مجله علوم وفنون دریایی، فصل نامه ی علمی پژوهشی

در دست انتشار / DOI: 10.22113/JMST.2023.399326.2531

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 دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۷ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۲/۰۵/۱۶ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۰۷/۱۸

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 گلخانه ای 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، قطعا می تواند علاوه بر کاهش هزینه ها، 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 مؤلفه¬های سبز و هوشمندی بنادر ارزش‌گذاری 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 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. 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

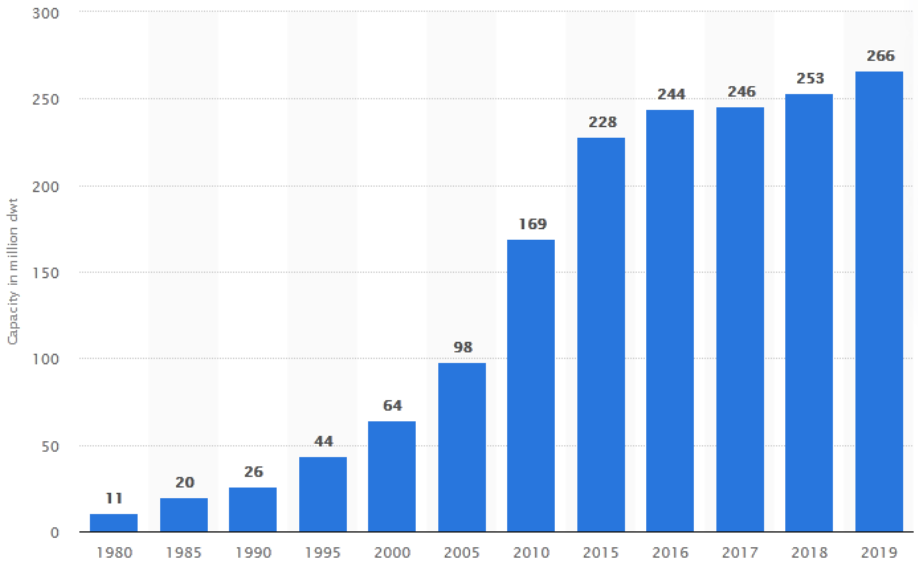
Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits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

۱. مقدمه

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 می‌شود. در حالی که درحمل کانتینری این عوارض بسیار تقلیل یافته و ناچیز است. امروزه حمل و نقل دریایی گرایش زیادی به سمت حمل کالا باکانتینر 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).

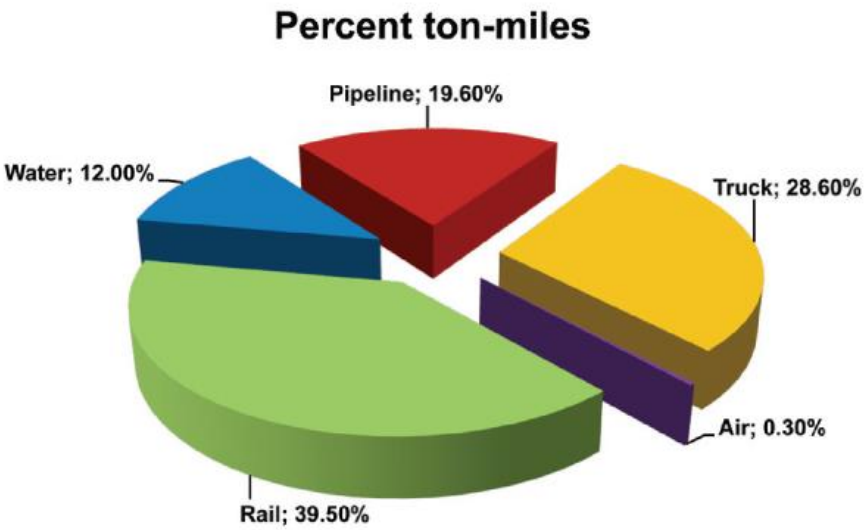
از این رو به منظور بهبود صرفه جویی در انرژی و برای رسیدن به یک تخصیص کارآمد منابع در دسترس، ممکن است شامل توسعه در بهره وری سوخت، بهبود بهره وری انرژی، تغییر معماری حمل و نقل، توسعه و هوشمندسازی بنادر و توسعه زیرساخت های مناسب در اسکله ها، بهره برداری فن آوری های جدید در بنادر، حمایت از اطلاعات وفن آوری ارتباطات و حمل و نقل، سیستم ها هوشمند بنادر، بهره وری بندر، اپراتور بندر، تعرفه بندر جریان‌های تجاری، عدم تعادل تجارت، حجم تجارت، مکمل تجارت، ساختارصنعت دریایی، خدمات خط عرضه، مقررات موقعیت درحمل 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).



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

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 کانتینریزه شدن، شکل و ترکیب بنادر و صنعت کشتیرانی را تغییر داده است و از آن جایی که تسهیل کننده زنجیره حمل ونقل بین المللی، فقط از طریق حمل کالا با کانتینر میسر و مقرون به صرفه می باشد، علیرغم اینکه امروزه یکی از مهم‌ترین روش های حمل که رو به گسترش است، حمل کانتینری کالا است که باعث شده محمولات سریع تر، سالم تر، با هزینه پایین‌تری به مقصد برسند (Molavi et al., 2020).

