

## شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌های توسعه صنعت برق کشور (مطالعه موردی: حوزه انتقال و فوق توزیع شرکت برق منطقه‌ای خراسان)

فرهاد کلاهان<sup>۱\*</sup>، ابراهیم رضایی نیک<sup>۲</sup>، مرضیه حسنی دوغ‌آبادی<sup>۳</sup>، حمید رمضان پور<sup>۴</sup>، امیررضا تجدد<sup>۵</sup>

۱. دانشیار دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

۲. استادیار دانشکده مهندسی صنایع مؤسسه آموزش عالی سجاد مشهد

۳. کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی فیروزکوه، باشگاه پژوهشگران جوان

۴. دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع مؤسسه آموزش عالی سجاد مشهد

۵. کارشناس ارشد شرکت برق منطقه‌ای خراسان رضوی

(تاریخ دریافت ۹۳/۳/۱۷ - تاریخ دریافت اصلاح شده ۹۳/۹/۱۸ - تاریخ تصویب ۹۳/۱۰/۲۸)

### چکیده

سالیانه تعدادی از پروژه‌های کلان ملی با مشکلات اجرایی روبه‌رو می‌شود. مدیریت ریسک می‌تواند نقشی بسزا در شناسایی و اقدامات پیشگیرانه در این زمینه داشته باشد. در این پژوهش، مدیریت ریسک در پروژه‌های حوزه انتقال و فوق توزیع شرکت برق منطقه‌ای خراسان با استفاده از استاندارد «گستره دانش مدیریت پروژه» طراحی و اجرا شد. ابتدا، انواع ریسک حوزه انتقال و فوق توزیع شناسایی شد. سپس، ریسک‌ها بر اساس احتمال وقوع، قابلیت شناسایی، مدیریت‌پذیری، و تأثیر بر اهداف پروژه ارزیابی شد. میزان تحقق اهداف نیز توسط سه معیار زمان و هزینه و کیفیت اجرا لحاظ شد. در ادامه، ریسک‌ها در قالب «ساختار شکست ریسک» دسته‌بندی و در نهایت اولویت‌بندی شدند. نتایج نشان داد کمبود بودجه، تحریم‌ها، و انتخاب نامناسب عوامل پروژه از ریسک‌های مؤثر در پروژه‌های حوزه تحقیق‌اند. رویکرد پیشنهادی را می‌توان با تغییرات جزئی، جهت مدیریت ریسک‌ها، در سایر پروژه‌های کلان ملی به کار گرفت.

**کلیدواژه‌گان:** تحلیل و اولویت‌بندی ریسک‌ها، ساختار شکست ریسک، صنعت تولید برق، گستره دانش مدیریت پروژه.

### مقدمه

شود. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت شناسایی و مدیریت ریسک در این صنعت است.

مدیریت ریسک یکی از ارکان مدیریت پروژه است. در زمینه مدیریت ریسک در حوزه‌های مختلف با روش‌های گوناگون تحقیقاتی انجام شده است. با بهره‌گیری از مدل‌های موجود، انواع فرایندها همراه ساختار و جزئیات اجرای آن‌ها طراحی و اعتبارسنجی شده‌اند [۲]. در حوزه برق، باغیشنی و همکاران او مدیریت ریسک را به روش سه‌بعدی (روشی بر پایه سه مشخصه احتمال وقوع پیامد ناشی از خطر، نتیجه و پیامد ناشی از خطر، و میزان مواجهه با خطر) در شرکت توزیع برق استان خراسان شمالی ارزیابی کردند. نتایج نشان داد در حوزه فوق توزیع ریسک‌هایی مانند رفع خاموشی از شبکه‌های هوایی فشارضعیف و انشعاب مشترکین، تردد داخل شهری، و وصول مطالبات از مشترکین از فعالیت‌های با درجه ریسک

تقاضای روزافزون انرژی برق در کشور، وزارت نیرو را ناگزیر از سرمایه‌گذاری انبوه در بخش‌های تولید، انتقال، و توزیع برق کرده است. در این میان عدم قطعیت‌ها، لایه‌های متعدد تصمیم‌گیری، و پیچیده‌تر شدن فناوری‌های این صنعت چالش‌ها و ریسک‌های فراوانی را در تحقق اهداف پروژه به وجود آورده است. به طور کلی ریسک پروژه عبارت است از «رویدادها یا وضعیت‌های ممکن‌الوقوع نامعلومی که در صورت وقوع به صورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف پروژه تأثیر می‌گذارد.» [۱].

از تأثیرات بسیار مهم ریسک‌ها بر روند اجرایی پروژه‌ها، می‌توان به تخطی در هزینه برآوردشده، تکمیل‌نشدن پروژه در تاریخ مورد نظر، و افت کیفیت و بهره‌وری اشاره کرد. با توجه به حجم سرمایه‌گذاری مورد نیاز، دست‌نیافتن به اهداف زمانی و هزینه‌ای و کیفیتی در پروژه‌های صنعت برق می‌تواند موجب زیان‌های بزرگ مالی در سطح کشور

وانگ و همکاران او [۱۷] پروژه‌های قراردادی مدیریت انرژی را هدف مطالعه قرار دادند و ریسک‌های پروژه‌ها را تحلیل کردند و رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی و مجموعه‌های فازی را برای ارزیابی ریسک‌ها پیشنهاد دادند. آن و همکاران او و بانرمن به ترتیب مدیریت ریسک را در صنعت نفت و گاز و در پروژه‌های نرم‌افزاری به کار گرفتند [۱۸] و [۱۹]. مجتهدی و همکاران او [۲۰] در تحقیق خود با به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری گروهی چندموضوعی به تعیین و ارزیابی ریسک پرداختند. همچنین یوسفی و همکاران او [۲۱] از رویکرد تصمیم‌گیری چندهدفه برای ارزیابی ریسک پروژه‌های احداث سد خاکی استفاده کردند. نتایج این تحقیقات ریسک‌های داخل کشور را در این حوزه اولویت‌بندی کرد.

