بررسی عوامل اجتماعی و اقتصادی موثر بر ایجاد بندر خشک برای توسعه بندر چابهار

محمد حسین یار احمد زهی[۲]، منصور کیانی مقدم[۲]، مهدی مظلومی[۳]

۱. استادیار دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار
۲. دانشیار دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار
۳. کارشناس ارشد مدیریت حمل و نقل دریایی بین قاره ای

چکیده:

چابهار با قرار گرفتن در مسیر کریدورهای بین المللی و جایگاه بی بدیل آن در حمل و نقل کالا به کشورهای منطقه، می تواند به بندر هاب تبدیل شود. برای اینکه چابهار بتواند این نقش خود را ایفا کند نیاز به توسعه زیرساخت دارد. ایجاد بندر خشک یکی از روشهای توسعه برای بنادر ساحلی شناخته می شود. برای انجام هر پروژه ای نیاز به بررسی عوامل اجتماعی و اقتصادی در منطقه مورد نظر می باشد. در نتیجه در این تحقیق ۵ عامل فرعی مربوط به عامل اجتماعی و اقتصادی شناسایی شدند. روش رابطه ای خاکستری و چندگانه برای بررسی و تحلیل این عوامل انتخاب شد. در نهایت با استفاده از این روش مشخص شد که بندرخشک با فاصله زیاد و با امتیاز ۰/۹۹۷۲ بهترین مدل توسعه ای برای بندر چابهار می باشد.

کلمات کلیدی: چابهار ، بندر هاب ، بندر خشک ، روش رابطه ای خاکستری ، روش چند گانه

[2] Corresponding author
E-mail address: yarahmadzehi@cmu.ac.ir
Postal Address:Iran, Chabahar Maritime University

۱. مقدمه

بندر چابهار به عنوان تنها بندر اقیانوسی کشور و با قرار گرفتن در مسیر کریدورهای بین المللی می تواند به عنوان کلید توسعه محور شرق مطرح شود. برنامه های بلند مدت توسعه ای در نظر گرفته شده برای بندر چابهار با هدف تبدیل این بندر به یک مگاپورت و افزایش ظرفیت از ۲,۵ میلیون تن به ۸,۵ میلیون تن در نظر گرفته شده است. طرح ایجاد مجتمع پتروشیمی مکران که ظرفیت تولیدی این مجتمع در حدود ۲۶ میلیون تن در سال پیش‌بینی شده که از این میزان تولید، ۲۳ میلیون تن صادراتی می باشد (پرتال پتروشیمی مکران ۱۳۹۶). لذا توسعه بندر چابهار ضروری به نظر می رسد. یکی از روش های توسعه بنادر ایجاد بندر خشک می باشد.

۲. بندر خشک

بندر خشک یک ترمینال چند وجهی برای انجام خدمات در مناطق پس کرانه ای می باشد که چندین بندر را با استفاده حمل و نقل ریلی و یا جاده ای به هم متصل می کند و خدمات تخصصی ما بین بندر خشک و مقاصد خارج از کشور را انجام می دهد بطور معمول بندر خشک فراهم کننده تسهیلات مورد نیاز لجستیکی و کانتینری برای حمل و نقل دریایی و ارسال کالاها می باشد(Lina Trainaviciute ۲۰۰۹). درتعریفی دیگر بنادر خشک بصورت یک راه حل برای مهمترین مسئله بوجود آمده از فعالیت های بنادر همچون: ازدحام ترافیکی، کمبود فضا برای تجهیزات بندری و تاثیرات مهم زیست محیطی بنادر ارائه می دهد (Rodrigue 2006).

در دسته بندی ارائه شده توسط Roso و همکاران (۲۰۰۸) این بنادر به سه دسته کلی بشرح زیر تقسیم شدند:

۱. بنادر خشک دور از ساحل: بنادر خشک دور متداول ترین نوع بنادر خشک هستند و در مقایسه با انواع دیگر تاریخچه طولانی تری دارد. کاستن از هزینه ی حمل و نقل، دلیل عمده استفاده از بنادر خشک است.

۲. بنادر خشک با فاصله‌ی متوسط از ساحل: این نوع بندر در فاصله ای از بندرساحلی واقع شده اند که از حمل و نقل جاده ای برخوردارند. معمولا این نوع از بنادر خشک در فاصله مشخصی از بندر ساحلی قرار می گیرد، بندر خشک از طریق دسترسی جاده ای، به مراکز تولید کالاها، خدمات ارائه می دهند. این نوع بندر خشک به عنوان محل تلاقی خدمات مختلف ریلی و بخشی از وظایف اداری و فنی بندر ساحلی (به عنوان نمونه پویش گرهای مجهز به اشعه ایکس به منظور واحدهای ایمنی و بازرسی گمرکی) است.

۳. بنادر خشک نزدیک به ساحل: یک راه دیگر این است که یک بندر خشک نزدیک در حاشیه بندر دریایی ایجاد شود. بندر خشک نزدیک، حمل و نقل جاده ای را از کشتی های باربری و به سوی آنها در خارج از محدوده شهر استحکام بخشیده و با ارائه خدمات خطوط راه آهن به بندر، از تراکم ترافیک در خیابانها و مدخلهای بنادر می کاهند. این نوع بنادر خشک محل تلاقی مسیرهای

جاده ای و بسیاری از مراکز تولید و جذب کالا در خارج از شهر ساحلی مذکور و همچنین مسیر ریلی ویژه به بندر بدون استفاده از معابر شهری و اخلال در عملکرد آن ها است (Roso و همکاران، ۲۰۰۸).

۳. پیشینه تحقیق و مبانی نظری

تحقیقات انجام شده در زمینه بندر خشک را می توان در دو سطح داخلی و خارجی بررسی نمود.

