



فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست

طراحی مدل مفهومی T5M و رتبه‌بندی مولفه‌ها و شاخص‌های سوانح و حوادث

عبدالرحمن کشوری^۱، سید رضا کریمی^{۱*}، عبدالرحیم رضوانی^۲

۱- استادیار دانشکده ایمنی، دانشگاه جامع امام حسین^(ع)، تهران، ایران

۲- کارشناس ارشد ایمنی، دانشگاه جامع امام حسین^(ع)، تهران، ایران

چکیده

باتوجه به اهمیت روزافزون پیشگیری از سوانح و حوادث در محیط‌های کاری و ضرورت بهره‌گیری از رویکردهای تحلیلی کارآمد، طراحی مفهومی مدل T5M با هدف رتبه‌بندی مولفه‌ها و شاخص‌های سوانح و حوادث انجام شده است. پژوهش حاضر جزء تحقیقات توصیفی - پیمایشی است که به‌صورت میدانی انجام گرفته است. جامعه آماری این تحقیق را ۶۵ نفر از کارشناسان ایمنی در حوزه بررسی و تجزیه و تحلیل سوانح و حوادث تشکیل می‌دهند و از میان آن‌ها، با استفاده از فرمول کوکران نمونه‌ای با حجم ۵۶ نفر تعیین و به‌طور تصادفی انتخاب گردید. ابزار گردآوری داده‌ها و اطلاعات، پرسشنامه‌ای با ۴۲ سؤال شامل ۶ سؤال باز و ۳۶ سؤال طراحی شده بر اساس طیف لیکرت بود. روایی پرسشنامه به تأیید اساتید راهنما و مشاور درآمد و پایایی آن بر اساس ضریب آلفای کرونباخ سنجیده و عدد ۰/۹۱ به‌دست آمد. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که مدل T5M می‌تواند به‌عنوان چارچوبی جامع و کاربردی برای تحلیل ریشه‌های سوانح و حوادث در سازمان‌ها مورد استفاده قرار گیرد. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها و رتبه‌بندی مؤلفه‌ها با استفاده از آزمون فریدمن، نشان داد که ابعاد مختلف مدل از اهمیت متفاوتی برخوردارند و توجه هم‌زمان به عوامل فنی، محیطی، انسانی و مدیریتی در پیشگیری مؤثر از حوادث نقش بسزایی دارد. در مجموع، مدل T5M قابلیت مناسبی برای شناسایی زمینه‌های خطر و طراحی اقدامات پیشگیرانه در اختیار مدیران ایمنی قرار می‌دهد.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۳

بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۱۵

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۸

ارائه آنلاین: ۱۴۰۴/۰۹/۲۵

*نویسنده مسئول: Srk.aria22@ihu.ac.ir

کلید واژه‌ها:

تجزیه و تحلیل،

سوانح،

حوادث،

مدل T5M،

شاخص‌ها،

رتبه‌بندی



۱- مقدمه

می‌آورد. پرهیز از روش‌های سنتی و غیرعلمی و استفاده از روش‌های علمی، کلاسیک، کارآمد و به‌روز باعث شناسایی بهتر و دقیق‌تر عامل‌های بروز حوادث می‌گردد و کمک شایانی به اولویت‌بندی اقدامات کاهش ریسک و اختصاص منابع لازم می‌نماید. در این پژوهش، تلاش بر آن است که مدل T5M¹ معرفی و مزیت آن در شناسایی عوامل گوناگون در جنبه‌های مختلف برای یک حادثه، بیان گردد و آن را روشی قابل اعتماد و کارا، در تجزیه و تحلیل سوانح و حوادث در سازمان مورد مطالعه، به جای روش‌های سنتی معمول و غیرکلاسیک، بشناساند.

۲- مبانی نظری

باتوجه به بررسی‌ها و ارزیابی‌های مبانی نظری، مشخص شد گردید که عمدتاً از مدل 5M در تجزیه و تحلیل سوانح استفاده شده است. نوآوری اضافه شده در این پژوهش عبارت است از افزودن مؤلفه عملکردی "وظایف شغلی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌ها که دارای شاخص‌های مشخص است.

مدل T5M در منابع علمی و صنعتی به‌عنوان یک روش معتبر و شناخته شده معرفی نشده است، اما باتوجه به تطبیق بسیار زیاد مؤلفه‌های عملکردی آن با پارامترهایی که در سازمان‌های نظامی و دفاعی، مورد بررسی قرار می‌گیرند، به‌عنوان یک روش کارآمد و مفید در تجزیه و تحلیل سوانح و حوادث می‌تواند کاربرد داشته باشد (شکل ۱).

روش تجزیه و تحلیل T5M از شش مؤلفه عملکردی تشکیل شده است که عبارت‌اند از:

- وظایف شغلی^۲: به معنی وظایف و در اصطلاح عبارت است از وظایف شغلی. وظایف شغلی به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها، مسئولیت‌ها و انتظارات مرتبط با یک شغل خاص اشاره دارد که از سوی کارفرما تعیین می‌شود و کارکنان ملزم به انجام آن‌ها هستند. این وظایف شامل فعالیت‌های روزمره،

ایمنی یکی از مهم‌ترین جنبه‌های زندگی فردی و اجتماعی است که تأثیر بسزایی بر سلامت و رفاه افراد دارد. ایمنی در محیط‌های مختلف مانند محیط کار، جاده‌ها، خانه و فضاهای عمومی نقش کلیدی در کاهش خطرات، جلوگیری از آسیب‌ها و حفظ کیفیت زندگی دارد. بر اساس گزارش سازمان بین‌المللی کار، سالانه بیش از ۲,۳ میلیون نفر در سراسر جهان به دلیل حوادث و بیماری‌های ناشی از کار جان خود را از دست می‌دهند. رعایت استانداردهای ایمنی و بهداشت شغلی می‌تواند تأثیر چشمگیری در کاهش این آمار داشته باشد [1]. انسان با بکارگیری علم و تکنولوژی در راستای رفاه بیشتر قدم برمی‌دارد و این در حالی است که گسترش تکنولوژی و فناوری‌های نوین، خطرات بیشتر و جدیدتری را در مسیر زندگی او قرار می‌دهد. تحلیل حوادث به تنظیم‌کنندگان قوانین و استانداردهای ایمنی کمک می‌کند تا مقررات کارآمدتری وضع کنند. سازمان بهداشت جهانی تأکید دارد که تحلیل سوانح رانندگی، منجر به اصلاح سیاست‌های ایمنی حمل و نقل، بهبود طراحی جاده‌ها و وسایل نقلیه و افزایش آگاهی عمومی شده است [2].

