



شرکت توسعه خدمات دریایی و بندری
واحد پژوهش و فصلنامه

صاحب امتیاز: شرکت توسعه خدمات دریایی و بندری سینا

مدیر مسئول: سید جعفر سجادی پارسا

سرمدیر: علی آدمی

فصلنامه خدمات دریایی و بندری (علمی-تخصصی)

سال اول - شماره ۲ - زمستان ۱۴۰۲

بررسی کلان روندها در کسب و کارهای حوزه

دریایی و بندری

بررسی کاهش هزینه سوخت کشتی‌ها با

استفاده از فناوری کایت دریایی

شناسایی موانع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور

فراگیر (TPM) در شناور امداد و نجات با

استفاده از روش تحلیل محتوای کمی

نقش چاپار در استقرار صلح و همکاری‌های

منطقه‌ای (با تأکید بر کشورهای هند و چین)

آینده پژوهی شرکت خدمات دریایی و

بندری سینا در افق پنج سال

بررسی انواع دیدگاه‌ها

در خصوص ماهیت

و نحوه رشد خوشه‌های دریایی

بایش وضعیت سیستم پیش‌ران کشتی به

وسیله توسعه مدل رگرسیون با استفاده از

یادگیری ماشین برای پیش‌بینی ضریب

فرسودگی توربین و کمپرسور





شرکت توسعه خدمات دریایی و بندری سینا
واحد پژوهش و فصلنامه

فصلنامه «خدمات دریایی و بندری»

(علمی-تخصصی)

سال اول، شماره ۲، زمستان ۱۴۰۲

صاحب امتیاز: شرکت توسعه خدمات دریایی و بندری سینا

مدیر مسئول: سید جعفر سجادی پارسا

سر دبیر: علی آدمی

مدیر داخلی: محمدعلی رحیمی نژاد

ویراستار انگلیسی: سجاد عطا زاده

طرح جلد و نامواره: محمد سلیمی

ویراستار، حروفچینی و صفحه آرایی: فردین دارایی

این فصلنامه توسط شرکت توسعه خدمات دریایی و بندری سینا منتشر می شود.

- فصلنامه «خدمات دریایی و بندری» از کلیه پژوهشگران، استادان و صاحب نظران در زمینه های علوم دریایی و بندری (اقتصاد دریا، حمل و نقل دریایی، جغرافیای سیاسی، حقوق دریا و بندر، ترانزیت و حمل و نقل، فناوری های روز و هوش مصنوعی، ساخت و مهندسی تجهیزات دریایی و بندری، تعالی و بهره وری، اقتصاد سیاسی دریا و بندر، آینده پژوهی تحولات دریایی و بندری و...) برای ار سال مقالات علمی- پژوهشی دعوت می نماید.
- مشاوران علمی فصلنامه، مقالات را بررسی کرده و تصمیم گیری در خصوص چاپ آن ها بر عهده هیئت تحریریه می باشد.
- فصلنامه در قبول، رد یا ویرایش مقالات دریافتی آزاد است.
- مسئولیت آراء و نظرات ابراز شده در مقالات بر عهده نویسندگان بوده و چاپ آن ها به معنی تأیید مطالب نیست.

نشانی: تهران، خیابان گاندی جنوبی، کوچه سیزدهم، شرکت توسعه خدمات دریایی و بندری سینا، طبقه دوم،

تلفن: ۸۴۳۰۹-۸۴۳۰۸ * دورنگار: ۸۸۷۷۹۲۳ * فضای مجازی: ۰۹۱۷۰۶۵۷۲۸۶

درگاه اینترنتی: journalspmco.ir

قیمت: ۴۰۰,۰۰۰ تومان

شمارگان: ۱۰۰۰

درباره نشریه

فصلنامه «توسعه خدمات دریایی و بندری»، فعالیت خود را به عنوان یک نشریه علمی و با هدف توسعه دانش تخصصی جهت استفاده بهینه و شکوفایی ظرفیت‌های مرتبط با صنعت دریانوردی، فعالیت خود را از ۱۴۰۱/۰۱/۰۱ آغاز کرده و در تاریخ ۲۲/۰۳/۱۴۰۲ موفق به کسب امتیاز «علمی-تخصصی» از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی گردید. این فصلنامه در تلاش است تا ضمن برخورداری از امتیاز علمی-پژوهشی، خود را به عنوان یک نشریه مهم بین‌المللی در عرصه خدمات دریایی و بندری مطرح نماید.

فصلنامه «توسعه خدمات دریایی و بندری»، فعالیت خود را به عنوان یک نشریه علمی با هدف تبیین نیازمندی‌های روز در زمینه خدمات دریایی و بندری و انتشار دستاوردهای شرکت «توسعه» توسعه خدمات دریایی و بندری» ایجاد گردیده و تلاش دارد با استفاده از ظرفیت نخبگان دانشگاهی به پیشرفت بیشتر در زمینه خدمات دریامحور کمک نماید.

لذا از کلیه علاقه‌مندان درخواست می‌شود مقالات علمی خود را تحت محورهای زیر ارسال فرمایند:

الف) بندری: تخلیه و بارگیری، حمل، باربری، خن کاری، ارزیابی، مانیتورینگ، استریپ و استپ (پر و خالی کردن)، استانداردها

ب) دریایی: سوخت‌رسانی، آب‌رسانی، رفع آلودگی، سالویج، اسکراپینگ، قطعه رسانی، هدایت کشتی، لایروبی

ج) لجستیک: حمل‌ونقل ریلی، هوایی، جاده‌ای، فرورادی، PL6, 5PL, 4PL, 3PL و کانتینر خالی

د) تجارت: صادرات، واردات، ترانزیت، کاپوتاژ، ترانشیپ، گمرک، بازاریابی، تجارت خارجی و سرمایه‌گذاری

ه) دیجیتال و الکترونیک: هوشمندسازی سیستم‌های خبره، PLC, OCR، سیستم‌های توزین، اتوماسیون، گیت،

برنامه‌ریزی عملیات، RFID و مکان‌یابی، سامانه عملیات بندری، امنیت و ارتباطات

و) ساخت و مهندسی: بومی سازی قطعات، ساخت اسکله، ساخت مخازن، ساخت انبار، محوطه‌سازی و ساخت

تجهیزات

ز) نت (نگهداری و تعمیرات): نت پیشگیرانه، نت تجهیزات، نت راهبردی و عملیاتی، آنالیز روغن، ارتعاشات، نت

برنامه‌ریزی، نت نظارت، آزمون جوش و ترک‌خوردگی

ح) تعالی و بهره‌وری: سرآمد در مدیریت هزینه‌ها، مدیریت نیروی انسانی، راندمان تجهیزات، طرح‌های راهبردی و

آینده پژوهی

فصلنامه «خدمات دریایی و بندری» از کلیه پژوهشگران، استادان و صاحب‌نظران در زمینه‌های علوم دریایی و بندری (اقتصاد دریا، حمل‌ونقل دریایی، جغرافیای سیاسی، حقوق دریا و بندر، ترانزیت و حمل‌ونقل، فناوری‌های روز و هوش مصنوعی، ساخت و مهندسی تجهیزات دریایی و بندری، تعالی و بهره‌وری، اقتصاد سیاسی دریا و بندر، آینده‌پژوهی تحولات دریایی و بندری و...) برای ارسال مقالات علمی - پژوهشی دعوت می‌نماید. مشاوران علمی فصلنامه، مقالات را بررسی کرده و تصمیم‌گیری در خصوص چاپ آن‌ها بر عهده هیئت تحریریه می‌باشد.

فصلنامه در قبول، رد یا ویرایش مقالات دریافتی آزاد است. مسئولیت آراء و نظرات ابرازشده در مقالات بر عهده نویسندگان بوده و چاپ آن‌ها به معنی تأیید مطالب نیست. *این نشریه تابع قوانین کمیته اخلاق در انتشار (COPE) می‌باشد و از آیین نامه اجرایی قانون پیشگیری و مقابله با تقلب در آثار علمی پیروی می‌نماید. * داوری اولیه مقالات رایگان بوده و به پژوهش‌های برتر هدایایی از طرف شرکت «توسعه خدمات دریایی و بندری» به نویسندگان محترم تقدیم می‌شود.

فصلنامه «خدمات دریایی و بندری» یک نشریه علمی با داوری بسته و دوسو ناشناس و با دسترسی آزاد است.

* از پژوهشگران، استادان و صاحب‌نظران دعوت می‌شود برای ارسال مقاله‌های پژوهشی خود فقط از طریق سامانه نشریات دانشگاه (journalspmco.ir) اقدام فرمایند. * مشاوران علمی فصلنامه، مقاله‌ها را بررسی کرده و هیئت تحریریه درباره چاپ آن‌ها تصمیم‌گیری می‌کند. * فصلنامه در قبول، رد یا ویرایش مقالات آزاد است. * مسئولیت آراء و نظرهای ابرازشده در مقاله‌ها به عهده نویسندگان آن‌ها است.

راهنمای نویسندگان

مقالات قابل پذیرش

لطفاً پیش از تدوین و ارسال مقاله به نکات ذیل توجه فرمایید

ضمن آرزوی موفقیت برای شما نویسنده گرامی و با تشکر از اینکه فصلنامه «توسعه خدمات دریایی و بندری» را برای ارائه دستاورد پژوهشی خود برگزیده‌اید، به اطلاع می‌رساند رعایت کامل و دقیق مفاد زیر، شرط ورود مقاله به روند ارزیابی خواهد بود.

رعایت ابعاد علمی-پژوهشی

- عمده‌ترین ابعاد از ویژگی علمی پژوهشی به شرح زیر تعریف شده است:
- رعایت مراحل عمده روش پژوهش (چکیده، مقدمه و طرح مسئله، بحث و تحلیل یافته‌ها، نتیجه‌گیری)
- تناسب با نیازهای علمی-فکری جامعه اسلامی (کاربردی بودن)
- خلاقیت و نوآوری در خصوص موضوع و محتوا
- به کارگیری مفاهیم و اصطلاحات علمی و تخصصی
- ارتباط منطقی، انسجام و هماهنگی مطالب
- برخورداری از چهارچوب نظری
- استفاده از منابع معتبر و اصلی (با ذکر منابع)
- مقاله باید حاصل مطالعات، تجربه‌ها و پژوهش‌های نویسنده/نویسندگان مقاله باشد.
- در صورت اقتباس از متن آثار و منابع دیگر، ارجاع دقیق به منبع اصلی رعایت شود.
- مقاله نباید هم‌زمان به سایر نشریات، اعم از مجموعه‌های چاپی یا الکترونیکی (با هر درجه علمی) ارسال شود، یا در همایش‌ها و کنفرانس‌ها ارائه شود.
- مقاله پیش‌ازاین و یا پس از ارائه به فصلنامه، نباید از سوی هیچ‌یک از نشریات داخلی یا خارجی (به زبان فارسی یا غیرفارسی) پذیرش یا منتشر شده باشد.
- فصلنامه از مقاله‌های نظری که به ابداع یا ارائه نظریه‌های علمی (با رعایت موازین علمی) و نیز نقد و بررسی علمی، دقیق و مستدل نظریه‌های موجود می‌پردازند، استقبال می‌کند.

اعضای هیئت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا):

دانشیار دانشگاه علامه طباطبائی	علی آدمی
دانشیار دانشکده وزارت خارجه	بهادر امینیان جزی
استادیار دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار	سید جعفر سجادی پارسا
دانشیار دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر	سید ناصر سعیدی
استاد تمام دانشگاه امیرکبیر	حسن قاسمی
دانشیار دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار	منصور کیانی مقدم
استادیار دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار	حسین عسکری پور گلوپک
استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز	علی مهرابی
دانشیار دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره)	عبدالله مطلبی

داوران این شماره:

سیدجعفر سجادی پارسا

علی آدمی

ابراهیم تیموری

حسن قاسمی

فریبرز ارغوانی پیرسلامی

حمید حکیم

حسین عسکری پور گلوپک

احد رضایان قبه باشی

علی مهربانی

لطیفه پورمحمدباقر

محمدعلی رحیمی نژاد

احمد کاظمی گرجی

استادیار دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

دانشیار دانشگاه علامه طباطبائی

استاد دانشگاه علم و صنعت

استاد دانشگاه امیرکبیر

هیئت علمی دانشگاه شیراز

هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبائی

هیئت علمی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

هیئت علمی دانشگاه تهران

دانشگاه شهید چمران اهواز

استادیار دانشگاه علامه طباطبائی

کандیدای دکتری دانشگاه علامه طباطبائی

دکتری دانشگاه شهید بهشتی

فهرست مطالب

- ۵۷-۱۱ بررسی کلان روندها در کسب و کارهای حوزه دریایی و بندری
سعید جعفری
- ۹۸-۵۹ بررسی کاهش هزینه سوخت کشتی ها با استفاده از فناوری کایت دریایی
کاوه پورشکرریز ، سیدجعفر سجادی پارسا
- ۱۳۲ - ۹۹ شناسایی موانع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در شناور
امداد و نجات با استفاده از روش تحلیل محتوای کمی
علی مهرابی، محمدرضا زارع
- ۱۷۸ - ۱۳۳ نقش چابهار در استقرار صلح و همکاری‌های منطقه‌ای (با تأکید بر
کشورهای هند و چین)
سعید غلامی، رؤیا کوهزاد نوذری
- ۲۱۱-۱۷۹ بررسی انواع دیدگاه‌ها در خصوص ماهیت و نحوه رشد خوشه‌های
دریایی
احمد کاظمی گرجی
- ۲۳۹-۲۱۳ پایش وضعیت سیستم پیشران کشتی به وسیله توسعه مدل رگرسیون با
استفاده از یادگیری ماشین برای پیش‌بینی ضریب فرسودگی توربین و
کمپرسور
محمد بصیرنژاد، نیما صارمی

Analyzing Macro Trends in Maritime and Port Businesses

Saeed Jafari  *

Graduated from Chabahar Maritime and Marine Sciences University, Chabahar, Iran

Abstract

Improving the competitive advantage in the port and maritime business requires the maximum growth in added value resulting from the provision of port and maritime services. Meanwhile, factors such as customer demand, production factors including physical capital (infrastructure, land, machinery and equipment, etc.), human capital and financial capital, supporting industries including front and back logistics chain, operational capacity of the port company and management strategy of the company are of crucial importance. In this article, global and regional trends and driving forces in two positive (globalization, containerization, logistics revolution, information and communication technology, etc.) and negative (global financial crisis, drop in oil prices, corona pandemic, embargo) and... areas and also, considering the main origin of these major trends and driving forces in six economic areas (globalization, global financial crisis, drop in oil prices and increase in exchange rate), social (Covid-19), political (sanctions), technological (containerization, logistics revolution and information and communication technology) and environmental and legal (low sulfur fuel law and alternative fuels) have been investigated. In the macro part of the globalization process, the manifestations of globalization in the port and maritime industries, including the integration of these industries as part of the global supply chain, the formation of global and regional unions, and the creation of hub and spoke networks with the aim of increasing the share of companies in the growing market of global trade is addressed.

Keywords: Future Studies, Globalization, Maritime Businesses, Sina Port and Marine Services Development Company.

*Corresponding Author: Saeidjafari5859@gmail.com

How to Cite: Jafari, S. (2024). Analyzing Macro Trends in Maritime and Port Businesses. *Marine and Port Servicesch*, 1(2), 11-57.

Accepted: 11 November 2023

Review: 12 October 2023

Received: 11 September 2023

بررسی کلان روندها در کسب و کارهای حوزه دریایی و بندری

سعید جعفری *  دانش آموخته دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

چکیده

ارتقا مزیت رقابتی در کسب و کار بندری و دریایی پیش نیاز رشد حداکثری در ارزش افزوده ناشی از ارائه خدمات بندری و دریایی می باشد. در این بین عواملی مانند تقاضای ناشی از مشتری، عوامل تولید شامل سرمایه فیزیکی (زیرساخت ها، زمین، ماشین آلات و تجهیزات و...)، سرمایه انسانی و سرمایه مالی، صنایع پشتیبان شامل زنجیره لجستیک پیشین و پسین، توان عملیاتی بنگاه بندری و استراتژی مدیریت بنگاه دارای اهمیت به سزایی می باشند. در این نوشتار کلان روندها و نیروهای پیشران جهانی و منطقه ای در دو حوزه مثبت (جهانی شدن، کانتینری شدن، انقلاب لجستیک، فناوری اطلاعات و ارتباطات و...) و منفی (بحران مالی جهانی، کاهش قیمت نفت، پاندمی کرونا، تحریم و...) و از طرف دیگر با توجه به خواستگاه عمده این کلان روندها و نیروهای پیشران در شش حوزه اقتصادی (جهانی شدن، بحران مالی جهانی، کاهش قیمت نفت و افزایش نرخ ارز)، اجتماعی (پاندمی کرونا)، سیاسی (تحریم)، تکنولوژیکی (کانتینری شدن، انقلاب لجستیک و فناوری اطلاعات و ارتباطات) و زیست محیطی و قانونی (قانون سوخت کم سولفور و سوخت های جایگزین) مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش کلان روند جهانی شدن به نمودهای جهانی شدن در صنایع بندری و دریایی از جمله به ادغام این صنایع به عنوان جزئی از زنجیره تأمین جهانی، شکل گیری اتحادیه های جهانی و منطقه ای و ایجاد شبکه های هاب اند اسپوک با هدف افزایش سهم بنگاه ها از بازار فزاینده تجارت جهانی پرداخته شده است.

کلیدواژه ها: آینده پژوهی، جهانی شدن، کسب و کارهای دریایی، شرکت خدمات دریایی و بندری سینا.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۰

مقدمه

پیشرفت‌های صورت گرفته در فناوری و تغییرات اقتصادی و تجاری رخ داده در سطح جهان در طی سال‌های اخیر، باعث افزایش شدید رقابت بین فعالان صنعت بندری و دریایی در جهان شده است. در این فضای جدید، آگاهی از وضعیت فعلی و آتی بنگاه‌های اقتصادی فعال در این حوزه و جایگاه منطقه‌ای و بین‌المللی در کسب سهم مناسب از بازار تجارت دریابرد از اهمیت بالایی برخوردار بوده و پیش‌نیاز مدیریت راهبردی برای رسیدن به جایگاه مناسب است. پاسخ به پرسش‌هایی از قبیل جایگاه فعلی شرکت‌ها در بازار، پتانسیل و راهکارهای بهبود وضعیت موجود و از همه مهم‌تر تعیین عوامل تعیین‌کننده بازار تجارت در آینده از ارکان اصلی مدیریت راهبردی شرکت‌ها می‌باشد. توسعه جایگاه صنایع بندری در بازار آتی تجارت دریابرد بدون توجه به عوامل محیط پیرامونی امکان‌پذیر نیست. برای اینکه شرکت‌های فعال در صنعت بندری و دریایی در مقایسه با رقبای داخلی و خارجی از جایگاه برتری برخوردار شوند، لازم است کلیه عوامل محیطی پیرامونی نیز مورد بررسی قرار گیرند.

طبق مطالعات انجام‌شده توسط مجمع جهانی اقتصاد^۱، عواملی نظیر توسعه زیرساخت‌ها، آموزش حرفه‌ای نیروی کار، کارایی بازار کالا، پیشرفته بودن بازار مالی، آمادگی فناوریانه اندازه بازار، پیشرفته بودن بنگاه‌های تجاری و نوآوری تأثیر به‌سزایی در ارتقا جایگاه و افزایش بهره‌وری کسب و کارها دارد (Schwab, K. 2018). هرچند اغلب این فاکتورها دارای تأثیر (مستقیم و غیرمستقیم) بر بهره‌وری و افزایش مزیت رقابتی بنگاه‌های بندری و دریایی دارند، برخی از این فاکتورها دارای ارتباط قوی‌تری با صنعت بندری و دریایی هستند؛ به عبارت دیگر در تهیه استراتژی افزایش و بهبود مزیت رقابتی در بنگاه‌های بندری و دریایی، تمرکز بر این عوامل در مقایسه یا سایر موارد از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و در بلندمدت بازده بالاتری خواهد داشت. به‌طور خلاصه می‌توان گفت که ارتقا مزیت رقابتی در کسب و کار بندری و دریایی هرچند شرط کافی برای افزایش درآمد در بازه زمانی کوتاه‌مدت نمی‌باشد، لیکن شرط لازم برای رشد حداکثری در

1 World Economic Forum

ارزش افزوده ناشی از ارائه خدمات بندری و دریایی در میان مدت و بلندمدت خواهد بود. در این بین عواملی مانند تقاضای ناشی از مشتری در بازارهای موجود و بازارهای جدید، عوامل تولید^۱ شامل سرمایه فیزیکی^۲ (زیرساخت‌ها، زمین، ماشین‌آلات و تجهیزات و...)، سرمایه انسانی^۳ و سرمایه مالی^۴، صنایع پشتیبان شامل زنجیره لجستیک پیشین^۵ و پسین^۶، توان عملیاتی بنگاه بندری^۷ و استراتژی مدیریت بنگاه (شامل استراتژی‌های مالی و توسعه بازارهای جدید) دارای اهمیت به سزایی است. (رجوع شود به مدل مفهومی چارچوب الماس پورتر در بخش بعد).

در این پژوهش «تقاضای ناشی از بازار» با توجه به کلان روندها و نیروهای پیشران اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، تکنولوژیکی، قانونی و محیط زیستی که برگرفته از چهارچوب مفهومی مدل PESTLE^۸ و پیش‌نیاز تدوین سناریوهای آینده بر مبنای این کلان روندها و همچنین مطالعات بازار^۹ داخلی، منطقه‌ای و جهانی که در فاز دوم به آن پرداخته می‌شود، مورد بررسی و تحلیل قرار خواهد گرفت. از طرف دیگر کلان روندها و نیروهای پیشران مذکور را می‌توان در سه حوزه تغییرات اقتصادی، تکنولوژیکی و ساختاری تقسیم‌بندی نمود. شکل ارائه شده در ادامه نشان‌دهنده دسته‌بندی کلی پیشران‌های آینده حمل و نقل در حوزه‌های اقتصادی (و مالی)، سیاسی، اجتماعی (و جمعیتی)، تکنولوژیکی، قانونی (و مقررات) و محیط زیستی (و انرژی) دریا و بندر می‌باشد.

1 Production Factors

2 Physical Asset

3 Human Asset

4 Financial Asset

5 Inbound Logistics

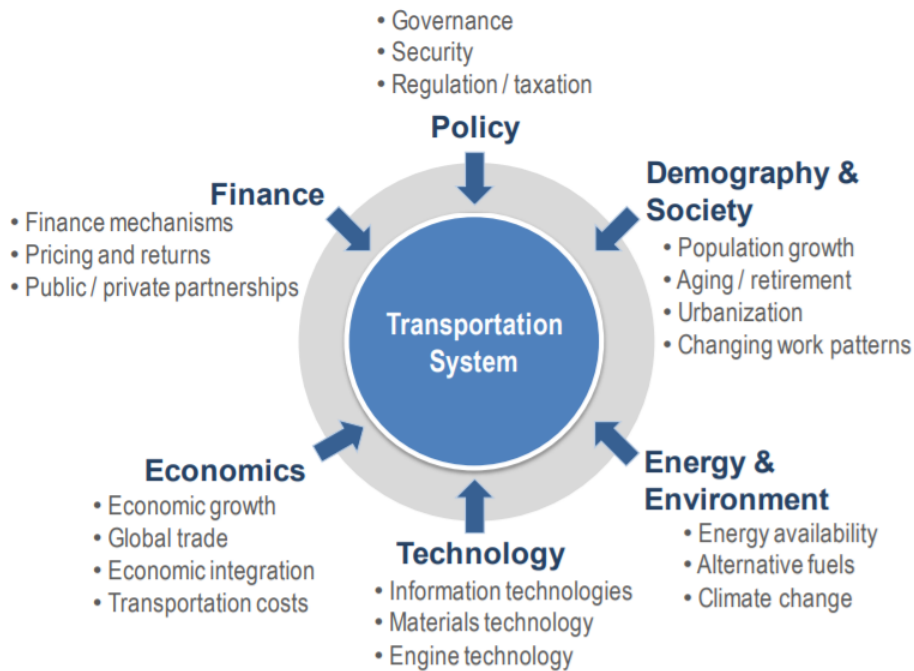
6 Outbound Logistics

7 Operation

8 political, economic, social, technological, Legal and Environmental

9 Market Research

شکل ۱. چهارچوب مفهومی نیروهای پیشران صنعت حمل و نقل در مدل PESTLE (Rodrigue, J. P. 2010)



در ادامه پژوهش ابتدا به تبیین کلان روندها، شکل دهنده به آینده کسب و کارهای بندری و دریایی پرداخته شده و در ادامه به بررسی روندهای درآمد و هزینه و بررسی رقبا و بازیگران مشابه در عرصه خدمات دریایی و بندری پرداخته می شود.

کلان روندها، شکل دهنده به آینده کسب و کارهای بندری و دریایی:

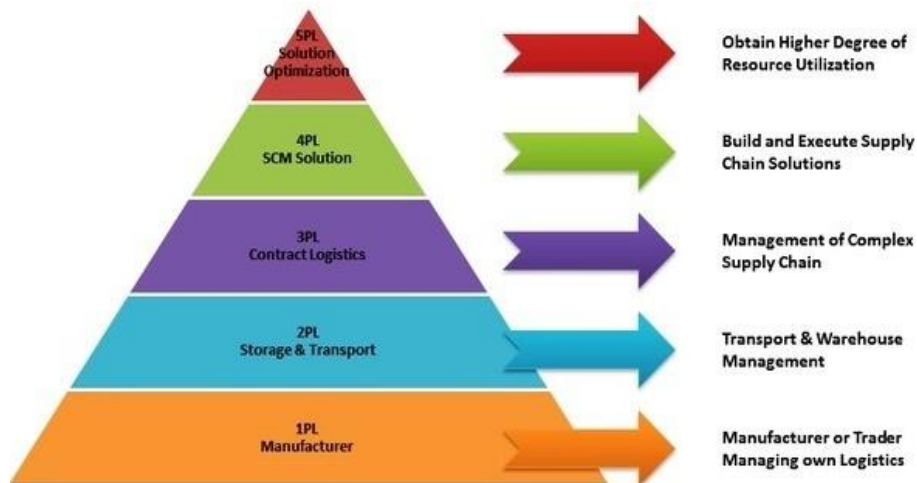
پیش از پرداختن به کلان روندهای موضوع نوشتار، پرداختن به مفاهیم زنجیره تأمین و زنجیره ارزش افزوده ضرورت دارد. زنجیره تأمین مفهومی کلاتر از زنجیره حمل و نقل و لجستیک را شامل شده و درواقع شبکه ای از فعالیت ها و فرآیندهاست که برای انتقال یک ماده، محصول یا خدمت از تأمین کننده اولیه به مصرف کننده نهایی انجام می شود. در زنجیره تأمین، تهیه و خرید مواد، خدمات و کالاهای، اطلاعات، دانش فنی و تخصصی، برنامه ریزی های مالی و بالا بردن آرش افزوده و کاهش هزینه ها در کل طول زنجیره تأمین

از حلقه‌های اول یعنی تأمین‌کننده اولیه و تولیدکنندگان تا حلقه‌های واسط یعنی زنجیره لجستیک و حمل‌ونقل و همچنین حلقه آخر یعنی فروش و خدمات پس از فروش به مصرف‌کننده نهایی (مشتری)، حائز اهمیت و موردبررسی است. هدف نهایی در مدیریت زنجیره تأمین رساندن مواد/کالا یا خدمت در کوتاه‌ترین زمان و کمترین هزینه با بهترین کیفیت به مصرف‌کننده نهایی می‌باشد. در هر یک از حلقه‌های زنجیره تأمین، میزانی از ارزش افزوده به کالا یا خدمت اضافه می‌شود که به مجموعه ارزش‌های افزوده تولیدشده در این حلقه‌ها، زنجیره ارزش گفته می‌شود. درواقع آنچه شرکت‌ها سعی به افزایش مزیت رقابتی خود در آن می‌کنند، به زنجیره ارزش بازمی‌گردد. هدف اصلی در زنجیره ارزش ایجاد ارزش و سودبری و مزیت رقابتی در ایجاد کالا یا خدمت است.

با توجه به روند گسترش تجارت جهانی و جهانی‌شدن انتظار می‌رود که این روند در آینده نیز ادامه داشته باشد، به‌نحوی که در حال حاضر نیز نشانه‌های ادامه این روند با ظهور شرکت‌های طرف پنجم PL۵ آشکار شده است.