دادور و همکاران (۱۳۸۹) تحقیقی با عنوان اهمیت ایجاد بنادر خشک به منظور توسعه لجستیک ایران انجام دادند. آنها به این نتیجه رسید که نکات مهمی که در مسیر اجرایی بنادر خشک در کشور مطرح می باشند، شامل تدوین مقررات جامع، انتخاب نوع مناسب از بنادر خشک، ارایه خدمات رفاهی و تفریحی، مسایل مهم مرتبط با حمایت مسوولین و نهادهای دولتی، مشارکت و سرمایه گذاری بخش های دولتی و خصوصی، هماهنگی در میان نهادهای مختلف در زمینه سیاست گذاری در ابعاد محلی، منطقه ای و ملی، تهیه بانک های آماری هماهنگ به منظور انجام فرایندهای تصمیم گیری و مکان یابی، رفع مشکلات اداری و بوروکراسی، بازنگری مقررات موجود، حذف و بازنگری برخی و تصویب مقررات جدید می باشند.

دانا و سجادی (۱۳۹۲) درتحقیقی با عنوان شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر بر استقرار بنادر خشک در ایران، عوامل موثر بر استقرار بنادر را در قالب ۳ فاکتور زیرساختار، سخت افزار و نرم افزار و ۲۰ شاخص دسته بندی نمودند. در نهایت در این تحقیق مشخص شد که فاکتور نرم افزار موثرترین عامل در استقرار بنادر خشک در ایران می باشد. همچنین از میان ۲۰ شاخص شناسایی شده، شاخصهای وجود تجهیزات و وسایل تخلیه و بارگیری (جرثقیل و...)، ارائه خدمات گمرکی و ترخیص کالا و دسترسی به مسیرهای عمده داخلی و بین المللی (Hinterland) بیشترین تاثیر و اهمیت در استقرار بنادر خشک در ایران داشته اند.

در تحقیقی که Bergqvist *et al*. (۲۰۱۰) انجام دادند، استراتژی هایی را برای همسان سازی عملیات بندر خشک در اسکاندیناوی انجام دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که برای افزایش حجم کالای ورودی به بنادر از زیرساخت های ترکیب شده در بخش ریلی و جاده ای می توان استفاده نمود که این کار در نهایت باعث کاهش ترافیک در بنادر می شود. در بنادری که خدمات رقابتی و خلاقانه ارائه می شد، در نهایت باعث جذب استفاده کنندگان بیشتری شد.

در تحقیق دیگری که Hesse & Flamig (۲۰۱۱) با عنوان: جانمایی بندر خشک. منطقه بندی بندر به عنوان چالشی برای برنامه ریزی (مطالعه موردی بندر هامبورگ آلمان، و Süderelbe) انجام شد. در این تحقیق چالش های جانمایی بندر خشک در بندر هامبورگ بررسی شد. نتایج نشان دادند که مشکلات بوجود آمده بدلیل تقاضای مشترک برای استفاده از زمین و زیرساخت ها و همچنین ساختار سازمانی ضعیف که باعث بروز اختلافات برنامه ریزی قابل توجهی با مناطق اصلی می شد. بوسیله برنامه ریزی منطقه ای می تواند حل شود.

Jagan JEEVAN و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه ای که در مورد چالش های توسعه بنادر خشک در مالزی داشتند، عملکرد ها و چالش های توسعه بنادر خشک در مالزی را بررسی کردند و دلایل عدم توسعه یافتگی بنادر خشک را بدین شرح بیان نمودند: عدم وجود واگن های حمل و نقل کانتینری کافی، عدم وجود طرح و نقشه متناسب تخلیه و بارگیری کانتینرها در ایستگاه های راه آهن، وابستگی زیاد به یک نوع روش حمل و نقل، عدم رغبت یا عدم آگاهی بنادر برای استفاده از بنادر خشک، و رقابت بین بنادر محلی.

براساس مطالعه پیشینه های داخلی و خارجی چهار دسته از عوامل اصلی شناسایی شدند که در توسعه بندر چابهار با استفاده از مدل بندر خشک موثر می باشند. این عوامل عبارتند از محیطی- قابلیت دسترسی- اقتصادی و اجتماعی- و عوامل موقعیت. برای هر یک از این عوامل مقیاس های اندازه گیری و معیار هایی وجود دارد که در بخش بعدی به آنها اشاره شده است.

۴. روش تحقیق

در این قسمت روش تحلیل رابطه‌ای خاکستری و چندگانه معرفی شده است. در ادامه استراتژی‌های حل آن به کمک روش تحلیل خاکستری ذکر شده است. در خصوص روش تحلیل رابطه خاکستری، ویژگی‌های این روش، تکنیک ریاضی حل آن، گام های انجام این روش، نحوه وزن دهی مشخص شده است.

انجام هر طرح دارای اثرات متفاوتی می باشد که آنها را می توان در سه دسته اثرات مستقیم، غیر مستقیم و اثرات اجتماعی، اقتصادی بررسی کرد (مجید مخدوم،۱۳۹۴).

روش های جمع آوری اطلاعات در این تحقیق عبارتند از:

۱) پرسشنامه ۲) مشاهده ۳) بررسی اسناد و مدارک (آرشیو و کتابخانه) که در این تحقیق حسب مورد از هر یک از روشها استفاده شد.

برای بررسی عامل اجتماعی و اقتصادی موثر در ایجاد بندر خشک ۵ عامل فرعی توسط شناسایی شدند که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- شناسایی عوامل فرعی موثر برای ایجاد بندر خشک

عامل اصلی	عوامل فرعی	منبع عامل
اجتماعی و اقتصادی	• قیمت زمین • امکان تامین نیروی ارزان • امکان تامین نیروی متخصص • تولید صنعتی • تراکم جمعیتی	Samir Awad nunez et al 2016, Weber 1929, Heike Flamig and Hesse 2011.

با توجه به اینکه هر یک از شاخص ها دارای انواع متفاوت (کمی، کیفی) و جهت مختلف (منفی یا هزینه ای، مثبت یا درآمدی و بهینه) می باشند. در نتیجه، برای تعیین پارامترهای لازم برای انجام تحقیق لازم است که مقیاس های مشخصی برای هر یک از شاخص ها تعیین شود.

Q_1 : قیمت زمین (قیمت زمین بر حسب متر مربع).

Q_2 : امکان تامین نیروی ارزان (مجموع تعداد کل دانش آموزان تا مقطع متوسطه و آموزش فنی حرفه‌ای).

