

رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر سوانح دریایی کشتی‌های تجاری در آب‌های آزاد با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: خلیج فارس و دریای عمان)

مصطفی نوبهار^۱، غلامرضا جمالی^{۲*}، احمد شادی^۳

۱- کارشناسی ارشد مدیریت حمل و نقل دریایی بین‌قاره‌ای، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، پست الکترونیکی: Mostafa.nobahar6@gmail.com

۲- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، پست الکترونیکی: gjamali@pgu.ac.ir

۳- استادیار گروه زیست فناوری دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، پست الکترونیکی: shadi@pgu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۹/۳/۱۳

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۲۲

چکیده

هدف پژوهش حاضر شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی در آب‌های آزاد خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد. با مطالعه پیشینه پژوهش، عوامل مؤثر بر ایجاد سوانح دریایی شناسایی و با نظر کارشناسان و خبرگان دسته‌بندی شدند. سپس، با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل AHP، SWARA و Shanon وزن و اهمیت عوامل تعیین گردید. در نهایت با کمک روش‌های میانگین رتبه‌ها، بردا و کپلند نتایج تلفیق گردید. جامعه آماری این پژوهش، ۲۰ نفر از کارشناسان و خبرگان اداره بنادر و دریانوردی در استان‌های بوشهر، هرمزگان، سیستان و بلوچستان بوده که با سوانح دریایی آشنایی داشته‌اند. با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای، از بین کارشناسان و خبرگان ۱۰ نفر به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شده‌اند. روش گردآوری داده‌های پژوهش، هم به صورت کتابخانه‌ای با مراجعه به پیشینه پژوهش و داده‌های مربوط به سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی در آب‌های آزاد بوده و هم به صورت میدانی با مراجعه به کارشناسان و خبرگان حمل و نقل دریایی می‌باشد. قلمرو موضوعی تحقیق، شناسایی سوانح دریایی شناورهای غیرنفتی، قلمرو زمانی سال‌های ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۶ و قلمرو مکانی خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد. طبق نتایج تکنیک AHP وزن معیارهای پژوهش به ترتیب عبارتند از: خطای انسانی با ۶۵/۵ درصد مهمترین عامل در بروز سوانح دریایی، محیط و مسیر با ۱۳/۴ درصد، شرایط فنی کشتی با ۹/۵ درصد، برنامه‌ریزی شغلی با ۶/۴ درصد و شرایط زیست‌افزایی با ۵/۲ درصد در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. طبق نتایج تکنیک سوارا، وزن معیارهای پژوهش به ترتیب عبارتند از: خطای انسانی: ۳۱/۹ درصد، شرایط فنی کشتی ۲۴/۶ درصد، محیط و مسیر ۱۷/۹ درصد، برنامه‌ریزی شغلی ۱۴/۷ درصد و شرایط زیست‌افزایی ۱۰/۹ درصد. طبق نتایج تکنیک شانون وزن معیارهای پژوهش به ترتیب عبارتند از: خطای انسانی ۲۰/۳ درصد، شرایط فنی کشتی ۲۰/۱ درصد، برنامه‌ریزی شغلی ۲۰ درصد، محیط و مسیر ۱۹/۹ درصد و شرایط زیست‌محیطی ۱۹/۵ درصد می‌باشند. در نهایت بر اساس نتایج روش میانگین رتبه‌ها، بردا و کپلند، عوامل مؤثر بر سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی در

آب‌های آزاد خلیج فارس و دریای عمان به ترتیب عبارتند از: خطای انسانی، محیط و مسیر، شرایط فنی کشتی، برنامه‌ریزی شغلی و شرایط زیست‌افزایی.

کلمات کلیدی: خلیج فارس، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، سوانح دریایی، دریای عمان.

۱. مقدمه

تواند موضوع بررسی سوانح دریایی باشد که همگی ارزش بررسی و شناسایی را دارند. بدین منظور، در پژوهش حاضر تلاش می‌گردد با بررسی مطالعات انجام شده و بازرسی‌های صورت گرفته بر مبنای مطالعات میدانی، عوامل مؤثر در بروز حوادث و سوانح دریایی را شناسایی نموده تا به کمک آن به-عنوان یک چک‌لیست، قبل از وقوع حادثه، عوامل بروز حوادث مورد ردیابی، کنترل و بررسی قرار گیرند. همچنین، با مطالعه‌ی پژوهش‌های انجام شده و بررسی نظرات کارشناسان و مدیران خبره ادارات بنادر در منطقه خلیج فارس و دریای عمان تلاش شد علل بروز سوانح دریایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. برای انجام پژوهش از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۱، سوارا^۲، آنتروپی شانون^۳ استفاده شد. در نهایت، به منظور دستیابی به نتیجه‌ی مطلوب، داده‌های مستخرج از تکنیک‌های فوق با استفاده از روش‌های میانگین رتبه‌ها، بردا و کپلند^۴ اولویت‌بندی گردید. از سوی دیگر، شناسایی مخاطرات و عوامل بروز حوادث دریایی شامل: آتش‌سوزی، انفجار، به گل نشستن، صدمات ناشی از هوای نامساعد، آسیب‌های ناشی از برخورد به کوه یخ، ترک خوردن بدنه یا آسیب‌های مشکوک بدنه‌ی کشتی که ممکن است کشتی‌ها یا خدمه کشتی‌ها در بروز آن‌ها دخیل باشند مسئله‌ی مهمی است که به‌عنوان هدف اصلی پژوهش مورد بررسی قرار خواهند گرفت. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه کارشناسان و مدیران مرتبط با حمل و نقل دریایی شناورهای غیر نفتی در استان‌های بوشهر، هرمزگان، سیستان و بلوچستان بودند که تعداد آن‌ها ۲۰ نفر بوده است. با توجه به اینکه مبنای تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش حاضر، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد، بنابراین، با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای، از بین کارشناسان و خبرگان ۱۰ نفر به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شده‌اند. روش گردآوری داده‌های پژوهش، هم به صورت کتابخانه‌ای با مراجعه به پیشینه پژوهش و داده‌های مربوط به سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی

رشد چشمگیر جمعیت انسان‌ها در کره‌ی زمین منجر به افزایش مبادلات بین کشورها به جهت رفع نیازهای آن‌ها گردیده و بالطبع مقدار وزن کالای جابه‌جا شده در حمل و نقل دریایی رو به افزایش است. با نگرش به محدودیت منابع غذایی و معدنی در سطح خشکی و ضرورت حضور و گسترش دامنه‌ی فعالیت بشر در دریاها، امروزه بیش از ۹۰ درصد حمل و نقل کالا در جهان از طریق حمل و نقل دریایی صورت می‌پذیرد (Mosavi-jarf et al., 2016). جابه‌جایی انبوهی کالا از یک سو و ارزان بودن حمل و نقل دریایی از سوی دیگر، فعالیت‌های دریایی را بسیار با اهمیت نشان می‌دهد. از این رو، حمل و نقل دریایی از امور زیر بنایی و یکی از اجزای مهم چرخه تولید و مصرف به شمار می‌آید که در سیستم ملی کشورها در بخش خدمات قرار می‌گیرد (Moradi et al., 2014). بدون شک امروزه یکی از مهمترین مسایل مرتبط با حمل و نقل دریایی، وضعیت امنیت دریانوردی می‌باشد؛ زیرا بیش از ۹۰ درصد تجارت جهانی از طریق دریاها صورت می‌گیرد (Jamali, 2015). حمل و نقل دریایی به دلیل قرار گرفتن در محیطی ویژه، بر مبنای وجود صدها سانحه دریایی در بسیاری از نقاط جهان، یکی از خطرناک‌ترین صنایع در عرصه‌ی فعالیت‌های اقتصادی به‌شمار می‌رود. با توجه به اهمیت آن در مقاطع مختلف زمانی تلاش‌های فراوانی برای کنترل یا جبران خسارت‌های ناشی از حوادث دریایی به کار گرفته شده است. با وجود پیشرفت‌ها و فناوری‌های نوین در طراحی، ساخت و بهره‌برداری از کشتی‌ها و دستگاه‌های پیشرفته ناوبری و ردیابی، همچنان این صنعت هر سال تلفات مالی، جانی و اثرات مخرب زیست‌محیطی زیادی را به خود می‌بیند (Mosavijarf et al., 2016). با توجه به اینکه سوانح دریایی تنها از نقطه‌نظر اقتصادی و مالی بر یک جامعه تأثیر نمی‌گذارد و اثرات مضر و مخرب آن از جمله تلفات انسانی، صدمه‌زدن به محیط زیست دریایی، صدمه به صنعت کشتیرانی و دریانوردی ایمن می‌باشد، لذا، توجه به عوامل مؤثر بر ایجاد و بروز سوانح دریایی موضوعی است که امروزه حائز اهمیت بسیار است. هر حادثه از مسائل کم‌اهمیت تا موارد عمده و بزرگ، می-

¹ Analytical Hierarchy Process (AHP)

² Step Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

³ Shannon Entropy

⁴ Copland

دستور کار خود قرار داد. در چندین دهه گذشته سازمان جهانی دریانوردی در راستای تدوین استانداردهای یکنواخت بین‌المللی تلاش‌های فراوانی نموده است. نتیجه‌ی بخشی از این فعالیت‌ها تصویب مهم‌ترین کنوانسیون بین‌المللی مرتبط با ایمنی کشتی‌ها، کنوانسیون ایمنی جان اشخاص در دریا (SOLAS 74) در سال ۱۹۷۴، همچنین، مهم‌ترین کنوانسیون بین‌المللی مرتبط با حفاظت از محیط زیست دریایی کنوانسیون مارپل (MARPOL 73) در سال ۱۹۷۳ می‌باشد (Emad et al., 2013).

مکان و موقع جغرافیای اقتصادی خلیج فارس و دریای عمان، در یکی از مهمترین دلان‌های دریایی و یا به عبارتی جاده‌ای میان شرق و غرب قرار گرفته است و از دیرباز دارای اهمیت بسیار بوده است. تاریخ‌نگاران، اثر خلیج فارس و دریای عمان را در فعالیت‌های تجاری اقتصادی، سیاسی و نظامی‌گری، چیزی بیش از دریای مدیترانه می‌دانند و ادله و دلایل آنان همه حول حوادث و وقایع بزرگ رخداد شده در خلیج فارس و دریای عمان است. دریای عمان و خلیج فارس در یک رابطه و بحر احمر در ارتباطی جداگانه، دو شعبه بزرگ از اقیانوس هند محسوب می‌گردند و همین ویژگی کفایت که آن را در پیوند با آب‌های آزاد بین-المللی و ارتباط با بدنه‌های ساحلی، به ویژه بدنه جنوبی خلیج فارس، مهم بدانیم. خلیج فارس و بحر احمر (دریای سرخ) تا حدودی به موازات هم، دنیای قدیم تجارت را در نورددیده و از راه اقیانوس هند، به اروپا متصل می‌شوند و این اهمیتی بی‌نظیر برای این محدوده جغرافیایی است که از لحاظ اقتصادی و تجارت و بازرگانی و از لحاظ سیاسی و نظامی‌گری، حائز اهمیت است. بنادر مهم و بزرگی چون بندرعباس و بوشهر با زیرمجموعه‌های گران‌سنگی چون بندر شهید رجایی و باهنر، همچنین، بندر امام خمینی، جاسک، چابهار و جزایر مهمی چون خارک، لاوان، هندورابی، کیش، جزایر فارور بزرگ و کوچک و سیری و تنب بزرگ و تنب کوچک و ابوموسی و هنگام و قشم و هرمز و لارک حکایت از عمق درجات اهمیتی می‌کند که نیاز به تحلیل معنایی و کارشکافی دارد. وجود منابع سرشار نفت و گاز در خلیج فارس و مناطق ساحلی و برخی جزایر، جزء پیشانی بلند منطقه است و همچنین وجود منابعی طبیعی از زمره ماهی و میگو و مرجان و معادن آهن و سنگ و سنگ شیشه و سرب و از این دست موارد، داشته‌های بالقوه فراوانی را به نمایش می‌گذارد که خود در ابعاد موضوعی وابسته به اقتصاد منطقه حائز اهمیت است اما آنچه که در این زمینه قابل توجه است، حدود و دامنه اشتغال

در آب‌های آزاد در دوره زمانی سال‌های ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۶ بوده و هم به صورت میدانی و با مراجعه به کارشناسان و خبرگان حمل و نقل دریایی که از موضوع سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی آگاهی دارند، می‌باشد. ابزارگردآوری داده‌های پژوهش شامل پرسشنامه‌ای بوده که به صورت ماتریس تصمیم‌گیری و ماتریس مقایسات زوجی طراحی گردیده و بر مبنای آن قضاوت‌ها و نظرات کارشناسان سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی گردآوری شد. از آنجایی که پرسشنامه‌های پژوهش بر پایه عوامل شناسایی شده در ادبیات نظری می‌باشد، به منظور تأیید روایی آن‌ها از روایی محتوا که بر مبنای نظرات خبرگان و کارشناسان است استفاده گردیده و روایی پرسشنامه توسط خبرگان مورد تأیید قرار گرفت. همچنین با توجه به تأیید تکنیک‌های مورد نظر توسط پژوهشگران، پرکاربرد بودن آن در مقالات و مطالعات معتبر و ساختارمند بودن گام‌ها و فرمول‌های مدل، پایایی تکنیک و (وپرسشنامه) نیز مورد تأیید بوده است. با توجه به مطالب فوق، مسئله‌ی اصلی پژوهش را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

چگونه می‌توان عوامل موثر بر بروز سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی در آب‌های آزاد منطقه خلیج فارس و دریای عمان را شناسایی و رتبه‌بندی نمود؟

۲. مبانی نظری و پیشینه علمی موضوع

خصیصه بین‌المللی بودن صنعت دریانوردی همراه با خطرات و سوانح دریایی، نیازمند قوانین و استانداردهای بین‌المللی است تا کشتی‌ها فارغ از الزامات ملی، با انطباق خود با الزامات بین‌المللی به راحتی بتوانند تجارت خود را پیش برده و همچنان، تجارت جهانی به رشد خود ادامه دهد. در صورتی که هر کشتی بخواهد قوانین ملی کشور خود را در آب‌راه‌های بین‌المللی اعمال نماید، بدون شک مانعی بزرگ بر سر راه جابجایی کالاها و مسافران و بطور کلی، صنعت دریانوردی قرار خواهد گرفت. با توجه به اهمیت موضوع و افزایش تکنولوژی‌های نوین در عرصه صنعت دریانوردی، بطور قطع خطرات فراوانی این صنعت را تهدید خواهد کرد. سازمان جهانی دریانوردی^۱ در راستای هماهنگ‌سازی این جریانات، تدوین استانداردهای بین‌المللی و کمک به اجرای قوانین که نتیجه آن افزایش ایمنی و حفاظت از محیط زیست دریایی می‌باشد را از همان ابتدا در

^۱ International Maritime Organization

خرابی نرم‌افزار/ کنترل سیستم، تجهیزات محافظ شخصی، نیروی انسانی، ترخیص کالا از سایت).

