


## Dynamic Risk Modeling in the Maritime Transport Industry: A Comprehensive Analysis of Hull, Machinery, and Cargo Risks

**Mohsen Gharahkhani**  \* Faculty Member of Iranian University, Tehran, Iran

**Marjan Gharahkhani**  PhD Student in Industrial Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

**Feriyal Farakesh**  M.A. of MBA, Amirkabir University, Tehran, Iran

### Abstract

Risk management in the maritime transport industry is of particular importance due to the complexity and multiplicity of factors influencing safety and efficiency. These factors include hull risk, maritime cargo risk, human risk, and operational risk, which mutually and non-linearly affect each other. Identifying the interactions and simultaneous effects of hull, cargo, human, and operational risks is crucial, as these risks interact in a complex and dynamic system. These interactions can lead to an increased probability of accidents, higher costs, reduced productivity, and diminished safety. In this study, an integrated maritime risk management model is developed using dynamic systems analysis and visual tools such as causal-loop diagrams and flowcharts. The causal-loop diagram serves as a key tool for identifying and analyzing causal relationships and feedback loops between key variables such as ship age, crew experience, equipment quality, cargo type, and environmental conditions. This diagram helps in understanding the structure and behavior of the complex system by displaying the interactions among various factors. Moreover, the use of flowcharts for more precise modeling of system dynamics and

\*Corresponding Author: gharahkhani@gmail.com

**How to Cite:** Gharahkhani, M., Gharahkhani, M., Farakesh, F. (2024). Dynamic Risk Modeling in the Maritime Transport Industry: A Comprehensive Analysis of Hull, Machinery, and Cargo Risks. *Marine and Port Services*, 2(5), 11-41.

simulating various maritime risk management scenarios has been emphasized. The findings of this study indicate that the proposed approach can help in more accurately identifying critical points and providing effective solutions to mitigate risks and improve decision-making in maritime transport. This model provides an efficient tool for managers and decision-makers to enhance safety and productivity in this industry by reducing risks.

**Keywords:** Maritime risk management, Dynamic Systems Analysis, Hull Risk, Maritime Cargo Risk, Operational Risk.





فصلنامه «خدمات دریایی و بندری» (علمی-تخصصی)


دوره ۲، شماره ۵، پاییز ۱۴۰۳، ۴۱-۱۴۰۳

journalspmco.ir

## مدل سازی پویای ریسک در صنعت حمل و نقل دریایی: تحلیل جامع ریسک بدنه، ماشین آلات کشتی و بار

محسن قره خانی \*  هیئت علمی دانشگاه ایرانپان، تهران، ایران

مرجان قره خانی  دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

فریال فراکش  کارشناسی ارشد رشته MBA، دانشگاه امیرکبیر، تهران، ایران

### چکیده

مدیریت ریسک در صنعت حمل و نقل دریایی به دلیل پیچیدگی و تعدد عوامل تأثیرگذار بر ایمنی و کارایی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این عوامل شامل ریسک بدنه کشتی، باربری دریایی، ریسک انسانی و ریسک عملیاتی هستند که به طور متقابل و غیرخطی بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. شناسایی ارتباط متقابل و هم‌زمان اثرات ریسک بدنه کشتی، باربری دریایی، ریسک انسانی و ریسک عملیاتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا این ریسک‌ها در یک سیستم پیچیده و پویا بر یکدیگر تأثیرگذارند. این تأثیرات می‌توانند منجر به افزایش احتمال وقوع حوادث، افزایش هزینه‌ها، کاهش بهره‌وری و کاهش ایمنی شوند. در این پژوهش، یک مدل یکپارچه مدیریت ریسک دریایی توسعه یافته است که با استفاده از تحلیل سیستم‌های پویا و ابزارهای بصری مانند نمودارهای علت و معلولی و نمودارهای جریان طراحی شده است. نمودار علت و معلولی به عنوان ابزاری کلیدی برای شناسایی و تحلیل روابط علی و حلقه‌های بازخورد میان متغیرهای کلیدی همچون سن کشتی، تجربه خدمه، کیفیت تجهیزات، نوع بار و شرایط محیطی به کار گرفته شده است. این نمودار با نمایش تعاملات بین عوامل مختلف، امکان درک ساختار و رفتارهای پیچیده سیستم را فراهم می‌آورد. علاوه بر آن، استفاده از نمودارهای جریان برای مدل‌سازی دقیق‌تر تغییرات دینامیک سیستم و شبیه‌سازی سناریوهای مختلف مدیریت ریسک دریایی مورد توجه قرار گرفته است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که رویکرد پیشنهادی می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر نقاط بحرانی و ارائه راه‌حل‌های مؤثر برای

\* نویسنده مسئول: gharakhani@gmail.com

مدل‌سازی پویای ریسک در صنعت حمل‌ونقل دریایی...؛ قره‌خانی و همکاران | ۱۳

کاهش مخاطرات و بهبود تصمیم‌گیری در حمل‌ونقل دریایی کمک‌کنند. این مدل یک ابزار کارآمد برای مدیران و تصمیم‌گیران فراهم می‌کند تا با کاهش ریسک‌ها، ایمنی و بهره‌وری را در این صنعت افزایش دهند.

**کلیدواژه‌ها:** مدیریت ریسک دریایی، تحلیل سیستم‌های پویا، ریسک بدنه کشتی، ریسک باربری دریایی، ریسک عملیات.

## مقدمه

صنعت حمل و نقل دریایی به عنوان یکی از ارکان حیاتی تجارت جهانی، همواره با چالش‌ها و ریسک‌های متعددی روبه‌رو است که می‌توانند تأثیرات عمیقی بر ایمنی، بهره‌وری و هزینه‌های عملیاتی داشته باشند. ریسک‌های موجود در این صنعت شامل عوامل مختلفی همچون ریسک بدنه کشتی، ریسک باربری دریایی، ریسک انسانی و ریسک عملیاتی هستند که به‌طور پیچیده و غیرخطی بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. شناسایی و تحلیل این ریسک‌ها در یک سیستم پویا و به‌هم‌پیوندیده، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ چراکه هر تغییر در یک بخش می‌تواند به‌طور قابل توجهی بر سایر بخش‌ها تأثیر بگذارد.

مدیریت مؤثر این ریسک‌ها به‌ویژه در شرایط پیچیده و متغیر محیطی نیازمند استفاده از ابزارهای پیشرفته‌ای است که بتوانند روابط علت و معلولی و تأثیرات متقابل میان ریسک‌ها را شبیه‌سازی کنند. یکی از روش‌های مؤثر در این زمینه، استفاده از مدل‌سازی سیستم‌های پویا است که امکان تحلیل دینامیک پیچیده سیستم‌ها را فراهم می‌آورد. این مدل‌سازی به‌ویژه در شناسایی حلقه‌های بازخورد و نقاط بحرانی در فرآیندهای حمل و نقل دریایی نقش حیاتی دارد.

هدف این پژوهش، توسعه یک مدل یکپارچه برای مدیریت ریسک در صنعت حمل و نقل دریایی است که به‌وسیله آن بتوان ریسک‌های مختلف را شبیه‌سازی و تحلیل کرد. استفاده از نمودارهای علت و معلولی و نمودارهای جریان برای مدل‌سازی تأثیرات متقابل این ریسک‌ها در شرایط مختلف، از ویژگی‌های برجسته این تحقیق است. این مطالعه باهدف بهبود فرآیند تصمیم‌گیری در مدیریت ریسک دریایی و ارائه راهکارهای مؤثر برای کاهش مخاطرات و بهبود ایمنی و بهره‌وری در این صنعت، انجام شده است.