حوادث هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیمی را به همراه دارند که شامل هزینه‌های درمانی، از کارافتادگی، خسارت‌های مالی و کاهش بهره‌وری می‌شود. تحقیقات نشان داده‌اند که تحلیل دقیق علل حوادث می‌تواند به کاهش این هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری سازمان‌ها کمک کند [3]. پیشرفت تکنولوژی در عرصه‌های نظامی و دفاعی کشورها به‌عنوان یک عرصه حساس و استراتژیک حکومت‌ها، امروزه دارای سرعت بالایی است که مخاطرات فراوانی را نیز با خود به همراه دارد. فراوانی و تنوع تجهیزات و مأموریت‌ها، جغرافیای عملکردی و مأموریتی آنها، نوع مأموریت‌ها در عرصه آبی، خاکی و هوایی و موارد متعدد دیگر، ریسک‌ها و مخاطرات زیادی را پدید می‌آورد. برای کاهش ریسک خطرات، نیاز به داشتن سابقه و آنالیز حوادث و سوانح در زمینه‌های مورد نظر است که در نتیجه قابلیت ارائه راهکار و روش‌های پیش‌بینی و پیشگیری از خطرات را به وجود

¹ Man, Machine, Material, Management and Tasks Model

² job duties

به کارگیری مدل T5M در تجزیه و تحلیل سوانح در محیط‌های سازمانی است. همچنین پژوهش حاضر از منظر ماهیت و روش، توصیفی - پیمایشی است؛ به این معنا که ابتدا شاخص‌های مؤثر در شش مؤلفه اصلی مدل T5M از منابع نظری استخراج شده‌اند و سپس از طریق جمع‌آوری داده‌ها با ابزار پرسش‌نامه، این شاخص‌ها توسط خبرگان مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

در این تحقیق که به شناسایی و ارزیابی شاخص‌های مدل T5M می‌پردازد، جامعه آماری این پژوهش شامل ۶۵ نفر از افرادی است که دارای تخصص در حوزه ایمنی، HSE، مدیریت سوانح یا تحلیل ریشه‌ای علل حوادث در سازمان هستند. این افراد به دلیل داشتن تجربه و دانش تخصصی در زمینه تحلیل سوانح، توانایی ارزیابی شاخص‌های مربوط به ابعاد مختلف مدل T5M را دارا می‌باشند. حجم نمونه با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد، مقدار p برابر با ۰/۵ و خطای مجاز ۰/۰۵ محاسبه شد. بنابراین، حجم نمونه مورد نیاز برای پژوهش برابر با ۵۶ نفر برآورد شد.

در مرحله دوم، برای جمع‌آوری داده‌های تجربی، از روش میدانی استفاده شد. ابزار گردآوری اطلاعات در این بخش، یک پرسش‌نامه محقق ساخته شامل ۴۲ سؤال (شامل ۳۶ سؤال پنج گزینه‌ای و ۶ سؤال باز) که به منظور سنجش میزان اهمیت و اولویت شاخص‌ها از دیدگاه خبرگان طراحی شده است. این پرسش‌نامه با استفاده از طیف لیکرت پنج‌گزینه‌ای تنظیم شده و میان نمونه‌ای انتخابی از متخصصان حوزه بررسی و تحلیل سوانح توزیع گردید. اطلاعات گردآوری شده از طریق این پرسش‌نامه، مبنای تحلیل آماری و آزمون فریدمن قرار گرفت.

مهارت‌های موردنیاز، اهداف عملکردی و استانداردهای ارزیابی می‌شود. (دسلر، ۲۰۲۰)

- مدیریت^۱: به معنای مدیریت است و در اصطلاح ایمنی عبارت است از به فرآیند برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی، نظارت و ارزیابی خطرات و شرایط کاری به‌منظور پیشگیری از حوادث و آسیب‌های شغلی اطلاق می‌شود.
- محیط^۲: به معنی محیط است و در اصطلاح محیط به تمام عواملی اطلاق می‌شود که شرایط زندگی و کار انسان‌ها را شکل می‌دهند و می‌توانند شامل عوامل طبیعی و انسان ساخت باشند که تأثیرات مختلفی بر سلامت، رفاه و تصمیم‌گیری دارند[4].
- کارکنان^۳: به معنی مردان است و در اصطلاح به کارکنان اطلاق می‌شود. کارکنان افراد شاغلی هستند که با استفاده از تخصص و مهارت‌های خود در محیط‌های کاری به انجام وظایف محوله پرداخته و به تحقق اهداف سازمان کمک می‌کنند[5].
- ماشین‌آلات^۴: به معنای ماشین‌آلات است. در منابع علمی، ماشین‌آلات به‌عنوان مجموعه‌ای از قطعات متحرک و ثابت تعریف شده‌اند که با استفاده از انرژی، کار مکانیکی را برای دستیابی به یک هدف خاص انجام می‌دهند [6].
- مواد^۵: به معنی ماده‌ها یا مواد است. مواد به هر نوع ماده‌ای گفته می‌شود که در فرآیندهای تولیدی برای ساخت محصولات مختلف به کار گرفته می‌شود و می‌تواند از انواع طبیعی یا مصنوعی باشد [7].

