فصلنامه علمی – ترویجی انرژی ایران

دوره ۲۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، صفحه ۵۳ – ۷

# معیارهای پذیرش ریسک پالایشگاه‌های نفت‌خام و گاز طبیعی و کاربرد آن در قیمت‌گذاری محصولات بیمه‌ای

[۱] امیر تیمور پاینده نجف‌آبادی*، [۲] فاطمه عطاطلب

**تاریخ دریافت:**
۱۳۹۹/۱۱/۳۰

**تاریخ پذیرش:**
۱۴۰۰/۱۲/۲۵

**کلمات کلیدی:**
قیمت‌گذاری،
سری زمانی،
نفت و گاز،
ارزیابی ریسک،
ماتریس ارزیابی،
ریسک معادله‌یابی،
معادلات ساختاری بیزی.

**چکیده**

ریسک‌های بخش انرژی معمولاً فراوانی بسیار کم ولی شدت بسیار بالایی دارند، این امر باعث شده است که بخش انرژی هر کشور جزء بخش‌های پر ریسک دسته‌بندی شود. بنابر این برای پوشش ریسک‌های آن باید بیمه‌نامه‌های مناسب طراحی و پیاده‌سازی شوند. طراحی چنین بیمه‌نامه‌هایی مستلزم شناسایی دقیق تمامی ریسک‌ها، تعیین ضوابط پذیرش آنها و سرانجام انجام محاسبات بیم‌سنجی محصول طراحی شده است. این مقاله تنها بر بیمه پالایشگاه‌های نفت و گاز در حال بهره‌برداری، متمرکز می‌شود. ابتدا بر اساس مرور ادبیات ریسک‌های این حوزه شناسایی و سپس بر اساس نظرخبرگان حوزه بهداشت و ایمنی و ارزیابان ریسک‌که در حوزه انرژی فعالیت می‌کنند، الگوی ارزیابی این ریسک‌ها در قالب یک ماتریس ارزیابی ریسک، احصاء می‌شود. برای مطالعه نحوه و نوع تاثیرگذاری متغیرهای ارائه شده از روش تحلیل معادله‌یابی معادلات ساختاری بیزی به کمک نرم‌افزار آموس استفاده شده است. سپس با مراجعه به اطلاعات موجود در صنعت بیمه، قیمت‌گذاری این محصول بیمه‌ای با استفاده از رویکرد مبتنی بر نرخ و سرمایه بیمه‌نامه ارائه می‌شود.

۱. استاد بیم‌سنجی، دانشگاه شهید بهشتی (نویسنده مسئول) amirtpayandeh@sbu.ac.ir

۲. کارشناس میز انرژی پژوهشکده بیمه f_atatalab@yahoo.co.uk

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

## ۱ مقدمه

به کلیه صنایع، سازمان‌ها و شرکت‌های درگیر در اکتشاف، استخراج (یا تولید)، بازاریابی، انتقال و توزیع حامل‌های انرژی، صنعت انرژی گویند. واژه انرژی یک واژه بسیار کلی است که از انرژی برق، انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی هسته‌ای را شامل می‌شود. در صنعت بیمه منظور از انرژی: نفت، گاز و پتروشیمی‌ها است، که نشت، آتش‌سوزی و انفجار سه ریسک عمده آنها می‌باشد. این ریسک‌ها به همراه سایر ریسک‌های این صنعت، معمولاً به دلیل خرابی سیستم‌ها، خطاهای انسانی و بلایای طبیعی (مانند زلزله، سیل و طوفان) رخ می‌دهند. این وقایع معمولاً موجب بروز خسارت‌های بسیار بزرگی می‌شوند، بنابراین انتقال این ریسک‌ها به بیمه‌گران موجب حمایت از صنعت انرژی خواهد شد.

با توجه به این‌که صادرات محصولات مرتبط با صنعت انرژی یکی از مهم‌ترین صادرات و منبع کسب درآمد ایران است، بنابراین بیمه‌های انرژی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند. از طرف دیگر چون خسارت‌های مرتبط با صنعت انرژی، معمولاً بسیار بزرگ است که موجب وارد کردن خسارت‌های هنگفت به بیمه‌گران می‌شود. بنابراین محصولات بیمه‌ای مرتبط با حوزه انرژی باید به دقت طراحی و پیاده‌سازی شوند. طراحی چنین بیمه‌نامه‌های مستلزم شناسایی دقیق تمامی ریسک‌ها، تعیین ضوابط پذیرش ریسک‌های یک بیمه‌گذار و سرانجام انجام دقیق محاسبات بیم‌سنجی محصول طراحی شده است.

این مقاله تنها بر بیمه پالایشگاه‌های نفت و گاز در حال بهره‌برداری، متمرکز می‌شود. ابتدا بر اساس مرور ادبیات ریسک‌های این حوزه شناسایی و پس از آن بر اساس نظر خبرگان حوزه بهداشت و ایمنی (HSE) و ارزیابان ریسک که در حوزه انرژی فعالیت می‌کنند، الگوی ارزیابی این ریسک‌ها در قالب یک ماتریس ارزیابی ریسک احصاء می‌شود. سپس با مراجعه به اطلاعات موجود در صنعت بیمه، محاسبات بیم‌سنجی این محصول بیمه‌ای ارائه خواهد شد.

صنعت نفت و گاز دارای هشت مرحله‌ی: (۱) اکتشاف میدان، (۲) ارزیابی میدان کشف شده، (۳) توسعه زیر ساخت‌های لازم برای استخراج، (۴) تولید و استخراج از میدان، (۵) پردازش گازطبیعی استخراج شده (برای میدان‌های نفتی این مرحله وجود ندارد)، (۶) انتقال، (۷) پالایش و (۸) بازاریابی است. در ادبیات این صنعت این هشت مرحله را به سه بخش کلی: بالادستی (شامل دو زیر بخش اکتشاف و

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

استخراج هیدروکربن خام از میدان شناسایی شده)، میان‌دستی (شامل حمل‌ونقل و ذخیره‌سازی، محصول هیدروکربن خام استخراج‌شده)و پایین‌دستی (شامل: پالایش، فرآوری و توزیع محصول فرآوری‌شده) دسته‌بندی می‌کنند. همچنین بسته به محل قرار گرفتن صنایع مرتبط به حوزه انرژی، آنها را به دو حوزه ساحلی و فراساحلی دسته‌بندی می‌کنند. فعالیت در حوزه فراساحلی، با ریسک‌ها و خطرات منحصر به‌فرد بسیار زیادی روبرو است. از طرف دیگر چون تکنولوژی به‌کارگرفته در این حوزه، بسیار پیشرفته و گران‌قیمت، همچنین کار با دستگاه‌های پیشرفته و پیچیده این حوزه، نیازمند تخصص بسیار بالا است، ریسک‌های بخش اکتشاف فراساحلی بسیار بیشتر و متنوع‌تر است. کارفرمایان و پیمانکاران فعال در این حوزه فراساحلی، نیاز وجود بیمه‌نامه‌های که ریسک‌های آنها را پوشش دهد، را به خوبی احساس کرده‌اند. متاسفانه صنعت بیمه ایران به صورت جدی هنوز به این بخش ورود نکرده است (درخشان، ۱۳۹۰).

در مورد ریسک‌های بخش‌های بالادستی و میان‌دستی حوزه انرژی تاکنون تحقیقات زیادی انجام شده است. به دلیل عدم مرتبط بودن آنها به این مقاله، از آوردن آنها در اینجا خودداری کرده و خواننده علاقمند را به پاینده و عطاطلب (۱۳۹۹) ارجاع می‌دهیم.

کن‌وی (۱۹۹۳) ریسک‌های عمده پالایشگاه‌های گاز و مواد شیمیایی را به صورت: آتش، انفجار، خرابی ماشین‌آلات و عوامل خارجی (نظیر: عدم وجود مواد اولیه، عدم رعایت استانداردها) گزارش نمود. او به کمک داده‌های مربوط به خسارت‌های این پالایشگاه‌ها در بازه زمانی ۱۹۸۹ الی ۱۹۹۲ (که مجموع خسارت‌های آنها بیش از ۳ میلیون دلار آمریکا است)، حداکثر زیان را برآورد نمود. به عبارت دقیق‌تر: او ابتدا ریسک‌های عمده پالایشگاه‌های گاز و مواد شیمیایی را در سه دسته : (۱) آتش سوزی و انفجار، (۲) انسانی و (۳) طبیعی، طبقه‌بندی کرده و برای هر ریسک، احتمال وقوع را محاسبه نمود تا بر اساس آن بتوان حداکثر خسارت را برآورد نمود. پت‌کرنل (۱۹۸۵) با استفاده از یک رویکرد مارکفی، تغییر فاز آتش ایجاد شده در یک پالایشگاه نفت را مدل‌بندی کرد. او نشان داد با استفاده از ابزارهای مانیتورینگ، به سادگی می‌توان احتمال تغییر فاز آتش‌های ایجاد شده کوچک را به آتش‌های بزرگ، کاهش داد. یوث و ویس (۲۰۰۴) حوادث (واقع‌شده و درشرف وقوع) مربوط به حوزه انرژی بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۲ را در کشور آلمان مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند که در میان حوادث واقع‌شده، نشت هیدروکربن‌ها سهمی ۵۰ درصدی، آتش‌سوزی سهمی ۱۸ درصدی، انفجار سهمی ۹ درصدی، آتش‌سوزی به همراه انفجار سهمی ۱۴ درصدی و آتش‌سوزی، انفجار و نشت همزمان سهمی ۹ درصدی داشته‌اند. همچنین

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

در میان تمامی حوادث واقع‌شده و در شرف وقوع: خرابی ماشین‌آلات سهمی حدود ۳۷ درصد و خطای انسانی ۲۵ درصد سهم دارند. عباسی و همکاران (۲۰۱۵) ریسک‌های واحد مروکس یک پالایشگاه نفت ایران را مورد مطالعه قرار دادند. آنها بر اساس اطلاعات ثبت شده در آن پالایشگاه، نشان دادند: (۱) سهم خرابی تجهیزات، خرابی سیستم‌های کنترلی، خطای انسانی، شرایط آب و هوایی و حوادث طبیعی در ایجاد حوادث در واحد مروکس این پالایشگاهی به ترتیب ۴۶.۰۳، ۴۰.۴۷، ۷.۹۵ و ۵.۵۵ درصد است؛ (۲) ده دلیل عمده به وجود آمدن حوادث، به ترتیب سهم آنها، عبارتند از: باز گذاشتن مسیرهای میان‌بر، تمیز نبودن فیلتر پمپ‌ها، فرسودگی لوله‌های انتقال، فرسودگی واشرها، قطعی برق، خرابی سیستم‌های هشداردهنده، بسته بودن دریچه‌های کنترلی، خرابی سوپاپ‌ها، افزایش بیش از فشار و شکستگی اتصالات جوش‌داده شده.

چتوه و همکاران (۲۰۱۶) دلیل ۴۴ حادثه که بر اثر آتش‌سوزی، انفجار و نشت گازهای سمی در پالایشگاه نفت و گاز سکیک‌دا الجزایر، طی سال‌های ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۳ مورد مطالعه قرار دادند. آنها نشان دادند: سهم خرابی ماشین‌آلات حدود ۳۶ درصد، سهم نشت مواد هیدروکربنی حدود ۱۸ درصد، جرقه زدن سهمی حدود ۱۵ درصد، سهم خطای انسانی حدود ۲ درصد، سهم عوامل محیطی حدود ۴ درصد و سهم عوامل ناشناخته حدود ۱۶ درصد است. رضایی و همکاران در سال ۲۰۱۶ با استفاده از رویکرد خطر–عملکرد، ریسک‌های مربوط به بخش نمک‌زادیی یکی از پالایشگاه‌های گاز پارس‌جنوبی را مورد تحلیل قرار دادند. توفیلوس و همکاران (۲۰۱۷) دلیل به وجود آمدن ریسک‌های حوزه نفت و گاز را به پنج سطح عمل غیرایمن، شرایط ایجاد اعمال غیرایمن، نظارت نادقیق، تأثیرات سازمانی و تأثیر قوانین و مقررات تقسیم نمودند. سپس تعداد ۱۱ حادثه‌ی مربوط به پالایشگاه‌های نفت و گاز آمریکا طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۲ را مورد بررسی قرار دادند. آنها متوجه شدند، بیش از ۹۰ درصد این حوادث به دلیل تأثیرات سازمانی است. همچنین آنها با استفاده از دو روش آزمون دقیق فیشر و آزمون خی‌دوی تقریبی، میزان همبستگی بین عوامل تشکیل دهنده پنج سطح را مورد بررسی قرار دادند.

جارویس و گوددارد در سال ۲۰۱۷، در خصوص ۱۰۰ حادثه عمده‌ای که صنعت نفت، گاز و پتروشیمی را طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۵ تهدید کرده‌اند، مطالعه نمودند. آنها نشان دادند که ۵۱ درصد این حوادث در حوزه پالایشگاه‌ها، ۲۸ درصد در حوزه پتروشیمی،۱۰ درصد در میادین گازی و ۵ درصد در میادین نفتی اتفاق افتاده‌اند؛ ازکارافتادگی ماشین‌آلات، در حوزه پالایشگاهی، سهم قابل توجهی در وقوع این

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

حوادث ایفاء کرده است؛ بیش از ۷۰ درصد ازکارافتادگی‌های ماشین‌ها به دلیل خوردگی است؛ کمتر از ۱۰ درصد حوادث به دلیل حادثه در مخازن ایستاء است؛ بیش از ۷۰ درصد خرابی‌های ماشین‌آلات در هنگام فعالیت نرمال آنها رخ می‌دهد؛ آتش‌سوزی در پالایشگاه‌ها به دلیل عدم بازرسی دقیق سیستم‌های لوله کشی بود که قبلاً بخشی از آنها به دلیل فرسودگی تعویض شده بودند؛ آتش‌سوزی به اثر تشکیل ابربخار، به دلیل: پوسیدگی لوله‌ها، عدم کارکردن پمپ پروپیلن و تخلیه به موقع، عدم فعالیت سیستم سرمایش و یا استفاده از دریچه تخلیه با آلیاژ نامناسب اتفاق افتاده‌اند؛ بسیاری از حوادث در هنگام راه اندازی مجدد سیستم‌ها به دلیل خطای انسانی رخ داده‌اند؛ به دلیل در کنار هم قرار گرفتن دریچه‌های تخلیه یک آتش‌سوزی جزیی باعث ایجاد استخر آتش گردید؛ بیش از حد پرکردن مخازن ذخیره، باعث انفجار شده است.

لی و همکاران (۲۰۱۷) ریسک‌های مربوط به سرمایه‌گذاری در پالایشگاه‌های نفت کشور چین که در خارج از سرزمین چین وجود دارند را بررسی کردند. سپس با استفاده از روش فازی به تحلیل ارتباط بین این ریسک‌ها پرداختند. کلانترنیا و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از یک رویکرد پویا به ارزیابی ریسک‌های مربوط به حادثه پالایشگاه BP در تگزاس پرداختند. آنها نشان دادند، دلیل عمده حوادث مربوط به پالایشگاه‌ها، ضعف بازرسی و فقدان سیستم‌های هشدار سریع است. این سیستم‌ها معمولاً به کمک مدل‌های پیشگو که با استفاده از داده‌های خسارتی گذشته یا اطلاعات مربوط به حوادث در شرف‌وقوع توسعه پیدا می‌کنند، ایجاد می‌شود. نی‌ولیانیتو و همکاران (۲۰۰۶) حوادث مربوط به حوزه نفت، گاز و پتروشیمی را در کشور آمریکا در بازه سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۲ بررسی کردند. آنها این حوادث را در پنج طبقه‌ی: (۱) خرابی ماشین‌آلات، (۲) عوامل محیطی، (۳) عوامل انسانی، (۴) عوامل انسانی به همراه خرابی ماشین‌آلات و (۵) خرابی ماشین‌آلات به همراه عوامل محیطی، دسته‌بندی نمودند. بر اساس مطالعه انجام شده، آنها نشان دادند، عوامل (۳) و (۴) نقش بیشتری را در بروز حوادث ایفاء می‌کنند.

ازیز و همکاران (۲۰۱۷) عوامل شکل‌دهی خطای انسانی در یک حادثه پالایشگاهی را به چهار دسته عمده: (۱) دستورالعمل، (۲) سابقه‌کار، (۳) سطح استرس و (۴) نوع ارزیابی، تقسیم‌بندی نمودند. سپس دستورالعملی برای مدیریت این عوامل ارائه نمودند. سرملیا و همکاران (۲۰۱۸) با مطالعه حوادثی که در حوزه پالایشگاه‌های نفت در دنیا به وقوع پیوسته و گاز هیدروژن در ایجاد آن نقش اساسی داشته است، توصیه‌هایی برای طراحی این پالایشگاه‌ها ارائه نمودند. آنها با مراجعه به داده‌های که در این زمینه

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

جمع‌آوری شده است، نشان دادند: (۱) ۴۵ درصد از این حوادث با یک انفجار، ۴۰.۸ درصد با آتش و ۱۴.۲ درصد با نشت، آغاز شده‌اند؛ (۲) سهم حوادث طبیعی حدود ۱.۶ درصد، سهم مدیریت یا برنامه‌ریزی نامناسب حدود ۹.۴ درصد، سهم فقدان، ناکافی و یا نادقیق بودن فرآیندها ۳.۱ درصد، سهم فقدان و یا ناکافی بودن آموزش‌های لازم به کارکنان حدود ۱.۶ درصد، سهم نامناسب بودن تجهیزات به‌کارگرفته شده در پالایشگاه حدود ۱.۶ درصد، سهم تعمیر و نگهداری نامناسب حدود ۱.۶ درصد، سهم بازرسی نادقیق و ناکافی حدود ۱.۶ درصد، سهم خطای انسانی ۱۰.۹ درصد، سهم عدم رعایت قوانین و پروتکل‌ها حدود ۳.۱ درصد، سهم حوادث خارج از مجموعه حدود ۳.۱ درصد، سهم خرابی راکتورها، مخازن و تجهیزات حدود ۶.۳ درصد، سهم خرابی قطعات حدود ۱۴.۱ درصد، سهم خارج از کنترل شدن حدود ۳.۱ درصد، سهم فرسودگی، خستگی و سایش حدود ۶.۳ درصد، سهم خرابی تجهیزات مربوط به سیستم‌های کنترلی حدود ۱.۶ درصد، سهم خرابی در لوله‌های اتصالی حدود ۲۱.۹ درصد، سهم واکنش غیرمنتظره حدود ۴.۷ درصد، سهم انسداد مسیرها حدود ۱.۶ درصد، سهم تخلیه انرژی بر اثر شارژ الکترواستاتیک حدود ۱.۶ درصد و سهم عملیات بارگیری و تخلیه تانکر یا بارج حدود ۱.۶ درصد است.

