



تعیین معیارهای مؤثر بر جانمایی نقاط تجمع ایمن: یک بررسی جامع و مطالعه دلفی

فاطمه آزاد^۱، مهناز میرزا ابراهیم طهرانی^{۲*}، سیدعلی جوزی^۳، سید محمدرضا میری لواسانی^۴

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. دانشیار، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. استاد، گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۴. استادیار، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

نوع مقاله: پژوهشی اصیل

مقدمه: مدیریت شرایط اضطراری در صنایع فرآیندی و پالایشگاه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و یکی از اصول کلیدی در مدیریت چنین شرایطی، تعیین نقاط تجمع ایمن است. مطالعه حاضر به منظور استخراج معیارهای مؤثر بر جانمایی نقاط تجمع ایمن در قالب یک مطالعه دلفی انجام شد. **روش:** این مطالعه به صورت توصیفی-اکتشافی در شرکت ملی پتروشیمی اجرا شد. در فاز اول، به منظور شناسایی و استخراج معیارهای مؤثر بر جانمایی نقاط تجمع ایمن، یک بررسی متون جامع و مطالعه کتابخانه‌ای انجام و معیارهای موجود از استانداردها، راهنماها و دستورالعمل‌های علمی موجود استخراج شد. سپس، در فاز دوم، این معیارها به صورت نظام‌مند در قالب یک مطالعه دلفی توسط ۱۵ متخصص مدیریت شرایط اضطراری بررسی، غربال و پالایش شده و لیست نهایی معیارها تعیین شد. **یافته‌ها:** پس از بررسی جامع متون، در مرحله اول دلفی ابزاری شامل ۲۱ معیار ایجاد و در دو گروه عوامل داخلی (۱۲ معیار) و عوامل بیرونی (۹ معیار) طبقه‌بندی و برای خبرگان ارسال شد. نهایتاً، این مطالعه دلفی پس از اجرای ۲ مرحله با تعیین ۱۰ عامل داخلی و ۷ عامل بیرونی و مجموعاً ۱۷ معیار مؤثر برای تعیین نقاط تجمع ایمن در شرایط اضطراری در صنایع فرآیندی پایان یافت. **نتیجه‌گیری:** توجه به معیارهایی همچون مساحت پذیرش افراد، پتانسیل اثرپذیری از حادثه، سهولت دسترسی، مدت‌زمان پیمایش و قابلیت دید و پایش، محل تجمع اضطراری جایگزین در داخل سایت و تعداد محل‌های تجمع ایمن در داخل سایت می‌تواند به جانمایی مناسب نقاط تجمع ایمن در صنایع فرآیندی کمک نماید.

کلیدواژه‌ها: مدیریت شرایط اضطراری، نقطه تجمع ایمن، مطالعه دلفی، صنایع فرآیندی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۷/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۱۴

*نویسنده مسئول: مهناز میرزا

ابراهیم طهرانی، دانشیار، گروه

مدیریت محیط زیست، دانشکده علوم و

فنون دریایی، واحد تهران شمال،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تلفن: ۰۹۱۲۴۰۲۶۶۱۵

پست الکترونیک:

Tehrani_mah@gmail.com



مقدمه

صنایع روزبه‌روز در حال پیشرفت و توسعه بوده و تعداد کارخانه‌های تولیدکننده مواد شیمیایی به‌طور مداوم افزایش یافته و هر سال نیز محصولات جدیدی در این کارخانه‌ها تولید و برای استفاده روانه بازار می‌شود (۱-۳). نگاهی به این کارخانه‌ها تولیدکننده مواد شیمیایی و محصولات آن‌ها نشان می‌دهد در سال‌های اخیر تغییرات قابل توجهی در مواد شیمیایی، فرآیندها و نوع فعالیت‌های آن‌ها صورت گرفته است و این تغییرات و افزایش‌ها عمدتاً به دلیل رشد جمعیت و نیاز روزافزون بشر به مواد جدید و رفاه بیشتر می‌باشد (۴-۶). از مهم‌ترین صنایعی که با مواد شیمیایی در مواجهه می‌باشد، صنایع نفت و گاز به‌ویژه پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌ها است. گسترش ابعاد فیزیکی و تعداد پالایشگاه‌ها و محصولات آن‌ها و به دنبال آن تولید و استفاده از طیف گسترده‌ای از مواد سمی و قابل اشتعال منجر به افزایش افراد شاغل در این صنایع و جمعیت ساکن در اطراف آن شده است که به‌نوعی مواجهه نیروی انسانی با این خطرات افزایش چشمگیری داشته است (۴، ۷، ۸). صنایع فرآیندی به دلیل گستردگی، تعداد بالای کارکنان، حجم قابل توجه مواد هیدروکربنی و شیمیایی متنوع و شرایط عملیاتی دشوار، پتانسیل وقوع حوادث عظیمی را دارند که می‌تواند با تلفات بالا، خسارات گسترده و پیامدهای منفی قابل توجه همراه باشد (۲، ۹). در این صنایع که با چهار ویژگی عمده شامل کیفیت و کمیت انرژی‌های مصرفی، انعطاف‌پذیری پایین، پیچیدگی زیاد و ارزش اقتصادی بالا شناخته می‌شوند، زیان‌های ناشی از حوادث گاه به سطحی فاجعه‌بار می‌رسد (۱۰). مطالعات نشان داده است که حوادث در این صنایع دارای احتمال وقوع پایین ولی شدت بسیار بالا بوده و در صورت وقوع منجر به ایجاد خسارات جبران‌ناپذیری از نظر انسانی، زیست‌محیطی، مالی و کاهش اعتبار سازمان خواهد شد (۷، ۱۱). افزایش تعداد حوادث در صنایع مذکور و رشد نگرانی‌های زیست‌محیطی سبب شده است بسیاری از دولت‌ها از صنایع تقاضای

مطالعه‌ی بدترین سناریوها را در جهت شناسایی کنترل ریسک حوادث و متعاقباً کنترل پیامدهای مخرب زیست‌محیطی، اقتصادی و انسانی آن‌ها از طریق مدیریت شرایط اضطراری نمایند (۱۲، ۱۳).

مدیریت شرایط اضطراری در صنایع فرآیندی و پالایشگاه‌ها به دلیل خطرات بالقوه و پیچیدگی‌های فرآیندهای صنعتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. طبق تعریف اداره ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا (OSHA^۱)، شرایط اضطراری عبارت است از: یک شرایط غیرمنتظره تهدیدکننده کارکنان، مشتریان یا جامعه که فعالیت‌های کاری و عملیاتی را مختل یا متوقف کرده یا باعث آسیب‌های محیطی یا فیزیکی شده یا ثبات تجاری اقتصادی سازمان را مختل کرده و یا اینکه تصور مردم از سازمان را تهدید نماید (۱۴). در صورت عدم کنترل فوری و مؤثر چنین رویدادهایی، پتانسیل گسترش و تشدید اثرات آن‌ها وجود داشته و می‌تواند عواقب وخیمی را برای سازمان‌ها و به‌خصوص صنایع فرآیندی داشته‌باشد (۱۵).

یکی از اصول کلیدی در مدیریت چنین شرایطی، تعیین نقاط تجمع ایمن است. اهمیت تعیین محل‌های تجمع ایمن، در گام‌های اساسی مدیریت شرایط اضطراری شامل آمادگی، پاسخ و بازیابی بسیار مهم بوده و موفقیت هریک از این مراحل را در مدیریت شرایط اضطراری تحت تأثیر قرار می‌دهد. محل تجمع ایمن در شرایط اضطراری به محل یا مکانی امن گفته می‌شود که افراد در صورت نیاز به خروج اضطراری قبل و یا حین حادثه در آن گرد هم می‌آیند. محل‌های تجمع اضطراری یکی از مهم‌ترین راه‌های جمع‌آوری افراد، اطمینان از سلامتی و تخلیه آن‌ها از صحنه حادثه است. محل‌های تجمع اضطراری به‌عنوان یکی از مقاصد تخلیه اضطراری از لحاظ موقعیتی باید در شعاع ایمن قرار گرفته باشند تا بتوانند اثربخشی لازم را فراهم کنند (۱۶-۱۸). اهمیت این موضوع به‌ویژه در صنایعی که با مواد خطرناک و فرآیندهای پیچیده سروکار دارند دوچندان می‌شود. نقاط تجمع ایمن به‌عنوان یکی از

¹ Occupational Safety and Health Administration



اجزای اصلی برنامه‌های اضطراری، باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که ضمن تأمین ایمنی لازم، دسترسی آسان، ظرفیت مناسب، و امکانات اولیه را فراهم کنند.