## بیان مسئله

شناسایی ریسک فاکتورها در مدیریت ریسک دریایی اهمیت بسیاری دارد، چراکه این فاکتورها نقش اساسی در مدیریت و کاهش ریسک‌ها ایفا می‌کنند. از سویی دیگر، مدیریت ریسک دریایی به دلیل پیچیدگی‌ها و تعاملات پویا میان عوامل مختلف از جمله

شرایط آب‌وهوایی، وضعیت تجهیزات کشتی، مهارت خدمه و مسیرهای حمل‌ونقل با چالش‌های متعددی مواجه است. عدم قطعیت‌های ذاتی و تغییرات زمانی در این سیستم‌ها، پیش‌بینی و کنترل ریسک‌ها را دشوار کرده و موجب افزایش احتمال حوادث و خسارات می‌شود؛ بنابراین، استفاده از روش‌های تحلیل و مدل‌سازی که بتوانند این پیچیدگی‌ها، تعاملات پویا و ریسک فاکتورهای کلیدی را به‌صورت جامع بررسی کنند، ضروری به نظر می‌رسد. بر این اساس سؤالات و اهداف تحقیق به شرح زیر است.

### سؤالات تحقیق

- چه ریسک فاکتورهای کلیدی در مدیریت ریسک دریایی اهمیت دارد و چگونه می‌توان آن‌ها را تحلیل و دسته‌بندی کرد؟
- چگونه می‌توان از مدل‌سازی پویا برای بررسی تعاملات پیچیده میان عوامل مختلف در مدیریت ریسک دریایی استفاده کرد؟
- چگونه تغییرات زمانی و عدم قطعیت‌های ذاتی در ریسک‌های دریایی را می‌توان در مدل‌سازی پویا شبیه‌سازی کرد؟
- چگونه می‌توان با استفاده از مدل‌سازی پویا حلقه‌های بازخورد و تعاملات پویا را در سیستم مدیریت ریسک دریایی شبیه‌سازی کرد؟

### اهداف تحقیق

- شناسایی ریسک فاکتورهای کلیدی مرتبط با مدیریت ریسک دریایی، تحلیل و دسته‌بندی آن
- توسعه مدل پویای جامع شامل تعاملات پیچیده میان عوامل مؤثر بر مدیریت ریسک دریایی
- شبیه‌سازی تغییرات زمانی و پیش‌بینی ریسک‌ها به‌منظور ارائه راهکارهایی برای بهبود ایمنی دریایی
- طراحی مدل‌های بازخورد و حلقه‌های کنترل برای شبیه‌سازی و کاهش عوامل خطرزا

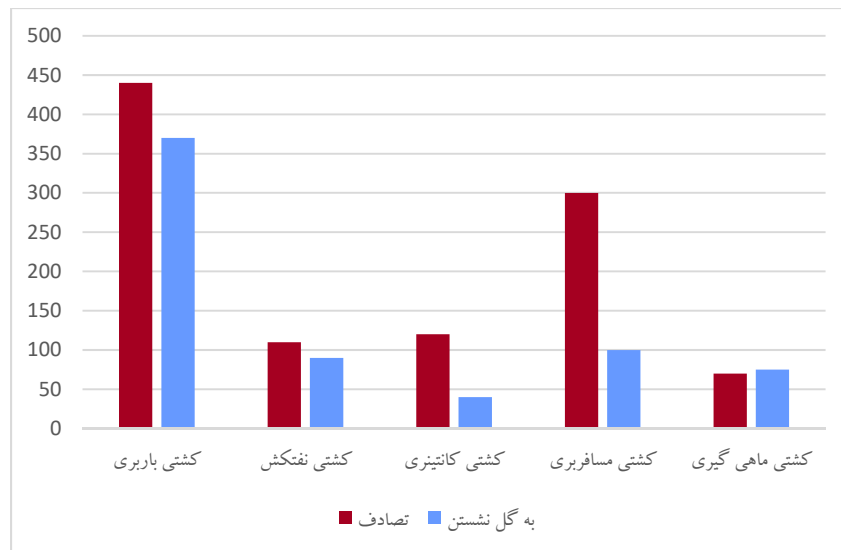
## در مدیریت ریسک دریایی

### مبانی نظری

باتوجه به رشد و توسعه تجارت جهانی و گسترش تعاملات کشورها با یکدیگر امروزه حجم وسیعی از جابه‌جایی کالاها و خدمات از طریق دریا انجام می‌شود. از این رو، شناسایی و مدیریت ریسک‌هایی که در فرآیند حمل‌ونقل دریایی، بدنه و ماشین‌آلات ماشین‌کشتی و بارهای حمل‌شده توسط آن را تهدید می‌کند برای مالکان و صاحبان کشتی، شرکت‌های حمل‌کننده و سیاست‌گذاران بسیار حائز اهمیت است. مدیریت ریسک در حمل‌ونقل دریایی به این معناست که چگونه صاحبان و مالکان کشتی و شرکت‌های حمل‌ونقل می‌توانند با ریسک‌های خود به بهترین شیوه مواجه شده و آن‌ها را مدیریت کنند؛ به عبارت دیگر مدیریت ریسک در بخش حمل‌ونقل دریایی، فرآیندی برای شناسایی ریسک‌ها خواهد بود و اینکه چگونه می‌توان به بهترین و مناسب‌ترین روش، برخورد با این خسارات را انتخاب کرد. فرآیند مدیریت ریسک دارای مراحل مختلفی است که در تمامی جنبه‌های مدیریت ریسک ابتدا از شناسایی ریسک‌های مرتبط آغاز می‌شود.

حمل‌ونقل دریایی بخش جدایی‌ناپذیری از تجارت جهانی است و حمل‌ونقل دریایی حدود ۹۰٪ از تجارت‌های دریایی را تشکیل می‌دهد (Chauvin et al., 2013; United Nations Conference on Trade and Development, 2018). تعداد رو به افزایش کشتی‌های دریایی بدون شک منجر به بروز تصادفات دریایی می‌شود، علیرغم تلاش‌های فراوان برای پیشگیری از حوادث دریایی (Akyuz, 2015b; Chauvin et al., 2013) در اینجا، تصادفات دریایی به‌عنوان وقوعی ناخواسته برای کشتی تعریف می‌شود که اغلب منجر به از دست دادن جان یا آسیب جدی به هر فردی که در کشتی است و همچنین انواع مختلف خسارات می‌شود. در آب‌های قطب شمال، رایج‌ترین تصادفات دریایی مربوط به خرابی یا آسیب به ماشین‌آلات (در رتبه اول)، به گل‌نشستن کشتی‌ها (در رتبه دوم) و برخورد‌ها (در رتبه سوم) است (Allianz Global Corporate and Specialty, 2019). اگر حادثه‌ای که عواقب اقتصادی و زیست‌محیطی شدید دارند، مانند نشت نفت از

تانکرها در سراسر جهان در طول ۵۰ سال گذشته را بررسی کنیم، شایع‌ترین علل تصادفات برخوردها (۳۱٪) و به گل نشستن کشتی‌ها (۲۶٪) بوده است (International Tanker Owners Pollution Federation, 2020: ۵). به‌طور مشابه، حوادث دریایی که در آب‌های اروپایی رخ داده است (European Maritime Safety Agency, 2010) عمدتاً ناشی از برخورد یا به گل نشستن کشتی‌ها بوده که منجر به از دست دادن جان و خسارات اقتصادی شده است (شکل ۱).



نمودار ۱. آمار تصادفات دریایی (European Maritime Safety Agency (2010:14))

ریسک‌های دریایی به دو بخش اصلی تقسیم می‌شوند: ریسک‌های مرتبط با وسیله حمل (کشتی) و ریسک‌های مرتبط با بار. یکی از مهم‌ترین خطرات مرتبط با وسیله حمل، نوع حمل است. حمل دریایی به‌عنوان خطرناک‌ترین نوع حمل، نسبت به حمل‌ونقل هوایی و زمینی، با ریسک‌های بیشتری مواجه است. خطرات خاص حمل دریایی شامل به گل نشستن کشتی که زمانی رخ می‌دهد که کشتی به ساحل رانده می‌شود و نمی‌تواند مسیر خود را ادامه دهد، تصادم که می‌تواند برخورد کشتی با کشتی دیگر یا اشیاء ثابت باشد،

غرق شدن یا واژگونی کشتی، به دریا انداختن کالا به منظور سبک‌سازی کشتی، ورود آب به کشتی که ناشی از امواج دریا است و خسارات زیادی ایجاد می‌کند، طوفان که شامل باد شدید، گردباد، تندباد و سونامی است و می‌تواند باعث توقف یا غرق شدن کشتی‌ها شود، دزدی دریایی که خسارات زیادی به کالا وارد می‌کند و خسارات ناشی از هوای نامساعد است که فشار بیش‌ازحد هوا و امواج شدید می‌تواند به کشتی و محموله آسیب برساند (مهدوی و غیره، ۱۳۹۴؛ محمدیان امامی، ۱۳۹۰؛ دستباز، ۱۳۸۷).

