پژوهشنامه‌ی مدیریت اجرایی
علمی– پژوهشی
سال یازدهم، شماره‌ی۲۱، نیمه‌ی اول ۱۳۹۸

متد تعیین مسیرپرریسک در بین مسیرهای چندگانه فرآیند کسب‌وکار

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۰۱/۱۰ تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۸/۲۵

سیداحسان ملیحی*
مریم سهرابی**

doi: 10.22080/jem.2019.15938.2845

چکیده

در هر فرآیند کسب‌وکار، مسیرهای متعددی وجود دارد. هر موردکاری متناسب با نتیجه تصمیم در فعالیت‌های تصمیم‌گیری، یکی از این مسیرها را طی می‌کند. هر مسیر فرآیندی متناسب با ریسک فعالیت‌های روی آن مسیر، دارای ریسک مشخصی است. هر یک از فعالیت‌ها به صورت مستقل دارای یک ریسک معین هستند، اما وقتی در یک مسیر به خصوص در فرآیند کسب‌وکار قرار می‌گیرند، با توجه به تاثیرگذاری و تاثیرپذیری از ریسک سایر فعالیت‌ها، ریسک هر فعالیت در مسیرهای مختلف تغییر می‌کند. هدف از این مقاله ارائه روشی کمی برای شناسایی پریسک‌ترین مسیر، از بین مسیرهای متعدد فرآیندی است. بدین منظور برای هر فرآیند دو لایه فعالیت‌ها و ریسک فعالیت‌ها در نظر گرفته شده است. ابتدا در لایه ریسک با استفاده از مسأله "مسیر با بیشترین قابلیت اطمینان"، مهمترین ریسک-های تاثیرگذار بر هدف فرآیند شناسایی می‌شود و سپس در لایه فعالیت‌ها، پرریسک‌ترین مسیرهای فرآیند متناظر با مهمترین ریسک‌ها، معین می‌شود. روش ارائه شده برای شناسایی پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی، در فرآیند لیزینگ مالی به‌کار گرفته شده است. شناسائی پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی به مدیران کمک می‌کند تا اقدامات پیشگیرانه و کنترل‌های فرآیندی را متناسب با سطح ریسک پرریسک ترین مسیرهای فرآیندی، طراحی و اجرا کنند.

واژگان کلیدی: پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی، مدیریت فرآیند کسب‌وکار ریسک‌آگاه، مدیریت ریسک

* نویسنده مسئول، استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران malihi@khu.ac.ir
** کارشناسی ارشد مهندسی صنایع ، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران m.sohrabi87@gmail.com

۱- مقدمه

برتری سازمان‌ها در رقابت روزافزون دنیای امروز وابسته به داشتن فرآیندهایی کارآمد است که بتوانند به صورت مستمر دارای عملکردی اثربخش باشند. از این‌رو از یک طرف"مدیریت فرآیندهای کسب‌وکار" برای ارتقا سطح کارآمدی و اثربخشی فرآیندها و از طرف دیگر "مدیریت ریسک" برای تضمین استمرار کسب‌وکار، مورد توجه سازمان‌ها و محققین است. عدم توجه به ریسک‌های فرآیندی می‌تواند منجر به پیامدهای مالی و مخدوش شدن شهرت سازمان‌ها و حتی به خطر افتادن ماهیت وجودی آنها شود(هاندا[1] و همکاران، ۲۰۱۸). برخی از محققین طی سال‌های اخیر با ظهور مفهوم "مدیریت فرآیندهای آگاه از زمینه"[2] ، مدیریت ریسک فعالیت‌های کسب‌وکار را به‌عنوان یکی از موضوعات زمینه‌ای، در بستر فرآیندها تحلیلی و بررسی کرده‌اند(سوریادی[3] و همکاران، ۲۰۱۴؛ امانتا[4] و همکاران، ۲۰۱۹). حاصل این تحقیقات منجر به ظهور حوزه‌ای با عنوان "مدیریت فرآیندهای آگاه از ریسک"[5] در ادبیات مدیریت فرآیندهای کسب‌وکار شده است که رویکرد آن تحلیل و مدیریت ریسک فعالیت‌ها در بستر فرآیندهای کسب‌وکار است. بحران‌های مالی اخیر مانند افزایش مطالبات بانکی، افزایش تعداد چک‌های برگشتی، بروز اختلاس‌های مالی و تقلب، نشت اطلاعات و ... اهمیت پایش ریسک‌ها در بستر فرآیند را بیش از پیش نمایان می‌کند. چنانچه دی‌فرانچسکوماریانو[6] و همکاران(۲۰۱۸) که مروری جامع بر ادبیات پایش فرآیندهای کسب و کار داشته اند، پیش‌بینی و پایش ریسک در فرآیندها را به عنوان یکی از زمینه‌های جذاب برای محققین شناسایی کرده‌اند.

---

[1] Handa et al
[2] X-aware BPM
[3] Suriadi et al
[4] Amantea et al
[5] Risk aware Business process management
[6] Di Francescomarino et al

علی‌رغم تاکید محققین به اهمیت مدیریت ریسک‌های مرتبط با فرایند، متدهای ارائه شده در ادبیات، تنها راهنماهایی برای شناسایی ریسک‌ها و کاهش آنها است (کانفورتی[1] و همکاران، ۲۰۱۵).

در حالی‌که جهت‌گیری عمده تحقیقات بر ارائه متدهای عمومی مدیریت فرآیند ریسک‌آگاه متمرکز است، تحقیقات اندکی بر رویکردهای مستحکم در پیش‌بینی ریسک تمرکز دارند (هسو[2] و همکاران، ۲۰۱۷). همین موضوع توسط سوریادی و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله‌ای که به‌صورت جامع ادبیات مدیریت ریسک در فرآیندها را مورد بررسی قرار داده‌اند، مورد تاکید قرار گرفته است و "پیش‌بینی مسیرهای ممکن انتشار ریسک در مسیرهای مختلف فرآیندی" و "ارزیابی ریسک مسیرهای فرآیندی" را به عنوان خلا تحقیقاتی معرفی کرده‌اند.کانفورتی و همکاران(۲۰۱۶) نیز رویکردهای پایش ریسک در فرآیند را مورد نقد قرار داده و بیان می‌کنند این رویکردها بدون در نظر گرفتن وابستگی های فرآیندی رفتار می‌کنند و هنگامی که ریسکی رخ می‌دهد، انتشار ریسک در مسیرهای فرآیندی را دنبال نمی‌کنند. آنها این موضوع را به عنوان یک خلا تحقیقاتی معرفی کرده‌اند.

زمانی که امکان حذف ریسک امکان‌پذیر نباشد، پیش‌بینی ریسک در فرآیند و مسیرهای فرآیندی اجازه می‌دهد تا بتوان ریسک را کاهش داده و مدیریت نمود(دی-فرانچسکوماریانو و همکاران،۲۰۱۸). لذا شناسائی پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی به مدیران کمک می‌کند تا اقدامات کاهش ریسک را بر این مسیرها از فرآیند تمرکز دهند و از منابع موجود به نحو بهینه در کاهش ریسک کل فرآیند استفاده کنند. همچنین شناسایی پرریسک‌ترین مسیر فرآیند به کسب‌وکارها کمک می‌کند تا پرریسک‌ترین وضعیت ممکن برای رخ داد یک فرآیند را شناسایی کنند و اقدامات پیشگیرانه را متناسب با سطح ریسک پرریسک‌ترین مسیرهای فرآیندی، طراحی و اجرا کنند.

---

[1] Conforti et al
[2] Hsu et al

برای هر موردکاری[1] یک "مسیر فرآیندی"[2]، از بین مسیرهای مختلف فرآیندی طی می‌شود. اینکه کدام مسیر از بین مسیرهای مختلف انتخاب می‌شود، بستگی به نتایج تصمیم‌هایی دارد که طی فرآیند اتخاذ می‌شود. مساله این مقاله در پیش بینی ریسک مسیر فرآیندی و شناسایی پرریسک‌ترین مسیر، آن است که ریسک هر فعالیت بسته به اینکه در کدام مسیر فرآیندی اندازه‌گیری می‌شود، متفاوت است. چراکه ریسک هر فعالیت در هر مسیر فرآیندی از ریسک فعالیت‌های پیشین تاثیر می‌پذیرد و بر ریسک فعالیت‌های پسین تاثیر می‌گذارد. بنابراین ریسک یک فعالیت مشخص در مسیرهای متفاوت، مقادیر متفاوت خواهد داشت. اگر ریسک فعالیت ثابت بود و متناسب با مسیری که روی آن قرار می‌گیرد متغیر نبود، این امکان فراهم می‌شد تا با استفاده از الگوریتم بیشینه جریان، پرریسک‌ترین مسیر شناسایی شود. مساله بعدی در شناسای پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی، چنانچه روزمن[3] و موهلن[4] (۲۰۰۵) انواع مختلفی از ریسک مانند ریسک هدف، ریسک ساختاری، ریسک داده، ریسک فناوری و ریسک سازمانی را در فرآیندها شناسایی کرده‌اند، وجود چندین ریسک در هر فعالیت است. وجود چندین ریسک در هر فعالیت و وابسته بودن ریسک‌های هر فعالیت به ریسک‌های پیشین، باعث می‌شود تا برای شناسایی پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی، انبوهی از حالت-های مختلف ناشی از ترکیب تعداد مسیرهایی که یک فعالیت روی آن قرارداد و تعداد ریسک‌های مختلف روی هر فعالیت، مورد بررسی قرار گیرد. بنابراین سوال اصلی این تحقیق چگونگی شناسایی پر ریسک‌ترین مسیر فرآیندی با در نظر گرفتن مسائل اشاره شده است.

از نوآوری‌های این مقاله در پاسخ به سوال تحقیق، در نظر گرفتن یک لایه برای ریسک‌های فعالیت‌ها و یک لایه برای فعالیت‌های فرآیند است. در روشی که در این

---

[1] Case
[2] Process Instances
[3] Rosemann
[4] Muehlen

مقاله ارائه شده است ابتدا در لایه ریسک، شبکه تاثیرگذاری ریسک‌ها بر یکدیگر شناسایی می‌شود. سپس با استفاده از برنامه‌ریزی عد صحیح صفر یا یک، مساله" مسیر با بیشترین قابلیت اطمینان" حل شده و مهترین ریسک‌های تاثیر گذار در هدف فرآیند شناسایی می‌شوند. در آخرین گام، فعالیت‌های متناظر با ریسک‌های شناسایی شده، تعیین شده و مسیرهای پرریسک فرآیندی شناسایی می‌شود. روش ارائه شده ضمن استفاده از روش کمی و دقیق در حل مساله، با در نظر گرفتن دو لایه ریسک و لایه فعالیت‌ها برای شناسایی جواب، از پیچیدگی‌های مساله کاسته است.

