

## مدیریت بحران ناشی از حریق در پالایشگاه‌ها با استفاده از فناوری پهپاد: مطالعه موردی پالایشگاه نفت لاوان

فریبا گلستانی<sup>۱</sup>، زهرا عابدی<sup>۲\*</sup>، زهرا عزیزی<sup>۳</sup>، رضا غلام‌نیا<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دوره کارشناسی ارشد، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه سنجش از راه دور، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۴- دانشیار، گروه سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

\* نویسنده رابط: abedi2015@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۵

### چکیده

زمینه و هدف: به دلیل ویژگی‌های طراحی، تاسیسات و وجود مواد نفتی به شکل خام یا محصولات پالایش شده از نفت خام، صنعت پالایش مستعد حوادث بزرگی مانند حریق و انفجار می‌باشد که خسارات و تلفات زیادی را در پی دارد. از طرفی با توجه به پیشرفت تکنولوژی‌های هوشمند و پهپادها (پرنده‌های هدایت پذیر از دور) و استفاده گسترده از این تکنولوژی‌ها در صنایع مختلف، بکارگیری این فناوری‌های نوین در صنعت نفت و گاز نیز اجتناب‌ناپذیر است. به این منظور این پژوهش با هدف مدیریت بحران ناشی از حریق در پالایشگاه‌ها با استفاده از فناوری پهپاد مطالعه موردی در پالایشگاه نفت لاوان انجام شد.

روش کار: نحوه جمع‌آوری داده‌ها در پژوهش حاضر کیفی و کتابخانه‌ای می‌باشد. با ترکیب کلید واژه‌هایی چون پالایشگاه، حریق و انفجار و پهپاد مطالب جمع‌آوری و با جزئیات بیشتری مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. جهت تکمیل خلاهای مطالعات و بررسی‌های کتابخانه‌ای از ابزار مصاحبه نیز استفاده شد. مصاحبه شامل ده سوال پیرامون عنوان پژوهش و از نظر میزان سازمان یافتگی نیمه ساختار یافته بود. به دلیل کیفی بودن نحوه جمع‌آوری داده‌ها افرادی انتخاب شدند که مطلع و با تجربه در ارتباط با موضوع مورد بررسی باشند. مصاحبه با ۱۵ نفر از کارکنان پالایشگاه مورد مطالعه انجام شد. در ادامه برای تجزیه و تحلیل یافته‌ها از شیوه ابتدایی و اولیه مدل قوت (Strength)، ضعف (Weaknes)، فرصت (Opportunity)، تهدید (Threat) (SWOT) برای شناخت تهدیدها و فرصت‌های خارجی و نقاط قوت و ضعف داخلی مورد مطالعه استفاده شد.

نتایج: یافته‌های پژوهش راهبردهای قوت/ فرصت (SO)، قوت/تهدید (ST)، ضعف/قوت (WO)، ضعف/تهدید (WT) (شکل ۱) که نتیجه تجزیه و تحلیل تهدیدها و فرصت‌های خارجی و نقاط قوت و ضعف داخلی می‌باشد.

نتیجه‌گیری: بکارگیری پهپادها با هدف پایش (پیدا کردن محل و منبع آتش‌سوزی)، شناسایی (تعیین مکان دقیق آتش و گستره آن)، مقابله و مهار (امداد و نجات، حفظ ایمنی آتش‌نشانان، اطفا) در صنعت نفت کنونی ایران ملزم به تغییر در ظرفیت و سطوح تکنولوژی و استعدادها و تجهیزاتی و نیروی انسانی آن بوده و ایجاد این تغییرات نیازمند حمایت‌های مدیران و کارکنان این صنعت در جهت استفاده از فناوری نوین پهپاد و عملیاتی شدن موضوع می‌باشد.

واژگان کلیدی: حریق و انفجار، بحران، پهپاد، پالایشگاه

## مقدمه

به دلیل ویژگی‌های طراحی، تاسیسات و وجود مواد نفتی به شکل خام یا محصولات پالایش شده از نفت خام، صنعت پالایش مستعد حوادث بزرگی مانند انفجار، حریق و انتشار مواد خطرناک می‌باشد. هر ساله در جهان به دلیل عملیات‌های پالایش مواد نفتی، حوادثی که منجر به مرگ و میر و جراحت و از دست رفتن دارایی‌ها می‌شوند اتفاق می‌افتد (۱). وجود ترکیبات هیدروکربوری در ماده اولیه صنایع نفت، گاز و پتروشیمی و انجام طیف گسترده‌ای از عملیات در این صنایع تحت شرایط فشار و حرارت بالا و وجود سه عامل اشتعال، انفجار و انتشار مواد سمی، زنجیره عملیات در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی را به طور مستمر تهدید می‌کند. باتوجه به ماهیت عملکردی صنایع پتروشیمی و پالایشگاه‌ها که فرآیندهای آن توأم با حرارت و فشار زیاد است، سنگین‌ترین خطرات و عدم اطمینان‌ها در زنجیره صنایع نفت، گاز و پتروشیمی در این حوزه‌ها وجود دارد (۲). بنابراین آتش‌سوزی و انفجار به ترتیب اولین و دومین خطرات در صنایع نفت و گاز محسوب می‌شوند. اگرچه انفجار خسارت بیشتری دارد اما آتش‌سوزی به دلیل معمول بودن در این صنایع بیشتر جدی گرفته می‌شود (۳). وقفه در تولید محصولات نفتی به دلیل آتش‌سوزی و حوادث می‌تواند به راحتی منجر به زیان‌های عمده مالی و خطرات بالقوه برای انسان و محیط‌زیست شود. به طور کلی صنعت نفت و گاز یکی از پرمخاطره‌ترین صنایع از نظر ایمنی و بهداشت می‌باشد (۴) و پیشگیری از انتقال آثار مخرب آتش به افراد جامعه، دارایی و سرمایه‌ها به عنوان اطفای آتش‌سوزی مطرح می‌شود (۵). در سراسر جهان به دلیل مقیاس و حجم زیاد فرآیند پالایش نفت خام و فرآوری دیگر سوخت‌ها، ۹۷٪ شکست و حوادث مربوط به این فرآیند می‌باشد (۶). به عنوان مثال در یک پالایشگاه در مکسیکو سیتی، در سال ۱۹۷۴ یک انفجار به دلیل بارگیری مخزن مرکزی نفت‌گاز اتفاق افتاد. این انفجار منجر به از بین رفتن تاسیسات واحد و ویرانی ۲۰۰ خانه

