

شناسایی و رتبه بندی شاخص های رزیلینس سازمانی مجتمع های پالایشگاهی با استفاده از روش تاپسیس فازی

رضا جعفری ندوشن^۱ - محمدجواد جعفری^{۲*} - غلامعباس شیرالی^۳ - سهیلا خداکریم^۴

حسن خادمی زارع^۵ - امیرعباس حامد منفرد^۶

jafari1952@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۴

مکیده

مقدمه: مهندسی رزیلینس یکی از رویکردهای نوین مدیریت خطر و توانایی ذاتی یک سیستم در تطبیق کارهای خود پیش از، در طی و پس از تغییرات و وقایع ناخواسته است به گونه ای که بتواند عمل کرد سیستم را تحت شرایط قابل پیش بینی و غیر قابل پیش بینی حفظ نماید. هدف از این مطالعه، شناسایی شاخص های رزیلینس سازمانی پالایشگاهها و اولویت بندی آنها با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی بود.

روش کار: یک مطالعه کیفی جهت شناسایی شاخص های رزیلینس سازمانی مجتمع های پالایشگاهی انجام شد. روش اصلی جمع آوری اطلاعات، مصاحبه نیمه ساختاریافته با خبرگان بود که با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی و مرور متون، شاخص ها استخراج و تعیین شدند. وزن دهی و رتبه بندی شاخص های شناسایی شده، به وسیله تکنیک تاپسیس فازی انجام شد.

یافته ها: یازده شاخص در بخش رزیلینس سازمانی شناسایی شدند که عبارتند از: تعهد مدیریت، نظام مدیریت عمل کرد، جریان اطلاعات/ارتباطات، فرهنگ مشارکت، فرهنگ مدیریت خطا، مدیریت منابع انسانی، آموزش، آمادگی، انعطاف پذیری، مدیریت تغییر و فرهنگ نوآوری. نتایج نشان داد شاخص تعهد مدیریت (وزن ۰/۰۳۵) و آمادگی (وزن ۰/۰۳۱) دارای بیشترین تاثیر و شاخص فرهنگ نوآوری نسبت به سایر شاخص ها دارای کمترین اهمیت بود.

نتیجه گیری: سازمان های فنی اجتماعی بحرانی بالاخص مجتمع های پالایشگاهی به منظور بهبود مدیریت ایمنی و رزیلینس می توانند بر روی شاخص های تأثیرگذار بر اساس اولویت، تمرکز نموده و نسبت به پیش و بهبود آنها اقدام نمایند. اصلاح و بهبود شاخص های موثر منجر به ارتقاء ایمنی و سطح رزیلینس سازمان خواهد شد.

کلمات کلیدی: رزیلینس سازمانی، مجتمع های پالایشگاهی، تاپسیس فازی

۱- کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، مرکز تحقیقات کنترل عوامل زیان آور محیط و کار، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- استاد، مرکز تحقیقات کنترل عوامل زیان آور محیط و کار، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران

۴- استادیار، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۵- دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۶- رییس HSE، شرکت پالایش نفت تهران، تهران، ایران

مقدمه

توسعه صنایع، نرم افزارها و پروژه‌های زیر ساختی، با وجود تمام فوایدی که برای بشر دارند، منبع تعداد زیادی از خطرات و ریسک‌ها و شکست‌های مهم می‌باشند (۱). ایمنی، یکی از مقوله‌های مهم در سازمان است و مدیریت آن، بالاخص در سازمان‌هایی پویا و پیچیده مانند صنایع نفت و گاز که با دارا بودن مشخصه‌های پیچیدگی و آسیب پذیری زیاد، جزء صنایع بحرانی محسوب می‌شوند، بسیار حایز اهمیت می‌باشد (۲). ایمنی سنتی براساس تجزیه و تحلیل حوادث و حالت شکست، به تنهایی نمی‌تواند در صنایع پیچیده و محیط‌های خطرناک کارآمد باشد چرا که می‌تواند باعث تحمیل هزینه و خساراتی به سازمان‌ها و صنایع شود (۳) و باید به سوی یک نگرش فعالانه در این زمینه جهت داده شود (۴). بنابراین نیاز به استفاده از رویکردهای نوین جهت توسعه ایمنی سیستم‌ها می‌باشد تا طراحی سیستم به گونه‌ای باشد تا ضمن درس گرفتن از نتایج حوادث گذشته سازمان، روشی جهت پیش‌گیری و نیز به حداقل رساندن خسارات حوادث در صورت وقوع، به کار گیرد. این انتظارات را می‌توان به وسیله نگرش جدید تحت عنوان مهندسی رزیلینس برآورده نمود (۵-۸). مهندسی رزیلینس (RE) یک رویکرد جدید جهت سنجش و حفظ ایمنی در سیستم‌های پیچیده است (۹). رزیلینس در رشته مهندسی به عنوان توانایی تطبیق و جذب اختلالات، تغییرات و شکست‌ها تعریف می‌شود (۱۰-۱۲). Hollnagel و همکاران مهندسی رزیلینس را توانایی ذاتی یک سیستم برای تنظیم قابلیت‌های آن در حضور یک اختلال و تغییرات پیش‌بینی نشده تعریف کردند (۱۳). Becker و همکاران رزیلینس را به عنوان

توانایی پیش‌بینی، تشخیص، انطباق و یادگیری از تغییرات، اختلالات، و فجایعی که ممکن است باعث آسیب به انسان شوند، توصیف نمودند (۱۴). به طور کلی رزیلینس، اختلالاتی که سبب تغییرات نامطلوب در اجرای سیاست‌های آن سازمان شده (قابلیت آسیب‌پذیری) و بازگشت مجدد به یک سطح عمل‌کرد مطلوب (قابلیت جبران) را مورد توجه قرار می‌دهد (۱۵-۱۸). سیستم‌ها یا سازمان‌هایی رزیلینت باید دارای چهار قابلیت زیر باشند: (۱) ارایه یک پاسخ قوی و قابل انعطاف به تهدیدات منظم و نامنظم، (۲) نظارت بر جریان‌های جاری حتی عمل‌کرد خود، (۳) پیش‌بینی ریسک‌ها و فرصت‌ها و اثرات وقایع بر یک‌دیگر (۴) یادگیری از تجربه (۱۹-۲۲) که این چهار قابلیت، سنگ بنای رزیلینس برای توصیف و تحلیل عمل‌کرد سیستم در فعالیت‌ها و اختلالات مختلف می‌باشد (۲۳). شواهد تجربی جمع‌آوری شده از مطالعات در سازمان‌هایی مختلف نشان می‌دهد که رزیلینس از یک سازمان به سازمان دیگر کاملاً متفاوت است (۲۴). ما می‌توانیم قابلیت رزیلینس را اندازه‌گیری کنیم و نه خود آن را (۲۵). Hollnagel شش شاخص را برای ارزیابی رزیلینس پیشنهاد داد که شامل تعهد مدیریت، فرهنگ گزارش دهی، فرهنگ یادگیری، آگاهی، آمادگی، و انعطاف پذیری می‌باشد (۱۳). علاوه بر این، آزاده و همکاران چهار شاخص دیگر را که شامل خودسازمان دهی، کارگروهی، افزونگی و تحمل خطا بودند را جهت ارزیابی و بهبود رزیلینس پیشنهاد دادند (۳). آزادیان و همکاران نیز با بررسی توصیفی، چهار اصل مهندسی رزیلینس شامل تعهد مدیریت، انعطاف پذیری، آموختن و آگاهی را با استفاده از پرسشنامه در ۷ بیمارستان عمومی مورد

