

تحلیل، ارزیابی و مدیریت ریسک پروژه‌های آسفالت حفاظتی پلیمری به روش FMEA

مقاله پژوهشی

علی زهتابچی، گروه مهندسی عمران، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران
سیدامیرحسین هاشمی*، گروه مهندسی عمران، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران
سمیه اسدی، گروه مهندسی معماری، واحد مهندسی A، دانشگاه پنسیلوانیا، پنسیلوانیا، ایالات متحده آمریکا
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Hashemi@qiau.ac.ir

دریافت: ۹۸/۰۴/۲۵ - پذیرش: ۹۸/۰۹/۲۰

صفحه ۷۴-۶۳

چکیده

دانش مدیریت ریسک بعنوان بخشی از مدیریت پروژه در پروژه‌ها تعمیر و نگهداری بسیار حائز اهمیت می‌باشد و تلاش برای مشخص کردن تمامی ریسک‌ها بالقوه پروژه بسیار اهمیت دارد. حتی اگر بخشی جدی از محاسبات یا رخدادهای ریسک پروژه نباشد. در این پروژه‌ها احتمال اینکه هر یک از سه هدف اصلی هزینه، زمان و کیفیت در معرض ریسک و عدم اطمینان قرار گیرند، وجود دارد. ریسک در پروژه رویدادهای ممکن الوقوع نامعلومی هستند که در صورت وقوع بصورت پیامدهای منفی یا مثبت در اهداف پروژه موثر می‌باشند که هر یک دارای علل مشخص و نتایج قابل تشخیصی هستند که مستقیماً در هزینه، زمان و کیفیت پروژه موثر می‌باشد. از طرفی، تحقیقات گسترده‌ای در زمینه مدیریت ریسک پروژه‌های که در سطح شهر اجراء می‌گردد انجام گرفته است. یکی از مهمترین این پروژه‌ها، آسفالت حفاظتی پلیمری است. پروژه‌های آسفالتی جایگاه مهمی در زیبایی شهر و ارتقاء رضایتمندی شهروندان دارد و در سال‌های اخیر نیز بر اهمیت آن افزوده شده است که بیشترین سهم مالی از کل مبلغ احداث و نگهداری بزرگراه را دارا می‌باشد. لیکن متأسفانه، ارزیابی این پروژه‌ها آنطوری که باید و شاید صورت نگرفته است. در نتیجه در این مقاله، ریسک پروژه‌های آسفالت حفاظتی پلیمری تحلیل و ارزیابی خواهد شد. نگارنده در این مقاله ضمن بررسی اجمالی قراردادهای EPC با بهره‌گیری از تجارب گردآوری شده در چند پروژه همچنین با استفاده از مصاحبه حضوری و ارایه پرسشنامه‌هایی، نظر مسئولین، مدیران و صاحب نظران را جویا شده و با تحلیل آن نظرات، الگویی برای پیاده‌سازی عملی فرآیند مدیریت ریسک در قراردادهای "EPC" تعمیر و نگهداری بزرگراه‌های شهری با توجه به استاندارد "PMBOK" ارایه شده است. هم‌چنین در این مقاله هفت ریسک بحرانی پروژه‌ها EPC شناسایی شد و برای آنها راه حل‌های مناسبی ارایه گردید.

واژه‌های کلیدی: شناسایی ریسک، تحلیل ریسک، EPC، تعمیر و نگهداری بزرگراه‌های شهری، PMBOK، FMEA

۱- مقدمه

پدید آمده است. یک تخمین واقع‌گرایانه تخمینی است که تمامی ریسک‌ها و عدم اطمینان‌ها را در نظر گیرد که پیش بینی این امر می‌تواند از طریق تجربه و دانش بدست آید. مدیران پروژه باید فعالیت‌هایی را پیشنهاد دهند و بر عهده گیرند که ریسک‌ها را پیش از وقوع از بین برند و یا اثرات ریسک و عدم اطمینان را کاهش دهند. شناخت علل ریشه‌ای ریسک‌ها و در نظر نگرفتن آنها به عنوان یک رخداد بسیار حیاتی است. اغلب ریسک‌ها اگر علل ریشه‌ای آنها پیش از آنکه عواقب منفی آن اتفاق بیافتد شناسایی شوند،

در جهت به ثمر رساندن هر چه بهتر پروژه‌ها مدیریت پروژه پدید آمده که مفهوم کلی آن بکارگیری دانش، مهارت‌ها، ابزار و تکنیک‌های لازم در اداره جریان اجرای فعالیتها به منظور رفع نیازها و انتظارات متولیان و ذینفعان از اجرای پروژه میباشد. از هدفهای مهم مدیریت پروژه کاهش هزینه و زمان انجام پروژه و افزایش کیفیت آن می‌باشد. ولی در هر پروژه خطرات احتمالی آشکار و نهانی وجود دارد که بر روی هزینه و زمان تاثیر بسزایی دارند. لذا مدیریت ریسک به منظور پیشینه نمودن وقایع مثبت و کمینه نمودن پیامدهای وقایع ناگوار

۴) تخمین ریسک‌ها و بررسی روابط میان آنها؛ ۵) تخصیص مالکیت ریسک‌ها و ارایه پاسخ مناسب؛ ۶) تخمین میزان عدم اطمینان؛ ۷) تخمین اهمیت رابطه میان ریسک‌های مختلف؛ ۸) طراحی پاسخ‌ها و نظارت بر وضعیت ریسک و ۹) کنترل مراحل اجرا. در کشور ما دانش مدیریت ریسک در زمره مباحث تقریباً جدید و تازه‌ای است که مجال تحقیقات بسیاری در مورد آن وجود دارد. برای مدیریت ریسک استانداردها و معیارهای زیادی تعریف کرده‌اند که حالت عمومی و کلی دارد، اما می‌توان به صورت تخصصی‌تر و همراه با جزئیات بیشتری مدیریت ریسک را برای انواع پروژه‌ها بررسی کرد.