اطراف شرکت شد. در این حادثه ۵۴۲ نفر کشته و ۴۲۸۴ نفر آسیب و جراحت دیدند (۳). در سال ۲۰۰۵ اشتعال یک ابر بخار در مخزن سوخت دیزل منجر به یک انفجار گسترده و آتش‌سوزی در واحد ایزومریزاسیون پالایشگاه بریتیش پترولیوم در شهر تگزاس شد. ۱۵ کارگر کشته و ۱۸۰ نفر دیگر مجروح شدند (۷). صنایع نفت، گاز و پتروشیمی کشورمان ایران نیز از این گونه حوادث در امان نبوده است. به عنوان مثال آتش‌سوزی حادثه پتروشیمی بندر امام خمینی در ۱۳۹۷ به علت نشتی و انفجار در خط لوله خوراک ورودی منجر به ۳ کشته و ۱۵ مصدوم شد. همچنین توده مخازن انبار شرکت نفت سپاهان پالایشگاه اصفهان در ۱۳۹۳ دچار حریق گشته و منجر به مصدومیت ۱۶ نفر شد (۸).

امروزه پهپادها (پرنده‌های هدایت پذیر از دور) بسته به نوع محموله، حسگرها و دوربین‌هایی که به آن‌ها مجهز هستند می‌توانند در زمینه‌های مختلف استفاده شوند (۹). به طور کلی در بیشتر موارد هواپیماهای بدون سرنشین در حمل و نقل اشیا، نظامی، جاسوسی، آموزش، نجات و غیره استفاده می‌شوند (۱۰). یکی از کاربردهای فوق‌العاده موثر این پهپادها که مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از آن در حوادث و عملیات‌های آتش‌نشانی و امداد و نجات می‌باشد. پهپادها نقش مهم و تاثیرگذاری در خاموش کردن آتش‌سوزی‌ها و جایی که پرواز برای خلبان خطر دارد، ایفا می‌کنند (۱۱). با توجه به افزایش شهرنشینی، ترافیک، ساختمان‌های بلندتر و مواد خطرناک جدیدی که در ساخت و سازها استفاده می‌شود، آتش‌نشانان به دنبال فن‌آوری‌های هواپیماهای بدون سرنشین هستند تا به آن‌ها در رسیدن به اهدافشان کمک کنند. مبارزه با آتش‌های مهیب یکی از چالش‌های بزرگ آتش‌نشان‌ها است. آنها سعی می‌کنند با اطلاعات بسیار کمی آتش را خاموش کنند و تصویری از اندازه و دامنه آتش ندارند (۱۲). اطفای حریق به وسیله آتش‌نشان‌ها و تجهیزات آتش‌نشانی که به صورت دستی انجام می‌شود برای یافتن قربانیان که در این شرایط هستند کارا نخواهد بود و عملاً

آن به منظور شناسایی و تعیین نقاط قوت و ضعف، فرصت و تهدید. مرحله دوم: تعیین نقاط قوت و ضعف کلیدی و غیرکلیدی و فرصت و تهدید محتمل وقوع و غیر محتمل از طریق مصاحبه با صاحبان نظران یا اجماع مدیران یا کارشناسان فن. مرحله سوم: ساخت مدل قوت، ضعف، فرصت، تهدید (SWOT) از طریق قرار دادن دو به دو نقاط قوت و ضعف در مقابل فرصت و تهدید و دستیابی به راهبردهای SO، ST، WO و WT (۱۷). Strength/Opportunity (SO) (رقابتی / تهاجمی): در این راهبرد تمرکز بر حداکثر-حداکثر نقاط قوت درونی و فرصت‌های بیرونی استوار است که اصولاً تمام سیستم‌ها خواهان چنین وضعیتی هستند که قادر باشند همزمان قوت و فرصت‌های خود را به حداکثر برسانند. راهبرد Strength/Threat (ST) (اقتضایی یا تنوع): این راهبرد مبتنی بر حداکثر-حداقل در تنوع بخشی بر نقاط قوت درونی و تهدیدهای بیرونی متمرکز بوده و بر پایه بهره گرفتن از قوت‌های سیستم برای مقابله با تهدیدات تدوین می‌شود و هدف آن به حداکثر رساندن نقاط قوت و به حداقل رساندن تهدیدات است. راهبرد Weakness / Opportunity (WO) (بازنگری یا انطباقی): راهبرد انطباقی یا حداقل-حداکثر، تلاش دارد تا با کاستن از ضعف‌ها بتواند حداکثر استفاده را از فرصت‌های موجود ببرد. راهبرد Weakness/Threat (WT) (تدافعی): هدف کلی این راهبرد یا حداقل-حداقل، کاهش ضعف‌های سیستم برای کاستن و خنثی سازی تهدیدها است. بنابراین همواره این مدل منجر به چهار دسته استراتژی می‌شود (۱۴). مرحله چهارم: ارزیابی راهبردها براساس مختصات سازمان. در این مرحله باید از بین راهبردهای فراوانی که در مرحله قبلی به آن دست یافتیم، براساس عواملی چون اهداف و آرمان‌ها، توانمندی سازمان، زمان در اختیار داشته، حذف راهبردهای غیرضروری و اجرا نشدنی به انتخاب راهبردهای مطلوب از بین راهبردهای موجود پرداخته شود. شیوه دوم: این شیوه کمی پیچیده‌تر و طولانی‌تر از شیوه قبلی است. در این شیوه با تلفیق روش کمی و کیفی و به کمک تجزیه و تحلیل آماری و

