

مدیریت تولید و عملیات، دوره ، پیاپی ()، شماره (۱)، بهار و تابستان

دریافت: پذیرش:

صص:

شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌های تونل‌سازی به روش AHP (مطالعه موردی : پروژه قطار شهری قم)

دکتر سید اکبر نیلی پور طباطبائی^{۱*}، سید حیدر اسدالهی حسینی^۲

۱- استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر، شاهین شهر، اصفهان، ایران

Email: akbarnilipour@yahoo.com

۲- کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، اصفهان، ایران

Email: hosseinisha@yahoo.com

چکیده: در این پژوهش نسبت به شناسایی و رتبه بندی ریسک‌های تونل‌سازی در پروژه قطار شهری قم اقدام گردیده و می‌توان نتایج آن را به سایر پروژه‌های مشابه کشور تعمیم داد. در این راستا نخست با بکارگیری یکی از روشهای شناسایی ریسک از طریق تجربیات پیشین و بهره‌گیری از نظرات خبرگان و سوابق پروژه و پس از دسته‌بندی براساس اهداف پروژه از لحاظ زمان، هزینه، کیفیت و ایمنی سازه تونل، ریسک‌هایی در قالب دو پرسشنامه برای هر بخش شناسایی و سپس نسبت به گردآوری اطلاعات از طریق نظرات گروهی خبرگان اقدام گردید و بر اساس آن حوزه اثرگذاری ریسک بر اهداف پروژه تعیین شد. و در نهایت به منظور ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌ها، از ۵۵ زیرگروه ریسک‌های اصلی استفاده و با بکارگیری روش AHP^۱ و به کمک نرم افزار Excel نسبت به اولویت‌بندی ریسک‌های تونل‌سازی به روش NATM^۲ اقدام گردید. این تحقیق در سال ۱۳۹۲ انجام گرفته و به لحاظ مکانی و موضوعی، محدود به شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های تونل‌سازی در پروژه قطار شهری قم می‌باشد. از نتایج حاصل از تحلیل این پژوهش به ترتیب ریسک‌های وقوع یکی از مصادیق فورس ماژور - ریزش‌های مقطعی و کلی تونل - ضعف در تیم مدیریت پیمانکار، از میان ریسک‌های تونل‌سازی، دارای بالاترین اولویت می‌باشند.

واژه های کلیدی: ریسک، مدیریت ریسک، مدیریت پروژه، AHP، NATM، تونل، تونل‌سازی.

* سید اکبر نیلی پور طباطبائی، دکترای مهندسی صنایع، استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر شاهین شهر، اصفهان

Email: akbarnilipour@yahoo.com

Identifying and Ranking the Risks of Tunneling Projects by AHP (case study : Qom Urban Railway Project)

**Dr.Seyed Akbar Nilipour Tabatabaei¹,
Sayed Heidar Asadollahi Hosseini³**

¹ Assistant Professor - Malekashtar University of Technology
, Shahin Shahr, Isfahan, Iran

² M.Sc. of Industrial Engineering, Islamic
Azad University in Najafabad, Isfahan, Iran

Abstract:

In this study have performed to identifying and ranking risks of tunneling in Qom urban railway and its results can be generalize to other same projects. In this regard, at first, the risks identified for each parts by using one of the methods of risk identification via previous experiences, benefiting from experts and records project. Then the risks classified in the two questionnaires based on project objectives include; time, cost, quality and safety of tunnel structural. Then the information of expert group opinions collected by questionnaires, either verbally or by email. Accordingly, the impact of risks defined on project objectives. Finally, to assessing and ranking 55 subgroup risks of main risks used. In addition, the risks of NATM tunneling have ranked by using AHP method and Excel software. This study have conducted in 1392 and thematic scope limited to identifying and ranking risks of tunneling in Qom Urban Railway. The results of the analysis of this study shown, occurrences one of the force majeure events - inset totally and sectional of tunnel - weaknesses in contract management team, respectively are top of rank and the most important in the risks to reply on the Qom Urban Railway Project.

Keywords: Risk, Risk management, Project management, AHP, NATM, Tunnel & Tunnelling

۱- مقدمه

چنانچه رویه شناخت ریسک مشخص شده باشد، مدیریت آنها راحت تر خواهد شد. در یک دسته بندی، شناسایی ریسک را می توان به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول، روش های شناسایی عمومی ریسک است. در این دسته بررسی گسترده ای بر روی ریسک های داخلی و خارجی صورت می گیرد، و ممکن است محدوده شناسایی ریسک از حدود پروژه نیز فراتر رفته و کل سازمان را نیز در بر گیرد. دسته اول را می توان به دو بخش روش های (الف) شناسایی مستقیم ریسک (روش نگاشت ذهنی)^۲، روش طوفان مغزی (ذهنی)^۴، روش تفکر خارج از جعبه^۵، قیاس، نمودار علت و معلول^۶، تجزیه و تحلیل SWOT^۷ و (ب) روش های شناسایی ریسک از طریق تجربیات پیشین (شامل؛ روش ۱۰ ریسک مهم^۸، چک لیست ریسک، پرسشنامه مبتنی بر طبقه بندی^۹ دسته بندی کرد. دسته دوم مربوط به بررسی ریسک های موجود در یک حیطه مشخص شده می باشد. در این نوع شناسایی، تنها ریسک های مربوط به ارقام قابل تحویل پروژه بررسی و جستجو می شوند. دسته دوم روش های شناسایی ریسک بر اساس یک رویه مرحله بندی شده می باشد. در این روش، فرآیند شناسایی ریسک به ۶ مرحله (تعیین حیطه بررسی ریسک، جمع آوری داده، کشف ریسک، تعیین ویژگی های ریسک ها، تایید ریسک ها، لیست کردن ریسک ها) تقسیم می شود. (روزبهی و جدا، ۱۳۸۷) از اینرو در هر پروژه می بایست قبل از هر اقدامی ریسک ها شناسایی و مدیریت گردد.

اجرای مدیریت ریسک بایستی مشارکتی از بخش های مختلف تکنیکی باشد و تمامی گروه های متاثر و مرتبط از قبیل کارفرمای پروژه، مدیر پروژه، ناظر

پروژه، پیمانکاران، کارشناس و طراحان، همکاری داشته باشند. (هرنکنشت و باپلر، ۲۰۰۶) در این پژوهش یکی از روش های شناسایی ریسک از طریق تجربیات پیشین، روش پرسشنامه مبتنی بر طبقه بندی استفاده شده است. در این راستا پس از دسته بندی براساس اهداف پروژه به لحاظ زمان، هزینه، کیفیت و ایمنی سازه در پروژه های تونل سازی و با توجه به پیشینه ی پژوهش های مشابه و همچنین با بهره گیری از نظرات خبرگان پروژه، ریسک ها شناسایی و بر اساس آن ۲ پرسشنامه تدوین گردید. همچنین برای ارزیابی و اولویت بندی واقع گرایانه ریسک ها، از گزینه های تکمیلی شامل ریسک های داخلی (ریسک های قراردادی، سرمایه گذاری، مهندسی، اجرایی، نیروی انسانی، آسیب ها و زیان ها) و ریسک های خارجی (ریسک های عوامل اجتماعی، فرهنگی، سیاسی، اقتصادی و محیطی) پروژه استفاده گردیده است. اطلاعات از طریق پرسشنامه ها و نظرات گروه های متاثر و مرتبط پروژه از قبیل مدیران، ناظران، طراحان و کارشناسان تیم کارفرما، مشاوران کارفرما، پیمانکار و مشاور همکار پروژه که در این پژوهش خبرگان نامگذاری گردید، گردآوری شده است و در نهایت با بکارگیری روش AHP نسبت به اولویت بندی ریسک های احداث تونل NATM در پروژه قطار شهری قم، اقدام گردید. در این خصوص پژوهش های متعددی در داخل و خارج از کشور بعمل آمده است. جدول (۱) خلاصه نظرات خبرگان، سوابق و پیشینه های پژوهش های داخل و خارج از کشور در خصوص شناسایی ریسک های پروژه های عمرانی و تونل سازی را به نشان می دهد.

ریسک‌ها ی اصلی	شرح ریسک (زیر گروه ریسک‌ها)
	<p>(چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>پاسخ گویی، همکاری و برقراری ارتباط با سایر ارگانها و ... (چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>عدم نظارت جامع، ارایه راهکارهای کلان، اجرایی و طراحی و ... (چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>مشکلات مالی کارفرما و عدم پرداخت به موقع مطالبات پیمانکار (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، [۱۳]، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (اسکسن و کاپمن، ۱۹۹۸)، (مک کیب، ۲۰۰۳)، (ال سایی، ۲۰۰۷)، (چینبات، ۲۰۱۱)</p>
پیمانکار	<p>ضعف در تیم مدیریت پیمانکار (مرتضوی و فتیحی، ۱۳۸۷)، (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (طالبی نژاد و همکاران، ۱۳۸۹)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>عدم مدیریت ساخت و توجه به کیفیت مناسب (چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>عدم تامین مالی لازم، تجهیز به موقع کارگاه (چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>عدم وجود تیم کارآمد و عدم اجرا براساس فرامین، روش‌ها و طرح‌های مصوب (چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>دوباره کاری و عدم مدیریت هزینه‌های اجرایی (چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>عدم توجه به برنامه زمانبندی و کنترل پروژه بخش ساخت (چینبات، ۲۰۱۱)</p>
اجرایی	<p>عدم تأمین و تحویل زمینهای کارگاهی لازم برای شروع عملیات اجرایی (چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>عدم وجود سوابق کافی و نقشه بردای اشتباه از پروفیل مسیر تونل (چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>کمبود ماشین آلات، تجهیزات و مصالح مناسب (مرتضوی و فتیحی، ۱۳۸۷)، (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (طالبی نژاد و همکاران، ۱۳۸۹)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (مک کیب، ۲۰۰۳)، (ال سایی، ۲۰۰۷)، (چینبات، ۲۰۱۱)</p>
	<p>(بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (مک کیب، ۲۰۰۳)، (ال سایی، ۲۰۰۷)، (چینبات، ۲۰۱۱)</p>

