بررسی آموزش فناوری‌های نوین در راستای مدیریت پذیرش کشتی‌های بدون سرنشین (محدودیت‌ها و ظرفیت‌ها) با تاکید بر زیرساخت‌های موجود در بندر امام خمینی

داود تقدس[۱]، همایون یوسفی[۲*]، محمد اسماعیل‌دوست[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه حمل و نقل دریایی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
davoodtaghados@gmail.com
[۲*]دانشیار و عضو هیات علمی، گروه حمل و نقل دریایی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر h.yousefi@kmsu.ac.ir
[۳] استادیار و عضو هیات علمی، گروه مخابرات دریایی، دانشکده مهندسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر m_doust@kmsu.ac.ir

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۶/۱۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۳۰
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۳/۱۱/۰۴

کلمات کلیدی
کشتی های بدون سرنشین
مسائل حقوقی
ایمنی دریایی
بندر امام خمینی
اپراتورهای شایسته

چکیده

در این تحقیق، زیرساخت های موجود بندر امام خمینی جهت پذیرش کشتی‌های بدون سرنشین مورد بررسی قرار می‌گیرند تا محدودیت‌ها و ظرفیت‌های این بندر جهت پذیرش این نوع کشتی ها مشخص شود. تحقیق حاضر از نوع هدف کاربردی و از نظر ماهیت، آمیخته اکتشافی است. با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای ۱۲ عامل اثرگذار در پذیرش شناورهای بدون سرنشین شناسایی شدند و توسط ۹۰ نفر از کارشناسان امور دریایی و بندری مجتمع بندری امام خمینی مورد بررسی قرار گرفتند. ابتدا داده های کیفی از طریق مطالعات کتابخانه ای (مطالعه تحقیقات بین المللی) و مصاحبه با خبرگان تحقیق استخراج شدند. سپس برای جمع‌آوری داده های کمی از روش میدانی و توزیع پرسشنامه محقق ساخته بین جامعه آماری تحقیق استفاده شد. پرسشنامه شامل دو بخش سوالات عمومی و تخصصی است که در بخش تخصصی، ۱۲ سوال مربوط به کشتی های بدون سرنشین و بندر امام خمینی مطرح شدند. در این تحقیق روایی پرسشنامه از طریق نظرسنجی از خبرگان حوزه بندری و دریایی و اساتید دانشگاهی مورد تایید قرار گرفته است. در این تحقیق پایایی پرسشنامه از طریق آزمون آلفای کرونباخ بررسی و تایید شد. تحلیل اولیه با استفاده از آزمون دوجمله ای، ۷ محدودیت و ۵ ظرفیت این بندر را نشان داده است. در بخش اولویت بندی از تکنیک سلسله مراتبی استفاده شد. که نتایج آن نشان داد در میان عوامل گروه ظرفیت، عامل وجود اپراتورهای شایسته برای ناوبری و مدیریت این کشتی ها با امتیاز ۰/۲۳۸ و در میان عوامل گروه محدودیت، عامل وجود مرجع قضایی شایسته در ارتباط با مسائل حقوقی کشتی های بدون سرنشین با امتیاز ۰/۲۶۷ مهمترین عوامل شناسایی شدند.

Investigating the training of new technologies in line with the management of the acceptance of unmanned ships (limitations and capacities) with emphasis on existing infrastructures in Imam Khomeini port

Davood Taghados[1], Homayoun Yousefi[2*], Mohammad Esmaeildoust[3]

[1] MSc in Maritime Transport, Khorramshahr University of Marine Science and Technology
[2]Associate professor for Dep of Maritime Transport, Khorramshahr university of marine science and technology*
[3] Assistant professor for Dep of Marine Communication Engineering, Khorramshahr university of marine science and technology

ARTICLE INFO

Article History:

ABSTRACT

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]
[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

Received: 09 Sep 2024
Accepted: 19 Jan 2025
Available online: 23 Jan 2025

Keywords:
Unmanned ships
Legal issues
Maritime safety
Imam Khomeini Port
Competent operators

The arrival of unmanned ships will definitely increase the safety of navigation, and as a result, various maritime accidents will decrease dramatically. In this research, the existing infrastructures of Imam Khomeini port for accepting unmanned ships are examined in order to determine the limits and capacities of this port to accept these types of ships. The present research is of the type of applied purpose and in terms of its nature, it is mixed exploratory. Using library studies, 12 factors influencing the adoption of unmanned vessels were identified and examined by 90 maritime and port experts of Imam Khomeini Port Complex. Preliminary analysis using binomial test has revealed 7 limitations and 5 capacities of this port. Hierarchical technique was used in the prioritization section. The results of which showed that among the factors of the capacity group, the factor of the existence of competent operators for navigation and management of these ships with a score of 0.238, and among the factors of the restriction group, the factor of the existence of a competent judicial authority in connection with the legal issues of unmanned ships with a score of 0.267 the most important factors were identified.

۱ – مقدمه

امروزه ورود فناوری ها به صنایع مختلف علاوه بر ارتقاء بهره وری، باعث بهبود ایمنی می شود. همچنین، وسایل نقلیه خودران به صنعت کشتیرانی مانند سایر روش های حمل و نقل مانند؛ حمل و نقل هوایی، حمل و نقل عمومی و بخش اتومبیل مورد استفاده قرار می گیرند. مفهوم کشتی بدون سرنشین برای اولین بار در دهه ۱۹۸۰ در کتاب "کشتی‌ها و کشتیرانی فردا" معرفی شد که در آن رولف شونکنخت (نویسنده کتاب) اشاره می‌کند که در آینده کاپیتان‌ها وظایف خود را از یک ساختمان اداری در خشکی انجام خواهند داد و کشتی‌ها با استفاده از کامپیوتر هدایت خواهند شد. از آن زمان، توسعه کشتی‌های خودمختار قابل توجه بوده است و همچنین کاربردهای این کشتی های بدون خدمه، از فعالیت های نقشه برداری و تحقیقات علمی دریایی تا دفاع نظامی را شامل می شود. کشتیرانی به وسیله کشتی های بدون سرنشین به عنوان یک موضوع مورد بحث در مورد آینده حمل و نقل دریایی است و مزایای زیادی برای صاحبان کشتی، صنعت کشتیرانی، محیط زیست و غیره دارد.

معاون مهندسی و توسعه امور زیربنایی سازمان بنادر و دریانوردی با اشاره به اینکه بندر بزرگ امام خمینی(ره) پیشرو در توسعه دریامحور محسوب می‌شود، گفت: امسال سرمایه‌ای بیش از هفت هزار میلیارد تومان در بحث توسعه زیرساخت‌ها، توسعه اراضی بنادر، اسلکه و انتقال دروازه اصلی در مجتمع بندری امام خمینی(ره) اختصاص یافته است. از طرفی مدیرکل بنادر و دریانوردی خوزستان اظهار کرد: با اتفاقی که اکنون رخ داده و اراضی هکتاری را آماده می‌کنیم قطعاً انتظار داریم اگر چالش‌هایی متوجه این پروژه است در سطح استان رفع شود که در جلسه مطرح شد. یکی از پروژه‌ها شهر لجستیکی بندر امام خمینی است که در جلسه امروز مطرح شد و اگر در سطح خوزستان به تصویب برسد یک اقدام شاخص در حوزه حمل و نقل دریایی خواهد بود.

حدود ۹۰ درصد تجارت جهانی توسط صنعت کشتیرانی انجام می شود. حمل و نقل دریایی به عنوان یک شکل امن، اقتصادی و زیست محیطی حمل و نقل تجاری درنظر گرفته می شود. اگرچه افزایش موارد سوانح، توجه عمومی را به ایمنی کشتیرانی جلب می کند، اما آمار نشان می دهد که سوانح دریایی در ۱۰ سال گذشته آهسته اما پیوسته حالت کاهشی است. حمل و نقل دریایی یک حوزه بسیار تنظیم شده است و مقررات آن در دو دهه اخیر تقویت شده است. اصول اصلی زیربنای مقررات کشتیرانی، قوانین ملی هماهنگ بر اساس کنوانسیون ها و قطعنامه‌های بین المللی ارائه شده توسط سازمان جهانی دریانوردی است. در دهه گذشته، صنعت حمل و نقل دریایی تعدادی از اقدامات را با هدف بهبود سطح ایمنی خود (مانند مقررات جدید یا اشکال جدید آموزش یا طراحی شناورهای خودران و نیمه خودران) اجرا کرده است. علیرغم این تکامل، حوادث کشتیرانی و به ویژه تصادم ها، همچنان یک نگرانی عمده باقی مانده است [1].

سوانح دریایی به اشکال و درجات مختلف بر انسان، محیط زیست دریایی، اموال و فعالیت‌های روی کشتی‌ها و ساحل تأثیر نامطلوب می‌گذارد. اثرات تصادفات از جراحات جزئی تا تلفات جانی و از آسیب ناچیز تا آسیب بسیار شدید به محیط زیست و اموال متفاوت است. هزینه تصادفات شامل تلفات و جراحات، خسارت به اموال و محیط زیست، اقدامات پیشگیرانه و افزایش حق بیمه را تشکیل می دهد. هر حادثه کشتیرانی در هر ماهیتی باشد، کابوس هر دریانوردی است. اگر در یک منطقه محدود رخ دهد، مانند یک کانال یا تنگه که در آن ترافیک سنگین است، ممکن است با چندین خطر و همچنین خطرات جدی مواجه شود. از سوی دیگر، یک حادثه بزرگ کشتیرانی از طریق مثلاً ورود آب، حتی بحرانی‌تر می‌شود، بنابراین در صورت تشدید آب و هوای طوفانی یا جریان شدید، احتمالاً پایداری آسیب کشتی را بدتر می‌کند. با این حال، در برخی از حوادث دیگر، به دلیل نشت نفت، موضوع «محیط‌زیستی‌تر» می‌شود.[2] طبق گزارشات منتشر شده توسط محققین مختلف و سازمان جهانی دریانوردی، بیش از ۸۰ درصد سوانح دریایی به دلیل خطای نیروی انسانی رخ داده است. لذا سازمان جهانی دریانوردی اقدام به بهبود سیستم

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]
[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

آموزش دریانوردان کرده است ولی با این وجود هنوز هم سوانح فاجعه بار به دلیل خطای نیروی انسانی رخ می دهد. درنتیجه، حذف خدمه از کشتی ها طی سالیان اخیر توسط شرکت های کشتی سازی از طریق طراحی و تولید کشتی های خودران کلید خورده است [3].