شکل ۲. روند تکامل شرکت‌های فعال در زمینه حمل‌ونقل و لجستیک در دهه‌های اخیر

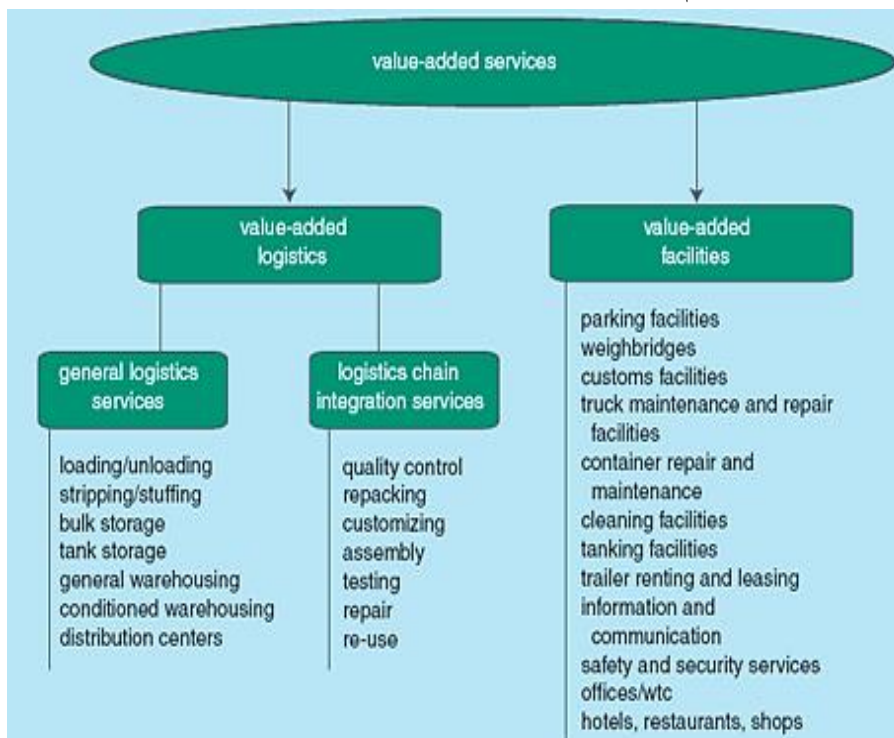
(www.quora.com)



در این روند بنادر به تدریج از شیوه سنتی در بنادر نسل اول که تنها محدود به عملیات تخلیه

و بارگیری کالا در بندر می‌شد به سمت نسل‌های بالاتر که شامل استقرار خدمات ارزش‌افزوده (VAS) از جمله فعالیت‌های لجستیک دارای ارزش‌افزوده (VAL) که خود شامل خدمات عمومی لجستیک (GLS) یعنی تخلیه و بارگیری، استریپ و استافینگ و انبارداری و خدمات یکپارچه‌سازی زنجیره لجستیک (LCIS) یعنی مونتاژ، تست، کنترل کیفیت، بسته‌بندی، سورتینگ و... و همچنین خدمات ارزش‌افزوده تسهیلات (VAF) یعنی تسهیلات پارکینگ، تعمیر و نگهداری کانتینر، سوخت‌رسانی، توزین، اسکن کانتینر، شست‌وشو کانتینر، هتل، رستوران و... در بنادر نسل دوم و سوم سپس استفاده از فناوری‌های نوین اطلاعاتی و ارتباطاتی و مدیریتی در بنادر نسل چهارم و پنجم، حرکت نمودند (World Bank, 2007). همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود با ارتقا نسل بنادر میزان ارزش‌افزوده فعالیت‌های بندری افزایش می‌یابد (محور عمودی).

شکل ۳. تقسیم‌بندی خدمات ارزش‌افزوده در بنادر (World Bank, 2007)



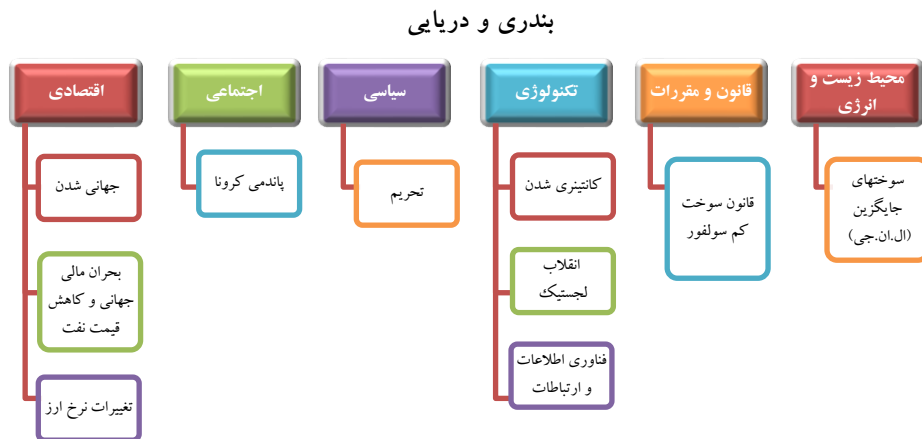
تغییر در سطح رقابت کسب و کارهای بندری و دریایی در دهه‌های اخیر، عمدتاً ناشی از تغییرات به وجود آمده در معادلات جهانی بوده که این معادلات خود تابعی از عوامل مختلفی از جمله عوامل مثبت و عوامل منفی می‌باشند.

این عوامل سبب تغییرات گسترده در نحوه عملکرد، تأمین مالی، مدیریت و راهبری بنگاه‌ها و در نتیجه تغییرات شدید در نحوه و سطح رقابت آن‌ها شده است.

در این بخش با بررسی منابع معتبر بین‌المللی و داخلی از جمله چهارچوب مفهومی نیروهای پیشران صنعت حمل و نقل ارائه شده در شکل شماره ۱۲ کلان روندها و نیروهای پیشران جهانی و منطقه‌ای در دو حوزه:

مثبت (جهانی شدن، کانتینری شدن، انقلاب لجستیکی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و...) و منفی (بحران مالی جهانی، کاهش قیمت نفت، پاندمی کرونا، تحریم و...) و از طرف دیگر با توجه به خواستگاه عمده این کلان روندها و نیروهای پیشران در شش حوزه اقتصادی (جهانی شدن، بحران مالی جهانی، کاهش قیمت نفت و افزایش نرخ ارز)، اجتماعی (پاندمی کرونا)، سیاسی (تحریم)، تکنولوژیکی (کانتینری شدن، انقلاب لجستیک و فناوری اطلاعات و ارتباطات) و زیست محیطی و قانونی (قانون سوخت کم سولفور و سوخت‌های جایگزین) برگرفته از مدل PESTLE مورد بررسی قرار می‌گیرند.

شکل ۴. دسته‌بندی کلان‌روندها، نیروهای پیشران و رویدادهای مؤثر بر آینده کسب و کارهای

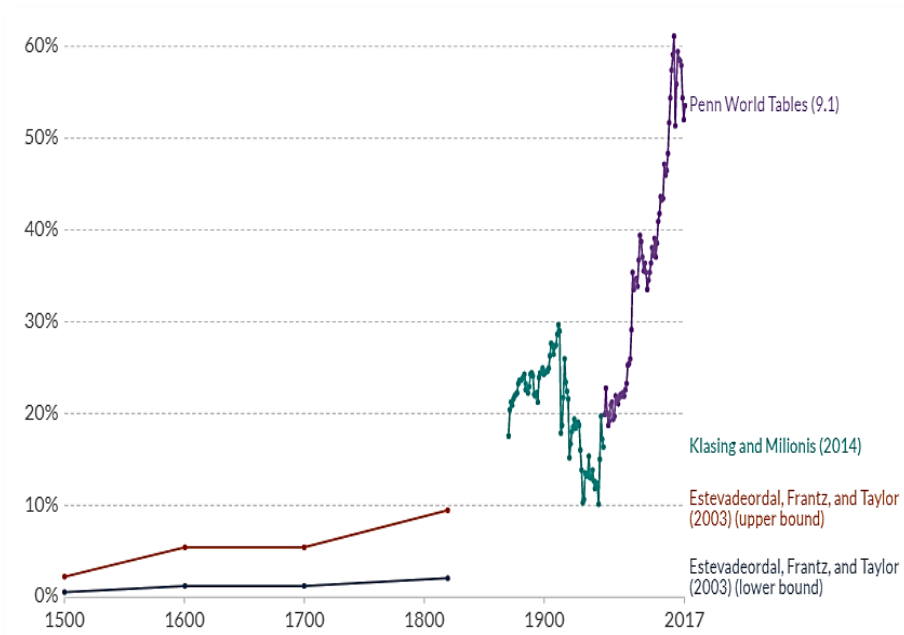


جهانی شدن^۱

آثار جهانی شدن به عنوان یک کلان‌روند^۲ در تجارت جهانی را می‌توان در دو بخش آزادسازی اقتصادی^۳ و مقررات زدایی^۴ تقسیم‌بندی نمود که باعث تسهیل تجارت جهانی، کاهش فواصل جغرافیایی و کوچک شدن جهان شده است. همچنین از جمله نمودهای روند جهانی شدن در صنایع بندری و دریایی می‌توان به ادغام این صنایع به عنوان جزئی از زنجیره تأمین جهانی، شکل‌گیری اتحادیه‌های جهانی^۵ و منطقه‌ای و ایجاد شبکه‌های هاب‌اند اسپوک^۶ باهدف افزایش سهم بنگاه‌ها از بازار فزاینده تجارت جهانی اشاره نمود. شکل زیر نشان‌دهنده روند جهانی شدن (نسبت صادرات و واردات جهانی از تولید ناخالص داخلی^۷ جهانی) در پنج سده اخیر می‌باشد.

-
- 1 Globalization
 - 2 Mega Trend
 - 3 Economic Liberalization
 - 4 Deregulation
 - 5 Global Alliances
 - 6 Hub and Spoke
 - 7 Gross Domestic Production

شکل ۵. کلان‌روند جهانی شدن در پنج سده اخیر (سهم صادرات و واردات جهانی از تولید ناخالص داخلی جهانی) از سال ۱۵۰۰ تا ۲۰۱۷ (CHRISTOPHER, M. I. 2017)



کانتینری شدن

در سال‌های گذشته توسعه حمل و نقل کانتینری متأثر از کلان‌روند جهانی شدن و بالتبع رشد تجارت دریابد بوده و دارای رشد فزاینده‌ای بوده است. کانتینری شدن تا حدی مهم است که بسیاری از صاحب‌نظران معتقدند که حتی جهانی شدن بدون کانتینری شدن نمی‌توانست تا این حد گسترش یابد و درواقع کانتینری شدن در ادبیات آینده‌پژوهی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین نیروهای پیشران^۱ در توسعه تجارت جهانی مطرح می‌باشد. کانتینری شدن را می‌توان در ذیل عوامل تکنولوژیکی در مدل PESTLE طبقه‌بندی نمود.

• روند گذشته

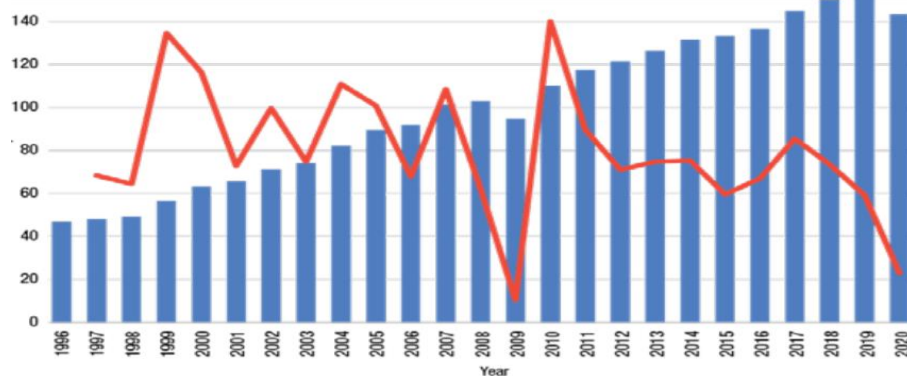
تغییر شیوه حمل و نقل کالا با شروع پدیده کانتینری شدن^۲ از سال ۱۹۷۵ به‌عنوان یک

1 Driving Force

2 Containerization

کاتالیزور در حمل و نقل دریایی مطرح شده که در پنج دهه اخیر تأثیر عمیقی بر تجارت دریایی در نواحی مختلف جهان گذاشته است. مزایای کانتینری شدن از جمله سهولت بارگیری، کاهش زمان ارسال کالا و افزایش ایمنی سبب شده است تا بنگاه‌هایی که سرمایه‌گذاری مناسبی در بخش کانتینری نموده‌اند، سهم قابل توجهی از بازار فزاینده و رقابتی حمل و نقل دریایی را به خود اختصاص دهند.

شکل ۶. تجارت کانتینری کالا (میلیون TEU) و رشد سالیانه (%) در سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۲۰ (UNCTAD, 2020)



لذا در این پنج دهه کشورها و بنگاه‌های پیشرو در صدد افزایش و بهینه‌سازی تجهیزات ارائه سرویس به صنعت کانتینری بوده‌اند. نمودار زیر نشان‌دهنده روند گسترش تجارت کانتینری کالا در سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۲۰ می‌باشد.

• سناریوهای آینده

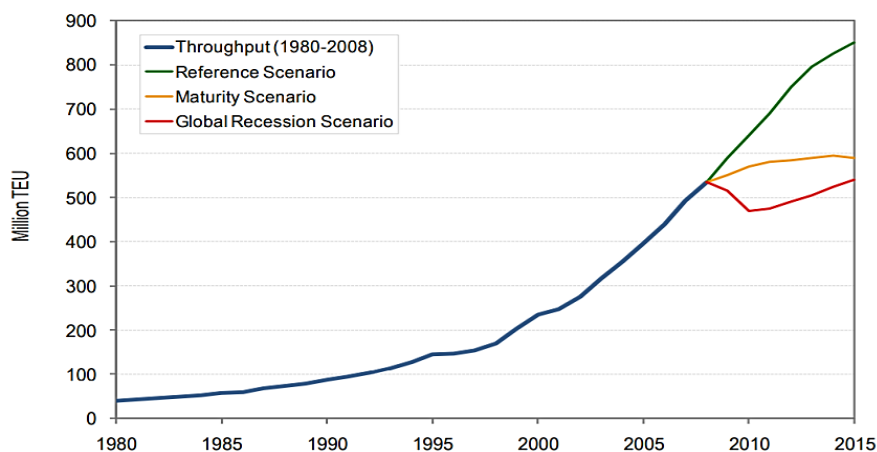
سؤال مهمی که در این زمینه مطرح می‌باشد، نحوه و روند ادامه این رشد در سال‌های آتی می‌باشد. برخی از صاحب‌نظران در رشته آینده‌پژوهی معتقدند که کانتینری شدن همانند بسیاری از امور تکنولوژیکی و مدیریتی دارای یک چرخه کسب و کار می‌باشد که این چرخه دارای فاز معرفی، انتشار و رشد سریع، بلوغ و افت می‌باشد.

به اعتقاد آینده‌پژوهان صنعت حمل و نقل و لجستیک، دهه اخیر صنعت حمل و نقل

کانتینری دوره انتشار و رشد سریع را پشت سر گذاشته و در حال حاضر شواهدی از ورود این صنعت به دوره بلوغ مشاهده می‌گردد که بیانگر این موضوع است که پتانسیل رشد این صنعت در آینده محدود بوده و احتمالاً به فرصت‌های موجود در بازارهای اشباع‌نشده مرتبط خواهد بود.

شکل بعد نشان‌دهنده سه سناریو محتمل برای آینده حمل‌ونقل کانتینری می‌باشد که شامل سناریوی پایه (بر مبنای روند رشد قبلی)، بلوغ (بر مبنای ورود صنعت به فاز بلوغ) و رکود جهانی (بر مبنای وقوع رکود جهانی) می‌باشد که سناریوی دوم تا قبل از بحران پاندمی کرونا محتمل‌ترین سناریو محسوب می‌گردد.

شکل ۷. سناریوهای آتی کلان‌روند کانتینری شدن در تجارت دریابد (Rodrigue, J. P. 2010)



ازجمله فرصت‌های موجود در بازارهای اشباع‌نشده، می‌توان به حمل کالاهایی مانند غلات، مواد شیمیایی و چوب اشاره نمود که در سال‌های اخیر تمایل به حمل این کالاها توسط کانتینر به‌ویژه با گسترش استفاده از کانتینرهای روباز^۱ و کانتینرهای ایزوتانک^۲ افزایش یافته است. همچنین از دیگر فرصت‌های بسیار مهم در این زمینه می‌توان به روند رو به رشد نیاز به حمل محصولات کشاورزی و مواد غذایی فسادپذیر توسط کانتینرهای

1 Open Top Container

2 Isotank Container

یخچالی^۱ اشاره نمود. همچنین با توجه به اینکه کالاهای دارای ارزش نسبتاً بالا و حجم نسبتاً کم (در مقایسه با کالاهای حجیم و کم ارزش) دارای مزیت بیشتری برای حمل توسط کانتینر می باشند، لذا عواملی مانند افزایش ارزش و قیمت پایه کالاها در سالهای آتی می تواند عامل مهمی در رشد حمل و نقل کانتینری قلمداد شود.

انقلاب لجستیک

از دیگر نیروهای پیشران کلیدی در افزایش سطح رقابت پذیری بنگاههای بندری و دریایی در سالهای اخیر، انقلاب لجستیکی است. به این معنی که امروزه بنگاههایی می توانند در رقابت جهانی به سهم قابل توجهی دست پیدا کنند که علاوه بر وظیفه سنتی خود یعنی تخلیه، بارگیری و انبارداری به عنوان جزئی از سیستم حمل و نقل، به ایفای نقش جدید خود به عنوان زیرسیستم مهمی از سیستم های گسترده تر لجستیک بپردازند. لذا موفقیت یک بنگاه در رقابت با سایر بنگاه ها نه تنها در فعالیتهای مربوط به زنجیره حمل و نقل تعریف می شود، بلکه فعالیتهای لجستیکی نقش مهمی در این زمینه دارند. لذا در دیدگاه نوین، متولیان بنگاههای بندری و دریایی علاوه بر کارایی عملکرد سنتی، بایستی به نحوه قرارگیری در زنجیره لجستیک و زنجیره تأمین در راستای ارائه ارزش افزوده بیشتر به صاحبان کالا، متصدیان حمل و توزیع کنندگان توجه داشته باشند (Scaramelli, S. 2010). در این زمینه موضوعاتی مانند وجود سیستم های یکپارچه مدیریت کالا، اطلاعات و اسناد و حرکت به سمت ایجاد شرکت های لجستیکی نسل جدید که مستلزم داشتن یک دیدگاه کلان نگر می باشد، دارای اهمیت فراوان هستند؛ به عبارت دیگر امروزه با افزایش رقابت در سطح تجارت جهانی و افزایش رقابت در کسب و کارهای مرتبط با تجارت دریابرد، بسیاری از کسب و کارهای بندری و دریایی، حوزه فعالیت خود را از حالت سنتی که شامل تمرکز بر یک فعالیت بوده تغییر داده و به فعالیت در چند حلقه از زنجیره حمل و نقل و لجستیک و حتی زنجیره تأمین گسترش داده اند و تنها به انجام یک خدمت

اکتفا نمی کنند. به عنوان مثال در گذشته کسب و کارهای طرف دوم^۱ عمدتاً تنها بر فعالیت های زنجیره حمل و انبارداری متمرکز بودند، در حالی که شرکت های نسل سوم^۲ و چهارم^۳ فعالیت های خود را به حوزه های وسیع تر زنجیره لجستیک و همچنین زنجیره تأمین از جمله حوزه های توزیع، تولید (شامل ساخت، برچسب گذاری، بارکد گذاری، بسته بندی، سورتنینگ، مونتاژ، کنترل کیفیت و ...) و حتی تأمین مواد اولیه کارخانجات تولیدی (شامل مدیریت خرید، طراحی شبکه لجستیک خرید^۴) و یا خدمات فروش محصولات تولید شده به مصرف کننده نهایی (شامل بازاریابی، فروش، خدمات و لجستیک پس آر فروش^۵) گسترش داده اند. با توجه به روند گسترش تجارت جهانی و جهانی شدن انتظار می رود که این روند در آینده نیز ادامه داشته باشد، به نحوی که در حال حاضر نیز نشانه های ادامه این روند با ظهور شرکت های طرف پنجم^۶ آشکار شده است.

بر اساس تحقیقات انجام گرفته (Sheffi, Y. 2013)، از نتایج مجاورت فعالیت های لجستیکی در خوشه های لجستیکی، داشتن اقتصاد مقیاس^۷، اقتصاد وسعت^۸، اقتصاد تراکم^۹ و اقتصاد تواتر^{۱۰} می باشد. اقتصاد مقیاس به مزیت کاهش متوسط هزینه تولید کالا یا خدمات در اثر افزایش حجم تولید اشاره دارد. اقتصاد وسعت در خوشه های لجستیکی منجر به کاهش میزان بارهای یکسر خالی به علت تعادل عرضه و تقاضا در خوشه های لجستیکی می گردد. اقتصاد تراکم مربوط به کاهش فواصل حمل به علت افزایش تراکم موجود در خوشه های لجستیک می شود و نهایتاً اقتصاد تواتر به صرفه جویی حاصل از افزایش تواتر وسایل حمل و نقل انبوه مانند قطارهای برنامه ای در خوشه های لجستیکی است. توسعه خوشه های لجستیکی در واقع یکی از اجزای بسیار مهم جهانی سازی و انقلاب

1 Second Party Logistics

2 Third Party Logistics

3 Fourth Party Logistics

4 Procurement Logistics

5 After Sale Logistics

6 Fifth Party Logistics

7 Economy of Scale

8 Economy of Scope

9 Economy of Density

10 Economy of Frequency

لجستیک بوده، به نحوی که امروزه حمل و نقل مشتق از تجارت بین الملل نیازمند یکپارچه سازی فعالیت های لجستیکی مانند تفکیک^۱ و تجمیع^۲ کالا، ترانسلودینگ، انبارداری، مونتاژ، برچسب گذاری، فرآوری اولیه و توزیع کالا می باشد. خوشه های لجستیکی با یکپارچه سازی جریان های کالا، اطلاعات و پول در طول زنجیره تأمین باعث کاهش هزینه و زمان مترتب بر فعالیت های تجاری می شوند. از جمله خوشه های لجستیکی مشهور در دنیا می توان به خوشه های لجستیکی در ممفیس آمریکا، زاراگوزای اسپانیا، بندر رتردام هلند، بندر سنگاپور در سنگاپور، منطقه کانال پاناما، منطقه آلیانس در تگزاس آمریکا و جبل علی در امارات متحده عربی اشاره نمود که تحت عناوین مختلف از جمله دهکده لجستیک، پارک لجستیک، پلتفرم لجستیک و شهر لجستیک و ... زمینه تجارت بین المللی این مناطق را فراهم آورده است.

فناوری اطلاعات و ارتباطات

فناوری اطلاعات و ارتباطات از دیگر نیروهای پیشران بسیار مؤثر در آینده صنعت حمل و نقل و لجستیک به طور عام و صنایع و کسب و کارهای بندری و دریایی به طور خاص می باشد که این نیروی پیشران را می توان در ذیل عوامل تکنولوژیکی در مدل PESTLE طبقه بندی نمود. امروزه استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در امور مرتبط با حوزه بندر و دریا در سه بخش:

(۱) سامانه های مدیریت اسناد الکترونیکی^۳ شامل تجارت الکترونیک^۴ و تبادل الکترونیکی داده ها^۵ (۲) هوشمندسازی شامل زنجیره تأمین هوشمند^۶، لجستیک هوشمند^۷ و سیستم های حمل و نقل هوشمند^۸ و (۳) اتوماسیون تجهیزات و وسایل نقلیه از جمله وسایل حمل و نقل

1 Deconsolidation

2 Consolidation

3 E-Document Management System

4 E-Commerce

5 Electronic Data Interchange (EDI)

6 Smart Supply Chain

7 Smart Logistics

8 Intelligent Transportation System (ITS)

(کشنده) خودراهنما^۱، وسایل تخلیه و بارگیری خودکار^۲، جرثقیل‌های اتوماتیک^۳، شناورهای خودران^۴ و سیستم‌های اتوماتیک توزین، اسکن، ردیابی و مکان‌یابی (جی‌پی‌اس)، نمود بیشتری داشته است که روند رو به رشد استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در این بخش‌ها با استفاده از ابزارها و فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی نوین در آینده شتاب بیشتری خواهد گرفت.

شکل بعد نشان‌دهنده رادار روندهای آتی صنعت لجستیک در آینده است. همان‌طور که در سمت راست تصویر مشاهده می‌شود، فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا^۵، روباتیک و اتوماسیون^۶، کلان داده^۷، تکنولوژی سیستم‌ها حسگر (شامل رادیوشناسه^۸، رادار لیزری^۹ و مادون قرمز^{۱۰} و...)، زنجیره بلوکی^{۱۱} و لجستیک ابری^{۱۲}، سیستم‌های خود یادگیرنده^{۱۳} و هوش مصنوعی^{۱۴} جهت دهنده روند توسعه صنعت لجستیک و متعاقباً کسب و کارهای بندری و دریایی در آینده خواهند بود.

1 Automated Guided Vehicles (AGV)

2 Automated Lifting Vehicles (ALV)

3 Automated Stacking Crane (ASC)

4 Autonomous Ships

5 Internet of Things (IoT)

6 Robotics and Automation

7 Big Data

8 RFID

9 Lidar

10 Infrared Radiation Sensor

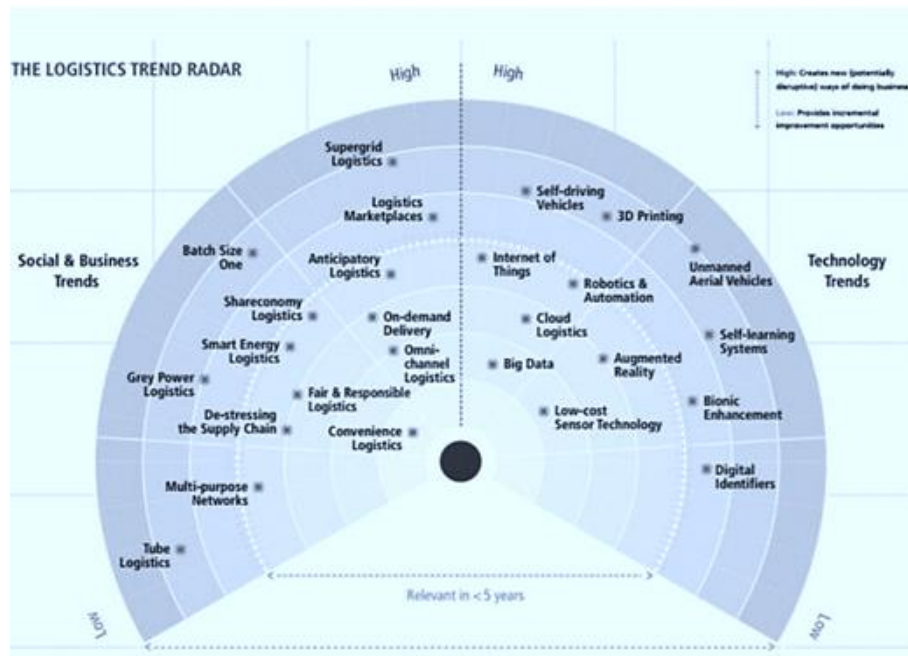
11 Block Chain

12 Cloud Logistics

13 Self Learning Systems

14 Artificial Intelligence

شکل ۸. رادار روندهای آتی صنعت لجستیک در آینده (Yang and other, 2018, 34-43)



امروزه با گسترش روند استفاده از فناوریهای مذکور در بنادر نسل جدید، روند توسعه بنادر از فاز بنادر سنتی به فاز بنادر هوشمند^۱ کاملاً مشهود است. از جمله ویژگیهای بنادر هوشمند، استفاده از تجهیزات اتوماتیک، توسعه سیستمهای حمل و نقل هوشمند از جمله سامانههای آنلاین ردگیری وسایل نقلیه^۲، سامانه هوشمند اعلام بار و نوبت دهی مجازی^۳ و سیستم هوشمند کنترل ترافیک دریایی^۴ و ... می باشد. همچنین در حوزه سامانههای مدیریت و تبادل اسناد الکترونیکی، استفاده از ابزاری مانند بارنامه الکترونیک^۵، مانیفست الکترونیک^۶ و بارنامه هوشمند^۷ در قالب سامانه جامعه بندری^۸ سبب تسهیل و تسریع فزاینده

1 Smart Port

2 Vehicle Tracking System

3 Virtual Turn System

4 Vessel Traffic Service

5 E/BL

6 E-Manifest

7 Smart B/L

8 Port Community System

ارتباطات بین ذینفعان و فعالین در حوزه تجارت دریایی در بنادر هوشمند شده است (Yang and other, 2018: 34-43).

ازجمله ابزارهای بسیار کلیدی در آینده صنعت حمل و نقل و تجارت دریایی می‌توان به فناوری زنجیره بلوکی اشاره نمود که به اعتقاد بسیاری از صاحب‌نظران استفاده از این فناوری در آینده نزدیک، به‌عنوان یک شگفتی‌ساز، سبب تحولات عمیق در این بخش خواهد شد. به‌عنوان مثال یکی از کاربردهای آینده این فناوری، تبادل اسناد حمل به‌ویژه بارنامه بر پایه فناوری زنجیره بلوکی خواهد بود که این نوع بارنامه‌ها در اصطلاح «بارنامه هوشمند» نامیده می‌شوند؛ به عبارت دیگر در سال‌های اخیر تبادل اطلاعات مندرج در بارنامه‌ها از شیوه سنتی بر مبنای کاغذ (بارنامه کاغذی) به شیوه نوین بر مبنای تبادل الکترونیکی (بارنامه الکترونیکی) تغییر یافته و در آینده نزدیک به سمت شیوه‌های خلاقانه‌تر با استفاده از فناوری زنجیره بلوکی (بارنامه هوشمند) پیش خواهد رفت. شکل زیر مقایسه بین شیوه سنتی یعنی انتقال فیزیکی بارنامه کاغذی و شیوه آینده یعنی استفاده از فناوری زنجیره بلوکی در انتقال اطلاعات بارنامه هوشمند می‌باشد. بارنامه هوشمند دارای مزایای فراوانی ازجمله کاهش زمان گردش بارنامه بین ذینفعان از چندین روز به چند ثانیه، کاهش هزینه چاپ و پست بارنامه، افزایش سرعت صدور اسناد حمل، عدم امکان جعل و کلاهبرداری، تسهیل در دسترسی به اطلاعات مندرج در بارنامه، امکان تحلیل آماری اطلاعات بارنامه‌ها، شفافیت بیشتر و کاهش هزینه واسطه‌گری و بهبود قابلیت ردیابی خواهد شد.

شکل ۹. بارنامه هوشمند بر مبنای فناوری زنجیره بلوکی (تصویر راست) و بارنامه کاغذی (تصویر چپ) (www.transauriga.com)



همچنین در آینده نزدیک شاهد استفاده از این فناوری برای تبادل اطلاعات و اسناد بین سایر ذینفعان و فعالان حوزه تجارت دریایی در بنادر از جمله اپراتورهای بندری، گمرک، صاحبین کالا، خطوط کشتیرانی و شرکت‌های فورواردر و کریر خواهیم بود. استفاده از این فناوری در سامانه جامعه بندری (PCS) که خود از پیشرفت‌های سال‌های اخیر حوزه بنادر هوشمند به حساب می‌آید، سبب تحول شگرفی در این سامانه‌ها خواهد شد (Tsiulin and other, 2020).

بحران‌های مالی جهانی و کاهش قیمت نفت

چرخه رکود و رونق در اقتصاد که از آن به عنوان سیکل یا ادوار تجاری یاد می‌شود جزو جدایی‌ناپذیر و طبیعی اقتصاد هر کشور در مسیر رشد اقتصادی بلندمدت محسوب می‌شود، در جهان امروزی با درهم‌تنیدگی و وابستگی شدید اقتصاد کشورهای مختلف به همدیگر، افت و خیزهای اقتصاد جهانی بسته به ساختار و شدتشان، قابلیت انتشار از یک کشور به سطح منطقه و حتی گاهی سطح جهانی را دارند.

بحران‌های اقتصادی جهانی را می‌توان به عنوان یک رویداد^۱ در ادبیات آینده‌پژوهی قلمداد نمود که سبب قطع پیوستگی و روند کلی اقتصاد جهانی می‌گردند. این رویداد را می‌توان در ذیل عوامل اقتصادی در مدل PESTLE طبقه‌بندی نمود.

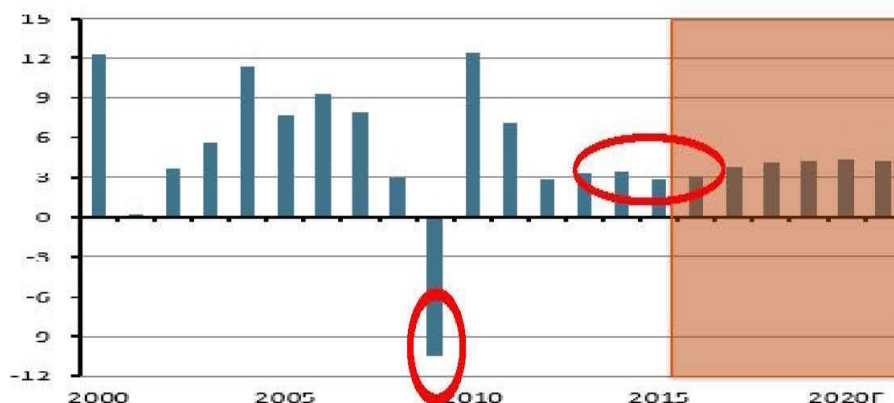
1 Event

در طول سال‌های اخیر، چند بحران اقتصادی در سطح جهانی و منطقه‌ای رخ داده که آثار برخی از آن‌ها بر اقتصاد جهانی، کوتاه‌مدت بوده است، لیکن بحران مالی ۲۰۰۸ در سطح جهانی و به‌ویژه کشورهای توسعه‌یافته و بحران اقتصادی ۲۰۱۵ در سطح کشورهای در حال توسعه آسیایی به‌ویژه چین تأثیر واضح‌تری بر اقتصاد جهانی و به تبع آن، حمل و نقل دریایی داشته‌اند. بحران مالی ۲۰۰۸، ریشه در حباب قیمتی ایجادشده در بازار مسکن آمریکا و به تبع آن ورشکستگی مؤسسات مالی و اعتباری داشت، اما بحران سال ۲۰۱۵ عمدتاً ریشه در کاهش تقاضا به خصوص در شرق آسیا و کشورهای در حال توسعه به علت افزایش ارزش دلار آمریکا، کاهش شدید قیمت نفت و کاهش قیمت کالاهای تولیدی (با توجه به ثابت بودن تقاضا) داشته است. نمودارهای بعد نشان می‌دهد همبستگی بالایی بین نرخ رشد تولید ناخالص جهانی، نرخ رشد حجم تجارت جهانی و حمل و نقل دریایی وجود دارد و در هر دو بحران یادشده، با کاهش تولید ناخالص جهانی، حجم تجارت نیز کاهش یافته و در نتیجه حمل و نقل دریایی به عنوان مهم‌ترین شیوه حمل و نقل بین‌المللی، با افت عملکرد قابل ملاحظه‌ای مواجه گردیده است.

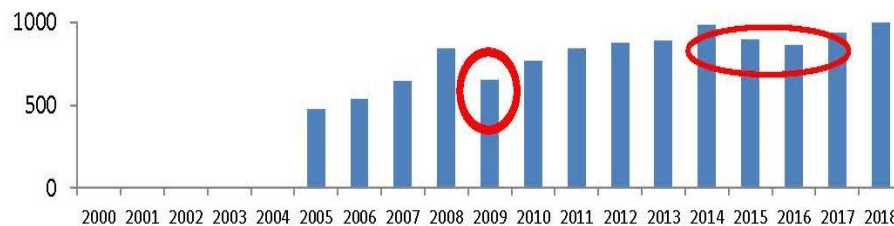
شکل ۱۰. نرخ رشد تولید ناخالص جهانی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ (درصد) (unctad.org)



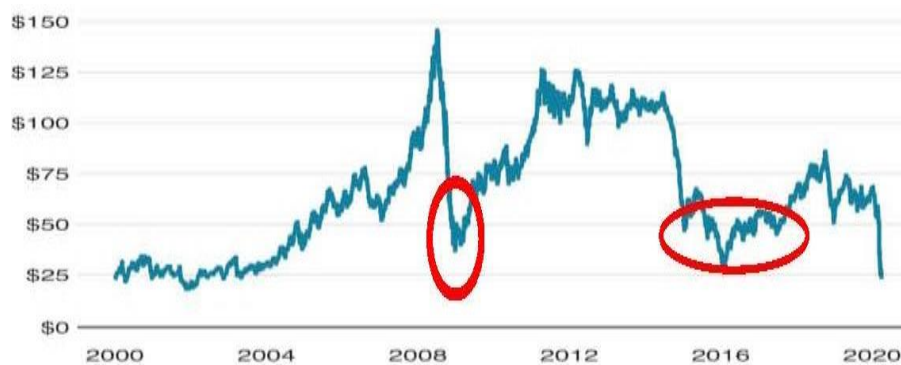
شکل ۱۱. نرخ رشد حجم تجارت جهانی بین سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰
(درصد) (www.wto.org)



شکل ۱۲. صادرات جهانی خدمات و خدمات حمل و نقل بین سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸ (میلیارد دلار) (www.worldbank.org)



شکل ۱۳. قیمت نفت خام برنت بین سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ (دلار بر بشکه) (www.macrotrends.net)



نکته جالب توجه در نمودار فوق این است که در هر دو مقطع مقارن با سال‌های بحران مالی ۲۰۰۸ و ۲۰۱۵، قیمت نفت به حدود ۲۵ دلار در هر بشکه کاهش یافت و تأثیری در حدود ۵ درصد بر تجارت دریایی بین‌المللی داشت.

لذا با کاهش اخیر در قیمت نفت، می‌توان پیش‌بینی نمود که حمل‌ونقل دریایی هم تا حدودی دچار افت شود؛ لیکن ذکر این نکته ضروری است که در خصوص ایران و کشورهای نفت‌خیز منطقه خاورمیانه، به علت وابستگی بالای صادرات این کشورها به نفت خام و محصولات و مشتقات نفتی، کاهش قیمت نفت، تأثیر بیشتری بر میزان صادرات محصولات نفتی و متعاقباً در عملکرد کسب‌وکارهای فعال در حوزه بندری و دریایی خواهد داشت و لذا با توجه به نقش مهم سوخت‌های فسیلی در صادرات کشورهای منطقه خاورمیانه، ماهیت و ساختار تبادلات تجاری این منطقه تا حد زیادی می‌تواند با الگوی متوسط جهانی متفاوت باشد؛ علاوه بر این اثر مستقیم، درهم تنیدگی عرضه و تقاضا در بازارهای تجاری جهانی، سبب می‌شود شوک‌های عرضه و تقاضا در سایر کشورها نیز تأثیرات خود را در سطح منطقه‌ای نشان دهند.

این درهم تنیدگی با توجه به سهم بالای واردات خاورمیانه از سایر مناطق دنیا که عمدتاً ناشی از درآمدهای حاصل از صادرات محصولات نفتی می‌باشد، دوچندان خواهد بود.

نمودار بعد میزان ارزش تبادلات دنیا و خاورمیانه و همچنین سهم خاورمیانه از مجموع تبادلات جهانی طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹ را نشان می‌دهد.

از طرف دیگر در خصوص کشور ایران به‌ویژه با توجه به نسبت بالای «صادرات نفت خام و مشتقات نفتی به کل صادرات» در مقایسه با بسیاری از کشورهای منطقه خاورمیانه و جهان و از طرف دیگر با توجه به نامناسب بودن شاخص‌های تاب‌آوری اقتصادی کشور از جمله شاخص «تمرکز صادرات برحسب کشور»^۱ که نشان‌دهنده پایین بودن تنوع شرکای صادراتی بوده و یا شاخص «تمرکز صادرات برحسب کالا»^۲ که نشان‌دهنده پایین

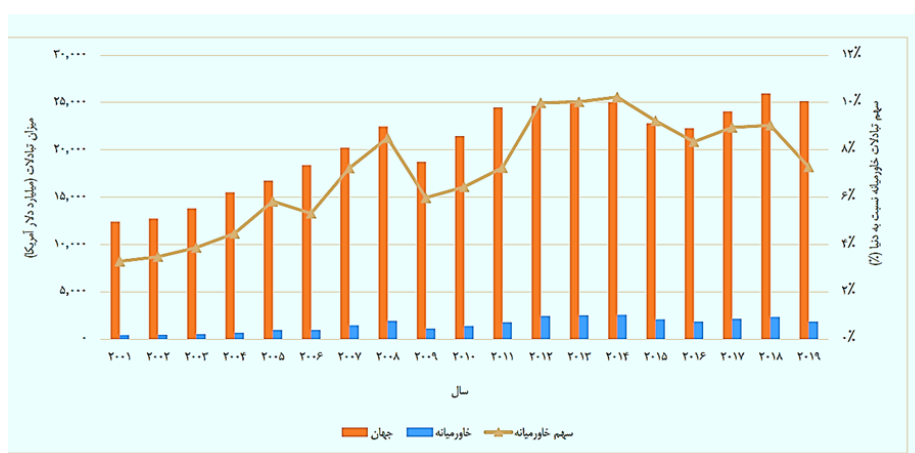
1 HH Market Concentration Index

2 Product Concentration Index of Export

بررسی کلان روندها در کسب و کارهای حوزه دریایی و بندری؛ جعفری | ۳۳

بودن تنوع محصولات صادراتی یا به عبارت دیگر اقتصاد تک محصولی می باشد، انتظار می رود میزان آسیب پذیری اقتصاد و تجارت و متعاقباً حوزه کسب و کار بندری و دریایی از بحران های جهانی حتی در مقایسه با کشورهای منطقه خاورمیانه نیز بیشتر باشد.

شکل ۱۴. ارزش تبادلات دنیا و خاورمیانه و سهم خاورمیانه از مجموع تبادلات دنیا
(www.worldbank.org)



بحران پاندمی کرونا

بحران پاندمی کرونا را می توان به عنوان یک شگفتی ساز ۱ (در ادبیات آینده پژوهی) در ذیل عوامل اجتماعی در مدل PESTLE طبقه بندی نمود. در پاندمی ویروس کرونا که در حال حاضر (تا زمان تنظیم گزارش) در سرتاسر دنیا در حال گسترش است، تاکنون بیش از ۶۰ میلیون نفر را مبتلا نموده و جان نزدیک به ۳۷۰ یک میلیون و چهارصد هزار نفر را نیز گرفته است.

در ایران نیز آمار رسمی حکایت از ابتلای نزدیک به ۸۵۰ هزار نفر و فوت بیش از ۴۴۰۰۰ نفر را دارد. این موضوع سبب اتخاذ تصمیمات بهداشتی و عمومی بی سابقه ای از سوی دولت ها شده و هریک از کشورها علاوه بر تلاش در جهت افزایش تمهیدات بهداشتی، سعی در پیش بینی، پیش گیری و کاهش آثار مخرب اقتصادی ناشی از این بحران

داشته‌اند.

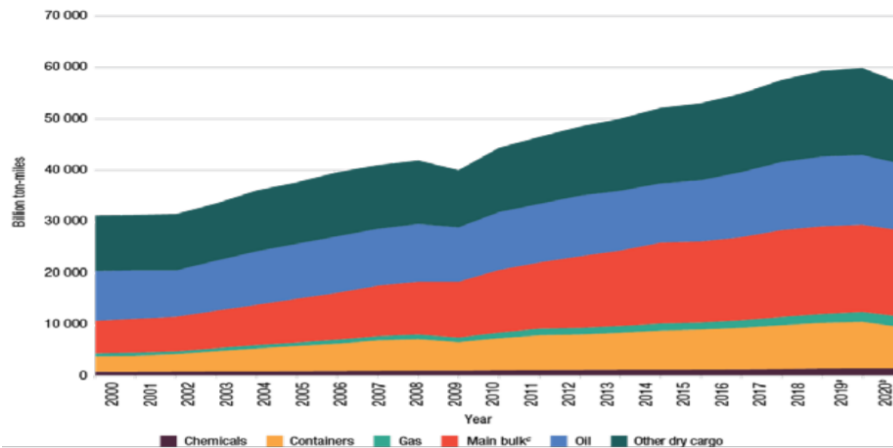
لیکن با توجه به مبهم بودن میزان شیوع و نحوه رفتار آتی این بیماری هنوز آثار و عواقب اقتصادی ناشی از آن به صورت کامل روشن نیست و غالب تحلیل‌ها با استفاده از فروض و سناریوسازی انجام می‌شود. فروض این تحلیل‌ها در زمینه‌های مختلفی از جمله میزان سرایت بیماری، میزان آمادگی سیستم بهداشتی کشور، زمان لازم برای کشف واکسن یا درمان قطعی بیماری، شدت و موفقیت اقدامات پیشگیرانه دولت‌ها و... ارائه می‌گردد که بر این اساس می‌توان آثار و تبعات اقتصادی پاندمی کرونا را به عنوان یک شگفتی‌ساز تا حدودی پیش‌بینی نمود.

• روند گذشته

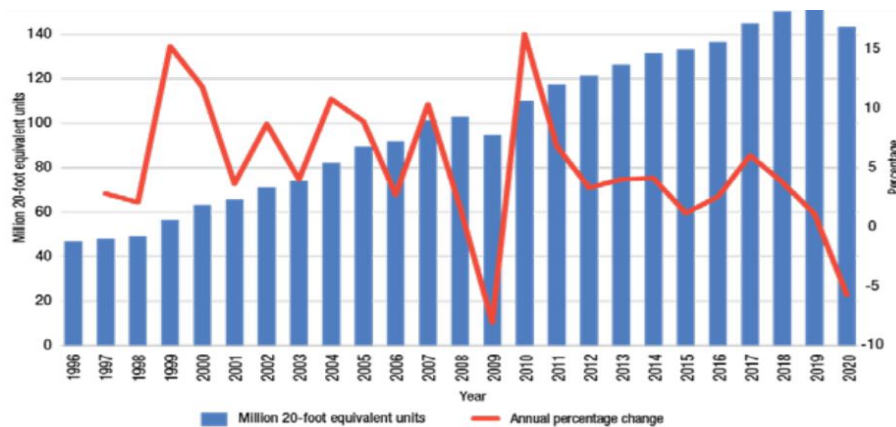
در بخش تجارت دریایی برآورد انجام شده توسط سازمان آنکتاد^۱، نشان‌دهنده کاهش عملکرد جهانی و متعاقباً کاهش درآمد در این بخش طی سال ۲۰۲۰ می‌باشد. نمودارهای بعد نشان‌دهنده پیش‌بینی روند کاهشی حمل و نقل دریایی بین‌المللی در سال ۲۰۲۰ بر اساس شاخص میلیارد تن - مایل می‌باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود این کاهش کمابیش مشابه با میزان افت تجربه شده با بحران مالی ۲۰۰۸ می‌باشد. همچنین روند کاهش تجارت دریایی در سال ۲۰۲۰ به تفکیک کالا حاکی از تأثیرپذیری بسیار شدیدتر کالاهای کانتینری نسبت به سایر کالاها می‌باشد.

1 United Nations Conference on Trade and Development

شکل ۱۵. تجارت دریایی بین‌المللی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ (میلیارد تن-مایل)
(unctad.org)



شکل ۱۶. تجارت دریایی بین‌المللی کانتینری بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ (میلیون TEU)
(unctad.org)



بررسی تأثیرات بحران شیوع کرونا بر عملکرد بنادر کشور نیز حاکی از تأثیر شدید این بحران بر این حوزه بوده است. بررسی عملکرد بنادر بزرگ تجاری کشور در بازه زمانی شش ماهه از ابتدای فروردین تا انتهای شهریور ۱۳۹۹ با مدت مشابه در ۵ سال اخیر حاکی از آن است که بنادر کشور پس از سال ۱۳۹۷ که افت عملکرد بسیار چشمگیری را در اثر

فشارهای ناشی از خروج آمریکا از برجام متحمل شده بودند، در سال ۱۳۹۸ با عبور از این فشارها، رشد مناسبی را به ثبت رسانده‌اند که این روند در سال ۱۳۹۹ ادامه پیدا نکرده و در اثر پاندمی کرونا با افت بسیار شدید نسبت به سال‌های قبل (حتی نسبت به سال ۱۳۹۷) مواجه شده است. این روند در تمامی گروه‌های کالایی به‌ویژه کالاهای کانتینری و معدنی در نمودار زیر قابل مشاهده می‌باشد. تنها استثنا در این زمینه کالاهای اساسی می‌باشد که علیرغم افت نسبی در شش ماهه اول سال ۱۳۹۹ نسبت به بازه مشابه در سال ۱۳۹۸ کماکان نسبت به بازه مشابه در سال ۱۳۹۷ دارای عملکرد بهتری می‌باشد. آمار موجود نشان‌دهنده کاهش ۲۳ درصدی در مجموع تخلیه و بارگیری کالا در بنادر بوده است که این میزان کاهش در کالاهای اساسی در حدود ۱۰ درصد بوده است. بیشترین میزان کاهش مربوط به مواد معدنی با ۶۳ درصد کاهش و پس از آن کالاهای کانتینری با ۳۲ درصد کاهش می‌باشد. عملکرد بنادر در تخلیه و بارگیری مواد نفتی با حدود ۷٫۵ درصد کمترین میزان کاهش را نشان می‌دهد. همچنین لازم به تذکر است که میزان عملکرد کالاهای کانتینری و کالاهای اساسی در سه ماهه دوم سال ۱۳۹۹ (تابستان) نسبت به سه ماهه اول سال ۱۳۹۹ (بهار) دچار افت بیشتری بوده است که نشان از تأثیر پذیری شدید و ادامه دار این گروه از کالاها به ویژه کالاهای کانتینری نسبت به بحران پاندمی کرونا می‌باشد.

تحریم

از دیگر رویدادهای تأثیرگذار بر کسب و کارهای حوزه بندر و دریا می‌توان به اعمال تحریم‌های اقتصادی اشاره کرد. هرچند تحریم‌های اقتصادی دارای تبعات اقتصادی هستند، لیکن با توجه به ریشه سیاسی تحریم‌ها می‌توان این عامل را ذیل عوامل سیاسی در مدل PESTLE طبقه‌بندی کرد. باوجودی که اعمال تحریم‌های سیاسی و اقتصادی علیه کشورمان سابقه‌ای دیرینه داشته و حتی به زمان ملی شدن صنعت نفت برمی‌گردد، اما مجموعه تحریم‌هایی که از سال ۲۰۰۶ و پس از ارجاع پرونده هسته‌ای ایران به شورای امنیت سازمان ملل در دو مقطع زمانی به کشورمان تحمیل شده است کاملاً متفاوت و بی‌سابقه بوده است. دور اول این تحریم‌ها با امضای توافق برجام در سال ۲۰۱۵ به پایان

رسید و تجارت و حمل و نقل دریایی کشور نیز به صورت مستقیم و غیرمستقیم به واسطه خروج از زیر بار تحریم‌ها منقطع گردید؛ اما با خروج یک‌جانبه ایالات متحده آمریکا از توافق برجام در سال ۲۰۱۸، دور دوم تحریم‌های اخیر آغاز شد که به رغم، عدم اجماع جهانی در خروج از برجام، فشار بی‌سابقه آمریکا به سایر کشورها سبب ایجاد اثراتی ملموس‌تر بر اقتصاد کشورمان گردید که در این بخش از گزارش در ابتدا به اثرات این تحریم‌ها بر اقتصاد و تجارت کشور و نیز حمل و نقل دریایی پرداخته خواهد شد و در ادامه به بررسی نحوه و میزان تأثیر رفع تحریم‌ها بر تجارت بین‌المللی کشور در سناریوی رفع تحریم پرداخته می‌شود و در فاز دو گزارش نیز احتمال وقوع سناریوی رفع تحریم (با توجه به انتخابات کشور ایالات متحده آمریکا، انتخابات آتی کشور ایران و سایر عوامل) و نحوه و میزان تأثیر آن بر عملکرد ۵ سال آتی شرکت خدمات بندری و دریایی سینا به تفصیل مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

میزان صادرات و واردات کشور در سال‌های اوج تحریم‌های دور اول به شکل قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته، اما پس از لغو تحریم‌ها، بهبود در این بخش به وقوع پیوسته و به سطح قبل از تحریم‌ها نزدیک گردید؛ لیکن پس از اعمال تحریم‌های اخیر و خروج آمریکا از برجام، این شاخص مجدداً با افت مواجه گردیده است. بررسی ارزش کالاهای وارداتی و صادراتی کشور در طی این دوره زمانی نشان می‌دهد که متوسط قیمت هر تن کالای وارداتی کشور در حدود ۱۱۲۰ دلار و متوسط قیمت هر تن کالای صادراتی، در حدود ۳۰۰ دلار بوده است که نشان‌دهنده سهم بالای کالاهای واسطه‌ای (مواد خام و نیمه فرآوری شده) در صادرات کشور و در مقابل، سهم بالای کالاهای نهایی (سرمایه‌ای و مصرفی) در واردات می‌باشد. نکته قابل توجه در خصوص تجارت خارجی کشور این است که در دوره تحریم‌ها، شرکای تجاری کشور به شکل قابل ملاحظه‌ای از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای در حال توسعه تغییر یافته است و در دوره‌ای که تحریم‌ها وجود نداشته است مجدداً به سمت کشورهای توسعه‌یافته متمایل گردیده است. همچنین تحریم‌ها سبب کاهش تنوع شرکای تجاری عمده کشور (به ویژه وابستگی به چین) گردیده است که

این امر سبب کاهش تاب‌آوری کشور در صورت بروز بحران اقتصادی در شرکای تجاری موجود می‌گردد. نمودارهای بعد نشان‌دهنده میزان تجارت ایران با کشورهای عضو OECD^۱ (شامل اروپا، ژاپن، کره جنوبی و ...) و کشورهای عضو اتحادیه بریکس BRICS (شامل چین، هند، روسیه، برزیل و آفریقای جنوبی) طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸ می‌باشد. لازم به ذکر است که این نوسانات پاندولی بین شرکای تجاری ایران، عمدتاً مربوط به جایگزینی بازار هدف صادراتی سوخت‌های فسیلی و مواد معدنی و همچنین واردات ایران از کشورهایی مثل ژاپن، کره جنوبی، ایتالیا، اسپانیا، فرانسه و آلمان با کشور چین، هند (و تا حدی روسیه) و بالعکس می‌باشد.

بررسی جزئی‌تر آمار رسمی گمرک جمهوری اسلامی ایران در زمینه تجارت فرامرزی کشور بین سال‌های ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۸ (نهم‌ماهه) حاکی از این امر است که در سال‌هایی که کشور تحت تحریم‌های بین‌المللی یا یک‌جانبه قرار گرفته است، سهم کشورهای اروپایی، کره جنوبی، ژاپن و تا حدودی کشورهای حاشیه خلیج فارس از تجارت خارجی کشور دارای رفتار کاهشی بوده و در زمان رفع تحریم‌ها مجدداً روند صعودی را در پیش گرفته است.

یعنی آنکه این کشورهای نام‌برده شده معمولاً در برخورد با تحریم‌ها سیاست دوگانه تجاری اقتصادی با کشور داشته و از ثبات تصمیم‌گیری داخلی برخوردار نبوده و به تبعیت از جریان جهانی و مشخصاً آمریکا اقدام به فعالیت‌های اقتصادی و تجاری می‌نمایند. لذا این کشورها برای عقد تفاهم‌نامه‌های همکاری بلندمدت مناسب و منطقی به نظر نمی‌رسند و دست ما را در پوست گردو باقی خواهند گذاشت.

بالعکس سهم کشور چین و تا حدودی کشورهای همسایه دارای مرز زمینی (خصوصاً ترکیه، عراق و افغانستان) در زمان اعمال تحریم‌ها افزایشی بوده است و در زمان رفع تحریم‌ها به‌علت جایگزینی کشورهای اروپایی، کره جنوبی و ژاپن، سهم این کشورها به‌ویژه کشور چین کاهش یافته است.

این اتفاق شاید در بلندمدت باعث از بین رفتن اعتبار اقتصادی و تجاری جمهوری

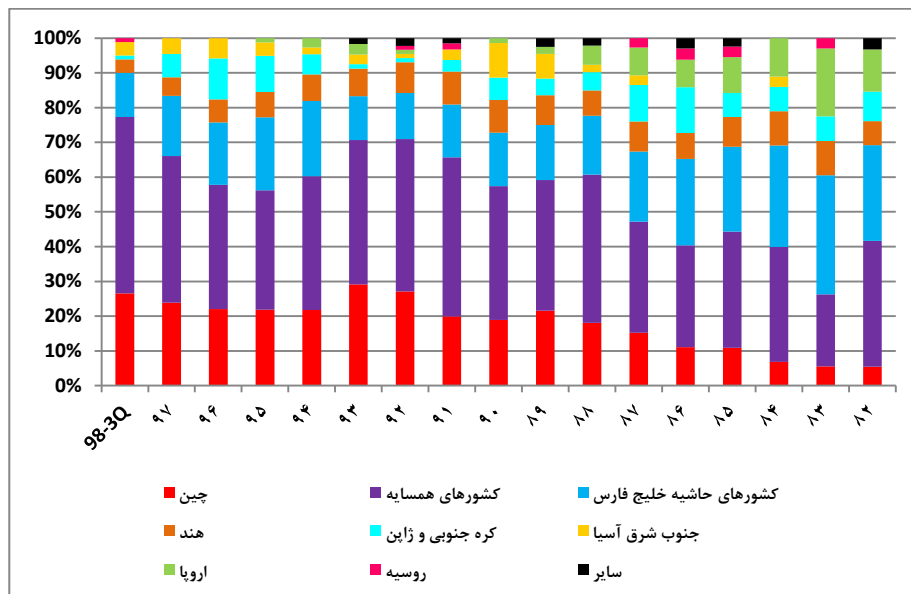
1 The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

اسلامی در بین این دسته از کشورها گشته و آن‌ها بازار ایران را برای خود یک بازار فصلی پندارند که از تبعات آن شاید مشکلات حفظ و در دسترس پذیری این کشورها برای عقد تفاهم‌نامه‌های بلندمدت باشد و یا آنکه آن‌ها را همواره نگران تغییر دولت‌ها در جمهوری اسلامی کرده و سیاست‌های بلندمدت تری را با ما به اشتراک نگذارند.

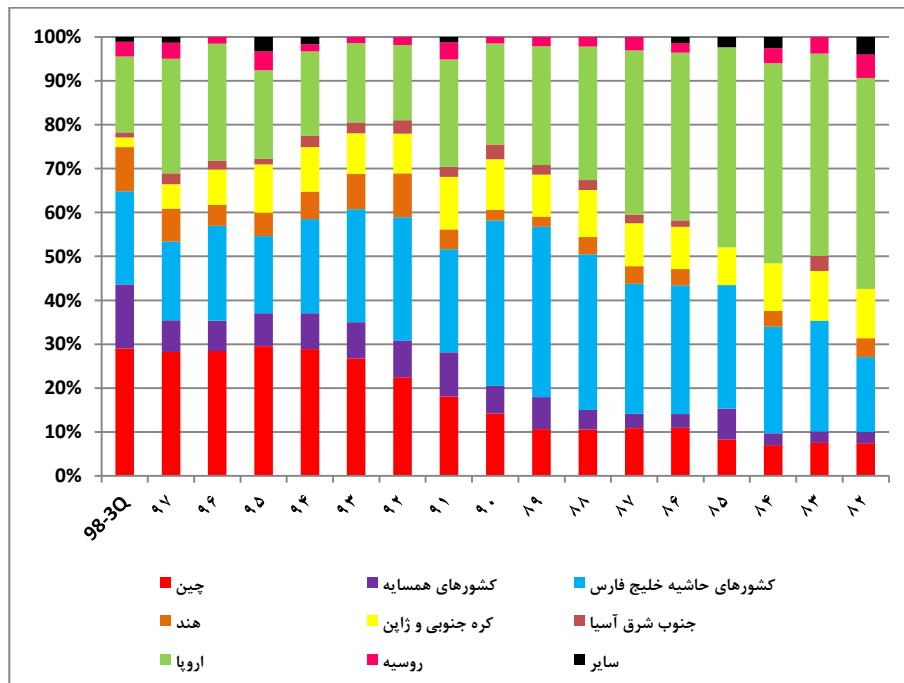
سهم نزدیک به پنجاه درصدی کشورهای اروپایی از واردات کشورمان در سال‌های ابتدایی دهه هشتاد شمسی و سهم نزدیک به پنجاه درصدی کشورهای همسایه دارای مرز زمینی از صادرات کشورمان در سال‌های اخیر، دیگر نکاتی است که در بررسی آمار تجارت فرامرزی، قابل تأمل می‌باشد.

شکل ۱۷. سهم مقاصد اصلی صادرات کشور از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۹۸ (۱۵ کشور اول)

(Elena Ianchovichina and other, 2016)



شکل ۱۸. مقایسه سهم مبادی اصلی واردات کشور از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۹۸ (۱۵ کشور اول)
(Elena Ianchovichina and other, 2016)



حوزه زنجیره تأمین و لجستیک

یکی از مهم‌ترین مسائل در حیطه پشتیبانی و تسهیل تجارت یک کشور، کیفیت و میزان دسترسی به عملیات بانکی و بیمه‌ای می‌باشد که بخش مهمی از فرآیند حمل‌ونقل و لجستیک بین‌المللی را به خود اختصاص می‌دهد.

تأثیر این امر به قدری است که هرگونه اختلال در این جریان‌های بانکی و بیمه‌ای، می‌تواند فرآیند تجارت و حمل‌ونقل بین‌المللی را با چالش‌هایی اساسی مواجه نماید؛ در صورتی که هر کدام از تبادلات مالی و اسنادی مابین فروشندگان، خریداران و حمل‌کنندگان کالا از جمله اعتبار اسنادی^۱ (LC)، بیمه خطوط کشتیرانی، تبادل کرایه حمل، هزینه‌های ارزی عملیات بندری (هزینه‌های خدمات دریایی و THC^۲ و...) با مشکل

1 Letter of credit

2 Terminal Handling Charges

مواجه شود، سبب بالارفتن هزینه مبادله کالا و نهایتاً قیمت تمام شده کالاهای صادراتی و وارداتی برای کشور می شود.

یکی از شاخص هایی که تصویری کلی از موارد فوق را نشان می دهد، شاخص ریسک تعامل مالی با یک کشور است که در دوره اول تحریم ها، این شاخص برای ایران از عدد ۵ به عدد ۷ که مربوط به بالاترین ریسک می باشد، افزایش یافت. بعد از برجام و رفع تحریم ها، ریسک از سوی سازمان توسعه و همکاری های اقتصادی (OECD) به عدد ۶ کاهش یافت. پس از خروج آمریکا از برجام، این شاخص مجدداً به عدد ۷ افزایش یافته است.

کیفیت زنجیره تأمین و لجستیک یک کشور نیز، در تسهیل تجارت و مبادلات کالایی بین المللی آن نقشی اساسی دارد و در قیمت تمام شده کالا و هزینه و زمان حمل بسیار مؤثر است.

چند شاخص مهم مرتبط با حوزه تسهیل تجارت، لجستیک و زنجیره تأمین عبارت اند از شاخص سهولت کسب و کار^۱، شاخص رقابت پذیری جهانی^۲ و شاخص عملکرد لجستیکی^۳؛ لازم به ذکر است که بخش حمل و نقل بین المللی نقش مهمی در تمامی شاخص های مذکور دارد.

به عنوان مثال یکی از مهم ترین ارکان شاخص سهولت کسب و کار، موضوع تجارت فرامرزی^۴ و شاخص های زمان و هزینه عبور از مرزهای کشور به ویژه بنادر می باشد. همچنین وضعیت و کیفیت زیرساخت های حمل و نقل دریایی و خدمات ارائه شده در بنادر، یکی از مهم ترین زیرشاخص های شاخص رقابت پذیری جهانی می باشد. شاخص عملکرد لجستیکی نیز شامل پنج زیرشاخص مرتبط با حمل و نقل، لجستیک و تجارت خارجی است.

بررسی رتبه کشورمان در شاخص های مذکور در طول سال های گذشته نشان می دهد

1 Ease of Doing Business

2 Global Competitiveness Index (GCI)

3 Logistics Performance Index (LPI)

4 Trading Across Borders

که این شاخص‌ها اثرات کاملاً ملموسی از آثار تحریم‌ها پذیرفته‌اند و روند گذشته حاکی از افت قابل توجه این شاخص در سال‌های تحریم و بهبود نسبی پس از توافق برجام و افت مجدد در طول تحریم‌های جدید می‌باشد که با توجه به زیربخش‌های این شاخص که اکثراً بعد بین‌المللی دارند طبیعی می‌نماید (www.weforum.org worldbank.org and).

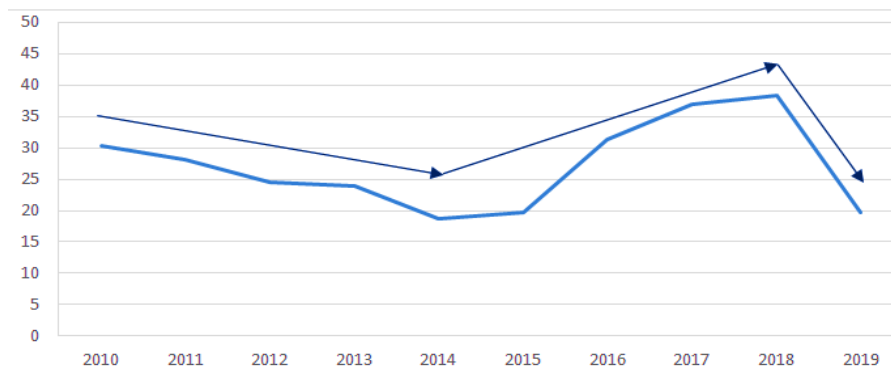
حوزه حمل‌ونقل دریایی و عملیات بندری

حوزه حمل‌ونقل دریایی با توجه به نقش بی‌بدیلی که در تجارت و اقتصاد کشور دارد، در سال‌های اخیر به‌طور مستقیم مورد تحریم قرار گرفته است، به‌نحوی که این تحریم‌ها از شرکت‌های کشتیرانی تا اپراتورهای بندری فعال در بنادر کشور را شامل شده و به‌صورت مستقیم، عملکرد حوزه دریایی و بندری کشورمان را تحت تأثیر قرار داده است؛ در طی ده سال اخیر، شاخص اتصال به خطوط کشتیرانی لاینر در بنادر کشور (LSCI)^۱ از بالای ۳۰ در سال‌های قبل از تحریم مستقیم این حوزه، به عدد ۱۸٫۸ در سال ۲۰۱۴ کاهش یافته بود که ناشی از خروج شرکت‌های کشتیرانی لاینر خارجی از بنادر کشور و یا عدم دسترسی کشتی‌های ایرانی به بنادر سایر کشورها بود.

این شاخص پس از دوره افزایشی مقطعی بعد از برجام، در سال ۲۰۱۹ پس از اعمال تحریم‌های جدید، مجدداً به عدد ۱۹٫۸ افت پیدا کرده است که روند تغییرات این شاخص در نمودار زیر نمایش داده شده است.

1 Liner Shipping Connectivity Index (LSCI)

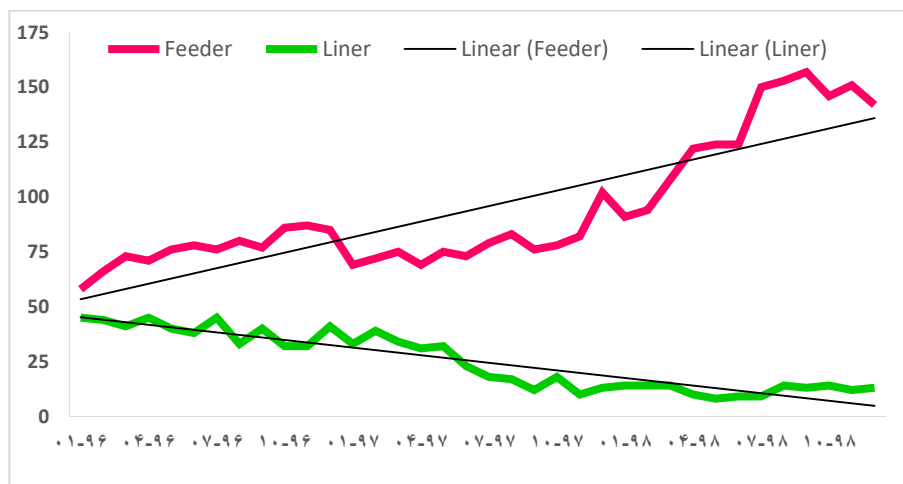
شکل ۱۹. شاخص اتصال به خطوط کشتیرانی لاینر در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ (unctad.org)



در نمودار بعدی نیز روند افزایشی شناورهای فیدر در مقابل روند کاهشی کشتی‌های لاینر به‌وضوح دیده می‌شود. همان‌گونه که در این نمودار ملاحظه می‌شود، کاهش کشتی‌های لاینر مراجعه‌کننده به بنادر، ناگزیر منجر به افزایش جابجایی کالا توسط شناورهای فیدر می‌شود که این موضوع با توجه به کاهش صرفه‌های نسبت به مقیاس در شناورهای فیدر در مقایسه با کشتی‌های بزرگ لاینر، سبب افزایش هزینه‌های حمل دریایی کالا به کشور شده است که می‌تواند به‌عنوان یکی از آثار مستقیم و پایدار تحریم بر صنعت حمل و نقل دریایی موردتوجه قرار گیرد.

شکل ۲۰. روند تغییرات تعداد شناورهای کانتینری لاینر و فیدر در بندر شهید رجایی

(www. theglobaleconomy.com)



با توجه به مسائلی که تا این قسمت از گزارش مطرح گردید، بررسی محیط‌های پیرامونی و فرادست عملیات بندری (حوزه اقتصاد کلان، تجارت، لجستیک و زنجیره تأمین و حمل‌ونقل دریایی) نشان می‌دهد که تحریم‌ها آثاری سوء و منفی بر تمامی این بخش‌ها بر جای گذاشته‌اند و طبیعی است که درنهایت در حوزه عملیات بندری نیز هم‌سو با محیط‌های پیرامونی و فرادست آن و متأثر از کاهش تجارت خارجی کشور (صادرات، واردات و ترانزیت) شاهد کاهش عملکرد تخلیه و بارگیری کالا در بنادر کشور در دوره تحریم‌ها بوده‌ایم.

هرچند تاکنون مطالعات کمی جامع بسیار محدودی در خصوص بررسی آثار رفع و یا اعمال تحریم‌ها بر اقتصاد و تجارت بین‌المللی کشور انجام گرفته است، لیکن یکی از مهم‌ترین مطالعات انجام گرفته در خصوص آثار و پیامدهای رفع تحریم‌ها در سال ۲۰۱۶ توسط بانک جهانی صورت گرفته است که در آن با استفاده از الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر^۱ (CGE) که یکی از پیچیده‌ترین مدل‌های کلان اقتصادی می‌باشد، به بررسی آثار اقتصادی تحریم‌های قبل از برجام در بخش‌های مختلف اقتصادی کشور از جمله حجم

1 Computable General Equilibrium

تجارت نفت، خدمات حمل و نقل و خدمات بانک و بیمه‌ای پرداخته شده است (Elena Ianchovichina and other, 2016). هرچند این مطالعه به بررسی آثار اقتصادی تحریم‌ها پرداخته است، لیکن با توجه به فقدان منابع مطالعاتی معتبر و بروز دیگر در این زمینه می‌توان تا حدودی انتظار داشت در سناریوی رفع تحریم‌ها در آینده نیز اثرات کمابیش مشابه ولی در جهت معکوس بر بخش‌های مختلف اقتصاد کشور مشاهده شود. در مطالعه صورت گرفته توسط بانک جهانی، تحریم‌ها به سه بخش عمده (۱) تحریم نفت (۲) ایجاد محدودیت و افزایش هزینه در تجارت کالا از طریق بازرسی محمولات تجاری (۳) ایجاد موانع غیر تعرفه‌ای در امور بانکی، بیمه‌ای و حمل و نقل، تقسیم‌بندی شده و آثار هریک از این عوامل به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است. جدول زیر نشان‌دهنده درصد تغییر در حجم تجارت هریک از بخش‌های اقتصاد کشور به تفکیک واردات و صادرات و عوامل سه گانه مذکور است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تحریم‌ها می‌تواند باعث کاهش ۱۷,۴ درصدی صادرات و کاهش ۱۳,۵ درصدی واردات کشور شود که در این بین، بیشترین درصد تأثیرات در بخش صادرات مربوط به بخش‌های نفت با ۲۵,۸ درصد، بخش مواد معدنی با ۲۷,۱ درصد، کشاورزی و مواد غذایی با ۱۶,۸ درصد، بخش خدمات بانکی و بیمه‌ای با ۶۴,۵ درصد، بخش خدمات حمل و نقل با ۲۲,۵ درصد، بخش منسوجات با ۱۶,۶ درصد، بخش محصولات صنعتی سبک با ۲۴,۶ درصد کاهش می‌باشد. لازم به ذکر است با توجه به سهم عمده‌ای که بخش‌های نفت، محصولات معدنی و فلزی، خدمات حمل و نقل و خدمات بانکی و بیمه‌ای در تجارت کشور دارند، بیشترین آسیب را نیز متحمل می‌گردند.

ذکر این نکته نیز ضروری است که مطابق با نتایج مطالعه صورت گرفته توسط بانک جهانی، میزان کاهش در حجم صادرات هر بخش، عمدتاً ناشی از یکی از عوامل سه گانه مذکور می‌باشد. به عنوان مثال کاهش در حجم صادرات بخش نفت عمدتاً ناشی از عامل اول بوده در حالی که کاهش حجم صادرات خدمات حمل و نقل، بیمه و بانک ناشی از عامل سوم می‌باشد. لازم به ذکر است که از آنجا که بخش حمل و نقل دریایی بیش از ۹۰٪ از

تجارت خارجی کشور را سرویس می‌دهد، لذا بخش عمده تأثیرات مترتب بر بخش حمل‌ونقل در صادرات (۲۲,۵ درصد) مربوط به بخش حمل‌ونقل دریایی خواهد بود. در بخش واردات نیز بیشترین کاهش در سه بخش کشاورزی با ۲۳,۳٪، بخش مشتقات نفتی و زغال‌سنگ با ۳۱٪، محصولات معدنی و فلزی با ۲۹٪، وسایل نقلیه با ۱۷,۷٪، خدمات بانکی و بیمه‌ای با ۴۰,۷٪ و سایر خدمات با ۵۳,۳٪ کاهش بیشترین سهم را به خود اختصاص می‌دهند. جدول زیر، درصد تغییر در حجم تجارت بخش‌های مختلف اقتصاد کشورمان در اثر تحریم‌ها را بر اساس مطالعه بانک جهانی نشان می‌دهد. درصد تغییر در حجم تجارت بخش‌های مختلف اقتصاد کشور در اثر تحریم‌ها بر اساس مطالعه بانک جهانی (Elena Ianchovichina and other, 2016).

قانون سوخت کم سولفور^۱ و گاز طبیعی مایع^۲ (آل. ان. جی)

سازمان بین‌المللی دریایی^۳ به‌منظور کاهش اکسید سولفور منتشرشده از شناورها و کمک به بهبود وضعیت محیط‌زیست در سراسر دنیا و به‌ویژه برای ساکنین مستقر در بنادر و مناطق ساحلی، مقرر کرده ماکزیمم سولفور موجود در سوخت کلیه شناورها در سراسر دنیا، ۰,۵٪ باشد که این قانون از ۱ ژانویه ۲۰۲۰ اجرایی شده است (Yang and other, 2018: 34-43).

آنچه مسلم است با اجرایی شدن این قانون به‌عنوان یک رویداد (در ادبیات آینده‌پژوهی) که می‌توان آن را در ذیل عوامل زیست‌محیطی و انرژی و همچنین قانونی در مدل PESTLE طبقه‌بندی کرد، از میزان جذابیت نفت کوره پرسولفور به میزان قابل توجهی کاسته شده است؛ بنابراین، یکی از محصولات اصلی صادراتی پالایشگاه‌های ایران، به‌تدریج با کاهش روزافزون ارزش مواجه خواهد شد و لو این که از زمان اجرای قانون، بلافاصله بدون مشتری نماند. تصویر زیر نشان‌دهنده پیش‌بینی‌های انجام‌شده توسط

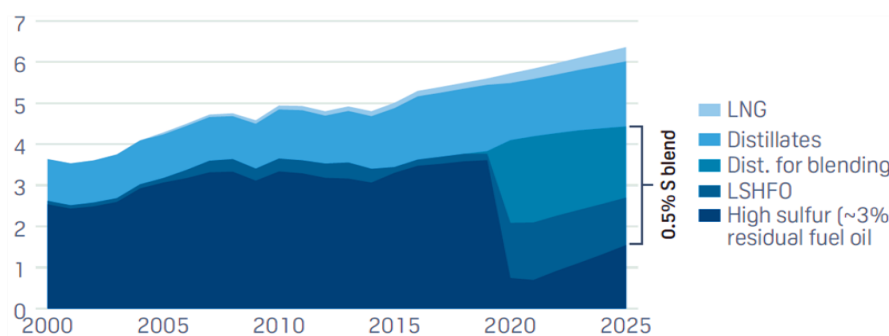
1 low-sulphur fuel oil

2 Liquefied natural gas (LNG)

3 International Maritime Organization (IMO)

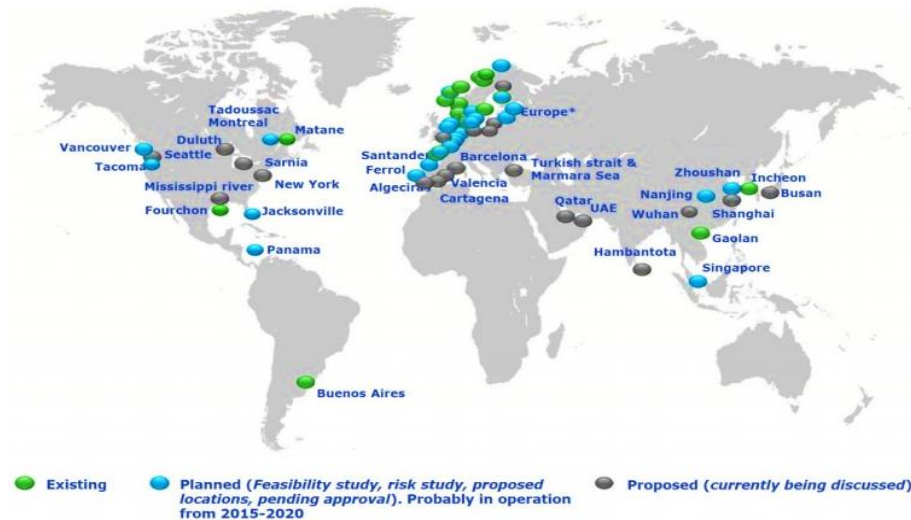
موسسه پلاتس^۱ برای انواع سوخت‌های مصرفی در صنعت بانکرینگ دنیا تا سال ۲۰۲۵ می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان تقاضا برای سوخت پر سولفور از سال ۲۰۲۰ به بعد کاهش شدیدی خواهد یافت و در عوض تقاضا برای سوخت‌های کم سولفور و بلندینگ جایگزین این نوع سوخت خواهد شد.

شکل ۲۱. تقاضای جهانی بانکرینگ تا سال ۲۰۲۵ (www.spglobal.com)



ذکر این نکته ضروری است که مطابق با پیش‌بینی انجام‌شده در نمودار فوق میزان تقاضا برای سوخت جایگزین آل. ان. جی در سال‌های آتی رشد خواهد داشت که برنامه‌ریزی آینده‌نگرانه برای استفاده از این فرصت می‌تواند به ارتقا جایگاه کشور در صنعت بانکرینگ خلیج فارس و افزایش قدرت رقابت‌پذیری کشور در این صنعت کمک نماید. شکل زیر نشان‌دهنده زیرساخت‌های موجود و آینده برای بانکرینگ آل. ان. جی در سطح جهانی می‌باشد که نشان‌دهنده خیز کشورهای امارات و قطر به‌عنوان دو کشور رقیب در سطح منطقه برای تهیه زیرساخت‌های لازم در این حوزه می‌باشد به‌نحوی که طبق برنامه‌ریزی بندر فجیره ۱۰ تا ۲۰٪ سوخت بانکرینگ در این بندر تا سال ۲۰۳۰ با سوخت آل. ان. جی جایگزین خواهد شد.

شکل ۲۲. زیرساخت‌های جهانی صنعت بانکرینگ آل. ان. جی در بنادر دنیا (Aronietis and other, 2016)



تغییرات نرخ ارز

از دیگر رویدادهایی که دارای تأثیر به سزایی در صادرات و واردات و تجارت دریابرد کشور و متعاقباً بر درآمدها و هزینه‌های کسب و کارهای بندری و دریایی می‌باشد، تغییر نرخ برابری ارز (دلار) در برابر واحد پول ملی می‌باشد. این عامل را می‌توان در ذیل عوامل اقتصادی در مدل PESTLE طبقه‌بندی نمود نکته حائز اهمیت در خصوص نحوه تأثیر نوسانات نرخ ارز این است که تغییرات در نرخ ارز سبب ایجاد مجموعه‌ای از تغییرات متفاوت و چه بسا متضاد در بخش‌های داخلی و خارجی اقتصاد و تجارت می‌باشد که برآیند این تأثیرات می‌تواند عملکرد اقتصادی و تجارت بین‌المللی کشور را تحت تأثیر قرار دهد. این موضوع بر پیچیدگی تحلیل آثار تغییر نرخ برابری ارز بر اقتصاد و تجارت خارجی افزوده و باعث گردیده تا بین صاحب‌نظران علم اقتصاد اختلاف نظر زیادی در خصوص این تأثیر وجود داشته باشد.

به بیان دیگر برخی از اقتصاددانان معتقدند که افزایش نرخ ارز منجر به تقویت صادرات (که در اصطلاح اثر لنگر نامیده می‌شود) و تضعیف واردات شده و

در نهایت اقتصاد داخلی بهره بیشتری از مزیت تجارت جهانی خواهد برد. در سوی مقابل، عده‌ای استدلال می‌کنند که افزایش نرخ ارز لزوماً منجر به تقویت تراز تجاری نخواهد شد و حتی ممکن است به افزایش بی‌رویه واردات منجر شود. درواقع، منبع اختلاف عقیده این دو گروه به کشش قیمت تقاضا برای واردات و صادرات کشور داخلی برمی‌گردد. مسئله‌ای که به کمک «شرط مارشال لرنر» توضیح داده می‌شود. طبق شرط مارشال لرنر، اگر قدرمطلق مجموع کشش قیمت تقاضای واردات و صادرات بیشتر از یک باشد، بالا رفتن نرخ ارز (چه به صورت مصنوعی و چه در اثر نیروی بازار) منجر به تقویت تراز تجاری خواهد شد و اگر قدرمطلق مجموع کشش‌های مذکور کمتر از یک باشد، تراز تجاری در معرض تضعیف قرار می‌گیرد؛ به عبارت دیگر زمانی که نرخ ارز بالا می‌رود میزان و ارزش واردات و صادرات تغییر می‌کنند، اما اثر نهایی آن روی تراز تجاری را خالص اثر این دو نیرو تعیین می‌کند. از طرف دیگر کشش صادرات خود به حد قابل توجهی به دو عامل «انعطاف‌پذیری تولید داخلی» و «قدرت جایگزینی کالای صادراتی در بازارهای خارجی» بستگی دارد. همچنین انعطاف‌پذیری تولید داخلی نیز بستگی به نوع محصولات صادراتی کشور (ضروری یا غیرضروری) و قابلیت رشد تولید در میان‌مدت دارد. به علاوه، قدرت جایگزینی کالای صادراتی در بازارهای خارجی نیز به قابلیت قدرت شرکت‌های صادرکننده در حوزه تبلیغات، ضریب نفوذ در کشور مقصد و محدودیت‌های تعدیل شرکت‌های صادرکننده رقیب وابسته می‌باشد. همان‌گونه که ذکر شد مجموع این عوامل، تعیین‌کننده اثر بلندمدت تغییر نرخ ارز بر اقتصاد و تجارت خارجی کشور خواهد بود.

در خصوص کسب و کارهای بندری و دریایی از جمله اپراتورهای بندری این تأثیرات از چند زاویه قابل بررسی و تحلیل می‌باشد. نکته اول این است که برخلاف سایر بخش‌های اقتصادی مانند گمرک و بیمه که درآمد آن‌ها مستقیماً وابسته به ارزش کالا می‌باشد، درآمد اپراتورهای بندری بستگی به وزن کالای جابجا شده در بندر دارد و ارزش این کالاها به طور مستقیم بر درآمد اپراتورها تأثیرگذار نخواهد بود. لذا در بخش آینده پژوهی

کسب و کارهای بندری آنچه در وهله اول مدنظر می‌باشد، پیش‌بینی تأثیر نوسان نرخ برابری ارز بر وزن و تناژ کالاهای جابجا شده در بندر بوده و ارزش کالا تعیین‌کننده نمی‌باشد. همان‌طور که توضیح داده شد افزایش نرخ ارز عموماً سبب افزایش میزان صادرات و در نقطه مقابل کاهش میزان واردات می‌شود و برآیند این دو بیانگر میزان خالص تغییرات در میزان کالای عبوری از بنادر می‌باشد.

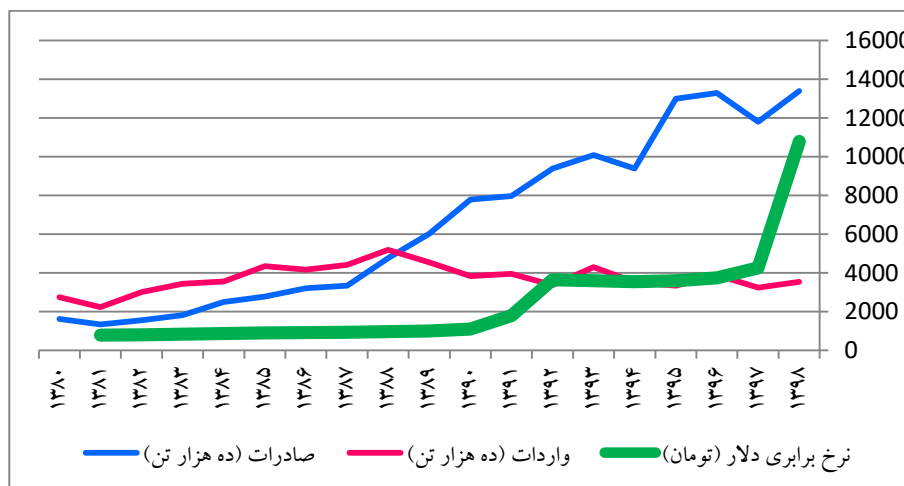
نکته بعدی این است که هرچند این میزان عملکرد و درآمد اپراتورهای بندری مستقیماً تحت تأثیر تناژ کالای جابجا شده قرار دارد، لیکن در خصوص عملیات کانتینری که درآمد THC به صورت ارزی می‌باشد، افزایش نرخ برابری ارز (دلار) در مقابل واحد پول ملی (ریال)؛ حتی در صورتی که برآیند تغییرات در وزن کالای کانتینری عبوری از بندر منفی باشد؛ می‌تواند سبب افزایش درآمد ریالی شرکت‌های اپراتور کانتینری شود. البته در طرف دیگر این امر می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌های عملیاتی شرکت‌های اپراتور بندری به علت افزایش قیمت عوامل تولید (سرمایه فیزیکی، نیروی انسانی، انرژی و ...) به ویژه آن بخش از عوامل تولید (مانند ماشین‌آلات و تجهیزات وارداتی) که به صورت ارزی تأمین می‌شوند، گردد. تأثیر این موضوع بر سایر اپراتورها و کسب و کارهای بندری که درآمد آن‌ها مطابق با تعرفه‌های ریالی می‌باشد، بسیار کمتر خواهد بود.

نکته حائز اهمیت دیگر این است که هرچند ارزش کالا (برخلاف وزن و تناژ کالا) در کوتاه مدت تأثیر مستقیمی بر درآمد اپراتورهای بندری ندارد، لیکن در بلندمدت در صورتی که نسبت ارزش به وزن کالا افزایش یابد، این امر سبب ایجاد جذابیت برای حمل کالا توسط کانتینر و کاهش جذابیت برای حمل به شیوه‌های دیگر می‌شود که متعاقباً منجر به افزایش وزن کالاهای کانتینری در مقابل کاهش وزن کالاهای غیرکانتینری عبوری از بنادر خواهد شد؛ به عبارت دیگر در این حالت به این علت که کالاهای دارای ارزش بالا (بالعکس کالاهای فله) دارای جذابیت اقتصادی بیشتری برای حمل به شیوه کانتینری خواهند بود، وزن کالای کانتینری افزایش خواهد یافت که این موضوع به طور غیرمستقیم می‌تواند بر درآمد اپراتورهای بندری تأثیرگذار باشد.

شکل ۲۳. میزان صادرات و واردات غیرنفتی کشور در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸ در مقابل تغییرات

متوسط سالیانه نرخ دلار (Elena Ianchovichina and other, 2016 and)

(McKinsey & Company, 2020)

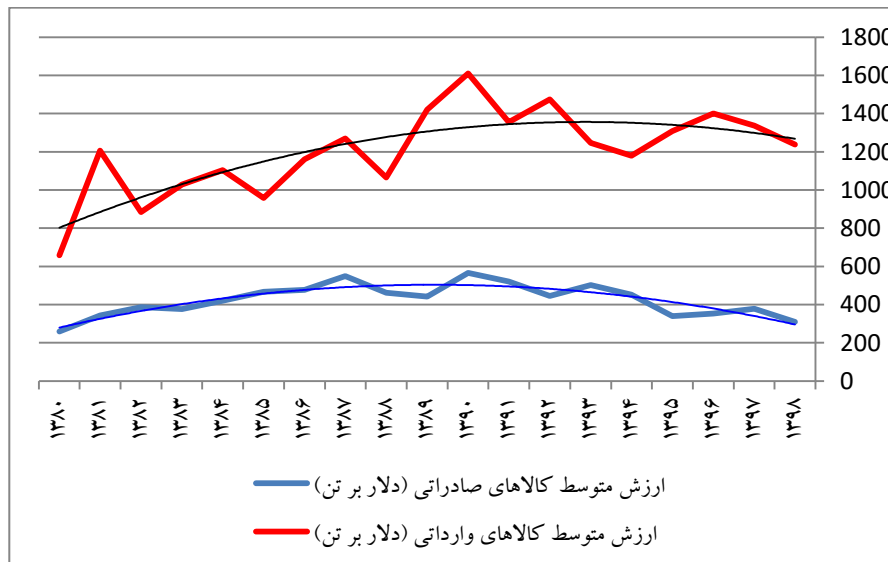


در خصوص ارزش متوسط کالاهای وارداتی نیز دو نکته حائز اهمیت می‌باشد. نکته اول اینکه متوسط ارزش کالاهای وارداتی بین ۳ تا ۴ برابر متوسط ارزش کالاهای صادراتی می‌باشد که نشان‌دهنده این موضوع است که واردات کشور (به جز کالاهای اساسی) عمدتاً معطوف به کالاهای با ارزش افزوده بالا که غالباً مناسب برای حمل و نقل کانتینری است، می‌باشد.

نکته دوم اینکه روند متوسط ارزش کالاهای وارداتی در دو دهه اخیر در مجموع افزایشی بوده است، لیکن همانند بخش صادرات، روند افزایش در دهه اخیر دچار کاهش شتاب و در حتی در چند سال اخیر دچار کاهش و شیب منفی شده است که این امر می‌تواند ناشی از افزایش سهم کالاهای اساسی از مجموع واردات کشور در چند سال اخیر باشد. لذا این موضوع نیز می‌تواند سیگنال مناسبی برای سرمایه‌گذاران در بخش اپراتوری کالاهای اساسی در بنادر تا زمان ایجاد تغییرات اساسی در وضعیت اقتصاد کلان کشور باشد.

شکل ۲۴. ارزش متوسط کالاهای صادراتی و وارداتی کشور در بین سالهای ۱۳۸۰ تا

۱۳۹۸ (Elena Ianchovichina and other, 2016)



تحلیل و نتیجه‌گیری

ارتقا مزیت رقابتی در کسب و کار بندری و دریایی پیش‌نیاز رشد حداکثری در ارزش افزوده ناشی از ارائه خدمات بندری و دریایی می‌باشد. در این بین عواملی مانند تقاضای ناشی از مشتری، عوامل تولید شامل سرمایه فیزیکی (زیرساخت‌ها، زمین، ماشین‌آلات و تجهیزات و...)، سرمایه انسانی و سرمایه مالی، صنایع پشتیبان شامل زنجیره لجستیک پیشین و پسین، توان عملیاتی بنگاه بندری و استراتژی مدیریت بنگاه دارای اهمیت به سزایی می‌باشند.

در این گزارش از بین این عوامل عامل اول یا همان «تقاضای ناشی از بازار» با توجه به کلان روندها و نیروهای پیشران اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، تکنولوژیکی، قانونی و محیط زیستی که برگرفته از چهارچوب مفهومی مدل PESTLE و تدوین سناریوهای آینده بر مبنای این کلان روندها، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است.

در این گزارش کلان روندها و نیروهای پیشران جهانی و منطقه‌ای در دو حوزه مثبت

(جهانی شدن، کانتینری شدن، انقلاب لجستیک، فناوری اطلاعات و ارتباطات و...) و منفی (بحران مالی جهانی، کاهش قیمت نفت، پاندمی کرونا، تحریم و...) و از طرف دیگر با توجه به خواستگاه عمده این کلان روندها و نیروهای پیشران در شش حوزه اقتصادی (جهانی شدن، بحران مالی جهانی، کاهش قیمت نفت و افزایش نرخ ارز)، اجتماعی (پاندمی کرونا)، سیاسی (تحریم)، تکنولوژیکی (کانتینری شدن، انقلاب لجستیک و فناوری اطلاعات و ارتباطات) و زیست محیطی و قانونی (قانون سوخت کم سولفور و سوخت های جایگزین) مورد بررسی قرار گرفته است.

در بخش کلان روند جهانی شدن به نمودهای جهانی شدن در صنایع بندری و دریایی از جمله به ادغام این صنایع به عنوان جزئی از زنجیره تأمین جهانی، شکل گیری اتحادیه های جهانی و منطقه ای و ایجاد شبکه های هاب اند اسپوک باهدف افزایش سهم بنگاه ها از بازار فزاینده تجارت جهانی پرداخته شده است.

در بخش بعدی به روند کانتینری شدن به عنوان یک نیروی پیشران کلیدی در صنایع بندری و دریایی پرداخته شده و ضمن بررسی روند گذشته کانتینری شدن به بررسی سناریوهای آینده این کلان روند در قالب سه سناریوی پایه (بر مبنای روند رشد قبلی)، بلوغ (بر مبنای ورود صنعت به فاز بلوغ) و رکود جهانی (بر مبنای وقوع رکود جهانی) پرداخته شده و در ادامه به تکنولوژی های شکل دهنده آینده حمل و نقل کانتینری از ابعاد مختلف از جمله انواع کانتینرها، انواع جرثقیل های کانتینری، تجهیزات تخلیه و بارگیری و حمل درون بندری کانتینر، جرثقیل های محوطه ای، مدیریت عملکرد ترمینال و... پرداخته شده است.

در بخش انقلاب لجستیک به موضوعاتی مانند وجود سیستم های یکپارچه مدیریت کالا، اطلاعات و اسناد و حرکت به سمت ایجاد شرکت های لجستیک 3PL و 4PL، ایجاد خوشه ها و مراکز لجستیک و همچنین پیشرفت های حاصله در تکنولوژی های دریایی و جابجایی کالا در بنادر و پسکرانه بنادر از جمله مفهوم منطقه ای پرداخته شده است.

بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات در امور مرتبط با حوزه بندر و دریا در سه بخش:

(۱) سامانه‌های مدیریت اسناد الکترونیکی شامل تجارت الکترونیک و تبادل الکترونیکی داده‌ها، (۲) هوشمندسازی شامل زنجیره تأمین هوشمند، لجستیک هوشمند و سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند و (۳) اتوماسیون تجهیزات و وسایل نقلیه از جمله وسایل حمل‌ونقل (کشنده) خودراهنما، وسایل تخلیه و بارگیری خودکار، جرثقیل‌های اتوماتیک، شناورهای خودران و سیستم‌های اتوماتیک توزین، اسکن، ردیابی و مکان‌یابی (جی‌پی‌اس) موردبررسی اجمالی و استفاده از تکنولوژی زنجیره بلوکی به‌طور تفصیلی موردبررسی قرار گرفته است.

در بخش بحران‌های مالی جهانی و کاهش قیمت نفت، ضمن بررسی روند گذشته شامل بحران مالی ۲۰۰۸ در سطح جهانی و به‌ویژه کشورهای توسعه‌یافته و بحران اقتصادی ۲۰۱۵ در سطح کشورهای در حال توسعه آسیایی، به بررسی تأثیر این بحران‌ها بر شاخص‌هایی مانند نرخ رشد تولید ناخالص جهانی، نرخ رشد حجم تجارت جهانی، میزان صادرات جهانی خدمات و خدمات حمل‌ونقل، تجارت دریایی بین‌المللی، قیمت نفت خام برنت و همچنین ارزش تبادلات دنیا و خاورمیانه پرداخته شده است.

در بخش بحران پاندمی کرونا ضمن مرور روند گذشته و تأثیرات این بحران بر تجارت دریایی بین‌المللی (به تفکیک گروه کالایی)، میزان مراجعات کشتی‌های کانتینری به بنادر، عملکرد و درآمد خالص شناورها، کرایه حمل کالا و اجاره کشتی و همچنین عملکرد بنادر بزرگ تجاری کشور (برحسب گروه کالایی)، به بررسی سناریوهای آتی ارائه‌شده توسط مراجع معتبر بین‌المللی از جمله بانک جهانی، سازمان ملل - آنکتاد، سازمان ملل - دپارتمان امور اقتصادی و اجتماعی، صندوق بین‌المللی پول، سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی، موسسه آکسفورد اکونومیک، موسسه فیچ ریتینگز، شرکت مکینزی و کامپنی و واحد اطلاعات اکونومیست پرداخته‌شده و سناریوی پیشنهادی سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی برای پیش‌بینی تأثیر بحران پاندمی کرونا بر تولید ناخالص جهانی تحت دو سناریوی Single-hit و Double-hit به تفصیل موردبررسی قرار گرفته است و در ادامه نتایج پیش‌بینی انجام‌شده توسط آنکتاد در مورد عملکرد کانتینری بنادر

دنیا در سال ۲۰۲۱ ارائه شده است.

در بخش رویداد تأثیرگذار تحریم نیز در ابتدا به تأثیر این رویداد بر روند شاخص‌های حوزه اقتصاد کلان (تولید ناخالص داخلی کشور)، حوزه تجارت فرامرزی (صادرات و واردات کشور)، حوزه زنجیره تأمین و لجستیک (شاخص ریسک تعامل مالی، شاخص سهولت کسب و کار، شاخص رقابت‌پذیری و شاخص عملکرد لجستیکی)، حوزه حمل و نقل دریایی (شاخص اتصال به خطوط کشتیرانی لاینر و تعداد شناورهای کانتینری لاینر و فیدر کشور) مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه به بررسی تأثیر این رویداد بر عملکرد بنادر بزرگ تجاری کشور در گروه‌های کالایی مواد معدنی، کانتینری، نفتی، کالاهای اساسی و غیراساسی پرداخته شده است.

در انتهای این بخش به بررسی آثار اقتصادی سناریوی رفع تحریم‌ها بر حجم تجارت بخش‌های مختلف اقتصاد کشور بر اساس مطالعه انجام گرفته توسط بانک جهانی پرداخته شده است.

در بخش رویدادهای زیست‌محیطی و قانونی به بررسی قانون سوخت کم سولفور و روند گسترش استفاده از گاز طبیعی مایع در صنعت بانکرینگ پرداخته شده و پیش‌بینی‌های انجام شده توسط موسسه پلاتس برای انواع سوخت‌های مصرفی در صنعت بانکرینگ دنیا از جمله سوخت کم سولفور و گاز طبیعی مایع تا سال ۲۰۲۵ ارائه شده و زیرساخت‌های جهانی صنعت بانکرینگ آل. ان. جی در بنادر دنیا در سال‌های آتی مورد بررسی قرار گرفته است.

در بخش آخر نیز ضمن تحلیل نظری تأثیر تغییر نرخ برابری ارز (دلار) در برابر واحد پول ملی در صادرات و واردات و تجارت دریابد کشور و متعاقباً بر درآمدها و هزینه‌های کسب و کارهای بندری و دریایی، میزان این تأثیرات از دو زاویه تأثیر نوسان نرخ برابری ارز بر وزن و تناژ کالاهای جابجا شده در بنادر کشور و ارزش متوسط کالاهای صادراتی و وارداتی کشور مورد بررسی قرار گرفته است و سیگنال‌های مناسب برای سرمایه‌گذاران در بخش اپراتوری بندری در هر یک از گروه‌های کالایی ارائه شده است.

لازم به ذکر است که مطالب ارائه شده در این بخش عمدتاً معطوف به ارائه کلان روندهای گذشته و همچنین ارائه تصویری از روندهای محتمل آتی در نیروهای پیشران توسعه تأثیرگذار بر اقتصاد، تجارت بین‌المللی و صنعت لجستیک و حمل‌ونقل دریایی (به‌عنوان تقاضای مشتق از اقتصاد و تجارت بین‌المللی) در سطح جهانی، منطقه‌ای و کشور بوده که مبنا و الگوی مناسبی برای پیش‌بینی احتمال وقوع سناریوهای آتی و میزان تأثیرگذاری هریک از سناریوها در کسب و کار بنگاه‌های خدمات دریایی و بندری در کشور خواهد بود. لیکن همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، مدل‌سازی احتمال وقوع سناریوها در هریک از کلان‌روندها و نیروهای پیشران توسعه و همچنین تعاملات میان روندهای گوناگون و آثار و پیامدهای احتمالی آنها بر کسب و کار آتی شرکت خدمات بندری و دریایی سینا در افق پنج‌ساله، موضوع فاز دو این گزارش خواهد بود.

References

1. Schwab, K. (2018, November). *The global competitiveness report 2018*. World Economic Forum.
2. Rodrigue, J. P. (2010, May). *Maritime transportation: drivers for the shipping and port industries*. In International Transport Forum.
3. <https://www.quora.com/>
4. World Bank. (2007). *Port Reform: Toolkit*
5. CHRISTOPHER, M. I. (2017). *Logistics & supply chain management*.
6. UNCTAD. (2020). *Review of maritime transport, 2019*
7. Scaramelli, S. (2010). *The Determinants of Port Competitiveness: The Case of Valencia*. Erasmus University
8. Sheffi, Y. (2013). *Logistics-intensive clusters: global competitiveness and regional growth*. In Handbook of global logistics (pp. 463-500). Springer, New York, NY
9. Yang, Y., Zhong, M., Yao, H., Yu, F., Fu, X., & Postolache, O. (2018). Internet of things for smart ports: Technologies and challenges. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 21(1), 34-43
10. Tsiulin, S., Reinau, K. H., Hilmola, O. P., Goryaev, N., & Karam, A. (2020). *Blockchain-based applications in shipping and port management: a literature review towards defining key conceptual frameworks*. Review of International Business and Strategy
11. Elena Ianchovichina & Shantayanan Devarajan & Csilla Lakatos, (2016). "The Lifting of Economic Sanctions on Iran: Global Effects and Strategic Responses," EcoMod2016 9185, EcoMod.
12. Aronietis, R., Sys, C., Van Hassel, E., & Vanelslander, T. (2016). Forecasting port-level demand for LNG as a ship fuel: the case of the port of Antwerp. *Journal of Shipping and Trade*, 1(1), 2.
13. www.theglobaleconomy.com
14. <https://www.transauriga.com/>
15. <https://unctad.org/>
16. <https://www.wto.org/>
17. <https://www.worldbank.org/>
18. <https://www.macrotrends.net/>
19. <https://unctad.org/>

استناد به این مقاله: جعفری، سعید. (۱۴۰۲). بررسی کلان روندها در کسب و کارهای حوزه دریایی و بندری، فصلنامه خدمات دریایی و بندری، ۱ (۲)، ۵۷-۱۱.



Marine and Port Servicesch Journalis licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

Investigating the Reduction of Fuel Cost of Ships Using Marine Kite Technology

Kaveh

Poorshekariz 

M.A. Student, Maritime Engineering (Maritime Transportation) - Chabahar University of Maritime and Marine Sciences, Chabahar, Iran

Seyed Jafar Sadjadi

Parsa  *

PhD, International Transportation - Chabahar University of Maritime and Marine Sciences, Chabahar, Iran

Abstract

According to the strict rules of the International Maritime Organization regarding the reduction of greenhouse gases and atmospheric pollutants, reducing the energy consumption of ships is among the first priorities of shipping companies and their owners. This article deals with the relationship between the use of a new technology called Sea Kite and the reduction of fuel consumption of ships and its effect on the reduction of operating costs (ship fuel cost). The fuel cost of ships is one of the most effective parts of the operating costs of shipping companies and the concern of their owners. In addition, trying to reduce fuel consumption by using renewable technologies in order to prevent the increase of operating costs and preventing the emission of atmospheric pollutants, in accordance with the new regulations of the International Maritime Organization, is one of the major goals facing the shipping industry. This article describes the aerodynamic performance of the sea kite and its influencing factors and will answer how the kite produces power and energy to replace a part of the main propulsion power according to the aerodynamic equations. In this article, the effect of the auxiliary power of the kite on the fuel consumption of the ship and the increase in economic efficiency has been investigated. In addition, the effects of the kite on reducing environmental pollution, how to install the kite on the ship and the increase in efficiency and speed of the ship when using the kite have been examined too. In this research, by studying the types of ships, the conditions of using seakite technology are theoretically discussed, and the fuel costs of the desired ship class are evaluated after

*Corresponding Author: Sadjadi@cmu.ac.ir

How to Cite: Poorshekariz, K., Sadjadi Parsa, S. J. (2024). Investigating the Reduction of Fuel Cost of Ships Using Marine Kite Technology. *Marine and Port Servicesch*, 1(2), 59-98.

Accepted: 13 June 2023

Review: 13 May 2023

Received: 12 April 2023

using the technology. Finally, conclusions are drawn using the collected data. In favorable weather conditions, Sea kite technology can reduce fuel consumption by 5-33% and lead to a 20% reduction in greenhouse gases.

Keywords: Ship AFuel, Sea kite, Operating Costs, Ship Propulsion, Environment.

بررسی کاهش هزینه سوخت کشتی‌ها با استفاده از فناوری کایت دریایی

دانشجوی کارشناسی ارشد دریانوردی (حمل و نقل دریایی)، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

کاوه پورشکرریز 

دکتری حمل و نقل بین‌المللی - دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

سیدجعفر سجادی پارسا  *

چکیده

با توجه به قوانین سخت‌گیرانه سازمان بین‌المللی دریانوردی در خصوص کاهش گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های جوی، کاهش مصرف انرژی در کشتی‌ها، جزو اولویت‌های اول شرکت‌های حمل و نقل دریایی و مالکانشان محسوب می‌شود. این مقاله به ارتباط بین استفاده از یک فناوری جدیدی بنام کایت دریایی و کاهش مصرف سوخت کشتی‌ها و تأثیرش بر روی کاهش هزینه‌های عملیاتی (هزینه سوخت کشتی) خواهد پرداخت. امروزه بیان این مطلب که هزینه سوخت کشتی‌ها یکی از بخش‌های مؤثر در هزینه‌های عملیاتی شرکت‌های کشتیرانی و دغدغه مالکانشان بوده و تلاش برای کاهش مصرف سوخت، با فناوری‌های تجدیدپذیر به منظور جلوگیری از افزایش هزینه‌های عملیاتی و ممانعت از انتشار آلاینده‌های جوی، وفق مقررات جدید سازمان بین‌المللی دریانوردی از جمله اهداف بزرگ پیش روی صنعت کشتیرانی است. این مقاله به تشریح عملکرد آیرودینامیکی کایت دریایی و عوامل تأثیرگذار بر آن پرداخته و به چگونگی تولید توان و تولید انرژی توسط کایت جهت جایگزینی قسمتی از توان پیشرانه اصلی با توجه به معادلات آیرودینامیکی پاسخ خواهد داد. در این مقاله اثر نیروی کمکی کایت بر مصرف سوخت کشتی و افزایش بهره‌وری اقتصادی مورد بررسی قرار گرفته است تأثیرات کایت بر کاهش آلودگی محیط زیست، چگونگی نصب کایت در کشتی و میزان افزایش بازدهی و سرعت کشتی به هنگام استفاده از کایت بررسی شده است. در این پژوهش با مطالعه انواع کشتی‌ها، در صورت استفاده از فناوری کایت دریایی به صورت تئوری پرداخته شده و هزینه‌های سوخت کلاس کشتی مورد نظر را، بعد از استفاده از فناوری

کایت دریایی مورد ارزیابی قرار می‌دهد و در انتها با استفاده از داده‌های جمع‌آوری‌شده نتیجه‌گیری می‌شود که این تکنولوژی با توجه به شرایط جوی مساعد می‌تواند مصرف سوخت را در حدود ۵ تا ۳۳ درصد کاهش و منجر به کاهش ۲۰ درصدی گازهای گلخانه‌ای شود.

کلیدواژه‌ها: سوخت کشتی، کایت دریایی، هزینه‌های عملیاتی، رانش کشتی، محیط‌زیست.

مقدمه

حمل‌ونقل کالا در تجارت جهانی در حال حاضر تحت سلطه صنعت حمل‌ونقل است. انتشار دی‌اکسید کربن از تجارت دریایی حدود ۲,۹ درصد از انتشار دی‌اکسید کربن انسانی را تشکیل می‌دهد. سازمان بین‌المللی تخمین می‌زند که انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰، انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از حمل‌ونقل (IMO) دریانوردی دریایی ۹۰ تا ۱۳۰ درصد نسبت به سال ۲۰۰۸ افزایش یابد (یونلونگ وانگو همکاران، ۲۰۲۲). علاوه بر این، کشتیرانی اقیانوسی ۱۳ و ۱۵ درصد از انتشار جهانی سولفیدها و آمونیاک‌ها را تشکیل می‌دهد، زیرا ناوگان جهانی هنوز معمولاً از موتورهای دیزلی با نفت سوخت سنگین حاوی محتوای گوگرد بالا استفاده می‌کند (ارثی و همکاران، ۱۳۹۵)؛ بنابراین، تحت قوانین سخت‌گیرانه روزافزون انتشار گازهای گلخانه‌ای، نیاز فوری برای صنعت کشتیرانی وجود دارد که اقداماتی را برای کاهش تأثیر منفی آن بر محیط‌زیست و سلامت انسان انجام دهد.

تاریخچه کایت دریایی

قدمت اولین کشتی‌های بادی به ۳۱۰۰ سال قبل از میلاد برمی‌گردد زمانی که مصریان از باد برای حرکت به سمت شمال و جنوب در رود نیل استفاده می‌کردند. در قرن‌های بعد حمل‌ونقل رودخانه‌ای و دریایی هر دو به باد متکی بودند و پس از انقلاب صنعتی در قرن نوزدهم زمانی که کشتی‌های بخاری انعطاف‌پذیری و قابلیت اطمینان حمل‌ونقل بار و مسافر را به شدت افزایش دادند. استفاده از کشتی‌های بادبانی تا حد زیادی محدود شد. استفاده از انرژی بادی به دلیل نیاز به کارایی نزدیک به دو قرن است که در صنعت کشتیرانی متوقف شده است.

علاوه بر این، استفاده از نیروی باد به عنوان یک سیستم محرکه ادغام با کشتی‌های معمولی دیزلی برای کاهش مصرف سوخت کشتی‌های و کاهش انتشار کربن در نظر گرفته می‌شود. بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، چارچوب سیاست فعلی پیش‌بینی می‌کند سوخت‌های کم کربن و صفر کربن تقریباً ۲ درصد از کل مصرف انرژی

در کشتیرانی در سال ۲۰۳۰ و ۵ درصد در سال ۲۰۵۰ را تشکیل می‌دهد^۱. این روند با رشد ۱۵ درصد تا ۲۰۳۰ و ۸۳ درصد تا سال ۲۰۵۰ محقق خواهد شد (یونلونگ وانگو همکاران، ۲۰۲۲).

از این رو با توجه به افزایش اهمیت میزان انتشار آلاینده‌ها در صنعت حمل‌ونقل دریایی و مقررات سخت‌گیرانه (سازمان بین‌المللی دریانوردی) و هزینه بالای سوخت کشتی‌ها، مالکان کشتی را بر آن داشت تا به دنبال روش‌های کاهش سوخت مصرفی کشتی‌ها باشند؛ زیرا با کاهش مصرف سوخت علاوه بر کاهش هزینه‌های عملیاتی، در انتشار آلاینده‌های جوی نیز کاهش چشمگیری ایجاد می‌گردد (Carlton et al.m 2009). حال که صنعت کشتیرانی ملزم شده است که تا سال ۲۰۵۰ میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را به صفر برساند (یونلونگ وانگو همکاران، ۲۰۲۲). بر اساس این الزام به دولت‌ها این سیگنال را می‌تواند اعلام کند که باید از حالا به فکر تغییر زیرساخت‌های خود در این صنعت باشند.

جهت بهینه‌سازی مصرف سوخت در کشتی‌ها در سال‌های اخیر تحقیقات و پروژه‌هایی در سرتاسر جهان انجام گرفته است که نمونه‌هایی از این تلاش‌ها و تحقیقات به شرح زیر است:

۱. سید کاظم ساداتی ساروی و همکاران سال ۱۳۹۷ مقاله‌ای تحت عنوان مروری بر روش‌های نوین کاهش مصرف سوخت کشتی‌ها را کار کرده‌اند که هدف از این مقاله مرور راهکارهای موجود برای کاهش مصرف سوخت در کشتی‌ها می‌باشد. تغییر در طراحی و تغییرات اساسی در شکل بدنه کشتی‌ها برای بهبود هیدرودینامیک کشتی در کاهش مصرف و مقاومت سوخت مؤثر است اما تنها راه‌حل، کاهش مقاومت شناور نیست در این راستا تلاش‌ها و تحقیقات زیادی صورت گرفته که استفاده از انرژی‌های جدید، استفاده از تجهیزات و ملحقات کاهش مصرف انرژی و استفاده از فناوری‌های نوین در عملکرد موتور و ماشین‌آلات از این جمله می‌باشد. در نهایت مدیریت صحیح انرژی در

1 Ship Energy Efficiency Measures, Status and Guidance Advisory, ABS Organization

کشتی، انتخاب مسیر دریانوردی با توجه به وضع آب‌وهوا و اتوماسیون می‌تواند در کاهش مصرف سوخت تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای داشته باشد.

۲. آقای محمدتقی توکلی ۱۳۸۴ مقاله‌ای تحت عنوان روش‌های کاهش مصرف سوخت در شناورهای دریایی با بهینه‌سازی بدنه در راستای کم کردن مقاومت شناور را نوشته‌اند که با توجه به اینکه مقاومت شناور مهم‌ترین پارامتر در مصرف سوخت شناور است، ابتدا اجزای مختلف مقاومت و روش‌های کاهش آن بررسی شده، همچنین روش‌هایی از قبیل بهبود فرم بدنه، استفاده از حباب هوا و پوشش‌های جدید، کاهش وزن و بهبود راندمان سیستم رانش برای کاهش مصرف سوخت موردبررسی قرار گرفته. استفاده از سیستم‌های پیش برنده جدید و دقت در نگهداری و بهره‌برداری شناور عوامل مهم دیگری است که به آن اشاره شده است و می‌تواند در کاهش مصرف سوخت شناور تأثیر داشته باشد.

۳. مهندس سیاوش یگانه ۱۴۰۲ مقاله‌ای تحت عنوان کاهش مصرف سوخت کشتی‌ها به روش Slow steaming که در این مقاله به بررسی نقاط قوت و ضعف و چالش‌های پیش‌روی روش Slow steaming در بهینه‌سازی و کاهش مصرف سوخت کشتی‌ها پرداخته شده است. Slow steaming یک روش بهینه‌سازی مصرف سوخت در کشتی‌هاست که با کاهش سرعت حرکت کشتی می‌تواند انرژی و سوخت بیشتری صرفه‌جویی کند. در این روش سرعت حرکت کشتی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای پایین‌تر از حداکثر سرعت ممکن کاهش می‌یابد. به‌منظور کاهش مصرف سوخت و افزایش بهره‌وری، استفاده از Slow steaming به دلیل مزایای زیادی که دارد به‌شدت در صنعت حمل‌ونقل دریایی موردتوجه گرفته است. یکی از مهم‌ترین مزایای استفاده از این روش کاهش مصرف سوخت و انتشار گازهای گلخانه‌ای است. همچنین این روش می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری کشتی و افزایش عمر مفید آن شود و با توجه به مزایای زیادی که این روش دارد، اما مشکلات و چالش‌های را نیز پیش رو دارد که باید مدیریت شود. در برخی از این موارد در اجرای روش Slow steaming ممکن است عدم رضایت مشتریان به دلیل افزایش زمان حمل‌ونقل را همراه داشته باشد. همچنین این

روش ممکن است باعث بروز مشکلات عملیاتی در کشتی شود. به عنوان مثال کاهش قدرت تراکم و افزایش زمان سفر

شکل ۱. نمایی از کشتی‌های در حال حرکت در اقیانوس^۱



۴-سایت Marine Lynk- ۲۰۲۳ مقاله‌ای تحت عنوان نصب بادبان‌های جدید برای صرفه‌جویی سوخت در کشتی‌های فله بر نوشته است. این سایت گزارش شده است که شرکت برگ بالک با پایه‌گذاری در سنگاپور، بادبان‌های نوآورانه‌ای از جنس فولاد و کامپوزیت ساخته است که این بادبان‌ها می‌تواند در مسیرهایی که شرایط بادی مناسب دارد به کاهش مصرف سوخت و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، ۱۹,۵ تن کربن در روز کمک کند. جیمز مارشال رئیس شرکت بیگ بالک، افزود کشتی فله بره برگ المپیوس که با چهار بادبان به نام ویندز مجهز شده، اکنون از چین به سمت برزیل در حرکت است. او وی بیان داشت شرکت باهدف دستیابی به کربن صفر تا سال ۲۰۲۵ رویکرد متنوعی دارد و به تسریع در فرایند کاهش کربن متعهد است. با کاهش مصرف سوخت کشتی‌ها، تمامی کشتی به سمت نصب بادبان‌های صرفه‌جویی سوخت می‌رود

1 <https://turkdeniz.com/images/news/dunyanin-en-buyuk-yelkenli-gemisi-tanitildi.jpg>

بررسی کاهش هزینه سوخت کشتی‌ها با استفاده از فناوری کایت دریایی؛ پورشکرریز و سجادی پارسا | ۶۷

شکل ۲. کشتی Bergebulk



با توجه به اهمیت بیان‌شده جهت کاهش هزینه‌های سوخت کشتی، روش‌های نوین بر پایه انرژی‌های تجدید پذیر مثل باد می‌باشد این پژوهش بر کارکرد فناوری کایت دریایی بر هزینه‌های مرتبط با سوخت کشتی‌ها (مطالعه موردی کشتی‌های شرکت کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران) خواهد بود.

حال با توجه به استفاده از روش‌های نوین در جهت کاهش مصرف سوخت کشتی‌ها، از روش نوآورانه استفاده از کایت‌ها برای حل مسئله کاهش سوخت کشتی‌ها به‌عنوان یک منبع جایگزین تولید انرژی الکتریکی و مکانیکی می‌توان بهره برد.

در حال حاضر تمامی وسایل و تجهیزات تولید انرژی الکتریکی و توان پیش‌ران در کشتی، همگی تجهیزاتی هستند که از مصرف کردن سوخت‌های فسیلی جهت تأمین انرژی بهره می‌برند که با استفاده از کایت‌های هوشمند می‌توان گام بلندی در جهت جایگزین نمودن دستگاه‌ها و تجهیزات مصرف‌کننده سوخت فسیلی که آلودگی‌کننده محیط‌زیست می‌باشند را با دستگاه‌ها و تجهیزات تولیدکننده توان و انرژی پاک جایگزین نمود.

در حال حاضر با توجه به تکنولوژی‌های ارائه‌شده، در مبحث کاهش مصرف سوخت کشتی و آلاینده‌گی جوی، همگی موارد پژوهش تاکنون در راستای کاهش مصرف

سوخت هستند که به صورت غیرمستقیم بر روی کاهش سوخت مصرفی پیشراانه اصلی کشتی تأثیرگذار هستند و این فناوری‌ها نمی‌توانند به تنهایی جایگزین توان موتور کشتی شده و گازهای گلخانه‌ای را به صفر برسانند، این در حالی است که در حدود ۱۰۰ سال پیش، قبل از پیدایش نفت از انرژی پاک باد با کمک بادبان‌ها به جای موتورهای دیزل امروزی بهره‌گیری می‌شد حال با پیشرفت‌های علمی در عصر حاضر می‌توان از قدرت انرژی باد در راستای جایگزینی موتور اصلی کشتی با کمک فناوری کایت دریایی بهره برد. در حال حاضر با توجه به نوظهور بودن این پژوهش و اقدام در جهت جایگزین کردن پیشراانه کایت دریایی به جای موتور اصلی، می‌توان بکارگیری این کایت دریایی را مقدمه‌ای بر شروع روند جایگزینی کایت‌های هوشمندی که به کمک انرژی باد در دریاها در اهتزاز هستند را با موتور اصلی کشتی دانست؛ که از طریق این فناوری بتوان گام بلندی برای به صفر رساندن مصرف سوخت‌های فسیلی و همچنین متوقف نمودن انتشار آلاینده‌های جوی بیان نمود (Breuer & Cuchsinger, 2010).

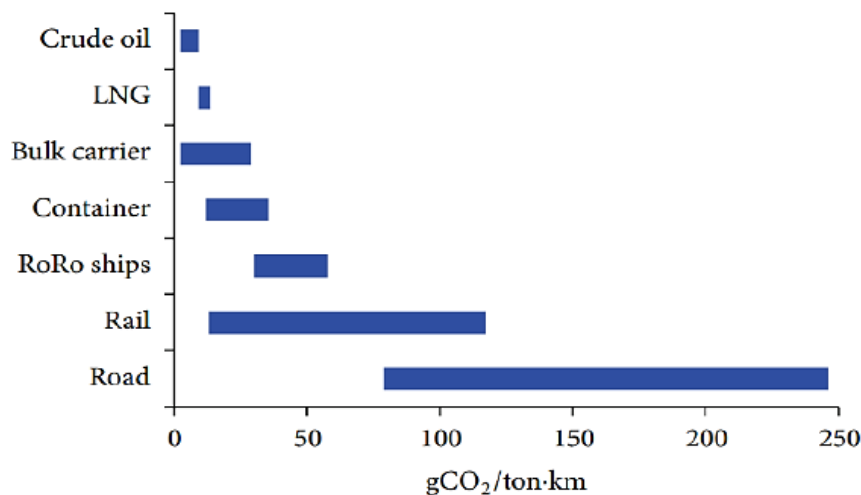
کایت دریایی به صورت آیرودینامیک طراحی شده است و جلوتر از کشتی به شکل هشت در هوا تحت کنترل خلبان خودکار پرواز می‌کند در نتیجه سرعت باد قدرت کایت تا چندین برابر سرعت واقعی باد افزایش می‌یابد. علاوه بر این کایت در ارتفاعات ۱۰۰ تا ۵۰۰ متری پرواز می‌کند. جایی که بادهای قوی‌تر و پایدارتر است. در نتیجه کایت دریایی به راحتی می‌تواند ۵ تا ۲۵ برابر بیشتر نیروی محرکه در هر متر مربع مساحت بادبان در مقایسه با سیستم‌های رانش بادبان معمولی تولید کنند. اطلاعات فنی ارائه شده توسط کایت نشان می‌دهد که در شرایط باد خوب کایت دریایی می‌تواند ۲۰۰۰ کیلووات نیروی محرکه ارائه دهند با پتانسیل عظیم باد در دریاها آزاد واحد پیشران SkySails می‌تواند مصرف سوخت کشتی را در شرایط ایدئال به نصف کاهش دهد با پیشراانه و کایت دریایی هوشمند می‌توان به طور متوسط ۱۰ تا ۱۵ درصد در سال صرفه‌جویی در سوخت حاصل کرد در همین زمان IMO تخمین می‌زند که تنها با فناوری کایت دریایی سالانه تا ۱۰۰ میلیون تن از انتشار کربن در جهان کاهش می‌یابد.^۱

1 Ship Energy Efficiency Measures, Status and Guidance Advisory, ABS Organization

۲. بیان مسئله

امروز شرکت‌های حمل‌ونقل دریایی باید از سوخت تمیز با حداکثر ۱ درصد محتوای گوگرد، برای تأمین سوخت موردنیاز کشتی‌های خود با توجه به مقرراتی که از قبل توسط سازمان بین‌المللی دریانوردی تصویب شده است، استفاده نمایند و در پاسخ به فشار سیاسی جهانی، سازمان بین‌المللی دریانوردی در حال حاضر در حال تهیه مقررات سخت‌گیرانه در مورد کاهش انتشار CO₂ از سوی کارشناسان است. کارشناسان اقتصادی براین باورند که با تصویب ممنوعیت نفت کوره، قیمت سوخت مصرفی کشتی‌ها افزایش خواهد یافت چراکه ظرفیت‌های پالایشگاه‌ها برای پوشش این تقاضاها بسیار محدود خواهد بود و هنگامی که صحبت از تقاضا برای سوخت مطرح می‌شود مهم است که به‌خاطر داشته باشیم که در آینده کشتی‌ها با اتومبیل‌ها، کامیون‌ها و سایر مصرف‌کنندگان مشتقات نفتی در خشکی مقایسه خواهند شد.

نمودار ۱- میزان انتشار گاز کربن دی‌اکسید توسط وسایل نقلیه مختلف (دهش و همکاران، ۱۳۹۰)



در حال حاضر پالایشگاه‌های مدرن به گونه‌ای طراحی می‌شوند که نفت کوره کمتری تولید کنند و در عوض فرآورده‌های پالایش شده با کیفیت بالا و قیمت بالا تولید نمایند. در نتیجه انجمن‌های صنفی معتقدند که پالایشگاه‌ها قادر به پوشش تقاضای اضافی نیستند و

برای صنعت کشتیرانی وضعیت در کوتاه مدت در حال تبدیل شدن به یک بحران قیمتی که تأثیر مستقیم بر روی وضعیت کرایه ها خواهد داشت (Carlton et al.m 2009).

روش شناسی پژوهش

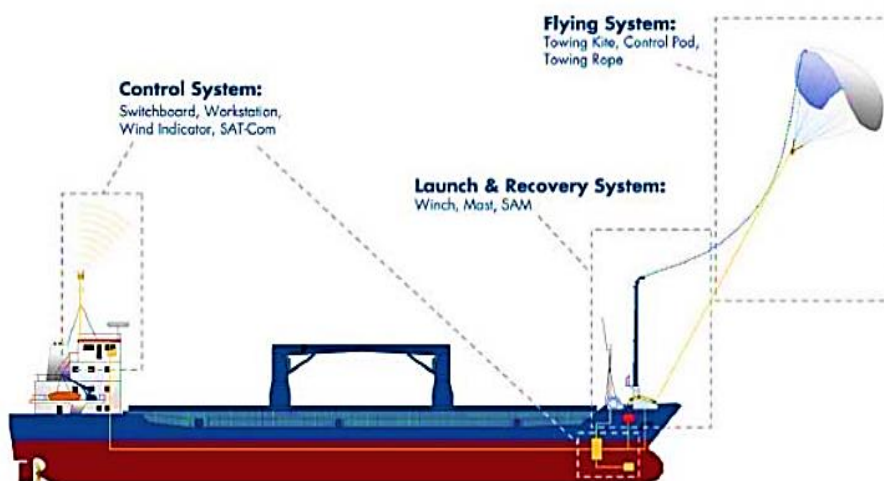
پژوهش حاضر از نوع پژوهش توصیفی و کاربردی می باشد که به جمع آوری مطالب پیرامون کایت های دریایی در عرصه دریانوردی پرداخته است. روش حال حاضر کتابخانه ای است و با استفاده از منابع اینترنتی و بررسی اسناد و مدارک در دسترس مطالب مقاله حاضر جمع آوری گردیده است.

تعاریف و معادلات حاکم

۲-۲ جزئیات تکنولوژی کایت

سیستم کایت شامل ۳ بخش اصلی می باشد: یک کایت و طناب متصل به آن، سیستم باز و بسته کردن کایت و سیستم کنترل برای عملیات اتوماتیک (دهش و همکاران، ۱۳۹۰). در شکل زیر اجزای سیستم کایت نشان داده شده است:

شکل ۳. اجزای سیستم کایت (دهش و همکاران، ۱۳۹۰)



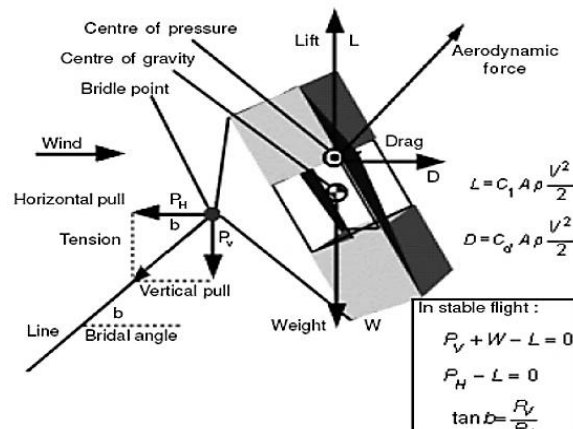
۲-۳ کایت

در این روش به جای سیستم رانش دریایی استفاده شده در کشتی‌های معمولی، کایت‌های بزرگ برای رانش کشتی استفاده می‌شود. کایت‌ها از بافت‌های ضد رطوبت، ضد نور و با مقاومت بالا ساخته می‌شوند. پروفیل کایت به روشی طراحی شده است که به بالاترین بازده آیرودینامیک می‌تواند قابل‌دستیابی باشد. در مسیرهای با بادهای خیلی قوی می‌توان قدرت کایت را با تغییر زاویه حمله تغییر داد بدون اینکه مجبور شویم سطح آن را کاهش یا افزایش دهیم. مساحت کایت‌ها می‌تواند از ۱۵۰ تا ۶۰۰ مترمربع باشد (Breuer & Cuchsinger, 2010)

۲-۴ آنالیز نیروهای وارد بر کایت

در شکل زیر، نیروهای آزاد وارد بر کایت رسم شده است (Sidhartha, 2012).

شکل ۴. نیروهای آزاد وارد بر یک کایت



در راستای عمودی و افقی، مجموع نیروها برابر با صفر است:

$$P_V + W - L = 0 \quad (۱)$$

$$P_H - D = 0 \quad (۲)$$

در راستای عمودی و افقی، مجموع نیروها برابر با صفر است:

$$L = \frac{1}{2} \rho V_{rel}^2 \cdot AC_L \quad (۳)$$

$$D = \frac{1}{2} \rho V_{rel}^2 \cdot AC_D \quad (۴)$$

که (، چگالی هوا، CL ضریب لیف، CD ضریب درگ، A سطح تصویر شده کایت و V سرعت باد است.

هر چه ارتفاع بیشتر باشد، چگالی هوا کمتر است. مقدار استاندارد چگالی هوا در شرایط دریایی برابر با $\rho = 1.299 \text{ kg/m}^3$ است^۱.

۲-۵ انتقال نیرو

سیستم انتقال نیرو، نیرو را از کایت به کشتی انتقال می‌دهد. سیستم انتقال نیرو شامل طناب‌های کششی، وینچ و مرکز انتقال نیرو است.

طناب‌های کششی برای انتقال نیروی کششی و وینچ برای باز و بسته کردن کایت و ذخیره طناب استفاده می‌شوند. نقطه انتقال نیرو نقطه‌ای است که طناب‌های کششی کایت، به کشتی متصل می‌شود و در ناحیه جلو عرشه کشتی قرار دارد (Breuer & Cuchsinger, 2010).

۲-۶ سیستم چرخشی

سیستم چرخشی، رانش کایت را به صورت اتوماتیک بر عهده دارد. سیستم چرخشی شامل کنترل پد و سیستم کنترلی است. کنترل پد طناب‌های کنترلی را به راست و چپ می‌کشد و مسیر حرکت کایت را تعیین می‌کند. اجزای مکانیکی، الکترونیکی و نرم‌افزار اتوپایلر برای کنترل کایت در کنترل پد تعبیه شده است. وظیفه سیستم کنترلی این است که کایت را به طور اتوماتیک بچرخاند^۲. سیستم کنترلی شامل اجزای زیر می‌باشد:

1. Kite on-board computer
2. Control pod computer
3. Autopilot program/kite maneuver control

1 <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/kitedrag.html>

2 <http://www.kitewindgenerator.com>

۷-۲ فرآیند باز و بسته شدن کایت

کایت در انبار کایت در قسمت جلوی کشتی ذخیره می‌شود. در حالت باز شدن، دکل تلسکوپی، کایت را در قسمت انباری کایت بلند می‌کند. در نتیجه دکل تلسکوپی تا بیشترین ارتفاع باز می‌شود و کایت تا حداکثر سایشش گسترش می‌یابد. سپس وینچ طناب کششی را تا ارتفاع عملیاتی تعیین شده، رها می‌کند. روند جمع شدن در پروسه معکوس باز شدن، شکل می‌گیرد. تمام مراحل باز و بسته شدن، به صورت اتوماتیک انجام می‌شود و هر کدام تقریباً ۱۰ تا ۲۰ دقیقه طول می‌کشد. کایت، برای عملیات در بادهای بین ۵,۴ تا ۲۰,۷ متر بر ثانیه در دریا طراحی شده است. کایت در این شرایط می‌تواند باز و بسته شود ولی در بادهای کمتر از ۵,۴ متر بر ثانیه نمی‌تواند باز شود (دهش و همکاران، ۱۳۹۰).

حسگرهایی برای اندازه‌گیری مسیر و سرعت باد، بر روی کشتی و کنترل پد، نصب می‌شوند. این حسگرهای کشتی که on-board هستند باید با استاندارد (National Marine electronic Association NMEA) مطابقت داده شوند. حسگرها، داده‌ها را به سیستم کنترلی و کامپیوترهای کایت انتقال می‌دهند (دهش و همکاران، ۱۳۹۰).

۸-۲ مزایای کایت

- نیروی رانش بالا: با توجه به فرمول زیر:

$$F = \frac{C \rho V^2 A}{2} \quad (۵)$$

که F ، نیروی لیفت کایت، C ضریب لیفت، ρ چگالی هوا، V سرعت جریان هوا در کایت، A مساحت سطح کایت است. اگر سرعت جریان هوا دو برابر شود نیروی رانشی کایت ۴ برابر می‌شود. در مواقعی که بادهای پایدار، قوی‌تر و بیشتر در حال وزش هستند، کایت می‌تواند در ارتفاع بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر عمل کند که در این ارتفاع، سرعت باد چندین برابر سرعت بادهای سطحی دریاست (دهش و همکاران، ۱۳۹۰).

- هیل کمتر: با استفاده از سیستم کایت مقدار هیل کشتی به حداقل می‌رسد (همان).

- کنترل نیروی دینامیک: در حالت وزش بادهای خیلی قوی و تند، اتوپایل می‌تواند

کایت را حداکثر در مدت ۳۰ ثانیه در موقعیت بهینه (که هیچ نیرویی را به کشتی اعمال نکند) قرار دهد.

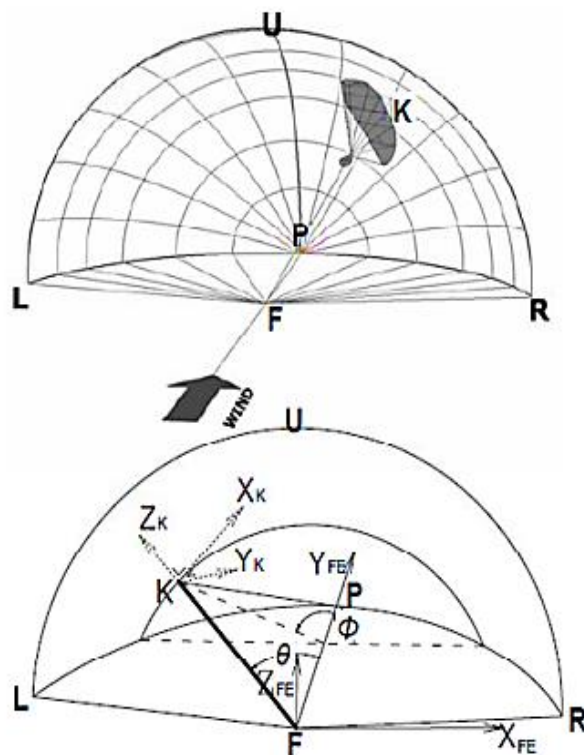
- رفتار اصلاح شده در دریا: با توجه به نیروی بالابرنده کایت در قسمت جلوی کشتی، سیستم کایت موج‌ها را مهار (دمپ) می‌کند.

- عملیات اتوماتیک: در طول عملیات یک اتوپایلر کلیه فرایندها را کنترل و مدیریت می‌کند (همان).

۲-۹ روش (FE) Flight envelope

برای بیان موقعیت و حرکت کایت در فضا از روش FE استفاده می‌شود. موقعیت‌های احتمالی کایت متصل شده به طناب کششی به طول r ، با ربع کره یا دایره به شعاع r که FE نامیده می‌شود، تعریف می‌گردد. سرعت باد واقعی، W ، نقطه F محل اتصال طناب کششی، LUR نیم‌دایره لبه FE و P مرکز منطقه‌ای نیرو است. همه نیم‌دایره‌ها موازی با LUR هستند و خطوط واحد نیرو نامیده می‌شوند که بر روی این خطوط، سرعت و کشش کایت یکسان و با هم برابر هستند. همه بخش‌های نیم‌دایره از P تا لبه خطوط، خطوط واحد شیب (خطوط دارای شیب برابر) نامیده می‌شوند. تغییر مقدار (شیب) قدرت و سرعت، ثابت و دارای بیشترین مقدار بر روی این خطوط است. موقعیت کایت در FE به وسیله نقطه K تعریف می‌شود که دارای دو زاویه است. (شکل شماره ۳) (دهش و همکاران، ۱۳۹۰).

شکل ۵. روش FE (دهش و همکاران، ۱۳۹۰).



θ : انحراف خطوط FK با توجه به خط FP (زاویه بین FK و FP)

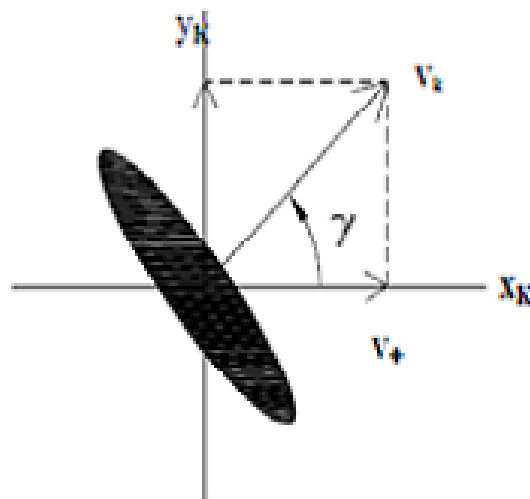
Φ : خمیدگی یا کج شدن سطح FKP نسبت به سطح افق.

برای توضیح جهت پرواز کایت، سه محور X_K و Y_K و Z_K که مبدأ آنها در K است

تعریف می‌شوند. γ ، زاویه بین جهت پرواز کایت و محور X_K می‌باشد. شکل زیر، تصویر

از بالای کایت را نشان می‌دهد: (Sidhartha, 2012)

شکل ۶. تصویر از بالای کایت



همان‌طور که موقعیت و جهت پرواز کایت را تعریف کردیم، این تعریف نیز برای تنظیم کردن ایجاد باد به وسیله کایت استفاده می‌شود سرعت در FE در سه جهت X و Y و Z تعریف می‌شود. سرعت کل، ترکیبی از این سه مؤلفه سرعت خواهد بود. سرعت، به وسیله سرعت باد و سرعت خود کایت ایجاد می‌شود. قسمتی از سرعت که به وسیله سرعت کایت ایجاد می‌شود به دو قسمت تقسیم می‌گردد:

الف: قسمتی که به خطوط واحد نیرو که در جهت X_K است، متصل است و سرعت را در آن جهت با V_{X-K} نمایش می‌دهیم.

ب: قسمتی که به خطوط واحد شیب که در جهت Y_K است، متصل است و سرعت را در آن جهت با V_{Y-K} نمایش می‌دهیم.

سرعت باد در جهت Y_K با V_{Y-W} نشان داده می‌شود. پس داریم: (Sidhartha, 2012)

$$V_{t-y} = -r\dot{\theta} + W \sin(\theta) = V_{y-k} + V_{y-w}(\phi)$$

$$V_{t-x} = -r \sin(\theta)\dot{\phi} = V_{x-k}(\gamma)$$

از ترکیب دو سرعت معادله ۶ و ۷، سرعت کل به دست می‌آید:

بررسی کاهش هزینه سوخت کشتی‌ها با استفاده از فناوری کایت‌دریایی؛ پورشکرریز و سجادی پارسا | ۷۷

$$V_t = \sqrt{(V_{t-x})^2 + (V_{t-y})^2} \quad (۸)$$

فرمول‌های V_k (سرعت پرواز) و (γ) زاویه بین V_k و X_k در زیر آمده است:

$$V_k = \sqrt{(V_{y-k})^2 + (V_{x-k})^2} \quad (۹)$$

$$\gamma = \text{Arc tan}\left(\frac{V_{y-k}}{V_{x-k}}\right) \quad (۱۰)$$

سرعت شعاعی فقط به وسیله باد حقیقی ایجاد می‌شود:

$$V_{r-z} = W \cos(\theta) \quad (۱۱)$$

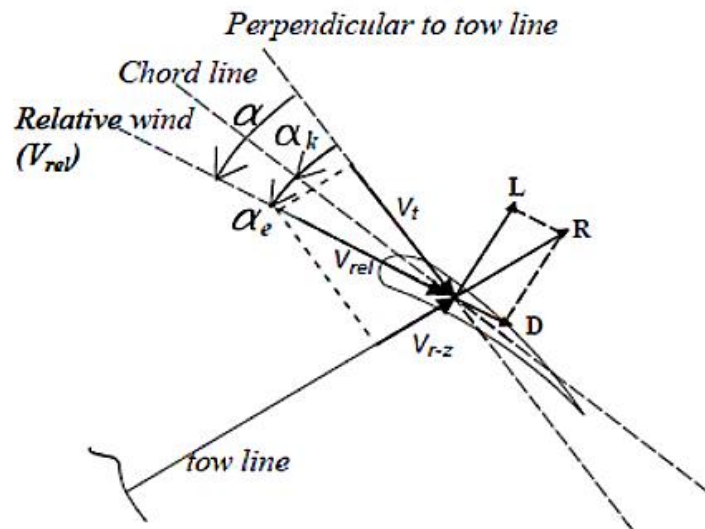
$$V_{rel} = \sqrt{(V_t)^2 + (V_{r-z})^2} \quad (۱۲)$$

$$\alpha = \text{Arc tan}\left(\frac{V_{r-z}}{V_t}\right) \quad (۱۳)$$

برای پیدا کردن زاویه حمله مناسب (α_e) ، زاویه اتصال کایت به طناب کششی (α_k) را باید از کم کرد (شکل زیر)

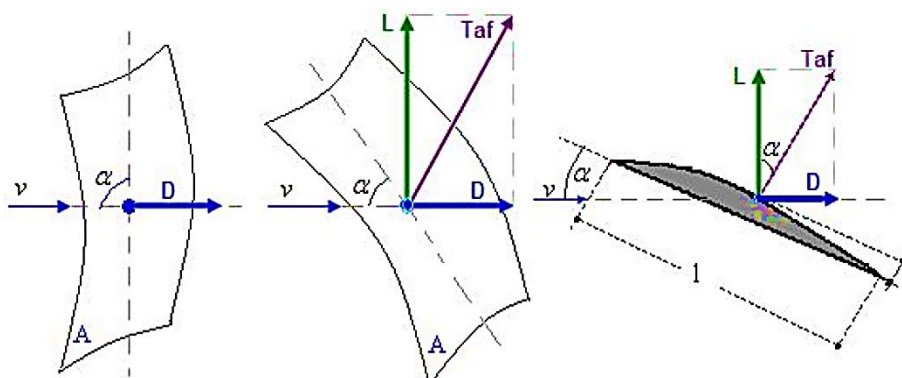
$$\alpha_e = \alpha - \alpha_k \quad (۱۴)$$

شکل ۷- زاویه کایت (Sidhartha, 2012)



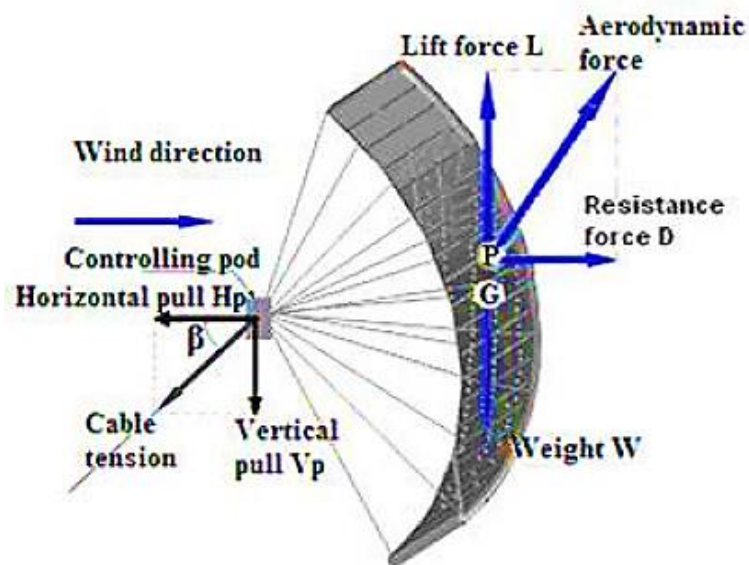
همان‌طور که در شکل مشاهده می‌نمایید نیروهایی که به کایت وارد می‌شود عبارت‌اند از:
 ۱- نیروی بالابرنده یا lift (L)، ۲- نیروی اصطکاک یا کشش (D)، ۳- نیروی وزن (W).
 (Sidhartha, 2012)

شکل ۸. تصاویر نیروهای وارده به کایت^۱



1 <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/kitedrag.html>

بررسی کاهش هزینه سوخت کشتی‌ها با استفاده از فناوری کایت‌دریایی؛ پورشکریز و سجادی پارسا | ۷۹



حال با محاسبه نیروی Drag و lift از طریق فرمول‌های زیر می‌توانیم مقدار کل نیروی ایجادشده توسط کایت را تعیین نماییم^۱:

$$D = C_D \times P \times V_{\infty}^2 / 2 \times A_K \quad (15)$$

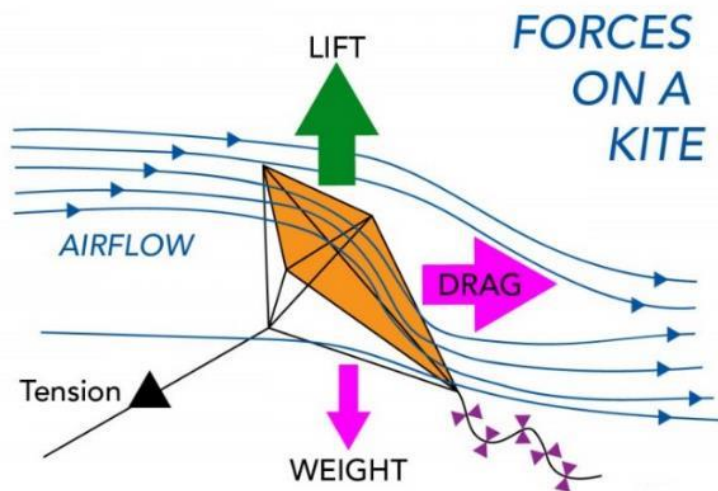
$$L = C_L \times P \times V_{\infty}^2 / 2 \times A_K \quad (16)$$

در فرمول بالا ضرایب برا و درگ بر اساس نتایج آزمایشگاهی و تونل باد تولیدشده و با محاسبه زیر به دست می‌آید:

$$C_d = C_{d0} + \frac{C_l^2}{.7 \times \pi \times AR} \quad (17)$$

1 <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/kitedrag.html>

شکل ۹. تصویر نیروهای وارده به sea kite



$$C_I = \frac{C_{l0}}{1 + \frac{C_{l0}}{\pi \times AR}} \quad (۱۸)$$

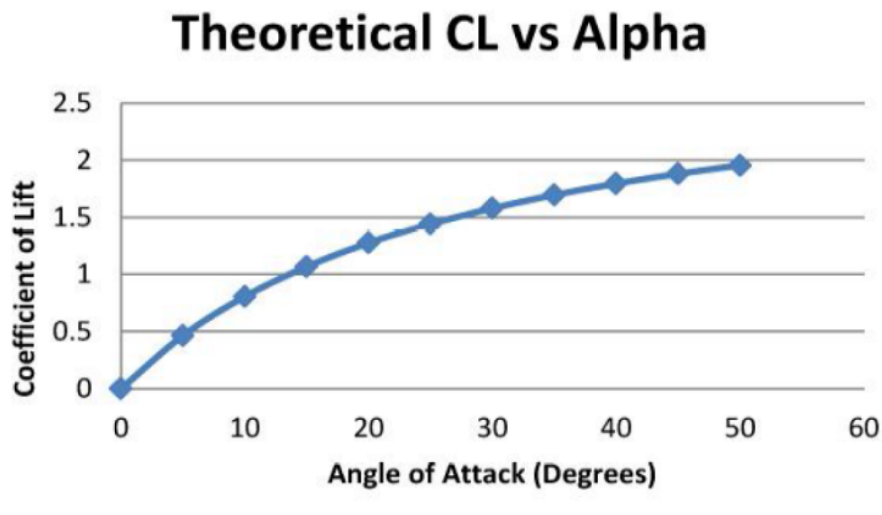
حال با در دست داشتن فرمول‌های بالا، می‌توان جدول زیر را برای یک کایت دریایی به طول ۵۷/۲۸ متر و عرض ۷ متر و ضخامت ۰,۷ متر به دست آورد:

جدول ۱. جدول تأثیر زاویه کایت بر نیروی برا آیرودینامیکی

A (°)	5°	8°	12°	14°	15°
P(kg/m3)	1.2047	1.2047	1.2047	1.2047	1.2047
W(m/s)	10	10	10	10	10
CD	0.0565	0.0804	0.1400	0.2172	0.2421
CL	0.6605	0.08780	1.054	0.9750	0.9250
L (N)	7957,043	10577,265	12697,602	11745,824	11143,474
D (N)	680,768	968,578	1686,580	2616,608	2916,578
Taf (N)	7986,101	10581,72	12809,043	12033,768	11518,830

از نتایج جدول فوق به این نتیجه می‌رسیم که: هر چه زاویه حمله کایت بیشتر باشد نیروی برا آیرودینامیکی نیز بیشتر خواهد بود اگرچه کشش زیاد نخواهد بود ولی کایت با سرعت بیشتری به سمت بالا ارتفاع می‌گیرد.

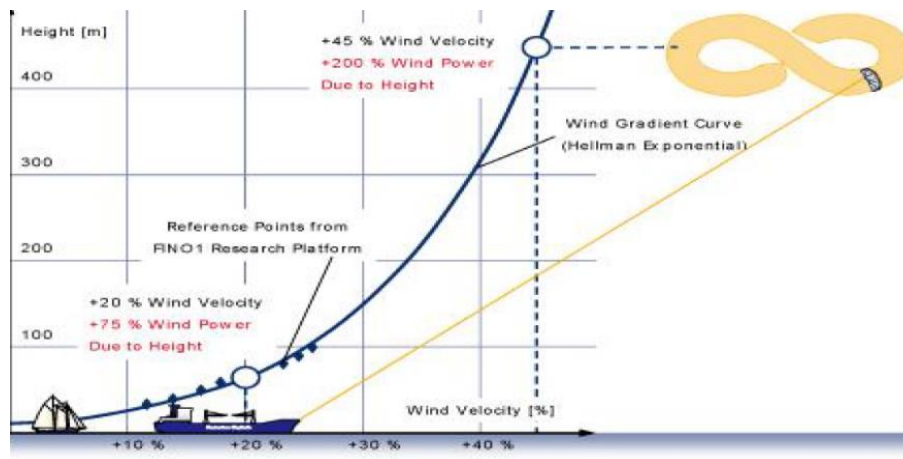
نمودار ۲. تئوریکال و آلفا (Sidhartha, 2012)



کایت متصل به کشتی در ارتفاعات بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ متری که بادهای قوی‌تر و پایدارتر حاکم هستند به راحتی بین ۵ تا ۲۵ برابر قدرت بیشتری به نسبت زمانی که کایت در ارتفاع ۱۰ متری زمین است توان به دست می‌آورد.

در ارتفاع ۶۱۰ متری معادل ۲۰۰۰ فوتی سرعت باد ۲-۳ برابر در مقایسه با سطح زمین است و محاسبه قدرت کایت با مکعب آن سرعت باد بالا می‌رود بنابراین تنها باید با به دست آوردن ۲۰۰۰ فوت ارتفاع توسط کایت به دست خواهد آمد. بهترین مزیت این تکنولوژی استفاده آن در ارتفاع ۱۵۰ متری به بالا نمایان می‌شود چرا که اصطکاک باد با زمین کم شده و سرعت باد تقریباً ۲۵ درصد بیشتر از ارتفاع ۱۰ متری خواهد بود و از آنجایی که انرژی جنبشی یک توده هوا با سرعت باد به توان ۳ افزایش می‌یابد بسته به شرایط آب و هوایی می‌توان بیش از دو برابر انرژی در ارتفاع عملیاتی کایت نسبت به ارتفاع ۱۰ متری تولید کند و با این کار می‌توان انرژی قابل توجهی به دست آورد (Sidhartha, 2012).

شکل ۱۰. تصویر مقایسه نیروی باد مورد استفاده در کایت و کشتی‌های بادبانی (Zhi Yong, Tai, 2023)



حال با در دانستن نحوه عملکرد توان و اجزا تشکیل دهنده فناوری کایت دریایی نیاز به دانستن علم دیگری است که در بهره‌گیری از کایت نقش مؤثری دارد که در این پژوهش آن را با سیستم مسیریابی و بهینه‌سازی در مسیر خواهیم شناخت که این سیستم یک سیستم اختیاری مسیریابی آب و هوایی می‌باشد که به شرکت‌های حمل‌ونقل دریایی مسیرهایی را با توجه به وضعیت جوی جهت مقرون‌به‌صرفه بودن پیشنهاد می‌دهد.

این مسیرها توسط هواشناسان بر اساس ۴ مدل زیر ارائه می‌شود (The Energy Efficiency Design index (EEDI) for new Ships, 2011):

۱- **پیش‌بینی آب‌وهوا:** ابتدا مشخص می‌کنند که در شرایط آب و هوایی پیش‌بینی شده چه نوع عملکردی را می‌توان با پیش‌رانه کایت دریایی ایجاد کرد سپس مسیرها و سرعت احتمالی محاسبه می‌شود.

۲- **مدل تصمیم‌گیری:** در این مدل الزامات تعیین شده توسط شرکت حمل‌ونقل، مانند زمان موردنظر رسیدن، گنجانده می‌شود.

بررسی کاهش هزینه سوخت کشتی‌ها با استفاده از فناوری کایت‌دریایی؛ پورشکرریز و سجادی پارسا | ۸۳

۳-محاسبه عملکرد: داده‌های پیش‌بینی هواشناسی به همراه مدل تصمیم‌گیری به محاسبات داده می‌شود. سپس مسیر بهینه بر اساس عملکرد محاسبه می‌شود.

۴-مسیر پیشنهادی: در نهایت مسیر پیشنهادی بر اساس نقاط بین‌راهی پیش‌بینی‌شده، برای فرمانده کشتی ارسال می‌شود.

جدول ۲- عوامل مؤثر بر کارایی عملیات فناوری ناوبری به کمک باد

عوامل تأثیرگذار	عوامل محیطی	عوامل کشتی	عوامل تجاری
۱	سرعت باد	بهینه‌سازی مسیر	مسیر تجارت
۲	موج	فرمان کاپیتان منبع	زمان سفر
۳	تغییرات آب و هوایی فصلی	آموزش خدمه	تقاضای بندر

۲-۱۰ دیگر مزایای فناوری استفاده از کایت دریایی و نکات قابل تأمل در استفاده از آن:

۱- مقدار فضایی که این سیستم در کشتی اشغال می‌کند از نظر اقتصادی ناچیز است این به این دلیل است که اجزای سیستم کایت دریایی در منطقه جلوی کشتی و دکل سینه نصب شده است که به‌هرحال برای بار استفاده نمی‌شود.

۲- کایت دریایی به همراه طناب‌های مهار آن به‌راحتی تا شده و در انبار کشتی نگهداری می‌شود و فضای بسیار کمی در انبار کشتی اشغال می‌کند به‌عنوان مثال یک کایت دریایی ۱۶۰ متر مربعی تا شده تنها به‌اندازه یک باجه تلفن فضا برای نگهداری می‌خواهد.

۳- کایت دریایی با توجه به افزایش و بالا رفتن خودکار هیچ‌گونه مانعی جهت دریافت و به‌کارگیری انرژی باد نخواهد داشت. این کایت دارای ایمنی مناسب بوده و عکس‌العمل ناچیزی روی حرکت کشتی دارد.

۴- خدمه عادی کشتی برای راه‌اندازی و به‌کارگیری این سیستم کافی هستند و هیچ هزینه اضافی برای مالک کشتی و پرسنل ایجاد نمی‌کند.

۵- بسته به باد غالب، میانگین مصرف سوخت سالانه کشتی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را می‌توان از ۵ تا ۳۳ درصد کاهش داد. در آخرین فناوری کایت دریایی می‌تواند ۲ مگاوات

(معادل تقریباً ۲۷۰۰ اسب بخار موتور کشتی) تولید کند که این معادل صرفه‌جویی ۱۰ تن سوخت کشتی در روز می‌باشد (دهش، ۱۳۹۰).

۶- فناوری استفاده از کایت دریایی با توجه به استفاده از نیروی در دسترس باد بر روی تمامی کشتی‌ها قابل نصب بوده و استفاده از این فناوری راه‌حلی مناسب و سریع برای کاهش انتشار کربن کشتی‌های قدیمی موجود در ناوگان تجاری جهان می‌باشد.

۷- سازمان ملل متحد، سازمان بین‌المللی دریانوردی، اهمیت ویژه و زیادی به فناوری کایت دریایی به جهت حفاظت از آب‌وهوا می‌دهد. در آخرین مطالعه انتشار گازهای گلخانه‌ای، سازمان بین‌المللی دریانوردی اعلام می‌نماید که این فناوری کایت دریایی، پتانسیل صرفه‌جویی در حدود ۱۰۰ میلیون تن CO₂ در سال در صورت استفاده گسترده در کشتی‌های ناوگان تجاری جهان دارد (Second IMO (International Maritime Organization) GHG Study, 2009).

۸- با توجه به اینکه انرژی و قدرت باد هرچه از سطح زمین بالاتر باشد به‌علت کاهش اصطکاک بیشتر خواهد بود، پس برای مهار و تولید انرژی، توان بیشتر نیاز است که طناب مهارکننده توسط یک بکسل برقی کنترل شود تا بتواند از انرژی باد در تمام سطوح استفاده کند.

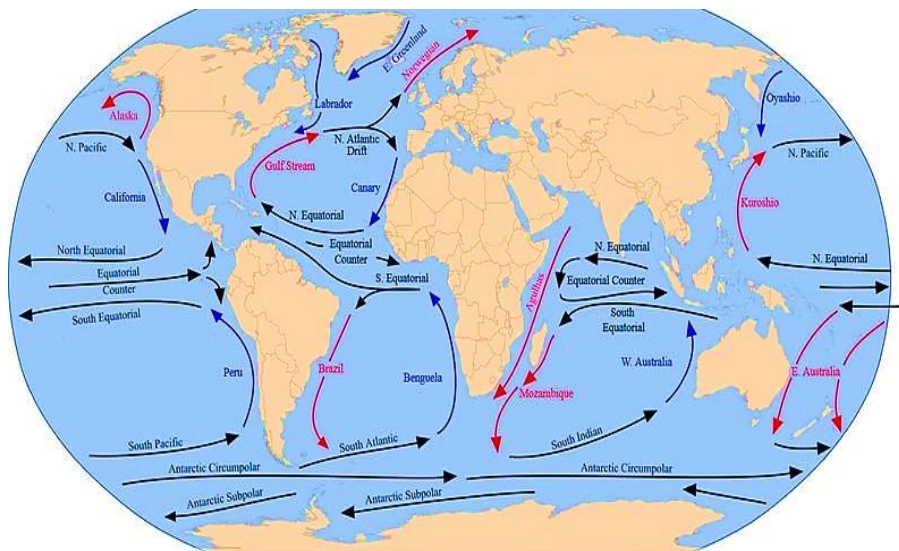
۹- توجه به اینکه انرژی و قدرت باد هرچه از سطح زمین فاصله بگیریم بیشتر خواهد بود بایستی با توجه به سیستم‌های هواشناسی پیش‌بینی‌کننده، قدرت حداکثری باد را در لایه‌های مختلف جوی اندازه‌گیری نموده که بتوانیم از حداکثر کارایی کایت دریایی استفاده کنیم برای مثال در محاسبات مشخص شده است اگر سرعت جریان هوا عبوری از کایت دریایی دو برابر شود، نیروی کشش کایت دریایی در عمل ۴ برابر خواهد شد؛ و در عمل با توجه به وزن طناب و اتلاف انرژی کشتی، این میزان ۴ برابری به ۳ برابر تقلیل خواهد یافت (Sidhartha, 2012).

در شکل ۱۱ جهت حرکت بادهای غالب در مناطق مختلف جهان را مشاهده می‌نمایید که شرکت‌های حمل‌ونقل دریایی می‌توانند با استفاده از علم پیش‌بینی هواشناسی و نقشه‌های

بررسی کاهش هزینه سوخت کشتی‌ها با استفاده از فناوری کایت‌دریایی؛ پورشکرز و سجادی پارسا | ۸۵

موجود در انتخاب مسیرهای دریانوردی جهت استفاده از فناوری کایت دریایی استفاده نمایند (Enter sting engineering.com):

شکل ۱۱. تصویر جهت حرکت بادهای غالب در مناطق مختلف جهان



استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر هدف نهایی حمل‌ونقل دریایی پایدار است در گذشته از انرژی باد (بادبان‌ها) برای حمل‌ونقل مردم و کالاها بر روی اقیانوس‌ها استفاده می‌شد فناوری در حال توسعه کایت دریایی ثابت می‌کند که تکنیک‌های قدیمی می‌تواند اثبات‌کننده آینده باشند و نوآوری در صنعت کشتیرانی را تسریع نمایند (Regulation (EU), 2015).

با فناوری جدید کایت دریایی می‌توان ۳۳٪ در مصرف سوخت کشتی‌ها صرفه‌جویی کرد و طبق آخرین دست‌آورد فناوری، کایت دریایی می‌تواند قدرت پیشرانده‌ای بیش از ۲ مگاوات (تقریباً معادل ۱۲۷۰۰ اسب بخار، موتور کشتی) تولید کند و این توان تولیدی از انرژی باد توسط فناوری کایت دریایی معادل صرفه‌جویی ۱۰ تن سوخت در یک روز می‌باشد (دهش، ۱۳۹۰).

استفاده از فناوری کایت دریایی در کنار سایر تکنیک‌ها و فناوری‌ها، برای کاهش

مصرف سوخت و بازگشت سرمایه گذاری‌ها است که با کمک فناوری کایت دریایی بتوانیم سهم مهمی در کاهش هزینه‌های مرتبط با سوخت و کاهش انتشار و دفع گازهای گلخانه‌ای داشته باشیم (Second IMO (International Maritime Organization) GHG Study, 2009).

یکی از روش‌های ترکیبی که می‌تواند با استفاده از فناوری کایت دریایی اثربخشی دو برابری داشته دریانوردی در مسیر دایره عظیمه^۱ است اگر مسافت بین دو بندر بیشتر از ۶۰۰ مایل دریایی باشد، می‌بایستی از روش دریانوردی در مسیر دایره عظیمه حرکت و استفاده نماییم. این روش به علت کوتاه‌ترین فاصله بین دو نقطه جزو اقتصادی‌ترین مسیرها برای دریانوردی محسوب می‌شود، در دریانوردی‌های اقیانوسی بالاتر از ۶۰۰ مایل، مسیر حرکت بایستی بر روی دایره عظیمه مورد استفاده قرار گیرد به همین دلیل سازمان آموزش بین‌المللی دریانوردان، روش مصوبی را برای حل این مسئله توسط دریانوردان ارائه نموده است.

روش محاسبه دایره عظیمه با نقطه ورتکس^۲ (نزدیک‌ترین نقطه مسیر به قطب) که توسط جداول لگاریتمی است مورد حل قرار می‌گیرد. زمانی که در حال دریانوردی در فواصل بالای ۶۰۰ مایلی هستید و زمان و فرصت کافی برای رسیدن به مقصد وجود دارد استفاده از تکنولوژی کایت دریایی جهت صرفه‌جویی در مصرف سوخت کشتی می‌تواند مفید باشد. در عصر جدید استفاده از کایت‌ها در ورزش‌های هوایی مرسوم بوده و به عنوان یک سرگرمی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Carlton et al., 2009).

حال با توجه به تکنولوژی پیشنهاد شده در جهت کاهش مصرف سوخت کشتی این کایت‌ها می‌توانند یک کشتی باری ۱۶۵,۰۰۰ تنی را با توجه به قدرت باد ناشی از گیرافتادن در این کایت‌ها در دریا به حرکت در آورد؛ که در ادامه به اتصال کایت به کشتی و اثرات آن می‌پردازیم:

1 Great circle

2 vortex

شکل ۱۲. یک نمونه کایت نصب‌شده بر روی یک کشتی^۱



کشتی‌های باری برای ارسال کالاها به سراسر جهان باید روزانه ۱۰۰۰ مایل دریایی را سفر کنند و تقریباً ۴۰۰ تن در روز سوخت مصرف نمایند که این سوخت معادل سوخت ۱۰۰۰ خودرو می‌باشد.

کشتی‌ها از یک سوخت ارزان به نام سوخت کوره که شبیه قیر است استفاده می‌کنند که این سوخت با توجه به قیمت ارزان خود بسیار سمی و کثیف است. به‌طوری‌که یک کشتی می‌تواند آلودگی معادل ۵۰ میلیون خودرو در یک روز تولید کند؛ که این تولید آلودگی، مغایر با سازمان بین‌المللی دریانوردی و قانون مارپل می‌باشد.

1 <https://airseas.com>

شکل ۱۳. نمونه‌ای از میزان آلاینده‌گی یک کشتی^۱



برای اولین بار یک استارت آپ فرانسوی تصمیم گرفت تا یک بادبان هوشمند را دوباره در کشتی‌ها به کارگیری کند و یک طرح علمی بنام کایت دریایی را بنیان بگذارد. کایت دریایی استفاده شده در ابعاد ۵۴۰۰ فوت مربع بر روی یک کشتی باری ۳۰ میلیون دلاری نصب شده تا بتواند ثابت کند که این بادبان هوشمند بکار گرفته شده تحت عنوان Sea kite می‌تواند در کاهش مصرف سوخت در صنعت کشتیرانی یک ایده نوظهور می‌باشد و می‌تواند آلودگی را تا در حدود ۲۰٪ کاهش دهد (Breuer & Cuchsinger, 2010).

1 https://content.maltatoday.com.mt/ui/images/photos/ship_climate_change.png

شکل ۱۴. کایت نصب‌شده بر روی یک کشتی باری^۱



حال به بیان عملکرد مستقیم کایت دریایی بر روی کشتی و نقش آن برای تولید انرژی می‌پردازیم: زمانی که کشتی وارد آب‌های بین‌المللی می‌شود با فرض داشتن باد غالب از پاشنه کشتی، پارافویل^۲ کایت که در دکل اصلی در جلوی سینه نصب و طراحی شده است، تنها با لمس یک دکمه باز می‌شود و خود کایت که یک شکل آیرودینامیکی^۳ دارد با جریان باد باز شده و از جایگاهش خارج می‌شود و با کمک باد محیط، کایت دریایی اوج می‌گیرد و به ارتفاع ۵۰۰ فوتی یا ۳۰۰ متری از سطح دریا می‌رسد که این ارتفاع برای گرفتن بیشترین قدرت از باد جهت کشیدن کشتی توسط کایت مناسب است (Breuer & Cuchsinger, 2010).

1 <https://tineye.com/search/12c92d622186b0fc8e6d59f2256654ddc97b06e1?sort=score&order=desc&page=1>

2 Parafoil

3 Aerodynamic

شکل ۱۵. تصویر فرایند بالا بردن / پایین آوردن کایت در سینه کشتی (Zhi Yong Tai, 2023)

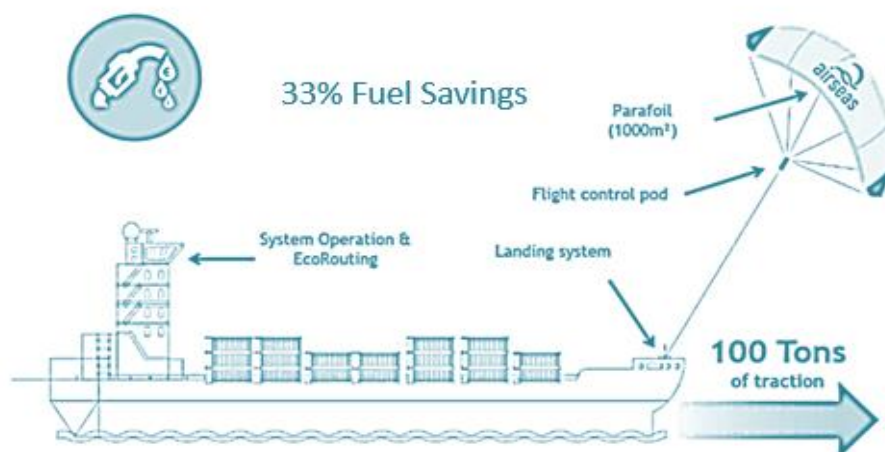


کل فرایند بالا بردن کایت از دکل اصلی در قسمت سینه کشتی و یا جمع کردن کایت و انبار کردن آن، بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه طول خواهد کشید که دیدن منظره باز و جمع نمودن کایت بسیار مهیج و فوق العاده است. کایت دریایی به علت شکل آیرودینامیکی به صورت گسترده توسط ناسا و شرکت Space X برای فرود ایمن فضاپیماها نیز استفاده می شوند.^۱

در ادامه زمانی که کایت به صورت کامل در جلوی سینه کشتی باز شد حرکت آن به صورت هشت انگلیسی خواهد بود، کایت قدرت باد را در ارتفاع مورد نظر جمع آوری کرده و از طریق طناب متصل به کشتی، آن را یدک می کشد.

1 Massimo Ippolito and Partners. Kite wind generator. <http://www.kitewindgenerator.com>

شکل ۱۶. چگونگی تأثیر کایت دریایی بر کاهش ۳۳ درصدی سوخت کشتی
(<https://airseas.com>)



کایت مورد استفاده در این تکنولوژی دارای ایمنی مناسبی است چراکه در آن از پارچه با الیاف مصنوعی استفاده شده که در برابر باد شدید و باران و رطوبت و تابش شدید نور خورشید مقاوم است. همچنین طناب متصل بین کایت کشتی نیز از مواد مصنوعی ساخته شده و ایمنی چندان برابری در مقابل پاره شدگی ناشی از کشش دارد و این طناب نیز مثل پارچه کایت در مقابل رطوبت و گرما و تابش محیطی مقاوم است.

لازم به ذکر است در هنگامی که کایت کشتی را یدک می‌کند، حرکت کشتی را کندتر می‌نماید، این کند شدن با توضیح آن به علم آیرودینامیک به شرح زیر توضیح داده می‌شود که:

برای تولید یک کیلومتر بر ساعت باد، بایستی کشتی و یا هر جسمی با سرعت یک کیلومتر بر ساعت در محیط حرکت نماید که بتواند بادی با سرعت یک کیلومتر تولید کند، حال با توجه به اینکه کشتی‌ها بسته به نوع کالایی که حمل می‌کنند سرعت‌های مختلفی دارند برای اینکه در مصرف سوخت کشتی‌ها کاهش داشته باشند باید از باد پیرامونی با استفاده از فناوری کایت دریایی استفاده نماییم، در ابتدا لازم است اهرم‌های

کنترلی موتور کشتی که میزان سوخت صرفی رو کنترل می کنند را به عقب کشیده و کاهش دهیم و سرعت کشتی (۱۲ نات) که توسط موتور تولید شده را تقریباً به صفر برسانیم.

حال که سرعت کشتی با توجه به کاهش اهرم ها تقریباً صفر شده زمان مناسبی برای به کارگیری و افراشت Sea kite می باشد که بتواند با شرایط جوی مناسبی که در پیرامون کشتی حاکم است از انرژی باد برای سرعت بخشیدن به کشتی با استفاده از فناوری کایت دریایی استفاده نماییم.

این اقدام فرمانده کشتی به جهت عقب کشیدن اهرم های موتور باعث کاهش سرعت تولید شده توسط پروانه های کشتی شده و کاهش مصرف سوخت موتور و پیشرانه را در پی خواهد داشت، استفاده از این فناوری در کشتی، سرعت کمتری به نسبت زمانی که از موتور استفاده نموده ایم به کشتی می دهد ولی مزیت آن عدم استفاده از سوخت برای حرکت در دریاست.

این یدک شدن توسط کایت دریایی حرکت کشتی را کند می نماید به نسبت زمانی که از موتور کشتی برای حرکت استفاده شود اما همچنان این استفاده از این فناوری کایت دریایی، ۳۳٪ سوخت مصرف کشتی را کاهش می دهد و می تواند یک روش ساده و کم هزینه در جهت کاهش مصرف سوخت در شرایط جوی مناسب باشد (دهش، ۱۳۹۰). استفاده از کایت های دریایی هیچ گاه نمی تواند جایگزین موتور کشتی باشد چرا که در حین پهلویی و یا مانورهای کشتی نیازمند استفاده از توان و موتور کشتی خواهیم بود.

حال با توجه به معادلات به دست آمده و حاکم بر نیروهای وارد بر کایت و دانستن نحوه محاسبه قدرت و کشش آن، در این قسمت ۲ فروند از کشتی های شرکت کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران جهت بررسی میزان مصرف سوخت و تأثیر گذاری این کاهش مصرف بر روی هزینه های سوخت مصرفی به صورت تئوری تشریح می گردد:

بررسی کاهش هزینه سوخت کشتی‌ها با استفاده از فناوری کابین دریایی؛ پورشکرریز و سجادى پارسا | ۹۳

جدول ۳. مشخصات دو فروند از کشتی‌های شرکت کشتیرانی ج.ا. ایران

IMO:	922zzz!	IMO:	940zzz!
Name:	Alfa (Panamax)	Name:	Bravo (Handy Max)
Vessel Type- Generic:	Cargo	Vessel Type- Generic:	Cargo
Vessel Type- Detailed:	Bulker	Vessel Type- Detailed:	Bulker
Navigational Status:	Active	Navigational Status:	Active
MMSI:	422zzzz!	MMSI:	422zzzz!
Call Sign:	EPzz!	Call Sign:	EPzz!
Flag:	[IR]	Flag:	[IR]
Gross Tonnage:	+39 k	Gross Tonnage:	+32 k
Summer DWT:	+72 Kt	Summer DWT:	+53 Kt
Length Overall x Breadth Extreme:	225 x 32m	Length Overall x Breadth Extreme:	190 x 32 m
Year Built:	2001	Year Built:	2009
Main Engine	HYUNDAI MAN B&W _ 5S60MC	Main Engine	MAN B&W 6S50 MC-C Mark VII
BHP (KW)	8,945 KW	BHP (KW)	9480 KW
Fuel Oil Daily Consumption:	21.5 mT	Fuel Oil Daily Consumption:	24 mT

با توجه به جدول ۳، میزان آورده نقدی و سوددهی استفاده از این فناوری را به صورت تقریبی محاسبه می‌نماییم:

حداقل و حداکثر میزان صرفه‌جویی در مصرف سوخت دو نمونه شناور مندرج در

جدول فوق بر اساس فرمول زیر بررسی می‌شوند:

میزان مصرف سوخت روزانه کشتی $\times$ حداقل / حداکثر تأثیر بر کاهش هزینه سوخت

(درصد) = میزان صرفه‌جویی روزانه سوخت

شناور کلاس Panamax:

Min (5%): $21.5 \times 5\% = 1.075 \text{ mT} \times 800 = 860\$ \text{ per Day} \times 30 = \underline{25,800\$ \text{ per Month}}$ (19)

Max (33%): $21.5 \times 33\% = 7.095 \text{ mT} \times 800 = 5,670\$ \text{ per Day} \times 30 = \underline{170,280\$ \text{ per Month}}$ (20)

* نتایج فوق نشان می‌دهد که در کمترین میزان (۵ درصد)، در شناور کلاس Panamax، ماهانه 25,800 دلار و در بیشترین حالت (۳۳ درصد) می‌توان تا ماهانه 170,280 دلار صرفه‌جویی در تأمین هزینه سوخت داشت.

شناور کلاس Handy Max:

Min (5%): $24 \times 5\% = 1.2 \text{ mT} \times 800 = 960\$ \text{ per Day} \times 30 = 28,800\$ \text{ per Month}$ (21)

Max (33%): $24 \times 33\% = 7.92 \text{ mT} \times 800 = 6,336\$ \text{ per Day} \times 30 = 190,080\$ \text{ per Month}$ (22)

* همچنین برای شناور کلاس Handy Max، در کمترین میزان (۵ درصد)، ماهانه 28,800 دلار و در بیشترین حالت (۳۳ درصد) می‌توان تا ماهانه 190,080 دلار صرفه‌جویی در تأمین هزینه سوخت داشت.

حال با بررسی میدانی در شرکت کشتیرانی ج.ا.ا در خواهیم یافت که میزان سودآوری و صرفه‌جویی ناشی از استفاده از این فناوری علاوه بر کاهش ۲۰ درصدی آلودگی، در میزان سودآوری و کاهش هزینه‌های عملیاتی بسیار مؤثر خواهد بود. در حال حاضر با توجه به رعایت قوانین مارپل و استفاده از سوخت مصرفی با حداقل سولفور، قیمت هر تن این سوخت به صورت میانگین ۷۰۰-۸۰۰ دلار در هر تن می‌باشد.