۲- مدیریت ریسک در قراردادهای EPC

جهت انجام یک پروژه شیوه‌ها و روش‌های متعددی وجود دارد. یکی از اهداف مهم در تمامی روش‌ها رسیدن به مطلوبیت بیشتر با صرف هزینه و زمان کمتر است. در این راستا شیوه‌های قراردادی مختلف، ابزار و تکنیک‌های متفاوتی در اختیار عوامل پروژه قرار می‌دهند. در این قسمت مواردی از اصول پایه ای قراردادهای سستی (سه عاملی) بیان می‌شود تا موبد این نکته باشد که مرحله آغازین پروژه از اهمیت بیشتری برخوردار است. می‌توان این مطالب را به قراردادهای "EPC" نیز گسترش داد و به این نتیجه رسید که کمیته ریسک می‌تواند کار خود را از همان ابتدای شروع پروژه آغاز کند.

۲-۱- تعریف ریسک

عموماً ریسک به عنوان یک جنبه منفی مدنظر بوده است. عدم قطعیت که یک مفهوم جدیدتری است همواره هر دو جنبه مثبت و منفی را در بر داشته است. معمولاً از جنبه‌های مثبت بعنوان فرصت‌ها یاد می‌شود. در استاندارد بین المللی ایزو "۱۰۰۰۶:۲۰۰۳" ریسک به همان معنای عدم قطعیت استفاده شده است. یعنی هر دو جنبه مثبت و منفی را در برمی‌گیرد (ضیایی ۱۳۸۴). "نایجل" (Nigel) ریسک را چنین معرفی می‌نماید: ریسک به احتمال وقوع یک اتفاق نامعلوم گفته می‌شود، در شرایطی که آن اتفاق بتواند باعث بروز مشکلاتی گردد. به عبارت دیگر ریسک به موقعیتی بستگی دارد که نتیجه واقعی یک چیز، احتمالاً تحت تاثیر یک اتفاق نامعلوم قرار دارد و این در حالی است که احتمال و اثرات آن اتفاق دقیقاً قابل تعیین باشد (Smith, Merna et al. ۲۰۰۹).

می‌توانند مورد اجتناب قرار گیرند. همچنین باید اطمینان حاصل نمود که ریسک‌های باقیمانده طوری به تخمین‌های پروژه اختصاص یابند که باعث افزایش احتمال بهبود عملکرد پروژه شود (Smith, Merna et al. ۲۰۰۹). از طرف موسسه مدیریت پروژه Project Management Institute (PMI)، ریسک به عنوان یکی از دوازده سطح اصلی پیکره‌ی دانش مدیریت پروژه (Project Management Body of Knowledge (PMBOK)) معرفی شده‌است (Guide 2004). در این تعریف، مدیریت ریسک پروژه عبارت است از «کلیه فرایندهای مرتبط با شناسایی، تحلیل و پاسخگویی به هرگونه عدم اطمینان که شامل حداکثرسازی نتایج رخدادهای مطلوب و به حداقل رساندن نتایج وقایع نامطلوب می‌باشد». به علاوه، این راهنما ریسک را یک اتفاق یا شرایط دارای عدم قطعیت و یقین می‌داند که اگر اتفاق بیفتد تاثیر مثبت یا منفی بر اهداف پروژه دارد. ریسک پروژه شامل تهدیدات برای اهداف پروژه و هم فرصتها برای ارتقاء اهداف می‌باشد. موسسه مدیریت پروژه، در مورد کلیات دانش مدیریت پروژه، برای فرایند مدیریت ریسک پروژه شش فاز را معرفی کرده‌است:

۱) برنامه ریزی مدیریت ریسک، ۲) شناسایی، ۳) تحلیل کیفی ریسک، ۴) تحلیل کمی ریسک، ۵) برنامه ریزی پاسخ ریسک و ۶) نظارت و کنترل ریسک. در منابع مختلف، تعاریف دیگری نیز ارایه شده‌است. بنا بر نظر بوهم (Boehm 1991)، مدیریت ریسک فرایندی شامل دو فاز اصلی است؛ فاز تخمین ریسک (شامل شناسایی، تحلیل و اولویت بندی) و فاز کنترل ریسک (شامل مراحل برنامه ریزی مدیریت ریسک، برنامه ریزی نظارت ریسک و اقدامات اصلاحی) می‌باشد. بنا به اعتقاد فیرونی مدیریت ریسک دارای هفت فاز است: ۱) شناسایی فاکتورهای ریسک؛ ۲) تخمین احتمال رخداد ریسک و میزان تأثیر آن؛ ۳) ارائه راهکارهایی جهت تعدیل ریسک‌های شناسایی شده؛ ۴) نظارت بر فاکتورهای ریسک؛ ۵) ارایه یک طرح احتمالی؛ ۶) مدیریت بحران؛ ۷) احیا سازمان بعد از بحران. کلیم و لودین (Kliem and Ludin ۱۹۹۷) برای مدیریت ریسک یک فرایند چهار مرحله‌ای را معرفی کرده‌اند (شناسایی، تحلیل، کنترل و گزارش) که در موازات چهار قدم معروف دمینگ در مدیریت پروژه (برنامه ریزی، اجرا، بررسی و عمل) قرار می‌گیرند. چاپمن و وارد (Chapman and Ward ۲۰۰۳) یک فرایند مدیریت ریسک پروژه کلی را ارایه کرده‌اند که از نه فاز تشکیل شده‌است: ۱) شناسایی جنبه‌های کلیدی پروژه؛ ۲) تمرکز بر یک رویکرد استراتژیک در مدیریت ریسک؛ ۳) شناسایی زمان بروز ریسک‌ها؛

ریسک)، ارتقای پاسخها مدیریتی به ریسک و در آخر ارتقای ریسک باقی مانده در تخمینهای پروژه با رویکرد سیستماتیک پیشنهاد نموده است (Smith, Merna et al. ۲۰۰۹). "چپمن و وارد" فرایند مدیریت ریسک پروژه را به مراحل: تعریف کلیه جنبه‌های پروژه، متمرکز شدن بر استراتژی نزدیک شدن به مدیریت ریسک، ساختار اطلاعات در رابطه با فرضیات و نسبت‌های ریسک، تشخیص مالکیت ریسک‌ها و مسئولیت، تخمین و اندازه‌گیری نامعلومی‌ها، ارزیابی اهمیت نسبی ریسک‌های مختلف، برنامه‌ریزی، پاسخ و مدیریت برکنترل و اجرا تقسیم می‌کنند (Chapman and Ward ۲۰۰۳). همانطوری که اشاره شد محققین تعاریف مختلفی از مدیریت ریسک بیان داشته‌اند که وجوه اشتراک بسیاری در آنها به چشم می‌خورد. در این مقاله با توجه به جامع بودن مطالب "PMBOK" نسبت به دیگر مراجع، این منبع به عنوان مرجع اصلی جهت بررسی و ارزیابی الگو انتخاب می‌گردد. قبل از ورود به بحث اصلی لازم است که تعاریف زیر بیان شود:

-تحلیلگر ریسک: کسی است که کل فرایند مدیریت ریسک را اجرا نموده و گزارش‌های مورد نیاز را تهیه می‌کند.
- مالکان ریسک: کسانی هستند که ریسک‌های تعریف شده در حوزه تخصصی ایشان است و اطلاعات مورد نیاز تحلیلگر ریسک را در اختیار او قرار می‌دهند (عبدالمحمدی ۱۳۸۳).
-کمیته ریسک: مجموعه تحلیلگر ریسک و مالکان ریسک کمیته ریسک را تشکیل می‌دهند.

