

تعیین تکنیک بهینه آنالیز حوادث شغلی فاجعه‌بار

استان قزوین بر اساس مدل تلفیقی DEMATEL-ANP

علی محمدی؛ علی صفری واریانی

چکیده

حوادث ناشی از کار، علاوه بر آثار جانی و مالی، تبعات حقوقی رانیز در پی دارند؛ بنابراین، بررسی حادثه با اهداف درون سازمانی (جلوگیری از تکرار) و برون سازمانی (جبران خسارت بدنی) صورت می‌گیرد؛ لذا استفاده از تکنیکی که بتواند پاسخگوی هر دو نیاز باشد، ضروری است. در این پژوهش، سعی شده است با در نظر گرفتن معیارهایی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، تکنیک بهینه آنالیز حوادث فوتی انتخاب گردد.

مطالعه حاضر، توصیفی و کاربردی است. با استفاده از مطالعات، ۵ تکنیک و ۸ معیار و ۲۰ زیرمعیار گزینش شدند. روابط درونی بین معیارها با استفاده از روش دیمتل و میانگین حسابی نظرات خبرگان تعیین شد. در پایان این مرحله، معیارها به دو دسته «علت و معلول» و «تأثیرگذار و تأثیرپذیر» تقسیم شدند. سپس معیارها اولویت‌بندی شد و با استفاده از میانگین نظرات خبرگان، محاسبات کامل گردید.

مطابق با یافته‌های این پژوهش، معیارهای سطوح دامنه کاربرد، شناسایی سطوح چندگانه علل و اعتبارسنجی به ترتیب، با وزن نهایی ۰/۳۱۱، ۰/۲۵۲ و ۰/۱۳۴ در رتبه‌های اول تا سوم قرار گرفتند و اولویت‌بندی تکنیک‌ها نشان داد Tripod-Beta با وزن نهایی ۰/۳۵۸ نسبت به سایر تکنیک‌ها اولویت دارد. این تکنیک به‌ویژه در سطوح دامنه کاربرد، توانایی شناسایی علل و در نظر گرفتن حفاظ‌ها که مدنظر کارشناسان دادگستری است، قابلیت‌های بیشتری دارد و بنابراین به‌عنوان تکنیک بهینه معرفی می‌شود.

واژگان کلیدی

آنالیز حادثه، DEMATEL، ANP

مقدمه

براساس گزارش ILO^۱، سالانه حدود ۲/۳ میلیون نفر از کارگران جان خود را در محیط‌های کاری از دست می‌دهند [۱]. گزارش آماری اداره کل بازرسی کار، نشان می‌دهد که در سال ۹۶ تعداد قربانیان حوادث ناشی از کار ۸۴۳ نفر بوده است و علاوه بر این، ۱۰۶۹۷ مورد حادثه غیرفوتی به ثبت رسیده است. بنابر همین ارقام، ضریب شیوع حوادث منجر به فوت در سال ۹۶ به تعداد ۶ نفر به ازای ۱۰۰ هزار نفر شاغل و ضریب شیوع حوادث ناشی از کار ایران در همان سال، برابر ۷۶ بوده است. هر چند آمار ارائه شده توسط اداره کل بازرسی کار کشور با سایر نهادهای رسمی اعلام آمار حوادث ناشی از کار شامل سازمان پزشکی قانونی و سازمان تأمین اجتماعی مغایرت دارد و این مغایرت، ناشی از تعریف «حادثه ناشی از کار» می‌باشد؛ اما در هر صورت آمارها نشان‌دهنده فزونی حوادث ناشی از کار نسبت به کشورهای توسعه‌یافته است [۲]. این آمار نسبت به کشورهای توسعه‌یافته مانند آلمان با ضریب شیوع حوادث منجر به فوت ۰/۹۷ و انگلستان با ضریب ۰/۸۳ جایگاه مطلوبی ندارد [۳]. همین ضریب در ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۱۸، برابر با عدد ۳/۵ بوده است [۴].

یکی از بارزترین تبعات حوادث ناشی از کار، صدمات جسمی است که موجب از دست رفتن و یا کاهش توانایی کارگر می‌شود. صدمات جسمی، ناشی از فشار بیش از حد انرژی در تعامل با بدن در مقادیری است که از آستانه تحمل فیزیولوژیکی بیشتر می‌شود. مشاغل و فعالیت‌ها با انواع مختلف نیروها و تعامل انرژی در یک محیط کنترل شده سروکار دارند. در مواردی این کنترل از بین می‌رود و انتقال انرژی کنترل نشده‌ای صورت می‌گیرد که منجر به حادثه و یا صدمه می‌شود [۵].

رخداد هر حادثه‌ای، تبعات جانی، مالی و حقوقی را

1. International Labor Organization

در پی داشته و نیاز به بررسی دارد. به‌طور کلی، حوادث با دو هدف بررسی می‌شوند: ۱. جلوگیری از وقوع مجدد؛ ۲. جبران خسارات ناشی از صدمات بدنی کارگران. هدف اول با استفاده از به‌کارگیری تکنیک‌هایی تحقق می‌یابد که توانمندی تحلیل حادثه را داشته باشند؛ هدف دوم، با ترکیب گزارش بازرسان کار و پزشکی قانونی محقق می‌شود [۶] و بنابرین، علت‌یابی و تعیین علل وقوع حادثه مهم‌ترین عنصر جلوگیری‌کننده از تکرار حادثه و تعیین مقصر به‌شمار می‌رود [۷].

