مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال بیست و یکم، شماره چهارم (پیاپی ۸۳)،زمستان ۰۳، ص ص ۵۰-۳۳
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

ارایه مدلی جهت ارزیابی ریسک طراحی و ساخت در پروژه‌های خطوط انتقال گاز با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاری خاکستری (مطالعه موردی: پروژه خط لوله انتقال گاز ۴۸ اینچی آبادان - بصره)

مجتبی صالحی[1*]، داوود گودرزی[2]، عفت جبارپور[3]
۱-استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲- کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۳-دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

رسید مقاله: ۲۵ خرداد ۱۴۰۳
پذیرش مقاله: ۱۳ آبان ۱۴۰۳

چکیده

ریسک در پروژه یک رویداد غیرقطعی است که در صورت وقوع دارای اثر مثبت یا منفی بر روی اهداف پروژه می‌باشد. این عوامل ریسک‌زا و غیرقطعی می‌تواند دستیابی به اهداف پروژه‌های عظیم را تحت تاثیر قرار دهند. در این تحقیق با کسب نظر خبرگان و با به‌کارگیری روش دلفی در سه مرحله و نیز بررسی ریسک‌های بالقوه در تحقیقات قبلی، موارد ریسک براساس متولی ریسک و نیز تاثیر ریسک بر اهداف پروژه دسته‌بندی شده است. این تحقیق از لحاظ ماهیت، یک تحقیق اکتشافی بوده و از لحاظ ساختاری مطالعه موردی بر روی پروژه خط لوله ۴۸ اینچ آبادان – بصره می‌باشد. در ادامه میزان تاثیر هر ریسک بر روی اهداف پروژه (زمان، کیفیت، هزینه، ایمنی) با استفاده از مصاحبه مستقیم و تکمیل پرسشنامه براساس نظرات ۳۲ تن از مدیران و متخصصین طراحی و ساخت پروژه‌های خط لوله، آنالیز و اولویت‌بندی شده است و به منظور حل مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره در شرایط نامعین، یک مدل بر مبنای نظریه سیستم خاکستری شامل تحلیل نسبی و اعداد خاکستری پیشنهاد شده است و آنگاه مساله با به‌کارگیری رابطه درجه امکان خاکستری حل شده است. شاخص‌ترین ریسک‌های به‌دست آمده شامل: عدم نقدینگی کارفرما، توان مالی ناکافی پیمانکار، برنامه زمان‌بندی فشرده، تحریم/ جنگ، تورم قیمت‌ها، اشتباه در زمانبندی و توالی فعالیت‌ها، ضعف مدیریتی پیمانکار و ... می‌باشد که جهت مقابله با تاثیرات منفی آن اقدامات واکنشی از قبیل: برنامه‌ریزی مالی مناسب و تهیه جریان نقدی، برنامه‌ریزی منابع و مواد، محاسبه ارزش کسب شده، استقرار سیستم مدیریت دانش و سوابق پروژه‌ها و ... ارایه گردیده است.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک، تصمیم‌گیری چند معیاره، درجه امکان خاکستری ، اعداد خاکستری، خطوط لوله انتقال گاز.

* عهده‌دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: Mojtaba.salehi@pnu.ac.ir

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

۱ مقدمه

علی رغم این که احداث خطوط انتقال گاز غالباً بهترین گزینه انتقال این مواد همراه با توجیه فنی و اقتصادی است، لیکن با توجه به خطرپذیری بالا می‌تواند اثرات قابل ملاحظه‌ای بر محیط تحت تاثیر خود بر جای گذارد [۱]. انتقال حامل‌های انرژی از طریق خطوط لوله یکی از اقتصادی‌ترین روش‌های انتقال گاز طبیعی، نفت و فرآورده‌های نفتی می‌باشد که انتقال آن‌ها از طریق ناوگان حمل و نقل جاده‌ای و ریلی با مخاطرات زیادی همراه است. در زمینه ارزیابی ریسک خطوط لوله انتقال نفت و گاز مطالعات مختلفی در دنیا به انجام رسیده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه برروی تکنیک ارزیابی خط لوله نفت برپایه AHP فازی در سال ۲۰۱۴ در شانگهای اشاره نمود. این مطالعه مدل تنظیم شاخص ارزش خطا را برای ارزیابی ریسک خط لوله نفت برپایه فرایندهای AHPفازی بنا نهاده است و ارزیابی ریسک خط لوله نفت براساس داده‌های اساسی و شرایط واقعی خط لوله، و مدل بنا نهاده شده برای شاخص‌های وزنی فاکتورهای مختلف ریسک خط لوله استفاده شده است [۲]. مطالعه دیگری با عنوان آنالیز ریسک پروژه‌های نفتی با استفاده از تکنیک شبکه عصبی فازی نیز ۱۱۶ ریسک اصلی را در پروژه تعمیر خط لوله ۱۸اینچ از چشمه خوش تا اهواز برپایه پنل متخصصین و مصاحبه و درجه بندی ۵ موضوع اصلی ارزیابی همچون: اثرات زمان، کیفیت، ایمنی، قیمت و محیط زیست برپایه روش تاپسیس فازی مشخص می‌کند. سپس احتمال خطور و تاثیر هریک از پنج شاخص را به‌دست می‌آورد و در نهایت درجه‌بندی نهایی هریک از ریسک‌ها را مشخص می‌کند [۳]. همچنین تکنیک FMEA ارزش زیادی به فرآیند مدیریت ریسک می‌بخشد و باتوجه به اهمیت زمان در پروژه های نفت و گاز، منجر به برنامه‌ریزی کاراتر در زمان کوتاهتر می‌شود [۴]. مدیریت ریسک چندجانبه برای رتبه‌بندی ریسک خط لوله گازطبیعی از دیگر مطالعات انجام گرفته در این زمینه می‌باشد. این مطالعه یک مدل تصمیم‌گیری برای ارزیابی ریسک و درجه بندی ریسک برای بخش‌های خط لوله گاز طبیعی بر پایه تئوری چند معیاره را نشان می‌دهد [۵].

در این تحقیق با کسب نظر خبرگان و با به‌کارگیری روش دلفی در سه مرحله و نیز بررسی ریسک‌های بالقوه در تحقیقات قبلی، موارد ریسک براساس متولی ریسک و نیز تاثیر ریسک بر اهداف پروژه دسته‌بندی شده است. در ادامه میزان تاثیر هر ریسک بر روی اهداف پروژه (زمان، کیفیت، هزینه، ایمنی) با استفاده از مصاحبه براساس نظرات تعدادی از مدیران و متخصصین طراحی و ساخت پروژه‌های خط لوله، آنالیز و اولویت‌بندی شده است و به منظور حل مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره در شرایط نامعین، یک مدل بر مبنای نظریه سیستم خاکستری شامل تحلیل نسبی و اعداد خاکستری پیشنهاد شده است و آنگاه مساله با به کارگیری رابطه درجه امکان خاکستری حل شده است.

