شناسایی و تجزیه و تحلیل ریسک‌های سد با استفاده از تکنیک FMEA، مطالعه موردی سد البرز بابل

احمدعلی فلاح[۱]، مسعود زینی[۲]، کامران فرخی[۳]، مرتضی حسن نژاد[۴*]

[۱] استادیار و عضو هئیت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات واحد میبد یزد
[۲] عضو هئیت علمی دانشگاه یزد
[۳] دانشجوی کارشناسی‌ارشد مهندسی و مدیریت ساخت دانشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات واحد یزد
[۴] کارشناس‌ارشد مهندسی و مدیریت ساخت موسسه آموزش عالی طبری بابل (نویسنده رابط) Manshoor65@gmail.com

چکیده

سدها از نظر اقتصادی، اجتماعی و سیاسی سازه‌هایی با اهمیت بالا به شمار می‌آیند و نقش آنها در توسعه کشورها غیر قابل انکار است. از طرفی سدها سازه‌هایی با خطر پیش‌رونده محسوب می‌شوند، بنابراین با توجه به اهمیت استراتژیک سدها لازم است، که بتوان به‌طور دقیق ریسک‌هایی که در معرض این سازه‌های می‌باشند را شناسایی کرد. در این مطالعه، با مروری بر پژوهش‌های پیشین انجام گرفته در داخل و خارج کشور ابتدا بالغ بر ۱۰۰ ریسک از سدها شناسایی شد، سپس با مصاحبه با متخصصین از میان ریسک‌های شناسایی شده ۷۴ ریسک مرتبط با سد البرز شناخته شده و سپس جهت تجزیه و تحلیل ریسک‌های شناسایی شده، با توزیع پرسشنامه در میان متخصصین و صاحب‌نظران ریسک و سد «شاغل در سد البرز» ریسک‌های تأثیر گذار سد البرز، از طریق میانگین‌گیری ریاضی و امتیازدهی به ریسک‌های شناسایی شده استخراج گردید. و در پایان سهم هر یک از ارکان پروژه در اثرگذاری در این ریسک‌ها مشخص گردید.

کلمات کلیدی: شناسایی ریسک، ریسک، سد، سد البرز

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

با گسترش و توسعه روز افزون پروژه‌ها و پیچده‌تر شدن آن‌ها، نیاز به ابزارهای جدید برای کمک به مدیریت پروژه‌ها الزامی است [۱]. از جمله‌ی این ابزارها ریسک[1] و مدیریت ریسک[2] است، که در چند سال اخیر به موضوعی حساس و ضروری برای سازمان‌ها و خصوصاً قشر مدیران تبدیل شده است، چرا که در یک محیط بی‌ثبات و نامعین، هر لحظه می‌توان انتظار وقوع رخدادهای خارج از برنامه و غیر منتظره را داشت. مدیران همیشه سعی دارند، بدانند چرا پروژه‌ها به تأخیر می‌افتد و یا هزینه و کیفیت محصول و پروژه بر اساس آنچه پیش‌بینی شده محقق نمی‌گردد. با رشد تئوری‌های مدیریت و برنامه‌ریزی و گسترش به کار گیری آنها، لزوم استفاده از ابزارهای مدیریت و شناسایی ریسک خصوصاً در محیط‌های پروژه‌های ساخت سد به شدت احساس می‌گردد. در این راستا تلاش برای شناسایی، آموزش و به کارگیری ابزارها و تکنیک‌های مدیریت ریسک پروژه طی سال‌های اخیر رشد فزاینده‌ای داشته است [۲]. شناسایی و مدیریت ریسک یکی از عوامل مهم مدیریت و موفقیت پروژه است، لذا در هر پروژه مخصوصاً پروژه‌های زیربنایی توجه به این امر مهم ضروری است [۳].

نخستین گام در ارزیابی یک عامل تعریف و شناسایی دقیق آن است. چند اصطلاح مورد استفاده در این تحلیل به شرح زیر است.

ریسک: این کلمه در اواسط قرن هفدهم میلادی از کلمه فرانسوی Risqué به زبان انگلیسی وارد و در نیمه اول قرن هجدهم با آغاز فعالیت‌های بیمه، به شکل انگلیسی ریسک تلفظ شد [۴]. هر صنعتی متناسب با دید خود تعریف به‌خصوصی از ریسک ارائه می‌دهد [۵].

ریسک طبق تعریف مؤسسه PMI[3]، عبارت است از "رویداد یا شرایطی غیر قطعی است که در صورت وقوع، اثر مثبت یا منفی روی حداقل یکی از اهداف پروژه خواهد گذاشت. ریسک دلیلی دارد و در صورت اتفاق نیز تجربه‌ای از آن حاصل می‌شود." تعاریف دیگری از ریسک در زیر ارائه شده است: ریسک، احتمال وقوع یک خسارت است. ریسک، عبارتست از واریانس توزیع احتمال وقوع تمامی پیامدهای ممکن یک عمل با مسیر ریسک‌زا. تعریف استاندارد ISO/IEC Guide 73 : "ریسک به عنوان تلفیقی از احتمال یک رویداد و پیامدهای آن تعریف می‌شود" [۲].

شناسایی ریسک[4]: فرآیندی دقیق، موشکافانه و کاوشگرانه است، که از طریق تعامل با افراد به شناسایی ریسک‌های پروژه می‌پردازد. روند شناسایی ریسک، روندی کیفی است که با هدف شناسایی و توصیف ریسک‌های مؤثر بر اهداف پروژه، طی می‌شود. در یک نگاه دقیق‌تر، شناسایی ریسک فرآیند تعیین ریسک‌های احتمالی مؤثر بر پروژه و تعیین مشخصه‌های هر یک از آنها و مستندسازی آنها می‌باشد. انجام شناسایی ریسک پروژه منوط به زمان خاصی از اجرا نیست، بلکه اجرای این فرآیند باید به‌طور ضابطه‌مند و در طول اجرای پروژه باشد [۲]. بر اساس PMI شناسایی ریسک: تعیین ریسک‌هایی که ممکن است بر پروژه اثر بگذارند و مستند سازی ویژگی‌های آنها [۶].