تحقیق حاضر نیز با هدف اجرای مدل مدیریت ریسک در پروژه‌های صنعت برق (حوزه انتقال و فوق توزیع شرکت برق خراسان) انجام شد. با استناد به روش استفاده‌شده در این تحقیق، می‌توان ریسک‌های پروژه‌های حوزه انتقال و فوق توزیع را شناسایی و تحلیل کرد. گفتنی است رویکرد پیشنهادی، با ایجاد تغییرات جزئی، برای سایر پروژه‌های صنعتی و اقتصادی در سطح کشور قابل استفاده است. در ادامه، روش تحقیق و مطالعه موردی بیان می‌شود. سپس شناسایی ریسک‌ها برای پروژه‌های حوزه انتقال و فوق توزیع ارزیابی می‌شود. تحلیل این موضوعات سایر بخش‌های مقاله را تشکیل می‌دهد. در پایان جمع‌بندی و نتیجه‌گیری می‌آید.

### روش تحقیق

جهت مدیریت ریسک مدل‌های مختلفی وجود دارد که با وجود تفاوت‌های چشمگیر بین آن‌ها همگی هدفی یکسان (پرداختن به ریسک‌های پروژه) را دنبال می‌کنند. در این میان، راهنمای گسترده دانش مدیریت پروژه (PMBOK)<sup>۳</sup> جهت مدیریت ریسک رویکردی هدفمند ارائه می‌دهد که در طرح حاضر نیز مبنای کار جهت اجرای فرایند مدیریت ریسک است. در استاندارد PMBOK دانش مدیریت پروژه به نه حوزه تقسیم می‌شود؛ شامل مدیریت یکپارچگی، مدیریت محدوده، مدیریت زمان، مدیریت هزینه، مدیریت کیفیت، مدیریت منابع انسانی، مدیریت ارتباطات، مدیریت ریسک، و مدیریت تدارکات پروژه. با توجه به مزایای متعدد، از قبیل ارتباط نزدیک با سایر حوزه‌های مدیریت پروژه و گام‌های منطقی و پذیرفته‌شدن این مدل از سوی انجمن‌های معتبر بین‌المللی در زمینه

زیاد است [۳]. لیو و همکاران او [۴] مدیریت ریسک را در قالب مدل ریاضی برای بازار رقابتی برق به کار بردند. ویک و همکاران [۵] فرایند مدیریت ریسک را برای شرکت برق در آفریقای جنوبی برای مدیریت ریسک مرتبط با پروژه‌های آن مستند کردند. ژه و همکاران او [۶] بر اهمیت و فرایند استاندارد کردن مهندسی ریسک مالی برای مؤسسات برق تأکید و ریسک‌هایی را که از نظر رخ‌دادن محتمل ترند تعریف کردند. جمالی و همکاران او شناسایی ریسک‌ها را در نیروگاه‌ها انجام دادند. در پژوهش ایشان ریسک‌ها از دو منظر سرمایه‌پذیر و سرمایه‌گذار تعیین و اولویت‌بندی و شدت آن‌ها ارزیابی شدند. گفتنی است ریسک‌های دارای رتبه ۱ از دید سرمایه‌پذیر شامل تدارکات پروژه، اخذ وام، تحریم، و نرخ تورم و از دید سرمایه‌گذار شامل اخذ وام، تحریم، تغییر قوانین، و حمایت سیاسی است [۷]. ذگردی و همکاران او [۸] برای کاهش ریسک در پروژه‌های نیروگاهی بر اساس رویکرد بهینه‌سازی چندهدفه و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی مدلی ارائه کردند که هدف آن حداقل‌سازی زیان کل مورد انتظار بود. در حوزه پروژه‌های ساخت‌وساز زاید و همکاران او [۹] ارزیابی ریسک را جهت پروژه‌های بزرگراه چین، با استفاده از رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)<sup>۱</sup>، به کار بردند. ایشان در تحقیق خود ساختار سلسله‌مراتب ریسک‌ها را نیز ارائه کردند. در تحقیق دیگر لموس و همکاران او [۱۰] مدیریت ریسک را در حوزه سازه‌ای در لیسبون پرتغال<sup>۲</sup> انجام دادند. ریسک‌ها به صورت اجتماعی، قانونی، اقتصادی، زیست‌محیطی، سیاسی و تکنولوژیکی در نظر گرفته شدند. موسوی و همکاران او پروژه‌های بزرگراه را با روش jackknife ارزیابی کردند. در این تحقیق، ریسک‌ها به صورت مهندسی، تدارکات، ساخت، و مدیریت در نظر گرفته شد [۱۱]. زنگ و همکاران او [۱۲] تصمیم‌گیری فازی را برای ارزیابی ریسک پروژه ساخت شامل عوامل انسانی، عوامل مکان، مواد، و تجهیزات در نظر گرفتند. وانگ و همکاران او [۱۳] نیز رویکرد تصمیم‌گیری گروهی فازی را برای ارزیابی ریسک پل به کار بردند. همچنین آن و همکاران او [۱۴] رویکرد فازی-منطقی را برای مدل‌سازی ریسک در فرایند ساختمان استفاده کردند. در زمینه انرژی و صنایع نفت جعفرنژاد و همکاران او [۱۵] ریسک‌های ممکن در پروژه حفاری چاه نفت را شناسایی کردند و سپس با رویکرد فازی به سنجش و رتبه‌بندی ریسک‌ها پرداختند. جباری و همکاران او [۱۶] نیز مدیریت ریسک خطوط لوله ارتباطی پتروشیمی را ارزیابی کردند.

پروژه‌های حوزه بررسی شده شامل کیفیت و هزینه و زمان است. البته اهمیت این اهداف بر اساس نوع پروژه و ماهیت آن و شرایط موجود متفاوت است.

دسته‌بندی پروژه‌های حوزه انتقال و فوق توزیع شرکت برق در ادامه می‌آید. در این دسته‌بندی پروژه‌های کابل و کابل فیبر نوری زیرمجموعه پروژه‌های خط در نظر گرفته شده است.

۱. خطوط انتقال و فوق توزیع شامل پروژه‌های خط، کابل، و کابل فیبر نوری؛

۲. پست‌های انتقال و فوق توزیع شامل پروژه‌های پست.

گفتنی است روش پیشنهادی برای اطلاعات پروژه‌های سال ۱۳۸۹ در دو گروه یادشده به صورت موردی اجرا شد. مراحل کلی پروژه‌های خط شامل مطالعات اولیه، انتخاب مشاور، تعیین مسیر اجرا، انتخاب و عقد قرارداد با پیمانکار، و سایر مراحل تا تحویل نهایی است. همچنین مراحل اصلی پروژه‌های پست شامل مطالعات اولیه، انتخاب و تصرف زمین، انتخاب و عقد قرارداد با مشاور، طراحی پست، انتخاب پیمانکار، ... و تحویل نهایی است.

