

# اولویت‌بندی طرح‌های اقتصادی سرمایه‌گذاری در اراضی پشتیبانی بنادر با روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه

محمدعلی حسن‌زاده<sup>۱\*</sup>، محمد مهیرکجوری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۲۰

\*نویسنده مسئول

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۲۵

© نشریه صنعت حمل‌ونقل دریایی ۱۳۹۵، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه صنعت حمل‌ونقل دریایی است.

## چکیده

به‌طور معمول استراتژی‌های تخصیص اراضی بندری به تعیین گروه‌های صنایع یا فعالیت‌های تولیدی و خدماتی در سطح کلان منجر می‌گردند، اما به ارائه راهکار نهایی برای انتخاب بهینه یک طرح مشخص از مجموعه صنایع یک خوشه صنعتی منتهی نمی‌شوند. رسیدن به اهداف اساسی هر بندر در حوزه‌های درآمدی یا رقابتی نتیجه انتخاب بهینه طرح‌های پیشنهادی از سوی سرمایه‌گذاران است در غیر این صورت این اراضی با ارزش اختصاص به فعالیت‌هایی داده می‌شوند که نمی‌توانند باعث افزایش توان رقابتی بندر شوند.

در این مقاله با فرض اینکه استراتژی کلان بندر، ارائه خدمات انبارداری به کالا می‌باشد، به‌منظور تخصیص اراضی بندری بر مبنای معیارهای عملکردی، ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌های رقیب با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر شاخص‌های چندگانه با روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد، تخصیص اراضی بندری به گزینه احداث محوطه کانتینری با امتیاز ۰/۶۴ اولین اولویت و گزینه ساخت سوله با امتیاز ۰/۲۵ دومین اولویت و نیز گزینه ساخت سیلو با امتیاز ۰/۱۱ سومین اولویت می‌باشد. بر این اساس، طرحی که از بین طرح‌های پیشنهادی بیشترین مزایای اقتصادی را برای بندر به‌همراه داشت و بالاترین امتیاز را در بین مجموعه محاسبات به‌دست آورد، به‌عنوان بهترین گزینه معرفی گردید.

**واژه‌های کلیدی:** حمل‌ونقل دریایی، روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، طرح‌های سرمایه‌گذاری، اولویت‌بندی، تحلیل سلسله‌مراتبی

<sup>۱</sup> دکترای اقتصاد حمل‌ونقل، مدیر کل مرکز بررسی‌ها و مطالعات راهبردی سازمان بنادر و دریانوردی، Mahasanzadeh@Yahoo.Com  
<sup>۲</sup> کارشناس ارشد مهندسی صنایع (گرایش مدیریت سیستم و بهره‌وری)، کارشناس مسئول آمار سازمان بنادر و دریانوردی، M\_Kojuri@Yahoo.Com

## ۱- مقدمه

بعد از جنگ دوم جهانی، تجارت جهانی در مقایسه با تولید جهانی به مراتب رشد بیشتری داشت. این موضوع به معنای آن است که افزایش تجارت در میان کشورها بر مبنای مزیت نسبی آنها در تولید یک کالا یا خدمات می‌باشد؛ به عبارتی هر قطعه از یک محصول در کشوری که در تولید آن قطعه مزیت نسبی دارد، به صورت تخصصی تولید می‌شود و برای مونتاژ و توزیع بین مصرف‌کنندگان، به کشور دیگری که نیروی کار ارزان آن مزیت نسبی نسبت به آن کشور در مونتاژ دارد، فرستاده می‌شود. نتیجه این رویکرد آن است که برخلاف گذشته، لازم است قطعات در کشورهای مختلف تولید و قبل از عرضه محصول نهایی به بازارهای مصرف چند بار بین کشورهای مختلف رد و بدل شوند که این مبادله خود باعث افزایش تجارت میان کشورها در مقایسه با تولید می‌شود. تداوم این شکل از تجارت از یک سو به تخصصی شدن تولید کالاها و خدمات در کشورها و در نهایت به جهانی شدن اقتصاد منجر شده است و از طرف دیگر باعث شده که کشورهای دنیا بیش از گذشته به خدمات حمل‌ونقل، به ویژه حمل‌ونقل دریایی نیاز داشته باشند.

کمیابی منابع همواره به عنوان یک مشکل اقتصادی برای تأمین نیازها و خواسته‌های نوع بشر که در محیطی با منابع محدود زندگی می‌کنند وجود داشته است. اصطلاح کمیابی بیانگر این نکته اساسی است که همه نیازهای جامعه را نمی‌توان به دلیل محدودیت منابع، هم‌زمان تأمین کرد از این رو باید تأمین بخشی از نیازها به زمان دیگری موکول گردد و منابع موجود را به نیازها یا خواسته‌های اساسی‌تر تخصیص داد. امروزه بنادر به مهم‌ترین پایگاه‌های افزایش رقابت‌پذیری کالا و خدمات مبدل شده‌اند و کشورهای مختلف سعی دارند با استفاده از آنها بیشترین منافع را در عرصه‌های اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی نصیب خود کنند. این در حالی است که صنعت حمل‌ونقل دریایی و بنادر همانند همه سیستم‌های دیگر، همواره از محدودیت منابع رنج می‌برند.