در طول دهه‌های گذشته، تعدادی از تکنیک‌های بررسی حوادث تدوین شده‌اند. هر یک از این تکنیک‌ها دارای سطوح مختلف کاربردی و کیفیت متفاوت و نیز کمبودهایی است [۸]. علاوه بر این، با گذشت زمان آنالیز حوادث از مدل‌های متوالی و اپیدمیولوژیک به سمت مدل سیستمی رفته است [۹].

در مطالعه‌ای که توسط اداره ایمنی و بهداشت شغلی (OSHA)^۲ در ایالات متحده انجام شد، ۱۴ مدل حادثه مختلف و ۱۷ تکنیک مختلف آنالیز حادثه را که توسط آنالیزهای مختلف آمریکایی مورد استفاده قرار گرفته بود، ارزیابی شد و ۱۰ معیار به‌دست آمد که برای ارزیابی الگوهای حوادث مورد استفاده قرار گرفته است. بیشتر آنها به کیفیت نتیجه تحلیل (واقعی، قطعی، رضایت بخش، جامع، منظم و منضبط، سازگار و مستقیم) اشاره داشته و قابل درک یا قابل مشاهده هستند. دو معیار، مستقیماً به ماهیت مدل حادثه مربوط می‌شوند؛ یعنی اینکه کارکردی و غیرعلی هستند [۱۰].

برای طراحی یک روش تحلیل حادثه، الزامات کاربر باید در نظر گرفته شود و الزامات نیز باید بر حسب ویژگی‌های کاربر مشخص شوند؛ به‌عنوان مثال، انتظار می‌رود که بازرسان کار برای بررسی حادثه بر انحرافات قانونی تمرکز

2. Occupational Safety and Health Administration

تکنیک‌های آنالیز حادثه است. برای گردآوری داده‌ها، از روش‌های کتابخانه‌ای و از ابزار پرسش‌نامه و ماتریس مقایسات زوجی استفاده شده است. مراحل اجرای تحقیق، به شرح زیر می‌باشند:

مرحله اول - شناسایی تکنیک‌های آنالیز حادثه

برای شناسایی تکنیک‌های آنالیز حادثه، از روش‌های «نحوه طرح سؤال قابل پاسخ» (PICO)^۱ و «بررسی دستی منابع» (MRC)^۲، با استفاده از کلیدواژه‌های مدل‌ها و تکنیک‌های آنالیز حادثه؛ کاربردها و ویژگی‌های انواع تکنیک‌های آنالیز حوادث ناشی از کار؛ مقایسه تکنیک‌های آنالیز حوادث ناشی از کار؛ و تحلیل علل ریشه‌ای در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر مانند Google Scholar, Science Direct, Scopus, PubMed و Safety Science بهره گرفته شد. برای اطمینان از جستجوی دقیق‌تر، شماره‌های مجلات معتبر برای یافتن مقالات مرتبط، به صورت کامل مرور گردید. متخصصان آنالیز حوادث، از ۱ تا ۳۰ تکنیک شهودی یا تجربی آنالیز رسمی برای تولید داده‌های مربوط به حادثه استفاده می‌کنند. تکنیک‌های رسمی، دارای اصطلاحات اختصاری مانند:

3CA, 5Why's, Acci-Map, AEB, APPOLO, ASSET, ATHENA, CAS-HEAR, CAST, ECFC, FACS, FRAM, HERA, HFACS, HFIT, HPEP, HPES, HPIP, HSG, FTA, MORT, MTO, ORAU, PRCAP, RCA, SCAT, SHELL, SOL, STAMP, STEP MES, TapRooT®, TOPSet, TRIPOD, WAIT و یا WBA هستند [۱۲].

کنند؛ بنابراین، تکنیک تحلیل حادثه منتخب، باید از میان الزامات به الزام قانونی توجه بیشتری داشته باشد. باوجود تفاوت در انتخاب الزامات در مطالعات مختلف، ویژگی‌های مشخص هر تکنیک، پیش‌نیاز مشترک در انتخاب تکنیک آنالیز حادثه است. انتخاب غیرآگاهانه تکنیک، ممکن است به نوبه خود، تأثیر منفی بر آنالیز حادثه و درس‌آموزی از حوادث داشته باشد [۱۱].

وجه مشترک پیامد حوادث، آسیب‌های جانی است و افراد حادثه‌دیده و یا وراث ایشان در پی جبران خسارات در محاکم قضایی اقامه دعوا می‌کنند؛ بنابراین، تعیین مقصر و میزان تقصیر، لازمه صدور آرای قضایی است. واضح است که تعیین میزان تقصیر، به شناسایی علل حادثه وابسته بوده و در حال حاضر، بازرسان کار و کارشناسان رسمی دادگستری، صرفاً با اتکا به روش‌های ذهنی و با استفاده از تجربه، علل وقوع حوادث را شناسایی می‌کنند و با این وضعیت، مشخص است که در معرفی علل مذکور سلاقی و تجارب شخصی اعمال می‌شوند که در نتیجه‌گیری و صدور آرای قضایی، تفاوت‌هایی را رقم می‌زند. همچنین در بررسی‌های مجدد حوادث که به دنبال اعتراض خواهان یا خوانده صورت می‌گیرد، افتراق بین علل معرفی شده وجود داشته و همین مبنايي می‌شود تا در نظریه‌های کارشناسی، اختلاف به وجود آید.