در تدوین برنامه‌های اضطراری و تعیین نقاط تجمع ایمن، استفاده از استانداردها و دستورالعمل‌های معتبر ضروری است. سازمان OSHA در استاندارد OSHA 1910.38 به‌طور خاص به برنامه‌های اضطراری در محل کار پرداخته و دستورالعمل‌هایی برای ایجاد و اجرای برنامه‌های تخلیه و نقاط تجمع ایمن ارائه می‌دهد (۱۹). استاندارد NFPA 101 که به‌عنوان کد ایمنی حریق شناخته می‌شود نیز به اهمیت تعیین نقاط تجمع ایمن در ساختمان‌ها و صنایع پرداخته و معیارهای مشخصی برای انتخاب این نقاط ارائه می‌دهد (۲۰). با این وجود، در مطالعات اخیر به اهمیت روش‌های علمی در تعیین محل تجمع اضطراری، به‌ویژه در صنایع پرخطر و فرآیندی، کمتر توجه شده است. در پژوهشی در کشور ترکیه، Atmaca و همکاران (۲۰۲۳) از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی وظیفه (AHP^۱) و ترتیب اولویت براساس شباهت به راه حل ایده‌آل (TOPSIS^۲)، به‌منظور بهینه‌سازی مکان‌های تجمع و کاهش ریسک در مواقع اضطراری مانند زلزله استفاده نمودند (۲۱). در مطالعه‌ای دیگر، Hoscan و Cetinyokus (2021) با مدل‌سازی نرم‌افزار ALOHA در صنایع شیمیایی، به نتایج مشابهی در تعیین بهینه محل‌های تجمع دست‌یافتند اما توجهی به شناسایی و اعتبارسنجی معیارهای مناسب برای تعیین این نقاط نشد (۲۲). همچنین، Savas و همکاران (۲۰۲۱) با ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS^۳) و AHP برای زلزله‌های استانبول، زمان تخلیه و دسترسی به محل‌های امن را بهبود بخشیدند (۲۳). در ایران ابراهیمی و همکاران (۲۰۲۲) با روش AHP و TOPSIS فازی به شناسایی و ارزیابی معیارهای داخلی و خارجی مؤثر در جانمایی تجمع اضطراری در صنایع فرآیندی پرداختند (۲۴). در این مطالعات هدف اصلی از مکان‌یابی مکان‌های تجمع، ایجاد پناهگاه‌های شهری در هنگام حوادث طبیعی

مانند زلزله و ... بوده است و کمتر به صنایع پرداخته شده است. اگرچه معیارهای متعدد در استانداردها و دستورالعمل‌ها برای صنایع ارائه شده است، اما تعیین محل تجمع در صنایع به‌ویژه صنایع فرآیندی همچنان بر اصول سنتی تکیه دارد و در مطالعات مشابه انجام پذیرفته مانند مطالعه ابراهیمی و همکاران (۲۰۲۲) برای تعیین نقاط تجمع ایمن از رویکردهای سیستماتیک و منظمی مانند روش دلفی که دارای اعتبار بالایی باشد استفاده نشده است (۲۴). بنابراین، نیاز به مطالعه‌ای جامع برای تعیین معیارهای مؤثر بر جانمایی نقاط تجمع ایمن که در آن هم از استانداردها، راهنماها و دستورالعمل‌های موجود و هم از نظرات خبرگان در قالب یک مطالعه نظام‌مند استفاده شده باشد ضروری است. در نتیجه، مطالعه حاضر به‌منظور استخراج معیارهای مؤثر بر جانمایی نقاط تجمع ایمن از مستندات علمی موجود و در نهایت تدوین لیست نهایی از این معیارها با دریافت نظرات خبرگان در یک مطالعه دلفی طراحی و اجرا شد.

روش

این مطالعه به‌صورت توصیفی-اکتشافی در شرکت ملی پتروشیمی اجرا شد. این پژوهش توسط کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی تأیید شد. کلیه شرکت‌کنندگان در این پژوهش فرم رضایت شرکت در تحقیق را مطالعه و امضاء نمودند. مطالعه حاضر در دو فاز انجام پذیرفت. در فاز اول به‌منظور شناسایی و استخراج معیارهای مؤثر بر جانمایی نقاط تجمع ایمن، یک بررسی متون جامع و مطالعه کتابخانه‌ای انجام و معیارهای موجود از استانداردها، راهنماها و دستورالعمل‌های علمی استخراج شد. سپس، در فاز دوم این معیارها به‌صورت نظام‌مند در قالب یک مطالعه دلفی بررسی، غربال و پالایش شده و لیست نهایی معیارها تعیین شد. مدل مفهومی مطالعه در فازها و مراحل مختلف در شکل ۱ ارائه شده است.

³ Geographic Information System

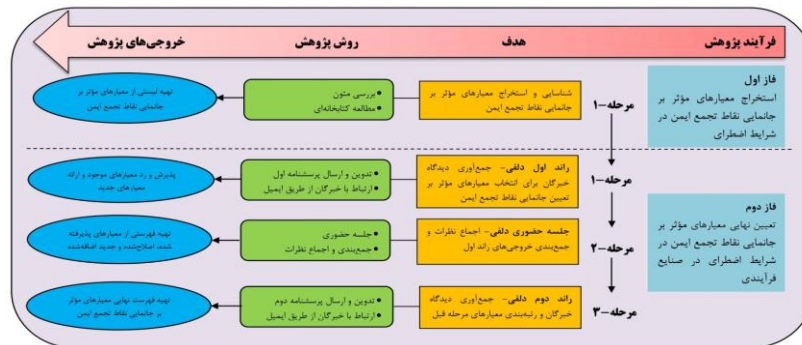
¹ Analytical Hierarchy Process

² Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution



مذکور، برخی از اطلاعات و معیارها از طریق بررسی استانداردهای NFPA 1600، NFPA 1616،

در ادامه مراحل اجرای مطالعه تشریح می‌شود.



شکل ۱- چارچوب مفهومی مطالعه و مراحل انجام آن

OSHA، NFPA 101، NFPA 1660، NFPA 1620، NFPA 1910.38 استخراج شد.

همچنین استاندارد ISO 15544 نیز از بین استانداردهای سازمان بین‌المللی استاندارد انتخاب و بررسی شد. راهنماهای AS 3745 و GS EP SAF 351 نیز برای شناسایی معیارهای احتمالی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

فاز دوم: تعیین نهایی معیارهای مؤثر در انتخاب و جانمایی محل تجمع ایمن

پس از استخراج معیارهای مؤثر بر تعیین نقطه تجمع ایمن در شرایط اضطراری از منابع موجود، جهت تعیین نهایی معیارها از مطالعه دلفی استفاده شد. دلفی یک روش ساختارمند و ارتباط گروهی است که به‌گونه‌ای مؤثر به مجموعه افراد به‌عنوان یک کل امکان می‌دهد تا با یک مسئله پیچیده مواجه شوند. دلفی فرآیندی ساختاریافته برای جمع‌آوری و طبقه‌بندی دانش موجود نزد گروهی از خبرگان است که از طریق توزیع پرسشنامه در بین این افراد و بازخورد کنترل‌شده پاسخ‌ها و نظرات دریافتی صورت می‌گیرد. این روش به‌صورت پیمایشی و مبتنی بر نظر خبرگان است که در دو یا چند مرحله انجام می‌شود و در هر مرحله نتایج پیمایش قبلی به‌عنوان بازخورد به پاسخ‌دهندگان ارائه می‌شود. بنابراین، پاسخ‌های خبرگان در مرحله دوم تحت تأثیر نظرات سایر متخصصان شرکت‌کننده