۳- روش تحقیق

از نظر هدف، این تحقیق در زمره پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد؛ زیرا به دنبال فراهم‌سازی بستری علمی برای

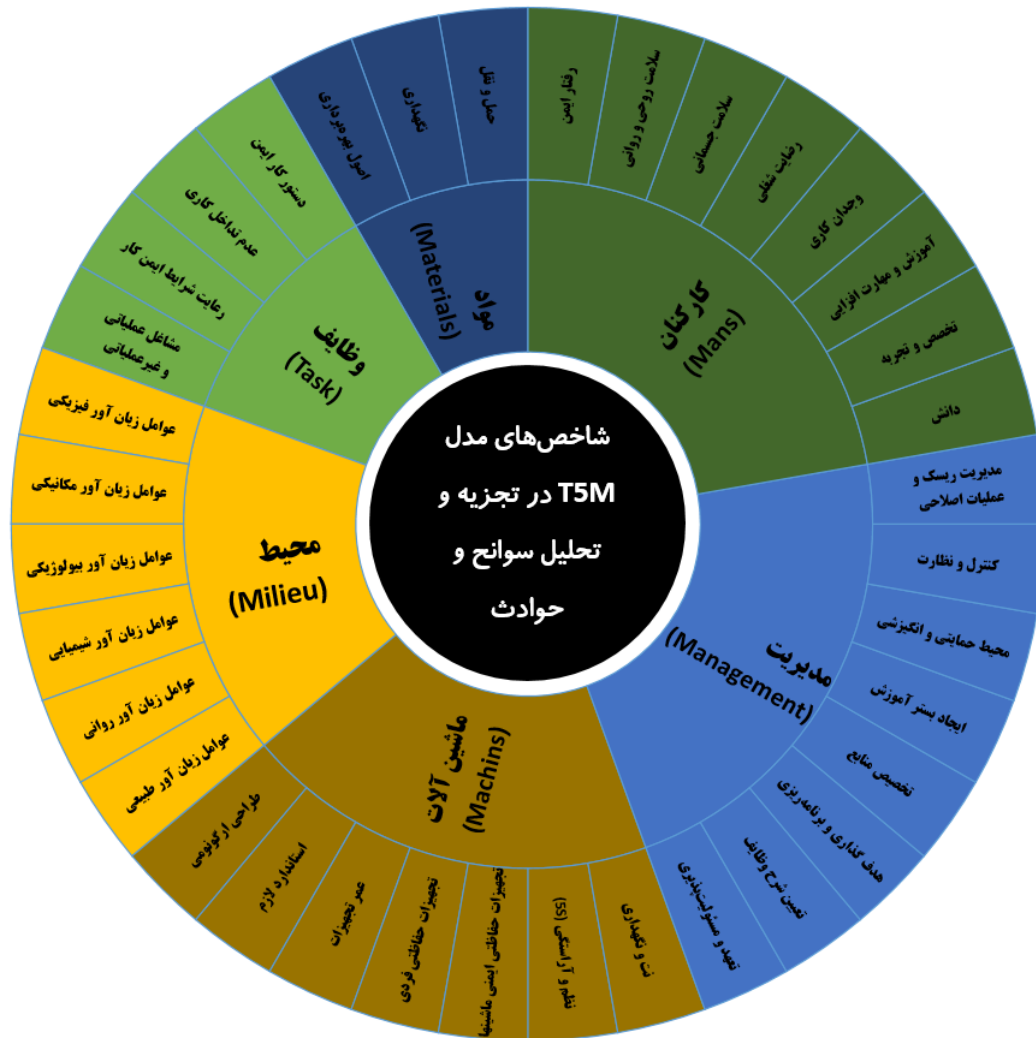
¹ Management

² Milieu

³ Men

⁴ Machins

⁵ Materials



شکل ۱. طراحی مدل مفهومی T5M (مؤلفه‌های عملکردی و شاخص‌ها)

۴- یافته‌های تحقیق

در جدول ۱ به رتبه‌بندی شاخص‌های مؤثر در مؤلفه "وظایف شغلی" پرداخته و چهار شاخص را بر اساس میانگین رتبه آن‌ها مرتب کرده است. از منظر کارشناسان و طبق نتایج تحلیل‌ها، در اولویت‌بندی شاخص‌ها در حوزه مؤلفه عملکردی وظایف شغلی، شرایط ایمن کار با میانگین ۲۳/۸۸ در اولویت اول قرار دارد. دستور کار ایمن، عملیاتی یا غیرعملیاتی بودن شغل و تداخل کاری، به ترتیب در اولویت‌های دوم تا چهارم می‌باشند.

شرایط ایمن کار (رتبه ۱- میانگین ۲۳/۸۸): بالاترین رتبه را در بین شاخص‌ها دارد و نشان می‌دهد که ایمنی

محیط کار بیشترین تأثیر را بر عملکرد وظایف شغلی دارد. این امر می‌تواند به این دلیل باشد که کارکنان در محیط‌های ایمن تر با تمرکز و بهره‌وری بیشتری کار می‌کنند و احتمال وقوع حوادث کاهش می‌یابد.

دستور کار ایمن (رتبه ۲- میانگین ۲۲/۸۸): در رتبه دوم قرار دارد، که نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه رعایت دستورالعمل‌های ایمنی بر وظایف شغلی است. این شاخص بیانگر این است که وجود رویه‌ها و دستورالعمل‌های ایمن می‌تواند به بهبود عملکرد و کاهش خطاهای -مک کند.

عملیاتی- غیرعملیاتی (رتبه ۳- میانگین ۲۰): رتبه سوم را دارد، که نشان‌دهنده تأثیر ماهیت وظایف (عملیاتی یا غیرعملیاتی) بر ایمنی و بهره‌وری کارکنان است. وظایف

ایمنی متعهد باشند، فرهنگ ایمنی در سازمان تقویت شده و کارکنان نیز با انگیزه بیشتری از دستورالعمل‌های ایمنی پیروی می‌کنند.