در ادامه ابتدا پیشینه تحقیق و جایگاه این تحقیق در ادبیات موضوع ارائه شده است. در بخش سوم مدل مفهومی تحقیق که مبنای روش ارائه شده در این مقاله است، تبیین شده است. در بخش چهارم متد شناسایی پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی تشریح شده است و در بخش پنجم اعتبار اجرای روش پیشنهادی با استفاده از مطالعه موردی فرآیند لیزنگ مالی در یکی از شرکت‌های وابسته به بانک مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش آخر نتایج و تحقیقات آتی قابل مشاهده است.

۲- پیشینه پژوهش

عدم قطعیت‌ها و آثار آنها بر سازمان‌ها معمولا به عنوان ریسک‌هایی شناسایی می‌شوند که نیاز است با به‌کارگیری اصول مرتبط، چهارچوب‌ها و رویه‌های مشخص، که در عمل به‌عنوان مدیریت ریسک شناخته می‌شوند، کنترل شوند(سوریادی و همکاران، ۲۰۱۴). در حوزه فرآیندهای کسب‌وکار، از شانس بروز رخ دادهایی که تاثیر منفی بر اهداف فرآیند دارد، به عنوان ریسک تعبیر می‌شود(پیکا[1] و همکاران،۲۰۱۶). مدیریت فرآیندریسک‌آگاه به مطالعه و بررسی ریسک در چهارچوب چرخه عمر فرآیند می‌پردازد. این بررسی‌ها در مرحله طراحی فرآیند، شامل شناسایی ریسک‌های مرتبط با فرآیند و تحلیل آنها است که باعنوان پیش‌بینی ریسک نیز شناخته می‌شود. شناسایی استراتژی-

[1] Pika et al

های کاهش ریسک و پایش بروز ریسک‌های مختلف یا تشخیص ریسک، در مرحله اجرای فرآیند مد نظر قرار می‌گیرد. در مرحله بعد از اجرا نیز، تحلیل و ارزیابی فرآیند بر اساس داده‌های ثبت شده از اجرای فرایند برای پیش‌بینی ریسک‌های آتی فرآیند مورد توجه است (هاگاگ[۱] و همکاران،۲۰۱۵).

متدهای مختلفی برای تحلیل ریسک مانند OCTAVE[۲] (آلبرت و دوروفی[۳]، ۲۰۰۱)، CRAMM[۴] (باربر و دیوی[۵]، ۱۹۹۲) و CORAS[۶] (لوند[۷] و همکاران، ۲۰۱۰) ارائه شده است که اجزا و عناصر مدیریت فرآیند ریسک‌آگاه را تعریف می-کنند(کانفورتی[۸] و همکاران، ۲۰۱۵). هاگاگ و همکاران (۲۰۱۵)، یک مدل مرجع برای مدیریت فرآیند آگاه از ریسک که تمام چرخه عمر مدیریت فرآیند را پوشش می‌دهد ارائه و برای هر مرحله تکنیک‌های مورد نظر را معرفی کرده‌اند. کیم[۹] و همکاران (۲۰۱۷) رویکردی برای مدیریت ریسک درفرآیندها ارائه کرده‌اند که به صورت جامع و فعالانه در زمان اجرای فرآیند ریسک را مدیریت می‌کند. روزمن و موهلن (۲۰۰۵) چهارچوبی از ریسک‌های مرتبط با فرآیند مشتمل بر ریسک هدف، ریسک ساختاری، ریسک داده، ریسک فناوری و ریسک سازمانی را ارائه کرده‌اند و چگونگی کاربرد این چهارچوب را در تحلیل و مدل‌سازی فرآیندها با محوریت ریسک تبیین نموده‌اند.

برخی از تحقیقات که به مساله مورد نظر در این مقاله نزدیک هستند، ارتباط ریسک‌های فرآیند را در لایه‌ای مجزا از لایه اجرای فعالیت در نظر گرفته و مدل‌هایی ارائه کرده‌اند که چگونگی ارتباط بین این لایه‌ها را تبیین می‌کند. برای نمونه ساکمن[۱۰]

---

[1] Haggag et al
[2] Operationally Critical Threat, Asset, and Vulnerability Evaluation
[3] Alberts and Dorofee
[4] CCTA Risk Analysis and Management Method
[5] Barber and Davey
[6] conducting security risk analysis
[7] Lund et al
[8] Conforti
[9] Kim et al
[10] Sackmann

(۲۰۰۸)، متدهای موجود مدیریت ریسک را با درنظر گرفتن رویکرد فرآیندی توسعه داده و مدلی با چهارلایه شامل لایه فرآیندهای کسب‌وکار، لایه برنامه‌های کاربردی، لایه آسیب‌پذیری‌ها و لایه تهدیدها ارائه کرده است. این مدل به عنوان یک مدل مرجع، برای تبیین رابطه بین تهدیدها با آثار اقتصادی ناشی از آنها در لایه فرآیندها، قابل استفاده است. جاکوبی[۱] و همکاران (۲۰۰۷) متدی به منظور ارزیابی فرایند با محوریت ریسک ارائه نمودند. در این متد در کنار مدل‌های متعارف فرآیند، دو نوع دیاگرام جدید برای در نظر گرفتن ریسک در مدیریت فرآیند ارائه شده است. در دیاگرامی با عنوان CARE[۲] ، چهار موضوع مرتبط با فرآیند شامل شرایط، اقدامات، منابع و محیط، مدل‌سازی می‌شود که شرایط بروز یک تهدید را تبیین می‌کنند. در دیاگرام دوم با عنوان TIP[۳]، فرآیند شناسایی و پاسخ به تهدید مدل‌سازی می‌شود. همچنین به منظور در نظر گرفتن ریسک در لایه عملیاتی فرآیند، تابت[۴] و همکاران(۲۰۱۸) ابزاری برای مدل سازی فرآیندهای کسب و کار با ارائه کرده‌اند.

برخی از تحقیقات نیز مدل‌هایی ارائه کرده‌اند تا با رویکردی فعالانه، به‌خصوص در زمان اجرا، ریسک فرآیند و دلایل بروز آن را شناسایی کنند. پیکا[۵] و همکاران (۲۰۱۲) رویکردی برای پیش‌بینی ریسک در طول زمان بر اساس تحلیل آماری ارائه کرده‌اند. آنها پنج نشانه ریسک فرآیندی شناسایی کردند که بروز این نشانه‌ها در یک روند، بیانگر احتمال بروز تاخیر خواهد بود. سوریادی و همکاران (۲۰۱۴)، رویکردی برای تحلیل علت و معلول بر اساس الگوریتم‌های دسته‌بندی ارائه نمودند. بعد از تحلیل وقایع ثبت شده فرآیند مانند بار کاری، بروز تاخیرها، مشارکت منابع مختلف، آنها از درخت تصمیم برای شناسایی علت‌های بروز خطاها در طول زمان استفاده کردند. این

---

[1] Jakoubi et al
[2] Condition, Action, Resource and Environment
[3] Threat Impact Process
[4] Thabet et al
[5] Pika et al

دو تحقیق تمرکز خود را بر شناسایی نشانه‌های بروز ریسک یا علت خطاهای رخ داده بر اساس ریسک‌هایی که در طول زمان رخ داده، قرار داده‌اند. تحقیقات کانفورتی و همکاران در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳، این امکان را فراهم می‌کند تا خطاها و ریسک-های مربوطه در مدل فرآیند مشخص شود. بر این اساس در زمان اجرا، وقتی احتمال بروز ریسک از یک آستانه مشخص فراتر رفت، امکان تشخیص خطاها نیز فراهم می-شود. این ریسک‌ها روی کنترل جریان، منابع و داده‌ها در مدل فرآیند تعریف شده‌اند.

در ادبیات موضوع تحقیقاتی نیز مشاهده می‌شود که در جهت عملیاتی نمودن متدهایی عمومی مدیریت فرآیند، مدل‌هایی عملیاتی برای مدیریت فرآیند مبتنی بر ریسک ارائه کرده‌اند. برای نمونه فنز[1] و نئوبایر[2] (۲۰۰۹) متدهایی دقیق و جزیی از تحلیل ریسک با استفاده از تحلیل شبکه‌های بیزی و تحلیل شبکه‌های پتری نت ارائه کرده‌اند. کانفورتی و همکاران (۲۰۱۳)، تکنیکی ارائه کرده‌اند که به کسانی که در فرآیند نقش ایفا می‌کنند کمک می‌کند تا تصمیمات خود را مبتنی بر ریسک با هدف کاهش ریسک کل فرآیند اتخاذ کنند. ریسک فرآیند از طریق کاهش احتمال و شدت وقوع ریسک کاهش می‌یابد. برای هر یک از تصمیم‌های فرآیند، درخت تصمیمی با استفاده از داده‌های ثبت شده از اجراهای فرآیند و داده‌های فرآیند شامل منابع، فعالیت‌ها و مدت زمان هر فعالیت ایجاد می‌شود که ریسک تصمیم را در حالات مختلف پیش‌بینی می-کند. در همین راستا کانفورتی و همکاران (۲۰۱۵)، یک سیستم توصیه‌گر ارائه کرده‌اند که از ایفاکنندگان نقش در فرآیند با در نظر گرفتن ریسک تصمیم و با هدف کاهش ریسک در حین اجرای فرآیند، پشتیبانی می‌کند. در این سیستم زمانی که چند مسیر فرایندی در مدل وجود داشته باشد، با استفاده از برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح، تخصیص بهینه منابع به فعالیت ها با در نظر گرفتن ریسک هر یک از مسیرها انجام می‌شود (کانفورتی و همکاران، ۲۰۱۵). اولاه[3] و همکاران(۲۰۱۷) نیز رویکردی را برای

[1] Fenz
[2] Neubauer
[3] Ullah et al

فرآیند طراحی محصول با هدف پیش بینی مسیر انتشار تغییر با کمترین ریسک در ساختار اجزاء محصول ارائه کرده اند. وارلاواکا[۱] و همکاران(۲۰۱۹) متدی برای ارزیابی سطح ریسک مدل‌های فرآیندی و تشخیص فعالیت‌هایی که ریسک آنها به سطحی رسیده است که بر اهداف امنیتی تاثیر می‌گذارد، ارائه کرده‌اند. در این مدل مشخص می‌شود که اگر سطح ریسک یک فعالیت به حد مشخصی برسد چه اتفاقی در فرآیند می‌افتد.