۲- بیان مساله

کشتی‌های بدون سرنشین به کشتی‌هایی گفته می‌شود که قادر به حرکت کنترل‌شده در آب در غیاب خدمه هستند. کشتی از طریق کنترل از راه دور هدایت می‌شود که به موجب آن یک کنترل‌کننده از راه دور مستقر در ساحل از رایانه و دسته کنترل برای حرکت کشتی بدون سرنشین و سیگنال‌دهی با استفاده از ارتباطات رادیویی و ماهواره‌ای استفاده می‌کند[4] . اخیراً آزمایشاتی برای استفاده از کشتی های بدون سرنشین در حمل و نقل کالا آغاز شده است. در سال ۲۰۲۰، کشتی سازی نروژی وارد[1] قرار است کشتی یارا بیرکلند[2] اولین کشتی کانتینری بدون سرنشین جهان را تحویل دهد. سازمان بین‌المللی دریانوردی امیدوار است که چارچوبی اساسی را برای چگونگی تغییر مقررات برای گنجاندن کشتی‌های بدون سرنشین به کار گرفته باشد [5].

سازمان بین المللی دریانوردی، کشتی های بدون سرنشین را بر اساس سطح استقلال آنها طبقه بندی کرده است. سطح اول اتوماسیون برای کشتی‌هایی اعمال می‌شود که دارای فرآیند خودکار و پشتیبانی تصمیم‌گیری هستند، اما دریانوردانی نیز در کشتی آماده هستند تا در صورت نیاز کنترل را به دست بگیرند. سطح دوم اتوماسیون برای کشتی‌هایی اعمال می‌شود که از راه دور از مکان‌های مختلف کنترل می‌شود، اما همیشه دریانوردان در کشتی هستند. سطح سوم اتوماسیون مربوط به یک کشتی کنترل از راه دور بدون هیچ‌گونه دریانوردی در کشتی است. سطح چهارم اتوماسیون مربوط به یک کشتی کاملاً خودمختار است که به موجب آن سیستم عامل کشتی می‌تواند به تنهایی تصمیم گیری و اقدامات را تعیین کند [6]. جنبه کلیدی این موضوع این است که چگونه بنادر باید برای استقبال از کشتی‌های بدون سرنشین سازگار شوند. به‌ویژه، نحوه مانور و پهلوگیری آنان در بنادر چگونه خواهد بود. بنادر کشورمان به دلیل واردات کالا همواره پذیرای کشتی های مختلف می باشد و دور از دهن نیست که کشتی های بدون سرنشین روزی به بنادر کشورمان خواهند آمد. لذا در این تحقیق، زیرساخت های موجود بندر امام خمینی جهت پذیرش کشتی‌های بدون سرنشین مورد بررسی قرار می گیرند تا محدودیت ها و ظرفیت های این بندر جهت پذیرش این نوع کشتی ها مشخص شود.

۳- اهداف تحقیق

هدف این تحقیق، شناسایی محدودیت ها و ظرفیت های پذیرش کشتی های بدون سرنشین با تاکید بر زیرساخت های موجود در بندر امام خمینی می باشد. هدف فرعی این پژوهش، شناسایی بیشترین عامل اثرگذار در پذیرش این نوع کشتی ها ی بدون سرنشین در بندر امام خمینی می باشد.

۴- سوالات تحقیق

۱. محدودیت های پذیرش کشتی های بدون سرنشین با تاکید بر زیرساخت های موجود بندر امام خمینی کدام می‌باشند؟
۲. ظرفیت های پذیرش کشتی های بدون سرنشین با تاکید بر زیرساخت های موجود بندر امام خمینی کدام می‌باشند؟
۳. بیشترین عامل اثرگذار بر پذیرش کشتی های بدون سرنشین با تاکید بر زیرساخت های موجود بندر امام خمینی کدام می‌باشند؟

۵- وضعیت فناوری شناورهای خودران

پنج کشور ساحلی خزر به تناسب توانایی ها و امکانات و ظرفیت های خود در حال تقویت ناوگان دریایی خود در این منطقه می باشند، جمهوری اسلامی ایران جهت حفظ منافع خود در دریای خزر نیاز به تغییر کامل و بنیادی دیدگاهش در نحوه و میزان پشتیبانی از قدرت دریایی کشور به ویژه در بخش شناوری آن دارد. در حال حاضر ضرورت ایجاد تسهیلات بندری در کناره ی خزر جهت یگان های دریایی نظامی و انتظامی، تقویت صنایع دریایی در پایگاه های دریایی استان های گلستان، مازندران و گیلان، بکارگیری شناورهای نوین، افزایش تعداد شناورهای بکارگیری شده، ارتقای تجهیزات و امکانات شناورها، با توجه به توانمندی متخصصان داخلی در زمینه طراحی، ساخت و تولید شناورهای نوین و جدید به نحوی که این صنایع بتوانند نیازمندی های ناوگان های نظامی و غیرنظامی کشور در دریای خزر را مطابق با استانداردهای روز دنیا تامین کنند، کاملا محسوس می باشد[7].

تقریباً دو سوم زمین توسط اقیانوس ها پوشیده شده است، اما نسبتاً مقدار زیادی از این منطقه به طور کامل کاوش نشده است. تغییرات اقلیمی، ناهنجاری‌های زیست‌محیطی، نیازهای پرسنلی و مسائل امنیت ملی، همگی منجر به تقاضای شدید جوامع تجاری، علمی و نظامی برای توسعه شناورهای بدون سرنشین شده است که به عنوان شناورهای خودران نیز شناخته می‌شوند. معمولاً فقط از شناورهای نیمه خودران به جای شناورهای کاملاً خودران به دلیل چالش‌های موجود در عملکردهای هدایت خودکار و قابل اعتماد، ناوبری و کنترل، شرایط عملیاتی متفاوت در مواجهه با محیط های پیچیده و

[1] VARD

[2] Yara Birkeland

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

خطرناک و نقص سنسور، محرک و ارتباط استفاده می‌شود. به منظور به حداقل رساندن نیاز به کنترل انسانی و پیامدهای عملکرد مؤثر، ایمن و قابل اعتماد وسایل نقلیه خودکار به دلیل خطای انسانی، توسعه بیشتر وسایل نقلیه کاملاً خودکار مورد نیاز است [8].

شناورهای خودران را می توان به عنوان شناورهای بدون سرنشین تعریف کرد که وظایف خود را در محیط‌های مختلف درهم و برهم و بدون دخالت انسانی انجام می دهند و اساساً دینامیک بسیار غیرخطی از خود نشان می‌دهند[9]. به منظور تحقق مزایای خودکارسازی، یک وسیله نقلیه باید بتواند مستقل از نظارت مداوم اپراتور عمل کند. استفاده از شناورهای خودکار خطر بالقوه ای برای ایمنی دیگران و از دست دادن اموال دارد. سطح فناوری فعلی این نوع وسایل مستلزم نظارت مداوم توسط اپراتورها برای اطمینان از اجتناب از همه موانع است. یکی از مسائل دشوارتر مربوط به خودرانی، کار در یک محیط بسیار پویا با سایر وسایل نقلیه ای است که توسط انسان اداره می شوند. انسان ها قادر به ایجاد برخی رفتارهای بسیار غیرقابل پیش بینی هستند. بنابراین، سیستم یک شناور خودران باید به اندازه کافی انعطاف پذیر باشد تا بتواند با رویدادها یا موقعیت های غیرقابل پیش بینی مقابله کند و همچنین به اندازه کافی چابک باشد تا بتواند به سرعت به شرایط در حال تغییر واکنش نشان دهد. یک رویکرد تکاملی به برنامه ریزی مسیر قادر به مقابله با این رویدادهای پیش بینی نشده در یک محیط پویا است [10]. بر اساس یک بررسی بازار شناورهای خودکار در سال ۲۰۰۳، برنامه ریزان نیروی دریایی ایالات متحده، این نوع شناورها را بخشی جدایی ناپذیر از نیروی دریایی چابک تر می دانند. آن ها مزایای زیر را در ارتباط با شناورهای خودران شناسایی کرده است [11]:

۱ .خطر را برای پرسنل در ماموریت های پرخطر ساحلی به حداقل رسانده است.

۲ .کم هزینه.

۳ .قدرت محدود نیست.

۴ .محدود به عوامل انسانی نیست.

۵. امکان ارتباط با وسایل نقلیه هم در بالای دریا و هم در زیر دریا.

انتظار می رود توسعه بیشتر شناورهای خودران مزایای فوق العاده ای مانند هزینه های توسعه و بهره برداری کمتر، ایمنی و امنیت پرسنل بهبود یافته، برد عملیاتی (قابلیت اطمینان) و دقت بیشتر، خودکاری بیشتر، و همچنین افزایش انعطاف پذیری در محیط های پیچیده به همراه داشته باشد [11]. معمولاً یک اپراتور برای اجرای عملیات یک شناور خودران، یک اپراتور برای کنترل آن و یکی برای نظارت بر محموله مورد نیاز است. برای اینکه این نوع شناورها واقعاً کارآمد باشند، یک اپراتور باید بتواند چندین نوع از کارکردهای این وسیله را به طور همزمان نظارت کند. توسعه فناوری شناورهای خودران را می توان به جنگ جهانی دوم بازگرداند. این اولین تلاش‌ها عمدتاً برای استفاده از این شناورها از نوع اژدر، برای پاکسازی مین‌ها یا موانع در منطقه موج سواری طراحی شده بودند. در سال ۱۹۴۶ از شناورهای خودران برای جمع آوری نمونه های آب پس از آزمایش اتمی در بیکینی آتول استفاده شد. دیگر استفاده متداول از این نوع شناورها به عنوان قایق های پهپادی هدف برای اهداف آموزشی بوده (و هنوز هم هست). این کشتی ها معمولاً به عنوان قایق های رادیویی کنترل می شدند.

