

## خوشه‌بندی و مدیریت ریسک‌های فرآیندی پروژه‌های خطوط انتقال آب بین شهری با استفاده از روش FMEA

احمد سرتیپ زاده<sup>۱</sup> (Sartipzadeh Ahmad)

۱- کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علم و هنر، یزد، ایران، (Adsartip@yahoo.com)

### چکیده

این تحقیق بر اساس پروژه‌های کلیدی و جاری شرکت آب و فاضلاب استان یزد و وضعیت آنها تهیه شده است که ریسک‌های شرکت در دسته‌بندی‌های خاص با نام خوشه دسته‌بندی شده است که در ۷ خوشه اعم از ریسک‌های مالی، حقوقی، فناوری، امنیتی، فرآیندی، سیاسی اجتماعی و ایمنی تقسیم بندی شده است و در ادامه تحقیق نیز با انتخاب خوشه‌های ریسک‌های فرآیندی و با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن FMEA تعداد ۳۸ فرآیند اصلی شرکت را با توجه به مستندات حوزه‌های مختلف و نظر خبرگان شرکت مورد تجزیه و تحلیل قرار داده شد و عوامل موثر بر شکست را با در نظر گرفتن پیامدهای آنها را به عنوان ریسک معرفی می‌کند و بر اساس ۱۰۴ رخداد و ۷ خوشه ریسک، مورد تحلیل قرار می‌گیرد. با توجه به شاخصه‌های این تکنیک که شامل شدت اثر، احتمال وقوع و قابلیت تشخیص است عدد اولویت ریسک RPN که از حاصلضرب این ۳ شاخص بدست می‌آید استخراج نموده و رخدادهایی که عدد اولویت ریسک بیش از ۱۲۰ است به عنوان ریسک‌های بحرانی شناسایی شده و برای این موارد، برنامه‌های پیشگیری عملیاتی پیشنهاد شد که شامل ۴ برنامه اصلی است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت ریسک، خط انتقال آب، شرکت آب و فاضلاب استان یزد، FMEA

### ۱- مقدمه

#### ۱-۱- مفاهیم اولیه

۱-۱-۱- تجزیه و تحلیل حالات شکست FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)

تکنیکی تحلیلی و متکی بر قانون پیشگیری قبل از وقوع است که برای شناسایی عوامل بالقوه خرابی بکار می‌رود. توجه این تکنیک، بر بالا بردن ضریب امنیت و درنهایت رضایت مشتری، از طریق پیشگیری از وقوع خرابی یا رخداد است. FMEA ابزاری است که با کمترین ریسک، برای پیش‌بینی مشکلات و نقص‌ها در مراحل طراحی یا توسعه فرآیندها و خدمات در سازمان به کار می‌رود [۱].

۱-۱-۲- عدد اولویت ریسک RPN (Risk Priority Numbre)

این پارامتر حاصلضرب سه معیار عددی شدت اثر (S)، احتمال وقوع (O) و قابلیت تشخیص (D) مطابق فرمول شماره (۱) زیر است. در هر پروژه FMEA، لازم است سطح قابل قبول RPN را مشخص نمود، این سطح بر اساس شرایط پروژه مشخص می‌شود که بین ۱ تا ۱۰۰۰ است.

$$RPN = S * O * D \quad (1)$$

### ۱-۱-۳- شدت اثر (S)

میزان تأثیر عامل را مشخص می‌کند، شدت اثر خطا به صورت کمی با اعدادی بین ۱ تا ۱۰ نشان داده می‌شود. عدد ۱ بر جدی نبودن اثر خطا و حتی غیرقابل توجه بودن اثر خطا دلالت دارد و عدد ۱۰ نیز نمایانگر بدترین اثرات و پیامدهای احتمالی خطا برای سیستم است [۲].