Q_3 : امکان تامین نیروی متخصص (مجموع دانشجویان دوره های مختلف تحصیلی موسسات آموزش عالی، کاردانی تا دکتری).

Q_4 : تولید صنعتی (این شاخص بر اساس تعداد کارگاههای صنعتی بر حسب فعالیتهای مختلف صنعتی با ده نفرکارکن و بیشتر محاسبه می شود).

Q_5 : تراکم جمعیتی (این شاخص از حاصل این تقسیم بدست می آید $\frac{\text{شمار افراد}}{\text{مساحت}}$).

۴-۱ رابطه خاکستری برای ارزیابی معیارهای چندگانه

معمولا در طی فرآیندهای تصمیم‌گیری، تصمیم‌گیر سعی دارد تا از انواع روش‌ها، مانند: بررسی، پرسش‌نامه، آزمایش، نمونه گیری، و غیره استفاده نماید.، تا بتواند به هر اندازه که ممکن است اطلاعات عملی جمع آوری کند و به بهترین سطح تصمیم مورد انتظار یا مطلوب دست یابد. اینکه تصمیم گیر قادر باشد تا تمام اطلاعات لازم را گرد آوری نماید علیرغم جمع آوری چنین سطحی از اطلاعات، غیر ممکن به نظر می رسد؛ از این رو تصمیم‌گیران اغلب تصمیم های خود را در فرآیند یا محیط خاکستری اتخاذ می نمایند (Tzeng & Huang 2011).

۵. تعاریف

۵-۱ تعریف ۱: عدد خاکستری

عدد خاکستری عددی است که مقدار دقیق آن معلوم نیست اما محدوده ای که در آن قرار می گیرد مشخص است. به عبارتی عدد خاکستری یک بازه یا مجموعه ای از اعداد است. در حالت کلی فرض کنید اگر X مجموعه مرجع باشد. در آن صورت مجموعه خاکستری(G) از مجموعه مرجع (X) با دو نماد$\overline{\mu}_G(x)$ و $\underline{\mu}_G(x)$ براساس رابطه (۱) تعریف می شود (Sadeghieh et al, 2012).

$$\begin{cases} \overline{\mu}_G(x): x \to [۰,۱] \\ \underline{\mu}_G(x): x \to [۰,۱] \end{cases} \quad (۱)$$

که در این رابطه $\overline{\mu}_G(x) \geq \underline{\mu}_G(x)$ و $x \in X$ می باشد. $\overline{\mu}_G(x)$ و $\underline{\mu}_G(x)$ به ترتیب حد بالا و پایین از تابع عضویت G می باشند. هنگامی که $\underline{\mu}_G(x) = \overline{\mu}_G(x)$ باشد، آنگاه مجموعه خاکستری (G) تبدیل به مجموعه فازی می شود. این قابلیت نشان دهنده شمول تئوری خاکستری نسبت به شرایط فازی و انعطاف آن در مواجهه با مسائل غیر قطعی است (Li et al, 2007). بطور مثال برای شاخص قابلیت خاکبرداری که شاخصی کیفی و جهت آن مثبت است. مقیاس عدد خاکستری بدین صورت در نظر گرفته می شود:

خیلی کم = [۰,۱]، کم = [۱,۳]، قابل قبول = [۴,۵]، متوسط = [۵,۶]، نسبتا خوب = [۶,۹]، خیلی خوب = [۹,۱۰] (Golmohammadi & Mellat parast, 2012).

۵-۲ تعریف ۲: عملگرهای اصلی خاکستری

بطور کلی روابط تعریف شده میان اعداد حقیقی برای مجموعه های خاکستری نیز قابل تعمیم می باشند(Liu, Lin 2006). عملگرهای بازه ای توسط مورگسترش یافته است (Moore, 1996). عملگرهای میان دو عدد خاکستری

$\otimes G_۱ = [\underline{G}_۱ , \overline{G}_۱]$ و $\otimes G_۲ = [\underline{G}_۲ , \overline{G}_۲]$ در قالب روابط (۳) تا (۶) قابل تعریف است (Wu et al, 2005).

$$\otimes G_۱ + \otimes G_۲ = [\underline{G}_۱ + \underline{G}_۲ , \overline{G}_۱ + \overline{G}_۲] \quad (۳)$$

$$\otimes G_۱ - \otimes G_۲ = [\underline{G}_۱ - \overline{G}_۲ , \overline{G}_۱ - \underline{G}_۲] \quad (۴)$$

$$\otimes G_۱ \times \otimes G_۲ = [min(\underline{G}_۱\underline{G}_۲, \underline{G}_۱\overline{G}_۲, \overline{G}_۱\underline{G}_۲, \overline{G}_۱\overline{G}_۲)] , [max(\underline{G}_۱\underline{G}_۲, \underline{G}_۱\overline{G}_۲, \overline{G}_۱\underline{G}_۲, \overline{G}_۱\overline{G}_۲) \quad (۵)$$

$$\otimes G_۱ \div \otimes G_۲ = [\underline{G}_۱ , \overline{G}_۱] \times \left[\frac{۱}{\underline{G}_۲}, \frac{۱}{\overline{G}_۲}\right] \quad (۶)$$

اگر k یک عدد حقیقی مثبت باشد، آنگاه ضرب عددی آن در مجموعه خاکستری (G) به صورت رابطه (۷) خواهد بود:

$$k \otimes G = [\, k\underline{G}_1 \,,\, k\overline{G}_2 \,] \qquad (۷)$$

۵-۳ تعریف ۳: فاصله مینکفسکی

فاصله مینکفسکی (Minkowski Distance) بین دو عدد $\otimes G_1$ و $\otimes G_2$ بصورت رابطه (۸) تعریف می شود (Dang et al, 2006).

$$D_{G_1 G_2} = \frac{1}{\sqrt[p]{2}} \left[\left(\underline{G}_1 - \underline{G}_2 \right)^p + \left(\overline{G}_1 - \overline{G}_2 \right)^p \right]^{\frac{1}{p}} \qquad (۸)$$