ورود به محل خطر و یافتن قربانیان برای انسان آسان نیست. بنابراین پهپادهای اطفای حریق بهترین راه حل برای یافتن قربانیان و همچنین کنترل و مهار آتش می‌باشند (۱۰). دوربین‌های حرارتی، فیلم و تصویربرداری و دید در شب، حسگرهای دما، حسگرهای موقعیت مکانی و شرایط محیطی، بلندگو و میکروفون، چتر نجات اضطراری، سیستم موقعیت-یاب جهانی باتری یدک (منبع تغذیه) و سیستم گرم کننده باتری، امکان ذخیره تاریخ و زمان، عکس و فیلم و غیره از امکانات، تجهیزات و قابلیت‌های پهپادها می‌باشند.

مدل قوت، ضعف، فرصت، تهدید (SWOT) که در علم مدیریت به روش تحلیل راهبردی نیز شهرت دارد، برای شناسایی و تدوین راهبردهای بهینه برای سازمان‌ها به کار می‌رود. این روش براساس نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید به تدوین و طراحی چهار دسته راهبرد قوت فرصت، ضعف فرصت، قوت تهدید و ضعف تهدید برای سازمان می‌پردازد (۱۳). این تکنیک، تحلیل بسیار مفیدی برای تحلیل موقعیت جاری و اتخاذ تصمیمات، ارزیابی پیامدها و گزینه‌ها برای انتخاب می‌باشد و نه فقط چشم‌انداز کنونی بلکه فرصت‌ها و تهدیدات آتی را نیز ملحوظ می‌دارد (۱۴). با توجه به این که شباهت‌های زیادی بین حوزه مدیریت بحران و مدیریت استراتژیک وجود دارد، بهترین گزینه برای مقابله و پیشگیری از سوانح، داشتن برنامه‌ریزی استراتژیک برای مقابله با آن‌ها می‌باشد، زیرا آموزش، پیشگیری و داشتن برنامه‌ریزی آمادگی مقابله با بحران ضمن صرفه اقتصادی در سازمان‌ها می‌تواند منجر به کاهش خسارات و نیز کنترل بهتر آن در سوانح گردد (۱۵). بنابراین از این روش می‌توان برای برنامه‌ریزی و تدوین طرح‌ها و راهبردهای مناسب، در مدیریت بحران استفاده کرد (۱۶). تحلیل یافته‌ها در این مدل را می‌توان به دو شیوه اجرا کرد. شیوه نخست، شیوه ابتدایی و اولیه‌ای است که می‌توان برای ترسیم کلی نقاط قوت و ضعف و رسیدن به راهبرد استفاده کرد. این شیوه را می‌توان در چهار مرحله اجرا کرد: مرحله نخست: بررسی و ارزیابی سازمان و محیط مرتبط با

مدیران یا کارشناسان فن. مرحله سوم: ساخت مدل قوت، ضعف، فرصت، تهدید (SWOT) از طریق قرار دادن دو به دو نقاط قوت و ضعف در مقابل فرصت و تهدید و دستیابی به راهبردهای SO، ST، WO و WT (۱۷). Strength/Opportunity (SO) (رقابتی / تهاجمی): در این راهبرد تمرکز بر حداکثر-حداکثر نقاط قوت درونی و فرصت‌های بیرونی استوار است که اصولاً تمام سیستم‌ها خواهان چنین وضعیتی هستند که قادر باشند همزمان قوت و فرصت‌های خود را به حداکثر برسانند. راهبرد Strength/Threat (ST) (اقتضایی یا تنوع): این راهبرد مبتنی بر حداکثر-حداقل در تنوع بخشی بر نقاط قوت درونی و تهدیدهای بیرونی متمرکز بوده و بر پایه بهره گرفتن از قوت‌های سیستم برای مقابله با تهدیدات تدوین می‌شود و هدف آن به حداکثر رساندن نقاط قوت و به حداقل رساندن تهدیدات است. راهبرد Weakness / Opportunity (WO) (بازنگری یا انطباقی): راهبرد انطباقی یا حداقل-حداکثر، تلاش دارد تا با کاستن از ضعف‌ها بتواند حداکثر استفاده را از فرصت‌های موجود ببرد. راهبرد Weakness/Threat (WT) (تدافعی): هدف کلی این راهبرد یا حداقل-حداقل، کاهش ضعف‌های سیستم برای کاستن و خنثی سازی تهدیدها است. بنابراین همواره این مدل منجر به چهار دسته استراتژی می‌شود (۱۴). مرحله چهارم: ارزیابی راهبردها براساس مختصات سازمان. در این مرحله باید از بین راهبردهای فراوانی که در مرحله قبلی به آن دست یافتیم، براساس عواملی چون اهداف و آرمان‌ها، توانمندی سازمان، زمان در اختیار داشته، حذف راهبردهای غیرضروری و اجرا نشدن به انتخاب راهبردهای مطلوب از بین راهبردهای موجود پرداخته شود. شیوه دوم: این شیوه کمی پیچیده‌تر و طولانی‌تر از شیوه قبلی است. در این شیوه با تلفیق روش کمی و کیفی و به کمک تجزیه و تحلیل آماری و ماتریس‌های آماری به سنجش عناصر چهارگانه و ارائه راهبردها می‌پردازد (۱۷). با توجه به پیشرفت تکنولوژی‌های هوشمند و پهپادها و استفاده گسترده از این تکنولوژی‌ها در صنایع مختلف،

ماتریس‌های آماری به سنجش عناصر چهارگانه و ارائه راهبردها می‌پردازد (۱۷). با توجه به پیشرفت تکنولوژی‌های هوشمند و پهپادها و استفاده گسترده از این تکنولوژی‌ها در صنایع مختلف، بکارگیری این فناوری‌های نوین در صنعت نفت و گاز نیز اجتناب‌ناپذیر است. لذا این پژوهش با هدف مدیریت بحران ناشی از حریق در پالایشگاه‌ها با استفاده از فناوری پهپاد مطالعه موردی در پالایشگاه نفت لاوان انجام شد.