۲-۲- مزایای مدیریت ریسک می‌تواند به شرح زیر

خلاصه شود:

- مسائل (مشکلات) پروژه از همان ابتدا روشن شده و در نظر گرفته می‌شوند.
- تصمیمات توسط تحلیلی کامل پشتیبانی می‌شوند.
- تعاریف و ساختارهای پروژه به طور مداوم تحت نظارت قرار می‌گیرند.
- فهم ریسک‌های خاص پروژه و آسان‌تر می‌گردد.
- تاریخچه اطلاعات جهت کمک به روند مدیریت ریسک در آینده ایجاد می‌گردد (Smith, Merna et al. ۲۰۰۹).

۳- الگوهای مختلف مدیریت ریسک

استاندارد ایزو "10006:2003" چنین می‌گوید که مدیریت ریسک‌های پروژه با عدم قطعیت‌ها در سرتاسر پروژه سروکار دارد. این موضوع نیازمند یک رویکرد ساختار یافته است که بایستی در قالب طرح مدیریت ریسک مدون شود. هدف فرایندهای مرتبط با ریسک حداقل کردن رخدادهای منفی بالقوه و استفاده حداکثر از فرصت‌ها برای بهبود می‌باشد. همچنین عدم قطعیت‌ها به فرایندهای پروژه یا محصول پروژه مرتبط می‌شود. فرایندهای مرتبط با ریسک عبارتند از: -شناسایی ریسک-ارزیابی ریسک-رفتار ریسک-ریسک کنترل(ضیایی ۱۳۸۴).
"نایجل" فرایند مدیریت ریسک پروژه را به مراحل: شناسایی منابع ریسک، تعیین کمیت اثرات آنها (ارزیابی و تحلیل



شکل ۱. "ارتباط بین تحلیلگر ریسک و مالکان ریسک"

رویدادها یا وضعیت‌ها دارای علل مشخصی و نتایج و پیامدهای قابل تشخیصی هستند که پیامدهای این رویدادها مستقیماً در زمان، هزینه و کیفیت مصوب پروژه موثر می‌باشد (آلادپوش ۱۳۸۲).

استاندارد مدیریت پروژه آمریکا "PMBOK" ریسک در پروژه‌ها را رویدادها یا وضعیت‌های ممکن الوقوع نامعلومی معرفی می‌کند که در صورت وقوع به صورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف پروژه موثر می‌باشند. هر یک از این

۴-الگوی مدیریت ریسک در PMBOK

(خانی، ۲۰۱۵)

بر اساس راهنمای PMBOK، الگوی مدیریت ریسک که مجموعه ای از وظایف که به صورت یک سری فعالیت‌های پیوسته در سرتاسر چرخه عمر یک مأموریت می‌باشند عبارتند از:

۴-۱- برنامه ریزی مدیریت ریسک

برنامه ریزی مدیریت ریسک، فرایند تصمیم‌گیری در مورد نحوه‌ی نگرش و برنامه‌ریزی فعالیت‌های مدیریت ریسک یک پروژه می‌باشد.

ب) شناسایی ریسک: شناسایی ریسک متضمن تعیین و مستندسازی ویژگی ریسک‌هایی است که می‌توانند بر پروژه اثر بگذارند. معمولاً ریسک‌های پروژه در دسته‌های ریسک، شناسایی و سازماندهی می‌شوند. برای دسته‌بندی ریسک‌ها از ساختار شکست ریسک (RBS) نیز می‌توان استفاده نمود. ساختار درختی ریسک که بازنمودی طبقه‌بندی شده از ریسک‌های پروژه ارائه می‌نماید، متشکل از گروه‌ها و زیر گروه‌های سازمان یافته ریسک بوده و ابزاری بسیار موثر در شناسایی منابع و آثار محتمل ریسک‌ها می‌باشد. این نوع باز نمود ریسک‌ها دارای مزایای فراوانی به خصوص در مدیریت ریسک پروژه‌های عمرانی و زیربنایی می‌باشد. بخشی از دلایل این مدعا عبارتند از: توانایی RBS در تجزیه و تحلیل ریسک‌های پروژه و اینکه با استفاده از RBS هر یک از اعضای ذی‌نفع پروژه می‌تواند دیدگاه خاص خود را نسبت به ریسک‌های پروژه داشته باشد که این قضیه با ماهیت دینامیک و تکاملی پروژه‌ها به خوبی سازگار می‌باشد. با این حال، علی‌رغم قابلیت‌های فوق‌العاده این ابزار، RBS دارای چندین ضعف اساسی می‌باشد از قبیل: عدم وجود راهنما، روش و اجماع در چگونگی طراحی RBS جدید برای یک پروژه جدید با ویژگی‌های خاص خود، وجود تعاریف مبهم و بعضاً متناقض ریسک‌ها و گروه‌های ریسک در RBS‌های موجود، عدم وجود روشی مشترک و موثر برای انتقال اطلاعات کمی و کیفی وقایع ریسک بر روی ساختار درختی RBS به منظور محاسبه مقادیر ریسک هر گروه ریسک.

۴-۲- تحلیل کیفی ریسک

تحلیل کیفی ریسک، فرایند سنجش تأثیر و شانس وقوع ریسک‌های شناسایی شده می‌باشد. این فرایند، ریسک‌ها را بر اساس اثرهای بالقوه آنها بر اهداف پروژه اولویت بندی می‌کند و می‌تواند به تحلیل بیشتر در تحلیل کمی ریسک یا مستقیماً به برنامه‌ریزی واکنش به ریسک منتهی شود. در این فرایند ماتریسی وجود دارد که بر اساس ترکیب مقیاسهای احتمال و تأثیر، رتبه ریسک (بسیار بالا، بالا، متوسط، پایین و بسیار پایین) را برای ریسک‌ها تعیین می‌کند.