### ۱-۱-۴- احتمال وقوع (O)

این پارامتر مشخص می‌کند که خطا و خرابی چقدر رخ می‌دهد، دو روش برای انجام این کار وجود دارد، در روش اول میزان رخداد خطا (خرابی) و در روش دوم میزان رخداد علل بروز خطا مورد توجه قرار می‌گیرند، رخداد نیز به صورت کمی و با اعدادی بین ۱ تا ۱۰ امتیازدهی می‌شود. عدد ۱ به معنای وقوع نادر رخداد و عدد ۱۰ به معنای رخداد حتمی رخداد است [۳].

### ۱-۱-۵- قابلیت تشخیص (D)

این پارامتر احتمال اینکه بتوان علل به وجود آورنده خطا شناسایی شود را مشخص می‌نماید، دو تعریف برای این پارامتر مورد توجه قرار می‌گیرد، در تعریف اول احتمال از نقطه نظر اینکه خطا یا رخداد قبل از رسیدن به مشتری مورد شناسایی قرار گیرد مورد توجه است. تعریف دوم احتمال اینکه خطا یا رخداد قبل از اینکه منجر به بروز فاجعه شود مورد توجه قرار می‌گیرد، این پارامتر نیز با اعدادی بین ۱ تا ۱۰ امتیازدهی می‌شود. عدد ۱ به این معنا است که خطا یا رخداد توسط روش‌های کنترلی مشخص شده، قابل شناسایی است. عدد ۱۰ به این معناست که رخداد غیرقابل شناسایی بوده و هیچ راهی برای شناسایی آن وجود ندارد [۴].

### ۱-۱-۶- تعریف ریسک

بیشتر تصمیمات تجاری بر پایه سیاتی درباره‌ی آینده گرفته می‌شود. تصمیم‌گیری بر اساس فرض، حدس، برآوردها و پیش بینی‌های حوادث آینده، همراه با ریسک است. ریسک یک مفهوم انتزاعی است که تعریف آن مشکل و در خیلی از موارد اندازه‌گیری آن غیرممکن است. ریسک، دو مفهوم آینده و شک را به دنبال خود دارد، بنابراین حادثه‌ای که مربوط به آینده نباشد یا در مورد وقوع آن شک نباشد، ریسک تلقی نمی‌شود. تلقی افراد از ریسک، تأثیر منفی آن بر زمانبندی و هزینه پروژه است. به هر حال بدون هیچ تعبیری، ریسک معرف اثر منفی بر پروژه تلقی می‌شود. در صورتی که ریسک می‌تواند دریچه‌ای بر فرصت‌ها، توسعه و بهبود و یا تفکر جدید نیز باشد [۷].

### ۱-۱-۷- طبقه بندی ریسکها

سه محدوده ریسک برای پروژه شامل ریسک‌های داخل پروژه، خارج پروژه و ریسک‌های ناشی از کارفرما است. نظریه دیگر جهت طبقه بندی ریسک‌ها بر اساس اثر آنها روی پروژه است. بر اساس این روش، ریسک‌ها به سه دسته ریسک‌های درمانی، هزینه‌ای و کیفیتی تقسیم می‌شوند. متأسفانه در این حالت خیلی از ریسک‌ها در بیش از یک مقوله اتفاق می‌افتد و به همین ترتیب در هنگام فرآیند کاهش ریسک، دوباره به حساب آورده می‌شوند [۶]. روش دیگر دسته‌بندی ریسک‌ها، بر اساس مراحل انجام پروژه است، در ابتدا، پروژه با ریسک‌های زیادی مواجهه است اما با توجه به عدم سرمایه‌گذاری بالا، میزان ارزش در مخاطره پایین است. اما به تدریج با پیشرفت پروژه و با افزایش اطلاعات و آگاهی‌ها نسبت به پروژه، از میزان ریسک‌ها کاسته شد و در مقابل، میزان ارزش مخاطره افزایش می‌یابد روش دیگر، ریسک‌ها را به دو دسته خارجی و داخلی تقسیم کرده است، ریسک‌های قابل کنترل (داخلی) ریسک‌هایی هستند که در آن مدیر پروژه کنترل و نظارت مستقیم دارد، در حالی که ریسک‌های غیرقابل کنترل (خارجی) عمدتاً آن‌هایی هستند که مدیر پروژه نمی‌تواند بر آن تأثیر گذارد، اما معمولاً میزان روبرو شدن با این ریسک‌ها کم است [۵].

