فصلنامه مدیریت راهبردی در سیستم های صنعتی (مدیریت صنعتی سابق)
دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
سال بیستم/ شماره ۷۱ / بهار ۱۴۰۴

اولویت‌بندی راهبردهای مناسب جهت مقابله با ریسک های کلیدی در پروژه های طراحی واحدهای نفت، گاز و پتروشیمی

بهروز لیراوی‌نیا
دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
محمود مدیری (نویسنده مسئول)
دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
E-mail: info.madv1@gmail.com
کیامرث فتحی
استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
عبدالرحیم رحیمی
استادیار، گروه مدیریت برنامه ریزی امور فرهنگی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۹ * تاریخ پذیرش ۱۴۰۴/۰۱/۲۳

چکیده

مدیریت صحیح ریسک یکی از مهم‌ترین عوامل در بهبود طراحی است، که با توجه به بی‌ثباتی اقتصاد جهانی و پیشرفت فناوری اهمیت یافته است. در عین حال، طراحی‌های توسعه‌یافته ممکن است آسیب‌پذیرتر شوند و سازمان‌ها را در معرض ریسک‌های بالاتر قرار دهند. دستیابی به پایداری به‌عنوان راهکاری مؤثر برای مقابله با چالش‌های امروزی در سطح جهانی شناخته شده است. در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی، به‌دلیل کلیدی بودن و ریسک‌های بالا، این موضوع اهمیت ویژه‌ای دارد، به‌ویژه در ایران که آثار زیست‌محیطی این صنعت قابل توجه است. اما در پژوهش‌های اخیر، توجه کافی به فرآیندهای شناسایی و ارزیابی ریسک‌های طراحی نشده است. بنابراین، هدف این پژوهش شناسایی و الویت بندی راهبردهای مناسب جهت مقابله با ریسک‌های طراحی در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی ایران انتخاب گردیده است. پژوهش حاضر از نوع توصیفی- پیمایشی و به لحاظ تکنیک ها و داده‌های مورد استفاده، کیفی و کمّی توامآن می‌باشد. در این مطالعه، ۴۴ عامل ریسک مؤثر بر طراحی بر اساس مرور ادبیات شناسایی شد و با نظرات خبرگان در دو مرحله، به ۲۰ عامل کلیدی محدود گردید. روایی پرسشنامه در دو مرحله تایید شد و ضریب آلفای کرونباخ بالای ۰/۷ نشان‌دهنده پایایی ابزار بود. برای تجزیه و تحلیل عوامل ریسک، از روش‌هایی مانند اعداد اولویت ریسک، دلفی، سوآرا، مولتی‌مورای فازی و تحلیل ماتریس‌های ریسک استفاده شد. طبق یافته‌های پژوهش، چهار عامل ریسک، "ضعف مشاوره در برگشت تجهیزات به تأمین‌کننده از طرف‌پیمانکار"، "ارزیابی نادرست قوانین و مقررات زیست محیطی در اجرای پروژه"، "انتخاب مشاوران و پیمانکاران‌فرعی‌متعهدبه وسیله‌مشاور اصلی"و" همراستایی نادرست معرفی تجهیزات دفع آلودگی با ماهیت کار"، به نسبت سایر عوامل ریسک از اولویت بالاتری در پروژه های طراحی در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی ایران، برخوردار می‌باشند. پیشنهاد می‌شود صاحبان صنایع، اقدامات جدی و مستمری را در زمینه های"ارتقاء سطح دانش فرآیندی مبتنی بر استاندارد های روز محیط زیست"انجام دهند.

کلمات کلیدی: راهبرد، ریسک، پروژه های طراحی، تصمیم گیری فازی، نفت، گاز و پتروشیمی ایران.

۱-مقدمه

به طور طبیعی هر فعالیتی با ریسک، همراه است و انسان ها همواره به دنبال شناسایی عوامل و منابع آن هستند. مسأله دیگری که درمحیط های سازمانی و تصمیم گیری امروز مطرح می باشد، پیچیدگی شرایط و ترکیب اطلاعات است که دستیابی به تصمیمات مناسب را بی نهایت مشکل می سازد، بنابراین دیگرقوانین سرانگشتی و حدس و گمان، کارساز نخواهد بود(Khakbaz, 1995). میلرولسارد (2001) خاطر نشان ساخته اند که درک و مدیریت ریسک های پروژه در پروژه های مهندسی کلان، در مراحل اولیه کارهای چالش برانگیزی هستند. شکست پروژه های مهندسی کلان بیش از پیش بر اهمیت مدیریت ریسک علی الخصوص درصنایع دفاعی، صنایع ساختمانی و صنعت نفت به دلیل آسیب های مهمی که ممکن است ایجاد شوند تأکید می ورزند(Sulaiman et al., 2014). تحقیقات زیادی، مدلسازی فعال و روش شناسی های مدیریت پروژه را به منظور توسعه یک رویکرد سیستماتیک و روش شناسی های یکپارچه مدیریت ریسک پروژه، مورد بررسی قرار داده است(Muhlbauer, 2004). همچنین در سال های اخیر، محققان زیادی بر روی شناسایی، تجزیه و تحلیل، اولویت گذاری و مدیریت ریسک متمرکز شده اند(Cango et al., 2000). پژوهش ها، دلایل زیادی برای افزایش هزینه ها در پروژه ها نشان داده اند که از جمله اینها می توان: نبود دقت در برآورد، پیچیدگی پروژه، ارزیابی ریسک نامناسب و مدیریت نام برد(Odeck, 2015؛ Bosck, 2011؛ Papazoglou, 2017؛ Frimpong, 2003). همچنین، علل زیادی برای کنترل و مدیریت ریسک ارائه کرده اند که برخی از آنها عبارتند از:گسترش ارزیابی ریسکهای ایمنی به منظور جلوگیری از وقوع و یا تخفیف اتفاق افتادن آنها الزامی می باشد(Aven, 2015). سر و کار داشتن باتعداد زیادی از اشتباهات و تصادفات درصنایع فرایندی(علی الخصوص نفت، گاز و پتروشیمی)، روشهای ارزیابی ریسک مختلفی به منظور آنالیز ریسک، به منظور جلوگیری از رخداد ها و کاهش آنها، توسعه یافته و مورد استفاده قرار گرفته است. درک و مدیریت ریسک در پروژه های بزرگ مهندسی در فازهای اولیه بسیار چالش برانگیز می باشد(Miller, 2001). حتی به دلیل نبود اطلاعات کافی، معمولاً بسیار مشکل است و بدست آوردن مقدار احتمال های ریسک هاتقریباًغیر ممکن است(Zhang, 2014). با بررسی ادبیات مرتبط برای ارزیابی ریسک پروژه شیوه‌های پیشرفته زیادی وجود دارند،از قبیل منطق فازی، روند تحلیل سلسله مراتبی[1]، روند تحلیل شبکه‌ای[2]، تحلیل حالت شکست و تأثیر[3]، درخت عیب، درخت رویداد، نمودار ماهی، شبیه سازی مونت کارلو و مدل معادلات ساختاری(Mohammadi, 2016).

شبکه عقیده بیزین[4]، برتر از دیگر شیوه‌ها در نظر گرفته می‌شود، چون می‌تواند از عهده روابط علّی احتمالی ریسک‌هایی که در دامنه داوری‌های متخصصان ایجاد می‌شود برآمده و می‌تواندعقیده‌های پیشین واحتمالات آموخته شده از اطلاعات جدیدرا به‌روز نماید. بنابراین نیازبه الویت‌بندی و سنجش ریسک های کلیدی درپروژه ها، کاملاً واضح است. یکی ازمشکلات مدیران پروژه ها و سازمان ها، شناسایی و نحوه رفتار باریسک‌ها می باشد. حال با توجه به اینکه درکشور ایران، پروژه های نفتی بسیار بزرگی و در سطح کلان اجرا می شود و همانطور که ذکرشد، وجود ریسک و خطا در این دسته پروژه ها صدمات جبران ناپذیری به بدنه شرکت‌ها و حتی اقتصاد کشور می‌زند و همچنین با توجه به هزینه‌های بسیار سنگین پروژه ها و تأمین مقدار بودجه کشور از این دسته از پروژه‌ها تمرکز برروی الویت‌بندی و سنجش ریسک های پروژه‌ها بسیار حائز اهمیت است. وجود درخواست های مکرر کارفرماها نسبت به اجرایی شدن پروژها بخاطر وجود سودهای قابل توجه، همواره باعث ایجاد فشارهای زیادی به بخش‌های مهندسی شرکت‌های مشاور و همچنین شرکت‌های مجری می باشد که خود به‌خود احتمال به وقوع پیوستن ریسکهارا بالا می‌برد. بعضاً در پروژه‌ها به دلیل افزایش سرعت و کاهش هزینه‌ها، منجر به بی توجهی خیلی زیادی به محیط زیست و در نهایت تخریب و حتی ایجاد هزینه‌های بسیار سنگین می گردد، بنابراین تحلیل قسمت‌مهندسی و اثرات زیست محیطی تصمیمات بسیار حائز اهمیت می‌باشد. به عبارتی می‌توان بیان کرد که ارزیابی ریسک در صنعت نفت به دلیل ایجاد صدمات غیر قابل جبران یک فعالیت حیاتی و مهم محسوب می‌شود(Adelazar, 2019). پروژه‌های نفت و گازی سیستم پیچیده دارند که در آن بهم وابستگی‌های بیشمار میان عوامل ریسک در مفهوم فازی وجود دارد.

---

[1] AHP :Analytical Hierarchy Process
[2] ANP: Analytical Network Process
[3] FMEA: Failure Mode and Effects Analysis
[4] BBN: Bayesian Belief Network

با توجه به بررسی های انجام شده در مقالات مرتبط با موضوع پژوهش، در هیچ یک از پژوهش‌های صورت گرفته بررسی ریسک های مهندسی درفاز تفضیلی در طراحی یک پروژه‌های نفت، گاز و پتروشیمی در شرکت مهندسی مشاور انجام نشده است. همچنین، تلاشهای پژوهشی که تاکنون انجام شده است به بررسی ریسک‌های زیست محیطی ناشی از ریسک‌های مهندسی درفاز تفضیلی در طراحی یک پروژه های نفت، گاز و پتروشیمی در شرکت مهندسی مشاور نپرداخته‌اند. و در نهایت، ادغام انواع ریسک‌های فنی/ زیست محیطی/ بهداشت شغلی/ دانش فنی/ شرکای کاری/ بودجه بندی/ سرمایه گذاری/ مدیریت درونی درفاز تفضیلی در طراحی یک‌پروژه های‌نفت، گاز و پتروشیمی در شرکت مهندسی مشاورتاکنون انجام‌نشده است. بنابراین، هدف این مطالعه بکارگیری رویکرد ترکیبی‌دلفی–سوآرا و مولتی مورای فازی برای الویت بندی و سنجش ریسک‌های کلیدی پروژه های طراحی واحدهای نفت، گاز و پتروشیمی است.

الف) مروری بر ادبیات تحقیق

درسال‌های اخیر، برخی‌از وقایع ناخواسته مانندصدمات و جراحات فردی، انفجار، آتش سوزی، ابزارهای تخریب و انهدام دست ساز و تبخیر نفت، احتمالاً در صنعت نفت‌و گاز چین‌رخ داده است. به‌عنوان‌مثال، در ۲۳ دسامبر ۲۰۱۱، یک حادثه انفجاری درچاه شماره ۱ سیچوان کیوانگلی[5] رخ داد، چهار نفر مجروح و یک نفر مفقود شد. در ۲۲ نوامبر ۲۰۱۳، انفجار در خط لوله نفت زرد شرقی کینگداو[6]، ۶۲ نفر را کشت و ۱۳۶ نفر را زخمی کرد و زیان مستقیم اقتصادی، معادل با ۷۵۱.۷۲ میلیون یوان[7] بود؛ در ۲۱ سپتامبر ۲۰۱۶، یک حادثه آتش‌سوزی در انشعاب سومین خط لوله مهندسی پتروچینا[8] رخ داد، چهار نفر مجروح و دو نفر جان باختند. به منظور پیشگیری از این‌حوادث، شرکت نفت و گاز باید مدیریت‌ریسک مؤثری را اعمال نماید. طی‌چند دهه گذشته خطوط لوله نفت و گاز متعددی ایجاد شده است. نسبت قابل قبولی از این خطوط لوله، در حال نزدیک شدن یا فراتر رفتن از طول عمر طراحی خود هستند، که باعث می‌شود آن‌ها را به‌دلیل کاهش مقاومت در برابر بارهای خارجی آسیب پذیر برشمرد. علاوه بر این، درشهرک ها یا شهرها به دلیل برنامه‌ریزی و ساخت اولیه خطوط لوله خودسرانه وجود دارند، که احتمال آسیب خطوط لوله به شخص ثالث را افزایش می‌دهد(Wang et al., 2019). خرابی این خطوط لوله ممکن است به دلیل تراکم بالای جمعیت در برخی از شهرها عواقب فاجعه‌آمیزی را در پی‌داشته باشد و این‌امر با حوادثی در سال‌های گذشته رخ داده، تأیید شده است. در مارس ۲۰۱۴، نشت خط لوله گاز طبیعی در شرق هارلم[9]، به دلیل فرسودگی ساختمان رخ داد و انفجار حاصله منجر به کشته شدن هشت نفر و زخمی شدن دست کم ۷۰ نفر دیگر شد(Wang et al., 2019). درنوامبر ۲۰۱۳، نشت یک‌خط لوله نفت در کینگداو ناشی از خوردگی، و حادثه انفجار بعدی به دلیل عملیات نادرست در حین نگهداری اضطراری رخ داد که منجر به مرگ ۶۲ نفر شد. انفجار خط لوله بنزین حادثه دیگری بود که درمکزیک‌رخ داد و منجر به مرگ حداقل ۱۲۴ نفر و زخمی‌شدن ده ها نفرشد(Nilashi,2019).