برخی از مقالات نیز با در نظر گرفتن موارد خارج از رویه و بی‌نظمی‌های فرآیند به عنوان ریسک، مدل‌هایی ارائه کرده‌اند. بخش عمده‌ای از این مقالات با استفاده از تحلیل وقایع ثبت شده در فرآیندها به این موضوع پرداخته‌اند (بائی[۲] و همکاران، ۲۰۱۴؛ بوئارفا[۳] و دانکلمن[۴]، ۲۰۱۲؛ جاکولا[۵] و همکاران(۲۰۰۹)؛ کانگ[۶] و همکاران، ۲۰۱۲؛ کیم و همکاران، ۲۰۱۳؛ کونا[۷] و همکاران،۲۰۱۴؛ ساوایا[۸] و همکاران، ۲۰۱۵؛ کراتسچ[۹] و همکاران، ۲۰۱۷؛ بورکوسکی[۱۰] و همکاران،۲۰۱۷). بزرا[۱۱] و وینر[۱۲] (۲۰۰۸) سیستمی برای شناسایی فعالیت‌هایی که به ندرت استفاده می‌شوند ارائه کرده‌اند که برای ساده-سازی جریان کار در پیاده‌سازی سیستم‌ها استفاده می‌شود. کیم و همکاران (۲۰۱۳) تکنیک تشخیص داده‌های خارج از محدوده را برای پایش پایگاه داده فعالیت‌ها ارائه

---

[1] Varela-Vaca et al
[2] Bae et al
[3] Bouarfa
[4] Dankelman
[5] Jakkula et al
[6] Kang et al
[7] Kuna
[7] Kuna
[8] Sawaya
[9] Kratsch
[10] Borkowski
[11] Bezerra
[12] Wainer

کرده‌اند. چانگ[1] و همکاران (۲۰۱۰) و وانگ[2] و همکاران (۲۰۱۱)، الگوریتم‌هایی برای شناسایی فعالیت‌های غیرعادی و ارائه اخطار به مدیران در باره فرآیندهای خارج از رویه توسعه داده‌اند. هسو و همکاران (۲۰۱۷) متدی بر اساس الگوریتم شناسایی نزدیکترین همسایگی برای شناسایی سیستماتیک مسیرهای فرآیندی خارج از رویه، با استفاده از مجموعه‌ای فراگیر از متغیرهای زمان محور هر مورد کاری در سطح فعالیت‌های فرآیند شامل زمان اجرا، زمان انتقال، زمان در صف، مدت زمان معوق شدن، ارائه کرده است. در این مقاله با توجه به تاثیر انجام دهندگان فعالیت، مشتریان و سایر متغیرها، اطلاعات زمینه‌ای در قالب متغیرهای فازی در نظر گرفته شده‌اند. در جدول ۱- **گروه بندی موضوعات پیشینه ادبیات** خلاصه‌ای ازمقالات بررسی شده نشان داده شده است.

جدول ۱- گروه بندی موضوعات پیشینه ادبیات

محققان	سال	موضوع تحقیق	گروه تحقیق
آلبرت و دوروفی	۲۰۰۱	چارچوب امنیتی برای تعیین سطح ریسک	متدهای عمومی مدیریت ریسک
باربر و دیوی	۱۹۹۲	متدی سه مرحله یا برای مدیریت ریسک	
لوند و همکاران	۲۰۱۰	متدی برای تحلیل ریسک های امنیتی	
هاگاگ و همکاران	۲۰۱۵	مدل مرجع تکنیک‌های مدیریت ریسک در چرخه عمرمدیریت فرآیند	شناسایی ریسک و مدیریت آن در فرآیند
کیم و همکاران	۲۰۱۷	رویکرد مدیریت ریسک در زمان اجرای فرآیند	
روزمن و موهلن	۲۰۰۵	معرفی انواع ریسک های مرتبط با فرآیند	
ساکمن	۲۰۰۸	تبیین ریسک در چهارلایه فرآیند، برنامه کاربردی، آسیب و تهدید	
جاکوبی و همکاران	۲۰۰۷	ارزیابی فرایند با محوریت ریسک	تحلیل و ارزیابی کمی ریسک در مسیرهای فرآیندی
پیکا و همکاران	۲۰۱۲	پیش‌بینی ریسک فرآیند در طول زمان بر اساس تحلیل آماری	
سوریادی و همکاران	۲۰۱۴	رویکردی تحلیلی برای شناسایی علت بروز ریسک	
کانفورتی و همکاران	۲۰۱۳	تشخیص خطاهای فرآیند بر اساس احتمال بروز ریسک	
فنز و نئوبایر	۲۰۰۹	تحلیل ریسک با استفاده از شبکه‌های بیزی و پتری نت	
کانفورتی و همکاران	۲۰۱۳	مدل پشتیبان تصمیم با هدف کاهش ریسک کل فرآیند	
کانفورتی و همکاران	۲۰۱۵	ارایه یک سیستم توصیه‌گر برای تخصیص بهینه منابع به فعالیت ها با در نظر گرفتن ریسک هر یک از مسیرهای فرایندی	
اولا و همکاران	۲۰۱۷	پیش بینی مسیر انتشار تغییر با کمترین ریسک در فرآیند طراحی محصول	
کیم و همکاران	۲۰۱۳	تشخیص داده‌های خارج از محدوده و پایش پایگاه داده فعالیت‌ها	شناسایی ریسک یا فرآیند کاوی
چانگ و همکاران	۲۰۱۰	شناسایی فعالیت‌های غیرعادی و ارائه اخطار به مدیران در باره فرآیندهای خارج از رویه	
وانگ و همکاران	۲۰۱۱		
هسو و همکاران	۲۰۱۷	شناسایی سیستماتیک مسیرهای فرآیندی خارج از رویه	
کراتسچ و همکاران	۲۰۱۷	تحلیل وقایع ثبت شده برای شناسایی ریسک فرآیند	

[1] Chuang et al
[2] Wang et al

۳- مدل مفهومی تحقیق

فرآیند کسب‌وکار مجموعه‌ای از اجزا مختلف شامل رخدادها، فعالیت‌ها و نقاط تصمیم-گیری در ارتباط با یکدیگر است که توسط مجموعه‌ای از بازیگران و موجودیت‌های اطلاعاتی که بین آنها در جریان است، منجر به تولید بروندادی می‌شود (دوماس[1] و همکاران، ۲۰۱۳). متناسب با نتایجی که در تصمیم‌گیری‌های فرآیند مشخص می‌شود، فعالیت‌های بعدی انتخاب می‌شوند. از این رو مسیرهای مختلفی از فعالیت‌ها می‌توان در نظر گرفت که درخواست ورودی به فرآیند را تا حصول برونداد نهایی برای مشتری، هدایت می‌کند. به‌عنوان نمونه مسیر ۶-۳-۲-۱ و مسیر ۶-۵-۴-۲-۱ ، دو مسیر فرآیند نشان داده شده در شکل ۱ هستند.

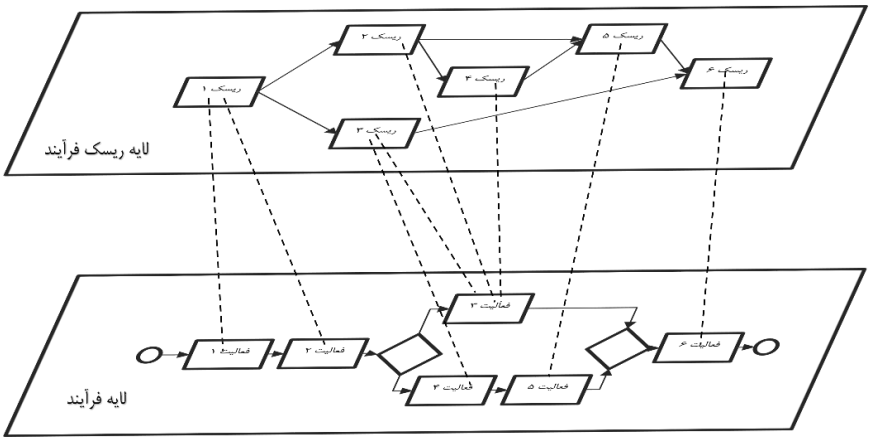
در اجرای هر مسیر فرآیندی متناسب با اجزای مختلف فرآیند عدم قطعیت‌هایی وجود دارد که منجر به بروز ریسک در فرآیند می‌شود. ریسک در فرآیند بیانگر میزان تاثیر یک خطای احتمالی است که بر اهداف فرآیند تاثیر نامطلوب می‌گذارد. بر اساس دسته‌بندی انواع ریسک که در تحقیق زرمولن و هو (۲۰۰۵) اشاره شده است، برای هر یک از اجزای فرآیند در مسیر فرایندی می‌توان ریسک‌های مختلفی شامل ریسک سازمانی، ریسک ساختار، ریسک تکنولوژی اطلاعات، ریسک داده و ریسک هدف شناسایی نمود.

هر یک از ریسک‌های فرآیند می‌تواند به صورت مستقل یا به دلیل بروز سایر ریسک‌ها در فرآیند ایجاد شوند. به عنوان نمونه ریسک فناوری اطلاعات مرتبط با یک فعالیت در ابتدای مسیر فرآیندی می‌تواند منجر به بروز ریسک داده در یک فعالیت در انتهای فرآیند شود. با این حال بروز هر یک از مخاطرات اشاره شده اعم از ریسک سازمانی، ریسک ساختار، ریسک فناوری اطلاعات و ریسک داده، در لایه ریسک فرآیند در نهایت تاثیر خود را بر ریسک هدف نشان می‌دهد. از این رو متناظر با اجزا فرآیند یک شبکه علی و معلولی بین ریسک‌های مختلف با عنوان لایه ریسک در مدل مفهومی

[1] Dumas et al

در نظر گرفته شده است. در نظر گرفتن این لایه و جدا نمودن آن از فعالیت‌ها، باعث ساده سازی مساله شناسایی پر ریسک ترین مسیر فرآیندی می‌شود. چراکه در شبکه بین ریسک‌ها در لایه ریسک، پرریسک‌ترین مسیر با استفاده از مدل های ریاضی موجود شناسایی می شود. سپس متناظر با پرریسک‌ترین مسیر شناخته شده در لایه ریسک، فعالیت‌های مرتبط در لایه فرآیند شناسایی می‌شود. در آخر با توجه به اینکه این فعالیت‌ها روی کدام مسیر فرآیندی قراردارند، پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی شناخته می‌شود.

به‌عنوان مثال اگر در شکل ۱، در لایه ریسک فرایند، مسیر "ریسک ۱"- "ریسک ۳"- "ریسک ۶" به عنوان پرریسک‌ترین مسیر در شبکه ریسک‌ها شناسایی شود، آنگاه مسیر فرآیندی "فعالیت ۱"- "فعالیت ۲"- "فعالیت ۴"-"فعالیت ۵"- "فعالیت ۶" در لایه فرآیند به عنوان پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی در نظر گرفته می-شود. چراکه فعالیت‌های ۱، ۲، ۴، ۵ و ۶ ، متناظر با پرریسک‌ترین مسیر در شبکه بین ریسک‌های فرآیند هستند.



شکل ۱-رابطه بین لایه فعالیت های فرآیند و لایه ریسک های فرآیند

۴ – روش‌شناسی تحقیق

با توجه به هدف این تحقیق که ارائه متدی برای شناسایی مسیر یا مسیرهای پرریسک در فرآیند است، رویکرد مورد استفاده بر اساس روش تحقیق" دانش طراحی"[1] تعریف شده است(ون‌آلان[2] و همکاران، ۲۰۰۴). لذا در هر یک از گام‌های پیشنهاد شده، آمیزه‌ای از تکنیک‌های کمی یا کیفی و متناسب با نیاز هر گام استفاده شده است (جدول ۲).