رد میل این‌گونه بیان می‌دارد که هدف از شناسایی منبع ریسک، مانع از بروز اتفاقاتی است که به خطا رفته و ایمنی پروژه را به خطر می‌اندازد [۷].

بسیاری بر این معتقدند که در مدیریت ریسک، شناسایی مهم‌تر از آنالیز ریسک می‌باشد [۸].

مطالعه موردی سد البرز

سد مخزنی البرز بر روی رودخانه بابل‌رود در محل تلاقی شاخه‌های گزو و چاخانی واقع در ۴۵ کیلومتری جنوب-شرقی شهرستان بابل و ۲۶۹ کیلومتری شمال شرقی تهران و در ۵۲ درجه و ۴۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۶ درجه و ۱۴ دقیقه عرض جغرافیایی انتخاب و تعیین گردیده است. این سد از نوع سنگریزه‌ای با هسته رسی می‌باشد و عرض تاج سد ۱۲ متر و طول آن ۸۳۸ متر و ارتفاع سد از پی ۷۸ متر می‌باشد. هدف احداث آن آبیاری ۵۴۰۰۰ هکتار از اراضی منطقه حد فاصل بین رودخانه های بابل، تالار، سیاه‌رود بوده و گنجایش کل مخزن آن ۱۵۰Mcm می‌باشد.

[1] Risk
[2] Risk management
[3] Project Management Institute
[4] Risk identification

Archive of SID
www.SID.ir

روش تحقیق

جمع‌آوری اطلاعات و تحلیل آنها باید به نوعی باشد که جامعه‌ی آماری مورد بررسی را به‌طور کامل پوشش دهد و حجم اطلاعات دریافتی به حدی باشد که سطح اطمینان آن بالا باشد و بتوان به آن استناد کرد. در این مطالعه روش‌های گردآوری اطلاعات عبارتند از:

با استفاده از کتاب‌های داخلی و خارجی موجود در رابطه با ریسک سدها، از کتابخانه‌ها و نیز تعدادی پایان‌نامه مرتبط و سایت‌های مربوط به ساخت و ساز و ریسک و غیره مطالب کافی در این زمینه جمع‌آوری شد. با بررسی‌های صورت گرفته و اتخاذ رأی متخصصین امر، به موارد خاص ریسک سد پی برده شد. در این تحقیق، با توزیع پرسشنامه میان متخصصین سدسازی و سازه‌های هیدرولیکی و ریسک با درجه کارشناسی‌ارشد و دکتری در پروژه، نهایتاً عوامل مؤثر به ترتیب درجه اهمیت مرتب شده و مهم‌ترین عامل انتخاب شده است. پس از شناسایی ریسک‌ها و معیارها و تحلیل پاسخ‌ها به بررسی دقیق آنها پرداخته شد و اولویت‌بندی گردید.

تکنیک‌های زیادی برای شناسایی ریسک وجود دارند، مانند مقایسه با دسته‌های ریسک[1]، بررسی سوابق تاریخی و سایر مستندات، طوفان فکری[2]، مصاحبه با متخصصین[3]، تکنیک گروه اسمی، تکنیک دلفی[4]، تجزیه و تحلیل قوت، فرصت و تهدید (SWOT)[5] تجزیه و تحلیل فرضیات[6]، تکنیک‌های نموداری[7]، ساختار شکست ریسک (RBS[8]). روش‌های شناسایی ریسک نمی‌توانند محدوده و مراحل فرآیند مدیریت ریسک را که دقت و توجه کافی می‌طلبد، پوشش دهند. باید متذکر شد که در شناسایی ریسک هرگز «بهترین روش» وجود ندارد و باید ترکیب مناسبی از روش‌های مورد استفاده قرار گیرد [۴] [۹]. از این رو در این پژوهش به ارائه تکنیک‌های نوین در حوزه شناسایی ریسک مبتنی بر تصمیم‌گیری گروهی و بهره‌گیری از تجربیات و نظرات و تخصص خبرگان ارائه می‌گردد. ریسک طی ۹ گام اساسی که در شکل ۱ نشان داده شده است، فرموله می‌شود؛ گام‌های۳، ۲، ۴ و ۶ می‌توانند به طور موازی بعد ازگام ۱ انجام شوند [۱۰].

شکل ۱ - گام‌های شناسایی ریسک [۱۰]

پژوهش‌های پیشین

یکی از اولین تلاش‌ها برای دسته‌بندی ریسک توسط شولتز[9] و همکاران انجام گرفته است. آن‌ها فاکتورها را به دو دسته استراتژیکی و تاکتیکی دسته‌بندی کرده‌اند. این دو گروه در فازهای مختلف پیاده‌سازی، پروژه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. گروه استراتژیک شامل مأموریت پروژه، حمایت مدیریت عالی و زمان‌بندی پروژه می‌باشد [۱۱]. پری[10] و هایس لیستی از ریسک‌های مربوط به پروژه‌های عمرانی را در قالب سه گروه، عبارت بودند از؛ ریسک‌های قابل کنترل توسط پیمانکاران،

[1] Risk categories
[2] Brainstorming
[3] Pre-Mortem
[4] Delfi - Technique
[5] Strength – Weakness – Opportunities and Threats analysis
[6] Assumption analysis
[7] Diagramming techniques
[8] Risk Breakdown Structure
[9] Schultz
[10] Perry

Archive of SID
www.SID.ir

مشاوران و مشتری‌ها ارائه کردند [۱۲]. دیاس[1] و یوندو منشأ و منبع ریسک را در ده گروه مختلف دسته‌بندی کردند. این ده گروه عبارتند از: کشور، حادثه غیر قابل پیش‌بینی، فیزیکی، مالی، ساخت، منافع، پیشرفت و ترقی، تدارکات، توسعه‌ای و ریسک‌های عملیاتی [۱۳]. تاه[2] و همکاران از ساختار شکست ریسک برای دسته‌بندی ریسک‌ها با توجه به منشأ و محل تأثیرشان استفاده کردند [۱۴].

در سال ۱۹۶۶ ویربا[3]، و همکاران از ترکیب رویکردهای تاه و همکاران و کوپر و چاپمن استفاده کرده است. رویکرد آنها بدین-صورت است که ابتدا ریسک‌ها را به‌صورت جامع دسته‌بندی کرده و سپس آنها را به دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم کردند [۱۵].