مدیریت ریسک (رتبه ۴- میانگین ۱۹/۷۳): این شاخص نشان‌دهنده اهمیت شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک‌ها در مدیریت ایمنی است. مدیریت ریسک مؤثر می‌تواند به کاهش حوادث و ایجاد محیط کاری ایمن‌تر کمک کند. این موضوع در صنایع پرخطر اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

تعیین وظایف (رتبه ۵- میانگین ۱۷/۴۶): تعیین دقیق و شفاف وظایف کارکنان به افزایش بهره‌وری و کاهش تداخل وظایف کمک می‌کند. این شاخص نشان می‌دهد که شفافیت در تعیین نقش‌ها و مسئولیت‌ها به بهبود عملکرد کلی سازمان منجر می‌شود.

محیط حمایتی (رتبه ۶- میانگین ۱۷/۱۳): محیط حمایتی شامل ایجاد فضایی امن و دوستانه برای کارکنان است که بر رضایت شغلی و کاهش استرس تأثیرگذار است. توجه به رفاه کارکنان و رفع دغدغه‌های آنان و ایجاد محیط کاری مثبت می‌تواند بهره‌وری را افزایش دهد.

هدف‌گذاری (رتبه ۷- میانگین ۱۴/۹۷): گرچه رتبه بالایی را دارا نیست، اما هنوز در مدیریت نقش مهمی ایفا می‌کند. هدف‌گذاری مناسب می‌تواند انگیزه و جهت‌دهی به تلاش‌های سازمانی را بهبود بخشد، اما ممکن است به تنهایی تأثیر کمتری نسبت به شاخص‌های دیگر داشته باشد.

تخصیص منابع (رتبه ۸- میانگین ۱۴/۵۹): کمترین رتبه را در مدیریت دارد، اما تخصیص بهینه منابع (مانند نیروی انسانی، بودجه و تجهیزات) در موفقیت مدیریت ایمنی و بهره‌وری مؤثر است. این شاخص نشان می‌دهد که مدیریت مؤثر منابع می‌تواند به اجرای بهتر استراتژی‌های ایمنی کمک کند.

عملیاتی ممکن است با خطرات بیشتری همراه باشند و نیاز به پروتکل‌های ایمنی سخت‌گیرانه‌تری داشته باشند.

تداخل کاری (رتبه ۴- میانگین ۱۲/۹۳): کمترین تأثیر را در بین شاخص‌ها دارد. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که تداخل کاری (مانند انجام همزمان چند وظیفه) نسبت به سایر شاخص‌ها کمتر بر ایمنی یا عملکرد شغلی تأثیرگذار است.

جدول ۱: رتبه‌بندی شاخص‌ها در مؤلفه وظایف شغلی

مؤلفه عملکردی	رتبه	شاخص	میانگین رتبه
وظایف شغلی	۱	شرایط ایمن کار	۲۳/۸۸
	۲	دستور کار ایمن	۲۲/۸۸
	۳	عملیاتی - غیرعملیاتی	۲۰
	۴	تداخل کاری	۱۲/۹۳

در جدول ۲ به رتبه‌بندی شاخص‌های مؤثر در مؤلفه "مدیریت" پرداخته و هشت شاخص را بر اساس میانگین رتبه آن‌ها مرتب کرده است. بر این اساس وضعیت رتبه‌بندی شاخص‌ها در مؤلفه عملکردی مدیریت به شرح زیر است:

کنترل و نظارت (رتبه ۱- میانگین ۲۶/۲۶): در رتبه اول قرار دارد و نشان‌دهنده اهمیت پایش مستمر فرآیندها و اطمینان از رعایت استانداردها و مقررات است. کنترل و نظارت صحیح باعث شناسایی به موقع مخاطرات، رفع مشکلات قبل از وقوع حوادث و بهبود کلی ایمنی در محیط کار می‌شود.

آموزش کارکنان (رتبه ۲- میانگین ۲۵/۲۷): رتبه دوم را در بین شاخص‌ها دارد و این امر بیانگر اهمیت افزایش مهارت‌ها و آگاهی کارکنان در بهبود عملکرد سازمانی و کاهش خطاها است. آموزش‌های مرتبط با ایمنی و بهداشت حرفه‌ای نیز می‌تواند تأثیر مستقیمی بر کاهش حوادث شغلی داشته باشد.

تعهد مدیریت (رتبه ۳- میانگین ۲۰/۴۵): تعهد مدیران به اجرای سیاست‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای تأثیر قابل توجهی بر عملکرد سازمان دارد. وقتی مدیران به اصول

جدول ۲: رتبه‌بندی شاخص‌ها در مؤلفه مدیریت

رتبه	شاخص	میانگین رتبه	مؤلفه عملکردی
۱	کنترل و نظارت	۲۶/۲۶	مدیریت
۲	آموزش کارکنان	۲۵/۲۷	
۳	تعهد مدیریت	۲۰/۴۵	
۴	مدیریت ریسک	۱۹/۷۳	
۵	تعیین وظایف	۱۷/۴۶	
۶	محیط حمایتی	۱۷/۱۳	
۷	هدف‌گذاری	۱۴/۹۷	
۸	تخصیص منابع	۱۴/۵۹	

محیط کاری نشان می‌دهد. در صنایع شیمیایی و کارگاه‌هایی که با مواد شیمیایی سروکار دارند، این عامل اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. رعایت پروتکل‌های ایمنی شیمیایی می‌تواند از بروز حوادث و بیماری‌های شغلی جلوگیری کند.

عوامل جغرافیایی (رتبه ۵- میانگین ۱۳/۱۳): این شاخص به تأثیر موقعیت جغرافیایی محل کار (آب‌وهوا، ارتفاع، شرایط زمین و...) اشاره دارد. در برخی مشاغل مانند معدن کاری، ساخت‌وساز و دریانوردی، شرایط جغرافیایی تأثیر قابل توجهی بر ایمنی و بهره‌وری دارند.

عوامل بیولوژیکی (رتبه ۶- میانگین ۱۲/۱۷): کمترین تأثیر را در بین شاخص‌ها دارد. این عوامل شامل میکروارگانیسم‌ها، ویروس‌ها و سایر عوامل بیولوژیکی هستند. این شاخص در محیط‌های بهداشتی، بیمارستان‌ها و صنایع غذایی اهمیت بیشتری دارد. رعایت بهداشت و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی می‌تواند تأثیرات منفی این عوامل را کاهش دهد.