جدول (۱) خلاصه نظرات خبرگان، سوابق و پیشینه‌های پژوهشهای داخل و خارج از کشور	
ریسک‌ها ی اصلی	شرح ریسک (زیر گروه ریسک‌ها)
قراردادی	<p>وجود ابهامات قراردادی و تغییر در حوزه کاری و طرح دعاوی (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (چینبات، ۲۰۱۱)، (مرتضوی و فتیحی، ۱۳۸۷)، (طالبی نژاد و همکاران، ۱۳۸۹)</p> <p>تعریف قرارداد EPC^۱ برای تونل‌سازی و کارهای زیر زمینی (چینبات، ۲۰۱۱)</p>
سرمایه گذاری	<p>عدم تخصیص به موقع اعتبار لازم برای اجرای فعالیت‌های پروژه (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (اسکسن و کاپمن، ۱۹۹۸)، (چینبات، ۲۰۱۱)، (چاپمن، ۲۰۰۱)</p> <p>برآورد اولیه نادرست مبالغ قراردادی. (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (اسکسن و کاپمن، ۱۹۹۸)، (چاپمن، ۲۰۰۱)</p> <p>عدم امکان تامین مالی از طریق روش‌های دیگر (اوراق سهام، فاینانس و...) (چینبات، ۲۰۱۱)</p>
نیروی انسانی	<p>عدم توجه به HSE^{۱۱} (چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>عدم وجود نیروی انسانی ماهر و بکارگیری کارشناسان بی تجربه (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (طالبی نژاد و همکاران، ۱۳۸۹)، [۱۳]، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (مک کیب، ۲۰۰۳)، (ال سایی، ۲۰۰۷)، (چینبات، ۲۰۱۱)</p>
کارفرما	<p>ضعیف در تیم مدیریت کارفرما (چینبات، ۲۰۱۱)</p> <p>عدم شناخت از پروژه در دست ساخت</p>

شرح ریسک (زیر گروه ریسک‌ها)	ریسک‌ها ی اصلی	شرح ریسک (زیر گروه ریسک‌ها)	ریسک‌ها ی اصلی
<p>(چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>وجود دوگانگی در نقشه‌ها و طرح‌ها و کنترل ناصحیح مدارک و نقشه‌ها (مرتضوی و فتحی، ۱۳۸۷)، (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (طالبی نژاد و همکاران، ۱۳۸۹)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (مک کیب، ۲۰۰۳)، (ال سابق، ۲۰۰۷)، (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>عدم وجود آزمایشگاه مناسب و نتایج ناصحیح آزمایشات (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>بررسی و مطالعات ناصحیح (نقشه‌های کاداستر، ژئوتکنیک و ...) (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>عدم انتخاب اصولی مشاوران و پیمانکاران جزء (چینیات، ۲۰۱۱)</p>		<p>(۱۹۹۴)، (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>کسر حفاری در مقطع تونل (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>تاخیر در اجرای تحکیمات موقت تونل و اجرای ناصحیح آن (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>گذر تونل از زیر بافت مسکونی و ساختمانها (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>آب بندی و درز بندی نامناسب تونل (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>برخورد با شرایط نامناسب زمین شناسی در سینه کار (لنزهای ماسه ای و ...) (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>وجود موانع ناشناخته در مسیر اجرای تونل (کوره‌های آجرپزی، نشتی آب کانالها، لوله‌ها و فاضلاب) (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>تاخیر در اجرای تحکیمات دائم تونل و اجرای ناصحیح آن (چینیات، ۲۰۱۱)</p>	
<p>ریزش‌های مقطعی و کلی تونل (سوابق پروژه مترو قم، ۱۳۹۲)</p> <p>نشست مقطعی تونل قبل از اجرای سازه دائم آن (سوابق پروژه مترو قم، ۱۳۹۲)</p> <p>وقوع حوادث (تصادفات) (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (اسکسن و کاپمن، ۱۹۹۸)، (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>وقوع یکی از مصادیق فورس ماژور (زلزله، سیل و ...) (مرتضوی و فتحی، ۱۳۸۷)، (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، [۱۳]، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (چاپمن، ۲۰۰۱)، (ال سابق، ۲۰۰۷)، (چینیات، ۲۰۱۱)، (فولادگر و همکاران، ۲۰۱۲)</p>	<p>آسیب‌ها و زیان‌ها</p>	<p>عدم کفایت مدارک و نقشه‌ها (بخصوص در بدو کار) (مرتضوی و فتحی، ۱۳۸۷)، (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (طالبی نژاد و همکاران، ۱۳۸۹)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (مک کیب، ۲۰۰۳)، (ال سابق، ۲۰۰۷)، (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>تغییر در طراحی و محدوده کارها (ایستگاه‌ها، پلان پروفیل و ...) (مرتضوی و فتحی، ۱۳۸۷)، (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (طالبی نژاد و همکاران، ۱۳۸۹)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (مک کیب، ۲۰۰۳)، (ال سابق، ۲۰۰۷)، (چینیات، ۲۰۱۱)</p>	<p>مهندسی</p>
<p>اعتراض کسبه و ساکنین به اجرای تونل و مختل نمودن ترافیک شهری (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، [۱۳]، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (مک کیب، ۲۰۰۳)، (ال سابق، ۲۰۰۷)، (چینیات، ۲۰۱۱)</p> <p>وقوع سرقت و ایجاد مشکل در روند اجرایی پروژه (چینیات، ۲۰۱۱)</p>	<p>اجتماعی، فرهنگی</p>	<p>عدم صلاحیت مشاوران و عدم دسترسی به مشاوران و طراحان مناسب (مرتضوی و فتحی، ۱۳۸۷)، (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (طالبی نژاد و همکاران، ۱۳۸۹)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (مک کیب، ۲۰۰۳)، (ال سابق، ۲۰۰۷)، (چینیات، ۲۰۱۱)</p>	

ریسک‌های اصلی	شرح ریسک (زیر گروه ریسک‌ها)
	موانع و تأثیر سازمان محیط زیست (آلوده نمودن محیط زیست) (چینیات، ۲۰۱۱)
	موانع و تأثیر تولید مسجد مقدس جمکران و آستانه حضرت معصومه (س) (چینیات، ۲۰۱۱)
	موانع و تأثیر شهرداری مناطق، شورای شهر و سایر ادارات (گاز، برق، مخابرات) (چینیات، ۲۰۱۱)

از آنجایی که ریسک‌ها از مقیاس‌های کیفی برخوردار هستند، معیارها را با استفاده از طیف لیکرت، مطابق جدول (۲) کمی نموده و به ترتیب برای تاثیر معیارها بر هر گزینه از عبارت بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم استفاده کرده و به ترتیب ضرایب ۵، ۴، ۳، ۲ و ۱ برای حالت مثبت و برای حالت منفی که می‌بایست در روش سلسله مراتبی خنثی گردد، برعکس آن در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب اطلاعات کیفی و ناپارامتریک به مقادیر کمی و عددی تغییر یافته و در محاسبات ملاک عمل قرار گرفته است.

جدول (۲) طیف لیکرت پرسشنامه

حالت	بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم
(+)	۵	۴	۳	۲	۱
(-)	۱	۲	۳	۴	۵

براساس ساختار شکست ریسک RBS^{۱۲}، ساختار نهایی شکست ریسک‌های شناسایی در پروژه قطار شهری قم جمع‌بندی شده و در جدول (۳) ارائه گردیده است.

جدول (۳) ساختار شکست ریسک‌های شناسایی

ریسک‌های اصلی	زیر گروه ریسک‌ها - کد ریسک

ریسک‌های اصلی	شرح ریسک (زیر گروه ریسک‌ها)
	عدم توجه عابرین پیاده و سواره به موانع جهت اجرای ایمن کارها (چینیات، ۲۰۱۱)
اقتصادی	وقوع تورم خارج از محدوده قرارداد و افزایش نرخ ارز (مرتضوی و فتحی، ۱۳۸۷)، (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (چاپمن، ۲۰۰۱)، (ال سابق، ۲۰۰۷)، (چینیات، ۲۰۱۱)
	افزایش هزینه‌های مربوط به تأمین و تدارک مصالح و تجهیزات (مرتضوی و فتحی، ۱۳۸۷)، (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (چاپمن، ۲۰۰۱)، (ال سابق، ۲۰۰۷)، (چینیات، ۲۰۱۱)
	وقوع تغییر ناگهانی در مالیات، عوارض و حقوق گمرکی (مرتضوی و فتحی، ۱۳۸۷)، (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۰)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (توران و همکاران، ۱۹۹۴)، (چاپمن، ۲۰۰۱)، (ال سابق، ۲۰۰۷)، (چینیات، ۲۰۱۱)
	مشکلات ساخت یا تأمین تجهیزات از داخل کشور (چینیات، ۲۰۱۱)
	مشکلات انتقال تجهیزات با توجه به راه‌های کشور (چینیات، ۲۰۱۱)
	مشکلات تأمین مصالح و تجهیزات ناشی از نوسانات بازار (چینیات، ۲۰۱۱)
سیاسی	وقوع جنگ و اعتصابات (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (مک کیب، ۲۰۰۳)، (ال سابق، ۲۰۰۷)، (چینیات، ۲۰۱۱)
	وقوع تحریم‌های بین‌المللی (صیادی و حیاتی، ۱۳۸۸)، (بهرامی، ۱۳۹۱)، (مک کیب، ۲۰۰۳)، (ال سابق، ۲۰۰۷)، (چینیات، ۲۰۱۱)
	عدم امکان انتقال تکنولوژی یا تأمین تجهیزات از خارج، ناشی از قطع روابط بین‌المللی (چینیات، ۲۰۱۱)
محیطی	موانع و تاثیر میراث فرهنگی (چینیات، ۲۰۱۱)