کاپلان[4] و گریک در سال ۱۹۸۱ نشان دادند تجزیه و تحلیل ریسک باید به‌منظور فراهم کردن ورودی‌های مسئله تصمیم‌گیری ایجاد گردد و باید علاوه بر ریسک‌های پروژه، هزینه‌ها و منفعت‌های پروژه را نیز شامل شود [۱۶]. مک گرگور[5] در سال ۱۹۸۳ بر اساس یک نظر سنجی به این نتیجه دست یافت که مخاطرات مهم در مدل‌های تجزیه و تحلیل ریسک ساخت و ساز عبارتند از عدم اطلاعات کافی، عدم توانیی در ایجاد توابع احتمالاتی، دشواری درک مفاهیم اطلاعاتی، وابستگی مفروضات به متغیرها و زمان و مدیریت امتناع از پذیرفتن ریسک‌های موجود در پروژه، می‌باشد [۱۷].فلاناگان[6] و نرمن با ترکیب رویکرد کلی‌نگر از تئوری سیستم‌های کلی و نظم ساختار شکست کار به‌عنوان یک چارچوب، سه راه را برای دسته‌بندی ریسک‌ها پیشنهاد می‌دهند که عبارتند از؛ طریق شناسایی نتایج، نوع و تأثیر ریسک [۱۸].

سیمستر[7] در سال ۱۹۹۴ پرسشنامه‌ای را به منظور رتبه‌بندی مزایای استفاده از آنالیز ریسک تنظیم کرد و مزایای شناسایی شده را به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

۱) اجازه می‌دهد برنامه‌ها واقع‌بینانه‌تر تدوین شوند.
۲) یک درک بالاتری نسبت به ریسک‌های پروژه ایجاد می‌نماید.
۳) اجازه‌ی ارزیابی احتمالات را می‌دهد.
۴) ریسک‌پذیری را آسان‌تر می‌نماید.
۵) بهترین قسمتی را که قادر به تحمل ریسک است شناسایی می‌کند.
۶) منجر به استفاده از مناسب‌ترین تدارکات می‌گردد.
۷) اطلاعات آماری درباره‌ی ریسک‌های تاریخی ایجاد می‌نماید.
۸) بین مدیریت خوب و مدیریت نامناسب تمایز ایجاد می‌کند [۱۹].

در تقسیم‌بندی که توسط انجمن مهندسین عمران آمریکا ASCE انجام گردیده است، ریسک‌های مربوط به پروژه‌های عمرانی را به‌صورت زیر طبقه‌بندی کرده است:

- ریسک‌های فیزیکی (امکان دسترسی به سایت، جنس زمین، شرایط آب و هوایی، وقایع طبیعی و غیره)
- ریسک‌های اقتصادی (تأمین سرمایه، مشکلات مالی، افزایش قیمت تمام شده پروژه، تورم، حوادث اقتصادی و غیره)
- ریسک‌های اجرایی (اشتباهات و ناقص اجرایی، تغییرات در طراحی و مشخصات و مقادیر، ضعف مدیریتی، تأخیرات، حوادث کاری و غیره)
- ریسک‌های حقوقی قراردادی (نوع قرارداد منعقده، محدودیت‌های قانونی و غیره)
- با توجه به ماهیت پروژه‌های سدسازی از لحاظ وسعت سرمایه‌گذاری، مدت زمان اجرا و حجم بالای عملیات اجرایی و پیچیدگی‌های طراحی و اجرایی و عدم امکان مطالعات ژئوتکنیکی دقیق لایه‌های خاک قبل از عملیات اجرایی در معرض انواع مختلفی از ریسک‌ها می‌باشند، ریسک‌هایی که منجر به خسارت، ضرر و زیان خواهد شد [۲۰].

هیلسون[8] در سال ۲۰۰۲ یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری به منظور انجام تجزیه و تحلیل ریسک برای پروژه خط لوله

[1] Dias
[2] Tah
[3] Wirba
[4] Kaplan
[5] MacGregor
[6] Flanangan
[7] Simister
[8] Hillson

Archive of SID

www.SID.ir

در هند ایجاد نمود. روش استفاده شده به وسیله دی شامل تجزیه کردن پروژه و شناسایی ریسک بوده است [۲۱]. پاتریک[1] زو و همکارانش در سال ۲۰۰۷ در مقاله خود اقدام به شناسایی ریسک کلیدی و مهم در پروژه‌های ساخت در چین کردند. که آنها ریسک‌های مربوط به پروژه‌های ساخت را در پنج گروه دسته‌بندی کردند: ریسک‌های هزینه‌ای، زمانی، کیفیتی، محیطی و ایمنی [۲۲].

بر اساس PMBOK 2008 و تحقیقات مشابه انجام شده علل بروز ریسک در پروژه‌های ساخت شناسایی شده است و با توجه به نظرات سرگروه اصلی درگیر این گونه پروژه‌ها، یعنی کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران نظرات آنها تحلیل و دسته‌بندی شده است. نتایج حاصل از انجام این تحلیل‌ها، حاکی از آن است که ریسک پروژه‌های سد به دو دسته کلی ساخت و تامین سرمایه دسته بندی می شود [۶]. هایفنگ[2] و همکارانش در سال ۲۰۰۹ ماتریس ریسک را به منظور شناسایی رویدادهای ریسک کلیدی، برای شرکت‌های خصوصی شرکت کننده در پروژه‌های دولتی در چین، مورد استفاده قرار داده و یک مبانی و اساس برای پیش‌گیری از ریسک ارائه کردند [۲۳]. در پژوهشی که پینگ[3] در ریسک پروژه های ساخت در چرخه حیات پروژه داشته مشخص شده است که ریسک منابع انسانی در گیر در پروژه مهم‌ترین ریسک شناسایی شده است [۲۴]. رانگ[4] در سال ۲۰۱۱ ، ابتدا ریسک‌ها را به سه دسته داخلی (قابل کنترل به‌وسیله عوامل پروژه) و پنج دسته خارجی (غیر قابل کنترل به‌وسیله عوامل پروژه) تقسیم نمود [۲۵].

