



Available Online: <http://jmst.kmsu.ac.ir>
Original Article



Evaluation and Ranking of Components of Intelligence and Greenness in Iranian Container Ports

Aryan Setareh Tabrizi, Ali Mohtashami *, Hamed Rahmani

Faculty of Management, Accounting and Humanities, Qazvin, branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

Corresponding author: a.tabrizi@rbkoffshore.com

Received: 28 May 2023

Revise Date: 7 August 2023

Accepted: 10 October 2023

DOI: 10.22113/JMST.2023.399326.2531

Abstract

Nowadays, more than 90% of global transportation is carried out by sea. Different factors, such as the emission of gases related to the fuel of ships in the sea and especially in ports, the leakage of oil materials due to marine accidents and the negligence of ship crews, the use of port equipment, impure diesel fuel in power station generators, etc., caused an increase in greenhouse gases emergence, environmental pollution and endangering human lives. Therefore, the creation and establishment of green ports by applying the global and international standards and complying with maritime conventions and regulations would smooth out the process of the intelligentization of ports. In consequence, it can definitely increase the speed of goods transfer, the tracking of ships and goods, provide the transparency of statistics, reduce the costs, and increase the quality and capacity of the seaports. This research, for the above-mentioned reasons, has applied the integrated theory that is empowered and developed by Dempster-Shafer and the interpretive structural equations of ISM (the green and smart components of ports). According to the carried out analysis, firstly, 9 key indicators were identified in the greening and smartness of ports, then the identified indicators were classified based on the PESTEL analytical model. Finally, based on the Dempster-Shafer method, it was indicated that the greenness indicator of the sea port margins with a weight of 0.141 is ranked in the first place, and the amount of greenhouse gas production with a weight of 0.131 was ranked as the second one and in compliance with smart technology, it was ranked in the third place with a weight of 0.128. This research also applies the approach of the ISM method for identifying the applied indicators.

Keywords: Transit Ports, Port Intelligence Factors, Greenness Factors, Dempster Shaffer's Developed Theory, Interpretive Structural Equations.

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.



INTRODUCTION

In the traditional way of carrying cargo, the cargo is transferred from hand to hand many times, and in each of these stages, there is a possibility of delay and unavoidable damage. While in container shipping, these symptoms are greatly reduced and insignificant. Today, shipping and transportation by sea shows a great trend towards shipping goods in containers (Castelein et al., 2020). Therefore, the transportation sector is a strong factor in the field of balanced economic and regional development, and it also has a lot of influence on national integration into the world economic market. Recent studies and political initiatives have emphasized the importance of reducing economic, institutional, and spatial barriers to entry in ports. Some of the challenges faced by the ports are supply/demand imbalance and systematic demand fluctuations, which are beyond the capacity of each port. What can be effective in improving the performance of container lines are three sets of business measures, operations, network, and the establishment of appropriate fleets. In total, these three elements usually improve income by 20 percent (Abu Aisha et al., 2020).

MATERIAL AND METHODS

According to the evaluations made in the ports of Iran, the lack of integrity of the network and the coastal and marine transport fleets is not an exception to this, and also due to the lack of a smart container terminal, network, and suitable fleets for carrying and transporting containers systematically and no schedule will lead to the development of container transportation in these ports. The main elements and issues related to ports include operations (e.g., constraints, delays, operational errors, and lack of information sharing (Braveboy, 2015), environment (Lam and Notteboom, 2014), energy (Abbasi et al., 2017), safety (Cho et al., 2018), and security. These issues may continue if timely planning is not done.

Therefore, a comprehensive review of the articles reveals two views on the development of ports. One view is that the smartness of a port is more related to ideology than technology and physical infrastructure. Based on the analyses carried out in the research literature as well as the research implementation environment, the innovation of this research is considering the green and smart theory of Iranian ports based on international standards, as well as analyzing the levels of green and smart ports based on the integrated approach of Dempster and Shafer and equations. It is an interpretive structure. Therefore, according to the research findings of Chen et al. (2019) in the introduction of green and smart factors in commercial ports, in this research, we have decided to first evaluate the indicators based on the developed theory of Dempster-Shafer and then based on the approach of the interpretive structural equations method to level the identification indicators.

RESULTS

In the analysis carried out, 9 key indicators in the greening and smartness of ports were identified. The identified indicators were classified based on the Pestel analytical model, and based on the Dempster-Shafer method, it was shown that the greenness index of the port edge, with a weight of 0.141, is in the first place. The amount of greenhouse gas production, with a weight of 0.131 ranked second, and compliance with smart technology ranked third with a weight of 0.128. Finally, based on the approach of the ISM method, the identified indicators were leveled

CONCLUSION

As it has been stated, in the competitive environment among ports, the role of smartness and greenness is more effective in the development of strategies for using this shipping method. Based on the method considered in this article, a Dempster-Shafer integration model approach and interpretive structural equations were presented. It was determined that at the strategic level, the issue of greenness of ports is the first concern of the countries' ports, and the factors that destroy the criteria of greenness are given the first attention and the management of activities. Based on the findings of the research, it is suggested that, based on the SWOT method, the operational level of ports should be developed and drawn to address the problems of green and smart ports and the development of port businesses. Also, the infrastructure of the country's ports should be developed based on the classification standards, and the weak points and strengths of the ports should be analyzed based on the updated navigation systems.

REFERENCES:

- Abbasi, S., Barati, M. and Lim, G.J., 2017. A parallel sectionalized restoration scheme for resilient smart grid systems. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(2), pp.1660-1670. <https://doi.org/10.1109/TSG.2017.2775523>.
- Abu Aisha, T., Ouhimmou, M. and Paquet, M., 2020. Optimization of container terminal layouts in the seaport—Case of port of Montreal. *Sustainability*, 12(3), p.1165. <https://doi.org/10.3390/su12031165>.

- Braveboy, J.A., 2015. Worldwide seaport congestion, Master's Capstone Thesis (Master dissertation). American Public University, Charles Town, WV.
- Castelein, B., Geerlings, H. and Van Duin, R., 2020. The reefer container market and academic research: A review study. *Journal of Cleaner Production*, 256, p.120654. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120654>
- Chen, J., Huang, T., Xie, X., Lee, P.T.W. and Hua, C., 2019. Constructing governance framework of a green and smart port. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(4), p.83. <https://doi.org/10.3390/jmse7040083>
- Cho, J., Lim, G.J., Kim, S.J. and Biobaku, T., 2018. Liquefied natural gas inventory routing problem under uncertain weather conditions. *International Journal of Production Economics*, 204, pp.18-29. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.014>.
- Dempster, A.P., 1967. Upper and lower probability inferences based on a sample from a finite univariate population. *Biometrika*, 54(3-4), pp.515-528. <https://doi.org/10.2307/2335042>.
- Lam, J.S.L. and Notteboom, T., 2014. The greening of ports: a comparison of port management tools used by leading ports in Asia and Europe. *Transport Reviews*, 34(2), pp.169-189. <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.891162>.
- Shafer, G., 1976. *A mathematical theory of evidence* (Vol. 42). Princeton university press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv10vm1qb>.



مقاله پژوهشی

Available Online: <http://jmst.kmsu.ac.ir>



ارزیابی و سطح بندی مؤلفه های هوشمندی و سبز بودن در بنادر کانتینری ایران

آرین ستاره تبریزی، علی محتشمی*، حامد رحمانی

دانشکده مدیریت، حسابداری و علوم انسانی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

نویسنده مسئول، پست الکترونیک: a.tabrizi@rbkoffshore.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۷

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/JMST.2023.399326.2531

چکیده

امروزه بیش از ۹۰ درصد حمل و نقل سنگین ترانزیتی جهانی از طریق دریا انجام می پذیرد. انتشار گازهای ناشی از سوخت کشتی‌ها در دریا و به خصوص در بنادر، نشت مواد نفتی در اثر سوانح دریایی و بی توجهی خدمه کشتی‌ها، استفاده از تجهیزات بندری، سوخت ناپاک دیزل ژنراتورهای پست برق و غیره باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای و آلودگی محیط زیست و به خطر افتادن جان انسان‌ها شده است. از این رو ایجاد بنادر سبز علاوه بر استفاده از استانداردهای جهانی و بین المللی، رعایت کنوانسیون‌ها و مقررات دریایی و حرکت به سمت هوشمندسازی بنادر، قطعاً می تواند علاوه بر کاهش هزینه‌ها، سرعت انتقال کالاها، ردیابی کشتی‌ها و کالاها، شفافیت آمارها، بالا رفتن کیفیت و ظرفیت بنادر را در بر خواهد داشت. از این رو در این پژوهش بر اساس تئوری ادغامی توسعه یافته دمپستر شافر و معادلات ساختاری تفسیری ISM مؤلفه‌های سبز و هوشمندی بنادر ارزش گذاری و سطح بندی شده است. در تحلیل انجام شده ۹ شاخص کلیدی در سبز سازی و هوشمندی بنادر شناسایی شدند و سپس بر اساس الگوی تحلیلی پستل شاخص‌های شناسایی شده طبقه بندی شدند و بر اساس روش دمپستر شافر نشان داده شد که شاخص سربیزی حاشیه بندر با وزن ۰/۱۴۱ در رتبه اول و میزان تولید گاز گلخانه‌ای با وزن ۰/۱۳۱ در رتبه دوم و انطباق با فناوری هوشمند با وزن ۰/۱۲۸ در رتبه سوم قرار گرفتند. در نهایت بر اساس رویکرد روش ISM شاخص‌های شناسایی شده سطح بندی اجرا قرار گرفتند.

کلید واژه ها: بنادر ترانزیتی، عامل های هوشمندی بنادر، عامل سبز بودن، تئوری توسعه یافته دمپستر شافر، معادلات ساختاری تفسیری

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.



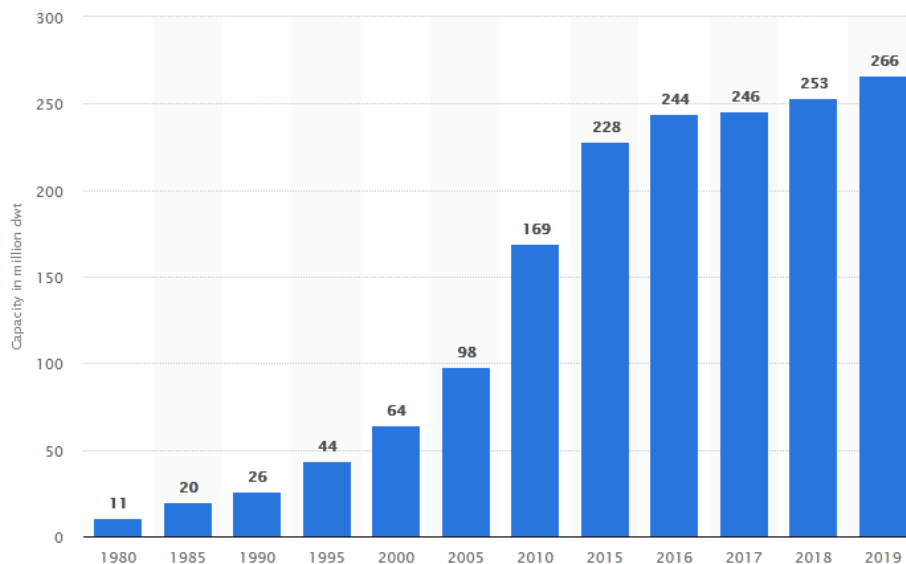
۱. مقدمه

شامل توسعه در بهره وری سوخت، بهبود بهره وری انرژی، تغییر معماری حمل و نقل، توسعه و هوشمندسازی بنادر و توسعه زیرساخت های مناسب در اسکله ها، بهره برداری فن آوری های جدید در بنادر، حمایت از اطلاعات و فن آوری ارتباطات و حمل و نقل، سیستم ها هوشمند بنادر، بهره وری بندر، اپراتور بندر، تعرفه بندر جریان های تجاری، عدم تعادل تجارت، حجم تجارت، مکمل تجارت، ساختار صنعت دریایی، خدمات خط عرضه، مقررات موقعیت در حمل و نقل جهانی شبکه، مرکزیت فاصله هزینه های عملیاتی کشتی، تسهیل تجارت، حمل و نقل ارسال محصول، حجم حمل، ارزش، نوع تولید عوامل بین المللی دریایی و هزینه حمل و نقل می بایست مورد بررسی قرار گیرد (Castelein et al., 2019).