گزینه ی انتخاب شده باید کوتاه ترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت و طولانی ترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی داشته باشد (۳۳). روش تاپسیس به دلیل سادگی و قابلیت درک آسان آن و نیاز به ارزیابی زبانی تصمیم گیرندگان، در طیف وسیعی از تصمیم گیری ها استفاده می گردد (۳۴). در این روش، نظرات تصمیم گیرندگان به صورت اعداد قطعی ارایه می شود، این درحالی است که تعیین وزن دقیق معیارها و امتیازدهی به گزینه ها برای تصمیم گیرندگان ممکن نمی باشد، پس منطقی است که از اعداد فازی به جای اعداد دقیق برای تعیین اهمیت نسبی صفات و گزینه ها استفاده شود (۳۵، ۳۶). روش تاپسیس با کاربرد منطق فازی در آن، به روش تاپسیس فازی تبدیل می شود که روشی متفاوت از تاپسیس است. روشن است که منطق اصلی استفاده از روشهای تصمیم گیری به صورت فازی، تاثیرگذاری عدم قطعیت توام با تفکرات آدمی، در تصمیم گیری ها می باشد (۳۷). هدف از این مطالعه، شناسایی شاخص های رزیلینس سازمانی در پالایشگاه ها و اولیت بندی آنها با استفاده از روش تاپسیس فازی بود.

روش کار

در مرحله اول تحقیق، یک مطالعه کیفی جهت شناسایی شاخص های رزیلینس سازمانی مجتمع های پالایشگاهی انجام شد. روش اصلی جمع آوری اطلاعات، مصاحبه نیمه ساختاریافته با خبرگان بود که به صورت هدف مند و با حداکثر تنوع (۳۸) از موقعیت های مختلف دانشگاهی و یا مجتمع پالایشگاهی انتخاب شدند که مشخصات آنها در جدول شماره ۱ آمده است. جهت تجزیه و تحلیل محتوای کیفی مصاحبه ها، فرآیند

ارزیابی قرار دادند (۲۴). Dinh و همکاران، انعطاف پذیری، قابلیت کنترل، تشخیص زود هنگام، به حداقل رساندن شکست، محدودسازی اثرات و کنترل های اداری / رویه ها را به عنوان شش اصل تشکیل دهنده رزیلینس پیشنهاد دادند (۲۶).

مطالعات مختلف رزیلینس (۱۲، ۲۷-۲۹)، شاخص هایی را جهت سنجش رزیلینس سیستم در نظر گرفته اند که تمام ابعاد را پوشش نمی دهند. با توجه به اهمیت و ضرورت رزیلینس در سیستم های فنی اجتماعی، جهت سنجش دقیق تر وضعیت رزیلینس، پیشنهاد می گردد شاخص های رزیلینس در بخش های جداگانه سازمانی، فنی و پرسنلی مشخص و ارزیابی شوند تا بتوان برنامه ریزی و تصمیم گیری مناسبی در مورد آنها انجام داد. عوامل سازمانی به عنوان عوامل پنهان، به طور غیرمستقیم در عملکرد ایمنی محیط کار نقش آفرینی می نمایند (۳۰). در بسیاری از مطالعات تاکید شده است که علل بروز حوادث را به خصوص در سیستم های پیچیده باید در عوامل سازمانی جستجو نمود (۳۱). با توجه به اهمیت عوامل سازمانی و بحرانی بودن صنعت پالایشگاه نفت، باید شاخص های مناسبی جهت سنجش رزیلینس پالایشگاه در بخش سازمانی (رزیلینس سازمانی) تعیین گردند و سپس با تعیین وزن و اولویت بندی شاخص ها، اطلاعات مفیدی در اختیار مدیران و تصمیم گیرندگان قرار گیرد که از آن در برنامه ریزی ها جهت کاهش ریسک و افزایش سطح ایمنی و رزیلینس آن واحد و یا واحدهای مشابه استفاده گردد.

یکی از روش های اولویت بندی شاخص ها، تاپسیس می باشد. تاپسیس توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ مطرح گردید (۳۲). براساس این روش

جدول ۱. مشخصات افراد شرکت کننده در مصاحبه

| | |
|--------------------|--|
| ویژگی | تعداد/ سال |
| تعداد شرکت کنندگان | ۲۳ نفر |
| جنس | مرد (۱۵ نفر)، زن (۸ نفر) |
| سن | میانگین: ۴۰/۴ سال (۲۸-۶۰) |
| سابقه کار | میانگین: ۱۳ سال (۳-۲۹) |
| رشته تحصیلی | بهداشت حرفه ای، ایمنی صنعتی، مهندسی صنایع، مدیریت صنعتی، مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی، مدیریت آموزشی، روان شناسی صنعتی |

جدول ۱.۲ اعداد فازی و عبارت کلامی (۴۰)

| | |
|-------------|----------|
| عبارت کلامی | عدد فازی |
| خیلی کم | (۱,۱,۳) |
| کم | (۱,۳,۵) |
| متوسط | (۳,۵,۷) |
| زیاد | (۵,۷,۹) |
| خیلی زیاد | (۷,۹,۹) |

گام سوم: بی مقیاس نمودن ماتریس تصمیم گیری: در این مرحله، ماتریس تصمیم گیری فازی ارزیابی گزینه ها، به یک ماتریس بی مقیاس فازی (\tilde{R}) تبدیل شد و برای به دست آوردن ماتریس، از روابط زیر استفاده گردید:

$$j = 1, 2, \dots, n$$

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

که در آن، m : تعداد گزینه ها و n : تعداد خبره ها می باشد.

اگر اعداد فازی به صورت (a, b, c) باشند، \tilde{R} که ماتریس بی مقیاس (نرمالیزه شده) است بدین صورت به دست آمد:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \quad (2)$$

در این رابطه c_j^* ماکزیمم مقدار c در خبره j ام در بین تمام گزینه هاست. رابطه شماره (۳) این موضوع را بیان می کند:

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \quad (3)$$

نتایج حاصل از بی مقیاس سازی، در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

گام چهارم: ایجاد ماتریس بی مقیاس وزین فازی (\tilde{V})

$$i = 1, 2, \dots, m$$

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad (4)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j \quad (5)$$

در این رابطه \tilde{r}_{ij} ، ماتریس بی مقیاس به دست

کدگذاری انجام شد که کدهای مشابه برحسب مفهوم، در یک گروه و گروه های مشابه در یک طبقه قرار گرفتند (۳۹). در نهایت با کمک مرور متون، شاخص ها نام گذاری و تعیین شدند.