در تحقیق حسامی و همکارانش کارشناسان به طور کلی درخصوص پروژه‌هایی که در کشور انجام می‌شود؛ اعمال نظر نموده با ارزیابی پروژه ۸ کلاس ریسک اصلی مشتمل بر ریسک خارجی، شرایط سایت، قرارداد کارفرما و پیمانکار، شرایط کارفرما، عوامل اجرایی پروژه، برنامه‌ریزی پروژه و روش قرارداد عوامل اجرایی شناسایی شد، که خود به زیرشاخه‌هایی تقسیم می‌شوند [۲۶]. در مطالعات رحمتیان عوامل مؤثر در ایجاد ریسک شامل نوع قرارداد، سیستم‌های اجرای پروژه، پیچیدگی پروژه، چرخه عمر پروژه، شرایط سیاسی، شرایط اقتصادی، شرایط فرهنگی اجتماعی، محدوده پروژه، شرایط قانونی، اندازه پروژه، بروکراسی اداری، وضعیت فنی، مالی و مدیریتی پیمانکار، کارفرما و طراحان، دسترسی به محل اجرای پروژه بودند که با عنوان فاکتورهای ریک معرفی شدند. مشخصات پروژه با ترکیب فاکتورهای ریسک، منجر به ایجاد ریسک می‌شوند [۲۷].

در پژوهشی که خوشخواهش و همکارانش در رابطه با مدیریت ریسک و تأثیر آن بر روی تغییر گزینه پروژه سد و نیروگاه رودبار لرستان بر پایه ضریب اطمینان سازه‌ای (ایمن در مقابل لرزه‌خیزی، ایمن در مقابل سیل و غیره) ، پایش ایمنی سد، ایمنی در هنگام بهره‌برداری و برنامه‌ریزی در مواقع اضطراری داشته‌اند، مخاطرات بالقوه مشتمل بر؛ سیل، ارتعاش زلزله، جابجایی گسل در اثر زلزله، سنگ‌ریزش (به اضافه‌ی امواج ایجاد شده در مخزن) ، تراوش، نشست (بدنه سد، پی فشار Uplift) تغییرسختی پی در مارست، ترک‌های سازه‌ای، تحلیل و طراحی ریسک و تروریسم شناسایی شد [۲۸].

در مطالعات موسوی ریسک‌ها به صورت زیر در سد مخزنی ارس ۲ شناسایی شدند:

۱- حوادث (تصادفات) ۲- آسیب به مالکیت شخص ثالث ۳- تأخیر در حل موضوعات قراردادی ۴- نوع قرارداد ۵- تغییر در تعهدات و طرح دعاوی ۶- سرمایه‌گذاری ناکافی ۷- ورشکستگی‌های پیمانکار ۸- هزینه مواد اولیه و خام ۹- نوع کارفرما (خصوصی یا دولتی) ۱۰- تأخیر در پرداخت پیمانکار ۱۱- تغییر در طرح اولیه ۱۲- تحمیل برنامه زمان‌بندی ۱۳- استانداردهای طراحی و عملکرد ۱۴- مشخصات ناکافی ۱۵- تغییرات در طراحی و محدوده کارها ۱۶- تناقض مدارک و اسناد ۱۷- خاموشی سیستم ۱۸- پیچیدگی پروژه از لحاظ اجزا ۱۹ کم‌بود تجهیزات ۲۰- پیمانکاران جز ۲۱- تغییر در برنامه زمان‌بندی ۲۲- وقفه‌های کاری ۲۳- اعتصابات و اغتشاشات ۲۴- عدم دسترسی به موقع نیروی انسانی ۲۵- بهره‌وری نیروی انسانی ۲۶- وقوع وقایع سیاسی ۲۷- تهدیدات داخلی و خارجی ۲۸- کلاهبرداری‌ها ۲۹- خراب‌کاری و کارشکنی ۳۰- عدم وجود رضایت جمعی ۳۱- نظریات اجتماعی ۳۲- استانداردها و الزامات محیطی ۳۳- محدودیت‌های بوم‌شناختی ۳۴- تغییر در قوانین و مقررات ۳۵- مقررات محلی و منطقه‌ای ۳۶- شرایط بازا و نوسانات قیمت ۳۷- مالیات‌ها، عوارض و حقوق

[1] Patrick
[2] Haifang
[3] H. Ping Tserng
[4] Li Rong

Archive of SID
www.SID.ir

گمرکی ۳۸- تورم ۳۹- کمبود منابع انسانی ۴۰- شرایط زیر ساختی زمین‌شناسی
۴۱- شرایط مکانی غیر قابل پیش‌بینی ۴۲- شرایط زیر ساختی آب زیر زمینی ۴۳- زلزله ۴۴- سیل
۴۵- آتش‌سوزی ۴۶- طوفان

در مطالعات وی معیارها جهت تشخیص ریسک نزدیکی زمان وقوع ریسک، میزان مواجه با ریسک، میزان مدیریت‌پذیری، اثرات اجتماعی- اقتصادی، اثرات زیست‌محیطی و عدم اطمینان از ریسک بودند [۲۹].

در مطالعه شمسایی و همکارانش، انواع ریسک با توجه به نوع سد مورد مطالعه قرار گرفت. انتخاب سیستم و نوع مناسب سد با توجه به شرایط ساختگاهی منطقه، امکانات اقتصادی و پرهیز از شتاب‌زدگی در فاز اولیه شناسایی و طراحی مناسب در کاهش ریسک بسیار مهم می‌باشد. انواع مختلف سدها با ریسک‌های مختلف در اجرا روبرو هستند. سدهای بتنی وزنی و سدهای بتنی قوسی سازه‌های حجیم با آسیب‌پذیری کمتری در مقابل ریسک‌های زلزله و پدیده روگذری هستند و در معرض ریسک‌های طراحی غلط، انتخاب تجهیزات نامناسب اجرایی و غیره می‌باشند. درسدهای سنگریزه‌ای می‌توان انتخاب نامناسب مصالح هسته، فیلتر و سنگریزه‌ای در نتیجه دست‌یابی به منحنی دانه‌بندی و پدیده روگذاری را به عنوان ریسک‌های آشکار در این سدها نام برد. وقوع پدیده روگذاری در سدهای خاکی خسارت‌های قابل توجهی به هسته رسی و لایه فیلتر وارد می‌سازد. بارندگی یکی از ریسک‌های اصلی سدهای خاکی می‌باشد که سبب فرسایش شدید شیب‌های حفاظت نشده نیز می‌شود. این سدها در طول اجرا در معرض شدید اثرات آب از هر نوع هستند [۳۰].