در این پژوهش، سعی شده است تکنیکی معرفی شود که بتواند علاوه بر توانمندی شناسایی علل در سطوح مختلف، در هر بار استفاده توسط کاربران مختلف، علل مشابهی را معرفی نماید.

روش پژوهش

مطالعه حاضر با توجه به ماهیت آن، توصیفی و کاربردی بوده و بر اساس شیوه انجام آن، پیمایشی محسوب می‌شود. هدف نهایی این مطالعه توسعه دانش کاربردی در زمینه

1. Patients, Intervention, Comparison & Outcomes
2. Manual Reference Check

مرحله دوم - انتخاب تکنیک‌های آنالیز حادثه

برای انتخاب تکنیک‌های آنالیز حادثه، از معیارهای ورود به مطالعه شامل مدل‌های متوالی و اپیدمیولوژیک؛ کاربرد و ویژگی تکنیک‌ها طبق توصیه پدیدآورندگان تکنیک‌ها؛ دردسترس بودن تکنیک؛ دردسترس بودن نرم‌افزارها؛ و راهنمای تکنیک استفاده شد. در مرحله اول، تعدادی تکنیک شناسایی و در نهایت با استفاده از معیارهای ورود به مطالعه، ۵ تکنیک شامل Why's5 و Tripod-Beta, RCA, FTA, Fish Bone برای مطالعه انتخاب شدند.

مرحله سوم - تعیین معیارهای انتخاب تکنیک بهینه آنالیز حادثه

به منظور تعیین معیارهای انتخاب تکنیک بهینه، منابع علمی در سایت‌های علمی جستجو، و تعدادی مقاله و گزارش یافت شد. نویسندگان مختلف، معیارهای متفاوتی را معرفی کرده‌اند. برخی از معیارها در متون علمی اشتراک داشتند و به رغم اینکه تعریف مشابهی از آنها وجود داشت، اما در عنوان معیار متفاوت بودند، تعدادی از معیارها نیز به صورت انحصاری توسط پژوهشگران معرفی شده‌اند که در سایر مطالعات یافت نمی‌شود.

مرحله چهارم - مقایسه معیارها و زیرمعیارها با استفاده از تکنیک DEMATEL

جهت تعیین روابط و مقایسه معیارها و زیرمعیارها، از پرسش‌نامه مقایسات زوجی استفاده شد. بر اساس پرسش‌نامه، مقایسات زوجی خودساخته ابتدا به طور آزمایشی بین ده نفر از کارشناسان و خبرگان توزیع شد و پس از اصلاح و تأیید نهایی توسط استادان و سایر خبرگان، پرسش‌نامه اصلی توزیع گردید. پس از آن، با استفاده از

تکنیک DEMATEL، معیارها و زیرمعیارها با هم مقایسه و روابط بین آنها تعیین و فاکتورهای با درجه اهمیت کم حذف شدند.

مرحله پنجم - وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از تکنیک ANP

برای انجام مقایسات زوجی و رتبه‌بندی معیارها و زیرمعیارها، از تکنیک فرایند تحلیل شبکه^۱ (ANP) در نرم‌افزار Super Decisions استفاده شده است. فرایند تحلیل شبکه، یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و فرم توسعه یافته فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) است. این روش، برای حل مسائلی که در آنها معیارها و زیرمعیارها از هم مستقل نیستند، به کار می‌رود. در فرایند تجزیه و تحلیل شبکه‌ای، اندازه‌گیری مقادیر و اهمیت نسبی مانند فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی با مقایسه‌های زوجی و به کمک طیف ۱ تا ۹ انجام می‌شود. مراحل روش ANP به شرح زیر است:

۵-۱- ساخت مدل (شبکه) تحلیل: در این مرحله، معیارها و زیرمعیارهایی که در تصمیم‌گیری نهایی مؤثرند و به روش DEMATEL همراه نظرخواهی از متخصصان مشخص شده‌اند، به یکدیگر متصل می‌شوند و ساختار شبکه‌ای را تشکیل می‌دهند.

۵-۲- تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی و محاسبه بردارهای وزن: ماتریس‌های مقایسه زوجی تأثیر

معیارها و زیرمعیارها، با در نظر گرفتن سطوح بالاتر شبکه و ارتباطات داخلی تشکیل می‌شوند تا بتوان به کمک آنها وزن عناصر را به دست آورد. برای روایی پرسشنامه مقایسات زوجی با استناد به منابع و کتب علمی و پایایی آن با محاسبه نرخ ناسازگاری، مراحل تأیید پرسشنامه‌های مقایسات زوجی انجام گرفته است. پس از آن که مقایسه زوجی به صورت کامل انجام شد، وزن (W) محاسبه می‌شود:

1. Analytical Network Process: ANP

تا عناصر ماتریس همگرا و مقادیر سطری آن با هم برابر شوند. در این مورد، جمع سطر سوپر ماتریس وزنی به صورت زیر همگرا می شود:

$$\alpha = \sum_{i=1}^n W_i$$

یافته ها

پژوهشگران در مطالعاتی مختلف، معیارهایی را برای ارزیابی و مقایسه حوادث معرفی کرده اند که کلیات آن در جدول (۱) به تفکیک ذکر شده است. معیارهای مدنظر برای انتخاب تکنیک بهینه شامل ۸ معیار اصلی و ۲۰ زیرمعیار هستند. تعریف هریک از معیارها در ستون دوم جدول تحت عنوان «شرح معیار» آمده است.