ریسک‌های اصلی	زیر گروه ریسک ها - کد ریسک	ریسک‌های اصلی	زیر گروه ریسک ها - کد ریسک
	گذر تونل از زیر بافت مسکونی و ساختمانها R24 آب بندی و درز بندی نامناسب تونل R25 برخورد با شرایط نامناسب زمین شناسی در سینه کار (لنزهای ماسه ای و ...) R26 وجود موانع ناشناخته در مسیر اجرای تونل (کوره های آجرپزی، نشتی آب کانالها، لوله ها و فاضلاب) R27 تاخیر در اجرای تحکیمات دائم تونل و اجرای ناصحیح آن R28		وجود ابهامات قراردادی و تغییر در حوزه کاری و طرح دعاوی R01 تعریف قرارداد EPC برای تونل سازی و کارهای زیر زمینی R02
	عدم کفایت مدارک و نقشه ها (بخصوص در بدو کار) R29 تغییر در طراحی و محدوده کارها (ایستگاه ها، پلان پروفیل و ...) R30 عدم صلاحیت مشاوران و عدم دسترسی به مشاوران و طراحان مناسب R31 وجود دوگانگی در نقشه ها و طرح ها و کنترل ناصحیح مدارک و نقشه ها R32 عدم وجود آزمایشگاه مناسب و نتایج ناصحیح آزمایشات R33 بررسی و مطالعات ناصحیح (نقشه های کاداستر، ژئوتکنیک و ...) R34 عدم انتخاب اصولی مشاوران و پیمانکاران جزء R35		عدم تخصیص به موقع اعتبار لازم برای اجرای فعالیتهای پروژه R03 برآورد اولیه نادرست مبالغ قراردادی R04 عدم امکان تامین مالی از طریق روشهای دیگر (اوراق سهام، فاینانس) R05 عدم توجه به HSE - R06 عدم وجود نیروی انسانی ماهر و بکارگیری کارشناسان بی تجربه R07
	ریزش های مقطعی و کلی تونل R36 نشست مقطعی تونل قبل از اجرای سازه دائم آن R37 وقوع حوادث (تصادفات) R38 وقوع یکی از مصادیق فورس ماژور (زلزله، سیل و ...) R39	مهندسی	ضعیف در تیم مدیریت کارفرما R08 عدم شناخت از پروژه در دست ساخت R09 پاسخ گویی، همکاری و برقراری ارتباط با سایر ارگانها R10 مشکلات مالی کارفرما و عدم پرداخت به موقع مطالبات پیمانکار R11 عدم نظارت جامع، ارایه راهکارهای کلان، اجرایی و طراحی R12
	اعتراض کسبه و ساکنین به اجرای تونل و مختل نمودن ترافیک شهری R40 وقوع سرقت و ایجاد مشکل در روند اجرایی پروژه R41 عدم توجه عابرین پیاده و سواره به موانع جهت اجرای ایمن کارها R42	آسیب ها و زیان ها	ضعف در تیم مدیریت پیمانکار R13 عدم مدیریت ساخت و توجه به کیفیت مناسب R14 عدم تامین مالی لازم، تجهیز به موقع کارگاه R15 عدم وجود تیم کارآمد و عدم اجرا براساس فرامین، روشها و طرح های مصوب R16 دوباره کاری و عدم مدیریت هزینه های اجرایی R17 عدم توجه به برنامه زمانبندی و کنترل پروژه بخش ساخت R18
	وقوع تورم خارج از محدوده قرارداد و افزایش نرخ ارز R43 افزایش هزینه های مربوط به تأمین و تدارک	اجتماعی فرهنگی	عدم تأمین و تحویل زمین های کارگاهی لازم برای شروع عملیات اجرایی R19 عدم وجود سوابق کافی و نقشه بردای اشتباه از پروفیل مسیر تونل R20 کمبود ماشین آلات، تجهیزات و مصالح مناسب R21 کسر حفاری در مقطع تونل R22 تاخیر در اجرای تحکیمات موقت تونل و اجرای ناصحیح آن R23
			اجرای

سروکار دارند که اغلب این فرآیندها در طول پروژه بروز می‌شوند. اهداف مدیریت ریسک پروژه، افزایش اهتمام و اثر وقایع مثبت و کاهش احتمال و اثر وقایع ناخوشایند بر پروژه است. (کیوانلو و آتش فراز، ۱۳۸۸) رتبه‌بندی ریسک‌ها، قسمت کلیدی این فرآیند به شمار می‌رود و امکان مقابله با هر ریسک را فراهم می‌کند. (قوش و جیتانپاکانونت، ۲۰۰۴) رتبه‌بندی ریسک‌ها در پروژه‌های پر مخاطره نظیر پروژه‌های تونل‌سازی از جمله اقدامات ضروری برای مدیریت و ارائه پاسخ به ریسک‌های مرتبط است. این امر مستلزم شناسایی و تعیین مجموعه عوامل ریسک‌زا است. (فولادگر و همکاران، ۲۰۱۲) یکی از اقداماتی که ضریب موفقیت در پروژه‌ها را افزایش می‌بخشد شناسایی و مدیریت علمی ریسک‌ها در پیش روی پروژه‌ها است. (رابینز و دی سنز، ۲۰۰۶) از آنجایی که طرح‌های احداث تونل در محیطی با عدم قطعیت بالا انجام شده و همواره با درصد بالایی از ریسک همراه هستند. به عنوان نمونه در برخی از کشورها ۴۰٪ پروژه‌های تونل‌سازی از نظر هزینه یا زمان از مقدار تعیین شده تجاوز کرده‌اند و در بیش از ۶۰٪ آنها نیز مدیریت ریسک سازمان ضعیف ارزیابی شده است. (واگنر، ۲۰۰۶) همچنین با توجه به مطرح شدن قطارهای شهری به عنوان راه حل مشکلات ترافیک و آلودگی هوا و اجتناب ناپذیر بودن تصرف و محصور کردن زمین‌های شهری جهت اجرای پروژه، تأخیرها و افزایش هزینه‌های ناشی از توقف کار حفاری تونل در این پروژه‌ها، می‌تواند باعث نارضایتی مدیران سازمان‌ها و مردم منطقه گردد. از اینرو اهمیت و ضرورت توجه به شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها در پروژه‌ها دو چندان می‌شود.

ریسک‌های اصلی	زیر گروه ریسک‌ها - کد ریسک
	مصالح و تجهیزات R44 وقوع تغییر ناگهانی در مالیات، عوارض و حقوق گمرکی R45 مشکلات ساخت یا تامین تجهیزات از داخل کشور R46 مشکلات انتقال تجهیزات با توجه به راه‌های کشور R47 مشکلات تامین مصالح و تجهیزات ناشی از نوسانات بازار R48
سیاسی	وقوع جنگ و اعتصابات R49 وقوع تحریم‌های بین‌المللی R50 عدم امکان انتقال تکنولوژی یا تامین تجهیزات از خارج، ناشی از قطع روابط بین‌المللی R51
محیطی	موانع و تاثیر میراث فرهنگی R52 موانع و تاثیر سازمان محیط زیست (آلوده نمودن محیط زیست) R53 موانع و تاثیر تولید مسجد مقدس جمکران و آستانه حضرت معصومه (س) R54 موانع و تاثیر شهرداری مناطق، شورای شهر و سایر ادارات (گاز، برق، مخابرات) R55

این پژوهش برای کلیه پروژه‌های تونل‌سازی کشور که بدنبال روشهایی نوین مدیریت ریسک، بهبود مستمر و مزایایی از قبیل جهت‌گیری در آینده، اتخاذ تصمیمات در پرتوی نتایج، بهبود عملکرد پروژه و برخورد موثر با محیط در سایه اعتقاد به مدیران، ناظران، طراحان و کارشناسان برای تحقق اهداف پروژه را دارند، کاربرد دارد. بخصوص پروژه‌هایی که عوامل و جریان‌های داخلی و خارجی پروژه بر فعالیت آنها تأثیر گذارتر و دارای شدت بالاتری است، کاربرد بیشتری دارد.