با این حال، اخیراً تمرکز از یک برنامه‌ریزی ساده رادیویی کنترل‌شده برای تمرین هدف، به مأموریت‌های نظارت و شناسایی بسیار پیچیده‌تر تغییر کرده است. حملات به دارایی های دریایی مانند یو اس اس کول (۲۰۰۰)، تانکر نفتی فرانسوی لیمبورگ (۲۰۰۲)، فیلیپین سوپرفری ۱۴ (۲۰۰۴)، و پایانه نفتی خور الامایه (۲۰۰۴)، باعث افزایش علاقه به مبارزه با تروریسم و جنگ ساحلی شده است. دولت بوش، راهبرد ملی برای امنیت دریایی بیان کرده که «زیرساخت‌ها و سیستم‌ها در حوزه دریایی به طور فزاینده‌ای هم به اهداف و هم به ابزارهای بالقوه برای فعالیت‌های خطرناک و غیرقانونی تبدیل شده‌اند». بر اساس گزارش اخیر کنگره آمریکا، تهدید تروریسم دریایی بسیار مهم است و می تواند اشکال مختلفی داشته باشد. این حملات باعث افزایش آگاهی ملی از امنیت دریایی شده است. افزایش آگاهی همراه با پیشرفت فناوری منجر به افزایش توجه در استفاده از فناوری شناورهای خودران برای تلاش‌های ضد تروریسم دریایی شده است [12].

جا دارد اشاره ای به رفتارهای شناورهای نوین و پرسرعت همانند کاتاماران داشته باشیم . در شناورهای پرسرعت، افزایش سرعت شناور باعث ایجاد لیفت هیدرودینامیکی و حرکت هیو مثبت خواهد شد. بر اساس روابط شناورهای پرسرعت، شناور مورد نظر با دستیابی به سرعت ۲,۵ m/s به ناحیه هامپ خواهد رسید و زاویه پیچ شناور نیز به بیشینه مقدار خود میرسد که نشان دهنده ی شروع فاز سرش خواهد بود. اما در عمل نتیجه عکس بوده و در هر دو روش عددی و تجربی، صرفا مقاومت کل به شدت افزایش یافته و لیفت هیدرودینامیکی محسوسی تولید نشده است. افزایش سرعت و عدم ایجاد لیفت هیدرودینامیکی، سبب بالا آمدن آب بر روی سطح شناور و افزایش سطح خیس شده که درنهایت باعث افزایش مقاومت موج سازی خواهد شد. از دلایل عدم ایجاد لیفت هیدرودینامیکی میتوان به هندسه ی U شکل و زیر بدنه ی گرد بدنه های جانبی و عدم وجود ویژگی های یک شناور پر سرعت مانند استپ عرضی، پد هیدرودینامیکی نام برد [13].

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

جدول ۱: کاربردهای بالقوه شناورهای خودران (آکن، ۲۰۱۶)

نوع	کاربرد
تحقیقات علمی	بررسی عمق سنجی؛ پدیده های بیولوژیکی اقیانوس و مهاجرت و تغییرات در اکوسیستم های اصلی. تحقیقات فعالیت های اقیانوسی؛ همکاری چند وسیله نقلیه (کار مشترک بین وسایل نقلیه هوایی، زمینی، سطحی یا زیر آب). به عنوان سکوهای آزمایشی برای آزمایش طراحی بدنه، تجهیزات ارتباطی و حسگر، پیشرانه و سیستم های عامل و همچنین طرح های کنترل
ماموریت های زیست محیطی	پایش محیطی، نمونه برداری و ارزیابی؛ پیشیابی، مدیریت و واکنش اضطراری به فاجعه (مانند سونامی، طوفان، فوران آتشفشان زیردریایی)، اندازه گیری آلودگی و پاکسازی.
اکتشاف منابع اقیانوس‌ها	اکتشافات نفت، گاز و معادن؛ ساخت و نگهداری سکو/خط لوله ساحلی
استفاده های نظامی	نظارت، شناسایی و گشت زنی بندر و ساحلی؛ جستجو و نجات ضد تروریسم / اقدامات ضد مین حفاظت از نیرو؛ پلت فرم تسلیحات از راه دور، هدف گیری قایق های پهپادی
سایر کاربردها	حمل و نقل؛ رله های ارتباطی سیار; سکوی سوخت گیری، وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین، وسایل نقلیه بدون سرنشین زیر آب و سایر وسایل نقلیه سرنشین دار

۵-۱- انگیزه و کار اصلی در ارتباط با شناورهای خودران

پیشرفت آینده شناورهای خودران به توسعه خودرانی کامل بستگی دارد که این نوع وسایل را قادر می سازد در هر محیط بدون ساختار یا غیرقابل پیش بینی بدون نظارت انسان کار کنند. توسعه چنین خودرانی بسیار چالش‌برانگیز است؛ زیرا به نوبه خود نیازمند توسعه کارآمد و قابل اعتماد است. موسسات، دانشگاه ها، مشاغل و ارتش های متعددی در طول دو دهه گذشته شروع به توسعه شناورهای خودران برای کاربردهای مختلف کرده‌اند. توسعه فعلی آن ها ناپخته باقی مانده است. بیشتر شناورهای موجود از این نوع، محدود به پلتفرم های آزمایشی هستند که عمدتاً از شناورهای خودران نسبتاً کوچک با استقلال، استقامت، محموله ها و توان خروجی محدود تشکیل شده اند و همچنان به عملیات از راه دور نیاز دارند. این نوع شناورها در بازارهای تجاری کمیاب هستند و اکثر نمونه های سطح صنعتی هنوز در برنامه های نظامی و تحقیقاتی استفاده می‌شوند [13]. کنترل ایمن و کارآمد شناورهای خودران به شدت به یک سیستم ناوبری مناسب با قابلیت های سنجش، تخمین حالت، درک محیط و آگاهی از موقعیت بستگی دارد [14]:

جدول ۲: مزایا و محدودیت های سنسورهای مختلف با کاربرد در شناورهای خودران (یووانویچ و همکاران، ۲۰۲۲)

سنسور	مزایا	محدودیت ها
رادار[3]	○ برد تشخیص طولانی ○ تصاویر تقریباً در تمام آب و هوا و منطقه وسیع را ارائه می دهد ○ وضوح و دقت عمق بالا.	○ چولگی داده ها به دست آمده از مانورهای چرخشی سریع ○ قابلیت محدود در شناسایی اهداف کوچک و پویا ○ مستعد امواج بالا و بازتاب آب
لیدار[4]	○ تشخیص موانع برد نزدیک ○ وضوح و دقت عمق بالا	○ وجود نویز سنسور و خطاهای کالیبراسیون ○ حساس به محیط و حرکت شناورهای خودران
سونار[5]	○ عدم محدودیت دیداری ○ وضوح و دقت عمق بالا	○ محدوده تشخیص محدود در هر اسکن ○ تحت تاثیر نویز از سطح نزدیک
سیستم دیداری	○ وضوح جانبی و زمانی بالا ○ سادگی و وزن کم	○ وضوح و دقت کم عمق ○ چالش برای پیاده سازی زمان واقعی ○ حساس نسبت به نور و شرایط آب و هوایی
مادون قرمز[6]	○ قابل استفاده در محیط های تاریک ○ مصرف انرژی پایین	○ قابل استفاده در زمان عصر ○ تحت تاثیر تداخل و فاصله
واحد اندازه‌گیری اینرسی	○ اندازه کوچک، کم هزینه و مصرف پایین برق	○ حساس به خطای انباشته شده و محیط مغناطیسی.

[3] RADAR (Radio Detection and Ranging)
[4] Lidar (Light detection and raging)
[5] Sonar
[6] Infrared

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]
[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

سیستم موقعیت‌یاب جهانی[7]	○ اندازه کوچک، کم هزینه و مصرف پایین برق	○ حساس به پناهگاه ها و محیط های مغناطیسی.

۵-۲- مسئولیت کشتی های بدون سرنشین

فن آوری بدون سرنشین آشکارا تعامل انسان با یک کشتی را به حداقل می رساند، اما ممکن است نقص در سیستم‌های تکنولوژیکی ظاهر شود. . در حال حاضر، کشتی بدون سرنشین مای فلور[8]در حال آزمایش است، در حالی که ام وی یارا بیرکلند[9] یک کشتی کانتینری ۱۲۰ TEU در حال حاضر در حال عملیات است. عملکرد این شناورها تا کنون نشان داده است که نقص ماشین آلات یا نرم افزار معیوب ممکن است به راحتی یک کشتی بدون سرنشین را مجبور به انحراف از مسیر خود و برخورد با کشتی دیگر کند. در این صورت، مالک کشتی باید مسئول هرگونه خسارت ناشی از آن تلقی شود و همچنین در صورت عدم تعامل انسانی که در برخی موارد ممکن است به جلوگیری از حادثه کمک کند یا در عوض مالک آن مسئول تلقی شود، مالک ممکن است تمایلی به سرمایه گذاری در کشتی های بدون سرنشین نداشته باشد. متعاقباً، حتی اگر شانس تصادفات از نظر تئوری کاهش یابد، هزینه مسئولیت افزایش می‌یابد و در نتیجه بسیاری از هزینه‌های عملیاتی، مانند بیمه، افزایش می‌یابد که منجر به افزایش کلی در نرخ حمل و نقل می‌شود. این مسئله را می توان با انتقال مسئولیت خرابی یک سیستم از مالک کشتی به سازنده حل کرد، همانطور که در صنعت وسایل نقلیه موتوری بدون سرنشین مشهود است. به طور خاص، در صورت مفقود شدن یا آسیب ناشی از نقص در ماشین آلات یا تجهیزات، مسئولیت باید بر اساس قانون مسئولیت/قابلیت اطمینان محصولات به سازنده محصول منتقل شود، در صورتی که هیچ تقصیری یا سهل انگاری از جانب مالک کشتی یا عوامل آنها وجود نداشته باشد [15].