درحال حاضر، تلاش‌های‌قابل‌توجهی‌برای مدیریت ریسک خطوط لوله نفت و گازانجام شده‌است. (Ebrahimi et al., 2016) یک مدل‌عددی‌برای تجزیه و تحلیل مشخصه نشت‌خط لوله گاز طبیعی‌مدفون شهری ایجاد کردند. (Li et al., 2019) عوامل حادثه‌ساز شبکه‌های‌خط لوله گاز مدفون شهری‌رامورد تجزیه‌و تحلیل قرار داد. (Azari et al., 2018) روشی رابرای ارزیابی خطرات خط لوله‌باتجزیه‌وتحلیل‌خطرالگوهای‌فضایی و پارامترهای ساختاری بلوک‌های شهری پیشنهاد کردند. (Fakhravar et al., 2017) ازتکنیک شبکه بیزین گسسته‌برای ارزیابی‌آسیب پذیری‌امنیتی پویا خطوط لوله گاز استفاده کردند.

(Wang et al., 2018) از شبکه‌های بیزی برای ارزیابی احتمال خرابی خطوط لوله گاز مدفون شهری، استفاده کردند. با این حال، مطالعات فوق به طورعمده‌بر شناسایی‌علل‌خرابی خطوط لوله نفت و گاز شهری و تجزیه و تحلیل ریسک عملیاتی‌خطوط لوله‌در سناریوی حوادث، متمرکز شده‌است. مطالعات مربوط به مدیریت ریسک خطوط لوله نفت و گاز شهری، به ندرت در مقالات موجود یافت می‌شود. برای سیستم پیچیده متشکل‌از خط لوله نفت و گاز شهری و محیط اطراف، خطرات متفاوتی‌وجوددارد که بر ایمنی عملیات خط لوله تأثیر می‌گذارد. در نتیجه، روش مورد نیاز برای مدیریت خطرات مورد نیاز است تا بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. این امر به دلیل عدم

[5] Sichuan Qionglai
[6] Qingdao
[7] RMB
[8] Petrochina
[9] Harlem

قطعیت مربوط به داده‌های موجود، به ویژه برای داده‌های دریافتی بر اساس قضاوت کارشناسان، چالش برانگیز است(BaykasoğLu et al. ,2013). نظریه مجموعه‌های فازی با تاپسیس [10] معمولی ادغام شده است تا محدودیت‌های فوق را کاهش دهد. اگرچه نمی‌توان از شکست و خرابی خطوط لوله نفت و گاز شهری به طور کامل جلوگیری کرد، اما می‌توان با استفاده از استراتژی‌های مدیریت و کنترل کارآمد آن را کاهش داد. تجزیه و تحلیل کمی ریسک، یک ابزار کارآمد برای توسعه استراتژی‌های ایمنی برای جلوگیری از حوادث است. روش‌های متداول مانند درخت خطا[11]، درخت رویداد[12] و پروانه‌ای[13] به طور گسترده‌ای برای کاهش وقوع خرابی غیرمنتظره خطوط لوله نفت و گاز شهری به کار گرفته شده است(Chen et al., 2019). با این حال، این روشها عمدتاً به منظور یافتن علل خرابی، طراحی شده‌اند و معمولاً نمی‌توانند از داده‌ها جهت مرتب سازی شاخص‌ها و تصمیم گیری ایمنی بهتر استفاده کنند. تکنیک مبتنی بر اولویت ترتیب بر اساس شباهت به وضعیت ایده آل[14]، یک رویکرد موجود برای پرداختن به این موضوع است و نوعی روش رتبه‌بندی است که بر اساس حل فاصله اقلیدسی شاخص‌های مختلف ارزیابی تا راه حل‌های مثبت و منفی مطلوب انجام شده است(Nilashi, 2019).

این روش معمولاً برای رتبه بندی اهمیت عوامل مختلف استفاده می‌شود. با این حال، روش تاپسیس معمولی، معمولاً به داده‌های دقیق و واضح به عنوان ورودی‌ها نیاز دارد. این امر به دلیل عدم قطعیت مربوط به داده‌های موجود، به ویژه برای داده‌های دریافتی بر اساس قضاوت کارشناسان، چالش برانگیز است(BaykasoLu et al., 2013). نظریه مجموعه‌های فازی با تاپسیس معمولی ادغام شده است تا محدودیت‌های فوق را کاهش دهد. اخیراً، تاپسیس فازی عمدتاً در توسعه استراتژی بهینه و انتخاب عامل تأثیرگذار کاربرد دارد، که نشان می‌دهد تاپسیس فازی یک ابزار کارآمد در تعیین اهمیت عوامل خطر است(Li et al., 2018، Que et al.). محاسبه وزن جنبه مهمی در ارزیابی اهمیت عوامل خطر است. با این حال، اکثر مطالعات قبلی تنها وزن شاخص‌های ریسک را در نظر گرفته‌اند و محاسبه وزنی شاخصه‌های ارزیابی شاخص‌های ریسک را نادیده گرفته‌اند. روش‌های محاسبه وزن که به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد، شامل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[15] و روش آنتروپی[16] می‌باشد. اولی به طور کلی برای تعیین وزن ذهنی مورد استفاده قرار گرفته، در حالی که دومی برای محاسبه وزن هدف استفاده شده است(Hag et al., 2017). روش وزن ترکیبی با در نظر گرفتن وزن ذهنی و وزن عینی با ادغام AHP و EM توسعه یافته است. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که روش وزن ترکیبی نسبت به استفاده تکی از AHP یا EM برتری دارد(Li et al., 2019؛ Chang et al.,2018). بنابراین، این کار پژوهشی، از روش وزن ترکیبی برای محاسبه وزن شاخص‌های ارزیابی و تعیین اهمیت مخاطرات ریسک استفاده می‌کند که در چارچوب روش TOPSIS فازی انجام می‌شود.

صنعت نفت و گاز به طور خاص و صنعت فرآیندی شیمیایی[17] به طور کلی، مواد شیمیایی پرمخاطره و پرانرژی را ذخیره و حمل می‌کنند و فرآیندها را در شرایط شدید دما و فشار انجام می‌دهد. تروریست‌ها/کارکنان ناراضی ممکن است از این شرایط سوء استفاده کنند، و مسببات انتشار سم، آتش سوزی و انفجار را فراهم کرده منجر به تلفات جمعی، خسارت‌های مالی و آثار اقتصادی و زیست محیطی شود. این صنایع، در زندگی هر کشور، نقش مهمی را ایفا می‌کنند، چه در زمان صلح و چه در زمان جنگ. بخش بزرگی از اقتصاد و تعداد زیادی از مشاغل به طور مستقیم و غیر مستقیم به آنها بستگی دارد. بنابراین، بروز هر گونه اختلال در این صنایع به احتمال زیاد آسیب‌های زیادی را از نظر فیزیکی، مالی و روانی به دنبال خواهد داشت. خطرات امنیتی ناشی از این تهدیدها واقعی هستند و باید ارزیابی شوند تا مشخص شود آیا اقدامات امنیتی به کار گرفته شده در داخل و اطراف تاسیسات کافی است یا نیاز به افزایش دارد. این دو روش برای ارزیابی خطرات امنیتی صنعت نفت و گاز و سایر صنایع شیمیایی ایجاد شده است. این موارد جدول فاکتور ریسک امنیتی[18] و روش ماتریس پله‌ای[19] نام دارند. از آنجاییکه که اس ار اف تی[23] به تاثیرات

[10] TOPSIS: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Situation
[11] Fault Tree
[12] Event Tree
[13] Bow-Tie
[14] TOPSIS
[15] AHP: Analytic Hierarchy Process
[16] EM Entropy Method
[17] CPI Chemical Process Industry
[18] SRFT
[19] SMP

ناشی از تهدیدهای فردی می‌پردازد، اس ام پ[۲۴] با اثرات زنجیره‌ای/دومینویی سر و کار دارد که به تنهایی بندرت می‌توان مسببات وقوع یک رخداد را فراهم کند. شبکه وسیع خط لوله گاز طبیعی در ایالات متحده دارای سه عملکرد است: جمع آوری، توزیع و انتقال. خطوط لوله هر دو میدان نفتی خشکی و دریایی را به پالایشگاه‌ها و تاسیسات پتروشیمی حامل مواد اولیه نفت‌وگازمتصل می‌کند و این محصولات را به مصرف کنندگان سراسر کشور تحویل می‌دهد. شبکه تحویل نفت و گاز دربرگیرنده بیش از ۲۰۰،۰۰۰ مایل خط لوله نفت مایع و بیش از ۲،۵۰۰،۰۰۰ مایل خط لوله گاز طبیعی در ایالات متحده است که توسط سازمان ایمنی خط لوله و مواد خطرناک[۲۰] گزارش شده است.

استفاده از خطوط لوله برای حمل و نقل مواد خطرناک به دلیل مزایای متعددی از جمله نسبتاً ایمن‌تر، افزایش راندمان بیشتر و کارکرد مداوم بدون محدودیت، به طور فزاینده‌ای بر سایر روش‌های حمل و نقل مانند راه آهن یا بزرگراه رایج شده است. با وجود چنین عملیات بزرگ در خط لوله، باید نگرانی‌های احتمالی ایمنی را در نظر گرفت زیرا پارگی در خط لوله می‌تواند پیامدهای فاجعه باری از جمله آسیب، مرگ و میر، از دست دادن درآمد و آسیب‌های شدید زیست محیطی را به همراه داشته باشد. آخرین داده‌های حادثه خط لوله نشان می‌دهد که‌درسال ۲۰۱۵، ۷۰۸ موردخط لوله با نشت حدود ۱۰۰.۰۰۰ بشکه در ایالات متحده رخ داده است. مجموع خسارات مستقیم اقتصادی به ۳۳۹ میلیون دلار رسید. بر اثر این حوادث ۱۲ نفر کشته و ۴۹ نفر زخمی شدند. به منظور جلوگیری از حوادث ایمنی فرآیند و کاهش پیامدها، می‌بایست بطور پیشاپیش و با روشهای مختلف قابل اجرا، به طور کامل شناسایی، تجزیه و تحلیل و ارزیابی شده باشد. طبق داده‌های حادثه خط لوله‌ی سازمان ایمنی خط لوله و مواد خطرناک ، هفت علت اصلی عبارت بودند از:خرابی ناشی از خوردگی، خرابی تجهیزات، آسیب شخص ثالث، عملکرد نادرست، خرابی مواد لوله یا جوش، آسیب نیروی طبیعی و سایر علل. ۱۵ تا ۱۸ درصد حوادث خط لوله در ایالات متحده به طور مستقیم با نفوذشخص‌ثالث مرتبط بوده و همچنین مسئولیت بالغ بر ۵۰ درصد از تمام حوادث خط لوله در کشورهای اروپای غربی را –شخص ثالث– تشکیل می‌دهد(Mather et al., 2001). آسیب شخص ثالث به تداخل خط لوله با فعالیتهای پرسنل مرتبط با عملیات خط لوله اشاره دارد. شخص ثالث نه اپراتور خط لوله است و نه پیمانکاری که به خط لوله سرویس می‌دهد. حالت‌های شکست این گروه‌ها به عملیات نادرست و خطای انسانی نسبت داده می‌شود. تجزیه و تحلیل آسیب شخص ثالث در این نسخه خطی به فعالیتهای پرسنل مرتبط با عملیات خط لوله پرداخته و تأثیر نیروهای طبیعی را حذف کرده است. خسارت شخص ثالث می‌تواند به اختلال تصادفی ناشی از حفاری تاسیسات دفن شده در نزدیکی، عدم وجود خط لوله حفاری، آسیب ناشی از حوادثی مانند آتش سوزی سایر مشاغل یا صنایع مجاور، مداخله‌های مخرب ناشی از وحشیگری، خرابکاری یا دله دزدی استناد یابد. آسیب در هر یک از موارد می‌تواند منجر به عواقب شدید شود، زندگی، دارایی و محیط زیست را بلافاصله به خطر می‌اندازد. حتی تداخلی که جزئی بنظر می‌رسد، می‌تواندیکپارچگی خط لوله را در یک بازه زمانی تجمعی تضعیف کند و در نهایت باعث خرابی خط لوله شود.