۲- ارکان مقاله و مبانی نظری

مدیریت ریسک پروژه شامل فرآیندهایی می‌شود، که با هدایت برنامه ریزی مدیریت ریسک، شناسایی، تحلیل، پاسخگویی، نظارت و کنترل در پروژه

هدف اصلی این پژوهش، شناسایی و اولویت بندی ریسک‌های تونل‌سازی با بکارگیری روش AHP و بهره‌گیری از نظرات گروه مدیران، ناظران، طراحان و کارشناسان تیم کارفرما، مشاورکارفرما، پیمانکار و مشاور همکار پیمانکار در پروژه قطار شهری قم که خبرگان پروژه نامیده شده‌اند، در راستای سیستم مدیریت مناسب ریسک پروژه و با نگرش تحقق اهداف پروژه می‌باشد. همچنین تعیین استراتژی یا روشی جهت شناسایی و تعریف ریسک‌های تونل‌سازی و تعیین روشی در راستای اولویت بندی ریسک‌های تونل‌سازی، و تعیین استراتژی جهت بکارگیری روش AHP در اولویت بندی ریسک‌های شناسایی شده تونل‌سازی، می‌باشد. براساس تعاریف نظری، ریسک رخداد و یا شرایطی نامطمئنی است که اگر بوقوع بپیوندد، اثری مثبت یا منفی بر حداقل یکی از اهداف پروژه چون؛ زمان، هزینه، محدوده/کیفیت می‌گذارد. (موسسه مدیریت پروژه PMI، ۲۰۰۴) و مدیریت ریسک پروژه شامل فرآیندهایی می‌شود که با هدایت، برنامه ریزی، مدیریت ریسک، شناسایی، تحلیل، پاسخگویی و نظارت و کنترل آن در پروژه سروکار دارند که اغلب در طول پروژه به روز می‌شوند. (موسسه مدیریت پروژه PMI، ۲۰۰۴) فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری است که اولین بار توسط توماس ال ساعتی^{۱۳} در ۱۹۸۰ مطرح شد. که بر اساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را بصورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد و گزینه‌های

مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد. (قدسی پور، ۱۳۹۱) روش تونل‌سازی اتریشی NATM، برای اولین بار توسط اساتید اتریشی به نام‌های رابسویچ^{۱۴} و مولر^{۱۵} در سال ۱۹۵۰ مطرح و در مقالاتی به زبان انگلیسی در سال ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ منتشر شد. از ویژگی‌های بارز آن این است که زمین تونل حفاری شده بدلیل شکل هندسی از استحکام اولیه برخوردار است و معمولاً با استفاده از شاتکریت برای بتن ریزی سریع همراه با پیچ و مش در زمین‌های سنگی، و با مش و تیرهای مشبک آرماتوری و یا تیرهای فلزی در زمین‌های سست، سازه موقت جهت جلوگیری از ریزش ایجاد می‌گردد (سازه موقت در سه مرحله فوقانی، تحتانی و کف تونل حفاری می‌شود و در نهایت تونل طی دو مرحله، کف، سقف و دیواره بکمک بتن مسلح استحکام نهایی می‌یابد) (راگلد و همکاران، ۲۰۰۳).

بر اساس تعاریف عملیاتی، تونل به یک گذر زیر زمینی جهت تردد وسایل نقلیه یا قطار، انتقال آب و یا مترو در شهرها، اطلاق می‌شود و دارای مقطع نعل اسبی و با تمام گرد می‌باشد، و پروژه‌های تونل‌سازی به پروژه‌هایی اطلاق می‌گردد که برای ایجاد یک بازشو^{۱۶} جهت احداث راهی برای تردد وسایل نقلیه یا قطار، انتقال آب و یا مترو در شهرها، در هر نوع زمین سنگی، نرم و دارای مشکل با ایجاد تحکیمات پایدار تعریف می‌گردد و از روش‌های مکانیزه و غیرمکانیزه مانند NATM قابل اجرا می‌باشد.

۳- روش پژوهش

مطالعه موردی این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های تونل‌سازی قطار شهری قم

اساسی و مخصوص برای همان ناحیه انجام پذیرد. لذا لازم است تا در پروژه قطار شهری قم مطالعات و شناسایی ریسک‌های تونل‌سازی به صورت مجزا و منحصر به مسیر تونل‌سازی آن انجام پذیرد.

در پروژه قطار شهری قم طول کل مسیر تونل ۱۴/۸ کیلومتر است که قریب به ۱۰ کیلومتر آن به روش مکانیزه و حدود ۴ کیلومتر آن به روش سنتی حفاری می‌گردد و بقیه مسیر بصورت روباز اجرا می‌شود. حفاری تونل در روش مکانیزه با دستگاه $TBM^{۱۳}$ و در روش سنتی به روش NATM و به ترتیب با مقاطع دایره‌ای و نعل اسبی انجام می‌پذیرد و متوسط فاصله ریل تا سطح زمین در تونل مکانیزه برابر با ۲۱ متر و در تونل NATM برابر با ۱۸ متر است. مسیر تونل خط A قطار شهری قم، جنوب غربی- شمال شرقی و دارای ۱۴ ایستگاه می‌باشد و از مسجد حضرت معصومه^س به دپو پارکینگ در شمال شرق شهر (منطقه کامکار) ختم می‌گردد. در این پروژه مسیر تونل به گونه‌ای طراحی گردیده است تا از حفاری در زیر بافت‌های مسکونی اجتناب گردد و تا جایی که امکان دارد از زیر خیابانهای شهر عبور نماید، اما به دلایل فنی در برخی مناطق ناگزیر از زیر بافت مسکونی عبور می‌کند. همین امر موضوع شناسایی ریسک در راستای تحقق اهداف پروژه را دو چندان می‌کند.

در این مقاله جامعه آماری شامل کلیه گروه‌های متاثر و مرتبط پروژه می‌باشند و جمعاً ۳۴ نفر برآورد شد و بدلیل اینکه کل جامعه آماری مورد بررسی قرار گرفت نیازی به نمونه آماری نبود. از آنجایی که در این پژوهش روش نمونه‌گیری غیر تصادفی و از نوع هدف‌دار می‌باشد، پرسشنامه در بین ۳۴ نفر توزیع

می‌باشد. از آنجاییکه موضوع تونل‌سازی در کلیه پروژه‌ها فرآیندی ریسک‌زا و پرمخاطره می‌باشد لذا می‌توان اظهار داشت که بررسی ریسک در این نوع پروژه‌ها بسیار مهم و قبل از شروع هر نوع عملیاتی به جهت پیشگیری از توقف پروژه، می‌بایست انجام پذیرد. در این پژوهش شناسایی ریسک‌ها براساس روش RBS و با توجه به پیشینه‌های مشابه، سوابق پروژه و مصاحبه با خبرگان مجرب حاضر در پروژه، انجام و دسته‌بندی شده‌اند- ارایه شده در جدول (۳). پس از شناسایی و دسته‌بندی ریسک‌ها دو پرسشنامه تهیه گردید که ابزارهای گردآوری اطلاعات این پژوهش می‌باشند. پرسشنامه اول به منظور تهیه ماتریس تصمیم‌گیری و در محیط‌های داخلی و خارجی و در ۱۲ گروه اصلی و ۵۵ زیرگروه برای ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌ها و بر اساس زیرگروه‌های ریسک‌مدون گردیده است و پرسشنامه دوم برای اندازه‌گیری اوزان معیارهای هدف تدوین گردیده است. در این مقاله ریسک‌ها به عنوان گزینه و اهداف پروژه شامل هزینه، زمان، کیفیت و ایمنی سازه تونل و با فرض مستقل بودن از یکدیگر، به عنوان معیار در نظر گرفته شده است. معیار هدف ایمنی بدلیل اهمیت بالای استحکام اولیه و دراز مدت سازه تونل و با توجه به نظرات خبرگان پروژه اضافه گردیده است. پس از گردآوری نظرات خبرگان ماتریس تصمیم‌گیری تهیه و با بهره‌گیری از روش AHP اوزان معیارها تعیین و اولویت‌بندی ریسک‌ها انجام پذیرفته است.

لازم به توضیح است، متفاوت بودن ساختار زمین‌شناختی در مکان‌های متفاوت، موجب می‌شود تا هر مکان دارای خصوصیت متفاوتی برای تونل‌سازی داشته باشد و این امر باعث می‌شود تا مطالعات

ماتریس ریسک این روش نیز دارای عدم وزن برای معیارهای ارزیابی و عدم مقایسه زوجی ریسکها نسبت به یکدیگر می باشند. همچنین یکی از دیگر مشکلات به طور مثال این است که ریسک هایی که احتمال وقوع و کشف بالا و شدت کم را داشته باشد در مقایسه با حالت دیگر که احتمال وقوع کم و کشف و شدت بالا را داشته باشد، $RPN^{۳}$ معادل بدست می آید که این امر نیز می تواند باعث بروز خطای سیستماتیک شود و رتبه بندی را با خطا مواجه نماید. روش $TOPSIS^{۴}$ نیز روش مناسبی برای رتبه بندی است ولی از آنجایی که معیار ارزیابی ریسک خیلی کیفی هستند و این روش نیز برای معیارهای خیلی کیفی مناسب بنظر نمی رسد، می توان اظهار داشت که این روش برای رتبه بندی ریسکها چندان مناسب نمی باشد. با توجه به موارد فوق الذکر و با توجه به مزیت مقایسات زوجی گزینه ها از روش AHP استفاده گردیده است.

۴- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP

این روش با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، آنها را به شکلی ساده تبدیل کرده و به حل آنها می پردازد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی طی قدم های زیر تشریح می گردد (قدسی پور، ۱۳۹۱):

۴-۱- ساختن سلسله مراتبی

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می باشد که در راس آن هدف کلی مساله و در سطوح بعدی معیار و گزینه ها قرار دارند.