**خوشه ریسک:** به مجموعه‌ای از ریسک‌های مرتبط با یک زمینه یا فاکتور خاص گفته می‌شود. خوشه‌بندی ریسک‌ها به شرکت‌ها کمک می‌کند تا به طور دقیق ریسک‌های خود را شناسایی کرده و بر مدیریت و کاهش ریسک‌هایی که در یک زمینه خاص قرار دارند تمرکز کنند. همچنین این تقسیم بندی به شرکت‌ها کمک می‌کند تا به دقت تحلیل کنند که چگونه ریسک‌های مختلف با هم تداخل دارند و ممکن است باعث ایجاد تأثیرات بیشتری بر روی شرکت شوند [۶].

### ۱-۱-۸- مدیریت ریسک

یک فرآیند سیستماتیک است که برای شناسایی، تحلیل، ارزیابی و مدیریت ریسک‌های مختلف در یک سازمان، پروژه یا فعالیت انجام می‌شود. هدف اصلی مدیریت ریسک، کاهش احتمال وقوع ریسک و کنترل تاثیرات منفی آن‌ها بر عملکرد و اهداف سازمان است. این فرآیند شامل چندین مرحله است که شامل شناسایی ریسک‌ها، تحلیل، ارزیابی، انتخاب راهکار مدیریتی و پیاده‌سازی راهکارهای انتخاب شده برای مدیریت ریسک‌ها می‌شود. مدیریت ریسک به شرکت کمک می‌کند تا با شناسایی و مدیریت ریسک‌های مختلف، از دست دادن منابع و زیان شرکت کاهش یابد و بازدهی بهتری را در دستیابی به اهداف شرکت را داشته باشد.

## ۲- روش تحقیق

در شرایط کنونی شرکت‌ها، شناسایی ریسک‌ها به دلیل تغییرات سریع و غیرقابل پیش بینی در حوزه‌های مختلف اعم از سیاسی، اجتماعی، زیست محیطی و فناوری بسیار حائز اهمیت است. لذا با انجام فرآیند مدیریت ریسک، شرکت می‌تواند خطرات موجود را شناسایی و ارزیابی کند و برای موارد بحرانی، برای کاهش خطر اقدام کند. این کار به شرکت کمک می‌کند تا در صورت مواجه شدن با رخدادهای غیر قابل پیش‌بینی، بهترین تصمیم را اتخاذ نموده و اقدام کرد و از افزایش هزینه و فرصت‌های از دست رفته و تبعات ناشی از دیرکرد بهره‌برداری پروژه جلوگیری نمود. لذا در ابتدا باید همه ریسک‌ها را شناسایی نموده و در خوشه‌های مربوطه تقسیم‌بندی و راهکارهای مرتبط با هر خوشه را استخراج و عملیاتی نمود.

در ابتدا باید ریسک‌های مربوط به پروژه‌های شرکت شناسایی شود زیرا بدون شناسایی و شناخت ریسک‌های این نوع پروژه‌ها و ندانستن مشخصات و منابع ریسک‌ها، نمی‌توان به سایر مراحل ریسک توجه نمود و نتایج استخراجی، مفید نبوده و غیر قابل استفاده است و هدف اصلی مدیریت ریسک که آمادگی جهت مواجهه با آنها و برنامه‌ریزی اقدامات موثر در رابطه با مخاطرات رخ دادن این ریسک‌ها است امکان پذیر نخواهد بود.