### شناسایی و دسته‌بندی ریسک‌ها

ماهیت مشکلات پروژه‌های حوزه انتقال و فوق توزیع عموماً شامل سرمایه‌گذاری و تکنولوژی بالا، عبور از زمین‌های متعدد، به‌هم‌پیوستگی کار، و ... است. شناسایی و دسته‌بندی ریسک‌های موجود در پروژه‌ها دومین گام فرایند مدیریت ریسک PMBOK است. برخی متخصصان بر این باورند که شناسایی ریسک مهم‌ترین مرحله فرایند مدیریت ریسک است. مهم‌ترین خروجی این مرحله شناسایی و دسته‌بندی ریسک‌ها و نیز منشأ وقوع آن‌هاست.

در تحقیق حاضر برای شناسایی ریسک‌ها با ذی‌نفعان پروژه‌ها شامل کارفرما، ناظران، مشاوران، و مجریان مصاحبه شد و مستندات پروژه‌های اجراشده، به منظور تعیین عوامل عدم تحقق اهداف پروژه‌ها، الگوبرداری و سایر پروژه‌های مشابه مطالعه شد.

مدل PMBOK برای دسته‌بندی ریسک‌ها از ساختار شکست ریسک (RBS) <sup>۴</sup> استفاده می‌کند. این ساختار نمایش سلسله‌مراتب و سازمان‌یافته ریسک‌های بالقوه پروژه است که در غالب دسته‌ها و زیردسته‌ها مرتب می‌شوند. در حالت کلی، با توجه به اهداف پروژه طبقه‌بندی‌های مختلفی برای ریسک‌ها وجود دارد. ساختار شکست ریسک به شناسایی دلایل وقوع و منشأ انواع ریسک‌ها نیز کمک

مدیریت پروژه، مدل مزبور را بسیاری از سازمان‌ها در سراسر جهان با موفقیت به کار گرفته‌اند. در ایران نیز این مدل متداول‌ترین مدل مدیریت ریسک پروژه است.

در مدل PMBOK سال ۲۰۱۲، مدیریت ریسک پروژه شامل فرایندهای برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، شناسایی، تحلیل کیفی، تحلیل کمی، برنامه‌ریزی پاسخ، نظارت، و کنترل ریسک‌هاست [۲۲]. در ویرایش‌های قبلی دسته‌بندی مراحل تا حدودی با آخرین ویرایش آن تفاوت دارد. با این حال، کلیات ویرایش‌های مختلف یکسان است. در این تحقیق نیز، با استفاده از استاندارد PMBOK و در نظر گرفتن ملاحظات کاربردی، مدیریت ریسک اجرا شد. در برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، نحوه هدایت فعالیت‌های مدیریت ریسک برای یک پروژه تعریف می‌شود. در مرحله بعد، با استناد به نظر کارشناسان و الگوبرداری و بررسی سوابق پروژه‌های قبلی، انواع ریسک در پروژه‌های شرکت برق منطقه‌ای خراسان در حوزه انتقال و فوق توزیع شناسایی شدند. در این فاز، که به آن تشخیص ریسک نیز می‌گویند، لیست رویدادهایی که ممکن است رخ دهد تهیه شد. ارزیابی ریسک‌ها بر اساس احتمال وقوع، قابلیت شناسایی، میزان مدیریت‌پذیری، و همچنین تأثیر آن‌ها بر موفقیت پروژه‌ها انجام یافت. میزان موفقیت پروژه‌ها نیز در قالب سه معیار زمان و هزینه و کیفیت اجرا ارزیابی شد. اولویت‌بندی ریسک‌ها، برای تحلیل بیشتر یا ارزیابی، از طریق ترکیب احتمال وقوع و تأثیر آن‌ها انجام شد.

### مطالعه موردی

روش پیشنهادی در شرکت برق منطقه‌ای استان خراسان (رضوی) اجرا شد. این شرکت در سال ۱۳۴۳ تشکیل و از سال ۱۳۶۶ عهده‌دار تولید و انتقال و توزیع برق در استان شد. در سال ۱۳۷۱، به منظور تمرکززدایی و واگذاری کارها به بخش خصوصی و نظارت و هدایت بیشتر واحدها، تشکیل شرکت‌های وابسته در دستور کار شرکت قرار گرفت. در حال حاضر شانزده شرکت در سه بخش تولید و انتقال و توزیع و خدمات فنی-مهندسی به ثبت رسیده است و فعالیت می‌کنند.

در برنامه‌ریزی مدیریت ریسک درباره نحوه هدایت فعالیت‌های مدیریت ریسک در پروژه تصمیم‌گیری می‌شود. برای برنامه‌ریزی، ابتدا لازم است سازمان شناسایی شود. با توجه به اینکه شبکه برق نباید خاموشی داشته باشد، پروژه‌ها باید در اسرع وقت با کیفیت خوب و هزینه برآوردشده انجام گیرند. بنابراین اهداف اصلی در

انواع ریسک‌ها مشخص و سپس به ترتیب اهمیت اولویت‌بندی شوند. این امر ریسک‌های مهم‌تر را در معرض دید قرار می‌دهد و در نتیجه به نواحی و ابعاد پرمخاطره پروژه‌ها توجه می‌شود.