در مرحله بعدی، جهت رتبه بندی شاخص ها، پرسشنامه ای تهیه گردید و از خبرگان (۲۶ نفر) درخواست شد قضاوت خود را در مورد میزان اهمیت هریک از شاخص ها، بر اساس مقیاس کلامی جدول ۲ اظهار دارند. برای انجام محاسبات، از تکنیک تاپسیس به صورت فازی (۳۵) استفاده شد که مراحل انجام آن در زیر آمده است.

گام اول: اعداد فازی و عبارات کلامی، مطابق جدول ۱ انتخاب شدند.

گام دوم: تشکیل ماتریس تصمیم گیری ارزیابی گزینه ها: در این مرحله، ۲۶ نفر از افراد خبره، هر یک از شاخص های شناسایی شده را بر اساس مقیاس کلامی مورد ارزیابی قرار دادند که ماتریس ارزیابی خبرگان و اعداد فازی آنها، در جدول ۳ آمده است.

باشند، آنگاه فاصله بین این دو عدد فازی به واسطه رابطه (۱۰) به دست می آید:

$$\tilde{A} = (a_1, a_r, a_r)$$

$$\tilde{B} = (b_1, b_r, b_r)$$

$$D(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(b_1 - a_1)^2 + (b_r - a_r)^2 + (b_r - a_r)^2]} \quad (10)$$

با توجه به توضیحات فوق در مورد نحوه محاسبه فاصله بین دو عدد فازی، فاصله ی هر یک از مؤلفه ها از ایده آل مثبت و ایده آل منفی به دست آورده شد:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_{ij}^*) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_{ij}^-) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

گام هفتم: محاسبه نزدیکی نسبی گزینه i ام از راه حل ایده آل: این نزدیکی نسبی به صورت زیر محاسبه گردید:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

آمده از گام دوم است. در این جا منظور از وزن، وزن نظرات خبرگان می باشد که یکسان در نظر گرفته شد. نتایج ماتریس بی مقیاس وزین فازی در جدول شماره ۴ آمده است.

گام پنجم: مشخص نمودن ایده آل مثبت فازی $(FPIS, A^+)$ و ایده آل منفی فازی $(FPIS, A^-)$.

$$A^+ = (v_1^*, v_r^*, \dots, v_n^*) \quad (6)$$

$$A^- = (v_1^-, v_r^-, \dots, v_n^-) \quad (7)$$

در این جا از مقدار ایده آل مثبت فازی و ایده آل منفی فازی معرفی شده توسط چن استفاده می شود (۳۵).

این مقادیر عبارتند از:

$$(8)$$

$$v_j^* = (1, 1)$$

$$v_j^- = (0, 0)$$

$$(9)$$

گام ششم: محاسبه مجموع فواصل هر یک از گزینه ها از ایده آل مثبت فازی و ایده آل منفی فازی: در صورتی که \tilde{A} و \tilde{B} دو عدد فازی به شرح زیر

جدول ۳. امتیازات فازی ارزیابی گزینه ها (ماتریس تصمیم گیری)

| | خبره ۱ | خبره ۲ | خبره ۳ | ... | خبره ۲۴ | خبره ۲۵ | خبره ۲۶ |
|----------|---------|---------|---------|-----|---------|---------|---------|
| A_1 | (۷,۹,۹) | (۷,۹,۹) | (۵,۷,۹) | | (۷,۹,۹) | (۷,۹,۹) | (۷,۹,۹) |
| A_2 | (۵,۷,۹) | (۵,۷,۹) | (۵,۷,۹) | | (۳,۵,۷) | (۷,۹,۹) | (۵,۷,۹) |
| A_3 | (۳,۵,۷) | (۳,۵,۷) | (۳,۵,۷) | | (۳,۵,۷) | (۷,۹,۹) | (۳,۵,۷) |
| A_4 | (۱,۳,۵) | (۵,۷,۹) | (۵,۷,۹) | | (۷,۹,۹) | (۵,۷,۹) | (۱,۳,۵) |
| A_5 | (۳,۵,۷) | (۱,۳,۵) | (۵,۷,۹) | | (۷,۹,۹) | (۷,۹,۹) | (۳,۵,۷) |
| A_6 | (۱,۳,۵) | (۷,۹,۹) | (۳,۵,۷) | | (۷,۹,۹) | (۵,۷,۹) | (۱,۳,۵) |
| A_7 | (۵,۷,۹) | (۵,۷,۹) | (۷,۹,۹) | | (۵,۷,۹) | (۷,۹,۹) | (۵,۷,۹) |
| A_8 | (۷,۹,۹) | (۱,۱,۳) | (۳,۵,۷) | | (۵,۷,۹) | (۳,۵,۷) | (۷,۹,۹) |
| A_9 | (۳,۵,۷) | (۷,۹,۹) | (۵,۷,۹) | | (۳,۵,۷) | (۵,۷,۹) | (۳,۵,۷) |
| A_{10} | (۳,۵,۷) | (۳,۵,۷) | (۵,۷,۹) | | (۱,۱,۳) | (۳,۵,۷) | (۳,۵,۷) |
| A_{11} | (۵,۷,۹) | (۵,۷,۹) | (۵,۷,۹) | | (۱,۳,۵) | (۷,۹,۹) | (۵,۷,۹) |

* امتیازات فازی مربوط به خبرگان ۲۳-۴

جدول ۴. ماتریس بی‌مقیاس فازی

| | C_1 | C_2 | ... | C_{25} | C_{26} |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|
| A_1 | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) | | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) |
| A_2 | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) | | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) |
| A_3 | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) | | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) |
| A_4 | (۰.۱۱۱, ۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶) | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) | | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) | (۰.۱۱۱, ۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶) |
| A_5 | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) | (۰.۱۱۱, ۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶) | | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) |
| A_6 | (۰.۱۱۱, ۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶) | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) | | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) | (۰.۱۱۱, ۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶) |
| A_7 | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) | | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) |
| A_8 | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) | (۰.۱۱۱, ۰.۱۱۱, ۰.۳۳۳) | | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) |
| A_9 | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) | | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) |
| A_{10} | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) | | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) | (۰.۳۳۳, ۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸) |
| A_{11} | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) | | (۰.۷۷۸, ۱, ۱) | (۰.۵۵۶, ۰.۷۷۸, ۱) |