هنگامی که کشتی در بندر است، ممکن است مشکلاتی به وجود بیاید که قوانین ناوبری یا جنایی نقض شود. مسئولیت در این موارد عمدتاً برعهده خدمه کشتی است و در صورت نقض قوانین کیفری ممکن است منجر به جریمه، بازداشت و حتی زندان شود. در چنین مواردی اگر هیچ خدمه ای در کشتی وجود نداشته باشد و مالک یا اپراتور کشتی در یک کشور دورافتاده باشند، یا اگر کشتی کنترل کننده نداشته باشد و در عوض به طور خودران عمل کند، ممکن است مشکلاتی پیش بیاید. راه حل ممکن است معرفی اپراتوری باشد که در بندر مستقر است و در هنگام بروز نقص در حین پهلوگیری یا بارگیری کالا، نظارت و واکنش نشان می دهد. این امر می تواند منجر به معرفی آموزش و گواهینامه ویژه برای چنین موقعیتی، براساس قوانین بین المللی شود و همچنین میزانی از مسئولیت را تحمیل کند. در صورت تصادم نیز، کشتی های بدون سرنشین به راحتی می توانند با چنین وضعیت نامطلوبی کنار بیایند. در صورت از دست دادن کنترل کشتی به دلیل نامشخص یا به دلیل عملکرد کشتی در حالت خودران، مسئولیت ممکن است نامشخص توسط قانون تشخیص داده شود و قوانین نظارتی یا قراردادی فعلی احتمالاً در صورت باقی ماندن به طور اساسی اساساً ناکافی خواهند بود [16].

همچنین ممکن است زمانی که یک کشتی بدون سرنشین، در حین ناوبری، با کشتی ها یا پرسنل آسیب دیده تعامل داشته باشد، مشکلاتی پیش بیاید. کشتی های بدون سرنشین (بدون خدمه)، مجهز به جلیقه نجات، مواد غذایی یا محل اقامت نخواهند بود. همچنین، حملات دزدان دریایی یا تروریستی را نمی توان به عنوان تهدیدهای احتمالی در طول عملیات کشتی های بدون سرنشین کنار گذاشت. دزدان دریایی حتی ممکن است کشتی های بدون سرنشین را به عنوان اهدافی در دسترس و سودآور درنظر بگیرند. حتی ممکن است انواع جدیدی از دزدی دریایی و تروریسم ظاهر شود. در مورد سرقت سایبری کشتی، هیچ قانون بین‌المللی وجود ندارد که هک کردن سیستم‌های اطلاعاتی و کنترل‌های کشتی را به عنوان یکی دیگر از روش‌های دزدی دریایی توصیف می‌کند [17].

۵-۳- اثرات کشتی های بدون سرنشین

با ظهور کشتی های بدون سرنشین، شاهد تغییراتی در بخش های مختلف حمل و نقل دریایی هستیم که در این بخش مورد بررسی قرار گرفته اند.

۵-۳-۱- اثرگذاری بر قوانین

مسئولیت ها و تعهدات متصدی حمل همچنین موارد معافیت و تحدید مسئولیت آن در کنوانسیون های ویزبی، هامبورگ و روتردام وهمچنین قانون بین المللی لاهه، لاهه-ویزبی، هامبورگو روتردامو همچنین قانون دریایی ایران مورد بررسی قرار گرفت. یافته ها نشان می دهد که به طورکلی، مبنای مسئولیت متصدی حمل و نقل در هر یک از این سه کنوانسیون، در عین اینکه بر زمینه تقصیر قرار گرفته است، متفاوت است. در خصوص مبنای مسئولیت متصدی حمل و نقل در مقررات لاهه و به تبع آن قانون دریایی ایران اختلاف نظر وجود دارد و اکثراً معتقدند بر فرض تقصیر (امارهٔ تقصیر) استوار شده است. در حالی که مسئولیت در مقررات هامبورگ مبتنی بر فرض مسئولیت (امارهٔ مسئولیت) است. مقررات روتردام در عین

[7] GPS (Global Positioning System)
[8] Mayflower
[9] MV Yara Birkeland

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]
[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

اینکه مسئولیت را بر فرض تقصیر استوار ساخته اما به تفصیل بار اثبات دعوی را در هر یک از مراحل اثبات ادعا به طور متعادل میان مدعی و متصدی تقسیم نموده است و لذا میتوان گفت ساختاری نو در اختصاص بار اثبات دعوی و تعیین مبنای مسئولیت بنا نهاده است. از طرفی در خصوص تعیین طرفین دعوی، مقررات الهه و هامبورگ چندان اهتمامی در معرفی این افراد به خرج نداده اند. بر اساس رویه قضایی و مقررات کلی مذکور در این کنوانسیون ها، خواهان دعوی میتواند هر ذی نفعی باشد که از نقض تعهدات متصدی حمل که در این کنوانسیون مقرر شده، متحمل زیان شده باشد [17].

شناورهای خودران بدون شک باید استانداردهای بین المللی را رعایت کنند تا بتوانند به طور ایمن بین کشورها و حتی مناطق بستر دریا خارج از مرزهای ملی کشور محل تردد خود عمل کنند. اگرچه برخی از بخش‌های مقررات کشتی‌های سرنشین‌دار، مانند برخی از بندهای آیین‌نامه مدیریت ایمنی بین‌المللی[1] ممکن است با کشتی‌های بدون سرنشین سازگار باشد، اما نیاز هست تا قوانین مخصوص این نوع کشتی‌ها به وجود آید [18]. درخواستی اخیراً به کمیته ایمنی دریایی ارسال شد تا از ایمنی، امنیت و سلامت محیطی کشتی های بدون سرنشین اطمینان حاصل شود. هدف این درخواست برای وسایل نقلیه سطحی بدون سرنشین[1] تعیین میزان خودرانی است که ممکن است بر چارچوب‌های نظارتی موجود برای رسیدگی به عملیات این نوع شناورها تأثیر بگذارد [18]. سازمان جهانی دریانوردی برای استفاده از کشتی‌های سطحی خودمختار دریایی راهنمایی در ۳ ژوئن ۲۰۲۱ منتشر شد که چهار درجه خودمختاری را تعریف کرده است [19]:

درجه یک: کشتی‌هایی با فرآیندهای خودکار و پشتیبانی تصمیم؛ دریانوردان در کشتی هستند و کنترل عملیاتی و ناوبری کشتی را در اختیار دارند و برخی از فرآیندها خودکار و بدون نظارت هستند.

درجه دو: کشتی های کنترل از راه دور با دریانوردان؛ کشتی از یک مرکز کنترل ساحل با دریانوردان روی کشتی می توانند کنترل کامل کشتی را در دست بگیرند.

درجه سه: کشتی‌های کنترل از راه دور بدون دریانوردان؛ عملیات کشتی از مرکز کنترل ساحل بدون دریانوردی در کشتی.

درجه چهار: کشتی کاملاً خودمختار؛ سیستم عامل کشتی قادر است به طور مستقل ناوبری و کار کند، بدون استفاده از مرکز کنترل ساحل.

در ۲۱ نوامبر ۲۰۲۱، سازمان جهانی دریانوردی اصول رفتار صنعتی وسایل نقلیه سطحی بدون سرنشین در بریتانیا و آیین نامه عملکرد نسخه ۵ را منتشر کرد که در آن شش درجه اتوماسیون در تعداد مساوی از سطوح متمایز شده بود [19] :

سطح صفر: بدون اتوماسیون که در آن تمام جنبه های ناوبری، یعنی فرماندهی کشتی، نظارت و پاسخ به محیط ناوبری و عملکرد مجدد وظایف ناوبری پویا توسط یک گروه خدمه در کشتی انجام می شود. در نتیجه هیچ گونه کنترل از راه دور وجود ندارد و تاسیسات مکانیکی مانند رادار، از ناوبری که صرفاً با مسئولیت مستقیم فرمانده کشتی انجام می‌شود، پشتیبانی می کنند.

سطح ۱: کمک فرمان که در آن ناوبری کشتی توسط یک سیستم اتوماسیون فرمان اجرا می شود در حالی که فرمانده کشتی بقیه وظایف ناوبری را انجام می دهد و انتظار می رود خطرات ناوبری را نظارت و پاسخ دهد.

سطح ۲: اتوماسیون جزئی که در آن فرمان و اتوماسیون کشتی توسط یک سیستم اتوماسیون ناوبری اجرا می شود و فرمانده کشتی مسئول نظارت بر سیستم و اجرای وظایف ناوبری باقی مانده است. تا این سطح، کشتی بدون هیچ نوع کنترل از راه دور (شامل درجه ۱ از مطالعه قبلی سازمان جهانی دریانوردی) هدایت می شود.

سطح ۳: اتوماسیون مشروط که در آن ناوبری توسط یک سیستم اتوماسیون اجرا می شود، از جمله جلوگیری از برخورد، با پذیرش فرمانده کشتی برای مداخله در عملکرد نادرست سیستم و پاسخ مناسب. از این سطح به بعد، نصب سیستم های کنترل از راه دور امکان پذیر است که بر حداقل نیازهای نیروی انسانی یا صلاحیت تأثیر می‌گذارد (شامل درجه ۲ از مطالعه قبلی سازمان جهانی دریانوردی).