بویاکا و سی‌راپیکار (۲۰۱۸) با استفاده از روشی موسوم به مدیریت ریسک عوامل انسانی تأثیر ریسک‌های مربوط به عامل انسانی را در پالایشگاه‌ها نفت و گاز مورد مطالعه قرار داد. آنها ابتدا عوامل انسانی که منجر به یک حادثه می‌شوند را به دو بخش (۱) عوامل شکل‌دهی و (۲) خطای انسانی دسته‌بندی نمودند. از نقطه نظر آنها در هر عامل انسانی که منجر به یک حادثه در پالایشگاه‌ها می‌شود، ابتدا از یک عامل شکل‌دهی آغاز و به دلیل یک خطای انسانی منجر به حادثه می‌شود. بر اساس یافته‌های آنها، زیر بخش‌های این دو عامل عبارتند از:

- عوامل شکل‌دهی: سطح آموزش، زمان موجود برای اجرای وظایف، توجه به تامین کنندگان / ذینفعان، رابطه انسان و ماشین، کیفیت اطلاعات (عدم ارتباط)، فرهنگ ایمنی شرکت، سطح تجربه، عدم نظارت.
- عوامل خطای انسانی: انجام فعالیت بدون مجوز، انجام ندادن یک عمل ضروری، انتخاب نامناسب مواد خام، عدم دقت و سرعت مناسب، عدم هشدار مناسب و کافی به فرد مرتبط، نقص در تجهیزات حفاظتی شخصی، آگاهی ناکافی از مقررات و رویه‌ها، غیرفعال بودن یک سیستم کنترلی مناسب، بارگذاری/ جابه‌جایی/ تخلیه نامناسب تجهیزات، استفاده نادرست و نامناسب از تجهیزات، موقعیت نادرست فرد در طول فعالیت، تعمیر و نگهداری نادرست تجهیزات، عادت‌های بد و از دست دادن

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

تمرکز و انجام رفتارهای خطرناک هستند. همچنین آنها نشان دادند، در صورت مدیریت صحیح عوامل انسانی و استفاده از ابزار مدیریت ریسک عوامل انسانی میزان حوادث مرتبط با این ریسک‌ها به میزان تقریبی ۳۰ درصد کاهش خواهد یافت.

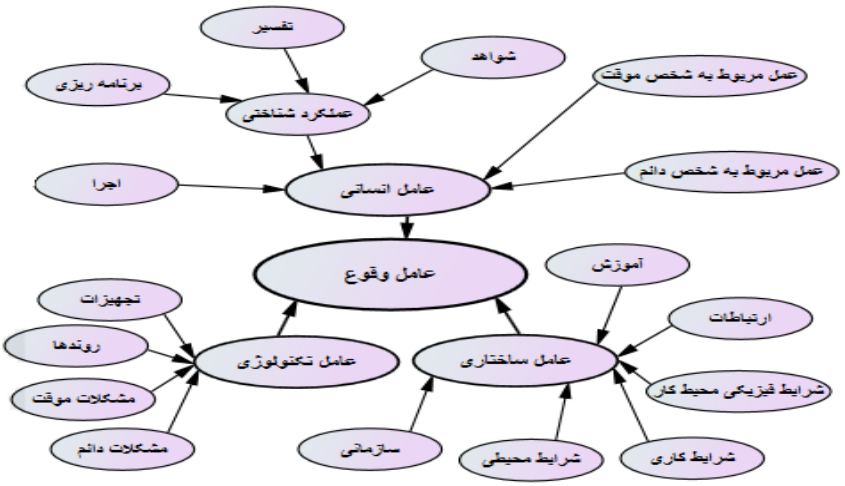
چن و همکاران در سال ۲۰۱۹، به بررسی ۲۱۲ آتش‌سوزی و انفجار که در صنایع پتروشیمی چین بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۸ رخ داده است، پرداختند. آنها نشان دادند در میان عوامل انسانی مؤثر بر این حوادث، عوامل تخطی از استانداردها، محدودیت‌های غیرحرفه‌ای و بازرسی ناکافی بیشترین تأثیر را بر وقوع و گسترش این حوادث داشته‌اند.

ساختار این مقاله در ادامه بدین صورت است. در بخش دوم، عوامل مؤثر بر وقوع یک حادثه با استفاده از نظر خبرگان حوزه بهداشت و ایمنی (HSE) و ارزیابان ریسک که در حوزه انرژی فعالیت می‌کنند، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بخش سوم به پیشنهاد یک الگو برای ارزیابی ریسک‌های موجود در بخش‌های مختلف یک پالایشگاه خواهد پرداخت. تحلیل کمی اطلاعات موجود در بخش چهارم ارائه شده است. بخش پنجم به قیمت‌گذاری محصول بیمه‌ای با استفاده از رویکرد مبتنی بر نرخ و سرمایه بیمه‌نامه خواهد پرداخت. و سرانجام در بخش ششم نتیجه‌گیری و پیشنهاد ارائه می‌شود.

## ۲. بررسی عوامل مؤثر بر وقوع یک حادثه

در این بخش با استفاده از نظرات خبرگان عوامل مؤثر بر وقوع یک حادثه مربوط به سیستم‌های مهندسی با دو نگرش احتمال وقوع و شدت وقوع مورد بررسی قرار می‌گیرد. بدین منظور، بر اساس مرور ادبیات که در بخش قبل و در گزارش پاینده و عطاطلب (۱۳۹۹) ارائه شد، یک پرسشنامه ۶۲ سوالی طراحی گردید. با توجه به این‌که همواره در ارزیابی و مدیریت ریسک دو جنبه احتمال و شدت وقوع حادثه مورد توجه قرار می‌گیرد، به همین دلیل تأثیر هر گویه از دو نقطه نظر میزان تأثیرگذاری آن گویه بر احتمال وقوع حادثه و شدت وقوع حادثه با استفاده از یک طیف لیکرت ۵ نقطه‌ای، مورد سنجش قرار گرفت. ۶۲ گویه پرسشنامه به سه عامل اصلی «عامل خطای انسانی»، «عامل ساختاری» و «عامل تکنولوژی» و چند عامل فرعی دسته‌بندی شدند. شکل ۱ چگونگی ارتباط میان عوامل فرعی و اصلی و همچنین چگونگی استفاده از این عوامل اصلی سه‌گانه بر اندازه‌گیری احتمال وقوع و شدت وقوع یک حادثه را نشان می‌دهد.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]




شکل ۱. ساختار نظری تحقیق و چگونگی استفاده از آن برای اندازه‌گیری احتمال وقوع یا شدت وقوع یک حادثه، از دیدگاه خبرگان

جدول ۱. گویه‌های پرسشنامه

| زیرعامل:گویه‌ها | زیرعامل:گویه‌ها |
|---|---|
| اجرا: (۱) عمل در یک زمان اشتباه؛ (۲) انجام یک عمل اشتباه؛ (۳) تشخیص اشتباه محل و (۴) تشخیص نادرست نوع واکنش: به دلیل فاصله، سرعت، جهت | تجهیزات: (۱) خرابی راکتورها، مخازن و تجهیزات؛ (۲) خرابی قطعات؛ (۳) خرابی تجهیزات مربوط به سیستم‌های کنترلی؛ (۴) فرسودگی، خستگی و سایش؛ (۵) انسداد؛ (۶) تخلیه انرژی بر اثر شارژ الکترواستاتیک؛ (۷) عملیات بارگیری و تخلیه تانکر یا بارج و (۸) خطای نرم‌افزاری |
| برنامه‌ریزی: (۱) برنامه ریزی نادقیق و (۲) اولویت بندی اشتباه | روندها: (۱) فقدان یا ناکافی بودن روندها، دستورالعمل‌ها یا پروتکل‌ها |
| تفسیر: (۱) تفسیر و تشخیص اشتباه؛ استدلال اشتباه؛ (۲) تصمیم اشتباه؛ (۳) تفسیر همراه با تاخیر و (۴) پیشگویی نادرست | مشکلات موقت: (۱) دسترسی محدود؛ (۲) اطلاعات مبهم و(۳) اطلاعات ناکامل |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

| زیرعامل:گویه‌ها | زیرعامل:گویه‌ها |
|---|---|
| شواهد: (۱) شواهد گم‌شده؛ (۲) شواهد گمراه کننده و (۳) تشخیص اشتباه | مشکلات دائم: (۱) مشکل دسترسی و (۲) برچسب‌گذاری نادرست |
| عمل مربوط به شخص موقت: (۱) خطای حافظه؛ (۲) ترس؛ (۳) حواس پرتی؛ (۴) خستگی؛ (۵) عملکرد متغیر؛ (۶) بی‌توجهی؛ (۷) استرس فیزیکی و (۸) استرس روان-شناختی | ارتباطات: (۱) خرابی مسیر ارتباطی و (۲) اطلاعات گم‌شده |
| عمل مربوط به شخص دائم: (۱) اختلال در عملکرد؛ (۲) سبک شناختی و (۳) تعصب شناختی | سازمانی: (۱) فقدان یا ناکافی بودن سیستم نگهداری و تعمیرات؛ (۲) فقدان یا ناکافی بودن سیستم کنترل کیفیت؛ (۳) مشکل مدیریتی؛ (۴) تخصیص وظیفه نامناسب و (۵) فشارهای اجتماعی |
| آموزش: (۱) آموزش ناکافی و (۲) دانش ناکافی | شرایط فیزیکی محیط کار: (۱) درجه حرارت؛ (۲) صدا؛ (۳) رطوبت؛ (۴) نور زیاد یا ناکافی و (۵) سایر شرایط نامناسب محیطی |
| شرایط کاری: (۱) شرایط کاری؛ (۲) تقاضای بیش از حد؛ (۳) اندازه نامناسب محل کار؛ (۴) فقدان یا ناکافی بودن تیم پشتیبانی و (۵) ساعات کاری نامنظم | شرایط محیطی:(۱) طراحی نامناسب پالایشگاه یا اجزاء آن؛ (۲) نامناسب بودن تجهیزات به‌کارگرفته شده در پالایشگاه؛ (۳) نامناسب بودن سازه‌ها؛ (۴) نصب نامناسب تجهیزات و (۵) عایق‌کاری نامناسب تجهیزات |

پس از طراحی الگوی تحقیق (شکل ۱) و ابزار اندازه‌گیری عوامل (پرسشنامه طراحی شده بر اساس گویه‌های ارائه شده در جدول ۱) و توزیع آن بین۱۰۰ نفر از خبرگان حوزه بهداشت و ایمنی (HSE) و ارزیابان ریسک‌که در حوزه انرژی فعالیت می‌کنند، تنها ۲۲ پرسشنامه، که قابل استفاده برای تحلیل بود، حاصل گردید.

برای مطالعه نحوه و نوع تأثیرگذاری متغیرهای شناسایی شده از روش معادله‌یابی معادلات ساختاری استفاده خواهیم کرد.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

به زبان ساده می‌توان «معادله‌یابی معادلات ساختاری» را یک روش آماری دانست که به کمک ابزارهای ریاضی و آماری میزان نوع تأثیرگذاری عوامل (و متغیرهای تشکیل دهنده آنها) را بر یکدیگر مطالعه کرده و بر اساس نتایج حاصله یک مدل میدانی برای تبیین نوع و نحوه تأثیرگذاری این عوامل بر یکدیگر ارائه نمود (پاینده و امیدی، ۱۳۹۲). روش‌های مختلفی برای انجام یک معادله‌یابی معادلات ساختاری وجود دارد. در این تحقیق به علت کوچک بودن حجم نمونه از روش تحلیل بیزی استفاده می‌کنیم (پاینده و امیدی، ۱۳۹۲). تحلیل بیزی را می‌توان نوعی روش تحقیق ترکیبی دانست که آماردان با استفاده از اطلاعات حاصل از نمونه تصادفی و اطلاعات اولیه (که از کارشناسان و افراد خبره به دست می‌آید) تحلیل خود را انجام می‌دهد.

جهت انجام روش تحلیل بیزی از نرم افزار آموس استفاده خواهیم کرد. برای این منظور ابتدا مدل نظری ارائه شده در شکل ۱ برای دو مدل مربوط به شدت خسارت و احتمال وقوع خسارت به نرم‌افزار آموس معرفی می‌شوند. با استفاده از روش بیزی، ساختار نظری ارائه شده در شکل ۱، برای هر دو مدل نظری، مورد تایید قرار گرفت. جدول ۲، ضرایب مسیر تحلیل ساختاری بیزی به همراه بازه اطمینان٪۹۵ را برای دو مدل نظری (یکی مربوط به عوامل مؤثر بر احتمال وقوع حادثه و دیگر مربوط به عوامل تأثیرگذاری بر شدت وقوع حادثه) نشان می‌دهد. نتایج جدول ۲، حاکی از آن است که در سطح اطمینان ۹۵٪ تمامی مسیرهای هر دو مدل معنی‌دار هستند.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

جدول ۲. ضرایب مسیرهای استانداردشده برای دو مدل نظری تأیید شده

| عامل←زیر عامل (اول و دوم) | گویه‌ها | ضریب مسیر استاندارد شده مربوط به زیرعامل به گویه در مدل | |
|---|---|---|---|
| | | احتمال وقوع | شدت وقوع |
| عامل انسانی←اجرا | عمل در یک زمان اشتباه | ۰.۲۵۳ | ۰.۲۵۵ |
| | انجام یک عمل اشتباه | ۰.۲۶۹ | ۰.۲۶۷ |
| | تشخیص اشتباه محل | ۰.۲۵۸ | ۰.۲۵۱ |
| | تشخیص نادرست نوع واکنش: به دلیل فاصله، سرعت، جهت | ۰.۲۲۱ | ۰.۲۲۷ |
| عامل انسانی←عملکرد شناختی←برنامه‌ریزی | برنامه‌ریزی نادقیق | ۰.۵۵۹ | ۰.۵۶۲ |
| | اولویت‌بندی اشتباه | ۰.۴۴۱ | ۰.۴۳۸ |
| عامل انسانی←عملکرد شناختی←تفسیر | تشخیص اشتباه | ۰.۲۱۴ | ۰.۲۱۳ |
| | استدلال اشتباه | ۰.۲۰۶ | ۰.۲۱۲ |
| | تصمیم اشتباه | ۰.۲۰۲ | ۰.۲۰۶ |
| | تفسیر همراه با تاخیر | ۰.۱۹۸ | ۰.۱۹۷ |
| | پیشگویی نادرست | ۰.۱۸۱ | ۰.۱۷۱ |
| عامل انسانی←عملکرد شناختی←شواهد | شواهد گم‌شده | ۰.۳۵۷ | ۰.۳۵۹ |
| | شواهد گمراه کننده | ۰.۳۲۹ | ۰.۳۲۴ |
| | تشخیص اشتباه | ۰.۳۱۴ | ۰.۳۱۷ |
| عامل انسانی←عمل مربوط به شخص موقت | خطای حافظه | ۰.۱۲۹ | ۰.۱۳۶ |
| | ترس | ۰.۱۲۹ | ۰.۱۱۸ |
| | حواس پرتی | ۰.۱۲۲ | ۰.۱۲۳ |
| | خستگی | ۰.۱۳۲ | ۰.۱۳۲ |
| | عملکرد متغیر | ۰.۱۲۸ | ۰.۱۲۸ |
| | بی‌توجهی | ۰.۱۲۶ | ۰.۱۲۵ |
| | استرس فیزیکی | ۰.۱۱۸ | ۰.۱۱۵ |
| | استرس روان‌شناختی | ۰.۱۱۵ | ۰.۱۲۴ |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