آتش‌سوزی و انفجار (ترکیب نیتروژن، بنزین غیرمجاز، نشت ناگهانی، خطای انسانی، نشت اجزای موتور، نشت پمپ، نشت مخزن روغن، ظرفیت ذخیره‌سازی قابل حمل، انتشار گاز، داغ شدن بیش از حد تجهیزات چرخشی، بخاری آتش‌گرفته)، خرابی موتور پیشران، خرابی برق، نقص در قدرت مانور، یخ دریا، جرقه الکتریکی، جرقه مکانیکی، بیش از حد داغ شدن کنسانتره، وقوع انفجار بر اثر مواد منفجره.

عوامل انسانی (شکاف‌های قانونی (نقص قوانین)، نظارت دولت (نواقص مقامات حاکم بر اجرای قوانین موجود یا سهل‌انگاری در انجام وظایف خود)، نقص طراحی (طراحی ضعیف سیستم مانند عدم توجه به ارگونومی، کاربرد ی بودن و قابلیت نگهداری سیستم)) و عوامل سازمانی (مدیریت منابع: منابع پولی، انسانی و تجهیزات لازم؛ جو سازمانی: سیاست‌ها، ساختار فرماندهی و فرهنگ؛ فرایند سازمانی مانند عملیات، رویه‌ها و نظارت؛ نظارت ناکافی: نظارت مدیریت و پرسنل و منابع، نبود آموزش، راهنمایی و رهبری عملیاتی متجر به خطای انسانی می‌گردد، آموزش ناکافی به خدمه، عملکرد نامناسب برنامه‌ریزی شده، عدم اصلاح مشکل شناخته‌شده: نقص افراد، تجهیزات، آموزش، سرپرستی، بی‌اعتنایی عمدی به قوانین و رویه‌های مدیران خود توسط خدمه، حالات روانی نامطلوب، بیماری، مسمومیت، محدودیت‌های جسمی/روخی، نرم‌افزار، سخت‌افزار، محیط فیزیکی، محیط تکنولوژیکی مانند روشنایی، سازه‌های مصنوعی زیست‌محیطی مانند بندرگاه، آبراه‌ها، کنترل ترافیک، تعامل و ارتباط خدمه، روشن نبودن وظایف اعضای تیم، همکاری نادرست، اعمال ناامن مانند خطای مبتنی بر مهارت، تصمیم‌گیری غلط، اشتباهات مبتنی بر دانش).

سرعت پیش‌روی کشتی، زاویه‌ی حالت کشتی، دوری از مرکزیت صخره، عرض صخره و ارتفاع صخره، پل فرماندهی نامناسب، تخریب در عملکرد کشتی، قابلیت اطمینان موقعیت، تجهیزات ناوبری پیشرفته.

عوامل محیطی (شرایط آب و هوایی، دمای محل کار)، عوامل عملیاتی (حرکت کشتی، استرس و بار کاری، سر و صدا و لرزش)، عوامل داخلی (آموزش، تجربه و خستگی).

حجم محموله‌های بارگیری شده.

خطای انسانی و عوامل وقوع حوادث (سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و عنصر انسانی)، ارگونومی دریایی (ارگونومی جسمانی، ارگونومی شناختی و ارگونومی سازمانی) و فرهنگ ایمنی (فرهنگ گزارش-دهی، فرهنگ یادگیری، تعهد مدیریت ارشد به ایمنی) مربوط به دسته ایمنی هستند و دسته دیگری شامل سلامت، رفاه و شرایط کاری (خستگی)، شیوه‌های مدیریت منابع انسانی (استخدام، انتخاب و حفظ) و مسئولیت اجتماعی مشارکت در زمره منابع انسانی قرار می‌گیرند.

عوامل انسانی: مشخصات انسانی، رفتار انسانی، ظرفیت استرس فیزیولوژیکی، ظرفیت استرس روانشناختی، خستگی، آموزش و مهارت کم و دانش ناکافی، مشکلات ارتباطی، فرهنگ تیمی ناکارآمد، موارد مربوط به ایمنی، عوامل عدم انگیزه؛ عوامل مربوط به کار: ساختار و تجهیزات و طراحی نامناسب کشتی؛ بار؛ موارد مربوط به سیستم، فاکتورهای محیطی.

عوامل انسانی: خطاهای تصمیم‌گیری، مدیریت منابع ضعیف، تخلفات، خطای مبتنی بر مهارت و سوء برداشت‌ها.

در زمینه‌های صنعت و حدود و دامنه اشتغال در زمینه تجارت است که بخش تجاری، به ویژه با بدنه جنوبی خلیج فارس، نهادینه شده و ریشه‌دار و برخوردار از جایگاه پذیرش شده اجتماعی و به عبارتی بدنه‌ای از باورهای فرهنگی مردم در زمینه فعالیت لنج‌های تجاری است. فعالیت لنج‌های تجاری دارای مزایایی ملی است که اهم آنها به شرح ذیل می‌باشد (Vedadi, 2005).

- اثربخشی بر اجراء و شکل‌گیری ابعاد زندگی اجتماعی و فرهنگی و اثربخشی بر جریان و استمرار زندگی
- اثرات اشتغال‌زایی برای جمعیت فعال اقتصادی و خانواده آنان در قالب ناخدا، مالک لنج، جاشو، بارانداز و باربر، واسط تجاری، رابط با لنج و ...
- اثرات اشتغال‌زایی برای مشاغل پیراشغلی در حوزه تعمیرات و نگهداری و فروش قطعات یدکی و بارگیری و باراندازی و کارگران گلاف
- پاسخ به نیازهای فرهنگی منطبق بر ساختارهای فرهنگی منطقه و شاخص‌های بوم‌شناختی در حفظ تداوم فعالیت‌های ریشه دار اقتصادی در باورهای خانوادگی.

با توجه به بررسی پیشینه‌ی پژوهش، عوامل مؤثر بر سوانح دریایی را می‌توان بطور خلاصه در جدول ۱ نشان داد.