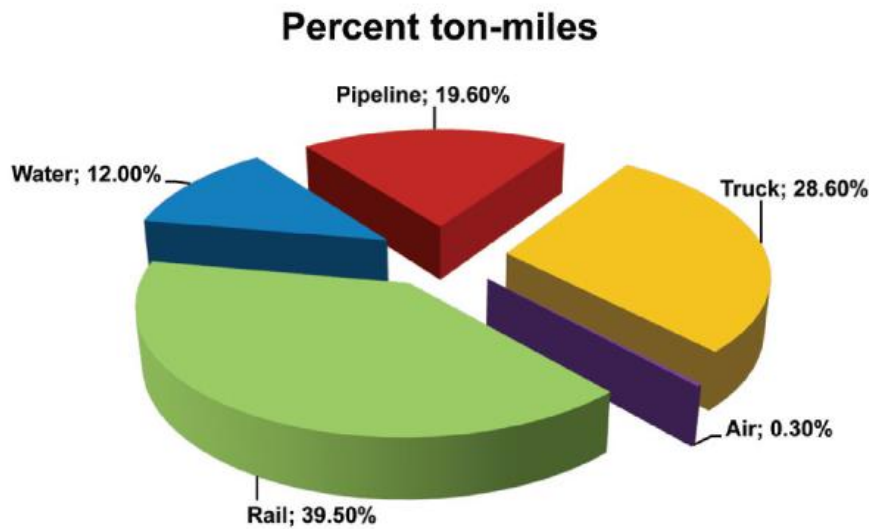
لذا بخش حمل و نقل یک عامل قوی در زمینه توسعه متوازن اقتصادی و منطقه ای است و همچنین دارای نفوذ زیادی در انسجام ملی به بازار اقتصادی جهان است. از آن جایی که بنادر، یک فعالیت مهم اقتصادی در مناطق ساحلی را تشکیل می دهند، هر چه توان عملیات کانتینری کالا در سال بیشتر شود، زیرساخت ها مناسب تر و مدرن تر، مقررات و خدمات مرتبط مورد نیاز کامل تر باشد عملیات بندری موفق تری خواهند داشت (Molavi et al., 2020).

امروزه ترانزیت کانتینری توانسته به جهت سهولت حمل و نقل همچنین محافظت کالا و از سوی دیگر به لحاظ اقتصادی، انقلابی در روش های حمل و نقل کالا ایجاد نماید (Liu, 2020). این مزایا به ویژه در حمل های کلان و پر حجم چشمگیرتر است. از امتیازات دیگر ترانزیت کانتینری، می توان آن را با هر یک از وسایل نقلیه اعم از کشتی، کامیون یا راه آهن و حتی هواپیما ایجاد نمود (Wang and Li, 2019). در حمل بار به طریق سنتی، محموله به دفعات دست به دست می شود و در هر یک از این مراحل امکان معطلی و تأخیر و خسارت اجتناب ناپذیر ایجاد می شود. در حالی که در حمل کانتینری این عوارض بسیار تقلیل یافته و ناچیز است. امروزه حمل و نقل دریایی گرایش زیادی به سمت حمل کالا با کانتینر از خود نشان میدهد (Castelein et al., 2020). شکل ۱ توسعه حمل و نقل دریایی در سال های ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۹ را نشان داده است که توسعه حمل و نقل دریایی به چه میزان توسعه یافته است. از سوی دیگر صنعت حمل و نقل دریایی، ۱۲ درصد از کل حمل و نقل های جهان را داراست (Statista, 2022) (شکل ۲).

از این رو به منظور بهبود صرفه جویی در انرژی و برای رسیدن به یک تخصیص کارآمد منابع در دسترس، ممکن است



شکل ۱- توسعه حمل و نقل دریایی در فاصله زمانی ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۹
Fig. 1- The development of maritime transportation from 1980 to 2019



شکل ۲- حجم حمل و نقل در سیستم های انتقال

Fig. 2- Transportation volume in transmission systems

باعث بهبود درآمد تا ۲۰ درصد می شود (Abu Aisha et al., 2020).

برای مقابله با افزایش زمان توقف کشتی جهت عملیات تخلیه و بارگیری کالا، قابلیت اطمینان و کاهش هزینه مورد نیاز زنجیره تامین، عدم تعادل در تجارت و دسترسی به ظرفیت های محدود کانتینری که در واقع ناشی از برخی تحولات و تغییرات که در ساخت کشتی عظیم کانتینری وجود دارد بنادر را به طور فزاینده ای دچار مشکلات نموده است (Hua et al., 2020). برخی از چالش هایی که بنادر با آن مواجه می باشند، عدم تعادل عرضه / تقاضا و نوسانات سیستماتیک تقاضا است که این امر فراتر از توانایی هر بندر می باشد. آنچه در بهبود عملکرد خطوط کانتینری می تواند موثر واقع شود سه مجموعه از اقدامات تجاری، عملیات، شبکه و استقرار ناوگان های مناسب می باشد. در مجموع، این سه عنصر به طور معمول باعث بهبود درآمد تا ۲۰ درصد می شود (Abu Aisha et al., 2020). از آن جایی که زمان لازم جهت بهبود شبکه و ناوگان ها طولانی تر از حرکت های تجاری و یا عملیاتی است و این موضوع نیاز به توسعه های استراتژیک دارد، این دو حرکت به طور خاص می تواند درآمد بنادر را شش تا هشت درصد افزایش دهد (Yu et al., 2020).

با توجه به ارزیابی های صورت پذیرفته در مجموعه بنادر کشور ایران، عدم یکپارچگی شبکه و ناوگان های حمل و نقل ساحلی و دریایی مستثنی از این امر نبوده و همچنین بدلیل

مطالعات اخیر و ابتکارات سیاسی اهمیت کاهش موانع ورود اقتصادی، نهادی و مکانی در بنادر تاکید کرده اند. از سوی دیگر یکپارچگی زنجیره تامین و کانتینریزیشن شدن، شکل و ترکیب بنادر و صنعت کشتیرانی را تغییر داده است و از آن جایی که تسهیل کننده زنجیره حمل و نقل بین المللی، فقط از طریق حمل کالا با کانتینر میسر و مقرون به صرفه می باشد، علیرغم اینکه امروزه یکی از مهم ترین روش های حمل که رو به گسترش است، حمل کانتینری کالا است که باعث شده محمولات سریع تر، سالم تر، با هزینه پایین تری به مقصد برسند (Molavi et al., 2020).

برای مقابله با افزایش زمان توقف کشتی جهت عملیات تخلیه و بارگیری کالا، قابلیت اطمینان و کاهش هزینه مورد نیاز زنجیره تامین، عدم تعادل در تجارت و دسترسی به ظرفیت های محدود کانتینری که در واقع ناشی از برخی تحولات و تغییرات که در ساخت کشتی عظیم کانتینری وجود دارد بنادر را به طور فزاینده ای دچار مشکلات نموده است (Hua et al., 2020).

برخی از چالش هایی که بنادر با آن مواجه می باشند، عدم تعادل عرضه / تقاضا و نوسانات سیستماتیک تقاضا است که این امر فراتر از توانایی هر بندر می باشد. آنچه در بهبود عملکرد خطوط کانتینری می تواند موثر واقع شود سه مجموعه از اقدامات تجاری، عملیات، شبکه و استقرار ناوگان های مناسب می باشد. در مجموع، این سه عنصر به طور معمول

دریابی خطوط لوله و مواد نفتی و گمرک، تحت نظر وزارت راه و شهرسازی است. مالکیت کلیه شبکه و ناوگان حمل و نقل متعلق به دولت می باشد، به جز ناوگان جاده ای که اصولاً در این روش از حمل و نقل، مالکیت خصوصی حکفرما است. لذا اگر چه تا حدودی سیستم حمل و نقل ایران متمرکز به نظر می رسد ولی در اجرا، هر شیوه و یا پایانه (بندر و مبادی مرزی) مستقل عمل می کنند. از این رو توسعه دو بعد هوشمندی و سبز بودن بنادر نقش کلیدی در توسعه این سازمان داشته و شکوفایی بنادر سبب رشد و جهت گیری اقتصادی در کشور می شود. بر اساس تحلیل های انجام شده در ادبیات پژوهشی و همچنین محیط اجرایی پژوهش، نوآوری این تحقیق در نظر گرفتن تئوری سبز و هوشمندی بنادر ایران بر اساس استانداردهای بین المللی و همچنین تحلیل سطوح سبز و هوشمندی بنادر بر اساس رویکرد ادغامی دمپستر و شافر و معادلات ساختاری تفسیری است. از این رو با توجه به یافته های پژوهش (Chen et al., 2019) در معرفی عوامل سبز و هوشمند در بنادر تجاری، در این پژوهش بر آن شده ایم تا بر اساس تئوری توسعه یافته دمپستر شافر ابتدا ارزش گذاری شاخص ها انجام شده و سپس بر اساس رویکرد روش معادلات ساختاری تفسیری سطح بندی شاخص های شناسایی شده، انجام شود.