محدودیت منابع در استفاده از روش حمل‌ونقل دریایی برای یک کشور می‌تواند در مرحله نخست دسترسی به دریا باشد، به این مفهوم که آیا یک کشور به دریا دسترسی مستقیم دارد و یا محصور در خشکی است یا صرفاً باید از طریق کشورهای هم‌جوار به دریا دسترسی پیدا کند. با فرض دسترسی به آب‌های آزاد برای تجارت دریایی سایر محدودیت‌های منابع عبارت‌اند از: تعداد نقاط با عمق مناسب آب برای ساخت بندر و کشتیرانی، تعداد محل‌های موجود برای ساخت بندر با کمترین فاصله از مسیرهای اصلی دریانوردی، تعداد نقاط با امکان دسترسی به شبکه‌های ارتباطی با مراکز تولید و مصرف کالا، متراژ اراضی موجود و قابل استفاده در نقاط منتخب جهت احداث محدوده‌های عملیاتی، متراژ اراضی قابل واگذاری به فعالیت‌های صنعتی به منظور پشتیبانی از عملیات اصلی بندر.

با در نظر گرفتن موارد مذکور ملاحظه می‌شود که هرچند ممکن است یک کشور دارای سواحل طولانی باشد ولی تعداد نقاطی که می‌توان از آنها برای ساخت یک بندر و فعالیت تجاری استفاده کرد ممکن است انگشت‌شمار بوده و بعضی از آنها با محدودیت شدید در زمین برای ساخت محوطه‌های عملیاتی و پشتیبانی بندر مواجه باشند و ناگزیر شوند بخشی از منابع مالی پروژه را برای استحصال زمین از دریا و جبران محدودیت زمین صرف کنند. در چنین شرایطی مسئولین بندر باید اقتصادی‌ترین طرح را به منظور تخصیص اراضی انتخاب کنند.

### ۱-۱- بیان مسئله و ضرورت انجام تحقیق

در بسیاری از بنادر جهان به دلیل محدودیت منابع واگذاری اراضی بندری به فعالیت‌های مختلف اعم از فعالیت‌های اصلی بندری مانند ساخت اسکله و محوطه‌های نگهداری کالا و یا تخصیص زمین برای استقرار واحدهای صنعتی و یا خدماتی به منظور افزایش عملکرد بندر یا ارائه خدمات ارزش‌افزوده، با دقت و وسواس بسیار صورت می‌پذیرد. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر می‌شود که علاوه بر وجود بنادر در هر منطقه جغرافیایی، بنادر جدیدی نیز هر روزه پا به عرصه حیات اقتصادی گذاشته و همگی بر جذب بخشی از کالای حمل‌ونقل دریایی موجود تمرکز می‌کنند. در این میان یکی از مهم‌ترین ابزارهای در اختیار مدیران و مسئولین بنادر محدوده‌ای مشخص از اراضی است که باید نسبت به بهترین کاربری آنها تصمیم‌گیری شود. به طور معمول در تصمیم‌گیری‌ها به لحاظ عدم توجه به معیارهای مناسب و تأثیرگذار، شاهد از دست رفتن منابع محدود و ارزشمند اراضی بندر هستیم و این به خاطر ارزیابی و انتخاب نادرست فرصت‌های سرمایه‌گذاری در این اراضی می‌باشد. با توجه به اینکه طبیعت چنین تصمیم‌گیری‌هایی پیچیده و شاخص‌های کمی و کیفی زیادی برای ارزیابی صلاحیت گزینه‌های رقیب مورد استفاده قرار می‌گیرند، در این مقاله به منظور ارائه راهکار مناسب جهت تصمیم‌گیری درست مدیران در رابطه با واگذاری اراضی پشتیبانی بندری، با تکیه بر مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای روشی پیشنهاد شده است که مبتنی بر معیارهای عملکردی مهمی از قبیل: افزایش توان رقابتی بندر، افزایش درآمد بندر، افزایش تناژ عملیات بندر، استقرار

خوشه‌های صنعتی، ایجاد فرصت‌های شغلی و نیز گزینه‌های رقیب از قبیل احداث محوطه کانتینری، ساخت سوله، ساخت سیلو می‌باشد. با عنایت به اینکه بخشی از این معیارها، کیفی است می‌تواند روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و روش AHP به‌عنوان ابزاری مناسب برای اولویت‌بندی و انتخاب طرح‌های اقتصادی سرمایه‌گذاری در هر بندر مورد استفاده قرار گیرد.