جدول ۳: رتبه‌بندی شاخص‌ها در مؤلفه محیط

رتبه	شاخص	میانگین رتبه	مؤلفه عملکردی
۱	عوامل روانی محیط	۲۰/۰۵	محیط
۲	عوامل مکانیکی	۱۶/۸۳	
۳	عوامل فیزیکی	۱۳/۶۴	
۴	عوامل شیمیایی	۱۳/۴۶	
۵	عوامل جغرافیایی	۱۳/۱۳	
۶	عوامل بیولوژیکی	۱۲/۱۷	

در جدول ۴ به رتبه‌بندی شاخص‌های مؤثر در مؤلفه "کارکنان" پرداخته و هشت شاخص را بر اساس میانگین

در جدول ۳ به رتبه‌بندی شاخص‌های مؤثر در مؤلفه "محیط" پرداخته و شش شاخص را بر اساس میانگین رتبه آن‌ها مرتب کرده است. تحلیل وضعیت رتبه‌بندی شاخص‌ها در مؤلفه محیط به صورت زیر است:

عوامل روانی محیط (رتبه ۱- میانگین ۲۰/۰۵): بالاترین رتبه را در بین شاخص‌ها دارد و نشان می‌دهد که عوامل روانی (مانند استرس، فشار روانی، رضایت شغلی) بیشترین تأثیر را بر محیط کاری دارند. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت بالای سلامت روانی کارکنان در بهبود عملکرد و کاهش خطاها و حوادث شغلی است. محیط کاری که از نظر روانی حمایت‌کننده باشد، می‌تواند بهره‌وری بیشتری داشته باشد.

عوامل مکانیکی (رتبه ۲- میانگین ۱۶/۸۳): در رتبه دوم قرار دارد و به تأثیر ماشین‌آلات، تجهیزات و خطرات مکانیکی (مانند لغزش، سقوط و گیر افتادن) اشاره دارد. این شاخص بیانگر این است که وجود تجهیزات ایمن و رعایت استانداردهای مکانیکی می‌تواند به طور مستقیم به کاهش حوادث و بهبود ایمنی کمک کند.

عوامل فیزیکی (رتبه ۳- میانگین ۱۳/۶۴): این شاخص شامل عوامل محیطی مانند صدا، نور، دما و ارتعاش است. محیط‌های کاری با شرایط فیزیکی مناسب می‌توانند خستگی و استرس کارکنان را کاهش داده و بهره‌وری را افزایش دهند. رعایت استانداردهای ارگونومیک نیز در این زمینه مؤثر است.

عوامل شیمیایی (رتبه ۴- میانگین ۱۳/۴۶): این شاخص تأثیر مواد شیمیایی (مانند گازها، بخارات، گرد و غبار) را بر

بدنی می‌شود. برنامه‌های بهداشتی و ورزش‌های سازمانی می‌تواند به بهبود این شاخص کمک کند.

رضایت شغلی (رتبه ۸- میانگین ۱۵/۸۶): کمترین تأثیر را در این مؤلفه دارد، اما باید توجه داشت که رضایت شغلی بر انگیزه، بهره‌وری و کاهش استرس و فشار تأثیر می‌گذارد. محیط کاری مناسب، پرداخت منصفانه و احترام به کارکنان و... می‌تواند رضایت شغلی را افزایش دهد که در نتیجه آن بهره‌وری و ایمنی نیز بهبود می‌یابد.

جدول ۴: رتبه‌بندی شاخص‌ها در مؤلفه کارکنان

مؤلفه عملکردی	رتبه	شاخص	میانگین رتبه
کارکنان	۱	سلامت روحی و روانی	۲۳/۹۲
	۲	رفتار ایمن	۲۳/۵۸
	۳	مهارت‌افزایی	۲۲/۵
	۴	دانش فنی و حرفه‌ای	۲۰/۵۶
	۵	تجربه شغلی	۱۹/۲۱
	۶	وجدان کاری	۱۸/۲
	۷	سلامت جسمانی	۱۷/۶۷
	۸	رضایت شغلی	۱۵/۸۶

در جدول ۵ به تحلیل شاخص‌های مختلف مرتبط با مؤلفه "ماشین‌آلات" می‌پردازد و آن‌ها را بر اساس اهمیت و میانگین رتبه مرتب کرده است. تحلیل هر یک از این شاخص‌ها بر اساس اولویت به شرح زیر است:

استانداردهای ماشین (رتبه ۱- میانگین ۲۱/۰۱): این شاخص بالاترین میانگین رتبه را دارد؛ اهمیت بالای این شاخص نشان می‌دهد که پیروی از استانداردهای ایمنی و فنی برای جلوگیری از حوادث و افزایش بهره‌وری حائز اهمیت است. استانداردهای ماشین شامل رعایت الزامات قانونی، گواهی‌نامه‌های ایمنی و استانداردهای کیفی ماشین‌آلات می‌شود.

تجهیزات حفاظت فردی (رتبه ۲- میانگین ۲۰/۶۴): ایمنی کارکنان و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (مانند کلاه ایمنی، دستکش و عینک) از اهمیت زیادی برخوردار است و بویژه در صنایع، اولویت اصلی کاهش خطرات شغلی برای اپراتورها است.

تجهیزات حفاظتی ماشین‌آلات (رتبه ۳- میانگین ۱۹/۳۱): این شاخص به وجود و کارآمدی سیستم‌های ایمنی و حفاظتی روی خود ماشین‌آلات اشاره دارد، مانند

رتبه آن‌ها مرتب کرده است. تحلیل وضعیت شاخص‌ها در مؤلفه کارکنان به شرح زیر است:

۱) سلامت روحی و روانی (رتبه ۱- میانگین ۲۳/۹۲): بالاترین رتبه را دارد و نشان می‌دهد که سلامت روحی و روانی، بیشترین تأثیر را در بهبود عملکرد کارکنان دارد. این امر تأثیر بالایی بر کاهش حوادث و افزایش بهره‌وری دارد.