ویژگی‌های وسیله حمل نیز تأثیر زیادی بر میزان ریسک دارد. سن وسیله حمل یکی از عواملی است که می‌تواند بر ریسک تأثیر بگذارد، زیرا کشتی‌های قدیمی‌تر یا فرسوده‌تر ریسک بیشتری دارند. همچنین، نوع وسیله حمل، مانند لنج یا بارج، می‌تواند ریسک‌های خاصی به همراه داشته باشد. کشتی‌های طبقه‌بندی‌شده به دلیل ایمنی بیشتر ریسک کمتری دارند. نیروی محرکه کشتی، مانند نوع موتور و سوخت، نیز می‌تواند بر ریسک تأثیر بگذارد. ابزارهای ایمنی مانند سیستم‌های مخابراتی و نجات به کاهش ریسک‌ها کمک می‌کنند. تابعیت و ملیت کشتی نیز می‌تواند تأثیرگذار باشد، به طوری که کشتی‌های با تابعیت خاص ممکن است از حمایت‌های کنسولی و مقررات بین‌المللی بهره‌مند شوند (دستباز، ۱۳۸۷).

در مورد خطرهای مرتبط با بار، نوع کالا یکی از عوامل اصلی است. کالاهایی مانند مواد شیمیایی یا کالاهایی که خودسوزی می‌کنند، نیاز به پوشش بیمه ویژه دارند. همچنین، آسیب‌پذیری کالاهای مختلف در حمل دریایی متفاوت است؛ به عنوان مثال، کالاهایی مانند غلات، میوه و دانه‌ها بیشتر در معرض آسیب قرار دارند. نو و کهنه بودن کالا نیز بر ریسک تأثیر می‌گذارد، زیرا کالاهای مستعمل احتمال آسیب بیشتری دارند و نیاز به حق‌بیمه بالاتری دارند. کیفیت و کمیت کالا، بازرسی اولیه و بسته‌بندی صحیح از جمله عواملی هستند که می‌توانند ریسک‌های مرتبط با کالا را کاهش دهند. مسیر عادی حمل نیز بسیار مهم است، زیرا هرگونه انحراف از مسیر عادی می‌تواند پوشش بیمه‌ای را قطع کند. طول مسیر نیز تأثیر زیادی دارد، به طوری که هرچه طول مسیر بیشتر باشد، ریسک

آسیب‌دیدگی کالا افزایش می‌یابد. زمان حمل، به‌ویژه در فصول خاص، می‌تواند ریسک‌ها را تشدید کند، زیرا طوفان‌ها و شرایط جوی در برخی فصول خطرات بیشتری دارند. نوع بسته‌بندی کالا نیز از جمله عوامل مؤثر در حفظ سلامت کالا است؛ بسته‌بندی مناسب و متناسب با نوع و ویژگی‌های کالا می‌تواند از آسیب به کالا جلوگیری کند. همچنین، میزان امنیت و ایمنی مسیر، به‌ویژه در مسیرهای خطرناک یا تنگه‌های باریک، می‌تواند بر ریسک‌ها تأثیرگذار باشد.

درنهایت، خطرهای مرتبط با عوامل انسانی نیز در مدیریت ریسک دریایی بسیار حائز اهمیت است. قابلیت و کفایت خدمه کشتی از مهم‌ترین عوامل کاهش ریسک‌ها است. کشتی‌هایی که دارای خدمه ماهر و کارآمد هستند، معمولاً ریسک کمتری دارند. همچنین، انتخاب مؤسسات حمل‌ونقل معتبر با وسایل نقلیه پیشرفته و تجهیزات مناسب برای بارگیری و تخلیه کالا از اهمیت زیادی برخوردار است. خسارت‌های ناشی از فعل یا عمل کارکنان کشتی که به‌عنوان باراتری شناخته می‌شود، می‌تواند خسارات بزرگی به کشتی یا کالا وارد کند (دستباز، ۱۳۸۷). ریسک فاکتورهای شناسایی شده در بخش باربری و حمل بار دریایی در جدول زیر خلاصه و دسته‌بندی شده است.

جدول ۱. ریسک فاکتورهای باربری دریایی

محموله		وسیله حمل			عوامل انسانی		فرآیند حمل و بارگیری	
نوع بار	نوع بسته بندی	ویژگی‌های بار	ویژگی‌های وسیله حمل	سابقه خسارتی بیمه‌گذار	قابلیت خدمه کشتی	مدیریت موسسه حمل	جزئیات ترانسشیمنت/ پار تیشیمنت بارگیری	تخلیه و بارگیری
محصولات خام، نیمه تمام، تمام‌شده	کانتینر (کانتیر سرباز/ کانتینر معمولی)	حالت بار (جامد، مایع، گاز)	سن وسیله حمل	تعداد خسارت رخ داده	میزان تخصص کاپیتان	مسافت حمل	مشخص بودن یا نامشخص بودن وسیله نقلیه	شرایط گمرک
محموله فله	غیر کانتینر (جعبه، کیسه، کارتن، ...)	اندازه (ابعاد، وزن، حجم)	حدود و ظرفیت هر حمل	ارزش خسارت رخ داده	میزان تخصص متصدیان حمل	زمان حمل (فصل)	زمان دقیق انتقال کالا	شرایط ترمینال‌های تخلیه و بارگیری



فرآیند حمل و بارگیری			عوامل انسانی		وسیله حمل		محموله	
						کشتی و داشتن گواهینامه صلاحیت دریانوردی و تاریخ انقضای اعتبار این گواهینامه		سرمایه‌ای
						مجهز بودن وسایل نقلیه به دستگاه‌های جابه‌جایی		کالاهای حجیم
								کالاهای نمایشگاهی
								نمونه‌های اولیه

محیط دریایی به دلیل شرایط جوی نامساعد، ترافیک فشرده، خطرات ناشی از خرابکاری، حملات دزدان دریایی و اشتباهات انسانی، با ریسک‌های متعددی مواجه است که می‌تواند منجر به خسارات مالی بزرگی به بدنه و ماشین‌آلات کشتی‌ها شود. فرایند ارزیابی ریسک شامل تحلیل جامع عواملی است که می‌توانند بر ایمنی کشتی و تجهیزات آن تأثیر بگذارند. این عوامل شامل ویژگی‌های فنی کشتی، عمر مفید، سابقه تعمیر و نگهداری، شرایط عملیاتی، نوع محموله، مسیرهای دریانوردی و تجربه خدمه هستند. همچنین، فناوری‌های نوین مانند سیستم‌های نظارت پیشرفته و داده‌کاوی، امکان ارزیابی دقیق‌تر و پیش‌بینی بهتر ریسک‌ها را فراهم کرده‌اند. تحولات در قوانین بین‌المللی و استانداردهای ایمنی نیز نیاز به بازبینی مداوم در فرایند ارزیابی ریسک را ضروری می‌سازد.

در مطالعه‌ای توسط ون و همکاران (۲۰۱۹)، برای تجزیه و تحلیل سیستماتیک عوامل خطر در زنجیره تأمین دریایی، ارزیابی عواملی همچون مهارت نیروی انسانی، تجهیزات،

قابلیت اطمینان فنی، تأخیر در پرداخت خدمه و فسخ قراردادها انجام شده است. آکوستا و همکاران (۲۰۱۰) سیستم فازی NIS را برای ارزیابی خطرات تهاجم به محیط‌های دریایی از طریق شناورهای تفریحی معرفی کردند. در این مطالعه، معیارهایی مانند لنگرگاه، نوع کشتی، اجزای کشتی و عیوب آن مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین در ارزیابی ریسک بدنه کشتی، عواملی چون اندازه، مدل، سن، پرچم، سرعت و تاریخ آخرین بازدید کشتی تأثیر گذارند (Adam, 2023). در مطالعات دیگری مانند تحقیق انجام شده توسط علیجانی و همکاران (۱۳۹۶) و ابطحی (۱۳۹۹)، ریسک‌های مرتبط با عوامل انسانی و غیرانسانی (مانند غفلت خدمه، شرایط جوی، نوع شناور و سابقه خسارات) بررسی و ارزیابی شده‌اند. در این تحقیق‌ها، ارزیابی ریسک به وسیله مدل‌های کمی و کیفی انجام شده است. ریسک فاکتورهای شناسایی شده در بخش بدنه و ماشین‌آلات کشتی در جدول زیر خلاصه و دسته بندی شده است.