فاز اول: استخراج معیارهای مؤثر در انتخاب و جانمایی محل تجمع ایمن

در اولین مرحله اقدام به شناسایی و استخراج معیارهای مؤثر بر جانمایی نقاط تجمع ایمن در شرایط اضطراری شد. برای این منظور به منابع علمی رجوع شد و در قالب یک مطالعه کتابخانه‌ای از طریق مطالعه مقالات، استانداردها، راهنماها و دیگر منابع علمی اقدام به شناسایی این معیارها شد. به‌منظور یافتن مطالعات مرتبط، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر داخلی شامل SID، Magiran، Irandoc با کلیدواژه‌های فارسی مدیریت شرایط اضطراری، راه‌های خروج اضطراری، محل امن، پناهگاه موقت، اسکان موقت، تخلیه اضطراری، عوامل مؤثر، صنایع فرآیندی و در پایگاه‌های بین‌المللی انگلیسی‌زبان شامل Science، Springer، Scopus، Google Scholar، Direct، PubMed، IEEE با کلیدواژه‌های انگلیسی Emergency، Emergency assembly Point، Safe، Emergency management، Evacuation Master point، Chemical Process Industry، area Shelter، Emergency Plan، Chemical accident، و Disaster Management از بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ انجام شد و مستندات علمی مرتبط استخراج شد. باتوجه به اینکه در سطح ملی و بین‌المللی، راهنماها، استانداردها و دستورالعمل‌های مختلفی برای مدیریت شرایط اضطراری ارائه گردیده است، علاوه بر متون مورد بررسی در پایگاه‌های



در مرحله اول قرارخواهدگرفت (۲۵). در مطالعه حاضر، از روش دلفی به دلیل توانایی آن در دستیابی به اجماع میان متخصصان در مورد موضوعات پیچیده و چندوجهی برای تعیین و غربال نهایی معیارها استفاده شد. صنایع فرآیندی و پرخطر با عوامل و معیارهای متعدد و گاه متناقضی در انتخاب محل تجمع اضطراری روبرو هستند. در چنین شرایطی، روش دلفی به عنوان یک روش ساختارمند امکان گردآوری و پالایش نظرات کارشناسان را در چندین مرحله فراهم می‌آورد و در نهایت، به شناسایی و وزن‌دهی دقیق‌تر معیارهای مؤثر منجر می‌شود. علاوه بر این، این روش می‌تواند از تکرار و تناقض در تصمیم‌گیری جلوگیری کرده و نتایجی ارائه دهد که با اصول علمی و استانداردهای موجود همخوانی داشته باشد (۲۶).

جهت انجام مطالعه دلفی، تیمی از متخصصان و خبرگان انتخاب و در قالب مطالعه دلفی معیارهای مؤثر بر تعیین نقطه تجمع ایمن در شرایط اضطراری تعیین شد. معیار شرکت افراد پنل خبرگان این مطالعه عبارت بود از: آشنایی و تخصص در زمینه ایمنی و مدیریت شرایط اضطراری، سابقه کار بیش از ۱۰ سال در رابطه با موضوع مورد مطالعه، انگیزه و علاقه لازم برای شرکت در مطالعه. تمایل افراد برای خروج از مطالعه نیز به عنوان معیار خروج در نظر گرفته شد و خبرگان هر زمان که تمایل داشتند می‌توانستند از فرآیند مطالعه خارج شوند. با توجه به معیارهای بیان شده، پانزده نفر با تخصص‌های مختلف متشکل از ۷ نفر متخصص در

زمینه HSE، ۵ نفر متخصص در زمینه ایمنی فرآیند، ۱ متخصص در زمینه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای و ۲ متخصص در زمینه پدافند غیرعامل موافقت کردند که در پنل خبرگان ما شرکت نمایند. محدوده تجربه خبرگان مطالعه از ۱۰ تا ۲۵ سال بود که نشان‌دهنده سطح بالای تجربه در صنایع فرآیندی است. کلیه خبرگان انتخابی دارای مشاغل مرتبط با محیط زیست، ایمنی و بهداشت حرفه‌ای صنعت موردنظر بودند. مشخصات خبرگان شرکت‌کننده در مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. برای تعیین معیارها با استفاده از مطالعه دلفی، معیارهای استخراج شده از مرحله مطالعه کتابخانه‌ای در قالب یک پرسشنامه در اختیار خبرگان قرار گرفت. به منظور شفافیت و افزایش دقت خبرگان در تعیین معیارهای مؤثر بر تعیین نقاط تجمع ایمن در اضطراری، معیارهای شناسایی شده با مطالعه کتابخانه‌ای به تفکیک در ۲ گروه عوامل داخلی و عوامل بیرونی تقسیم‌بندی و در اختیار خبرگان قرار گرفت. عوامل داخلی به عواملی اشاره داشت که در تعیین ویژگی‌های فیزیکی خاص محل تجمع اضطراری دخالت دارند. عوامل بیرونی به عواملی اشاره داشت که از محیط اطراف محل تجمع اضطراری نشأت می‌گیرند. نحوه ارتباط بین پنل خبرگان و پژوهشگران به وسیله فضای اینترنت و استفاده از ایمیل بود. کلیه پرسشنامه‌ها کدگذاری گردید به گونه‌ای که هیچ‌کدام از خبرگان متوجه نظر دیگر افراد نباشند. این فاز از مطالعه در قالب مطالعه دلفی و در ۳ مرحله زیر انجام پذیرفت:

جدول ۱- مشخصات خبرگان شرکت‌کننده در مطالعه

کد خبره	تجربه (سال)	تحصیلات	موقعیت شغلی
خبره ۱	۲۰	کارشناسی ارشد	رئیس واحد HSE و مدرس
خبره ۲	۲۰	کارشناسی ارشد	رئیس واحد HSE و مدرس
خبره ۳	۱۵	کارشناس ایمنی	رئیس واحد HSE و مدرس
خبره ۴	۱۰	کارشناسی ارشد	رئیس واحد ایمنی و آتش‌نشانی
خبره ۵	۱۴	کارشناس	کارشناس مدیریت بحران
خبره ۶	۲۳	کارشناسی ارشد	سرپرست پروژه‌های HSE
خبره ۷	۱۰	دکتری	کارشناس ارشد واحد HSE
خبره ۸	۱۰	دکتری	کارشناس ارشد HES
خبره ۹	۱۰	دکتری	کارشناس ارشد پدافند غیرعامل
خبره ۱۰	۲۵	دکتری	رئیس پدافند غیرعامل



خبره ۱۱	۲۰	دکتری	فرمانده عملیات آتش‌نشانی
خبره ۱۲	۱۵	کارشناس	کارشناس ایمنی و آتش‌نشانی
خبره ۱۳	۱۵	کارشناس	کارشناس ایمنی و آتش‌نشانی
خبره ۱۴	۲۴	کارشناس	کارشناس ایمنی و پدافند غیرعامل
خبره ۱۵	۲۰	کارشناس	کارشناس ایمنی و آتش‌نشانی

مرحله اول - راند اول بررسی معیارها

در این مرحله، ابتدا طرح اولیه ساختار معیارها توسط گروه تحقیق بر اساس بررسی جامع متون تدوین شد. در این راند از مطالعه دلفی از متخصصین در پنل خبرگان خواسته شد نظرات خود را درباره تأیید و یا عدم تأیید عوامل مؤثر بر تعیین نقاط تجمع ایمن در صنایع فرآیندی در دو گروه عوامل داخلی و عوامل بیرونی که در پرسشنامه مشخص شده است، ارائه نمایند. همچنین از خبرگان خواسته شد در صورت لزوم چنانچه معیاری به جز معیارهای موجود در پرسشنامه مدنظرشان است به هر یک از این گروه‌ها اضافه نمایند. در ادامه، این معیارها به عنوان معیارهای جدید نام‌گذاری شد. در این پرسشنامه از سنج لیکرت ۹ نقطه‌ای استفاده شد (گزینه ۱ = قطعاً مناسب نیست و گزینه ۹ = کاملاً مناسب است). درصد موافقت برای هر گزینه براساس نسبت خبرگانی که نمره ۷ و بالاتر را رتبه‌بندی کرده بودند، تعریف شد. در نتیجه، معیار پذیرش معیارهای بالقوه مؤثر بر تعیین و جانمایی نقطه تجمع ایمن کسب هم‌زمان میانگین نمره ۷ و بالاتر و توافق بالای ۷۰ درصد در نظر گرفته شد (۲۷). به عبارتی، آیت‌هایی که به‌طور هم‌زمان این ۲ شرط را نداشتند از لیست حذف شدند.

مرحله دوم - جلسه پنل خبرگان

پس از رتبه‌بندی معیارها در فضای اینترنت و جمع‌آوری نتایج، اولین جلسه ملاقات متخصصین برگزار شد. همه اعضای پانل در جلسه پانل شرکت کردند که در آن نتایج مرحله اول پرسشنامه مورد بحث و بررسی قرار گرفت. هدف از این جلسه بحث حضوری در مورد معیارهای بالقوه ارزیابی شده در مرحله اول پرسشنامه و ایجاد اجماع بود. در نتیجه نظرات ارائه شده برای قبول یا رد معیارهای موجود

در پرسشنامه اولیه و معیارهای جدید اضافه شده توسط خبرگان به پرسشنامه اولیه، جمع‌بندی گردید.