جدول ۱: عوامل مؤثر بر سوانح دریایی

ردیف	منبع	عوامل
۱	Sayareh and Haghi, 2016	تجهیزات مرتبط با عملیات جستجو و نجات، نیروی انسانی، فعالیت‌های دریایی، سازمان‌های مربوطه و قوانین و مقررات.
۲	Mosavi-jarf et al., 2016	سوانح دریایی شناور، تعرض‌های مرزی، بیماری پرسنل و حوادث حین کار.
۳	Moradi et al., 2014	زیست‌افزاری/ فیزیولوژیکی (استرس و فشار کاری، فرسودگی جسمی و روحی، استفاده از مواد مخدر، مصرف داروهای مجاز)، روانشناختی (ارتباط بین افراد، کار بیش از حد، عدم وجود شایستگی فردی، کمبود یا فقدان آموزش، دستپاچی و ترس، دلزدگی، اختلالات ذهنی و احساسی، اغماض و چشم‌پوشی، اعتماد بیش از حد)، جسمانی (بیماری و نقص عضو، مشکلات شنوایی، مشکلات بینایی، سلامتی کمتر از حد)، سخت‌افزاری (کمبود تجهیزات، تعمیر و نگهداری نامناسب، نقص در طراحی محیط کار)، نرم‌افزاری (خطا-مشی شرکت، دستورات معتبر، شیوه سرپرستی و مدیریت، فقدان دستورالعمل)، محیطی (هوای گرم و شرجی، جنبش و تکان کشتی، سر و صدا در محیط کار، کمبود خدمه، فضای پیرامون).
۴	Rahman et al., 2019	آمادگی عزیمت (در دسترس بودن سوخت، در دسترس بودن خدمه، وسایل نجات، تجهیزات آتش‌نشانی، تجهیزات ناوبری، مشکلات موتور)، خرابی در سفر غیرمترقبه (شرایط باده شرایط موج، یخ دریا، یخ تحت فشار، کوه یخ، از دست دادن یکپارچگی بدنه، خرابی سیستم عملیاتی، نقص ناوبری، عدم ارتباط)، نقص عملکرد تجهیزات (خطای انسانی، نقص در تعمیر و نگهداری، نقص مکانیکی، تعمیر و نگهداری تجهیزات ایمنی)، سرعت عمل در مهار آتش و واکنش‌های اضطراری (سرعت عمل، شرایط باد، شرایط موج، یخ زدن دریا، خطای انسانی (ناسازگاری)، خرابی مکانیکی،

۳. روش و روش‌شناسی بکار برده شده برای موضوع مقاله

این پژوهش بر مبنای هدف، جزو تحقیقات کاربردی می‌باشد و از لحاظ ماهیت، در زمره پژوهش‌های توصیفی و بر اساس

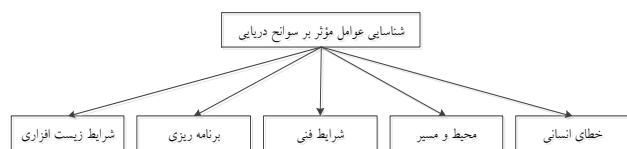
۴. آنالیز و تفسیر

در این پژوهش سه سؤال اصلی مطرح بوده است. پرسش اول این است که عوامل موثر بر بروز سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی کدامند؟ به منظور پاسخگویی به پرسش اول پژوهش، مطالعات در این زمینه مورد بررسی قرار گرفتند که از بین معیارهای مختلف پنج عامل به‌عنوان عوامل موثر بر بروز سوانح دریایی با استفاده از نظر کارشناسان و خبرگان انتخاب گردید. آن عوامل عبارتند از: خطای انسانی، شرایط زیست‌افزایی، شرایط فنی کشتی، محیط و مسیر، برنامه‌ریزی شغلی.

پرسش دوم: وزن و اهمیت عوامل موثر بر سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره چگونه است؟ به منظور تعیین وزن معیارهای منتخب، از سه تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره شامل AHP، آنتروپی شانون و سوارا استفاده گردید. نتایج هر یک از تکنیک‌های فوق به ترتیب در ادامه ارائه شده است.

۴-۱ روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به هر مؤلفه وزنی را اختصاص می‌دهد و با استفاده از وزن‌ها مؤلفه‌ها را رتبه‌بندی می‌نمایم. هدف، در تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی با توجه به عوامل و عناصر تشکیل‌دهنده تصمیم، ترسیم می‌شود. فرایند تحلیل سلسله مراتبی، نیازمند شکستن مسأله تصمیم با چندین شاخص به سلسله مراتبی از سطوح است. بدین منظور از درخت تصمیم استفاده می‌گردد که هدف اصلی در بالاترین سطح قرار می‌گیرد و به ترتیب در سطوح دیگر شاخص‌های اصلی و فرعی قرار خواهند گرفت. شکل ۱، ساختار سلسله مراتبی عوامل موثر بر سوانح دریایی را نشان می‌دهد.



شکل ۱: ساختار سلسله مراتبی مسئله پژوهش

پس از تعیین معیارها و زیر معیارهای تصمیم‌گیری خبرگان مقایسه‌هایی را بین آنها انجام داده و امتیاز آن‌ها را نسبت به

روش از نوع پیمایشی می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش، ابتدا با بررسی و مطالعه پیشینه‌ی پژوهش، عوامل موثر بر ایجاد سوانح دریایی شناسایی شده و به کمک نظر کارشناسان و خبرگان مربوطه، غربالگری و دسته‌بندی انجام شد. سپس با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند AHP، SWARA، Shanon، وزن و اهمیت عوامل شناسایی شده تعیین گردیده و با کمک روشهای میانگین رتبه، بردا و گپلند، نتایج مستخرج از سه تکنیک تلفیق شدند. کلیه محاسبات لازم از طریق نرم‌افزار Excel انجام گردیده است.

از آنجایی که تعداد خبرگان و کارشناسان آگاه به موضوع در مطالعاتی که با تکنیک‌های تصمیم‌گیری انجام می‌گیرد محدود می‌باشند، لذا حجم جامعه و نمونه آماری نیز محدود خواهد بود. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه کارشناسان و مدیران مرتبط با حمل و نقل دریایی شناورهای غیر نفتی در استان‌های بوشهر، هرمزگان، سیستان و بلوچستان بودند که تعداد آن‌ها ۲۰ نفر بوده است. با توجه به اینکه مبنای تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش حاضر، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد، بنابراین، با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای، از بین کارشناسان و خبرگان ۱۰ نفر به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شده‌اند. روش گردآوری داده‌های پژوهش، هم به صورت کتابخانه‌ای با مراجعه به پیشینه پژوهش و داده‌های مربوط به سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی در آب‌های آزاد بوده و هم به صورت میدانی با مراجعه به کارشناسان و خبرگان حمل و نقل دریایی که از موضوع سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی آگاهی دارند، می‌باشد. ابزارگردآوری داده‌های پژوهش نیز شامل پرسشنامه است.

این پرسشنامه به صورت ماتریس تصمیم‌گیری و ماتریس مقایسات زوجی طراحی گردید و بر مبنای آن قضاوت‌ها و نظرات کارشناسان سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی گردآوری شد. از آنجایی که پرسشنامه‌های پژوهش بر پایه عوامل شناسایی شده در ادبیات نظری می‌باشد، به منظور تأیید روایی آن‌ها از روایی محتوا که بر مبنای نظرات خبرگان و کارشناسان است استفاده گردیده و روایی پرسشنامه توسط خبرگان مورد تأیید قرار گرفت. همچنین با توجه به تأیید تکنیک‌های مورد نظر توسط پژوهشگران، پرکاربرد بودن آن در مقالات و مطالعات معتبر و ساختارمند بودن گام‌ها و فرمول‌های مدل، پایایی تکنیک و (پرسشنامه) نیز مورد تأیید بوده است.