که در اینجا $\underline{G}_1 - \underline{G}_2$ فاصله گزینه مرجع با حد پایین گزینه مورد نظر در ماتریس نرمال شده و $\overline{G}_1 - \overline{G}_2$ فاصله گزینه مرجع با حد بالای گزینه مورد نظر در ماتریس نرمال شده می باشد، و در این تحقیق $p = ۲$ در نظر گرفته شده است که فاصله اقلیدسی دو عدد خاکستری می باشد. در صورتی که $\otimes G_1$ و $\otimes G_2$ دو عدد قطعی عضو مجموعه اعداد حقیقی باشند، یعنی $\underline{G}_1 = \overline{G}_1$ و $\underline{G}_2 = \overline{G}_2$. در این صورت رابطه (۹) برقرار است:

$$D_{G_1 G_2} = \frac{1}{\sqrt[p]{2}} \left[2 \left(\underline{G}_1 - \underline{G}_2 \right)^p \right]^{\frac{1}{p}} = \left(\frac{1}{\sqrt[p]{2}} \right) \left(2^{\frac{1}{p}} \right) \left[\left(\underline{G}_1 - \underline{G}_2 \right)^p \right]^{\frac{1}{p}} = \left(\frac{\sqrt[p]{2}}{\sqrt[p]{2}} \right) \left| \underline{G}_1 - \underline{G}_2 \right| = \left| \underline{G}_1 - \underline{G}_2 \right| \qquad (۹)$$

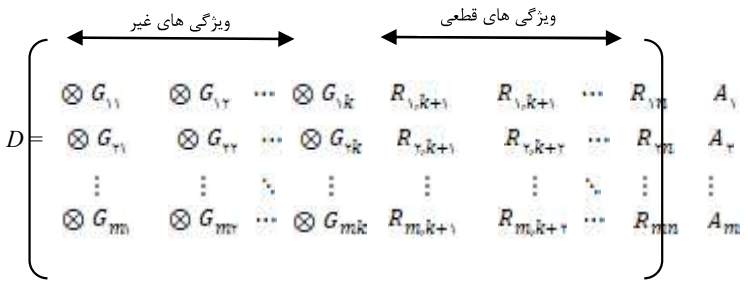
۶. روش شناسی

در حالت کلی فرض کنید $A = \{ A_1 , A_2 , \dots , A_m \}$ مجموعه ای گسسته از گزینه ها و $Q_{k+1} , \dots , Q_n \}$, $Q = \{ Q_1 , Q_2 , Q_k$ مجموعه n تایی از شاخص های مستقل باشد: این شاخص ها می توانند شامل k تا شاخص کیفی و $(n\text{-}k)$ تا شاخص کمی باشند. در نتیجه می توان روش تصمیم گیری جامع را در قالب گام های زیر ارائه نمود:

گام۱: تشکیل ماتریس تصمیم گیری

برای ارزیابی هر یک از گزینه ها از نظر شاخص های کمی (Q_{k+2} , Q_{k+2} , $\dots$, Q_n) از اعداد قطعی که در مجموعه اعداد حقیقی بیان می‌گردد و آنرا با R_{ij} نمایش می‌دهیم، استفاده می‌شود. در خصوص شاخص‌های کیفی یا شاخص‌هایی که اندازه‌گیری آنها در شرایط عدم قطعیت مطرح می‌شود از اعداد خاکستری $G_{ij} \otimes$

استفاده شده است. به این ترتیب ماتریس تصمیم‌گیری که هم‌زمان دارای درایه‌های قطعی و خاکستری است با استفاده از رابطه (۱۰) تشکیل می‌گردد.



$$D=\begin{bmatrix} \otimes G_{11} & \otimes G_{12} & \cdots & \otimes G_{1k} & R_{1,k+1} & R_{1,k+1} & \cdots & R_{1n} & A_1 \\ \otimes G_{21} & \otimes G_{22} & \cdots & \otimes G_{2k} & R_{2,k+1} & R_{2,k+2} & \cdots & R_{2n} & A_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \otimes G_{m1} & \otimes G_{m2} & \cdots & \otimes G_{mk} & R_{m,k+1} & R_{m,k+2} & \cdots & R_{mn} & A_m \end{bmatrix} \quad (10)$$

گام ۲: نرمال سازی ماتریس تصمیم گیری

گزینه ها بر مبنای شاخص های مختلف و با واحدهای اندازه گیری متفاوتی بررسی می شوند. انجام عملیات ریاضی (چهار عمل اصلی) برای گزینه هایی با شاخص هایی با واحد اندازه گیری مختلف ممکن نیست. بدین معنی که جمع یا تفریق دو مقدار که واحد اندازه گیری یکی کیلومتر و دیگری تعداد جمعیت باشد ممکن نیست. بنابراین ضرورت دارد واحد اندازه گیری یا بعد عدد از میان برود. این کار با عملیاتی که نرمال سازی می نامند، صورت می پذیرد. بدین منظور باید از روش جامعی استفاده کرد که بتواند انواع مختلف شاخص های مربوطه اعم از مثبت، منفی، بهینه، کمی و کیفی را بی بعد نماید. البته به منظور انجام عملیات ابتدا باید برای شاخص های کیفی، مقادیر عددی در نظر گرفت (محمد رضا مهرگان، ۱۳۹۴). به این دلیل و با استفاده از مجموعه معادلات مندرج در جدول۲ ، ماتریس نرمال شده با استفاده از روابط مربوطه محاسبه می شود.

$$\begin{bmatrix} \otimes G^*_{11} & \otimes G^*_{12} & \cdots & \otimes G^*_{1k} & R^*_{1,k+1} & R^*_{1,k+1} & \cdots & R^*_{1n} \end{bmatrix}$$

$$D^* = \begin{matrix} \otimes G^*_{۱۱} & \otimes G^*_{۱۲} & \cdots & \otimes G^*_{۱k} & R^*_{۱,k+۱} & R^*_{۱,k+۲} & \cdots & R^*_{۱n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \otimes G^*_{m۱} & \otimes G^*_{m۲} & \cdots & \otimes G^*_{mk} & R^*_{m,k+۱} & R^*_{m,k+۲} & \cdots & R^*_{mn} \end{matrix}$$

جدول ۲- روابط نرمال سازی

جهت شاخص	نوع شاخص	روابط نرمال سازی تصمیم	
شاخص مثبت	کمی	$R^*_{ij} = \frac{R_{ij}}{R^{max}_j} \quad , R^{max}_j = max_{۱\le i\le m}\{R_{ij}\} \quad , \quad k+۱ \le j \le n$	(۱۱)
	کیفی	$\otimes G^*_{ij} = [\frac{\underline{G}_{ij}}{G^{max}_j}, \frac{\overline{G}_{ij}}{G^{max}_j}] \ , G^{max}_j = max_{۱\le i\le m}\{\overline{G}_{ij}\} \ , \ j = ۱,۲ , \dots , k$	(۱۲)
شاخص منفی	کمی	$R^*_{ij} = \frac{R^{min}_j}{R_{ij}} \quad , R^{min}_j = min_{۱\le i\le m}\{R_{ij}\} \quad , \quad k+۱ \le j \le n$	(۱۳)
	کیفی	$\otimes G^*_{ij} = [\frac{G^{min}_j}{\overline{G}_{ij}}, \frac{G^{min}_j}{\underline{G}_{ij}}] \ , G^{min}_j = min_{۱\le i\le m}\{\underline{G}_{ij}\} \ , \ j = ۱,۲ , \dots , k$	(۱۴)
شاخص بهینه	کمی	$= ۱ - \left\|\frac{R_{ij}-R_{oj}}{\mu-R_{oj}}\right\| \quad \begin{cases} \mu = R^{max}_j & \text{if } \left\|R^{max}_j - R_{oj}\right\| \ge \left\|R_{oj} - R^{min}_j\right\| \\ \mu = R^{min}_j & \text{if } \left\|R^{max}_j - R_{oj}\right\| < \left\|R_{oj} - R^{min}_j\right\| \end{cases}$	(۱۵)
		R^*_{ij} $= max_{۱\le i\le m}\{R_{ij}\} \quad , R^{min}_j = min_{۱\le i\le m}\{R_{ij}\} \quad , \quad k+۱ \le j \le n$ R^{max}_j	
		$G^*_{ij} = [۱ - \left\|\frac{\underline{G}_{ij}-\underline{G}_{oj}}{\mu_۱-\underline{G}_{oj}}\right\| , ۱ - \left\|\frac{\overline{G}_{ij}-\overline{G}_{oj}}{\mu_۲-\overline{G}_{oj}}\right\|] \quad \underline{G}^*_{ij} \le \overline{G}^*_{ij} \ , \ j = ۱,۲ , \dots , k$	
		$\begin{cases} \mu_۱ = \underline{G}^{max}_j & \text{if } \left\|\underline{G}^{max}_j - \underline{G}_{oj}\right\| \ge \left\|\underline{G}_{oj} - \underline{G}^{min}_j\right\| \\ \mu_۱ = \underline{G}^{min}_j & \text{if } \left\|\underline{G}^{max}_j - \underline{G}_{oj}\right\| < \left\|\underline{G}_{oj} - \underline{G}^{min}_j\right\| \end{cases}$	
		$\begin{cases} \mu_۲ = \overline{G}^{max}_j & \text{if } \left\|\overline{G}^{max}_j - \overline{G}_{oj}\right\| \ge \left\|\overline{G}_{oj} - \overline{G}^{min}_j\right\| \\ \mu_۲ = \overline{G}^{min}_j & \text{if } \left\|\overline{G}^{max}_j - \overline{G}_{oj}\right\| < \left\|\overline{G}_{oj} - \overline{G}^{min}_j\right\| \end{cases}$	
		$\underline{G}^{max}_j = max_{۱\le i\le m}\{\underline{G}_{ij}\} \ , \quad \underline{G}^{min}_j = min_{۱\le i\le m}\{\underline{G}_{ij}\} \ ,$	(۱۶)

$= max_{1 \le i \le m}\{\overline{G}_{ij}\}$, $\overline{G}_j^{min} = min_{1 \le i \le m}\{\overline{G}_{ij}\}$ $\overline{G}_j^{max}$ در روابط فوق $G_{oj} \otimes$ و R_{oj} به ترتیب مقادیر بهینه از پیش تعیین شده به ترتیب برای jامین شاخص کیفی و کمی هستند. و همچنین $G_{oj} \otimes$ = [$\underline{G}_{oj}$, $\overline{G}_{oj}$] می باشد.	کیفی	

در جدول ۲ روابط ۱۱ و ۱۲ و ۱۴ برگرفته از کتاب Tzeng & Huang (2011) و روابط ۱۳ و ۱۵ برگرفته از مقاله Li et al. (2007) و در نهایت رابطه ۱۶ برگرفته از مقاله Kue et al. (2008) می باشد.

گام ۳: تعریف گزینه مرجع

یک گزینه مرجع که در حقیقت گزینه ایده آل مفروض است با استفاده از رابطه (۱۷) تعریف می شود (Golmohammadi & Mellat-parast, 2012) تا مبنایی برای ارزیابی و مقایسه دنباله متناظر با هر یک از گزینه ها را فراهم سازد.

$$A_0 = \{ [max_{1 \le i \le m} \underline{G}_{i1}^*, max_{1 \le i \le m} \overline{G}_{i1}^*] , \dots , [max_{1 \le i \le m} \underline{G}_{ik}^*, max_{1 \le i \le m} \overline{G}_{ik}^*] , max_{1 \le i \le m} R_{i(k+1)}^*, \dots, max_{1 \le i \le m} R_{in}^* \} \quad (۱۷)$$

گام ۴: محاسبه ضریب نسبی همبستگی رابطه خاکستری

دنگ همچنین یک معادله ریاضیاتی را برای ضریب نسبی همبستگی رابطه خاکستری که با γ نشان داده می شود بصورت زیر تعریف نموده است:

$$\gamma (x_0(k) , x_i(k)) = \frac{\min_i \min_k \Delta_i(k) + \zeta \max_i \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \zeta \max_i \max_k \Delta_i(k)} , \quad (۱۸)$$

در رابطه بالا $\Delta_i(k) = \left| (x_0(k), x_i(k)) \right|$ فاصله بین گزینه A_1 و گزینه مرجع با توجه به معیار jام است، که در این پژوهش با استفاده از فاصله مینکفسکی محاسبه می گردد. ζ ضریب مشخص همبستگی ($\zeta \in [0,1]$) می باشد که معمولا ۰,۵ در نظر گرفته می شود (Chang&Lin,1999; Lin et al,2007).