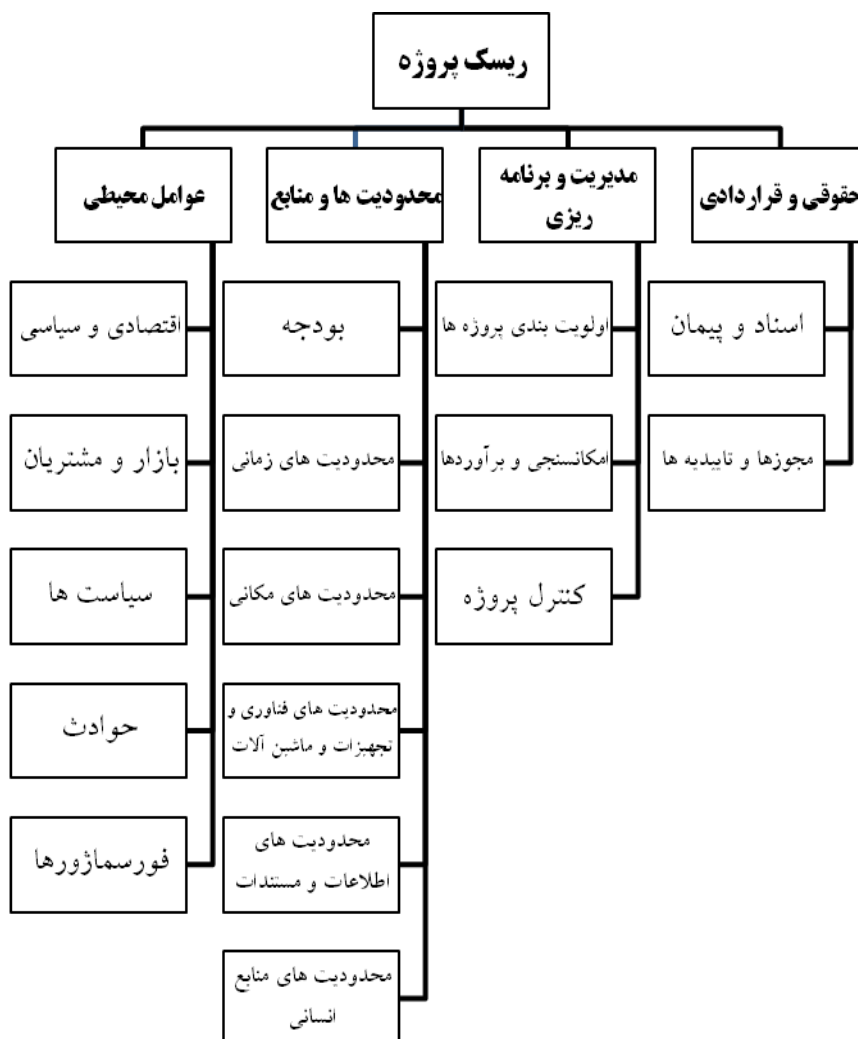
روش‌های تحلیل ریسک به دو گروه عمده کیفی و کمی تقسیم می‌شوند. در ارزیابی کیفی ریسک‌ها تلاش می‌شود با نگرش مفهومی- توصیفی در اولویت‌بندی ریسک‌ها احتمال وقوع و تأثیر آن‌ها بر اهداف پروژه بررسی شود. از این رو رویکردهای کیفی ابزاری مناسب جهت رتبه‌بندی و تعیین اولویت نسبی ریسک‌ها برای اقدامات بعدی است. متخصصان بر آن‌اند که تحلیل‌های کیفی در پروژه‌ها ضروری است؛ زیرا به درک بهتر تأثیر ریسک‌ها جهت اتخاذ تدابیر پیشگیرانه کمک می‌کنند [۱].

می‌کند. در این تحقیق، RBS متناسب با پروژه‌های بررسی‌شده توسعه داده شد. نمودار ۱ سطوح اول و دوم ساختار شکست ریسک را برای پروژه‌های حوزه توزیع و فوق توزیع شرکت برق نشان می‌دهد. این ریسک‌ها بر اساس منشأ بالقوه وقوع آن‌ها دسته‌بندی شدند.

نتایج بررسی جهت شناسایی ریسک‌های موجود در پروژه‌های حوزه انتقال و فوق توزیع شامل شناسایی چهل و پنج ریسک است (جدول ۱) که هر ریسک بر اساس منشأ آن جزء زیرگروهی از RBS تهیه‌شده قرار می‌گیرد. در واقع جدول ۱ سطحی جزئی‌تر از ریسک‌ها را در مقایسه با نمودار ۱ نشان می‌دهد.

### ارزیابی و تحلیل ریسک‌های شناسایی‌شده

به منظور مدیریت و نحوه مواجهه با ریسک‌ها، ابتدا باید



نمودار ۱. ساختار شکست ریسک (RBS) برای پروژه‌های حوزه انتقال و فوق توزیع در شرکت برق منطقه‌ای خراسان