لذا با توجه به مستندات و لیست فرآیندهای ۳۸ گانه شرکت که مطابق جدول ۱ است لیست ریسک‌ها از مستندات پروژه های شرکت استخراج گردید. فرآیندهای اصلی شرکت به شرح زیر است:

جدول ۱: لیست فرآیندهای شرکت

ردیف	عنوان فرایند	ردیف	عنوان فرایند	ردیف	عنوان فرایند
۱	ارائه خدمات به مشترکین	۱۴	رسیدگی به شکایات	۲۷	مطالعات و بررسی های فنی فاضلاب
۲	قرائت و وصول مطالبات	۱۵	کنترل کیفیت	۲۸	تصفیه فاضلاب
۳	ارتباط با رسانه	۱۶	مدیریت آزمایشگاه	۲۹	توسعه مدیریت
۴	آموزش همگانی	۱۷	انبارش	۳۰	تحقیقات
۵	افکارسنجی	۱۸	بازرگانی	۳۱	نیازسنجی و تامین نیروی انسانی
۶	مدیریت امور قراردادهای	۱۹	بهره برداری از خطوط انتقال آب	۳۲	آموزش کارکنان
۷	تحصیل و تملک اراضی	۲۰	توسعه تاسیسات تامین آب	۳۳	امور اداری
۸	امور حقوقی	۲۱	کاهش آب بدون درآمد	۳۴	فناوری اطلاعات
۹	آبرسانی روستایی	۲۲	مدیریت مصرف	۳۵	سیستم های مکانی
۱۰	مدیریت سامانه ۱۲۲	۲۳	نگهداری و تعمیرات	۳۶	سرمایه گذاری و تجهیز منابع
۱۱	ایمنی و بهداشت شغلی	۲۴	مطالعات و بررسی های فنی آب	۳۷	مدیریت طرح ها و کنترل پروژه
۱۲	مدیریت بحران و پدافند غیرعامل	۲۵	مدیریت انرژی و سیستم های کنترل	۳۸	برنامه ریزی و بودجه
۱۳	رسیدگی به پیمان	۲۶	بهره‌برداری شبکه فاضلاب		

در ادامه با توجه به سوابق پروژه‌های قبلی، ریسک‌های مرتبط با هر فرآیند را استخراج نموده و در خوشه‌های هفت گانه قرار داد. سپس بر اساس نتایج بدست آمده از ۱۰۴ رخداد، ریسک‌ها شناسایی شد. در ادامه با استفاده از FMEA و سه شاخص شدت اثر، احتمال وقوع و قابلیت تشخیص و ضرب نمودن آنها، مقادیر اولویت ریسک محاسبه شد که مقادیر زیاد اولویت ریسک، نشان‌دهنده این موضوع است که آن رخداد احتمال وقوع بالایی دارد و در صورت رخ دادن آن، خسارت بیشتری را به شرکت تحمیل خواهد کرد.

کرد. در این دسته‌بندی سعی شده است تا بر روی ریسک‌های با اولویت بیش از ۱۲۰ تمرکز شود و در نهایت از هر خوشه، یک رخداد را به عنوان رخداد بحرانی معرفی و در جهت کاهش ریسک آن، برنامه عملیاتی را استخراج نمود.

### ۳- نتایج و بحث

جهت مدیریت ریسک‌ها، ابتدا باید ریسک‌ها شناسایی شود لذا با استفاده از انجام مصاحبه از ذینفعان فوق، عوامل تاثیرگذار در تأخیر یا توقف پروژه‌های لوله گذاری مسیر بین شهری در موضوعات سیاسی، اجتماعی، مالی و پروژه‌های تهیه که به شرح زیر است:

- ۱- عدم تامین منابع مالی و پرداخت نشدن به موقع صورتحساب
- ۲- عدم تملک اراضی و آزادسازی مسیر پروژه
- ۳- نقص نقشه و مشخصات فنی
- ۴- تغییر مشخصات طرح
- ۵- مسیر غیر قابل پیش بینی سنگی و دژ
- ۶- پیمانکار ضعیف به علت کمبود تجهیزات
- ۷- پیمانکار ضعیف به علت کمبود نیروی فنی و اجرایی
- ۸- اعتراضات مردمی آبادی‌های مسیر پروژه
- ۹- اعتراضات مردمی شهر یا روستاهای ابتدای پروژه
- ۱۰- تأخیر در مجوز حفاری توسط ارگان‌های مربوطه
- ۱۱- شرایط نامساعد جوی و آب و هوایی

سپس از هر یک از ذینفعان در رابطه با ۱۱ موضوع فوق نظرخواهی شده تا برای هر یک از معیارهای شدت اثر، نرخ وقوع و قابلیت تشخیص، عددی بین ۱ تا ۱۰ به این معیارها تخصیص یابد که هنگام تخصیص توسط هر یک از ده ذینفع مشخص شده، از جدول شماره ۲ استفاده شود تا نظرات همگن بوده و قابل تحلیل درست بوده و امکان استفاده از آن باشد.

جدول ۲- تبدیل پارامترهای توصیفی به عددی معیارهای سه‌گانه تجزیه و تحلیل حالات شکست

شرح معیار	عدد تخصیص یافته									
	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
شدت اثر نرخ وقوع قابلیت تشخیص	بحرانی	بسیار زیاد	زیاد	کمی زیاد	بیشتر از متوسط	متوسط	کمتر از متوسط	کم	بسیار کم	بسیار ناچیز

پس از تخصیص اعداد ۱ تا ۱۰ توسط هر یک از ده ذینفع، مقادیر جمع بندی و میانگین هر یک از معیارها برای ۱۱ عامل محاسبه می‌شود و این مقادیر در یکدیگر ضرب، تا عدد اولویت ریسک RPN محاسبه و برای هر یک از عوامل استخراج شود که عددی بین ۱ تا ۱۰۰۰ خواهد بود و اعداد روند عدد صحیح شده و در نهایت رتبه‌بندی از بیشترین تا کمترین شد. نتیجه نهایی مطابق جدول شماره (۳) زیر است:

جدول ۳- تبدیل پارامترهای توصیفی به عددی معیارهای سه‌گانه تجزیه و تحلیل حالات شکست

رتبه	نام عامل	عدد اولویت ریسک	درصد اولویت ریسک
۱	عدم تملک اراضی و آزادسازی مسیر پروژه	۷۰۲	۲۱٪
۲	تأخیر در مجوز حفاری توسط ارگان‌های مربوطه	۶۰۲	۱۸٪
۳	مسیر غیر قابل پیش بینی سنگی و دژ	۴۹۶	۱۵٪
۴	تغییر مشخصات طرح	۳۶۸	۱۱٪
۵	اعتراضات مردمی آبادی‌های مسیر پروژه	۲۷۴	۸٪
۶	عدم تامین منابع مالی و پرداخت نشدن به موقع صورتحساب	۲۳۸	۷٪
۷	پیمانکار ضعیف به علت کمبود تجهیزات	۲۰۸	۶٪

۸	اعتراضات مردمی شهر یا روستاهای ابتدای پروژه	۱۴۳	۰.۴٪
۹	پیمانکار ضعیف به علت کمبود نیروی فنی و اجرایی	۱۰۹	۰.۳٪
۱۰	نقص نقشه و مشخصات فنی	۹۷	۰.۳٪
۱۱	شرایط نامساعد جوی و آب و هوایی	۵۸	۰.۲٪