جدول ۲. ریسک فاکتورهای بدنه و ماشین‌آلات کشتی

عملیات	عوامل انسانی	تجهیزات شناور	ویژگی‌های شناور
حمل و نقل کالای خطرناک	ملیت کارکنان	تجهیزات نجات غریق	نوع مالکیت و کاربری شناور
بازرسی‌ها و کنترل بندر	آموزش کارکنان	قابلیت اطفای حریق	سال ساخت کشتی / سال ساخت موتور
شرایط سیاسی / تجاری / قوانین نظارتی	شیوه‌های کاری و فرآیندها	تجهیزات تعمیرات و نگهداری	تناژ کشتی
تاریخچه تصادفات	وظایف و مسئولیت‌های خدمه	سیستم تشخیص حریق	محل اقامت خدمه
تاریخچه تردد کشتی	مهارت‌های نیروی انسانی	تجهیزات اضطراری	منطقه عرشه
منطقه تجاری (منطقه پرخطر دزدی و قاچاق)	هماهنگی اعضا	تجهیزات الکترونیکی	تیر عرضی / آبخور / نوع دکل
برنامه تعمیرات / تعمیرات بدون برنامه	درجه رهبری	تجهیزات ناوبری	وسایل گرمایشی و روشنایی شناور
هزینه تقریبی تعمیرات	گواهینامه‌ها	سیستم VHS، GPS	ابعاد کشتی

عملیات	عوامل انسانی	تجهیزات شناور	ویژگی‌های شناور
بندری که شناور در آن ثبت شده	عضویت در کلوپ‌ها	تجهیزات دنده‌معکوس	جنس بدنه
تحریم‌ها	تجربه مدیریت در دریانوردی	تعداد پروانه	چگونگی ساخت / کشور سازنده
مسیر و زمان سفر	تحصیلات کارکنان	سیستم امنیتی / دوربین مداربسته	مشخصات موتور (قدرت، تعداد سیلندر)
قابلیت دید و وضعیت آب‌وهوا	اجاره‌کنندگان و تعمیرکاران	سیستم دزدگیر	سوخت
نوع محموله، بارگیری و تخلیه	ماتریس عملیات خدمه (زمان‌بندی)	تجهیزات بی‌سیم شناور	حداکثر سرعت
کل ساعات استفاده شده	پروفایل ریسک خدمه کشتی		قابلیت مانور
محدوده تردد	بارتری کارکنان کشتی		قابلیت پهلوگیری
سابقه عملیات یدک‌کشی	تجربه اداره شناور		قابلیت یدک‌کشی
تواتر بازرسی‌ها	تأخیر در پرداخت خدمه		پرچم شناور
فسخ قراردادها	هدایت شناور توسط افراد دیگر		طبقه‌بندی شناور از حیث تردد (لایتر، ترمپ)
وضعیت ورشکستگی مالک کشتی			حداکثر مسافتی طی شده شناور بدون سوخت‌گیری
اعتبار مالک کشتی			کلاس شناور / موسسه رده‌بندی
نرخ چارتر			
تاریخ آخرین اورهال			
حداکثر تعداد سرنشینان			
سرتیفیکیت			
محل استقرار شناور			

یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در زمینه مدیریت ریسک دریایی، نبود یک چارچوب جامع و یکپارچه برای تحلیل هم‌زمان ریسک فاکتورهای بدنه و ماشین‌آلات کشتی و باربری دریایی است. این شکاف در ادبیات موضوع می‌تواند منجر به ارزیابی ناکافی و ناقص

ریسک‌ها در حمل و نقل دریایی شود و در نهایت به افزایش خطرات مالی و عملیاتی منجر گردد. برای توضیح بیشتر این شکاف، می‌توان چندین بعد مختلف از آن را مورد بررسی قرار داد.

۱. عدم یکپارچگی در ارزیابی ریسک‌ها

۲. تأثیرات نامشخص و غیر قطعی

۳. لزوم چارچوب‌های جامع برای مدیریت ریسک

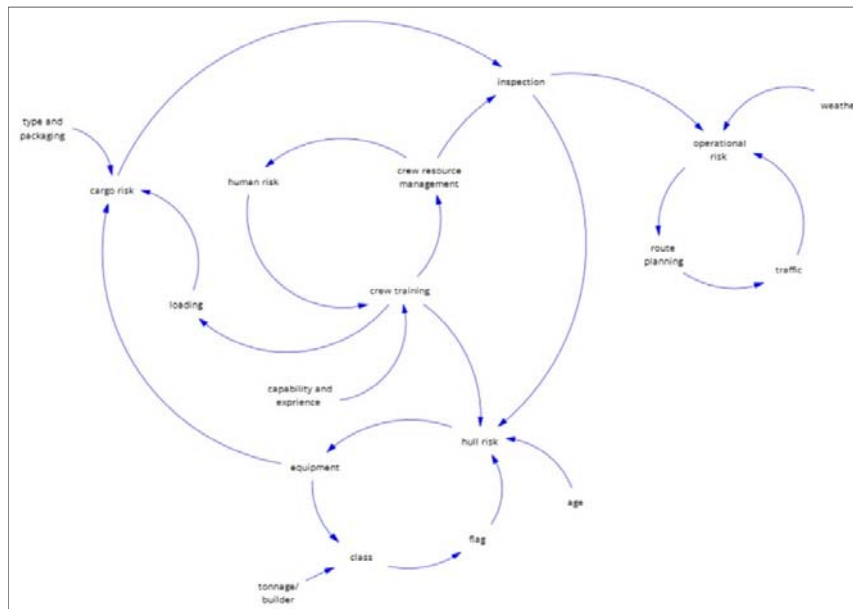
در مجموع، شکاف‌های موجود در تحلیل هم‌زمان ریسک‌های بدنه و ماشین‌آلات کشتی و باربری دریایی، نیاز به توسعه چارچوب‌های تحلیلی جامع و پویاتر دارد که قادر به تحلیل ریسک‌ها به صورت هم‌زمان و در تعامل با یکدیگر باشند. این امر می‌تواند به کاهش عدم قطعیت‌ها، بهبود مدل‌های پیش‌بینی و افزایش کارایی و دقت در مدیریت ریسک‌ها کمک کند.

### روش‌شناسی و داده‌های تحقیق

استفاده از سیستم‌های پویا در این مدل‌سازی، به ما امکان می‌دهد تا روابط پیچیده و غیرخطی بین فاکتورهای ریسک را به طور جامع در نظر بگیریم. مدل توسعه یافته شامل حلقه‌های بازخورد مثبت و منفی است که نشان‌دهنده تأثیرات متقابل فاکتورها بر یکدیگر در طول زمان می‌باشد. سیستم‌های پویا به ما امکان می‌دهند تا رفتار سیستم را در بازه‌های زمانی مختلف شبیه‌سازی کنیم و الگوهای پویای ریسک‌ها را درک نماییم. این امر به پیش‌بینی روندهای آینده و تصمیم‌گیری‌های استراتژیک کمک می‌کند. با تحلیل حلقه‌های بازخورد و ساختار سیستم، می‌توانیم فاکتورهایی را شناسایی کنیم که تغییرات کوچک در آن‌ها تأثیرات بزرگی بر کل سیستم دارند. این اطلاعات برای تدوین راهبردهای مؤثر در کاهش ریسک حیاتی است.

در ادامه پژوهش برای درک بهتر ساختار و دینامیک سیستم، از نمودارهای علت و معلولی و نمودارهای جریان استفاده شده است. این نمودارها به شناسایی روابط متقابل بین عوامل مختلف ریسک و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بر یکدیگر کمک می‌کنند.