۴-۳- تحلیل کمی ریسک

این مرحله از فرایند مدیریت ریسک را مرحله تبدیل برنامه از حالت قطعی به حالت احتمالی در نظر می‌گیرند. همچنین، با توجه به اینکه در این مرحله میزان تأثیر کمی و دقیقتر ریسک‌ها بر اهداف پروژه به دست می‌آید این مرحله را مرحله تجزیه و تحلیل کمی ریسک‌ها می‌نامند. درجه بندی ریسک‌ها در تحلیل کیفی، سیاست مجری ریسک در این مرحله می‌تواند بر مبنای در نظر گرفتن کل ریسک‌ها و یا حذف بخشی از آنها (که قاعده‌تاً ریسک‌های با درجه پایین می‌باشند) باشد. یکی از روش‌های مورد استفاده در این تحلیل، شبیه سازی مونت کارلو می‌باشد. این روش، یک تکنیک آماری بوده که در میان تحلیلگران ریسک به منظور ارزیابی عدم قطعیت پروژه از اهمیت بالایی برخوردار است. نقطه ضعفی که در این تکنیک وجود دارد این است که ارتباط بین عدم قطعیت‌ها در نظر گرفته نشده و پروژه با توجه به هر ریسک به صورت مستقل بررسی و تحلیل می‌شود (Rezaie, Amalnik et al., ۲۰۰۷). در تحلیل کمی ریسک‌ها، فعالیت‌های پروژه در برنامه زمانبندی به همراه فهرست ریسک‌ها موجود می‌باشد. در این مرحله ارتباط بین ریسک‌ها با فعالیت‌های پروژه تعیین می‌شود. این ارتباط مشخص می‌کند که زمان و هزینه هر یک از فعالیتها با توجه به هر ریسک بحرانی چه تغییری می‌کند، بنابراین هر کدام از فعالیت‌ها حالت احتمالی پیدا کرده و بایستی یک تابع توزیع برای آنها مشخص نمود که دقت در انتخاب توزیع احتمال از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

۴-۴- برنامه‌ریزی واکنش به ریسک

پذیرش ریسک: استراتژی پذیرش، یعنی قبول زیان وقتی که آن رخ می‌دهد. در واقع خود-تضمینی یا تضمین شخصی در این طبقه جای می‌گیرد. پذیرش ریسک یک استراتژی قابل قبول برای ریسک‌های کوچک است که هزینه حفاظت در مقابل ریسک ممکن است از نظر زمانی بیشتر از کلیه زیانهای حاصله باشد. کلیه ریسک‌هایی که قابل اجتناب و انتقال نیستند، ضرورتاً قابل پذیرش هستند. اینها شامل ریسک‌هایی می‌شود که خیلی بزرگ هستند که یا محافظت در مقابل آن امکان پذیر نیست یا پرداخت هزینه بیمه آن شاید عملی نباشد. همچنین ممکن است این حالت قابل قبول باشد در صورتی که امکان تحقق زیانهای سنگین، کم باشد یا هزینه بیمه کردن برای مقدار پوشش بیشتر، خیلی زیاد باشد به طوری که مانع بزرگی برای اهداف سازمانی ایجاد کند.

کنترل و نظارت ریسک

کنترل و نظارت ریسک یک فرایند پیوسته در حیات پروژه است. همچنان که پروژه بالغ می‌شود ریسک‌ها تغییر می‌نمایند، ریسک‌های جدید به وجود می‌آیند یا ریسک‌های پیش بینی شده برطرف می‌شوند. یکی از روش‌های کنترل و نظارت بر ریسک تحلیل ارزش کسب شده (EV) برای نظارت بر عملکرد کل پروژه نسبت به یک برنامه مبنا می‌باشد.

تجزیه و تحلیل حالت خطا و اثر ریسک

تکنیک تجزیه تحلیل حالات و اثر شکست (FMEA) در ابتدا در دهه ۱۹۹۱ در صنایع هواپیمایی مورد استفاده قرار گرفت و پس از آن به طور گسترده‌ای در صنایع دیگر از قبیل خودروسازی به کار گرفته شد. هدف از این تکنیک شناسایی و رتبه‌بندی نقص‌ها و عیبهای بالقوه است که در یک محصول یا فرآیند رخ می‌دهد (Rezaie, Amalnik, 2007). استفاده از این تکنیک در قالب مدیریت ریسک امکانپذیر بوده و می‌توان آن را با عنوان تجزیه تحلیل حالات و اثر شکست ریسک (RFMEA) در نظر گرفت. در واقع FMEA یکی از پرکاربردترین تکنیک‌ها برای تحلیل ریسک و پیش‌بینی اثرات آن بر اهداف ریسک می‌باشد (Rezaie, Amalnik et al., 2007). در تکنیک RFMEA به منظور رتبه‌بندی ریسک‌ها علاوه بر دو مقیاس

برنامه‌ریزی واکنش به ریسک فرایند تکوین انتخابها و تعیین اقداماتی جهت کاهش اثرات ریسکها بر اهداف پروژه می‌باشد. این فرایند در برگزیده شناسایی و تخصیص افراد یا قسمت‌هایی به منظور پذیرش مسئولیت هر واکنش مورد توافق به ریسک می‌باشد. در کل چهار استراتژی برای پاسخ به ریسک وجود دارد. استفاده مطلوب از این استراتژی‌ها شاید امکان‌پذیر نباشد. بعضی از آنها ممکن است مستلزم بده بستان‌هایی باشد که برای فرد یا سازمانی که در زمینه مدیریت ریسک تصمیم‌گیری می‌کند، قابل قبول نباشد. اجتناب از ریسک: استراتژی اجتناب، یعنی انجام ندادن فعلیتی که باعث ریسک می‌شود. استراتژی اجتناب به‌نظر می‌رسد راه حلی برای تمامی ریسک‌ها است، ولی اجتناب از ریسک همچنین به معنی زیاندهی در مورد سودآوریهایی بالقوه‌ای است که امکان دارد به‌واسطه پذیرش آن ریسک حاصل شود.