با توجه به اهمیت ساختار پژوهشی در حوزه ارزیابی عملکرد بنادر کانتینری، لذا پژوهشگران به بحث و بررسی این حیطه پرداختند. Homsomba et al. (2013) با مد نظر قرار دادن مطالعاتی که مساله کنترل آلودگی دریا را با تمرکز بر طرح های فنی و مسایل عملیاتی در کشتیرانی مورد بررسی قرار داده اند و ارزیابی اجرایی مؤلفه های آلاینده های شناور ها را مورد بحث و بررسی قرار دادند. همچنین در ادامه راهبرد مقاله بر اساس اطلاعات موجود در خصوص بنادر کره، از روش تحلیل پوششی داده ها برای مطالعه خروجی های نامطلوب بنادر استفاده نمودند. آنان اثربخشی زیست محیطی بنادر کره را تجزیه و تحلیل نموده و میزان احتمالی کاهش تولید دی اکسید کربن در بنادر این کشور را برآورد نمودند. Chiu et al. (2014) از طریق بررسی مرور مقالات و اسناد سیاست های بندر سبز و سیاست های زیست محیطی نهادهای بندری مختلف، ۱۲ نوع اقدام گوناگون را برای بنادر سبز شناسایی نمودند. این تمهیدات و اقدامات را می توان به پنج بعد مختلف تقسیم کرد. این پنج بعد عبارتند از:

عدم وجود ترمینال کانتینری هوشمند، شبکه و ناوگان مناسب جهت حمل و نقل کانتینری بصورت سیستماتیک و زمانبندی شده که منجر به توسعه حمل و نقل کانتینری در این بندرها گردد، موجود نمی باشد. از سوی دیگر بنادر، تقاطع چند منطقه ای زنجیره ای تأمین جهانی است. چرا که در زمینه زیرساختهای پیچیده، معاملات تجاری و مقررات عمل می کنند (Hua et al., 2020). با توجه به اینکه اقتصاد جهانی خواستار حمل و نقل دریایی است، بنادر با فشارهای فزاینده، برای بهبود عملکرد از نظر اقتصادی، زیست محیطی، انرژی و چالش های عملکردی که بر پایداری آنها تأثیر می گذارد، روبرو شده اند. عناصر اصلی و مسائل مرتبط با بنادر شامل عملیات (به عنوان مثال محدودیت ها، تأخیر، خطای عملیاتی و عدم اشتراک اطلاعات (Braveboy, 2015)، محیط زیست (به عنوان مثال آلودگی هوا، آب و سر و صدا، دفع زباله، ساخت و ساز و فعالیت های انبساطی (Lam and Notteboom, 2014)، انرژی (به عنوان مثال افزایش مصرف انرژی، افزایش هزینه های انرژی و تأثیر اختلال در انرژی در فعالیت های بندری (Abbasi et al., 2017)، ایمنی (به عنوان مثال اثرات شکنی، برخورد کشتی ها، و اعتصاب در حالی که در حال مسافرت هستند (Cho et al., 2018)) و امنیت (به عنوان مثال سرقت مسلحانه، مسائل مربوط به امنیت سایبری، اقدامات غیرقانونی، استواری، قاچاق مواد مخدر، استفاده از بنادر به عنوان کانال انتقال سلاح ها و حملات تروریستی) می شود (Pak et al., 2015). این مسائل ممکن است ادامه داشته باشند اگر برنامه ریزی به موقع انجام نشود. در پاسخ به مشکلات موجود، بنادر در حال اتخاذ راه حل های مبتنی بر فناوری و همچنین رویکردهای جدید در مورد برنامه ریزی و مدیریت عملیات بندر هستند (Behdani et al., 2020). از این رو بررسی جامع مقالات، دو دیدگاه جهت توسعه بنادر را آشکار می کند. یک دیدگاه این است که هوشمندی یک بندر بیشتر به ایدئولوژی مربوط می شود تا تکنولوژی و زیرساخت های فیزیکی. به عبارت دیگر، تصمیمات سیاسی و استفاده هوشمندانه از منابع، دارای اولویت بالاتری نسبت به اجرای فناوری های به روز است. دیدگاه دیگر هوشمندی مربوط به بهره گیری از فناوری های اخیر در حوزه سبز بودن و کاهش آلودگی بنادر، به منظور بهبود عملکرد بندر یا ارائه راه حل هایی در مورد انرژی و مسائل زیست محیطی است. از سوی دیگر همان گونه که مشاهده می گردد، از نظر ساختار تشکیلاتی کلان حمل و نقل در ایران عمدتاً به جز شیوه حمل و نقل

۱- کیفیت زیست محیطی

۲- استفاده از انرژی و منابع

۳- جا به جایی ضایعات

۴- کیفیت زیستگاه ها و گیاهان سبز

۵- همچنین مشارکت اجتماعی.

خود تحت عنوان کنترل اثرات زیست محیطی در بنادر دریایی مستقر در ترکیه بیان نمودند بنادر دریایی به عنوان مکان اصلی تجارت بین المللی، نقاط اتصال راه های زمینی و دریایی هستند. رشد تجارت جهانی منجر به توسعه تعداد و ظرفیت و همچنین کیفیت خدمات ارائه شده در بنادر شده است. سیاست ها و رویه های به کار رفته در هنگام ساخت، بهره برداری و توسعه بنادر در دست توسعه با توجه به ملاحظات زیست محیطی مطابق با نیازهای روند جهانی تحول یافته است. اگرچه حمل و نقل دریایی بیشترین روش حمل و نقل زیست محیطی را فراهم می کند اما کاهش تهدیدات زیست محیطی بالقوه و بهبود مستمر بنادر و مجاورت آنها مهم ترین نگرانی- های زیست محیطی با توجه به استانداردهای بین المللی محیط زیست است. در چارچوب مطالعه، مقررات قانونی ملی و بین المللی حاکم بر کنترل اثرات زیست محیطی گروه های فعالیتی که باعث ایجاد آلودگی در بنادر دریایی مستقر در ترکیه می شوند، مورد بررسی قرار گرفت.

Lawer et al. (2022) تحقیقی با عنوان «پذیرش

انتخابی: چگونه مقامات بندر در اروپا و آفریقای غربی با ایده جهانی سازی بندر سبز همکاری می کنند؟» انجام دادند و در تحقیق خود اذعان نمودند که بحث علمی درباره بنادر سبز "از آنجایی که در گفتمان سیاستگذاری سازمان های دریایی بین المللی پدید آمده است، عمدتاً بر کاوش در مورد منافع اقتصادی مرتبط با اجرای سیاست های مرتبط و توسعه راهنماهای سبز و آئین نامه های رفتاری برای مقامات بندری متمرکز شده است. در مقابل، توجه چندانی به چگونگی اتخاذ ایده بندر سبز و اقدامات صورت نگرفته و توسط عوامل محتوا در مکان هایی از چنین جذب صورت گرفته است. با تعامل با ادبیات در حال گسترش در مورد تحرک سیاست و ترسیم اطلاعات تجربی جمع آوری شده از طریق مصاحبه با مقامات بندر از چهار بندر در اروپا و آفریقای غربی، ما استدلال می کنیم که عوامل خاص زمینه ای به شدت بر آنچه که ما آن را اتخاذ انتخابی از ابزارها و اقدامات بندر سبز می نامیم، تأثیر می گذارد. این عوامل برای انتقال بنادر به سمت پایداری آنها شامل اولویت های زیست محیطی، الزامات نظارتی، منابع مالی و مناطق فوری صلاحیت مقامات بندری هستند که همه در مناطق و بنادر خاص متفاوت است.

Boulmakoul و Besri (2017) در پژوهش خود نقش مؤلفه های هوشمندی را در وظیفه اصلی ترمینال کانتینری، سازماندهی و بهینه سازی جریان حرکت کشتی بر مبنای اثربخشی زمانی مورد بررسی قرار دادند، در نتیجه بیان نمودند برای بهبود حمل و نقل بین المللی، باید عملکرد عملیاتی ترمینال، به ویژه ترمینال کانتینری بندری (HCT) را به واسطه توسعه سیستم های هوشمند بهبود بخشید. Li et al. (2018) تحقیقی با عنوان توسعه بنادر سبز با در نظر گرفتن انرژی موج ساحلی انجام دادند که در تحقیق خود اذعان نمودند با توجه به توسعه سریع لجستیک دریایی، کاهش مصرف انرژی در بنادر در توسعه پایدار اقتصاد جهانی اهمیت دارد. Leilei و Xu (2018) تحقیقی با عنوان رویکرد ساخت بنادر سبز در بندر تیانجین انجام دادند که در تحقیق خود اذعان نمودند، حمل و نقل دریایی یکی از منابع اصلی انتشار کربن است و همچنین منطقه مهمی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و کاهش تغییرات آب و هوایی است. Molavi et al. (2020) تحقیقی با عنوان ارائه چارچوبی برای ساخت یک بندر هوشمند و شاخص سازی بنادر هوشمند انجام دادند که اذعان نمودند بنادر و بندرگاهها برای سهم بازار در معرض رقابت جدی هستند و جریان مؤثرتر و ایمن تری از کالاها را در سرتاسر جهان تحویل می دهند. از این رو سعی شده است یک چارچوب برای بنادر هوشمند و یک شاخص درگاه هوشمند متریک (SPI) کمی ایجاد شود که بنادر می توانند از آنها برای بهبود مقاومت و پایداری خود استفاده کنند. Chen et al. (2019) تحقیقی با عنوان تدوین چارچوب مدیریتی یک بندر سبز و هوشمند انجام دادند که در تحقیق خود اذعان داشتند؛ توسعه بندر سبز و هوشمند می تواند منجر به پیشرفت قابل توجهی در کاربردهای خاص صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای آلاینده شود. از این رو از آنالیز مدل سازی ساختاری تفسیری برای تقسیم عوامل در سطوح مختلف استفاده شده و نقشه ای از مدل ساخت و ساز بندر سبز و هوشمند را ترسیم نموده است. Akgul (2017) در پژوهش

۲. مواد و روش ها

مفهوم ارزیابی بنادر به لحاظ سبز و هوشمندی، به مفهوم خاص و تجربی است که بر اساس تحلیل مؤلفه های اجرایی بنادر می توان تحلیل درستی از آن بندر انجام نمود. از سوی دیگر با توجه به تعدد عوامل هوشمندی و سبز در بنادر، همان طور که Chen et al. (2019) اعلام نمودند، ارزیابی و تحلیل مولفه های سبز و هوشمندی بنادر از چالش های جدی ارزیابی محسوب می شود. این بخش از پژوهش در راستای تکمیل مقاله ارائه شده Chen et al. (2019) در صدد است تا بر اساس مؤلفه های دسته بندی شده و سیاست گذاری شده در حوزه سبز و هوشمندی بنادر استفاده نماید تا بنادر فعال در ایران را بر اساس این مؤلفه ها مورد بحث و بررسی قرار دهد. از این رو در این بخش از پژوهش از رویکرد ادغامی تئوری توسعه یافته دمپستر شافر و معادلات ساختاری تفسیری بهره برده است. ابتدا شاخص های سبز و هوشمندی بنادر ایران ارزیابی و ارزش گذاری شده سپس بر اساس تئوری معادلات ساختاری تفسیری سطح بندی عامل های شناسایی شده انجام شده است.

نظریه دمپسترشافر در مورد توابع باور، توسط دمپستر و بر اساس احتمالات بالایی و پایینی پایه گذاری شده و سپس توسط شافر بسط داده شده است. این نظریه روشی قدرتمند برای ترکیب شواهد تجمعی از نظرات و ایده های متفاوت در مورد شواهد است. نظریه دمپسترشافر در مورد توابع باور، در مقایسه با نظریه احتمال، اطلاعات بیشتری برای حمایت از تصمیم گیری به وسیله شواهد ناشناخته و نامطمئن در نظر می گیرد و سازوکاری برای استخراج راه حل هایی برای شواهد مبهم و متفاوت، بدون داشتن اطلاعات قبلی و احتمالات پیشین ارائه می دهد. یکی از کاربردهای این نظریه، مطالعاتی است که در زمینه مسائل تصمیم گیری با استفاده از ترکیب و توسعه این نظریه با نظریه و روش های دیگر پیشنهاد شده است. تصمیم گیری فرآیند رتبه بندی گزینه های تصمیم به منظور انتخاب بهترین گزینه در میان مجموعه گزینه های ممکن برای انتخاب است (Dempster, 1967). معمولاً در شرایط واقعی، تصمیم گیری تحت شرایط عدم قطعیت و اطلاعات ناکافی، نادقیق یا متناقض رخ می دهد. بنابراین با توجه به دقت و مشخصات داده های اندازه گیری شده و شواهد موجود، روش ها و پیشنهادهای متفاوتی برای حل مسائل تصمیم گیری در شرایط عدم قطعیت پیشنهاد یا اختصاص داده

شده است. به دلیل طبقه بندی عدم قطعیت شناختی (عدم قطعیت قابل اندازه گیری) در چهار دسته عمومی: تصادفی بودن، ناکافی بودن، نادقیق بودن و متناقض بودن، چارچوب های مختلفی برای رتبه بندی گزینه های تصمیم و یافتن بهترین راه حل در فرآیند تصمیم گیری معرفی می شوند (Dempster, 1967). نظریه مجموعه فازی و دمپسترشافر دو نظریه معروف برای حل مسائل در شرایط عدم قطعیت هستند (شکل ۳).

همان طور که بیان شد، ناکامل بودن، نادقیق یا نامعلوم بودن شواهد و داده ها و همچنین کمبود دانش، با عدم قطعیت معرفتی مرتبط است. بنابراین با افزایش داده، اطلاعات و دانش می توان نسبت به کاهش این عدم قطعیت برای بهبود تصمیم گیری و انتخاب بهترین گزینه اقدام نمود. به طور کلی، چارچوب منطق فازی بر اساس اطلاعات نادقیق و نظریه دمپسترشافر برای اطلاعات ناکافی پیشنهاد می شود، و لیکن بیشتر پژوهش های موجود تصمیم گیری یا از نظریه فازی استفاده کرده یا بر اساس ترکیبی از نظریه دمپستر شافر و نظریه فازی طراحی شده اند. با وجود مؤثر بودن روش های پیشنهادی بر اساس ارائه روش هایی ترکیبی از نظریه دمپسترشافر و سایر روش ها برای ارزیابی عدم قطعیت و کاهش آن در زمینه های مختلف، این روش ها به طور مستقیم در چارچوب نظریه دمپسترشافر و بر اساس داده های ناکافی و شرایط عدم قطعیت تعریف نشده اند. علاوه بر این، در روش های مذکور، اختلاف اندازه های باور متخصصان در مورد یک هدف یا فرضیه، بر اساس شواهد موجود، به عنوان معیار اصلی تصمیم در نظر گرفته نمی شود.

توابع باور نقش مهمی در تجزیه و تحلیل اطلاعات ناکافی برای انتخاب بهترین گزینه تصمیم گیری در این روش دارند. اختلاف بین درجه باورهای مختلف به دست آمده از منابع مختلف و شواهد موجود با توجه به باور از درستی، باور از نادرستی یا عدم اطمینان به درستی یا نادرستی یک گزاره بر اساس سه تابع باور (باور از درستی، باور نامطمئن و عدم باور از درستی) در چارچوب اصلی نظریه دمپستر شافر پایه اصلی روش برای تصمیم گیری را تشکیل می دهد.

چارچوب تشخیص در نظریه دمپستر شافر، مجموعه ای از عناصر یا گزاره های دو به دو مجزا است و اگر مجموعه $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ مجموعه ای از عناصر یا گزاره ها باشد، فضای نمونه یا چارچوب تشخیص به صورت $\Omega = 2^X$ نمایش

درست بودن مجموعه A است. بیشینه باور ممکن برای درستی مجموعه A را که بر اساس شواهد تعیین می شود، تابع امکان می نامند. این تابع مجموع کل جرم های احتمال عناصر موجود چارچوب تشخیص است که اشتراک آن با مجموعه A مخالف صفر است و به صورت رابطه (۴) تعریف می شود.

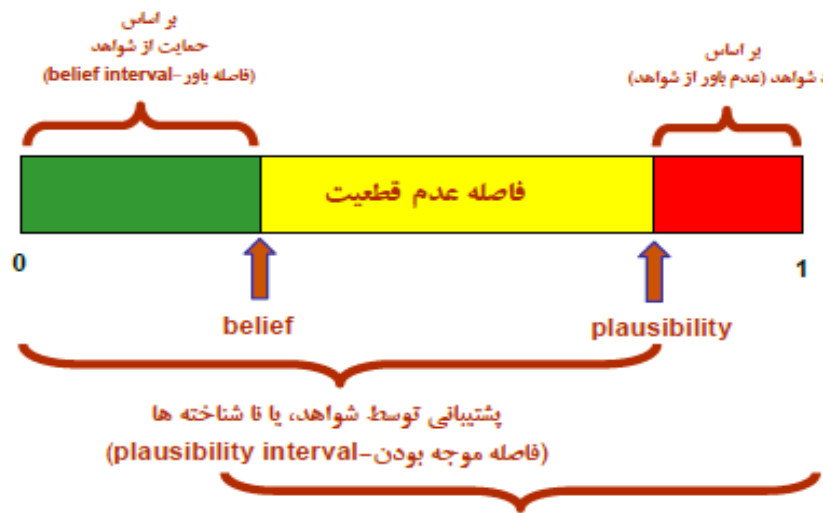
مقدار امکان مجموعه A می تواند به صورت متمم باور نبودن A یا به عبارت دیگر نبودن شواهدی مبنی بر درستی A به صورت رابطه (۵) تعریف شود:

$pl(A) = 0$ به معنای ناممکن بودن مجموعه A یا به طور مشابه $p(A) = 0$ است. همچنین $pl(A) = 0$ معادل است با $bel(\sim A) = 1$; به معنای اینکه اگر رخداد A بر اساس شواهد ناممکن باشد، مطمئناً A درست نیست. میزان عدم قطعیت یا درجه تردید در تعیین اندازه باور و امکان بر اساس شواهد موجود، فاصله بین باور رخداد یا درستی مجموعه A و عدم باور از رخداد یا نادرستی مجموعه A در چارچوب تشخیص است و به صورت رابطه (۶) تعریف می شود.

داده می شود و این مجموعه، مجموعه ای از تمام زیرمجموعه های X به صورت رابطه (۱) می باشد (Dempster, 1967): اگر $A_1 = \{X_1\}$ و $A_2 = \{X_2\}$ و ... مجموعه های متعلق به چارچوب تشخیص باشند، تابع جرم احتمال یا تابع تشخیص مجموعه A_i روی چارچوب تشخیص، به صورت $m(A_i)$ نمایش داده می شود که دارای شرایط رابطه (۲) است (Shafer, 1976):

دقیق ترین باوری که از رخداد مجموعه A از چارچوب تشخیص و بر اساس شواهد موجود، به دست می آید را تابع باور می نامند. این تابع مجموع جرم احتمال های تعیین شده برای عناصری است که در مجموعه A وجود دارد و به صورت رابطه (۳) محاسبه می شود.

برخلاف نظریه احتمال، $bel(A) = 0$ به معنای کمبود شواهد درباره مجموعه A است؛ در حالی که $p(A) = 0$ به معنای ناممکن بودن این مجموعه بوده و این در حالی است که $bel(A) = 1$ به معنای اطمینان از رخداد پیشامد A و مشابه با احتمال $p(A) = 1$ است که به معنای اطمینان از



شکل ۳- معرفی نظریه دمپستر شافر

Fig. 3- Introduction of Dempstershofer 's Theory

$$\Omega = \left\{ \begin{array}{l} \{X_1\}, \{X_2\}, \dots, \{X_n\}, \{X_1, X_2\} \\ \dots, \{X_1, X_2, \dots, X_n\} \end{array} \right\} \quad (1) \text{ رابطه}$$

$$m(A_i) \geq 0, \quad A_i \in \Omega \quad (2) \text{ رابطه}$$

$$m(\emptyset) = 0$$

$$\sum_{A \in 2^X} m(A_i) = 1$$

$$bel(A) = \sum_{A_i} m(b) \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$pl(A) = \sum_{A_i} m(b) \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$pl(A) = 1 - bel(\sim A) \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$U = 1 - bel(A) - bel(\sim A) \quad \text{رابطه (۶)}$$

به طوری که برای هر مجموعه A از چارچوب تشخیص،
و $bel(\sim A) \in [0,1]$ و $U(A)$ و $bel(A)$ بوده و مجموع آنها
برای $A \in \Omega$ بصورت رابطه (۸) است.

فرض کنید $A \in \Omega$ ، مجموعه A با توجه به تعاریف
فوق و با استفاده از اندازه های باور $bel(A)$ ، $U(A)$ و
 $bel(\sim A)$ بصورت رابطه (۷) تعریف می شود.

$$S = \{(bel(A), u(A), bel(\sim A)/A) \in \Omega\} \quad \text{رابطه (۷)}$$

$$0 \leq bel(A) + u(A) + bel(\sim A) \leq 1 \quad \text{رابطه (۸)}$$

$D = \{(b_1, v_1), (b_2, v_2), \dots, (b_i, v_i), \dots, (b_n, v_n)\}$
که $v_i < 1$ و $v_i < v_j$ در صورت وجود دو
عدد D به صورت D_1 و D_2 باشد. در صورت ترکیب D_1 و
 D_2 بصورت $D = D_1 \oplus D_2$ نشان داده شده و بصورت
رابطه (۱۱) محاسبه می شود.

از این رو یا توجه به نظریه دمپستر شافر، اعداد D تولید
شده به شرح ذیل خواهد بود:

برای مجموعه گسسته $\Omega = \{b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_n\}$
به طوری که $b_i \in \mathbb{R}$ و $b_i \neq b_j$ اگر $i \neq j$ ، فرم خاصی
از اعداد به شکل رابطه (۹) بیان می شود یا به صورت ساده تر

$$D = (\{b_1\}) = V_1 \quad \text{رابطه (۹)}$$

$$D = (\{b_2\}) = V_2$$

$$D = (\{b_i\}) = V_i$$

$$D = (\{b_n\}) = V_n$$

$$D_1 = \{(b_1^1, V_1^1), \dots, (b_i^1, V_i^1), \dots, (b_n^1, V_n^1)\} \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

$$D_2 = \{(b_1^2, V_1^2), \dots, (b_j^2, V_j^2), \dots, (b_m^2, V_m^2)\} \quad (10)$$

$$D(b) = v, \quad b = \frac{b_i^1 + b_j^2}{2}, \quad V = \frac{V_i^1 + V_j^2}{2} / c \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i^1 + V_j^2}{2} \right), \\ \sum_{i=1}^n V_i^1 = 1 \text{ and } \sum_{j=1}^m V_j^2 = 1 \\ \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i^1 + V_j^2}{2} \right) + \sum_{j=1}^m \left(\frac{V_c^1 + V_j^2}{2} \right), \\ \sum_{i=1}^n V_i^1 < 1 \text{ and } \sum_{j=1}^m V_j^2 = 1 \\ \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i^1 + V_j^2}{2} \right) + \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i^1 + V_c^2}{2} \right), \\ \sum_{i=1}^n V_i^1 = 1 \text{ and } \sum_{j=1}^m V_j^2 < 1 \\ \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i^1 + V_j^2}{2} \right) + \sum_{j=1}^m \left(\frac{V_c^1 + V_j^2}{2} \right) + \\ \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i^1 + V_c^2}{2} \right) + \frac{V_c^1 + V_c^2}{2}, \\ \sum_{i=1}^n V_i^1 < 1 \text{ and } \sum_{j=1}^m V_j^2 < 1 \end{array} \right.$$

$$V_c^1 = 1 - \sum_{i=1}^n V_i^1 \quad V_i^1 \text{ and } V_c^2 = 1 - \sum_{j=1}^m V_j^2 \quad (12)$$

به طوری که در رابطه (۱۲) داریم:

$$V_c^1 = 1 - \sum_{i=1}^n V_i^1 \quad \text{و} \quad V_c^2 = 1 - \sum_{j=1}^m V_j^2$$

$$(D_1 \oplus D_2) \oplus D_3 \neq (D_1 \oplus D_3) \oplus D_2 \neq (D_2 \oplus D_3) \oplus D_1 \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

$$I(D) = \sum_{i=1}^n b_i V_i \quad \text{رابطه (۱۴)}$$

۱۹۷۴ معرفی گردید و سپس توسط اندرو سیچ در سال ۱۹۷۷ توسعه پیدا کرد. ISM یک روش تحلیلی پر کاربرد در مهندسی سیستم های مدرن است و همچنین نوعی فناوری مدل سازی ساختاری است. این روش، تحلیل های پیچیده را به چندین عنصر زیرسیستم تجزیه می کند، از تجربیات و دانش عملی افراد و همچنین کمک هوش رایانه استفاده می کند و در نهایت، یک مدل ساختار تفسیری سلسله مراتبی چند سطحی را تشکیل می دهد. این روش به عنوان یک ابزار تجزیه و تحلیل سیستماتیک، با تجزیه یک سیستم پیچیده به چندین زیر سیستم و یافتن روابط متقابل بین عناصر مختلف برای ایجاد نمودار ساختار و ماتریس ساختار یافته مشخص می شود

قابل ذکر است که عملیات ترکیبی، خاصیت شرکت پذیری را حفظ نمی کند، بنابراین اعداد D می توانند به درستی و کارآمدی ترکیب شوند (رابطه ۱۳).

اگر $D = \{ (b_1, v_1), (b_2, v_2), \dots, (b_i, v_i), \dots, (b_n, v_n) \}$ یک عدد D باشد، عملگر اجماع D طبق رابطه (۱۴) تعریف می شود.

مدل سازی ساختاری تفسیری (Interpretive Structural Modeling) در ابتدا به عنوان روشی برای تجزیه و تحلیل مسائل مربوط به سیستم های پیچیده اجتماعی و اقتصادی استفاده شد. این روش برای اولین بار توسط وارد فیلد در سال

(Xu and Dadi, 2020). این مدل می تواند ایده اجتماعی و اقتصادی مهم را به سیستم شهودی با روابط ساختاری خوب تبدیل کند، به ویژه برای تجزیه و تحلیل ساختار سیستم با متغیرهای زیاد و روابط پیچیده. از طریق محاسبه و تبدیل ماتریس مربوطه، سیستم های فازی و پیچیده روشن و ساده می شوند. می توان یک مدل ساختار تفسیری سلسله مراتبی را همزمان تنظیم کرد تا تجزیه و تحلیل سیستماتیک را برای خدمت به یک تابع توضیحی قدرتمند تسهیل کند. از این رو روند اجرایی پژوهش بر اساس رویکرد روش مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM) به شرح شکل (۴) می باشد.

مراحل روش ISM به ترتیب شامل تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری (SSIM)، تشکیل ماتریس دستیابی اولیه (RM)، تشکیل ماتریس دستیابی اصلاح شده (ماتریس دستیابی نهایی)، تعیین سطح شاخص ها، ترسیم مدل نهایی ساختاری تفسیری و تحلیل جدول نفوذ - وابستگی است.

ماتریس خودتعاملی ساختاری برای تجزیه و تحلیل ارتباط فی مابین عناصر تشکیل و برای نشان دادن ارتباطات بین آنها از چهار علامت ذیل استفاده می شود (ماتریس توسط نظر خبرگان بررسی می شود):

V: ارتباط یک طرفه از i به j

A: ارتباط یک طرفه از j به i

X: ارتباط دوطرفه از i به j و بالعکس

O: هیچ ارتباطی بین i و j وجود ندارد

سپس مرحله با استفاده از قانون جایگذاری ۱-۰، ماتریس SSIM به ماتریس ۱-۰ تبدیل می شود. به این ماتریس، ماتریس دستیابی اولیه گفته می شود. قانون جایگذاری ۱-۰ به شرح ذیل است:

• اگر ارتباط بین دو عنصر (i,j) در ماتریس خودتعاملی V باشد، در ماتریس RM ارتباط بین i و j را با عدد ۱ و بالعکس ارتباط بین j و i را با عدد ۰ جایگزین می کنیم.

• اگر ارتباط بین دو عنصر (i,j) در ماتریس خودتعاملی A باشد، در ماتریس RM ارتباط بین i و j را با عدد ۰ و بالعکس ارتباط بین j و i را با عدد ۱ جایگزین می کنیم.

• اگر ارتباط بین دو عنصر (i,j) در ماتریس خودتعاملی X باشد، در ماتریس RM ارتباط بین i و j را با عدد ۱ و بالعکس ارتباط بین j و i را با عدد ۱ جایگزین می کنیم.

• اگر ارتباط بین دو عنصر (i,j) در ماتریس خودتعاملی O باشد، در ماتریس RM ارتباط بین i و j را با عدد ۰ و بالعکس ارتباط بین j و i را با عدد ۰ جایگزین می کنیم.

از آن جا که طبق خاصیت تعدی، اگر عنصر i منجر به عنصر j شود و عنصر j منجر به حصول عنصر k گردد به همین ترتیب عنصر i نیز باید منجر به عنصر k گردد. اگر این رابطه برقرار نبود در ماتریس از علامت ۱* استفاده می کنیم. به این مرحله ماتریس دستیابی اصلاح شده یا ماتریس دستیابی نهایی می گویند.

در مرحله تعیین سطح شاخص ها با به دست آمدن ماتریس دستیابی نهایی برای تعیین سطح معیارها دو مجموعه قابل دستیابی (خروجی) و مجموعه مقدم (ورودی) را تعریف کرده و سپس اشتراک آنها را به دست آورده بدین ترتیب که مجموعه قابل دستیابی، مجموعه ای است که در ماتریس دستیابی نهایی، عدد معیارها در سطر به صورت یک ظاهر شده باشد و مجموعه مقدم مجموعه ای است که در آن عدد معیارها در ستون ها؛ به صورت یک ظاهر شده باشد.

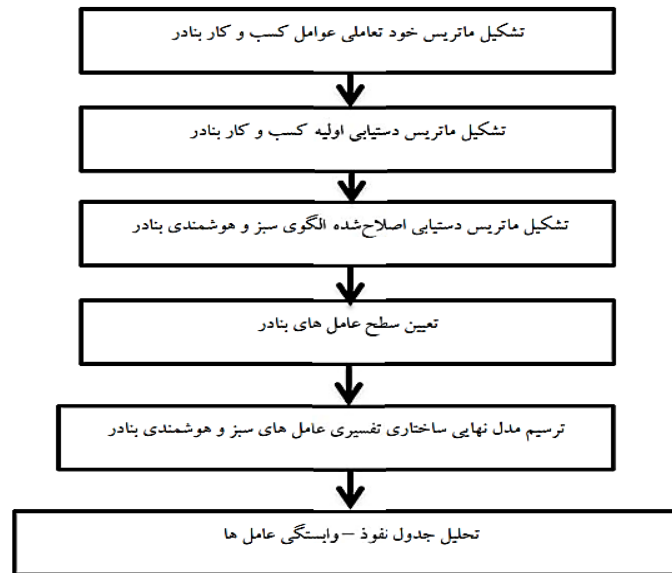
با به دست آوردن اشتراک این دو مجموعه ستون بعدی جدول (اشتراک) تکمیل خواهد شد. اولین سطری که اشتراک دو مجموعه برابر با مجموعه قابل دستیابی باشد، سطح اول اولویت مشخص خواهد شد. پس از تعیین سطح، معیار یا معیارهایی که سطح آن مشخص شده است را از جدول حذف کرده و آن قدر این عمل را تکرار می کنیم تا تمامی متغیرهای باقیمانده نیز تعیین سطح شوند و پس از تعیین سطح نهایی، شکل نهایی متغیرها با استفاده از سطوح تعیین شده ترسیم خواهد شد.

با توجه به نتایج به دست آمده از تعیین سطح، در مرحله قبل، ترسیم مدل نهایی ابعاد صورت می گیرد و سپس برای تعیین روابط (جهت پیکان ها) از ماتریس خودتعاملی ساختاری (SSIM) استفاده خواهد شد. در نهایت، در تجزیه و تحلیل متغیرها برحسب قدرت نفوذ و وابستگی (که از ماتریس RM استخراج می شوند). در نتیجه به چهار دسته تقسیم می شوند:

دسته اول شامل متغیرهای مستقل است که دارای قدرت هدایت و وابستگی ضعیف هستند. این متغیرها نسبتاً غیر متصل به سیستم هستند و دارای ارتباط کم و ضعیف با سیستم هستند. دسته دوم متغیرهای وابسته هستند که دارای قدرت هدایت کم ولی وابستگی شدید هستند. سومین دسته متغیرهای متصل هستند که به آنها متغیرهای پیوند دهنده

دسته متغیرهای مستقل کلیدی هستند که دارای قدرت هدایت قوی ولی وابستگی ضعیف هستند. این دسته همانند سنگ زیربنای مدل عمل می کنند و برای شروع کارکرد سیستم باید در وهله اول روی آن ها تأکید کرد.

نیز اطلاق می شود که دارای قدرت هدایت زیاد و وابستگی زیاد است. این متغیرها غیر ایستا هستند، زیرا هر نوع تغییر در آن می تواند سیستم را تحت تأثیر قرار دهد و در نهایت بازخور سیستم نیز می تواند این متغیرها را دوباره تغییر دهد. چهارمین



شکل ۴- روش مدل سازی ساختاری تفسیری (ISM)

Fig. 4- Interpretive Structural Modeling (ISM) method

شاخص ۳ها بر اساس سه معیار هزینه (C_1) و زمان (C_2) و قابلیت پیاده سازی (C_3) ارزیابی و تحلیل خواهد شد و بر اساس نظرات جمع آوری شده ابتدا نظرات را بی مقیاس خواهیم

نمود و سپس ماتریس تصمیم به شرح جدول (۳) تدوین شده است که خبرگان در یک جلسه طوفان فکری نظرات خود را برای هر یک از شاخص ها اعلام داشته اند: با توجه به ارزیابی شاخص ها، در این بخش به ارزیابی و وزن دهی شاخص ها بر اساس میانگین نظرات خبرگان پرداخته شده است که وزن نهایی از دیدگاه خبرگان در جدول ۴ آورده شده است (مقادیر جدول ۴ بر اساس درصد اهمیت محاسبه شده است).

از این رو نمایش اعداد D برای A1 به شرح جدول (۵) می باشد. با توجه به جدول فوق برای سایر شاخص ها ارزیابی صورت می پذیرد. از این رو با توجه به ارزیابی صورت پذیرفته در گام بعدی ترکیب اعداد D انجام خواهد شد. همین طور بر اساس رابطه قبلی، اعداد با هم ترکیب خواهند شد که به شرح ذیل است:

۳- نتایج

در این بخش با توجه به ارزیابی انجام شده، مهم ترین شاخص های ارزیابی شده در حوزه بنادر سبز و هوشمند مورد ارزیابی قرار می گیرند. در این بخش جهت جمع آوری اطلاعات از خبرگان صنعت بنادر و دریانوردی استفاده شده است که متناسب با شاخص های در نظر گرفته شده یا اطلاعات بنادر را در اختیار پژوهشگر قرار داده و یا نظرات کارشناسی خود را طبق طیف لیکرتری از گرایش کاملاً موافق، موافق، بی نظر، مخالف و کاملاً مخالف ارائه کردند. بر اساس ارزیابی انجام شده بر روی پژوهش (Molavi, 2019) شاخص های سبز و هوشمندی بنادر به شرح جدول (۱) است. با توجه به شناسایی شاخص ها، در این مرحله با توجه به شاخص های شناسایی شده ارزیابی الگوی پستل برای شاخص ها انجام می گردد که موارد مطابق جدول (۲) است.

جهت ارزیابی و ارزش گذاری بر روی شاخص های هوشمند سازی و سبز سازی بنادر بر اساس رویکرد D از رویکرد و روش AHP به شرح گام های ذیل عمل می نمایم: در این بخش از نظرات ۸ خبره جهت ارزیابی

جدول مشاهده می شود، شاخص سرسبزی حاشیه بندر با وزن ۰,۱۴۱ در رتبه اول و میزان تولید گاز گلخانه ای با وزن ۰,۱۳۱ در رتبه دوم و انطباق با فناوری هوشمند با وزن ۰,۱۲۸ در رتبه سوم قرار گرفتند.

$$DA1=D11+D12+D13+D14+D15+D16+D17+D18$$

بنابراین با توجه به ارزیابی صورت پذیرفته، ارزش گذاری شاخص ها به شرح جدول ۶ می باشد. همان طور که در این

جدول ۱- شاخص های سبز و هوشمندی بنادر

Table 1- intelligent and environmental indicators of ports

شرح شاخص Index description	نماد symbol
انطباق با فناوری هوشمند Compatible with smart technology	A1
زیر ساختهای هوشمند Smart infrastructure	A2
مدیریت آب و پسماند Water and waste management	A3
بکارگیری منابع تجدید پذیر Use of renewable resources	A4
مدیریت زیست محیطی Environmental management	A5
مصرف انرژی energy consumption	A6
مدیریت ایمنی Safety Management	A7
میزان تولید گاز گلخانه ای The amount of greenhouse gas production	A8
سرسبزی حاشیه بندر Greenery on the edge of the port	A9

جدول ۲- تحلیل پستل شاخص های شناسایی شده

Table 2- Pestel analysis of identified indicators

تحلیل فرایندی Process analysis	تحلیل پستل Pastel analysis	شرح شاخص Index description
بر اساس قوانین بین المللی و روابط اقتصادی کشورهای حوزه دریای خزر، نیاز است تا بنادر شمالی ایران متناسب با کنوانسیون های بین المللی مورد تایید این کشورها تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری متناسب با سایر بنادر فعال در این حوزه پیاده سازی و اجرایی نمایند. According to the international laws and the economic relations of the countries of the Caspian Sea, it is necessary for the northern ports of Iran to implement hardware and software equipment in accordance with the international conventions approved by these countries in accordance with other active ports in this area.	سیاسی political	انطباق با فناوری هوشمند Compatible with smart technology زیر ساختهای هوشمند

شرح شاخص Index description	تحلیل پستل Pastel analysis	تحلیل فرایندی Process analysis
Smart infrastructures		همانطور که در فصل دوم بیان شده است، انطباق با فناوری های هوشمند در بنادر شمالی کشور سبب می شود تا حجم ترانزیت کالاها افزایش یافته و هزینه های سر بار ایجاد شده برای توسعه بنادر به واسطه افزایش حجم نقل و انتقالات افزایش می یابد. As stated in the second chapter, adaptation to smart technologies in the northern ports of the country causes the volume of goods transit to increase and the overhead costs created for the development of ports to increase due to the increase in the volume of transfers.
	اقتصادی Economic	به سبب توسعه مؤلفه های انطباق بنادر با فناوری های هوشمند سبب می شود تا حوادث بنادر بشدت کاهش یافته و تحرک و پویایی بنادر افزایش یابد. Due to the development of the adaptation components of ports with smart technologies, the incidents of ports will be greatly reduced and the mobility and dynamism of ports will increase.
	اجتماعی social	مدرنیزه سازی بنادر با فناوری های هوشمند سبب میشود تا سطح کلاس خدمات بنادر شمالی کشور ارتقا یافته و سطح گسترده ای از فعالیت های ترانزیتی را انجام دهد. The modernization of ports with smart technologies will improve the service level of the northern ports of the country and carry out a wide range of transit activities.
	تکنولوژیک Technological	به لحاظ فرآیند تعاملات بنادر با محیط پیرامون تجاری خود سبب می شود تا ابعاد محیطی بنادر بسیار مناسب برای توسعه سایر کسب و کارها شود. In terms of the process of interactions of ports with their commercial surroundings, the environmental aspects of ports become very suitable for the development of other businesses.
	محیطی environmental	متناسب با استانداردهای رده بندی بنادر نیاز است تا تکنولوژی های روز دنیا در بنادر شمالی کشور که فعالیت کلیدی در زمینه های توسعه تولید منطقه دارد ایجاد شود. According to the standards of classification of ports, it is necessary to create modern technologies in the northern ports of the country, which have a key activity in the fields of regional production development.
	قانونی legal	
مدیریت آب و پسماند Water and waste management	سیاسی political	توسعه زیر ساخت های هوشمند بنادر شمالی کشور سبب می شود تا دولت بتواند رایزنی برای توسعه حمل و نقل های دریایی در سطح منطقه دریای خزر را ایجاد نماید. The development of the smart infrastructure of the northern ports of the country allows the government to establish a consultation for the development of maritime transport in the Caspian Sea region.
مدیریت زیست محیطی Environmental management	اقتصادی Economic	زیر ساخت های هوشمند سبب می شود تا وضعیت اقتصادی سایر مشاغل وابسته به بنادر توسعه و افزایش چشم گیری پیدا نماید و همچنین سبب می شود تا زیر ساخت های هوشمند در سایر ارگان ها نهادینه شود. Smart infrastructures cause the economic status of other jobs related to ports to develop and increase significantly, and also cause smart infrastructures to be institutionalized in other organizations.
میزان تولید گاز گلخانه ای The amount of greenhouse gas production	اجتماعی social	به واسطه ایجاد زیرساخت های هوشمند سبب میشود تا سطح اجتماعی و مراودات با کشورهای همسایه افزایش یابد Through the creation of smart infrastructure, the social level and relations with neighboring countries will increase
سرسبزی حاشیه بندر		

شرح شاخص Index description	تحلیل پستل Pastel analysis	تحلیل فرایندی Process analysis
Greenery on the edge of the port مدیریت ایمنی Safety Management	تکنولوژیک Technological	به سبب توسعه زیرساختهای هوشمند در بنادر سبب می شود تا نوع محموله های ترانزیتی توسعه یابد. Due to the development of smart infrastructure in ports, the type of transit cargoes will be developed. سبب می شود که تا ساختار زیست محیطی اطراف بنادر فرصتی مناسب برای بهره برداری های تجاری مرتبط ایجاد شود. It causes the environmental structure around the ports to create a suitable opportunity for related commercial operations. بر اساس الزامات تبادل بار در بنادر، بایستی بنادر تجاری مجهز به سیستم های هوشمند برای برقراری ارتباطات با شناورها باشند. Based on the requirements of cargo exchange in ports, commercial ports should be equipped with intelligent systems to communicate with vessels.
	قانونی legal	
بکارگیری منابع تجدید پذیر Use of renewable resources energy consumption مصرف انرژی energy consumption	سیاسی political	بر اساس اسناد بالادستی وزارت نیرو و همچنین سایر ارگانهای اجرایی، کلیه بنادر موظف به توسعه منابع تجدید پذیر در بنادر بوده و همچنین بهینه سازی مصرف انرژی بخوبی در این بنادر ایجاد شود. According to the upstream documents of the Ministry of Energy as well as other executive bodies, all ports are obliged to develop renewable resources in ports and also optimize energy consumption in these ports.
	اقتصادی Economic	با توجه بحران انرژی در ایران، توسعه استفاده از منابع تجدید پذیر و زیر ساخت های بهره وری انرژی در بنادر سبب می شود تا به میزان قابل ملاحظه ای مصرف انرژی در بنادر کاهش یابد توسعه زیر ساخت های استفاده از منابع تجدید پذیر و بهینه سازی مصرف برق سبب می شود تا سایر کسب و کارهای منطقه دچار اختلال در کسب و کارهای وابسته به انرژی نشده و انرژی منطقه را تامین نماید. توسعه استفاده از منابع تجدید پذیر در بنادر سبب میشود تا در رده بندی بنادر جهانی رتبه بنادر ایران در جایگاه مناسبی قرار گیرد. Considering the energy crisis in Iran, the development of the use of renewable resources and energy efficiency infrastructures in ports will cause a significant reduction in energy consumption in ports. The development of infrastructures for the use of renewable resources and optimization of electricity consumption will cause other businesses in the region to not be disrupted in energy-related businesses and to provide energy to the region. The development of the use of renewable resources in ports makes Iran's ports in a good place in the ranking of world ports.
بکارگیری منابع تجدید پذیر Use of renewable resources energy consumption مصرف انرژی energy consumption	اجتماعی social	
	تکنولوژیک Technological	
	محیطی environmental	به واسطه بهینه سازی مصرف انرژی و استفاده از انرژی های تجدیدپذیر سبب می شود تا آلاینده های محیطی پیرامون بنادر کاهش چشم گیری داشته باشد Due to the optimization of energy consumption and the use of renewable energies, environmental pollutants around the ports will be significantly reduced.