جدول ۱. ریسک‌های شناسایی شده در مرحله شناسایی ریسک

شماره ریسک	گروه ریسک	شرح ریسک	شماره ریسک	گروه ریسک	شرح ریسک	
۱	اسناد و پیمان	انتخاب نامناسب عوامل پروژه، از قبیل پیمانکار و مشاور	۲۴	محدودیت‌های فناوری و تجهیزات و ماشین‌آلات	مشکلات فنی و کیفی تجهیزات	
۲		نامناسب بودن نوع قراردادهای انتخاب‌شده (روش اجرای پروژه؛ مانند EP, EPC, ...)	۲۵		عدم تأمین به‌موقع تجهیزات و کمبود تجهیزات	
۳		درک نادرست نیازهای کارفرما و پیمانکار به علت کلی‌گویی، تعاریف نامفهوم، عدم شفافیت در بندهای قرارداد	۲۶		به‌روز نبودن یا وجود نقص و اشتباه در مستندات و اطلاعات	
۴		کندی روند انعقاد قراردادها	۲۷		عدم دسترسی به‌موقع به اطلاعات و مستندات لازم طی مراحل مختلف کار (نقشه‌های عملیاتی و مشخصات فنی)	
۵		نامناسب بودن پرداخت‌های تعریف‌شده در مراحل مختلف قرارداد	۲۸		طولانی شدن فرایند بررسی و تأیید مدارک و مستندات پروژه (بررسی صورت‌وضعیت پیمانکار)	
۶		تمایل برخی عوامل پروژه، مانند ناظر، به طولانی شدن زمان پروژه، جهت دریافت هزینه کار نظارت	۲۹		کارکرد نامناسب عوامل پروژه و انجام‌نشدن تعهدات	
۷	مجوزها و تأییدیه‌ها	- رفع نکردن به‌موقع معارضات و پیداشدن معارضات جدید هنگام اجرای پروژه - مشکلات مجوزی (شهرداری، راهنمایی و رانندگی، و ...)	۳۰	محدودیت‌های منابع انسانی	کمبود و یا نبود نیروی انسانی متخصص	
۸	اولویت‌بندی پروژه‌ها	- اختلال در برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی‌های درون‌سازمانی در اجرای پروژه‌ها - افزایش حجم کارها و تحت‌الشعاع قرارگرفتن اولویت‌ها	۳۱		همانگی و ارتباطات نامناسب و اطلاع‌رسانی و ابلاغ‌های ناقص و اشتباه و همراه تأخیر بین عوامل پروژه	
۹	امکان‌سنجی و برآوردها	عدم برآورد صحیح برنامه زمان‌بندی	۳۲		تغییر ذی‌نفعان اصلی پروژه (مدیریت در شرکت پیمانکار)	
۱۰		عدم برآورد صحیح هزینه‌های پروژه	۳۳		عدم درک و پذیرش ریسک از سوی عوامل اصلی پروژه	
۱۱	کنترل پروژه	عدم برآورد صحیح سایر منابع پروژه (تجهیزات و نیروی انسانی)	۳۴		مسائل اقتصادی و سیاسی	تغییر نرخ تورم
۱۲		عدم امکان‌سنجی و برآورد صحیح مکان اجرای پروژه	۳۵			محدودیت‌های واردات و تحریم‌ها
۱۳		عدم امکان‌سنجی و برآورد صحیح محدوده پروژه، به‌ویژه طراحی اولیه و مشخصات فنی و کیفی	۳۶	تغییر در نرخ تبدیل ارز و سقوط ارزش پول ملی		
۱۴		عدم رعایت روابط پیش‌نیازی فعالیت‌ها هنگام اجرای پروژه	۳۷	نبود بیمه یا کفایت آن جهت حوادث احتمالی		
۱۵		عدم تخصیص مناسب منابع به فعالیت‌های پروژه	۳۸	تعدیل ناکافی قیمت‌ها		
۱۶		عدم رعایت مشخصه‌های فنی و کیفی تعریف‌شده در انجام‌دادن فعالیت‌ها	۳۹	نوسانات تقاضا (حجم و قیمت)		
۱۷		عدم رعایت برنامه زمان‌بندی و نداشتن آگاهی کافی واحدها از میزان پیشرفت واقعی	۴۰	تغییر قوانین و مقررات		
۱۸		عدم تخصیص اعتبار و هزینه‌ها مطابق برنامه‌ریزی بودجه برای پروژه	۴۱	تغییرات جوی در فصول مختلف سال		
۱۹	بودجه	- کمبود بودجه - مدیریت نادرست مالی پیمانکار	۴۲	حوادث	حوادث پیش‌آمده حین کار برای عوامل داخل و خارج از پروژه	
۲۰	محدودیت‌های زمانی	تغییرات برنامه زمان‌بندی	۴۳		حوادث طبیعی (سیل، زلزله، طوفان)	
۲۱	محدودیت‌های مکانی	برخورد با موانع (تأسیسات، خطوط انتقال برق و گاز، مناطق مسکونی) در مسیر پروژه	۴۴		مشکلات عمده و پیش‌بینی‌نشده در شبکه برق	
۲۲		نبود امکانات لازم در محل پروژه (جاده‌های دسترسی)	۴۵	حوادث مربوط به اوضاع سیاسی (جنگ و حوادث تروریستی)		
۲۳		مشکلات کیفی و مشخصه‌های فنی محل پروژه (کیفیت خاک، موانع طبیعی، و ...)				

امتیاز» هر یک از ریسک‌ها و تهیه ماتریس‌های احتمال وقوع- اثر بر زمان و هزینه و کیفیت و همچنین ماتریس‌های احتمال وقوع- قابلیت کشف و احتمال وقوع- قابلیت مدیریت ریسک‌ها انجامید. گفتنی است نحوه قرارگیری ریسک‌ها در نواحی مختلف بر اساس میانگین حاصل از هر معیار و مفهوم هر ناحیه است؛ مثلاً برای عامل هزینه نحوه قرارگیری ریسک‌ها در ماتریس مطابق جدول ۳ تعیین می‌شود.

در شکل ۱ نیز ماتریس احتمال وقوع- اثر ریسک‌ها بر زمان برای پروژه‌های پست می‌آید. مشابه همین نمودارها برای سایر معیارها در حوزه پست و نیز در حوزه پروژه‌های خط قابل ارائه است.

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، از لحاظ احتمال وقوع ریسک‌ها و تأثیر آن‌ها بر زمان پروژه‌ها، حدود ۴۲ درصد ریسک‌های شناسایی شده در ناحیه ریسک‌های با اولویت زیاد، ۵۴ درصد در ناحیه ریسک‌های متوسط، و ۴ درصد در مرز این دو قرار دارند. این توزیع نشان می‌دهد بیشتر ریسک‌های بالقوه در پروژه‌های احداث پست می‌توانند باعث تأخیر در زمان تکمیل پروژه‌ها شوند. ماتریس احتمال- اثر تأثیر هر ریسک را به طور جداگانه بررسی می‌کند؛ در حالی که یک ریسک به طور همزمان بر هر سه معیار زمان و هزینه و کیفیت پروژه مؤثر است. از طرفی، با توجه به شرایط خاص پروژه، ممکن است یکی از معیارهای سنجش موفقیت پروژه اهمیت نسبی بیشتری داشته باشد. در این موارد، بررسی و تحلیل اثر ریسک‌ها بر معیارهای موفقیت پروژه باید به صورت همزمان صورت گیرد. وزن‌دهی یکی از روش‌های رایج در تحلیل‌های چندمعیاره و تعیین اهمیت نسبی متغیرهای تصمیم‌گیری است. در این تحقیق، از وزن‌دهی نرمال شده برای تعیین اهمیت نسبی معیارهای ارزیابی ریسک استفاده شد. جدول ۴ اوزان نسبی معیارهای ششگانه را، که بر اساس نظر هشت کارشناس و مدیر شرکت برق منطقه‌ای خراسان رضوی تعیین شده‌اند، نشان می‌دهد.

در این تحقیق از روش ماتریس احتمال- اثر<sup>۵</sup> (P-I)، که از ابزارهای متداول تحلیل ریسک است، استفاده شد. این رویکرد احتمال وقوع هر یک از ریسک‌ها را بررسی و آثار بالقوه بر اهداف پروژه را از نظر زمان و هزینه و کیفیت تعیین می‌کند. جهت تعیین اهمیت ریسک و تأثیر آن بر اهداف پروژه، از ماتریس ارزیابی یا ماتریس احتمال- اثر استفاده می‌شود. این ماتریس ترکیب احتمال و آثار را به گونه‌ای مشخص می‌کند که می‌توان ریسک‌ها را با اولویت‌های پایین و متوسط و بالا درجه‌بندی کرد. معمولاً برای فهم راحت‌تر از رنگ به جای عدد در ماتریس احتمال- اثر استفاده می‌شود. نواحی مختلف در ماتریس ممکن است، بنا به شرایط پروژه، به گونه‌ای در نظر گرفته شود که نمایانگر میزان تمایل ذی‌نفعان برای پذیرش ریسک باشد.