کاهش ریسک: استراتژی کاهش، یعنی به‌کارگیری شیوه‌هایی که باعث کاهش شدت زیان می‌شود.

انتقال ریسک: استراتژی انتقال، یعنی موجب شدن اینکه بخش دیگری ریسک را قبول کند، معمولاً بوسیله بستن قرارداد یا انجام اقدامات احتیاطی. بیمه کردن، یک نوع از استراتژی‌های انتقال ریسک با استفاده از بستن قرار داد است. در موارد دیگر این امر بواسطه قراردادهای کلامی انجام می‌گیرد که ریسک را به بخشهای دیگر بدون پرداختی بابت حق بیمه، انتقال می‌دهد. معمولاً بار مسئولیت در میان سازندگان ساختمان یا دیگر سازندگان بدین صورت انتقال می‌یابد. از سوی دیگر، استفاده از وضعیتهای تعدیل‌کننده در سرمایه‌گذاریهای مالی، یک نمونه از چگونگی انجام اقدامات احتیاطی توسط شرکتها، به منظور اداری ریسک از نظر مالی است. بعضی از روشهای اداره نمودن ریسک، در تمامی طبقات جای می‌گیرند. پذیرش جمعی ریسک از لحاظ فنی یعنی تحمل ریسک توسط گروه، ولی توزیع آن در کل گروه، یعنی انتقال ریسک در میان افراد عضو در گروه. که این وضعیت متفاوت از بیمه سنتی است، که در آن هیچ حق بیمه ای پیشاپیش میان اعضای گروه مبادله نمی‌شود، ولی در عوض زیان حاصله به حساب تمام اعضای گروه گذاشته می‌شود.

پاسخگویی به ریسک" جداول ۱ الی ۳ به ترتیب مقادیر پیشنهادی ضریب کشف، احتمال و تاثیر ریسک را نشان می‌دهد. در نهایت با ضرب کردن مقدار ضریب کشف در نمره ریسک، مقدار جدیدی تحت عنوان ضریب اولویت ریسک بدست می‌آید و هر ریسکی که RPN آن بالاتر باشد در اولویت بالاتری قرار می‌گیرد. پس:

$$\text{Risk Score} = \text{Occurrence} * \text{Severity} \quad (۱)$$

$$\text{RPN} = \text{Risk Score} * \text{Detection} \quad (۲)$$

تحلیل کیفی ریسک، از روش تحلیل حالات و آثار شکست‌ها (FMEA) استفاده شده است که در این تحلیل ابتدا سیستم به بخش‌های کوچک و قابل بررسی تقسیم شده‌اند سپس با استفاده از تجارب افراد و دانش فنی موجود، درباره هر یک از بخش‌ها و شکست‌های آن‌ها بحث و در جدول شماره ۴ آورده شده است. در نهایت تلاش گردید تا "علت‌های بروز هر کدام از حالت‌های شکست"، "تأثیرات مستقیم آن بر بخش‌های دیگر"، "تأثیرات آن بر کل سیستم"، "روش تشخیص به موقع شکست" استخراج گردد و در مرحله آخر اقدامات علاجی را شناسایی گردیده و پیشنهاد می‌گردد. به وسیله پرسشنامه و نیز تجربه شخصی نگارنده متن تاثیر زمانی و هزینه‌ای هر ریسک بحرانی بر روی فعالیت‌های پروژه تعیین شده‌اند. در نهایت در فرآیند شناسایی پاسخ مناسب برای هر ریسک بحرانی، از تجربیات متخصصین، کارشناسان و مدیران اجرایی پروژه‌های عمرانی و نیز تجربه شخصی نگارنده متن استفاده گردیده است.

احتمال و تاثیر ریسک از معیار سومی با عنوان "ضریب کشف" استفاده می‌شود که می‌تواند تحلیل کیفی ریسک را دقیق‌تر نماید. در این تکنیک حاصل ضرب دو مقدار احتمال ریسک، ضریب یا ارزش کشف نیز بایستی تعیین گردد. این ضریب عبارت است از "توانایی کشف و ردیابی یک ریسک به همراه زمان کافی برای یک برنامه‌ریزی اقتضایی به منظور

روش تحقیق

در این تحقیق به منظور شناسایی ریسک و نظارت بر روند اجرای پروژه‌های تعمیر و نگهداری آسفالت بزرگراه‌های شهری، از منابع کتابخانه‌ای و اینترنت، نظرات خبرگان و مدیران پروژه، و همچنین مستندات موجود در شرکت‌های مرتبط و نیز تجربه شخصی نگارنده متن استفاده شده است. تحلیل کمی ریسک از طریق تکنیک طوفان ذهنی انجام پذیرفته است. طوفان فکری اجازه می‌دهد فرآیند شناسایی از ظرفیت "خلاق" بهره‌بردار و خطر نادیده گرفتن مسائل جدید و در حال ظهور را کاهش می‌دهد. در این روش از نظرات متخصصینی در رشته‌های مختلف استفاده شده است بدین ترتیب که هر یک از نفرات، ریسک‌های مورد نظر خود را اعلام نموده و پس از گردآوری تمام ریسک‌ها، موارد یکسان حذف گردیدند. سپس در رابطه با یک به یک ریسک‌ها از نفرات خواسته شد درباره آن بحث شود تا واضح‌تر تعریف گردند. در خلال این بحث‌ها، و از کنار هم گذاشتن نظر افراد، ریسک‌های جدیدی نیز اضافه گردید که هدف از طوفان فکری، پوشش دادن تمام ریسک‌های بالقوه، بدون انجام قضاوت درباره اهمیت آن‌ها در مراحل اولیه است. در

جدول ۱. طبقه بندی متغیر ضریب کشف ریسک در تکنیک RFMEA

مقادیر	توصیف ضریب کشف
۱۰ یا ۹	روش کشف مشخصی وجود ندارد که در زمان مقتضی از رخ دادن ریسک اعلام خطر بکند.
۸ یا ۷	روش کشف نامطمئن بوده، یا اثربخشی روش کشف به منظور شناسایی در زمان مقتضی نامشخص می‌باشد.
۶ یا ۵	روش کشف اثربخشی متوسط دارد.
۴ یا ۳	روش کشف تقریباً اثربخش بالایی دارد.
۲ یا ۱	روش کشف ریسک بسیار موثر بوده و مشخص است که ریسک به راحتی زمان کافی برای پاسخگویی به آن وجود دارد.