مقدار حد آستانه برای معیارها ۰/۹۸ به دست آمد. در صورتی که اعداد به دست آمده از مقدار حد آستانه بزرگتر باشد، نشان دهنده ارتباط سطر به ستون دو معیار است. معیارهای دارای ارتباط، در شکل (۱) ارائه شده اند. نمودار روابط علی بین معیارها و ترتیب نفوذ معیارها بر یکدیگر، به ترتیب در شکل های (۲) و (۳) ارائه شده است. براساس شکل (۲)، معیار «سطوح دامنه کاربرد» به عنوان تأثیرگذارترین معیار و «توانایی شناسایی علل» و «منابع مورد نیاز»، در رتبه های بعدی قرار گرفتند. همچنین تأثیرپذیرترین معیار، «اعتبارسنجی» تعیین شده است. معیارهای «مشهود بودن» و «واقع گرا بودن» در جایگاه دوم و سوم تأثیرپذیری قرار گرفته اند. شکل (۳) نشان می دهد، معیار «توانایی شناسایی سطوح چندگانه علل»، دارای بیشترین تعامل با سایر معیارها بوده و معیار «اعتبارسنجی»، کمترین تعامل را با سایر معیارها داشته است.

$$Aw = \lambda_{\max} w$$

که در آن، $\lambda_{\max}$ بزرگترین مقدار ویژه ماتریس A است. بردار W با استفاده از $\alpha = \sum_{i=1}^n W_i$ نرمال می شود.

برای تعیین میزان سازگاری مقیاس ها، از شاخص سازگاری وزن معیارها استفاده می شود:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

در کل، اگر CI کمتر و مساوی ۰/۱ باشد، مقایسه تأیید می شود و در صورتی که این شاخص برای هریک از ماتریس های مقایسه زوجی، مقدار عددی بزرگتر از ۰/۱ داشته باشد، مقایسه ها و وزن های اختصاص داده شده با یکدیگر ناسازگار می باشد و بنابراین، در وزن دهی چنین مواردی، تجدیدنظر صورت خواهد گرفت.

۳-۵- تشکیل سوپر ماتریس اولیه: براساس

مقایسات زوجی که در مرحله قبل انجام شد، چند ماتریس ساخته و وزن نسبی هر ماتریس محاسبه می شود. سپس وزن های حاصل در سوپر ماتریس وارد می شوند که رابطه متقابل بین عناصر سیستم را نشان می دهند.

۴-۵- تشکیل سوپر ماتریس وزنی: برای آنکه از

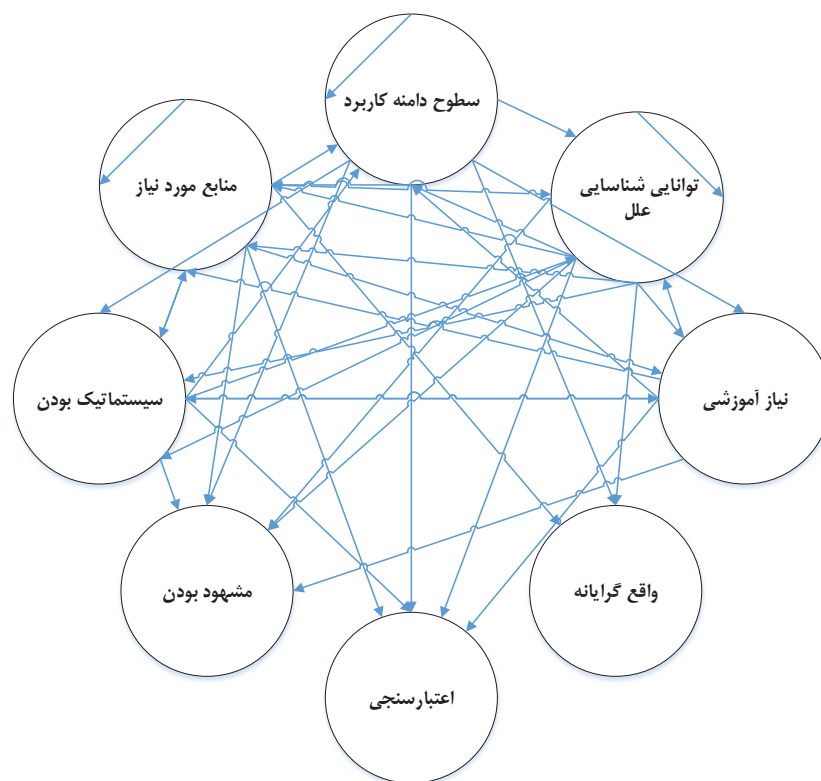
عناصر سوپر ماتریس اولیه متناسب با وزن نسبی آنها فاکتور گرفته و جمع ستون برابر ۱ شود، هر ستون ماتریس استاندارد می شود. در نتیجه ماتریس جدیدی به دست می آید که جمع هر یک از ستون های آن برابر ۱ خواهد بود.