جدول ۲- روش تحقیق بر اساس رویکرد دانش طراحی

روش/چهارچوب/مدل مورد استفاده	گام تحقیق		خروجی ها			
	ارزیابی	ساخت	سازه	مدل	روش	نمونه سازی
چهارچوب شناسایی ریسک روزمن و موهلن (۲۰۰۵)	گام اول- برگزاری جلسه طوفان ذهنی با خبرگان	گام اول- فهرست خطاهای اصلی فعالیت‌ها	خطاهای منشا ریسک در فرآیند		روش و گام های شناسایی پرریسک ترین مسیر فرآیندی	شناسایی ۱۷ خطا در فرآیند لیزینگ مالی
ارتباط علت و معلولی خطاها	گام دوم- برگزاری جلسه خبرگی		لایه ریسک فرآیند و لایه فعالیت های فرآیند(شکل ۱)	شبکه خطاهای فعالیت‌های فرآیند		لایه ریسک فرآیند لیزینگ مالی (شکل ۲)
تعریف ریسک	گام سوم- برگزاری جلسه خبرگی	گام سوم- تعیین"احتمال بروز خطا" و "اثربروز خطا"		ماتریس خطاهای بالقوه		مقدار ریسک در لایه ریسک فرآیند لیزینگ مالی(جدول ۴)
چهارچوب مساله "مسیر با بیشترین قابلیت اطمینان"		گام ۴- مدل‌سازی ریاضی و حل مساله با استفاده از نرم‌افزار گمز	پرریسک‌ترین مسیر در شبکه خطاها			تعیین مسیر پرریسک در شبکه خطاهای فرآیند لیزینگ مالی (شکل ۲)
		گام ۵- انتخاب فعالیت‌های فرآیند	پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی			پرریسک‌ترین فعالیت‌ها و مسیر در فرآیند لیزینگ مالی(شکل ۲)

با در نظر گرفتن مفهوم ارایه شده در بخش ۳ ، در ۵ گام، روش شناسایی و تعیین پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی پیشنهاد می‌شود. این پنج گام عبارتند از: ۱)

[1] Design Science Method
[2] Von Alan

شناسایی خطاهایی که می‌توانند برای فرآیند ریسک ایجاد کنند، ۲) محاسبه ریسک هر یک از خطاها، ۳) مدل‌سازی شبکه ریسک‌های فرآیندی در لایه ریسک فرآیند، ۴) شناسایی پرریسک‌ترین مسیر در شبکه ریسک‌های فرآیند و ۵) تعیین پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی.

گام اول، شناسایی خطاهای منشا ریسک در فرآیند: در اولین گام برای شناسایی پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی خطاهای بالقوه یا بالفعلی که در مدل فرآیند وجود دارد شناسایی می‌شود. در این مقاله چهارچوب ارائه شده توسط روزمن و موهلن (۲۰۰۵) برای شناسایی انواع خطا در فرآیند، مورد استفاده قرار گرفته است. برای شناسایی خطاها در این چهارچوب، ابتدا سوابق خطاهای ثبت شده که طی اجرای فرایند برای درخواست‌های مشتریان مختلف رخ داده است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس با تشکیل گروه خبرگان و ایجاد طوفان ذهنی، از آنها خواسته می‌شود تا متناسب با هر یک از دسته‌بندی‌های موجود شامل ریسک سازمانی، ریسک ساختار، ریسک تکنولوژی اطلاعات، ریسک داده و ریسک هدف، با در نظر گرفتن خطاهای مستخرج از سوابق و ماهیت فرآیند، خطاهای بالقوه که برونداد فرآیند را تهدید می‌کنند، شناسایی کنند. پس از تهیه فهرست بلند از خطاهای فرآیند، فهرست کوتاه خطاهای فرآیند می‌تواند انتخاب شود. برای این منظور روش‌های مختلف رتبه‌بندی قابل استفاده هستند که در محدوده مطالعه این مقاله قرار ندارد.

گام دوم، مدل‌سازی شبکه خطاهای فرآیندی در لایه ریسک فرآیند: در دومین گام برای شناسایی پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی لازم است ارتباط علت و معلولی بین خطاهای شناسایی شده در گام اول تعیین شود. برای تعیین رابطه بین خطاها در این مقاله از روش خبرگی استفاده شده است. خروجی این گام شبکه‌ای است که گره‌های آن خطاها و کمان‌های آن رابطه بین خطاها را نشان می‌دهد.

گام سوم، محاسبه ریسک خطاهای شناسایی شده برای فرآیند: هدف از انجام این مرحله، شناسائی احتمال، اثر و در نتیجه ریسک مستقیم خطاها بر روی یکدیگر در

چهارچوب شبکه ارتباطی خطاهای شناسایی شده در گام دوم است. برای این منظور با الهام از روش "ماتریس ساختار طراحی"[1] ارائه شده توسط کلارکسون[2] و همکاران(۲۰۰۴)، "ماتریس ساختار خطاهای بالقوه فرآیند" تشکیل می‌شود. در ماتریس ساختار خطاهای بالقوه فرآیند، $R = [r_{i,j}]_{n\times n}$ ، n نشان‌دهنده تعداد خطاهای شناسایی شده در گام دوم و $r_{i,j}$ نشان‌دهنده میزان ریسک بروز خطای j ناشی از بروز خطای i است. مقدار عناصر ماتریس R از ضرب داخلی دو ماتریس "احتمال بروز خطا" و "اثربروز خطا" محاسبه می‌شوند. در ماتریس "احتمال بروز خطا"، $P = [p_{i,j}]_{n\times n}$ ، $p_{i,j}$ نشان‌دهنده احتمال بروز خطای j در صورت بروز خطای i است. در ماتریس "اثر بروز خطا"، $IM = [im_{i,j}]_{n\times n}$، $im_{i,j}$ نشان‌دهنده آن است که اگر خطای i اتفاق بیافتد چه میزان تغییر نامطلوب ناشی از بروز خطای j در اهداف فعالیت‌های متناظر با این خطا ایجاد می‌شود. درصورت وجود وقایع ثبت شده در سیستم‌های اطلاعاتی پشتیبانی‌کننده فرآیند، می‌توان مقدار $p_{i,j}$ و $im_{i,j}$ را بر اساس مطالعات آماری و داده‌کاوی محاسبه و تعیین نمود. اما در تحقیق حاضر با توجه به نبود اطلاعات کافی، از روش خبرگی برای تعیین این مقادیر استفاده شد. بدین منظور نظرات گروه خبرگان در مورد مقدار $p_{i,j}$ و $im_{i,j}$ به ترتیب در ۵ دسته از خیلی کم(۰-۲۰ امتیاز) تا خیلی زیاد(۸۰-۱۰۰ امتیاز) و از کاملا بی تاثیر (۰-۲۰ امتیاز) تا تاثیر خیلی زیاد (۸۰ -۱۰۰ امتیاز) اخذ شد و با استفاده از میانگین امتیازات جمع‌بندی شد.

گام چهارم، شناسایی پرریسک ترین مسیر در شبکه خطاهای فرآیند: بعد از شناسایی ارتباط خطاهایی که روی هر فعالیت وجود دارد، می‌بایست خطاهای اصلی که در این شبکه می‌توانند منجر به بیشترین انحراف در تغییر اهداف فعالیت‌های فرآیند شوند، شناسایی گردند. فرض کنید $G(N,E)$، بیانگر شبکه ارتباطی خطاهای شناسایی

[1] Design Structure Matrices
[2] Clarkson

شده روی فعالیت‌ها در فرآیند مورد نظر باشد که در آن N مجموعه گره‌ها و E مجموعه کمان‌ها هستند. هر کمان $(u,v) \in E$ دارای ارزشی به مقدار $r(u,v)$ است که به عنوان عددی حقیقی مقدار آن $0 \leq r(u,v) \leq 1$ است. $r(u,v)$ بیانگر ریسک بین خطای u و v در شبکه معرفی شده می‌باشد. این ریسک خود بیانگر احتمال رخداد خطای v بر اثر وقوع خطای u ضربدر درصد تغییر نامطلوب هدف فعالیتی است که خطای v بر اثر وقوع خطای u ، آن را ایجاد کرده است. فرض کنید این ریسک‌ها مستقل از هم هستند. مساله اصلی در این گام، شناسایی پرریسک‌ترین مسیر بین خطاهای بالقوه متناظر با فعالیت‌های فرآیند در شبکه $G(N,E)$ است.

این مساله از منظر ساختاری مشابه مسأله "مسیر با بیشترین قابلیت اطمینان"[1] است که زیرمجموعه مسائل کوتاهترین مسیر قرار می‌گیرد. مسأله مورد نظر در این تحقیق با مدل مساله "مسیر با بیشترین قابلیت اطمینان" از آن جهت شباهت دارد که، مقادیر $r(u,v)$ ، در هر دو مسأله اعدادی احتمالی و بین صفر و یک هستند و پیداکردن طولانی‌ترین یا کوتاه‌ترین مسیر، نه از جمع مقادیر کمان‌ها، بلکه بر اساس ضرب مقادیر آن‌ها بدست می‌آید. به منظور پیدا کردن پرریسک‌ترین مسیر بین خطاها، هدف این است که مسیر p طوری انتخاب شود که در آن حاصل ضرب ریسک‌های روی این مسیر بیشینه گردد. s را گره ابتدایی و t را گره نهایی در نظر بگیرید. با فرض اینکه $p = (v_0, v_1, \dots, v_k)$ و $v_0 = s$ و $v_k = t$ رابطه ۱ را خواهیم داشت :

$$p = \arg max \prod_{i=0}^{k} r(v_{i-1}, v_i) \qquad (1)$$

این مسأله می‌تواند به سادگی با دادن وزن با مقدار $w_{(u,v)} = -\log r(u,v)$ به کمان (u,v) به مدل کوتاه‌ترین مسیر تک‌منبع[2] تبدیل شود. از آنجا که لگاریتم منجر به تغییر یکنواختی[3] نمی‌شود و منفی لگاریتم مسأله بیشینه‌سازی

[1] Most Reliable Path
[2] Single Source Shortest Path Problem
[3] Monotonicity

را به کمینه‌سازی تبدیل می‌کند، لذا مسیر مورد انتظار p از طریق کوتاه‌ترین مسیر روی گراف جهت‌دار[1] از روش زیر بدست می‌آید که متناظر با رابطه ۲ است.

$$p = arg\,min \sum_{i=1}^{k} w\,(v_{i-1}, v_i) \qquad (۲)$$

حل مسأله کوتاه‌ترین مسیر در شبکه جدید که با استفاده از مفهوم "مسیر با بیشترین قابلیت اطمینان" ایجاد شده است، معادل با پیداکردن پرریسک‌ترین مسیر خطاهای فرآیندی است. با شناسایی جواب مدل ریاضی شناسائی کوتاه‌ترین مسیر مطابق با رابطه ۳ ، کوتاهترین مسیر در شبکه جدید مشخص می‌شود.

$$z = \min \sum_{ij \in N} w_{ij}\, x_{ij}$$

St.

$$\sum_{j:ij \in N} x_{ij} - \sum_{j:ji \in N} x_{ji} = \begin{cases} 1, & i = s \\ 0, & i \in N - \{s, t\} \\ -1, & i = t \end{cases} \qquad (۳)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}$$

پاسخ بدست آمده از حل این مدل، موثرترین مسیر خطاهای فرآیندی در شبکه خطاها است. این مسیر نشان می‌دهد که کدام خطاها بیشترین تأثیر را در ایجاد ریسک هدف فعالیت‌های فرآیند دارند.