مرحله سوم - راند دوم بررسی معیارها و رتبه‌بندی

پس از بررسی نتایج مرحله اول و تغییرات مدنظر خبرگان، فهرست کلیه معیارهای پذیرفته شده، اصلاح شده و جدید اضافه شده به عنوان پرسشنامه دوم تنظیم شد و مجدداً از طریق ایمیل برای ارزیابی نهایی برای اعضای پانل ارسال شد. در این مرحله از پاسخ‌دهندگان خواسته شد تا معیارها را مانند مرحله اول رتبه‌بندی کنند. پس از جمع‌آوری نظرات خبرگان در این مرحله و تجزیه و تحلیل داده‌ها و با توجه به توافق بالاتر از ۷۰٪ و میانگین نمره بالاتر از ۷ برای همه گزینه‌ها، این مطالعه دلفی پس از ۳ مرحله پایان یافته و مبتنی بر نتایج آن، معیارهای مؤثر بر تعیین نقطه تجمع ایمن در شرایط اضطراری در صنایع فرآیندی تعیین شد.

یافته‌ها

نتایج مطالعه دلفی برای انتخاب عوامل مؤثر بر تعیین و جانمایی نقطه تجمع ایمن در شرایط اضطراری در جدول ۲ و جدول ۳ ارائه شده است. پس از بررسی جامع متون، در راند اول دلفی ابزاری شامل ۲۱ معیار ایجاد و در دو گروه عوامل داخلی (۱۲ معیار) و عوامل بیرونی (۹ معیار) طبقه‌بندی و برای خبرگان ارسال شد. نتایج حاصل از مطالعه دلفی به صورت زیر می‌باشد:

عوامل داخلی: در مرحله اول مطالعه ۱۲ معیار در گروه عوامل داخلی تعیین و در قالب پرسشنامه برای خبرگان ارسال شد. از بین این عوامل "امکانات ارتباطی داخلی" (میانگین = ۵/۲ و توافق = ۶۶٪)، "تهویه مناسب" (میانگین = ۵/۲ و توافق = ۶۶٪) و "دسترسی به منابع آب و غذا" (میانگین = ۴/۲ و توافق = ۶۰٪) به علت عدم کسب نمره و



توافق لازم با توجه به معیار مشخص شده از مطالعه دلفی حذف شدند. در این مرحله برخی از خبرگان پیشنهادهایی را به عنوان معیارهای جدید ارائه کرده بودند که تصمیم گیری در رابطه با این عوامل در جلسه اجماع انجام شد. در این جلسه تصمیم گرفته شد که ۳ عامل "دسترسی به درمانگاه سایت"، "شرایط ساختمان های اطراف" و "تجهیزات ایمنی و پزشکی داخلی" به عنوان معیارهای مؤثر جدید به مرحله دوم مطالعه دلفی اضافه شوند. در نتیجه، در انتهای مرحله اول و جلسه تصمیم گیری با حذف ۳ عامل موجود در پرسشنامه و اضافه شدن ۳ عامل پیشنهادی خبرگان، ۱۲ عامل در پرسشنامه مرحله دوم دلفی برای عوامل داخلی گنجانده شد. در مرحله دوم مطالعه دلفی، عوامل "امکانات داخلی" (میانگین = ۵/۹ و توافق = ۷۳٪) و "تجهیزات ایمنی و پزشکی داخلی" (میانگین = ۷/۲ و توافق = ۶۴٪) به دلیل عدم کسب امتیاز لازم از مطالعه حذف شدند. با توجه به عدم پیشنهاد عامل جدیدی توسط خبرگان برای این گروه در این مرحله، مطالعه دلفی پس از اجرای ۲ مرحله با تعیین ۱۰ معیار نهایی به عنوان عوامل داخلی پایان یافت. نتایج و جزئیات

کامل مربوط به تعیین معیارهای مربوط به عوامل داخلی در جدول ۲ ارائه شده است.

عوامل بیرونی: در مرحله اول مطالعه ۹ معیار در گروه عوامل داخلی تعیین و در قالب پرسشنامه برای خبرگان ارسال شد. از بین این عوامل "دسترسی به راه های خروج و تخلیه" (میانگین = ۴/۲ و توافق = ۶۰٪)، "شرایط جوی و محیطی" (میانگین = ۲/۶ و توافق = ۳۳٪) و "محیط پیرامون و امنیت" (میانگین = ۵/۲ و توافق = ۶۰٪) به علت عدم کسب نمره و توافق لازم با توجه به معیار مشخص شده از مطالعه دلفی حذف شدند. در این مرحله برخی از خبرگان پیشنهادهایی را به عنوان معیارهای جدید ارائه کرده بودند که تصمیم گیری در رابطه با این عوامل در جلسه اجماع انجام شد. در این جلسه تصمیم گیری که ۳ عامل "تعداد محل های تجمع ایمن در خارج از سایت"، "تأثیرات همسایگی" و "دسترسی به حمل و نقل عمومی" به عنوان معیارهای مؤثر جدید بیرونی به مرحله دوم مطالعه دلفی اضافه شوند. در نتیجه در انتهای مرحله اول و جلسه تصمیم گیری، با حذف ۳ عامل موجود در پرسشنامه و اضافه شدن ۳ عامل پیشنهادی خبرگان، ۹ عامل در پرسشنامه

جدول ۲- نمرات اختصاص داده شده در طی مرحله اول و دوم مطالعه دلفی برای تعیین معیارهای مؤثر در انتخاب محل تجمع اضطراری (عوامل داخلی)

گروه-بندی	معیارهای مورد بررسی		مرحله اول		مرحله دوم		تصمیم نهایی
			میانگین	توافق (%)	میانگین	توافق (%)	
عوامل داخلی	۱	مساحت یا گنجایش پذیرش افراد	۹	۱۰۰	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۲	پتانسیل اثرپذیری از حادثه	۸/۸	۱۰۰	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۳	سهولت دسترسی	۹	۱۰۰	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۴	مدت زمان پیمایش	۹	۱۰۰	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۵	قابلیت دید و پایش	۹	۱۰۰	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۶	محل تجمع اضطراری جایگزین در داخل سایت	۸/۵	۱۰۰	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۷	تعداد محل های تجمع ایمن در داخل سایت	۸/۲	۱۰۰	۷/۸	۸۰	انتخاب شده
	۸	دسترسی به درمانگاه سایت	NP	NP	۷/۶	۷۳	انتخاب شده
	۹	نزدیکی محل نقطه تجمع ایمن به سیستم اطفای حریق	9	۱۰۰	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۱۰	شرایط ساختمان های اطراف	NP	NP	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۱۱	امکانات داخلی	۸/۲	۱۰۰	۵/۹	۷۳	حذف شده
	۱۲	امکانات ارتباطی داخلی	۵/۲	۶۶	x	x	x
	۱۳	تجهیزات ایمنی و پزشکی داخلی	NP	NP	۷/۲	۶۴	حذف شده
	۱۴	تهویه مناسب	۵/۲	۶۶	x	x	x
	۱۵	دسترسی به منابع آب و غذا	۴/۲	۶۰	x	x	x

x=حذف شده در مرحله اول (میانگین > ۷ و توافق > ۷۰ درصد)

NP=این معیار در مرحله راند اول در پرسشنامه وجود نداشت اما توسط خبرگان در مرحله اول اضافه شد و در راند دوم مورد بررسی توسط کلیه خبرگان قرار گرفت.