۲) رفتار ایمن (رتبه ۲- میانگین ۲۳/۵۸): رفتار ایمن و پیروی از دستورالعمل‌های ایمنی نقش کلیدی در کاهش حوادث شغلی دارد. آموزش‌های مستمر در زمینه ایمنی و ایجاد فرهنگ ایمنی در سازمان، می‌تواند بهبود رفتارهای ایمن را به همراه داشته باشد. مهارت‌افزایی (رتبه ۳- میانگین ۲۲/۵): کارکنانی که به‌طور مداوم مهارت‌های خود را ارتقا می‌دهند، بهره‌وری بیشتری داشته و کمتر دچار خطا و حادثه می‌شوند. این موضوع بویژه در محیط‌های پرخطر یا با فناوری پیشرفته اهمیت دارد.

دانش فنی و حرفه‌ای (رتبه ۴- میانگین ۲۰/۵۶): این شاخص نشان می‌دهد که دانش تخصصی و مهارت‌های فنی تأثیر نسبتاً بالایی بر کیفیت و ایمنی کار دارند. کارکنانی که دانش کافی در زمینه شغلی خود دارند، کمتر دچار اشتباهات فنی می‌شوند و کمتر عامل ایجاد حادثه می‌گردند.

تجربه شغلی (رتبه ۵- میانگین ۱۹/۲۱): تجربه شغلی نقش مهمی در تصمیم‌گیری‌های درست و پیش‌بینی خطرات احتمالی دارد. کارکنان باتجربه به دلیل مواجهه با موقعیت‌های مختلف، بهتر می‌توانند ریسک‌ها را مدیریت کنند و بهره‌وری بیشتری داشته باشند.

وجدان کاری (رتبه ۶- میانگین ۱۸/۲): این شاخص به تعهد و احساس مسئولیت کارکنان نسبت به وظایف خود اشاره دارد. کارکنانی که دارای وجدان کاری بالایی هستند، به‌طور خودجوش از دستورالعمل‌های ایمنی پیروی می‌کنند و به کیفیت کار اهمیت می‌دهند.

سلامت جسمانی (رتبه ۷- میانگین ۱۷/۶۷): این شاخص بدون در نظر گرفتن رتبه آن، نقش مهمی در عملکرد کارکنان ایفا می‌کند. سلامت جسمانی باعث کاهش خستگی، افزایش تمرکز و کاهش حوادث ناشی از ضعف

در جدول ۶ به تحلیل مؤلفه‌های عملکردی مرتبط با "مواد" در سه شاخص اصلی می‌پردازد که شامل حمل و نقل، نگهداری و بهره‌برداری از مواد است. این شاخص‌ها بر اساس میانگین رتبه‌دهی به شرح زیر مرتب شده‌اند:

اصول حمل‌ونقل مواد (رتبه ۱- میانگین ۲۱/۳۴): این شاخص بالاترین میانگین رتبه را دارد که نشان می‌دهد حمل و نقل مواد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. حمل و نقل نامناسب می‌تواند منجر به حوادث و آسیب‌های جدی و در نتیجه افزایش هزینه‌ها شود.

اصول نگهداری مواد (رتبه ۲- میانگین ۱۹/۹۳): این شاخص که در رتبه دوم قرار گرفته به روش‌های مناسب نگهداری و ایمنی در انبارها اشاره دارد. نگهداری مناسب، از فاسد شدن، آسیب‌دیدگی یا کاهش کیفیت مواد جلوگیری می‌کند و به تبع آن کاهش هزینه‌ها و کاهش حوادث را در پی دارد.

اصول بهره‌برداری مواد (رتبه ۳- میانگین ۱۷/۷۰): این شاخص به نحوه استفاده بهینه از مواد در فرآیند تولید اشاره دارد. این که این شاخص در رتبه سوم قرار دارد، نشان می‌دهد که اگرچه مهم است، اما نسبت به حمل و نقل و نگهداری، اهمیت کمتری دارد. اصول بهره‌برداری صحیح از مواد، می‌تواند به کاهش حوادث و کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک کند.

(جدول ۶: رتبه‌بندی شاخص‌ها در مؤلفه مواد)

مؤلفه عملکردی	رتبه	شاخص	میانگین رتبه
مواد	۱	اصول حمل‌ونقل مواد	۲۱/۳۴
	۲	اصول نگهداری مواد	۱۹/۹۳
	۳	اصول بهره‌برداری مواد	۱۷/۷۰

همان‌گونه که دانستن این موضوع که کدام شاخص در اولویت بالاتری قرار دارد که در تصمیم‌گیری‌ها و اجرای الزامات ایمنی در کار، باید موردنظر ضرورت دارد، فهم این مطلب که کدام مؤلفه عملکردی از اهمیت بیشتری برخوردار

محافظه‌های مکانیکی یا سیستم‌های توقف اضطراری. اهمیت بالای این مورد نشان‌دهنده تمرکز بر جلوگیری از حوادث ناشی از عملکرد ماشین‌ها است.

نت و نگهداری (رتبه ۴- میانگین ۱۸/۱۲): این شاخص به فعالیت‌های تعمیر و نگهداری منظم برای حفظ کارایی و ایمنی ماشین‌آلات اشاره دارد. جایگاه چهارم این شاخص بیانگر آن است که اگرچه مهم است، اما نسبت به شاخص‌های ایمنی و استانداردها از اولویت کمتری برخوردار است.

مدت عمر ماشین (رتبه ۵- میانگین ۱۵/۴۸): مدت عمر ماشین به تأثیر گذر زمان بر کارایی و ایمنی ماشین‌آلات اشاره دارد. این رتبه نشان می‌دهد که صنایع به اهمیت استفاده از ماشین‌آلات جدیدتر با فناوری‌های به‌روز برای بهبود عملکرد و ایمنی باید توجه کنند.

نظم و آراستگی (رتبه ۶- میانگین ۱۵/۰۸): این شاخص به سازماندهی محیط کار و نظم در چیدمان ماشین‌آلات و ابزارها اشاره دارد. رتبه ششم نشان می‌دهد که هرچند تأثیر مثبتی بر ایمنی و بهره‌وری دارد، اما نسبت به دیگر عوامل کم‌اهمیت‌تر در نظر گرفته شده است.