گام ۵: محاسبه امتیاز رابطه خاکستری

امتیاز رابطه خاکستری مابین گزینه A_1 و مرجع بوسیله رابطه (۱۹) محاسبه می شود

$$, x_i) = \sum_{k=1}^{n} w_k \gamma \left(x_0(k) , x_i(k)\right), \qquad (۱۹)$$

که در اینجا w_k نشان دهنده وزن معیار k ام می باشد. وزن ها را (w_1، ... ، w_k ، ... ،w_n) = $\boldsymbol{w}$ می توان بوسیله فرآیند تحلیل سلسه مراتبی (AHP)(زمانی که معیارها مستقل می باشند) یا فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP)(زمانی که معیار ها وابسته به بازخورد می باشند) بدست آورد (Tzeng, Huang 2011). بدیهی است هرچقدر امتیاز رابطه‌ای خاکستری k ام محاسبه شده برای گزینه ($\gamma(x_0 , x_i$)) . مقدار بیشتری داشته باشد آن گزینه مطلوب‌تر است.

۷. تجزیه و تحلیل

در این بخش معیارهای معرفی شده در جدول ۱ با استفاده از روش رابطه ای خاکستری معرفی شده بررسی شده است.

۷-۱ بکارگیری روش

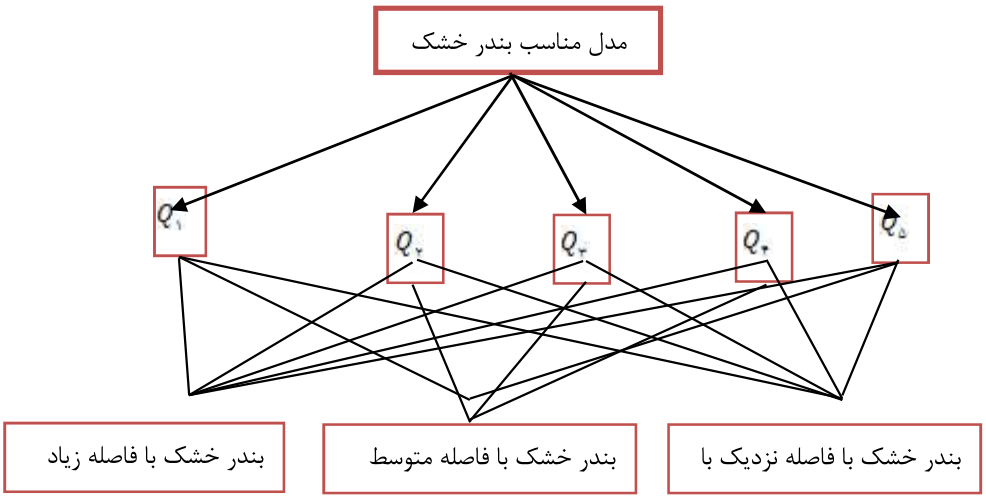
در جدول ۳ شاخص ها یا معیارهای فرعی موثر برای ایجاد بندر خشک، ماهیت شاخص از نظر کمی یا کیفی بودن، جهت شاخص از نظر مثبت، منفی و بهینه بودن نشان داده شده است. وزن شاخص ها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP تعیین شده است.

جدول ۳- عوامل اجتماعی و اقتصادی برای ایجاد بندر خشک

شماره شاخص	عنوان شاخص	ماهیت شاخص	جهت شاخص	وزن شاخص
Q_1	قیمت زمین	کمی	منفی	۰/۱۳۹۹
Q_2	امکان تامین نیروی ارزان	کمی	مثبت	۰/۱۷۹۴
Q_3	امکان تامین نیروی متخصص	کمی	مثبت	۰/۳۰۴۰
Q_4	تولید صنعتی	کمی	مثبت	۰/۲۸۷۳
Q_5	تراکم جمعیتی	کمی	منفی	۰/۰۹۳۵

۷-۲ مدل ساختار تصمیم گیری

ساختار کلی مسئله تصمیم گیری بصورت زیر در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱ ساختار کلی مسئله تصمیم گیری

گام ۱: تشکیل ماتریس تصمیم گیری

سه نوع بندر خشک به عنوان گزینه های ۱ تا ۳ در سطرهای ماتریس در نظر گرفته شده اند. و شاخص های Q۱ تا Q۵ تعریف شده در جدول ۳ به عنوان ستون های ماتریس می باشند. به این ترتیب ماتریسی با اندازه ی زیر تشکیل می گردد:

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	
D =	۵۰۰	۶۱۱۳۰	۱۰۳۵۳	۸	۱۰/۶۷۷۸	گزینه ۱
	۱۰۰	۵۹۲۲۰	۱۶۰۵۶	۱۴	۱۰/۹۱۸۲	گزینه ۲
	۲۰۰	۱۴۹۲۵۰	۴۳۶۲۹	۴۴	۱۸/۰۵۷۸	گزینه ۳

گام ۲: نرمال سازی ماتریس تصمیم گیری

به منظور نرمال سازی مقادیر ماتریس تصمیم گیری در خصوص شاخص ها، از روابط مندرج در جدول ۲ استفاده شده است. به این ترتیب ماتریس نرمال سازی شده بشرح زیر محاسبه شده است:

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	
D^* =	۰/۲	۰/۴۰۹۵	۰/۲۳۷۲	۰/۱۸۱۸	۱	گزینه ۱
	۱	۰/۳۹۶۷	۰/۳۶۸۰	۰/۳۱۸۱	۰/۹۷۷۹	گزینه ۲
	۰/۵	۱	۱	۱	۰/۵۹۱۳	گزینه ۳