در مواجهه با مشکلات مختلف ژئوتکنیکی، انواع سدها رفتار مشابهی ندارند. تأثیر انتخاب نوع سد را در تشدید ریسک به‌صورت زیر می‌توان عنوان نمود. در برابر ضعف مقاومتی پی، سد خاکی همگن و در برابر زمین‌لرزه سد خاکی سنگریزه‌ای ضعیف‌ترین رفتار را نشان می‌دهند، در برابر ریزش جریان از روی بدنه، سد بتنی قوسی، در مقابل حرکات گسل، سد خاکی سنگریزیه‌ای، در برابر نشست غیر یکنواخت، سد خاکی همگن و در خصوص فرسایش پایین دست، سد بتنی وزنی دارای ریسک بیشتری نسبت به سایر انواع سد می‌باشند [۳۰].

در مطالعات متعدد ریسک های مختلفی به روش های مختلفی در پروژه‌های ساخت شناسایی شده است. اما در هیچ یک از مطالعات فوق شناسایی و اولویت‌بندی ریسک پروژه سد به طور خاص انجام نگردیده است. بنابراین با توجه به ریسک‌های شناسایی شده در مطالعات پیشن در پروژه‌های ساخت و به خصوص سدها بالغ بر ۱۰۰ ریسک شناسایی شد. پس از مصاحبه با متخصصین از میان ریسک‌های شناسایی شده ۷۴ ریسک مربوط و مرتبط با سد البرز بوده که در ادامه به اولویت‌بندی آنها پرداخته شده است.

نتایج پرسشنامه هدفمند

حالت شکست و تحلیل اثر

حالت شکست و تحلیل اثر[1] (FMEA) یک روش سیستماتیک برای شناسایی و پیشگیری از مشکلات فرآیند پروژه است که برای شناسایی عوامل بالقوه خرابی به‌کار می‌رود در واقع این روش در مراحل طراحی پروژه یا توسعه فرآیند مورد بررسی قرار می‌گیرد. به بیان دیگر، یکی از تفاوت‌های اساسی FMEA با سایر تکنیک‌های کیفی این است که FMEA یک اقدام کنشی است، نه واکنشی. خاصیت FMEA به‌گونه‌ای است که روند اجرای آن باید از طریق گروه‌های چند تخصصی[2] متشکل از بهترین مهندسین و کارشناسان خبره در اموری مانند طراحی، ساخت و تولید، مونتاژ، خدمات پشتیبانی، نگهداری و تعمیر، کنترل کیفیت و قابلیت اطمینان که دارای تخصص و تجربه لازم می‌باشند، انجام پذیرد.

FMEA در سه مرحله می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. مرحله اول در ارتباط با شناسایی حالت بالقوه شکست در داخل سیستم می‌باشد. حالت شکست می‌تواند داخل یا خارج از بدنه سیستم باشد. تجزیه و تحلیل ریشه‌ای دلایل به منظور درک روابط بین دلایل مختلف و تأثیر آنها می‌تواند بسیار مفید باشد. مرحله دوم ارتباط برخورد کارشناسان موضوع در مورد وقوع[3]

[1] Failure Mode and Effect Analysis
[2] Cross functional team
[3] Occurrence

Archive of SID
www.SID.ir

(O) ، شدت[1] (S) و سطح تشخیص[2] (D) برای حالت شکست شناسایی شده می‌باشد. برآورد وقوع، شدت و تشخیص برای محاسبه نمره اولویت ریسک[3] (RPN) استفاده می‌شود [۳۱] [۳۲].

نمره اولویت ریسک (RPN) این عدد حاصل‌ضرب شدت، وقوع و تشخیص است. RPN اولویت‌بندی خرابی‌ها را نشان می‌دهد و به تنهایی معنی و ارزشی ندارد، بلکه فقط برای رتبه‌بندی نقص‌های بالقوه سیستم به کار می‌رود.

$$RPN= (S) \times (O) \times (D)$$

این عدد مبنای اولویت‌بندی حالات خرابی می‌باشد. با توجه به این که شدت، وقوع و تشخیص اعدادی بین ۱ تا ۱۰ می‌توانند اختیار کنند، RPN رقمی بین ۱ تا ۱۰۰۰ می‌تواند داشته باشد. شدت (S) عبارت است از رتبه‌ای که حاد بودن اثر بالقوه خرابی را نشان می‌دهد. شدت همیشه در مورد آثار حالت خرابی به کار می‌رود. در واقع، رابطه‌ای مستقیم بین اثر و شدت وجود دارد. وقوع (O) عبارت است از مقادیر رتبه‌بندی که بر اساس احتمال وقوع خرابی ناشی از علت مورد نظر که در طول عمر پیش‌بینی شده در طراحی ظیستم به‌وجود می‌آید، در نظر گرفته می‌شود. شدت و وقوع به عنوان احتمال و اثر در هر ماتریس ریسک شناخته شده است، پارامتری که FMEA به آن اضافه کرده است، تشخیص می‌باشد. تشخیص (D) عبارت است از احتمال این که کنترل‌های جاری یک سیستم بتواند یک خرابی یا علت خرابی را قبل از اینکه طراحی اجزای سیتم آغاز شود، تشخیص دهد. برای تعیین رتبه تشخیص باید توانایی کنترل‌های جاری را در شناسایی خرابی قبل از این که مشخصات سیتستم به تأئید نهایی برسد تخمین زد. رویدادهای ریسک با احتمال وقوع کم نمی‌توانند دارای رتبه تشخیص بالایی باشند مگر این‌که یک اقدام مؤثری جهت کنترل این رویدادهای ریسک ایجاد گردد. جدول و نمونه‌ای از طبقه‌بندی شدت، وقوع و تشخیص را نشان می‌دهد. با توجه به مقادیری که در جداول ۱ و ۲ و ۳ ارائه شده برای هر یک از اصطلاحات بیان شده است، مقدار RPN محاسبه می‌گردد.