استفاده از فن دلفی تعیین شد. بر اساس نتایج حاصل از این بخش، اهمیت عوامل به ترتیب خطای انسانی، شرایط فنی، محیط و مسیر، برنامه‌ریزی شغلی و در نهایت شرایط زیست‌افزایی می‌باشد. پس از آن پرسشنامه‌ی مرحله دوم به منظور تعیین وزن عوامل بر مبنای اولویت‌بندی اولیه تنظیم و توزیع شد. نتایج حاصل از این پرسشنامه در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵: تعیین وزن روش سوارا

عامل	اهمیت نسبی مقادیر s_j	ضریب $k_j = s_j + 1$	محاسبه وزن $w_j = \frac{x_{j-1}}{k_j}$	وزن $q_j = \frac{w_j}{\sum w_j}$
C _۱ : خطای انسانی	-	۱	۱	۰/۳۱۹
C _۲ : محیط و مسیر	۰/۳۰	۱/۳۰	۰/۷۶۹	۰/۲۴۶
C _۳ : شرایط فنی کشتی	۰/۳۷	۱/۳۷	۰/۵۶۱	۰/۱۷۹
C _۴ : برنامه‌ریزی شغلی	۰/۲۲	۱/۲۲	۰/۴۶۰	۰/۱۴۷
C _۵ : شرایط زیست‌افزایی	۰/۲۵	۱/۲۵	۰/۳۴۱	۰/۱۰۹

۴-۳. تکنیک آنتروپی شانون

در فرایند روش شانون به منظور دستیابی به وزن عوامل مؤثر بر سوانح دریایی، پرسشنامه‌های مقایسات زوجی طراحی و بین خبرگان توزیع گردید. قضاوت در مورد اهمیت معیارها توسط هر کدام از خبرگان با توجه به عبارات کلامی مطابق با جدول ۶ انجام گرفته شد. قابل ذکر است که در پژوهش حاضر، از قبل وزن‌دهی مشخصی (w_j) برای معیارها در نظر گرفته نشده است. بنابراین، محاسبه اوزان تعدیل شده (w'_j) متفی است.

جدول ۶: عبارات کلامی

کد	۱	۲	۳	۴	۵
عبارات کلامی	ترجیح کاملا برابر	ترجیح تقریبا برابر	ترجیح کم	ترجیح زیاد	ترجیح خیلی زیاد

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌های مربوطه ماتریس تصمیم‌گیری اولیه را می‌توان بصورت جدول ۷ نشان داد.

جدول ۷: ماتریس تصمیم‌گیری اولیه

خبرگان	خطای انسانی	محیط و مسیر	شرایط فنی کشتی	برنامه‌ریزی شغلی	شرایط زیست‌افزایی
	C _۱	C _۲	C _۳	C _۴	C _۵
A _۱	۵	۱	۴	۳	۲
A _۲	۵	۴	۳	۱	۲
A _۳	۴	۳	۳	۱	۵
A _۴	۵	۴	۲	۳	۱
A _۵	۵	۳	۴	۲	۱
A _۶	۵	۴	۳	۲	۱
A _۷	۴	۲	۵	۳	۱

یکدیگر تعیین می‌کنند. با توجه به نظر خبرگان جدول ۲، میانگین مقایسات زوجی معیارها را نشان می‌دهد.

جدول ۲: میانگین مقایسات زوجی

عامل	شرایط زیست‌افزایی	برنامه‌ریزی شغلی	شرایط فنی کشتی	محیط و مسیر	خطای انسانی
خطای انسانی	۸	۸	۸	۹	۱
محیط و مسیر	۲	۲	۳	۱	۰/۱۱۱
شرایط فنی کشتی	۲	۳	۱	۰/۳۳۳	۰/۱۲۵
برنامه‌ریزی شغلی	۲	۱	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۱۲۵
شرایط زیست‌افزایی	۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۱۲۵

در ادامه فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ماتریس میانگین مقایسات زوجی را باید بهنجار نمود (جهت بهنجار نمودن جمع هر ستون را بدست آورده سپس عدد مربوط به هر متغیر را بر حاصل جمع ستون آن متغیر تقسیم می‌نماییم) که در اصطلاح به نرمال‌سازی معروف است. جدول ۳ ماتریس بهنجار شده مقایسات زوجی عوامل مؤثر بر سوانح دریایی را نشان می‌دهد.

جدول ۳: ماتریس بهنجار شده مقایسات زوجی

	خطای انسانی	محیط و مسیر	شرایط فنی کشتی	برنامه‌ریزی شغلی	شرایط زیست‌افزایی
C _۱ : خطای انسانی	۰/۶۷۳۹	۰/۷۹۴۴	۰/۶۲۳۵	۰/۵۵۱۷	۰/۵۳۳۳
C _۲ : محیط و مسیر	۰/۰۷۴۷	۰/۰۸۸۳	۰/۲۳۳۸	۰/۱۳۷۹	۰/۱۳۳۳
C _۳ : شرایط فنی کشتی	۰/۰۸۴۱	۰/۰۲۹۱	۰/۰۷۷۹	۰/۲۰۶۹	۰/۱۳۳۳
C _۴ : برنامه‌ریزی شغلی	۰/۰۸۴۱	۰/۰۲۵۷	۰/۰۲۵۷	۰/۰۶۹۰	۰/۱۳۳۳
C _۵ : شرایط زیست‌افزایی	۰/۰۸۴۱	۰/۰۳۹۰	۰/۰۳۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۶۶۷

پس از انجام محاسبات روش AHP ضریب ناسازگاری برابر با ۰/۱۰۵۳۹۶ گردید. در نهایت وزن هر یک از عوامل مطابق با جدول ۴ تعیین شد.

جدول ۴: وزن نهایی معیارها به روش AHP

معیارها	وزن
C _۱ : خطای انسانی	۰/۶۵۴۸
C _۲ : محیط و مسیر	۰/۱۳۳۷
C _۳ : شرایط فنی کشتی	۰/۰۹۵۵
C _۴ : برنامه‌ریزی شغلی	۰/۰۶۴۳
C _۵ : شرایط زیست‌افزایی	۰/۰۵۱۸

۴-۲. تکنیک تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی (سوارا)

به منظور محاسبه‌ی وزن عوامل مؤثر بر سوانح دریایی با استفاده از روش سوارا، دو مرحله پرسشنامه توزیع گردید. ابتدا اولویت‌بندی اولیه‌ی عوامل پژوهش بر مبنای نظر کارشناسان با

۴-۴ رتبه بندی عوامل به روش میانگین رتبه ها

در این روش ابتدا میانگین رتبه های هر کدام از عوامل، بدست آمده از هر سه روش محاسبه گردیده و سپس به ترتیب کمترین مقدار میانگین بدست آمده رتبه بندی می گردند. جدول ۱۰ رتبه بندی عوامل را به روش میانگین رتبه ها نشان می دهد.