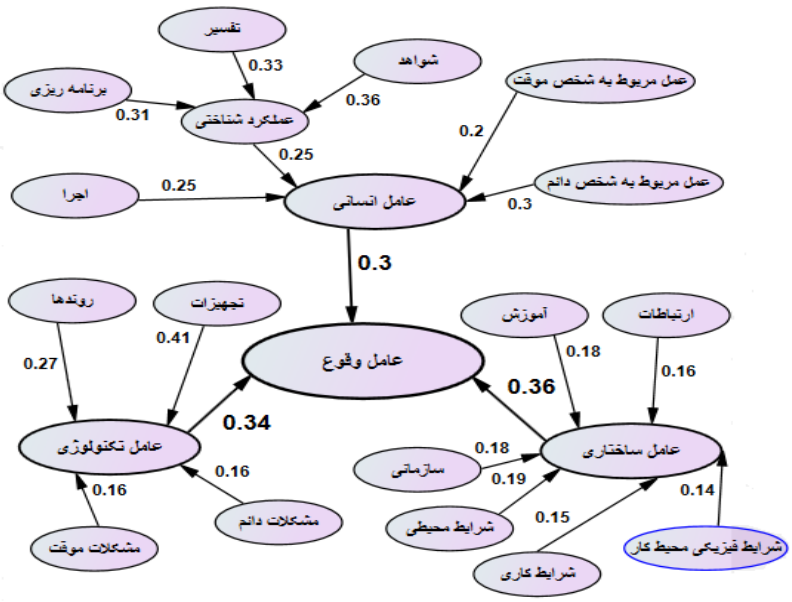
| عامل→زیر عامل (اول و دوم) | گویه‌ها | ضریب مسیر استاندارد شده مربوط به زیرعامل به گویه در مدل | |
|---|---|---|---|
| | | احتمال وقوع | شدت وقوع |
| عامل انسانی→عمل مربوط به شخص دائم | اختلال در عملکرد | ۰.۳۷۶ | ۰.۳۸۴ |
| | سبک شناختی | ۰.۳۱۹ | ۰.۳۰۵ |
| | تعصب شناختی | ۰.۳۰۵ | ۰.۳۱۱ |
| عامل تکنولوژی→تجهیزات | خرابی راکتورها، مخازن و تجهیزات | ۰.۱۲۵ | ۰.۱۲۵ |
| | خرابی قطعات | ۰.۱۲۴ | ۰.۱۲۳ |
| | خرابی تجهیزات مربوط به سیستم‌های کنترلی | ۰.۱۲۴ | ۰.۱۲۴ |
| | فرسودگی، خستگی و سایش | ۰.۱۲۷ | ۰.۱۲۳ |
| | انسداد | ۰.۱۲۷ | ۰.۱۳ |
| | تخلیه انرژی بر اثر شارژ الکترواستاتیک | ۰.۱۲۲ | ۰.۱۲۶ |
| | عملیات بارگیری و تخلیه تانکر یا بارج | ۰.۱۲۸ | ۰.۱۲۹ |
| | خطای نرم‌افزاری | ۰.۱۲۴ | ۰.۱۲۱ |
| عامل تکنولوژی→روندها | فقدان یا ناکافی بودن روندها، دستورالعمل‌ها یا پروتکل‌ها | ۱ | ۱ |
| عامل تکنولوژی→مشکلات موقت | دسترسی محدود | ۰.۳۷۵ | ۰.۳۷۵ |
| | اطلاعات مبهم | ۰.۳۱۸ | ۰.۳۱۸ |
| | اطلاعات ناکامل | ۰.۳۰۷ | ۰.۳۰۷ |
| عامل تکنولوژی→مشکلات دائم | مشکل دسترسی | ۰.۵۰۲ | ۰.۵۰۴ |
| | برچسب‌گذاری نادرست | ۰.۴۹۸ | ۰.۴۹۶ |
| عامل ساختاری→ارتباطات | خرابی مسیر ارتباطی | ۰.۴۹۵ | ۰.۵۰۳ |
| | اطلاعات گم‌شده | ۰.۵۰۵ | ۰.۴۹۷ |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

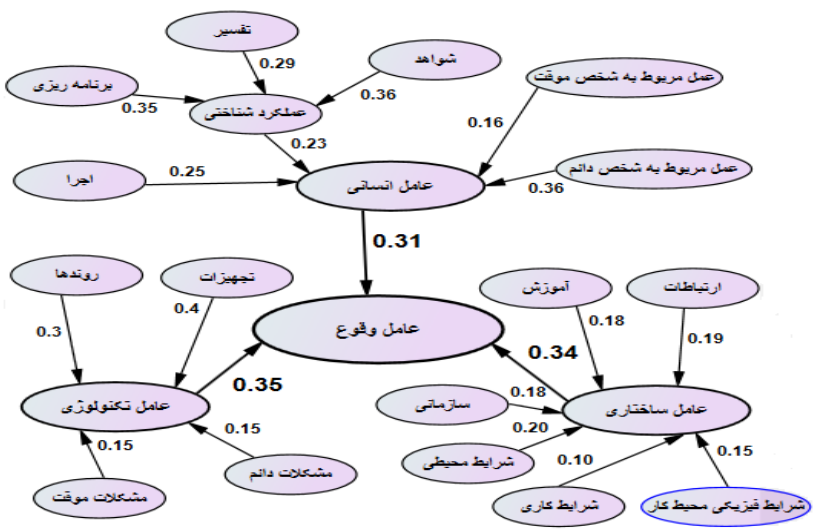
| عامل←زیر عامل (اول و دوم) | گویه‌ها | ضریب مسیر استاندارد شده مربوط به زیرعامل به گویه در مدل | |
|---|---|---|---|
| | | احتمال وقوع | شدت وقوع |
| عامل ساختاری←سازمانی | فقدان یا ناکافی بودن سیستم نگهداری | ۰.۲۰۳ | ۰.۲۰۵ |
| | فقدان یا ناکافی بودن سیستم کنترل کیفیت | ۰.۱۹۴ | ۰.۱۹۹ |
| | مشکل مدیریتی | ۰.۲۰۵ | ۰.۲۰۴ |
| | تخصیص وظیفه نامناسب | ۰.۱۹۹ | ۰.۱۹۶ |
| | فشارهای اجتماعی | ۰.۱۹۹ | ۰.۱۹۶ |
| عامل ساختاری←آموزش | آموزش ناکافی | ۰.۵۰۸ | ۰.۵۰۸ |
| | دانش ناکافی | ۰.۴۹۲ | ۰.۴۹۲ |
| عامل ساختاری←شرایط محیطی | درجه حرارت | ۰.۲۱ | ۰.۲۱ |
| | صدا | ۰.۲۱ | ۰.۲۱ |
| | رطوبت | ۰.۲۱ | ۰.۲۱ |
| | نور زیاد یا ناکافی | ۰.۱۵۸ | ۰.۱۶ |
| | سایر شرایط نامناسب محیطی | ۰.۲۱ | ۰.۲۱ |
| عامل ساختاری←شرایط کاری | تقاضای بیش از حد | ۰.۲۹۴ | ۰.۲۸۵ |
| | اندازه نامناسب محل کار | ۰.۲۸۸ | ۰.۲۸۷ |
| | فقدان یا ناکافی بودن تیم پشتیبانی | ۰.۲۶ | ۰.۲۶۹ |
| | ساعات کاری نامنظم | ۰.۱۵۸ | ۰.۱۵۸ |
| عامل ساختاری←شرایط فیزیکی محیط کار | درجه حرارت | ۰.۱۹۲ | ۰.۱۹۳ |
| | صدا | ۰.۲۰۶ | ۰.۲۰۵ |
| | رطوبت | ۰.۲۰۵ | ۰.۲۰۵ |
| | نور زیاد یا ناکافی | ۰.۲۰۲ | ۰.۲۰۵ |
| | سایر شرایط نامناسب محیطی | ۰.۱۹۵ | ۰.۱۹۲ |

شکل ۲ به ترتیب ضرایب استانداردشده برای مدل نظری مبتنی بر تأثیرگذاری بر احتمال وقوع حادثه و تأثیرگذاری بر شدت وقوع حادثه را نشان می‌دهند.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]




الف) عوامل موثر بر احتمال وقوع حادثه




ب) عوامل موثر بر شدت وقوع حادثه

شکل۲: مدل‌های تاییدشده در مورد عوامل موثر بر احتمال وقوع حادثه و شدت وقوع حادثه

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

با توجه به شکل ۲ می‌توان گفت: (۱) عامل ساختاری و عامل تکنولوژی به ترتیب بیشترین تأثیر را بر احتمال وقوع یک حادثه می‌گذارند؛ (۲) در میان زیرعامل‌های تشکیل دهنده «عامل تکنولوژی» زیرعامل‌های «تجهیزات» و «روندها» به ترتیب بیشترین تأثیر را بر احتمال وقوع یک حادثه می‌گذارند؛ (۳) در میان زیرعامل‌های تشکیل دهنده «عامل خطای انسانی» زیرعامل «عمل مربوط به شخص دائم» بیشترین تأثیر را بر احتمال وقوع یک حادثه می‌گذارد؛ (۴) در میان زیرعامل‌های تشکیل دهنده «عامل ساختاری» زیرعامل «شرایط محیطی» بیشترین تأثیر را بر احتمال وقوع یک حادثه می‌گذارد؛ (۵) عامل تکنولوژی و عامل ساختاری به ترتیب بیشترین تأثیر را بر شدت وقوع یک حادثه می‌گذارند؛ (۶) در میان زیرعامل‌های تشکیل دهنده «عامل تکنولوژی» زیرعامل‌های «تجهیزات» و «روندها» به ترتیب بیشترین تأثیر را بر شدت وقوع یک حادثه می‌گذارند؛ (۷) در میان زیرعامل‌های تشکیل دهنده «عامل خطای انسانی» زیرعامل «عمل مربوط به شخص دائم» بیشترین تأثیر را بر شدت وقوع یک حادثه می‌گذارد و (۸) در میان زیرعامل‌های تشکیل دهنده «عامل ساختاری» زیرعامل «شرایط محیطی» بیشترین تأثیر را بر شدت وقوع یک حادثه می‌گذارد.

اکنون با استفاده از ضرایب مسیر استاندارد شده (ارائه شده در جدول ۲ و شکل ۲) می‌توان اثرکل هر گویه را بر احتمال وقوع یا شدت وقوع یک حادثه محاسبه نمود. جدول ۳ این اثر کل را به صورت درصدی ارائه می‌کند.

جدول ۳: درصد اثر کل گویه بر احتمال وقوع و شدت وقوع حادثه

| عامل اصلی→زیر عامل (اول و دوم) | گویه‌ها | درصد اثرکل گویه در مدل | |
|---|---|---|---|
| | | احتمال وقوع حادثه | شدت وقوع حادثه |
| عامل انسانی→اجرا | عمل در یک زمان اشتباه | ۱.۹ | ۲ |
| | انجام یک عمل اشتباه | ۲ | ۲.۱ |
| | تشخیص اشتباه محل | ۱.۹ | ۱.۹ |
| | تشخیص نادرست نوع واکنش: به دلیل فاصله، سرعت، جهت | ۱.۷ | ۱.۸ |
| | برنامه‌ریزی نادقیق | ۱.۳ | ۱.۴ |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

| | | درصد اثرکل گویه در مدل | |
|---|---|---|---|
| | گویه‌ها | احتمال وقوع حادثه | شدت وقوع حادثه |
| عامل اصلی→زیر عامل (اول و دوم) عامل انسانی→عملکرد شناختی→برنامه‌ریزی | اولویت‌بندی اشتباه | ۱ | ۱.۱ |
| عامل انسانی→عملکرد شناختی→تفسیر | تشخیص اشتباه | ۰.۵ | ۰.۴ |
| | استدلال اشتباه | ۰.۵ | ۰.۴ |
| | تصمیم اشتباه | ۰.۵ | ۰.۴ |
| | تفسیر همراه با تاخیر | ۰.۵ | ۰.۴ |
| | پیشگویی نادرست | ۰.۴ | ۰.۴ |
| عامل انسانی→عملکرد شناختی→شواهد | شواهد گم‌شده | ۱ | ۰.۹ |
| | شواهد گمراه کننده | ۰.۹ | ۰.۸ |
| | تشخیص اشتباه | ۰.۸ | ۰.۸ |
| عامل انسانی→عمل مربوط به شخص موقت | خطای حافظه | ۰.۸ | ۰.۷ |
| | ترس | ۰.۸ | ۰.۶ |
| | حواس پرتی | ۰.۷ | ۰.۶ |
| | خستگی | ۰.۸ | ۰.۷ |
| | عملکرد متغیر | ۰.۸ | ۰.۶ |
| | بی‌توجهی | ۰.۸ | ۰.۶ |
| | استرس فیزیکی | ۰.۷ | ۰.۶ |
| | استرس روان‌شناختی | ۰.۷ | ۰.۶ |
| عامل انسانی→عمل مربوط به شخص دائم | اختلال در عملکرد | ۳.۴ | ۴.۳ |
| | سبک شناختی | ۲.۹ | ۳.۴ |
| | تعصب شناختی | ۲.۷ | ۳.۵ |
| عامل تکنولوژی→تجهیزات | خرابی راکتورها، مخازن و تجهیزات | ۱.۷ | ۱.۸ |
| | خرابی قطعات | ۱.۷ | ۱.۷ |
| | خرابی تجهیزات مربوط به سیستم‌های کنترلی | ۱.۷ | ۱.۷ |
| | فرسودگی، خستگی و سایش | ۱.۸ | ۱.۷ |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

| | | درصد اثرکل گویه در مدل | |
|---|---|---|---|
| | گویه‌ها | احتمال وقوع حادثه | شدت وقوع حادثه |
| عامل اصلی→زیر عامل (اول و دوم) | انسداد | ۱.۸ | ۱.۸ |
| | تخلیه انرژی بر اثر شارژ الکترواستاتیک | ۱.۷ | ۱.۸ |
| | عملیات بارگیری و تخلیه تانکر یا بارج | ۱.۸ | ۱.۸ |
| | خطای نرم‌افزاری | ۱.۷ | ۱.۷ |
| عامل تکنولوژی→روندها | فقدان یا ناکافی بودن روندها، دستورالعمل‌ها یا پروتکل‌ها | ۹.۲ | ۱۰.۵ |
| عامل تکنولوژی→مشکلات موقت | دسترسی محدود | ۲ | ۲ |
| | اطلاعات مبهم | ۱.۷ | ۱.۷ |
| | اطلاعات ناکامل | ۱.۷ | ۱.۶ |
| عامل تکنولوژی→مشکلات دائم | مشکل دسترسی | ۲.۷ | ۲.۶ |
| | برچسب‌گذاری نادرست | ۲.۷ | ۲.۶ |
| عامل ساختاری→ارتباطات | خرابی مسیر ارتباطی | ۲.۹ | ۳.۲ |
| | اطلاعات گم‌شده | ۲.۹ | ۳.۲ |
| عامل ساختاری→سازمانی | فقدان یا ناکافی بودن سیستم نگهداری | ۱.۳ | ۱.۳ |
| | فقدان یا ناکافی بودن سیستم کنترل کیفیت | ۱.۳ | ۱.۲ |
| | مشکل مدیریتی | ۱.۳ | ۱.۲ |
| | تخصیص وظیفه نامناسب | ۱.۳ | ۱.۲ |
| | فشارهای اجتماعی | ۱.۳ | ۱.۲ |
| عامل ساختاری→آموزش | آموزش ناکافی | ۳.۳ | ۳.۱ |
| | دانش ناکافی | ۳.۲ | ۳ |
| عامل ساختاری→شرایط محیطی | درجه حرارت | ۱.۴ | ۱.۴ |
| | صدا | ۱.۴ | ۱.۴ |
| | رطوبت | ۱.۴ | ۱.۴ |
| | نور زیاد یا ناکافی | ۱.۱ | ۱.۱ |
| | سایر شرایط نامناسب محیطی | ۱.۴ | ۱.۴ |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

| عامل اصلی→زیر عامل (اول و دوم) | گویه‌ها | درصد اثرکل گویه در مدل | |
|---|---|---|---|
| | | احتمال وقوع حادثه | شدت وقوع حادثه |
| عامل ساختاری→شرایط کاری | تقاضای بیش از حد | ۱.۶ | ۱ |
| | اندازه نامناسب محل کار | ۱.۶ | ۱ |
| | فقدان یا ناکافی بودن تیم پشتیبانی | ۱.۴ | ۰.۹ |
| | ساعات کاری نامنظم | ۰.۹ | ۰.۵ |
| عامل ساختاری→شرایط فیزیکی محیط کار | درجه حرارت | ۱ | ۱ |
| | صدا | ۱ | ۱ |
| | رطوبت | ۱ | ۱ |
| | نور زیاد یا ناکافی | ۱ | ۱ |
| | سایر شرایط نامناسب محیطی | ۱ | ۱ |

با استفاده از اثرکل ارائه شده در جدول ۳ می‌توان نتیجه گرفت: (۱) فقدان یا ناکافی بودن روندها-دستورالعمل‌ها یا پروتکل‌ها، اختلال در عملکرد شخص دائم، آموزش ناکافی و دانش ناکافی کارکنان به ترتیب بیشترین تأثیر را بر احتمال وقوع یک حادثه می‌گذارد و (۲) فقدان یا ناکافی بودن روندها، دستورالعمل‌ها یا پروتکل‌ها، اختلال در عملکردشخص دائم وتعصب شناختی شخص دائم به ترتیب بیشترین تأثیر را بر شدت وقوع یک حادثه می‌گذارد

## ۳. پیشنهاد یک الگو برای ارزیابی ریسک‌های موجود در بخش‌های مختلف یک پالایشگاه

این بخش با استفاده از نتایج تحقیق انجام شده در بخش قبل، یک الگوی جدید برای ارزیابی ریسک‌های یک پالایشگاه ارائه می‌کند. بر اساس مطالعه میدانی انجام شده در این تحقیق، محقق به این نتیجه رسید که متأسفانه در حال حاضر یک رویکرد دقیق و علمی برای ارزیابی ریسک‌های یک پالایشگاه نفت یا گاز وجود ندارد. در رویکرد فعلی ارزیاب بعد از مراجعه حضوری به پالایشگاه و مشاهده بخش‌های مختلف آن، اقدام به تهیه یک گزارش می‌کند. در این گزارش ارزیاب بعد از معرفی کلی پالایشگاه به معرفی اجزاء پالایشگاه می‌پردازد. در هنگام معرفی هر جزء نظر خود را در مورد ریسک‌های آن ارائه و در انتهای

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

آن بخش توصیه‌هایی در سه سطح ارائه می‌کند. متأسفانه به دلیل فقدان یک دستورالعمل مدون و واحد ممکن است نحوه‌ی ارزیابی و ارائه توصیه‌های ارزیابی بسیار ذهنی باشد. به عبارت دیگر با تغییر ارزیاب ممکن است توصیه ارزیابی تغییر پیدا کند. لذا در این بخش سعی شده است، یک دستورالعمل پیشنهادی برای این ارزیابی ارائه شود.

