1,2,\ldots,m \quad j=1,2,\ldots,n$$

پس از تعیین ایده‌آل‌های مثبت و منفی، فاصله اقلیدسی هر گزینه از ایده‌آل‌های مثبت و منفی بر اساس روابط زیر محاسبه شد:

$$d^* = \sqrt{\frac{1}{3}\left(\sum(v_{ij} - v^*_j)^2\right)}$$

$$d^- = \sqrt{\frac{1}{3}\left(\sum(v_{ij} - v^-_j)^2\right)}$$

از آنجا که دورترین فاصله از ایده‌آل منفی، لزوماً به معنای نزدیک‌ترین فاصله به ایده‌آل نیست، بنابراین از شاخص ترکیبی نزدیکی نسبی بر اساس رابطه زیر استفاده شد:

$$cc_i = \frac{d_i}{(d_i^- + d_i^*)} \ , \quad i=1,2,\ldots,m$$

مقدار این شاخص، بین صفر و یک و از نوع مطلوبیت است. بنابراین، مبنای ارزیابی گزینه‌ها و رتبه‌بندی آنها از بزرگ به کوچک است [۷]. در این تحقیق، ابتدا ریسک‌های هر دسته به‌طور مجزا با استفاده از روش تاپسیس فازی گروهی رتبه‌بندی گردید. سپس همه ریسک‌های پروژه‌های مورد نظر به‌طور کلی اولویت‌بندی شدند. جدول ۴ وزن نهایی هر کدام از ریسک‌های شناسایی‌شده و رتبه آنها را نشان می‌دهد.

جدول ٤. رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه‌های تقاطع غیر هم‌سطح در استان بوشهر

		رتبه‌بندی هر طبقه		رتبه‌بندی کلی	
طبقه ریسک	توصیف ریسک	وزن	رتبه	وزن	رتبه
ریسک فنی - کیفی - عملکردی	خرابی دستگاه حفاری	۰/٥٦٧	۳	۰/٥٧۳	۱۱
	ریزش چاه در حین حفاری	۰/٥٥٦	٤	۰/٥٦۲	۱۲
	خرابی دستگاه تهیه بتن در حین عملیات شمع ریزی و ناتمام ماندن عملیات بتن‌ریزی شمع	۰/٥۱۹	٥	۰/٥۲٦	۱٤
	تغییر مداوم کیفیت مصالح در حین عملیات و ناتوانی در تهیه بتن با مشخصات لازم	۰/٤۸۲	٦	۰/٤۹٤	۱٦
	عدم دقت در هنگام عملیات قالب‌بندی و احتمال انحراف قالب از موقعیت تعیین‌شده	۰/۷۸۸	۱	۰/۷۷٦	۲
	نامناسب بودن تکنولوژی ساخت	۰/۷۳٤	۲	۰/۷۲۷	٥
ریسک درونی	برآورد نامناسب هزینه و عدم تطابق هزینه‌ها با منابع تخصیصی توسط مهندس مشاور	۰/٤۲٥	۳	۰/۳۱۳	۱۹
	برنامه‌ریزی غیرفنی بدون توجه به موقعیت مکانی پروژه	۰/٦۷۱	۱	۰/٦۱۲	۸
	عدم توانایی مالی پیمانکار در تهیه اقلام مصرفی موردنیاز جهت شروع پروژه	۰/٥۲۰	۲	۰/٤۹۸	۱٥
	عدم استفاده از نیروی متخصص و با تجربه کاری توسط پیمانکار	۰/۲۲٦	٥	۰/۲٤۸	۲۰
	اولویت‌بندی غیرصحیح در تخصیص منابع مالی	۰/۳۳۱	٤	۰/٦۰۲	۱۰
ریسک مدیریتی	عدم تصویب به موقع طرح‌ها و اصلاحات پیشنهادی در زمان اجرای پروژه	۰/٦۸۳	۱	۰/۷٥٦	۳
	تغییر مدیران و مسئولین مرتبط با پروژه	۰/٦٦۱	۲	۰/۷٤٤	٤
	استفاده از مهندسین مشاور با تجربه ناکافی در امر نظارت و کنترل پروژه	۰/۳۲٤	٤	۰/٤۷۷	۱۸
	کمبود نیروی متخصص و آشنا با تکنولوژی‌های جدید در پیکره نیروی کارفرما	۰/٤۱٤	۳	۰/٥٥۹	۱۳
ریسک بیرونی	عدم تخصیص مناسب و به‌موقع منابع مالی توسط سازمان مدیریت برنامه و بودجه	۰/٤۱۷	٥	۰/٤۹۰	۱۷
	اختلال در تهیه مصالح موردنیاز نظیر سیمان، میلگرد، قیر و ...	۰/٦٤٥	۳	۰/٦۸۱	۷
	وقوع حوادث غیرمترقبه مانند سیل	۰/۹۰۳	۱	۰/۸۸۱	۱
	احتمال برخورد محل پروژه با تأسیسات زیربنایی نظیر آب، برق و ... و مشکلات مختلف در رفع این معارضین	۰/٥٤۷	٤	۰/٦۰٦	۹
	معارضین ملکی	۰/٦٥٤	۲	۰/٦۹٤	٦