## روش کار

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی، از نظر ماهیت و نحوه جمع‌آوری داده‌ها کیفی و کتابخانه‌ای می‌باشد و به روش توصیفی و تحلیل داده‌ها، به شکل مطالعه موردی انجام شد. مراحل کار در ادامه شرح داده شده است.

محل مورد مطالعه: با بررسی آمار و ارقام حوادث در رابطه با حریق و انفجار در پالایشگاه‌ها که به عنوان یکی از اجزای بدنه اقتصادی کشور می‌باشند و فعالیت مستمر آن‌ها برای درآمدزایی در کشور لازم است، خطرات و عواملی که می‌توانند منجر به حریق و به دنبال آن وقوع یک بحران داخلی یا خارجی شوند، فراوان است. به منظور مدیریت، پیشگیری و مقابله با بحران‌های ناشی از حریق و انفجار و ارائه راهبردهای کاربردی به پالایشگاه‌ها، این پژوهش در پالایشگاه نفت لاوان که یکی از پالایشگاه‌های ایران می‌باشد انجام گرفت. این پالایشگاه تاسیسات عظیمی جهت پالایش و صدور نفت خام دارد. نفت خام مصرفی پالایشگاه از شرکت فلات قاره تأمین می‌شود که پس از تصفیه و پالایش، فرآورده‌های آن به مصرف یگان‌های شناور دریایی رسیده و از طریق اسکله نفتی از جزیره صادر می‌شود (۱۸).

سازمان و محیط مرتبط با آن به منظور شناسایی و تعیین نقاط قوت و ضعف، فرصت و تهدید. مرحله دوم: تعیین نقاط قوت و ضعف کلیدی و غیرکلیدی و فرصت و تهدید محتمل وقوع و غیر محتمل از طریق مصاحبه با صاحب‌بنظران یا اجماع

حمل و جابجایی سریع پهپادها، قابلیت‌های عملیاتی، امکانات و تجهیزات قابل نصب روی آن‌ها این امکان وجود دارد که قبل از حضور تیم عملیاتی در صحنه، فرمانده بتواند اطلاعاتی دقیق از محل کسب و ضمن انجام برنامه‌ریزی‌های لازم، درخواست نیروهای کمکی کافی و با تجهیزات مناسب را در کمترین زمان انجام دهد. در آتش‌سوزی‌های گسترده که به سرعت غیرقابل کنترل می‌شوند، پهپادها می‌توانند وضعیت را به آتش‌نشان‌ها نشان داده و مشخص کنند که حریق به کدام سمت حرکت می‌کند و تصمیم‌گیری برای آتش‌نشان‌ها که باید کجا باشند و چه کنند را آسان کنند. پهپادها علاوه بر این که زمان حضور در صحنه را برای آتش‌نشان‌ها کاهش می‌دهند، ایمنی آتش‌نشان‌ها را نیز بالا برده و از صدمه دیدن آن‌ها پیشگیری می‌کنند.

در ادامه از بررسی عوامل قوت و ضعف داخلی و عوامل تهدیدها و فرصت‌های خارجی، ۱۳ مورد نقاط قوت، ۱۴ مورد نقاط ضعف، ۵ مورد فرصت و ۷ مورد تهدید به شرح زیر شناسایی شد.

قوت‌ها:

- توانایی شناسایی و ارزیابی وسعت و گستردگی حریق و رفتار آن.
- امکان دریافت اطلاعات کامل‌تر از شرایط اضطراری ایجاد شده و تصمیم‌گیری صحیح و به موقع در خصوص نحوه برخورد با حریق و انفجار توسط واحد فرماندهی.
- کاهش تعداد نفرات و نیروهای آتش‌نشان در عملیات‌ها.
- بهینه‌سازی فرآیند جمع‌آوری اطلاعات.
- افزایش میدان دید از طریق پرواز در فضای بالای حریق.
- افزایش قابلیت دید و رصد نواحی حاوی دود متراکم.
- گستردگی حیطه عمل و کاربری آن‌ها در ارتفاع و مناطق غیرقابل دسترس توسط انسان.
- کاهش مخاطرات انسانی در عملیات‌ها.
- کاهش زمان واکنش و خسارات از طریق افزایش سرعت عمل.
- کاهش خطاهای انسانی محتمل در عملیات‌ها.

بکارگیری این فناوری‌های نوین در صنعت نفت و گاز نیز اجتناب‌ناپذیر است. لذا این پژوهش با هدف مدیریت بحران ناشی از حریق در پالایشگاه‌ها با استفاده از فناوری پهپاد مطالعه موردی در پالایشگاه نفت لاوان انجام شد.