جهت محاسبه درصد اولویت ریسک نیز عدد اولویت ریسک هر یک از عوامل بر مجموع اعداد اولویت ریسکها تقسیم می‌شود که نتیجه بر حسب درصد استخراج می‌شود. مطابق اعداد بدست آمده، کاملا مشهود است که عامل عدم تملک اراضی و آزادسازی مسیر پروژه در حدود ۲۱ درصد ریسک پروژه را شامل می‌شود و در رده بعدی هم، عامل تاخیر در مجوز حفاری توسط ارگان‌های مربوطه حدود ۱۸ درصد ریسک‌های پروژه‌های لوله‌گذاری آب بین شهرهای استان یزد را شامل می‌شود. سه عامل اول که از نظر تعداد ۲۷ درصد تعداد کل است از نظر درصد ۵۵ درصد ریسک‌های پروژه‌های لوله‌گذاری آب بین شهری را شامل می‌شود که لازم است در ابتدا این عوامل مورد توجه خاص قرار گیرد.

#### ۴- جمع بندی

با توجه به بررسی‌های انجام گرفته در این تحقیق مشخص شد که شرکت آب و فاضلاب استان یزد در ۳ خوشه از ۷ خوشه با ریسک اصلی مواجه است که شناسایی مدیریت ریسک‌های هر خوشه، نیازمند توجه و تخصص نیروی انسانی متناسب با آن است. لذا با بررسی خوشه‌های مربوط به فرآیندها و با استفاده از روش FMEA و رخدادهای آن، تهدیدها را شناسایی نمود و طرح عملیاتی را تدوین و به مرحله اجرا گذاشت. پروژه‌های خط انتقال آب بین شهری، از پروژه‌های حائز اهمیت بوده که باید در مدت زمانی مشخص انجام و اتمام یابد و عدم اجرا در موعد مقرر، تبعات مردمی و اجتماعی در بر خواهد داشت و در مواردی باعث تأثیر در گروه اجرایی و نظارتی شرکت می‌شود که این موضوع بیانگر اهمیت توجه به ریسک‌های ناشناخته است. در این تحقیق، در ابتدا تمامی ذینفعان شرکت شناسایی شده و طی مصاحبه و همچنین سوابق قبلی، ریسک‌های پروژه استخراج شد که در نهایت ده ذینفع و یازده ریسک بدست آمد سپس طی نظرخواهی در قالب فرم، نسبت به تخصیص اعداد ۱ تا ۱۰ برای معیارهای FMEA اعم از شدت وقوع، احتمال وقوع و قابلیت شناسایی اقدام نموده و پس از محاسبه میانگین هر یک، عدد اولویت ریسک که از ضرب سه معیار محاسبه می‌شود استخراج و در نهایت ریسک‌ها رتبه بندی می‌شود. ریسک ناشی از عدم تملک اراضی و آزادسازی مسیر پروژه بیشترین احتمال بر پروژه را دارد که راه حل آن خط‌کشی با گچ یا آهک در مسیر پروژه ارائه شد و برای عامل تأخیر در مجوز حفاری توسط ارگان‌های مربوطه نیز پیشنهاد شد قبل از تحویل زمین، تمامی ارگان‌های مرتبط در محل پروژه حضور یافته و طی بازدید مسیر، در موعدهی مشخص نسبت به ارائه مجوز اقدام نمایند و برای عامل مسیر غیر قابل پیش بینی سنگی و دژ نیز پیشنهاد شد با اهالی و افراد مطلع طول مسیر صحبت و در خصوص نوع مسیر اطلاعات جمع آوری و در اسناد استعلام یا مناقصه درج شده تا پیمانکار در برآورد اولیه قیمت اعمال نماید.