در ادامه ضمن مرور مطالعات تجربی نظری صورت پذیرفته و تشریح تئوری سیستم‌های خاکستری، طرح احداث خط لوله انتقال گاز آبادان به بصره با هدف صادرات گاز شیرین تبیین شده است. همچنین اطلاعات مربوط به نظرات پرسش‌شوندگان در خصوص احتمال وقوع ریسک در قالب جدول تهیه و تنظیم شده است و نهایتاً تاثیر ریسک بر هریک از اهداف پروژه مشخص گردید.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

۲ پیشینه تحقیق

با توجه به این‌که بهترین زمان اجرای پروژه‌های بهبود و استقرار سیستم مدیریت ریسک پروژه، فاز برنامه‌ریزی یک طرح می باشد، لذا این تحقیق جهت شناسایی تاثیر منشاهای ریسک بر موفقیت اهداف پروژه در فاز ساخت و نصب پروژه و ارایه مدلی جهت مدیریت ریسک‌های استخراج یافته، انجام می‌گیرد و با توجه به جدول ۱ اهمیت تحقیق حاضر مشخص می‌گردد که ارایه مدلی جهت ارزیابی ریسک در فاز طراحی و ساخت پروژه‌های خط انتقال گاز که از روش درجه امکان خاکستری (GPD) استفاده کرده باشند. به منظور بررسی خلاء موجود در تحقیقات، در ادامه به توضیح مختصری از این مقالات می‌پردازیم:

جدول ۱. مرور تحقیقات انجام‌شده در زمینه ریسک

ردیف	عنوان تحقیق – نام نویسندگان – سال انتشار	نام تکنیک اولویت‌بندی	زمینه عملکرد	روش جمع آوری داده	نوع روش
۱	اندازه‌گیری ریسک و اولویت‌بندی فرآیندهای تولید قطعات خودرو براساس روند تجزیه و تحلیل شکست، تحلیل پوششی داده‌ها و تجزیه و تحلیل رابطه خاکستری [۶]	DEA GRA	تولید قطعات خودرو	ریسک‌های مرتبط با PFMEA در صنعت خودرو	کیفی کمی
۲	یک مدل خطی چند هدفه خاکستری برای یافتن مسیر بحرانی یک پروژه با استفاده از زمان، هزینه، کیفیت و پارامترهای ریسک [۷]	GRA	پروژه ساخت	دلفی ، مصاحبه	کمی
۳	تصمیم درباره اولویت ریسک با استفاده روش تصمیم‌گیری ریسک برپایه خاکستری [۸]	Grey Numbers	زنجیره تامین	نظر سنجی از تصمیم گیرندگان اصلی در این حوزه	کمی
۵	دینامیک کمی ارزیابی ریسک موثر برفرایندهای شیمیایی [۹]	AHP Fuzzy	ریسک موثر برفرایند های شیمیایی	دلفی - پرسشنامه	کیفی
۶	ارایه الگوی ارزیابی ریسک زیست محیطی پروژه های انتقال گازبه روش سامانه شاخص‌گذاری و AHP (مطالعه موردی: پروژه انتقال گاز ۲۴ اینچ تسوج – سلماس) [۱]	AHP	ریسک زیست محیطی پروژه انتقال گذاری	سامانه شاخص گذاری	کیفی
۷	ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک در زنجیره تامین با استفاده از روش تحلیل تاکسونومی (مطالعه موردی: مجتمع ذوب آهن اصفهان) [۱۰]	تاکسونومی	زنجیره تامین	پرسشنامه- خبرگان	کمی
۸	طراحی مدل چندهدفه برای ارزیابی ریسک اختلال زنجیره تامین با استفاده از الگوریتن ترکیبی ژنتیک و شبیه‌سازی تبرید [۱۱]	الگوریتم ترکیبی ژنتیک و شبیه سازی تبرید	زنجیره تامین	ژنتیک-تبرید	کمی

مطالعات مرتبط با ریسک را نیز می‌توان به مطالعه‌ای که روش ارزیابی ریسک دینامیک بدیع رابرای آنالیز عملکرد موثر فرایندهای شیمیایی نشان می‌دهد اشاره کرد که برخلاف روش‌های سنتی، روش‌های پیشنهادی احتمال خطوراتفاقات ناخوشایند با مانیتورینگ متغیرهای کلیدی چندگانه در فرایندها را برآورد می‌کند. این احتمال به طور پیوسته با در نظرگرفتن زمان واقعی اختلال در متغیرها آپدیت می‌شود [۹].

در مطالعه‌ای روش خاکستری برای محاسبه FM در تجهیزات تانکرهای حمل نفت نیز با روش فازی مقایسه‌شده که در آن نظریه فازی برای محاسبه اولویت‌بندی ریسک با اعداد فازی و روش خاکستری برای محاسبه

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

ضریب رابطه خاکستری مورد استفاده قرار گرفته است. کاربرد عملی نظریه فازی و خاکستری با افزایش قابلیت اطمینان از پیش بینی، و رتبه‌بندی پیش‌بینی خرابی تجهیزات برای تصمیم‌گیری بهتردر مورد بازرسی و تعمیر و نگهداری تجهیزات تانکر کمک می‌کند که به نوبه خود تانکر حمل و نقل تانکرهای امن‌تر خواهد شد [۱۲].

تکنیک‌های فنی و مهندسی در خصوص ارزیابی کالا و ریسک‌های موجود در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند و در مطالعه‌ای که به صورت موردی بر روی محصولات تولیدی ایران خودرو (پژو ۲۰۶، پژو ۴۰۵ و سمند) صورت پذیرفته است تکنیک PFMEA برای هر قسمت مشخص شد و نتایج با ترکیب روش DEA و آنالیز رابطه خاکستری اولویت‌بندی شدند [۶].

عوامل موثر بر بازده یک پروژه به طور عمده شامل زمان، هزینه، کیفیت و همچنین ریسک هر فعالیت می‌باشد. روش مسیر بحرانی یک روش شناخته‌شده و قابل قبول برای پیدا کردن فعالیت‌های بحرانی یک پروژه و به تمرکز بر روی آنها را برای انجام این پروژه بدون انحراف است. با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات خاص مربوط به عامل هر فعالیت، توجه به یک رویکرد جدید برای مقابله با شرایط مبهم و ناپایدار یک مساله بحث برانگیز است. این مقاله یک مدل مسیر بحرانی چندهدفه خاکستری می‌باشدکه در آن پارامترهای فعالیت به عنوان اعداد خاکستری مورد بررسی قرار گرفته است [۷].

در مطالعه‌ای که در بیمارستان واقع در سئول کره جنوبی صورت پذیرفته؛ رویکرد یکپارچه برای شناسایی، ارزیابی و بهبود شکست بالقوه در یک محیط خدمات ارایه شده است. این رویکرد یکپارچه با ترکیب روش‌های آنالیز خاکستری (GRA) و سودآوری مبتنی بر هزینه فازی برای اولویت بندی بهتر در خدمات طب داخلی استفاده شده است [۱۳].

در پژوهشی با ارایه یک مدل جامع و سلسله مراتبی برای ارزیابی ریسک، ضمن شناسایی ریسک‌های اصلی زنجیره تامین با تکیه بر روش ساختار شکست ریسک و تعیین معیارهای اندازه‌گیری، پرسشنامه جامعی تهیه شده و بر اساس آن اهمیت نسبی هر ریسک در شرکت ذوب آهن اصفهان به‌عنوان مطالعه موردی با استفاده از روش تحلیل تاکسونومی تعیین شده است. لذا ریسک‌های مربوط به فرایند تامین و تامین‌کننده به‌عنوان بحرانی‌ترین ریسک‌ها در این مجتمع شناخته شدند [۱۰].

در مطالعه‌ای دیگر، یک مدل ریاضی دو هدفه با سیاست تامین چندمنبعی و داشتن انتقال جانبی ارایه می‌شود و ریسک اختلالات زنجیره تامین ارزیابی می‌گردد. در ادامه تاثیر چهار اختلال بر روی هزینه‌های زنجیره تامین بررسی می‌شود و اختلال‌ها بر اساس هزینه‌هایی که بر زنجیره اعمال می‌کنند ارزیابی و رتبه‌بندی می‌شود. نتایج نشان داد که بحرانی‌ترنی اختلال‌ها اختلال مربوط به بلایای طبیعی است. یافته در این پژوهش نشان می‌دهد که رویکرد ارایه شده، چارچوب کارآمدی برای شناسایی پارامترهای موثر و اولویت‌بندی ریسک اختلالات زنجیره تامین می‌باشد [۱۱].