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در طبقه ریسک‌های فنی ـ کیفی ـ عملکردی، مهم‌ترین ریسک‌های اثرگذار بر چهار هدف اصلی پروژه‌ها، مربوط به عدم دقت در هنگام قالب‌بندی و احتمال انحراف قالب از موقعیت تعیین شده، نامناسب بودن فناوری ساخت و خرابی دستگاه حفاری هستند. در طبقه ریسک درونی، مهم‌ترین عامل اثرگذار بر پروژه، برنامه‌ریزی غیرفنی بدون توجه به موقعیت مکانی پروژه و عدم توانایی مالی پیمانکار در تهیه اقلام مصرفی مورد نیاز جهت شروع پروژه است. عدم تصویب به موقع طرح‌ها و اصلاحات پیشنهادی در زمان اجرای پروژه و تغییر مدیران و مسئولان پروژه از مهم‌ترین ریسک‌های طبقه ریسک مدیریتی در پروژه های تقاطع غیر هم‌سطح در استان بوشهر است. در طبقه ریسک‌های بیرونی، مهمترین عوامل اثرگذار بر عدم موفقیت پروژه، وقوع حوادث غیرمترقبه و مشکلات مربوط به معارضین ملکی هستند.

در تحقیق حاضر، هنگامی که کلیه ریسک‌ها رتبه‌بندی گردید، از میان ۲۰ ریسک شناسایی‌شده برای پروژه‌های مذکور، مهم‌ترین ریسک‌ها، وقوع حوادث غیرمترقبه است. در مکان احداث این پروژه‌ها، امکان وقوع حوادث غیر مترقبه از جمله سیل وجود دارد. عدم دقت در هنگام قالب‌بندی و احتمال انحراف قالب از موقعیت تعیین شده، یکی دیگر از مهم‌ترین ریسک‌های شناسایی شده است، که این ریسک ناشی از مهارت ناکافی کارگران و عدم نظارت صحیح است. عدم تصویب به موقع طرح‌ها و اصلاحات پیشنهادی در زمان اجرای پروژه و تغییر مدیران و مسئولان پروژه و نامناسب بودن فناوری ساخت به‌عنوان دیگر ریسک‌های مهم پروژه شناسایی شدند.

نتیجه‌گیری

نیاز به انجام مدیریت ریسک در پروژه‌ها به دلیل افزایش پیچیدگی، حجم پروژه، رقابت و سایر مسائل اقتصادی و سیاسی امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. از آنجا که امکان مدیریت و پاسخ به تمامی ریسک‌های شناسایی شده وجود ندارد، پس از شناسایی ریسک‌های پروژه، ارزیابی و اولویت‌بندی این ریسک‌ها برای مدیریت و

پاسخ به آنها لازم و ضروری است. وجود ریسک در پروژه، بیانگر آن است که در فضای اجرا و پیاده‌سازی پروژه‌ها، عدم اطمینان حاکم است. محاسبات فازی، ابزار بسیار مناسبی جهت مدل‌سازی و اندازه‌گیری این عدم اطمینان‌ها است. در این مقاله رویکردی فازی جهت شناسایی و اولویت‌بندی ریسک بر مبنای استاندارد PMBOK ارائه گردید. بنا به دلایل زیر، استفاده از این رویکرد توصیه می‌شود:

- این روش توانایی مدنظر قرار دادن مبادله بین متغیرها را دارد.
- این مدل می‌تواند متغیرهای زبانی و نظرات کیفی خبره‌ها و تصمیم‌گیرندگان را مدنظر قرار دهد و آنها را به متغیرهای کمّی تبدیل کند.
- با وارد شدن مفاهیم فازی به این مدل، عدم اطمینان و ابهام محیطی که جزء ذاتی برنامه‌ریزی پروژه است در آن لحاظ می‌شود.
- از آنجا که این مدل توانایی در نظرگرفتن نظرات چندین خبره یا تصمیم‌گیرنده را دارد، با ماهیت برنامه‌ریزی پروژه که تصمیم‌گیری گروهی است، سازگاری دارد.
- تحقیق حاضر، از نظر توجه به مفاهیم برنامه‌ریزی پروژه، تئوری فازی و تصمیم‌گیری گروهی، مدل کاملی است که می‌تواند در این زمینه مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج این تحقیق نشان داد که مهم‌ترین ریسک‌های پروژه‌های ساخت تقاطع غیر هم‌سطح در استان بوشهر، وقوع حوادث غیر مترقبه است که توجه به اصول مکان یابی می‌تواند نقش به سزایی در کاهش یا حذف ریسک فوق داشته باشد. عدم دقت در هنگام قالب بندی و احتمال انحراف قالب از موقعیت تعیین شده نیز یکی از ریسک‌های مهم این پروژه‌ها است که ممکن است ناشی از مهارت ناکافی کارگران و عدم نظارت صحیح باشد. مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای و دانشگاه‌ها با تربیت نیروی انسانی می‌توانند به کاهش یا حذف این ریسک‌ها کمک کنند.