جدول ۱۰: رتبه بندی شاخص ها به روش میانگین رتبه ها

رتبه	میانگین رتبه ها	روش های MADM			شاخص ها
		SWARA	Shanon	AHP	
۱	۱	۱	۱	۱	C _۱ خطای انسانی
۳	۳	۳	۴	۲	C _۲ محیط و مسیر
۲	۲/۳۳	۲	۲	۳	C _۳ شرایط فنی کشتی
۴	۳/۶۷	۴	۳	۴	C _۴ برنامه ریزی شغلی
۵	۵	۵	۵	۵	C _۵ شرایط زیست افزاری

در نتیجه خواهیم داشت:

$$C_1 > C_3 > C_2 > C_4 > C_5$$

۴-۵ رتبه بندی عوامل به روش بردا

این روش، براساس قاعده ی اکثریت استوار است. با توجه به رتبه های بدست آمده از سه تکنیک AHP، آنتروپی شانون، سوارا هر کدام از عوامل با یکدیگر مقایسه می گردد. معیار اولویت در این روش، آن است که در چند دفعه، بردهای گزینه (یعنی M) در سطر دارای اکثریت است. تعداد مقایسات، در این روش برابر $m(m-1)/2$ است که m، تعداد عوامل است. نتایج رتبه بندی در این روش به صورت جدول ۱۱ می باشد.

جدول ۱۱: رتبه بندی شاخص ها به روش بردا

شاخص	C _۱	C _۲	C _۳	C _۴	C _۵	تعداد بردها
C _۱	-	M	M	M	M	۴
C _۲	X	-	X	X	X	۲
C _۳	X	X	-	M	X	۳
C _۴	X	X	X	-	X	۱
C _۵	X	X	X	X	-	-
تعداد باختها	-	۲	۱	۳	۴	۱۰

در نتیجه خواهیم داشت:

$$C_1 > C_3 > C_2 > C_4 > C_5$$

A _۱	۴	۲	۵	۳	۱
A _۲	۵	۲	۳	۱	۴
A _۳	۵	۱	۴	۳	۲

با توجه به مراحل انجام محاسبات آنتروپی شانون ابتدا مقدار P_{ij} (ماتریس نرمال شده) مطابق با جدول ۸ محاسبه شد.

جدول ۸: ماتریس نرمال شده در روش آنتروپی شانون

خطای انسانی	محیط و مسیر	شرایط فنی کشتی	برنامه ریزی شغلی	شرایط زیست افزاری	
C _۱	C _۲	C _۳	C _۴	C _۵	
۰/۱۰۶۳	۰/۳۸۴	۰/۱۱۴۲	۰/۱۳۶۴	۰/۱	A _۱
۰/۱۰۶۳	۰/۱۵۳۸	۰/۰۸۵۷	۰/۰۴۵۴	۰/۱	A _۲
۰/۰۸۵۱	۰/۱۱۵۳	۰/۰۵۷۱	۰/۰۴۵۴	۰/۲۵	A _۳
۰/۱۰۶۳	۰/۱۵۳۸	۰/۰۵۷۱	۰/۱۳۶۴	۰/۰۵	A _۴
۰/۱۰۶۳	۰/۱۱۵۳	۰/۱۱۴۲	۰/۰۹۰۹	۰/۰۵	A _۵
۰/۱۰۶۳	۰/۱۵۳۸	۰/۰۸۵۷	۰/۰۹۰۹	۰/۰۵	A _۶
۰/۰۸۵۱	۰/۰۷۶۹	۰/۱۴۲۸	۰/۱۳۶۳	۰/۰۵	A _۷
۰/۰۸۵۱	۰/۰۷۶۹	۰/۱۴۲۸	۰/۱۳۶۳	۰/۰۵	A _۸
۰/۱۰۶۳	۰/۰۷۶۹	۰/۰۸۵۷	۰/۰۴۵۴	۰/۲	A _۹
۰/۱۰۶۳	۰/۰۳۸۴	۰/۱۱۴۲	۰/۱۳۶۴	۰/۱	A _{۱۰}

سپس با انجام محاسبات مربوطه مقدار $K = ۰/۴۳۴۲۹$ بدست آمد. مقادیر آنتروپی هر شاخص، مقادیر عدم اطمینان، وزن هر شاخص نیز در جدول ۹ نشان داده شده است.

جدول ۹: وزن معیارها به روش آنتروپی شانون

معیارها	E _j	D _j	W _j
C _۱ : خطای انسانی	-۰/۹۹۷۹	۱/۹۹۷۹	۰/۲۰۳۶
C _۲ : محیط و مسیر	-۰/۹۵۷۵	۱/۹۵۷۵	۰/۱۹۹۵
C _۳ : شرایط فنی کشتی	-۰/۹۸۰۹	۱/۹۸۰۹	۰/۲۰۱۸
C _۴ : برنامه ریزی شغلی	-۰/۹۶۲۴	۱/۹۶۲۴	۰/۲۰۰۰
C _۵ : شرایط زیست افزاری	-۰/۹۱۵۶	۱/۹۱۵۶	۰/۱۹۵۲

و در نهایت پرسش سوم اینکه: رتبه بندی نهایی عوامل مؤثر بر سوانح دریایی شناورهای غیر نفتی با استفاده از تکنیک های تصمیم گیری چندمعیاره چگونه است؟

با توجه به رتبه های بدست آمده از تکنیک های AHP، آنتروپی شانون و سوارا اکنون می بایستی به منظور پاسخگویی به پرسش سوم پژوهش، رتبه نهایی عوامل مؤثر بر سوانح دریایی دریای عمان و خلیج فارس را محاسبه نمود. بدین منظور می توان از استراتژی های اولویت بندی شامل؛ رتبه بندی عوامل به روش میانگین رتبه ها، رتبه بندی عوامل به روش بردا و رتبه بندی عوامل به روش کپلند استفاده نمود. در بخش زیر نتایج محاسبات هر یک از روش های فوق ارائه می گردد.

۴-۶ رتبه‌بندی شاخص‌ها به روش کپلند

این روش با پایان روش بردا شروع می‌شود. روش کپلند نه فقط تعداد بردها، بلکه تعداد باخت‌ها را هم برای هر شاخص محاسبه می‌کند. امتیازی که کپلند به هر شاخص می‌دهد، با کم کردن تعداد باخت‌ها از تعداد بردها بدست می‌آید. محاسبات این روش در جدول ۱۲ ارائه شده است.

$$\text{تعداد باخت} - \text{تعداد برد} = \text{امتیاز شاخص}$$

جدول ۱۲: رتبه‌بندی شاخص‌ها به روش کپلند

شاخص	تعداد بردها	تعداد باخت‌ها	امتیاز
C _۱	۴	۰	۴
C _۲	۲	۲	۰
C _۳	۳	۱	۲
C _۴	۱	۳	-۲
C _۵	-	۴	-۴

در نتیجه خواهیم داشت:

$$C_1 > C_3 > C_2 > C_4 > C_5$$

همانطور که ملاحظه می‌گردد نتایج رتبه‌بندی در همه روش‌ها یکسان می‌باشد. به عبارت دیگر، مهم‌ترین عامل مؤثر بر ایجاد سوانح دریایی از دیدگاه خبرگان و کارشناسان بندری و دریایی، خطای انسانی می‌باشد و عامل شرایط فنی کشتی در رتبه دوم قرار گرفته، همچنین، عامل شرایط زیست‌افزایی در رتبه آخر قرار گرفته است.