مرحله دوم دلفی برای عوامل بیرونی گنجانده شد. در مرحله دوم مطالعه دلفی، عوامل "تأثیرات همسایگی" (میانگین = ۵/۴ و توافق ۶۴٪) و "دسترسی به حمل و نقل عمومی" (میانگین = ۳/۸ و توافق ۵۳٪) به دلیل عدم کسب امتیاز لازم از مطالعه حذف شدند. با توجه به عدم پیشنهاد عامل جدیدی توسط خبرگان برای این گروه در این مرحله، مطالعه دلفی پس از اجرای ۲ مرحله با تعیین ۷ معیار نهایی به عنوان عوامل بیرونی پایان یافت. نهایتاً مطالعه دلفی پس

از اجرای ۲ مرحله با تعیین ۱۰ عامل داخلی و ۷ عامل بیرونی و مجموعاً ۱۷ عامل مؤثر برای تعیین نقاط تجمع ایمن در شرایط اضطراری در صنایع فرآیندی پایان یافت. نتایج و جزئیات کامل مربوط به تعیین معیارهای مربوط به عوامل بیرونی در جدول ۳ ارائه شده است. معیارهای نهایی شناسایی شده برای انتخاب محل تجمع و تعاریف و تشریح کامل هر یک از معیارها به تفکیک عوامل داخلی و عوامل بیرونی به ترتیب در جدول ۴ و جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۳- نمرات اختصاص داده شده در طی مرحله اول و دوم مطالعه دلفی برای تعیین معیارهای مؤثر در انتخاب محل تجمع ایمن (عوامل بیرونی)

گروه بندی	معیارهای مورد بررسی		مرحله اول		تصمیم گیری	مرحله دوم		تصمیم نهایی
			میانگین	توافق (%)		میانگین	توافق (%)	
عوامل بیرونی	۱	فاصله از مراکز خطرناک اطراف	۹	۱۰۰	پذیرفته شده	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۲	شرایط باد غالب	۸/۶	۱۰۰	پذیرفته شده	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۳	امکانات اضطراری اطراف	۹	۱۰۰	پذیرفته شده	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۴	وجود افراد آسیب پذیر	۹	۱۰۰	پذیرفته شده	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۵	ماهیت سناریوهای محتمل	۹	۱۰۰	پذیرفته شده	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۶	محل تجمع اضطراری جایگزین در خارج سایت	۹	۱۰۰	پذیرفته شده	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۷	تعداد محل های تجمع ایمن در خارج از سایت	NP	NP	اضافه شده	۹	۱۰۰	انتخاب شده
	۸	دسترسی به راه های خروج و تخلیه	۴/۲	۶۰	حذف شده	x	x	x
	۹	شرایط جوی و محیطی	۲/۶	۳۳	حذف شده	x	x	x
	۱۰	محیط پیرامون و امنیت	۵/۲	۶۰	حذف شده	x	x	x
	۱۱	تأثیرات همسایگی	NP	NP	اضافه شده	۵/۴	۶۴	حذف شده
	۱۲	دسترسی به حمل و نقل عمومی	NP	NP	اضافه شده	۳/۸	۵۳	حذف شده

x= حذف شده در مرحله اول (میانگین > ۷ و توافق > ۷۰ درصد)

NP= این معیار در مرحله راند اول در پرسشنامه وجود نداشت اما توسط خبرگان در مرحله اول اضافه شد و در راند دوم مورد بررسی توسط کلیه خبرگان قرار گرفت.

جدول ۴- معیارهای نهایی انتخابی مؤثر بر تعیین و جانمایی نقاط تجمع ایمن در اضطراری و تعاریف آنها (عوامل داخلی)

ردیف	عنوان معیار انتخابی	تعریف معیار انتخابی
۱	مساحت یا گنجایش پذیرش افراد	به فضایی اشاره دارد که به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتواند تعداد مشخصی از افراد را به صورت ایمن و بدون ایجاد تراکم بیش از حد در خود جای دهد. این فضا باید به گونه ای طراحی شده باشد که افراد بتوانند به راحتی و بدون موانع در آن حضور یابند و در صورت نیاز بتوانند به سرعت از آن خارج شوند.
۲	پتانسیل اثرپذیری از حادثه	به توانایی و احتمال تأثیرپذیری یک نقطه تجمع از حوادث محتمل و شرایط اضطراری اشاره دارد. این شامل ارزیابی خطرات محیطی، فیزیکی و شیمیایی می شود که می توانند در اثر حادثه به محل تجمع آسیب برسانند یا خطراتی برای افرادی که در آن حضور دارند ایجاد کنند.
۳	سهولت دسترسی	توانایی افراد برای رسیدن سریع و بدون مشکل به نقاط تجمع ایمن در زمان وقوع حادثه می باشد. این شامل ارزیابی مسیرهای ورودی و خروجی، علائم راهنما، موانع فیزیکی و زیرساخت های ارتباطی است که می توانند بر سرعت و راحتی دسترسی افراد تأثیر بگذارند.
۴	مدت زمان پیمایش	به مدت زمانی اشاره دارد که افراد برای رسیدن به نقاط تجمع ایمن از موقعیت خود در زمان وقوع حادثه نیاز دارند. این زمان باید کوتاه و قابل قبول باشد تا افراد بتوانند در کمترین زمان ممکن به مکان امن برسند و از خطرات دور شوند.
۵	قابلیت دید و پایش	به توانایی مشاهده و نظارت مؤثر بر نقاط تجمع ایمن از طریق دوربین های مدار بسته، سیستم های هشدار، و دید مستقیم ناظران اشاره دارد. این امر به کارکنان ایمنی اجازه می دهد تا در زمان وقوع حادثه، وضعیت نقاط تجمع را به خوبی کنترل کرده و اقدامات لازم را به سرعت انجام دهند.
۶	محل تجمع اضطراری جایگزین در داخل سایت	محل تجمع اضطراری جایگزین به نقطه ای در داخل سایت اشاره دارد که به عنوان نقاط تجمع پشتیبان در نظر گرفته می شوند. این نقاط باید به گونه ای انتخاب شوند که در صورت وقوع حادثه و عدم امکان استفاده از محل تجمع اصلی، افراد بتوانند به سرعت به این نقاط جایگزین منتقل شوند. حداقل بایستی یک نقطه جایگزین در سایت وجود داشته باشد.



۷	تعداد محل‌های تجمع ایمن در داخل سایت	تعداد محل‌های تجمع ایمن در داخل سایت به تعداد نقاط مشخص و تعیین‌شده‌ای اشاره دارد که به‌عنوان مکان‌های امن برای جمع شدن افراد در زمان وقوع حادثه مورد استفاده قرار می‌گیرند. این تعداد باید بر اساس مساحت سایت، تعداد کارکنان، و نوع فعالیت‌های انجام‌شده در سایت تعیین شود.
۸	دسترسی به درمانگاه سایت	توانایی کارکنان برای رسیدن به خدمات درمانی در سریع‌ترین زمان ممکن، چه در شرایط اضطراری و چه در مواقع نیاز به مراقبت‌های پزشکی روزمره، اشاره دارد. این دسترسی شامل مسیرهای ایمن و سریع به درمانگاه، وجود تجهیزات و کارکنان پزشکی کافی، و دستگاه‌های ارتباطی مناسب می‌شود.
۹	نزدیکی محل نقطه تجمع ایمن به سیستم اطفای حریق	به موقعیت نقاط تجمع ایمن در رابطه با سیستم‌های اطفای حریق موجود در سایت اشاره دارد. هدف این است که نقاط تجمع در فاصله‌ای مناسب از سیستم‌های اطفای حریق قرار گیرند تا از ایمنی افراد در حین وقوع حوادث اطمینان حاصل شود و درعین‌حال از تأثیرات منفی احتمالی سیستم‌های اطفای حریق مانند پاشی آب یا مواد شیمیایی محافظت شوند.
۱۰	شرایط ساختمان‌های اطراف	به ویژگی‌ها و وضعیت ساختمان‌ها و سازه‌های مجاور به سایت اشاره دارد که می‌تواند بر ایمنی و کارایی نقاط تجمع ایمن، مسیرهای دسترسی، و سیستم‌های اطفای حریق تأثیر بگذارد.