کاربرد روش خاکستری در صنعت خودرو به منظور انتخاب گزینه مناسب در خصوص مدیریت زنجیره تامین سبز (GSCM) نیز مورد استفاده قرار گرفته است .در این مطالعه، از هر دو معیار اقتصادی و زیست محیطی و

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

پیشنهاد یک مدل انتخاب تامین‌کننده سبز جامع استفاده می‌شود. فرایند شبکه تحلیلی (ANP) برای مقابله با وابستگی متقابل معیارها، و تجزیه و تحلیل رابطه خاکستری سنتی (GRA) اصلاح شده است برای رسیدگی بهتر به عدم قطعیت، روش پیشنهادی مقاله، استفاده از ارزیابی زبانی در فرآیند انتخاب گزینه سبزرا نشان می‌دهد[۱۴].

حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثر (FMEA) یک ابزار قدرتمند برای تعریف، شناسایی و از بین بردن شکست بالقوه از سیستم، طراحی، فرآیند یا خدمت قبل از رسیدن به مشتری است.با این حال، روش مرسوم عدد اولویت ریسک (RPN) است که به‌واسطه وجود تعدادی از اشکالات مورد انتقاد قرار دارد. در این مقاله، یک رویکرد جدید FMEA به‌وسیله ترکیب فاصله ۲ تایی متغیرهای زبانی با تجزیه و تحلیل رابطه خاکستری به منظور جلوگیری از تنوع FMEA اعضای گروه و بهبود اثربخشی FMEA سنتی استفاده شده است [۱۵].

تعیین بهره‌وری از خدمات جراحی ارایه‌شده توسط یک بیمارستان دولتی، به رتبه خدمات کارآمد و عوامل مهم در بهره وری از خدمات بستگی دارد. در این مطالعه DEA برای تعیین بهره‌وری از خدمات و GRA برای رتبه‌بندی خدمات کارآمد و رتبه‌بندی از متغیرهای مهم در بهره‌وری استفاده شد [۱۶].

یک مطالعه موردی با استفاده از یک حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثر ترکیبی (FMEA) و یک سیستم استنتاج فازی (FIS) با استخراج منابع خطر لحیم کاری جهت ارزیابی خطرات در سطح واحد (SMA) انجام شده است. به منظور بهبود کیفیت لحیم‌کاری و غلبه بر مشکلات در FMEA سنتی، روش اندازه‌گیری آنتروپی با تجزیه و تحلیل رابطه خاکستری (GRA) یکپارچه به منظور بررسی رابطه بین سه عامل تصمیم FMEA، شانس وقوع شکست، میزان شدت و احتمال تشخیص و برای تعیین وزن اهمیت آنها مورد استفاده قرار گرفت [۱۷].

۳ تئوری سیستم‌های خاکستری

تئوری سیستم‌های خاکستری توسط پروفسور جولانگ دنگ[1] یک دانشمند مشهور چینی در سال ۱۹۸۲ بنا گذاشته شد [۱۸]. هدف سیستم خاکستری و کاربردهایش پرکردن شکاف موجود بین علوم اجتماعی و طبیعی است[۱۹]. این تئوری به عنوان یک ابزار ریاضی برای نمونه‌های کوچک و اطلاعات ضعیف به کاربرده می شود. یک سیستم که اطلاعات آن تا اندازه‌ای شناخته شده است سیستم خاکستری نامیده می‌شود[۲۰]. تئوری خاکستری دربخش‌های گوناگون از قبیل پیش‌بینی، کنترل سیستم، تصمیم‌گیری، گرافیک کامپیوتر به کار گرفته می‌شود [۲۱]. دنگ به تعریف و پژوهش روش تئوری سیستم‌های خاکستری در مقاله "مساله کنترل سیستم خاکستری" پرداخت [۲۲]. تئوری سیستم‌های خاکستری به سیستم‌های غیرقطعی با اطلاعات تا حدی شناخته شده از طریق تولید، جستجو و استخراج اطلاعات مفید از آنچه در دسترس است می‌پردازد. در دنیای طبیعی سیستم‌های غیرقطعی با نمونه‌های کوچک و اطلاعات ضعیف وجود دارد. این حقیقت، طیف گسترده‌ای از کاربرد تئوری سیستم‌های خاکستری را نشان می‌دهد. یکی از مباحثی که در موضوع ریسک بسیار کاربرد دارد، بحث تصمیم‌گیری است که تئوری خاکستری کاربرد زیادی در این موضوع دارد، به طوری که لیو و همکاران در مقاله‌ای با عنوان یک رویکرد مبتنی بر خاکستری برای مسایل ریسک انتخاب تامین‌کنندگان با استفاده از

[1] Deng

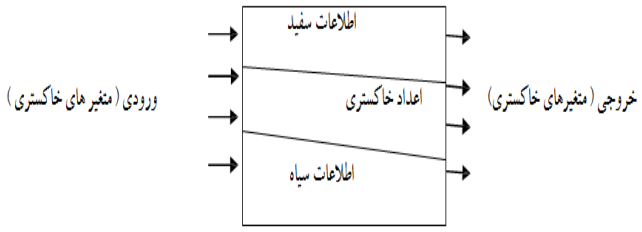
[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

تئوری خاکستری و درجه امکان خاکستری روشی را برای رتبه‌بندی و تعیین ریسک انتخاب تامین‌کنندگان در شکست سیستم تولید تحت شرایط عدم قطعیت ارایه داده است. نتایج تحقیق وی نشان داده است که الگوی مبتنی بر درجه امکان خاکستری قابل اعتماد و معقول است و می‌تواند در انتخاب دقیق‌تر در مسایل مختلف از قبیل زمینه‌های مدیریت و اقتصاد کمک نماید [۲۳].

۳-۱ تعریف سیستم خاکستری

سیستم خاکستری به عنوان یک سیستم حاوی اطلاعات نامشخص که توسط عدد خاکستری و متغیرهای خاکستری ارایه‌شده تعریف می‌شود. مفهوم سیستم خاکستری در شکل ۱ نشان داده شده است [۲۴].



شکل ۱. نمایش مفهومی یک سیستم خاکستری

۳-۲ تعریف عدد خاکستری

عدد خاکستری عددی است که مقدار دقیق آن مشخص نیست، اما محدوده‌ای که در آن قرار دارد معلوم است [۲۵]. یک عدد خاکستری یک مقدار نامشخص از یک مجموعه اعداد یا یک بازه می‌باشد [۱۸]. اعداد خاکستری توسط نماد $\otimes$ نمایش داده می‌شوند.

۳-۳ مجموعه خاکستری

فرض کنید X مجموعه مرجع باشد، آن گاه مجموعه خاکستری G از X توسط دو نماد $\underline{\mu}_G(x)=\bar{\mu}_G(x)$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{cases}\bar{\mu}_G(x):x\to[۰,۱]\\ \underline{\mu}_G(x):x\to[۰,۱]\end{cases} \quad (۱)$$

$\bar{\mu}_G(x)$ و $\underline{\mu}_G(x)$ و $\underline{\mu}_G(x)\le\bar{\mu}_G(x)$ و $x\in X$ و $X=R$ حد پایین و بالا از تابع عضویت G می باشند. هنگامی‌که $\underline{\mu}_G(x)=\bar{\mu}_G(x)$ مجموعه خاکستری G به مجموعه فازی تبدیل می‌شود. این شمول تئوری خاکستری به حالت فازی و می‌تواند انعطاف آن را در رابطه با وضعیت فازی نشان دهد [۲۱].

۳-۳-۱ عدد خاکستری بازه‌ای

اگر عدد خاکستری G دارای حد بالا و پایین باشد آن را عدد خاکستری بازه‌ای می‌نامند و به صورت زیر نشان داده می‌شود [۲۱].