## ۱-۲- هدف و قلمرو تحقیق

راهبرد تصمیم‌گیری چندمعیاره در تلفیق با دانش تجربی خبرگان صنعت دریایی و بندری می‌تواند چارچوب مناسبی را به‌منظور حل مسائل تصمیم‌گیری در خصوص چگونگی تخصیص اراضی بندری به‌عنوان بارزترین منابع فیزیکی بنادر فراهم کند. از این‌رو هدف از ارائه این مقاله، ارزیابی و اولویت‌بندی طرح‌های اقتصادی قابل‌اجرا در تخصیص اراضی پشتیبانی بندری، با استفاده از روش AHP است. با این اوصاف قلمرو این تحقیق هر یک از بنادر شمالی و جنوبی کشور می‌تواند باشد.

## ۱-۳- مروری بر پیشینه تحقیق

در ارتباط با موضوع مورد بحث در ایران و جهان پژوهش‌های مختلفی انجام گرفته است که به برخی از آنها اشاره می‌شود.

مهندسان مشاور آداب‌دانان در سال ۱۳۸۵، پژوهشی در خصوص مدیریت واگذاری منابع زمین در مورد بنادر امام خمینی، شهید رجایی و امیرآباد انجام داد. در این مطالعه هرچند به اهمیت اراضی بندری و ضرورت تخصیص بهینه آنها اشاره شده است اما بیشترین تمرکز و هدف از انجام آن، مطالعه نحوه ارزش‌گذاری اراضی پشتیبانی بنادر است.

تعاونی تخصصی بندری و دریایی افق در سال ۱۳۹۱، پژوهشی جامع با موضوع تدوین استراتژی سرمایه‌گذاری در اراضی پشتیبانی بندر امام خمینی و بر مبنای بررسی مزیت‌های نسبی بندر و استان و با استفاده از روش PLUS<sup>۱</sup> انجام داد. هرچند این مطالعه کامل‌ترین تحقیق انجام‌شده در این زمینه است که به تبیین مهم‌ترین و بهینه‌ترین استفاده‌های مطلوب در هر بخش از اراضی پشتیبانی منجر شده ولی درباره چگونگی تخصیص اراضی به فعالیت‌ها و صنایع مختلف هر خوشه صنعتی بر مبنای روش AHP و یا هر روش دیگر اشاره‌ای نشده است.

در رابطه با استفاده از روش AHP در محیط‌های بندری در سایر کشورها نیز مطالعاتی انجام شده که از این روش در بررسی مدل تخصیص اراضی به فعالیت‌ها استفاده شده و به نتایج مورد انتظار رسیده است. از جمله این تحقیقات می‌توان به سه تحقیق اشاره نمود:

Widodo Harahap در سال ۲۰۰۵، پژوهشی مربوط به چگونگی انتخاب اپراتور پایانه بندر تنجونگ پریوک در شهر جاکارتا واقع در اندونزی انجام داد که از روش فرایند سلسله مراتبی به‌منظور انتخاب اپراتور پایانه استفاده نمود.

Ragheb Mohamed در سال ۲۰۰۵، پژوهشی در باره چگونگی ارتقای عملکرد بندر اسکندریه مصر انجام داد که از روش AHP در قالب ۶ گزینه و ۴۴ معیار استفاده نمود و مدلی برای پشتیبانی تصمیم‌گیری مدیران تهیه کرد.

Ging در سال ۲۰۰۹، پژوهشی در باره چگونگی افزایش توان رقابتی بندر در بین سایر بنادر و افزایش مطلوبیت آن برای جذب کالا و سرمایه بیشتر در بندر گوئی‌یانگ در کشور چین انجام داد، که از روش AHP استفاده نمود.

مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد معیار اصلی برای انتخاب طرح‌های مربوط به فعالیت‌های بندری و دریایی، کیفیت خدمات و برای طرح‌های مربوط به اراضی پشتیبانی و فعالیت‌های صنعتی، تناژ عملکردی است. بنابراین به‌نظر می‌رسد تصمیم‌گیری درباره نحوه انتخاب دو یا چند گزینه رقیب در هر یک از گروه‌های صنایع، در حال حاضر عمدتاً متکی بر مدل دلفی و استفاده از نظریات و تجربیات خبرگان می‌باشد. به نظر می‌رسد در بررسی روش‌های واگذاری اراضی بنادر، تاکنون از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای تشخیص بهترین کاربری اراضی موجود در بنادر استفاده نشده و یا حداقل در صورت استفاده از آن، نتایج حاصل از آن به دلیل ضرورت حفظ اهداف، استراتژی‌ها از سایر بنادر رقیب در دسترس عموم قرار نگرفته است.

<sup>1</sup> Port Land Use Strategy (PLUS)

## ۲- روش تحقیق

### ۲-۱- استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به منظور اولویت‌بندی طرح‌های سرمایه‌گذاری

انسان تمایل دارد در تلاش‌های خود تعادلی بین نیازها و اهداف خویش ایجاد کند. این تلاش به طور فزاینده انسان را به تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، به عنوان یک راه‌حل نیازمند می‌کند. یکی از کارآمدترین روش‌های تصمیم‌گیری، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)<sup>۱</sup> است که اولین بار توسط توماس ال‌ساعتی در دهه ۱۹۷۰ مطرح شد. این روش فرایندی است که با ساده‌سازی و تسریع فرایندهای تصمیم‌گیری طبیعی، تصمیمات مؤثری را در مورد موضوعات پیچیده اتخاذ می‌نماید. اصولاً AHP شیوه‌ای برای تجزیه وضعیت پیچیده به بخش‌های ترکیبی آن و چیدن این بخش‌ها یا متغیرها بر اساس نظم سلسله‌مراتبی می‌باشد که در آن ارزش‌های عددی جایگزین قضاوت‌های عینی می‌شود و حسب اهمیت نسبی هر متغیر، در پایان با تحلیل قضاوت‌ها، متغیرهای دارای بالاترین تقدم مشخص می‌شوند (قدسی‌پور، ۱۳۸۱).

یکی از پیش‌نیازهای استفاده از روش AHP، وجود نتایج حاصل از استراتژی مدونی است که بر مبنای شاخص‌های اساسی‌ای مانند مزیت‌های نسبی بندر و استان، وضعیت رقبا، وضعیت پس‌کرانه‌های جمعیتی و صنعتی و ...، فعالیت‌های صنعتی یا خدماتی را در سطح گروه تعیین کرده باشد، به عنوان مثال گروه صنایع مواد غذایی می‌تواند یکی از گزینه‌های استقرار صنایع و یا خدمات انبارداری کالا به عنوان یکی از گزینه‌های پیشنهادی برای ارائه در اراضی تعیین شود. اما در بین گروه مواد غذایی اینکه کدامیک از صنایع بیشترین بهره‌وری و کارایی را برای بندر می‌تواند به همراه داشته باشد و یا در بین فرصت‌های انبارداری (مانند سیلو، سوله، محوطه روباز و یا کانتینری ...) تخصیص اراضی به کدامیک از این فرصت‌ها متضمن بیشترین کارایی برای اراضی بندری خواهد بود، مستلزم استفاده از روشی است که بتواند به صورت علمی به یاری مدیران بندر در خصوص تصمیم‌گیری جهت انتخاب بهترین فرصت بپردازد. روش AHP روشی است که برای ارزیابی و اولویت‌بندی طرح‌های سرمایه‌گذاری پیشنهادی از بین طرح‌های هر گروه تولیدی یا خدماتی که بیشترین مزایای اقتصادی را برای بندر به همراه دارد و به افزایش توان رقابتی بندر کمک می‌کند، استفاده می‌شود.

### ۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها و بیان نتایج تحقیق

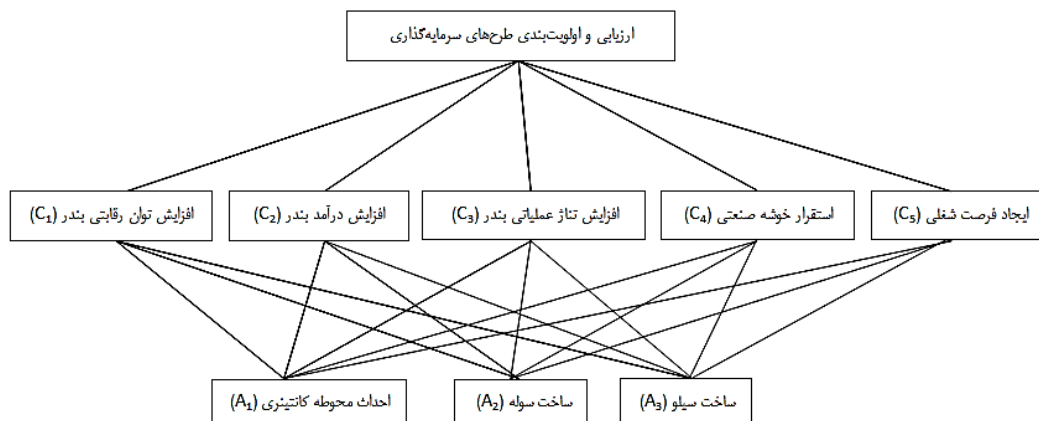
به منظور پیاده‌سازی روش AHP، ابتدا باید گزینه‌ها یا فرصت‌های سرمایه‌گذاری پیشنهادی به عنوان گزینه‌های رقیب مشخص شود و سپس بر مبنای استراتژی‌ها و اهداف هر بندر نسبت به تعیین معیارهای عملکردی اقدام گردد. در این مقاله، با فرض اینکه بر اساس استراتژی‌های کلان بندر، ارائه خدمات انبارداری به کالاها به عنوان استراتژی بندر در تخصیص اراضی معین است، ارائه خدمات انبارداری احداث محوطه کانتینری، ساخت سوله و یا ساخت سیلو به عنوان گزینه‌های رقیب فراروی مسئولین بندر مطرح می‌شوند. برای انتخاب بین گزینه‌های فوق به عنوان گزینه‌های رقیب باید معیارهای عملکردی را مشخص کرد. در این مقاله با تکیه بر نظر خبرگان و کارشناسان اداره کل سرمایه‌گذاری سازمان بنادر و دریانوردی، معیارهای "افزایش توان رقابتی بندر، افزایش درآمد بندر، افزایش تناژ عملیات بندر، استقرار خوشه‌های صنعتی، ایجاد فرصت‌های شغلی" به عنوان پنج معیار اصلی عملکردی تعیین شدند.

فهرست معیارهای عملکردی فوق‌الذکر می‌تواند کوتاه‌تر و یا طولانی‌تر باشد اما نکته مهم این است که این معیارها با توجه به محدودیت‌های منابع، در راستای اهداف و استراتژی‌های کلان به بندر کمک کند. در ادامه، بر این اساس چهار فاز پیاده‌سازی روش AHP به منظور ارزیابی اولویت‌بندی طرح‌های اقتصادی تعیین شده، مورد استفاده قرار گرفته است.

### ۳-۱- فاز اول: تشکیل درخت سلسله‌مراتبی

<sup>۱</sup> Analytical Hierarchy Process

در فاز اول، درخت تصمیم‌گیری واگذاری اراضی پشتیبانی بندر با توجه به فرصت‌های سرمایه‌گذاری در سه سطح هدف، گزینه‌های رقیب<sup>۱</sup> (شامل احداث محوطه کانتینری، ساخت سوله و یا ساخت سیلو) و معیارهای اصلی<sup>۲</sup> (شامل افزایش توان رقابتی بندر، افزایش درآمد بندر، افزایش تناژ عملیاتی بندر، استقرار خوشه‌های صنعتی و ایجاد فرصت شغلی) که در تصمیم‌گیری از اهمیت خاصی برخوردارند به صورت سلسله مراتبی ترسیم شد (شکل ۱).



شکل (۱): درخت تصمیم‌گیری واگذاری اراضی پشتیبانی بندر در سه سطح هدف، معیارها و گزینه‌های رقیب

### ۳-۲- فاز دوم: انجام مقایسات زوجی

در فاز دوم، در قالب یک ماتریس، عناصر هر سطح از درخت تصمیم‌گیری نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی بر اساس ارجحیت، در بازه‌ای از عدد ۱ تا ۹ (به ترتیب از ارجحیت یکسان تا ارجحیت بی‌اندازه بالا) برای تبدیل داوری‌های ذهنی به داده‌های کمی، مقایسه شدند. در این فاز، نسبت به امتیازدهی دو به دو گزینه‌های رقیب اقدام شد که انجام این کار خود مستلزم وجود فرض‌هایی در رابطه با نحوه ارائه خدمات در بندر است. این فرض‌ها عبارتند از: (۱) بنادر رقیب در حوزه فعالیت‌های کانتینری وارد شده و سرمایه‌گذاری کرده‌اند، (۲) بندر می‌تواند از سوله‌ها هم برای نگهداری کالاهای فله و هم کالاهای عمومی استفاده کند، (۳) بندر با محدودیت ظرفیت نگهداری در خصوص هیچ گروه کالایی مواجه نیست که مجبور به تخصیص منابع برای رفع تنگناهای موجود باشد به‌عنوان مثال مشکلی جدی برای نگهداری کالاهای جنرال کارگو یا فله جامد وجود ندارد و (۴) در محوطه‌های کانتینری امکان ارائه خدمات دارای ارزش افزوده، هم برای کالاهای وارداتی و هم صادراتی وجود دارد. بنابراین، در این فاز مذکور ماتریس‌های مقایسات زوجی بر اساس چهار فرض فوق در قالب جداول (۱) و (۲) تنظیم شدند.

<sup>1</sup> Alternatives

<sup>2</sup> Criteria

جدول (۱): ماتریس مقایسات زوجی براساس هر معیار

معیارها	گزینه‌های رقیب			
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	
C <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	1.00	4.00	3
	A <sub>2</sub>	0.25	1.00	2
	A <sub>3</sub>	0.33	0.50	1
C <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	1.00	5.00	8
	A <sub>2</sub>	0.20	1.00	4
	A <sub>3</sub>	0.13	0.25	1
C <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	1.00	3.00	9
	A <sub>2</sub>	0.33	1.00	8
	A <sub>3</sub>	0.13	0.14	1
C <sub>4</sub>	A <sub>1</sub>	1.00	3.00	8
	A <sub>2</sub>	0.33	1.00	7
	A <sub>3</sub>	0.13	0.14	1
C <sub>5</sub>	A <sub>1</sub>	1.00	3.00	7
	A <sub>2</sub>	0.33	1.00	5
	A <sub>3</sub>	0.14	0.20	1

جدول (۲): ماتریس مقایسات زوجی معیارها نسبت به هدف

	معیارها				
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
C <sub>1</sub>	1.00	4.00	7.00	5.00	4
C <sub>2</sub>	0.25	1.00	2.00	2.00	2
C <sub>3</sub>	0.14	0.50	1.00	3.00	3
C <sub>4</sub>	0.20	0.50	0.33	1.00	2
C <sub>5</sub>	0.25	0.50	0.33	0.50	1

### ۳-۳- فاز سوم: محاسبه وزن‌های نسبی و نهایی

در این فاز ابتدا با نرمال نمودن هر یک از ماتریس‌های مقایسه‌ای زوجی با استفاده از روش میانگین حسابی، وزن‌های نسبی محاسبه شد و سپس با تلفیق این وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه بر اساس جدول (۳) مشخص گردید. این مراحل به شرح زیر می‌باشد:

(۱) شکل ماتریس نرمال، این ماتریس از تقسیم هر یک از اعداد ماتریس مقایسه زوجی بر حاصل جمع ستون مربوط به آن به دست می‌آید.

(۲) تعیین ضرایب اهمیت (وزن‌ها)، از تقسیم مجموع هر یک از ردیف‌های ماتریس نرمال بر تعداد عناصر آن ردیف به دست می‌آید.

(۳) تعیین وزن نهایی هر گزینه که عبارت است از: مجموع حاصل ضرب وزن گزینه نسبت به هر معیار در وزن آن معیار. براین اساس وزن‌های نهایی گزینه A<sub>1</sub>،

A<sub>2</sub> و A<sub>3</sub> به ترتیب ۰/۶۴، ۰/۲۵ و ۰/۱۱ محاسبه شد.

جدول (۳): وزن‌های نسبی و نهایی

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	A <sub>i</sub>
A <sub>1</sub>	0.62	0.72	0.64	0.64	0.64	0.64
A <sub>2</sub>	0.22	0.21	0.31	0.30	0.28	0.25
A <sub>3</sub>	0.16	0.07	0.05	0.06	0.07	0.11
C <sub>j</sub>	0.52	0.16	0.15	0.09	0.07	-

### ۳-۴- فاز چهارم: تعیین نرخ ناسازگاری (I.R.)<sup>۱</sup>

نرخ ناسازگاری، مکانیزی است که سازگاری مقایسه‌های زوجی را مشخص می‌کند. این مکانیزم نشان می‌دهد که تا چه اندازه می‌توان به اولویت‌های به دست آمده اعتماد کرد، در غیر این صورت باید مقایسه‌های مجددی انجام پذیرد. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشد، می‌توان سازگاری مقایسه‌ها را پذیرفت. برای محاسبه نرخ سازگاری تحقیقات متعددی صورت گرفته است که بهترین روش آن استفاده از بردار ویژه است. در اینجا به منطق ریاضی این روش اشاره‌ای نمی‌شود ولی از فرایند آن برای محاسبه I.R. استفاده می‌شود. در صورتی که نتیجه آزمون مراحل چهارگانه، داوری منصفانه را تأیید نکرد، لازم است مجدداً فرایند AHP طی شود. فرایند محاسبه I.R. به صورت زیر می‌باشد:

(۱) با ضرب بردار وزن‌ها در ماتریس مقایسات زوجی، تخمین مناسبی از  $\lambda_i \cdot W$  به دست آورید.  $A \cdot W = \lambda_i \cdot W$

(۲) با تقسیم مقادیر به دست آمده برای  $\lambda_i \cdot W$  بر  $W$  مربوطه، تخمین‌هایی از  $\lambda_i$  یا همان بردار سازگاری محاسبه می‌شود.

(۳) برای محاسبه بزرگ‌ترین مقدار ویژه ( $\lambda_{max}$ ) ماتریس مقایسه زوجی، میانگین عناصر بردار سازگاری ( $\lambda_i$ ) محاسبه می‌شود.