جدول ۵- معیارهای نهایی انتخابی مؤثر بر تعیین و جانمایی نقاط تجمع ایمن در اضطراری و تعاریف آن‌ها (عوامل بیرونی)

ردیف	عنوان معیار انتخابی	تعریف معیار انتخابی
۱	فاصله از مراکز خطرناک اطراف	به مسافت میان نقاط تجمع ایمن و منابع یا مکان‌هایی که دارای خطرات بالقوه هستند، اشاره دارد. این خطرات می‌توانند شامل مواد شیمیایی خطرناک، منابع آتش‌سوزی، تجهیزات صنعتی پرخطر، و دیگر عوامل خطرناک باشند.
۲	شرایط باد غالب	به الگوی غالب جهت و شدت باد در یک منطقه خاص اشاره دارد که می‌تواند بر روی پراکندگی مواد خطرناک، دود، و بخارات تأثیر بگذارد. در طراحی سیستم‌های ایمنی، باید این شرایط در نظر گرفته شود.
۳	امکانات اضطراری اطراف	به تجهیزات، منابع، و خدماتی اشاره دارد که در نزدیکی سایت یا در محیط اطراف آن برای مدیریت و پاسخ به شرایط اضطراری در دسترس هستند. ارزیابی و استفاده مؤثر از این امکانات می‌تواند به بهبود ایمنی، تسریع در پاسخ به حوادث، و کاهش آسیب‌ها کمک کند.
۴	وجود افراد آسیب‌پذیر	وجود افراد آسیب‌پذیر یکی از جنبه‌های حیاتی در طراحی برنامه‌های ایمنی و مدیریت بحران است. افراد آسیب‌پذیر به گروه‌هایی اشاره دارند که به دلیل وضعیت فیزیکی، روانی، یا دیگر عوامل، در برابر شرایط اضطراری و خطرات به‌ویژه حساس‌تر و آسیب‌پذیرتر هستند. این گروه‌ها ممکن است شامل کودکان، سالمندان، افراد دارای ناتوانی‌های جسمی یا ذهنی، و افرادی با شرایط بهداشتی خاص باشند.
۵	ماهیت سناریوهای محتمل	ماهیت سناریوهای محتمل شامل شناسایی، تحلیل و بررسی ویژگی‌ها، تأثیرات، و پیامدهای مختلف حوادث و بحران‌هایی است که ممکن است به‌طور بالقوه در یک محیط یا سازمان به وقوع بپیوندد. این فرایند شامل ارزیابی انواع مختلف خطرات و شرایط اضطراری، بررسی نحوه تأثیر آن‌ها بر افراد و دارایی‌ها، و توسعه استراتژی‌ها و برنامه‌های واکنش برای مدیریت مؤثر این سناریوها است.
۶	محل تجمع اضطراری جایگزین در خارج سایت	محل تجمع اضطراری جایگزین در خارج سایت به مکانی امن در بیرون از محدوده اصلی سایت اشاره دارد که در شرایط اضطراری به‌عنوان محل تجمع افراد و کارکنان استفاده می‌شود. این مکان باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که بتواند به‌طور مؤثر از افراد در برابر تأثیرات منفی حادثه در سایت اصلی محافظت کند و امکانات لازم برای ایمنی و مدیریت بحران را فراهم آورد.
۷	تعداد محل‌های تجمع ایمن در خارج از سایت	تعداد محل‌های تجمع ایمن در خارج از سایت به میزان و تعدادی از مکان‌های امن و قابل‌دسترس در بیرون از محدوده اصلی سایت اشاره دارد که برای جمع‌آوری و حفاظت از افراد در شرایط اضطراری پیش‌بینی شده‌اند.

بحث

تعیین نقاط تجمع ایمن در صنایع فرآیندی و پالایشگاه‌ها به‌عنوان یکی از ارکان اساسی مدیریت شرایط اضطراری نیازمند بررسی دقیق و علمی است (۱۸). استفاده از روش دلفی و بهره‌گیری از نظرات خبرگان می‌تواند به شناسایی و اعتبارسنجی معیارهای مؤثر کمک کند و در نتیجه بهبود ایمنی و کاهش تلفات در شرایط بحرانی را به همراه داشته باشد. جهت تعیین و جانمایی نقاط تجمع ایمن در شرایط اضطراری نیاز است تا معیارهای مؤثر و اثرگذار بر انتخاب و

جانمایی این نقاط مشخص گردند. در نتیجه، هدف اصلی این مطالعه شناسایی و تعیین مهم‌ترین معیارهای مؤثر بر تعیین و جانمایی نقاط تجمع ایمن در شرایط اضطراری بود. برای دستیابی به این هدف، در فاز اول مطالعه، استانداردها، راهنماها و دستورالعمل‌های موجود به‌طور کیفی مرور و تحلیل محتوا گردید و در نتیجه معیارهای مهم و مؤثر در این حوزه استخراج شد. در نهایت، نظرات متخصصین حوزه مدیریت ایمنی و شرایط اضطراری نیز دریافت شد و

مهم‌ترین معیارهای مرتبط، با استفاده از روش دلفی نمره‌دهی، استخراج و به‌صورت نهایی انتخاب‌شد.

پس از بررسی جامع متون، در مرحله اول دلفی ایزاری شامل ۲۱ معیار ایجاد و در دو گروه عوامل داخلی (۱۲ معیار) و عوامل بیرونی (۹ معیار) طبقه‌بندی و برای خبرگان ارسال شد. نهایتاً، این مطالعه دلفی پس از اجرای ۲ مرحله با تعیین ۱۰ عامل داخلی و ۷ عامل بیرونی و مجموعاً ۱۷ معیار مؤثر برای تعیین نقاط تجمع ایمن در شرایط اضطراری در صنایع فرآیندی پایان یافت. عوامل داخلی تعیین‌شده عبارت بودند از: مساحت یا گنجایش پذیرش افراد، پتانسیل اثرپذیری از حادثه، سهولت دسترسی، مدت‌زمان پیمایش، قابلیت دید و پایش، محل تجمع اضطراری جایگزین در داخل سایت، تعداد محل‌های تجمع ایمن در داخل سایت، دسترسی به درمانگاه سایت، نزدیکی محل نقطه تجمع ایمن به سیستم اطفای حریق، شرایط ساختمان‌های اطراف. عوامل بیرونی تعیین‌شده نیز عبارت بودند از: فاصله از مراکز خطرزای اطراف، شرایط باد غالب، امکانات اضطراری اطراف، وجود افراد آسیب‌پذیر، ماهیت سناریوهای محتمل، محل تجمع اضطراری جایگزین در خارج سایت، تعداد محل‌های تجمع ایمن در خارج از سایت.

مطالعه متون و مستندات علمی گذشته در زمین مکان‌یابی و جانمایی نقاط تجمع در شرایط اضطراری نشان‌می‌دهد که تعیین معیارها با دو رویکرد صورت گرفته است. رویکرد اول مربوط به معیارهای تأثیرگذار بر جانمایی پناهگاه‌های شهری و رویکرد دوم مربوط به معیارهای تأثیرگذار بر نقاط تجمع ایمن در صنایع است. در این پژوهش، نتایج حاصل از هر دو رویکرد استفاده‌شده و با استفاده از یک رویکرد سیستماتیک علمی و معتبر، نظرات خبرگان و متخصصین نیز از طریق مطالعه دلفی به‌دست‌آمده است. به‌این‌ترتیب، معیارهای تعیین‌شده در این پژوهش جامع‌تر و کامل‌تر از تمام مطالعات پیشین در دو رویکرد مذکور است. این پژوهش تنها نمونه‌ای است که ۱۷ معیار را برای تعیین نقاط تجمع ایمن استخراج و اعتبارسنجی کرده است. در

مطالعات پیشین تعداد معیارهای شناسایی‌شده کمتر از این پژوهش بوده است. به‌عنوان مثال، در مطالعه وحدانی و همکاران (۲۰۲۱)، ۱۱ معیار در چهار گروه معیارهای جمعیتی، کاربردی، طبیعی و محیطی و عملکردی برای مکان‌یابی پناهگاه‌های چندمنظوره شهری در بجنورد ارائه‌شده است (۲۸). در مطالعه‌ای دیگر توسط Savas و همکاران (۲۰۲۱)، ۸ معیار برای انتخاب محل‌های تجمع اضطراری در زلزله‌های استانبول تعیین‌شده است (۲۳). در مطالعه Gonulsen و همکاران (۲۰۲۱) که به‌منظور انتخاب پناهگاه‌های موقت شهری در آنکارا انجام‌شده، ۱۰ معیار نهایی استفاده‌شده است (۲۹).