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

$$\otimes G = \left[\underline{G}, \overline{G}\right] \quad (۲)$$

۳-۳-۲ روابط بین اعداد خاکستری

قوانین عملیات پایه بین دو عدد $\otimes G_1 = \left[\underline{G_1}, \overline{G_1}\right]$ و $\otimes G_2 = \left[\underline{G_2}, \overline{G_2}\right]$ خاکستری به صورت زیر بیان می‌شوند[۲۱].

$$\otimes G_1 + \otimes G_2 = \left[\underline{G_1} + \underline{G_2}\ , \overline{G_1} + \overline{G_2}\right] \quad (۳)$$

$$\otimes G_1 - \otimes G_2 = \left[\underline{G_1} - \underline{G_2}\ , \overline{G_1} - \overline{G_2}\right] \quad (۴)$$

$$\otimes G_1 \times \otimes G_2 = \left[\ Min\left(\underline{G_1 G_2}, \underline{G_1}\,\overline{G_2}, \overline{G_1 G_2}\right), Max\left(\underline{G_1 G_2}\ , \underline{G_1}\,\overline{G_2},\ \overline{G_1 G_2}\right)\right] \quad (۵)$$

$$\otimes G_1 \div \otimes G_2 = \left[\underline{G_1}, \overline{G_1}\right] \times \left[\frac{1}{\underline{G_2}}, \frac{1}{\overline{G_2}}\right] \quad (۶)$$

۳-۳-۳ طول عدد خاکستری

طول عدد خاکستری $\otimes G$ به صورت زیر تعریف می‌شود: [۲۱].

$$L\left(\otimes G\right) = \left[\overline{G} - \underline{G}\right] \quad (۷)$$

۳-۳-٤ مقایسه اعداد خاکستری

درجه امکان خاکستری برای مقایسه و رتبه‌بندی اعداد خاکستری ارایه می‌شود. برای دو عدد خاکستری $\otimes G_1 = \left[\underline{G_1}, \overline{G_1}\right] \otimes G_2 = \left[\underline{G_2}, \overline{G_2}\right]$ درجه امکان $\otimes G_1 \le \otimes G_2$ را می‌توان به صورت زیر بیان نمود [۲۱].

$$p\{\otimes G_1 \le \otimes G_2\} = \frac{Max\ (0, L^* - Max\left(0, \overline{G_1} - \overline{G_2}\right)}{L^*} \quad (۸)$$

که در آن $L^* = L\left(\otimes G_1\right) + L\left(\otimes G_2\right)$ است.

٤ روش پژوهش

در این تحقیق ابتدا جهت پیگیری ریسک و پایش فعالیت‌های بعدی مرتبط با هر ریسک، یک بانک اطلاعاتی مربوط به ریسک‌های مربوط به هر پروژه آبادان – بصره تشکیل شده است که توضیح مختصری در خصوص پروژه ذکر شده در بخش ۵-۱ داده شده است.

٤-۱ تعریف یا شرح مطالعه موردی:

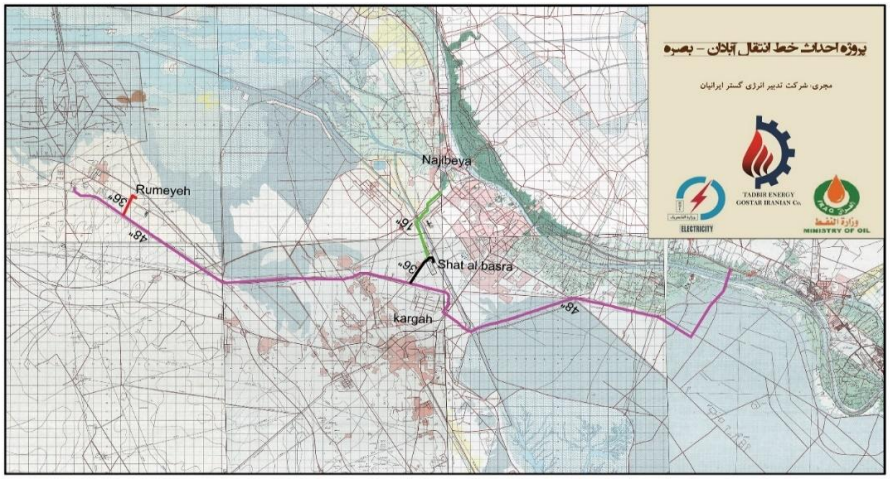
طرح احداث خط لوله انتقال گاز آبادان به بصره، با هدف صادرات گاز شیرین به کشور عراق تبیین گردیده است. این پروژه مشتمل بر یک خط اصلی و سه خط انشعابی (البصره به قطر ۳۶ اینچ و در ادامه آن انشعاب النجیبه به قطر ۱۶ اینچ و همچنین انشعاب الرمیله به قطر ۳۶ اینچ) می‌باشد که در شکل ۲ قابل مشاهده است. خط

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

لوله اصلی به قطر ۴۸ اینچ به طول تقریبی ۹۴ کیلومتر از مرز ایران و عراق، از رودخانه شط‌العرب شروع و وارد ایستگاه تقویت فشار گازالرمیله می‌گردد.

ظرفیت انتقال گاز این خط لوله ۵۰ میلیون متر مکعب در روز با فشار طراحی ۱۴۰۰(psi) درنظر گرفته شده است. در طول مسیر، ۴ ایستگاه تقلیل فشار گاز، ۱ ایستگاه کنترل فشار گاز، ۸ ایستگاه شیرهای بین راهی، ۴ ایستگاه ارسال و دریافت توپک، ۴ ایستگاه حفاظت کاتدیک و ۱۱ ایستگاه مخابراتی احداث خواهد گشت. مدت زمان اجرای کار ۸ ماه و به روش EPC اجرا می‌گردد. در (شکل شماره ۲) موقعیت جغرافیایی خط لوله گاز آبادان- بصره نمایش داده شده است.



شکل ۲. نقشه مسیر خط لوله انتقال گاز آبادان – بصر

جهت تهیه لیست اولیه ریسک‌های بالقوه موثر بر پروژه‌ها، ابتدا نتایج تحقیقات پیشین در حوزه ریسک‌های پروژه‌های ساخت جمع‌آوری و لیست شده است. سپس از روش دلفی با کسب نظرات ۷ نفر از خبرگان حوزه مدیریت پروژه‌های خط لوله انتقال گاز، از مدیران و کارشناسان ارشد شرکت گاز و شرکت مهندسین مشاور انرژی گستر در سه مرحله استفاده شده است. لیست جمع‌آوری شده مشتمل بر ۸۵ ریسک بین ۷ تن از کارشناسان و متخصصین در پروژه‌های طراحی و ساخت خط لوله انتقال گاز توزیع گردید و در نهایت نهایتاً یک لیست متشکل از ۵۳ ریسک تهیه گردید که ساختار شکست ریسک آن در جدول ۲ مشخص شده است.