گام ۳ : تعریف گزینه مرجع

گزینه مرجع با استفاده از رابطه ۱۷ بصورت زیر محاسبه شده است:

$$A_{\cdot} = \{ ۱ ,۱,۱ ,۱,۱ \}$$

گام ۴: محاسبه ضریب نسبی همبستگی رابطه خاکستری

در ابتدا و با استفاده از رابطه ۸ برای شاخص های کیفی و با استفاده از رابطه ۹ برای شاخص های کمی، فاصله مینکفسکی محاسبه می گردد که نتایج حاصله بصورت زیر می باشد:

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	
$d_{\cdot i_{(j)}}$ =	۰/۸	۰/۵۹۰۵	۰/۷۶۲۸	۰/۸۱۸۲	۰	گزینه ۱
	۰	۰/۶۰۳۳	۰/۶۳۲	۰/۶۸۱۹	۰/۰۲۲۱	گزینه ۲

گزینه ۳ ۰/۴۰۸۷ ۰ ۰ ۰ ۰،۵

با توجه به ماتریس مینکفسکی بالا، کوچکترین درایه مربوط به ماتریس $\min_i \min_k \triangle_i(k)$ و بزرگترین درایه ماتریس $\max_i \max_k \triangle_i(k)$ بدین صورت است: $\min_i \min_k \triangle_i(k) = ۰$ $\max_i \max_k \triangle_i(k) = ۰/۸۱۸۲$
به این ترتیب و با استفاده از رابطه ۱۸، ضریب نسبی همبستگی رابطه خاکستری بین هر گزینه و دنباله مرجع و با در نظر گرفتن شاخص k ام بصورت زیر محاسبه شده است:

$$\Delta_{i(k)} = \begin{array}{c|ccccc} & Q_۱ & Q_۲ & Q_۳ & Q_۴ & Q_۵ \\ \text{گزینه ۱} & ۰/۳۳۸۳ & ۰/۴۰۹۲ & ۰/۳۴۹۰ & ۰/۳۳۳ & ۱ \\ \text{گزینه ۲} & ۱ & ۰/۴۰۴۰ & ۰/۳۹۲۹ & ۰/۳۷۴۹ & ۰/۹۴۸۷ \\ \text{گزینه ۳} & ۰/۴۵۰ & ۱ & ۱ & ۱ & ۰/۵۰۰۲ \end{array}$$

گام ۵ : محاسبه امتیاز رابطه خاکستری

در این مرحله امتیاز رابطه خاکستری برای هر ماتریس و با توجه به رابطه ۱۹ بصورت زیر محاسبه شده است:
امتیاز های مربوط به عوامل اجتماعی و اقتصادی (۰/۴۱۵۸ =گزینه ۱) – (۰/۵۲۸۱ =گزینه۲) – (۰/۹۹۷۲=گزینه۳).

۸. نتیجه گیری

با توجه به داده های بدست آمده از بخش تجزیه و تحلیل می توان امکان ایجاد بندر خشک بر اساس عوامل اجتماعی و اقتصادی در چابهار را بصورت زیر تعیین نمود.
عوامل اجتماعی و اقتصادی با استفاده از ۵ شاخص بررسی شدند که این شاخص ها بدین صورت می باشند: قیمت زمین- امکان تامین نیروی ارزان- امکان تامین نیروی متخصص- تولید صنعتی- و تراکم جمعیتی.
امتیاز هایی رابطه خاکستری بدست آمده از این شاخص ها نشان می دهد که گزینه ۳ با امتیاز (۰/۹۹۷۲) بالاترین امتیاز را کسب کرده و گزینه ۲ با (۰/۵۲۸۱) و گزینه ۱ با (۰/۴۱۵۸) در رده های بعدی قرار می گیرند.

$$A_۳ \succ A_۲ \succ A_۱$$

یعنی برای احداث بندر خشک، بهترین گزینه از نظر عوامل اجتماعی و اقتصادی مربوط به بندر خشک با فاصله دور به شهر بندر چابهار می باشد، و در رده های بعدی بترتیب بندر خشک با فاصله متوسط و نزدیک قرار گرفتند.

۹. بحث و بررسی

این تحقیق با عنوان " بررسی عوامل اجتماعی و اقتصادی موثر بر ایجاد بندر خشک برای توسعه بندر چابهار " انجام شد. عمده توجه تحقیقات داخلی انجام شده در زمینه بندر خشک مربوط به شناسایی عوامل موثر در شکل گیری بندر خشک، گزینش مناسب ترین شبکه لجستیک، و شناسایی اهمیت آن متمرکز بود. و در تحقیقات خارجی انجام شده به بررسی چالشهای برنامه ریزی، توسعه، و مسائل و مشکلات ایجاد بندر خشک پرداخته شده است. از اینرو، در این تحقیق سعی شد تا عوامل اجتماعی و اقتصادی بر ایجاد بندر خشک شناسایی شود و چالش ها، با توجه به شرایط ایران بررسی شود. در نهایت با توجه به عوامل اجتماعی و اقتصادی بهترین مدل بندر خشک برای توسعه بندر چابهار بدست آمد. برای انجام این مهم روشی جامع نیاز بود تا بتواند تمامی عوامل کمی و کیفی را در زمانی که جهت آنها مثبت (درآمدی)، منفی (هزینه ای) ، و یا بهینه را اندازه بگیرد. بدین منظور پنج دسته عامل فرعی موثر بر ایجاد بندر خشک شناسایی شدند. نتایج نشان دادند که عوامل اجتماعی و اقتصادی در بندر خشک با فاصله زیاد مناسب ترین وضعیت را داشتند.

۱۰. پیشنهاد برای تحقیقات بعدی

با توجه به اهمیت بندر چابهار و لزوم انجام مطالعات بیشتر برای توسعه این بندر، پیشنهاداتی را در سه بخش بشرح زیر ارائه شده است:

۱. استفاده از سایر روش های تصمیم گیری چند شاخصه همچون TOPSIS یا مدلهای ساختاری.
۲. بررس و تحلیل مدل مناسب ایجاد بنادر خشک برای دیگر بنادر ساحلی کشور.
۳. و همچنین بررسی قابلیت مکان های مختلف برای ایجاد بنادر خشک برای توسعه بندر چابهار با استفاده از مدل بندر خشک.