۴-۲- محاسبه وزن

محاسبه وزن در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در دو قسمت جداگانه زیر مورد بحث قرار می گیرد:

گردید، که ۳۱ عدد (۹۱/۲٪) پرسشنامه ها به همراه پاسخ، برگشت داده شد. روش تجزیه و تحلیل اطلاعات، روش مقایسه ای با بکار گیری روش AHP می باشد و برای تحلیل داده ها از نرم افزار $EXCEL$ در محاسبات AHP و برای تحلیل پایایی پرسشنامه ها از نرم افزار $SPSS$ استفاده شده است. پایایی پرسشنامه ها به کمک روش آلفای کرونباخ^{۱۸} محاسبه شده و برای پرسشنامه شماره ۱، مقدار ۰/۹۷۹ و برای پرسشنامه شماره ۲، مقدار ۰/۷۸۵ بدست آمده است. این مقادیر بیش از ۰/۷ می باشند و نشان می دهند پرسشنامه های مورد استفاده از قابلیت اعتماد و پایایی خوبی برخوردار هستند. برای تجزیه و تحلیل داده ریسکها روش های متعددی بکار رفته است، که از جمله آنها می توان به روشهای ماتریس ریسک^{۱۹} و $FMEA^{۲۰}$ اشاره نمود. ارزیابی ریسک به طور عمده با استفاده از روش کلاسیک ماتریس احتمال - اثر^{۲۱} ریسک انجام می شود. هر چند که این روش ساده بوده و به راحتی قابل استفاده است، ولی نتایج قابل اعتمادی بدست نمی دهد. (چاپمن و وارد، ۲۰۰۳) زیرا تنها از دو معیار استفاده شده و از سایر جنبه ها و معیارهای مؤثر چشم پوشی می شود. یکی از دیگر مشکلات (این روش) این است که ریسک هایی که احتمال زیاد و اثر کم دارند با ریسک هایی که احتمال کم و اثر زیاد دارند معادل فرض شده و می تواند باعث بروز خطای سیستماتیک شود. (پیپات تانایی وانگ^{۲۲}، ۲۰۰۴) از دیگر معایب این روش می توان به عدم وزن دهی به معیارهای ارزیابی و عدم مقایسه زوجی ریسکها نسبت به یکدیگر اشاره نمود که این امر باعث می شود رتبه بندی نتایج از اطمینان قابل توجهی برخوردار نباشد و رتبه بندی را با خطا مواجه نماید. مانند روش

$$A = [a_{ij}] \quad , \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad ۱-۲-۴ \text{ وزن نسبی}^{۲۰}$$

که در آن a_{ij} ترجیح عنصر C_i را بر C_j نشان می‌دهد. چنانچه در این ماتریس داشته باشیم:

$$a_{ik} \times a_{kj} = a_{ij} \quad , \quad i, j, k = 1, 2, \dots, n$$

در حالتی که ماتریس A سازگار باشد یک مقدار ویژه برابر n بوده (بزرگترین مقدار ویژه) و بقیه آنها برابر صفر هستند.

در حالتی که ماتریس مقایسه زوجی A ناسازگار باشد، λ_{max} کمی از n فاصله می‌گیرد. از آنجا که λ_{max} همواره بزرگتر یا مساوی n است و چنانچه ماتریس از حالت سازگاری کمی فاصله بگیرد λ_{max} از n کمی فاصله خواهد گرفت. بنابراین تفاضل λ_{max} و n (یعنی $\lambda_{max} - n$) میتواند معیار خوبی برای اندازه‌گیری ناسازگاری ماتریس باشد. بی‌تردید مقیاس $(\lambda_{max} - n)$ به مقدار n (طول ماتریس) بستگی داشته و برای رفع این وابستگی می‌توان آن را به صورت زیر تعریف نمود که آن را شاخص ناسازگاری (I.I) می‌نامیم.

$$I.I = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (\text{رابطه ۱})$$

مقادیر شاخص ناسازگاری را برای ماتریس‌هایی که اعداد آنها کاملاً تصادفی اختیار شده باشند محاسبه کرده‌اند و آنرا شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (I.I.R.) نام نهاده‌اند که مقادیر آنها برای ماتریس‌های n بعدی مطابق جدول (۴) است.

جدول (۴) شاخص ناسازگاری ماتریس‌های تصادفی

n	1	2	3	4	5
I.I.R	0	0	0.58	0.9	1.12
n	6	7	8	9	10
I.I.R	1.24	1.32	1.41	1.45	1.51

در انتها نرخ ناسازگاری (I.I.R.) را از فرمول زیر به دست می‌آوریم، چنانچه این عدد کوچکتر یا

اگر عناصر C_1, C_2, \dots, C_n را داشته باشیم و وزن آنها w_1, w_2, \dots, w_n باشد، هر درایه (a_{ij}) از ماتریس مقایسه زوجی (A) را می‌توان به صورت تقسیم وزن عناصر متناظر با هر درایه نوشت (w_i/w_j) .

هر ماتریس مقایسه زوجی ممکن است سازگار یا ناسازگار باشد در حالتی که این ماتریس سازگار باشد محاسبه وزن w_i ساده خواهد بوده و از نرمالیزه کردن عناصر هر ستون بدست می‌آید. اما در حالتی که ماتریس ناسازگار باشد محاسبه وزن‌ها ساده نبوده و برای بدست آوردن آن چهار روش عمده مطرح شده، که عبارتند از: روش حداقل مربعات^{۲۶}، روش حداقل مربعات لگاریتمی^{۲۷}، روش بردار ویژه^{۲۸}، روشهای تقریبی^{۲۹} و روشهای تقریبی شامل؛ مجموع سطری، مجموع ستونی، میانگین حسابی، میانگین هندسی). روش میانگین هندسی عناصر هر (ریشه n حاصل ضرب عناصر هر سطر) محاسبه شده و سپس بردار حاصل نرمالیزه می‌شود تا برداری وزن بدست آید. که در این پژوهش برای محاسبه وزن نسبی از آن استفاده شده است.

$$۱-۲-۴ \text{ وزن نهایی}^{۲۰}$$

وزن نهایی هر گزینه در یک فرآیند سلسله‌مراتبی از مجموع حاصل ضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها، بدست می‌آید.

۳-۴- سازگاری سیستم

ماتریس سازگار به صورت زیر تعریف می‌گردد: اگر n معیار به شرح C_1, C_2, \dots, C_n داشته باشیم و ماتریس مقایسه زوجی آن‌ها به صورت زیر باشد:

ریسک های اصلی	کد ریسک	بازرسی زمان	بازرسی کیفیت	بازرسی معماری	
		(-)	(+)	(+)	
	R27	1.645	1.710	4.194	
	R28	2.032	2.161	4.097	
مهندسی	R29	1.774	2.161	2.613	
	R30	1.677	1.774	2.000	
	R31	1.903	1.871	3.161	
	R32	1.871	2.097	2.677	
	R33	2.839	2.032	3.129	
	R34	2.129	2.129	3.032	
	R35	2.194	1.871	3.419	
	R36	1.452	1.742	4.613	
	آسیب ها و زیان ها	R37	1.839	1.871	3.903
		R38	2.968	2.774	3.839
R39		1.548	1.613	4.387	
R40		2.452	3.065	1.806	
اجتماعی، فرهنگی	R41	3.387	3.355	2.000	
	R42	3.806	3.839	3.548	
	R43	1.581	1.161	2.355	
اقتصادی	R44	1.871	1.290	2.581	
	R45	2.419	1.806	1.935	
	R46	1.839	1.871	2.129	
	R47	1.806	2.258	2.129	
	R48	1.742	1.677	1.806	
سیاسی	R49	1.355	1.484	3.065	
	R50	1.226	1.226	2.677	
	R51	1.484	1.677	2.387	
محیطی	R52	2.484	2.806	2.000	
	R53	3.097	3.065	2.161	
	R54	3.000	3.355	1.387	
	R55	2.290	2.452	2.032	

مقایسات زوجی جزء به جزء ریسک ها با توجه با ماتریس تصمیم گیری و به تفکیک معیارهای هزینه، زمان، کیفیت و ایمنی سازه تونل انجام گرفته است که ماتریس مقایسات زوجی ریسک ها به تفکیک معیارها چهار ماتریس مقایسات زوجی ۵۵×۵۵ بدست آمد که بدلیل بزرگی ماتریس از ارایه آنها صرف نظر گردید. برای محاسبه وزن ریسک های ماتریس مقایسات زوجی و ماتریس هدف از روش میانگین هندسی که یکی از روش های تقریبی محاسبه وزن می باشد، استفاده گردیده است.

مساوی ۰/۱ باشد ناسازگاری سیستم قایل قبول است و گرنه باید در قضاوتها تجدید نظر کرد.

$$I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R.} \quad (\text{رابطه ۲})$$

۵- تحلیل و بررسی مسأله

پس از توزیع پرسشنامه های ۱ و ۲ در بین خبرگان و گردآوری نظرات آنان مقادیر با میانگین گیری ساده تبدیل به ماتریس تصمیم گیری ۴×۵۵ گردید که به وسیله آن مقایسات زوجی ریسک ها انجام داده شده است. جدول شماره ۵ ماتریس تصمیم گیری ریسک های تونل سازی قم را نشان می دهد:

جدول (۵) ماتریس تصمیم گیری ریسک های تونل

ریسک های اصلی	کد ریسک	بازرسی زمان	بازرسی کیفیت	بازرسی معماری
		(-)	(+)	(+)
قراردادی	R01	2.581	2.065	2.000
	R02	2.903	2.548	2.194
سرمایه گذاری	R03	1.161	1.323	3.032
	R04	1.935	1.581	2.613
	R05	1.839	1.968	2.581
نیروی انسانی	R06	3.000	2.677	4.290
	R07	1.968	1.968	3.903
کارفرما	R08	2.000	2.323	2.452
	R09	2.000	1.871	2.516
	R10	2.065	2.548	2.161
	R11	1.226	1.548	2.806
	R12	2.194	2.290	2.581
	R13	1.581	1.613	3.742
پیمانکار	R14	2.065	2.065	3.581
	R15	1.581	2.000	2.323
	R16	1.613	1.839	3.548
	R17	1.581	1.452	3.032
	R18	1.355	1.839	2.097
اجرایی	R19	1.355	2.000	2.032
	R20	1.613	1.581	2.387
	R21	1.774	2.097	3.065
	R22	2.000	2.032	1.452
	R23	1.871	2.258	4.097
	R24	2.194	2.226	4.129
	R25	2.419	2.161	3.452
	R26	1.806	1.839	3.871

وزن ماتریس مقایسات زوجی				کدریسک
ایمنی	کیفیت	زمان	هزینه	
0.0127	0.0083	0.0101	0.0105	R41
0.0226	0.0086	0.0090	0.0092	R42
0.0150	0.0178	0.0217	0.0305	R43
0.0164	0.0192	0.0184	0.0274	R44
0.0123	0.0135	0.0142	0.0196	R45
0.0136	0.0173	0.0187	0.0189	R46
0.0136	0.0122	0.0190	0.0157	R47
0.0115	0.0144	0.0197	0.0211	R48
0.0195	0.0174	0.0253	0.0238	R49
0.0171	0.0207	0.0280	0.0289	R50
0.0152	0.0205	0.0231	0.0211	R51
0.0127	0.0106	0.0138	0.0126	R52
0.0138	0.0113	0.0111	0.0115	R53
0.0088	0.0093	0.0114	0.0105	R54
0.0129	0.0126	0.0150	0.0144	R55

پرسشنامه ۲ به شکل ماتریس ۴×۴ تحت عنوان ماتریس هدف تهیه و پس از میانگین‌گیری ساده از نظرات گردآوری شده، ماتریس هدف تهیه و از آن در محاسبات استفاده گردید. در این ماتریس معیارهای کیفی جزء به جزء با یکدیگر مقایسه گردیده‌اند. جدول (۷) ماتریس هدف و وزن معیارهای هدف پروژه قطار شهری قم را نشان می‌دهد.