جدول ۲. طبقه بندی متغیر احتمال ریسک در تکنیک RFMEA

مقادیر	توصیف احتمال ریسک
۱۰ یا ۹	بسیار محتمل
۸ یا ۷	احتمالاً رخ می دهد
۶ یا ۵	با شانس مساوی در رخ دادن یا رخ ندادن
۴ یا ۳	احتمالاً رخ نمی دهد
۲ یا ۱	بسیار نامحتمل

جدول ۳. طبقه بندی متغیر تاثیر ریسک در تکنیک RFMEA

مقادیر	توصیف تاثیر بر اهداف بر اثر وقوع ریسک
۱۰ یا ۹	زمان بندی: افزایش بیش از ۲۰ درصد در مایلستونهای پروژه
	هزینه: افزایش بیش از ۲۰ درصد.
	تکنیکی: تغییر در محدوده پروژه غیر قابل استفاده.
۸ یا ۷	زمان بندی: افزایش بین ۱۲ الی ۲۰ درصد در مایلستونهای پروژه
	هزینه: افزایش بین ۱۲ الی ۲۰ درصد.
	تکنیکی: تغییر در محدوده پروژه و عدم تایید مشتری.
۶ یا ۵	زمان بندی: افزایش بین ۵ الی ۱۰ درصد.
	هزینه: افزایش بین ۵ الی ۱۲ درصد.
	تکنیکی: تغییر در محدوده پروژه و مورد تایید مشتری.
۴ یا ۳	زمان بندی: افزایش کمتر از ۵ درصد.
	هزینه: افزایش کمتر از ۵ درصد.
	تکنیکی: تغییرات بسیار کم محدوده.
۲ یا ۱	زمان بندی: تاثیر نامحسوس.
	هزینه: افزایش هزینه نامحسوس.
	تکنیکی: تغییرات غیر قابل ملاحظه.

۵- نتیجه گیری

آسفالتی در سطح شهر تهران شناخته شدند که در آن میان ریسک "افزایش هزینه تولید آسفالت" به عنوان مهمترین ریسک در نظر گرفته شده است. پس از تعیین ریسکهای بحرانی، باید برای واکنش به آن برنامه ریزی نمود تا در صورت وقوع، نسبت به رفع آن ریسک اقدام شود. در پاسخ به این هفت ریسک راه حل هایی به نظر می رسد که به شرح زیر ارایه می گردد: ریسک شماره ۱: افزایش هزینه تولید آسفالت به دلیل افزایش ناگهانی قیمت قیر.

در این قسمت با کمک ساختار شکست ریسک و نظرات خبرگان و مدیران پروژه و نیز تجربه شخصی نگارنده متن، لیستی از ریسک هایی که ممکن است در طول اجرای پروژه رخ دهند، و نیز سه مقدار احتمال وقوع ریسک، تاثیر ریسک بر اهداف پروژه و ضریب کشف برای تمامی ریسکها احصا گردیدند که نتایج آن در جدول ۴ آمده است. در این مرحله ریسک هایی بحرانی تلقی شدند که مقدار نمره ریسک آنها حداقل ۳۴ و ضریب RPN در آن حداقل ۲۲۰ باشد. با توجه شکل، ۷ ریسک به عنوان ریسک بحرانی پروژه های

پاسخ‌ها:

- در نظر گرفتن ضریب پیمان مناسب توسط پیمانکاران در ابتدای قرارداد.
- صدور معرفی نامه از طرف کارفرما برای پیمانکار برای ارایه به کارخانه‌های تولیدکننده، به ویژه سیمان در مواقع کمبود عرضه در بازار.
- تامین قیر مورد نیاز به صورت دولتی از طریق ارگانهای تابع شهرداری‌ها.
- افزایش استخرهای نگهداری قیر و تامین بخشی زیادی قیر در زمان پیشنهاد قیمت.
- ریسک شماره ۲: خسارات وارده جانی و مالی بدلیل عدم رعایت ایمنی و HSE

پاسخ‌ها:

- آموزش ایمنی به کارکنان مشغول در این پروژه
- در نظر گرفتن حداقل دو گروه ایمنی ماهر در محل پخش آسفالت و کارخانه آسفالت .
- استفاده اکید از بیمه های تمام خطر و تکمیلی استفاده نمود.
- ریسک شماره ۳: عدم پاشش قیر در تمامی سطوح مورد نظر بدلیل خرابی ماشین قیر پاش

پاسخ‌ها:

- بازدید روزانه ماشین به صورت مستمر.
- در نظر گرفتن اکیپ پخش قیر دستی در اکیپ پخش.
- انجام روزانه آزمایش سینی و اطمینان از میزان پخش قیر طبق استاندارد ها به روش مکانیزه.
- ریسک شماره ۴: کاهش میزان تراش آسفالت در هر شیفت کاری بدلیل پراکنندگی خرابی های آسفالت

پاسخ:

- در این ریسک با توجه به ماهیت آن راه حل مناسبی وجود ندارد و در نتیجه استراتژی پاسخ در این حالت پذیرش می تواند باشد.
- ریسک شماره ۵: افزایش میزان تراش و حجم آسفالت مصرفی بدلیل عمیق بودن ترک ها:

پاسخ‌ها:

- استفاده از افزودنی های پلیمری جهت افزایش دوام آسفالت
- استفاده از نوار ژئوتکستایل جهت جلوگیری از بالا آمدن ترک‌ها.
- ریسک شماره ۶: ترافیک سنگین بزرگراهی .

پاسخ:

- در نظر گرفتن ضریب پیمان مناسب توسط پیمانکاران در ابتدای قرارداد.
- ریسک شماره ۷: کاهش نقدینگی پروژه بدلیل عدم پرداخت صورت کارکردها.

پاسخ:

- استفاده از پیمانکاران با رتبه‌های مناسب و رزومه مالی قوی در پروژه.
- عدم استفاده از تهاوت در ابتدای قرارداد با پیمانکار.
- فروش اوراق مشارکت و پرداخت کارفرما مطابق انتظارات و جریان نقدینگی پیشنهادی پیمانکار.
- در نظر گرفتن ضریب پیمان مناسب توسط پیمانکاران در ابتدای قرارداد.
- تامین قیر مورد نیاز به صورت دولتی از طریق ارگان‌های تابع شهرداری ها.