۵. یافته‌ها

یافته‌های تکنیک AHP نشان داد، وزن معیارهای پژوهش به ترتیب عبارتند از: خطای انسانی، محیط و مسیر، شرایط فنی کشتی، برنامه‌ریزی شغلی و شرایط زیست‌افزایی. طبق محاسبات انجام شده در این پژوهش، خطای انسانی با ۶۵/۵ درصد مهمترین عامل در بروز سوانح دریایی شناخته شده است. بر این اساس، عامل محیط و مسیر با ۱۳/۴ درصد، شرایط فنی کشتی با ۹/۵ درصد، عامل برنامه‌ریزی شغلی با ۶/۴ درصد و شرایط زیست‌افزایی با ۵/۲ درصد در رتبه‌های بعدی عوامل مؤثر بر سوانح دریایی قرار گرفتند. در تکنیک سوارا؛ نتایج، طبق وزن معیارهای پژوهش به ترتیب عبارتند از: خطای انسانی، شرایط

فنی کشتی، محیط و مسیر، برنامه‌ریزی شغلی، و شرایط زیست‌افزایی. در این تکنیک نیز پس از وزن‌دهی عناصر ذکر شده با انجام محاسبات، میزان اهمیت معیارها بر اساس درصد احتمال تأثیر در وقوع سوانح دریایی عبارتند از: خطای انسانی: ۳۱/۹ درصد، شرایط فنی کشتی ۲۴/۶ درصد، عامل محیط و مسیر ۱۷/۹ درصد، برنامه‌ریزی شغلی ۱۴/۷ درصد و شرایط زیست‌افزایی ۱۰/۹ درصد.

بر اساس نتایج تکنیک آنتروپی شانون میزان اهمیت عوامل در بروز سوانح دریایی بر حسب درصد به ترتیب عبارتند از: خطای انسانی ۲۰/۳ درصد، شرایط فنی کشتی ۲۰/۱ درصد، برنامه‌ریزی شغلی ۲۰ درصد، عامل محیط و مسیر ۱۹/۹ درصد و شرایط زیست‌محیطی ۱۹/۵ درصد. در تمامی تکنیک‌ها عامل خطای انسانی مهمترین عامل معرفی شده و شرایط زیست‌افزایی دارای کمترین اهمیت در میان پنج عامل عمده بروز سوانح دریایی است. نکته دیگر اینکه، در تکنیک آنتروپی شانون بر خلاف دو تکنیک دیگر؛ اهمیت شاخص‌های پنج‌گانه بر حسب درصد، در مقایسه با یکدیگر تقریباً مساوی بوده و اختلاف چندانی بین آنها دیده نمی‌شود. یعنی نمی‌توان گفت کدام عامل بیشترین سهم را در بروز سوانح دریایی دارد. به عبارت دیگر، در تکنیک فوق‌الذکر می‌توان به این جمع‌بندی رسید که این پنج فاکتور تقریباً دارای اهمیت یکسانی در بروز سوانح دریایی هستند؛ حال آنکه مثلاً تکنیک فرایند سلسله مراتبی؛ عامل خطای انسانی را با اختلافی بالا نسبت به چهار عامل دیگر، در صدر علل بروز سوانح دریایی قرار داده و نقش آن را در بروز سوانح بسیار پررنگ جلوه می‌دهد. ذکر این نکته در اینجا ضروری به نظر می‌رسد که تمامی اعداد و ارقام بدست آمده از این سه تکنیک، برآمده از نظرات تخصصی خبرگان و کارشناسان سوانح دریایی بوده و این نتایج از نظرات ایشان منتج شده است. در نهایت، نتایج روش میانگین رتبه‌ها، بردا و کپلند؛ خطای انسانی، شرایط فنی کشتی، محیط و مسیر، برنامه‌ریزی شغلی و شرایط زیست‌افزایی به ترتیب حایز اولویت اول تا پنجم شدند.

۶. خلاصه

هدف اصلی این مطالعه رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر سوانح دریایی کشتی‌های تجاری در خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بوده است. با

۲. به افراد آموزش‌های لازم در خصوص رفتار در شرایط بحران، رفتار در زمان وقوع حادثه (حفظ خونسردی)، تمرین در شرایط اضطرار، مدیریت کردن استرس و فشار کاری داده شود.
۳. تدوین برنامه‌های مناسب برای خواب کافی و کیفیت آن جهت کاهش استرس و فشار کاری.
۴. تنظیم برنامه آموزشی شامل آموزش‌های تئوری، آموزش‌های عملی و آموزش استفاده از ابزارهای هشداردهنده به سایر کشتی‌ها و سیستم‌های موقعیت‌یاب نظیر رادار با حضور مربی و افراد خبره نیز می‌تواند منجر به افزایش یادگیری و کاهش خطای انسانی شود.
۵. عوامل محیطی مربوط به شرایط آب و هوایی، نظیر دید، دما، لرزش و امواج و سایر مسائلی که شرایط را تحت‌الشعاع قرار می‌دهند، باید با دقت مورد کنترل قرار گیرند.
۶. استفاده از سیستم‌های مناسب نوردهی در بنادر و ترمینال‌های باربری، استفاده از سیستم‌های مناسب جهت کنترل ترافیک، بازرسی مداوم علائم نصب شده در بنادر و عدم جابه‌جایی آن‌ها، استفاده از تدابیر امنیتی در وضعیت‌های بحرانی آب و هوا، استفاده به موقع و درست از علائم هشداردهنده مناسب در شرایط آب و هوایی حادثه‌آفرین.
- جهت حفظ و نگهداری کشتی‌ها، بایستی تعمیرات بطور مطلوب و در فواصل مناسب با برنامه‌ریزی صورت گیرد.
- آشنایی کامل پرسنل کشتی (بخصوص پرسنل فنی) با دستگاه‌ها و ماشین‌آلات و استفاده صحیح از آنها و توانایی انجام تعمیرات جزئی و کلی در صورت لزوم.

۲-۸ پیشنهادهای کاربردی

۱. لایروبی به موقع اسکله‌ها و اطراف آن و جلوگیری از کم شدن عمق اسکله‌ها و بخش‌بندی مناسب اسکله‌ها برای کشتی‌ها.
۲. طراحان و سازندگان کشتی و تجهیزات آن، باید به تعامل بین انسان و ماشین توجه داشته باشند و به‌گونه‌ای طراحی کشتی انجام شود که خطاهای انسانی کاهش یابد.
۳. برنامه‌ریزی جهت اجتناب از فشار کاری بیش از حد بر پرسنل، استفاده از افراد توانمند به تعداد کافی در شیفت‌های کاری، استفاده از سرپرستان و مدیران با مدیریت قوی در

مطالعه پیشینه پژوهش و نظر کارشناسان و خبرگان صنعت کشتیرانی و حمل و نقل دریایی پنج شاخص شامل خطای انسانی، شرایط زیست‌افزاری، شرایط فنی کشتی، محیط و مسیر، و برنامه‌ریزی شغلی.