جدول ۵. ماتریس بی‌مقیاس وزین فازی

| | C_1 | C_2 | ... | C_{25} | C_{26} |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----|----------------------|-----------------------|
| A_1 | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) | | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) |
| A_2 | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) | | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) |
| A_3 | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) | | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) |
| A_4 | (۰.۰۰۴, ۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱) | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) | | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۰۴, ۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱) |
| A_5 | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) | (۰.۰۰۴, ۰.۰۱۳, ۰.۰۲) | | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) |
| A_6 | (۰.۰۰۴, ۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱) | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) | | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۰۴, ۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱) |
| A_7 | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) | | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) |
| A_8 | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۰۴, ۰.۰۰۴, ۰.۰۱۳) | | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) |
| A_9 | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) | | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) |
| A_{10} | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) | | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) | (۰.۰۱۳, ۰.۰۲۱, ۰.۰۳) |
| A_{11} | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) | | (۰.۰۳, ۰.۰۳۸, ۰.۰۳۸) | (۰.۰۲۱, ۰.۰۳, ۰.۰۳۸) |

یافته ها

از کل مصاحبه ها، ۲۳۲ کد اولیه استخراج شد. این کدها در ۸۱ زیرشاخص و ۱۱ شاخص طبقه بندی شدند. یازده شاخص تعیین شده در بخش رزیلینس سازمانی عبارتند از: تعهد مدیریت،

گام هشتم: رتبه بندی گزینه ها: بر اساس ترتیب نزولی گزینه‌های موجود در مسأله رتبه بندی شد. بدین شکل که هر گزینه‌ای که CC بزرگتری داشت، یعنی تاثیر و اهمیت بیشتری در ارتقاء رزیلینس خواهد داشت.

جدول ۶. رتبه‌بندی گزینه‌ها

| ردیف | گزینه‌ها | فاصله تا ایده‌آل مثبت | فاصله تا ایده‌آل منفی | CC | رتبه |
|------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-------|------|
| ۱ | A _۱ | ۲۵.۰۸۵ | ۰.۹۲۱ | ۰/۰۳۵ | ۱ |
| ۲ | A _۲ | ۲۵.۲۸۸ | ۰.۷۳۴ | ۰.۰۲۸ | ۶ |
| ۳ | A _۳ | ۲۵.۳۵۶ | ۰.۶۶۹ | ۰.۰۲۶ | ۸ |
| ۴ | A _۴ | ۲۵.۳۰۲ | ۰.۷۲۲ | ۰.۰۲۸ | ۷ |
| ۵ | A _۵ | ۲۵.۳۶۷ | ۰.۶۵۸ | ۰.۰۲۵ | ۹ |
| ۶ | A _۶ | ۲۵.۲۶۶ | ۰.۷۵۴ | ۰.۰۲۹ | ۵ |
| ۷ | A _۷ | ۲۵.۲۱ | ۰.۸۰۸ | ۰/۰۳۱ | ۲ |
| ۸ | A _۸ | ۲۵.۴۶۶ | ۰.۵۶ | ۰.۰۲۲ | ۱۰ |
| ۹ | A _۹ | ۲۵.۲۶ | ۰.۷۵۸ | ۰.۰۲۹ | ۴ |
| ۱۰ | A _{۱۰} | ۲۵.۴۸۸ | ۰.۵۳۹ | ۰.۰۲۱ | ۱۱ |
| ۱۱ | A _{۱۱} | ۲۵.۲۴۳ | ۰.۷۷۶ | ۰.۰۳ | ۳ |

بحث

سیستم‌های فنی-اجتماعی پیچیده بسیار مبهم و غیرقابل پیش‌بینی هستند. پالایشگاه‌ها به عنوان یک سیستم فنی اجتماعی بحرانی، تعدادشان روبه افزایش و به طبع آن تعداد افراد شاغل در این صنایع و جمعیت‌های ساکن در اطراف آن که در معرض خطرات آنها هستند، بیشتر شده است (۴۱). از این‌رو رویه‌ها و ابزارهای جدیدی برای رو به رو شدن با موقعیت‌های پیچیده و اهداف متضاد احتمالی موجود در آنها مورد نیاز است. مهندسی رزیلینس برای مقابله با فشارهای ناشی از پیچیدگی و پرکردن خلاهای موجود در سیستم مدیریت ایمنی آرایه شده است. بحث پیرامون رزیلینس به یک موضوع اساسی و مهم برای مدیران سازمان‌های تبدیل شده است، چرا که با استفاده از رزیلینس می‌توان اقدام به مدیریت بهتر ریسک‌های موجود اقدام نمود (۴۲). بر همین اساس مطالعه حاضر با هدف شناسایی شاخص‌های رزیلینس سازمانی مجتمع‌های پالایشگاهی و اولویت‌بندی آنها با استفاده از روش تاپسیس فازی انجام شد.

نظام مدیریت عمل‌کرد، جریان اطلاعات/ارتباطات، فرهنگ مشارکت، فرهنگ مدیریت خطا، مدیریت منابع انسانی، آموزش، آمادگی، انعطاف‌پذیری، مدیریت تغییر، فرهنگ نوآوری. رتبه‌بندی گزینه‌ها: بر اساس ترتیب نزولی می‌توان گزینه‌های موجود در مسأله را رتبه‌بندی نمود. هر گزینه‌ای که CC بزرگ‌تری داشته باشد، اولویت و اهمیت بیشتری را در رزیلینس سازمانی دارد. نتایج در جدول شماره ۵ آورده شده است.

نتایج حاصل از رتبه‌بندی گزینه‌ها با تکنیک TOPSIS فازی نشان داد گزینه A₁ مربوط به تعهد مدیریت ارشد، دارای بیش‌ترین وزن (۰/۰۳۵) بوده و از اولویت بالاتری نسبت به سایر گزینه‌ها برخوردار است. گزینه‌های بعدی به ترتیب اهمیت و وزن آنها عبارتند از: آمادگی (A₇)، مدیریت تغییر (A₁₁)، آموزش (A₉)، فرهنگ مشارکت (A₆)، نظام مدیریت عمل‌کرد (A₂)، فرهنگ مدیریت خطا (A₄)، مدیریت منابع انسانی (A₃)، انعطاف‌پذیری (A₅)، جریان اطلاعات/ارتباطات (A₈)، و فرهنگ نوآوری (A₁₀).