برای مقابله با افزایش زمان توقف کشتی جهت عملیات تخلیه و بارگیری کالا، قابلیت اطمینان وکاهش 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 فزاینده‌ای 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 می‌باشد. آنچه در بهبود عملکرد خطوط کانتینری می تواند موثر واقع شود سه مجموعه از اقدامات تجاری، عملیات، شبکه و استقرار ناوگان های مناسب می‌باشد. در مجموع، این سه عنصر به طور معمول 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 وکاهش 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 فزاینده‌ای دچار مشکلات نموده است (Hua et al., 2020).

از آن جایی که زمان لازم جهت بهبود شبکه و ناوگان‌ها 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 عدم وجود ترمینال کانتینری هوشمند، شبکه و ناوگان مناسب جهت حمل و نقل کانتینری بصورت سیستماتیک و زمانبندی شده که منجر به توسعه حمل ونقل کانتینری در این بندرها گردد، موجود نمی‌باشد. از سوی

In Press

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 محدودیت‌ها، 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 فعالیت‌های 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 مشـکلات موجود، بنادر در حال اتخاذ راه حل‌های 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 می‌کند. 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 حل‌هایی در مورد انرژی و مسائل زیست محیطی است. از سوی دیگر همان‌گونه که مشاهده می گردد، از نظر ساختار تشکیلاتی کلان حمل و نقل در ایران عمدتا به جز شیوه حمل و نقل دریایی خطوط لوله و مواد نفتی وگمرک، 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 اصولا در این روش از حمل ونقل، مالکیت خصـوصی 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 می‌کنند. 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 یافته‌های پژوهش .Chen et al (2019) در معرفی عوامل سبز و هوشمند در بنادر تجاری، در این پژوهش بر آن شده‌ایم تا بر اساس تئوری توسعه یافته دمپستر شافر ابتدا ارزش-گذاری شاخص‌ها 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 آلایندگی شناور ها را مورد بحث و بررسی قرار دادند. همچنین در ادامه راهبرد مقاله بر اساس اطلاعات موجود درخصـوص بنادر کره، از روش تحلیل پوششی داده‌ها 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 سیاست‌های 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:

۱- کیفیت زیست محیطی

۲- استفاده از انرژی و منابع

۳- جا به جایی ضایعات

۴- کیفیت زیستگاه ها و گیاهان سبز

In Press

۵- همچنین مشارکت اجتماعی.

Besri و Boulmakoul (2017) در پژوهش خود نقش مؤلفه‌های 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. Xu و Leilei (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 می‌توانند 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 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 مهم‌ترین نگرانی‌های 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 سیاست‌های 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 می‌کنیم 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.

۲. مواد و روش ها

مفهوم ارزیابی بنادر به لحاظ سبز و هوشمندی، یه 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، همان‌طور که Chen et al. (2019) اعلام نمودند، ارزیابی و تحلیل مولفه‌های سبز و هوشمندی بنادر از چالش های جدی ارزیابی محسوب می‌شود. این بخش از

In Press

پژوهش در راستای تکمیل مقاله ارائه شده Chen et al. (2019) در صدد است تا بر اساس مؤلفه‌های دسته بندی شده و سیاست گذاری شده در حوزه سبز و هوشمندی بنادر استفاده نماید تا بنادر فعال در ایران را بر اساس این مؤلفه‌ها مورد بحث و بررسی قرار دهد. از این رو در این بحش از پژوهش از رویکرد ادغامی تئوری توسعه یافته دمپستر شافر و معادلات ساختاری تفسیری بهره برده است. ابتدا شاخص‌های سبز و هوشمندی بنادر ایران ارزیابی و ارزش‌گذاری 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 پایه‌گذاری شده و سپس توسط شافر بسط داده شده‌است. این نظریه روشی قدرتمند برای ترکیب شواهد تجمعی از نظرات و ایده‌های متفاوت در مورد شواهد است. نظریه دمپسترشافر در مورد توابع باور، در مقایسه با نظریه احتمال، اطلاعات بیشتری برای حمایت از تصمیم‌گیری به وسیله شواهد ناشناخته و نامطمئن درنظر می‌گیرد و سازوکاری برای استخراج راه‌حل‌هایی برای شواهد مبهم و متفاوت، بدون داشتن اطلاعات قبلی و احتمالات پیشین ارائه می‌دهد. یکی از کاربردهای این نظریه، مطالعاتی است که در زمینه مسائل تصمیم‌گیری با استفاده از ترکیب و توسعه این نظریه با نظریه و روش‌های دیگر پیشنهاد شده است. تصمیم‌گیری فرآیند رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم به منظور انتخاب بهترین گزینه در میان مجموعه گزینه‌های ممکن برای انتخاب است (Dempster, 1967). معمولاً در شرایط واقعی، تصمیم‌گیری تحت شرایط عدم قطعیت و اطلاعات ناکافی، نادقیق یا متناقض رخ می‌دهد. بنابراین با توجه به دقت و مشخصات داده‌های اندازه‌گیری شده و شواهد موجود، روش‌ها و پیشنهادهای متفاوتی برای حل مسائل تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت پیشنهاد یا اختصاص داده شده است. به دلیل طبقه‌بندی عدم قطعیت شناختی (عدم قطعیت قابل اندازه‌گیری) در چهار دسته عمومی: تصادفی بودن، ناکافی بودن، نادقیق بودن و متناقض بودن، چارچوب‌های مختلفی برای رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم و یافتن بهترین راه‌حل در فرآیند تصمیم‌گیری معرفی می‌شوند (Dempster, 1967). نظریه مجموعه فازی و دمپسترشافر دو نظریه معروف برای حل مسائل در شرایط عدم قطعیت هستند (شکل ۳).