## نتایج

یافته‌های حاصل از مطالعات کتابخانه‌ای نشان داد عواملی مانند سیل، طوفان و صاعقه، زلزله، خطاهای انسانی، خرابکاری‌های آگاهانه و عمدی و حملات هوایی و موشکی از جمله رویدادها و بحران‌هایی (طبیعی و انسانی) هستند که می‌توانند وقوع آتش‌سوزی و شرایط بحرانی ناشی از آن را در واحدهای ستادی و عملیاتی پالایشگاه به دنبال داشته باشند. همچنین بررسی شرایط و چگونگی استفاده از فناوری پهپاد در زمان وقوع حریق و انفجار نشان داد محاصره و پیشگیری از گسترش آتش برای تیم واکنش و آتش‌نشان در هر عملیات اطفای حریق، از اولین وظایف می‌باشد و آن‌ها نباید زمان واکنش را از دست بدهند، زیرا هر دقیقه تاخیر به معنی خسارت به اموال و حتی از دست دادن زندگی خواهد بود و آنچه بیش از همه در مدیریت عملیات اطفای حریق برای یک فرمانده عملیات اهمیت دارد کسب اطلاعات لحظه به لحظه از موقعیت و وضعیت نیروها، رفتار حریق و حوادث، شرایط محیطی و محلی و در مجموع آگاهی از منابع موجود، چالش‌های پیش رو و تهدیدات احتمالی می‌باشد. بر همین اساس در فرماندهی عملیات‌های حریق و حوادث، آگاهی دقیق و مستمر از وضعیت پیش رو یکی از اصول اساسی کار می‌باشد. زیرساخت‌های جاده‌ای ناکافی و پیچیدگی مسیر گشت‌زنی و ریسک‌های آن برای تیم‌های واکنش و آتش‌نشان، تعیین سریع دامنه حریق برای الویت‌بندی اهداف در اطفاء، رسیدن به صحنه در میان دود و موانع، محدودیت در دید صحنه حریق و جستجو پس از حادثه و مستندسازی خسارات ناشی از حادثه چالش‌های شیوه‌های سنتی اطفای حریق به شمار می‌روند. با توجه به سایز و اندازه، وزن کم و قابلیت

- توانایی در بررسی‌های بیشتر پس از حادثه و ارائه گزارش حادثه.
  - افزایش میزان موفقیت واحد آتش‌نشانی در کنترل حوادث ناشی از حریق و انفجار از طریق پیش‌بینی، پیشگیری و مهار.
  - ساماندهی به وضعیت واحد آتش‌نشانی.
- ضعف‌ها:
- هزینه تجهیزات پهپاد و نیاز به ارتقاء مستمر سیستم و به روز رسانی آن.
  - آسیب پذیری برخی از اجزا پهپاد به ویژه منبع تغذیه.
  - نیاز به سازگاری پهپاد با شرایط اقلیمی و جوی و مقاومت در برابر آن.
  - احتمال آسیب پهپاد در زمان عملیات.
  - لزوم آموزش نفرات و دوره‌های آموزشی مستمر جهت بکارگیری پهپاد، تعمیرات و نگهداری.
  - زمان بر بودن فرآیند آموزش و آشنایی نفرات با فناوری جدید.
  - مقاومت برخی از نیروهای قدیمی در بکارگیری این تکنولوژی به دلیل ضعف خود یا ترس از دست دادن جایگاه.
  - نیاز به تعمیرات پهپاد، نگهداری و بازرسی.
  - نیاز به تامین محل مناسب جهت تعمیرات و نگهداری.
  - هزینه‌های آموزش و برگزاری دوره‌های آموزشی پهپاد.
  - عدم امکان پرواز پهپاد در برخی نقاط به دلیل پیچیدگی تاسیسات.
  - لزوم افزایش تعداد پهپادها در آتش‌سوزی‌های گسترده.
  - لزوم اخذ مجوز پرواز از حراست وزارت نفت.
  - لزوم تعیین نواحی مجاز و غیرمجاز و محدودیت‌های پروازی توسط واحد حراست پالایشگاه.
- پشتیبانی مدیران ارشد و میانی از برنامه‌ها و پیشنهادات واحد ایمنی و بهداشت و محیط‌زیست.
  - تعهد مدیریت و کارکنان نسبت به رعایت الزامات و قوانین و دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشت و محیط‌زیست.
  - وجود منابع انسانی توانمند و دارای صلاحیت به منظور آموزش و بکارگیری در اجرای برنامه‌ها و تحقق اهداف شرکت.
  - تامین تیم مجرب، متخصص و آموزش دیده جهت راه اندازی و بهره برداری از تکنولوژی‌های جدید توسط مدیریت ارشد.
  - حمایت مالی مقامات شرکت.
- تهدیدها:
- حدود اختیارات محدود و ضعیف برای سازمان‌ها در رابطه با بکارگیری پهپاد.
  - کمبود نیروی انسانی متخصص به منظور راه اندازی و بهره برداری از تکنولوژی پهپاد در کشور.
  - فقدان قوانین، الزامات و استانداردها در سطوح سازمانی برای فناوری پهپاد.
  - نبود شرایط و ساز و کارهای اجرایی، فناوری، بودجه و اعتبارات کافی برای ساخت در کشور.
  - عدم وجود ساختار سازمانی و استراتژی مشخص برای فعالیت و وظایف مرتبط با سامانه پهپاد.
  - وجود تحریم‌های تجهیزاتی قطعات الکترونیکی و فناوری های خاص (سخت‌افزاری و نرم‌افزاری).
  - لزوم سازگاری پهپاد با استراتژی‌ها و سیاست‌های دفاعی و نظامی کشور.
  - یافته‌های پژوهش راهبردهای قوت/ فرصت (SO)، قوت/تهدید (ST)، ضعف/قوت (WO)، ضعف/تهدید (WT) (شکل ۱) که نتیجه تجزیه و تحلیل عوامل با استفاده از مدل قوت، ضعف، فرصت، تهدید (SWOT) می‌باشد.