جدول۱- معیار ارزیابی طبقه‌بندی شدت

شدت	امتیاز	توضیحات
بعید	۱	بدون تأثیر
پایین	۳-۲	کمی قابل توجه
متوسط	۶-۴	تأثیر قابل توجه در زیر سیستم‌ها.
بالا	۸-۷	تأثیر بر روی سیستم اصلی، اما نه بر روی ایمنی و یا واد صلاح‌دید نظارتی.
بسیار بالا	۱۰-۹	تأثیر برر روی ایمنی و یا مواد صلاح‌دید نظارتی.

جدول۲- معیار ارزیابی طبقه‌بندی وقوع

وقوع	امتیاز	توضیحات
بعید	۱	شکست بعید به نظر می‌رسد.
پایین	۳-۲	تعداد خطاها بسیار کم است.
متوسط	۶-۴	تعداد شکست در حد متوسط رخ خواهد داد.
بالا	۸-۷	تعداد زیادی خطا به وقوع می‌پیوندد.
بسیار بالا	۱۰-۹	وقوع خطا حتمی است، سابقه نشان داده است که خطا وجود داشته است.

[1] Severity
[2] Detection
[3] Risk Priority Number

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳- معیار ارزیابی طبقه‌بندی تشخیص

تشخیص	امتیاز	توضیحات
عدم تشخیص قطعی	۱۰	کنترل، نقص‌ها را شناسایی نمی‌کنند.
خیلی پائین	۹	کنترل‌ها، احتمالاً نقص را تشخیص نخواهند داد.
پائین	۸-۷	کنترل‌ها، شانس کمی برای تشخیص نقص دارند.
متوسط	۶-۴	کنترل‌ها، ممکن است نقص را تشخیص دهند.
بالا	۴-۳	کنترل‌ها، شانس خوبی برای تشخیص دارند.
بسیار بالا	۲-۱	کنترل‌ها، قطعاً نقص را تشخیص خواهند داد.

پس ازتنظیم پرسشنامه، عوامل ریسک پروژه‌ی سد را در بیش از ۷۰ مورد ذکر کرده و به تعداد ۳۵ نفر ازعوامل اجرایی درگیر در پروژه داده شد که تعداد ۲۶ عدد از پرسشنامه پاسخ و بازگردانده شد و کارکنان پروژه نظرات خود را اعلام کردند تا از این طریق به نتایج لازم برای رسیدن به عوامل مورد نظر رسیده شود. از پاسخ‌دهندگان تعداد ۷ نفر داری تحصیلات کاردانی و ۱۹ نفر کارشناس و بقیه کارشناس‌ارشد و با میانگین سابقه اجرایی۱۳ سال، بودند. این اولویت‌بندی بر اساس روش RPN صورت گرفت و نتایجی مطابق با جدول شماره ۴ بدست آمد که در آن عوامل مهم ریسک موارد تأخیر در دریافت‌ها و پرداخت‌های مالی (صورت وضعیت‌ها)، توان مالی پیمانکار، ضعف مدیریت کارفرما، ضعف مدیریت کارفرما، برآورد ناکافی هزینه اجرای پروژه اولویت‌های نخست از ریسک بودند و در پایان نیز سهم هر یک از عوامل پروژه در این ریسک شناسایی شد که با توجه به شکل شماره بیشترین سهم با میانگین ۳۵ درصد مربوط به کارفرما بوده است که در شکل شماره ۲ تشریح شده است.

جدول ۴- اولویت‌بندی ریسک‌ها بر اساس RPN

۱	تأخیر در دریافت‌ها و پرداخت‌های مالی (صورت وضعیت‌ها)	680.55556	۲۲	تأخیرات	441.66667
۲	توان مالی پیمانکار	650	۲۳	کم‌بود مصالح، ماشین‌الات و تجهیزات	438.88889
۳	ضعف مدیریت کارفرما	636.11111	۲۴	تخریب سازه‌های اصلی پروژه	425
۴	برآورد ناکافی هزینه اجرای پروژه	616.66667	۲۵	تراوش از قسمت‌های مختلف	422.22222
۵	ضعف مدیریت کارگاه	600	۲۶	مشخصات ناکافی	421.11111
۶	کیفیت، کمبود و تأخیر در تأمین مصالح	566.66667	۲۷	نشست (و انواع آن)	419.44444
۷	عدم تجربه پیمانکار اصلی	547.22222	۲۸	روش مناقصه‌گذاری و انتخاب پیمانکار	418.88889
۸	فقدان پیمانکاران مناسب	547.22222	۲۹	دخالت‌های کارفرما	416.66667
۹	عوامل انسانی در گیر در پروژه	519.44444	۳۰	ایجاد ترک یا شکست در قسمت‌های مختلف سازه اصلی پروژه	413.88889
۱۰	نوع کارفرما (خصوصی یا دولتی)	513.88889	۳۱	تناقض مدارک و اسناد	406.11111
۱۱	عدم هماهنگی بین نظارت و اجرا	505.55556	۳۲	بهره‌وری نیروی انسانی	400
۱۲	انتخاب مصالح هسته، فیلتر و سنگریزه	498.88889	۳۳	کیفیت دوره بهره‌برداری	391.66667