جدول ۷- ماتریس هدف پروژه قطار شهری قم و وزن

معیارها

معیارها	هزینه	زمان	کیفیت	ایمنی	وزن
هزینه	1	2.692	2.047	1.747	0.415
زمان	0.371	1	1.075	1.140	0.193
کیفیت	0.489	0.930	1	1.180	0.202
ایمنی	0.572	0.877	0.847	1	0.190

۶- محاسبه وزن نهایی

وزن نهایی نشان دهنده اهمیت و اولویت ریسک‌ها می‌باشد که پس از محاسبه آن اولویت ریسک‌ها مشخص می‌گردد. وزن نهایی هر ریسک از مجموع حاصل ضرب وزن معیارها در وزن

جدول (۶) اوزان ریسک‌های تونل‌سازی قم با توجه به معیارهای هزینه، زمان، کیفیت و ایمنی سازه تونل در پروژه قطار شهری قم را نشان می‌دهد:

جدول (۶) اوزان ریسک‌ها با توجه به معیارهای هزینه، زمان، کیفیت و ایمنی

وزن ماتریس مقایسات زوجی				کدریسک
ایمنی	کیفیت	زمان	هزینه	
0.0127	0.0147	0.0133	0.0171	R01
0.0140	0.0149	0.0118	0.0139	R02
0.0193	0.0182	0.0296	0.0267	R03
0.0166	0.0191	0.0177	0.0224	R04
0.0164	0.0167	0.0187	0.0180	R05
0.0273	0.0164	0.0114	0.0132	R06
0.0249	0.0239	0.0174	0.0180	R07
0.0156	0.0174	0.0172	0.0152	R08
0.0160	0.0185	0.0172	0.0189	R09
0.0138	0.0156	0.0166	0.0139	R10
0.0179	0.0201	0.0280	0.0228	R11
0.0164	0.0191	0.0157	0.0154	R12
0.0238	0.0243	0.0217	0.0219	R13
0.0228	0.0270	0.0166	0.0171	R14
0.0148	0.0169	0.0217	0.0177	R15
0.0226	0.0248	0.0213	0.0192	R16
0.0193	0.0212	0.0217	0.0244	R17
0.0134	0.0155	0.0253	0.0192	R18
0.0129	0.0135	0.0253	0.0177	R19
0.0152	0.0208	0.0213	0.0224	R20
0.0195	0.0212	0.0194	0.0169	R21
0.0092	0.0226	0.0172	0.0174	R22
0.0261	0.0221	0.0184	0.0157	R23
0.0263	0.0146	0.0157	0.0159	R24
0.0220	0.0237	0.0142	0.0164	R25
0.0247	0.0189	0.0190	0.0192	R26
0.0267	0.0210	0.0209	0.0207	R27
0.0261	0.0219	0.0169	0.0164	R28
0.0166	0.0210	0.0194	0.0164	R29
0.0127	0.0162	0.0205	0.0199	R30
0.0201	0.0243	0.0180	0.0189	R31
0.0171	0.0221	0.0184	0.0169	R32
0.0199	0.0255	0.0121	0.0174	R33
0.0193	0.0232	0.0161	0.0166	R34
0.0218	0.0243	0.0157	0.0189	R35
0.0294	0.0203	0.0237	0.0203	R36
0.0249	0.0210	0.0187	0.0189	R37
0.0245	0.0135	0.0116	0.0128	R38
0.0279	0.0207	0.0222	0.0219	R39
0.0115	0.0097	0.0140	0.0115	R40

اولویت	کدریسک	اولویت	کدریسک	اولویت	کدریسک
۵۵	R54	۳۶	R24	۱۷	R26
		۳۷	R46	۱۸	R14
		۳۸	R19	۱۹	R31

ریسک، محاسبه گردیده است. جدول (۸) اوزان نهایی ریسک ها و جدول (۹) اولویت ریسک ها تونل سازی پروژه قطارشهری قم را نشان می دهد.

جدول (۸) اوزان نهایی ریسک ها

وزن نهایی	کد ریسک	وزن نهایی	کد ریسک	وزن نهایی	کد ریسک
0.02287	R39	0.02049	R20	0.01507	R01
0.01164	R40	0.01873	R21	0.01371	R02
0.01042	R41	0.01686	R22	0.02415	R03
0.01161	R42	0.01947	R23	0.01972	R04
0.02328	R43	0.01756	R24	0.01756	R05
0.02192	R44	0.01850	R25	0.01619	R06
0.01593	R45	0.02015	R26	0.02038	R07
0.01751	R46	0.02194	R27	0.01612	R08
0.01522	R47	0.01944	R28	0.01794	R09
0.01765	R48	0.01794	R29	0.01474	R10
0.02202	R49	0.01791	R30	0.02235	R11
0.02480	R50	0.02005	R31	0.01640	R12
0.02024	R51	0.01825	R32	0.02272	R13
0.01246	R52	0.01849	R33	0.02010	R14
0.01183	R53	0.01836	R34	0.01776	R15
0.01015	R54	0.01990	R35	0.02140	R16
0.01388	R55	0.02268	R36	0.02226	R17
		0.02042	R37	0.01854	R18
		0.01489	R38	0.01742	R19

در این پژوهش برای تهیه ماتریس های مقایسات زوجی ۵۵×۵۵ عناصر ماتریس تصمیم گیری بر یکدیگر تقسیم گردیده اند. از این رو می توان گفت که ماتریس ها سازگارند و رابطه $(A \times W = n \times W)$ می باشد. برای صحت بیشتر، سازگاری ۴ ماتریس مقایسات زوجی هزینه، زمان، کیفیت و ایمنی مندرج در پیوست ب محاسبه شد و همه آنها برابر ۵۵ یعنی معادل طول ماتریس می باشند. از این رو ماتریس مقایسات زوجی این پژوهش سازگار می باشند.

همچنین محاسبات نشان دادند که ماتریس مقایسات زوجی معیارهای هدف دارای ناسازگاری است و مقدار نرخ ناسازگاری (I.R.) آن برابر ۰/۱۳ است می باشد. از آنجایی که این مقدار کوچکتر از ۰/۱ است لذا ناسازگاری آن قابل قبول می باشد.

جدول (۹) اولویت ریسک ها تونل سازی پروژه

قطارشهری قم

اولویت	کدریسک	اولویت	کدریسک	اولویت	کدریسک
۳۹	R22	۲۰	R35	۱	R50
۴۰	R12	۲۱	R04	۲	R03
۴۱	R06	۲۲	R23	۳	R43
۴۲	R08	۲۳	R28	۴	R39
۴۳	R45	۲۴	R21	۵	R13
۴۴	R47	۲۵	R18	۶	R36
۴۵	R01	۲۶	R25	۷	R11
۴۶	R38	۲۷	R33	۸	R17
۴۷	R10	۲۸	R34	۹	R49
۴۸	R55	۲۹	R32	۱۰	R27
۴۹	R02	۳۰	R09	۱۱	R44
۵۰	R52	۳۱	R29	۱۲	R16
۵۱	R53	۳۲	R30	۱۳	R20
۵۲	R40	۳۳	R15	۱۴	R37
۵۳	R42	۳۴	R48	۱۵	R07
۵۴	R41	۳۵	R05	۱۶	R51

۷- بحث و نتیجه گیری

تعریف و شناسایی ریسک ها در پروژه های احداث تونل به ویژه در تونل های شهری از ارکان مهم مدیریت ریسک می باشد. روش شناسایی ریسک از طریق تجربیات پیشین با بکارگیری روش پرسشنامه مبتنی بر طبقه بندی و استفاده از تکنیک تصمیم گیری گروهی اطمینان مناسبی را برای گردآوری نظرات خبرگان را حاصل می نماید و در صورت فقدان و یا مدیریت ضعیف آن منجر به عدم پیش بینی و شناسایی به موقع مخاطرات پروژه شده و در نتیجه باعث طولانی شدن مدت زمان پروژه و به دنبال آن منجر به افزایش هزینه ها می گردد. جهت مدیریت مناسبتر ریسک، می بایست ریسک ها