بررسی مطالعات انجام پذیرفته در رویکرد دوم که با هدف تعیین معیارهای انتخاب نقطه تجمع ایمن در صنایع انجام‌شده است نشان‌می‌دهد نتایج با مطالعه حاضر هم از نظر تعداد معیارها و هم از نظر نوع و کیفیت معیارها همسویی بیشتری دارد. در یکی از این مطالعات، Hoscan و Cetinyoku در سال ۲۰۲۱، مطالعه‌ای با عنوان «تعیین محل‌های تجمع اضطراری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در صنایع» انجام‌دادند که ۷ معیار منطقه متأثر فیزیکی، مدیریت و هماهنگی، حمل‌ونقل، تخلیه، الزامات اصلی، مشخصات فیزیکی و قانون‌گذاری برای تعیین نقاط تجمع ایمن انتخاب‌شد. معیارهای انتخاب‌شده در این مطالعه از نظر نام، معنا و ماهیت تفاوت زیادی با معیارهای حاضر داشت اما وقتی با جزئیات بیشتر مورد بررسی قرار گرفت مشخص شد که این معیارها به‌عنوان معیارهای اصلی در نظر گرفته‌شدند و ذیل هر یک از آن‌ها زیرمعیارهای متعددی ارائه گردیدند که مجموعاً ۳۶ مورد بوده و در موارد زیادی این ۳۶ زیرمعیار از نظر مفهوم و ماهیت همسو با معیارهای تعیین‌شده در این مطالعه می‌باشد (۲۲). نزدیک‌ترین نتایج به مطالعه حاضر را می‌توان در معیارهای تعیین‌شده مطالعه ابراهیمی و همکاران (۲۰۲۲) که با هدف تعیین نقاط تجمع ایمن در صنایع انجام‌پذیرفت مشاهده کرد. در مطالعه آن‌ها مجموعاً ۱۲ معیار در دو گروه



معیارهای بیرونی و معیارهای داخلی از منابع علمی و با نظر خبرگان تعیین شدند (۲۴). هرچند که در مطالعه حاضر تعداد معیارها ۱۷ مورد بود و از این نظر نسبت به آن مطالعه کامل تر می باشد. مهم ترین علت در تفاوت در معیارهای تعیین شده در مطالعه را می توان به دلیل عدم وجود یک راهنمای جامع که معیارهای استاندارد را برای تعیین نقطه تجمع ایمن ارائه کرده باشد، تفاوت در دو رویکرد پناهگاه های صنعتی و نقاط تجمع ایمن صنایع و نهایتاً تفاوت در نوع صنایع مورد بررسی عنوان کرد.

در مطالعه حاضر به منظور تعیین معیارهای مؤثر برای تعیین و جانمایی نقاط تجمع ایمن از روش دلفی استفاده شد که جزء روش های معتبر در زمینه تصمیم گیری های گروهی برای مسائل پیچیده بوده و به خوبی با یک رویکرد سیستماتیک و منظم و یک چارچوب علمی می تواند عوامل مؤثر بر هر موضوعی را با در نظر گرفتن نظارت متخصصین هر حوزه مشخص نماید (۲۵). از روش دلفی اخیراً به طور گسترده در مطالعات مرتبط با ایمنی، شرایط اضطراری و خطای انسانی استفاده شده است و نتایج مطلوبی را نیز در پی داشته است. در مطالعه ای که توسط فرهادی و همکاران به منظور تعیین فاکتورهای شکل دهنده عملکرد برای ارزیابی خطای انسانی در تیم واکنش اضطراری در صنایع فرآیندی شیمیایی انجام شد، از بین طیف گسترده ای از عوامل، یازده فاکتور شکل دهنده عملکرد جهت ارزیابی احتمال خطای انسانی با روش دلفی تعیین و انتخاب شد (۳۰). یگانه و همکاران در مطالعه ای دیگر عوامل مؤثر بر ادراک ریسک را براساس منابع و مطالعات کتابخانه ای استخراج نموده و سپس با استفاده از روش دلفی فازی و براساس نظر کارشناس مهم ترین عوامل مؤثر بر ادراک ریسک را شناسایی کردند و در نهایت به خوبی توانستند یازده متغیر اصلی را به عنوان مهم ترین عوامل مؤثر بر ادراک ریسک شناسایی نمایند (۳۱). جلالی و همکاران نیز در مطالعه ای برای تعیین عوامل مؤثر بر خطاهای پزشکی، یک چارچوب نوین از مدل HFACS را برای علت یابی خطاهای پزشکی با استفاده از روش دلفی ارائه نمودند (۳۲).

در نهایت، استفاده از معیارهای تعیین شده در مطالعه حاضر در تعیین و جانمایی نقاط تجمع ایمن در شرایط اضطراری توصیه شده و ممکن است سودمند باشد و صنایع فرآیندی با در نظر گرفتن این معیارها می توانند نقاط تجمع ایمن را بر مبنای اصول علمی جانمایی و تعیین نمایند. این معیارها می توانند نقش سودمندی را در ارتقاء سطح ایمنی و مدیریت شرایط اضطراری و نهایتاً کاهش پیامدهای جانی ناشی از حوادث مهم فرآیندی مانند حریق و انفجار ایفا نمایند. این مطالعه با ارائه یک چارچوب جامع و معتبر برای تعیین معیارهای انتخاب نقاط تجمع ایمن می تواند به عنوان راهنمایی برای مدیران ایمنی در صنایع مختلف استفاده شود. این مطالعه دارای محدودیت هایی است که بایستی مدنظر قرار گیرد. در این مطالعه برای تعیین جانمایی نقاط تجمع ایمن در شرایط اضطراری از روش دلفی استفاده شد. مطالعات دلفی صرفاً بر نظرات متخصصان برای ایجاد یافته ها تکیه می کنند. در نتیجه، در صورت ضعف در خبرگان کیفیت شواهد ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد (۳۲). به هر حال، در این مطالعه با توجه به اینکه معیارهای اولیه و ساختار اصلی پرسشنامه اولیه با بررسی جامع متون، به ویژه استانداردها، راهنماها و دستورالعمل های معتبر بین المللی استخراج شده و شکل گرفت، می تواند نتایج قابل اعتمادی را در پی داشته باشد. ضمناً، مطالعات نشان داده اند که استفاده از رویکرد فازی در مطالعه دلفی و فازی سازی نظرات خبرگان می تواند عدم قطعیت حاصل از نظرات خبرگان را کاهش دهد. به هر حال، با توجه به اینکه در این مطالعه رتبه بندی معیارهای نهایی مدنظر نبود، از روش دلفی سنتی بجای دلفی فازی استفاده شد. استفاده از رویکردهای مبتنی بر تئوری فازی و همچنین رتبه بندی و تعیین مهم ترین معیارها از بین معیارهای استخراج شده با استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره مانند روش بهترین_بدترین یا فرآیند تحلیل سلسه مراتبی در مطالعات آینده پیشنهاد می گردد.

نتیجه گیری

در طی سال های اخیر راهنماها و پژوهش های مختلفی برای مدیریت شرایط اضطراری ارائه شده است، اما هیچ یک از



آن‌ها یک رویکرد علمی منظم و سیستماتیک مبتنی بر خبرگان را جهت تعیین نقاط تجمع ایمن در صنایع فرآیندی ارائه نکرده‌اند. مطالعه حاضر نشانی‌دهد که توجه به معیارهایی همچون سهولت دسترسی، پتانسیل اثرپذیری از حادثه و مدت‌زمان پیمایش، فاصله از مراکز خطرزای اطراف و ماهیت سناریوهای محتمل می‌تواند به ما در جانمایی مناسب نقاط تجمع ایمن در صنایع فرآیندی کمک نماید. این مطالعه با ارائه یک چارچوب جامع و معتبر برای تعیین معیارهای انتخاب نقاط تجمع ایمن، می‌تواند به‌عنوان راهنمایی برای مدیران ایمنی در صنایع مختلف استفاده شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همه‌کسانی که در نگارش این تحقیق یاری

کردند تشکر می‌کنند. همچنین از معاونت تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، به دلیل حمایت از این مطالعه کمال تشکر را داریم.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

ملاحظات اخلاقی و کد اخلاق

این پژوهش بدون استفاده از داده‌های انسانی، حیوانی یا سازمانی و با رعایت تمامی اصول اخلاق در پژوهش انجام شده است. کد اخلاق این پژوهش IR.IAU.TNB.REC.1403.156 می‌باشد.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشتند.