براساس نظرات خبرگان و مرور متون، ۱۱ شاخص رزیلینس سازمانی شناسایی شدند. سپس برای تعیین میزان تاثیر آنها بر رزیلینس، مجدداً به وسیله پرسشنامه ای، از خبرگان نظرخواهی شد. نتایج نظرات خبرگان نشان داد تعهد مدیریت ارشد مهم‌ترین و موثرترین عامل در تشکیل مدیریت فرهنگ رزیلینس این سازمان بوده است که با نتایج مطالعه ارسی و همکاران هم خوانی داشت (۴۳). نتایج وزن دهی شاخص‌های رزیلینس در مطالعه آنها نشان داد تعهد مدیریت حایز بیشترین ارزش بوده است و پس از آن فرهنگ صحیح رتبه دوم را داشت. امیدوار و همکاران در مطالعه ای به بررسی شاخص‌های مهندسی رزیلینس در یک صنعت پتروشیمی پرداختند (۳۱). نتایج ارزیابی آنها نشان داد که مولفه تعهد مدیریت حایز بیش‌ترین اهمیت و مولفه یادگیری دارای کم‌ترین اهمیت در تعیین سطح رزیلینس می‌باشند. Shirali و همکاران با استفاده از روش PCA و NT یک شیوه جدید برای ارزیابی عوامل موثر بر RE ارائه دادند (۴۴). تعهد مدیریت مهم‌ترین عامل در وضعیت ایمنی یک سازمان می‌باشد چرا که بر تابعیت کارکنان از ایمنی، عمل کرد ایمنی و ... تأثیر دارد. Pinion و همکاران در مطالعه خود به این نکته اشاره کردند که تعهد مدیریت به ایمنی سبب افزایش کنترل شغل پرسنل توسط خود گزارش دهی آنان می‌شود (۴۵). بنا بر گفته یکی از خبرگان در مصاحبه، نقش مدیریت در سازمان، مانند نقش مغز در بدن انسان می‌باشد که اگر به خوبی کار نکند و یا مشکلی داشته باشد، تمام بدن از آن تاثیر می‌گیرد. اگر مدیریت ارشد نیز به خوبی حمایت نکند، هیچ‌کدام از برنامه‌های ایمنی پیاده سازی و اجرا نخواهد شد. به گفته کارشناسی دیگر، تعهد مدیران ارشد مهم‌ترین اصل در اجرای

برنامه‌های ایمنی می‌باشد و این در حالی است که در مطالعه Costella و همکاران گفته شده بود که ایمنی در اولویت مدیران ارشد نمی‌باشد و کارگران در آن مطالعه بیان کرده بودند که مدیران زمانی به ایمنی اهمیت می‌دهند که یک حادثه اتفاق بیافتد (۴۶). Rahimi و Mohammadzade در مطالعه‌شان نشان دادند تعهد مدیریت به ایمنی و وظیفه شناسی اثرمستقیمی بر عملکرد ناامن و خودکارآمدی ایمنی دارد (۴۷). تعهد مدیریت، در زمینه‌های گوناگونی از قبیل تامین منابع مالی، توسعه خط مشی، تعهد به ایمنی، تقدم ایمنی بر تولید، ممیزی و بازرسی، تمرکز زدایی و مشارکت فعال تجلی می‌یابد.

براساس نتایج جدول شماره ۵، آمادگی به عنوان دومین شاخص موثر بر رزیلینس سازمانی به دست آمد که هم‌سو با نتایج امیدوار و همکاران بود و شاخص آمادگی در برابر شرایط اضطراری را به عنوان دومین عامل موثر در تعیین سطح رزیلینس صنعت پتروشیمی به دست آوردند. آمادگی به معنای پیش بینی وقایع ناخواسته و همچنین توانایی واکنش و پاسخ مناسب هنگام وقوع حادثه می‌باشد (۵). یعنی سازمان در برابر مشکلات در یک موقعیت برتر قرار دارد چرا که همواره مشکلات احتمالی را پیش بینی کرده و تمهیدات لازم را برای آنها می‌اندیشد. دستورالعمل‌های لازم را تدوین کرده، خطرات را شناسایی و ارزیابی نموده، واکنش در شرایط اضطراری را طرح ریزی و تمرینات عملی لازم را برگزار می‌کند و این زمینه ای را فراهم می‌کند که کارکنان به صورت ملموس تری در فعالیت‌های ایمنی مشارکت نمایند. مطالعات مختلفی، آمادگی را به عنوان یکی از شاخص‌های موثر بر رزیلینس در نظر گرفته‌اند (۲۳، ۳۳، ۴۸، ۴۹). خبرگان عقیده داشتند باید امکانات، نیروی انسانی و منابع موردنیاز را قبل از وقوع حوادث

و بحران مشخص و آنها را سازمان دهی نمود. مدیریت تغییر یکی دیگر از شاخص های رزیلینس بود که با توجه به نظرات خبرگان و نتیجه روش تاپسیس فازی، از نظر اهمیت و تاثیرگذاری، بعد از آمادگی به عنوان سومین شاخص موثر شناسایی شد. ارزیابی، مدیریت، مستندسازی و بازنگری سیستماتیک تغییرات موقت و دائمی، از ارکان اصلی سیستمهای مدیریت HSE و رزیلینس محسوب می شود. بررسی علل وقوع حوادث مهم حاکی از این واقعیت است که یک مدیریت تغییر نظام مند، می تواند تضمین کننده تداوم فعالیت های بهبود مستمر سازمان ها باشد. در واقع، تمام تغییرات در سازمان ها باید از فرآیند مدیریت تغییر، هدایت شوند. مدیریت تغییر موثر و کارآمد، علاوه بر کاهش هزینه ها، می تواند ضامن حیات سازمان ها نیز باشد (۵۰). خبرگان عقیده داشتند هر گونه تغییری، قبل از اجرا باید به صورت دقیق تحلیل شده، سپس تصویب رسمی و همچنین رفتارهای مورد انتظار تعیین و آموزش داده شوند.

شاخص های بعدی به ترتیب اولویت و اهمیت آنها در رزیلینس سازمانی عبارتند از: آموزش، فرهنگ مشارکت، نظام مدیریت عمل کرد، فرهنگ مدیریت خطا، مدیریت منابع انسانی، انعطاف پذیری، جریان اطلاعات/ارتباطات و فرهنگ نوآوری. یکی از مهم ترین اقدامات مدیران و سرپرستان که نشان گر حمایت عملی آنها از ایمنی است، ارائه آموزش های ایمنی می باشد (۵۲). در مطالعه ای که آزاده و همکاران در پالایشگاه گاز انجام داده بودند به این نتیجه رسیدند که آموزش بیشترین تأثیر را در عوامل مدیریتی و سازمانی دارد (۲۷) و این نشان از کارآمد بودن آموزش در فرهنگ ایمنی یک سازمان دارد. با توجه به نظر کارشناسان، آموزش با بهبود مهارت های