(۴) محاسبه شاخص ناسازگاری (I.I.)<sup>۲</sup> در این فرمول  $n$  نشانه تعداد سطر یا ستون ماتریس مقایسه زوجی است:  $I. I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$

(۵) محاسبه نرخ ناسازگاری (I.R.):  $I. R. = \frac{I. I.}{I. I. R.}$

در این رابطه، شاخص ناسازگاری بر شاخص ناسازگاری تصادفی I.I.R.<sup>۳</sup> که از جدول (۴) به دست می‌آید، تقسیم می‌گردد. در صورتی که  $I.R. \leq 0/1$  باشند، سازگاری برقرار است و اگر از  $I.R. > 0/1$  باشد، سازگاری برقرار نیست و باید مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی، از ابتدا طی شود.

جدول (۴): شاخص ناسازگاری ماتریس‌های تصادفی

N	1	2	3	4	5	6	7	8
I.I.R.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41
N	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	-
I.I.R.	1.45	1.49	1.51	1.53	1.56	1.57	1.59	-

با انجام مراحل پنج‌گانه محاسبه فرایند I.R.، نرخ سازگاری به شرح جدول (۵) به تفکیک هر معیار محاسبه گردید.

جدول (۵): نرخ ناسازگاری

نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسات زوجی	$\lambda_{max}$	I.I.	I.R.
گزینه‌ها نسبت به افزایش توان رقابتی بندر	3.109	0.055	0.094
گزینه‌ها نسبت به افزایش درآمد بندر	3.096	0.048	0.083
گزینه‌ها نسبت به افزایش تناژ عملیات بندر	3.110	0.055	0.094
گزینه‌ها نسبت به استقرار خوشه‌های صنعتی	3.106	0.053	0.091
گزینه‌ها نسبت به ایجاد فرصت‌های شغلی	3.066	0.033	0.056
معیارها نسبت به هدف	5.421	0.105	0.094
نرخ ناسازگاری درخت تصمیم‌گیری	-	0.157	0.092

<sup>1</sup> I.R.: Inconsistency Ratio

<sup>2</sup> I.I.: Inconsistency Index

<sup>3</sup> I.I.R.: Inconsistency Index of Random matrix

به منظور تأیید و تأکید بر اینکه تا چه اندازه می‌توان به اولویت‌های به دست آمده اعتماد نمود، ضمن ملاحظه نرخ‌های ناسازگاری منظور شده در جدول (۵) می‌توان نتایج مقایسه‌های زوجی انجام‌شده در بین معیارهای عملکردی و نیز نرخ ناسازگاری درخت تصمیم‌گیری مدل به کار گرفته‌شده را که همگی کوچک‌تر از ۰/۱ می‌باشند قابل قبولی دانست. که این موضوع، دلالت بر داوری و قضاوت منصفانه در انجام مقایسه‌های زوجی معیارها می‌باشد.

## ۴- نتایج و پیشنهادها

محصور شدن بنادر توسط شهرهای همجوار و عدم امکان استحصال یا تملک اراضی باعث می‌شود همواره اراضی بنادر به دلیل محدودیت فضای عملیاتی به عنوان یکی از با ارزش‌ترین دارایی‌های بنادر محسوب شوند؛ چراکه با تمسک به این بخش از منابع، نه تنها امکان افزایش درآمد ناشی از واگذاری اراضی وجود دارد بلکه افزایش حجم عملیات تخلیه و بارگیری ناشی از عملکرد فعالین در این اراضی می‌تواند منجر به ارتقای جایگاه بندر در عرصه رقابت‌های ملی و منطقه‌ای گردد. بر اساس مدل درخت تصمیم‌گیری پیشنهادی، طرحی که بتواند از بین طرح‌های هر گروه تولیدی یا خدماتی بیشترین مزایای اقتصادی را برای بندر به همراه داشته و به افزایش توان رقابتی بندر کمک کند به عنوان بهترین گزینه معرفی می‌شود. نتایج حاصل از مجموعه محاسبه‌های انجام‌شده نشان می‌دهد با فرض اینکه استراتژی کلان بندر، ارائه خدمات انبارداری به کالا می‌باشد، و این فرض که تخصیص اراضی بندری بر مبنای معیارهای عملکردی مهم (افزایش توان رقابتی بندر، افزایش درآمد بندر، افزایش تناژ عملیات بندر، استقرار خوشه‌های صنعتی و ایجاد فرصت‌های شغلی) و گزینه‌های رقیب (احداث محوطه کانتینری، ساخت سوله و ساخت سیلو) تعیین می‌شود، اولویت تخصیص اراضی بندری به صورت زیر خواهد بود: (۱) اولویت اول به گزینه احداث محوطه کانتینری با امتیاز ۰/۶۴ تعلق می‌گیرد، (۲) اولویت دوم گزینه ساخت سوله با امتیاز ۰/۲۵ می‌باشد و (۳) اولویت سوم گزینه ساخت سیلو با امتیاز ۰/۱۱ می‌باشد.