## بحث

فرصت‌ها:

داده و همچنین به حفظ جان آتش‌نشان‌ها نیز کمک کنند (۱۲). نتایج پژوهش Manuj و همکارانش می‌گوید پهبادهای برای استفاده در شرایط مختلف طراحی شده‌اند که برای مقابله با انواع حریق انعطاف پذیر بوده و می‌توانند از راه دور کنترل شوند در نتیجه می‌توان از بروز حوادث یا تلفات جانی پرسنل آتش‌نشانی پیشگیری کرد (۲۲). Tiberiu در پژوهش خود یافته‌است پهباد در عملیات‌های امداد و نجات، مدیریت بحران‌ها، مراقبت‌های بهداشتی، نظارت در خطوط هوایمایی، عملیات اطفای حریق و غیره قابل استفاده می‌باشد و برای بکارگیری آن لازم است تا قوانین، استانداردها و دستورالعمل‌های مربوط به آن اجرا شود (۹). طبق بررسی یافته‌های مطالعات گذشته، آنچه که قابل ذکر می‌باشد، این است که تاکنون تحقیق و پژوهشی همچون این پژوهش در پالایشگاه‌ها انجام نشده است. از این رو معتقدیم برای اولین بار است که بکارگیری فناوری پهبادهای با هدف مدیریت بحران ناشی از حریق در سطح پالایشگاه‌ها مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته است. نتایج حاصل از مطالعه بیان می‌کند راهبردهایی مانند توسعه و ساماندهی زیرساخت‌های بکارگیری پهبادهای غیرنظامی در سازمان‌ها، اختصاص بودجه مناسب جهت انجام تحقیقات، ساخت و تولید انبوه پهبادهای برای پیشگیری، کنترل و مقابله با حریق، توسعه ارتباطات منطقه‌ای و بین‌المللی در زمینه طراحی و بکارگیری تکنولوژی پهبادهای غیرنظامی در شرکت‌های نفتی، ایجاد بانک اطلاعاتی از پهبادهای غیرنظامی توسط سازمان‌های ذی‌ربط، نظارت بر فعالیت پروازی پهبادهای با کاربرد غیرنظامی در سطح ملی و سرمایه‌گذاری جهت توسعه و بهره‌برداری از تکنولوژی‌های نوین برای افزایش ضریب ایمنی، تدوین برنامه‌های طراحی و بکارگیری فناوری پهباد در عملیات‌های آتش‌نشانی، احصای امکانات و توانمندی‌های شرکت برای انجام بهینه‌تر، سریع‌تر، چابک‌تر و دقیق‌تر ماموریت‌های آتش‌نشانی از طریق بکارگیری فناوری پهباد، افزایش همکاری با فرمانده عملیات و سلسله مراتب فرماندهی در امر مدیریت و فرماندهی حریق و حوادث با استفاده از فناوری پهباد، ایجاد ساز و کار یا سامانه اطلاع‌گیری

هدف از پژوهش حاضر مدیریت بحران ناشی از حریق در پالایشگاه‌ها با استفاده از فناوری پهباد مطالعه موردی در پالایشگاه نفت لاوان بود. در صنعت نفت خطر حریق و انفجار همواره به دلیل قابلیت اشتعال و واکنش‌پذیری مواد، بالا بودن دما و فشار عملیات، فرارپذیری و قابلیت تبخیر مایعات از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. علی‌رغم آن که در طول سال‌های گذشته سازمان‌های تجاری و انجمن‌های مهندسی استانداردها و راهنماهای سخت‌گیرانه‌ای برای مدیریت ایمن صنایع فرآیندی تدوین و منتشر نموده‌اند اما باز هم شاهد وقوع حوادثی از نوع حریق و انفجار در صنعت نفت می‌باشیم. یافته‌های پژوهش سایبانی و همکاران بیان می‌کند پالایشگاه‌ها از مراکزی به شمار می‌روند که در زمان بحران می‌توانند پتانسیل آسیب فراوانی را به همراه داشته باشند. زیرا مواد خام اولیه آنها پتانسیل آتش‌سوزی و ایجاد انفجارهای مخرب را دارا می‌باشد و می‌تواند خسارات بسیار قابل ملاحظه‌ای مخصوصاً از نظر اقتصادی و جانی برای پرسنل به همراه داشته باشد. از این رو مدیریت بحران در پالایشگاه‌ها بسیار حیاتی است (۱۹). پژوهش هاشمی و همکارانش بیان می‌کند که با توجه به نقش اساسی محصولات تولیدی یک پالایشگاه برای کشور، اقدامات زیرساختی و آمادگی‌های لازم در خصوص مدیریت بحران در پالایشگاه‌ها، یک ضرورت حیاتی بوده و لازم است همواره متناسب با شرایط، مهیا باشد (۲۰). رخس‌بهار و همکاران معتقدند استفاده از پرنده‌های هدایت پذیر از راه دور (پهباد) در رشته‌های مختلف علوم و فنون رواج بسیاری یافته است و این تکنولوژی می‌تواند در کنترل و فرماندهی عملیات‌های حریق و حوادث نقش موثری را ایفا نماید (۱۱). Neustaedter و همکارانش معتقدند علی‌رغم وجود برخی از چالش‌ها و پیچیدگی‌ها در پهبادهای این فناوری می‌تواند برای واکنش‌های اولیه در شرایط اضطراری ارزشمند باشد (۲۱). یافته‌های پژوهش Patil و همکارانش بیان می‌کند پهبادهای می‌توانند زمان پاکسازی ساختمان و یافتن افراد ساکن در آن را کاهش