گام پنجم، تعیین پرریسک ترین مسیر فرآیندی: در این گام فعالیت‌های متناظر با هر یک از خطاهایی که روی مسیر پرریسک قرار گرفته‌اند، مشخص می‌شود و پرریسک‌ترین مسیر یا مسیرهای فرآیندی شناسایی می‌شود.

۵- مطالعه موردی

درفرآیند لیزینگ مالی، اجاره‌کننده، مدل قرارداد و نوع تجهیزات را تعیین می‌کند و با عرضه‌کننده بر سر قیمت، مدت زمان پرداخت و شرایط تحویل به مذاکره می‌پردازد. از

[1] Directed Graph

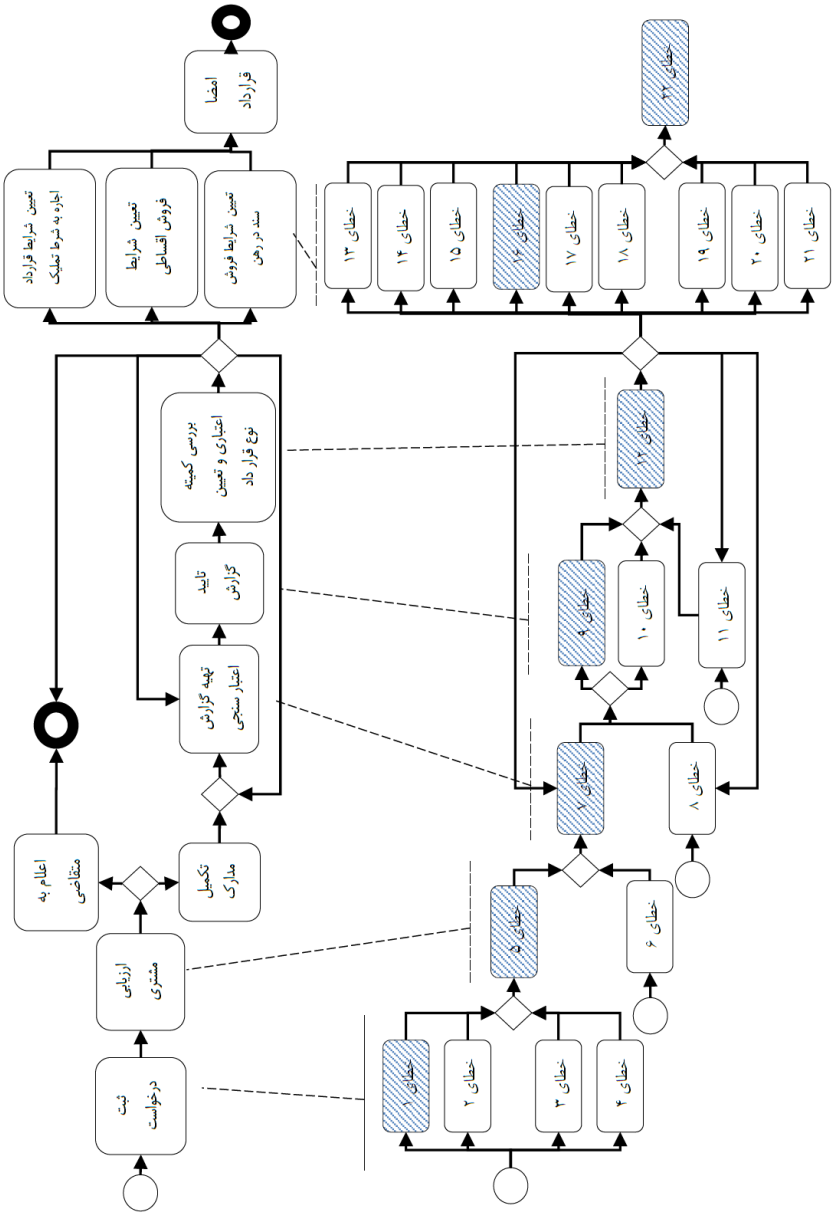
آنجا که در پایان قرارداد، تجهیزات توسط اجاره‌کننده با قیمتی نمادین خریداری می‌شود، اجاره بهای محاسبه شده در لیزینگ مالی شامل هزینه‌های زمان خرید تجهیزات و همچنین هزینه‌های مالی حین قرارداد می‌باشد. نکته مهم در لیزینگ مالی انتقال مالکیت به اجاره‌کننده می‌باشد. فرآیند لیزینگ مالی و لایه ریسک مرتبط با فعالیت‌های آن که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته است، در شکل ۲ نشان داده شده است. در ادامه اعتبار روش ارائه شده با استفاده از داده‌های فرآیند لیزینگ مالی در شرکت واسپاری سپهرصادرات، مورد بررسی قرار گرفته است.

گام اول، شناسایی خطاهای منشا ریسک در فرآیند لیزینگ مالی: به منظور شناسایی خطاهای منشا ریسک در فرآیند لیزینگ مالی، هفت نفر از متخصصین و متولیان فرآیند شامل مدیرعامل، مدیر لیزینگ عمومی، مدیر لیزینگ خودرو، کارشناس مسئول لیزینگ خودرو، کارشناس لیزینگ عمومی و دو نفر کارشناس لیزینگ خودرو، در قالب گروه تمرکزی سازماندهی شدند. بر اساس اجماع نظرات این گروه، هفده خطا در فعالیت‌های مختلف فرآیند لیزینگ مالی شناسایی شد (جدول ۳).

گام دوم، مدل‌سازی شبکه خطاهای فرآیندی در لایه ریسک فرآیند لیزینگ مالی: بر اساس نظرات گروه خبرگان رابطه هفده خطای شناسایی شده در گام یک که متناضر با فعالیت های فرآیند لیزینگ مالی هستند، در قالب شکل ۲ نشان داده شده است. در این شبکه برخی از خطاها مانند خطای شماره یک الی چهار و خطاهای شش، هشت و یازده می‌توانند به صورت مستقل رخ دهند. در حالیکه بقیه خطاهای نشان داده شده در شکل ۲، منتج از خطاهایی است که قبل از آنها رخ داده است.

گام سوم، محاسبه ریسک خطاهای شناسایی شده برای فرآیند لیزینگ مالی: در این گام، ۱۷ نفر مصاحبه شونده شامل ۱ نفر مدیرعامل، ۲ نفر هیأت مدیره، ۳ نفر مدیر لیزینگ خودرو و مسکن، ۶ نفر کارشناس لیزینگ ، ۱ نفر رئیس وصول مطالبات، ۳ نفر کارشناس حقوقی و یک نفر معاون مالی که همگی در صنعت لیزینگ دارای سابقه موثر بودند، انتخاب شده و مقدار احتمال و اثر خطاهای شناسایی شده روی یکدیگر در

چهارچوب روابط بین خطاها مورد پرسش قرار گرفت. میانگین امتیازات به‌دست آمده به‌عنوان عناصر ماتریس P و IM در نظر گرفته شد. سپس با ضرب مقادیر احتمال $p_{i,j}$ و اثر $im_{i,j}$ روی هر کمان در شبکه خطاهای شناسایی شده، مقدار ریسک $r_{i,j}$ محاسبه گردید (



شکل ۲- لایه فرآیند و لایه ریسک فرآیند لیزینگ مالی مورد مطالعه

جدول ۴).

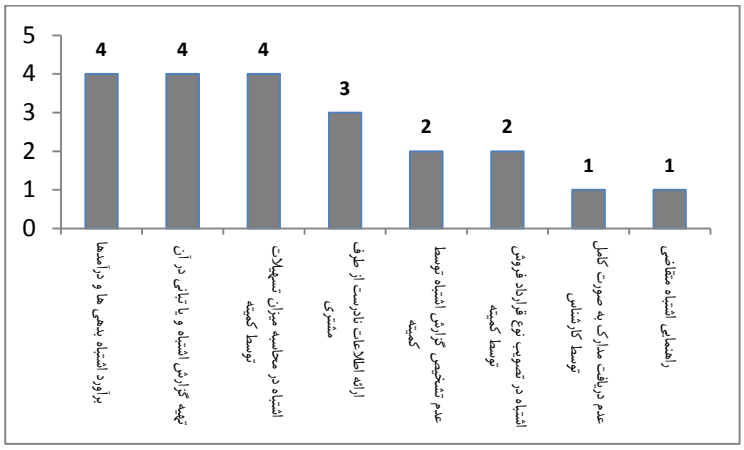
گام چهارم، شناسایی پرریسک‌ترین مسیر در شبکه خطاهای فرآیند لیزینگ مالی: پس از حل مساله "مسیر با بیشترین قابلیت اطمینان" با استفاده از نرم‌افزار گمز[1]، مسیر ناشی از خطاهای ۱ ،۵، ۷، ۹، ۱۲، ۱۶ و ۲۲ مبنی بر "ارائه اطلاعات نادرست از طرف مشتری"، " برآورد اشتباه بدهی و درآمدها از اطلاعات غلط"، "تهیه گزارش اشتباه از داده های غلط"، " مسئول مربوطه متوجه گزارش اشتباه نمی‌شود"، " عدم تشخیص گزارش اشتباه توسط کمیته"، " "محاسبه اشتباه میزان تسهیلات در قرار داد فروش اقساطی" و "تصویب و اعطای اشتباه تسهیلات" که در شکل ۲ با هاشور نشان داده شده است، به عنوان پرریسک‌ترین مسیر در شبکه خطاهای فرآیند لیزینگ مالی مورد مطالعه شناخته شد.

گام پنجم، تعیین پرریسک‌ترین مسیر در فرآیند لیزینگ مالی: متناظر با خطاهایی که روی پرریسک‌ترین مسیر در شبکه خطاهای فرآیند لیزینگ مالی قرار گرفته‌اند، فعالیت‌های "ثبت درخواست"، "ارزیابی مشتری"، "تهیه گزارش اعتبارسنجی"، "تایید گزارش"، "بررسی کمیته اعتباری"، "تعیین شرایط فروش اقساطی" و "امضا قرارداد"، پرریسک‌ترین مسیر فرآیندی را شکل می‌دهند.