محققان در تحقیقات آتی می‌توانند ریسک‌ها را بر مبنای دیگر استانداردهای مدیریت پروژه شناسایی و این استانداردها را با هم مقایسه نمایند. همچنین، این رویکرد را در انواع دیگر پروژه‌ها نیز به کار گیرند.

منابع و مآخذ

۱. خراسانی، مجید. ضیائی، رضا. (۱۳۸۳). **کارگاه آموزشی آشنایی با استانداردهای مدیریت پروژه**. اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.

۲. سبزه‌پرور، مجید. **کاملترین مرجع درسی و کاربردی کنترل پروژه به روش گام‌به‌گام**. انتشارات ترمه، چاپ دوم ۱۳۸٦.

۳. مؤمنی، منصور (۱۳۸۷)، **مباحث نوین تحقیق در عملیات**، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

4. A Guide to the Project Management Body of Knowledge: (PMBOK Guide). 4th Edition. (2008). Project Management Institute, Maryland.
5. Amer M., Jiayin P., Zayed T.. (2008). Assessing risk and uncertainty inherent in chinese higway projects using AHP. international journal of project management. 26, pp. 408-19.
6. Boehm B.W. (1991). Software Risk Management: Principles and Practices. IEEE Software. Vol. 8, pp. 32-41.
7. Chen, Tungchen, Ching, Torng Lin, Sue, Fn, Huang, A fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management, Vol. 102, pp. 289-301.
8. Duijne, F.H.V., Aken, D.V., Schouten, E.G.. (2008). Consideration in developingcomplete and quantified methods for risk assessment. Safety Scienc. Vol. 46, 245–254.
9. Ebrahimnejad Sadoullah, Mousavi Seyed Meysam, Seyrafianpour Hamed. (2010). Risk identification and assessment for build–operate–transfer projects: A fuzzy multi attribute decision making model. Expert Systems with Applications. 37, pp. 575-586.
10. Elmar K., Mark H..(2010). Deliberate ignorance in project risk management. International Journal of Project Management. 28, pp. 245–255.
11. Eunchang L. , Yongtae P., Jong Gye S. .(2009). Large engineering project risk management using a Bayesian belief network. Expert Systems with Applications. 36, pp. 5880-5887.
12. Gonca Tuncel, Gulgun Alpan. (2010). Risk assessment and management for supply chain networks. Computers in Industry. 61, pp. 250-259.
13. Hans petter Krane. Asbjorn Rolstadas. Nils O,Olsson.(2010). Categoorizing Risks In Seven Large Project- Which Risks Do the Projects Focous On?. Project Management Journal; Mar 2010; ABI/INFORM Global. PG 81.
14. Kumaraswamy, M. M., & Zhang, X. Q. (2001). Governmental role in BOT-led infrastructure development. International Journal of Project Management. 19, pp. 195–205.
15. Mojtahedi S. Mohammad H, Mousavi S. Meysam, Makui Ahmad.

(2010). Project risk identification and assessment simultaneously using multi-attribute group decision making technique. Safety Science. 48, pp. 499- 507.

16. Nieto-Morote.A, Ruz-Vila.F.(2010). A fuzzy approach to construction project risk assessment.International Journal of Project Management.
17. Prasanta K. D. . (2010). Managing project risk using combined analytic hierarchy process and risk map. Applied Soft Computing. xxx, xxx-xxx.
18. Sun Yijian, Huang Rufu,Chen Dalilin, Li Hongnan. (2008). Fuzzy Set-Based Risk Evaluation Model for Real Estate Projects. Tsinghua Sciene and Technology. 13, pp. 158-164.
19. Williams T., (1995). A Classified Bibliography of Recent Research Relating to Project Risk Management, European Journal of Operation Research, Vol. 85, pp. 18-38.
20. Zeng J., Smith N.J. (2007). Application of Fuzzy Based Decision Making Methodology to Construction Project Risk Assessment. International Journal of Project Management. Vol. 25, pp. 589-600.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی