Journal of Marine Science and Technology

Autumn 2024, Vol. 23, No.3, pp. 55-68.

Available Online: ***http://jmst.kmsu.ac.ir***

Original Article

The evaluation of scientific production in Maritime 4.0

Damoon Razmjooei, Moslem Alimohammadlou *, Habib-Allah Ranaei Kordshouli, Kazem Askarifar

Department of Management, Faculty of Economics, Management and Social science, Shiraz University, Shiraz, Iran.

* **Corresponding Author Email:** mslmaml@shirazu.ac.ir

Received: 6 March 2022 **Revise Date:** 27 April 2022 **Accepted:** 28 May 2022

DOI: 10.22113/jmst.2022.332662.2470

Abstract

The maritime industry, Similar to many other sectors, is adopting Industry 4.0. The implementation of Industry 4.0 presents significant advantages to the marine industry including, creating new value, fostering cooperation between port actors, and reducing operational costs. This paper analyzes the most intellectual structure of Industry 4.0 and maritime research. To identify the main clusters of this research, a document co-citation analysis was applied. Furthermore, the trend of total publications, the most cited authors, Geographical distribution, and cooperation of countries of this domain was analyzed with the help of CiteSpace and Histcite Software packages. The data collected for bibliometric analysis were collected from the web of Science from 2011 to 2021. The results reveal that the number of publications in Maritime 4.0 has significantly increased since 2011 and will continue to grow rapidly in the next few years. Regarding the Geographical Distribution of Publications in the research domain, such publications primarily originate from People R China, the USA, and Italy. According to document co-citation analysis, Digitalization, Artificial intelligence, and Blockchain are the most active clusters of maritime 4.0 research.

Keywords: Industry 4.0, Maritime Transport, Co-citation Analysis

1. INTRODUCTION

The term “Industry 4.0” is a new paradigm first introduced by Germany in 2011. Industry 4.0 results from the integration of information and communication technology with manufacturing and automation technology. Industry 4.0 can impact elements of a sustainable business model. For example, Industry 4.0 can significantly aid in the mass customization of products. By processing big data collected from products, Industry 4.0 can create value and offer new services.

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2. MATERIALS AND METHODS

In order to outline the scientific map of the research area of Industry 4.0 in seaports, initially, among the existing databases, the Web of Science (WOS) database was selected for retrieving scientific outputs. In the second phase, keywords related to the maritime industry were defined and finalized. To this end, by reviewing the literature of past studies, possible keywords related to Industry 4.0 and maritime transportation were extracted and subsequently refined.

3. RESULTS

The number of publications indicates that the concept of Industry 4.0 in the maritime sector is a new and emerging concept. However, scientific outputs in this field have experienced a growing trend. The examination of the fitted curve and the regression line for the changes in the total number of publications indicates that the trend of publishing research on Transport 4.0 will increase rapidly in the coming years. Citation analysis, by identifying the main clusters and the most cited authors within each cluster, leads to a better understanding of the foundational concepts of a research field. This approach helps to illuminate the intellectual structure and highlights key contributors and their influence in the domain.

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

The frequency distribution analysis of scientific productions revealed that research on Industry 4.0 in the maritime sector, despite showing an increasing trend, remains a relatively new concept that is in its early stages.

Based on co-citation analysis, digitalization, artificial intelligence, and blockchain constitute the main concepts driving the research flow in Maritime Transport 4.0. Content analysis of the extracted articles indicates that the predominant focus of Industry 4.0 research in maritime transport is primarily on analyzing specific engineering applications (such as robotics, big data, cloud computing, artificial intelligence, etc.), cyber-physical systems, and interoperability.

However, less attention has been paid to more complex aspects of Industry 4.0, such as the role of humans in the future factory, suitable organizational models, long-term value creation approaches, social implications like individual employment, and sustainability issues. This highlights a gap in the literature that could be addressed in future research endeavors.

مجله علوم وفنون دریایی، فصل نامه ی علمی پژوهشی

دوره ۲۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، صفحات ۵۵ تا ۶۸

مقاله پژوهشی

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

ارزیابی تولیدات علمی صنعت حمل و نقل دریایی ۴,۰

دامون رزمجویی، مسلم علی محمدلو *، حبیب الله رعنایی کردشولی، کاظم عسکریفر

بخش مدیریت، دانشکده اقتصاد مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، ایران

* **نویسنده مسئول، پست الکترونیک:** mslmaml@shirazu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۵ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۱/۰۲/۰۷ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۳/۰۷

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/jmst.2022.332662.2470

چکیده

حمل و نقل دریایی مانند سایر صنایع به دنبال پذیرش و استفاده از فناوری‌های صنعت چهار است. بکارگیری فناوری‌های صنعت چهار مزایایی از قبیل خلق ارزش جدید، افزایش مشارکت بین ذینفعان و کاهش هزینه‌های عملیاتی را دارد. این پژوهش ضمن ارزیابی مبانی فکری و ریشه پژوهش‌های صنعت چهار در حمل و نقل دریایی (حمل و نقل دریایی ۴,۰)، به بررسی شبکه هم تالیفی پژوهشگران، نشریات برتر و توزیع فراوانی تولیدات علمی این زمینه پژوهشی با استفاده از نرم افزارهای سایت اسپیس و هیست سایت می‌پردازد. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل تمامی پژوهش‌های نمایه شده زمینه مذکور در پایگاه وب آو ساینس در بازه زمانی ۲۰۱۱ الی ۲۰۲۱ است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که انتشارات حمل و نقل دریایی ۴,۰، از روند رو به رشدی برخوردار است بطوریکه تولیدات علمی در سال ۲۰۲۱ نسبت به سال ۲۰۱۱، ده برابر افزایش داشته است. کشورهای چین، آمریکا و کره جنوبی به ترتیب بیشترین تولیدات علمی را از طریق همکاری بین المللی در این زمینه پژوهشی داشته‌اند. ارزیابی تحلیل هم استنادی حاکی از آن است که دیجیتالیزیشن، هوش مصنوعی و بلاک چین به ترتیب مفاهیم عمده این جریان علمی را تشکیل می‌دهند.

واژگان کلیدی: صنعت چهار، حمل و نقل دریایی، تحلیل هم استنادی

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

۱. مقدمه

صنعت چهار یک پارادایم جدید است که اولین بار توسط آلمان در سال ۲۰۱۱ ارائه شده است (Sung, 2018). صنعت چهار نتیجه تلفیق اطلاعات و فناوری ارتباطات با تولید و فناوری اتوماسیون هست. سه رکن مهم صنعت چهار عبارتند از :

۱- سامانه‌های سایبر- فیزیکی؛ که رایانه و فرایندهای فیزیکی موجود در کارخانه را به هم وصل می‌کند (ادغام دنیای فیزیکی و مجازی).

۲- اینترنت اشیاء (Internet of Things)؛ جایی‌که همه اشیاء (محصولات، ماشین‌ها، تجهیزات و انسان‌ها) به صورت شبکه‌ای به هم وصل هستند.

۳- اینترنت خدمات؛ ارائه خدمات از طریق شبکه جهانی وب و

۴- کارخانه هوشمند؛ کارخانه‌هایی با سیستم‌های هوشمند و ماشین آلات کاملا مجهز به حسگرها و عملگرها (Hermann et al., 2016).

عمده فناوری‌های صنعت چهار شامل داده‌های بزرگ (Big Data)، ربات‌ها و ماشین‌های خود ران (Autonomous robots and vehicles)، تولید افزوده (Additive Manufactring) / پرینت سه بعدی (3D Printing)، شبیه سازی، واقعیت افزوده (Augmented Reality) و واقعیت مجازی (Virtual Reality)، فناوری‌های ابری، مه و لبه (cloud, fog, and edge technologies)، بلاک چین (Blockchain) ، کارخانه هوشمند، امنیت سایبری (cyber-security)، اینترنت اشیا و اینترنت خدمات (Rüßmann et al., 2015).

صنعت چهار می‌تواند بر عناصر مدل کسب و کار پایدار تاثیرگذار باشد. به عنوان نمونه صنعت چهار می‌تواند کمک شایانی به سفارشی‌سازی انبوه محصولات نماید. صنعت چهار با پردازش داده‌های بزرگ جمع‌آوری شده از محصولات قادر به خلق ارزش و ارائه خدمات جدید خواهد بود. یکی دیگر از منافع صنعت چهار کاهش هزینه‌های داخلی از طریق ترکیب های پیوسته دیجیتالی (Digital End-To-End Integration) است. کانال‌های ارتباطی و نحوه مدیریت روابط با مشتری تحت صنعت چهار تغییر می‌کند. در صنعت چهار، ارزش پیشنهادی تنها بصورت فیزیکی ارائه نمی‌گردد. از طرفی ارتباط دائم مشتری با تولید کننده از طریق گردآوری داده و دستگاه‌های متصل شده، امکان ارائه خدمات بهتر را فراهم می‌کند (Spath et al., 2013). این بدان معنی است که مشتری بخشی از خلق ارزش و یا تولید کننده محسوب می‌شود و ممکن است مسئولیت‌های بیشتری را بر عهده بگیرد (De Man and Strandhagen, 2017).

García et al. (2020) صنعت چهار را یک نگرش تجاری جدید می‌دانند که به تحول پایدار شرکتها نیز کمک می‌کند. به عنوان مثال صنعت چهار با افزایش کارایی فرایند تولید، کاهش ضایعات، کاهش مصرف منابع و افزایش رویه‌های اقتصاد چرخه‌ای، بعد زیست محیطی پایداری و با افزایش رضایت و بهره‌وری کارکنان، بعد اجتماعی پایداری را بهبود می‌دهد. امکان به‌کارگیری صنعت چهاردر کل زنجیره تامین شامل طراحی و توسعه محصول، مدیریت عملیات و لجستیک است. در حال حاضر شرکت‌ها گام‌های اولیه را در استفاده از فناوری‌های چاپ سه بعدی، تولید شبکه‌ای و لجستیک هوشمند برداشته‌اند. تمرکز اصلی صنعت چهار، ترکیب دنیای مجازی و فیزیکی است (Prause, 2015). صنعت حمل و نقل دریایی همچون سایر صنایع در تلاش است که از مزایای صنعت چهار بیشترین بهره را ببرد. به عنوان نمونه بنادر به عنوان بخشی از این صنعت در تلاش هستند با استفاده از دیجیتالی شدن، سرعت و ظرفیت عملیاتی خود را افزایش دهند. بنادر سنگاپور و روتردام از جمله بنادر اثربخشی هستند که از طریق فرایند دیجیتالی شدن، تخلیه و بارگیری سریعتری دارند (Özkanli and Denizhan., 2020). بنادر روتردام و هامبورگ نیز به عنوان بزرگترین بنادر اروپا، بنادر پیشرو در بکارگیری صنعت چهار هستند.

شناخت گسترده تاثیر صنعت چهار (I4.0) بر رفتار، راهبرد، طراحی محصول، تولید، عملیات و خدمات شرکت‌ها منجر به افزایش انتشار مقالات در حوزه تحقیقاتی ترکیب فناوری‌های صنعت چهار/ دیجیتال با سایر صنایع شده است(Rüßmann et al., 2015). تعداد مقالات محدودی به مطالعه ساختار دانش در حوزه صنعت چهار و حمل و نقل دریایی پرداخته‌اند. به عنوان مثال Del Giudice et al. (2021) به بررسی نقش دیجیتالی شدن و فناوری‌های جدید در کاهش اثرات زیست محیطی فعالیت های کشتیرانی و بنادر پرداخته‌اند. آنها در پژوهش خود با استفاده از روش‌های کتاب شناختی و مرور سیستماتیک (Systematic literature review) ،۱۳۲ تولید علمی منتشر شده طی سال های ۱۹۶۹ الی ۲۰۲۰ را تجزیه و تحلیل کردند. Munim et al. (2020) به بررسی کتاب شناختی و تحلیل محتوی ۲۷۹ مطالعه در خصوص کاربرد داده‌های کلان و هوش مصنوعی در صنعت بنادر و حمل و نقل دریایی پرداخته‌اند. داده‌های مورد نظر تحقیق این نویسندگان از پایگاه داده وب آو ساینس استخراج و در نرم افزار R-state مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. Munim et al. (2021) در مطالعه ی دیگر با استفاده از کتاب سنجی، کاربرد داده‌های کلان در صنعت بنادر و حمل و نقل دریایی را مورد بررسی قرار داده‌اند.

Jeevan et al. (2021) در مقاله ای با عنوان " ارزیابی انقلاب صنعتی چهار در سیستم بنادر: تفسیری از تجزیه و تحلیل کتاب شناختی" به ارزیابی وضعیت فعلی کاربرد صنعت چهار در بنادر و دسته بندی عوامل پایدار مهم می پردازند.

ارزیابی پیشینه تحقیق مطالعات کتاب سنجی صنعت چهار در حمل و نقل دریایی نشان می‌دهد که پژوهش‌های موجود یا منحصرا متمرکز بر بخشی از فناوری‌های صنعت چهار هستند و یا به مطالعه ترکیبی صنعت چهار و مسائل محیطی همچون پایداری پرداخته‌اند. تا کنون پژوهش علم سنجی که به مطالعه همه فناوری‌های صنعت چهار در حمل و نقل دریایی پرداخته باشد، انجام نگرفته است. به همین دلیل این مقاله با بررسی ادبیات حوزه تحقیقاتی صنعت چهار در بنادر و به کمک علم سنجی به ساماندهی مقالات، تعین شکاف تحقیقاتی و ارائه مسیر تحقیقاتی آینده صنعت چهار در حمل و نقل دریایی می پردازد.

هدف این مقاله پاسخ به سوال های زیر است:

۱. ادبیات مربوط به دو حوزه صنعت چهار و حمل و نقل دریایی چگونه ادغام می شوند؟ و روند انتشار تولیدات علمی آن چگونه است.

۲. مجله‌های کلیدی، کشورها و پژوهشگران برتر که به پژوهش در زمینه صنعت چهار در حمل و نقل دریایی پرداخته‌اند کدامند و شرکای همکاری آنها چه کسانی بودند؟

۳. پر استناد ترین مقالات کدامند و خوشه بندی شبکه هم استنادی در این زمینه پژوهشی چگونه است؟

۴. در آینده، جریان های اصلی پژوهشی تحقیقات این دو حوزه چه هستند و چه مسیری را طی می کنند؟

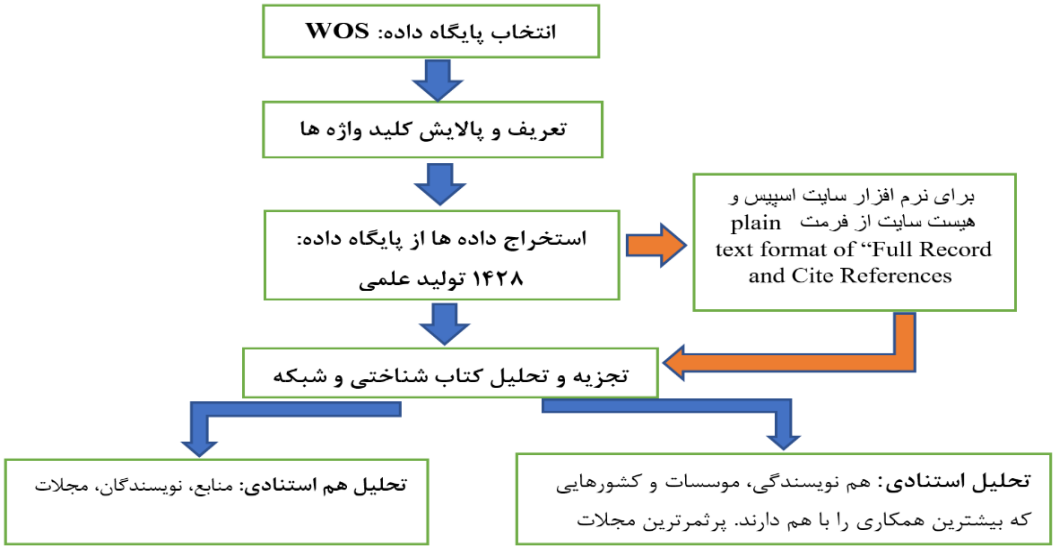
۲. مواد و روش ها

در راستای پاسخ به پرسش‌های ذکر شده و ترسیم نقشه علمی حوزه پژوهشی صنعت چهار در بنادر، ابتدا از بین پایگاه داده‌های موجود، پایگاه داده وب آو ساینس (Web of Science/ WOS) جهت بازیابی تولیدات علمی انتخاب گردید. در مرحله دوم، کلید واژه‌های مرتبط به صنعت حمل و نقل دریایی (Maritime Industry) تعریف و نهایی شدند. بدین منظور با مرور ادبیات پژوهش‌های گذشته کلید واژه‌های ممکن مربوط به صنعت چهار و حمل و نقل دریایی استخراج و پس از پالایش گردید. کلید واژه‌های نهایی مربوط به حمل و نقل دریایی و صنعت چهار در جدول ۱ نشان داده شده است.

در مرحله سوم با درج کلید واژه‌های نهایی جدول (۱) در پایگاه داده وب آو ساینس در ۳۰ دسامبر ۲۰۲۱، در مجموع ۱۴۲۸داده یا همان تولیدات علمی مرتبط به دو حوزه پژوهشی استخراج شدند. در مرحله چهارم با استفاده از نرم افزارهای سایت اسپیس (CiteSpace) و هیست سایت (HistCite) متداولترین فنون علم سنجی شامل تحلیل توصیفی (هم نویسندگی (Co-authorship)، موسسات و کشورهایی که با هم همکاری داشته‌اند)، و تحلیل هم استنادی (Co-Citation) جهت سنجش ویژگی‌ها، روابط و ترسیم نقشه دانش پژوهش‌های صنعت چهار در بنادر پرداخته می شود.

جدول۱- کلید واژه‌های مربوط به حمل و نقل دریایی و صنعت چهار
Table 1- Search strings for maritime and industry 4.0

field	search string keyword
Maritime	seaport* OR Port Or Ports OR "sea-port*" OR "Ship port interface" or "sea- port" OR "short- sea" or "port industry" OR "sea trade" OR Harbor* or Harbour* OR "harbour operation" OR " harbor operation" OR "port operation" OR Maritime* OR ship* OR shipping OR "Short Sea shipping" OR "Ship-port" OR "port generation" OR "Container terminal" OR "container port" OR "container ports" OR "Sea Transport*" OR "Marine Transport*"
Industry 4.0	AND Industry4.0 OR "industry 4.0" OR I4.0 OR "I 4.0" OR "industr* 4.0" OR "fourth industr*" OR " industr* revolution 4.0" OR Digital* OR "Digital Technolog*" OR "Digital* transformation" OR "smart Manufactur*" OR "Smart Factor*" OR "Smart port" OR "Internet of thing*" OR IOT Or "Internet of service*" OR "artificial intelligence" OR "Big Data" OR "Cloud comput*" OR "blockchain" OR "block chain" OR "Cyber-physical systems" OR "virtual reality" OR "Augmented Reality"
AND NOT	"Port number*"



شکل ۱ - روش پژوهش

Fig. 1- the research procedures

فنون علم سنجی ماهیت کمی و عینی دارند که با مرور ادبیات کیفی پژوهش‌های یک حوزه امکان مطالعه ساختار دانش و ترسیم ساختار فکری در آن حوزه تحقیقاتی را فراهم می‌نماید (Agostini and Nosella, 2021). شکل (۱) روش پژوهش این مقاله را به نمایش می گذارد.

۳. نتایج

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از وب آو ساینس از سال ۲۰۱۱ الی دسامبر ۲۰۲۱ حاکی از آن است که در مجموع ۱۴۲۸تولید علمی مرتبط با صنعت چهار در حمل و نقل دریایی (Maritime 4.0) در پایگاه وب آو ساینس نمایه شده است. در این مقاله تنها تولیدات علمی به زبان انگلیسی مد نظر قرار گرفته است. از آنجا که صنعت چهار اولین بار در سال ۲۰۱۱ معرفی شده است، این سال مبنای ارزیابی پایگاه داده انتخاب گردید. روند انتشار تولیدات علمی در بازه مذکور در شکل (۲) نشان داده شده است. تولیدات علمی صنعت چهار در حمل و نقل دریایی از ۳۷ در سال ۲۰۱۱ به ۳۶۲ نشریه در پایان سال ۲۰۲۱ رسیده است.

تعداد انتشارات در شکل (۲) نشان می‌دهد که مفهوم صنعت چهار در حوزه دریایی، مفهومی جدید و نو است. با این حال تولیدات علمی در این زمینه از روند رو به رشدی برخوردار بوده است. تعداد مدارک منتشر شده از ۳۷ عدد در سال ۲۰۱۱ به ۳۶۲ مدرک درسال ۲۰۲۱ افزایش یافته است. نمودار ستونی سمت چپ شکل تعداد انتشارات هر سال بر اساس نوع مدارک منتشر شده نشان را می‌دهد. از بین ۱۴۲۸ مدارک منتشر شده، تعداد ۱۲۸۴ آن را مقاله پژوهشی، ۴۹ عدد مقالات مروری و ۴۸ عدد آن را مقالات در دسترس (Early access) تشکیل داده‌اند. پس از بررسی نتایج فوق با استفاده از منحنی برازش، به منظور شناسایی روند آتی تولیدات علمی در زمینه پژوهشی مورد نظر، فرمول روند تغییرات کل انتشارات (معادله ۱) نیزمحاسبه شده است.

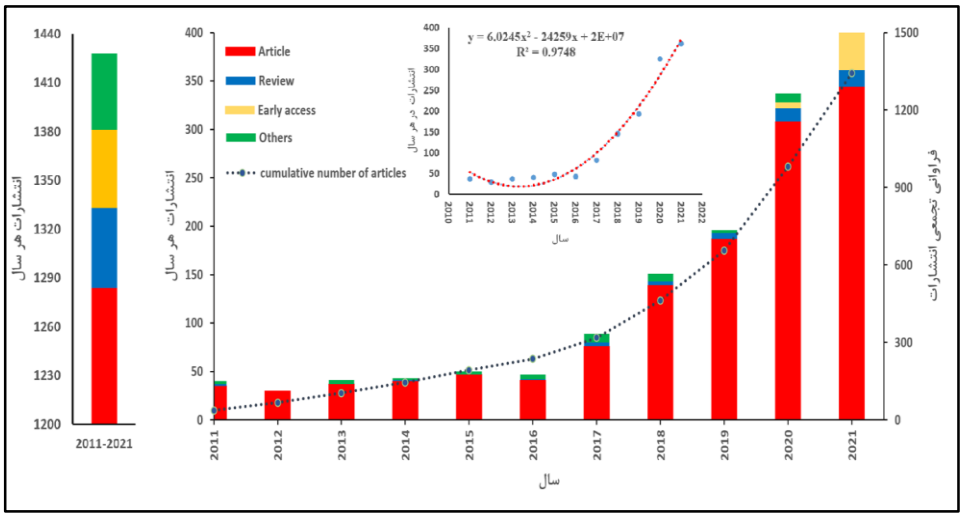
رابطه (۱)

$$y = 6.0245x^2 - 24259x + 2E+07$$

$$R^2 = 0.9748$$

در رابطه (۱)، Y تعداد کل انتشارات در هر سال (Total production) و X سال انتشار را نشان میدهد. مقدار بالای ضریب تعیین (r^2) در این معادله و همچنین عبور خط رگرسیون از تمام نقاط بیانگر میزان احتمال بالای همبستگی میان تعداد کل انتشارات (متغیر وابسته) و سال انتشار (متغیر مستقل) است. به عبارتی مدل دارای قدرت توضیح دهندگی بالایی است بطوریکه ۹۷ درصد تغییرات متغیر تعداد کل انتشارات در هر سال بوسیله متغیر سال انتشار تبیین می شود.

فرمول بالا نشان می‌دهد که روند انتشار پژوهش‌های حمل و نقل ۴,۰ با سرعت بالایی در سال‌های آتی منتشر خواهد شد.



شکل ۲- روند انتشارات صنعت چهار در حوزه حمل و نقل دریایی از ژانویه سال ۲۰۱۱ الی دسامبر ۲۰۲۱.

Fig. 2- Publication Trends on the topic of I4.0 in the maritime field from 2011 to 2021

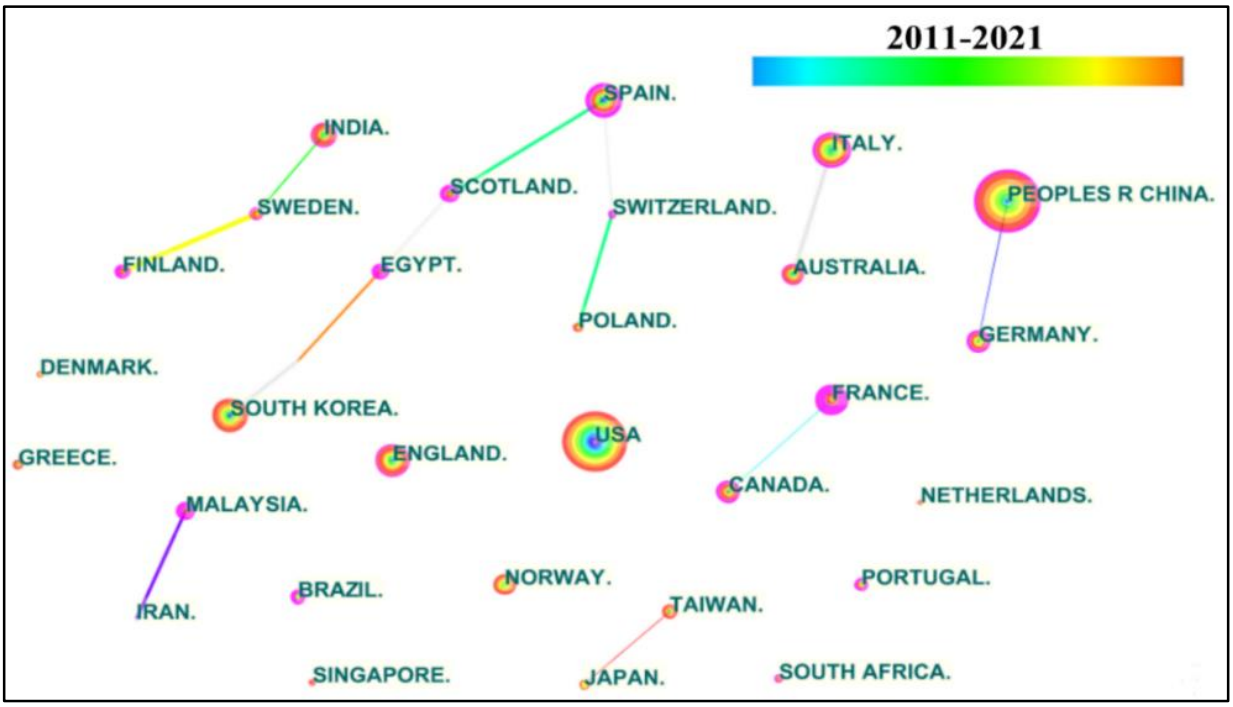
جدول ۲- لیست ۲۰ نشریه برتر تولیدات علمی صنعت چهار در حمل و نقل دریایی

Table 2- List of the Top-20 published journals ranked by the number of publications

Rank	Journals	Total publication		Impact Factor	Country
		Number	percent		
1	Journal of costal research	77	5.6	0.8	US
2	Ocean Engineering	42	3	3.9	UK
3	Sustainability	39	2.8	3.6	Switzerland
4	Journal of Marine Science and Engineering	36	2.6	2.6	Switzerland
5	IEEE internet of things journal	30	2.2	12.3	US
6	Remote Sensing	20	1.4	5.7	Switzerland
7	Maritime Policy and Management	16	1.2	3.7	UK
8	Polish maritime research	11	0.8	1.2	Poland
9	Journal of navigation	10	0.7	2.7	UK
10	Transportation research record	10	0.7	1.8	US
11	Transportation Research Part E-Logistic and Transportation Review	9	0.6	7.1	UK
12	Journal of intelligent & fuzzy systems	8	0.6	1.8	Netherlands
13	Journal of Marine science & technology-Taiwan	8	0.6	0.7	Taiwan
14	Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M	8	0.6	1.9	UK
15	Research in Transportation Business & Management	8	0.6	3.75	Netherlands
16	Ships and Offshore Structures	8	0.6	2	UK
17	International Journal of Production Research	7	0.5	7.2	UK
18	Journal of Ship Production and Design	7	0.5	0.84	US
19	Marine Policy	7	0.5	3.9	UK
20	International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering	6	0.4	3.1	South Korea

به منظور شناسایی نشریات برتر پژوهش‌های صنعت چهار در حمل و نقل دریایی از نرم افزار هیست سایت استفاد شده است. داده-های مورد استفاده در این نرم افزار از پایگاه داده WOS استخراج شده است. نتایج تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که در مجموع ۴۱۳ مجله به انتشار ۱۳۸۷ مقاله مرتبط به زمینه پژوهشی مورد نظر پرداخته‌اند. جدول (۲)، به بررسی جزئیات ۲۰ نشریه برتر حوزه پژوهشی می پردازد. این ۲۰ نشریه، حدودا ۳۲ درصد (۳۹۸ مقاله) مدارک منتشر شده را در برمی‌گیرد.

در راستای ارزیابی نقش کشورها در توسعه مفهوم صنعت چهار در زمینه حمل و نقل دریایی، شبکه هم تالیفی بین کشورها (country cooperation network) با کمک نرم افزار سایت اسپیس در شکل (۳) ترسیم شده است. اندازه دایره‌ها بیانگر تعداد انتشارات کلی یک کشور از طریق مشارکت بین المللی است. دایره بزرگتر نشان دهنده فعالتر بودن آن کشور در عرصه بین‌المللی است. خطوط بین دایره‌ها حاکی از ارتباط بین کشورهاست. هر چه ضخامت خطوط بیشتر باشد، همکاری بین کشورها بیشتر است. رنگ خطوط بین کشورها اشاره به سال ایجاد مشارکت بین دو کشور دارد. با توجه به طیف رنگی بالای شکل، قدیمی تر بودن شکل گیری ارتباط با آبی و ارتباط جدید با نارنجی نشان داده شده است. همانطور که شکل (۳) نشان می‌دهد کشورهای چین، آمریکا و کره جنوبی به ترتیب بیشترین تعداد انتشار را از طریق همکاری بین المللی داشته‌اند. از طرفی کشورهای چین، آمریکا و ایتالیا اولین کشورهایی بودند که در سال ۲۰۱۱ در توسعه صنعت چهار حوزه دریایی نقش داشتند. یکی دیگر از شاخص های ارزیابی اهمیت کشورها (گره ها یا نودها) در نقشه‌های علم‌سنجی، مرکزیت بینابینی (Betweenness Centerality) است. این شاخص محاسبه می کند که چه تعداد از نودهای شبکه برای ارتباط سریعتر با هم (با واسطه کمتر) به این گره نیاز دارند. هر چه بینابینی گره زیاد تر باشد یعنی اینکه گره در مکان راهبردی تری قرار گرفته است. در شکل (۳) کشورهایی مثل فرانسه، مصر و مالزی با بیشترین مرکزیت بینابینی با رنگ صورتی نشان داده شده‌اند. همکاری بین المللی ده کشور برتر با توجه به دو معیار میزان انتشار و مرکزیت بینابینی در جدول ۳ و ۴ درج شده‌اند.



شکل ۳- نقشه شبکه هم تالیفی کشورها از سال ۲۰۱۱ الی ۲۰۲۱ بر اساس بازه زمانی یک ساله

Fig. 3- The co-authorship network map of countries from 2011 to 2021 based on 1-year slices.

جدول ۳- ده کشور برتر شبکه هم تالیفی بین کشورها (رتبه بندی بر اساس تعداد انتشارات)

Table 3- Top 10 countries according to the cooperation network of the articles (ranked by number of publications)

Rank	Countries	TP	BC
1	People R China	369	0.4
2	USA	187	0.04
3	South Korea	90	0.00
4	England	86	0.11
5	Italy	81	0.25
6	Spain	63	0.52
7	India	54	0.11
8	Norway	53	0.00
9	Canada	49	0.22
10	Germany	48	0.34

Notes: TP: is the Acronym for Total publication; represents the number of publications of the country. BC represents the betweenness centrality of the country.

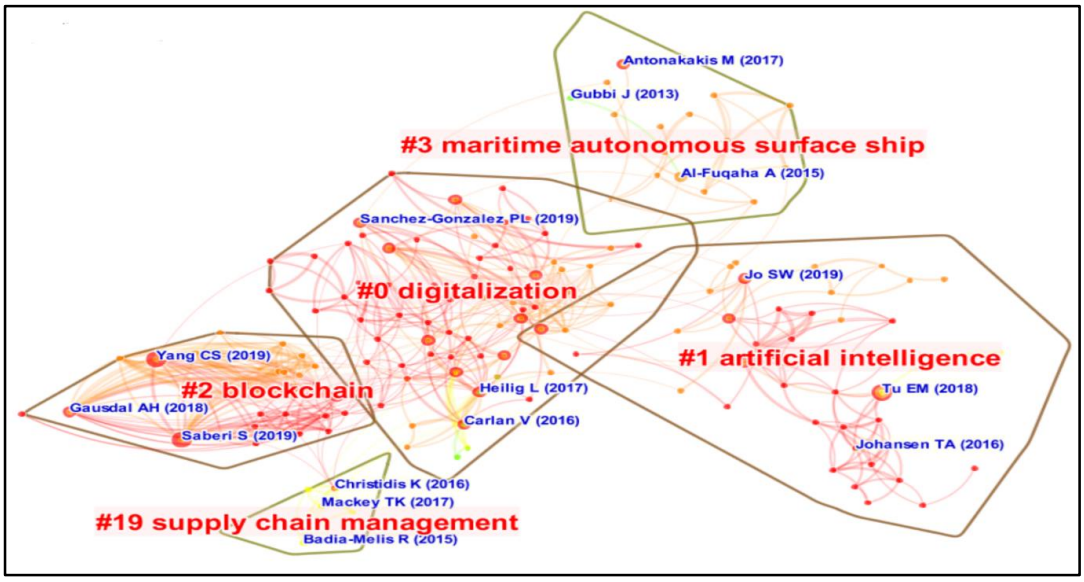
جدول٤- ده کشور برتر شبکه هم تالیفی بین کشورها (رتبه بندی بر اساس مرکزیت بینابینی)

Table 4- BC and Turning points of the country cooperation network (ranked by BC)

Rank	Countries	BC	TP	Rank	Countries	BC	TP
1	France	1.13	34	6	Spain	0.52	63
2	Egypt	0.72	16	7	Brazil	0.43	16
3	Malaysia	0.7	19	8	People R China	0.4	369
4	Finland	0.6	13	9	Switzerland	0.39	13
5	Scotland	0.58	27	10	Germany	0.34	48

Notes: BC represents the betweenness centrality of the subject category. TP: is the Acronym for Total publication; represents the number of publications of the country.

یکی دیگر از روش های سنجش ارتباط میان داده های علم سنجی، تحلیل هم استنادی (Co-citation Analysis) است. این تحلیل معیاری است که نشان می‌دهد دو یا چند مقاله با هم مورد استناد قرار می‌گیرند (Garfield, 1988). بر خلاف روش زوج کتاب شناختی که دیدگاهی آینده‌نگر و رو به جلو دارد، تحلیل هم استنادی رویکردی گذشته نگر دارد که به ریشه و عقبه یک جریان علمی می پردازد. این روش برای شناسایی مفاهیم و آثار بدوی یک جریان پژوهشی بکار گرفته می‌شود (Belussi et al., 2019). با استفاده از تحلیل هم استنادی میتوان روابط بین نویسندگان، مجله ها، یا مدارک را آشکار ساخت. این مقاله با استفاده از نرم افزار سایت اسپیس به تحلیل هم استنادی مدارک (Reference /Document co-citation) می پردازد. خروجی نرم افزار که در شکل (۴) نشان داده شده است شامل ۱۱۱۴ گره و ۲۲۱۹ لینک و ۵ خوشه اصلی است. یک خوشه شامل گروهی از مقاله‌ها (داده‌ها) است بطوریکه مقاله‌ها در هر خوشه بالاترین درجه شباهت را در یک حوزه پژوهشی دارا بوده و از طرفی کمترین ارتباط یا عدم شباهت را با مقاله‌های سایر خوشه‌ها دارند(Radicchi et al., 2004).



شکل ٤- نمای پنج خوشه شبکه هم استنادی مدارک بر اساس برش زمانی یک ساله

Fig. 4- five Cluster view of the document co-citation network based on 1-year slices

معیارهای متفاوتی برای ارزیابی صحت نتایج خوشه بندی وجود دارند. معیار پیمانگی (modularity (Q)) و معیار میانگین نیمرخ (mean silhouette (S)) به عنوان دو معیار ارزیابی کیفیت خوشه بندی استفاده می‌گردد. مقدار این دو معیار بین ۱- تا ۱+ تغییر می کند. معیار پیمانگی، خوشه بندی را از نظر ساختاری ارزیابی می‌کند. برای معیار پیمانگی مقدار بین ۴/. تا ۸/. حاکی از کیفیت بالای خوشه بندی است. معیار میانگین نیمرخ مشخص می‌کند که پراکندگی داده‌ها در خوشه ها به چه صورت است. مقدار نزدیک به یک بیانگر انطباق خوب بین نقطه و خوشه‌اش نسبت به خوشه مجاور است. مقدار میانگین نیمرخ بالاتر از ۷/. حاکی از کیفیت بالای خوشه بندی دارد (Chen et al., 2014). در این پژوهش معیار پیمانگی و میانگین نیم رخ خوشه‌های حاصل از شبکه هم استنادی به ترتیب برابر با ۹۳۷/. و ۹۲۸۴/. بدست آمده که اشاره به کیفیت بالای خوشه بندی و همگنی بالای گره‌ها در خوشه‌ها دارد. جدول ۵ ویژگی خوشه‌های تحلیل هم استنادی را با جزئیات بیشتر نشان می‌دهد.

جدول ۵- بررسی خوشه های هم استنادی

Table 5- Overview of document co-citation clusters

Cluster number	Label (LLR)	Size	Silhouette value	From	To	Duration	Mean year	Activeness
#0	Digitalization	72	0.856	2015	2020	5	2018	Active
#1	Artificial intelligence	53	0.958	2014	2020	6	2017	Active
#2	Blockchain	28	0.962	2015	2020	5	2018	Active
#3	Maritime Autonomous Surface Ship	21	0.984	2013	2020	7	2016	Active
#19	Supply chain management	9	0.993	2015	2018	3	2016	Inactive

Notes: clusters were labeled based on LLR (log-likelihood ratio algorithm) CiteSpace algorithm. “size” denotes the number of members in a cluster. The mean year represents the average publication year of the documents in a cluster

جدول ٦- لیست چهار پژوهش پر استناد هر خوشه

Table 6- list of the top four most active cited documents of each cluster

Cluster No.	Cited documents (intellectual-based papers)
#0	(Heilig and Voß, 2017); (Sanchez-Gonzalez et al., 2019); (Carlan et al., 2016); (Fruth and Teuteberg, 2017)
#1	(Tu et al., 2017); (Jo and Shim, 2019); (Huang et al., 2020); (Johansen et al., 2016)
#2	(Yang et al., 2018); (Saberi et al., 2019); (Gausdal et al., 2018); (Bavassano et al., 2020)
#3	(Al-Fuqaha, et al., 2015); (Gubbi, et al., 2013); (Stanić et al., 2018)
#19	(Özyılmaz and Yurdakul, 2017); (Toyoda et al., 2017); (Mackey and Nayyar, 2017)

تحلیل هم استنادی، با شناسایی خوشه‌های اصلی و همچنین نویسندگان پراستناد هر خوشه، منجر به درک بهتر مبانی فکری یک زمینه پژوهشی می شود. جدول (۶)، سه نویسنده پر استناد هر خوشه را نشان می‌دهد. همانطور که شکل (۴) نشان می‌دهد، شبکه هم استنادی دارای ۵ خوشه است. در ادامه خوشه اول، بزرگترین خوشه این شبکه مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد.

خوشه اول (با شماره # 0) با عنوان دیجیتالیزیشن، دارای ۷۲ گره است که ۳۹ درصد کل گره‌های موجود د شبکه را تشکیل می‌دهد. میانگین نیمرخ این خوشه برابر با ۸۵۶/. است که همگنی بالای خوشه را نشان می‌دهد. میانگین سال‌های انتشار مقاله ها در این خوشه (میانگین سال)، ۲۰۱۸ است.

سه نویسنده پر استناد در این خوشه عبارتند از Heilig و Voß (2017)، Sanchez -Gonzalez et al. (2019) و Fruth and Teuteberg, 2017) که به بررسی دیجیتالیزیشن در بنادر و حمل و نقل دریایی پرداخته‌اند. Heilig و Voß (2017) طبقه بندی و بررسی جامعی از کاربرد سیستم های اطلاعاتی و فناوری اطلاعات در بنادر ارئه کرده‌اند. شایان ذکر است تعریف نویسندگان پژوهش اشاره شده از دیجیتالیزیشن، همان سیستم‌های اطلاعاتی و فناوری اطلاعات است و به صنعت چهار و فناوری‌های مربوطه اشاره‌ای نشده است. نمونه‌های فناوری اطلاعات بررسی شده این مقاله در بنادر شامل سامانه ماهواره ناوبری جهانی (GPS)، تبادل الکترونیکی داده‌ها (EDI)، سامانه شناسایی امواج رادیویی (RFID) است. سیستم پنجره واحد ملی (National single window)، سیستم جامع بندری (Port community systems)، سیستم خدمات ترافیک (Vessel traffic services) و سیستم های اطلاعاتی پایانه (Terminal operating systems) نمونه سیستمهای اطلاعاتی بنادر است که در این مقاله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است (Heilig and Voß, 2017).

Sanchez-Gonzalez et al. (2019) با روش مرور نظام‌مند به بررسی دیجیتالیزیشن در سه بخش طراحی کشتی، کشتی‌سازی و بنادر می پردازد. نویسندگان مقاله به ارتباط بسیار قوی بین دیجیتالیزیشن و پارادایم صنعت چهار اشاره دارند. با این حال فناوری‌های دیجیتالیزیشن مطرح شده توسط نویسندگان همان فناوری‌های صنعت چهار است که در ابتدای این مقاله ذکر شد (Sanchez-Gonzalez et al., 2019). سومین مقاله پر استناد این خوشه نیز با استفاده از روش مرور نظام‌مند به بررسی وضعیت فعلی و آینده دیجیتالیزیشن در زمینه دریایی می پردازد. نتایج این مقاله حاکی از آن است که دیجیتالیزیشن در حال حاظر در بخش حمل و نقل دریایی بصورت عملی مورد توجه و بررسی قرار گرفته است هر چند که در ادبیات علمی کمتر به آن پرداخته شده است (Fruth and Teuteberg, 2017).

٤. نتیجه گیری

در این مقاله به منظور بررسی پژوهش‌های فعلی و همچنین کشف جریان های تحقیقاتی آتی صنعت چهار در حوزه حمل و نقل دریایی از تجزیه و تحلیل کتاب شناختی استفاده گردید. تجزیه و تحلیل توزیع فراوانی ۱۴۲۸ تولید علمی نشان داد که پژوهش‌های صنعت چهار در زمینه دریایی، علیرغم روند افزایشی، مفهومی تازه است که مراحل اولیه را طی می‌نماید. در این زمینه کشورهای چین، آمریکا و کره جنوبی به ترتیب بیشترین تعداد انتشار را از طریق همکاری بین المللی داشته‌اند. بر اساس تحلیل هم استنادی، دیجیتالیزیشن، هوش مصنوعی و بلاک چین، به ترتیب مفاهیم اصلی جریان پژوهشی حمل و نقل دریایی ۴,۰ را تشکیل میدهند.

تحلیل محتوای مقاله‌های استخراج شده نشان می‌دهد که پژوهش‌های صنعت چهار در حمل و نقل دریایی عمدتا به تجزیه و

تحلیل کاربردهای خاص مهندسی (مثل رباتیک، داده‌های کلان، رایانش ابری، هوش مصنوعی و غیره)، سامانه‌های سایبر فیزیکی و تعامل‌پذیری پرداخته‌اند. این در حالیست که به جنبه‌های پیچیده صنعت چهار همچون نقش انسان درکارخانه آینده، مدل‌های سازمانی مناسب، رویکردهای خلق ارزش بلندمدت، پیامدهای اجتماعی از قبیل اشتغال فردی و مسائل مربوط به پایداری کمتر پرداخته شده است.

References

Agostini, L. and Nosella, A., 2021. Industry 4.0 and business models: a bibliometric literature review. *Business Process Management Journal*, *27*(5), pp.1633-1655.

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M. and Ayyash, M., 2015. Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE communications surveys & tutorials*, *17*(4), pp.2347-2376. DOI: 10.1109/COMST.2015.2444095

Bavassano, G., Ferrari, C. and Tei, A., 2020. Blockchain: How shipping industry is dealing with the ultimate technological leap. *Research in Transportation Business & Management*, *34*, p.100428. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100428

Belussi, F., Orsi, L. and Savarese, M., 2019. Mapping business model research: A document bibliometric analysis. *Scandinavian Journal of Management*, *35*(3), p.101048. https://doi.org/10.1016/j.scaman.2019.101048

Carlan, V., Sys, C. and Vanelslander, T., 2016. How port community systems can contribute to port competitiveness: Developing a cost–benefit framework. *Research in transportation business & management*, *19*, pp.51-64. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.03.009

Chen, C., Dubin, R. and Kim, M.C., 2014. Emerging trends and new developments in regenerative medicine: a scientometric update (2000–2014). *Expert opinion on biological therapy*, *14*(9), pp.1295-1317. https://doi.org/10.1517/14712598.2014.920813

Del Giudice, M., Di Vaio, A., Hassan, R. and Palladino, R., 2022. Digitalization and new technologies for sustainable business models at the ship–port interface: A bibliometric analysis. *Maritime Policy & Management*, *49*(3), pp.410-446. https://doi.org/10.1080/03088839.2021.1903600

De Man, J.C. and Strandhagen, J.O., 2017. An Industry 4.0 research agenda for sustainable business models. *Procedia Cirp*, *63*, pp.721-726. https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.315

Fruth, M. and Teuteberg, F., 2017. Digitization in maritime logistics—What is there and what is missing?. *Cogent Business & Management*, *4*(1), p.1411066. https://doi.org/10.1080/23311975.2017.1411066

García-Muiña, F.E., Medina-Salgado, M.S., Ferrari, A.M. and Cucchi, M., 2020. Sustainability transition in industry 4.0 and smart manufacturing with the triple-layered business model canvas. *Sustainability*, *12*(6), p.2364. https://doi.org/10.3390/su12062364

Garfield, E., 1988. Announcing the sci compact disk edition-cd-rom gigabyte storage technology, novel software, and bibliographic coupling make desk-top research and discovery a reality. *Current Contents*, (22), pp.3-13.

Gausdal, A.H., Czachorowski, K.V. and Solesvik, M.Z., 2018. Applying blockchain technology: Evidence from Norwegian companies. *Sustainability*, *10*(6), p.1985. https://doi.org/10.3390/su10061985

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. and Palaniswami, M., 2013. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, *29*(7), pp.1645-1660. https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010

Heilig, L. and Voß, S., 2017. Information systems in seaports: a categorization and overview. *Information Technology and Management*, *18*(3), pp.179-201. https://doi.org/10.1007/s10799-016-0269-1

Hermann, M., Pentek, T. and Otto, B., 2016, January. Design principles for industry 4.0 scenarios. In *49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)* (pp. 3928-3937). IEEE.,Koloa, HI, USA. DOI: 10.1109/HICSS.2016.488

progress. In *Proceedings of the Thirteenth ACM International Conference on Embedded Software 2017 Companion* (pp. 1-2). doi/abs/10.1145/3125503.3125628

Prause, G., 2015. Sustainable business models and structures for Industry 4.0. *Journal of Security & Sustainability Issues*, *5*(2). http://dx.doi.org /10.9770/jssi.2015.5.2(3)

Radicchi, F., Castellano, C., Cecconi, F., Loreto, V. and Parisi, D., 2004. Defining and identifying communities in networks. *Proceedings of the national academy of sciences*, *101*(9), pp.2658-2663. https://doi.org/10.1073/pnas.04000 54101

Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. and Harnisch, M., 2015. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston consulting group*, *9*(1), pp.54-89.

Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J. and Shen, L., 2019. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International journal of production research*, *57*(7), pp.2117-2135. https://doi.org/10.1080/00207543.2018.153326 1

Sanchez-Gonzalez, P.L., Díaz-Gutiérrez, D., Leo, T.J. and Núñez-Rivas, L.R., 2019. Toward digitalization of maritime transport? *Sensors*, *19*(4), p.926. https://doi.org/10.3390/s19040926

Spath, D. ed., 2013. *Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0* (Vol. 150). Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

Stanić, V., Hadjina, M., Fafandjel, N. and Matulja, T., 2018. Toward shipbuilding 4.0-an industry 4.0 changing the face of the shipbuilding industry. *Brodogradnja: An International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering for Research and Development*, *69*(3), pp.111-128. https://doi.org/10.2127 8/brod69307

Sung, T.K., 2018. Industry 4.0: a Korea perspective. *Technological forecasting and social change*, *132*, pp.40-45. https://doi.org/10.1016/j.techf ore.2017.11.005

Tu, E., Zhang, G., Rachmawati, L., Rajabally, E. and Huang, G.B., 2017. Exploiting AIS data for intelligent maritime navigation: A comprehensive survey from data to

Huang, Y., Li, Y., Zhang, Z. and Liu, R.W., 2020. GPU-accelerated compression and visualization of large-scale vessel trajectories in maritime IoT industries. *IEEE Internet of Things Journal*, *7*(11), pp.10794-10812. DOI: 10.1109/JIOT.2 020.2989398

Jeevan, J., Selvaduray, M., Mohd Salleh, N.H., Ngah, A.H. and Zailani, S., 2021. Evolution of Industrial Revolution 4.0 in seaport system: An interpretation from a bibliometric analysis. *Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs*, pp.1-22. https://doi.org/10.1080/183665 03.2021.1962068

Jo, S.W. and Shim, W.S., 2019. LTE-maritime: High-speed maritime wireless communication based on LTE technology. *IEEE Access*, *7*, pp.53172-53181. doi: 10.1109/ACCESS.2019 .2912392.

Johansen, T.A., Perez, T. and Cristofaro, A., 2016. Ship collision avoidance and COLREGS compliance using simulation-based control behavior selection with predictive hazard assessment. *IEEE transactions on intelligent transportation systems*, *17*(12), pp.3407-3422. DOI: 10.1109/TITS.2016.2551780

Mackey, T.K. and Nayyar, G., 2017. A review of existing and emerging digital technologies to combat the global trade in fake medicines. *Expert opinion on drug safety*, *16*(5), pp.587-602.

Munim, Z.H., Duru, O. and Hirata, E., 2021. Rise, Fall, and Recovery of Blockchains in the Maritime Technology Space. *Journal of Marine Science and Engineering*, *9*(3), p.266. https://doi.org/10.3390/jmse9030266

Munim, Z.H., Dushenko, M., Jimenez, V.J., Shakil, M.H. and Imset, M., 2020. Big data and artificial intelligence in the maritime industry: a bibliometric review and future research directions. *Maritime Policy & Management*, *47*(5), pp.577-597. https://doi.org/10.1080/ 03088839.2020.1788731

ÖZKANLI, A. and Denizhan, B., 2020. Digitalization Roadmap for Turkish Seaports. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, pp.358-363. https://doi.org/10.31590/ejosat.araconf46

Özyılmaz, K.R. and Yurdakul, A., 2017, October. Integrating low-power IoT devices to a blockchain-based infrastructure: work-in-

methodology. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, *19*(5), pp.1559-1582. 10.1109/TITS.2017.2724551

Toyoda, K., Mathiopoulos, P.T., Sasase, I. and Ohtsuki, T., 2017. A novel blockchain-based product ownership management system (POMS) for anti-counterfeits in the post supply chain. *IEEE access*, *5*, pp.17465-17477. DOI: 10.1109/ACCESS.2017.2720760

Yang, Y., Zhong, M., Yao, H., Yu, F., Fu, X. and Postolache, O., 2018. Internet of things for smart ports: Technologies and challenges. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, *21*(1), pp.34-43. DOI: 10.1109/MIM. 2018.8278808