## ۱-۳. چگونگی ارزیابی ریسک‌های یک سیستم

ارزیابی ریسک یک روند رسمی و منظم برای شناسایی و اندازه‌گیری احتمال وقوع و شدت وقوع خسارت‌های مرتبط با آن ریسک است (مدرس، ۲۰۱۶).

واضح است بدون ارزیابی ریسک‌های یک سیستم نمی‌توان در مورد مدیریت ریسک‌های آن سیستم یک بحث علمی انجام داد. کاپلن و گریک (۱۹۸۱) برای ارزیابی ریسک‌های یک سیستم سه گام اساسی زیر را توصیه کردند:

۱. شناسایی ریسک‌های سیستم: در این گام با استفاده از مرور ادبیات و تحقیقات مشابه ریسک‌های سیستم احصاء می‌شوند.

۲. ارزیابی احتمال وقوع خسارت مرتبط با ریسک‌ها: در این گام با استفاده از یک رویکرد کمی احتمال وقوع هر یک از ریسک‌ها اندازه‌گیری می‌شوند. معمولاً احتمال وقوع هر ریسک در قالب یک متغیر ترتیبی با طیف لیکرت گزارش می‌شود.

۳. ارزیابی شدت خسارت‌های هر ریسک در صورت وقوع آن: در این گام شدت خسارت مرتبط با هر ریسکی که اتفاق می‌افتند، مشخص می‌شود. همانند احتمال وقوع، شدت خسارت‌های مرتبط با هر ریسک نیز معمولاً در قالب یک متغیر ترتیبی گزارش می‌شود.

بعد از طی کردن سه گام بالا، اطلاعات احصاء شده را باید با همدیگر ترکیب کرده و نمره ارزیابی ریسک‌های آن سیستم محاسبه شود. بنابراین می‌توان نمره ارزیابی ریسک‌های یک سیستم را تابعی از احتمال وقوع و شدت وقوع خسارت‌های مرتبط با ریسک‌های آن سیستم دانست. برای مثال اگر برای یک سیستم تعداد $K$ ریسک احصاء شده باشد، همچنین اگر $p_i$ و $c_i$ به ترتیب احتمال وقوع و شدت وقوع خسارت‌های مرتبط با ریسک $i$ام باشد، نمره ارزیابی ریسک‌های این سیستم تابعی به فرم $f(\{(p_1, c_1), \cdots, (p_K, c_K)\})$ خواهد بود.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

واضح است برای مشخص کردن نمره ارزیابی ریسک‌های یک سیستم فرم ریاضی تابع $f$ باید دقیقاً معلوم باشد. روش‌های بسیار متعددی برای تعیین تابع $f$ وجود دارد، شاید بتوان گفت ساده‌ترین فرم این تابع به صورت

$$f(\{(p_1, c_1), \cdots, (p_K, c_K)\}) = \sum_{i=1}^{K} \omega_i p_i * \sum_{i=1}^{K} a_i c_i \quad (۱)$$

است. که در آن ضرایب $\omega_i$ و $a_i$ اعداد نامنفی هستند که در دو شرط $\sum_{i=1}^{K} \omega_i = ۱$ و $\sum_{i=1}^{K} a_i = ۱$ صدق می‌کنند.

بعد از تعیین مقدار نمره ارزیابی باید مقدار به‌دست آمده را در قالب یک دستورالعمل اجرایی خلاصه کنیم. این دستورالعمل اجرایی می‌تواند مبنای مدیریت ریسک‌های ارزیابی شده آن سیستم باشد. یکی از ساده‌ترین رویکردها برای احصاء این دستورالعمل اجرایی، استفاده از ماتریس تصمیم‌گیری یا ماتریس ارزیابی ریسک است (روساند، ۲۰۱۳). روند ارزیابی ریسک‌های یک سیستم را می‌توان به صورت گام‌های زیر بیان نمود:

۱. احصاء و تعیین ریسک‌های مرتبط با آن سیستم

۲. اندازه‌گیری احتمال وقوع خسارت مرتبط با هر ریسک

۳. اندازه‌گیری شدت وقوع خسارت مرتبط با هر ریسک

۴. ارائه دستورالعمل نمره‌دهی ریسک‌های آن سیستم

۵. ارائه دستورالعمل خلاصه‌سازی نتیجه بدست آمده از گام چهارم و ارائه راهکار مدیریت ریسک‌های آن سیستم.

گام‌های ۱، ۲ و ۳ در بخش دوم این تحقیق انجام شده است لذا در بخش بعدی دو گام باقی مانده ارائه می‌شوند.

## ۲-۳.دستورالعمل ارزیابی ریسک‌های مرتبط با بخش‌های پالایشگاه‌های نفت و گاز در حال بهره‌برداری

همان‌گونه که در بخش قبلی گفته شد، پیش از ارزیابی ریسک‌های یک سیستم، احتمال وقوع و شدت وقوع ریسک‌های آن سیستم (که در گام ۱ احصاء شده‌اند) باید اندازه‌گیری شوند. روش‌های بسیار زیادی برای اندازه‌گیری این دو کمیت وجود دارد. در حوزه ریسک‌های مرتبط با نفت و گاز روش‌های نظیر

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

شبکه‌های بیزی توسط محققان توصیه شده است (وین‌نم، ۲۰۱۴). متأسفانه برای استفاده از این ابزار آماری نیازمند اطلاعات بسیار دقیق به همراه جزییات هستیم. به دلیل ناکافی بودن اطلاعات کمّی، در این تحقیق، یک رویکرد کیفی که با استفاده از نظر خبرگان به‌دست آمده است، دنبال می‌شود. در این رویکرد کیفی، ابتدا با استفاده از نظر خبرگان صنعت، ریسک‌های احصاء شده با دو رویکرد احتمال وقوع و شدت وقوع نمره‌دهی می‌شوند. سپس با استفاده از روش معادله‌یابی معادلات ساختاری، وزن‌های دو تابع خلاصه‌سازی معادله (۱) به‌دست می‌آیند. در ادبیات مدیریت ریسک این رویکرد را رویکرد چک‌لیست می‌گویند. اداره حمل و نقل آمریکا این رویکرد را برای اندازه‌گیری احتمال و شدت خسارت‌های مرتبط با ریسک‌های حوزه نفت و گاز توصیه کرده است (ABS، ۲۰۰۰).

وزن‌های رویکرد چک‌لیست به شرح جدول ۴ محاسبه و ارائه شده‌اند.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

جدول ۴. ضرایب مربوط به احتمال و شدت وقوع حادثه در صورت وقوع هر عامل

| عامل | ارزیابی با استفاده از گویه‌های: | ضرایب مربوط به احتمال وقوع حادثه در صورت وقوع هر عامل | ضرایب مربوط به شدت وقوع حادثه در صورت وقوع هر عامل |
|---|---|---|---|
| **اجرای فرد مسئول** | خطای فرد مسئول به دلیل انجام اجرای اشتباه نظیر: تشخیص اشتباه، تشخیص نادرست زمان انجام عمل، تشخیص نادرست نوع واکنش | ۰.۰۷۵۰ | ۰.۰۷۷۵ |
| **عملکرد شناختی فرد مسئول** | خطای فرد مسئول به دلیل عملکرد شناختی نادقیق نظیر: برنامه‌ریزی نادقیق، اولویت‌بندی اشتباه، استدلال اشتباه، تصمیم اشتباه، تفسیر همراه با تاخیر، پیشگویی نادرست، وجود شواهد ناکافی یا گمراه کننده | ۰.۰۷۵۰ | ۰.۰۷۱۳ |
| **عمل مربوط به شخص موقت** | خطای فرد موقت به دلیل: خطای حافظه، ترس، حواس پرتی، خستگی، عملکرد متغیر، بی‌توجهی، استرس | ۰.۰۶۰۰ | ۰.۰۴۹۶ |
| **عمل مربوط به شخص دائم** | خطای فرد موقت به دلیل: اختلال در عملکرد، سبک شناختی، تعصب شناختی | ۰.۰۹۰۰ | ۰.۱۱۱۶ |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

| عامل | ارزیابی با استفاده از گویه‌های: | ضرایب مربوط به احتمال وقوع حادثه در صورت وقوع هر عامل | ضرایب مربوط به شدت وقوع حادثه در صورت وقوع هر عامل |
|---|---|---|---|
| **تجهیزات** | خطای تجهیزات نظیر: خرابی راکتورها، مخازن و تجهیزات، خرابی قطعات، خرابی تجهیزات مربوط به سیستم‌های کنترلی و پشتیبانی، وجود فرسودگی، خستگی و سایش، وجود انسداد، تخلیه انرژی بر اثر شارژ الکترواستاتیک، خطا در عملیات بارگیری و تخلیه تانکر یا بارج، خطای نرم‌افزاری | ۰.۱۳۹۴ | ۰.۱۴۰۰ |
| **روندها** | خطا به دلیل فقدان یا ناکافی بودن روندها، دستورالعمل‌ها یا پروتکل‌ها | ۰.۰۹۱۸ | ۰.۱۰۵۰ |
| **مشکلات موقت** | خطا به دلیل وجود مشکلات موقت نظیر: دسترسی محدود، اطلاعات مبهم و ناکامل | ۰.۰۵۴۴ | ۰.۰۵۲۵ |
| **مشکلات دائم** | خطا به دلیل وجود مشکلات دائم نظیر: مشکل دسترسی، برچسب‌گذاری نادرست | ۰.۰۵۴۴ | ۰.۰۵۲۵ |
| **ارتباطات** | عدم وجود ارتباط مناسب به دلیل: خرابی یا عدم وجود مسیر ارتباطی، اطلاعات گم‌شده | ۰.۰۵۷۶ | ۰.۰۶۴۶ |
| **سازمانی** | وجود مشکلات سازمانی نظیر: فقدان یا ناکافی بودن سیستم نگهداری، سیستم کنترل کیفیت، مشکل مدیریتی، تخصیص نامناسب وظایف، وجود فشارها و استرس بر کارکنان | ۰.۰۶۴۸ | ۰.۰۶۱۲ |
| **آموزش** | مشکلات آموزشی نظیر: آموزش ناکافی کارکنان (قبل و بعد از استخدام)، دانش ناکافی کارکنان | ۰.۰۶۴۸ | ۰.۰۶۱۲ |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

| عامل | ارزیابی با استفاده از گویه‌های: | ضرایب مربوط به احتمال وقوع حادثه در صورت وقوع هر عامل | ضرایب مربوط به شدت وقوع حادثه در صورت وقوع هر عامل |
|---|---|---|---|
| **شرایط محیطی** | وجود شرایط نامناسب محیطی کارخانه یا پالایشگاه نظیر: درجه حرارت، صدا، رطوبت، نور زیاد یا ناکافی، سایر شرایط نامناسب محیطی | ۰.۰۶۸۴ | ۰.۰۶۸۰ |
| **شرایط کاری** | وجود شرایط نامناسب کاری برای کارکنان نظیر: تقاضای بیش از حد، نامناسب بودن فضا و اندازه محل کار، فقدان یا ناکافی بودن تیم پشتیبانی، وجود ساعات کاری نامنظم | ۰.۰۵۴۰ | ۰.۰۳۴۰ |
| **شرایط فیزیکی محیط کار** | وجود شرایط نامناسب فیزیکی در محیط کار کارکنان نظیر: درجه حرارت، صدا، رطوبت، نور زیاد یا ناکافی، سایر شرایط نامناسب محیطی | ۰.۰۵۰۴ | ۰.۰۵۱۰ |

لازم به ذکر است: ارزیابان ریسک می‌توانند در کنار استفاده از گویه‌های ذکر شده در جدول ۴ از ابزارهای جانبی دیگری نیز استفاده کنند.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

## ۳-۳. دستورالعمل خلاصه‌سازی و ارائه توصیه در مورد پذیرش ریسک‌های مرتبط با بخش‌های پالایشگاه‌های نفت و گاز در حال بهره‌برداری

بعد از ارائه یک روش کمی برای اندازه‌گیری احتمال و شدت وقوع ریسک‌های یک سیستم، با استفاده از معادله (۱) نمره ارزیابی ریسک‌های آن سیستم محاسبه می‌شود. سرانجام با استفاده از روش ماتریس ارزیابی دستورالعمل مدیریت ریسک‌های آن سیستم پیشنهاد می‌شود. جدول ۵ ماتریس ارزیابی که توسط محقق پیشنهاد شده است، را ارائه می‌کند.

جدول ۵. ماتریس ارزیابی ریسک، پیشنهادی محقق

| ماتریس ارزیابی ریسک | | B=احتمال وقوع حادثه (محاسبه بر اساس جدول۴) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | بسیار زیاد($B > 4$) | زیاد ($B \in (3,4]$) | متوسط ($B \in (2,3]$) | کم ($B \in (1,2]$) | **بسیار کم ($B \leq 1$)** |
| A=شدت وقوع حادثه (محاسبه شده بر اساس جدول ۴) | فاجعه‌آمیز ($A > 4$) | $R_1$ | $R_1$ | $R_1$ | $R_2$ | $\boldsymbol{R_2}$ |
| | بزرگ ($A \in (3,4]$) | $R_1$ | $R_1$ | $R_2$ | $R_2$ | $\boldsymbol{R_3}$ |
| | متوسط ($A \in (2,3]$) | $R_1$ | $R_2$ | $R_2$ | $R_3$ | $\boldsymbol{R_3}$ |
| | کم ($A \in (1,2]$) | $R_2$ | $R_2$ | $R_3$ | $R_3$ | $\boldsymbol{R_3}$ |
| | بسیار کم ($A \leq 1$) | $R_2$ | $R_3$ | $R_3$ | $R_3$ | $\boldsymbol{R_3}$ |

ماتریس ارزیابی جدول ۵ ریسک‌ها را در سه قالب بحرانی ($R_1$)، متوسط ($R_2$) و قابل‌قبول ($R_3$) دسته‌بندی می‌کند. این دسته‌بندی از دیدگاه یک ارزیاب بیمه، که می‌خواهد در مورد پذیرش یا عدم پذیرش یک درخواست خرید بیمه تصمیم‌گیری کند، می‌تواند به صورت پذیرش ریسک (توصیه $R_3$)، پذیرش ریسک با افزایش حق‌بیمه (توصیه $R_2$) و عدم پذیرش ریسک (توصیه $R_1$) به بیمه‌گر باشد.

## ٤. تحلیل کمی اطلاعات موجود

داده‌های مورد استفاده در این مقاله، اطلاعات مربوط به صدور و خسارت بیمه‌نامه‌های صادره بین سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۷ شرکت بیمه ایران و بیمه مرکزی می‌باشد. بعد از ارائه توصیف اجمالی از داده‌ها، توزیع شدت خسارت‌ها و توزیع سرمایه بیمه‌نامه‌ها را محاسبه می‌کنیم. سپس با نرخ‌های رسمی تورم،

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

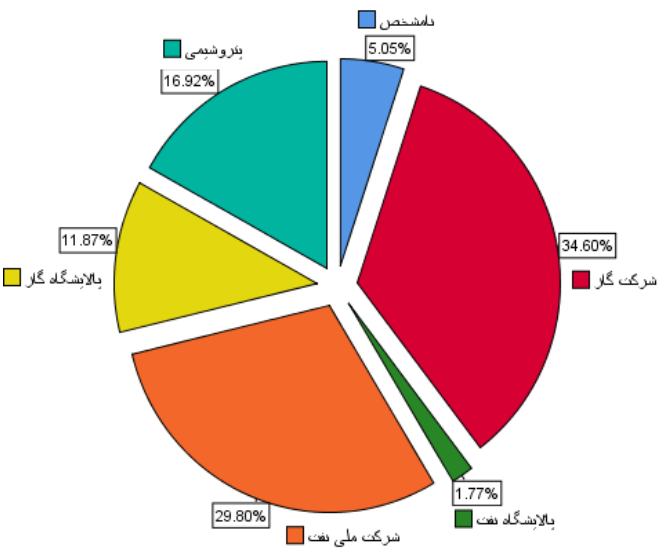
اعلام شده توسط بانک مرکزی، مدل زمانی تورم را مشخص و به کمک آن متوسط شدت خسارت‌ها و متوسط سرمایه بیمه‌نامه‌ها برای سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ پیش‌گویی می‌شوند.