رویکردهای‌مختلف کیفی(Dziubinski ´ et al., 2006؛ Yuhua and Weng, 2005) وکمی (Cango et al., 2000، Han andWeng, 2011؛ Muhlbauer, 2004، Cai et al., 2018؛ Li et al., 2019) برای‌ارزیابی‌ریسک‌خط لوله‌ایجاد شده‌اند. بااین حال، ارزیابی ریسک خط لوله به لحاظ تاریخی بر عوامل قابل کنترل مانند خوردگی متمرکزاست،که منجر به کاهش قابل توجه خرابی خط لوله در دهه‌های گذشته شده است(Caleyo et al., 2002، Dmytrakh, 2008، Lawson, 2005، Zeng et al., 2007 Shabarchin and Tesfamariam, 2016) در مقابل، آسیب شخص ثالث هنوز پایدار است، زیرا پیش بینی یا کنترل آن از قبل، بسیار مشکل است. تجزیه و تحلیل ریسک مداخلات غیرعمدی شخص ثالث و اقدامات مخرب به طور شهودی، متفاوت است (Liang et al., 2012). چندین روش مختلف در گذشته برای بررسی و تعیین میزان دخالت شخص ثالث استفاده شده است. لی و همکاران، احتمال خرابی آسیب شخص ثالث به خطوط لوله گاز شهری را با استفاده از درخت خطا که حاوی ۵۶ رویداد اصلی بود، ارزیابی کردند. با استفاده از نظرات کارشناسان این عرصه، احتمال وقوع وقایع پایه، حاصل شد و با استفاده از تابع عضویت فازی ترکیب گردید. تعیین وزن هر کارشناس متخصص و اصلاح نظرات ارزیابی با استفاده از فرایند سلسله مراتب تحلیلی انجام شد. مدل پویای ویژه تجزیه و تحلیل ریسک به همراه عدم قطعیت، موردی از آسیب شخص ثالث به خطوط لوله زیر دریا را گزارش و تصریح کرده است. این مدل از نظریه مجموعه فازی و نظریه

[20] PHMSA: Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration

شواهد برای رسیدگی به عدم قطعیت داده‌ها استفاده کرد و از شبکه‌های بیزی[۲۱] برای رسیدگی به عدم قطعیت مدل استفاده کرد. استنباط متخصص در یک مجموعه فازی ادغام شد و از نظریه‌های شواهد برای دستیابی به احتمالات واضح وقایع ورودی استفاده می‌شود. یکی دیگر از رویکردهای ارزیابی ریسک، الگوهای مخاطرات خط لوله توسط شخص ثالث را با استفاده از نظریه نگاشت خودگردان شبکه عصبی تقسیم‌بندی کرده است و بر مبنای شرایط نصب و تدفین لوله در زمین، سوابق تاریخی آسیب، اقدامات مرتبط با ایمنی، اقدامات مدیریتی و شرایط محیطی گزارش شده، چندین متغیر ریسک را مد نظر گرفته است (Hu et al., 2012). از طریق مرور مقالات مربوطه، با تجزیه و تحلیل گزارشات حوادث خط لوله با استفاده از شبکه بیزی، رابطه علی خسارت شخص ثالث را بررسی کردند (Guoet et al., 2018). مطالعات‌معدودی برای بررسی عوامل خاص مربوط به خسارات شخص ثالث مانند تعامل لنگر با خطوط لوله دریایی (Sulaiman et al., 2014)، تأثیر تراکم جمعیت بر خط لوله (Bajcaret al., 2015) تأثیر طرح پایش در کاهش و پوشش ریسک (Riegertand Akel, 2011) و استفاده از تجزیه و تحلیل شکنندگی خط لوله که از حد ایمنی فراتر می‌رود (Peng et al., 2016) ، انجام یافته است. بازنگری‌ها حاکی از آنند که این مطالعات یا به دنبال جلب نظر متخصص هستند و یا بر داده‌های خرابی موجود اتکا نموده‌اند تا احتمال وقایع پایه را که در آن، آسیب‌های کلی شخص ثالث سهیم هستند، مورد ارزیابی قرار دهند. رویدادهای اصلی یا متغیرهایی که برای موارد خاص یک منطقه مورد پژوهش واقع شده‌اند، ممکن است با مواردی که در سایر منطقه یا کشورها بوقوع پیوسته، مناسبت نداشته باشد. به عنوان مثال، عملیات غارت و دله دزدی خط لوله در نیجریه و مکزیک با فرکانس متفاوتی نسبت به سایر کشورها صورت می‌گیرد. استفاده از سیستم تماس به طرفه در ایالات متحده، نقش مهمی در کاهش آسیب حفاری در خطوط لوله ایفا می‌کند، در حالی که ممکن است در سایر مناطق وجود نداشته باشد. این نشان می‌دهد که صرف نظر از احتمالات رویداد اصلی یا نحوه به دست آوردن آنها (چه با استخراج متخصص یا با اتکا به داده‌های خرابی)، به وجود یک چارچوب ساختار یافته برای رویدادهای اصلی ویژع آسیب شخص ثالث، نیاز خواهد بود. برعکس، تهدیدات ناشی از اقدامات مخرب شخص ثالث با خسارات غیر عمدی تصادفی به دلیل چالش ذاتی پیش بینی و ماهیتی که معمولاً منجر به عواقب شدید می‌شود، متفاوت است (Jackson and Mosleh, 2018). ارزیابی خطر احتمالی متعارف با استفاده از شبکه‌های بیزی یا رتبه بندی ریسک با استفاده از تکنیک‌های نمره گذاری، ممکن است اقدامات شخص ثالث مخرب مانند حمله تروریستی را به طور کامل ارزیابی نکند. الگوی ریسک اقدامات مخرب در درجه اول متکی به متغیرهای ساده‌تری مانند درک قصد خصمانه، ارزیابی اهمیت تسهیلات و ارزیابی آسیب پذیری امنیت است. فخرآور (Fakhravar et al., 2017) آسیب پذیری امنیتی خطوط لوله گاز را با توجه به عملکرد اقدامات متقابل امنیتی در محل با استفاده از تکنیک شبکه بیزی گسسته[۲۲] مورد بررسی قرار داد. اثرات عناصر اجتماعی، اقتصادی و سیاسی بر جذابیت وآسیب‌پذیری‌خط لوله، با استفاده ازشاخص‌سیاسی‌اجتماعی و اقدامات امنیتی که با استفاده از مدل نظریه بازی و با هدف افزایش سطح امنیت سیستم خط لوله در برابر تروریسم، انجام یافته بود، مورد ارزیابی قرار گرفت(Rezazadeh et al., 2018). سایر تکنیک‌هایی که برای ارزیابی ریسک امنیت تاسیسات شیمیایی به کار گرفته شده‌اند، ممکن است در خط لوله نیز کاربرد داشته باشند. چنین تلاش‌هایی شامل انجام تجزیه و تحلیل تهدیدها و آسیب پذیری ها و ایجاد جدول فاکتور ریسک امنیتی برای صنایع شیمیایی (Bajpai and Gupta, 2005) و زیرساخت‌های نفت و گاز (Bajpai et al. 2007)، سیستم تشخیص نفوذ عمومی در کارنجات فرایندی با استفاده از یک مدل نظری بازی (Zhang and Reniers, 2016)، کاربرد فرایند شبکه تحلیلی که در آن می‌توان عوامل مؤثر را بر اساس اهمیتشان تعدیل کرد (Khakzad et al., 2017) و تخصیص منابع به حفاظت از تاسیسات شیمیایی (Feng et al., 2017) یا شبکه حمل و نقل شیمیایی (Talarico et al., 2015) می‌باشد.

با توجه به مرور ادبیات موضوعی و شناسایی عوامل مختلف ریسک ارائه شده درتحقیقات پیشین، درمطالعه حاضر مهمترین عوامل ریسک مؤثر بر پروژه های طراحی به طور اولیه (۴۴عامل ریسک) به شرح جدول ۱ استخراج شده و در مراحل بعدی پژوهش استفاده خواهند شد.

[21] BN: Bayesian Networks
[22] DTBN Discrete-time Bayesian network

امروزه موفقیت بلند مدت سازمان‌ها نه تنها به سودآوری، بلکه به رویکرد آنها نسبت به مسائل زیست محیطی و آینده‌نگری در حوزه پایداری وابسته است (Mohammad Esmaeil & Fattahzadeh, 2021). توجه به مسائل زیست محیطی می‌تواند تضمین کننده موفقیت زنجیره تامین و مزیت رقابتی در بلندمدت باشد (Ghahremani-Nahr et al., 2019).

محصولات معیوب و ضایعات همیشه یک چالش مهم برای تولیدکنندگان بوده است. کارشناسان دریافته‌اند که بازیافت محصول و استفاده مجدد از محصولات، ضایعات و بقایای محصول نه تنها اثرات مضر برای محیط زیست را کاهش می‌دهد، بلکه موقعیت رقابتی شرکت‌ها را در بازار بهبود می‌بخشد. با این استراتژی می‌توان شبکه‌های زنجیره تامین را به طور قابل توجهی بازسازی کرد و منافع اقتصادی را به حداکثر رساند (Feizollahi et al., 2019).

جدول شماره (۱): ریسک های اولیه شناسایی شده از مرور ادبیات تحقیق

ریسک های اولیه شناسایی شده از مرور ادبیات تحقیق	رفرنس ها
ضعف مشاوره در برگشت‌تجهیزات‌به‌تامین‌کننده از طرف پیمانکار	
کمبودتجهیزات اجرایی و مشاوران‌متخصص‌در زمان های لازم	
کمبودتأمین‌مالی‌به‌موقع‌کاهش اثر تخریب زیست محیطی	
بررسی و سرعت عمل تحلیل تغییرات درخواست‌شده از طرف‌کارفرما	
برنامه ریزی‌نامناسب‌فازبندی اجرای پروژه مطابق با الزامات زیست محیطی	
انتخاب مشاوران و پیمانکاران‌فرعی‌متعهدبه وسیله‌مشاور اصلی	
کمبودنیروی متخصص وتجهیزات تحلیل مناسبHSE کار	
مشکل‌ارتباط‌برقرارکردن‌پیمانکاران‌خارجی‌باپیمانکاران‌جزءجهت توجیح موارد فنی HSE	
ضعف همراستایی مشاوره با فعالی های اجرایی (ضعف دانشی مشاور)در راستای مؤلفه های زیست محیطی	
ارزیابی نادرست قوانین و مقررات زیست محیطی در اجرای پروژه	(TangandMusa, 2011)
ضعف‌تکنیسین وکارگرماهر در تحلیل مسائل زیست محیطی	(JharkhariaandShankar,2007)
ضعف در همراستایی گزارشات تحلیلی و پیشرفتی	(SharmaandBhat,2014)
مشاوره نادرست و تصمیمات احساسی در خصوص مسائل زیست محیطی	(TummalaandSchoenherr,2011)
بودجه بندی نادرست خرید تجهیزات مناسب دفع الایندگی	(Dubeyetal.,2017
برنامه ریزی‌تامین‌مالی‌خرید تجهیزات	PapadopoulosandGiannakis,2018)
همراستایی نادرست معرفی تجهیزات دفع آلودگی با ماهیت کار	(TummalaandSchoenherr,2011)
همراستایی نادرست پیمانکاران با رویکرد های HSE تدوین شده	(Sodhietal.,2012)
امکانسنجی‌نادرست از تجهیزات مورد نیاز دفع آلودگی	(Roberts,2003)
ضعف‌درک‌مسائل‌فنی‌و میزان آلایندگی در سفارش مواداولیه(کیفیت،مقدار،زمان‌تحویل و...)	(Clift,2003)
ضعف توجه به مشخصه های فنی در خریدماشین آلات	(Halldórssonetal.,2009)
ضعف توجه به رویکرد های اموزشی مورد نیاز در تامین تجهیزات	(Düesetal.,2013)
شناخت نادرست از تکنولوژی های روز در توسعه صنایع نفت و گاز و پتروشیمی	(Blackburn,2007)
ضعف قید نمودن مسائل زیست محیطی در قرارداد های تامین و تدارکات	
شناسایی نادرست مواد ممنوعه در مسائل زیست محیطی صنایع نفت و گاز در سفارش گذاری مواد	
همراستای نادرست سفارشات با قوانین زیست محیطی محلی	
ضعف توجه به مسائل زیست محیطی در تدوین الحاقیه های قراردادی تأمین و توسعه	
بنچ مارکینک نادرست از وضعیت زیست محیطی شرکت ها مشابه خارجی	
ریسک‌فنی وتجربه در مسائل تامین تجهیزات توسعه ای	
ضعف آماده‌سازی‌به‌موقع‌طرح‌تغییرات در نقشه‌ها بر اساس اصول زیست محیطی	
تاخیر در ارائه‌به‌موقع اطلاعات‌موردنیازپیمانکاربر اساس اصول زیست محیطی	
کمبودکارشناس‌متخصص‌مسائل زیست محیطی در شرکت‌مشاور	
کمبود استانداردهای‌فنی‌و زیست محیطی موردنیاز در تهیه‌مشخصات‌فنی	
کمبود دسترسی‌به‌مشاوران‌خارجی‌به دلیل‌مسائل‌موجودسیاسی	

ریسک های اولیه شناسایی شده از مرور ادبیات تحقیق	رفرنس ها
شرایط‌سیاسی	
قوانین ومقررات‌عرضه در سطح‌بین المللی	
طولانی‌شدن زمان‌ترخیص‌کالاها از گمرکاتبه دلیل مسائل زیست محیطی	
بلایای‌طبیعی (سیل، زلزله ،جنگ و ...) و حوادث‌غیرطبیعی (تصادف،آتش‌سوزی،و ...)	
تعددمراکزتصمیم‌گیری مسائل زیست محیطی و تجزیه و تحلیل اطلاعات	
دسترسی‌به راهها وپایانه‌های‌مناسب‌حمل ونقل‌مناسب	
ظرفیت‌حمل از راههای ریلی مناسب مطابق با استاندارد های HSE	
فرایند ایمنی‌برای‌حمل ونقل‌کالا ی خطرناک‌برنامه ریزی‌مناسب‌برای‌حمل ونقل	
انتخاب‌نوع‌قراردادحمل ونقل‌مطابق با استاندارد های HSE	
اختلالات زیست محیطی هوایی	
اختلالات زیست محیطی خاکی	

۲- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع توصیفی- پیمایشی و به لحاظ تکنیک ها و داده‌های مورد استفاده، کیفی و کمّی توامآن می‌باشد.جهت شناسایی و ارزیابی ریسک های بحرانی زنجیره تأمینپایدار در صنعت سرب و روی، از نظرات خبرگان در دو فاز کمی و کیفی استفاده شد. فاز کیفی، شامل دو بخش نمونه گیری می باشد. در بخش اول فاز کیفی، برای برگزاری جلسات مصاحبه‌های عمیق (روش دلفی)، ۵ نفر از خبرگان به صورت غیرتصادفی و قضاوتی متناسب با نوع گستردگی فعالیت شرکت های مشاور نفت، گاز و پتروشیمی، از میان مدیران ارشد سازمان (مدیران عامل و استراتژیک) با رشته‌های تحصیلی مرتبط (مدیریت) و حداقل ۱۰ سال سابقه کاری انتخاب شده‌اند. در بخش دوم فاز کیفی، ۱۴ نفر خبره مشارکت کننده در مصاحبه‌های عمیق، مجدداً به صورت غیرتصادفی و قضاوتی متناسب با نوع و گستردگی فعالیت شرکت‌ها از میان مدیران ارشد و میانی سازمان، مدیریت ریسک و تصمیم سازی، مورد مشارکت قرار گرفتند. شایان ذکر است در این بخش از مطالعه، با استفاده از داده‌های جمع آوری شده از طریق پرسشنامه (نظرات ۱۴ نفر از خبرگان و صاحب نظران دانشگاهی و صنعتی)، تعداد ۴۴ عامل ریسک شناسایی شده به صورت اولیه از طریق مرور ادبیات موضوعی و مصاحبه‌های ساختار یافته، بررسی شده و نهایتاً تعداد ۲۰ عامل ریسک مورد تأیید نهایی قرار گرفته است. روایی سازه برای ریسک های پروژه های طراحی، مورد تأیید قرار گرفته است.

جهت ارزیابی و کیفیت داده های جمع آوری از روش دلفی فازی و خبرگان معرفی شده برای غربالگری ریسک‌ها انجام شده است. در این مطالعه با استفاده از تکنیک دلفی فازی در دو مرحله، اقدام به پالایش و ترکیب ریسک‌های مربوط به واحدهای نفت،گازوپتروشیمی شده است، و پنل مورد نظر براساس ترکیبی از خبرگان که مشتمل بر ۱۴ نفر است. ریسک‌های شناسایی شده بر اساس رویکرد سوارا[۲۳]و مولتی مورا فازی رتبه بندی شدند و در نهایت با استفاده از تکنیک ادغامی FMEA و بیزین به ارزیابی ساختاری ریسک های شناسایی شده بر اساس تئوری احتمالات معادله بیزین پرداخته شده است. با توجه به تحلیل‌های آماری مورد نظر در مطالعه حاضر، در بخش تحلیل عاملی نرم افزار SMART PLS، در تحلیل آمار توصیفی داده‌ها نرم افزار SPSS، در بخش ارزیابی نرم افزار های تصمیم گیری و در مورد تحلیل عوامل ریسک نیز تحلیل‌های کمی آماری نرم افزار اکسل مورد استفاده قرار گرفته است.

۳- بحث و نتایج

الف) آمار توصیفی

نتایج آمار توصیفی نشان داد که ۱۰۰ درصد نمونه آماری این تحقیق در فاز کیفی را مردان تشکیل داده‌اند. به لحاظ ترکیب سنی افراد شرکت کننده در این تحقیق، ٪۱۷.۶۵ نمونه آماری کمتر از ۳۵ سال،٪۴۷/۰۶ بین ۳۵ تا ۴۵ سال و ٪۳۵/۲۹ بالای ۴۰ سال سن داشته‌اند. همچنین از نظر ترکیب سطح تحصیلات، ٪۲۹/۴۲ اعضاء دارای مدرک تحصیلی دکتری تخصصی، ٪۵۸/۸۲ دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد و ٪۱۱/۷۶ نیز دارای مدرک تحصلی کارشناسی بوده‌اند. همانطور که از آمار مشاهده می‌شود

[23] SWARA

بیشترین درصد مشارکت کنندگان دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد بوده و در رتبه بعدی انیز فراد با درجه تحصیلی دکتری تخصصی قرار گرفته‌اند.به لحاظ سابقه کاری نیز، ٪۳۵/۲۹ افراد دارای سابقه کاری کمتر از ۱۰ سال، ٪۲۹/۴۲ بین ۱۰ تا ۲۰ سال و به طور مشابه ٪۳۵/۲۹ افراد بالای ۲۰ سال سابقه کاری داشته‌اند. همچنین ٪۳۵/۲۹ افراد بالاترین مقام اجرایی سازمان (مدیرعامل یا هیات مدیره) و ٪۶۴/۷۱ نیز مدیران میانی سازمان در حوزه صنعت نفت، گاز و پتروشیمی بوده‌اند. شایان ذکر است از میان افراد شرکت کننده در این بخش از پژوهش، کلیه نفرات دارای پست‌های مدیریتی سازمانی بوده و ٪۴۱/۱۸ درصد افراد نیز علاوه بر پست‌های سازمانی به عنوان مدرس دانشگاه در حوزه مدیریت و صنعت نفت، گاز و پتروشیمی بوده‌اند.

ب) غربالگری با تکنیک دلفی فازی

براساس تحلیل محتوای متون تخصصی انجام شده در نهایت 44 شاخص شناسایی شد. برای غربالگری و حصول اطمینان از اهمیت شاخص‌های شناسایی شده و انتخاب شاخص‌های نهایی از روش دلفی فازی استفاده شده است. برای سنجش اهمیت شاخص‌ها از دیدگاه خبرگان استفاده شده است. در این مطالعه نیز برای فازی‌سازی دیدگاه خبرگان از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است. دیدگاه خبرگان پیرامون اهمیت هر یک از شاخص‌ها با طیف فازی ۷ درجه گردآوری شده است.

در دور اول و دوم رویکرد دلفی فازی، هیچ شاخصی حذف نشد که این خود نشانه‌ای برای پایان دورهای دلفی است. بطور کلی یک رویکرد برای پایان دلفی آن است که میانگین امتیازات سوالات دو دور آخر باهم مقایسه شوند (جدول ۲). در صورتیکه اختلاف بین دو مرحله از حد آستانه خیلی کم (۰/۲) کوچکتر باشد در این صورت فرایند نظرسنجی متوقف می‌شود.

جدول شماره (۲): اختلاف نتایج دور اول و دوم

نماد	شرح شاخص	نتیجه دور اول	نتیجه دور دوم	اختلاف	نتیجه
C1	ضعف مشاوره در برگشت‌تجهیزات‌به‌تامین‌کننده از طرف پیمانکار	۰/۷۹۴	۰/۷۵۲	۰/۰۴۲	پذیرش
C2	کمبودتجهیزات اجرایی و مشاوران‌متخصص‌در زمان های لازم	۰/۹۲۵	۰/۸۷۲	۰/۰۵۳	پذیرش
C3	کمبودتأمین‌مالی‌به‌موقع‌کاهش اثر تخریب زیست محیطی	۰/۸۷۵	۰/۷۷۸	۰/۰۹۷	پذیرش
C4	بررسی و سرعت عمل تحلیل تغییرات درخواست‌شده از طرف‌کارفرما	۰/۷۷۶	۰/۷۳۸	۰/۰۳۸	پذیرش
C5	برنامه ریزی‌نامناسب‌فازبندی اجرای پروژه مطابق با الزامات زیست محیطی	۰/۹۰۴	۰/۷۷۷	۰/۱۲۷	پذیرش
C6	انتخاب مشاوران و پیمانکاران‌فرعی‌متعهدبه وسیله‌مشاور اصلی	۰/۷۳۸	۰/۸۱۳	۰/۰۷۵	پذیرش
C7	کمبودنیروی متخصص وتجهیزات تحلیل مناسبHSE کار	۰/۹۲۸	۰/۸۰۳	۰/۱۲۵	پذیرش
C8	مشکل ارتباط‌برقرارکردن‌پیمانکاران‌خارجی‌باپیماناران‌جزءجهت توجیح موارد فنی HSE	۰/۷۷۷	۰/۹۲۸	۰/۱۵۱	پذیرش
C9	ضعف همراستایی مشاوره با فعالی های اجرایی (ضعف دانشی مشاور)در راستای مولفه های زیست محیطی	۰/۸۰۳	۰/۸۹۰	۰/۰۸۷	پذیرش
C10	ارزیابی نادرست قوانین و مقررات زیست محیطی در اجرای پروژه	۰/۸۹۰	۰/۷۷۸	۰/۱۱۲	پذیرش
C11	ضعف‌تکنیسین وکارگرماهر در تحلیل مسائل زیست محیطی	۰/۹۱۸	۰/۸۱۳	۰/۱۰۵	پذیرش
C12	ضعف در همراستایی گزارشات تحلیلی و پیشرفتی	۰/۸۶۶	۰/۹۱۸	۰/۰۵۲	پذیرش
C13	مشاوره نادرست و تصمیمات احساسی در خصوص مسائل زیست محیطی	۰/۹۳۲	۰/۷۳۱	۰/۲۰۱*	پذیرش
C14	بودجه بندی نادرست خرید تجهیزات مناسب دفع الایندگی	۰/۸۴۷	۰/۸۶۶	۰/۰۱۹	پذیرش
C15	برنامه ریزی‌تامین‌مالی‌خرید تجهیزات	۰/۸۹۶	۰/۷۰۸	۰/۱۸۸	پذیرش
C16	همراستایی نادرست معرفی تجهیزات دفع آلودگی با ماهیت کار	۰/۸۹۶	۰/۷۷۸	۰/۱۱۸	پذیرش
C17	همراستایی نادرست پیمانکاران با رویکرد های HSE تدوین شده	۰/۷۵۲	۰/۹۳۲	۰/۱۸	پذیرش
C18	امکانسنجی‌نادرست از تجهیزات مورد نیاز دفع آلودگی	۰/۷۰۸	۰/۸۴۷	۰/۱۳۹	پذیرش
C19	ضعف درک مسائل فنی و میزان آلایندگی در سفارش مواداولیه(کیفیت،مقدار،زمان‌تحویل و.....)	۰/۷۷۸	۰/۸۲۷	۰/۰۴۹	پذیرش
C20	ضعف توجه به مشخصه های فنی در خریدماشین آلات	۰/۹۳۲	۰/۸۹۶	۰/۰۳۶	پذیرش
C21	ضعف توجه به رویکرد های اموزشی مورد نیاز در تامین تجهیزات	۰/۸۴۷	۰/۷۵۲	۰/۰۹۵	پذیرش
C22	شناخت نادرست از تکنولوژی های روز در توسعه صنایع نفت و گاز و پتروشیمی	۰/۸۲۷	۰/۹۳۲	۰/۱۰۵	پذیرش
C23	ضعف قید نمودن مسائل زیست محیطی در قرارداد های تامین و تدارکات	۰/۸۹۶	۰/۸۷۲	۰/۰۲۴	پذیرش

نماد	شرح شاخص	نتیجه دور اول	نتیجه دور دوم	اختلاف	نتیجه
C24	شناسایی نادرست مواد ممنوعه در مسائل زیست محیطی صنایع نف و گاز در سفارش گذاری مواد	۰/۹۳۲	۰/۹۱۸	۰/۰۱۴	پذیرش
C25	همراستای نادرست سفارشات با قوانین زیست محیطی محلی	۰/۷۴۴	۰/۷۳۱	۰/۰۱۳	پذیرش
C26	ضعف توجه به مسائل زیست محیطی در تدوین الحاقیه های قراردادی تامین و توسعه	۰/۷۹۴	۰/۸۶۶	۰/۰۷۲	پذیرش
C27	بنچ مارکینک نادرست از وضعیت زیست محیطی شرکت ها مشابه خارجی	۰/۹۲۵	۰/۷۰۸	۰/۱۷	پذیرش
C28	ریسک‌فنی وتجربه در مسائل تامین تجهیزات توسعه ای	۰/۸۷۵	۰/۷۷۸	۰/۰۹۷	پذیرش
C29	ضعف آماده‌سازی‌به‌موقع‌طرح‌تغییرات در نقشه‌ها بر اساس اصول زیست محیطی	۰/۷۸۱	۰/۹۳۲	۰/۱۵۱	پذیرش
C30	تاخیر در ارائه‌به‌موقع اطلاعات‌موردنیازپیمانکاربر اساس اصول زیست محیطی	۰/۷۷۶	۰/۸۴۷	۰/۰۷۱	پذیرش
C31	کمبودکارشناس‌متخصص‌مسائل زیست محیطی در شرکت‌مشاور	۰/۹۰۴	۰/۸۲۷	۰/۰۷۷	پذیرش
C32	کمبود استانداردهای‌فنی‌و زیست محیطی موردنیاز در تهیه‌مشخصات‌فنی	۰/۷۳۸	۰/۸۹۶	۰/۱۵۸	پذیرش
C33	کمبود دسترسی‌به‌مشاوران‌خارجی‌به دلیل‌مسائل‌موجودسیاسی	۰/۹۲۸	۰/۷۵۲	۰/۱۷۶	پذیرش
C34	شرایط سیاسی	۰/۷۷۷	۰/۷۰۸	۰/۰۶۹	پذیرش
C35	قوانین ومقررات‌عرضه در سطح‌بین المللی	۰/۸۰۳	۰/۷۷۸	۰/۰۲۵	پذیرش
C36	طولانی‌شدن زمان‌ترخیص‌کالاها از گمرکاتبه دلیل مسائل زیست محیطی	۰/۸۴۷	۰/۹۳۲	۰/۰۸۵	پذیرش
C37	بلایای‌طبیعی (سیل، زلزله ،جنگ و ...) و حوادث‌غیرطبیعی (تصادف،آتش‌سوزی،و ...)	۰/۸۲۷	۰/۸۴۷	۰/۰۲	پذیرش
C38	تعددمراکزتصمیم‌گیریمسائل زیست محیطی و تجزیه و تحلیل اطلاعات	۰/۸۹۶	۰/۸۲۷	۰/۰۶۹	پذیرش
C39	دسترسی‌به راهها وپایانه‌های‌مناسب‌حمل ونقل‌مناسب	۰/۷۵۲	۰/۸۹۶	۰/۱۴۴	پذیرش
C40	ظرفیت‌حمل از راههای ریلی مناسب مطابق با استاندارد های HSE	۰/۹۳۲	۰/۹۳۲	۰	پذیرش
C41	فرایند ایمنی‌برای‌حمل ونقل‌کالا ی خطرناک‌برنامه ریزی‌مناسب‌برای‌حمل ونقل	۰/۸۷۲	۰/۷۴۴	۰/۱۲۸	پذیرش
C42	انتخاب‌نوع‌قراردادحمل ونقل‌مطابق با استاندارد های HSE	۰/۸۹۲	۰/۷۹۴	۰/۰۹۸	پذیرش
C43	اختلالات زیست محیطی هوایی	۰/۹۲۸	۰/۹۲۵	۰/۰۰۳	پذیرش
C44	اختلالات زیست محیطی خاکی	۰/۷۶۱	۰/۸۷۵	۰/۱۱۴	پذیرش

براساس نتایج مندرج در جدول ۲ مشخص گردید که در تمامی موارد اختلاف کوچکتر از ۰/۲ است بنابراین می‌توان دورهای دلفی را متوقف نموده و نتیجه را قطعی دانست.

در ادامه کار جهت فازی‌زدایی و تعیین اهمیت شاخص‌های ورودی و خروجی استفاده می شود. میانگین فازی و مقدار قطعی مقادیر مربوط به شاخص‌ها در جدول زیر نشان داده شده است. لذا جهت افزایش دقت ارزیابی شاخص‌ها، شاخص‌هایی که مقدار قطعی نظرات بیش از ۰/۷۰ باشد مورد تایید واقع می گردد که ارزیابی به شرح جدول ۳ است.

جدول شماره (۳): مقادیر فازی و قطعی دلفی

نماد	شرح شاخص	میانگین فازی			مقدار قطعی
C1	ضعف توجه به مشخصه های فنی در خریدماشین آلات	۱	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۴
C2	ضعف توجه به رویکرد های اموزشی مورد نیاز در تامین تجهیزات	۰/۸۲	۰/۶۱	۰/۳۶	۰/۶۰
C3	شناخت نادرست از تکنولوژی های روز در توسعه صنایع نفت و گاز و پتروشیمی	۰/۸۶	۰/۶۸	۰/۴۳	۰/۶۷
C4	ضعف قید نمودن مسائل زیست محیطی در قرارداد های تامین و تدارکات	۰/۸۹	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۷۰
C5	شناسایی نادرست مواد ممنوعه در مسائل زیست محیطی صنایع نف و گاز در سفارش گذاری مواد	۰/۸۲	۰/۶۸	۰/۴۳	۰/۶۶
C6	همراستای نادرست سفارشات با قوانین زیست محیطی محلی	۰/۸۹	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۷۰
C7	ضعف توجه به مسائل زیست محیطی در تدوین الحاقیه های قراردادی تامین و توسعه	۰/۹۶	۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۷۴
C8	بنچ مارکینک نادرست از وضعیت زیست محیطی شرکت ها مشابه خارجی	۱	۰/۸۲	۰/۵۷	۰/۸۱
C9	ریسک‌فنی وتجربه در مسائل تامین تجهیزات توسعه ای	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۳۶	۰/۶۱
C10	ضعف آماده‌سازی‌به‌موقع‌طرح‌تغییرات در نقشه‌ها بر اساس اصول زیست محیطی	۰/۸۶	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۷۰

نماد	شرح شاخص	میانگین فازی			مقدار قطعی
C11	تاخیر در ارائه‌به‌موقع اطلاعات‌موردنیازپیمانکاربر اساس اصول زیست محیطی	۰/۸۹	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۷۰
C12	کمبودکارشناس‌متخصص‌مسائل زیست محیطی در شرکت‌مشاور	۰/۸۹	۰/۷۱	۰/۵۰	۰/۷۱
C13	کمبود استانداردهای‌فنی‌و زیست محیطی موردنیاز در تهیه‌مشخصات‌فنی	۰/۸۹	۰/۶۴	۰/۴۳	۰/۶۵
C14	کمبود دسترسی‌به‌مشاوران‌خارجی‌به دلیل‌مسائل‌موجودسیاسی	۰/۸۹	۰/۷۵	۰/۵۴	۰/۷۴
C15	شرایط سیاسی	۱	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۴
C16	قوانین ومقررات‌عرضه در سطح‌بین المللی	۱	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۴
C17	طولانی‌شدن زمان‌ترخیص‌کالاها از گمرکاتبه دلیل مسائل زیست محیطی	۱	۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۷۵
C18	بلایای‌طبیعی (سیل، زلزله ،جنگ و .....) و حوادث‌غیرطبیعی (تصادف،آتش‌سوزی،و .....)	۱	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۴
C19	تعددمراکزتصمیم‌گیریمسائل زیست محیطی و تجزیه و تحلیل اطلاعات	۰/۷۹	۰/۵۷	۰/۳۲	۰/۵۷
C20	دسترسی‌به راهها وپایانه‌های‌مناسب‌حمل ونقل‌مناسب	۰/۹۳	۰/۶۸	۰/۴۳	۰/۶۸
C21	ظرفیت‌حمل از راههای ریلی مناسب مطابق با استاندارد های HSE	۰/۷۹	۰/۶۱	۰/۳۶	۰/۶۰
C22	فرایند ایمنی‌برای‌حمل ونقل‌کالا ی خطرناک‌برنامه ریزی‌مناسب‌برای‌حمل ونقل	۰/۹۳	۰/۶۸	۰/۴۳	۰/۶۸
C23	انتخاب‌نوع‌قراردادحمل ونقل‌مطابق با استاندارد های HSE	۱	۰/۹۶	۰/۷۱	۰/۹۳
C24	اختلالات زیست محیطی هوایی	۱	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۴
C25	اختلالات زیست محیطی خاکی	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۳۶	۰/۶۱
C26	ضعف توجه به مشخصه های فنی در خریدماشین آلات	۰/۷۹	۰/۵۷	۰/۳۲	۰/۵۷
C27	ضعف توجه به رویکرد های اموزشی مورد نیاز در تامین تجهیزات	۰/۸۶	۰/۶۸	۰/۳	۰/۶۷
C28	شناخت نادرست از تکنولوژی های روز در توسعه صنایع نفت و گاز و پتروشیمی	۰/۸۶	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۷۰
C29	ضعف قید نمودن مسائل زیست محیطی در قرارداد های تامین و تدارکات	۰/۸۶	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۷۰
C30	شناسایی نادرست مواد ممنوعه در مسائل زیست محیطی صنایع نف و گاز در سفارش گذاری مواد	۱	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۴
C31	همراستای نادرست سفارشات با قوانین زیست محیطی محلی	۰/۷۹	۰/۵۷	۰/۳۲	۰/۵۷
C32	ضعف توجه به مسائل زیست محیطی در تدوین الحاقیه های قراردادی تامین و توسعه	۱	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۴
C33	بنچ مارکینگ نادرست از وضعیت زیست محیطی شرکت ها مشابه خارجی	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۳۶	۰/۶۱
C34	ریسک‌فنی وتجربه در مسائل تامین تجهیزات توسعه ای	۱	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۴
C35	ضعف آماده‌سازی‌به‌موقع‌طرح‌تغییرات در نقشه‌ها بر اساس اصول زیست محیطی	۰/۷۹	۰/۵۷	۰/۳۲	۰/۵۷
C36	تاخیر در ارائه‌به‌موقع اطلاعات‌موردنیازپیمانکاربر اساس اصول زیست محیطی	۰/۷۹	۰/۵۷	۰/۳۲	۰/۵۷
C37	کمبودکارشناس‌متخصص‌مسائل زیست محیطی در شرکت‌مشاور	۰/۸۶	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۷۰
C38	کمبود استانداردهای‌فنی‌و زیست محیطی موردنیاز در تهیه‌مشخصات‌فنی	۰/۸۶	۰/۶۸	۰/۴۳	۰/۶۷
C39	کمبود دسترسی‌به‌مشاوران‌خارجی‌به دلیل‌مسائل‌موجودسیاسی	۰/۸۶	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۷۰
C40	شرایط سیاسی	۱	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۴
C41	قوانین ومقررات‌عرضه در سطح‌بین المللی	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۳۶	۰/۶۱
C42	طولانی‌شدن زمان‌ترخیص‌کالاها از گمرکاتبه دلیل مسائل زیست محیطی	۰/۷۹	۰/۵۷	۰/۳۲	۰/۵۷
C43	بلایای‌طبیعی (سیل، زلزله ،جنگ و ...) و حوادث‌غیرطبیعی (تصادف،آتش‌سوزی،و ...)	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۳۶	۰/۶۱
C44	تعددمراکزتصمیم‌گیریمسائل زیست محیطی و تجزیه و تحلیل اطلاعات	۱	۰/۸۶	۰/۶۱	۰/۸۴

ج) تحلیل عاملی تاییدی

آزمون کولموگروف–اسمیرنوف برای نرمال بودن متغیرهای تحقیق: با توجه به این که سطح معنی‌داری آزمون کولموگروف–اسمیرنوف[۲۴] در ۲۰ شاخص ریسک جدول ۵، کمتر از ۰/۰۵ است، نتیجه می‌شود که توزیع متغیرهای فوق ذکر تفاوت معناداری با توزیع نرمال دارد؛ بنابراین نتیجه می‌گیریم که توزیع متغیرهای تحقیق نرمال نمی‌باشد. با توجه به اینکه تمامی متغیرهای مدل تحقیق دارای توزیع نرمال نمی‌باشند، برای بررسی تحلیل عاملی پژوهش از نرم افزار معادلات ساختاری SmartPLS استفاده

[24] Kolmogorov-Smirnov test

شده است.

آزمون مدل اندازه‌گیری: برای آزمودن مدل اندازه‌گیری در این پژوهش از آلفای کرونباخ و پایایی مرکب جهت بررسی پایایی مدل اندازه گیری استفاده شده است و از آزمون روایی همگرا و روایی واگرا جهت بررسی آزمون روایی مدل اندازه‌گیری استفاده شده است. با توجه به اینکه کلیه مقادیر آلفای کرونباخ بالاتر از ۰/۷ (میانگین ۰/۸۲۸)می‌باشد، بنابراین آلفای کرونباخ متغیرهای ریسک تأیید می‌شود.

پایایی مرکب (p دلوین– گلدشتاین): با توجه به اینکه پایایی مرکب متغیرهای ریسک بالاتر از ۰.۷ (میانگین ۰/۸۸۴) می‌باشد؛ بنابراین می‌توان گفت کلیه متغیرهای ریسک از وضعیت مناسب و قابل قبولی از نظر پایایی مرکب برخوردار هستند.

روایی همگرا: این شاخص که به اندازه‌گیری میزان تبیین متغیرهای پنهان پژوهش توسط متغیرهای مشاهده‌پذیر آن (مؤلفه‌ها/سؤالات) می‌پردازد، توسط شاخص متوسط واریانس استخراج شده[25] مورد سنجش قرار می‌گیرد و حداقل مقدار قابل قبول برای روایی همگرا ۰/۵ می‌باشد. با توجه به اینکه اکثریت مقادیر نزدیک به ۰/۵می‌باشند، بنابراین روایی همگرا برای کلیه متغیرهای پژوهش در حد قابل قبول می‌باشد.

د) آزمون مدل ساختاری

اعداد معناداری t[26] : مقادیر بالای ۱/۹۶، نشان از صحت رابطه بین سازه‌ها و در نتیجه تأیید عوامل مدل پژوهش در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

معیار R2: این معیار برای متصل کردن بخش اندازه‌گیری و بخش ساختاری مدل‌سازی معادلات ساختاری به کار می‌رود و نشان از تأثیری دارد که یک متغیر برون‌زا بر یک متغیر درون‌زا می‌گذارد. با توجه به اینکه مقدار R2 متغیر ریسک‌هایداخلی شرکت های مشاوره ای (۰/۷۱۲)، ریسک های مشاوره به کارفرما (۰/۶۵۸)، ریسک‌های مشاوره‌ای در تأمین‌تجهیزات (۰/۷۳۲)، ریسک‌های مشاوره‌ای توسعه سایت‌ها (۰/۶۱۹)، ریسک‌های محیط خارجی در مشاوره (۰/۶۷۷) و ریسک‌های مشاوره در حوزه لجستیکی (۰/۷۸۷) در حد تقریباً متوسطی می‌باشد، بنابراین می‌توان گفت برازش ساختاری مدل به وسیله R2، در حد متوسط می‌باشد.

معیار Q2: این معیار توسط استون گیزر (۱۹۷۵) معرفی شد و قدرت پیش‌بینی مدل را مشخص می‌سازد؛ یعنی مدل‌هایی که دارای برازش بخش ساختاری قابل قبول هستند باید قابلیت پیش‌بینی شاخص‌های مربوط به سازه‌های درون‌زای مدل را داشته باشند. مقادیر ۰/۰۲، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به ترتیب نشان از قابلیت پیش‌بینی ضعیف، متوسط و قوی دارند. با توجه به اینکه مقدار Q2 برای تمامی متغیر وابسته بالاتر از ۰/۲۵ هستند؛ بنابراین می‌توان گفت، مدل ساختاری از قدرت پیش‌بینی بالایی برخوردار است و در حد قابل قبول می‌باشد.

ه) ارزیابی برازش کلی مدل

معیار نیکویی برازش[27]: این معیار مربوط به بخش کلی مدل‌های معادلات ساختاری است. بدین معنی که توسط این معیار، محقق می‌تواند پس از بررسی برازش بخش اندازه‌گیری و بخش ساختاری مدل کلی پژوهش، برازش بخش کلی را نیز کنترل نماید. مقادیر ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۵ به ترتیب حاکی از برازش کلی ضعیف، متوسط و قوی می‌باشد. مقدار GOF در مدل پژوهشی حاضر، به شرح زیر می‌باشد:

$$\mathrm{GOF} = \sqrt{\overline{\mathrm{communality}} \times \overline{\mathrm{R^2}}}$$

با توجه به اینکه مقدار GOF به ترتیب برای عوامل ریسک و فاکتور ورودی و خروجی برابر با ۰/۴۱۲ و ۰/۴۱۹ می‌باشد، بنابراین می‌توان گفت سطح برازش کلی مدل در حد عالی و قابل قبول است.

و) الویت بندی ریسک‌های نهائی با استفاده از سوآرا

در این بخش پس از غربالگری ریسک های شناسایی شده، با استفاده از رویکرد سوآرا تعداد ۲۰ ریسک انتخاب شده مورد ارزیابی

[25] Average Variance Extracted
[26] T-values
[27] Goodness Of Fit

و رتبه بندی قرار می‌گیرند که مراحل ارزیابی به شرح جدول ۴ است.

جدول شماره (۴): محاسبه وزن نهایی ریسک های شناسایی و غربالگری شده

ریسک	sj	kj	wj	qi
C1	۰	۱	۱.۰۰۰۰۰۰	۰/۴۵۹۲۱۶۳
C10	۰/۸۷	۱/۸۷	۰/۵۳۴۷۵۹	۰/۲۴۵۵۷۰۲
C6	۰/۷۹۲	۱/۷۹۲	۰/۲۹۸۴۱۵	۰/۱۳۷۰۳۷۰
C16	۰/۸۸۶	۱/۸۸۶	۰/۱۵۸۲۲۶	۰/۰۷۲۶۶۰۱
C4	۰/۸۶۸	۱/۸۶۸	۰/۰۸۴۷۰۴	۰/۰۳۸۸۹۷۳
C7	۰/۷۹۶	۱/۷۹۶	۰/۰۴۷۱۶۲	۰/۰۲۱۶۵۷۷
C23	۰/۸۶۲	۱/۸۶۲	۰/۰۲۵۳۲۹	۰/۰۱۱۶۳۱۴
C11	۰/۸۹	۱/۸۹	۰/۰۱۳۴۰۲	۰/۰۰۶۱۵۴۲
C8	۰/۸۶۶	۱/۸۶۶	۰/۰۰۷۱۸۲	۰/۰۰۳۲۹۸۱
C18	۰/۸۶۴	۱/۸۶۴	۰/۰۰۳۸۵۳	۰/۰۰۱۷۶۹۴
C12	۰/۸۴۸	۱/۸۴۸	۰/۰۰۲۰۸۵	۰/۰۰۰۹۵۷۴
C17	۰/۸۲۸	۱/۸۲۸	۰/۰۰۱۱۴۱	۰/۰۰۰۵۲۳۸
C14	۰/۸۴۴	۱/۸۴۴	۰/۰۰۰۶۱۹	۰/۰۰۰۲۸۴۰
C29	۰/۸۱۸	۱/۸۱۸	۰/۰۰۰۳۴۰	۰/۰۰۰۱۵۶۲
C32	۰/۸۱۸	۱/۸۱۸	۰/۰۰۰۱۸۷	۰/۰۰۰۰۸۵۹
C44	۰.۸۶	۱/۸۶	۰/۰۰۰۱۰۱	۰/۰۰۰۰۴۶۲
C30	۰/۸۲۶	۱/۸۲۶	۰/۰۰۰۰۵۵	۰/۰۰۰۰۲۵۳
C28	۰/۸۷۲	۱/۸۷۲	۰/۰۰۰۰۲۹	۰/۰۰۰۰۱۳۵
C37	۰/۸۲۲	۱/۸۲۲	۰/۰۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۰۰۷۴
C24	۰/۸۲۸	۱/۸۲۸	۰/۰۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰۰۴۱
C39	۰/۸۴۶	۱/۸۴۶	۰/۰۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۰۲۲
C15	۰/۸۳۴	۱/۸۳۴	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۱۲
C34	۰/۸۳۸	۱/۸۳۸	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۷
C40	۰/۸۴۸	۱/۸۴۸	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۴

با توجه به ارزیابی انجام شده C1 یا ریسک مشاوره دربرگشت‌تجهیزات‌به‌تامین‌کنندهازطرف‌پیمانکار با وزن ۰/۴۵۹ در رتبه اول، C10 یا ریسک ارزیابی نادرست قوانین و C6 یا مقررات زیست محیطی دراجرای پروژه با وزن ۰/۲۴۵ در رتبه سوم قرار گرفتند.

ز) رتبه بندی گزینه ها بر اساس روش مولتی مورا

در این بخش با توجه به رتبه بندی ریسک ها، صنایع نفت و گاز و پتروشیمی ۱۰ منقطه با استفاده از رویکرد مولتی مورا رتبه بندی شده اند. از این رو بر اساس روش مولتی مورا ارزشگذاری پتروشیمی ها به شرح جدول ۵ انجام گردیده است.

جدول شماره (۵): رتبه بندی گزینه هابراساس رویکردضربی کامل

	رتبه سیستم نسبت	رتبه نقطه مرجع	رتبه ضربی کامل	رتبه نهایی
پتروشیمی اراک	۷	۳	۳	۳
پتروشیمی اروند	۱۰	۹	۶	۱۰
پتروشیمی لرستان	۱	۷	۲	۱
پتروشیمی اصفهان	۸	۸	۱	۷
پتروشیمی امیرکبیر	۶	۱	۹	۶
پتروشیمی ایلام	۹	۱۰	۵	۹
پتروشیمی اریاساسول	۳	۵	۷	۵
پتروشیمی نوری	۲	۴	۸	۴
پتروشیمی بندر امام	۴	۲	۴	۲
پتروشیمی بیستون	۵	۶	۱۰	۸

از این رو با توجه به ارزیابی های صورت پذیرفته شده پتروشیمی لرستان پر ریسک ترین پتروشیمی و در رتبه دوم پتروشیمی بندر امام قرار داشته و در رتبه سوم پتروشیمی اراک قرار دارد.

ح) رتبه بندی اولویت ریسک

در این مرحله جهت تعیین میزان ریسک هر یک از عوامل ۲۰گانه رتبه‌بندی شده ریسک مؤثر بر طراحی پروژه‌ها، از عدد اولویت ریسک استفاده شده است. برای این منظور بر اساس داده‌های جمع آوری شده از طریق پرسشنامه از طریق ۱۴ نفر خبره، اعداد ریسک فاکتورهای احتمال وقوع، قابلیت شناسایی و شدت اثر محاسبه شده و سپس حاصلضرب این سه مقدار به‌عنوان اعداد اولویت ریسک مورد استفاده قرار گرفتند. با عنایت به اعداد اولویت ریسک به دست آمده در این مرحله، اقدام به رتبه بندی عوامل مؤثر ریسک نموده و راهکارهای رفتاری متناسب ارائه شده است.

جدول شماره (۶): اولویت ریسک

کد عامل ریسک	عدد اولویت ریسک
C1	۳۷/۵۴
C10	۲۷/۵
C6	۲۱/۳۹
C16	۲۱/۵۵
C4	۳۴/۴۹
C7	۲۱/۸۸
C23	۲۰/۴۶
C11	۴۱/۹۹
C8	۵۰/۶۴
C18	۳۲/۷۴
C12	۲۴/۲۱
C17	۲۱/۷۶
C14	۱۰/۷۸
C29	۲۳/۹۵
C32	۵۸/۲۹
C44	۳۶/۸۹
C30	۳۳/۷۶

C28	۱۹/۳۱
C37	۱۳/۴۵
C24	۱۵/۵۴

با توجه به مقادیر به دست آمده برای اعداد اولویت ریسک طبق جدول ۶، مشاهده می‌شود که عوامل ریسک شامل: C32 یا کمبود استانداردهای فنی و زیست محیطی مورد نیاز در تهیه مشخصات فنی، C8 یا مشکل ارتباط برقرارکردن پیمانکاران خارجی با پیمانکاران جزء جهت توجیح موارد فنی HSE و C11 یا ضعف تکنیسین وکارگر ماهر در تحلیل مسائل زیست محیطی با مقادیر اولویت ریسک به ترتیب ۵۸/۲۹، ۵۰/۶۴ و ۴۱/۹۹ از اولویت ریسک بالاتری به نسبت سایر عوامل ریسک ها، برخوردار بوده و همچنین طبق نظرات خبرگان این صنعت، عامل ریسک C14 یا بودجه بندی نادرست خرید تجهیزات مناسب دفع الایندگی با مقدار اولویت ریسک ۱۰/۷۸کمترین اولویت را به نسبت سایر عوامل ریسک دارا می‌باشند.

ط) استراتژی پاسخ به ریسک مبتنی

با عنایت به نتایج حاصل از تحلیل ریسک بر مبنای ماتریس ریسک احتمال وقوع – شدت اثر، مشخص گردید که ۴ عامل ریسک: C1 یا ریسک مشاوره دربرگشت‌تجهیزات‌به‌تامین‌کننده ازطرف‌پیمانکار ، C10 یا ریسک ارزیابی نادرست قوانین، C6 یا مقررات زیست محیطی دراجرای پروژه و C16 یا همراستایی نادرست معرفی تجهیزات دفع آلودگی با ماهیت کار در وضعیت ریسک بالا نسبت به سایر عوامل ریسک قرار دارند، در ادامه بررسی‌ها طبق نتایج حاصل از ماتریس ریسک احتمال وقوع – قابلیت شناسایی نیز این عوامل ریسک مجدد دارای وضعیت ریسک بالا بوده و همچنین در اولویت بندی بر اساس اعداد اولویت ریسک مشخص شد این چهار عامل ریسک در رده بندی ۱۰ ریسک با اولویت بالا قرار گرفته‌اند. لذا با توجه به نتایج حاصل در هر سه بخش، می‌توان اظهار داشت در صورت اعمال استراتژی‌های پاسخ به ریسک و انجام مانیتورینگ‌های دوره‌ای، امکان حفظ کارایی در بازه‌های زمانی کارا و ارتقاء آن در بازه‌های زمانی ناکارا میسر گردد.

بنابراین با استفاده از برگزاری جلسات مصاحبه تخصصی با ۳ نفر از خبرگان صنعت و اخذ نظرات آنها در مورد راهکارهای پیشنهادی برای استراتژی های پاسخ به ریسک (اجتناب، بهره برداری، انتقال/تسهیم، کاهش/افزایش، پذیرش)، جمع بندی نهایی از راهکارهای پیشنهادی به شرح جدول ۷ ارائه می‌گردد. شایان ذکر است در مصاحبه‌های اختصاصی با خبرگان، از هر یک از مصاحبه شوندگان درخواست شد حداقل ۲ راهکار پیشنهادی را در مورد هر یک ۴ عامل ریسک C1، C10، C6 و C16، ارائه نمایند.

جدول شماره (۷): استراتژی‌ها و راهکارهای رفتاری پاسخ به ریسک

کد ریسک	استراتژی پاسخ	راهکارهای پاسخ
C1 یا ریسک مشاوره دربرگشت‌تجهیزات‌به‌تامین‌کننده ازطرف‌پیمانکار	اجتناب کاهش	۱- انتقال دانش از سایر کشورها ۲- برنامه ریزی برگزاری دوره‌های آموزشی ضمن خدمت
C10 یا ریسک ارزیابی نادرست قوانین	اجتناب کاهش	۱- توسعه فعالیت‌های برنامه ریزی و مطالعه بازار ۲- کاهش دوره گردش سرمایه
C6 یا مقررات زیست محیطی دراجرای پروژه	اجتناب کاهش	۱- ارتقاء سطح دانش فرایندی ۲- برنامه ریزی برگزاری دوره‌های آموزشی در حوزه محیط زیست
C16 یا همراستایی نادرست معرفی تجهیزات دفع آلودگی با ماهیت کار	اجتناب کاهش	۱- ارتقاء سطح دانش فرایندی ۲- برنامه ریزی برگزاری دوره‌های آموزشی در حوزه محیط زیست

ی) بحث و مقایسه با نتایج سایر پژوهش ها

پژوهش حاضر با هدف الویت بندی و سنجش ریسک‌های کلیدی پروژه طراحی واحدهای نفت، گاز و پتروشیمی در شرکت‌های مشاور با رویکرد بهبود عوامل زیست‌محیطی انجام گردید. در این پژوهش به دلیل انتخاب رویکرد آمیخته اکتشافی داده های کیفی علاوه بر اینکه اهمیت بیشتری داشتند؛ در توالی گردآوری داده‌ها ابتدا داده‌های کیفی و سپس داده‌های کمی گردآوری

شدند. در مرحله کیفی از بین استراتژی های پژوهش کیفی از نظریه فراترکیب استفاده گردید وبه شناسایی ریسک ها،پرداخته شد. مصاحبه عمیق به عنوان اصلیترین ابزارجمع آوری داده هادر این مرحله مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله کیفی براساس اصول فراترکیب هرقسمت ازداده ها،بلافاصله بعدازگردآوری آن به طورموازی موردتحلیل قرارگرفتند. سپس با فرآیندزیگزاکی درگردآوری وتحلیل داده هاتازمانی پیش رفت که شناسایی ریسک ها به اشباع رسیدند؛ یعنی دیگر داده‌ای که به تعریف خصوصیات یک طبقه کمک کند به پژوهش وارد نشد و تمام مقایسه های مورد نظر اتفاق افتاده باشد. در ادامه، آن دسته از ریسک های استخراج شده که به عقیده پژوهشگر به یک موضوع یا مفهوم مشترک اشاره داشته‌اند، تحت عنوانی انتزاعی‌تر و به عنوان مقوله قرار گرفته‌اند. در مجموع ۴۴ مفهوم ریسک شناسایی و استخراج شدند. جهت تعیین روایی (تأییدپذیری) یافته‌ها نیز از سه تکنیک جمع آوری داده‌ها از منابع متعدد، تحلیل موارد منفی و انعطاف روش استفاده گردید. منابع داده‌ها متنوع بوده و همسوسازی به کار گرفته شده است. پژوهشگر در تحلیل موارد منفی مصاحبه‌ها، تبیینات متناقض تفسیر شده را در داده‌ها حل کرده است. همچنین برنامه مصاحبه، بارها ارزیابی مجدد شده و محتوا و فرآیندهای آن مورد بازبینی قرارگرفته و در تفسیرها، پیشنهادها و یافته‌ها کاملاً منعطف عمل شده است. در مرحله کمی پرسشنامه‌ای براساس یافته‌های مرحله کیفی، تدوین گردید. به منظور برآورد روایی محتوایی پرسشنامه از شاخص روایی محتوایی و نسبترواییمحتوایی استفاده شد و از خبرگان خواسته شد میزان مرتبط بودن هر گویه را با طیف چهار قسمتی مشخص کنند. در قسمت بعد با استفاده از تکنیک دلفی فازی به ارزیابی کدهای استخراج شده پرداخته شد. در این مرحله تمامی کدهای حاصل از تکنیک فراترکیب مورد تائید قرار گرفتند.جهت بررسی شاخص روایی محتوا از روش والتز و باسلاستفاده شد. برای این منظورپرسشنامه طراحی شده در اختیار ۱۴ نفر از متخصصین در این حوزه قرار گرفت و پس از محاسبه شاخص روایی محتوا مشخص شد که تمام گویه‌های پرسشنامه مقدار قابل قبول ۰.۷۹ را کسب کردند.

در توصیف آماری داده‌ها، پس از شرح ترکیب جمعیت شناختی پاسخ دهندگان، برخی اطلاعات از قبیل مقادیر میانگین، حداکثر و حداقل شاخص‌های شدت اثر (زمانی، هزینه‌ای، عملکردی)، احتمال وقوع و قابلیت شناسایی محاسبه و ارائه گردید. در ادامه در قسمت تحلیل کمی، ماتریس ریسک احتمال وقوع – شدت اثر، ماتریس ریسک احتمال وقوع – قابلیت شناسایی، و مقادیر اولویت ریسک، مورد محاسبه قرار گرفت. در بخش‌های تحلیل آماری داده‌های تحقیق، با توجه به نتایج به دست آمده، عوامل دارای اولویت ریسک شناسایی شده و استراتژی‌های رفتاری متناسب تعیین گردید. بدیهی است با شناسایی عوامل ریسک تأثیر گذار و تعیین و تعریف استراتژی‌ها و راهکارهای رفتاری متناسب، امکان حفظ کارایی در واحدهای (بازه‌های زمانی) کارا و ارتقاء کارایی در واحدهای (بازه‌های زمانی) ناکارا به لحاظ پروژه های طراحی تأمین فراهم گردید. بر این اساس، ابتدا با مرور ادبیات موضوعی و برگزاری جلسات مصاحبه عمیق با خبرگان و صاحبنظران دانشگاهی و صنعتی، متغیرهای اولیه برای عوامل ریسک استخراج و مورد تأیید قرار گرفت. در ادامه از طریق توزیع پرسشنامه، این عوامل و فاکتورها مورد ارزیابی مجدد توسط خبرگان واقع شده، و نهایتاً تعداد ۲۰ عامل ریسک مورد تأیید قرار گرفتند. برای تعیین و تأیید روایی سازه از میانگین هندسی امتیازهای ارائه شده به هر یک از عوامل توسط خبرگان استفاده شده و جهت تأیید پایایی نیز ضریب آلفای کرونباخ مورد محاسبه و ارزیابی قرار گرفت. همچنین یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل عوامل ریسک نشان داد که بر اساس ماتریس ریسک (احتمال وقوع – شدت اثر)، ۱۰ درصد از عوامل بیست گانه ریسک مؤثر بر پروژه های طراحی دارای وضعیت ریسک کم، ۷۰ درصد ریسک متوسط و ۲۰ درصد ریسک بالا می‌باشند. همچنین تحلیل ماتریس ریسک (احتمال وقوع– قابلیت شناسایی) نیز ۷۰ درصد عوامل ریسک بیست گانه را با وضعیت متوسط و ۳۰ درصد با وضعیت بالا، نشان می‌دهد. در محاسبه اعداد اولویت ریسک نیز مشاهده شد.

با عنایت به نتایج حاصل از ماتریس ریسک احتمال وقوع – شدت اثر، ماتریس ریسک احتمال وقوع – قابلیت شناسایی و اولویت بندی عوامل ریسک بر اساس اعداد اولویت ریسک مشخص شد، چهار عامل ریسک: C1 یا ریسک مشاوره دربرگشت‌تجهیزات‌به‌تامین‌کننده ازطرف‌پیمانکار، C10 یا ریسک ارزیابی نادرست قوانین، c6 یا مقررات زیست محیطی دراجرای

پروژه و C16 یا همراستایی نادرست معرفی تجهیزات دفع آلودگی با ماهیت کار در هر دو ماتریس دارای وضعیت ریسک بالا بوده و همچنین در رده بندی بر اساس شاخص، میان ۱۰ ریسک با اولویت بالا قرار گرفته‌اند. بنابراین، استراتژی‌های پاسخ به ریسک متناسب در مورد ۴ عامل ریسک فوق الذکر در راستای حفظ کارایی در بازه‌های زمانی کارا و ارتقاء آن در بازه‌های زمانی ناکارا، با استفاده از برگزاری جلسات مصاحبه تخصصی با خبرگان (سه نفر از صاحب نظران صنعت)، تعیین و ارائه گردید. با عنایت به سایر مطالعات انجام شده در این حوزه نتایج تطبیقی به شرح جدول ۸ می‌باشد.

جدول شماره (۸): نتایج تطبیقی تحلیل عوامل ریسک با ادبیات موضوعی

عامل ریسک	ادبیات موضوعی
C6 یا مقررات زیست محیطی دراجرای پروژه C10 یا ریسک ارزیابی نادرست قوانین	Tang and Tomlin, 2008
C16 یا همراستایی نادرست معرفی تجهیزات دفع آلودگی با ماهیت کار C1 یا ریسک مشاوره دربرگشت‌تجهیزات‌به‌تامین‌کننده ازطرف‌پیمانکار	Blackburn, 2007

ک) جمع بندی

در این تحقیق، هدف تعیین و شناسایی مهم‌ترین راهبردهای مقابله با ریسک های موثر بر طراحی در صنعت نفت و گاز و پتروشیمی می باشد که با استفاده از نظرات خبرگان و کمک گرفتن از مصاحبه‌های عمیق با ۵ نفر از صاحبنظران صنعت و اساتید دانشگاه و همچنین تکمیل پرسشنامه توسط ۱۴ نفر از خبرگان، انجام شد. یافته حاکی از این است که از ۴۴ عامل ریسک شناسایی شده، ۲۰ ریسک مورد تایید قرار گرفت. و مبتنی بر رویکرد های تصمیم گیری عامل ریسک C1 یا ریسک مشاوره دربرگشت‌تجهیزات‌به‌تامین‌کننده ازطرف‌پیمانکار، بالاترین رتبه و پتروشیمی لرستان پر ریسک ترین پتروشیمی شناخته شده است. مهمترین راهبردی مقابه با ریسک‌ها بشرح زیر می‌باشد: توجه ویژه به کنترل و ارتقاء کیفیت"مشاوره دربرگشت‌تجهیزات‌به‌تامین‌کننده ازطرف‌پیمانکار"، فرایندهای کسب و کار، ارتقاء سطح عملکرد پروژه های طراحی در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی را به همراه خواه داشت. اقدامات جدی در حوزه ورود تکنولوژی و دانش از سایر کشورها و شرکت‌های صاحب دانش، برنامه ریزی و اقدامات اجرایی در حوزه تحقیق و توسعه، و سرمایه گذاری و برنامه ریزی مدون در حوزه آموزش نیروی انسانی، امکان کنترل و کاهش آثار ریسک حاصل از ضعف تکنولوژی/ دانش در پروژههای طراحی را فراهم می‌آورد. بر اساس یافته‌های تحقیق، با عنایت به شرایط موجود در بازار کشور و قابلیت پیش بینی کم در این زمینه، پیشنهاد می‌شود فعالیت‌های مستمر در حوزه "برنامه ریزی و مطالعه بازار"، "کاهش دوره گردش سرمایه" و "توسعه فعالیت‌های کنترلی قیمت تمام شده محصول" اجرایی گردد. وجود ضعف گسترده در حوزه مطالعات بازار و اقدامات پیش بینی شرایط آتی بازار در این صنعت، مخاطرات اقتصادی ایجاد نموده که قطعاً توسعه واحدهای کارشناسی در صنایع و یا ایجاد همکاری‌های بلندمدت با شرکت‌های تخصصی بازار سرمایه و تأمین سرمایه، امکان کاهش ریسک و ارتقاء عملکرد طراحی در این حوزه را فراهم آورد. از سوی دیگر اقدام جدی در زمینه " تأمین مالی و حسابداری صنعتی" می‌تواند با کنترل مستمر و تخصصی ساختار مالی و هزینه‌ای سازمان، منجر به کاهش ریسک گردد. همچنین، یکی از مشکلات و دغدغه‌های صنعت نفت، گاز و پتروشیمی، مباحث اجتماعی و تفکرات عمومی حاکم بر این صنعت است که اقداماتی نظیر "برگزاری همایش‌های عمومی و تخصصی در حوزه‌های اشتغال، سلامت، محیط زیست و..."، "برگزاری مسابقات ورزشی"، "حمایت از تیم‌های ورزشی" و "همکاری‌های پیوسته و دقیق با حوزه رسانه و اطلاع رسانی"، می‌تواند تأثیر بسزایی در کاهش و یا حتی حذف ریسک‌های مؤثر در این حوزه داشته باشد. نهایتا،دسترسی سخت به مدیران ارشد بدلیل ترافیک بالای کاری آنها جهت انجام مصاحبه و تکمیل پرسشنامه‌ها، از محدودیت های کلیدی تحقیق بوده است.

٤-منابع

Abedini, M., & Karimipour, M. (2009). Examining the challenges and obstacles of implementing risk management in research projects of an electronic company. Second Excellence Conference.

Abrahamsen, E., & Aven, T. (2012). Why risk acceptance criteria need to be defined by the authorities and not the industry? *Reliability Engineering & System Safety, 105*, 47–

50. https://doi.org/10.1016/j.ress.2011.11.004
Agi, M. A. N., & Nishant, R. (2016). Understanding effective factors in implementing green supply chain management practices: An interpretative organizational model analysis. *Journal of Environmental Management, 188*, 351–363. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.081
Al-Odeh, M., & Smallwood, J. (2012). Sustainable supply chain management: Literature review, trends, and framework. *IJCEM International Journal of Computational Engineering & Management, 15*(1), 22–30.
Amaeshi, K. M., Osuji, O. K., & Nnodim, P. (2008). Corporate social responsibility in supply chains of global brands: A boundaryless responsibility? *Journal of Business Ethics, 81*(1), 223–234. https://doi.org/10.1007/s10551-007-9490-5
Amerion, A., & Karamali, M. (2009). Risk management in hospital. *Educational Quarterly Journal of the School of Public Health, Baqiyatallah University of Medical Sciences, 9*(32), 9–15.
Aven, T. (2011). On different types of uncertainties in the context of the precautionary principle. *Risk Analysis, 31*(10), 1515–1525. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01612
Aven, T. (2012). The risk concept–historical and recent development trends. *Reliability Engineering & System Safety, 99*, 33–44. https://doi.org/10.1016/j.ress.2011.11.006
Aven, T. (2015). On the allegations that small risks are treated out of proportion to their importance. *Reliability Engineering & System Safety, 140*, 116–121. https://doi.org/10.1016/j.ress.2015.04.001
Barry, J. (2004). Supply chain risk in an uncertain global supply chain environment. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 34*(7), 695–697. https://doi.org/10.1108/09600030410567469
Bastas, A., & Liyanage, K. (2018). Integrated quality and supply chain management business diagnostics for organizational sustainability improvement. *Sustainable Production and Consumption, 17*, 11–30. https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.09.001
Beamon, B. M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management, 19*(3/4), 275–292. https://doi.org/10.1108/01443579910249714
Berry, D., Towill, D. R., & Wadsley, N. (1994). Supply chain management in the electronics product industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 24*(10), 20–32. https://doi.org/10.1108/09600039410074773
Bhutta, K., & Huq, F. (1999). Benchmarking - Best practices: An integrated approach. *Benchmarking: An International Journal, 6*(3), 254–268. https://doi.org/10.1108/14635779910289261
Büyüközkan, G., & Berkol, Ç. (2011). Designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment. *Expert Systems with Applications, 38*, 13731–13748. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.171
Büyüközkan, G., & Cifci, G. (2011). A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with incomplete information. *Computers in Industry, 62*, 164–174. https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.10.009
Carter, C. R., & Jennings, M. M. (2004). The role of purchasing in corporate social responsibility: A structural equation analysis. *Journal of Business Logistics, 25*(1), 145–186.
Carter, C., & Rogers, D. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward a new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 38*(5), 360–387. https://doi.org/10.1108/09600030810882816

Carter, C. R., & Jennings, M. M. (2002). Social responsibility and supply chain relationship. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 38*(1), 37–52. https://doi.org/10.1016/S1366-5545(01)00008-4

Carter, R., & Easton, P. L. (2011). Sustainable supply chain management: Evaluation and future directions. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 41*(1), 46–62. https://doi.org/10.1108/09600031111101420

Cetin Kaya, B., Cuthbertson, R., Ewer, G., Klaas-Wissing, T., Piotrowicz, W., & Tyssen, C. (2011). *Sustainable supply chain management: Practical ideas for moving towards best practice*. Springer.