با توجه به اینکه عامل عدم تملک اراضی و آزادسازی مسیر پروژه که جزو فرآیند مطالعات و بررسی‌های فنی آب است در حدود ۲۱ درصد ریسک‌های پروژه را شامل می‌شود. لذا طی مصاحبه با ذینفعان پیشنهاد شد در این خصوص اقدامات دیگری نیز صورت پذیرد زیرا قبل از شروع پروژه، نسبت به استعلام وضعیت زمین و املاک در مسیر پروژه اقدام می‌شود ولی هنگام شروع پروژه، مالکین دیگری نسبت به مسیر عبور لوله مدعی و باعث توقف پروژه می‌شود که با توجه به تجربیات ۲ نفر از ذینفعان، راه حل خط‌کشی کل مسیر با آهک یا گچ و نصب تابلو در صورت وجود ادعا توسط مالکین مسیر پروژه ارائه شد که در صورت ادعا توسط مالک، با شماره موبایل درج شده در تابلو تماس گرفته و اقدامات مرتبط قبل از شروع صورت پذیرد. عامل بعدی تاخیر در مجوز حفاری توسط ارگان‌های مربوطه در فرآیند امور حقوقی و ۱۸ درصد ریسک‌ها است که پیشنهاد شد قبل از شروع پروژه، از ارگان‌های مربوطه اعم از محیط زیست، شهرداری، راه و شهرسازی و سایر ارگان‌های مرتبط دعوت شده تا با حضور در مسیر پروژه، موضوعات آتی مورد بحث قرار گرفته و در مهلتی تعیین شده، نسبت به ارائه مجوز اقدام نمایند. عامل سوم نیز مسیر غیر قابل پیش‌بینی سنگی و دژ در فرآیند توسعه تاسیسات تامین آب بوده که ۱۵ درصد ریسک‌های پروژه را شامل می‌شود و توسط

برخی ذینفعان پیشنهاد شد قبل از شروع پروژه، از اهالی محل در خصوص وضعیت مسیر و جنس آن نظرخواهی شده و در اسناد مناقصه یا استعلام درج شود تا پیمانکاران، در هنگام پیشنهاد قیمت، این موضوع را مدنظر قرار دهند.

## مراجع

- [۱] یعقوبی، مهدی، (۱۳۹۷)، شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های موجود در پروژه‌های عمرانی با استفاده از تکنیک FMEA، دانشگاه آزاد اسلامی گچساران
- [۲] مرادی، ارشاد، (۱۳۹۷)، شناسایی و رتبه‌بندی علل تأخیر در پروژه‌های آب و فاضلاب با استفاده از تکنیک FMEA، دانشگاه آزاد اسلامی واحد صفادشت
- [۳] حسینی‌فراهانی، فرزانه و شیخان، عباس، (۱۳۹۵)، به‌کارگیری FMEA در بررسی و تحلیل عوامل خرابی کنتورهای آب بر اساس Topsis و AHP فازی، کنفرانس بین‌المللی مدیریت و مهندسی ترکیه
- [۴] رحمتی، فرهاد شهرامی، علی، براتلو، علیرضا، هاشمی، بهروز، مهدوی، نسترن سادات، صفری (۱۳۹۳)، تعیین کارایی روش "حالات شکست و تحلیل آثار آن در ارتقاء درآمد بخش اورژانس"، مجله طب اورژانس، دوره دو، شماره یک، صفحات ۲۰ الی ۲۷
- [۵] صیادی، حیاتی، منجزی، پاییز و زمستان، ۱۳۹۰ مدیریت ریسک ساخت تونل با استفاده از تکنیک‌های MADM مدیریت صنعتی، دوره، شماره، ۷، صفحات ۹۹-۱۱
- [۶] اسکندری، حمید، مدیریت ریسک و روش‌های ارزیابی ریسک با رویکرد کاربردی، انتشارات بوستان حمید، تهران
- [۷] Linhan Ouyang. (۲۰۲۲). Multiple perspectives on analyzing risk factors in FMEA, Science Direct, Vol ۱۴۱, ۱۰۳۷۱۲
- [۸] Hatefi. (۲۰۲۳). Risk assessment of oil and gas drilling operation: An empirical case using a hybrid GROC-VIMUN-modified FMEA method, Science Direct, Vol ۱۷۰, Pages ۳۹۲-۴۰۲