## ۱-٤. توصیف داده‌ها

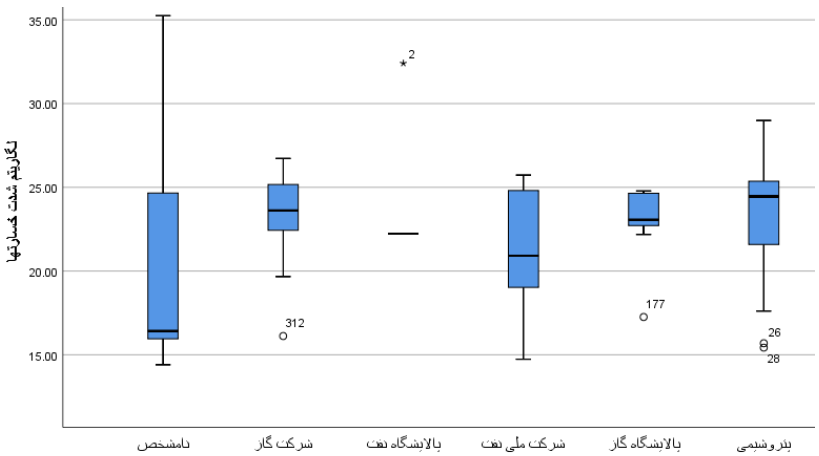
متأسفانه در اطلاعات ثبت شده در پایگاه داده‌ها در کنار شدت هر خسارت، تنها اطلاعاتی اندکی ثبت شده است. در این بخش با استفاده از ابزارهای آماری به مقایسه شدت خسارت‌ها برای هر دسته می‌پردازیم. لازم به ذکر است در صورت در دسترس بودن اطلاعات کمکی کامل‌تر، این تحقیق می‌توانست به خوبی عوامل مؤثر را احصاء و در قیمت‌گذاری از آنها استفاده کند.

با توجه به این که برخی از مقادیر خسارت‌هابسیار بزرگ هستند، بنابراین ابتدا از داده‌ها لگاریتم گرفته و با لگاریتم آن‌ها کار می‌کنیم.

شکل ۳ سهم هریک از بیمه‌گذاران را از تعداد و (لگاریتم) شدت خسارت‌های تولید شده نشان می‌دهد.

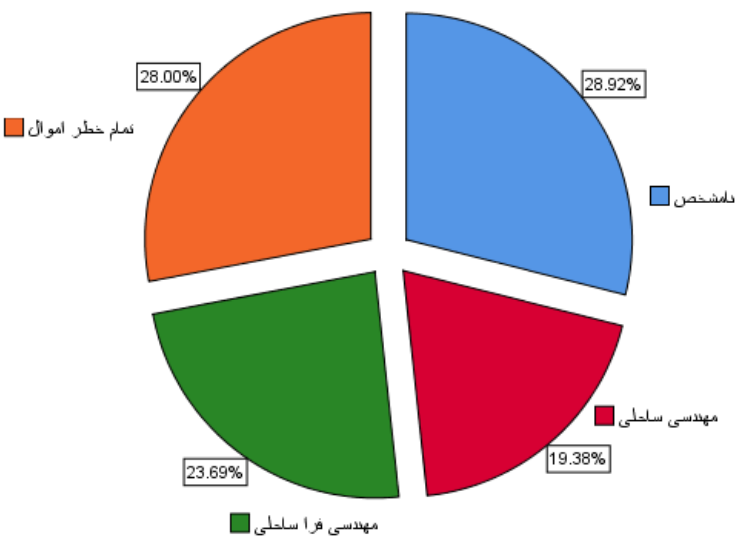



[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

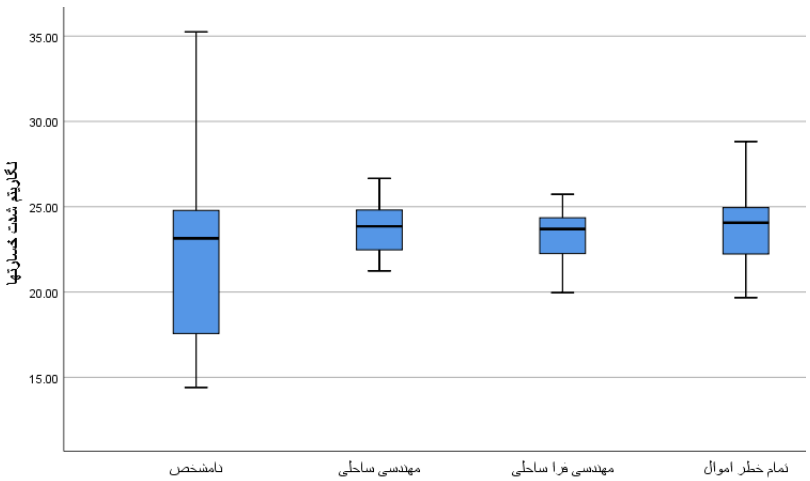



شکل ۳: سهم هریک از بیمه‌گذاران در تعداد و (لگاریتم) شدت خسارت‌های تولید شده

داده‌های اخذ شده مربوط به بیمه‌نامه‌های مربوط به بهره‌برداری هستند. این قراردادها به سه صورت ساحلی، فراساحلی و تمام خطر اموال در پایگاه داده‌ها ثبت شده‌اند. شکل ۴ سهم هریک از قراردادها را از تعداد و (لگاریتم) شدت خسارت‌های تولید شده نشان می‌دهد.

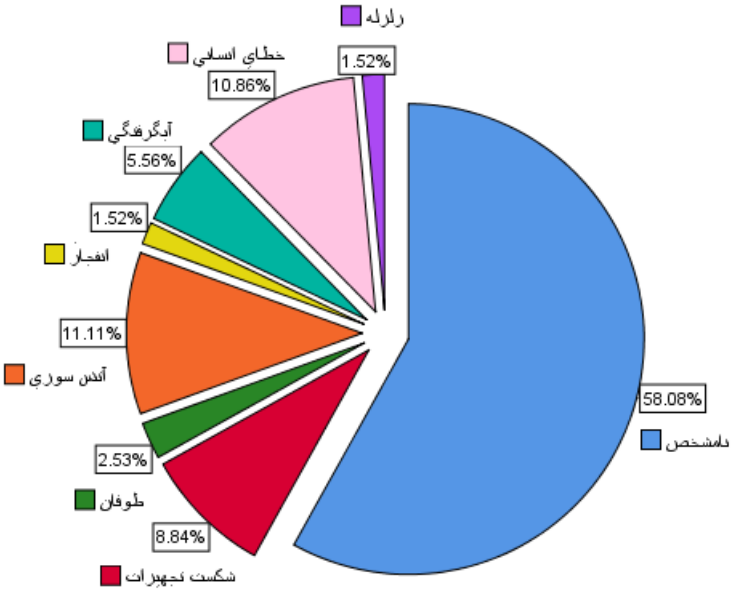



[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

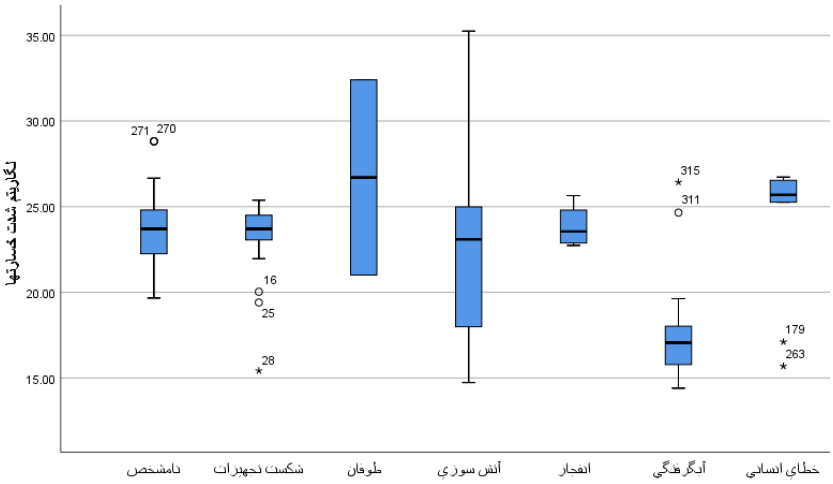



شکل ۴. سهم هریک از قراردادها در تعداد و (لگاریتم) شدت خسارت‌های تولید شده

در پایگاه داده‌ها علاوه بر شدت خسارت‌ها دلیل وقوع حادثه نیز ثبت می‌شود. شکل ۵ دلایل ثبت شده برای وقوع خسارت به همراه (لگاریتم) شدت خسارت را نشان می‌دهد.




[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]



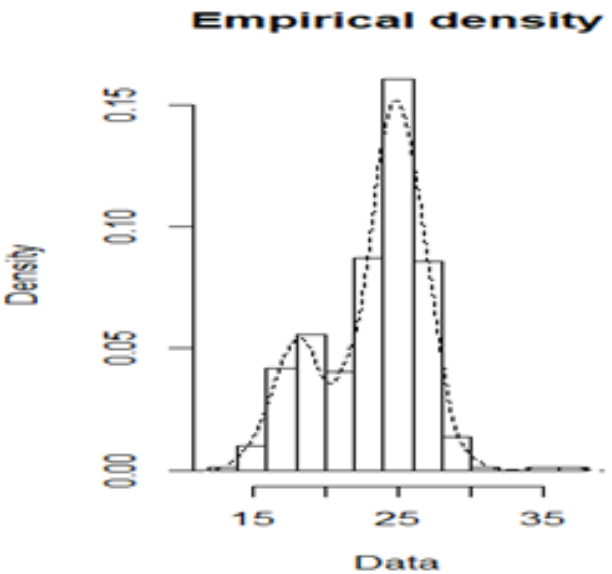

شکل ۵. دلایل ثبت شده برای وقوع خسارت به همراه (لگاریتم) شدت خسارت

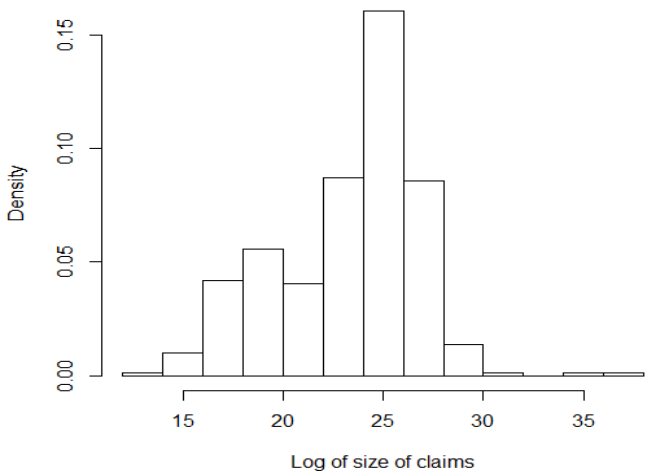
علی‌رغم تلاش زیاد محققان، با توجه به ناکافی بودن حجم اطلاعات، رویکردهای مبتنی بر روش‌های رگرسیونی از نیکویی برازش قابل قبول برخودار نشده‌اند. بنابراین برای ادامه کار، با استفاده از نرخ‌های تورم رسمی اعلام شده، ابتدا ارزش زمانی خسارت‌ها و سرمایه بیمه‌نامه‌ها را برای ابتدای سال ۱۳۹۸ محاسبه می‌کنیم. سپس برای لگاریتم ارزش زمانی خسارت‌ها و سرمایه بیمه‌نامه‌ها دو توزیع آماری مناسب پیدا می‌کنیم. دو بخش بعدی به این کار می‌پردازد.

## ۲-٤. برازش توزیع به ارزش زمانی شدت خسارت‌ها

شکل ۶ نمودارهای هیستوگرام و تابع چگالی تجربی برازش شده به لگاریتم ارزش زمانی شدت خسارت‌ها را نشان می‌دهد.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]




شکل ۶. نمودارهای هیستوگرام و تابع چگالی تجربی برازش شده

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

با توجه به نمودارهای هیستوگرام و تابع چگالی تجربی برازش شده، به نظر نمی‌رسد بتوان یک تک توزیع مناسب را برای کل تکیه‌گاه داده‌ها پیدا نمود. برای پیدا کردن توزیع مناسب برای داده‌ها با مراجعه به نمودار تابع چگالی تجربی برازش شده، تکیه‌گاه را به نقاط زیر برش داده و توزیع هر بخش را پیدا می‌کنیم. نقطه‌های برش و معیارهای نیکویی برازش توزیع‌های کاندید شده برای داده‌ها به شرح جدول ۶ می‌باشد.

جدول ۶. معیارهای نیکویی برازش توزیع‌های کاندید شده برای لگاریتم ارزش زمانی شدت خسارت‌ها

| معیارهای نیکویی برازش برای | نام توزیع | معیار نیکویی برازش | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کلموگروف‌اسمیرنف | ون‌نیومن | اندرسون‌دارلینگ | AIC | BIC |
| داده‌های کمتر از ۱۸ | وایبل | ۰.۱۲۸۲۳۵۰ | ۰.۱۳۴۷۹۳۳ | ۰.۸۷۲۳۵۹۱ | ۱۱۳.۵۸۶۰ | ۱۱۷.۰۶۱۳ |
| | لوژستیک | ۰.۱۳۱۵۴۹۲ | ۰.۱۶۸۶۴۵۵ | ۱.۲۶۹۰۹۴۴ | ۱۱۹.۹۰۴۷ | ۱۲۳.۳۸۰۱ |
| | لگ‌نرمال | ۰.۲۰۶۷۳۰۵ | ۰.۳۴۸۱۵۴۹ | ۱.۸۵۳۱۰۸۶ | ۱۲۳.۷۴۶۷ | ۱۲۷.۲۲۲۱ |
| | نرمال | ۰.۱۹۲۸۵۷۱ | ۰.۲۹۸۹۰۳۴ | ۱.۶۱۴۱۵۷۸ | ۱۲۱.۱۹۰۶ | ۱۲۴.۶۶۶۰ |
| | گاما | ۰.۲۰۲۱۵۴۷ | ۰.۳۳۱۳۸۱۶ | ۱.۷۷۱۲۰۹۰ | ۱۲۲.۸۵۰۶ | ۱۲۶.۳۲۵۹ |
| داده‌های بین ۱۸ و ۲۰ | وایبل | ۰.۱۶۰۴۴۳۸ | ۰.۱۹۹۷۴۰۱ | ۱.۲۷۷۲۷۴۹ | ۸۳.۱۶۳۴۱ | ۸۶.۷۳۱۷۹ |
| | لوژستیک | ۰.۰۸۸۲۲۸۸۸ | ۰.۰۶۷۸۳۰۶۸ | ۰.۶۱۷۳۱۲۹۱ | ۷۷.۴۲۴۳۴ | ۸۰.۹۹۲۷۲ |
| | لگ‌نرمال | ۰.۱۰۱۷۸۷۰۵ | ۰.۰۸۰۷۸۸۵۷ | ۰.۶۳۵۳۶۶۸۸ | ۷۴.۴۶۸۱۳ | ۷۸.۰۳۶۵۱ |
| | نرمال | ۰.۱۰۷۶۵۶۶۵ | ۰.۰۸۸۶۸۴۵۵ | ۰.۶۷۶۹۰۵۲۸ | ۷۴.۹۶۹۷۱ | ۷۸.۵۳۸۰۹ |
| داده‌های بین ۲۰ و ۲۳ | وایبل | ۰.۱۵۷۳۸۲۲ | ۰.۱۰۰۳۵۱۱ | ۰.۵۳۳۶۶۹۴ | ۹۴.۱۵۸۵۶ | ۹۷.۶۸۰۹۶ |
| | لوژستیک | ۰.۱۲۳۳۲۷۸ | ۰.۱۰۴۲۲۱۹ | ۰.۵۶۱۶۲۲۸ | ۹۴.۰۹۵۱۲ | ۹۷.۶۱۷۵۲ |
| | لگ‌نرمال | ۰.۱۴۵۳۷۶۲ | ۰.۱۲۴۷۵۷۲ | ۰.۶۲۷۴۲۴۷ | ۹۳.۴۸۵۱۹ | ۹۷.۰۰۷۵۹ |
| | نرمال | ۰.۱۳۸۹۹۱۳ | ۰.۱۱۵۶۷۶۳ | ۰.۵۷۷۲۷۴۹ | ۹۳.۰۳۸۲۴ | ۹۶.۵۶۰۶۴ |
| | گاما | ۰.۱۴۳۲۲۳۶ | ۰.۱۲۱۵۴۴۸ | ۰.۶۰۹۶۹۶۰ | ۹۳.۳۲۳۶۵ | ۹۶.۸۴۶۰۵ |
| داده‌های بین ۲۳ و ۲۴ | وایبل | ۰.۱۰۵۳۰۹۴ | ۰.۱۱۹۶۶۱۴ | ۱.۰۲۳۳۵۵۴ | ۶.۶۵۰۶۱ | ۱۰.۷۷۱۵۰ |
| | لوژستیک | ۰.۱۴۲۹۵۲۹ | ۰.۱۶۸۱۱۵۰ | ۱.۳۶۵۵۲۲۹ | ۱۴.۲۱۰۷۷ | ۱۸.۳۳۱۶۵ |
| | لگ‌نرمال | ۰.۱۶۵۹۷۷۸ | ۰.۲۲۶۸۰۸۴ | ۱.۵۷۵۱۵۱۳ | ۱۱.۵۵۰۴۲ | ۱۵.۶۷۱۳۱ |
| | نرمال | ۰.۱۶۴۴۷۴۸ | ۰.۲۲۰۶۹۹۷ | ۱.۵۴۰۱۵۷۰ | ۱۱.۲۴۳۰۰ | ۱۵.۳۶۳۸۸ |
| | گاما | ۰.۱۶۵۴۷۷۴ | ۰.۲۲۴۷۴۹۸ | ۱.۵۶۳۳۱۰۲ | ۱۱.۴۴۶۴۰ | ۱۵.۵۶۷۲۸ |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