همان‌طور که بیان شد، ناکامل بودن، نادقیق یا نامعلوم بودن شواهد و داده‌ها و همچنین کمبود دانش، با عدم قطعیت معرفتی مرتبط است. بنابراین با افزایش داده، اطلاعات و دانش می‌توان نسبت به کاهش این عدم قطعیت برای بهبود تصمیم‌گیری و انتخاب بهترین گزینه اقدام نمود. به‌طورکلی، چارچوب منطق فازی بر اساس اطلاعات نادقیق و نظریه دمپسترشافر برای اطلاعات ناکافی پیشنهاد می‌شود، و لیکن بیشتر پژوهش‌های موجود تصمیم‌گیری یا از نظریه فازی استفاده کرده یا بر اساس ترکیبی از نظریه دمپستر شافر و نظریه فازی طراحی شده‌اند. با وجود مؤثر بودن روش‌های پیشنهادی بر اساس ارائه روش‌هایی ترکیبی از نظریه دمپسترشافر و سایر روش‌ها برای ارزیابی عدم قطعیت و کاهش آن در زمینه‌های مختلف، این روش‌ها به طور مستقیم در چارچوب نظریه دمپسترشافر و بر اساس داده‌های ناکافی و شرایط عدم قطعیت تعریف نشده‌اند. علاوه بر این، در روش‌های مذکور، اختلاف اندازه‌های باور متخصصان در مورد یک هدف یا فرضیه، بر اساس شواهد موجود، به عنوان معیار اصلی تصمیم در نظر گرفته نمی‌شود.

توابع باور نقش مهمی در تجزیه وتحلیل اطلاعات ناکافی برای انتخاب بهترین گزینه تصمیم‌گیری در این روش دارند. اختلاف بین درجه باورهای مختلف به‌دست آمده از منابع مختلف و شواهد موجود با توجه به باور از درستی، باور از نادرستی یا عدم اطمینان به‌درستی 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 تصمیم‌گیری را تشکیل می‌دهد.

چارچوب تشخیص در نظریه دمپستر شافر، مجموعه‌ای از عناصر یا گزاره‌های دو به دو مجزا است و اگر مجموعه $x=\{x_1,x_2,\ldots,x_n\}$ مجموعه‌ای از عناصر یا گزاره‌ها باشد، فضای نمونه یا چارچوب تشخیص به صورت $\Omega=2x$ نمایش داده می‌شود و این مجموعه، مجموعه‌ای از تمام زیرمجموعه‌های X به‌صورت رابطه (۱) می‌باشد (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، به‌صورت $m(A_i)$ نمایش داده می‌شود که دارای شرایط رابطه (۲) است (Shafer, 1976):

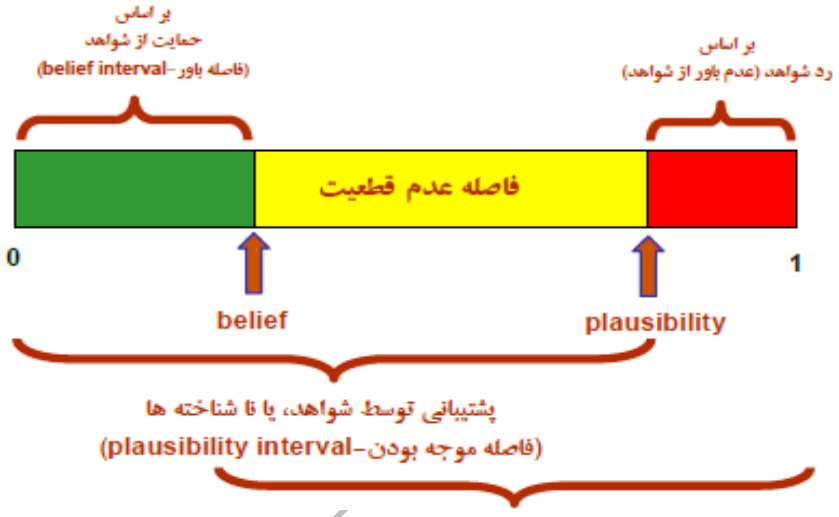
دقیق ترین باوری که از درستی یا رخداد مجموعهA از چارچوب تشخیص و بر اساس شواهد موجود، به دست می‌آید را تابع باور می‌نامند. این تابع مجموع جرم احتمال‌های تعیین‌شده برای عناصری است که در مجموعه A وجود دارد و به‌صورت رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