در مدل پیشنهادی، نمودار علت و معلولی برای نمایش روابط بین ریسک کشتی، ریسک باربری دریایی، ریسک انسانی و ریسک عملیاتی استفاده شده است. این نمودار به شناسایی و تحلیل تعاملات بین عوامل مختلف مانند سن کشتی، تجربه خدمه، کیفیت تجهیزات، نوع بار و شرایط محیطی کمک می‌کند. مزایای استفاده از نمودار علت و معلولی عبارت است از: شناسایی روابط کلیدی و کمک به درک عمیق‌تر از چگونگی تأثیر متغیرها بر یکدیگر. این نمودار شامل متغیرها و روابط علی بین آنها است که می‌تواند حلقه‌های بازخورد مثبت (تقویت‌کننده) یا منفی (متعادل‌کننده) را تشکیل دهد.



نمودار ۲. نمودار علت و معلولی

حلقه‌های تعریف‌شده در این نمودار به شرح ذیل است.

- حلقه‌های بازخورد مثبت:
- ۱. سن کشتی و ریسک کشتی:
- افزایش سن کشتی → کاهش کیفیت ساختاری → افزایش ریسک کشتی → احتمال

بیشتر خرابی‌ها و حوادث → افزایش هزینه‌های تعمیرات و زمان‌های توقف.

۲. ریسک باربری و خسارات مالی:

- افزایش ریسک باربری → احتمال آسیب به بار → خسارات مالی → تأثیر بر اعتبار شرکت → کاهش مشتریان → تأثیر منفی بر درآمد.

• حلقه‌های باز خورد منفی:

۱. تجربه خدمه و ریسک انسانی:

- افزایش تجربه و آموزش خدمه → کاهش خطاهای انسانی → کاهش ریسک انسانی → بهبود ایمنی عملیات.

۲. کیفیت تجهیزات و ریسک کشتی:

- بهبود کیفیت تجهیزات → کاهش احتمال خرابی → کاهش ریسک کشتی → افزایش اعتماد به عملیات.

نمودار جریان ابزار اصلی در مدل‌سازی سیستم‌های پویا است که ساختار کمی سیستم را با نمایش انباره‌ها (Stocks) و جریان‌ها (Flows) نشان می‌دهد. این نمودار به ما امکان می‌دهد تا تغییرات در متغیرهای کلیدی را در طول زمان شبیه‌سازی کرده و رفتار دینامیکی سیستم را تحلیل کنیم.

#### اجزای نمودار جریان

۱. انباره‌ها: (Stocks)

- ریسک کشتی: نمایانگر تجمعی از تمامی مخاطرات مرتبط با کشتی.
- ریسک باربری دریایی: نشان‌دهنده میزان تجمعی مخاطرات مرتبط با بار و حمل و نقل.
- ریسک انسانی: میزان تجمعی مخاطرات ناشی از عوامل انسانی.
- ریسک عملیاتی: تجمعی از مخاطرات مربوط به فرآیندها و عملیات.

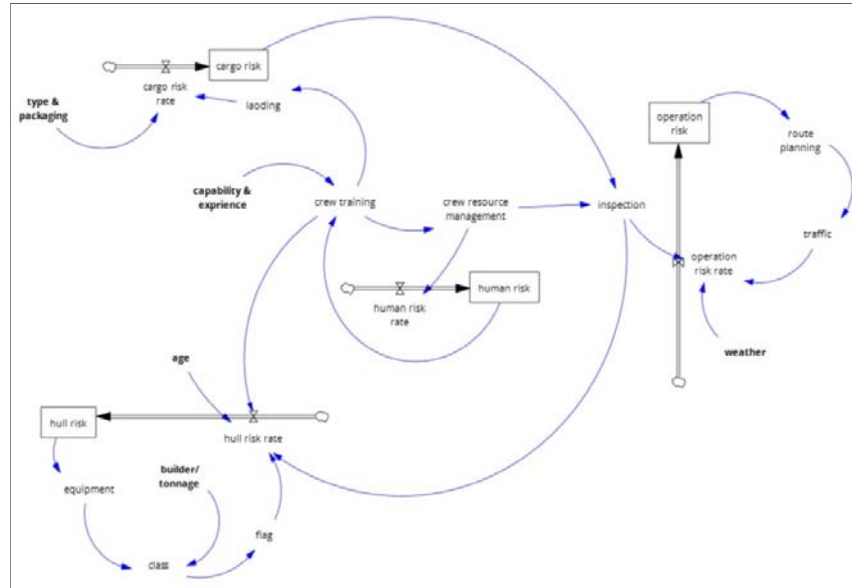
۲. جریان‌ها: (Flows)

- نرخ افزایش ریسک‌ها: ورود ریسک‌های جدید به انباره‌ها بر اساس عوامل تشدیدکننده.

- نرخ کاهش ریسک‌ها: کاهش ریسک‌ها به واسطه اقدامات کنترلی و کاهش‌دهنده.
- ۳. متغیرهای کمکی (Auxiliaries)
- سن کشتی، تجربه خدمه، کیفیت تجهیزات، شرایط محیطی، نوع بار، روش‌های بارگیری و تخلیه، تدابیر ایمنی، برنامه‌های نگهداری و تعمیرات.

### روابط و معادلات اصلی

- ریسک کشتی:
  - نرخ افزایش ریسک کشتی: تابعی از سن کشتی و کاهش کیفیت تجهیزات.
  - نرخ کاهش ریسک کشتی: وابسته به برنامه‌های نگهداری و تعمیرات و بازرسی‌های دوره‌ای.
- ریسک باربری دریایی:
  - نرخ افزایش ریسک باربری: متأثر از نوع بار و روش‌های بارگیری و تخلیه.
  - نرخ کاهش ریسک باربری: ناشی از بهبود فرآیندها و استفاده از تجهیزات مناسب.
- ریسک انسانی:
  - نرخ افزایش ریسک انسانی: مرتبط با کاهش آموزش‌ها و تجربه کم خدمه.
  - نرخ کاهش ریسک انسانی: حاصل از برنامه‌های آموزشی و توسعه مهارت‌ها.



نمودار ۳. نمودار جریان

در مدل یکپارچه مدیریت ریسک دریایی، شناسایی و تحلیل تأثیر متغیرهای برون‌زا بر متغیرهای حالت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این تحلیل به ما امکان می‌دهد تا درک عمیق‌تری از نحوه تأثیرگذاری عوامل خارجی بر ریسک‌های مختلف دریایی به دست آوریم و نقاط حساس سیستم را شناسایی کنیم. در این بخش، به بررسی چهار متغیر برون‌زا شامل سن کشتی، شرایط آب و هوایی، مهارت خدمه و نوع و بسته‌بندی محصول و تحلیل حساسیت آن‌ها نسبت به متغیرهای حالت ریسک کشتی، ریسک باربری، ریسک عملیات و ریسک انسانی می‌پردازیم. اهمیت تحلیل حساسیت نیز در این بخش توضیح داده خواهد شد.

در مدل مدیریت ریسک دریایی، چهار متغیر برون‌زا اصلی مورد بررسی قرار گرفته‌اند

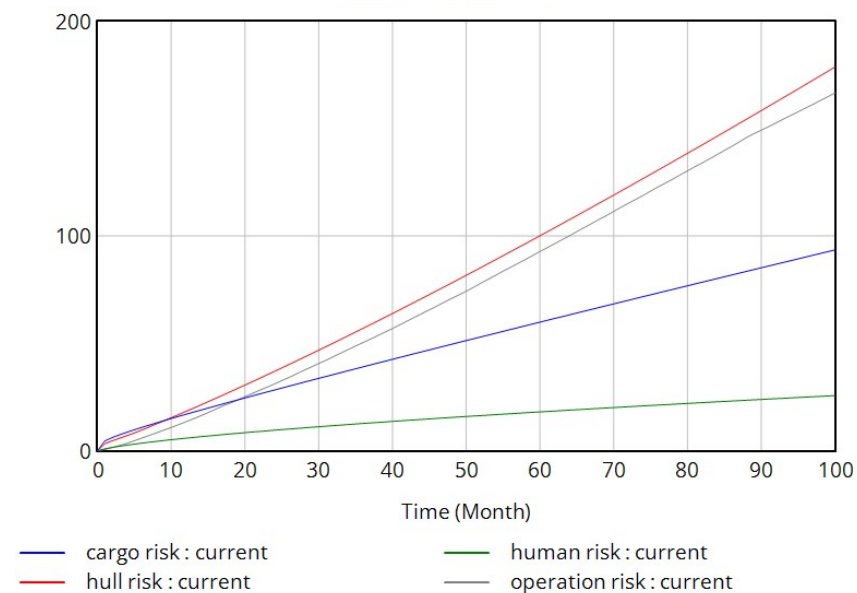
که عبارت‌اند از:

۱. سن کشتی
۲. شرایط آب و هوایی

۳. مهارت خدمه

۴. نوع و بسته‌بندی محصول

برای هر یک از این متغیرها، تحلیل حساسیت انجام شده است تا تأثیر آن‌ها بر متغیرهای حالت شناسایی شود. در ادامه به تفصیل به هر یک از این متغیرها و نتایج تحلیل حساسیت آن‌ها می‌پردازیم. نمودار حالت پایه بدون تغییر متغیرهای برون‌زا به صورت زیر است.