به عنوان مهمترین عوامل موثر بر بروز سوانح دریایی انتخاب گردید. و هر کدام از این شاخص‌ها دارای زیرشاخص بوده‌اند. که با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل AHP، آنتروپی شانون و سوارا رتبه‌بندی شده و اهمیت هر کدام تعیین گردید.

۷. نتیجه‌گیری

نتایج رتبه‌بندی هر سه تکنیک نشان داد که خطای انسانی مهمترین عامل در بروز سوانح دریایی کشتی‌های تجاری در خلیج فارس و دریای عمان بوده است. همچنین شرایط زیست‌افزاری با کمترین وزن در رتبه آخر قرار گرفته است. با این وجود می‌توان گفت که عوامل انسانی به تنهایی در بروز سوانح دریایی نقش نداشته بلکه تاثیر همزمان همه عوامل نام‌برده در بروز این سوانح دخیل می‌باشند. با این حال، مدیران و تصمیم‌گیران در حوزه حمل و نقل دریایی تلاش می‌کنند اثر این عوامل را کاهش دهند. می‌بایستی اذعان داشت تا زمانی که عملکرد انسان‌ها در یک محیط پیچیده صورت می‌گیرد، خطا نیز اتفاق خواهد افتاد و احتمال این امر در شرایط استرس، اضافه‌کاری و خستگی افزایش خواهد یافت.

۸. پیشنهادها

با توجه به نتایج این پژوهش، می‌توان پیشنهادهای زیر را جهت کاهش نقش عوامل موثر در بروز سوانح دریایی کشتی‌های تجاری در خلیج فارس و دریای عمان ارائه نمود.

۱-۸ پیشنهادهای مبتنی بر نتایج پژوهش

۱. افراد با ویژگی‌های مناسب از لحاظ میزان علاقه‌مندی به مشاغل دریایی و با داشتن توانایی و دارا بودن دانش و تجربه کاری به منظور انجام کار باید انتخاب و به‌کار گرفته شوند.

Barnett, M.L.; Pekcan, C.H., 2017. The human element in shipping. *Encyclopedia of Maritime and Offshore Engineering*, 1-10. <https://doi.org/10.1002/9781118476406.emoe033>

Calle, M.; Oshiro, R.; Alves, M., 2017. Ship collision and grounding: Scaled experiments and numerical analysis. *International Journal of Impact Engineering*, 103: 195-210. <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2017.01.021>

Chen, S.T., 2019. An approach of identifying the common human and organisational factors (HOFs) among a group of marine accidents using GRA and HFACS-MA. *Journal of Transportation Safety & Security*, 1-43. <https://doi.org/10.1080/19439962.2019.1583297>

Emad, G.; Fekri, M.; Abbasizadeh, M., 2013. The Impact of ship safety management on Iranian maritime authority. *The First National Conference on the Development of Makoran Coasts and the Authority the Islamic Republic of Iran*, 1-9. (In Persian)

Islam, R.; Yu, H., 2018. Human factors in marine and offshore systems. *Methods in Chemical Process Safety*, 2: 145-167. DOI: 10.1016/bs.mcps.2018.04.002

Jamali, G., 2015. Internal and environmental analysis of Bushehr port by AHP-SWOT Integration Approach. *Journal of Oceanography*, 6 (22): 39-48. (In Persian)

Moradi, A.; Etebarian, A.; Shirvani, A.R.; Soltani, I., 2014. The application of fuzzy Delphi method (FDM) and fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) for evaluating marine casualties. *Journal of Marini Science and Technology*, 13(2): 51-61. (In Persian) <https://doi.org/10.5899/2014/jfsva-00186>

Mosavi-jarf., S.K.; Kaebi, A.; Saeedi, S.N.; Razmjoei, D., 2016. Study of marine accidents in the arvand area using inverse distance weighting (IDW) interpolation method in geographic information systems (GIS). *Journal of Transportation Research*, 13(1): Serial Number 46, 77-89. (In Persian)

Rahman, M.S.; Khan, F.; Shaikh, A.; Ahmed, S.; Imtiaz,

کشتی (اعم از فرمانده، سرملوان و افسران ارشد) که علاوه بر تسلط به حیطه کاری خود، با اصول مدیریتی کاملاً آشنا باشند.

۴. انجام تست‌های دقیق و معاینات کامل مربوط به تشخیص دریازدگی قبل از اعزام فرد به کشتی، رعایت مدل استاندارد استراحت و کار در طول شبانه‌روز (حداقل ۸ ساعت استراحت)، انجام تست‌های مداوم تشخیص اعتیاد به صورت تصادفی در بنادر و اجتناب از وارد کردن استرس به پرسنل تحت امر.

۳-۸ پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده

۱. پیشنهاد می‌گردد عوامل مؤثر بر بروز سوانح دریایی کشتی-های حمل نفت خام و فرآورده‌بر مورد بررسی قرار گیرد.
۲. پیشنهاد می‌گردد ریسک‌های محتمل بر وقوع سوانح دریایی مورد بررسی و شناسایی قرار گیرند.
۳. پیشنهاد می‌گردد تاثیر پیاده‌سازی سیستم مدیریت یکپارچه در کاهش سوانح دریایی مورد بررسی قرار گیرد.

۴-۸ محدودیتهای پژوهش

۱. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر سوانح دریایی دریای عمان و خلیج فارس مورد مطالعه قرار گرفته است، لذا یکی از عمده‌ترین محدودیت‌های پژوهش، پیشینه بسیار اندک در این حوزه بود.
۲. دسترسی به کارشناسان و خبرگان آشنا با سوانح دریایی اغلب بسیار سخت و زمان‌بر بود.
۳. با توجه به ویژگی‌های منحصر بفرد جامعه و نمونه آماری، نتایج این پژوهش را نمی‌توان لزوماً به سایر پژوهش‌های مشابه تعمیم داد.

منابع

Aziz, A.; Ahmed, S.; Khan, F.; Stack, C.; Lind, A., 2019. Operational risk assessment model for marine vessels. *Reliability Engineering & System Safety*, 185: 348-361. <https://doi.org/10.1016/j.res.2019.01.002>

- Safety Science, 96: 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.03.002>
- Vedadi, H.; 2005. Investigation of how to merchant vessels activities in the Persian Gulf and Oman maritime transport, field analysis of the scope of action in the area of transportation and goods movement. Organization of shipping Ports, researches Center. (In Persian)
- Youssef, S.A.; Paik, J.K., 2018. Hazard identification and scenario selection of ship grounding accidents. Ocean Engineering, 153: 242-255. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.01.110>
- S., 2019. Development of risk model for marine logistics support to offshore oil and gas operations in remote and harsh environments. Ocean Engineering, 174: 125-134. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.01.037>
- Sayareh, J.; Haghi, R., 2016. Prioritize the factors affecting the maritime search and rescue operations using hierarchical techniques. Journal of Research on Management of Teaching in Marine Sciences, 3(6): 1-10. (In Persian)
- Tuba, K.; Arslan, O., 2017. SHARE technique: A novel approach to root cause analysis of ship accidents.