در این تحقیق به منظور گردآوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز از کارشناسان و ذی‌نفعان پروژه‌ها از پرسشنامه‌هایی که بدین منظور طراحی شده بود استفاده شد. میزان تأثیر ریسک‌ها بر معیارها با استفاده از رتبه‌بندی پنج‌سطحی (از خیلی کم تا خیلی زیاد) بررسی شد؛ مثلاً، جدول ۲ نحوه رتبه‌بندی تأثیر ریسک‌ها را روی هزینه پروژه‌ها نشان می‌دهد. برای سایر معیارها نیز جدول‌های مشابهی وجود دارد. در برخی تحقیقات برای تعیین این کدهای و درجه‌بندی از روش‌های فازی استفاده شده است [۸].

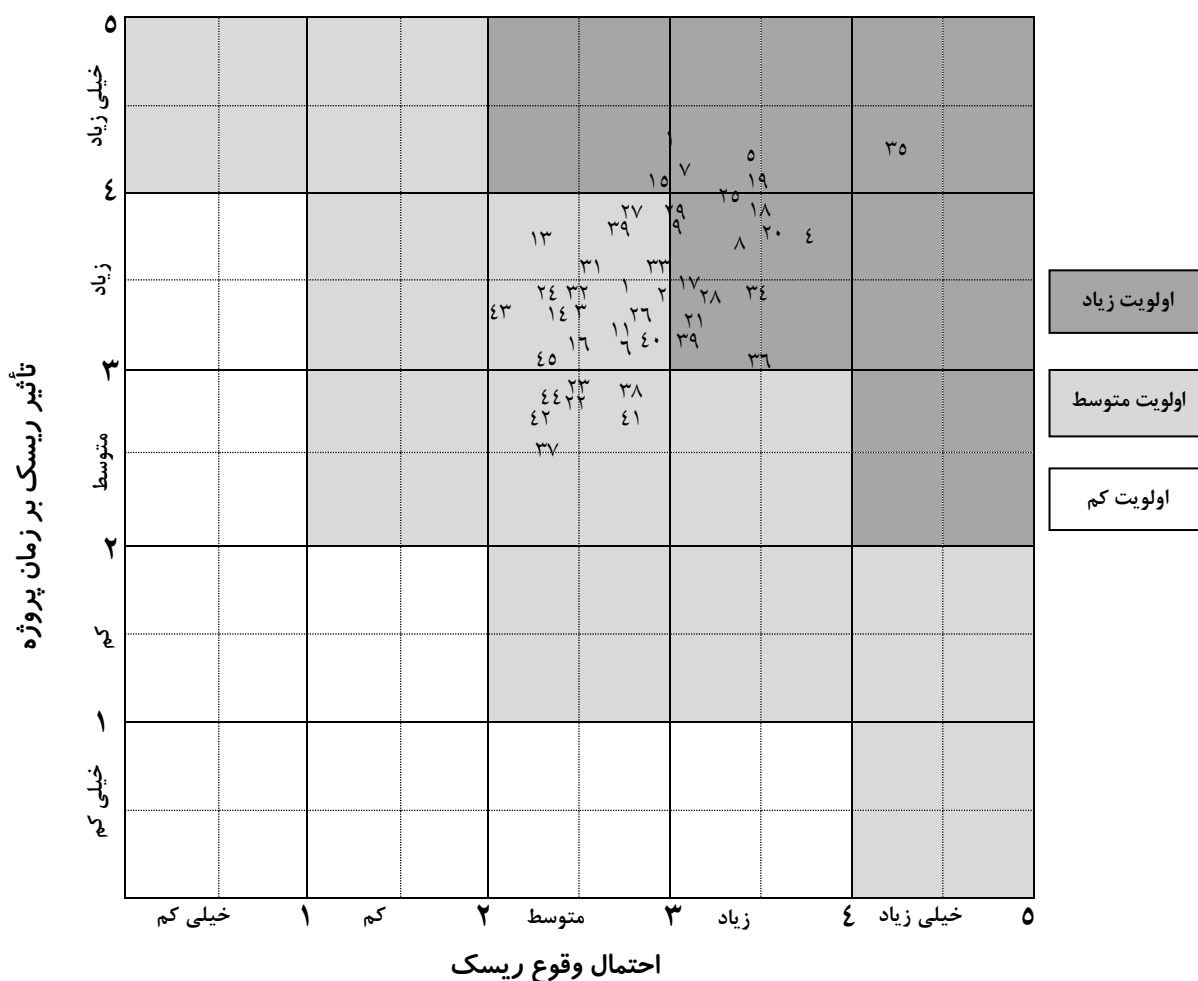
جدول ۲. رتبه‌بندی تأثیر ریسک روی هزینه پروژه

تأثیر ریسک	کد (مقادیر عددی متناظر)	شرح
خیلی کم	۱	افزایش بی‌اهمیت (کمتر از ۵٪)
کم	۲	افزایش ۵ تا ۱۰ درصدی هزینه
متوسط	۳	افزایش ۱۰ تا ۲۵ درصدی هزینه
زیاد	۴	افزایش ۲۵ تا ۴۰ درصدی هزینه
خیلی زیاد	۵	افزایش بیشتر از ۴۰ درصدی هزینه

نتیجه جمع‌بندی نظرسنجی به تعیین «میانگین

جدول ۳. جانمایی ریسک‌ها در ماتریس احتمال- اثر بر اساس میانگین حاصل برای هزینه

تأثیر ریسک بر هزینه	خیلی کم ۱	کم بین ۱ و ۲	متوسط ۲-۳	زیاد ۳-۴	خیلی زیاد ۴-۵
	کمتر از ۵٪	افزایش ۵ تا ۱۰ درصد	افزایش ۱۰ تا ۲۵ درصد هزینه	افزایش ۲۵ تا ۴۰ درصد هزینه	افزایش بیشتر از ۴۰ درصد هزینه