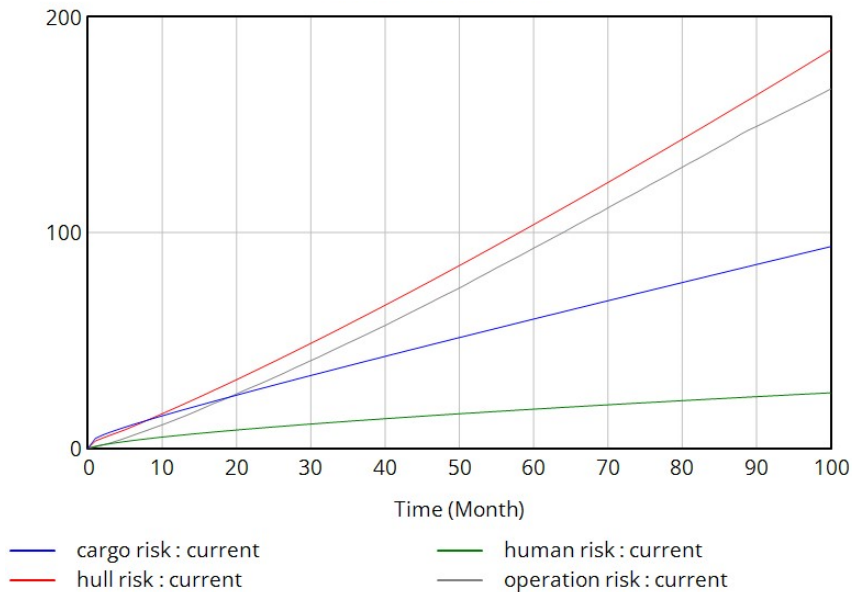
نمودار ۴. حالت پایه ریسک‌ها در طول زمان

سن کشتی یکی از عوامل کلیدی در ارزیابی ریسک‌های دریایی است. کشتی‌های قدیمی‌تر معمولاً با مشکلات فنی بیشتری مواجه هستند که می‌تواند به افزایش ریسک کشتی و باربری منجر شود.

#### تأثیرات سن کشتی بر متغیرهای حالت

- ریسک کشتی: با افزایش سن کشتی، احتمال خرابی‌ها و نقص‌های فنی افزایش می‌یابد که مستقیماً به افزایش ریسک کشتی منجر می‌شود.

- ریسک باربری: کشتی‌های قدیمی‌تر ممکن است ظرفیت حمل و نقل کمتری داشته باشند و احتمال آسیب به بار نیز افزایش یابد.
  - ریسک عملیات: نگهداری و تعمیرات بیشتر برای کشتی‌های قدیمی‌تر نیاز است که می‌تواند هزینه‌ها و زمان‌های توقف عملیات را افزایش دهد.
  - ریسک انسانی: کشتی‌های قدیمی‌تر ممکن است تجهیزات ایمنی ضعیف‌تری داشته باشند که بر ایمنی خدمه تأثیر می‌گذارد.
- با تغییر متغیر سن کشتی نمودارها به صورت زیر تغییر می‌کند.



نمودار ۵. تأثیر تغییرات سن کشتی

همان‌طور که مشاهده می‌شود، متغیر سن کشتی در بازه‌های نرمال تأثیر چندانی در سایر ریسک فاکتورها ندارد؛ اما باید در نظر داشت که افزایش سن کشتی، ریسک کشتی را به صورت شیفی افزایش می‌دهد که در بلندمدت می‌تواند تأثیر بر روی سایر ریسک‌ها داشته باشد.

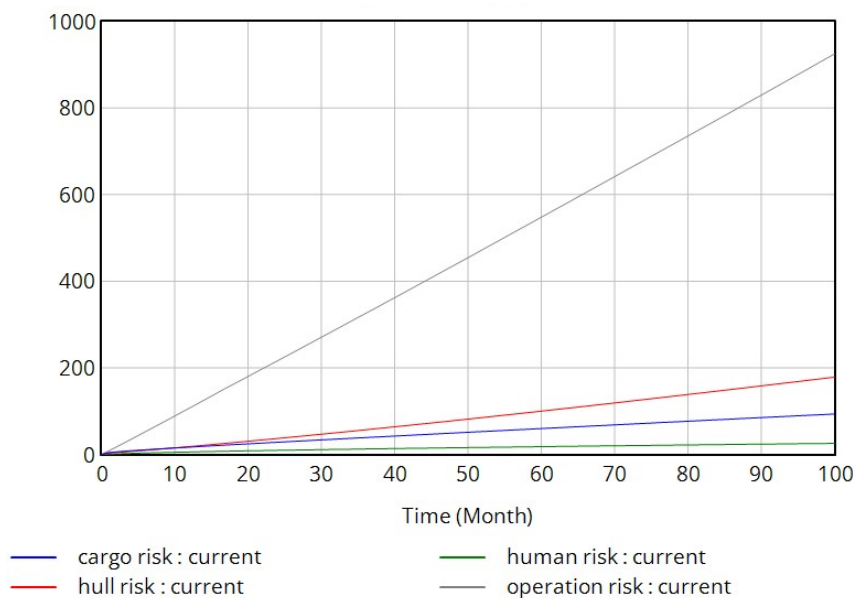
شرایط آب و هوایی نقش مهمی در عملیات دریایی ایفا می‌کند. تغییرات ناگهانی در

شرایط آب و هوایی می‌تواند به افزایش ریسک‌های مختلف منجر شود.

### تأثیرات شرایط آب و هوایی بر متغیرهای حالت

- ریسک کشتی: شرایط آب و هوایی نامساعد مانند طوفان‌ها و امواج بلند می‌تواند به آسیب‌های ساختاری کشتی منجر شود.
- ریسک باربری: بارگیری و تخلیه در شرایط آب و هوایی سخت ممکن است به آسیب‌های بیشتری به بارها منجر شود.
- ریسک عملیات: عملیات در شرایط آب و هوایی نامناسب نیازمند هماهنگی بیشتری است و احتمال خطاها و تأخیرها افزایش می‌یابد.
- ریسک انسانی: شرایط آب و هوایی بد می‌تواند به خطرات بیشتری برای خدمه کشتی منجر شود و ایمنی آن‌ها را تهدید کند.

با تغییر متغیر شرایط آب و هوایی نمودارها به صورت زیر تغییر می‌کند.