سطح ۴: اتوماسیون بالا که در آن سیستم اتوماسیون ناوبری تمام جنبه های دینامیکی ناوبری از جمله عملیات برگشتی را بدون انتظار پاسخ فرمانده کشتی اجرا می کند. مداخله انسانی به شدت محدود به جنبه های ناوبری خاص است (شامل درجه ۳ از مطالعه قبلی سازمان جهانی دریانوردی).

سطح ۵: اتوماسیون کامل که در آن سیستم اتوماسیون ناوبری به تنهایی مسئول تمام وظایف ناوبری پویا است (شامل درجه ۴ از مطالعه قبلی سازمان جهانی دریانوردی).

بدیهی است که در سه سطح اول اتوماسیون، کنترل از راه دور در یک شناور نصب نشده است و سیستم اتوماسیون ناوبری به طور حمایتی برای ناوبری کشتی عمل می کند. در نتیجه، فرمانده کشتی در قبال هرگونه خطای ناوبری کاملاً مسئول است. سطح سوم اتوماسیون بسیار مهم است زیرا ناوبری توسط سیستم اتوماسیون ناوبری نصب شده اجرا می شود، اما مسئولیت خطرات ناوبری برعهده فرمانده کشتی است و درنهایت مسئول پاسخگویی به نقص سیستم است. مسئولیت فقط در سطح ۴ اتوماسیون به مرکز کنترل ساحل منتقل می شود، جایی که سیستم اتوماسیون ناوبری کنترل کشتی را در دست دارد و فرمانده کشتی فقط می تواند مسئول جنبه های

[1] ISM: International Safety Management

[1] Maritime Autonomous Surface Ship

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

ناوبری خاص تلقی شود که به آنها اختصاص داده شده است. درنهایت، در سطح ۵ اتوماسیون، هیچ مسئولیتی برای عنصر انسانی وجود ندارد. عملیات کشتی صرفاً توسط سیستم های خودکار انجام می شود [20].

در ارتباط با کشتی های بدون سرنشین، همه کنوانسیون ها منسوخ به نظر می رسند و استانداردهای نظارتی جدیدی مورد نیاز است. توصیه می شود که همه کمیته ها و کمیته های فرعی سازمان جهانی دریانوردی با استفاده از رویکرد مبتنی بر هدف با یکدیگر همکاری کنند. کمیته ایمنی دریایی اخیراً مجوز تجدید نظر در اصول عمومی را برای تولید استانداردهای مبتنی بر اهداف ایمنی و الزامات عملکردی این نوع شناورها، صادر کرد. کشتیرانی بدون سرنشین یک فناوری جدید است که نیاز به مقررات بین المللی یا هماهنگی بین قوانین نظارتی موجود برای آب های سرزمینی همه کشورها دارد. موضوع بسیار پیچیده ای است؛ زیرا قوانین و مقررات در چندین قرارداد بین المللی در طول یک قرن گذشته یا بیشتر، در برخی موارد پس از سال ها مذاکره انجام شده توسط جامعه بین المللی گنجانده شده است. تا زمانی که اجماع بین‌المللی در مورد تنظیم این فناوری جدید حاصل نشود، این تردید وجود دارد که کشتی‌های خودران در آب‌های بین‌المللی فراتر از آب‌های سرزمینی هر کشوری فعالیت کنند [21].

۵-۳-۲- اثرگذاری بر فناوری

از چالش‌برانگیزترین مسائل در ساخت فناوری کشتی های بدون سرنشین نشان دادن این موضوع است که سیستم‌های خودران حداقل به اندازه سیستم‌های کشتی تحت راهنمایی از طریق مرکز کنترل ساحل کشتی با آگاهی کافی از وضعیت ایمن هستند. سیستم‌های کشتی باید از راه دور توسط اپراتورهای این مرکز، کنترل و مدیریت شوند تا در مواقع اضطراری مانند تلاش‌های نجات یا مانورهای اظطراری، اطلاعات ضروری را از طریق ماهواره در فواصل زمانی کوتاه به دست آورند. اگر سیستم خودران از کار بیفتد، مرکز کنترل ساحل کشتی باید شامل یک سیستم هشدار هوشمند و ظرفیت انتقال به حالت کنترل دستی باشد[22].

۶- جامعه آماری و روش تجزیه و تحلیل داده ها

جامعه آماری تحقیق شامل ۱۰۰ نفر از کارشناسان امور دریایی و بندری مجتمع بندری امام خمینی می باشد، که با توجه به جدول مورگان حجم نمونه ۸۰ نفر به دست آمد. البته پرسشنامه بین تمامی اعضای جامعه آماری پخش گردید. در بخش تحلیل سلسله مراتبی، ۲۰ نفر از جامعه آماری که به موضوع اشرافیت کامل داشتند، انتخاب شدند. در بخش تجزیه و تحلیل از نرم افزارهای اکسل نسخه ۲۰۱۳، SPSSنسخه ۱۹ و PLS نسخه ۲ استفاده شده است. ابتدا مشخصات جمعیت شناختی پاسخ دهندگان (شغل، سابقه کاری و تحصیلات) با استفاده از نمودار فراوانی و جداول توزیع درصد فراوانی مورد بررسی قرار می‌گیرند. سپس، در بخش آمار استنباطی جهت شناسایی محدودیت‌ها و ظرفیت های پذیرش کشتی های بدون سرنشین با تاکید بر زیرساخت های موجود در بندر امام خمینی ابتدا از آزمون کولموگروف-اسمیرینوف برای تعیین ماهیت داده ها استفاده می شود. چنانچه داده ها نرمال بود از آزمون T و چنانچه غیرنرمال بود از آزمون دوجمله‌ای استفاده می شود. در بخش نهایی برای تعیین بیشترین عامل اثرگذار بر پذیرش کشتی های بدون سرنشین با تاکید بر زیرساخت های موجود بندر امام خمینی، تکنیک حداقل مربعات جزیی بکار گرفته می شود. جدول ۳ نتیجه آزمون دوجمله ای را نشان می دهد. عواملی که سطح معنی داری بیشتر از 0.05 باشد نشاندهنده محدودیت بندر امام خمینی و عواملی که سطح معنی داری کمتر از 0.05 باشد نشان دهنده ظرفیت بندر امام خمینی در زمینه پذیرش کشتی های خودران و بدون سرنشین می باشد.

با توجه به جدول ۴ ظرفیت ها و محدودیت های بندر امام در ارتباط با پذیرش کشتی های خودران به صورت زیر می باشد: ظرفیت ها- قابلیت ایجاد مرکز کنترل ساحلی، وجود اپراتورهای شایسته برای ناوبری و مدیریت این کشتی ها، تمایل مالکان کالای استفاده کننده از خدمات بندر به استفاده از این شناورها، عملیات کنترل و بازرسی کشتی ها، تجهیزات تخلیه و بارگیری مناسب کشتی های بدون سرنشین. محدودیت ها- وجود مرجع قضایی شایسته در ارتباط با مسائل حقوقی کشتی های بدون سرنشین، قابلیت ایجاد سیستم یکپارچه برای تعامل ذینفعان این نوع کشتی ها، محدودیت های آبراه داخلی بندر در زمینه الزامات ناوبری، عملکردهای اضطراری و حفاظت از محیط زیست، وجود واحد بسیار توانمند فناوری اطلاعات جهت مقابله با حملات سایبری، میزان هوشمندسازی بندر، وجود قوانین و مقررات ملی در خصوص نحوه پذیرش، ارائه خدمات و تعامل با کشتیهای بدون سرنشین، وجود تجهیزات مناسب و به روز جهت پهلودهی و جداسازی.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

جدول ۳: نتایج آزمون دوجمله ای

عامل	گروه	مشاهدات	سطح معنی‌داری
قابلیت ایجاد مرکز کنترل ساحلی	>۳	۸۱	۰/۰۰۰
	<۳	۹	
وجود اپراتورهای شایسته برای ناوبری و مدیریت این کشتی ها	>۳	۷۳	۰/۰۰۰
	<۳	۱۷	
تمایل مالکان کالای استفاده کننده از خدمات بندر به استفاده از این شناورها	>۳	۷۹	۰/۰۰۰
	<۳	۱۱	
عملیات کنترل و بازرسی کشتی ها	>۳	۸۲	۰/۰۰۰
	<۳	۸	
تجهیزات تخلیه و بارگیری مناسب کشتی های بدون سرنشین	>۳	۷۰	۰/۰۳۴
	<۳	۳۰	
وجود مرجع قضایی شایسته در ارتباط با مسائل حقوقی کشتی‌های بدون سرنشین	>۳	۲۱	۰/۱۴۴
	<۳	۶۹	
قابلیت ایجاد سیستم یکپارچه برای تعامل ذینفعان این نوع کشتی ها	>۳	۱۷	۰/۲۴۱
	<۳	۷۳	
محدودیت های آبراه داخلی بندر در زمینه الزامات ناوبری، عملکردهای اضطراری و حفاظت از محیط زیست	>۳	۱۴	۰/۳۴۳
	<۳	۷۶	
وجود واحد بسیار توانمند فناوری اطلاعات جهت مقابله با حملات سایبری	>۳	۲۵	۰/۱۸۶
	<۳	۶۵	
میزان هوشمندسازی بندر	>۳	۱۱	۰/۴۰۳
	<۳	۷۹	
وجود قوانین و مقررات ملی در خصوص نحوه پذیرش، ارائه خدمات و تعامل با کشتی‌های بدون سرنشین	>۳	۱۹	۰/۳۳۱
	<۳	۷۱	
وجود تجهیزات مناسب و به روز جهت پهلودهی و جداسازی	>۳	۱۵	۰/۱۸۹
	<۳	۸۵	