Chan, F. T. S., & Qi, H. J. (2003). An innovative performance measurement method for supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal, 8*(3/4), 209–223. https://doi.org/10.1108/13598540310484618

Chen, I. J., & Paulraj, A. (2004). Understanding supply chain management: Critical research and a theoretical framework. *International Journal of Production Research, 42*(1), 131–163. https://doi.org/10.1080/00207540310001602865

Chapman-Stephan Wards, C. (2005). *Project risk management: Processes, techniques, and insights* (2nd ed.).

Chiu, Y. J., Chen, H. C., Tzeng, G. H., & Shyu, J. Z. (2006). Marketing strategy based on customer behavior for the LCD-TV. *International Journal of Management and Decision Making, 7*(2), 143–165. https://doi.org/10.1504/IJMDM.2006.009140

Christopher, M., Mena, C., Khan, O., & Yurt, O. (2011). Approaches to managing global sourcing risk. *Supply Chain Management: An International Journal, 16*(2), 67–81. https://doi.org/10.1108/13598541111115338

Corbett, C. J. (2007). Extending the horizons: Environmental excellence as key to improving operations. *Manufacturing & Service Operations Management, 8*(1), 5–22. https://doi.org/10.1287/msom.1060.0095

Dakov, I., & Novkov, S. (2008). Sustainable supply chain management: Scope, activities, and interrelation with other concepts. In *Proceedings of the 5th International Scientific Conference Business and Management 2008*.

Elkins, D. (n.d.). Managing manufacturing & supply chain risks in global automotive operations [PowerPoint slides]. http://mgt.ncsu.edu/pdfs/centers-initiatives/SCRM/Mar-2011-PP.pdf

Fallah Shams, M., & Rashno, M. (2009). Risk in sukuk and its insuring. In *Proceedings of the 19th Islamic Banking Conference*, Tehran: Higher Institute of Banking of Iran.

Farhadian Arani, A. (2016). *Designing a supply chain risk management system (case study: automotive industry)* (Unpublished doctoral dissertation). University of Mazandaran.

Fattahi, F., Shahandeh Nookabadi, A., & Kadivar, M. (2009). Food supply chain performance assessment: A case study of the meat industry. In *Seventh International Conference on Industrial Engineering*, Isfahan University of Technology.

Feizabadi, J., & Jafarnejad, A. (2005). Presenting a conceptual framework for supply chain performance evaluation with emphasis on integration. *Management Knowledge, 68*, 118–193.

Fotohi Bafghi, Z., & Abuei, M. H. (2013). A review of supply chain performance measurement models and presenting a continuous evaluation framework. *Supply Chain Management Quarterly, 40*, 30–39.

Ghazanfari, M., & Riazi, A. (2001). Supply chain management. *Tadbir Journal, 17*, 51–63.

Hadizadeh, M. (2014). Sustainability assessment in the supply chain of the dairy products industry in Mazandaran province. *Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabatabaei University*.

Maknoun, R. (2007). Sustainable research and development. *Rahyaft Quarterly, 13*, 5.

Moghimi, M. R., & Ramezan, M. (2011). Industrial management. Tehran: *Management Research Journal*, 88–71.

Moghimi, S. M. (2001). Organization and management: A research approach. Second ed.

Tehran: Termeh Publications.
Mohammadi, S. (2016). A multi-objective optimization model for a sustainable supply chain in the gas industry considering uncertainty conditions. *Faculty of Industrial and Systems Engineering, Tarbiat Modares University*.
Mortezapour, A. (2013). Information and information systems required for supply chain management: A case study of supply chain research in education and training. *Faculty of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology*, 112–142.
Motwalian, S. S., Tabesh, M., & Roozbahani, A. (2011). Sustainability assessment of urban water supply and distribution systems: Evaluation method and sustainability criteria. In *Fourth Iranian Water Resources Management Conference*, Tehran.
Naderi, E., & Seif Naraghi, M. (2001). *Research methods and how to evaluate them in the humanities with emphasis on educational sciences*. Badr Research Office.
Rajat, B., & Sharma, M. K. (2007). Performance measurement of supply chain management: A balanced scorecard approach. *Computers & Industrial Engineering, 53*, 43–62. https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.04.001
Rao, R. V., & Padmanabhan, K. K. (2007). Rapid prototyping process selection using graph theory and matrix approach. *Journal of Materials Processing Technology, 194*(1–3), 81–88.
Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., et al. (2004). Life cycle assessment: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environmental International, 30*, 701–720.
Sajjad, A., G. Eweje, & D. Tappin. (2015). Sustainable supply chain management: Motivators and barriers. *Business Strategy and the Environment, 24*(7), 643–655. https://doi.org/10.1002/bse.1898
Seuring, S., & Muller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production, 16*, 1699–1710. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020
Shrivastava, P. (1995). Ecocentric management for a risk society. *Academy of Management Review, 20*(1), 118–137.
Shuping, L., Siuqing, L., Chocat, B., & Barraud, S. (2006). Requirements of sustainable management of urban water systems. *Environmental Informatics Archive (4)*, 116
Shygith, K., Ilangkumaran, M., & Kumanan, S. (2008). Multi-criteria decision-making approach to evaluate optimum maintenance strategy in textile industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering, 14*(4), 375–386.
Simpson, D., Power, D., & Samson, D. (2007). Greening the automotive supply chain: A relationship perspective. *International Journal of Operations & Production Management, 27*(1), 28–48. https://doi.org/10.1108/01443570710714529
Smith, B. G. (2008). Developing sustainable food supply chains. *The Royal Society, 849–861*. https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2187
Spekman, R. E. (2004). Risky business: Expanding the discussion of risk and the extended enterprise. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 34*(4), 414–433.
Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art review. * International Journal of Management Reviews, 9*(1), 53–80.
Srvulaki, E., & Davis, M. (2010). Aligning product with supply chain processes and strategy. *The International Journal of Logistics Management, 21*(1), 127–151.
Stadtler, H., & Dudek, G. (2005). Negotiation-based collaborative planning between supply chain partners. *European Journal of Operational Research, 163*(3), 668–687.
Stonebraker, P. W., & Liao, J. (2006). Supply chain integration: Exploring product and environmental contingencies. *Supply Chain Management: An International Journal,*

11(1), 34–43.

Tamura, M., Nagata, H., & Akazawa, K. (2002). Extraction and systems analysis of factors that prevent safety and security by structural models. In *41st SICE Annual Conference*, Osaka, Japan.

Teuteberg, F., & Wittstruck, D. (2010). A systematic review of sustainable supply chain management research. *Accounting and Information Systems*. University of Osnabrück.

Trkman, P., & McCormack, K. (2009). Supply chain risk in turbulent environments—A conceptual model for managing supply chain network risk. *International Journal of Production Economics, 119*(2), 247–258.

Tsai, W. H., & Chou, W. C. (2009). Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP. *Expert Systems with Applications, 36*(2), 1444–1458. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.058

Tseng, M., Wu, K., Hu, J., & Wang, C. H. (2018). Decision-making model for sustainable supply chain finance under uncertainties. *International Journal of Production Economics*. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.024

United Nations. (1948). *Universal Declaration of Human Rights*. Geneva: United Nations.

United Nations. (1966a). *International Covenant on Civil and Political Rights*. New York: United Nations.

United Nations. (1966b). *International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights*. New York: United Nations.

UN. (1966). *International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights*. United Nations.

UNDP. (2011). *Sustainability and equity: A better future for all* (Human Development Report 2011). United Nations Development Programme.

Uysal, F. (2012). An integrated model for sustainable performance measurement in supply chain. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 62*, 689–694. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.117

Vafaeenezhad, T., Tavakkoli-Moghaddam, R., & Cheikhrouhou, N. (2019). Multi-objective mathematical modeling for sustainable supply chain management in the paper industry. *Computers & Industrial Engineering, 135*, 1062–1075. https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.05.027

Wang, L., Chua, J., & Wu, J. (2007). Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzy analytic hierarchy process. *International Journal of Production Economics, 107*(1), 151–163. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.08.005

WCED. (1987). *Our common future*. World Commission on Environment and Development.

Xu, L., Mathiyazhagan, K., Govindan, K., Haq, A. N., Ramachandran, N. V., & Ashokkumar, A. (2013). Multiple comparative studies of green supply chain management: Pressures analysis. *Resources, Conservation and Recycling, 78*, 26–35. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.05.003

Yakovleva, N. (2007). Measuring the sustainability of the food supply chain: A case study of the UK. *Journal of Environmental Policy & Planning, 9*(1), 75–100. https://doi.org/10.1080/15239080701255005

Yakovleva, N., Sarkis, J., & Sloan, T. (2011). Sustainable benchmarking of supply chains: The case of the food industry. *International Journal of Production Research, 50*(5), 1297–1317. https://doi.org/10.1080/00207543.2011.571926

Qureshi, M. N., & Zaman, N. (2015). Sustainability in supply chain management: An overview. *IUP Journal of Supply Chain Management, 12*(1), 24–46.

Zailani, S., Jeyaraman, K., Vengadasan, G., & Premkumar, R. (2012). Sustainable supply chain management (SSCM) in Malaysia: A survey. *International Journal of Production Economics, 140*(1), 330–340. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.02.008

Zhang, Z. H. (2011). *Designing sustainable supply chain networks* [Master's thesis, Concordia University].

Zhu, Q., Sarkis, J., & Geng, Y. (2005). Green supply chain management in China: Pressures, practices and performance. *International Journal of Operations & Production Management, 25*(5), 449–468. https://doi.org/10.1108/01443570510593148

Prioritizing Appropriate Strategies to Deal with Key Risks in Oil, Gas and Petrochemical Unit Design Projects

Behrouz Liravinia
PhD Student, Industrial Management Department, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Mahmoud Modiri (Corresponding Author)
Associate Professor, Industrial Management Department, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
E-mail: info.madv1@gmail.com
Kiamars Fathi
Assistant Professor, Industrial Management Department, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Abdolrahim Rahimi
Assistant Professor, Cultural Affairs Planning Management Department, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract
Effective risk management is a fundamental factor in enhancing design quality, increasingly emphasized due to global economic instability and technological advancements. Simultaneously, developed designs tend to become more vulnerable, exposing organizations to elevated risks. Achieving sustainability has been recognized as an effective strategy for addressing contemporary global challenges. In the oil, gas, and petrochemical industries, this issue holds particular significance due to the sector's critical and high-risk nature, especially in Iran, given the substantial environmental impacts associated with these industries. However, recent research has paid insufficient attention to the processes of identifying and assessing design risks. Therefore, the primary goal of this study is to identify and prioritize appropriate strategies for managing design risks within Iran's oil, gas, and petrochemical sectors. This research is of a descriptive-survey nature, employing both qualitative and quantitative techniques for data collection and analysis. Based on a comprehensive literature review, 44 risk factors affecting design were initially identified, which were subsequently refined to 20 key factors through expert opinions gathered in two sequential stages. The validity of the questionnaire was confirmed at both stages, and a Cronbach's alpha coefficient above 0.7 indicated the reliability of the measurement instrument. For data analysis, techniques such as Risk Priority Numbers (RPN), Delphi method, SWARA, Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making (MCDM), and risk matrix analysis were employed. The findings indicated that four risk factors—namely, "weak consultation in returning equipment to the supplier by the contractor," "incorrect assessment of environmental laws and regulations during project execution," "selection of subcontractors and consultants contracted by the primary consultant," and "misalignment between the introduction of pollution control equipment and the nature of the work"—are of higher priority compared to other risks in design projects within Iran's oil, gas, and petrochemical industries. It is recommended that industry stakeholders undertake serious and continuous measures to improve process knowledge, particularly in line with current environmental standards, as a means of mitigating these key risks.
Keywords: Strategy, Risk, Design Projects, Fuzzy Decision-Making, Oil, Gas And Petrochemicals In Iran.