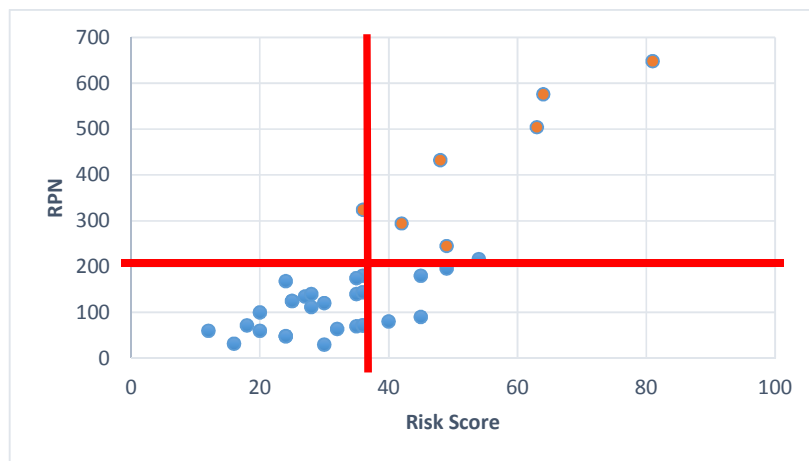
انجام داده و در شناسایی ریسک‌های بحرانی دقیق‌تر عمل می‌کند. در این میان، ضمن معرفی مرحله به مرحله روش پیاده سازی الگو، استراتژی کنترل و مدیریت سلسله مراتبی ریسک‌های پروژه تشریح شد.

به علاوه در این مقاله، هفت ریسک بحرانی پروژه‌های آسفالت حفاظتی پلیمری شناسایی شد و برای آنها راه حل‌های مناسب ارایه گردید. انجام این تحقیق برای مدیریت ریسک پروژه‌های دیگر شهری توصیه می‌شود. همچنین میتوان از مدل ارایه شده در این تحقیق به منظور مدیریت ریسک پروژه‌های صنعتی، در سازمان‌ها و شرکت های دیگر استفاده نمود.

در این مقاله ضمن بررسی و مقایسه مراحل ارزیابی و مدیریت ریسک پروژه با توجه به استاندارد PMBOK، الگویی برای پیاده سازی عملی فرآیند مدیریت ریسک در پروژه‌های آسفالت حفاظتی پلیمری ارایه گردید. تکنیک FMEA می‌تواند در این تحلیل، جایگزین فرآیند تعریف شده در استاندارد PMBOK شود. اگر چه این تکنیک به منظور شناسایی حالات بالقوه خطا در یک فرآیند و یا محصول استفاده می‌شود، اما می‌توان آن را توسعه داد و برای شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های محتمل در یک پروژه استفاده کرد. مزیت این تکنیک نسبت به فرآیند استاندارد PMBOK این است که تحلیل کیفی را با زمان بسیار کمتری

جدول ۴. لیست ریسک‌های پروژه به همراه مقادیر احتمالی در تکنیک RFMEA

علت ریسک	ریسک	اثر ریسک	احتمال رخداد	درجه تاثیر	نمره ریسک	ضریب کشف	RPN
عدم اخذ مجوزهای لازم	تعطیلی موقت کارگاه	تأخیرات و افزایش هزینه‌ها	۷	۷	۴۹	۴	۹۶
عدم انعقاد قرارداد از طرف کارفرما	به تعویق افتادن شروع کار	از دست رفتن فصول کاری سال	۵	۴	۲۰	۳	۶۰
عدم ابلاغ بموقع دستور کارها	کاهش راندمان اجرایی	تأخیرات	۵	۵	۲۵	۵	۱۲۵
شرایط جوی (بارندگی)	تعطیلی کارگاه	تأخیرات و افزایش هزینه‌ها	۳	۶	۱۸	۴	۷۲
عدم پرداخت پیش پرداخت بموقع	کاهش نقدینگی در پروژه	کاهش پیشرفت کار و تأخیرات	۷	۵	۳۵	۴	۱۴۰
عدم پرداخت صورت کارکردها	کاهش نقدینگی در پروژه	کاهش پیشرفت کار و تأخیرات	۷	۷	۴۹	۵	۲۴۵
پراکندگی خرابی های آسفالت	کاهش میزان تراش آسفالت در یک شیفت کاری	کاهش راندمان و افزایش هزینه‌ها	۶	۸	۴۸	۹	۴۳۲
ترافیک سنگین	کندی اجرای عملیات	افزایش هزینه‌ها	۷	۶	۴۲	۷	۲۹۴
جابجایی مستمر اکیپ پخش آسفالت	کاهش زمان اجرای پروژه نسبت به برنامه ریزی اولیه	افزایش هزینه‌ها	۶	۴	۲۴	۷	۱۶۸
نرسیدن به موقع آسفالت	سرد شدن و از بین رفتن	افزایش هزینه‌ها	۳	۹	۲۷	۵	۱۳۵
استفاده از فینیشر قدیمی	تعلل در اجرای پخش آسفالت	تأخیرات و افزایش هزینه	۶	۶	۳۶	۴	۱۴۴
استفاده از دستگاه آسفالت تراش با ظرفیت بالاتر	افزایش سرعت کاری	کاهش هزینه‌ها	۷	۴	۲۸	۵	۱۴۰
استفاده از جاروب مکانیزه به جای استفاده از کارگر جاروب زن	افزایش سرعت کاری	کاهش هزینه‌ها	۵	۴	۲۰	۵	۱۰۰
خرابی قیر پاش مکانیزه	عدم پاشش قیر در تمامی سطوح	کاهش کیفیت	۷	۹	۶۳	۸	۵۰۴
عدم استفاده از نیروهای متخصص	کاهش کیفیت	افزایش هزینه‌ها	۴	۸	۳۲	۲	۶۴
عدم رعایت ایمنی و HSE	خسارت جانی و مالی	افزایش هزینه‌ها	۸	۸	۶۴	۹	۵۷۶
عدم مجوز پلیس در برخی شب‌ها	تعطیلی کارگاه	افزایش هزینه‌ها	۵	۵	۲۵	۵	۱۲۵
عدم نظارت بر تولید آسفالت	کاهش کیفیت	افزایش هزینه‌ها	۵	۹	۴۵	۲	۹۰
عدم کیفیت قیر	کاهش کیفیت آسفالت	افزایش هزینه‌ها	۶	۹	۵۴	۴	۲۱۶
عدم تامین بموقع مصالح سنگی	کاهش تولید آسفالت	افزایش هزینه‌ها	۵	۷	۳۵	۲	۷۰
افزایش ناگهانی قیمت قیر	افزایش هزینه تولید آسفالت	افزایش هزینه‌ها	۹	۹	۸۱	۸	۶۴۸
برداشته شدن تحریم های سیاسی	ارزان شدن مصالح مصرفی	کاهش هزینه‌ها	۴	۹	۳۶	۵	۱۸۰
استفاده از کمپرسی های حمل خاک در حمل آسفالت	کاهش کیفیت	افزایش هزینه‌ها	۶	۶	۳۶	۲	۷۲
انتخاب پیمانکاران جزء ضعیف	تعلل در اجرای پروژه	افزایش هزینه‌ها	۶	۵	۳۰	۴	۱۲۰
عدم تامین مالی پروژه	تأخیر در پرداخت	مشکلات مالی پروژه	۷	۵	۳۵	۵	۱۷۵
طولانی بودن روند تایید صورتحسابات اجرایی در شهرداری	عدم تکمیل اسناد پروژه	افزایش هزینه‌ها	۹	۵	۴۵	۴	۱۸۰
استفاده از نیروهای انسانی غیرمجاز	توقف پروژه و اعمال جریمه	افزایش هزینه‌ها	۴	۴	۱۶	۲	۳۲
سرد شدن ناگهانی هوا	تعطیلی کارگاه	افزایش هزینه‌ها	۳	۴	۱۲	۵	۶۰
عمیق تر بودن ترک‌ها	افزایش ضخامت تراش و حجم آسفالت	افزایش هزینه‌ها	۴	۹	۳۶	۹	۳۲۴
عدم گزینش صحیح پرسنل حراست	بی‌توجهی نگهبانان به کار خود	افزایش هزینه‌ها	۶	۵	۳۰	۱	۳۰
عدم سلامت مالی دستگاه کارفرما	درخواست دریافت مبالغ شخصی	افزایش هزینه‌ها	۷	۴	۲۸	۴	۱۱۲
توانایی بالای نیروهای اجرایی	پیشنهاد روش اجرایی ویژه	کاهش زمان و هزینه	۶	۶	۳۶	۲	۷۲
توانایی سرپرست کارگاه	انجام امور اداری سریعتر از روال معمول در کارگاه	کاهش زمان اجرا	۶	۴	۲۴	۲	۴۸
توانایی بالای معاون اجرایی کارگاه	بهینه کردن کارکرد ماشین آلات	کاهش هزینه‌ها	۶	۴	۲۴	۲	۴۸
عدم پرداخت بموقع حقوق پرسنل	کاهش تمرکز و بهره‌وری پرسنل	افزایش زمان اجرا و هزینه	۸	۵	۴۰	۲	۸۰