رفتاری، دانش و نگرش افراد، عاملی بسیار مهم در ارتقاء رزیلینس و ایمنی یک سازمان محسوب می شود. به نظر کارشناسان، دخالت و شرکت کارکنان در کارهای سازمان آفریننده حس مسوولیت و تعلق در افراد سازمانی است که در راستای آن میزان تعهد افراد نسبت به هدفها و فعالیت های سازمان به نحو فزاینده ای بیش تر می شود. مطالعه ای نشان داد شرکت هایی که مشارکت کارکنان آنها در زمینه مسایل ایمنی بالاتر است، میزان حوادث پایین تری از حوادث داشته و مشارکت آنها باعث بهبود آگاهی از خطرات و بهره وری می شود (۵۳). نظام مدیریت عمل کرد از شاخص های مهمی بود که بر رزیلینس سازمان تأثیر داشت که با یافته های مطالعه Aleksic و همکاران وی مخالف بود چرا که در آن مطالعه پایین ترین نمره در بین شاخص ها داشت (۵۴). ولی مطالعه Wehbe و همکاران اهمیت این شاخص را تأیید نمود و آنها اثر مستقیم سیستم مدیریت عمل کرد ایمنی بر رزیلینس سازمان را بدست آوردند و بیان داشتند در صورتی افراد با این سیستم عمل کرد تعامل برقرار می کنند که ساختار قوی داشته و از عمل کرد بالای آن اطمینان داشته باشند (۵۵). عمل کرد سیستم مدیریت ایمنی باید با شاخص های مناسب پایش شود تا هم سرمایه گذاری ها هدر نرود و از طرف دیگر خطرات ایمنی و بهداشتی بالقوه هم پیش بینی شوند (۵۶). در تحقیق حاضر، مدیریت خطا با استفاده از مفهوم فرهنگ به کار برده شده است، چراکه مدیریت مطلوب خطاها نیازمند استقرار فرهنگی است که وقوع خطاها را اجتناب ناپذیر بداند (۵۷). فرهنگ مدیریت خطا شامل شیوه های سازمانی مربوط به برقراری ارتباط در مورد خطاها، به اشتراک گذاری دانش خطا، شناسایی سریع و مدیریت خطاها، پذیرش و عدم سرزنش، کمک در شرایط خطا و

بازخورد می باشد. شاخص فرهنگ مدیریت خطا، شاخص های فرهنگ صحیح و فرهنگ آموختن را نیز شامل می شود که مطالعات قبلی به عنوان شاخص های جداگانه ای از رزیلینس در نظر گرفته بودند (۵۸، ۱۱). مطالعه Guchait و همکاران نشان داد، فرهنگ مدیریت خطا منجر به افزایش انسجام گروه و افزایش انسجام گروهی باعث کاهش استرس کاری خواهد شد (۵۹). مدیریت منابع انسانی یک رویکرد سیستماتیک مدیریت افراد تلقی می شود که در تلاش برای ادغام فعالیت های مختلف می باشد، به طوری که با هم سازگاری داشته باشند (۶۰). قلب فعالیت های سازمان ها و صنایع، منابع انسانی می باشد (۶۱). به نظر کارشناسان، مدیریت صحیح منابع انسانی که شامل مواردی چون تحلیل و طراحی شغل، رفاه و رضایت شغلی، ارزشیابی مشاغل، تدوین دستورالعمل های مناسب و... می شود باعث افزایش تعهد و درگیری کارکنان، و در نهایت ایمنی و تاب آوری سازمان خواهد شد. شاخص دیگر که از نظر اهمیت در رده آخر قرار گرفت، فرهنگ نوآوری بود که می توان از آن به یک سطح بالایی از رزیلینس در محیطها و سیستم های پیچیده دست یافت (۶۲). یکی از عوامل مؤثر در بروز نوآوری در یک سازمان، زمینه سازی و بسترسازی در بین انسان ها و ایجاد فرهنگی است که به واسطه آن، همگان در تلاش برای رشد دادن دیگری باشند و با تأثیر بر روی یکدیگر به پیشرفت سازمان، کمک کنند. بسیاری از شرکت کنندگان تأکید داشتند که سازمان ها برای انطباق با محیط ناپایدار، پیچیده و پویا به تحول و نوآوری نیاز دارند و سازمان ها بدون نوآوری، تاب آوری لازم را نداشته و نمی توانند حیات بلند مدت خود را تضمین نمایند. رابطه مثبت و مؤثری بین نوآوری و انعطاف پذیری

سازمانی وجود دارد (۶۳). فرهنگ نوآوری در سازمان در برگیرنده یادگیری سازمانی، مدیریت دانش، جو پرورش خلاقیت، حمایت و تشویق افراد خلاق و برگزاری تورهای تعالی می باشد.

نتیجه گیری

با توجه به تغییرات تکنولوژی، تغییر ماهیت خطرات و افزایش پیچیدگی سیستم های فنی اجتماعی، استفاده از رویکردهای نوین در زمینه ارتقاء سیستم های مدیریت ایمنی امری کاملاً ضروری به نظر می رسد. یکی از رویکردهای جدید، مهندسی رزیلینس می باشد که با توجه به جدید بودن آن در مبحث ایمنی، باید شاخص های مناسبی جهت بررسی نقاط ضعف و قوت سازمان تعیین شده و سپس به منظور برنامه ریزی و بهبود وضعیت آنها، اولویت ها مشخص شوند. هدف اصلی این مطالعه شناسایی شاخص های سازمانی رزیلینس پالایشگاه ها و اولویت بندی آنها با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی بود. در این تحقیق، اطلاعات مفیدی در اختیار مدیران سیستم قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، تعهد مدیریت و آمادگی موثرترین شاخص ها در تعیین سطح رزیلینس بودند. مدیریت ارشد یک سازمان یا شرکت، به وجود آورنده فرهنگ در آن سازمان یا شرکت می باشد. تا زمانی که مدیریت نخواهد یا نپذیرد، هیچ یک از عوامل دیگر سازمان نمی توانند باعث شکل گیری فرهنگ شوند. مدیریت ارشد سازمان با حمایت در زمینه های طرح ریزی، مالی، مشارکت فعال، تمرکز دایی، ممیزی و بازرسی و همکاری دیگر عوامل می تواند به ایجاد و پایداری یک فرهنگ و در نتیجه بهبود رزیلینس سازمان کمک کند. شاخص آمادگی که پیش بینی وقایع ناخواسته و توانایی واکنش و پاسخ مناسب هنگام وقوع حادثه می باشد، نیز از موارد بسیار تأثیر گذار در وضعیت

تشریح و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مشارکت کنندگان به دلیل کمک‌های ارزشمندشان در تهیه اطلاعات مورد نیاز برای شناسایی و رتبه بندی شاخص ها، نهایت تشکر و قدردانی را به عمل آورند.

رزیلینس سازمان خواهد بود. در نتیجه سازمان‌ها با سنجش و بهبود هر یک از شاخص‌های شناسایی شده بر اساس اولویت، به ارتقاء سطح رزیلینس نایل شوند. با انجام مصاحبه‌های بیشتر با متخصصین، می‌توان به شاخص‌های مناسب تری دست یافت.