دوربین‌های حرارتی، فیلم و تصویربرداری و دید در شب، حسگرهای دما، موقعیت‌مکانی و شرایط محیطی، بلندگو و میکروفون، چتر نجات اضطراری، سیستم موقعیت یاب جهانی باتری یدک (منبع تغذیه) و سیستم گرم کننده باتری، ذخیره تاریخ و زمان، عکس و فیلم و غیره با هدف پایش (پیدا کردن محل و منبع آتش‌سوزی)، شناسایی (تعیین مکان دقیق آتش و گستره آن)، مقابله و مهار (امداد و نجات، حفظ ایمنی آتش نشانان، اطفاء) در صنعت نفت کنونی ایران ملزم به تغییر در ظرفیت و سطوح تکنولوژی و استعداد‌های تجهیزاتی و نیروی انسانی آن بوده و ایجاد این تغییرات نیازمند حمایت‌های مدیران و کارکنان این صنعت در جهت استفاده از فناوری نوین پهپاد و عملیاتی شدن موضوع می‌باشد. به این ترتیب مدیریت بحران ناشی از حریق در پالایشگاه‌ها با استفاده از فناوری پهپاد قابل اجرا خواهد بود. پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی به بررسی امکان بکارگیری ربات‌های اطفای حریق و پهپاد در کنار هم در عملیات‌ها و فرماندهی اطفای حریق پرداخته شود.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مدیریت محترم شرکت پالایش نفت لاوان و همه افرادی که در این پژوهش همکاری داشته‌اند نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

به روز، از آخرین رهیافت‌های جهانی و پیشرفت‌ها و قوانین و استانداردها در خصوص پهپاد در ابعاد مختلف، استفاده از دانش پژوهان داخلی و صاحب نظر در زمینه پهپاد، توسعه برنامه‌های آموزشی و مقرراتی جهت آموزش پرسنل و ایجاد انگیزه و تغییر نگرش، توسعه تفکر استراتژیک در جهت بکارگیری فناوری پهپاد، بهره‌گیری از حمایت‌های مالی و پشتیبانی مقامات شرکت، توسعه زیرساخت برنامه‌های اجرایی واحد حراست شرکت در راستای تعیین نواحی مجاز و غیرمجاز پروازی در سطح شرکت، تامین امکانات و ملزومات مورد نیاز جهت ایجاد قابلیت مداومت پروازی پهپاد، تعامل با مراجع ذیربط جهت اخذ مجوزهای لازم، در نظر گرفتن زیرساخت‌های مناسب جهت ایجاد سیستم‌های پشتیبانی، نگهداری و تعمیرات، توسعه تعامل اثربخش با سایر ارگان‌ها و شرکت‌های نفتی و پالایشی، تغییر و ایجاد ساختار و چارت سازمانی با رویکرد بکارگیری فناوری پهپاد، توسعه و تقویت زیرساخت‌های لازم در ارتباط با موضوع در سطح سازمان مورد مطالعه می‌تواند به عملیاتی شدن موضوع کمک کند.

### نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش در مجموع بیان دارد بکارگیری فن‌آوری پهپادها با امکانات، تجهیزات و قابلیت‌هایی نظیر



WS	قوت (S)	ضعف (W)
TO	راهبرد SO	راهبرد WO
فرصت (O)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سرمایه‌گذاری جهت توسعه و بهره‌برداری از تکنولوژی‌های نوین برای افزایش ضریب ایمنی.</li> <li>• تدوین برنامه‌های طراحی و بکارگیری فناوری پهباد در عملیات‌های آتش‌نشانی.</li> <li>• احصای امکانات و توانمندی‌های شرکت برای انجام بهینه‌تر، سریع‌تر، چابک‌تر و دقیق‌تر مأموریت‌های آتش‌نشانی از طریق بکارگیری فناوری پهباد.</li> <li>• افزایش همکاری با فرمانده عملیات و سلسله‌مراتب فرماندهی در امر مدیریت و فرماندهی حریق و حوادث با استفاده از فناوری پهباد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• توسعه تفکر استراتژیک در جهت بکارگیری فناوری پهباد.</li> <li>• بهره‌گیری از حمایت‌های مالی و پشتیبانی مقامات شرکت.</li> <li>• توسعه زیرساخت برنامه‌های اجرایی واحد حراست شرکت در راستای تعیین نواحی مجاز و غیرمجاز پروازی در سطح شرکت.</li> <li>• تامین امکانات و ملزومات مورد نیاز جهت ایجاد قابلیت مداومت پروازی پهباد.</li> <li>• تعامل با مراجع ذی‌ربط جهت اخذ مجوزهای لازم.</li> <li>• در نظر گرفتن زیرساخت‌های مناسب جهت ایجاد سیستم‌های پشتیبانی، نگهداری و تعمیرات.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• توسعه و ساماندهی زیرساخت‌های بکارگیری پهبادهای غیرنظامی در سازمان‌ها.</li> <li>• ایجاد بانک اطلاعاتی از پهبادهای غیرنظامی توسط سازمان‌های ذی‌ربط.</li> <li>• نظارت بر فعالیت پروازی پهبادها با کاربرد غیرنظامی.</li> <li>• ایجاد شرایط و سامانه اطلاع‌گیری به روز، از آخرین پیشرفت‌های جهانی و قوانین و استانداردها در خصوص پهباد در ابعاد مختلف.</li> <li>• استفاده از دانش پژوهان داخلی و صاحب نظر در زمینه پهباد.</li> <li>• اختصاص بودجه مناسب جهت انجام تحقیقات، ساخت و تولید انبوه پهبادها برای پیشگیری، کنترل و مقابله با حریق.</li> <li>• توسعه ارتباطات منطقه‌ای و بین‌المللی در زمینه طراحی و بکارگیری تکنولوژی پهبادهای غیرنظامی در شرکت‌های نفتی.</li> <li>• توسعه برنامه‌های آموزشی و مقرراتی جهت آموزش پرسنل و ایجاد انگیزه و تغییر نگرش.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• توسعه تعامل اثربخش با سایر ارگان‌ها و شرکت‌های نفتی و پالایشی.</li> <li>• تغییر و ایجاد ساختار و چارت سازمانی با رویکرد بکارگیری فناوری پهباد.</li> <li>• توسعه و تقویت زیرساخت‌های لازم در ارتباط با موضوع.</li> </ul>
تهدید (T)	راهبرد ST	راهبرد WT

شکل ۱- راهبردهای SWOT در مطالعه مدیریت بحران ناشی از حریق در پالایشگاهها با استفاده از فناوری پهباد: مطالعه موردی