اعتبار سنجی مدل: جهت اعتبارسنجی متد ارائه شده در این تحقیق، پرونده متقاضیانی که در بازپرداخت اصل و فرع تسهیلات دچار مشکل شده بودند مورد بررسی قرار گرفت. از میان این پرونده‌ها، هفت پرونده مهم که در راستای منافع شرکت به مراجع قضائی عودت داده شده بود، انتخاب شد و خطاهایی که در فرآیند لیزینگ مالی باعث معوق شدن تسهیلات شده بود، شناسایی گردید (جدول ۵). نمودار ۱ فراوانی خطاهای رخداده شده در جدول ۵ را نمایش می‌دهد.

---

[1] GAMZ



نمودار ۱-تواتر خطاهای فرآیند لیزینگ مالی بر اساس مشاهده هفت پرونده تسهیلاتی معوق

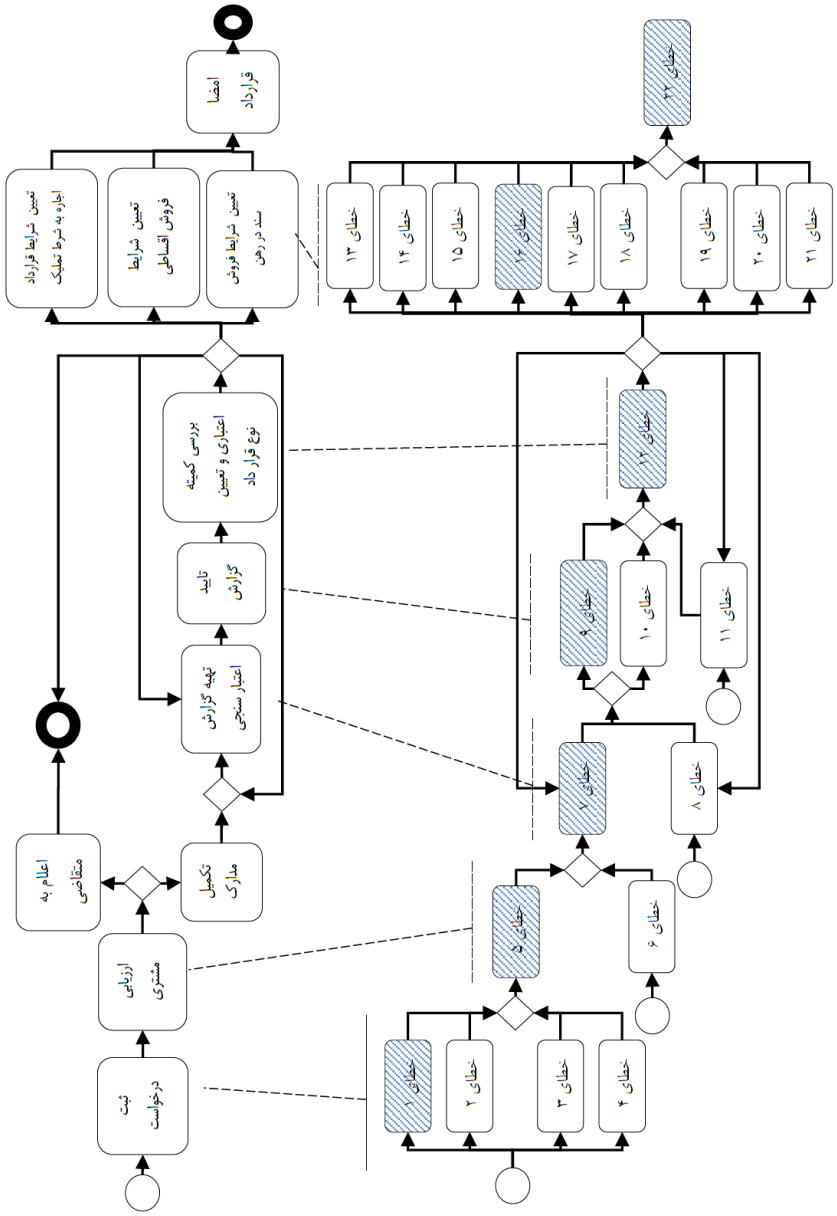
مقایسه خطاهای مشاهده شده در پرونده‌های تسهیلات معوق که با ریسک مواجه بوده‌اند با نتایج و ریسک‌های شناسایی شده توسط متد پیشنهادی در

جدول ۶، نشان می‌دهد با استفاده از مدل پیشنهادی در این مقاله ، حدود ۷۰٪ از مهمترین خطاهای فرآیند لیزینگ مالی در مطالعه موردی انجام شده، قبل از اجرا قابل پیش بینی بوده است. به‌نظور اطمینان بیشتر از صحت و اعتبار مدل، نظر هفت نفر از صاحب‌نظران و مدیران شرکت مورد مطالعه شامل مدیرعامل، مدیرلیزینگ عمومی، مدیرلیزینگ خودرو، کارشناس‌مسئول لیزینگ خودرو، کارشناس لیزینگ عمومی و دوکارشناس لیزینگ خودرو در مورد نتایج حاصل از اجرای مدل پیشنهادی در فرآیند لیزینگ مالی مورد مطالعه اخذ گردید که مورد تایید آنها قرار گرفت.

جدول ۳-خطاهای منشاء ریسک در فرآیند لیزینگ مالی مورد مطالعه

ردیف	عنوان خطا	نوع ریسک	فعالیت متناظر در فرآیند
۱	ارائه اطلاعات نادرست از طرف مشتری	ریسک داده	دریافت و ثبت درخواست
۲	عدم دریافت مدارک به صورت کامل از طرف کارشناس	ریسک داده	
۳	ثبت اطلاعات اشتباه از طرف کارشناس	ریسک داده	
۴	راهنمایی اشتباه مشتری از طرف کارشناس	ریسک سازمانی	
۵	برآورد اشتباه بدهی و درآمدها از اطلاعات غلط	ریسک داده	ارزیابی مشتری
۶	برآورد اشتباه بدهی‌ها و درآمدها به صورت مستقل	ریسک سازمانی	

۷	تهیه گزارش اشتباه از داده‌های غلط	ریسک داده	تهیه گزارش اعتبارسنجی
۸	تهیه گزارش اشتباه به صورت مستقل	ریسک سازمانی	
۹	مسئول مربوطه متوجه گزارش اشتباه نمی‌شود	ریسک سازمانی	تائید گزارش
۱۰	تبانی مسئول مربوطه در تائید گزارش اشتباه	ریسک ساختار	
۱۱	مسئول مربوطه گزارش را عمدا تغیر می‌دهد	ریسک ساختار	
۱۲	اشتباه در تصویب نوع قرارداد	ریسک سازمانی	بررسی پرونده
۱۳	محاسبه اشتباه میزان تسهیلات در قرارداد اجاره به شرط تملیک	ریسک سازمانی	تعیین شرایط تسهلات متناسب با قراردادهای مختلف موجود
۱۴	محاسبه اشتباه در نرخ بازده عملیات لیزینگ در قرارداد اجاره به شرط تملیک	ریسک سازمانی	
۱۵	اشتباه در مدت تعیین دوره بازپرداخت در قرارداد اجاره به شرط تملیک	ریسک سازمانی	
۱۶	محاسبه اشتباه میزان تسهیلات در قرار داد فروش اقساطی	ریسک سازمانی	
۱۷	محاسبه اشتباه در نرخ بازده عملیات لیزینگ در قرار داد فروش اقساطی	ریسک سازمانی	
۱۸	اشتباه در مدت تعیین دوره بازپرداخت در قرار داد فروش اقساطی	ریسک سازمانی	
۱۹	محاسبه اشتباه میزان تسهیلات در قرارداد فروش سند در رهن	ریسک سازمانی	
۲۰	محاسبه اشتباه در نرخ بازده عملیات لیزینگ در قرارداد فروش سند در رهن	ریسک سازمانی	
۲۱	اشتباه در مدت تعیین دوره بازپرداخت در قرارداد فروش سند در رهن	ریسک سازمانی	
۲۲	تصویب و اعطای اشتباه تسهیلات	ریسک هدف	انعقاد قرارداد



شکل ۲- لایه فرآیند و لایه ریسک فرآیند لیزینگ مالی مورد مطالعه

جدول ۴-مقادیر احتمال، اثر و ریسک در فرآیند لیزینگ مالی مورد مطالعه

ریسک ناشی از خطای i بر j (r_{ij})	اثر خطای i روی j (im_{ij})	احتمال خطای i روی j (p_{ij})	اندیس کمان (e_{ij})	ریسک ناشی از خطای i بر j (r_{ij})	اثر خطای i روی j (im_{ij})	احتمال خطای i روی j (p_{ij})	اندیس کمان (e_{ij})	ریسک ناشی از خطای i بر j (r_{ij})	اثر خطای i روی j (im_{ij})	احتمال خطای i روی j (p_{ij})	اندیس کمان (e_{ij})
۰.۳۰۵۵	۰.۶۵	۰.۴۷	$e_{12,19}$	۰.۵۹۱۳	۰.۸۱	۰.۷۳	$e_{10,12}$	۰.۵۹۱۳	۰.۸۱	۰.۷۳	$e_{1,5}$
۰.۴۰۸۰	۰.۶۸	۰.۶۰	$e_{12,20}$	۰.۵۹۱۳	۰.۸۱	۰.۷۳	$e_{11,12}$	۰.۱۸۸۶	۰.۴۶	۰.۴۱	$e_{2,5}$
۰.۲۰۵۲	۰.۵۴	۰.۳۸	$e_{12,21}$	۰.۲۹۱۱	۰.۷۱	۰.۴۱	$e_{12,7}$	۰.۲۳۵۰	۰.۵۰	۰.۴۷	$e_{3,5}$
۰.۲۴	۰.۶۰	۰.۴۰	$e_{13,22}$	۰.۲۹۱۱	۰.۷۱	۰.۴۱	$e_{12,8}$	۰.۰۸۴۰	۰.۲۴	۰.۳۵	$e_{4,5}$
۰.۲۴	۰.۶۰	۰.۴۰	$e_{14,22}$	۰.۱۶۸۳	۰.۵۱	۰.۳۳	$e_{12,11}$	۰.۴۳۶۶	۰.۵۹	۰.۷۴	$e_{5,7}$
۰.۲۴	۰.۶۰	۰.۴۰	$e_{15,22}$	۰.۵۲۷۰	۰.۶۲	۰.۸۵	$e_{12,13}$	۰.۴۳۶۶	۰.۵۹	۰.۷۴	$e_{6,7}$
۰.۶۳۷۵	۰.۸۵	۰.۷۵	$e_{16,22}$	۰.۳۱۳۲	۰.۵۴	۰.۵۸	$e_{12,14}$	۰.۱۹۴۷	۰.۵۹	۰.۳۳	$e_{7,9}$
۰.۶۳۷۵	۰.۸۵	۰.۷۵	$e_{17,22}$	۰.۱۹۳۸	۰.۳۸	۰.۵۱	$e_{12,15}$	۰.۱۳۵۰	۰.۵۰	۰.۲۷	$e_{7,10}$
۰.۶۳۷۵	۰.۸۵	۰.۷۵	$e_{18,22}$	۰.۷۶۵	۰.۹۰	۰.۸۵	$e_{12,16}$	۰.۱۹۴۷	۰.۵۹	۰.۳۳	$e_{8,9}$
۰.۴۵۵	۰.۷۰	۰.۶۵	$e_{19,22}$	۰.۵۴۵۱	۰.۷۹	۰.۶۹	$e_{12,17}$	۰.۱۳۵۰	۰.۵۰	۰.۲۷	$e_{8,10}$
۰.۴۵۵	۰.۷۰	۰.۶۵	$e_{20,22}$	۰.۲۶۰۰	۰.۶۵	۰.۴۰	$e_{12,18}$	۰.۶۹۷۰	۰.۸۲	۰.۸۵	$e_{9,12}$
۰.۴۵۵	۰.۷۰	۰.۶۵	$e_{21,22}$								