| معیارهای نیکویی برازش برای | نام توزیع | معیار نیکویی برازش | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کلموگروف‌اسمیرنف | ون‌نیومن | اندرسون‌دارلینگ | AIC | BIC |
| داده‌های بین ۲۴ و ۲۵ | وایبل | ۰.۱۶۰۷۲۲۴ | ۰.۲۴۷۷۷۰۸ | ۱.۴۸۵۴۴۰۵ | ۳۱.۲۹۷۲۴ | ۳۵.۴۵۲۳۱ |
| | لوژستیک | ۰.۱۳۸۰۷۳۵ | ۰.۱۷۹۵۶۴۶ | ۱.۱۶۰۶۵۱۰ | ۳۱.۴۸۹۱۹ | ۳۵.۶۴۴۲۶ |
| | لگ‌نرمال | ۰.۱۳۴۵۴۵۵ | ۰.۱۷۶۲۹۷۴ | ۱.۱۰۹۱۵۸۷ | ۲۶.۲۳۲۶۹ | ۳۰.۳۸۷۷۷ |
| | نرمال | ۰.۱۳۴۰۹۰۱ | ۰.۱۷۸۶۹۱۵ | ۱.۱۱۹۰۷۶۴ | ۲۶.۲۹۰۷۰ | ۳۰.۴۴۵۷۸ |
| | گاما | ۰.۱۳۴۳۹۱۱ | ۰.۱۷۷۱۲۲۸ | ۱.۱۱۲۵۵۴۷ | ۲۶.۲۵۰۳۳ | ۳۰.۴۰۵۴۰ |
| داده‌های کمتر بین ۲۵ و ۲۶ | وایبل | ۰.۱۸۸۸۳۸۵ | ۰.۴۱۹۴۹۰۸ | ۲.۴۳۳۲۱۵۸ | ۳۴.۸۹۰۰۱ | ۳۹.۳۲۹۰۲ |
| | لوژستیک | ۰.۱۸۳۴۹۰۹ | ۰.۳۴۵۸۳۲۰ | ۲.۱۷۵۴۴۸۳ | ۳۶.۸۴۸۹۶ | ۴۱.۲۸۷۹۸ |
| | لگ‌نرمال | ۰.۱۸۶۰۲۷۳ | ۰.۳۵۵۱۸۳۸ | ۲.۱۷۶۶۳۷۴ | ۲۹.۸۳۵۱۴ | ۳۴.۲۷۴۱۵ |
| | نرمال | ۰.۱۸۵۹۹۱۱ | ۰.۳۵۸۲۴۳۶ | ۲.۱۸۷۷۷۹۹ | ۲۹.۹۰۰۱۰ | ۳۴.۳۳۹۱۲ |
| | گاما | ۰.۱۸۶۰۰۴۵ | ۰.۳۵۶۲۰۱۸ | ۲.۱۸۰۲۵۴۶ | ۲۹.۸۵۵۱۳ | ۳۴.۲۹۴۱۵ |
| داده‌های بین ۲۶ و ۲۷ | وایبل | ۰.۲۰۸۶۸۴۷ | ۰.۴۵۸۸۸۴۱ | ۲.۷۹۰۵۴۰۰ | ۲۵.۶۰۵۸۱ | ۲۸.۷۱۶۵۱ |
| | لوژستیک | ۰.۱۸۶۹۱۸۱ | ۰.۲۴۹۷۳۵۳ | ۱.۸۰۱۵۸۴۷ | ۱۳.۳۳۱۸۵ | ۱۶.۴۴۲۵۴ |
| | لگ‌نرمال | ۰.۲۲۰۸۰۰۷ | ۰.۳۳۱۵۴۰۱ | ۲.۰۷۱۶۶۸۱ | ۱۲.۸۴۵۵۵ | ۱۵.۹۵۶۲۵ |
| | نرمال | ۰.۲۲۱۰۸۸۹ | ۰.۳۳۵۷۲۴۲ | ۲.۰۹۹۰۵۲۹ | ۱۳.۲۱۱۳۹ | ۱۶.۳۲۲۰۹ |
| | گاما | ۰.۲۲۰۸۷۶۶ | ۰.۳۳۲۸۶۴۴ | ۲.۰۸۰۵۲۵۴ | ۱۲.۹۶۶۷۱ | ۱۶.۰۷۷۴۰ |
| داده‌های بین ۲۷ و ۲۹ | وایبل | ۰.۳۳۵۴۵۰۹ | ۰.۹۱۹۶۸۶۵ | ۴.۹۳۶۱۵۸۹ | ۴۲.۵۶۴۸۴ | ۴۵.۸۹۱۹۶ |
| | لوژستیک | ۰.۲۸۰۳۹۸۴ | ۰.۵۸۱۶۹۹۸ | ۳.۹۴۳۵۶۳۵ | ۲۶.۹۲۶۴۵ | ۳۰.۲۵۳۵۷ |
| | لگ‌نرمال | ۰.۳۴۱۳۴۷۲ | ۰.۷۹۶۸۷۵۲ | ۴.۴۱۶۰۰۷۰ | ۲۷.۳۶۶۱۷ | ۳۰.۶۹۳۲۹ |
| | نرمال | ۰.۳۴۲۲۲۱۴ | ۰.۸۰۴۶۲۴۱ | ۴.۴۵۸۷۸۵۳ | ۲۷.۹۲۱۲۸ | ۳۱.۲۴۸۴۰ |
| | گاما | ۰.۳۴۱۶۳۶۵ | ۰.۷۹۹۴۳۶۷ | ۴.۴۳۰۲۵۱۹ | ۲۷.۵۵۰۳۱ | ۳۰.۸۷۷۴۳ |

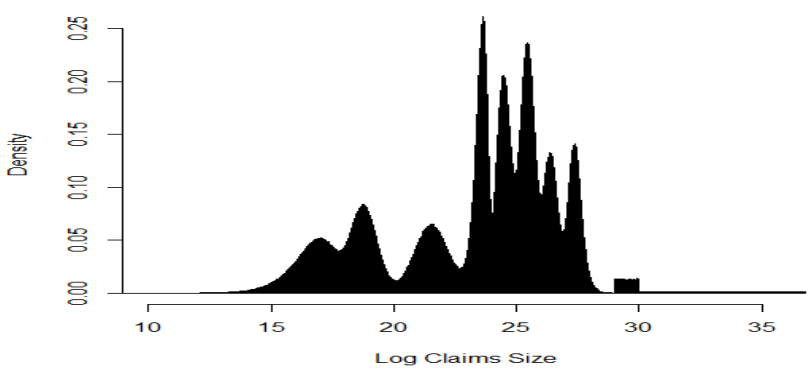
با توجه مناسب‌ترین توزیع برازش شده (ارائه شده در جدول ۶) و بر اساس تعداد داده‌های هر بازه، وزن توزیع آن بازه را پیدا می‌کنیم. نتایج به دست آمده در جدول ۷ ارائه شده است.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

جدول ۷. خلاصه‌ای از توزیع‌های برازش شده برای هر بازه به همراه وزن آن بازه

| بازه | نام توزیع برازش شده | پارامترهای توزیع برازش شده | وزن توزیع |
|---|---|---|---|
| (۱۸،۰] | وایبل | ۲۲.۲۳۵۴۲؛۱۷.۰۰۸۲۷ | ۰.۱۰۶۰۶۰۶ |
| (۲۰،۱۸] | لگ‌نرمال | ۰.۰۲۸۷۱۵۸۴; ۲.۹۳۲۱۴۲۱۷ | ۰.۱۱۱۱۱۱۱ |
| (۲۳،۲۰] | نرمال | ۰.۶۸۱۳۹۷ ; ۲۱.۵۳۳۶۸۰ | ۰.۱۰۸۵۸۵۹ |
| (۲۴،۲۳] | وایبل | ۲۳.۶۳۶۰۸; ۱۱۱.۳۶۹۴۹ | ۰.۱۴۶۴۶۴۶ |
| (۲۵،۲۴] | لگ‌نرمال | ۰.۰۱۱۹۳۳۹۹; ۳.۱۹۷۸۳۸۵۰ | ۰.۱۴۸۹۸۹۹ |
| (۲۶،۲۵] | لگ‌نرمال | ۰.۰۱۱۴۹۵۴۹; ۳.۲۳۶۸۲۶۲۴ | ۰.۱۷۱۷۱۷۲ |
| (۲۷،۲۶] | لگ‌نرمال | ۰.۰۱۰۴۰۶۱ ; ۳.۲۷۲۷۸۹۸ | ۰.۰۸۸۳۸۳۸۴ |
| (۲۹،۲۷] | لوژستیک | ۰.۱۷۶۸۰۵۶ ;۲۷.۳۶۷۳۳۹۹ | ۰.۰۹۸۴۸۴۸۵ |
| (۳۰،۲۹] | یکنواخت | ۲۹؛۳۰ | ۰.۰۱۲۶۲۶۲۶ |
| (۳۶،۳۰] | یکنواخت | ۳۰؛۳۷ | ۰.۰۰۷۵۷۵۷۵۸ |

شکل ۷ نمودار توزیع آمیخته برازش شده را نشان می‌دهد.




شکل ۷. نمودار توزیع آمیخته برازش شده به لگاریتم ارزش زمانی خسارت‌ها

مناسب بودن توزیع آمیخته برازش‌شده با استفاده از ازمون کلموگروف‌اسمیرنف (p-value=0.093) مورد تایید قرار گرفت.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

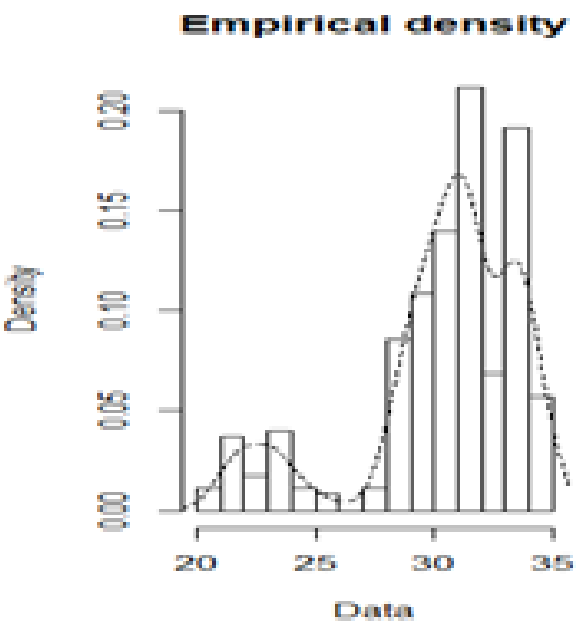
در جدول ۸ برخی از شاخص‌های توصیفی توزیع برازش شده بر حسب میلیون ریال گزارش شده است.

جدول ۸. برخی از شاخص‌های توصیفی برای توزیع برازش شده به ارزش زمانی خسارت‌ها

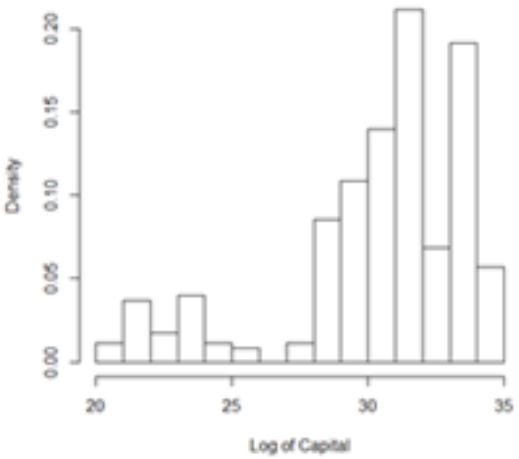
| میانگین (میلیون ریال) | انحراف معیار (میلیون ریال) | چندک‌های (میلیون ریال) | |
|---|---|---|---|
| | | ۹۹.۵٪ | ۹۹.۹۵٪ |
| ۱۰۹۳۳۴۳۲ | ۲۲۶۵۷۹۳۰۵ | ۱۰۸۷۷۵۰۵۹ | ۶۱۴۶۳۲۷۵۴۱ |

## ۳-٤. برازش توزیع به ارزش زمانی سرمایه بیمه‌نامه

شکل ۸ نمودارهای هیستوگرام و تابع چگالی تجربی برازش شده به لگاریتم ارزش زمانی سرمایه بیمه‌نامه را نشان می‌دهد.




[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]




شکل ۸. نمودارهای هیستوگرام و تابع چگالی تجربی برازش شده به لگاریتم ارزش زمانی سرمایه بیمه‌نامه

با توجه به نمودارهای هیستوگرام و تابع چگالی تجربی برازش شده، به نظر نمی‌رسد بتوان یک تک توزیع مناسب را برای کل تکیه‌گاه داده‌ها پیدا نمود. برای پیدا کردن توزیع مناسب برای داده‌ها با مراجعه به نمودار تابع چگالی تجربی برازش شده، تکیه‌گاه را به نقاط زیر برش داده و توزیع هر بخش را پیدا می‌کنیم. نقطه‌های برش و معیارهای نیکویی برازش توزیع‌های کاندید شده برای داده‌ها به شرح جدول۹ می‌باشد.

جدول ۹. معیارهای نیکویی برازش توزیع‌های کاندید شده برای لگاریتم ارزش زمانی سرمایه بیمه‌نامه‌ها

| معیارهای نیکویی برازش برای | نام توزیع | معیار نیکویی برازش | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کلموگروف‌اسمیرنف | ون‌نیومن | اندرسون‌دارلینگ | AIC | BIC |
| داده‌های کمتر از ۳۰ | وایبل | ۰.۲۴۹۸۵۷۸ | ۱.۸۳۳۸۰۴۷ | ۱۰.۵۱۲۹۶۱۶ | ۵۸۳.۸۳۸۰ | ۵۸۹.۳۴۵۲ |
| | لوژستیک | ۰.۲۲۴۲۱۵۸ | ۱.۶۴۶۹۷۸۷ | ۹.۶۶۱۸۳۸۳ | ۶۱۳.۹۴۸۴ | ۶۱۹.۴۵۵۶ |
| | لگ‌نرمال | ۰.۲۷۳۷۱۴۸ | ۱.۹۶۵۳۱۶۸ | ۱۰.۶۶۶۷۳۴۷ | ۶۱۰.۴۴۱۶ | ۶۱۵.۹۴۸۷ |
| | نرمال | ۰.۲۶۱۱۸۳۷ | ۱.۸۹۷۱۸۵۵ | ۱۰.۳۵۳۱۳۹۶ | ۶۰۲.۲۱۶۷ | ۶۰۷.۷۲۳۸ |
| | گاما | ۰.۲۶۹۶۵۵۸ | ۱.۹۴۲۵۷۱۵ | ۱۰.۵۶۰۴۸۵۳ | ۶۰۷.۴۴۷۶ | ۶۱۲.۹۵۴۸ |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

| معیارهای نیکویی برازش برای | نام توزیع | معیار نیکویی برازش | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کلموگروف‌اسمیرنف | ون‌نیومن | اندرسون‌دارلینگ | AIC | BIC |
| داده‌های بین ۳۰ و ۳۳ | وایبل | ۰.۱۹۷۷۹۰۵ | ۰.۹۶۰۳۰۶۷ | ۵.۱۸۷۱۹۷۰ | ۳۵۲.۲۶۱۳ | ۳۵۸.۲۴۲۲ |
| | لوژستیک | ۰.۱۵۹۷۶۷۹ | ۰.۵۹۷۴۸۶۷ | ۳.۱۶۶۷۱۳۹ | ۳۲۶.۹۸۲۱ | ۳۳۲.۹۶۲۹ |
| | لگ‌نرمال | ۰.۱۵۰۲۰۹۷ | ۰.۶۱۵۹۲۸۳ | ۳.۱۶۲۵۷۹۹ | ۳۲۲.۴۵۲۶ | ۳۲۸.۴۳۳۵ |
| | نرمال | ۰.۱۴۵۵۹۸۵ | ۰.۶۱۹۲۹۶۷ | ۳.۲۰۳۸۰۴۶ | ۳۲۳.۳۶۵۳ | ۳۲۹.۳۴۶۲ |
| | گاما | ۰.۱۴۸۶۷۶۰ | ۰.۶۱۶۶۹۹۹ | ۳.۱۷۴۵۸۳۲ | ۳۲۲.۷۳۴۷ | ۳۲۸.۷۱۵۶ |
| داده‌های بزرگتر از ۳۳ | وایبل | ۰.۲۸۶۳۲۵۴ | ۱.۸۷۷۳۸۸۰ | ۹.۶۳۱۰۶۶۶ | ۱۵۲.۸۵۲۱ | ۱۵۷.۷۸۴۰ |
| | لوژستیک | ۰.۲۴۳۹۷۱۴ | ۱.۱۹۱۱۵۶۵ | ۸.۰۲۲۴۹۴۳ | ۱۲۰.۷۲۰۹ | ۱۲۵.۶۵۲۷ |
| | لگ‌نرمال | ۰.۲۹۶۲۶۷۸ | ۱.۶۳۷۸۷۴۸ | ۸.۸۴۵۱۹۱۷ | ۱۱۹.۹۴۳۶ | ۱۲۴.۸۷۵۴ |
| | نرمال | ۰.۲۹۶۷۸۲ | ۱.۶۵۷۵۸۵ | ۸.۹۳۴۱۹۵ | ۱۲۱.۳۲۸۶ | ۱۲۶.۲۶۰۴ |
| | گاما | ۰.۲۹۶۴۲۶۲ | ۱.۶۴۴۳۰۳۸ | ۸.۸۷۴۲۷۸۹ | ۱۲۰.۴۰۲۵ | ۱۲۵.۳۳۴۳ |

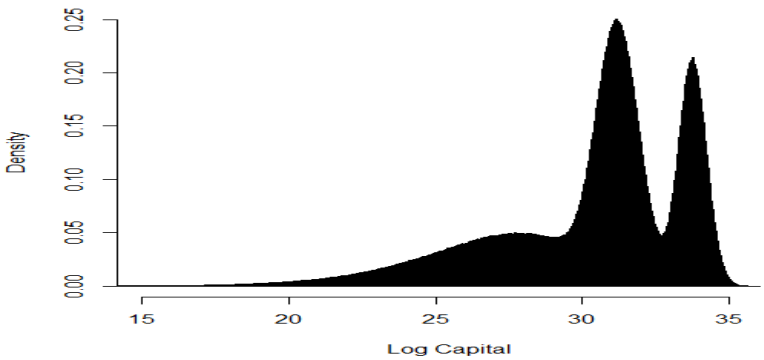
با توجه مناسب‌ترین توزیع برازش شده (ارائه شده در جدول ۹) و بر اساس تعداد داده‌های هر بازه، وزن توزیع آن بازه را پیدا می‌کنیم. نتایج به دست آمده در جدول ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۱۰. توزیع برازش شده به همراه وزن آن توزیع برای هر بازه

| بازه | نام توزیع برازش شده | پارامترهای توزیع برازش شده | وزن توزیع |
|---|---|---|---|
| (۳۰،۰) | وایبل | ۱۱.۲۸۷۸۸<br>۲۸.۰۵۲۴۷ | ۰.۳۳۱۴۲۸۶ |
| (۳۳،۳۰) | لگ‌نرمال | ۳.۴۴۰۷۹۸۰۵<br>۰.۰۲۲۹۰۱۲۳ | ۰.۴۲ |
| (۳۳،∞) | لگ‌نرمال | ۳.۵۱۹۲۴۹۲۵<br>۰.۰۱۳۹۵۶۰۱ | ۰.۲۴۸۵۷۱۴ |

شکل ۹ نمودار توزیع آمیخته برازش شده را نشان می‌دهد.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]




شکل ۹. نمودار توزیع برازش شده به لگاریتم ارزش زمانی سرمایه بیمه‌نامه‌ها

مناسب بودن توزیع آمیخته برازش‌شده با استفاده از ازمون کلموگروف‌اسمیرنف (p-value=0.687) مورد تایید قرار گرفت.