پالایشگاه نفت لاوان

## References

1. Chettouh S, Hamzi R, Benaroua Kh. Examination of fire and related accidents in Skikda Oil Refinery for the period 2002-2013, 2016.
2. Hormati A, Rashidi A. Identify and evaluate the engineering risks of oil and gas industry projects, 2017. [Persian]
3. Mardani M, Lavasani S, Omidvari M. An investigation into DOW and MOND indices with fuzzy logic based on fire and explosion risk assessment in Iran oil refinery, 2014. [Persian]
4. Osabutey D, Obro- Adibo G, Agbodohu W, Kumi P. Analysis of Risk Management Practices in the Oil and Gas Industry in Ghana. Case Study of Tema Oil Refinery, 2013.
5. Khaleghi F. Investigation of management methods for prevention, control and reduction of fire crisis in Iran's forests. Case study: Kerman National News Park, 2015. [Persian]
6. Tauseef SM, Abbasi T, Pompapathi V, Abbasi SA. Case studies of 28 major accidents of fires/explosions in storage tank farms in the backdrop of available codes/standards/models for safely configuring such tank farms, 2018.
7. Lee B. Refinery and Petrochemical Plant Fire Protection.
8. Moshashae P. Provide a quantitative risk assessment model for fire accidents and explosions of oil tank roof tanks, 2018. [Persian]
9. Tiberiu Radu V. Use of drones for firefighting Operations, 2019.
10. Vyshnavi E, Ambati A, Chamundeswari G, Vineetha G. Automatic CO2 Extinguisher Fire Fighting Drone, 2017.
11. Rakhshbahar A, Mohamadrezaee H. Investigating the role of UAV technology in commanding fire operations and accidents. Case study: Shahid Rajaei port, 2017. [Persian]
12. Patil R, Patil T, Sawant N, Thakur H, Surve D. Firefighting Drone Using Extinguisher Bomb, 2020.
13. Ahmadi M. Strategic analysis method in management, 2010. [Persian]
14. Heidari R, Hosseini A, mosavi GH, Safari N. Analysis of the preparation of state organizations in Rasht in the face of natural disasters using the SWOT model, 2015. [Persian]
15. Hosseini Sh, GHaracheh L, Fatemi A. Investigating the management and control of non-crisis events by relying on the management and strategic planning approach of the SWOT model, 2018. [Persian]

16. Maghsodlo Kamali B, Jafari Nadushan Reza, Nuri M. Strategic Risk Management in the Gorgan Sun Complex Using Artificial Intelligence Model, 2020. [Persian]
17. Khejir U. Strategic analysis of SWOT method in communication and media, 2019. [Persian]
18. Sazman goghrafiyai nirohaye mosalah. Geography of the Persian Gulf Islands (Lavan Island), 2003. [Persian]
19. Saibani M, Zarei Z, Amiri A. Investigation of crisis dimensions and crisis management system in refineries. Case study: Bandar Abbas Oil Refinery, 2013. [Persian]
20. Hashemi J, SHariflu N, SHahrdar SH. Investigation of crisis dimensions and crisis management system in refineries. Case study: Shiraz Oil Refinery, 2012. [Persian]
21. Neustaedter C, Hasan Khan N. An Exploratory Study of the Use of Drones for Assisting Firefighters During Emergency Situations, 2019.
22. Manuj C, Adarsh R, Rahul S, Suhas C, Vismay K. Design and Development of Semi-Autonomous Fire Fighting Drone, 2019.

## Management of Fire Crisis in Oil Refineries Using Drone Technology: A Case Study in the Lavan Oil Refinery

Fariba Golestani<sup>1</sup>, Zahra Abedi<sup>\*2</sup>, Zahra Azizi<sup>3</sup>, Reza Gholamnia<sup>4</sup>

- 1- MSc. Student, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
- 2- Ph.D. Assistant Professor, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
- 3- Ph.D. Assistant Professor, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
- 4- Ph.D. Associate Professor, Department of Health Sciences, School of Health, Safety and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\*Corresponding Author: abedi2015@yahoo.com

Received: Nov 17, 2021

Accepted: May 26, 2022

### ABSTRACT

**Background and Aim:** Due to the design features, facilities and the presence of crude oil materials or refined products from crude oil, the refining industry is prone to major accidents such as fire and explosions, which cause a lot of damages and losses. On the other hand, due to the development of intelligent technologies and drones (remote-controlled birds) and the widespread use of these technologies in various industries, the use of these new technologies in the oil and gas industry is inevitable. This case study was conducted with the aim of utilizing drone technology in fire crisis management in oil refineries in the Lavan Oil Refinery, Iran.

**Materials and Methods:** Data were collected using qualitative methods and literature review by combining keywords such as refinery, fire and explosion and drone, as well as holding semi-structured interviews with 15 informed and experienced persons from among refinery personnel. In order to identify internal strengths (S) and weaknesses (W) and external opportunities (O) and threats (T) the gathered data were analyzed using the basic SWOT model.

**Results:** Analysis of the data show the following strategies to be the results of the external threats and opportunities and internal strengths and weaknesses: Strength/Opportunity (SO), Strength/Threat (ST), Weakness / Opportunity (WO) and Weakness/Threat (WT).

**Conclusion:** The use of drones for monitoring (finding the location and source of fire), identifying (determining the exact location and extent of the fire), confronting and controlling (relief and rescuing, saving the lives of firefighters, firefighting) in the Iranian oil industry requires making changes in the capacity and levels of technology and the equipment and manpower. Making these changes requires the support of managers and personnel of the oil industry in order to use this new technology and make it operational. In this way, fire crisis management in refineries can be implemented by using drone technology.

**Keywords:** Fire and Explosion, Crisis, Drone, Refinery

Copyright © 2022 Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.