Archive of SID

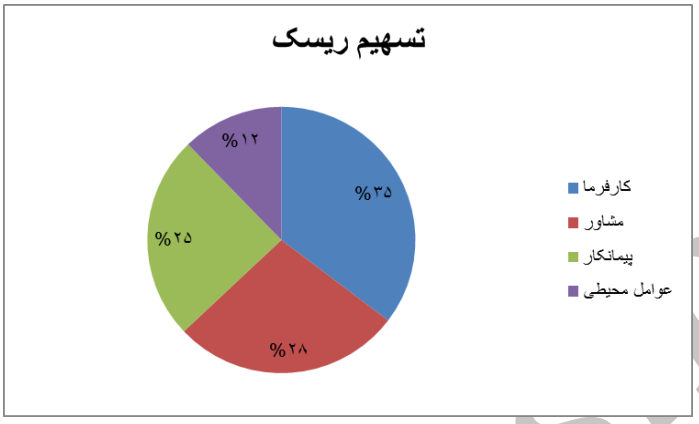
www.SID.ir

۱۳	محل اجرا	497.22222	۳۴	خطاهای حین اجرا	386.66667
۱۴	مشخصات ناکافی	486.66667	۳۵	عدم اشراف کامل مشاور بر شرایط و مقررات پیمان	382.22222
۱۵	تغییر در بودجه، برنامه زمان‌بندی، روش‌های اجرایی و غیره	483.33333	۳۶	سیل	380.55556
۱۶	وضعیت و بازدهی ماشین‌آلات موجود	480.55556	۳۷	دسترسی به محل اجرای پروژه	380.55556
۱۷	انتخاب سیستم و نوع مناسب سد	478.88889	۳۸	انتقال نادرست اطلاعات از طراحی پایه به طراحی تفضیلی	376.11111
۱۸	تعلل در تصویب نقشه‌های اجرایی	472.22222	۳۹	کم‌بود منابع انسانی متخصص	375
۱۹	شرایط زیر ساختی زمین‌شناسی	469.44444	۴۰	شرایط مربوط به زمین	372.22222
۲۰	فقدان تجهیزات و ماشین‌آلات جای‌گزین در زمان خرابی	456.66667	۴۱	انتخاب روش اجرای پروژه (سه عاملی، طرح و ساخت، مدیریت اجرا)	372.22222
۲۱	تغییر در روابط بین‌المللی	447.22222	۴۲	مشکلات با همسایگان و اهالی منطقه	370
۴۳	ویژگی‌های خاص پروژه	369.44444	۵۸	پیش‌آمدن مشکل در همکاری با شهرداری و سایر ارگان‌ها	293.88889
۴۴	تغییرات در طراحی و محدوده کارها	361.11111	۵۹	عذم بررسی hse در اجرا	280.55556
۴۵	عدم دقت در کنترل و تطبیق نقشه و اجرا	354.44444	۶۰	عدم دسترسی به مشاوران خارجی به دلیل مسائل سیاسی	276.11111
۴۶	استانداردهای به‌روز و متناسب	350	۶۱	شرایط نامناسب جوی	275
۴۷	روش قرار داد عوامل اجرایی	347.22222	۶۲	فرسایش	274.44444
۴۸	بروکراسی اداری موجود در سازمان کارفرمایی و پیمانکاری	340	۶۳	طوفان	263.88889
۴۹	پیمانکاران جز	339.44444	۶۴	انبار با موقعیت و شرایط نامناسب	263.88889
۵۰	اعتراضات و اعتصابات مردمی	337.22222	۶۵	مشکلات حمل کالا، تجهیزات و مصالح	262.22222
۵۱	ارتعاش زلزله	327.77778	۶۶	تأثیر پروژه‌های مجاور	254.44444
۵۲	مشخصات قرارداد پروژه	326.66667	۶۷	حوادث برای نیروی انسانی و تجهیزات	252.22222
۵۳	اندازه پروژه	321.66667	۶۸	مشکلات ناشی از برچیدن کارگاه	234.44444
۵۴	انتظارات جهت تأئید آزمایشات و تحقیقات	318.33333	۶۹	آتش‌سوزی	212.22222
۵۵	تغییرات در قوانین و آئین‌نامه‌ها	311.11111	۷۰	عدم امکان کمک رسانی به برخی آسیب دیدگان	211.66667
۵۶	عدم دقت در درج مستندات فنی و اجرایی	305.55556	۷۱	انفجار	206.11111

Archive of SID

www.SID.ir

۵۷	وجود فرآیندهای برنامه‌ریزی و کنترل پروژه	300.55556	۷۲	مشکلات ناشی از سرقت کارگاه	176.11111



شکل ۲- تسهیم ریسک ارکان پروژه

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس تحقیقات صورت گرفته و با در نظر گرفتن این مطلب که این نتایج منحصراً مربوط به نمونه خاص پرسشنامه‌های به کار رفته در این پروژه بوده و در بسیاری موارد جهت اظهار نظر قطعی نیاز به برنامه گسترده‌تری وجود دارد، موارد زیر قابل استنتاج و نتیجه‌گیری است:

از بررسی‌های انجام شده بر سدها مشخص است که هنوز مشکلات زیادی در طرح و اجرای این سد وجود دارد. مشکلاتی که صنعت سدسازی کشور نیز از آن رنج می‌برد. شناسایی ریسک‌های سدسازی بسیار مهم می‌باشد و نادیده گرفتن این ریسک‌ها مشکلات متعددی را در مراحل بعدی بوجود می‌آورد. اهمیت شناسایی ریسک‌ها از این روست که می‌توان با شناسایی و رتبه‌بندی آنها و دقیق شدن بر روی ریسک‌های با فاکتور ریسک بالاتر و برای ریسک‌های اصلی با هزینه کم فواید بسیاری بدست آورد و یا مانع از دست رفتن سرمایه‌ای عظیم شد. در پروژه مذکور ریسک‌های اصلی در جدول شماره ۴ نشان داده شده است عوامل نخست از ریسک‌ها عامل مالی و مدیریتی است و شکل شماره ۲ مؤید این موضوع است که کارفرما با تأمین مالی می‌تواند از این ریسک‌ها کاش داده و انها را به فرصت تبدیل کند. ما استفاده از این شیوه انالیز و ارزیابی ریسک را در دیگر پروژه‌های سدسازی نیز توصیه می‌کنیم، زیرا با شیوه به کار رفته در این مطالعه می‌توان چارچوبی را فراهم کرد تا همه حوانب و علل وقوع ریسک‌های اصلی در نظر گرفته شود و بدین شیوه به هدف ارزیابی ریسک که کاهش، کنترل و واگذاری ریسک به طرفی که بیشترین توانایی را در اداره آن دارد رسید.