۵-۵- محاسبه بردار وزنی عمومی-سوپر ماتریس

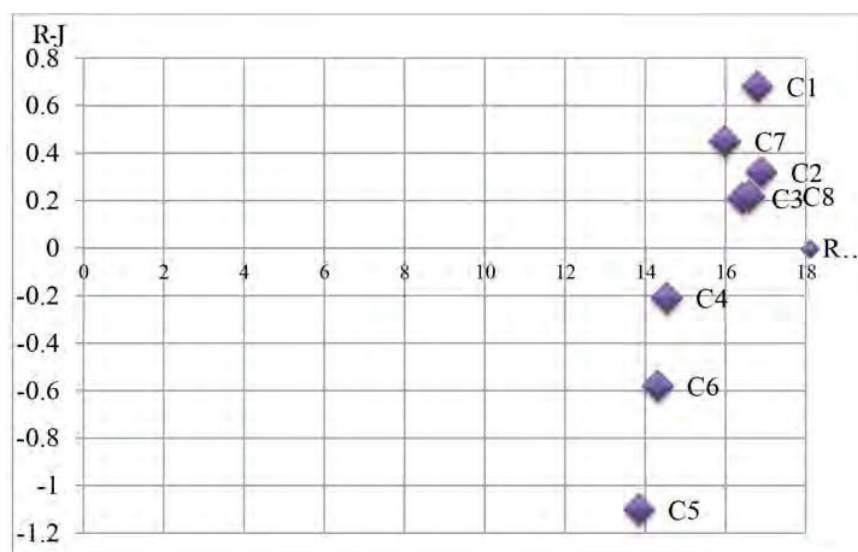
حد: در مرحله بعد، سوپر ماتریس وزنی به توان حدی می رسد

جدول ۱. معیارها و زیرمعیارهای تعیین تکنیک بهینه آنالیز حوادث فوتی

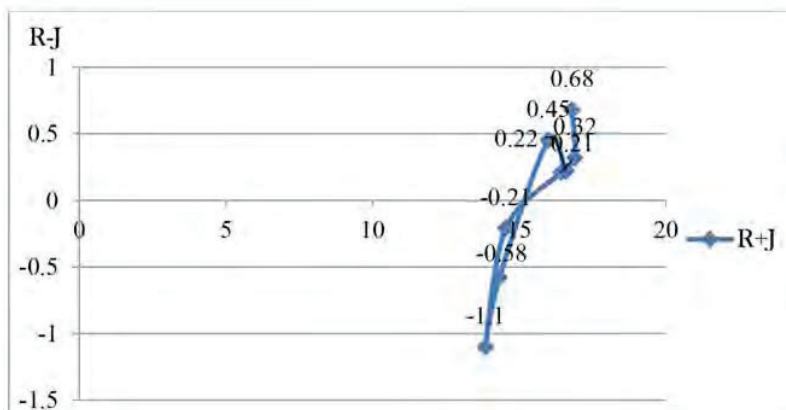
عنوان معیار	شرح معیار	زیرمعیار
سطوح دامنه کاربرد (C ₁)	همه تصمیم‌گیرندگان و افرادی که در فرایند کاری عادی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم سناریوی حادثه را نیز تحت‌تأثیر قرار دهند. این پیچیدگی باید در تحقیق حادثه منعکس شود. تکنیک آنالیز حادثه، باید همه لایه‌های اشاره شده در مدل فنی-اجتماعی راسموسن را پوشش دهد (۸، ۱۳ و ۱۴).	کارکنان (C ₁₁)
		سیستم‌های فنی و کاری (C ₁₂)
		مدیریت و سازمان (C ₁₃)
		خارج سازمانی (دولت، انجمن‌ها، روابط بین سازمانی) (C ₁₄)
توانایی شناسایی سطوح چندگانه علل (C ₂)	توانایی تکنیک در پوشش سطوح مختلف علل حادثه می‌باشد (۱۳-۱۵).	علل غیرمستقیم (C ₂₁)
		علل سطحی (C ₂₂)
		علل ریشه‌ای (C ₂₃)
نیاز آموزشی (C ₃)	تکنیک باید برای یادگیری، درک و اجرا بدون آموزش‌های رسمی، آسان باشد؛ به عبارت دیگر، یک تکنیک جامع ممکن است نیاز به آموزش طولانی داشته باشد. برای استفاده از تکنیک آنالیز حادثه، بستگی به نوع حادثه، مقدار آموزش موردنیاز، متفاوت است. در انتخاب تکنیک، نیاز آموزش مهم است [۸؛ ۱۳؛ ۱۵].	
واقع‌گرا بودن (C ₄)	تکنیک باید مدلی از طبیعت توالی، تعامل و هم‌زمانی اتفاق‌ها ایجاد کند؛ به عبارت دیگر، توالی اتفاق‌هایی که رخ می‌دهد، از نظر مکانی و زمان ارائه می‌شود [۸؛ ۱۳؛ ۱۴؛ ۱۶].	توالی رویدادها (C ₄₁)
		وابستگی رخدادها (C ₄₂)
		در نظر گرفتن حفاظ‌ها (C ₄₃)
روایی و پایایی (C ₅)	اگر تکنیک دوباره استفاده شود (برای یک مورد مشابه) نتایج مشابهی خواهد داشت. درجه مستقل بودن تکنیک از محقق و دانش محقق. تا چه حد یافته‌های آنالیز با واقعیت تفاوت دارد [۸؛ ۱۳؛ ۱۵؛ ۱۷].	روایی (C ₅₁)
		پایایی (C ₅₂)
مشهود بودن (C ₆)	تکنیک باید همه اتفاق‌ها و تعاملاتی که بین آنها رخ می‌دهد را شناسایی کند و آن را به شیوه‌ای به سایرین ارائه نماید که درک آن آسان بوده و مستندات را نیز ارائه نماید [۸؛ ۱۳؛ ۱۴؛ ۱۶].	ارائه گرافیکی (C ₆₁)
		ارائه جدولی (C ₆₂)
		ارائه به صورت متن (C ₆₃)
سیستماتیک بودن (C ₇)	تکنیک باید رویکردی منطقی و منظم را فراهم کند که از همه تحقیق‌کنندگان حمایت کند. تکنیک باید رویکردی گام‌به‌گام را فراهم کند تا از منحرف‌شدن محقق در زمان جمع‌آوری داده و آنالیز حقایق جلوگیری کند. در حقیقت، سوگیری را کاهش دهد [۱۳؛ ۱۴].	نرم‌افزاری (C ₇₁)
		دارای درخت منطق (C ₇₂)
		دارای چک‌لیست (C ₇₃)
منابع موردنیاز (C ₈)		هزینه (C ₈₁)
		زمان (C ₈₂)