ارگونومی ماشین (رتبه ۷- میانگین ۱۱/۰۶): این شاخص به طراحی مناسب ماشین‌آلات از نظر تعامل انسان و ماشین برای کاهش خستگی و آسیب‌های فیزیکی اشاره دارد. کمترین رتبه به این معناست که ارگونومی نسبت به سایر عوامل، کمتر مورد توجه قرار گرفته، هرچند در درازمدت می‌تواند بر بهره‌وری و سلامت کارکنان تأثیرگذار باشد.

(جدول ۵: رتبه‌بندی شاخص‌ها در مؤلفه ماشین‌آلات)

مؤلفه عملکردی	رتبه	شاخص	میانگین رتبه
ماشین‌آلات	۱	استانداردهای ماشین	۲۱/۰۱
	۲	تجهیزات حفاظت فردی	۲۰/۶۴
	۳	تجهیزات حفاظتی ماشین‌آلات	۱۹/۳۱
	۴	نت و نگهداری	۱۸/۱۲
	۵	مدت عمر ماشین	۱۵/۴۸
	۶	نظم و آراستگی	۱۵/۰۸
	۷	ارگونومی ماشین	۱۱/۰۶

- مؤلفه مدیریت نیز اهمیت زیادی دارد که نشان‌دهنده نیاز به رهبری و کنترل و نظارت اثربخش در سازمان است.
- مؤلفه ماشین‌آلات در رتبه پنجم با میانگین رتبه نسبتاً بالایی، حاکی از اهمیت رعایت اصول ایمنی و استاندارد، در این حوزه است.
- محیط در رتبه آخر قرار گرفته که نشان می‌دهد با وجود اهمیت، نسبت به دیگر عوامل اولویت کمتری داشته، اما همچنان باید مورد توجه قرار گرفته و بهبود یابد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش باهدف معرفی مدل T5M در تجزیه و تحلیل سوانح و حوادث و معرفی مؤلفه‌ها و شاخص‌های آن و رتبه‌بندی و اولویت‌دهی به آنها، صورت پذیرفت. مدل T5M به‌عنوان یک مدل تعمیم‌یافته و ساختارمند در تحلیل حوادث در یک سازمان نظامی، می‌تواند مؤثر و کارا باشد و در شناسایی عوامل بروز حوادث، اعم از عوامل مستقیم، کمکی و ریشه‌ای، کمک شایانی بنماید. در این پژوهش، بدون تمرکز بر حادثه‌ای خاص، ابعاد و مؤلفه‌های مدل T5M از دیدگاه خبرگان ایمنی شناسایی و از طریق پرسش‌نامه گردآوری شدند. داده‌های حاصل با استفاده از آزمون‌های آماری مناسب از جمله آزمون فریدمن مورد تحلیل قرار گرفت و اولویت شاخص‌ها تعیین گردید. نتایج نشان داد که از دیدگاه پاسخ‌دهندگان، برخی مؤلفه‌ها در بروز یا پیشگیری از حوادث نقش کلیدی‌تری دارند.

از جمله راهکارهای کاربردی و عملیاتی برای به‌کارگیری مدل T5M برای تجزیه و تحلیل سوانح و حوادث در سازمان، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

❖ تشکیل تیم بررسی، تجزیه و تحلیل سوانح بر مبنای مدل T5M: در سازمان یک تیم بین‌رشته‌ای متشکل از کارشناسان ایمنی، مهندسی، منابع انسانی و مدیران ارشد تشکیل شود که هر حادثه را به تفکیک بر اساس شش بُعد مدل T5M بررسی و تحلیل کنند.

❖ طراحی فرم‌ها و چک‌لیست‌های حادثه بر پایه T5M: فرم‌های گزارش‌دهی حوادث، به‌گونه‌ای طراحی شوند که

است تا در اهداف و برنامه‌ها در اولویت قرار داده شود نیز ضرورت دارد.

(جدول ۷: رتبه‌بندی مؤلفه‌های عملکردی)

رتبه	مؤلفه عملکردی	میانگین رتبه	میانگین نمره
۱	کارکنان	۲۰/۱۹	۴/۳۹
۲	وظایف شغلی	۱۹/۹۲	۴/۳۲
۳	مواد	۱۹/۶۶	۴/۳۷
۴	مدیریت	۱۹/۴۸	۴/۳۴
۵	ماشین‌آلات	۱۷/۲۴	۴/۱۹
۶	محیط	۱۴/۸۸	۳/۹۷

در جدول ۷ به تحلیل مؤلفه‌های عملکردی در یک محیط کاری یا سازمانی می‌پردازد و آن‌ها را بر اساس میانگین رتبه مرتب کرده است. این مؤلفه‌ها شامل کارکنان، وظایف شغلی، مواد، مدیریت، ماشین‌آلات و محیط هستند. از دید کارشناسان، مؤلفه کارکنان با میانگین رتبه ۲۰/۱۹ دارای اهمیت بالاتری نسبت به دیگر مؤلفه‌ها می‌باشد و پس از آن به ترتیب، مؤلفه‌های وظایف شغلی، مواد، مدیریت، ماشین‌آلات و محیط قرار دارند. اگر جدول ۴-۱۷ بر اساس میانگین نمره مرتب گردد، تقریباً همین نتایج به دست می‌آید با این تفاوت که مؤلفه وظایف شغلی در رتبه چهارم قرار می‌گیرد: کارکنان، مواد، مدیریت، وظایف شغلی، ماشین‌آلات و محیط.

- مؤلفه کارکنان به‌عنوان مهم‌ترین مؤلفه شناخته شده که نشان از نیاز به توسعه آموزش‌ها و مهارت‌ها و فرهنگ‌سازی ایمنی در بین آحاد کارکنان است.

- مؤلفه وظایف شغلی در رتبه دوم، بیانگر اهمیت مواردی چون دستور کار ایمن و رعایت شرایط ایمن کار به‌ویژه در مشاغل صنعتی و پرمخاطره است.