In Press

برخلاف نظریه احتمال، $bel(\mathrm{A}) = 0$ به معنای کمبود شواهد درباره مجموعه A است؛ در حالی که $\mathrm{p(A)} = 0$ به معنای ناممکن بودن این مجموعه بوده و این در حالی است که $bel(\mathrm{A}) = 1$ به معنای اطمینان از رخداد پیشامد A و مشابه با احتمال $\mathrm{p(A)} = 1$ است که به معنای اطمینان از درست بودن مجموعه A است. بیشینه باور ممکن برای درستی مجموعه A را که بر اساس شواهد تعیین می‌شود، تابع امکان می‌نامند. این تابع مجموع کل جرم‌های احتمال عناصر موجود چارچوب تشخیص است که اشتراک آن با مجموعه A مخالف صفر است و به‌صورت رابطه(۴) تعریف می‌شود.

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

$pl(\mathrm{A}) = 0$ به معنای ناممکن بودن مجموعه A یا به طور مشابه $p(\mathrm{A}) = 0$ است. همچنین $pl(\mathrm{A}) = 0$ معادل است با $bel(\sim A) = 1$؛ به معنای اینکه اگر رخداد A بر اساس شواهد ناممکن باشد، مطمئنا 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 می‌شود.



شکل ۳- معرفی نظریه دمپسترشافر

Fig. 3- Introduction of Dempstershofer ‘s Theory

$$\Omega = \begin{Bmatrix} \{X_1\},\{X_2\},\dots,\{X_n\},\{X_1,X_2\} \\ \dots,\{X_1,X_2,\dots,X_n\} \end{Bmatrix} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$m(A_i) \geq 0, \qquad A_i \in \Omega$$
$$m(\emptyset) = 0 \quad \text{(رابطه ۲)}$$
$$\sum_{A \in 2^x} m(A_i) = 1$$

$$bel(A) = \sum_{A_i} m(b) \quad \text{رابطه (۳)}$$
$$pl(\mathrm{A}) = \sum_{A_i} m(b) \quad \text{رابطه (۴)}$$
$$pl(A) = 1 - bel(\sim A) \quad \text{رابطه (۵)}$$
$$U = 1 - bel(A) - bel(\sim A) \quad \text{رابطه (۶)}$$

فرض کنید $A \in \Omega$، مجموعه A با توجه به تعاریف فوق و با استفاده از اندازه‌های باور $bel(A)$، U(A) و $bel(\sim A)$ به‌صورت رابطه (۷) تعریف می‌شود.

رابطه (۷)

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

رابطه (۸)

$$0 \leq bel(A) + u(A) + bel(\sim A) \leq 1$$

به‌طوری‌که 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.

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 $b_i \in R$ 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 $D = \{(b_1, v_1),(b_2, v_2),\dots,(b_i, v_i),\dots (b_n, v_n)\}$ به طوری که v_i 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 می‌شود.

رابطه (۹)

$$\begin{aligned} D &= (\{b_1\}) = V_1 \\ D &= (\{b_2\}) = V_2 \\ D &= (\{b_i\}) = V_i \\ D &= (\{b_n\}) = V_n \end{aligned}$$

رابطه (۱۰)

$$\begin{aligned} D_1 &= \{(b_1^1, V_1^1), \dots, (b_i^1, V_i^1), \dots, (b_n^1, V_n^1)\} \\ D_2 &= \{(b_1^2, V_1^2), \dots, (b_j^2, V_j^2), \dots, (b_m^2, V_m^2)\} \quad (10) \end{aligned}$$

رابطه (۱۱)

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

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

In Press

به‌طوری که در رابطه (۱۲) داریم:

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

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

رابطه (۱۳)

$$(D_1 \oplus D_2) \oplus D_3 \neq (D_1 \oplus D_3) \oplus D_2 \quad \neq (D_2 \oplus D_3) \oplus D_1$$

رابطه (۱۴)

$$I(D) = \sum_{i=1}^{n} b_i \, V_i$$

قابل ذکر است که عملیات ترکیبی، خاصیت شرکت پذیری را حفظ نمی کنـد ، بنـابراین اعداد D می‌توانند به درستی و کارآمدی ترکیب شوند (رابطه ۱۳).

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

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 ۱۹۷۴ معرفی گردید و سپس توسط اندرو سیج در سال ۱۹۷۷ توسعه پیدا کرد. ISM یک روش تحلیلی پرکاربرد 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 می‌کند، از تجربیات و دانش عملی افراد و همچنین کمک هوش رایانه استفاده می‌کند و در نهایت، یک مدل ساختار تفسیری سلسله مراتبی چند سطحی را تشکیل می‌دهد. 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 می‌شود (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 اصلاح‌شده (ماتریس دستیابی نهایی)، تعیین سطح شاخص‌ها، ترسیم مدل نهایی ساختاری تفسیری و تحلیل جدول نفوذ – وابستگی است.