شکل ۱. ماتریس P-I مربوط به احتمال وقوع ریسک و تأثیر ریسک بر زمان در پروژه‌های پست

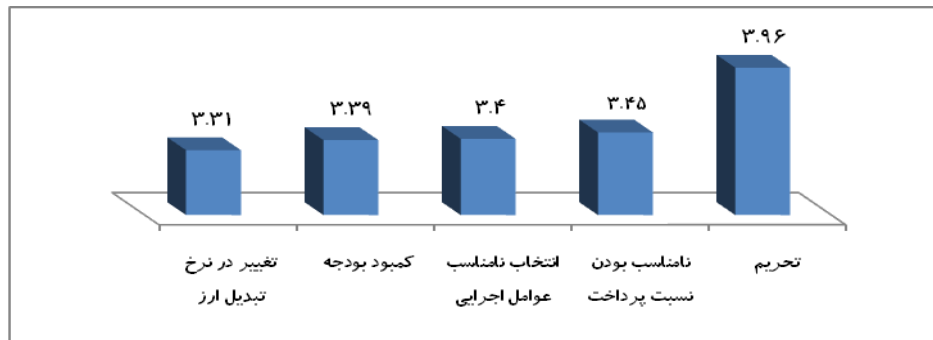
جدول ۴. اهمیت نسبی معیارهای ارزیابی ریسک

احتمال وقوع ریسک	تأثیر ریسک بر زمان پروژه	تأثیر ریسک بر هزینه پروژه	تأثیر ریسک بر کیفیت پروژه	قابلیت کشف ریسک	قابلیت مدیریت ریسک
۰,۳۵	۰,۱۵	۰,۱۵	۰,۱۵	۰,۱	۰,۱

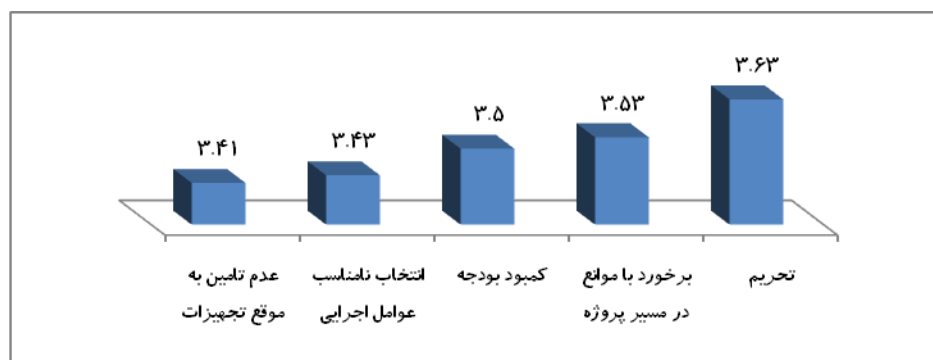
اجرایی، کمبود بودجه، و تغییر در نرخ ارز پنج ریسک دارای اولویت بالاترند. در گروه پروژه‌های خط نیز محدودیت‌های واردات و تحریم، برخورد با موانع سر راه پروژه، کمبود بودجه، انتخاب نامناسب عوامل اجرایی، و عدم تأمین به‌موقع تجهیزات جزء ریسک‌های دارای اولویت اول‌اند. مقایسه رتبه این ریسک‌ها برای هر گروه از پروژه‌ها در نمودارهای ۲ و ۳ می‌آید. تفاوت‌هایی که در نحوه اولویت‌بندی ریسک‌ها مشاهده می‌شود عمدتاً ناشی از ماهیت پروژه‌ها و دیدگاه کارشناسان و ذی‌نفعان در تکمیل پرسشنامه‌ها، نحوه تعیین نواحی اولویت ریسک‌ها، و ... است.

برای تعیین اولویت و رتبه نهایی ریسک‌ها، میانگین امتیازات هر معیار در وزن هر معیار (جدول ۴) ضرب و مقادیر حاصل با یکدیگر جمع شد. مقادیر به‌دست‌آمده رتبه‌بندی نهایی ریسک‌ها را با در نظر گرفتن هم‌زمان مؤلفه‌های ششگانه نشان می‌دهد.

با توجه به رتبه نهایی ریسک‌ها، آن‌ها در دو گروه دارای اولویت متوسط و اولویت بالا قرار گرفتند. همچنین نتایج حاصل نشان می‌دهد مشکلات مطرح‌شده از سوی ذی‌نفعان تا حد زیادی با اولویت‌بندی ارائه‌شده منطبق است. در پروژه‌های پست، محدودیت‌های واردات و تحریم، نامناسب بودن نسبت پرداخت‌ها، انتخاب نامناسب عوامل



نمودار ۲. رتبه نهایی ریسک‌های اولویت بالا در پروژه‌های پست



نمودار ۳. رتبه نهایی ریسک‌های اولویت بالا در پروژه‌های خط

در چهار دسته حقوقی و قراردادی، مدیریت و برنامه‌ریزی، محدودیت‌ها، و منابع و عوامل محیطی انجامید. هر یک از این چهار دسته اصلی به زیرگروه‌هایی تقسیم شد. ریسک‌های شناسایی شده در گروه مربوطه قرار می‌گیرند. معیارهای احتمال وقوع ریسک، میزان اثر ریسک بر اهداف پروژه (زمان، هزینه، کیفیت)، قابلیت کشف، و قابلیت مدیریت ریسک جهت رتبه‌بندی ریسک‌ها تعیین شد.

نتایج نشان داد در هر گروه از پروژه‌ها ریسک‌های مهمی مانند کمبود بودجه، محدودیت‌های واردات و تحریم‌ها، انتخاب نامناسب عوامل اجرایی، عدم تأمین به موقع تجهیزات، و تغییر در نرخ تبدیل ارز جزء ریسک‌های دارای اولویت بالاترند. نتایج این پژوهش باعث می‌شود مدیران و دست‌اندرکاران این صنعت تمهیدات مناسبی برای کاهش یا حذف آثار نامطلوب ریسک‌ها اجرا کنند. جزئیات مدل پاسخگویی به ریسک‌ها خارج از محدوده این تحقیق است و از بیان آن‌ها صرف نظر شد. پیشنهاد می‌شود در ادامه مراحل مدیریت ریسک، پس از گردآوری و اولویت‌بندی ریسک‌ها، پاسخ‌ها و راه‌حل‌های مناسب شناسایی و در قالب مدل مناسب ارزیابی و انتخاب شوند.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود محدودیت‌های واردات و تحریم، کمبود بودجه، و انتخاب نامناسب عوامل اجرایی در هر دو گروه پروژه جزء ریسک‌های دارای اولویت بالا هستند. بنابراین، لزوم برنامه‌ریزی جدی‌تر جهت رفع این موارد ضروری به نظر می‌رسد.