جدول ۳- ماتریس تصمیم گیری گروهی
Table 3- Group decision matrix

شاخص‌ها Indicators	کارشناس ۱ Expert 1			کارشناس ۲ Expert 2			کارشناس ۳ Expert 3			کارشناس ۴ Expert 4		
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₁	C ₂	C ₃	C ₁	C ₂	C ₃	C ₁	C ₂	C ₃
A ₁	0.24	0.61	0.46	0.41	0.71	0.09	0.2	0.4	0.25	0.28	0.66	0.56
A ₂	0.24	0.26	0.2	0.33	0.53	0.46	0.34	0.7	0.76	0.28	0.36	0.56
A ₃	0.4	0.18	0.33	0.16	0.62	0.28	0.34	0.3	0.59	0.28	0.36	0.43
A ₄	0.4	0.44	0.46	0.33	0.44	0.09	0.48	0.3	0.42	0.39	0.22	0.43
A ₅	0.09	0.1	0.08	0.28	0.34	0.1	0.16	0.48	0.53	0.45	0.35	0.39
A ₆	0.4	0.44	0.46	0.16	0.09	0.28	0.41	0.2	0.59	0.39	0.36	0.31
A ₇	0.4	0.09	0.33	0.57	0.44	0.46	0.61	0.3	0.25	0.51	0.36	0.31
A ₈	0.65	0.26	0.46	0.49	0.44	0.46	0.48	0.3	0.59	0.51	0.36	0.43
A ₉	0.4	0.53	0.33	0.25	0.27	0.28	0.54	0.4	0.59	0.51	0.51	0.31

شاخص‌ها Indicators	کارشناس ۵ Expert 5			کارشناس ۶ Expert 6			کارشناس ۷ Expert 7			کارشناس ۸ Expert 8		
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₁	C ₂	C ₃	C ₁	C ₂	C ₃	C ₁	C ₂	C ₃
A ₁	0.45	0.82	0.43	0.25	0.72	0.08	0.46	0.45	0.34	0.43	0.65	0.33
A ₂	0.27	0.45	0.43	0.08	0.63	0.57	0.09	0.45	0.2	0.34	0.47	0.2
A ₃	0.45	0.45	0.51	0.17	0.18	0.41	0.09	0.63	0.48	0.26	0.47	0.46
A ₄	0.18	0.27	0.6	0.59	0.09	0.41	0.28	0.27	0.2	0.34	0.28	0.33
A ₅	0.11	0.34	0.53	0.28	0.32	0.1	0.4	0.22	0.39	0.7	0.34	0.38
A ₆	0.45	0.45	0.51	0.59	0.36	0.41	0.46	0.09	0.2	0.52	0.28	0.2
A ₇	0.27	0.09	0.26	0.42	0.18	0.24	0.46	0.45	0.48	0.34	0.28	0.46
A ₈	0.45	0.45	0.43	0.59	0.36	0.41	0.64	0.54	0.61	0.26	0.65	0.6
A ₉	0.55	0.64	0.6	0.59	0.27	0.57	0.83	0.27	0.34	0.6	0.28	0.33

جدول ۴- وزن معیارها از دید کارشناسان
Table 4- The weight of the criteria from the point of view of experts

C ₃	C ₂	C ₁	
0.4355	0.4868	0.0778	کارشناس ۱ (Expert1)
0.3875	0.4431	0.1694	کارشناس ۲ (Expert2)
0.4111	0.2611	0.3278	کارشناس ۳ (Expert3)
0.4057	0.4798	0.1146	کارشناس ۴ (Expert4)
0.3897	0.5109	0.0993	کارشناس ۵ (Expert5)
0.5488	0.2101	0.2411	کارشناس ۶ (Expert6)
0.2691	0.6123	0.1186	کارشناس ۷ (Expert7)
0.3668	0.233	0.4002	کارشناس ۸ (Expert8)

جدول ۵- نمایش اعداد D
Table 5 - Display of D numbers

اعداد D (Number D)	A ₁
$D_1^1 = [(0.56, 0.4355), (0.66, 0.4868), (0.28, 0.0778)]$	کارشناس ۱ (Expert1)
$D_1^2 = [(0.25, 0.3875), (0.4, 0.4431), (0.2, 0.1694)]$	کارشناس ۲ (Expert2)
$D_1^3 = [(0.09, 0.4111), (0.71, 0.2611), (0.41, 0.3278)]$	کارشناس ۳ (Expert3)
$D_1^4 = [(0.46, 0.4057), (0.61, 0.4798), (0.24, 0.1146)]$	کارشناس ۴ (Expert4)
$D_1^5 = [(0.33, 0.3897), (0.65, 0.5109), (0.43, 0.0993)]$	کارشناس ۵ (Expert5)
$D_1^6 = [(0.34, 0.5488), (0.45, 0.2110), (0.46, 0.2411)]$	کارشناس ۶ (Expert6)
$D_1^7 = [(0.08, 0.2691), (0.72, 0.6123), (0.25, 0.1186)]$	کارشناس ۷ (Expert7)
$D_1^8 = [(0.43, 0.3668), (0.82, 0.2330), (0.45, 0.4002)]$	کارشناس ۸ (Expert8)

جدول ۶- نمایش اعداد D
Table 6- Ranking of identified indicators

A ₉	A ₈	A ₇	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	شاخص‌ها
0.141601	0.131409	0.092952	0.122655	0.081374	0.081169	0.117007	0.103298	0.128534	I(D)
۱	۲	۷	۴	۸	۹	۵	۶	۳	رتبه بندی

در سطر به صورت یک ظاهر شده باشد و مجموعه مقدم مجموعه‌ای است که در آن عدد معیارها در ستون‌ها، به صورت یک ظاهر شده باشد. با به دست آوردن اشتراک این دو مجموعه ستون بعدی جدول (اشتراک) تکمیل خواهد شد. اولین سطری که اشتراک دو مجموعه برابر با مجموعه قابل دستیابی باشد، سطح اول اولویت مشخص خواهد شد. پس از تعیین سطح، معیار یا معیارهایی که سطح آن مشخص شده است را از جدول حذف کرده و آن قدر این عمل را تکرار می‌کنیم تا تمامی متغیرهای باقیمانده نیز تعیین سطح شوند و پس از تعیین سطح نهایی، شکل نهایی متغیرها با استفاده از سطوح تعیین شده در جداول ۱۰ الی ۱۵ ترسیم خواهد شد.

بر اساس جدول ۱۰ نشان داده شد که A₈ و A₉ در سطح اول قرار می‌گیرند. بر اساس جدول ۱۱ مشاهده شده است که عامل های A₁ و A₂ در سطح دوم قرار گرفتند. بر اساس جدول ۱۲ نشان داده شد که مولفه A₃ و A₁₀ در سطح سوم قرار دارند. بر اساس جدول ۱۳ نشان داده شد که عامل A₆ و A₇ در سطح چهارم قرار دارند. بر اساس جدول ۱۴ نشان داده شده است که عامل A₅ در سطح پنجم قرار دارند. بر اساس جدول ۱۵ نشان داده شد که عامل A₄ در سطح ششم قرار دارند.

با توجه به ارزش گذاری شاخص‌ها در مرحله قبل، در این بخش به سطح بندی گویه ها پرداخته می‌شود. از این رو بر اساس جمع آوری نظرات خبرگان در حوزه تجزیه و تحلیل ابعاد مختلف سبز و هوشمندی بنادر کشور، ماتریس خودتعاملی اولیه تشکیل می‌شود.

سپس بر اساس جدول ۷، ماتریس مجاورت بر اساس الگوی ارائه شده تدوین می‌شود که به شرح جدول ۸ می‌باشد. به منظور تشکیل ماتریس دستیابی اصلاح شده (ماتریس دستیابی نهایی)، از آن جاکه طبق خاصیت تعدی، اگر عنصر I منجر به عنصر J شود و عنصر Z منجر به حصول عنصر k گردد، به همین ترتیب عنصر I نیز باید منجر به عنصر k گردد. اگر این رابطه برقرار نبود در ماتریس از علامت ۱ استفاده می‌کنیم. به این مرحله ماتریس دستیابی اصلاح شده یا ماتریس دستیابی نهایی می‌گویند که در جدول ۹ نشان داده شده است.

در ادامه با به دست آمدن ماتریس دستیابی نهایی برای تعیین سطح معیارها دو مجموعه قابل دستیابی (خروجی) و مجموعه مقدم (ورودی) را تعریف کرده و سپس اشتراک آن‌ها را به دست می‌آوریم بدین ترتیب که مجموعه قابل دستیابی، مجموعه‌ای است که در ماتریس دستیابی نهایی، عدد معیارها

جدول ۷- ماتریس خود تعاملی اولیه
Table 7- Initial self-interaction matrix

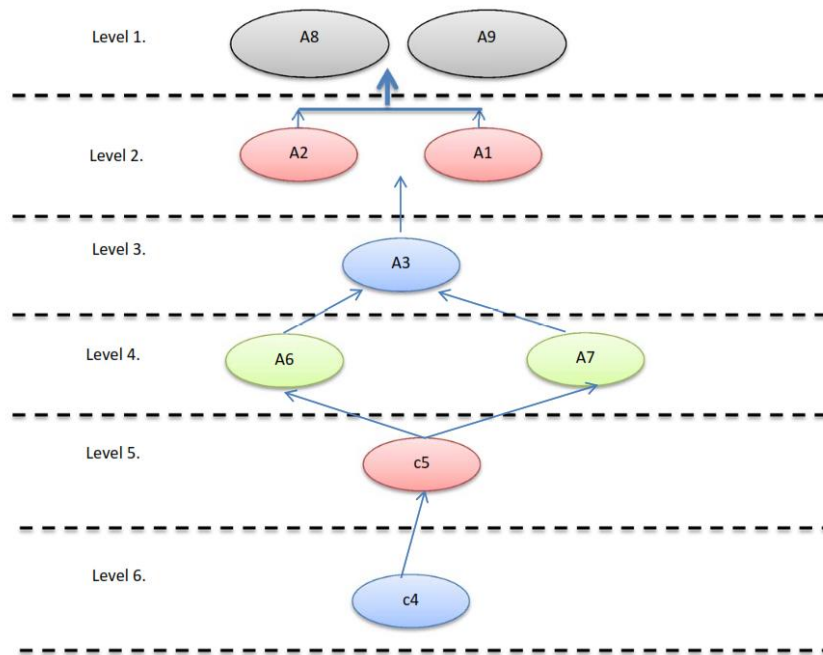
Factors	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
A ₁		O	A	A	O	O	O	V	V
A ₂			O	A	O	O	O	V	V
A ₃				A	O	O	A	O	O
A ₄					O	O	O	O	O
A ₅						O	O	V	V
A ₆							O	V	V
A ₇								V	V
A ₈									O

جدول ۸- ماتریس مجاورت
Table 8- Proximity matrix

Factors	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
A ₁	0	0	0	0	0	0	0	1	1
A ₂	0	0	0	0	0	0	0	1	1
A ₃	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₄	1	1	1	0	0	0	0	0	0
A ₅	0	0	0	0	0	0	0	1	1
A ₆	0	0	0	0	0	0	0	1	1
A ₇	0	0	1	0	0	0	0	1	1
A ₈	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	0