شکل ۱. نقشه ارتباط و وابستگی درونی بین معیارها بر اساس روش DEMATEL



شکل ۲. روابط علی بین معیارها بر اساس روش DEMATEL



شکل ۳. ترتیب نفوذ معیارها بر یکدیگر براساس روش DEMATEL

جدول ۲. وزن نهایی معیارها براساس نظر خبرگان بر مبنای روش ANP

رتبه	وزن حدی	وزن نرمال	معیارها
۳	۰/۰۲۲	۰/۱۳۴	اعتبارسنجی
۲	۰/۰۴۱	۰/۲۵۲	توانایی شناسایی علل
۱	۰/۰۵۱	۰/۳۱۱	سطوح دامنه کاربرد
۷	۰/۰۰۸	۰/۰۴۸	سیستماتیک بودن
۵	۰/۰۱۲	۰/۰۷۷	مشهود بودن
۶	۰/۰۰۸	۰/۰۵۲	منابع مورد نیاز
۴	۰/۲۰۳	۰/۱۲۲	نیاز آموزشی
۸	۰	۰	واقع گرا بودن

پس از تجمیع نظر خبرگان و محاسبات صورت گرفته بر اساس روش دیمتل، معیارها و زیرمعیارها با توجه به وزن نهایی رتبه بندی شده و نتایج آن، در جدول (۲) آمده است. مطابق با آن، معیار «سطوح دامنه کاربرد»، دارای بیشترین وزن و معیار «واقع گرایانه»، کمترین وزن را به میزان صفر دارا بوده است.

مطابق با جدول (۳) زیرمعیار «زمان مورد نیاز»، دارای بیشترین وزن نرمال با مقدار ۰/۶۶۳ و زیرمعیار «سطح کارکنان»، دارای کمترین وزن نرمال به مقدار ۰/۱۱۸ است.

جدول ۳. وزن نهایی زیرمعیارها براساس نظر خبرگان

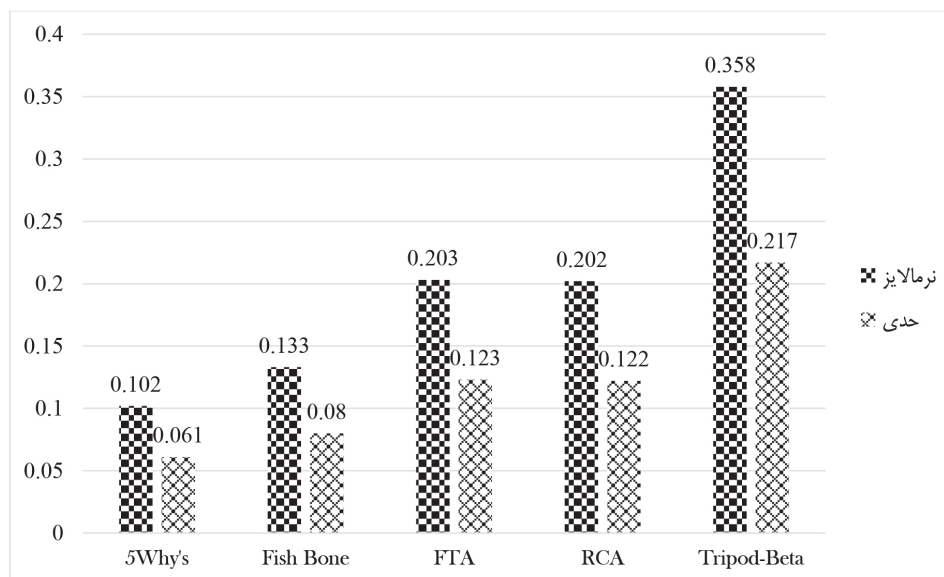
رتبه	وزن حدی	وزن نرمال	معیارها
۶	۰/۰۲۵	۰/۳۸۸	خارج سازمانی
۱۲	۰/۰۱۷	۰/۲۶	سیستم‌های فنی و کاری
۱۳	۰/۰۱۵	۰/۲۳۲	مدیریت و سازمان
۱۷	۰/۰۰۷	۰/۱۱۸	کارکنان
۳	۰/۰۳۱	۰/۶	علت ریشه‌ای
۱۱	۰/۰۱۴	۰/۲۶۵	علت زمینه‌ای
۱۵	۰/۰۰۶	۰/۱۳	علت غیرمستقیم
۲	۰/۰۳۶	۰/۶۴	روایی
۷	۰/۰۲	۰/۳۵۹	پایایی
۸	۰/۰۱۱	۰/۳۳۹	ارائه جدولی
۱۶	۰/۰۰۴	۰/۱۲۷	ارائه متنی
۵	۰/۰۱۷	۰/۵۳۳	ارائه گرافیکی
۱۰	۰/۰۰۲	۰/۲۷۹	دارای درخت منطق
۴	۰/۰۰۶	۰/۵۸۸	دارای نرم‌افزار
۱۴	۰/۰۰۱	۰/۱۳۲	دارای چک‌لیست
۱	۰/۰۰۷	۰/۶۶۳	زمان موردنیاز
۹	۰/۰۰۳	۰/۳۳۶	هزینه و نیروی موردنیاز