با عنایت به اهمیت موضوع تحقیق و پیچیدگی مسئله ضروری است به منظور تهیه مدل واقعی درخت تصمیم‌گیری و منطبق با امکانات، تأسیسات، تجهیزات، موقعیت جغرافیایی هر بندر، وضعیت بنادر رقیب، الزامات قانونی، محدودیت‌های منابع، مزیت‌های نسبی بندر و شهرهای همجوار آن، پس کرانه‌های جمعیتی و صنعتی و ...، به موجب یک تحقیق علمی، در ابتدا نسبت به استراتژی سرمایه‌گذاری بندر و تعیین اولویت‌های اصلی سرمایه‌گذاری اقدام و متعاقب آن در قالب یک مطالعه تکمیلی، معیارهای اولیه از مجموعه معیارهای مؤثر در دستیابی به اهداف کلان بندر و همچنین زیرمعیارهای هر یک از معیارهای اصلی استخراج گردد. این موضوع باعث می‌شود تا فرایند غربالگری طرح‌های سرمایه‌گذاری پیشنهادی در بندر بر مبنای رویکردی علمی و مؤثر صورت گیرد. آنچه به عنوان نتیجه مطالعات تکمیلی ممکن است توسط مسئولین بنادر در نظر گرفته شود باید حداقل دربرگیرنده دو مورد باشد: شناسایی معیارها در هر بندر با توجه به تأثیرگذاری آنها در دستیابی به اهداف و استراتژی‌های کلان آن بندر، وزن دهی معیارها بر اساس روش دلفی در خصوص هر دسته از طرح‌های سرمایه‌گذاری به منظور افزایش مشارکت صاحب‌نظران در تصمیم‌گیری.

در بین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره متعددی که در دهه‌های اخیر در زمینه‌های گوناگون مورد استفاده قرار گرفته‌اند، تاکنون تحقیقات زیادی جهت به کارگیری آنها در موارد مختلف انجام شده است و نتایج این تحقیقات نیز نشان می‌دهد که هر یک از این روش‌ها دارای مزایا و معایب خاص خود بوده و به طور مطلق نمی‌توان یکی از آنها را بر دیگر روش‌ها ترجیح داد بلکه میزان کارایی هر یک از آنها به مشخصات مسئله مورد بررسی بستگی دارد؛ به عبارت دیگر می‌توان گفت، انتخاب روش تصمیم‌گیری به خودی خود یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره است. به این منظور استفاده از سایر روش‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر شاخص‌های چندگانه به منظور ارزیابی و اولویت‌بندی طرح‌های پیشنهادی و انجام تحلیل حساسیت نتایج حاصل از مسئله تصمیم با متغیر فرض نمودن مقادیر اوزان معیارها و مقایسه نتایج حاصله، می‌تواند در تحقیقات بعدی مورد بررسی و توجه قرار گیرند.



## مراجع

۱. قدسی پور، سیدحسین، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۹
۲. مهندسان مشاور آداب‌دانان، مدیریت واگذاری منابع زمین در بنادر امام خمینی شهیدرجایی و امیرآباد، مرکز بررسی‌ها و مطالعات راهبردی سازمان بنادر و دریانوردی، ۱۳۸۵
۳. سایت اقتصاد حمل‌ونقل دریایی: <http://www.mtect.net/modules.php>
۴. تعاونی تخصصی بندری و دریایی افق، تدوین استراتژی سرمایه‌گذاری در اراضی پشتیبانی بندر امام خمینی، اداره کل بنادر و دریانوردی استان خوزستان، ۱۳۹۱
۵. حسن زاده، محمدعلی، مدل‌های کلی جلب مشارکت بخش غیردولتی در فعالیت‌های بندری، <http://www.mtect.net/downloads/seldate/0/>
- 6- Ging, G. X. (2009). Competitiveness of Seaports in Southwest Area and Attraction to Land-Port in Guizhou. Retrieved 2013, from Journal of Chongqing Jiaotong University (CNKI): [http://en.cnki.com.cn/Journal\\_en/C-C034-CQJT-2009-05.htm](http://en.cnki.com.cn/Journal_en/C-C034-CQJT-2009-05.htm)
- 7- Ragheb Mohamed, M. A. (2005). Decision Support Sytem Model for a Seaport. Retrieved 2012, from University of Hong Kong: <http://sunzi.lib.hku.hk/ER/detail/hkul/3520256>
- 8- Widodo Harahap, I. S. (2005). Selection of Private Participation Model in Seaport Terminal Operation. ISAHp 2005, Honolulu, Hawaii.