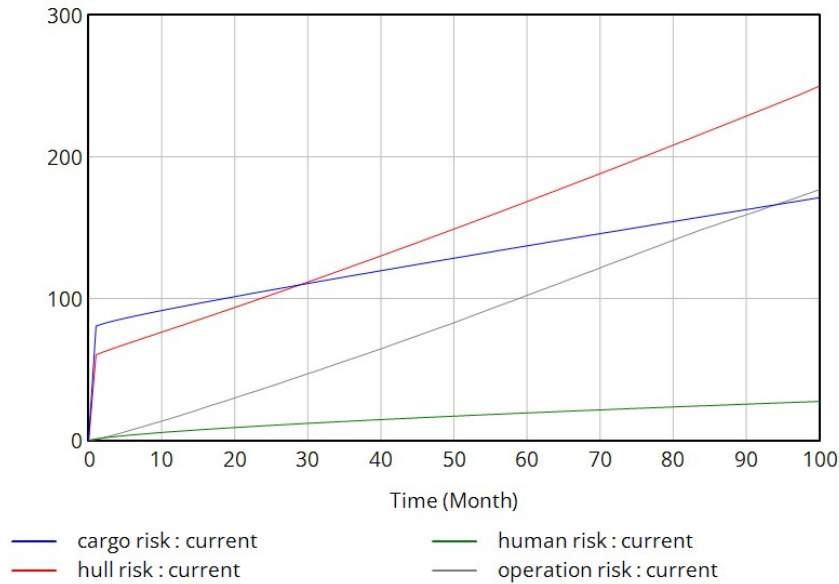
نمودار ۴. تأثیر تغییرات شرایط آب و هوایی

همان‌طور که مشاهده می‌شود، تغییرات شرایط آب و هوایی ریسک عملیات را بسیار بالا می‌برد و این امر با توجه به متغیرهای درون‌زای کاهنده با تأخیر زمانی و با کاهش تأثیر خود را بر روی سایر ریسک‌های می‌گذارد.

مهارت خدمه یکی از عوامل حیاتی در مدیریت ریسک دریایی است. خدمه با تجربه و آموزش دیده می‌توانند به کاهش ریسک‌های انسانی و عملیاتی کمک کنند.

### تأثیرات مهارت خدمه بر متغیرهای حالت

- ریسک انسانی: خدمه با مهارت بالا احتمال خطاهای انسانی را کاهش می‌دهند که به کاهش ریسک انسانی منجر می‌شود.
  - ریسک کشتی: خدمه ماهر می‌توانند در مواقع اضطراری به بهبود وضعیت کشتی کمک کرده و از وقوع حوادث جلوگیری کنند.
  - ریسک باربری: خدمه با تجربه می‌توانند روش‌های بارگیری و تخلیه بهتری را اجرا کنند که به کاهش ریسک باربری منجر می‌شود.
  - ریسک عملیات: خدمه با مهارت بالا می‌توانند عملیات را بهینه‌تر انجام داده و از تأخیرها و مشکلات فنی جلوگیری کنند.
- با تغییر متغیر مهارت خدمه نمودارها به صورت زیر تغییر می‌کند.



نمودار ۷. تأثیر مهارت خدمه

همان‌طور که انتظار می‌رفت، مهارت خدمه تأثیر محسوسی در ریسک کشتی و ریسک باربری دارد. این تأثیر در نمودار با پرش ریسک باربری و ریسک کشتی در ابتدای زمان قابل مشاهده است. این تأثیر به مرور زمان با عملکرد متغیرهای داخلی و حلقه‌های بازدارنده، کاهش پیدا کرده و روند ملایمی را در پیش می‌گیرد.

نوع و بسته‌بندی محصول تأثیر قابل توجهی بر ریسک‌های باربری دریایی دارد. بسته‌بندی نامناسب یا حمل‌ونقل محصولات حساس می‌تواند به افزایش ریسک آسیب به بار منجر شود.

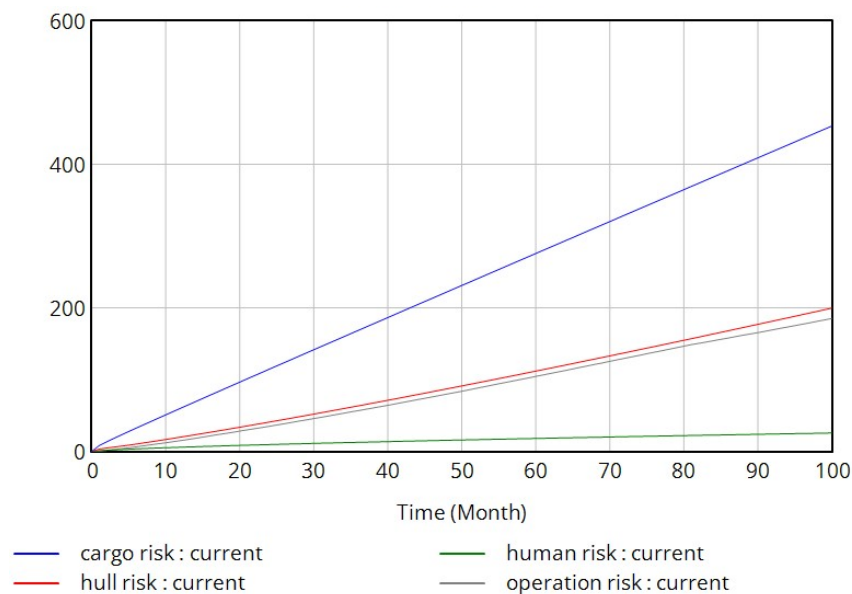
#### تأثیرات نوع و بسته‌بندی محصول بر متغیرهای حالت

- ریسک باربری: نوع بارهای حساس و بسته‌بندی ضعیف احتمال آسیب به بار را افزایش می‌دهد.
- ریسک کشتی: بارهای سنگین یا خطرناک می‌توانند به استحکام کشتی آسیب برسانند.

و ریسک کشتی را افزایش دهند.

- ریسک عملیات: حمل و نقل محصولات خاص نیازمند روش‌های خاصی است که عدم رعایت آن‌ها می‌تواند منجر به تأخیرها و مشکلات عملیاتی شود.
- ریسک انسانی: بارهای خطرناک می‌توانند خطرات بیشتری برای خدمه ایجاد کنند و ایمنی آن‌ها را تهدید کنند.

با تغییر متغیر نوع و بسته‌بندی محصول نمودارها به صورت زیر تغییر می‌کند.



نمودار ۵. تأثیر بسته‌بندی و نوع محصول

همان‌طور که در نمودار قابل مشاهده است، ریسک نوع با و بسته‌بندی آن تأثیر بسیار زیادی روی ریسک بار دارد، به همین ترتیب ریسک کشتی را افزایش می‌دهد، اما تأثیر روی ریسک انسانی ندارد. البته قابل ذکر است که با استفاده از متغیرهای داخلی کاهشدهنده، تأثیر آن روی عملیات کاهش پیدا کرده است.

در نمودارهای زیر به ترتیب تأثیر هر کدام از متغیرهای برون‌زا به صورت کمی بر روی متغیرهای حالت استخراج شده است.



نمودار ۶: تحلیل حساسیت متغیرهای برونزا

### نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، باهدف ارتقاء مدیریت ریسک در صنعت دریایی، یک مدل یکپارچه و پویا برای تحلیل و مدیریت ریسک‌های مختلف دریایی توسعه داده شد. این مدل بر پایه سیستم‌های پویا طراحی شده است تا تعاملات پیچیده و غیرخطی بین عوامل مختلف ریسک را به‌طور جامع موردبررسی قرار دهد. سه گروه اصلی ریسک دریایی شامل ریسک کشتی، ریسک باربری دریایی و ریسک‌های انرژی دریایی شناسایی و فاکتورهای مرتبط با هر یک از این گروه‌ها تعیین گردیدند.

در مرحله بعد، با تمرکز بر دو ریسک اساسی یعنی ریسک کشتی و ریسک باربری دریایی، یک مدل دینامیک سیستم توسعه یافت که از نمودارهای علت و معلولی و نمودارهای جریان بهره برد. این نمودارها به شناسایی و تحلیل روابط علی و حلقه‌های بازخورد بین فاکتورهای مختلف ریسک کمک کردند. همچنین، چهار متغیر برونزا شامل سن کشتی، شرایط آب و هوایی، مهارت خدمه و نوع و بسته‌بندی محصول در مدل گنجانده شدند. برای هر یک از این متغیرهای برونزا، تحلیل حساسیت انجام شد تا تأثیر آن‌ها بر متغیرهای حالت شامل ریسک کشتی، ریسک باربری، ریسک عملیات و ریسک انسانی شناسایی گردد. این تحلیل حساسیت به شناسایی نقاط حساس سیستم و درک بهتر تأثیرات متقابل عوامل مختلف کمک شایانی نمود.