جدول ۵- خطاهای مشاهده شده در فرآیند لیزینگ مالی بر اساس مشاهده هفت پرونده تسهیلاتی معوق

ردیف	عنوان پرونده	عنوان خطا	شرح خطا	خطای ناشی از آن
۱	اعطای تسهیلات جهت انجام فرآیند لیزینگ بابت گوشت واردات	• ارائه اطلاعات نادرست از طرف مشتری • عدم دریافت مدارک به صورت کامل از مشتری • تهیه گزارش اشتباه یا تبانی در تهیه گزارش اشتباه • عدم تشخیص گزارش اشتباه • پرداخت اشتباه تسهیلات	• عدم اعلام بدهی معوق به سایر موسسات مالی و اعتباری . • عدم دقت در دریافت مدارک از سوی کارشناس مربوطه . • تهیه گزارش اشتباه توسط مسئول مربوطه(شامل عدم برآورد بدهی ها و درآمد ها ، عدم تطبیق با مقررات جاری که قابلیت لیزینگ گوشت وجود ندارد ، گزارش اشتباه تهیه نموده است .) • کمیته اعتباری مستندات و گزارش را به درستی بررسی ننموده و متوجه گزارش اشتباه نمی شوند. • با تصویب اشتباه کمیته اعتباری ، تسهیلات • به متقاضی پرداخت شد	• برآورد اشتباه بدهی ها • عدم تطبیق مدارک با مقررات • عدم توجه به گزارش اشتباه • تبانی در تأئید گزارش اشتباه • محاسبه اشتباه میزان تسهیلات • اشتباه در تصویب نوع قرارداد فروش .
		• ارائه اطلاعات نادرست از طرف	• متقاضی به لحاظ کلاه برداری و بدهی به موسسات مالی و اعتباری دارای	• برآورد اشتباه بدهی ها

ردیف	عنوان پرونده	عنوان خطا	شرح خطا	خطای ناشی از آن
۲	اعطای تسهیلات جهت انجام فرآیند لیزینگ بابت ملک	مشتری • عدم دریافت مدارک به صورت کامل از مشتری • تهیه گزارش اشتباه یا تبانی در تهیه گزارش • عدم تشخیص گزارش اشتباه • پرداخت اشتباه تسهیلات	شهرت بوده است . • شرکت های معرفی شده جهت دریافت تسهیلات همگی کاغذی بوده و ماهیت تجاری نداشته اند . • مسئول مربوطه با تهیه گزارش اشتباه (شامل عدم بدهی ها و درآمدها ، عدم تطبیق با مقررات جاری که قابلیت لیزینگ مسکن وجود ندارد ، عدم رعایت تناسب سرمایه شرکت با تهسلات مورد درخواست ، گزارش اشتباه تهیه نموده است) • کمیته اعتباری مستندات و گزارش را درستی بررسی ننموده و متوجه گزارش اشتباه که با تبانی انجام شده است نگردید • با تصویب اشتباه کمیته اعتباری و تبانی تسهیلات به متقاضی پرداخت گردید	• عدم تطبیق مدارک با مقررات • عدم توجه به تهیه گزارش اشتباه • تبانی در تأئید گزارش اشتباه . • اشتباه در میزان تسهیلات
۳	اعطای تسهیلات جهت انجام فرآیند لیزینگ بابت اسکانیا	• راهنمایی اشتباه متقاضی • تهیه گزارش اشتباه و تبانی در تهیه گزارش اشتباه • عدم تشخیص گزارش اشتباه یا تبانی در تصویب گزارش اشتباه • پرداخت اشتباه تسهیلات	• متقاضی درخواست خرید مواد اولیه جهت کارخانه مقوا سازی داده است لکن به دلیل عدم تطبیق با مقررات موجود ، مشتری راهنمایی اشتباه می شود و درخواست به خرید اسکانیا تغییر می یابد . • مسئول مربوطه با تهیه گزارش اشتباه شامل عدم درآمد متناسب با تسهیلات پرداخت و عدم ارتباط مشتری با نوع درخواست، گزارش اشتباه تهیه نموده است. • با تصویب اشتباه کمیته اعتباری تسهیلات به متقاضی پرداخت می‌شود .	• عدم تطابق مدارک با مقررات • برآورد اشتباه درآمد • عدم توجه به گزارش اشتباه • اشتباه در میزان تسهیلات
۴	اعطای تسهیلات به مشتری و همسرش همزمان جهت انجام فرآیند لیزینگ بابت لوازم خانگی	• پرداخت اشتباه تسهیلات	• کمیته اعتباری به طور همزمان به متقاضی و همسرش که درخواست تسهیلات نموده اند ، بدون در نظر گرفتن رابطه خویشاوندی نزدیک و با ضمانت یکدیگر پرداخت تسهیلات را تصویب می نماید .	
۵	اعطای تسهیلات جهت فرآیند لیزینگ بابت لوازم	• برآورد اشتباه درآمد • تأئید گزارش اشتباه	• عدم توجه به گزارش اشتباه در خصوص درآمد متقاضی . • مدارک و مستندات به درستی مورد بررسی مجدد قرار نمی گیرد .	• تهیه گزارش اشتباه • عدم تشخصی گزارش اشتباه .

ردیف	عنوان پرونده	عنوان خطا	شرح خطا	خطای ناشی از آن
	خانگی به بازنشسته	• محاسبه اشتباه میزان تسهیلات • پرداخت اشتباه تسهیلات		• پرداخت تسهیلات اشتباه
۶	اعطای تسهیلات جهت انجام فرآیند لیزینگ بابت خودروی لوکس	• ارائه اطلاعات نادرست از طرف مشتری • تبانی در تهیه گزارش اعتبار سنجی • عدم تشخیص گزارش اشتباه • پرداخت اشتباه تسهیلات	• مدارک سکونت خود را به عمد نادرست ارائه می دهد زیرا استفاده کننده واقعی از تسهیلات شخص دیگری بوده است . • مسئول مربوطه با علم بر این مساله که استفاده کننده از تسهیلات شخص دیگری است گزارش را اشتباه تنظیم می نماید . • اشتباه در تصویب نوع قرارداد فروش .	• برآورد اشتباه درآمد و بدهی • تأئید گزارش اشتباه • پرداختاشتباه تسهیلات
۷	اعطای تسهیلات جهت انجام فرآیند لیزینگ بابت خودروی لوکس	• پرداختاشتباه تسهیلات	• کمتیه اعتباری به دلیل پست شخص متقاضی از گزارش های اعتبار سنجی چشم پوشی می نماید .	• پرداختاشتباه تسهیلات

جدول ۶- مقایسه فهرست خطاهای مشاهده شده در فرآیند لیزینگ مالی بر اساس مشاهده هفت پرونده تسهیلاتی معوق و خطاهای شناسایی شده توسط مدل پیشنهادی

فهرست خطاها بر اساس مدل پیشنهادی مقاله	فهرست خطاها بر اساس پرونده‌های تسهیلات معوق مطالعه موردی
برآورد اشتباه بدهی‌ها و درآمدها	برآورد اشتباه بدهی‌ها و درآمدها
تهیه گزارش اشتباه از اطلاعات غلط	تهیه گزارش اشتباه و یا تبانی در تغییر گزارش درست
اشتباه در میزان تسهیلات توسط کمیته اعتباری	اشتباه در میزان تسهیلات توسط کمیته اعتباری
ارائه اطلاعات غلط توسط مشتری	ارائه اطلاعات غلط توسط مشتری
عدم تشخیص گزارش اشتباه توسط کمیته	عدم تشخیص گزارش اشتباه توسط کمیته
مسئول مربوطه متوجه گزارش اشتباه نمی‌شود	اشتباه در تصویب نوع قرارداد فروش
تصویب و اعطای اشتباه تسهیلات	عدم دریافت مدارک به صورت کامل توسط کارشناس

۶-بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

وجود ارتباط بین فعالیت‌ها در فرآیند باعث می‌شود تا تحلیل ریسک فعالیت ها با روش-های مرسوم امکان پذیر نباشد. در روش‌های مرسوم مانند " تجزیه و تحلیل حالات خطا

و اثرات آن(FMEA[1])" ارزیابی خطای هر فعالیت مستقل از فعالیت‌های دیگر انجام می-شود و مقداری ثابت برای آن در نظر گرفته می‌شود. این در حالی است که در فرآیند، خطای هر فعالیت می‌تواند منجر به بروز سایر خطاهای شناخته شده روی فعالیت‌های بعدی شود. لذا مقدار ریسک یک فعالیت مقداری متغیر است و تابع آن است که پرونده کاری که وارد فرآیند می‌شود، از چه مسیری عبور کند.

در نظر گرفتن یک ریسک کلی برای فعالیت، موضوع دیگری است که تحقیقات متعددی مانند تحقیق امانتا و همکاران(۲۰۱۹)، کانفورتی و همکاران(۲۰۱۶) و وارلاواکا و همکاران(۲۰۱۹)، بر مبنای آن انجام شده است. این در حالی است که در ارتباط با هر فعالیت چنانچه در مطالعه موردی این مقاله نشان داده شد، خطاهای مختلفی می‌تواند وجود داشته باشد. هر کدام از این خطاها ریسک خاص خود را دارند. یعنی احتمال بروز و شدت اثر هر یک از این خطاها متفاوت است. بنابراین اگر این فرض کنار گذاشته شود، روی هر فعالیت چندین خطا می‌تواند وجود داشته باشد. مساله‌ای که پیچیدگی تحلیل ریسک در فرآیند را بیشتر می‌کند، وابستگی ریسک هر یک از این خطاها به خطاهایی است که در فعالیت‌های پیشین رخ داده است. در این تحقیق برای مواجه با این مسائل ابتدا شبکه خطاهای فرآیند در لایه ریسک شناسایی شده است و سپس "مسیر پرریسک در فرآیند" متناسب با "پرریسک ترین مسیر در شبکه خطاها" شناسایی شده است. این مسیر با استفاده از حل کمی و دقیق مدل " مسیر با بیشترین قابلیت اطمینان" در قالب برنامه‌ریزی عدد صحیح صفر یا یک، به‌دست آمده است. هر چند در این مقاله برای محاسبه ریسک خطا از نظر خبرگان استفاده شده است، اما در صورت وجود داده از سوابق اجرای فرایند می‌توان ریسک خطاهای فعالیت‌های فرآیند را بر اساس تحلیل آنها شناسایی نمود. استفاده از نظر خبرگان برای سنجش ریسک خطاهای فعالیت‌های فرآیند به‌جای استفاده از نظر آنها در سنجش ریسک یک مسیر از فرآیند(با

[1] Failure mode and effect analysis

فعالیت‌های متعدد و خطاهای متعدد روی هر فعالیت)، به دلیل محدود نمودن دامنه مورد پرسش، از دقت بالاتری برخوردار است.