## ٤-٤. مدل‌بندی نرخ تورم

اکنون با استفاده از نرخ تورم رسمی، اعلام شده توسط بانک مرکزی، برای ۵۰ سال گذشته، یک مدل زمانی به نرخ تورم ایران برازش می‌دهیم. سپس با استفاده از مدل برازش شده، نرخ تورم آتی را پیشگویی می‌کنیم.

چون نرخ تورم یک پدیده تصادفی است که در طول زمان رفتاری متفاوت از خود ارائه می‌کند، بنابراین برای مطالعه این پدیده تصادفی، ابتدا باید رفتار زمانی آنها را مدل کنیم تا بتوانیم رفتار این پدیده را در آینده پیش‌بینی کنیم. یکی از ساده‌ترین روش‌های مدل‌بندی این پدیده‌ها استفاده از ابزار سری‌های زمانی است. از میان روش‌های مورد استفاده در سریهای زمانی، مدل‌های ARMIA پراستفاده‌ترین مدل‌ها است. برای برازش یک مدل ARIMA به داده‌های زمانی به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

۱. ابتدا با استفاده از تبدیل‌های ریاضی (نظیر تفاضل‌گیری) داده‌های زمانی را ایستا می‌کنیم. البته ایستایی داده‌ها باید به کمک آزمون‌های آماری نظیر دیکی فولر مورد تایید قرار گیرد.

۲. در گام بعد با استفاده از نمودارهای خودهمبستگی و خودهمبستگی‌جزیی مرتبه مدل ARIMA را تعیین می‌کنیم.

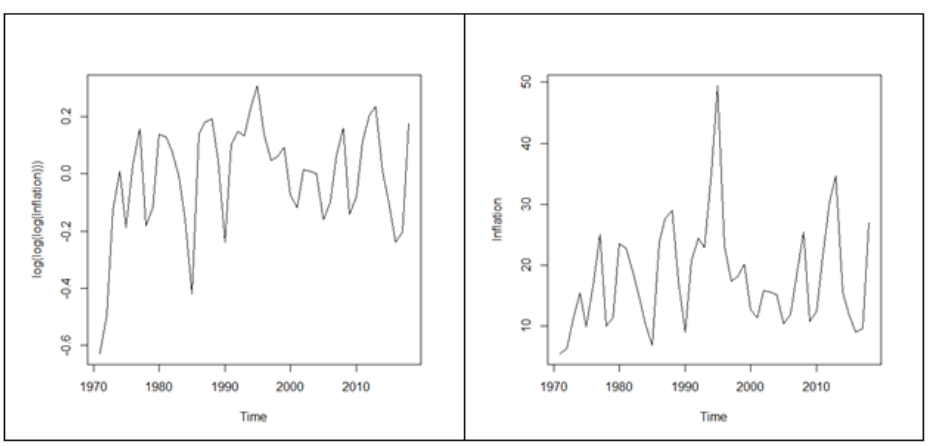
[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

۳. اکنون مدل ARIMAی تعیین شده را به داده‌های زمانی برازش داده، مناسب بودن مدل را به کمک ابزارهای آماری نظیر معیارهای AIC و BIC بررسی می‌کنیم. همچنین مانده‌های مدل را محاسبه می‌کنیم.

۴. در این مرحله به کمک ابزار گرافیکی و آزمون‌های آماری نظیر Ljung-Box، فرض اغتشاش خالص بودن مانده‌ها را راست‌آزمایی می‌کنیم.

۵. در صورت تایید مناسب بودن مدل برازش شده و تایید فرضیه مرحله‌ی چهارم، با استفاده از مدل برازش شده، روند آتی پدیده تصادفی را پیشگویی می‌کنیم. معمولاً برای پیشگویی ارائه شده، حدود اطمینان گزارش می‌شود.

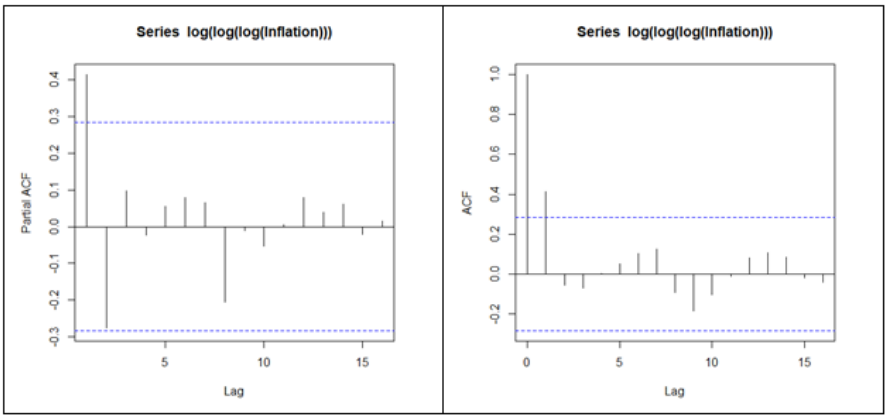
شکل۱۰ نمودار زمانی نرخ تورم به همراه سه مرتبه لگاریتم از داده‌ها را نشان می‌دهد. این نمودار عدم ایستایی نرخ تورم را نشان می‌دهد. برای کاهش مقدار عددی داده‌ها سه مرتبه از داده‌ها لگاریتم گرفته و نمودار زمانی آنها را در قسمت دوم شکل ۱۰ ترسیم شده است.




شکل ۱۰. نمودار زمانی نرخ تورم و نرخ تورم بعد از سه مرتبه لگاریتم‌گیری

با توجه به شکل۱۰به نظر می‌رسد بعد از سه‌مرتبه لگاریتم‌گیری از داده‌های نرخ تورم، فرآیند حاصل، یک فرآیند ایستاء است. این حدس توسط آزمون دیکی فولر نیز مورد تایید قرار می‌گیرد، زیرا فرض عدم ایستایی به نفع فرض ایستایی رد می‌شود (p-value=0.03617). شکل ۱۱ نمودارهای خودهمبستگی و خودهمبستگی جزیی سری ایستاء شده را نشان می‌دهد.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]




شکل ۱۱. نمودارهای خودهمبستگی و خودهمبستگی جزیی برای نرخ تورم ایستا شده

با توجه نمودارهای خودهمبستگی و خودهمبستگی جزیی (شکل ۱۱) به نظر می‌رسد مناسب‌ترین مدل برای نرخ تورم ایستا شده یک سری ARIMA(0,0,1) خواهد بود. جدول ۱۱ معیارهای نیکویی برازش و پارامترهای سری برازش شده را نشان می‌دهد.

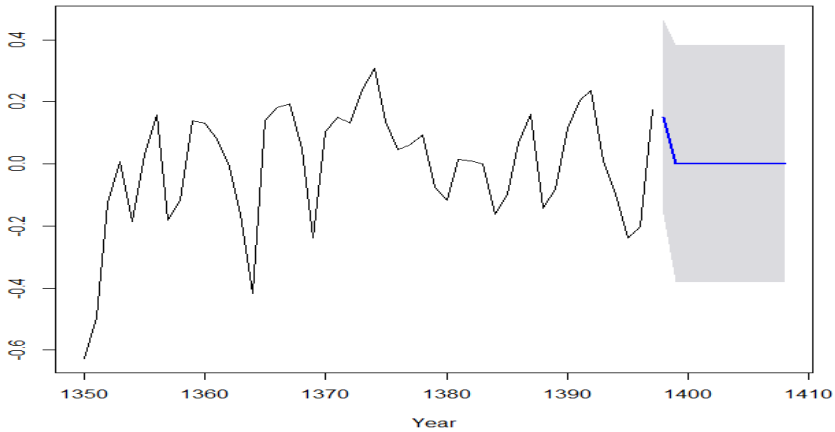
جدول ۱۱. سری زمانی برازش شده به نرخ تورم ایستا شده

| سری زمانی برازش شده | پارامترهای برآورد شده | معیارهای نیکویی برازش |
|---|---|---|
| ARIMA(۰,۰,۰) | ma1= ۰.۷۰۱۰ (s.e. ۰.۱۲۰۸)<br>$\sigma^2$ =۰.۰۲۵۵۴ | Log-likelihood=۲۰.۰۸;<br>AIC=-۳۶.۱۵; AICc=-۳۵.۸۸;<br>BIC=-۳۲.۴۱ |

بررسی مانده‌های مدل برازش شده، مناسب بودن آنرا، از دیدگاه مانده‌ها، تایید می‌کند.

اکنون با استفاده از مدل برازش شده به پیشگویی سری زمانی می‌پردازیم. شکل ۱۲ نمودار زمانی نرخ تورم ایستاشده به همراه مقادیر پیشگویی شده (و بازه اطمینان پیشگویی) را نشان می‌دهد. جدول ۱۲ مقدار عددی این پیشگویی‌ها را نشان می‌دهد

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]




شکل ۱۲. نمودار زمانی نرخ تورم ایستاشده به همراه مقادیر پیشگویی شده

جدول ۱۲. پیشگویی دو سال آتی برای نرخ تورم (بر حسب درصد)

| سال | مقدار پیشگویی | بازه اطمینان ۹۵ درصد | |
|---|---|---|---|
| | | کران پایین | کران بالا |
| ۱۳۹۸ | ۲۴.۵۶۳۳۸ | ۱۰.۳۹۲۹۱ | ۱۳۵.۸۳۲۵ |
| ۱۳۹۹ | ۱۵.۵۴۲۶ | ۷.۲۲۸۷۳۹ | ۷۶.۰۹۳۲۸ |
| ۱۴۰۰ | ۱۴.۴۵۲۳۰ | ۵.۴۵۳۴۲۱ | ۱۸۰.۰۹۴۲ |

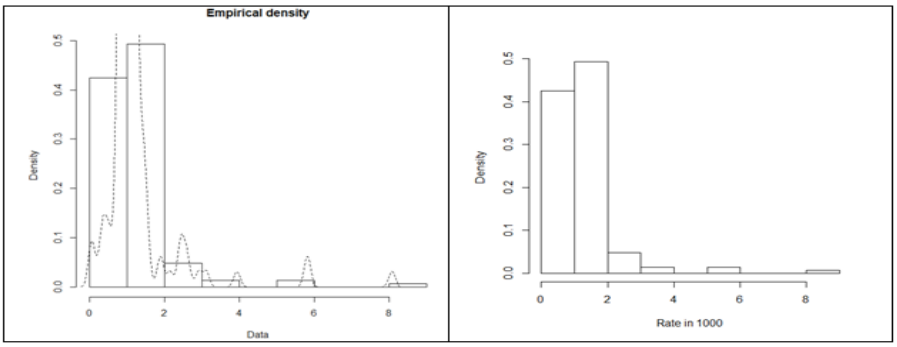
## ۵. قیمت‌گذاری محصول بیمه‌ای با استفاده از رویکرد مبتنی بر نرخ و سرمایه بیمه‌نامه

در بیمه‌های مهندسی، سرمایه بیمه‌نامه یا حداکثر تعهد بیمه‌گر، نقش اساسی در محاسبه حق‌بیمه ایفا می‌کند. در این نوع بیمه‌نامه‌ها ابتدا سرمایه بیمه‌نامه در چند طبقه‌ی همگن دسته‌بندی می‌شوند. در گام بعدی، برای هر طبقه نرخ وقوع خسارت و متوسط شدت هر خسارت محاسبه و بر اساس آن حق‌بیمه‌ی مبتنی بر نرخ محاسبه می‌شود. سرانجام حق‌بیمه‌ی نهایی به صورت پله‌ای محاسبه می‌شود. مثلاً حق‌بیمه‌ی طبقه دوم از جمع حق‌بیمه‌ی طبقه اول و طبقه دوم به دست می‌آید. بنابراین ابتدا باید نرخ وقوع خسارت را محاسبه کنیم.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

## ۵-۱. برآورد نرخ وقوع خسارت

متأسفانه به دلیل ناکافی بودن حجم داده‌ها، محقق قادر به ارائه برآوردی مطمئن برای نرخ وقوع خسارت نمی‌باشیم. به همین دلیل از نرخ‌های مورد استفاده در صنعت استفاده می‌کنیم. شکل ۱۳ نمودار هیستوگرام و تابع چگالی تجربی برازش شده به نرخ‌های (درهزار) مورد استفاده در صنعت را نشان می‌دهد.




شکل ۱۳. نمودار هیستوگرام و تابع چگالی تجربی برازش شده به نرخ‌های (درهزار) مورد استفاده در صنعت

میانگین و انحراف معیار نرخ‌های مورد استفاده، به ترتیب، ۱.۲۱۱۶۲۷ (در هزار) و ۰.۹۴۸۳۱۲۶ (درهزار) می‌باشد.

اکنون با استفاده از سرمایه بیمه‌نامه، متوسط نرخ‌های مورد استفاده را در سه طبقه تقریباً همگن به همراه انحراف معیار نرخ‌های هر طبقه به صورت جدول ۱۳ ارائه می‌کنیم.

جدول ۱۳. متوسط و انحراف‌معیار نرخ‌های (در هزار) مورد استفاده برای سه طبقه تقریباً همگن پیشنهادی

| $Log\left(\text{سرمایه}\right) \leq 30$ | | $30 < Log\left(\text{سرمایه}\right) \leq 33$ | | $Log\left(\text{سرمایه}\right) > 33$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| میانگین نرخ | انحراف معیار نرخ | میانگین نرخ | انحراف معیار نرخ | میانگین نرخ | انحراف معیار نرخ |
| ۱.۳۵۵۶۵۹ | ۱.۴۳۲۰۱۳ | ۱.۱۵۲۴۹ | ۰.۵۴۷۷۳۸۷ | ۱.۰۲۳۷۷۱ | ۰.۱۹۴۳۱۷۲ |

## ۵-۲. محاسبه‌ی حق‌بیمه بر اساس رویکرد مبتنی بر نرخ و سرمایه بیمه‌نامه

اکنون با استفاده از نتایج به‌دست آمده در جدول ۱۳، روش محاسبه حق‌بیمه ارائه می‌شود. این روش بر اساس نرخ و سرمایه بیمه‌نامه به صورت پله‌ای عمل می‌کند. جدول ۱۴ با توجه به نرخ تعدیل $j$ روش محاسبه حق‌بیمه را ارائه می‌کند.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

جدول۱۴. دستورالعمل محاسبه حق‌بیمه

| طبقه | نرخ وقوع خسارت طبقه | حدود سرمایه طبقه | متوسط سرمایه طبقه | حق بیمه طبقه |
|---|---|---|---|---|
| 1 | $r_1 = ۱.۳۵۵۶۵۹ * 10^{-3}$ | $(0, j * e^{30}]$ | $\overline{y_1} = \min\{L;\ j * e^{30}\}$ | $r_1 * \overline{y_1}$ |
| 2 | $r_2 = ۱.۱۵۲۴۹ * 10^{-3}$ | $(j * e^{30}, j * e^{33}]$ | $\overline{y_2} = \max\{\min\{L - \overline{y_1};\ j * e^{33}\};\ 0\}$ | $r_2 * \overline{y_2}$ |
| 3 | $r_3 = ۱.۰۲۳۷۷۱ * 10^{-3}$ | $(j * e^{33}, \infty)$ | $\overline{y_3} = \max\{L - \overline{y_1} - \overline{y_2}; 0\}$ | $r_3 * \overline{y_3}$ |
| | **حق بیمه‌ی قرارداد= مجموع** | | | |

لازم به ذکر است نرخ تعدیل $j$ بر اساس نرخ تورم پیشگویی شده محاسبه می‌شود. جدول ۱۵ این نرخ را برای سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ ارائه می‌کند.