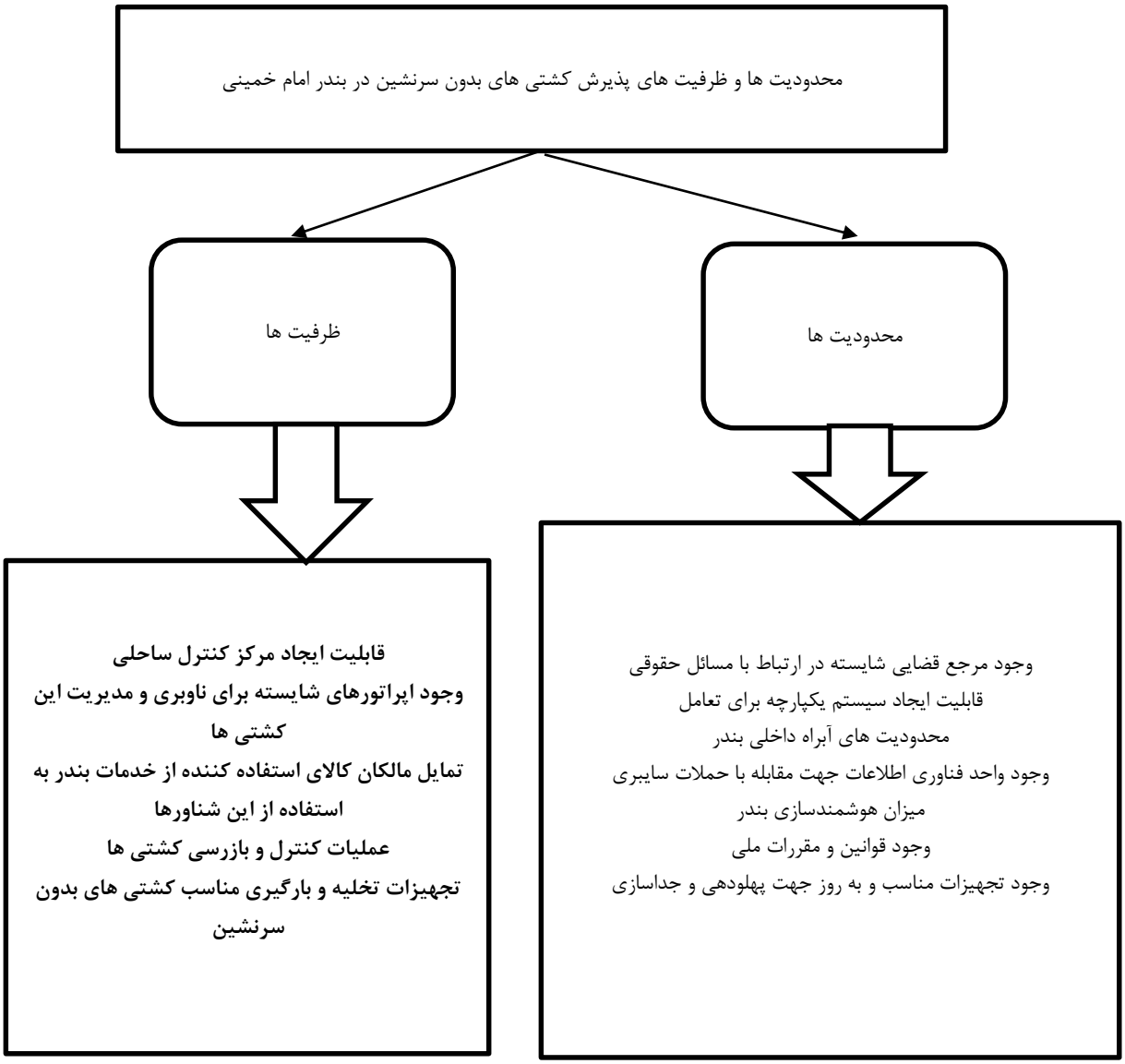
۶-۱- اجرای تکنیک سلسله مراتبی

ابتدا درختچه سلسله مراتبی تحقیق در قالب نمودار.۱ بیان شده است.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

نمودار.۱: درختچه سلسله مراتبی تحقیق



۷- یافته های تحقیق

۷-۱- اولویت بندی ظرفیت ها

A1: قابلیت ایجاد مرکز کنترل ساحلی، A2: وجود اپراتورهای شایسته برای ناوبری و مدیریت این کشتی ها، A3: تمایل مالکان کالای استفاده کننده از خدمات بندر به استفاده از این شناورها، A4: عملیات کنترل و بازرسی کشتی ها، A5: تجهیزات تخلیه و بارگیری مناسب کشتی های بدون سرنشین. در مرحله اول، میانگین حسابی از پاسخ های ۲۰ پرسشنامه پاسخ داده شده توسط خبرگان گرفته شده است که ماحصل آن، ماتریس مقایسه زوجی است (جدول ۴).

سپس، جمع ستون های هر عامل محاسبه شده است (جدول ۵).

در ادامه، مقدار عددی هر خانه ماتریس مقایسات زوجی بر جمع ستون آن تقسیم می شود و ماتریس به هنجار به دست می آید (جدول ۶).

درنهایت با محاسبه میانگین حسابی هر ردیف از ماتریس به هنجار، وزن هر عامل به دست آمد (جدول ۷).

جدول ۴: ماتریس مقایسات زوجی ظرفیت ها

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	۱	۰/۷۹	۰/۹۴	۱/۸۸	۲/۵۵
A2	۱/۲۶۵	۱	۲/۳۷	۱/۲۴	۰/۴۴
A3	۱/۰۶۳	۰/۴۲۱	۱	۲/۷۲	۰/۷۲

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]
[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

A4	۰/۵۳۱	۰/۸۰۶	۰/۳۶۷	۱	۱/۶۸
A5	۰/۳۹۲	۲/۲۷۲	۱/۳۸۸	۰/۵۹۵	۱

جدول۵: جمع ستون ظرفیت ها

	A1	A2	A3	A4	A5
جمع ستون	۴/۲۵۳	۵/۲۹۱	۶/۰۶۶	۷/۴۳۵	۶/۳۹۰

جدول ۶: ماتریس به هنجار ظرفیت ها

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	۰/۲۳۵	۰/۱۴۹	۰/۱۵۵	۰/۲۵۳	۰/۳۹۹
A2	۰/۲۹۷	۰/۱۸۹	۰/۳۹۱	۰/۱۶۶	۰/۰۶۸
A3	۰/۲۵۰	۰/۰۷۹	۰/۱۶۵	۰/۳۶۶	۰/۱۱۲
A4	۰/۱۲۵	۰/۱۵۲	۰/۰۶۰	۰/۱۳۴	۰/۲۶۲
A5	۰/۰۹۲	۰/۴۲۹	۰/۲۲۹	۰/۰۸۰	۰/۱۵۶

جدول ۷: وزن عوامل گروه ظرفیت

ظرفیت ها	وزن
A1	۰/۲۳۸
A2	۰/۲۲۲
A3	۰/۱۹۴
A4	۰/۱۴۷
A5	۰/۱۹۷

۷-۲- اولویت بندی محدودیت ها

A1: وجود مرجع قضایی شایسته در ارتباط با مسائل حقوقی کشتی های بدون سرنشین، A2: وجود واحد بسیار توانمند فناوری اطلاعات جهت مقابله با حملات سایبری، A3: محدودیت های آبراه داخلی بندر در زمینه الزامات ناوبری، عملکردهای اضطراری و حفاظت از محیط زیست، A4: وجود تجهیزات مناسب و به روز جهت پهلودهی و جداسازی، A5: میزان هوشمندسازی بندر، A6: وجود قوانین و مقررات ملی در خصوص نحوه پذیرش، ارائه خدمات و تعامل با کشتیهای بدون سرنشین، A7: قابلیت ایجاد سیستم یکپارچه برای تعامل ذینفعان این نوع کشتی ها. در مرحله اول، میانگین حسابی از پاسخ های ۲۰ پرسشنامه پاسخ داده شده توسط خبرگان گرفته شده است که ماحصل آن، ماتریس مقایسه زوجی است (جدول ۸). سپس، جمع ستون های هر عامل محاسبه شده است (جدول ۹). در ادامه، مقدار عددی هر خانه ماتریس مقایسات زوجی بر جمع ستون آن تقسیم می شود و ماتریس به هنجار به دست می آید (جدول۱۰). درنهایت با محاسبه میانگین حسابی هر ردیف از ماتریس به هنجار، وزن هر عامل به دست آمد (جدول ۱۱).

جدول ۸۱: ماتریس مقایسه زوجی محدودیت ها

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	۱	۲/۹۳۰	۳/۲۶۰	۳/۱۳۰	۳/۲۰	۲/۸۰	۰/۳۰۰
A2	۰/۳۴۱	۱	۱/۸۵۰	۱/۰۸۶	۲/۴۲۰	۱/۵۳۸	۱/۳۹۰
A3	۰/۳۰۶	۰/۵۴۰	۱	۰/۷۱۰	۰/۵۴۰	۱/۳۵۰	۲/۹۱۰
A4	۰/۳۱۹	۰/۹۲۰	۱/۴۰۸	۱	۰/۷۹۰	۰/۸۸۰	۱/۲۹۰
A5	۰/۳۱۲	۰/۴۱۳	۱/۸۵۱	۱/۲۶۵	۱	۲/۷۱۰	۱/۹۴۰
A6	۰/۳۵۱	۰/۶۵۰	۰/۷۴۰	۱/۱۳۶	۰/۳۶۹	۱	۰/۸۳۰
A7	۳/۳۳	۰/۷۱۹	۰/۳۴۳	۰/۷۷۵	۰/۵۱۵	۱/۲۰۴	۱

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

جدول ۹. جمع ستون محدودیت ها

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
جمع ستون	۵/۹۶۷	۷/۱۷۳	۱۰/۴۵۴	۹/۱۰۴	۸/۸۳۴	۱۱/۴۸۳	۹/۶۶۰