ماتریس خودتعاملی ساختاری برای تجزیه‌وتحلیل ارتباط فی‌مابین عناصر تشکیل و برای نشان دادن ارتباطات بین آن‌ها از چهار علامت ذیل استفاده می‌شود (ماتریس توسط نظر خبرگان بررسی می‌شود):

V: ارتباط یک‌طرفه از i به j

A: ارتباط یک‌طرفه ازj به i

X: ارتباط دوطرفه از i به j و بلعکس

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 می‌شود. به این ماتریس، ماتریس دستیابی اولیه گفته می‌شود. قانون جایگذاری ۱-۰ به شرح ذیل است:

- اگر ارتباط بین دو عنصر (i،j) در ماتریس خود تعاملی v باشد، در ماتریس RM ارتباط بین i و j را با عدد ۱ و بلعکس ارتباط بین j و i را با عدد ۰ جایگزین می‌کنیم.
- اگر ارتباط بین دو عنصر (i،j) در ماتریس خود تعاملی A باشد، در ماتریس RM ارتباط بین i و j راباعدد ۰ و بلعکس ارتباط بین j و i را با عدد ۱ جایگزین می‌کنیم.
- اگر ارتباط بین دو عنصر (i،j) در ماتریس خود تعاملی X باشد، در ماتریس RM ارتباط بین i و j را با عدد ۱ و بلعکس ارتباط بین j و i را با عدد ۱ جایگزین می‌کنیم.

In Press

- اگر ارتباط بین دو عنصر (i،j) در ماتریس خود تعاملی O باشد، در ماتریس RM ارتباط بین i و j راباعدد ۰ و بلعکس ارتباط بین j و i را با عدد ۰ جایگزین می‌کنیم.

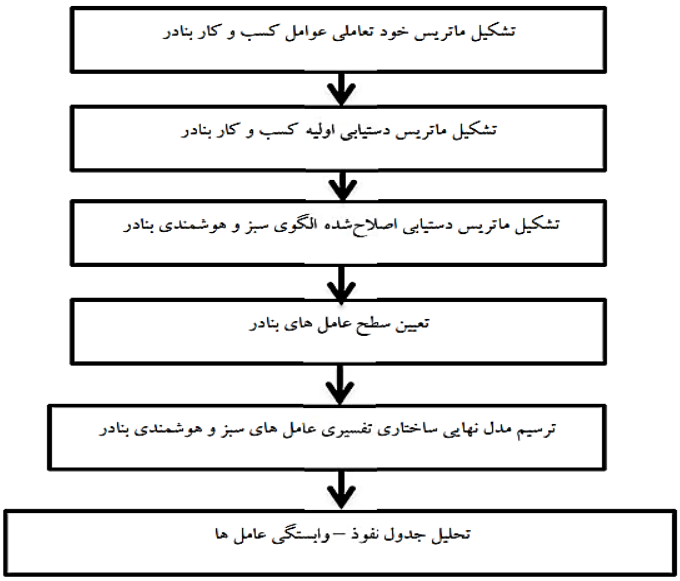
از آن جا که طبق خاصیت تعدی، اگر عنصر i منجر به عنصر j شود و عنصر j منجر به حصول عنصر k گردد به همین ترتیب عنصر i نیز باید منجر به عنصر k گردد. اگر این رابطه برقرار نبود در ماتریس از علامت ۱* استفاده می‌کنیم. به این مرحله ماتریس دستیابی اصلاح‌شده یا ماتریس دست‌یابی نهایی می‌گویند.

در مرحله تعیین سطح شاخص‌ها با به دست آمدن ماتریس دست‌یابی نهایی برای تعیین سطح معیارها دو مجموعه قابل‌دستیابی (خروجی) و مجموعه مقدم (ورودی) را تعریف کرده و سپس اشتراک آن‌ها را به دست آورده بدین ترتیب که مجموعه قابل‌دستیابی، مجموعه‌ای است که در ماتریس دستیابی نهایی، عدد معیارها در سطر به‌صورت یک ظاهرشده باشد و مجموعه مقدم مجموعه‌ای است که در آن عدد معیارها در ستون‌ها؛ به‌صورت یک ظاهرشده 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 قابل‌دستیابی باشد، سطح اول اولویت مشخص خواهد شد. پس از تعیین سطح، معیار یا معیارهایی که سطح آن مشخص‌شده است را از جدول حذف کرده و آن‌قدر 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 تعیین‌شده ترسیم خواهد شد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تعیین سطح، در مرحله قبل، ترسیم مدل نهایی ابعاد صورت می‌گیرد و سپس برای تعیین روابط (جهت پیکان‌ها) از ماتریس خود تعاملی ساختاری (SSIM) استفاده خواهد شد. در نهایت، در تجزیه‌وتحلیل متغیرها برحسب قدرت نفوذ و وابستگی (که از ماتریس RM استخراج می‌شوند). در نتیجه به چهار دسته تقسیم می‌شوند:

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 نیز اطلاق می‌شود که دارای قدرت هدایت زیاد و وابستگی زیاد است. این متغیرها غیر ایستا هستند، زیرا هر نوع تغییر در آن می‌تواند سیستم را تحت تأثیر قرار دهد و درنهایت بازخور سیستم نیز می‌تواند این متغیرها را دوباره تغییر دهد. چهارمین دسته متغیرهای مستقل کلیدی هستند که دارای قدرت هدایت قوی ولی وابستگی ضعیف هستند. این دسته همانند سنگ زیربنای مدل عمل می‌کنند و برای شروع کارکرد سیستم باید در وهله اول روی آن‌ها تأکید کرد.



شکل ٤- روش مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM)
Fig. 4- Interpretive Structural Modeling (ISM) method

۳- نتایج

در این بخش با توجه به ارزیابی انجام شده، مهم‌ترین شاخص-های ارزیابی شده در حوزه بنادر سبز و هوشمند مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. 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 لیکرتی از گرایش کاملاً موافق، موافق، بی نظر، مخالف و کاملاً مخالف ارائه کردند. بر اساس ارزیابی انجام شده بر روی پژوهش (Molavi, 2019) شاخص‌های سبز و هوشمندی بنادر به شرح جدول (۱) است. با توجه به شناسایی شاخص‌ها، در این مرحله با توجه به شاخص‌های شناسایی شده ارزیابی الگوی پستل برای شاخص‌ها انجام می‌گردد که موارد مطابق جدول (۲) است.

جهت ارزیابی و ارزش گذاری بر روی شاخص‌های هوشمند سازی و سبز سازی بنادر بر اساس رویکرد D از رویکرد و روش AHP به شرح گام های ذیل عمل می‌نمائیم:در این بخش از نظرات ۸ خبره جهت ارزیابی شاخص¬ها 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 شاخص‌ها اعلام داشته اند: با توجه به ارزیابی شاخص‌ها، در این بخش به ارزیابی و وزن دهی شاخص‌ها 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) می‌باشد. با توجه به جدول فوق برای سایر شاخص‌ها ارزیابی صورت می‌پذیرد. از این رو با توجه به ارزیابی صورت پذیرفته در گام بعدی ترکیب اعداد D انجام خواهد شد. همین‌طور بر اساس رابطه قبلی، اعداد با هم ترکیب خواهند شد که به شرح ذیل است:

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

بنابراین با توجه به ارزیابی صورت پذیرفته، ارزش‌گذاری شاخص‌ها به شرح جدول ۶ می باشد. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، 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.

جدول ۱- شاخص های سبز و هوشمندی بنادر

Table 1- intelligent and environmental indicators of ports

نماد	شرح شاخص
A1	انطباق با فناوری هوشمند
A2	زیر ساختهای هوشمند
A3	مدیریت آب و پسماند
A4	بکارگیری منابع تجدید پذیر
A5	مدیریت زیست محیطی
A6	مصرف انرژی
A7	مدیریت ایمنی
A8	میزان تولید گاز گلخانه ای
A9	سرسبزی حاشیه بندر

In Press

جدول۲- تحلیل پستل شاخص¬های شناسایی شده
Table 2- Pestel analysis of identified indicators