مراجع

[۱]. دین‌محمد ایمانی ، "مدل مدیریت ارزش و ریسک به صورت هم‌زمان در پیاده‌سازی تکنیک مهندسی ارزش جهت مدیریت مؤثر پروژه‌ها"، ماهنامه مهندسی خودرو و صنایع وابسته، مرداد ۱۳۸۸، شماره ۹، ص ۱۰
[۲]. حسین عوض خواه، امیر حسن محبی "مدیریت ریسک پروژه" انتشارات کیان رایانه سبز، چاپ ۱۳۸۹
[۳]. محسن ترابی، سید نصرالله ابراهیمی، میلاد دهخدایی "شناسایی ریسک پروژه‌های BOT با دیدگاه TEFCEL و ارایه راهکارهای مقابله با آن"، مجموعه مقالات دومین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت ساخت، ۱۳۹۱
[۴]. مریم رحمتیان، منصور مؤمنی، بهمن حاجی‌پور "شناسایی فاکتورهای کلیدی ریسک در پروژه‌های ساخت" مجموعه مقالات سومین

Archive of SID
www.SID.ir

همایش تخصصی مهندسی صنایع، ۱۳۹۰
[۵]. نجف قراچورلو "ارزیابی و مدیریت ریسک" انتشارات علوم و فنون، ۱۳۸۴
[6]. Project Management Institute (PMI Standards Committee) "A Guide to project management body of knowledge" <PMBOK>, USA, 2008
[۷]. عباس شول، علیرضا فتحی‌زاده "ارزیابی ریسک و عدم اطمینان در پروژه‌های سدسازی ایران با استفاده از روش AHP" مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه
[8]. Bajaj D., Oluwoye J., Lenard D., "An analysis of contractors' approaches to risk identification in New South Wales", Australia, Construction Management and Economics, 21 October 2010.
[۹]. قائدشرف. مرجان، علائی اورگانی. ر، ملکی .ح.ر، "ارائه مدلی جهت مدیریت و اولویت بندی ریسک فعالیت‌های پروژه در شرایط فازی با استفاده از الگوریتم برنامه‌ریزی کیفی" مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، ۱۳۸۷
[۱۰]. مهام .یگانه "مدیریت ریسک پروژه‌های فن آوری اطلاعات"،مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، ۱۳۸۴
[11]. Schultz, R.L, D .PSlevelin, and J.K Pinto "Strategy and statics in proves model of project implementation" interface 34-46, 1987
[12]. Perry, j, g and R, W, Heyes "Risk and management in construction project" In ICE proceeding, the institution of civil eng, part I, P.499-521, 1985
[13]. Dias Jr, and P. G Ioannou, "A desirability model for the development of privately promoted infrastructure" UMCEE Rep, 1995
[14]. Tah, J. H. M., Thorpe A. & Mccaffer R "Contractor project risks contingency allocation using Iinguistic approximation" computing systems in engineering, 4(2-3), 281-293, 1993
[15]. Wirba E,N, Tah J.H.M and Howes, R "Risk interdependencies and natural language computation" Jouranl of enginieering construction and architectural management" 3(4), 251-269- 1996
[16]. Kaplan, S. and Garrick, B. J.. “On the quantitative definition of risk.” Risk Analysis, 1(1), 11-27. 1981
[17]. MacGregor J. M. “What users think about computers models.” Long Range Planning, (1983). 16(5), 45-57.
[18]. Flanangan, R and G Norman "Risk managememnt and construction" wiley Blackwell, 1993
[19]. Simister, S. J.. “Usage and benefits of project risk analysis and management.” Int. J. Proj. Manage., 12(1), 5-8. 1994
[20]. Bowles, D.S., Anderson, L.R., Glover, T.F., Chauhan, S.S, , “Portfolio risk assessment: a tool for dam safety risk management”, Proceedings of the 1998 USCOLD Annual Lecture,Buffalo,New York. 1998
[21]. Hillson, D. "Use a Risk Breakdown Structure (RBS) to Understand Your Risks."Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, San Antonio, Texas, USA. 2002
[22]. Patrick X. w zou, Gumin zhang, Jiayuan wang "Understanding the key risk in construction project in china" energy procedia 13,2726-2733, 2007
[23]. Haifang, C., Zhou, Q. and Ge, H. “Risk identification of private capital participating in government project based on risk matrix.”Proceedings of International Conference on Management and Service Science. . 2009
[24]. H. Ping Tserng a, , Samuel Y.L. Yin, R.J. Dzeng c, B. Woud, M.D. Tsai e, W.Y. Chen "A study of ontology-based risk management framework of construction projectsthrough project life cycle" Automation in Construction 18, 2009 , 994–1008 journal homepage: www. e lsevier.com/locate/autcon
[25]. Li Rong "The study on large-scale construction engineering quality risk management" energy procedia 13, 2578-2584, 2011
[۲۶]. سعید حسامی، فرشید رضا حقیقی، مرتضی حسن نژاد "کاربرد مهندسی ارزش در تحلیل ارزیابی ریسک پروژه‌های ساخت" مجموعه مقالات دومین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت ساخت، ۱۳۹۱

Archive of SID
www.SID.ir

[۲۷]. مریم رحمتیان، منصور مؤمنی، بهمن حاجی‌پور "شناسایی فاکتورهای کلیدی ریسک در پروژه‌های ساخت" مجموعه مقالات سومین همایش تخصصی مهندسی صنایع، ۱۳۹۰
[۲۸]. محمد تقی خوشخواهش، سید ابوالفضل محمدی " مدیریت ریسک و تأثیر آن بر روی تغییر گزینه پروژه سد و نیروگاه رودبار لرستان" مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مدیریت بحران، زلزله و آسیب‌پذیری اماکن و شریان‌های حیاتی
[۲۹]. سید مجید موسوی شیاده "ارائه مدلی برای ارزیابی ریسک‌های پروژه (مطالعه موردی سد مخزنی ارس ۲)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه تربیت مدرس، استاد راهنما: عباس مقبل، استاد مشاور: علی رجب‌زاده، ۱۳۸۹
[۳۰]. ابوالفضل شمسایی، پریسا رزم‌آرا "کاهش ریسک پروژه‌های سدسازی با استفاده از تلفیق مدیریت ریسک و مهندسی ارزش" مجموعه مقالات دومین همایش ملی سدسازی، زنجان، ۱۳۸۸
[31]. MIL-STD-1929A (1980), Military Standard- Procedures for performing a failure mode effects and criticality analysis, 2, US Department of Defense, Washington DC, USA.
[۳۲]. امیر طاهری ریابی "ارزیابی کمی ریسک پروژه‌های تونل‌سازی با استفاده از تصمیم‌گیری ترکیبی" پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، مؤسسه آموزش عالی طبری، استاد راهنما: سعید حسامی، استاد مشاور: محمد رضا بیطرفان، شهریور ۱۳۹۱

Archive of SID

www.SID.ir