جدول ۱۵. نرخ تورم و نرخ تعدیل پیشگویی شده برای سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰

| سال | درصد تورم پیشگویی شده | مقدار تصحیح پیشگویی شده |
|---|---|---|
| ۱۳۹۸ | ۲۴.۵۶۳۳۸ | $j$=(۰.۲۴۵۶۳۳۸+۱)=۱.۲۴۵۶۳۳۸ |
| ۱۳۹۹ | ۱۵.۱۵۴۲۶ | $j$=(۰.۲۴۵۶۳۳۸+۱)*(۰.۱۵۱۵۴۲۶+۱)=۱.۴۳۴۴ |
| ۱۴۰۰ | ۱۴.۴۵۲۳۰ | $j$=(۰.۲۴۵۶۳۳۸+۱)*(۰.۱۵۱۵۴۲۶+۱)*(1+0.1445230)=1.64167 |

## ۳-۵. پیشگویی حق‌بیمه برای سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰

ابتدا با استفاده از متوسط توزیع آمیخته برازش شده به خسارت‌ها و نرخ تورم پیشگویی شده برای سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ متوسط شدت خسارت‌ها را پیشگویی می‌کنیم.

اگر نرخ تورم سه سال آتی به ترتیب، با $i_1$، $i_2$ و $i_3$ همچنین متوسط شدت خسارت‌ها را با $\bar{x}$ نمایش دهیم، متوسط شدت خسارت‌های این سه سال، به ترتیب $\bar{x}(1 + i_1)$، $\bar{x}(1 + i_1)(1 + i_2)$ و $\bar{x}(1 + i_1)(1 + i_2))(1 + i_3)$ خواهند بود. با توجه به این‌که میانگین توزیع برازش شده برابر ۱۰۹۳۳۴۳۲ میلیون ریال است، بنابراین با استفاده از روابطه بالا می‌توان متوسط شدت خسارت‌ها سال-های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ را مطابق جدول ۱۶ پیشگویی نمود.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

جدول ۱۶. پیشگویی سه سال آتی برای متوسط اندازه خسارت‌ها (بر حسب میلیون ریال)

| سال | مقدار پیشگویی | بازه اطمینان ۹۵ درصد | |
|---|---|---|---|
| | | کران پایین | کران بالا |
| ۱۳۹۸ | ۱۳۶۱۹۰۵۲ | ۱۲۰۶۹۷۳۴ | ۲۵۷۸۴۵۸۶ |
| ۱۳۹۹ | ۱۵۶۸۲۹۱۹ | ۱۲۹۴۲۲۲۳ | ۴۵۴۰۴۹۲۳ |
| ۱۴۰۰ | ۱۷۹۴۹۰۹۶ | 14883556 | 56756154 |

خوشبختانه در زمان انجام تحلیل اطلاعات ۱۵ بیمه‌نامه عقد شده در سال ۱۳۹۸ موجود بود، بنابراین ما با استفاده از نتایج ارائه شده در بالا اقدام به مقایسه حق‌بیمه محاسبه شده توسط محقق و توسط بیمه‌گر برای سال ۱۳۹۸ و پیشگویی حق‌بیمه برای سال ۱۳۹۹ کردیم. جدول ۱۷ سرمایه این ۱۵ بیمه‌نامه را به همراه حق‌بیمه اخذ شده و پیشگویی شده برای سال ۱۳۹۸ به همراه حق‌بیمه پیشگویی شده برای سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ نشان می‌دهد.

جدول ۱۷. نمونه‌ای از حق‌بیمه‌های (میلیارد تومان) اخذ شده در سال ۱۳۹۸
به همراه پیشگویی آنها در سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰

| ردیف | | سال ۱۳۹۸ | | سال ۱۳۹۹ | سال ۱۴۰۰ |
|---|---|---|---|---|---|
| | سرمایه بیمه‌نامه | حق‌بیمه محاسبه شده توسط | | حق‌بیمه پیشگویی شده توسط محقق | حق‌بیمه پیشگویی شده توسط محقق |
| | | **محقق** | **بیمه‌گر** | | |
| ۱ | ۱۷۹۹.۵۶ | ۲.۳۴۴۴۱۸۴۲ | ۱.۹۷۹۵۱۳ | ۲.۳۸۵۴۰۲۵۹ | ۲.۴۳۰۴۰۷۷۸۶ |
| ۲ | ۵۲۱۸.۷۲ | ۶.۲۸۴۹۶۳۹۸۴ | ۵.۷۴۰۵۸۷ | ۶.۳۲۵۹۴۸۱۵۳ | ۶.۳۷۰۹۵۵۴۹۵ |
| ۳ | ۱۷۹۹.۵۶ | ۲.۳۴۴۴۱۸۴۲۱ | ۱.۹۷۹۵۱۳ | ۲.۳۸۵۴۰۲۵۹ | ۲.۴۳۰۴۰۷۷۸۶ |
| ۴ | ۱۷۳۹/۵۷ | ۲/۲۷۵۲۸۶۰۴۳ | ۱/۹۱۳۵۲۹ | ۲/۳۱۶۲۷۰۲۱۲ | ۲.۳۵۸۲۶۳۷۲۷ |
| ۵ | ۱۷۹۹/۵۶ | ۲/۳۴۴۴۱۸۴۲۱ | ۱/۹۷۹۵۱۳ | ۲/۳۸۵۴۰۲۵۹ | ۲.۴۳۰۴۰۷۷۸۶ |
| ۶ | ۴۱۹/۵۰۸ | ۰/۵۶۸۷۱۰۰۴ | ۰/۲۴۳۳۱۵ | ۰/۵۶۸۷۱۰۰۴ | ۰.۵۶۸۷۰۹۷۹۶ |
| ۷ | ۲۳۳/۰۶ | ۰/۳۱۵۹۵۰۰۲۲ | ۱/۸۸۰۳۲۹ | ۰/۳۱۵۹۵۰۰۲۲ | ۰.۳۱۵۹۴۹۸۸۷ |
| ۸ | ۱۷۵۷.۰۶ | ۲.۲۹۵۴۳۷۲۱۴ | ۱.۹۳۲۷۶۲ | ۲.۳۳۶۴۲۱۳۸۳ | ۲.۳۸۱۴۲۶۹۶۱ |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

| ردیف | | سال ۱۳۹۸ | | سال ۱۳۹۹ | سال ۱۴۰۰ |
|---|---|---|---|---|---|
| | سرمایه بیمه‌نامه | حق‌بیمه محاسبه شده توسط | | حق‌بیمه پیشگویی شده توسط محقق | حق‌بیمه پیشگویی شده توسط محقق |
| | | **محقق** | **بیمه‌گر** | | |
| ۹ | ۱۹۲.۰۴۱ | ۰.۲۶۰۳۴۱۵۰۲ | ۰.۰۵۷۶۱۱ | ۰.۲۶۳۴۱۵۰۲ | ۰.۲۶۰۳۴۲۱۱ |
| ۱۰ | ۲۵۲۰.۷۷ | ۳.۱۷۵۶۰۶۳۸۵ | ۲.۸۷۳۶۷۵ | ۳.۲۱۶۵۹۰۵۵۴ | ۳.۲۶۱۵۹۵۰۹۹ |
| ۱۱ | ۲۲۲۱.۸۵ | ۲.۸۳۱۱۱۰۷۳۴ | ۲.۷۷۷۳۱۷ | ۲.۸۷۲۰۹۴۹۰۳ | ۲.۹۱۷۰۹۲۷۸۸ |
| ۱۲ | ۱۶۴۲.۴ | ۲.۱۶۳۲۹۲۴۲۴۲ | ۲.۰۵۲۹۹۵ | ۲.۲۰۴۲۷۶۵۹۳ | ۲.۲۲۶۵۳۴۳۴۲ |
| ۱۳ | ۸۸۵.۷۱ | ۱.۲۰۰۲۶۰۵۹۳ | ۱.۱۰۷۶۱۳ | ۱.۲۰۰۲۶۰۵۹۳ | ۱.۲۰۰۷۲۰۷۳۳ |
| ۱۴ | ۱۳۱۹.۲۳ | ۱.۷۸۸۴۱۹۳۵۶ | ۱.۶۴۹۰۳۱ | ۱.۷۸۸۴۱۹۳۵۶ | ۱.۷۸۸۴۲۶۰۲۳ |
| ۱۵ | ۲۳۱۹.۷۸ | ۲.۹۴۳۹۷۳۰۷۶ | ۴.۹۷۵۱۹۱ | ۲.۹۸۴۹۵۷۲۴۵ | ۳.۰۲۹۹۵۶۱۳۴ |
| | متوسط | ۲.۲۰۹۱۰۷۱۰۹۱ | ۲.۲۰۹۴۹۹۶ | ۲.۲۳۶۴۲۹۸۸۸۴ | ۲.۲۶۴۷۴۶ |
| | انحراف معیار | ۱.۴۵۹۲۰۴۴۹۸۶ | ۱.۴۹۶۷۰۲۷۸ | ۱.۴۷۳۱۴۱۴۶۷۳ | ۱.۴۳۸۱۲۲ |

نتایج جدول ۱۷ نشان می‌دهد به صورت کلی حق‌بیمه پیشگویی شده تفاوت معنی‌داری با روش مورد استفاده در صنعت ندارد. البته این نتیجه دور از ذهن نیست، زیرا در این تحقیق تنها نرخ‌های مورد استفاده در صنعت را در سه طبقه سامان‌دهی نموده است.

نتیجه این که متوسط خسارت پیشگویی شده برای سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ به ترتیب برابر ۱۳۶۱.۹۰۵۲ و ۱۵۶۸.۲۹۱۹ میلیارد تومان است. با توجه به متوسط نرخ وقوع خسارت (۰.۰۰۱۲۱۱۶۲۷) به نظر می‌رسد حق‌بیمه‌های مورد استفاده در صنعت قادر به پاسخگویی خسارت‌های احتمالی خواهند بود

## ٦. نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

در این تحقیق بعد از معرفی بیمه‌های حوزه پالایشگاه‌های نفت و گاز، با استفاده از نظر خبرگان یک الگوی مبتنی بر احتمال و شدت برای ارزیابی ریسک‌های بخش‌های مختلف این پالایشگاه‌ها ارائه شده است. سپس با استفاده از اطلاعات مربوط به خسارت‌ها، سرمایه بیمه‌نامه‌ها و نرخ‌های مورد استفاده در صنعت، حق‌بیمه این بیمه‌نامه‌ها، با استفاده از رویکر مبتنی بر نرخ و سرمایه بیمه‌نامه، ارائه شد. رویکرد

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

ارائه شده به صورت پله‌ای بوده و در سه سطح پیشنهاد شده است. روش پیشنهادی برای ۱۵ بیمه‌نامه جدید که در سال ۱۳۹۸ منعقد شده‌اند، مورد ارزیابی قرار گرفت. متوسط حق‌بیمه محاسبه شده با استفاده از روش پیشنهادی تفاوت معنی‌داری با رویکرد مورد استفاده در صنعت ندارد. از طرف دیگر با استفاده از توزیع برازش شده برای شدت خسارت‌ها، به نظر می‌رسد، حق‌بیمه محاسبه شده از نظر فنی مناسب است. برای تحقیق‌های آتی توصیه می‌شود:

- در صورت تمایل به استفاده از رویکرد مبتنی بر نظر خبرگان (همانند این تحقیق) مدل ارزیابی ریسک از روش «حالات خطا و تحلیل اثرات آن» احصاء شود. در این روش محقق علاوه بر در نظر گرفتن معیارهای «احتمال وقوع» و «شدت وقوع» از معیار دیگر با عنوان «عدد الویت ریسک» نیز استفاده می‌کند. این عدد را می‌توان بر اساس رویکردهای مختلف، نظیر « میزان آسیب‌پذیری»، «احتمال کشف خطر» و غیره محاسبه نمود.
- به جای رویکرد مبتنی بر نظر خبرگان، از اطلاعات کمی و خرد استفاده و به کمک روش شبکه عصبی با دقت بیشتری الگوی ارزیابی ریسک استخراج و ارائه شود.
- با استفاده از داده‌ها و تجربه کشورهای دیگر نرخ‌های محاسبه و قبل از پیاده‌سازی در صنعت تا حدودی تعدیل شوند.

## منابع

[۱] پاینده، امیرتیمور و امیدی، مریم، (۱۳۹۲)، معادلات ساختاری تاییدی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

[۲] پاینده، امیرتیمور و عطاطلب، فاطمه، (۱۳۹۹)، طراحی الگوی پذیرش ریسک پالایشگاه‌های نفت-خام/گاز درحال بهره‌برداری توسط صنعت. طرح تحقیقاتی به سفارش پژوهشکده بیمه.

[۳] درخشان، مسعود، (۱۳۸۹)، توسعه پوشش‌های بیمه‌ای درصنایع نفت،گازوپتروشیمی، گستره انرژی، ۴۵، ۴۲-۴۵.

[۴] درخشان، مسعود (۱۳۹۰)، ارزیابی پوشش‌های بیمه‌ای در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی در ایران: وضعیت موجود، موانع و ظرفیت‌ها، با توجه به ساختار و عملکرد این بیمه‌ها در کشورهای پیشرفته منتخب و ارائه راهکارهای مناسب پوشش بیمه‌ای در این صنایع، طرح تحقیقاتی، پژوهشکده بیمه.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

[5] Abbasi, S., Bakhtom, S., Ziaei, M., &Arghami, S. (2015). Comparison of Risk Assessment Using HAZOP and ETBA Techniques: Case Study of a Gasoline Refinery Unit in Iran. J. Hum. Environ. Health Promot, 1(1), 19—27.
[6] [ABS] American Bureau of Shipping. (2000). Guidance notes on risk assessment applications for the marine and offshore oil and gas industries.
[7] Aziz, N. A. A., Fumoto, A., & Suzuki, K. (2017). Assessing human error during collecting a hydrocarbon sample of the chemical plant using therp. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 9(7S), 255—271.
[8] Bevilacqua, M., &Ciarapica, F. E. (2018). Human factor risk management in the process industry: A case study. Reliability Engineering & System Safety, 169, 149—159.
[9] Canaway, R. T. (1993). Loss estimation for refineries and chemical plant and risk improvement. In INSTITUTION OF CHEMICAL ENGINEERS SYMPOSIUM SERIES (Vol. 130, pp. 459-459). HEMSPHERE PUBLISHING CORPORATION.
[10] Cermellia, D., Curròb, F., Vairoc, T., &Fabianob, B. (2018). Hydrogen Jet-Fire: Accident Investigation and Implementation of Safety Measures for the Design of a Downstream Oil Plant. CHEMICAL ENGINEERING, 67.
[11] Chen, M., Wang, K., Guo, H., & Yuan, Y. (2019). Human factors of fire and explosion accidents in petrochemical enterprises. Process Safety Progress.
[12] Chettouh, S., Hamzi, R., &Benaroua, K. (2016). Examination of fire and related accidents in Skikda Oil Refinery for the period 2002–2013. Journal of loss prevention in the process industries, 41, 186—193.
[13] Jarvis, R., & Goddard, A. (2017). An analysis of common causes of major losses in the onshore oil, gas & petrochemical industries. Loss Prevention Bulletin, (255).
[14] Kalantarnia, M., Khan, F., & Hawboldt, K. (2010). Modelling of BP Texas City refinery accident using dynamic risk assessment approach. Process Safety and Environmental Protection, 88(3), 191—199
[15] Kaplan, S., & Garrick, B. J. (1981). On the quantitative definition of risk. Risk analysis, 1(1), 11—27.
[16] Li, H., Dong, K., Jiang, H., Sun, R., Guo, X., & Fan, Y. (2017). Risk assessment of China's overseas oil refining investment using a fuzzy-grey comprehensive evaluation method. Sustainability, 9(5), 696.
[17] Modarres, M. (2016). Risk analysis in engineering: techniques, tools, and trends. CRC press.
[18] Nivolianitou, Z., Konstandinidou, M., &Michalis, C. (2006). Statistical analysis of major accidents in petrochemical industry notified to the major accident reporting system (MARS). Journal of hazardous materials, 137(1), 1—7.
[19] Paté-Cornell, M. E. (1985). Fire risks in oil refineries: Economic analysis of camera monitoring. Risk Analysis, 5(4), 277—288.
[20] Rezaei, K., Aziznezhad, V., Chenani, A., Tabibian, M., & Mozdianfard, M. R. (2016). Risk analysis of the sea desalination plant at the 5th refinery of south pars

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]

gas company using Hazop procedures. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 8(2), 602—613.

[21] Theophilus, S. C., Esenowo, V. N., Arewa, A. O., Ifelebuegu, A. O., Nnadi, E. O., &Mbanaso, F. U. (2017). Human factors analysis and classification system for the oil and gas industry (HFACS-OGI). Reliability Engineering & System Safety, 167, 168—176.

[22] Uth, H. J., & Wiese, N. (2004). Central collecting and evaluating of major accidents and near-miss-events in the Federal Republic of Germany—results, experiences, perspectives. Journal of hazardous materials, 111(1-3), 139—145.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-20 ]