جدول۲. ساختاربندی ریسک‌های پروژه خط لوله انتقال گاز

ریسک پروژه (۰)	محدوده ریسک (۱)	متولی ریسک (۲)	آیتم ریسک (سطح سه)
ریسک پروژه خط لوله انتقال گاز	ریسک خارجی پروژه	اقتصادی	تغییر نرخ ارز
			تورم در قیمت‌های متریال پروژه
		زیرساخت‌ها	سیستم‌های تشویقی / نگهداری یا تنبیهی نامناسب نیروی انسانی
			عدم آشنایی و بکارگیری روش‌های اجرایی مدرن
			عدم حمایت مدیریت ارشد از الزامات برنامه ریزی
			عدم دسترسی به سوابق پروژه‌های مشابه
			عدم هماهنگی و حمایت لازم بخشهای ستادی از پروژه

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

			عدم وجود نگرش سیستمی بین بخشهای مرتبط با پروژه
			مطالعات امکان سنجی و اقتصادی ناقص یا غلط
			ناکارآمدی سیستم های اطلاعاتی مدیریتی در پروژه
		سیاسی/نهادهای دولتی	تاخیر در کسب مجوزها و ایجاد هماهماهنگی (بروکراسی اداری)
			تحریم /جنگ
			تغییر در قوانین و آیین نامه‌ها
		فرهماهنگی / اجتماعی	تعارضات فرهماهنگی و کارشکنی ساکنین منطقه
			دزدی و سرقت تجهیزات نصب‌شده
			فرهنگ صنعتی نامناسب نیروی کار
		عوامل محیطی	تقاطع خط لوله با لوله‌های مدفون شده قدیمی
			تقاطع مسیر خط لوله با جاده ها، راه آهن و بزرگراه های موجود و عبور از آنها
			شرایط اقلیمی و آب وهوایی، نوع آبگرفتگی، برف، کولاک یا باران‌های سیل آسا
		فورس ماژور	آتش‌سوزی و حوادث غیر مترقبه از جمله انفجارهای تروریستی در مسیر پروژه
	ریسک داخلی پروژه	پیمانکار	آسیب‌دیدگی متریال و تجهیزات پروژه
			اشتباه در زمانبندی و توالی فعالیت‌های پروژه
			برآورد/متره اشتباه جهت ارایه قیمت در مناقصه
			بهره‌وری ضعیف نیروی کار
			تجهیز کارگاه ضعیف (ماشین آلات و تجهیزات)
			تخصیص نامناسب نیرو و تجهیزات
			تخطی از روش‌های اجرایی مصوب
			تخطی از محدوده و شروط قرارداد
			توان مالی ناکافی پیمانکار
			توانایی ضعیف مدیریتی و هماهنگی پیمانکار
			جابجایی و ترک شغل توسط پرسنل کلیدی
			سازماندهی نامناسب پرسنل
			عدم بکارگیری فرآیندهای مدیریت
			عدم دسترسی یا کیفیت پایین متریال و مصالح
			ناآگاهی در رعایت اصول ایمنی و آموزش نامناسب کارگران
			نظارت ناکافی بر کیفیت فعالیت‌های اجرایی
		تامین کننده	آسیب دیدگی در حین حمل
			تاخیر در حمل تجهیزات
			تاخیر در ساخت تجهیزات
			نظارت کیفی نامناسب در ساخت تجهیزات
		طراحی	اشکالات طراحی و تغییرات در نقشه های اجرایی در فاز اجرا
			به‌کارگیری روش‌ها و استانداردهای طراحی نامناسب
			تاخیر یا کسری در تحویل نقشه های اجرایی
			عدم به‌کارگیری مهندسی ارزش در فاز طراحی
			نگرش مدیریتی در کاهش زمان فاز طراحی و انتقال سریع به فاز اجرا

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

		کارفرما	تاخیر در انعقاد قرارداد و حل موارد قراردادی
			تحمیل برنامه زمانبندی فشرده به پیمانکار
			تغییرات اجرایی در حین کار به سفارش کارفرما
			دخالتهاو قانون شکنی ها از سوی کارفرما
			حل مسایل مربوط به تحصیل اراضی در مسیر پروژه با توجه به تنوع قومیتی وجود زمین‌های کشاورزی زیاد در مسیر
			سوء استفاده‌های مدیران از منابع پروژه
			عدم نقدینگی و تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها با پیمانکار
			ناکارآمدی سیستم ارزیابی و انتخاب پیمانکاران
			ناهماهماهنگی بین گروههای درگیر پروژه (پیمانکار- کارفرما - طراح)

با توجه به بررسی به‌عمل آمده در انتخاب آیتم‌های ریسک که عیناً در پرسشنامه درج می‌گردد، روایی ابزار (پرسشنامه) نیز محقق گردید. با توجه به کیفی بودن معیارها، با بکارگیری اعداد خاکستری (به دلیل ارتباط نزدیک اعداد خاکستری با بیان انسانی)، نظرهای خبرگان اخذ و وزن معیارها محاسبه گردید.

جدول۳. عبارات کلامی و اعداد خاکستری متناظر برای وزن معیارها

متغیرهای کلامی	خیلی کم	کم	تقریبا کم	متوسط	تقریبا زیاد	زیاد	خیلی زیاد
	(VL)	(L)	(ML)	(M)	(MH)	(H)	(VH)
$(\otimes w)$	[۰/۰ , ۰/۱]	[۰/۱ , ۰/۳]	[۰/۳ , ۰/۴]	[۰/۴ , ۰/۶]	[۰/۶ , ۰/۷]	[۰/۷ , ۰/۹]	[۰/۹ , ۱]

جدول ٤. وزن شاخص‌ها از نظر خبرگان

شاخص / خبره	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	شاخص / خبره	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
D_1	VH	L	VH	MH	D_{17}	L	VL	VH	L
D_2	VH	ML	VH	MH	D_{18}	ML	H	VH	ML
D_3	VH	ML	H	L	D_{19}	VH	MH	VH	H
D_4	H	MH	VH	ML	D_{20}	ML	VH	H	M
D_5	VH	MH	VH	MH	D_{21}	MH	H	MH	MH
D_6	H	MH	H	MH	D_{22}	H	VH	VH	L
D_7	VH	MH	VH	MH	D_{23}	MH	L	H	ML
D_8	VH	MH	VH	H	D_{24}	ML	ML	MH	MH
D_9	VH	H	VH	M	D_{25}	MH	MH	VH	MH
D_{10}	VH	M	VH	H	D_{26}	M	M	H	MH
D_{11}	H	MH	H	MH	D_{27}	MH	ML	MH	H
D_{12}	ML	ML	VH	MH	D_{28}	H	MH	MH	M
D_{13}	MH	MH	VH	H	D_{29}	H	M	H	H
D_{14}	H	M	VH	H	D_{30}	MH	M	H	MH
D_{15}	H	H	VH	MH	D_{31}	H	L	MH	MH
D_{16}	MH	L	H	MH	D_{32}	MH	MH	VH	H

٤-۲ ارزیابی اهمیت گزینه‌ها با توجه به شاخص‌های کیفی

برای تعیین حد تاثیر هر شاخص بر پروژه‌ها، پرسشنامه دوم بین خبرگان توزیع شد تا نتایج ارزیابی با استفاده از متغیرهای زبانی (کلامی) مطابق جدول ۷ در بازه‌ای بین صفر تا ده بیان کنند.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

جدول ۵. عبارات کلامی و اعداد خاکستری متناظر جهت ارزیابی گزینه‌ها از نظر هریک از معیارها

متغیرهای کلامی	خیلی ضعیف	ضعیف	تقریبا ضعیف	متوسط	تقریبا خوب	خوب	خیلی خوب
	(VP)	(P)	(MP)	(F)	(MG)	(G)	(VG)
$(\otimes G)$	[۰ , ۱]	[۱ , ۳]	[۳ , ۴]	[۴ , ۶]	[۶ , ۷]	[۷ , ۹]	[۹ , ۱۰]

۴-۳ تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری

ماتریس تصمیم گیری خاکستری $(D=\left[\otimes G_{ij}\right]_{۵۳\times۴})$ ، از ادغام نظر خبرگان به دست می‌آید. به عنوان مثال برای $\otimes G_{۱۱}$ داریم :

$$\otimes G_{۱۱}=\frac{۱}{۳۲}\left[[۹,۱۰]+[۹,۱۰]+[۹,۱۰]+\ldots+[۷,۹]+[۹,۱۰]+[۹,۱۰]\right]=[۸/۰۹,۹/۲۲]$$

با ضرب اعداد درایه های ماتریس D^{*} در بردار وزنی شاخص ها ($\otimes W_{Qj}$) درایه های ماتریس نرمال‌شده موزون$(\otimes V=\left[\otimes v_{ij}\right]_{۵۳\times۴})$ محاسبه می گردد.