اولویت	شرح ریسک با توجه به اولویت حاصل از ارزیابی این پژوهش
	فعالیت‌های پروژه
۳	وقوع تورم خارج از محدوده قرارداد و افزایش نرخ ارز
۴	وقوع یکی از مصادیق فورس ماژور (زلزله، سیل و ...)
۵	ضعف در تیم مدیریت پیمانکار
۶	ریزش‌های مقطعی و کلی تونل
۷	مشکلات مالی کارفرما و عدم پرداخت به موقع مطالبات پیمانکار
۸	دوباره کاری و عدم مدیریت هزینه‌های اجرایی
۹	وقوع جنگ و اعتصابات
۱۰	وجود موانع ناشناخته در مسیر اجرای تونل (کوره‌های آجرپزی، نشستی آب کانالها، لوله‌ها و فاضلاب)
۱۱	افزایش هزینه‌های مربوط به تأمین و تدارک مصالح و تجهیزات
۱۲	عدم وجود تیم کارآمد و عدم اجرا براساس فرامین، روشها و طرح‌های مصوب
۱۳	عدم وجود سوابق کافی و نقشه بردای اشتباه از پروفیل مسیر تونل
۱۴	نشست مقطعی تونل قبل از اجرای سازه دایم آن
۱۵	عدم وجود نیروی انسانی ماهر و بکارگیری کارشناسان بی تجربه
۱۶	عدم امکان انتقال تکنولوژی یا تأمین تجهیزات از خارج، ناشی از قطع روابط بین‌المللی
۱۷	برخورد با شرایط نامناسب زمین‌شناسی در سینه کار (لنزهای ماسه‌ای و ...)
۱۸	عدم مدیریت ساخت و توجه به کیفیت مناسب
۱۹	عدم صلاحیت مشاوران و عدم دسترسی به مشاوران و طراحان مناسب
۲۰	عدم انتخاب اصولی مشاوران و پیمانکاران جزء
۲۱	برآورد اولیه نادرست مبالغ قراردادی
۲۲	تاخیر در اجرای تحکیمات موقت تونل و اجرای ناصحیح آن
۲۳	تاخیر در اجرای تحکیمات دایم تونل و اجرای ناصحیح آن
۲۴	کمبود ماشین‌آلات، تجهیزات و مصالح مناسب
۲۵	عدم توجه به برنامه زمانبندی و کنترل پروژه

دسته بندی گردد. ساختار شکست ریسک RBS بکار گرفته شده، روش مناسبی برای دسته بندی مجموعه عوامل ریسک‌ها در پروژه‌های تونل‌سازی را نشان می‌دهد و می‌بایست تا آخرین سطح شناسایی ریسک پیش رود. آخرین سطح، ریسک زیرگروه ریسک تعریف گردیده و ضروریست زیرگروه‌های ریسک‌ها مورد ارزیابی قرار گیرند تا در مرحله پاسخ به ریسک، اقدامات اصلاحی، اضطراری و یا موثرتری نسبت به سایر ریسک‌هایی که می‌توانند در بازه زمانی پروژه رفع گردند، انجام پذیرد و برای آنها اولویت قائل شد، از این رو نتایج حاصل کاربردی تر خواهد شد.

استفاده از ریسک‌ها به عنوان گزینه و معیارهای هدف پروژه شامل؛ هزینه، زمان، کیفیت و ایمنی سازه تونل، با فرض مستقل بودن معیارها و با بکارگیری روش AHP، ارزیابی و اولویت بندی ریسک‌ها را واقع بینانه تر و معتبرتر می‌نماید. این اعتبار به واسطه امکان انجام مقایسات زوجی بین گزینه‌ها و بین معیارها، تعیین وزن و اهمیت نسبی معیارها و نیز تحلیلی بودن نتایج حاصله می‌باشد.

براساس اجماع نظرات خبرگان پروژه قطار شهری قم، ریسک‌های شناسایی شده‌ی تونل‌سازی و اولویت بندی آنها با بکارگیری روش AHP در جدول (۱۰) ارائه می‌گردد. از نتایج بدست آمده در این پژوهش می‌توان در سایر پروژه‌های مشابه، بخصوص پروژه‌های تونل‌سازی بهره برد.

جدول (۱۰) ریسک‌های پروژه تونل‌سازی پروژه قطار شهری قم و اولویت آنها

اولویت	شرح ریسک با توجه به اولویت حاصل از ارزیابی این پژوهش
۱	وقوع تحریم‌های بین‌المللی
۲	عدم تخصیص به موقع اعتبار لازم برای اجرای

اولویت	شرح ریسک با توجه به اولویت حاصل از ارزیابی این پژوهش
۴۹	تعریف قرارداد EPC برای تونل سازی و کارهای زیر زمینی
۵۰	موانع و تأثیر میراث فرهنگی
۵۱	موانع و تأثیر سازمان محیط زیست (آلوده نمودن محیط زیست)
۵۲	اعتراض کسبه و ساکنین به اجرای تونل و مختل نمودن ترافیک شهری
۵۳	عدم توجه عابرین پیاده و سواره به موانع جهت اجرای ایمن کارها
۵۴	وقوع سرقت و ایجاد مشکل در روند اجرایی پروژه
۵۵	موانع و تأثیر تولیت مسجد مقدس جمکران و آستانه حضرت معصومه (س)

همانگونه که نتایج اولویت بندی ریسک ها نشان می دهد، بیشترین دغدغه پروژه شامل؛ تحریم های بین المللی، تخصیص به موقع اعتبار و وقوع تورم خارج از محدوده قرارداد و افزایش نرخ ارز می باشد و با توجه به اینکه پروژه قطار شهری قم EPC و بصورت ریالی و ارزی تعریف گردیده، امکان تعدیل قیمت ها کاری دشوار و چه بسا غیر ممکن می باشد. از این رو اهمیت و توجه به مدیریت ریسک در این پروژه که ضعف در تیم مدیریت پیمانکار (اولویت ۵ از ۵۵ ریسک) بر این موضوع صحنه گذاری می نماید، دوچندان می گردد. در یک مقایسه اجمالی با سایر پژوهش های مشابه می توان بر نتایج حاصل از این پژوهش صحنه گذاری نمود که در زیر مورد بررسی قرار گرفته است.

(بهرامی، ۱۳۹۱) طی پژوهشی که در همین زمینه برای تحلیل ریسک های پروژه احداث تونل قطار شهری مشهد انجام داده اند در مقایسه با نتایج این پژوهش شباهت زیادی یافت شد و این موضوع نشان دهنده آن است که این ریسک ها همواره دغدغه

اولویت	شرح ریسک با توجه به اولویت حاصل از ارزیابی این پژوهش
	بخش ساخت
۲۶	آب بندی و درز بندی نامناسب تونل
۲۷	عدم وجود آزمایشگاه مناسب و نتایج ناصحیح آزمایشات
۲۸	بررسی و مطالعات ناصحیح (نقشه های کاداستر، ژئوتکنیک و ...)
۲۹	وجود دوگانگی در نقشه ها و طرح ها و کنترل ناصحیح مدارک و نقشه ها
۳۰	عدم شناخت از پروژه در دست ساخت
۳۱	عدم کفایت مدارک و نقشه ها (بخصوص در بدو کار)
۳۲	تغییر در طراحی و محدوده کارها (ایستگاه ها، پلان پروفیل و ...)
۳۳	عدم تامین مالی لازم، تجهیز به موقع کارگاه
۳۴	مشکلات تامین مصالح و تجهیزات ناشی از نوسانات بازار
۳۵	عدم امکان تامین مالی از طریق روشهای دیگر (اوراق سهام، فاینانس و ...)
۳۶	گذر تونل از زیر بافت مسکونی و ساختمانها
۳۷	مشکلات ساخت یا تامین تجهیزات از داخل کشور
۳۸	عدم تأمین و تحویل زمینهای کارگاهی لازم برای شروع عملیات اجرایی
۳۹	کسر حفاری در مقطع تونل
۴۰	عدم نظارت جامع، ارایه راهکارهای کلان، اجرایی و طراحی و ...
۴۱	عدم توجه به HSE
۴۲	ضعیف در تیم مدیریت کارفرما
۴۳	وقوع تغییر ناگهانی در مالیات، عوارض و حقوق گمرکی
۴۴	مشکلات انتقال تجهیزات با توجه به راه های کشور
۴۵	وجود ابهامات قراردادی و تغییر در حوزه کاری و طرح دعاوی
۴۶	وقوع حوادث (تصادفات)
۴۷	پاسخ گویی، همکاری و برقراری ارتباط با سایر ارگانها و ...
۴۸	موانع و تأثیر شهرداری مناطق، شورای شهر و سایر ادارات (گاز، برق، مخابرات)

سیلاب (نیک نیا و همکاران، ۱۳۹۰)، که می‌بایست این موارد نیز در مطالعات آتی سایر پروژه‌های مشابه تونل‌سازی مد نظر ذی نفعان پروژه قرار گیرد.

۸- پیشنهادات

نتایج بدست آمده در این پژوهش این تفکر را در ذهن پژوهشگر ایجاد می‌کند که می‌توان پژوهش را بصورت کاربردی گسترش داده، که به برخی از این گسترش‌ها که بعداً می‌تواند انجام گیرد به شرح ذیل پیشنهاد می‌شود؛

۱. تعریف و شناسایی ریسک‌ها بهتر است به کمک یکی از روش‌های مناسب مانند روش ساختار شکست ریسک RBS انجام پذیرد و برای مدیریت بهینه ریسک‌ها بهتر است تا آخرین سطح، ریسک‌ها ارزیابی و رتبه بندی گردند تا مشخص گردد به کدام ریسک زودتر پاسخ داده شود و اقدامات اصلاحی و موثرتری انجام پذیرد.

۲. ارزیابی و تحلیل ریسک‌ها با بکارگیری روش AHP این امکان را می‌دهد تا ریسک‌ها با یکدیگر مقایسه گردند و مستقل از یکدیگر تحلیل نگردند و همچنین معیارها نیز با هم مقایسه گردند.

۳. گردآوری اطلاعات و نظر سنجی در قالب کارتی می‌تواند از طریق جلسات و پرسشنامه روش مناسب می‌باشد و می‌بایست در این راستا از روش‌های سیستمی و نظامند چون نظام پاداش و انگیزش، آموزش و مدیریت ارتباطات بهره گرفت تا علاوه بر گردآوری تمامی نظرات افراد خبره پروژه، آنان را به مشارکت در کار تیمی ترغیب نموده و به آن تداوم بخشیده شود.