جدول ۹- ماتریس دستیابی اصلاح شده
Table 9- Revised achievement matrix

Factors	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
A ₁	1	0	0	0	0	0	0	1	1
A ₂	0	1	0	0	0	0	0	1	1
A ₃	1	0	1	0	0	0	0	1	1
A ₄	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A ₅	1	1	1	0	1	1	1	1	1
A ₆	0	1	0	0	0	1	0	1	1
A ₇	1	0	1	0	0	0	1	1	1
A ₈	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	1



شکل ۵- شبکه ISM عوامل مدل مفهومی ارائه شده

Fig. 5- The ISM network of the presented conceptual model factors

جدول ۱۰- سطح اول عامل ها
Table 10- The first level of factors

	P(Si)	Q(Si)	T(Si)
A ₁	1,8,9	1,3,4,5,7	1
A ₂	2,8,9	2,4,5,6	2
A ₃	1,3,8,9	3,4,5,7	3
A ₄	1-9	4	4
A ₅	1,2,3,5-9	4,5	5,14
A ₆	2,6,8,9	4,5,6	6
A ₇	1,3,7,8,9	4,5,7	7
A ₈	8	1-8	8
A ₉	9	1-7,9	9

جدول ۱۱- سطح دوم عامل ها
Table 11 – The second level of factors

	P(Si)	Q(Si)	T(Si)
A ₁	1	1,3,4,5	1
A ₂	2	2,4,5,6	2
A ₃	1,3	3,4,5,7	3
A ₄	1-7	4	4
A ₅	1,2,3,5,6,7	4,5	5
A ₆	2,6	4,5,6	6
A ₇	1,3	4,5,7	7

جدول ۱۲- سطح سوم عامل ها
Table 12 - The third level of factors

	P(Si)	Q(Si)	T(Si)
A ₃	3	3,4,5,7,11-15	3
A ₄	3-7,10,14,15	4,11,12,13	4
A ₅	3,5,6,7,10,14	4,5,11,12,13,14	5,14
A ₆	6,10	4,5,6,11-15	6
A ₇	3,7	4,5,7,11-15	7

جدول ۱۳- سطح چهارم عامل ها
Table 13- The fourth level of factors

	P(Si)	Q(Si)	T(Si)
A ₄	4-7	4	4
A ₅	5,6,7	4,5	5
A ₆	6	4,5,6	6
A ₇	7	4,5,7	7

جدول ۱۴- سطح پنجم عامل ها
Table 14- The fifth level of factors

	P(Si)	Q(Si)	T(Si)
A ₄	4,5	4	4
A ₅	5	4,5	5

جدول ۱۵- سطح ششم عامل ها
Table 15 - The sixth level of factors

	P(Si)	Q(Si)	T(Si)
A ₄	4	4	4

۴- نتیجه گیری

همان طور که بیان شده است، صنعت دریانوردی و بنادر یکی از صنایع بسیار پر اهمیت در حوزه حمل و نقل است که رویکرد های بهبود آن سبب توسعه سیستم های حمل و نقل جهانی می شود. از سوی دیگر در محیط رقابتی میان بنادر، نقش هوشمندی و سبز بودن در توسعه راهبرد های استفاده از این شیوه حمل و نقل بیشتر اثر گذار است. از این رو ارزیابی کارایی بنادر به لحاظ تطبیق با شاخص های سبز و هوشمندی بسیار پر اهمیت و استراتژیک است. بر اساس روش در نظر گرفته شده در این مقاله یک رویکرد مدل ادغامی دمپستر شافر

با توجه به تحلیل ساختاری انجام شده از میان ۹ مولفه کلیدی شناسایی شده در مساله سبز و هوشمندی بنادر ایرانی، میزان تولید گاز گلخانه ای و سرسبزی حاشیه بندر در سطح اول نگرش قرار دارد و همچنین انطباق با فناوری هوشمند و زیر ساخت های هوشمند در سطح دوم جای گرفتند و مدیریت آب و پسماند در سطح سوم مدل ارائه شده قرار داشته و مصرف انرژی و مدیریت ایمنی در سطح چهارم و مدیریت زیست محیطی در سطح پنجم و بکارگیری منابع تجدید پذیر در سطح ششم جای گرفتند. که نیاز است تا سیاست گذاری بنادر برای توسعه سبز و هوشمندی بایستی بصورت سطح بندی اقدامات لازم را برنامه ریزی نماید.

سبز و هوشمند و توسعه کسب و کارهای بنادر تدوین و ترسیم شود. همچنین زیرساخت های بنادر کشور بر اساس استانداردهای رده بندی توسعه یابد و نقاط ضعف و قوت بنادر براساس سیستم های ناوبری بروز تحلیل گردد. علاوه بر آن مؤلفه های زیست محیطی و چگونگی روند اجرایی آن در بنادر براساس استانداردهای زیست محیطی همانند ISO 14000 و OHSAS مورد ارزیابی قرار بگیرد.

و معادلات ساختاری تفسیری ارائه شد. با توجه به ارزیابی و تحلیل انجام شده مشخص گردید که در سطح استراتژیک نیاز است تا مساله سبز بودن بنادر در وحله اول مورد توجه بنادر کشورها قرار گرفته و عامل های از بین برنده معیار های سبز بودن در بخش اول توجه قرار گرفته و مدیریت فعالیت های اجرایی بر روی این حوزه معطوف باشد و به واسطه چیدمان اقدامات اجرایی مساله سبز بودن بنادر در دستور کار قرار گیرد. بر اساس یافته های پژوهش پیشنهاد می گردد بر اساس رویکرد روش SWOT سطح عملیاتی بنادر برای رسیدن به مساله بندر

References:

- Abbasi, S., Barati, M. and Lim, G.J., 2017. A parallel sectionalized restoration scheme for resilient smart grid systems. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(2), pp.1660-1670. <https://doi.org/10.1109/TSG.2017.2775523>.
- Abu Aisha, T., Ouhimmou, M. and Paquet, M., 2020. Optimization of container terminal layouts in the seaport—Case of port of Montreal. *Sustainability*, 12(3), p.1165. <https://doi.org/10.3390/su12031165>.
- Akgul, B., 2017, December. Green port/eco port project-applications and procedures in turkey. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 95, No. 4, p. 042063). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/95/4/042063>.
- Behdani, B., Wiegman, B., Roso, V. and Haralambides, H., 2020. Port-hinterland transport and logistics: emerging trends and frontier research. *Maritime Economics & Logistics*, 22, pp.1-25. <https://doi.org/10.1057/s41278-019-00137-3>.
- Besri, Z. and Boulmakoul, A., 2017. Framework for organizational structure re-design by assessing logistics' business processes in harbor container terminals. *Transportation Research Procedia*, 22, pp.164-173. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.03.023>.
- Braveboy, J.A., 2015. Worldwide seaport congestion, Master's Capstone Thesis (Master dissertation). American Public University, Charles Town, WV.
- Castelein, R.B., Geerlings, H. and Van Duin, J.H.R., 2019. The ostensible tension between competition and cooperation in ports: a case study on intra-port competition and inter-organizational relations in the Rotterdam container handling sector. *Journal of Shipping and Trade*, 4, pp.1-25. <https://doi.org/10.1186/s41072-019-0046-5>.
- Castelein, B., Geerlings, H. and Van Duin, R., 2020. The reefer container market and academic research: A review study. *Journal of Cleaner Production*, 256, p.120654. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120654>.
- Chen, J., Huang, T., Xie, X., Lee, P.T.W. and Hua, C., 2019. Constructing governance framework of a green and smart port. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(4), p.83. <https://doi.org/10.3390/jmse7040083>.
- Chiu, R.H., Lin, L.H. and Ting, S.C., 2014. Evaluation of green port factors and performance: a fuzzy AHP analysis. *Mathematical problems in engineering*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/802976>.
- Cho, J., Lim, G.J., Kim, S.J. and Biobaku, T., 2018. Liquefied natural gas inventory routing problem under uncertain weather conditions. *International Journal of Production Economics*, 204, pp.18-29. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.014>.
- Dempster, A.P., 1967. Upper and lower probability inferences based on a sample from a finite univariate population. *Biometrika*, 54(3-4), pp.515-528. <https://doi.org/10.2307/2335042>.
- Hua, C., Chen, J., Wan, Z., Xu, L., Bai, Y., Zheng, T. and Fei, Y., 2020. Evaluation and governance of green development practice of port: A sea port case of China. *Journal of Cleaner Production*, 249, p.119434. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119434>.
- Homsombat, W., Yip, T.L., Yang, H. and Fu, X., 2013. Regional cooperation and management of port pollution. *Maritime Policy & Management*, 40(5), pp.451-466. <https://doi.org/10.1080/03088839.2013.797118>.
- Lam, J.S.L. and Notteboom, T., 2014. The greening of ports: a comparison of port management tools used by leading ports in Asia and Europe. *Transport Reviews*, 34(2),

- pp.169-189. <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.891162>.
- Lawer, E.T., Herbeck, J. and Flitner, M., 2019. Selective adoption: How port authorities in Europe and West Africa Engage with the globalizing 'Green Port' idea. *Sustainability*, 11(18), p.5119. <https://doi.org/10.3390/su11185119>.
- Li, L., Zhu, J., Ye, G. and Feng, X., 2018. Development of green ports with the consideration of coastal wave energy. *Sustainability*, 10(11), p.4270. <https://doi.org/10.3390/su10114270>.
- Liu, J., 2020. Study on routing optimization model of container Sea-Rail intermodal transport based on transit period. In *Green, Smart and Connected Transportation Systems: Proceedings of the 9th International Conference on Green Intelligent Transportation Systems and Safety* (pp. 849-857). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0644-4_66.
- Molavi, A., Lim, G.J. and Race, B., 2020. A framework for building a smart port and smart port index. *International journal of sustainable transportation*, 14(9), pp.686-700. <http://dx.doi.org/10.1080/15568318.2019.1610919>.
- Molavi, A., Shi, J., Wu, Y. and Lim, G.J., 2020. Enabling smart ports through the integration of microgrids: A two-stage stochastic programming approach. *Applied Energy*, 258, p.114022. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114022>.
- Pak, J.Y., Yeo, G.T., Oh, S.W. and Yang, Z., 2015. Port safety evaluation from a captain's perspective: The Korean experience. *Safety science*, 72, pp.172-181. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.09.007>.
- Statista, 2022. Capacity of container ships in seaborne trade 1980-2022, Statista Research Department, *Technical Rep.*
- Shafer, G., 1976. *A mathematical theory of evidence* (Vol. 42). Princeton university press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv10vm1qb>.
- Wang, T. and Li, M., 2019. Dynamic pricing model for container slot allocation considering port congestion. In *Smart Transportation Systems 2019* (pp. 243-250). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8683-1_25.
- Xu, G. and leilei, L., 2018. Approach to the construction of green port in Tianjin port. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 175, p. 04012). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817504012>.
- Xu, G. and Dadi, Z., 2020. Study on Evaluation System of Green Port Development. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 194, p. 05012). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202019405012>.