جدول ۱۰: ماتریس به هنجار محدودیت ها

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	۰/۱۶۷	۰/۴۰۸	۰/۳۱۱	۰/۳۴۳	۰/۳۶۲	۰/۲۴۳	۰/۰۳۱
A2	۰/۰۵۷	۰/۱۳۹	۰/۱۷۷	۰/۱۱۹	۰/۲۷۴	۰/۱۳۴	۰/۱۴۳
A3	۰/۰۵۱	۰/۰۷۵	۰/۰۹۵	۰/۰۷۸	۰/۰۶۱	۰/۱۱۷	۰/۳۰۱
A4	۰/۰۵۳	۰/۱۲۸	۰/۱۳۴	۰/۱۰۹	۰/۰۸۹	۰/۰۷۶	۰/۱۳۳
A5	۰/۰۵۲	۰/۰۵۷	۰/۱۷۷	۰/۱۳۹	۰/۱۱۳	۰/۲۳۶	۰/۲۰۰
A6	۰/۰۵۹	۰/۰۹۰	۰/۰۷۰	۰/۱۲۴	۰/۰۴۱	۰/۰۸۷	۰/۰۸۵
A7	۰/۵۵۸	۰/۱۰۰	۰/۰۳۲	۰/۰۸۵	۰/۰۵۸	۰/۱۰۴	۰/۱۰۳

جدول ۱۱: وزن عوامل گروه محدودیت

	وزن
A1	۰/۲۶۷
A2	۰/۱۴۸
A3	۰/۱۱۱
A4	۰/۱۰۳
A5	۰/۱۳۹
A6	۰/۰۸۰
A7	۰/۱۴۹

۷-۳- پاسخ به سوالات تحقیق

سوال اول). محدودیت های پذیرش کشتی های بدون سرنشین با تاکید بر زیرساخت های موجود بندر امام خمینی کدام می‌باشند؟

با توجه به نتیجه آزمون دوجمله ای، محدودیت های پذیرش کشتی های بدون سرنشین با تاکید بر زیرساخت‌های موجود بندر امام خمینی عبارت اند از: وجود مرجع قضایی شایسته در ارتباط با مسائل حقوقی کشتی های بدون سرنشین، قابلیت ایجاد سیستم یکپارچه برای تعامل ذینفعان این نوع کشتی ها، محدودیت های آبراه داخلی بندر در زمینه الزامات ناوبری، عملکردهای اضطراری و حفاظت از محیط زیست، وجود واحد بسیار توانمند فناوری اطلاعات جهت مقابله با حملات سایبری، میزان هوشمندسازی بندر

وجود قوانین و مقررات ملی در خصوص نحوه پذیرش، ارائه خدمات و تعامل با کشتیهای بدون سرنشین، وجود تجهیزات مناسب و به روز جهت پهلودهی و جداسازی

سوال دوم). ظرفیت های پذیرش کشتی های بدون سرنشین با تاکید بر زیرساخت‌های موجود بندر امام خمینی کدام می‌باشند؟

با توجه به نتیجه آزمون دوجمله ای، ظرفیت های پذیرش کشتی های بدون سرنشین با تاکید بر زیرساخت‌های موجود بندر امام خمینی عبارت اند از: قابلیت ایجاد مرکز کنترل ساحلی، وجود اپراتورهای شایسته برای ناوبری و مدیریت این کشتی ها، تمایل مالکان کالای استفاده کننده از خدمات بندر به استفاده از این شناورها، عملیات کنترل و بازرسی کشتی ها، تجهیزات تخلیه و بارگیری مناسب کشتی های بدون سرنشین.

سوال سوم). بیشترین عامل اثرگذار بر پذیرش کشتی های بدون سرنشین با تاکید بر زیرساخت های موجود بندر امام خمینی کدام می‌باشند؟

در این بخش از تکنیک سلسله مراتبی استفاده شد که نتایج زیر حاصل شد: در میان عوامل گروه ظرفیت، عامل وجود اپراتورهای شایسته برای ناوبری و مدیریت این کشتی ها با امتیاز ۰,۲۳۸ مهمترین ظرفیت شناسایی شد. مطالعه [4] در ارتباط با عملیات پایدار کشتی های بدون سرنشین تحت قوانین فعلی بین المللی دریایی نشان داد ایمنی عملیات ناوبری و مدیریت این کشتی ها به اپراتورهای آن وابسته است. همچنین [23] در تحقیق خود با موضوع زیه و تحلیل خطر مقدماتی کشتی های سطحی بدون سرنشین دریایی ثابت کردند اپراتورهای این نوع شناورها مسئول درنظر گرفتن تمامی منافع ذینفعان عملیات می باشند و از مسئولیت سنگینی برخوردار هستند. یافته های این بخش از تحقیق با یافته های تحقیقات[3] و [24] مطابقت و همخوانی داشته است. پس از آن، عوامل قابلیت ایجاد مرکز کنترل ساحلی و تجهیزات تخلیه و بارگیری مناسب کشتی های بدون سرنشین با امتیازات ۰,۲۲۲ و ۰,۱۹۷ در اولویت های دوم و سوم قرار گرفتند. عامل عملیات کنترل و بازرسی کشتی ها با امتیاز ۰,۱۴۷، کم اهمیت ترین عامل شناخته

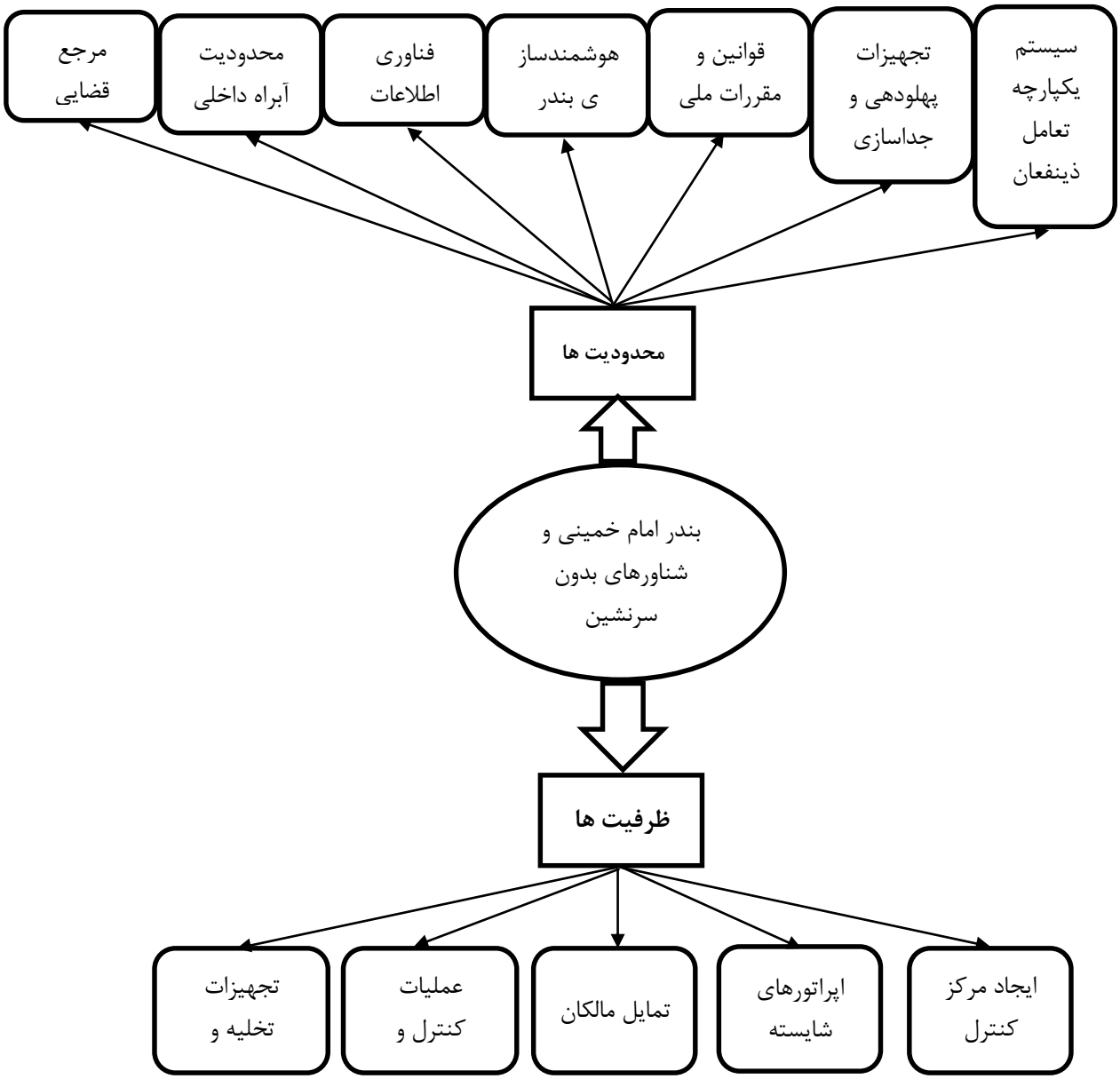
[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

شد. در میان عوامل گروه محدودیت، عامل وجود مرجع قضایی شایسته در ارتباط با مسائل حقوقی کشتی های بدون سرنشین با امتیاز ۰,۲۶۷، مهمترین محدودیت شناسایی شد. مطالعه نوما (۲۰۱۶) نشان داد در کنوانسیون های موجود، مرجع قضایی شایسته در ارتباط با مسائل حقوقی کشتی های بدون سرنشین تعریف نشده است که در صورت بروز حادثه، چالش های حقوقی طولانی به وجود خواهد آمد. تحلیل مسائل قراردادی و مسئولیت های شناورهای بدون سرنشین توسط مرجع قضایی شایسته موضوعی بوده است که توسط [8] مورد بحث قرار گرفت. یافته های این بخش از تحقیق با یافته های تحقیقات[9] و [8] مطابقت و همخوانی داشته است. پس از آن، عوامل قابلیت ایجاد سیستم یکپارچه برای تعامل ذینفعان این نوع کشتی ها و وجود واحد بسیار توانمند فناوری اطلاعات جهت مقابله با حملات سایبری با امتیازات ۰,۱۴۹ و ۰,۱۴۸ در اولویت های دوم و سوم قرار گرفتند. عامل وجود قوانین و مقررات ملی در خصوص نحوه پذیرش، ارائه خدمات و تعامل با کشتی‌های بدون‌سرنشین با امتیاز ۰,۰۸۰، کم اهمیت ترین عامل شناخته شد.