نقطه قوت تکنیک‌ها در هر معیار / زیرمعیار در جدول (۴) ارائه شده است. برای مثال، تکنیک FTA در زیر معیار «وابستگی رخدادها» نسبت به سایر تکنیک‌ها ارجحیت دارد.

نتایج رتبه‌بندی تکنیک‌های مورد بررسی در شکل (۴) ارائه شده است. براساس نتایج حاصله، تکنیک‌های Why's5 , Tripod-Beta , FTA , RCA , Fish Bone به ترتیب، در رتبه‌های اول تا پنجم قرار گرفتند.

جدول ۴. تکنیک برتر نسبت به هر زیرمعیار

وزن تکنیک	تکنیک برتر	معیار / زیرمعیار
۰/۴۱	Tripod-Beta	نیاز آموزشی
۰/۲۶۵	Fish Bone	سطوح کارکنان
۰/۴۷۴	Tripod-Beta	سطوح مدیریت و سازمان
۰/۳۱۵	FTA	سطوح سیستم‌های فنی و کاری
۰/۳۲۲	Tripod-Beta	سطوح خارج سازمانی
۰/۳۶۵	Tripod-Beta	علل غیرمستقیم
۰/۴۰۸	Tripod-Beta	علل زمینه‌ای
۰/۳۸	Tripod-Beta	علل ریشه‌ای
۰/۳۱۳	RCA	توالی رویدادها
۰/۲۸	FTA	وابستگی رخدادها
۰/۵۱۴	Tripod-Beta	در نظر گرفتن حفاظ‌ها
۰/۴	Tripod-Beta	پایایی
۰/۲۷۷	Tripod-Beta	روایی
۰/۴۱۳	Tripod-Beta	ارائه گرافیکی
۰/۲۵۸	Tripod-Beta	ارائه جدولی
۰/۲۷۸	Tripod-Beta	ارائه متن
۰/۲۶۸	Tripod-Beta	دارا بودن نرم‌افزار
۰/۵۴۱	Tripod-Beta	دارای چک‌لیست آماده
۰/۳۹	Tripod-Beta	دارای درخت منطق
۰/۳۹۶	Tripod-Beta	زمان انجام
۰/۴۱۲	Tripod-Beta	هزینه و نیروی انسانی مورد نیاز



شکل ۴. وزن تکنیک‌ها بر حسب معیارها و زیرمعیارها

بحث

بیشتر مطالعات صورت گرفته در این حوزه از نوع مروری بوده و به معرفی و تشریح کاربردی و ویژگی‌های مدل‌ها و تکنیک‌های آنالیز حادثه پرداخته‌اند و کمتر به ارزیابی تکنیک‌ها بر اساس معیارها توجه شده است. اندک مطالعات مشابه نیز به صنعت یا فعالیت‌های خاصی اختصاص داشته و گستره کاربری محدودی دارند. مطالعات نشان می‌دهد Tripod-Beta بیش از سایر تکنیک‌ها مورد بررسی قرار گرفته و علاوه بر این، معمولاً از نگاه خبرگان نسبت به سایر تکنیک‌ها ارجح تشخیص داده شده است.

اکثر مطالعات صورت گرفته نسبت به این مطالعه، معیارهای کمتری را در بر می‌گیرد و نقطه قوت این پژوهش را می‌توان جامعیت معیارهای معرفی شده محسوب نمود، چنان‌که معیارها، گروه‌بندی شده و برای هریک، تعدادی زیرمعیار مشخص شده است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد، مهم‌ترین معیار برای انتخاب تکنیک بهینه، توانایی یک تکنیک برای کاربرد در

سطوح مختلف است که مهم‌ترین زیرمعیار آن، سطح خارج سازمانی با وزن ۰/۳۸۸ است. از دیگر معیارهای مهم، توانایی شناسایی سطوح چندگانه علل با وزن ۰/۲۵۲ است. زیرمعیار علل ریشه‌ای با وزن ۰/۶ بیشترین وزن را در این گروه داشته، اما در بین زیرمعیارها، «زمان انجام» بیشترین وزن یعنی مقدار ۰/۶۶۳ را به خود اختصاص داده است.