References

1. Golbabaie F, Eskandari D, Rezazade Azari M, Jahangiri M, Rahimi M, Shahtaheri J. Health risk assessment of chemical pollutants in a petrochemical complex. *Iran occupational health*. 2012;9(3):11-21.
2. Rahimpour R, Farhadi S, Jalali M. Lifetime cancer risk and hazard quotient of BTXs compounds in Iranian petrochemical and petroleum depot workers. *Iranian Journal of Health, Safety & Environment*. 2018;982-90.
3. Hesam G, Vahabi Shekarloo M, Atamaleki A, Jalali M, Hajipour-Verdom B, Moradpour Z. Health risk assessment of inhalation exposure to dry fogging of hydrogen peroxide in a dental clinic during the COVID-19 pandemic. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022;29(50):75338-43.
4. Habibi EA, Keshavarzi M, Yousefi RHA, Hasanzadeh A. Outcome analysis of major accidents and determining the safety integrity level of processes in sour water stripping unit of gas refinery using lopa technique. *Health System Research*. 2011.
5. Abdolhamidzadeh B, Abbasi T, Rashtchian D, Abbasi SA. Domino effect in process-industry accidents—An inventory of past events and identification of some patterns. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2011;24(5):575-93.
6. Jalali M, Jalali S, Motlagh MS, Mardi H, Tomarkandi VF, Jahangiri M. Health risk assessment of occupational exposure to BTEX compounds in petrol refueling stations in Mashhad. *J Neyshabur Univ Med Sci*. 2014;1(1):19-27.
7. Ouazraoui N, Nait-Said R, Bourareche M, Sellami I. Layers of protection analysis in the framework of possibility theory. *Journal of hazardous materials*. 2013;262:168-78.
8. Moradpour Z, Vahabi Shekarloo M, Mosavi Jarrahi SA, Sedaghat Z, Hesam G. Occupational Exposure to Metal Working Fluids and Bladder Cancer: A Systematic Review. *Journal of Chemical Health Risks*. 500(1000).



9. Jafari MJ, Zarei E, Badri N. The quantitative risk assessment of a hydrogen generation unit. *international journal of hydrogen energy*. 2012;37(24):19241-9.
10. Sh S L, MJ J. Determining safety integrity level on a hydrogen production unit with application of the of protection analysis method. 2014.
11. Arendt JS, Lorenzo DK. Evaluating process safety in the chemical industry: A user's guide to quantitative risk analysis: John Wiley & Sons; 2010.
12. Shah S, Fischer U, Hungerbühler K. A hierarchical approach for the evaluation of chemical process aspects from the perspective of inherent safety. *Process Safety and Environmental Protection*. 2003;81(6):430-43.
13. Negahban AR, Ghorbani SF, Rahimpour R, Jalali M, Rahiminejad S, Soltanian A, et al. Evaluating occupational exposure to carcinogenic volatile organic compounds in an oil-dependent chemical industry: a case study on benzen and epichlorohydrin. 2014.
14. Majid NDA, Shariff AM, Loqman SM. Ensuring emergency planning & response meet the minimum Process Safety Management (PSM) standards requirements. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2016;40:248-58.
15. Ebrahemzadih M, Nazari R, Rahimimoghadam S, Jalali M, Foroghinasab F. Human error probability in the emergency evacuation. *Sigurnost: časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini*. 2023;65(4):435-43.
16. KLJ JB, Jim Burtles K, MMLJ HF. Introduction to Emergency Evacuation: Getting Everybody Out When It Counts: Rothstein Publishing; 2016.
17. Nolan DP. Handbook of fire and explosion protection engineering principles: for oil, gas, chemical and related facilities: William Andrew; 2014.
18. Jamshidi Solukloei HR. Identification of Safe Assembly Points in Emergencies in a Gas Refinery of the South Pars Gas Complex Using Fuzzy Logic Model. *scientific journal of rescue and relief*. 2019;11(4):275-86.
19. Squier J. Emergency Action & Operations Planning. *Professional Safety*. 2023;68(2):35-40.
20. Koffel WE. Changes to NFPA 101-2018: NFPA 101-2018: Life Safety Code has three important updates that are vital to fire protection engineers. *Consulting Specifying Engineer*. 2019;56(1):26-31.
21. Atmaca E, Aktas E, Öztürk HN. Evaluated Post-Disaster and Emergency Assembly Areas Using Multi-Criteria Decision-Making Techniques: A Case Study of Turkey. *Sustainability* 2023, 15, 8350. 2023.
22. Hoscan O, Cetinyokus S. Determination of emergency assembly point for industrial accidents with AHP analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2021;69:104386.
23. Savas S, Cenani S, Çagdas G. Selection of emergency assembly points: A case study for the expected Istanbul earthquake. *Multiple Criteria Decision Making: Beyond the Information Age*. 2021:37.
24. Ebrahimi A, Kalatpour O, Mohammadfam I. Representation of a Framework for Determining Emergency Muster Points in Process Industries Using Integrated FAHP-FTOPSIS Methods. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*. 2022;9(3):153-65.
25. Landeta J. Current validity of the Delphi method in social sciences. *Technological forecasting and social change*. 2006;73(5):467-82.
26. Shukor SA, Ng GK. Environmental indicators for sustainability assessment in edible oil processing industry based on Delphi Method. *Cleaner Engineering and Technology*. 2022;10:100558.
27. Fukuma S, Shimizu S, Niihata K, Sada K-e, Yanagita M, Hatta T, et al. Development of quality indicators for care of chronic kidney disease in the primary care setting using electronic health data: a RAND-modified Delphi method. *Clinical and experimental nephrology*. 2017;21:247-56.



28. Vahdani Charzekhon H, Harasani A, AbediBizeki V, Ghadi MH. Site Selection of Multi-Purpose Urban Shelters with Passive Defense Approach (Case Study: Bojnourd City). *Passive Defense Quarterly*. 2021;12(1):49-58.
29. Gonulsen M, Menten C. The Selection of Temporary Shelter Areas with Fuzzy TOPSIS Method for the Ankara Province. *Natural Hazards Application and Research Center*. 2021;7(1):159-75.
30. Farhadi S, Mohammadfam I, Kalatpour O, Ghasemi F. Determining performance shaping factors to assess human error in the emergency response team in chemical process industries: A case study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2023;29(1):294-305.
31. Yeganeh R, Mohammadfam I, Soltanian A, Mirzaei Aliabadi M. An integrative fuzzy Delphi decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL) study on the risk perception-influencing factors. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2023;29(3):1135-46.
32. Jalali M, Habibi E, Khakzad N, Aval SB, Dehghan H. A novel framework for human factors analysis and classification system for medical errors (HFACS-MES)—A Delphi study and causality analysis. *Plos one*. 2024;19(2):e0298606.



Effective Criteria for the Location of Safe Assembly Points: A Comprehensive Review and Delphi Study

Fatemeh Azad¹, Mahnaz Mirzaebrahim Tehrani^{*2}, Seyed Ali Jozi³, Seyed Mohammadreza Miri Lavasani⁴

1. PhD. Student in Environmental Management, Faculty of Marine Sciences and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Marine Sciences and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Full Professor, Department of Environment, Faculty of Marine Sciences and Technology North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Type of Article Original Research

Received: 06/10/2024

Accepted: 04/11/2024

***Corresponding Author:**
Mahnaz Mirzaebrahim Tehrani, Associate Professor,
Department of Environment,
Faculty of Marine Sciences
and Technology, North Tehran
Branch, Islamic Azad
University, Tehran, Iran

TEL: 09124026615

Email:
(Tehrani_mah@gmail.com)

Abstract

Introduction: Emergency management in process industries and refineries is critical and the designation of safe assembly points is a core principle in handling such situations. This study identifies the key criteria influencing the safe assembly points location using a Delphi study approach.

Methods: This descriptive-exploratory study was conducted at the National Petrochemical Company. In the first phase, a comprehensive literature review was performed to identify and extract criteria for locating safe assembly points based on standards, guidelines, and scientific protocols. In the second phase, these criteria were systematically evaluated, screened and refined through a Delphi study involving 15 emergency management experts to establish a finalized list of criteria.

Results: Following a thorough literature review, the initial Delphi phase resulted in a tool containing 21 criteria, which were classified into two groups: internal factors (12 criteria) and external factors (9 criteria). This tool was then shared with the expert panel. Ultimately, after two rounds, the Delphi study concluded with 10 internal and 7 external factors, yielding 17 effective criteria for determining safe assembly points in process industry emergencies.

Conclusion: Criteria such as personnel capacity, vulnerability to incidents, ease of access, evacuation time, visibility, monitoring capabilities, alternative emergency assembly sites within the facility, and the number of safe assembly points on-site can significantly support the effective positioning of safe assembly points in process industries.

Keywords: Emergency Management; Safe Assembly Point; Delphi Study; Process Industries

► Please cite this article as: Azad F, Mirzaebrahim Tehrani M, Jozi S. A, Miri Lavasani S. M. Effective Criteria for the Location of Safe Assembly Points: A Comprehensive Review and Delphi Study. J Neyshabur Univ Med Sci 2023;11(2):46-60.