مدل مفهومی پژوهش با توجه به نتایج به دست آمده در قالب نمودار.۲ بیان شده است:

نمودار ۲ : مدل مفهومی پژوهش



[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

۸- نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان داد این بندر در ۵ زمینه دارای ظرفیت و در ۷ زمینه دارای محدودیت می باشد. مهمترین ظرفیت بندر امام خمینی، وجود اپراتورهای شایسته برای ناوبری و مدیریت این کشتی ها می باشد. بندر امام خمینی به عنوان بندر قطب واردات کالاهای اساسی و یکی از بنادر نسل سوم کشور به حساب می آید که روزانه شاهد تردد کشتی های پست پانامکس می باشد. لذا این بندر از نیروی انسانی توانمند در حوزه هدایت و ناوبری کشتی ها برخوردار است.

مهمترین محدودیت بندر امام خمینی، فقدان وجود مرجع قضایی شایسته در ارتباط با مسائل حقوقی کشتی های بدون سرنشین می باشد. همواره زمانی که یک کشتی به آبراه خارجی و داخلی و اسکله یک بندر وارد می شود با انواع مسائل همچون تصادم با شناورهای دیگر یا تجهیزات ناوبری بندر، به گل نشستن و ایجاد آلودگی نفتی مواجه است که هرکدام از آنان نیازمند بررسی های دقیق و گرفتن گزارش از کشتی می باشد. با توجه به آنکه این نوع شناورها فاقد نیروی انسانی هستند، چگونگی جمع آوری اطلاعات و تعیین میزان قصور نیازمند به خبرگان قضایی می باشد که در حال حاضر نه تنها بندر امام خمینی که در تمامی بنادر کشور این ضعف و فقدان وجود دارد. در ارتباط با وجود مرجع قضایی شایسته در ارتباط با مسائل حقوقی کشتی های بدون سرنشین پیشنهاد می شود خبرگان حوزه قضایی استان های ساحلی کشور با کارشناسان خبره و بخش حقوقی کشتیرانی و سازمان بنادر و دریانوردی جلسه هم اندیشی برگزار و دستورالعملی واحد برای بررسی انواع مشکلات قضایی محتمل توسط این نوع کشتی ها وضع شود. در ارتباط با وجود قوانین و مقررات ملی در خصوص نحوه پذیرش، ارائه خدمات و تعامل با کشتی های بدون سرنشین پیشنهاد می شود مسئولان سازمان بنادر و دریانوردی با الگوبرداری از مقررات سازمان جهانی دریانوردی در خصوص شناورهای بدون سرنشین و با بهره گیری از نظرات خبرگان دریایی و بندری و حقوقی، دستورالعمل داخلی برای این نوع شناورها تدوین کنند.

۹- تقدیر و تشکر

با توجه به اینکه تحقیق حاضر حاصل یک پژوهش میدانی است، لذا نویسندگان بر خود لازم می دانند از همه کسانی که در این پژوهش با محققین همکاری لازم را ابراز نمودند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

۱۰- مراجع

1-Burmeister, H.C.; Bruhn, W.; Rødseth, Ø.J.; Porathe, T., (2020), *Autonomous unmanned merchant vessel and its contribution towards the e-Navigation implementation*: The MUNIN perspective. Int. J. E-Navig. Marit. Econ. 1, 1–13.

2- Veal, R. Tsimplis, M. Serdy, A., (2019), *The Legal Status and Operation of Unmanned Maritime Vehicles*. Ocean Development & International Law, 1-26.

3-Moradi, Y., Bachari, L., Ghoharshad, M., Afshari, N., (2020), The role of self-driving ships in reducing human errors and Improving maritime safety. The first engineering and technology conference, Tabriz. (In Persian).

4-Wahlström, M. Hakulinen, J. Karvonen, H. Lindborg, I., (2017), *Human Factors Challenges in Unmanned Ship Operations—Insights from Other Domains*. Procedia Manuf. 3, 1038–1045.

5-Boviatsis, M., Vlachos, G. (2022), Sustainable Operation of Unmanned Ships under Current International Maritime Law. Sustainability, 14, 7369. https://doi.org/10.3390/su14127369.

6-Zhang, D.; Han, Z.; Zhang, K.; Zhang, J.; Zhang, M.; Zhang, F., (2022), Use of Hybrid Causal Logic Method for Preliminary Hazard Analysis of Maritime Autonomous Surface Ships. J. Mar. Sci. Eng. 10, 725.

7-Kiani, J. Jafari, H, (2023), The effect of using new vessels on the security of the borders of the Caspian Sea. The Journal of Marine Engineering, Volume 19, Issue 41 (10-2023), Tehran. (In Persian). https://doi.org/10.61186/marineeng.19.41.134

8- Issa, M.; Ibrahim, H.; Ilinca, A.; Hayyani, M. (2019), A Review and Economic Analysis of Different Emission Reduction Techniques for Marine Diesel Engines. Open J. Mar. Sci. 9, 148–171.

9- Levander, O. (2017), Autonomous ships on the high seas. IEEE Spectr. 54, 26–31.

10-Wróbel, K.; Montewka, J.; Kujala, P., (2022), Towards the development of a system-theoretic model for safety assessment of autonomous merchant vessels. Reliab. Eng. Syst. Saf, 178, 209–224.

11-Poikonen, J. (2020), Technologies for marine situational awareness and autonomous navigation. AAWA Adv. Auton, Waterborne Appl, 15–30.

12- Parsaei, A. Forouzani, H. Binesh, A. (2023), *Experimental and Numerical analysis of an unmanned twin -hull surface vessel (USV) hydrodynamic resistance and behavior*, The Journal of Marine Engineering, Volume 19, Issue 40 (11-2023), Tehran. (In Persian). https://doi.org/10.61186/marineeng.19.40.63

13-Bibuli, M., Caccia, M., Lapierre, L., Bruzzone, G. (2020) *Guidance of unmanned surface vehicles: Experiments in vehicle following*. IEEE Robotics & Automation Magazine, 19(3), 92-102

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]

International Workshops, CyberICPS, SECPRE, SPOSE, and ADIoT, Luxembourg City, Luxembou.

21-Bachari, L., (2018), *Review of international maritime laws governing unmanned ships.* The second international conference on jurisprudence and law, advocacy and social sciences, Hamadan. (In Persian).

22-Healey, A. Horner, D. Kragelund, S. Wring, B., Monarrez, A., (2017), *Collaborative unmanned systems for maritime and port security operations*. Naval Postgraduate School Monterey CA Center for Autonomous Underwater Vehicle Research. DTIC Document.

23- Zhuang, J., (2011), Motion planning of USV based on marine rules. Procedia Engineering, 15, 269-276.

24-Nzengu, Wa. Faivre, Jérôme. Pauwelyn, Ann. Bolbot, Victor., (2021), *Regulatory framework analysis for the unmanned inland waterway vessel*. WMU Journal of Maritime Affairs volume, 20, 357–376.

25-Ringbom, H. Veal, R., (2017), *Unmanned ships and the international regulatory framework*.

26-Veal, R. Tsimplis, M. Serdy, A., (2019), *The Legal Status and Operation of Unmanned Maritime Vehicles*. Ocean Development & International Law, 1-26.

27-Zolich, A.; Palma, D.; Kansanen, K.; Fjørtoft, K.; Sousa, J.; Johansson, K.H.; Jiang, Y.; Dong, H.; Johansen, T.A. (2019) *Survey on communication and networks for autonomous marine systems*. J. Intell. Robot. Syst. 95, 789–813**.**

14- Jovanovi´c, I.; Vladimir, N.; Perˇci´c, M. Koriˇcan, M., (2022), *Effect of potential autonomous short-sea shipping in the Adriatic Sea on the maritime transportation safety*. In Proceedings of the 32nd European Safety and Reliability Conference (ESREL 2022), Dublin, Ireland, 28 August–1 September.

15-Peeters, G.; Kotzé, M.; (2020), An unmanned inland cargo vessel: Design, build, and experiments. Ocean Eng. 201, 107056

16-Edalatfar, I., Shojapourian, S., Mousa Soori, M., (2023), Providing a Solution to Reduce the Responsibility of the Maritime Transportation Operator in Dealing with Presumption of Responsibility., The Journal of Marine Engineering, Volume 19, Issue 41 (12-2023), Tehran. (In Persian). https://doi.org/10.61186/marineeng.19.41.42

17- Jiang, Z.; Zhang, J. (2022), A Prototype Design and Sea Trials of an 11,000 m Autonomous and Remotely-Operated Vehicle Dream Chaser. J. Mar. Sci. Eng, 10, 812.

18-Ramos, M.A.; Utne, I.B.; Mosleh, A. (2019), Collision avoidance on maritime autonomous surface ships: Operators' tasks and human failure events. Saf. Sci.116, 33–44.

19- Ziajka, E. Montewka, J., (2021), Costs and Benefits of Autonomous Shipping—A Literature Review. Appl. Sci, 11, 4553-4569.

20-Amro, A., (2020), Vasileios, G. Katsikas, S. Connect and Protect: *Requirements for Maritime Autonomous Surface Ship in Urban Passenger Transportation*. Computer Security: ESORICS

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-01-30]

[DOI: 10.61186/marineeng.20.44.9]