منابع:

دانا, محمد امین، سجادی، جعفر.(۱۳۹۲) شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر بر استقرار بنادر خشک در ایران. پایان نامه دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار.

مهرگان محمدرضا. (۱۳۹۲) پژوهش عملیاتی پیشرفته. نشر کتاب دانشگاهی، تهران. فصل ۵، تصمیم گیری با معیارهای چندگانه،. صفحه ۱۶۸-۱۸۷.

مخدوم مجید. (۱۳۹۴) مدیریت محیط زیست. بخش اول: برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست و ارزیابی راهبردی محیط زیست، پرتال مدیریت بهداشت، ایمنی، محیط زیست، پدافند غیر عامل و مدیریت بحران شرکت ملی نفت ایران hse.nioc.ir.

BERGQVIST, R., WOXENIUS, J. and FALKEMARK, G. (2010), Establishing intermodal terminal, Transportation Research, Vol.3, No.3, pp.285-302.

Chang, T.C., and Lin, S.J. (1999). Grey Relation Analysis of Carbon Dioxide Emissions from Industrial Production and Energy Uses in Taiwan .Journal of Environmental Management 56:247–257.

Dang, Y., Liu, S., and Mi, C. (2006) Multi-attribute grey incidence decision model for interval number. Kybernetes 35, 1265-1272.

Golmohammadi D., Mellat-parast M., (2012) Developing a greybased decision-making model for supplier selection, Int. J. Production Economics 137, 191–200.

Jagan JEEVAN, Shu-ling CHEN, Eon-seong LEE , The Challenges of Malaysian Dry Ports Development. The Asian Journal of Shipping and Logistic , Volume 31 Number 1 March 2015 pp. 109-134.

Kuo, Y., Yang, T., & Huang, G. W. (2008). The Use Of Grey Relational Analysis In Solving Multiple Attribute Decision-Making Problems. Computers and Industrial Engineering 55:80–93.

Li G. D. Yamaguchi, D., andNagai, M. (2008). A Grey-Based Rough Decision-Making Approach to Supplier Selection. International Journal of Advanced Manufacturing Technology 36:1032–1040.

Lin, S.J., Lu, I.J. and Lewis, C. (2007). Grey relation performance correlations among economics, energy use and carbon dioxide emission in Taiwan. Energy Policy 35:1948–1955.

Li Q.X., Liu S.F., (2008) The foundation of the grey matrix and the grey input–output analysis, Applied Mathematical Modelling, Vol32, pp 267– 291.

Liu S.F., Lin Y., (2006) Grey Information Theory and Practical Applications, Springer-Verlag London Limited.

Makhdum M. Four Notes in assessing the developing impact. J Environ Develop, Vol 2(3), pp 9-12.

Markus Hesse, Heike Flamig, (2011). Placing dryports. Port regionalization as a planning challenge - The case of Hamburg, Germany, and the Süderelbe, Research in Transportation Economics,Vol 33, pp 42-50.

Moore, R.E., (1966) Interval Analysis, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

P. Lee et al. (eds.) (2016), Dynamic Shipping and Port Development in the Globalized Economy © The Editor(s).

Pons, A. (2008) Localizaciones óptimas para puertos secos. Ph. D. Thesis, Departamento de Infraestructura del Transporte y del Territorio, Universidad Politécnica de Cataluña, Spain.

Rodrigue, J.P. (2006) Transportation and the geographical and functional integration of global production networks, Growth and Change, Vol 37(4), pp 510-525.

Samir Awad-Núñez, Nicoletta González-Cancelas, Francisco Soler-Flores, Alberto Camarero-Orive (2016), A methodology for measuring sustainability of dry ports location based on Bayesian Networks and Multi-Criteria Decision Analysis, Transportation Research Procedia Vol 13, pp 124-133,.

Sadeghieh A., Dehghanbaghi M., dabbaghi A., barak S., (2012) A Genetic algorithm based grey goal programming (G3) approach for part supplier evaluation and selection, International journal of production research, Vol 50, pp 4612-4630.

Trainaviciute, Lina. "The Dry Port–Concept and Perspectives". FDT- Association of Danish Transport and Logistics Centers .pp 6.

Tzeng Gwo-Hshiung, Huang Jih-Jeng (2011).” Multiattribute decision making, Methods and Applications”. Taylor & Francis Group. pp 100-108.

Yu, P.L. (1990). Forming winning strategies: An integrated theory of habitual domains. Heidelberg, Germany: Springer UN-ESCAP (2007), Logistics sector developments: planning models for Enterprises and Logistics clusters.

Weber, A. (1929) Theory of the Location of Industries. Chicago: The University of Chicago Press (translated by Carl J. Friedrich from Weber's 1909 book).

Wu, Q., Zhou, W., Li, S., Wu, X., (2005) Application of grey numerical model to groundwater resource evaluation, Environmental Geology, Vol 47, pp 991–999.

VIOLETA ROSO (2008), Emergence and Significance of Dry Ports, Chalmers University of Technology, Sweden Division of Logistics and Transportation, pp 21.

منابع اینترنتی:

طرح ایجاد پتروشیمی مکران (۱۳۹۶) ، www.mokran.ir تاریخ دسترسی ۱۳۹۶/۵/۱۸، ساعت دسترسی ۱۵:۰۰.

Dry Port Social and Economic Effective Factors Analysis to Develop Chabahar Port

Mohamad Hosein Yarahamadzehi[1], Mansour Kiani Moghadam[2], Mehdi Mazloumi[3]

1. Assistant professor at Chabahar Maritime University
2. Associate professor at Chabahar Maritime University
3. MSc in Intercontinental Maritime Transportation Management

Abstract:
Chabahar is located in international corridors and to transport goods to region countries have had unprecedented position. Development of infrastructure needed to reach this goal. Dry port construction is one of the well- known methods to do this. Any project should be evaluated using economic and social factors. Therefore, 5 criteria proposed to measurement social and economic criteria. Gray relational and Multi Attribute Decision Making method used to analyze criteria. Finally, Distant dry port by 0,9972 score selected to develop Chabahar port according social and economic factors.

Key words: Chabahar Port, Dry Port, Gray Relational, Multi Attribute Decision Making