اصلی مسئولین پروژه بوده و می‌بایست نسبت به پاسخ و کاهش آنها در شروع پروژه اقدام مؤثری انجام پذیرد. نتایج حاصل از این مقایسه در جدول (۱۱) ارایه شده است.

جدول (۱۱) مقایسه ۵ اولویت اول ریسک‌های پروژه تونل‌سازی پروژه قطار شهری قم و مشهد

اولویت	نتایج حاصل از پژوهش (بهرامی، ۱۳۹۱) - مشهد	نتایج حاصل از این پژوهش - قم
۱	عدم تخصیص به موقع اعتبار لازم برای اجرای کار	وقوع تحریم‌های بین المللی
۲	مشکلات مالی کارفرما	عدم تخصیص به موقع اعتبار لازم برای اجرای فعالیتهای پروژه
۳	وقوع تحریم‌ها	وقوع تورم خارج از محدوده قرارداد و افزایش نرخ ارز
۴	وقوع تورم خارج از محدوده قرارداد	وقوع یکی از مصادیق فورس ماژور (زلزله، سیل و ...)
۵	کمبود تجهیزات و مصالح	ضعف در تیم مدیریت پیمانکار

در مقایسه با نتایج سایر پژوهش‌های داخلی و خارجی انجام شده، موارد مشابهی به چشم می‌خورد که دارای بالاترین ریسک در تونل‌سازی می‌باشند، این موارد عبارتند از؛ گسستگی در زمان و هزینه (اسپاکوا، ۲۰۱۲) عمل به موقع به تعهدات هزینه‌ای (اسپاکوا، ۲۰۱۱) عمل به تعهدات مالی (حیاتی و همکاران، ۱۳۹۰) عدم پرداخت به موقع مطالبات پیمانکار (نیک نیا و همکاران، ۱۳۹۰)، وقایع غیر منتظره (اسپاکوا، ۲۰۱۱) (ال سابق، ۲۰۰۷) حوادث غیر مترقبه طبیعت (شیانگ و همکاران، ۲۰۱۰) وقوع

بخصوص ریسک‌های با اولویت بالا، و در صورت واقع شدن، چه تاثیری روی اهداف پروژه و چه چیزی را به پروژه تحمیل می‌نماید.

ماخذ و مراجع

بهرامی ص.، (۱۳۹۱)، طراحی و ارائه یک مدل تصمیم‌گیری تلفیقی برای ارزیابی و تحلیل ریسک‌های پروژه (مطالعه موردی: پروژه احداث تونل قطار شهری مشهد)، تهران، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

تقی پور ع. ر. و همکاران، (۱۳۹۰)، "مدیریت ریسک در پروژه قطار شهری اهواز"، تهران، هفتمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.

حیاتی، م. و همکاران، (۱۳۹۰)، "ارزیابی کمی ریسک در پروژه ساخت تونل امیرکبیر"، تهران، هفتمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.

رایبیز و دی سنز، (۲۰۰۶)، مبانی مدیریت، ترجمه اعرابی و همکاران، (۱۳۸۶)، تهران، انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی.

روزبهی، ص. و جدا، خ.، (۱۳۸۷)، مدیریت ریسک پروژه، تهران، انتشارات خدمات کیان رایانه سبز. سوابق پروژه، (۱۳۹۲)، گزارشات ماهانه پروژه خط A قطار شهری قم.

صیادی، ا. ر.، حیاتی، م.، (۱۳۸۸)، "تحلیل و کاربرد تکنیک‌های نوین شناسایی ریسک در پروژه‌های تونل‌سازی"، تهران، پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.

طالبی نژاد ع. ر. و همکاران، (۱۳۸۹)، "ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های احداث متروی تهران"، تهران، ششمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.

قدسی پور، ح. (۱۳۹۱)، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP، تهران، انتشارات دانشگاه امیرکبیر.

۴. وقوع تحریم‌های بین‌المللی مهمترین ریسک شناسایی شده در این پروژه می‌باشد و لازم است برای مدیریت بهتر آن راهکارهایی انجام پذیرد، این امر می‌بایست توسط مسئولین شهری پیگیری و راهکارهای عملیاتی تعیین گردد.

۵. عدم تخصیص به موقع اعتبار لازم برای اجرای فعالیت‌های پروژه و وقوع تورم خارج از محدوده قرارداد و همچنین افزایش نرخ ارز، همه و همه از ریسک‌های شناسایی شده با اولویت بالا در این پروژه می‌باشند که می‌بایست در ابتدای پروژه پاسخ مناسبی برای آنها مشخص گردد، از جمله پاسخ‌ها می‌توان به فایناس نمودن پروژه، تهیه اوراق مشارکت و یا اخذ وام‌های بانکی اشاره نمود.

۶. ضعف در تیم مدیریت پیمانکار، یکی دیگر از ریسک‌های شناسایی شده با اولویت بالا در این پروژه می‌باشد. مدیریت پیمانکار می‌تواند شامل مدیریت مالی، منابع، ارتباطات و... و یا مدیریت ریسک باشد. از این رو بهتر از روش مدیریت سیستماتیک مناسبی مانند PMBOK بهره‌گرفت و در ابتدای پروژه تعریف و به آن عمل گردد و می‌بایست با ممیزی‌های دوره‌آن را کنترل و بهبود بخشید.

۷. برای پاسخ‌گویی به ریسک‌های اولویت‌بندی شده بهتر است یکی از روش‌های مناسب مانند روش حل مسئله^{۳۴} بکار گرفته شود. این روش کمک می‌کند تا تصمیم‌سازی و یا اخذ تصمیمات لازم در قالب کار تیمی انجام شود و جزئیات مورد ارزیابی خبرگان پروژه قرار گیرد. مانند محاسبه ارزش پول مورد انتظار (EMV°) به منظور برآورد ارزش ریالی هر یک از ریسک

- Analysis Approach”, International Journal of Project Management, Vol.22, PP. 633-643.
- Herrenknecht, M., Bappler, K. (2006), “Mastering Risks during Mechanized Excavation in Urban Centers with Highly Complex Ground Conditions.
- McCabe, B. (2003), "Construction Engineering and Project Management: Monte Carlo Simulation for Schedule Risks". Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, 1561-1565.
- کیوانلو، ر. و آتش فراز، (۱۳۸۸)، مدیریت ریسک پروژه های ساخت، تهران، انتشارات ناقوس.
- مرتضوی م. و فتحی ز.، (۱۳۸۷)، "معرفی و تقسیم ریسک های تونل سازی در اجرای تونل های شهری (مطالعه موردی تونل توحید)"، تهران، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، اردیبهشت.
- موسسه مدیریت پروژه PMI، (۲۰۰۴)، راهنمای گستره دانش مدیریت پروژه، ترجمه م. ذکایی، (۱۳۸۵)، تهران، انتشارات آدینه.
- نیک نیا، ن. و همکاران، (۱۳۹۰)، "شناسایی و ارزیابی ریسک های تونل در پروژه های انتقال آب بین حوضهای مطالعه موردی تونل انتقال آب ابیورد"، تهران، اولین کنفرانس بین المللی و سومین کنفرانس ملی سد و نیروگاههای برق آبی.
- Chapman, C.B. Ward S. C., (2003), “Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights”, John Wiley, Second edition. UK: Chichester.
- Chapman, R.J. (2001), “The Controlling Influences on Effective Risk Identification and Assessment for Construction Design Management”, Int. J. Proj. Manage. , Vol. 19, Issue 3, PP. 147–160.
- Chinbat, U. (2011), “Risk Analysis in the Mining Industry”, “Risk Management in Environment, Production and Economy”, Dr. Matteo Savino (Ed.), ISBN: 978-953-307-313-2, In Tech.
- El-Sayegh, SM. (2007), “Risk Assessment and Allocation in the UAE Construction Industry”, International Journal of Project Management, vol.26, Issue.4, PP. 431-438.
- Eskenen, S. and Kampman, J. (1998), “Risk Reduction Strategy Employed for the Copenhagen Metro”, International Conference Reducing Risk Tunnel Design and Construction, Baset.
- Fouladgar, M., Yazdani-Chamzini, A., Zavadskas, E., (2012), "Risk Evaluation of Tunneling Projects", Archives of Civil and Mechanical Engineering, Vol. 12, Issue 1, PP. 1–12.
- Ghosh, S. Jintanapanont. J., (2004), “Identifying and Assessing the Critical Risk Factors in an Underground Rail Project in Thailand: a Factor
- پانوش:**
- 1 Analytic hierarchy process
 - 2 New Austrian Tunneling method
 - 3 Mind Mapping
 - 4 Brain Storming
 - 5 Out-of-the-Box Thinking
 - 6 Cause and Effect Diagram
 - 7 Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
 - 8 Top Ten Risk
 - 9 Taxonomy-Based Questionnaire
 - 10 Engineering, Procurement & Construction
 - 11 Health, Safety & Environment
 - 12 Risk Breakdown Structure
 - 13 Tomas L. Saaty
 - 14 Rabcewicz
 - 15 Müller
 - 16 Opening
 - 17 Tunnel Boring Machine
 - 18 Cronbach's alpha
 - 19 Risk Matrix
 - 20 Failure mode and effects analysis
 - 21 Probability - Effect
 - 22 Pipattanapiwong, J.
 - 23 Risk Priority Number
 - 24 Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
 - 25 Local Priority
 - 26 Least Squares Method
 - 27 Logarithmic Least Squares Method
 - 28 Eigenvector Method
 - 29 Approximation Method
 - 30 Overall Priority
 - 31 Inconsistency Index
 - 32 Inconsistency Index of Random Matrix
 - 33 Inconsistency Rotate
 - 34 Problem Solving
 - 35 Expected Monetary Value