شرح شاخص	تحلیل پستل	تحلیل فرایندی
انطباق با فناوری هوشمند زیر ساخت‌های هوشمند	سیاسی	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.
	اقتصادی	همانطور که در فصل دوم بیان شده است، انطباق با فناوری‌های هوشمند در بنادر شمالی کشور سبب می‌شود تا حجم ترانزیت کالاها افزایش یافته و هزینه های سربار ایجاد شده برای توسعه بنادر به واسطه افزایش حجم نقل و انتقالات افزایش می یابد.
	اجتماعی	به سبب توسعه مؤلفه¬های انطباق بنادر با فناوری‌های هوشمند سبب می‌شود تا حوادث بنادر بشدت کاهش یافته و تحرک و پویایی بنادر افزایش یابد.
	تکنولوژیک	مدرنیزه سازی بنادر با فناوری‌های هوشمند سبب میشود تا سطح کلاس خدمات بنادر شمالی کشور ارتقا یافته و سطح گسترده ای از فعالیت های ترانزیتی را انجام دهد.
	محیطی	به لحاظ فرآیند تعاملات بنادر با محیط پیرامون تجاری خود سبب می‌شود تا ابعاد محیطی بنادر بسیار مناسب برای توسعه سایر کسب و کارها شود.
	قانونی	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.
مدیریت آب و پسماند مدیریت زیست محیطی میزان تولید گاز گلخانه ای سرسبزی حاشیه بندر مدیریت ایمنی	سیاسی	توسعه زیر ساخت های هوشمند بنادر شمالی کشور سبب می‌شود تا دولت بتواند رایزنی برای توسعه حمل و نقل های دریایی در سطح منطقه دریای خزر را ایجاد نماید.
	اقتصادی	زیر ساخت های هوشمند سبب می‌شود تا وضعیت اقتصادی سایر مشاغل وابسته به بنادر توسعه و افزایش چشم گیری پیدا نماید و همچنین سبب می‌شود تا زیر ساختهای هوشمند در سایر ارگان ها نهادینه شود.
	اجتماعی	به واسطه ایجاد زیرساخت های هوشمند سبب میشود تا سطح اجتماعی و مراودات با کشورهای همسایه افزایش یابد
	تکنولوژیک	به سبب توسعه زیرساختهای هوشمند در بنادر سبب می‌شود تا نوع محموله های ترانزیتی توسعه یابد.
	محیطی	سبب می‌شود که تا ساختار زیست محیطی اطراف بنادر فرصتی مناسب برای بهره برداری های تجاری مرتبط ایجاد شود.
	قانونی	بر اساس الزامات تبادل بار در بنادر، بایستی بنادر تجاری مجهز به سیستم های هوشمند برای برقراری ارتباطات با شناورها باشند.
بکارگیری منابع تجدید پذیر مصرف انرژی	سیاسی	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.
	اقتصادی	با توجه بحران انرژی در ایران، توسعه استفاده از منابع تجدید پذیر و زیر ساخت های بهره وری انرژی در بنادر سبب می‌شود تا به میزان قابل ملاحظه ای مصرف انرژی در بنادر کاهش یابد
	اجتماعی	توسعه زیر ساخت های استفاده از منابع تجدید پذیر و بهینه سازی مصرف برق سبب می‌شود تا سایر کسب و کارهای منطقه دچار اختلال در کسب و کارهای وابسته به انرژی نشده و انرژی منطقه را تامین نماید.
	تکنولوژیک	توسعه استفاده از منابع تجدید پذیر در بنادر سبب میشود تا در رده بندی بنادر جهانی رتبه بنادر ایران در جایگاه مناسبی قرار گیرد.
	محیطی	به واسطه بهینه سازی مصرف انرژی و استفاده از انرژی های تجدیدپذیر سبب می‌شود تا آلایندهای محیطی پیرامون بنادر کاهش چشم گیری داشته باشد
	قانونی	بر اساس برنامه توسعه چهارم مجلس، نیاز است تا زیر ساخت های مناسبی در بنادر شمالی کشور مستقر شده تا بهبود وضعیت انرژی در بنادر کشور ایجاد شود.

In Press

جدول۳- ماتریس تصمیم گیری گروهی
Table 3- Group decision matrix

شاخص‌ها	کارشناس ۱			کارشناس ۲			کارشناس ۳			کارشناس ٤		
	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	کارشناس ٥			کارشناس ٦			کارشناس ۷			کارشناس ۸		
	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 ٤- 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
0.3875	0.4431	0.1694	کارشناس ۲
0.4111	0.2611	0.3278	کارشناس ۳
0.4057	0.4798	0.1146	کارشناس ٤
0.3897	0.5109	0.0993	کارشناس ٥
0.5488	0.2101	0.2411	کارشناس ٦
0.2691	0.6123	0.1186	کارشناس ۷
0.3668	0.233	0.4002	کارشناس ۸

In Press

جدول۵- نمایش اعداد D
Table 5 - Display of D numbers

A_1	اعداد D
کارشناس ۱	D_1^1= [(0.56,0.4355),(0.66,0.4868),(0.28,0.0778)]
کارشناس ۲	D_1^2= [(0.25,0.3875),(0.4,0.4431),(0.2,0.1694)]
کارشناس ۳	D_1^3= [(0.09,0.4111),(0.71,0.2611),(0.41,0.3278)]
کارشناس ٤	D_1^4= [(0.46,0.4057),(0.61,0.4798),(0.24,0.1146)]
کارشناس ٥	D_1^5= [(0.33,0.3897),(0.65,0.5109),(0.43,0.0993)]
کارشناس ٦	D_1^6= [(0.34,0.5488),(0.45,0.2110),(0.46,0.2411)]
کارشناس ۷	D_1^7= [(0.08,0.2691),(0.72,0.6123),(0.25,0.1186)]
کارشناس ۸	D_1^8= [(0.43,0.3668),(0.82,0.2330),(0.45,0.4002)]

جدول٦- نمایش اعداد D
Table 6- Ranking of identified indicators

شاخص¬ها	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
I(D)	0.128534	0.103298	0.117007	0.081169	0.081374	0.122655	0.092952	0.131409	0.141601
رتبه بندی	۳	۶	۵	۹	۸	۴	۷	۲	۱

با توجه به ارزش‌گذاری 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 اصلاح‌شده (ماتریس دستیابی نهایی)، از آن جاکه 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 می‌کنیم. به این مرحله ماتریس دستیابی اصلاح‌شده 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 قابل‌دستیابی (خروجی) و مجموعه مقدم (ورودی) را تعریف کرده و سپس اشتراک آن‌ها را به دست می‌آوریم بدین ترتیب که مجموعه قابل‌دستیابی، مجموعه‌ای است که در ماتریس دستیابی نهایی، عدد معیارها در سطر به‌صورت یک ظاهرشده باشد و مجموعه مقدم مجموعه‌ای است که در آن عدد معیارها در ستون‌ها، به‌صورت یک ظاهرشده 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 قابل‌دستیابی باشد، سطح اول اولویت مشخص خواهد شد. پس از تعیین سطح، معیار یا معیارهایی که سطح آن مشخص‌شده است را از جدول حذف کرده و آن‌قدر 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 تعیین‌شده در جداول ۱۰ الی ۱۵ ترسیم خواهد شد.