### نتیجه‌گیری

مدیریت ریسک فرایندی است که قالبی مناسب برای شناسایی، ارزیابی، و پاسخگویی به ریسک‌ها فراهم می‌آورد. در پژوهش حاضر این گام‌ها بر اساس استاندارد PMBOK و در نظر گرفتن ملاحظات کاربردی انجام یافته است. هدف اصلی این تحقیق شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های موجود در پروژه‌های حوزه انتقال و فوق توزیع شرکت برق منطقه‌ای خراسان بود. طی فرایند مدیریت ریسک پروژه، پس از مرحله برنامه‌ریزی برای مدیریت ریسک، به شناسایی انواع ریسک‌ها در پروژه‌های حوزه انتقال و فوق توزیع در شرکت برق منطقه‌ای خراسان در دو گروه عمده پروژه‌های پست و پروژه‌های خط پرداخته شد. نتایج این بررسی‌ها به تهیه ساختار شکست ریسک (RBS) پروژه‌ها



## REFERENCES

1. Z. Ashtiyani, M. (translator) (2008). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. 4<sup>th</sup>. Ed. Adineh Pub. Co., Iran.
2. Nazari, A., Jaber, M., and Sadegh Amal Nik, M. (2013). "Developing a Risk Management Model for Project Based Organizations." *Journal of Industrial Engineering*, Vol. 47, No. 1, 93-104.
3. Baghishani, V. and Hoseini, S. J. (2008). "Risk analysis and management using three dimension method and its results in North Khorasan Province Electricity Dispatching Co." *13<sup>th</sup> Electric Power Distribution Conference*, Iran.
4. Liu, M. and Wu, F. F. (2007). "Risk management in a competitive electricity market." *Electrical Power and Energy Systems*, 29, 690-697.
5. Wyk, R. V., Bowen, P., and Akintoye, A. (2008). "Project risk management practice: The case of a South African utility company." *International Journal of Project Management*, 26, 149-163.
6. Zhe, L., Ke, L., Kaibi, W., and Xiaoliu, S. (2012). "Research on Financial Risk Management for Electric Power Enterprises." *Systems Engineering Procedia*, 4, 54-60.
7. Jamali, D. and Naraghi, M. (2010). "Identification of the investment risks in power plants using B.O.O (Case study: Iran Thermal Power Plant)." *2<sup>th</sup> International Conference on Development of Financing System*, Iran.
8. Zegordi, S. H., Rezayinik, E., Nazari, A., and H. Chobar, F. (2011). "Proposing a model for risk reduction in power plant projects based on multi-objective optimization approach and fuzzy analytical hierarchy process." *Quarterly Energy Economics Review*, Vol. 8, No. 31, 161-195.
9. Zayed, T., Amer, M., and Pan, J. (2008). "Assessing risk and uncertainty inherent in Chinese highway projects using AHP." *International Journal of Project Management*, 26, 408-419.
10. Lemos, T., Eaton, D., Betts, M., and Almeida, L. T. (2004). "Risk management in the Lusoponte concession-a case study of the two bridges in Lisbon Portugal." *International Journal of Project Management*, 22, 63-73.
11. Mousavi, S. M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Azaron, A., Mojtahedi, S. M. H., and Hashemi, H. (2011). "Risk assessment for highway projects using jackknife technique." *Expert Systems with Applications*, 38 (5), 5514-5524.
12. Zeng, J., An, M., and Smith, N. J. (2007). "Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment." *International Journal of Project Management*, 25, 589-600.
13. Wang, Y-M. and M. S. Elhag, T. (2007). "A fuzzy group decision making approach for bridge risk assessment." *Computers & Industrial Engineering*, 53, 137-148.
14. An, M., Baker, C., and Zeng, J. (2005). "A fuzzy-logic-based approach to qualitative risk modelling in the construction process." *World J Eng*, 2(1), 1-12.
15. Jafarnejad, A. and Y. Zenoz, R. (2008). "A Fuzzy Model of Ranking Risks at Petropars Company's Excavation of Oil Well Projects." *Journal of Industrial Management*, Vol. 1, Issue 1, 21-38.
16. Jabbari, M., Asilian, H., Mortazavi, S. B., Zarringhalam, A., Hajizadeh, E., and Khavanin, A. (2009). "Risk Assessment and Management of Petrochemical Transportation Pipelines." *Journal of Industrial Engineering*, Vol. 3, No. 1, 13-23.
17. Wang, J. and Sun, Y. (2012). "The Intuitionistic Fuzzy Sets on Evaluation of Risks in Projects of Energy Management Contract." *Systems Engineering Procedia*, 3, 30-35.
18. Aven, T., Vinnem, J. E., and Wiencke, H. S. (2007). "A decision framework for risk management, with application to the offshore oil and gas industry." *Reliability Engineering and System Safety*, 92, 433-448.
19. Bannerman, P. L. (2008). "Risk and risk management in software projects: A reassessment." *The Journal of Systems and Software*, 81, 2118-2133.
20. H. Mojtahedi, S. M., Mousavi, S. M., and Makui, A. (2010). "Project risk identification and assessment simultaneously using multi-attribute group decision making technique." *Safety Science*, 48 (4), 499-507.
21. Yousefi, O., Naseri, P., and Nilipour Tabatabaei, A. (2014). "Project Risk Assessment Model Using Multi-Objective Decision-Making Approach (case study: the earth dam project Asalooye)." *Journal of Industrial Engineering*, Vol. 48, No. 1, 125-135.
22. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, (2013). 5<sup>th</sup> Ed. Project Management Institute, Inc. Pub. Co.

## واژگان لاتین به ترتیب استفاده در متن

1. Analytic hierarchy process
2. Lisbon, Portugal
3. Project Management Body of Knowledge
4. Risk Breakdown Structure
5. Probability-Impact