نتیجه‌گیری

تکنیک‌های آنالیز حادثه دارای نقاط ضعف و قوت خاص خود هستند. نتایج، نشان داد که هرکدام از تکنیک‌های مورد مطالعه می‌توانند برخی از معیارها و زیرمعیارهای مورد نظر برای انتخاب تکنیک بهینه را پوشش دهند و برای پوشش دادن تمام معیارها می‌باید از ترکیبی از تکنیک‌های آنالیز حادثه استفاده شود و یا از نقطه قوت تکنیک‌ها برای توسعه تکنیک استفاده کرد. نتایج این مطالعه، نشان داد که بر اساس اهمیت معیارهای به دست آمده، تکنیک Tripod-Beta، به عنوان یک تکنیک نسبتاً کارآمد و هماهنگ با معیارهای انتخاب شده، می‌تواند

توانمند در تعیین علل حادثه در سطوح مختلف لازم به نظر می‌رسد و تکنیک تعیین شده، قابلیت چنین تفکیکی را دارا است.

تکنیک‌های استفاده شده در مطالعات آتی، می‌تواند متنوع‌تر و از گونه مدل سیستمی باشد و ترکیبی از چندین تکنیک در یک بررسی جامع درباره یک حادثه پیچیده، مورد استفاده قرار گیرد تا نتایج آن بیشتر، قابل اتکا باشد.

منابع مالی

این مطالعه در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته بهداشت حرفه‌ای ارائه و توسط معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی قزوین و مؤسسه کار و تأمین اجتماعی پشتیبانی شده است.

برای آنالیز حوادث استان قزوین استفاده شود. همچنین تکنیک‌هایی مانند FTA و RCA، در رتبه‌های بعدی قرار دارند. نکته مهمی که در اینجا قابل ذکر است، در بررسی حوادث، تأکید مقامات قضایی بر معرفی علل مستقیم حادثه است و اغلب از پرداختن به علل ریشه‌ای حوادث مانند عوامل فرهنگی-اجتماعی به دلیل محدودیت‌های قانونی بر حذر می‌باشند. هر چند تهیه‌کنندگان گزارش حوادث، گاهی اوقات تا سطوح واسطه‌ای و ریشه‌ای علل حادثه پیش می‌روند؛ اما توجه بر این است که انتساب مسئولیت و تقصیر به افراد سازمان و یا افرادی که به طور مستقیم با حادثه در ارتباط و یا دخیل بوده‌اند، محدود شود. با این توضیح و با وجود مقررات داخلی همچون آیین‌نامه آموزش ایمنی کارفرمایان، کارگران و کارآموزان، نیاز به استفاده از تکنیکی

منابع

- [1] Benner L. Rating accident models and investigation methodologies. Journal of safety research. 1985 Sep 1;16(3):105-26.
- [2] Benner L. Accident investigation data: Users' unrecognized challenges. Safety Science. 2019 Oct;118:309-15.
- [3] Esabati M. Accident Related to Work: Fadak Isatis. 2014.
- [4] Frei R, Kingston J, Koornneef F, Schallier P. Investigation tools in context. In Proceedings of JRC/ESReDA Seminar on "Safety Investigation of Accidents" in Petten, The Netherlands. 2003 May 12 (pp.12-13).
- [5] Hollnagel E, Speziali J. Study on developments in accident investigation methods: A survey of the "State-of-the-art". 2018.
- [6] Katsakiori P, Sakellariopoulos G, Manatakis E. Towards an evaluation of accident investigation methods in terms of their alignment with accident causation models. Safety Science. 2009 Aug;47(7):1007-15.
- [7] Khanzode VV, Maiti J, Ray PK. Occupational injury and accident research: A comprehensive review. Safety Science. 2012 Jun;50(5):1355-67.

- [8] Labor Law. Sect. 4, 1990.
- [9] Labor Mo. Statistics and Databases. 2019. Available from: <https://www.bazreskar.mcls.gov.ir>.
- [10] Munson S. Assessment of accident investigation methods for wildland firefighting incidents by case study method. 2000.
- [11] Nivolianitou ZS, Leopoulos VN, Konstantinidou M. Comparison of techniques for accident scenario analysis in hazardous systems. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2004 Nov;17(6):467–75.
- [12] ILO. Statistics and Databases, 2020. Available from: <https://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/lang--en/index.htm>.
- [13] Philley J, Pearson K, Sepeda A. Updated CCPS investigation guidelines book. Journal of Hazardous Materials. 2003 Nov;104(1–3):137–47.
- [14] Sklet S. Comparison of some selected methods for accident investigation. Journal of Hazardous Materials. 2004 Jul;111(1–3):29–37.
- [15] Statistic and Databases. 2019. Available from: ec.europa.eu/eurostat/web/health/data.
- [16] Statistics USBoL. Injuries, illnesses, and fatalities statistics. 2019. Available from: <https://www.bls.gov/iif/oshcfoi1.htm>.
- [17] Wienen H, Bukhsh FA, Vriezolkolk E, Wieringa RJ. Accident analysis methods and models-A systematic review. In 15th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, ISCRAM 2018. 2018 May (pp. 398-408).