به عنوان مثال برای $\otimes V_{۱۱}$ داریم:

$$\otimes V_{۱۱}=\otimes W_{Q۱}\times\otimes G_{۱۱}^{*}$$

$$=$$

$$\left[(۰/۶۵\times۰/۳۷\ ,\ ۰/۷۹\times۰/۴۲),(۰/۶۵\times۰/۳۴,۰/۷۹\times۰/۳۹),\ldots,(۰/۶۵\times۰/۴۷,۰/۷۹\times۰/۵۶)\right]$$

$$=\left[(۰/۲۴,۰/۳۳),(۰/۲۲,۰/۳۰),\ldots,(۰/۳۱,۰/۴۴)\right]$$

۴-۴ تعیین گزینه برتر مثبت (بهترین جواب ممکن) برای مقایسه سایر گزینه‌ها

از بین گزینه‌های موجود باید ریسکی را که دارای اهمیت بیشتری است به عنوان گزینه برتر برای هر شاخص تعیین کرد.

۴-۵ استفاده از درجه امکان خاکستری برای محاسبه احتمال نزدیکی هر گزینه به گزینه برتر

میزان احتمال نزدیکی هرگزینه (V_i) به گزینه برتر (V^{Max}) را محاسبه و پیوست درج گردیدند که از آن می‌توان میزان تاثیر احتمال هر یک از ریسک‌ها بر شاخص‌های زمان، هزینه، کیفیت و ایمنی را نیز ارزیابی نموده و در نهایت میزان تاثیر کلی ریسک‌های موجود بر پروژه را نیز ارزیابی نمود.

۴-۶ رتبه‌بندی ریسک‌های موثر برشاخص‌های پروژه براساس نزدیکی به گزینه برتر

با در نظر گرفتن گزینه برتر در روش خاکستری هرچقدر فاصله آیتم‌ها با گزینه برتر کمتر باشد در رتبه بالاتری قرار می گیرد.

۵کمی‌سازی شدت اثر بر شاخص‌های چهارگانه

براساس نظرات اخذشده از پرسش‌شوندگان، میزان نزدیکی هر یک از گزینه‌ها به گزینه برتر و رتبه‌بندی آنها صورت پذیرفت. اما در مبحث ریسک دو مورد میزان شدت اثر و احتمال وقوع نشان‌دهنده میزان اثرگذاری

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

ریسک‌های مرتبط می‌باشد. بنابراین باید این دو آیتم نیز محاسبه گردد. به همین منظور به کمی‌سازی میزان تاثیر هریک از اهداف پروژه در ۵ سطح (۱ کمترین و ۵ بیشترین) براساس مقیاس مندرج در استاندارد مدیریت پروژه آمریکا ۲۰۱۲ پرداخته شد.

نکته قابل توجه در اینجا میزان عدد مندرج در قسمت رتبه‌بندی هریک از ریسک‌ها می‌باشد که هرچقدر میزان این عدد کمتر باشد شدت اثر آیتم مورد نظر بیشتر خواهد بود.

جدول ٦. جدول کمی‌سازی شدت اثر بر اهداف چهارگانه پروژه

	هدف مورد نظر	خیلی کم ۰/۳ – ۰/۱	کم ۰/۵ –۰/۳	متوسط ۰/۷- ۰/۵	زیاد ۰/۹ – ۰/۷	خیلی زیاد ۱ –۰/۹
۱	زمان (نسبت به زمان اولیه)	افزایش ناچیز	کمتر از ۵٪افزایش	۱۰-۵ ٪ افزایش	۲۰-۱۰ ٪ افزایش	بیشتر از ۲۰ ٪ افزایش
۲	کیفیت (نسبت به استاندارد و مشخصات فنی)	کاهش تا حدودی	تنها روی بعضی کارکردهای پروژه تاثیر دارد	قبول کاهش کیفیت با اخذ مجوز سهامدار قابل پذیرش است	کاهش کیفیت برای سهامدار قابل قبول نیست	اهداف پروژه نقص می‌شود
۲	کیفیت (نسبت به استاندارد و مشخصات فنی)	کاهش تا حدودی	تنها روی بعضی کارکردهای پروژه تاثیر دارد	قبول کاهش کیفیت با اخذ مجوز سهامدار قابل پذیرش است	کاهش کیفیت برای سهامدار قابل قبول نیست	اهداف پروژه نقص میشود
۳	هزینه (نسبت به هزینه برآوردی)	افزایش ناچیز	کمتر از ۱۰ ٪ افزایش	۲۰-۱۰ ٪ افزایش	۴۰-۲۰ ٪ افزایش	بیشتر از ۴۰ ٪ افزایش
۴	ایمنی	خطر ناچیز	تاحدودی خطرناک	خطرناک	خیلی خطرناک	فاجعه آمیز
۵	مقدار عددی تخصیص یافته	٪ ۵	٪ ۱۰	٪ ۲۰	٪ ۴۰	٪ ۸۰

٦ تحلیل داده‌ها

با جمع‌آوری و بررسی نتایج به‌دست آمده از پرسشنامه‌ها و اولویت‌بندی تاثیر ریسک بر هریک از اهداف پروژه، مشخص گردید میزان تاثیر ریسک‌ها بسته به نوع هدف پروژه متفاوت بوده و جهت دستیابی به نتایج موثر و حداقل نمودن تاثیر منفی ریسک می‌بایست ریسک‌هایی که اولویت و تاثیر بیشتری دارند، در حوزه هر هدف دسته بندی، مدیریت و کنترل نمود.

لازم به ذکر است در خصوص اهداف کیفیت، زمان، هزینه ریسک‌هایی با مقدار تاثیر بیشتر از ۲۰٪ و برای هدف ایمنی با توجه ضرورت توجه بیشتر به اصول ایمنی و جلوگیری از خسارات جانی و انسانی از مقدار تاثیر ۱۸٪ به بالا مورد بررسی و آنالیز قرار گرفته است.

ریسک‌های بحرانی موثر بر هدف زمان:

دراین بخش متولیان ریسک‌های موثر بر هدف زمان از گروه های پیمانکار، کارفرما، تامین کنندگان، طراحی و... می‌باشد که رتبه‌بندی آنها به شرح ذیل می‌باشد.

۱. عدم نقدینگی و تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها به پیمانکار
۲. اشتباه در زمان‌بندی و توالی فعالیت‌های پروژه

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

۳. توان مالی ناکافی پیمانکار
۴. برآورد متره اشتباه جهت ارایه قیمت در مناقصه
۵. تحریم / جنگ
۶. تاخیر در ساخت تجهیزات
۷. توانایی ضعیف مدیریتی و هماهماهنگی پیمانکار
۸. جابجایی و ترک شغل توسط پرسنل کلیدی
۹. خصیص نامناسب نیرو و تجهیزات
۱۰. تاخیر در حمل تجهیزات
۱۱. تحمیل برنامه زمانبندی به پیمانکار
۱۲. تجهیز کارگاه ضعیف (ماشین آلات و تجهیزات)
۱۳. ناهماهنگی بین گروه‌های درگیر پروژه (پیمانکار- کارفرما – طراح)
۱۴. تورم در قیمت‌های متریال پروژه
۱۵. عدم به‌کارگیری فرآیندهای مدیریت
۱۶. تاخیر یا کسری در تحویل نقشه‌های اجرایی
۱۷. عدم وجود نگرش سیستمی بین بخش‌های مرتبط با پروژه

در این بخش متولیان ریسک‌های موثر بر هدف زمان از گروه های پیمانکار، کارفرما، تامین کنندگان، طراحی و ... می‌باشند که نتایج حاصله را می‌توان در نتایج زیر خلاصه نمود:

-تخمین نادرست زمان و منابع موردنیاز اجرای فعالیتها و تعیین توالی نامناسب کار
-تاخیرات ناشی از کمبود بودجه و منابع مالی جهت تبعیت از برنامه زمانبندی
-تاخیردر فاز ساخت ناشی از تاخیر در ساخت یا ارسال تجهیزات و مدارک موردنیاز
-افزایش درزمان اجرای فعالیت‌ها به‌خاطر ضعف مدیریت و هماهنگی بین اکیب های اجرایی و بخش‌های ستادی
-عدم وجود رویکرد سیستمی در بخش‌های مرتبط با پروژه و عدم استقرار فرآیندهای مدون مدیریت پروژه
-توقفات و تاخیرات به‌دلیل کمبود تجهیزات و ناتوانی مالی پیمانکار در تامین آنها با توجه به نیاز پروژه و نیز عدم استفاده بهینه از منابع انسانی و تجهیزاتی

ریسک‌های بحرانی موثر بر هدف هزینه:

باید در نظر داشت که عمده ریسک‌های موثر بر هدف هزینه به ترتیب از سوی پیمانکار، کارفرما و نهایتاً محیط خارجی بر پروژه تاثیر می‌گذارد.

۱. تورم در قیمت‌های متریال پروژه
۲. اشتباه در زمانبندی و توالی فعالیت‌های پروژه
۳. توان مالی ناکافی پیمانکار
۴. عدم نقدینگی و تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها به پیمانکار

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

۵. تحریم / جنگ
۶. برآورد متره اشتباه جهت ارایه قیمت در مناقصه
۷. تغییر نرخ ارز
۸. تحمیل برنامه زمان‌بندی فشرده به پیمانکار
۹. تخصیص نامناسب نیرو وتجهیزات
۱۰. مطالعات امکان‌سنجی و اقتصادی ناقص یا غلط
۱۱. ناکارآمدی سیستم ارزیابی و انتخاب پیمانکاران
۱۲. سازماندهی نامناسب پرسنل
۱۳. عدم به‌کارگیری فرایندهای مدیریت پروژه
۱۴. تاخیر در کسب مجوزها و ایجاد هماهنگی بروکراسی اداری

همان‌طوری‌که در موارد فوق عنوان شد عمده ریسک‌های موثر بر هدف هزینه به ترتیب از سوی پیمانکار- کارفرما و نهایتاً محیط خارجی بر پروژه تاثیر می‌گذارند. عمده‌ترین موارد افزایش هزینه‌های پروژه‌ها را می‌تواند به چند دسته تقسیم‌بندی کرد:

هزینه‌های بالاسری و هزینه از دست‌رفته ناشی از هرگونه تاخیر و توالی نامناسب کار

هزینه بروز دوباره کاری‌ها و اصلاحات ناشی از نظارت ناکافی و کمبود منابع مالی در مقطع زمانی موردنیاز آن

تصمیم‌گیری غیریکپارچه و منفک از بخش‌های مرتبط پروژه و عدم استفاده بهینه از ظرفیت منابع مالی و انسانی

تاثیرات محیط خارجی و دور از دسترس از قبیل افزایش نرخ ارز، تورم، تحریم و فورس ماژورها

ریسک‌های بحرانی موثر بر هدف کیفیت:

با توجه به رتبه‌بندی که در ادامه به آن اشاره می‌شود موثرترین ریسک‌ها، ابتدا از سوی پیمانکاران و در مرحله بعدی توسط کارفرمایان بر هدف کیفیت پروژه وارد می‌شود.

۱. نظارت کیفی نامناسب در ساخت تجهیزات
۲. تحمیل برنامه زمان‌بندی فشرده به پیمانکار
۳. عدم دسترسی یا کیفیت پایین متریال و مصالح
۴. جابه‌جایی و ترک شغل توسط پرسنل کلیدی
۵. نظارت ناکافی بر فعالیت‌های اجرایی
۶. ناکارامدی سیستم ارزیابی و انتخاب پیمانکاران
۷. تحریم و جنگ
۸. عدم نقدینگی و تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

۹. تجهیز کارگاه ضعیف
۱۰. توان مالی ناکافی پیمانکار
۱۱. عدم به‌کارگیری فرآیندهای مدیریت پروژه

همان‌طوری‌که از نتایج مشاهده شد موثرترین ریسک‌ها، ابتدا ازسوی پیمانکاران و در مرحله بعدی توسط کارفرمایان بر هدف کیفیت پروژه وارد می شود. به صورت اجمالی می‌توان در حوزه پیمانکاران عدم توجه کافی به نظارت کیفی و به حداقل رساندن هزینه اجرای کیفیت و نهایتاً سود محوری را از عوامل موثر بر هدف کیفیت پروژه برشمرد. همچنین تعجیل در تکمیل طرح – عدم ارزیابی مناسب پیمانکار و کاستی در تامین هزینه‌های پروژه براساس جریان نقدی مورد نیاز آن را می توان از عمده عوامل متاثر از کارفرمایان بر هدف کیفیت پروژه ذکر نمود.

ریسک‌های بحرانی موثر بر هدف ایمنی:

عمده ریسک‌های موثر بر هدف ایمنی از سوی بخش پیمانکار و کارفرما تحمیل شده است.

۱. ناآگاهی در رعایت اصول ایمنی و آموزش نامناسب کارگران
۲. عدم نقدینگی و تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها به پیمانکار
۳. تحمیل برنامه زمان‌بندی فشرده به پیمانکار
۴. تجهیز کارگاه ضعیف
۵. توانایی ضعیف مدیریتی و هماهنگی پیمانکار
۶. توان مالی ناکافی پیمانکار
۷. ناهماهنگی بین گروه‌های درگیر پروژه
۸. ناکارآمدی سیستم ارزیابی و انتخاب پیمانکاران
۹. بهره‌وری ضعیف نیروی کار
۱۰. به‌کارگیری روش‌ها و استانداردهای طراحی نامناسب

مشاهده می‌شود عمده ریسک‌های موثر بر هدف ایمنی از سوی بخش پیمانکار و کارفرما تحمیل شده است که می‌توان به این موارد اشاره نمود: ناآگاهی پرسنل از اصول ایمنی- عدم تمایل به صرف هزینه‌های اجرای اصول ایمنی به دلیل مشکلات مالی - تعجیل در تکمیل فعالیت‌ها در کنار کاهش توجه به رعایت اصول ایمنی.

۷ نتیجه‌گیری

با توجه به موارد مطروحه در خصوص ریسک‌های موثر بر اهداف پروژه، به طور کلی نتایج تاثیر متولیان و گروه‌های مختلف درگیر در پروژه را می‌توان به شرح ذیل رتبه‌بندی نمود:

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

جدول ۷. تاثیر کمی‌شده متولیان ریسک بر پروژه

متولی ریسک	میزان اثرگذاری نسبی
پیمانکار	۳۴/۲۴
کارفرما	۱۸/۸۶
زیرساخت‌ها	۱۴/۱۷
طراحی	۸/۹۱
تامین‌کننده	۶/۳۸
سیاسی	۵/۵۳
عوامل محیطی	۴/۵۰
فرهنگی	۴/۳۲
فورس ماژور	۱/۵۹
اقتصادی	۱/۵۰

برای مقابله با تاثیرات منفی ریسک‌های مورد بررسی، برنامه‌های واکنشی یا پاسخ به ریسک‌های بحرانی به شرح ذیل آمده است:

۱. عدم نقدینگی و تاخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها به پیمانکار
۲. توان مالی ناکافی پیمانکار
۳. تحمیل برنامه زمانبندی فشرده به پیمانکار
۴. تحریم / جنگ
۵. تورم در قیمت‌های متریال پروژه
۶. ا شتباه درزمان‌بندی و توالی فعالیت‌های پروژه
۷. برآورد/ مترہ اشتباه جهت ارایه قیمت در مناقصه
۸. توانایی ضعیف مدیریتی و هماهنگی پیمانکار
۹. تخصیص نامناسب نیرو و تجهیزات
۱۰. ناکارآمدی سیستم ارزیابی و انتخاب پیمانکاران
۱۱. ناهماهنگی بین گروه‌های درگیر پروژه

نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص‌ترین ریسک‌های به‌دست آمده شامل: عدم نقدینگی کارفرما، توان مالی ناکافی پیمانکار، برنامه زمان‌بندی فشرده، تحریم/جنگ، تورم قیمت‌ها، اشتباه در زمانبندی و توالی فعالیت‌ها، ضعف مدیریتی پیمانکار و ... می‌باشد که جهت مقابله با تاثیرات منفی آن اقدامات واکنشی از قبیل: برنامه‌ریزی مالی مناسب و تهیه جریان نقدی، برنامه‌ریزی منابع و مواد، محاسبه ارزش کسب شده، استقرار سیستم مدیریت دانش و سوابق پروژه‌ها و ... مناسب ارایه گردیده است.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از رهنمودهای کلیه مدیران و کارشناسان محترم شرکت تدبیر انرژی گستر ایران ، شرکت مهندسین مشاور انرژی گستر که با حمایت همه‌جانبه از مراحل جمع‌آوری اطلاعات، آنالیز و نهایتاً ارایه برنامه‌های واکنش به ریسک و ملزومات اجرایی آن، تحقیق حاضر را غنا بخشیده است، کمال سپاس و امتنان را داریم.

منابع

[1]Rezaian, S., & Irankhahi, M., & Jozi, A. (2014). Presenting the environmental risk assessment model of gas transmission projects using indexing system and AHP method-case study: 24 inch gas transmission project in Tsuj – Selmas. Environmental science and technology Journal, 16(3), 11-23. (In Persian)

[2]Dong, H.,Wei, L.,&Wang,Q.(2014).A study on oil pipeline risk assessment technique based on fuzzyanalytic hierarchy process.The Open Petroleum Engineering Journal,7,125-129.

[3]Majd, M. M., Fatemi, A., & Soltanpanah, H. (2014). The risk analysis of oil projects using fuzzy TOPSIS technique (Case study: 18-inch pipeline repair project from Cheshme Khosh to Ahwaz). Int. J. Basic Sci. Appl. Res, 3(5), 28.

[4]Keshavarzi, E., & Aslehadad, A., & Mohamadi, S (2012). Design and construction risk management in oil and gas industries using REMEA. 9th international industrial engineering conference, In Persian

[5]Brito,A.J.,&Almeida,A.T.(2008).Multi attribute risk assessment for risk ranking of natural gas pipelines.The Realiability engineering & system safety Journal, (94)2, 187–198.

[6]Baghery, M.,Yousefi, S., & Rezaee, M.J. (2016).Risk measurement and prioritization of auto parts manufacturing processes based on process failure analysis, interval data envelopment analysis and grey relational analysis. Journal of Intelligent Manufacturing-Springer, 1–23.

[7]Mahdiraji, H.A., Hajiagha, S.H.R., Hashemi, S. S., & Zavadskas, E.K. (2016). A grey multi-objective linear model to find critical path of a project by using time, cost, quality and risk parameters. DOI:10.15240/tul/001/2016-1-004.

[8]Kyoung, J. P. (2016).A Priority decision of risk using a grey-based risk decision making approach. International Journal of u- and e- Service, Science and Technology, (9)5,107-116.

[9]Wang, H., Khan, F., Ahmed, S., &Imtiaz, S.(2016).Dynamic quantitative operational risk assessment of chemical processes.Journal of Chemical Engineering Science, 142, 62-78.

[10]Hayati, M., & Ataei, M., & Khalokakaei, A., Sayadi, R (2012). Evaluation and ranking of risk in the supply chain using the taxonomy analysis method (Case study: Isfahan Iron Smelting Complex). Journal of Operational Research and Its Applications (Applied Mathematics) - Lahijan Azad University. 1(40), 85-103. (In Persian)

[11]Salahi, F,. & Radfar, R,. & Toloei Ashlaghi, A,. Alborzi, M (2019). Designing a multi-objective headel to assess the risk of supply chain disruption using a combined genetic algorithm and refrigeration simulation, Journal of Operational Research and Its Applications (Applied Mathematics) - Lahijan Azad University. 4(63), 89-108. 20.1001.1.22517286.2019.16.4.8.3. (In Persian)

[12]Qingji,Z.,Vinh,V.,&Thai,Z.(2016).Fuzzy and grey theories in failure mode and effect analysis for tanker equipment failure prediction.Journal of Safety Science,83,74-79.

[13]Rahimi,S.A.,Jamshidi,A.,Ait-Kadi,D.,&Ruiz,A.(2015).Using fuzzy cost-based FMEA, GRA and profitability theory for minimizing failures at a healthcare diagnosis service. The International Journal of Qualty and Reliability Engineering, (31)5,601-615.

[14]Hashemi,S.H.,Karimi,A.,&Tavana, M. (2015).An integrated green supplier selection approach with analytic network process and improved Grey relational analysis.The International Journal of Production Economics,159,178-191.

[15]Hu-Chen, L., Ping,L.,Jian-Xin,Y.,&Yi-Zeng,C.(2015).A Novel Approach for FMEA: Combination of Interval 2-Tuple Linguistic Variables and Gray Relational Analysis. The International Journal of Qualty and Reliability Engineering, (31)5,761-772.

[16]Girginer,N.,Köse,T.,&Uçkun,N.(2015).Efficiency Analysis of Surgical Services by Combined Use of Data Envelopment Analysis and Gray Relational Analysis. Journal of Medical Systems, 59, 39-56. https://doi.org/10.1007/s10916-015-0238-y

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]

[17]Tsung-Nana,T.,&Jun-Hsien,Y.(2015).Identification and risk assessment of soldering failure sources using a hybrid failure mode and effect analysis model and a fuzzy inference system. Journal of Intelligent & Fuzzy System, (28)6, 2771-2784.
[18]Nabwey H.A.,Paomy M.S., (2013), An Integrated Methodology of Rough Set Theory and Grey System for Extracting Decision Rules, International Journal of Hybrid Information Technology, 6(1), 58. DOI: http://doi.org/10.11591/ijaas.v2.i1.pp9-14
[19]Deng J., (1989), Introduction to Grey System Theory,The Journal of Grey System1, England and China Petroleum Industry Press, P.R. China, 1.
[20]Jun X., (1993), A Grey System Approach Applied to Predication of Extreme Hydrological events: Floods and Droughts (Proceedings of the Yokohama Symposium), IAHS Publ. no. 213.
[21]Li G.D., Yamaguchi D., Nagai M., (2007), A Grey-Based Approach to Suppliers Selection Problem, In PDPTA,. (46). 573-581.
[22]Lin L., (2010), An application Of Grey System Theory Into Real Estate Investment Decision-Making, Department of Real Estate and Construction Management Division of Building and Real Estate Economics, Master of Science Thesis no. 30, pp. 8.
[23]Liu S., Forrest J., Yang Y., (2012), A brief introduction to grey system theory Grey Systems: Theory
[24]Chen Y.H., Tseng M.L., Lin R.J., (2010), Evaluating the customer perceptions on in-flight service quality, African Journal of Business Management, (7)5, 2858.
[25]Zavadskas K.E., Kaklauskas A., Turski Z., (2009), Multi Attribute Decision-Making Model by ApplyingGreyNumbers, INFORMATICA,2(20),307.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2234]