مدل پیشنهادی پویای ریسک فاکتورهای دریایی، با بهره‌گیری از سیستم‌های پویا و ابزارهای تحلیل پیشرفته، توانسته است چارچوبی جامع و انعطاف‌پذیر برای مدیریت ریسک در صنعت دریایی ارائه دهد. این مدل با ترکیب روش‌های کیفی و کمی، امکان تحلیل عمیق‌تر و دقیق‌تری از تعاملات بین عوامل مختلف ریسک را فراهم کرده است. در ادامه، به بررسی نتایج کلیدی و اهمیت این مدل پرداخته می‌شود.

۱. درک بهتر از ساختار ریسک‌ها: مدل توسعه‌یافته با استفاده از نمودارهای علت و معلولی، روابط پیچیده و حلقه‌های بازخورد بین فاکتورهای مختلف ریسک را به‌طور بصری و قابل‌فهمی نمایش داد. این نمودارها به شناسایی عوامل کلیدی و تأثیرات متقابل آن‌ها

کمک کرده و درک بهتری از ساختار کلی ریسک‌های دریایی فراهم نمودند.

۲. تحلیل حساسیت و شناسایی نقاط حساس: انجام تحلیل حساسیت برای چهار متغیر برون‌زا اصلی، نشان داد که هر یک از این متغیرها تأثیرات قابل توجهی بر متغیرهای حالت دارند. به‌عنوان مثال، سن کشتی تأثیر زیادی بر ریسک کشتی و ریسک باربری دارد، درحالی‌که مهارت خدمه می‌تواند به‌طور مستقیم بر ریسک انسانی و ریسک عملیات تأثیر بگذارد. این شناسایی نقاط حساس، امکان تمرکز بر عوامل کلیدی را برای کاهش ریسک‌ها فراهم کرده و تخصیص بهینه منابع را تسهیل می‌کند.

۳. پیش‌بینی رفتار سیستم در طول زمان: مدل دینامیک سیستم امکان شبیه‌سازی رفتار سیستم در بازه‌های زمانی مختلف را فراهم کرده است. این قابلیت به مدیران و تصمیم‌گیرندگان اجازه می‌دهد تا روندهای آینده را پیش‌بینی کرده و تأثیر سیاست‌ها و تصمیمات مدیریتی را بر کاهش یا افزایش ریسک‌ها ارزیابی کنند. به‌این ترتیب، استراتژی‌های مؤثرتری برای مدیریت ریسک‌های دریایی تدوین می‌شود.

۴. بهینه‌سازی تصمیم‌گیری‌های مدیریتی: مدل یکپارچه ارائه‌شده، با ارائه یک دیدگاه جامع و یکپارچه از ریسک‌ها، به مدیران امکان می‌دهد تا تصمیمات بهتری اتخاذ کنند. با درک عمیق‌تر از تأثیرات متقابل عوامل مختلف، مدیران می‌توانند اقدامات پیشگیرانه و برنامه‌های مدیریتی را بهینه‌سازی کرده و از وقوع حوادث و خسارات بزرگ جلوگیری نمایند.

۵. ارتقای ایمنی و کاهش هزینه‌ها: با شناسایی و مدیریت مؤثر ریسک‌ها، مدل پیشنهادی می‌تواند به افزایش ایمنی خدمه و بهبود عملکرد کشتی‌ها کمک کند. همچنین، با کاهش حوادث و خسارات ناشی از ریسک‌ها، هزینه‌های مرتبط با نگهداری، تعمیرات و خسارات مالی نیز کاهش می‌یابد. این امر به صرفه‌جویی در منابع مالی و افزایش بهره‌وری عملیاتی منجر می‌شود.

۶. انعطاف‌پذیری و قابلیت تطبیق با تغییرات محیطی: مدل دینامیک سیستم به دلیل ساختار انعطاف‌پذیر خود، امکان به‌روزرسانی و تنظیم مدل بر اساس تغییرات محیطی، فناوری‌ها و

مقررات جدید را فراهم می‌آورد. این قابلیت به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا با تغییرات سریع در صنعت دریایی سازگار شوند و استراتژی‌های مدیریت ریسک خود را به‌روز نگه دارند. با توجه به پیچیدگی و پویا بودن صنعت دریایی، استفاده از مدل‌های یکپارچه و پویا برای مدیریت ریسک، نه تنها به کاهش حوادث و خسارات کمک می‌کند، بلکه به بهبود کارایی و پایداری عملیاتی نیز منجر می‌شود؛ بنابراین، توسعه و به‌کارگیری چنین مدل‌هایی در صنعت دریایی، اهمیت بالایی دارد و می‌تواند نقش مهمی در ارتقای ایمنی و بهره‌وری این صنعت ایفا نماید.

## منابع

۱. مهدوی، غ.، دقیقی اصلی، ع.، انصاری، ا.، بردال، ز.، صبور، م.، علیجانی، ح.، و بهادر، آ. (۱۳۹۴). *عوامل ریسک و فاکتورهای مؤثر بر محاسبه حق بیمه در رشته بیمه‌های باربری*. تهران: پژوهشکده بیمه.
۲. محمدیان امامی، م. ج. (۱۳۹۰). *اصول و کلیات بیمه باربری و کاربرد آن*. انتشارات جنگل، کمیته ایرانی اتاق بازرگانی بین‌المللی.
۳. دستباز، ه. (۱۳۸۷). *بیمه باربری، کالا، کشتی، هواپیما*. انتشارات دانشکده علوم اقتصادی.
۴. علیجانی، حمید.، خانی زاده، فرید.، بردال، زهرا. (۱۳۹۶ الف). *طراحی الگوی مدیریت ریسک و بیمه در صنعت حمل‌ونقل دریایی*. بیست و چهارمین همایش ملی بیمه و توسعه. تهران: پژوهشکده.
۵. ابطحی، رضا، س. ا.، رشنوادی، عمید، و اکرم. (۲۰۲۰). *شناسایی و رتبه‌بندی عوامل ریسک در رشته بیمه‌های باربری دریایی: یک رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی*. پژوهشنامه بازرگانی، ۲۴(۹۵)، ۱۹۵-۲۲۴.

## References

۶. Akyuz, E. (2015). Quantification of human error probability towards the gas inserting process onboard crude oil tankers. *Safety Science*, 80, ۷۷-۸۶.
۷. Adam, F. F. (2023). Marine hull product risk assessment at a reinsurance company. Paper presented at the 6th International Conference on Vocational Education Applied Science and Technology (ICVEAST ۲۰۲۳).
۸. Allianz Global Corporate and Specialty. (2019). *Safety and shipping review 2019*. May, 52 pages. [WWW] [Accessed 13 March 2020].
۹. Chauvin, C., Lardjane, S., Morel, G., Clostermann, J. P., & Langard, B. (2013). Human and organisational factors in maritime accidents: Analysis of collisions at sea using the HFACS. *Accident Analysis and Prevention*, 59, 26-37.
۱۰. European Maritime Safety Agency. (2010). *Maritime accident review ۲۰۱۰*. (۱-۳۲). [WWW] [Accessed 10 July ۲۰۲۰].
۱۱. International Tanker Owners Pollution Federation. (2020). *Oil tanker spill statistics 2019*. London, 20 pages. [WWW] [Accessed 10 July ۲۰۲۰].
۱۲. United Nations Conference on Trade and Development. (2018). *50 years*

*of review of maritime transport, 1968-2018: Reflecting on the past, exploring the future.* Transport and Trade Facilitation Series N°10, 97 p.

۱۳. Wan, C., Yan, X., Zhang, D., & Yang, Z. (2019). Analysis of risk factors influencing the safety of maritime container supply chains. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 11(6), ۴۷۶-۵۰۷.

استناد به این مقاله: قره خانی، محسن، قره خانی، مرجان، فراهکش، فریال. (۱۴۰۳). مدل‌سازی پویای ریسک در صنعت حمل‌ونقل دریایی: تحلیل جامع ریسک بدنه، ماشین‌آلات کشتی و بار، فصلنامه خدمات دریایی و بندری، ۲ (۵)، ۴۱-۱۱.



Marine and Port Services Journalis licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.