بر اساس جدول ۱۰ نشان داده شد که A_8 و A_9 در سطح اول قرار می‌گیرند. بر اساس جدول ۱۱ مشاهده شده است که عامل های A_1 و A_2 در سطح دوم قرار گرفتند. بر اساس جدول ۱۲ نشان داده شد که مولفه A_3 و A_{10} در سطح سوم قرار دارند. بر اساس جدول ۱۳ نشان داده شد که عامل A_6 و A_7 در سطح چهارم قرار دارند. بر اساس جدول ۱۴ نشان داده شده است که عامل A_5 در سطح پنجم قرار دارند. بر اساس جدول ۱۵ نشان داده شد که عامل A_4 در سطح ششم قرار دارند.

In Press

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

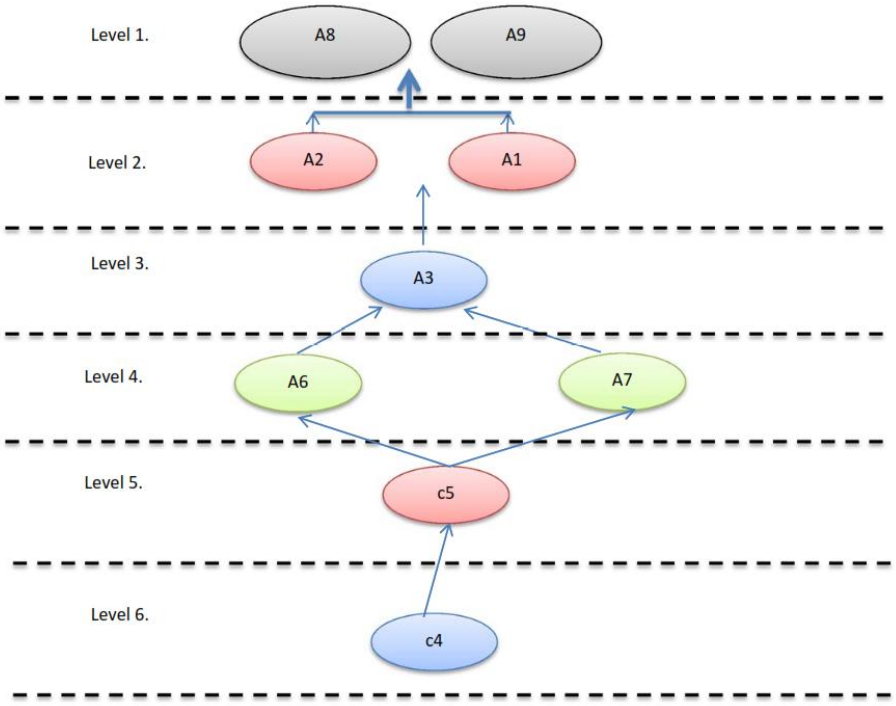
جدول ۸- ماتریس مجاورت
Table 8- Proximity matrix

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 اصلاح‌شده
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

In Press



شکل ۵- شبکه ISM عوامل مدل مفهومی ارائه شده

Figure 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

In Press

جدول۱۲- 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 ١٤- 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

جدول۱۵- سطح ششم عامل ها
Table 15 - The sixth level of factors

	P(Si)	Q(Si)	T(Si)
A_4	4	4	4

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 سیاست‌گذاری بنادر برای توسعه سبز و هوشمندی بایستی بصورت سطح بندی اقدامات لازم را برنامه ریزی نماید.

٤- نتیجه گیری

همان‌طور 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 می‌شود. از سوی دیگر در محیط رقابتی میان بنادر، نقش هوشمندی و سبز بودن در توسعه راهبرد های استفاده از این شیوه جمل و نقل بیشتر اثر گذار است. از این رو ارزیابی کارایی بنادر به لحاظ تطبیق با شاخص‌های 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 و معادلات ساختاری تفسیری ارائه شد. با توجه به ارزیابی و تحلیل انجام شده مشخص گردید که در سطح

In Press

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 اقمانات اجرایی مساله سبز بودن بنادر در دستور کار قرار گیرد. بر اساس یافته‌های پژوهش پیشنهاد می‌گردد بر اساس رویکرد روش SWOT سطح عملیاتی بنادر برای رسیدن به مساله بندر سبز و هوشمند و توسعه کسب و کارهای بنادر تدوین و ترسیم شود. همچنین زیرساخت های بنادر کشور بر اساس استانداردهای رده‌بندی 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.

Refrences:

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., Wiegmans, 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/10.1155/20 14/802976.

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/matecconf/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.

Journal of Marine Science and Technology

***In Press* / DOI: 10.22113/JMST.2023.399326.2531**

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 the global huge transit transportation is carried out through the sea ways. 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 stablishing 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, reducing the costs and increasing the quality and capacity of the sea ports. 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 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 is also applied 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.

In Press