REFERENCES

- Jafari Nodoushan R, Kakaei Z, Rezaei H, Khodarahmi F, Kakaei HA, Hajian N. Risk Assessment of Ilam Gas Refinery on the Base of William Fine Method in 2012. *Journals of Community Health Research*. 2014;3(1):49-58.
- raees mohamadi M. Analysis of Indicators Affecting the Faulty Behavior Risk with Fuzzy Multiple. *Iran Occupational Health*. 2015;12(4):65-75.
- Azadeh A, Kolaei MH, Salehi V. The impact of redundancy on resilience engineering in a petrochemical plant by data envelopment analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*. 2016;230(3):285-96.
- Haslam C, O'Hara J, Kazi A, Twumasi R, Haslam R. Proactive occupational safety and health management: Promoting good health and good business. *Safety science*. 2016;81:99-108.
- Azadeh A, Salehi V, Arvan M, Dolatkhan M. Assessment of resilience engineering factors in high-risk environments by fuzzy cognitive maps: a petrochemical plant. *Safety Science*. 2014;68:99-107.
- Azadeh A, Zarrin M. Evaluating the Impacts of Resilience Engineering on Health, Safety, Environment, and Ergonomics Factors by Z-Number Cognitive Map in a Large Petrochemical Plant. *Safety and Health at Work*. 2015.
- Grecco CH, Vidal MC, Cosenza CA, Santos I, Carvalho PV, editors. A Fuzzy Logic Based Method to Monitor Organizational Resilience: Application In a Brazilian Radioactive Facility. 2013 International Nuclear Atlantic Conference-INAC; 2013.
- Herrera I. Proactive Safety Performance Indicators, Resilience Engineering Perspective on Safety Management: PhD Thesis Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norway, Trondheim; 2012.
- Azadeh A, Asadzadeh SM, Tanhaeean M. A consensus-based AHP for improved assessment of resilience engineering in maintenance organizations. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2017.
- Azadeh A, Salehi V, Ashjari B, Saberi M. Performance evaluation of integrated resilience engineering factors by data envelopment analysis: The case of a petrochemical plant. *Process Safety and Environmental Protection*. 2014;92(3):231-41.
- Saurin TA, Wachs P, Righi AW, Henriqson E. The design of scenario-based training from the resilience engineering perspective: A study with grid electricians. *Accident Analysis & Prevention*. 2014;68:30-41.
- Shirali GA, Motamedzade M, Mohammadfam I, Ebrahimpour V, Moghimbeigi A. Assessment of resilience engineering factors based on system properties in a process industry. *Cognition, Technology & Work*. 2016;18(1):19-31.
- Hollnagel E, Woods DD. Epilogue: Resilience engineering precepts. *Resilience Engineering—Concepts and Precepts*, Ashgate, Aldershot. 2006:347-58.
- Becker P, Abrahamsson M, Tehler H. An emergent means to assurgent ends: Societal resilience for safety and sustainability. *Resilience Engineering*

- in Practice, Volume 2: Becoming Resilient: CRC Press; 2016. p. 1-12.
15. Hamilton MC, Lambert JH, Connelly EB, Barker K. Resilience analytics with disruption of preferences and lifecycle cost analysis for energy microgrids. *Reliability Engineering & System Safety*. 2016;150:11-21.
 16. Johnston MC, Porteous T, Crilly MA, Burton CD, Elliott A, Iversen L, et al. Physical disease and resilient outcomes: a systematic review of resilience definitions and study methods. *Psychosomatics*. 2015;56: 80-168.
 17. Nan C, Sansavini G. A quantitative method for assessing resilience of interdependent infrastructures. *Reliability Engineering & System Safety*. 2017;157:35-53.
 18. Peçiflo M. The resilience engineering concept in enterprises with and without occupational safety and health management systems. *Safety science*. 2016;82:190-8.
 19. Herrera I, Schraagen JM, van der Vorm J, Woods D. Proceedings 5th Symposium on Resilience Engineering, Managing trade-offs; 24th-27th June 2013 Soesterberg, Netherlands. 2014.
 20. Le Coze JC. Vive la diversité! High Reliability Organisation (HRO) and Resilience Engineering (RE). *Safety Science*. 2016.
 21. Righi AW, Saurin TA, Wachs P. A systematic literature review of resilience engineering: Research areas and a research agenda proposal. *Reliability Engineering & System Safety*. 2015;141:142-52.
 22. Steen R, Aven T. A risk perspective suitable for resilience engineering. *Safety science*. 2011;49(2):292-7.
 23. Shirali GA, Azadian S, Saki A. A new framework for assessing hospital crisis management based on resilience engineering approach. *Work*. 2016;54(2):435-44.
 24. Azadian S, Shirali GA, Saki A. Designing a Questionnaire to Assess Crisis Management Based on a Resilience Engineering Approach. *Jundishapur Journal of Health Sciences*. 2014;6(1):245-56.
 25. Fairbanks R.J, Wears R, Woods D.D, Hollnagel E, Plsek P, Cook R.I. Resilience and Resilience Engineering in Health Care. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*. 2014;40(8):376-83.
 26. Dinh LT, Pasman H, Gao X, Mannan MS. Resilience engineering of industrial processes: principles and contributing factors. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2012;25(2):233-41.
 27. Azadeh A, Salehi V, Mirzayi M, Roudi E. Combinatorial optimization of resilience engineering and organizational factors in a gas refinery by a unique mathematical programming approach. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*. 2017;27(1):53-65.
 28. Huber GJ, Gomes JO, de Carvalho PVR. A program to support the construction and evaluation of resilience indicators. *Work*. 2012;41(Supplement 1):2810-6.
 29. Lee AV, Vargo J, Seville E. Developing a tool to measure and compare organizations' resilience. *Natural hazards review*. 2013;14(1):29-41.
 30. Hsu SH, Lee C-C, Wu M-C, Takano K. A cross-cultural study of organizational factors on safety: Japanese vs. Taiwanese oil refinery plants. *Accident Analysis & Prevention*. 2008;40(1):24-34.
 31. Omidvar M, Mazlomi A, MohammadFam I, Rahimi Froushani A, Nirumand F. Development of a framework for assessing organizational performance based on resilience engineering and using fuzzy AHP method-a case study of petrochemical plant. *Journal of Health and Safety at Work*. 2016;6(3):43-58.
 32. Shahraki A, Moradi M. Risk evaluation in the workplace using JSA, NGT and Fuzzy TOPSIS. *Iran Occupational Health*. 2013;10(4).
 33. Hansson L, Herrera IA, Kongsvik T, Solberg G. Applying the resilience concept in practice: A case study from the oil and gas industry. *Safety, reliability and risk analysis: theory, methods and applications*. 2009;4.