کاربست این متد توسط سازمان‌ها و اجرای آن در فرآیندهای کسب‌وکار باعث می‌شود که مدیران فرآیند با شناسایی پرریسک‌ترین مسیرهای فرآیندی، اقدامات کاهش ریسک را بر این مسیرها از فرآیند متمرکز نمایند و فعالیت‌های بحرانی یک فرآیند را شناسایی کنند. از طرفی با توجه به این که سازمان‌ها همواره با محدودیت منابع به‌خصوص منابع انسانی، مالی و همچنین زمان انجام کار جهت کنترل ریسک مواجه هستند، لذا بکارگیری متد پیشنهادی در این مقاله باعث می‌شود این منابع محدود بر مسیرهایی از فرآیند که بیشترین تأثیر را در کاهش ریسک کل فرآیند دارند متمرکز شوند. از دیگر کاربردهای مهم شناسایی پرریسک‌ترین مسیر در فرآیندهای کسب‌وکار، تعیین بالاترین سطح ریسکی است که فرایند را تهدید می‌کند. لذا استفاده از روش پیشنهادی در این مقاله به سازمانها کمک می‌کند تا در زمان طراحی فرآیند، بتوانند بیشترین ریسکی که فرآیند را تهدید می کند شناسایی کرده و متناسب با آن کنترل‌های فرآیندی را در طراحی فرآیند در نظر بگیرند.

در نظر گرفتن حالت‌های خاص در شناسایی پر ریسک‌ترین مسیر فرآیندی، به عنوان مثال در شرایط دوباره کاری که باعث ایجاد حلقه در شبکه لایه ریسک می‌شود، می‌تواند مدل ارائه شده در این مقاله را توسعه دهد. توسعه مدل حاضر برای استفاده در زمان اجرای فرآیند با استفاده از داده‌های ثبتی اجرای فرآیند و الگوریتم‌های فرآیند کاوی، به‌عنوان تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود. یکی از مسیرهای تحقیقات آتی که می-تواند بر اساس مدل ارائه شده توسط این مقاله دنبال شود، شناسایی الگوهای ریسک متناسب با نوع فرآیندها است. شناسایی این الگوها به طراحان فرآیند کمک می‌کند تا در زمان طراحی فرآیند، رویکرد مناسبی برای مدیریت ریسک فرآیند اتخاذ کنند.

فهرست منابع

Alberts, C. J., & Dorofee, A. (2002). *Managing information security risks: the OCTAVE approach*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc..

Amantea, I. A., Di Leva, A., & Sulis, E. (2019). Risk-Aware Business Process Management: A Case Study in Healthcare. In The Future of Risk Management, Volume I (pp. 157-174). Palgrave Macmillan, Cham.

Bae, H., Lee, S., & Moon, I. (2014). Planning of business process execution in Business Process Management environments. *Information Sciences*, *268*, 357-369.

Barber, B., & Davey, J. (1992). The use of the ccta risk analysis and management methodology cramm in health information systems. *Medinfo*, *92*, 1589-1593.

Bezerra, F., & Wainer, J. (2008, June). Anomaly detection algorithms in business process logs. *In Proceedings of the 10th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS), volume AIDSS, Barcelona, Spain* (pp. 11-18).

Borkowski, M., Fdhila, W., Nardelli, M., Rinderle-Ma, S., & Schulte, S. (2017). Event-based failure prediction in distributed business processes. *Information Systems*.

Bouarfa, L., & Dankelman, J. (2012). Workflow mining and outlier detection from clinical activity logs. *Journal of biomedical informatics*, (*45)* 6, 1185-1190.

Chuang, Y. C., Hsu, P., Wang, M., & Chen, S. C. (2010). A frequency-based algorithm for workflow outlier mining. In *International Conference on Future Generation Information Technology* (pp. 191-207). Springer, Berlin, Heidelberg.

Clarkson, P. J., Simons, C., & Eckert, C. (2004). Predicting change propagation in complex design. *Journal of Mechanical Design*, (*126*)5, 788-797.

Conforti, R., Fink, S., Manderscheid, J., & Röglinger, M. (2016). PRISM–a predictive risk monitoring approach for business processes. *In International Conference on Business Process Management* (pp. 383-400). Springer, Cham.

Conforti, R., de Leoni, M., La Rosa, M., van der Aalst, W. M., & Ter Hofstede, A. H. (2015). A recommendation system for predicting risks across multiple business process instances. *Decision Support Systems*, *69*, 1-19.

Conforti, R., Fortino, G., La Rosa, M., & Ter Hofstede, A. H. (2011). History-aware, real-time risk detection in business processes. In *OTM Confederated International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems"*(pp. 100-118). Springer, Berlin, Heidelberg.

Conforti, R., La Rosa, M., Fortino, G., Ter Hofstede, A. H., Recker, J., & Adams, M. (2013). Real-time risk monitoring in business processes: A sensor-based approach. *Journal of Systems and Software*, (*86*)11, 2939-2965.

Di Francescomarino, C., Ghidini, C., Maggi, F. M., & Milani, F. (2018, September). Predictive Process Monitoring Methods: Which One Suits Me Best?. In *International Conference on Business Process Management* (pp. 462-479). Springer, Cham.

Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of business process management* (1)2, Heidelberg: Springer.

Fenz, S., & Neubauer, T. (2009, April). How to determine threat probabilities using ontologies and Bayesian networks. In *Proceedings of the 5th Annual Workshop on Cyber Security and Information Intelligence Research: Cyber Security and Information Intelligence Challenges and Strategies* (p. 69). ACM.

Haggag, M. H., Khedr, A. E., & Montasser, H. S. (2015). A Risk-Aware Business Process Management Reference Model and Its Application in an Egyptian University. *International Journal of Computer Science and Engineering Survey*, (*6*)2, 11.

Handa, H., & Garg, A. (2018). Approach to Reduce Operational Risks in Business Organizations. In Information and Communication Technology for Sustainable Development (pp. 123-131). Springer, Singapore.

Von Alan, R. H., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS quarterly*, (28)1, 75-105.

Hsu, P. Y., Chuang, Y. C., Lo, Y. C., & He, S. C. (2017). Using contextualized activity-level duration to discover irregular process instances in business operations. *Information Sciences*, *391*, 80-98.

Jakkula, V. R., Crandall, A. S., & Cook, D. J. (2009). Enhancing anomaly detection using temporal pattern discovery. In *Advanced intelligent environments* (pp. 175-194). Springer, Boston, MA.

Jakoubi, S., Tjoa, S., & Quirchmayr, G. (2007, June). Rope: A Methodology for Enabling the Risk-Aware Modelling and Simulation of Business Processes. In *ECIS* (pp. 1596-1607).

Kang, B., Kim, D., & Kang, S. H. (2012). Real-time business process monitoring method for prediction of abnormal termination using KNNI-based LOF prediction. *Expert Systems with Applications*, (*39)*5, 6061-6068.

Kim, J., Lee, J., & Choi, I. (2017). An integrated process-related risk management approach to proactive threat and opportunity handling: A framework and rule language. *Knowledge and Process Management*, (*24*)1, 23-37.

Kim, S., Cho, N. W., Lee, Y. J., Kang, S. H., Kim, T., Hwang, H., & Mun, D. (2013). Application of density-based outlier detection to database activity monitoring. *Information Systems Frontiers*, (15)1, 55-65.

Kratsch, W., Manderscheid, J., Reißner, D., & Röglinger, M. (2017). Data-driven process prioritization in process networks. *Decision Support Systems*, *100*, 27-40.

Kuna, H. D., García-Martínez, R., & Villatoro, F. R. (2014). Outlier detection in audit logs for application systems. *Information Systems*, *44*, 22-33.

Lund, M. S., Solhaug, B., & Stølen, K. (2010). *Model-driven risk analysis: the CORAS approach*. Springer Science & Business Media.

Pika, A., van der Aalst, W. M., Fidge, C. J., ter Hofstede, A. H., & Wynn, M. T. (2012, September). Predicting deadline transgressions using event logs. In *International Conference on Business Process Management* (pp. 211-216). Springer, Berlin, Heidelberg.

Pika, A., van der Aalst, W. M., Wynn, M. T., Fidge, C. J., & ter Hofstede, A. H. (2016). Evaluating and predicting overall process risk using event logs. *Information Sciences*, *352*, 98-120.

Rosemann, M., & Zur Muehlen, M. (2005). Integrating risks in business process models. *ACIS 2005 Proceedings*, 50.

Sackmann, S. (2008). A Reference Model for Process-Oriented IT Risk Management. In *ECIS* (pp. 1346-1357).

Sawaya III, W. J., Pathak, S., Day, J. M., & Kristal, M. M. (2015). Sensing abnormal resource flow using adaptive limit process charts in a complex supply network. *Decision Sciences*, (*46*)5, 961-979.

Suriadi, S., Weiß, B., Winkelmann, A., ter Hofstede, A. H., Adams, M., Conforti, R. & Rosemann, M. (2014). Current research in risk-aware business process management—overview, comparison, and gap analysis. *Communications of the Association for Information Systems*, (34)1, 52:933-984.

Thabet, R., Lamine, E., Boufaied, A., Korbaa, O., & Pingaud, H. (2018). Towards a Risk-Aware Business Process Modelling Tool Using the ADOxx Platform. In *International Conference on Advanced Information Systems Engineering* (pp. 235-248). Springer, Cham.

Ullah, I., Tang, D., Wang, Q., & Yin, L. (2017). Least risky change propagation path analysis in product design process. *Systems Engineering*, (20) 4, 379-391.

Varela-Vaca, Á. J., Parody, L., Gasca, R. M., & Gómez-López, M. T. (2019). Automatic Verification and Diagnosis of Security Risk Assessments in Business Process Models. IEEE Access, 7, 26448-26465.

Wang, M., Hsu, P., & Chuang, Y. C. (2011). Mining workflow outlier with a frequency-based algorithm. *Int. J. Control and Automation*, (*4*)2,1-22.

Zur Muehlen, M., & Ho, D. T. Y. (2005). Risk management in the BPM lifecycle. In *International Conference on Business Process Management* (pp. 454-466). Springer, Berlin, Heidelberg.