شکل ۲. نمودار مقادیر نمره ریسک و ضریب اولویت ریسک

۶-مراجع

- آلادپوش، ح.، (۱۳۸۲)، "استاندارد دانش مدیریت پروژه"، انتشارات حامی پروژه، انتشارات حامی پروژه.
- خانی، م. م.، (۲۰۱۵)، "تحلیل ارزیابی و مدیریت ریسک پروژه‌های عمرانی صنایع دریایی به روش FMEA منطبق بر PMBOK"، هفدهمین همایش صنایع دریایی، جزیره کیش.
- ضیایی، ه.، (۱۳۸۴)، "استاندارد ایزو ۱۰۰۰۶، ص. ۶۲-۵۹.
- عبدالحمیدی، ر.، (۱۳۸۳). تکنیک کاربردی مدیریت ریسک پروژه با استفاده از نرم افزار Pertmaster اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.
- Boehm, B. W., (1991), "Software risk management: principles and practices." IEEE software 8(1): pp.32-41.
- Chapman, C. and S. Ward, (2003), Project risk management: processes, techniques and insights, John Wiley & Sons, Inc.
- Guide, P., (2004), "A guide to the project management body of knowledge, Project Management Institute.
- Kliem, R. L. and I. S. Ludin, (1997), "Reducing project risk", Gower Publishing, Ltd.
- Rezaie, K., M. S. Amalnik, A. Gereie, B. Ostadi and M. Shakhsheniaee, (2007), "Using extended Monte Carlo simulation method for the improvement of risk management: Consideration of relationships between uncertainties." Applied Mathematics and Computation 190(2): pp.1492-1501.
- Smith, N. J., T. Merna and P. Jobling, (2009), "Managing risk: in construction projects", John Wiley & Sons, pp.260-300.

Risk Analysis, Assessment, and Management of Polymer-Modified Thin-Layer by a Failure Mode and Effects Analysis Method

A. Zehtabchi, Department of Civil Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

S. A. H. Hashemi, Department of Civil Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

S. Asadi, Department of Architectural Engineering, Pennsylvania State University, Engineering Unit A, University Park, USA.

E-mail: Hashemi@qiau.ac.ir

Received: September 2019-Accepted: December 2019

ABSTRACT

As part of the project management process, risk management is of great importance in all projects. It is also essential to identify all potential risks regardless of their impact on the calculations or events. Any of the three main objectives in a construction project, namely the cost, time, and quality, may be exposed to risk and uncertainty. Project risks include unknown possible incidents with positive or negative consequences for project goals and detectable causes and effects with direct impact on cost, time, and quality objectives. Several studies have addressed risk management in urban highway pavement projects. These projects play a key role in the aesthetics of a city and improving the satisfaction of citizens. This issue has received much attention in recent years, which translates into the allocation of the largest portion of highway construction and maintenance budget to pavement projects. Accordingly, the present study aims to analyze and assess risks in urban highway pavement maintenance projects. Following a brief discussion on EPC contracts, a model is presented for carrying out the risk management process in EPC contracts for urban highway maintenance in compliance with the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) based on experience from past projects and the views of authorities, managers, and experts collected and analyzed by questionnaire and interview. Further, seven critical risks in EPC projects were identified and addressed and potential solutions were recommended.

Keywords: Risk Identification, Risk Analysis, EPC, Urban Highway Maintenance, FEMA, PMBOK