34. Azadeh A, Haghghi SM, Salehi V. Identification of managerial shaping factors in a petrochemical plant by resilience engineering and data envelopment analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2015;36:158-66.
35. Chen C-T. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*. 2000;114(1):1-9.
36. de Espona RJ. Energy Security, Resilience and Critical Infrastructure Protection: Spanish Puertollano Refinery Crisis Case. *Journal of Security & Sustainability Issues*. 2016;5(3).
37. Kahraman C, Çevik S, Ates NY, Gülbay M. Fuzzy multi-criteria evaluation of industrial robotic systems. *Computers & Industrial Engineering*. 2007;52(4):414-33.
38. Morse JM, Barrett M, Mayan M, Olson K, Spiers J. Verification strategies for establishing reliability and validity in qualitative research. *International journal of qualitative methods*. 2002;1(2):13-22.
39. Hsieh H-F, Shannon SE. Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*. 2005;15(9):1277-88.
40. Nādāban S, Dzitac S, Dzitac I. Fuzzy TOPSIS: A General View. *Procedia Computer Science*. 2016;91:823-31.
41. 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. 2011.
42. Rajesh R. Technological capabilities and supply chain resilience of firms: A relational analysis using Total Interpretive Structural Modeling (TISM). *Technological Forecasting and Social Change*. 2017.
43. Arassi M, Mohammadfam I, Shirali G, Moghimbeigi A. Quantitative Assessment of Resilience in the operatives unitsof National Iranian Drilling Company (regional study: Khuzestan). *Journal of Health and Safety at Work*. 2015;4(4):21-8.
44. Shirali GA, Mohammadfam I, Ebrahimipour V. A new method for quantitative assessment of resilience engineering by PCA and NT approach: A case study in a process industry. *Reliability Engineering & System Safety*. 2013;119:88-94.
45. Pinion C, Brewer S, Douphrate D, Whitehead L, DelliFraine J, Taylor WC, et al. The impact of job control on employee perception of management commitment to safety. *Safety Science*. 2017;93:70-5.
46. Costella MF, Saurin TA, de Macedo Guimarães LB. A method for assessing health and safety management systems from the resilience engineering perspective. *Safety Science*. 2009;47(8):1056-67.
47. Rahimi Pordanjani T, Mohammadzade Ebrahimi A. The effect of employees' management commitment to safety and consciousness on unsafe performance: The mediating role of safety self-efficacy. *Journal of Health and Safety at Work*. 2015;4(4):69-80.
48. GRECCO CHdS, VIDAL MCR, COSENZA CAN, SANTOS IJALd, CARVALHO PVRd. A fuzzy model to assess resilience for safety management. 2013.
49. Morel G, Amalberti R, Chauvin C. How good micro/macro ergonomics may improve resilience, but not necessarily safety. *Safety Science*. 2009;47(2):285-94.
50. Hasle P, Jensen PL. Changing the internal health and safety organization through organizational learning and change management. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*. 2006;16(3):269-84.
51. Grote G. Diagnosis of safety culture: A replication and extension towards assessing "safe" organizational change processes. *Safety Science*. 2008;46(3):450-60.
52. Nembhard IM, Edmondson AC. Making it safe: The effects of leader inclusiveness and professional status on psychological safety and improvement efforts in health care teams. *Journal of Organizational Behavior*. 2006;27(7):941-66.
53. Subramaniam C, Mohd. Shamsudin F, Mohd Zin

- ML, Sri Ramalu S, Hassan Z. Safety management practices and safety compliance in small medium enterprises: Mediating role of safety participation. *Asia-Pacific journal of business administration*. 2016;8(3):226-44.
54. Aleksić A, Stefanović M, Arsovski S, Tadić D. An assessment of organizational resilience potential in SMEs of the process industry, a fuzzy approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2013;26(6):1238-45.
55. Wehbe F, Al Hattab M, Hamzeh F. Exploring associations between resilience and construction safety performance in safety networks. *Safety Science*. 2016;82:338-51.
56. Mohammadfam I, Kamalinia M, Momeni M, Golmohammadi R, Hamidi Y, Soltanian A. Evaluation of the Quality of Occupational Health and Safety Management Systems Based on Key Performance Indicators in Certified Organizations. *Safety and Health at Work*. 2016.
57. Cannon MD, Edmondson AC. Failing to learn and learning to fail (intelligently): How great organizations put failure to work to innovate and improve. *Long Range Planning*. 2005;38(3):299-319.
58. Azadeh A, Roudi E, Salehi V. Optimum design approach based on integrated macro-ergonomics and resilience engineering in a tile and ceramic factory. *Safety Science*. 2017;96:62-74.
59. Guchait P, Paşamehmetoğlu A, Madera J. Error management culture: impact on cohesion, stress, and turnover intentions. *The Service Industries Journal*. 2016;36(3-4):124-41.
60. Čech M, Samolejová A, Li J, Yao W, Wicher P, editors. Comparison of Human Resource Management Practices in Czech and Chinese Metallurgical Companies. *Proceedings of the 2nd Czech-China Scientific Conference 2016; 2017: InTech*.
61. Lahiani N, El Mhamedi A, Hani Y, Triki A. A novel improving method of industrial performance based on human resources management. *IFAC-PapersOnLine*. 2016;49(28):262-7.
62. John A, Yang Z, Riahi R, Wang J. A risk assessment approach to improve the resilience of a seaport system using Bayesian networks. *Ocean Engineering*. 2016;111:136-47.
63. Wang CL, Ahmed PK. The development and validation of the organisational innovativeness construct using confirmatory factor analysis. *European journal of innovation management*. 2004;7(4):303-13.

Identifying and ranking of organizational resilience indicators of refinery complex using fuzzy TOPSIS

Reza Jafari Nodoushan¹, Mohammad Javad Jafari^{2}, Gholam Abbas Shirali³,
Soheila Khodakarim⁴, Hassan Khademi Zare⁵, AmirAbbas Hamed Monfared⁶*

¹ M.Sc., Occupational Health, Environmental and Occupational Hazards Control Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

² Professor, Environmental and Occupational Hazards Control Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

³ Assistant Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

⁴ Assistant Professor, Department of Epidemiology, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

⁵ Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Yazd University, Yazd, Iran

⁶ Head of HSE, Tehran Oil Refinery, Tehran, Iran

Abstract

Introduction: Resilience engineering is a novel approach to risk management and is the inherent ability of a system to adapt their work before, during and after the changes and adverse events in such a way that maintain the system performance under predictable and unpredictable conditions. The aim of this study was to identify indicators of organizational resilience of refineries and ranking them using fuzzy TOPSIS technique.

Material and Method: A qualitative study was done to identify organizational resilience indicators of refinery complex. The main method of data collection was semi-structured interviews. Indicators were determined using qualitative content analysis and literature review. Weighting and ranking identified indicators was performed using fuzzy TOPSIS technique.

Result: Eleven indicators were identified as follows: management commitment, performance management system, flow of information/communication, involvement culture, error management culture, education, preparedness, flexibility, innovation culture, change management, and human resource management.

Conclusion: Critical sociotechnical organizations especially refinery complexes in order to improve safety management and resilience situation should focus on effective indicators. Monitoring and improving them will increase safety and the resilience level of organization.

Key words: *Organizational Resilience, Refinery Complexes, Fuzzy TOPSIS*

* Corresponding Author Email: jafari1952@yahoo.com