- مؤلفه مواد در رتبه سوم قرار دارد که تأکید بر اصول ایمنی در حوزه‌های تحقیق، تولید و بهره‌برداری دارد.

عملیاتی، کارگاهی و صنعتی با ریسک بالا، می‌تواند گامی مؤثر در جهت کاهش حوادث، افزایش ایمنی و ارتقای بهره‌وری باشد.

۹- مراجع

- [1] International Labour Organization, World Employment and Social Outlook 2021. Geneva, Switzerland: ILO.
- [2] World Health Organization, Global Status Report on Road Safety 2021. Geneva, Switzerland: WHO.
- [3] National Safety Council, Workplace Safety and Injury Prevention Report. Itasca, IL, USA: NSC, 2020.
- [4] M. Shakeri, Human Resource Management and Its Environmental Impacts. Tehran, Iran: Farhang Moaser Publishing, 2017. (Persian)
- [5] M. Mousavi and F. Jafari, Human Resource Management. Tehran, Iran: Samt Publishing, 2015. (Persian)
- [6] M. P. Groover, Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2010.
- [7] R. Hosseini, Fundamentals of Materials Science and Its Applications in Industry. Tehran, Iran: Sharif University of Technology Press, 2017. (Persian)

اطلاعات مربوط به شش مؤلفه T5M را به‌صورت مجزا ثبت کنند. این کار به شناسایی ریشه‌های پنهان و عوامل ریشه‌ای کمک کرده و تحلیل‌ها را نظام‌مندتر می‌سازد.

❖ آموزش مدل T5M به کارکنان: برگزاری دوره‌های آموزشی برای کلیه کارکنان و مسئولین ایمنی، درباره مدل T5M و نحوه استفاده از آن در تحلیل حوادث، موجب افزایش دقت گزارش‌دهی و تحلیل ریشه‌ای سوانح می‌شود.

❖ استفاده از نرم‌افزارهای تحلیل ایمنی مبتنی بر T5M: توسعه یا استفاده از نرم‌افزارهایی که تحلیل ریشه‌ای سوانح را با ساختار T5M پیاده‌سازی می‌کنند، باعث افزایش سرعت و دقت در جمع‌آوری داده‌ها، ذخیره سوابق و استخراج الگوهای تکرارشونده خواهد شد.

❖ ارزیابی دوره‌ای ریسک‌ها با رویکرد T5M: در کنار تحلیل سوانح رخ داده، می‌توان ارزیابی‌های پیشگیرانه ریسک را نیز با چارچوب T5M انجام داد تا نقاط ضعف در هر یک از شش حوزه پیش از وقوع حادثه شناسایی شود.

❖ مستندسازی و ایجاد پایگاه‌داده T5M: ایجاد یک بانک اطلاعاتی حوادث بر اساس طبقه‌بندی مدل T5M (وظایف شغلی، مدیریت، کارکنان، ماشین، محیط و مواد) برای ذخیره اطلاعات حوادث گذشته، به تحلیل‌های آماری و استخراج روندها کمک می‌کند و ابزاری برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی فراهم می‌آورد.

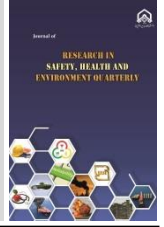
❖ گنجاندن مدل T5M در نظام مدیریت HSE: مدل T5M می‌تواند به‌عنوان بخشی از نظام مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه‌ای (HSE-MS) در فرایندهایی مانند تحلیل ریشه‌ای، مدیریت تغییرات، ممیزی ایمنی و ارزیابی عملکرد ایمنی، گنجانده شده و به‌صورت یکپارچه استفاده شود.

براین‌اساس می‌توان نتیجه گرفت که مدل T5M، باتوجه‌به ساختار شش بعدی خود، ابزاری مناسب برای تحلیل علل ریشه‌ای حوادث محسوب می‌شود و می‌تواند زمینه‌ساز طراحی اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه در سازمان باشد. همچنین نتایج پژوهش می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری مدیران ایمنی برای اولویت‌بندی اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه قرار گیرد. به‌کارگیری این مدل در محیط‌های



دانشگاه جامع امام حسین
موسسه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست

موسسه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست



Designing the T5M conceptual model and ranking the components and indicators of accidents and incidents

Abdulrahman Keshvari¹, Seyyed reza karimi^{1*}, Abdulrahim rezvani²

1. Assistant Professor, Faculty of Safety, Imam Hossein Comprehensive University, Tehran, Iran

2. M.Sc, Faculty of Safety, Imam Hossein Comprehensive University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 29 October 2021

Received in revised form: 7 December 2021

Accepted: 8 December 2021

Available online: 13 December 2021

*Correspondence: kpnakhaei@ihu.ac.ir

Keywords:

Analysis;

Disasters;

Accidents;

T5M Model;

Indicators;

Ranking

ABSTRACT

Given the growing importance of accident and disaster prevention in workplaces and the necessity of employing effective analytical approaches, the present study was conducted with the aim of introducing and explaining the application of the T5M model in analyzing factors influencing the occurrence of accidents in organizations. This research is categorized as a descriptive-survey study and was carried out in the field. The statistical population consisted of 65 safety experts engaged in accident investigation and analysis within military units. Using Cochran's formula, a sample size of 56 was determined and selected randomly. Data collection was performed through a questionnaire comprising 42 items, including 6 open-ended questions and 36 items designed on a Likert scale. The validity of the questionnaire was confirmed by academic supervisors and advisors, while its reliability was assessed using Cronbach's alpha coefficient, which yielded a value of 0.91. The findings indicate that the T5M model can serve as a comprehensive and practical framework for root-cause analysis of accidents in organizations. Results of data analysis and component ranking using the Friedman test revealed that the different dimensions of the model vary in importance. Simultaneous attention to technical, environmental, human, and managerial factors plays a significant role in effective accident prevention. Overall, the T5M model provides safety managers with a suitable tool for identifying risk-prone areas and designing preventive measures.

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Publisher: Imam Hussein University

© Authors