جدول ۴. درصد صرفه‌جویی کاهش مصرف سوخت کشتی‌های واقعی با استفاده از فناوری کایت

دریایی

نام کشتی	ابعاد کایت	نوع کشتی	مسیرها	میزان کاهش مصرف سوخت (درصد)
افروس	۱۶ متر ۲۰ متر	DWT ۶۴۰۰۰ فله بر	نانتونگ به ونکوور	۱۲٫۵٪
Axios	۲۵۴ متر - ۳٫۵ متر	DWT ۸۲۰۰۰ Kamsarmax فله بر	کوزه کامارا به یاراناگوا	۱۲٪
استرادن	۱۸ متر - ۳ متر	DWT ۹۰۰۰ کشتی باری	هلند به بریتانیا	۶٫۱٪
تیمبرولف	۳۰ متر ۵ متر	W ۱۱۰۰۰۰ D تانکر	تاجونگک پلباس به عین	۸٫۲٪

بررسی کاهش هزینه سوخت کشتی‌ها با استفاده از فناوری کایت‌دریایی؛ پورشکرریز و سجادی پارسا | ۹۵

نام کشتی	ابعاد کایت	نوع کشتی	مسیرها	میزان کاهش مصرف سوخت (درصد)
			سوختنا	
SC رابط	۳۵ متر - ۵ متر	DWT۸۸۴۳ Ro-Ro کشتی	ریسا و یکایه آرهوس	۲۵٪
مایکل	۱۳۳ متر - ۲,۴۴ متر	DWT۳۵۶۰ کشتی بازی	نامشخص	۱۰-۱۵٪

بحث و نتیجه‌گیری

حمل‌ونقل دریایی در تمامی کشورهای جهان به‌ویژه ایران به جهت تجارت جهانی و داشتن مسیرهای دریایی در شمال و جنوب کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. قابل تأکید است که با به‌کارگیری از این تکنولوژی و تکنولوژی مشابه که در کاهش مصرف سوخت کشتی‌ها و آلودگی ناشی از آن‌ها نقش به‌سزایی دارند می‌توان گام‌های مفید و مؤثری در توسعه صنایع دریایی برداشت.

با توجه به کاهش انتشار کربن به‌طور فزاینده‌ای که در خط مقدم افکار بین‌المللی قرار دارد تغییرات در صنعت کشتیرانی قریب‌الوقوع است و سرنوشت آن ایجاد تحول در کل زنجیره صنعت از طراحی کشتی تا عملیات دریایی است. فناوری کایت یک گزینه عالی برای مالکان کشتی برای انطباق با انتقال است. مطالعات متعدد در دانشگاه و صنعت پتانسیل فنی برای صرفه‌جویی در سوخت ناشی از انرژی باد را تعیین کرده‌اند و تأثیر سرعت و جهت باد الگوهای تجاری مناطق جغرافیایی اثرات فصلی و بهینه‌سازی مسیر را بررسی کرده‌اند. نتایج به‌طور مداوم نشان می‌دهد که فناوری کایت دریایی پتانسیل زیادی برای بهبود بهره‌وری انرژی کشتی‌ها صرفه‌جویی در انرژی و کاهش انتشار دارد. این مقاله با تجزیه‌وتحلیل و جمع‌بندی نتایج زیر را به دست می‌آورد. انرژی باد یک منبع انرژی تجدید پذیر و پاک است و باد انرژی است که همیشه وجود دارد، فناوری‌ها و بازارهای استفاده از این انرژی در زمین به‌عنوان یک فناوری کمکی برای بهبود بهره‌وری انرژی کشتی قابل توسعه است.

استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر هدف نهایی حمل‌ونقل دریایی پایدار است در گذشته از انرژی باد (بادبان‌ها) برای حمل‌ونقل مردم و کالاها بر روی اقیانوس‌ها استفاده می‌شد.

فناوری درحال توسعه کایت دریایی ثابت می‌کند که تکنیک‌های قدیمی می‌تواند اثبات‌کننده آینده باشند و نوآوری در صنعت کشتیرانی را تسریع نمایند.

با فناوری جدید کایت دریایی می‌توان ۳۳٪ در مصرف سوخت کشتی‌ها صرفه‌جویی کرد و طبق آخرین دست‌آورد فناوری، کایت دریایی می‌تواند قدرت پیشرانده‌ای بیش از ۲ مگاوات (تقریباً معادل ۱۲۷۰۰ اسب بخار، موتور کشتی) تولید کند و این توان تولیدی از انرژی باد توسط فناوری کایت دریایی معادل صرفه‌جویی ۱۰ تن سوخت در یک روز می‌باشد؛ که با استفاده از فناوری کایت دریایی، علاوه بر کاهش مصرف سوخت و بازگشت سرمایه‌گذاری و کاهش هزینه‌های عملیاتی، هدف مهم دیگری همچون کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را نیز کاهش خواهیم داد.

شاید روزگاری نه‌چندان دور با مقرون‌به‌صرفه بودن و سودآوری تضمین‌شده شاهد بازگشت کشتی‌های تجاری با بادبان‌های افراشته شده ولی هوشمند، به جهت استفاده از انرژی پاک و کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی باشیم. شاید روزگاری کشتی‌های بادبانی هوشمند در حمل‌ونقل دریایی نقش مهم ایفا نمایند.

منابع

۱. ساداتی ساروئی، سید کاظم- داهیم، آنالی- زراعتگر، حمید (۱۳۹۷) مروری بر روش‌های نوین کاهش مصرف سوخت در کشتی‌ها. دانشگاه صنعتی امیرکبیر ۲۲-۳۱.
۲. کیان ارثی، سیروس- نیکویی فر، مجید (۱۳۹۵). بررسی روش‌های کاهش مصرف سوخت و انرژی در کشتی‌ها و اولویت‌بندی روش‌های کاهش مصرف انرژی جهت ناوگان شرکت ملی نفت کش ایران. سمینار پتروشیمی و انرژی (۸۳)، ۱۸۹-۱۹۵.
۳. دهش، سعید- سایانی، مصباح- غیائی، محمود (۱۳۹۰)، استفاده از کایت و تأثیر آن بر کاهش مصرف سوخت و آلودگی زیست‌محیطی در کشتی‌ها و تحلیل دینامیکی حرکت کایت.
۴. یونلونگ وانگو همکاران (۲۰۲۲). تحلیل توسعه فناوری نیروی محرکه کشتی با کمک باد و کمک به کاهش انتشار.

References

1. Zhi Yong Tai 1, Dimitrios Konovisis (2023), *Sustainable energy propulsion systems for maritime transport to achieve the United Nations Sustainable Development Goals: a review*
2. Energy Efficiency White Paper, The Ship Operation Cooperative Program, INC Woodville, (2016). Washington, June 2016.
3. John Carlton, Dejan Radosavljevic, (2009). Stewart Whitworth; Rudder-Propeller- Hull Interaction: The Results of Some Recent Research, In-Service Problems and Their Solutions; First International Symposium on Marine Propulsors smp'09, Trondheim, Norway, June 2009.
4. J. Kim, C. Park; (2009). Wind power generation with a par awing on ships, a proposal; Energy journal of Elsevier.
5. Second IMO GHG Study (2009), *International Maritime Organization*.
6. Regulation (EU) (2015/757), *European Parliament and the Council of the European Union*, 29 April 2015.
7. Renewable Energy Options for Shipping, Technology Brief, (2015). IRENA (international renewable energy agency), January 2015.
8. The Energy Efficiency Design index (EEDI) for new Ships, (2011). Policy Update No. 15 of the International Council on Clean Transportation, 3 October 2011.
9. Second IMO (International Maritime Organization) GHG Study (2009); *International Maritime Organization*, London, UK
10. Guidance On Treatment Of Innovative Energy Efficiency Technologies For Calculation And Verification Of The Attained Eedi And Eexi,

2021

11. <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/kitedrag.html>
12. J.C.M Breuer & R.H. Cuchsinger, (2010). "in flat-able kites", Aerospace Science Tech, 24 April 2010.
13. Massimo Ippolito and Partners. Kite wind generator. <http://www.kitewindgenerator.com>.
14. Sidhartha, J. (2012). kite Technology (Pull Shipping to Greener Future)
15. <https://turkdeniz.com/images/news/dunyanin-en-buyuk-yelkenli-gemisi-tanitildi.jpg>
16. <https://airseas.com/>
17. https://content.maltatoday.com.mt/ui/images/photos/ship_climate_change.png
18. <https://tineye.com/search/12c92d622186b0fc8e6d59f2256654ddc97b06e1?sort=score&order=desc&page=1>

استناد به این مقاله: پورشکرریز، کاوه، سجادی پارسا، سیدجعفر. (۱۴۰۲). بررسی کاهش هزینه سوخت کشتی‌ها با استفاده از فناوری کایت‌دریایی، فصلنامه خدمات دریایی و بندری، ۱ (۲)، ۵۹-۹۸.



Marine and Port Servicesch Journalis licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

Identifying Barriers to Total Productive Maintenance and Repairs (TPM) in Rescue and Rescue Boats Using Quantitative Content Analysis Method

Ali Mehrabi  *

Assistant Professor, Department of Management,
Faculty of Economics and Social Sciences, Shahid
Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Mohammad Reza Zare 

Master of Industrial Management, Faculty of
Economics and Social Sciences, Shahid Chamran
University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Abstract

As production processes became more advanced, industrial machines also became more advanced, and as a result, both their value increased materially and the role of these machines in the production process became more prominent. In such a way that sometimes the failure or failure of a device causes the entire production process to stop and cause irreparable losses for the company and customers. Therefore, new approaches were invented to meet the diverse needs of companies. One of the newest approaches is TPM or TPM. The purpose of this paper is to identify and rank the barriers to comprehensive productive maintenance and repair (TPM) in a Search and Rescue (SAR) Vessel using quantitative content analysis. This study is important because the implementation of TPM has been a big challenge due to various barriers. A quantitative content analysis involved a systematic review of the existing literature on TPM barriers, which resulted in the identification of 16 potential barriers. These 16 obstacles were then classified into seven main groups by reviewing the subject literature. The results of this study provide valuable insights into the most important barriers to be addressed in TPM implementation, which can help organizations develop more effective strategies to overcome these challenges.

Keywords: Total Productive Maintenance (TPM), TPM Barriers, Quantitative Content Analysis, Search and Rescue (SAR) Vessels.

*Corresponding Author: a.mehrabi@scu.ac.ir

How to Cite: Mehrabi, A., Zare, M. R. (2024). A Mathematical Model for Integrated Berth Allocation and Quay Crane Assignment Problem with Consideration of Collaboration Between Container Terminals of Shahid Rajaei Port. *Marine and Port Servicesch*, 1(2), 99-132.

Accepted: 14 November 2023

Review: 14 November 2023

Received: 15 October 2023

شناسایی موانع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در شناور امداد و نجات با استفاده از روش تحلیل محتوای کمی

استادیار گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی شهید چمران اهواز،
اهواز، ایران

علی مهربانی * ID

کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی شهید
چمران اهواز، اهواز، ایران

محمدرضا زارع ID

چکیده

با پیشرفته‌تر شدن فرآیندهای تولید، ماشین‌آلات صنعتی نیز پیشرفته‌تر شده‌اند و در نتیجه هم ارزش آن‌ها از لحاظ مادی افزایش یافت و هم نقش این ماشین‌آلات در فرایند تولید پررنگ‌تر شد. به گونه‌ای که بعضاً از کارافتادگی یا خرابی یک دستگاه باعث توقف کل فرآیند تولید و ایجاد زیان‌های جبران‌ناپذیر برای شرکت و مشتریان می‌شود. لذا رویکردهای جدیدی ابداع شد تا جوابگوی نیازهای متنوع شرکت‌ها باشد. یکی از جدیدترین این رویکردها، نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر یا TPM^۱ می‌باشد. هدف این مقاله شناسایی و رتبه‌بندی موانع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در یک شناور امداد و نجات با استفاده از تحلیل محتوای کمی است. پیاده‌سازی TPM به دلیل وجود موانع مختلف یک چالش بزرگ بوده است و لذا توجه به آن ضروری به نظر می‌رسد. تحلیل محتوای کمی شامل بررسی سیستماتیک ادبیات موجود در مورد موانع TPM است که منجر به شناسایی ۱۶ مانع بالقوه شد. این ۱۶ مانع سپس با بررسی ادبیات موضوعی به هفت گروه اصلی طبقه‌بندی شدند. نتایج این مطالعه بینش‌های ارزشمندی را در مورد مهم‌ترین موانعی که باید در پیاده‌سازی TPM مورد توجه قرار گیرند، ارائه می‌کند که می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا استراتژی‌های مؤثرتری برای غلبه بر این چالش‌ها ایجاد کنند.

کلیدواژه‌ها: نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM)، موانع TPM، تحلیل محتوای کمی، شناورهای امداد و نجات.

* نویسنده مسئول: a.mehrabi@scu.ac.ir

1 Total Productive Maintenance

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۳

۱. مقدمه

در دنیای رقابتی امروز، هر شرکتی سعی می‌کند تا به طریقی به سود بیشتری دست یابد. یکی از راه‌های افزایش سودآوری، کاهش هزینه‌ها است و هزینه‌های نگهداری و تعمیرات یکی از مهم‌ترین هزینه‌ها می‌باشد. برای کمینه کردن هزینه‌های نگهداری و تعمیرات استراتژی‌های گوناگونی طراحی شده است. تاریخچه نگهداری و تعمیرات نشان می‌دهد که به ترتیب نگهداری و تعمیرات خرابی^۱، نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه^۲، نگهداری و تعمیر پیش‌بینانه^۳، نگهداری و تعمیرات اصلاحی^۴، پیشگیری از نگهداری و تعمیرات^۵، نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان^۶، نگهداری و تعمیرات بهره‌ور^۷، سیستم‌های مدیریت نگهداری و تعمیرات رایانه‌ای^۸ و درنهایت نیز نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر استراتژی‌هایی بودند که به مقتضای نیاز هر دوره طراحی و استفاده شدند. جدیدترین و بهترین استراتژی از بین این استراتژی‌ها، نگهداری و تعمیرات (نت) بهره‌ور فراگیر (TPM) است؛ که هدف آن افزایش زمان در دسترس و قابلیت اطمینان ماشین‌آلات و تجهیزات تولیدی است. این روش بر مشارکت دادن کارمندان در فعالیتهای نگهداری و تعمیرات و کارا شدن تجهیزات متمرکز است (Ribeiroa, 2019: 1574 - 1581). نت بهره‌ور فراگیر اولین بار در کشور ژاپن توسعه یافت و به‌طور رسمی توسط شرکت نپون اینسون^۹ (تولیدکننده قطعات یدکی اتومبیل) از سال ۱۹۷۱ اجرا شد. نسخه اول سیستم نت بهره‌ور فراگیر به مدل ناکاجیما^{۱۰} که از بنیان‌گذاران نت بهره‌ور فراگیر است مشهور بوده است. بارزترین وجه تمایز نت بهره‌ور فراگیر، نت مستقل^{۱۱} است که طبق آن هر فرد (اپراتور)

1 Breakdown Maintenance

2 Preventive Maintenance

3 Predictive Maintenance

4 Corrective Maintenance

5 Maintenance Prevention

6 Reliability Centered Maintenance

7 Productive maintenance

8 Computerized Maintenance Management Systems

9 Nippon Enson

10 Nakajima

11 Autonomous

مسئول نگهداری از دستگاه خود می‌باشد (جلالی و مه‌پیکر، ۱۳۸۷: ۲۵-۲۶).

ابتکار محوری در اصول نت بهره‌ور فراگیر این است که اپراتورها خودشان به امور اصلی و اولیه نگهداری و تعمیرات ماشین‌های خودشان می‌پردازند؛ و مشکلات بالقوه موجود در تجهیزات، قبل از اینکه این تجهیزات دچار خرابی و رکود شوند، برطرف می‌کنند. نت بهره‌ور فراگیر دو دیدگاه و مقصود را در خود جای می‌دهد؛ صفر درصد رکود و خرابی و صفر درصد محصولات معیوب (Nakajima, 1988:50-52).

نت بهره‌ور فراگیر موجب افزایش بهره‌وری و کارایی تولید از ۱۵۰ تا ۲۰۰ درصد شده درحالی‌که هزینه‌های تولید را تا ۳۰ درصد کاهش می‌دهد (Katkamwar, 2013:1750-1754). نت بهره‌ور فراگیر به افزایش بهره‌وری مدیریت تولید کمک می‌کند و زیان‌های عمده در صنعت را حذف خواهد کرد. همچنین می‌توان از نت بهره‌ور فراگیر برای کاهش هزینه‌های مدیریت تولید در صنعت کمک گرفت (Venkatesh, 2007:3-20). نت بهره‌ور فراگیر کیفیت تولید را از طریق حذف زیان‌ها و شناسایی مشکلات در مدیریت تولید، افزایش می‌دهد (Kumar, 2017: 10).

۲. مروری بر پیشینه و ادبیات پژوهش

یافته‌ها	سال	نویسنده (گان)	
در مقاله‌ای تحت عنوان «موانع پیاده‌سازی TPM در ایران و راهکارهای احتمالی» با توجه به تجارب ۵ ساله خود، موانع بر سر راه TPM را در چهار محور بحرانی مشکلات و موانع ساختاری، مشکلات و موانع انسانی، مشکلات و موانع تجهیزاتی و مشکلات و موانع مالی دسته‌بندی می‌کند.	۱۳۸۶	ساده، فرهاد	پیشینه داخلی
با استفاده از بررسی مقالات موجود به شناسایی موانع پیاده‌سازی TPM پرداختند و ده مورد از پرتکرارترین این موانع در مقالات موجود را به‌عنوان موانع پیاده‌سازی TPM عنوان کردند سپس با استفاده از روش تحلیلی ساختاری (ISM) روابط بین این موانع را آشکار کردند. نبود حمایت و تعهد مدیریت ارشد، عدم آموزش، نبود انگیزش، مقاومت کارمندان، مقاومت فرهنگی، عدم در نظر گرفتن زمان کافی برای تکامل، روابط ضعیف بین بخش‌های تولید و نگهداری، نبود ارتباطات، محدودیت‌های مالی و عدم	2012	Attari et al	پیشینه خارجی

نویسنده (گان)	سال	یافته‌ها
		درک و آگاهی از TPM موانع شناسایی شده در این تحقیق بودند.
Poduval et al	2013	با بررسی پیشینه‌های موجود بیست و یک مورد از موانع اجرای TPM را شناسایی کرده و نتیجه‌گیری می‌کنند که اجرای TPM آسان نیست اما بازده بسیار زیادی دارد، همچنین پیاده‌سازی TPM نیازمند تغییر فرهنگ سازمان از «این وظیفه من نیست، وظیفه تو است» به «این وظیفه ما است» می‌باشد. عدم تعهد مدیریت ارشد، مقاومت سازمان در برابر تغییر، عدم تمایل به تخصیص منابع، فرهنگ کاری، مقاومت کارمندان، تعهد بلندمدت کارمندان و مدیران، هزینه‌های نیروی انسانی، عدم مشارکت کارکنان غیرمدیریتی، نبود مکانیزم پاداش مناسب، نبود دانش TPM، نیاز به تمرین، عدم اجرای مطالعه آزمایشی، تشکیل نامناسب تیم‌ها، نگرش نسبت به فرآیند تولید، نت مبتنی بر تعمیر، ناتوانی در برنامه‌ریزی تغییر طراحی یا نت جایگزین، فرآیند مدیریت نگهداری، مشکل در اصلاح طراحی، در دسترس نبودن رویه‌های عملیاتی استاندارد، ابزار و تجهیزات و نگهداری موجودی به مقدار زیاد موانع شناسایی شده در این پژوهش بودند.
Singh et al	۲۰۱۴	با استفاده از پژوهش‌های موجود به شناسایی موانع پیاده‌سازی TPM پرداختند و یازده مورد از پرتکرارترین این موانع در مقالات موجود را به‌عنوان موانع پیاده‌سازی TPM لیست کردند و سپس با استفاده از روش تحلیلی ساختاری (ISM) روابط بین این موانع را آشکار کردند. عدم درک و حمایت مدیریت، کمبود منابع، درک ناکافی مدیران میانی از روش و اسلوب، وجود مانع دپارتمانی در واحد تجاری، در نظر گرفتن TPM به‌عنوان کار اضافه، نبود زمان برای نت مستقل، فشار تولید، پیاده‌سازی سریع TPM و حذف برخی مراحل، عدم آموزش انفرادی، جابه‌جایی زیاد رهبری و مقاومت در برابر تغییر موانع شناسایی شده در این پژوهش بودند.
Gupta & khanna	2019	این مقاله برای بررسی موانع اجرای نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر در شرکت‌های کوچک و متوسط (SME) در هند، از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۸ تمامی مقالات با موضوع مشابه را مورد بررسی قرار داده است و ۴۵ مانع را شناسایی کرده که در ۱۳ دسته‌ی مدیریتی، سازمانی، فرهنگی، پرسنلی، مالی، استراتژیک، عملیاتی، تکنیکی، تجهیزاتی، مرتبط با مشتری، اطلاعاتی، دولتی، زیرساختی، آموزشی و روان‌شناختی قرار داده است.
Mishra	۲۰۲۱	موانع پیاده‌سازی TPM را از طریق مصاحبه رودررو با متخصصان صنعتی و

نویسنده (گان)	سال	یافته‌ها
et al		خبرگان دانشگاهی شناسایی کرده و این موانع را در چهار دسته موانع رفتاری، موانع سازمانی، موانع فرهنگی و موانع فنی قرار داده‌اند. سپس با استفاده از تحلیل ISM روابط علت و معلولی بین این موانع را شناسایی کردند.
Ratti et al	2022	با بررسی بیش از صد مقاله موانع کلیدی تأثیرگذار بر اجرای نت بهره‌ور فراگیر را شناسایی کرده‌اند. این موانع عبارت‌اند از: کمبود انگیزه، عدم تعهد مدیریت ارشد، کمبود ارتباط سازمانی، هماهنگی ناکارآمد بین بخشی، تقابل با تغییر فرهنگ سازمانی، مقاومت در برابر پذیرش سیستم جدید، نارسایی در آموزش و پرورش، تدوین ضعیف برنامه‌ریزی و استراتژی، عدم آگاهی از کیفیت و بهره‌وری، ندادن زمان کافی برای ایجاد تغییر، ناهماهنگی اهداف TPM با فعالیت‌های بخش تولید، ناتوانی‌های مالی، مقاومت در برابر تغییر توسط شرکت، نبود کار تیمی، نبود ساختار سازمانی، نبود دانش و تجربه، عدم مشارکت کامل کارکنان و موانع ارتباط بین بخش تولید و تعمیر و نگهداری.

در ادبیات گزارش شده است که پیاده‌سازی TPM به هیچ وجه کار آسانی نیست. تعداد شرکت‌هایی که با موفقیت برنامه TPM را اجرا کردند نسبتاً کم در نظر گرفته می‌شود. درحالی که چندین داستان موفقیت در مورد TPM وجود دارد، موارد مستندی از شکست در اجرای برنامه‌های TPM در موقعیت‌های مختلف نیز وجود دارد. TPM نه تنها تعهد، بلکه ساختار و جهت را نیز می‌طلبد. برخی از مشکلات برجسته در اجرای TPM عبارت‌اند از: مقاومت فرهنگی در برابر تغییر، اجرای جزئی TPM، انتظارات بیش از حد خوش‌بینانه، فقدان یک‌روال مشخص برای دستیابی به اهداف اجرا (اثربخشی تجهیزات)، عدم آموزش، فقدان ارتباطات سازمانی و اجرای TPM برای انطباق با هنجارهای اجتماعی به جای دستیابی به تولید در کلاس جهانی. (Ahuja & Khamba, 2007: 709-756)

شکست سازمان‌ها در نهادینه کردن موفقیت‌آمیز برنامه مؤثر اجرای TPM به دلیل نبود سیستم پشتیبانی برای تسهیل یادگیری و تبدیل یادگیری به اشاعه مؤثر شیوه‌های TPM

است. شکست سازمان‌ها در بهره‌برداری موفقیت‌آمیز از پتانسیل واقعی TPM را همچنین می‌توان به سردرگمی در مورد اینکه دقیقاً چه چیزی TPM را تشکیل می‌دهد، عدم اجماع مدیریت، دست کم گرفتن اهمیت دانش، انتظارات ناسازگار و نامشخص، نادیده گرفتن اصول اولیه و اجرای TPM در یک سیستم و ساختار سازمانی موجود که پشتیبانی لازم را ارائه نمی‌کند نسبت داد. مشاهده شده است که شرکت‌هایی که در برنامه‌های پیاده‌سازی TPM شکست خورده‌اند، اغلب از توسعه روش‌های اساسی بهبود مستمر، مشارکت کل کارکنان، تیم‌های متقابل عملکردی که از اجرای تکنیک‌های TPM پشتیبانی می‌کنند، غفلت کرده‌اند (Ahuja & Khamba, 2007: 709-756).

یکی دیگر از عوامل مهم در شکست برنامه اجرای TPM، ناتوانی سازمان در جلوگیری از مقاومت در برابر تغییر است. مقاومت در برابر تغییر اشکال مختلفی دارد، مانند عدم تمایل افراد به تغییر نقش (Riis et al, 1997: 349-366 & Cooke, 2000: 1003-1016)، ناتوانی در ایجاد نارضایتی از وضعیت فعلی (دلیل تغییر) (maggard & rhyne, 1992: 60-10) و ناتوانی در تغییر نقش‌ها و فرهنگ سازمانی (Lawrence, 1999: 62-69). بسیاری از محققین تلاش کرده‌اند تا توضیح دهند که چرا خرابی‌ها و اثرات نامطلوب رخ می‌دهد؛ کرافورد و همکاران (۱۹۸۸) به مشکلات متعددی که سازمان‌ها در راستای اجرای موفقیت‌آمیز ابتکارات تولید ناب از جمله TPM با آن‌ها مواجه هستند اشاره کرده‌اند. این مشکلات شامل مقاومت فرهنگی در برابر تغییر، فقدان آموزش، فقدان ارتباطات سازمانی، استفاده از اندازه‌گیری عملکرد نامناسب و کیفیت پایین است (crawford et al, 1988: 1561-1568).

باکرجان (۱۹۹۴) بیان کرده است که بسیاری از سازمان‌هایی که سعی در اجرای طرح‌های TPM دارند، با مشکلاتی مواجه می‌شوند و قادر به دستیابی به مزایای پیش‌بینی‌شده نیستند. شکست یک سازمان در اجرای موفقیت‌آمیز برنامه TPM به موانع مختلفی از جمله عدم پشتیبانی و درک مدیریت، فقدان آموزش کافی، عدم در نظر گرفتن زمان کافی برای تکامل نسبت داده شده است (Bakerjan, 1994).

هیس و پیسانو (۱۹۹۴) بر این باورند که درحالی که برنامه‌هایی مانند JIT، TQM و TPM در بخش تولید گسترش یافته‌اند، به نظر می‌رسد مدیریت از سرمایه‌گذاری در این برنامه‌ها بدون درک کامل الزامات اجرای آن‌ها و تأثیر آن‌ها بر عملکرد کلی تولید راضی است. محور مشکلاتی که بسیاری از شرکت‌ها با برنامه‌های بهبود تجربه کرده‌اند این است که بیشتر شرکت‌ها به جای تمرکز بر مفهوم، مهارت‌ها و قابلیت‌هایی که یک برنامه بهبود را قادر می‌سازد تا به نتایج دلخواه خود دست یابد، بر سازوکار برنامه تمرکز می‌کنند (Hayes & Pisano, 1994: 77-84).

مک‌آدام و دافنر (۱۹۹۶) توضیح داده‌اند که هنگام تلاش برای پیاده‌سازی TPM در یک محیط اتحادیه، مسائل زیادی به وجود می‌آید. کارگران می‌ترسند که تنها انگیزه از این کار بهبود کارایی تولید، کاهش نیروی کار و افزایش حجم کار کارکنان باشد. بسیاری از اپراتورها مسئولیت اضافی نمی‌خواهند و از وضعیت به این شکلی که هست راضی هستند. علاوه بر این، مشاغل ماهر از احساس ضروری بودن لذت می‌برند و فکر می‌کنند که فعالیت نت مستقل امنیت شغلی آن‌ها را تهدید می‌کند (McAdam & Duffner, 1996: 613-630).

دیویس (۱۹۹۷) دلایل مختلفی را برای شکست TPM در سازمان‌های تولیدی بریتانیا بیان کرده است، از جمله عدم تعهد مدیریت ارشد، استقرار مشاوران بی‌تجربه، فقدان ساختار، عدم اجرای تغییرات در بخش تولید، عدم آموزش برای کارکنان، عدم مشارکت کارکنان و ساختار ضعیف برای حمایت از ابتکارات (Davis, 1997).

فردندال و همکاران (۱۹۹۷) پیشنهاد کرده‌اند که مانع بالقوه‌ای که اغلب بر اجرای TPM تأثیر می‌گذارد، ناتوانی سازمان‌ها در هماهنگی شیوه‌های منابع انسانی، سیاست‌های مدیریت و فناوری است. مجموع این مشکلات منعکس‌کننده فقدان سیستمی است که از اجرای برنامه‌های تولید در کلاس جهانی مانند JIT، TQM و TPM پشتیبانی کند (Fredendall et al, 1997: 440-453).

لارنس (۱۹۹۹) بیان کرده است که بسیاری از برنامه‌های TPM شکست می‌خورند

شناسایی موانع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در شناور...؛ مهرابی و زارع | ۱۰۷

زیرا سازمان‌ها قادر به تغییر فرهنگ خود نیستند؛ بنابراین، یک روش جامع اجرای TPM ضروری است.

کوک (۲۰۰۰) شکست برنامه پیاده‌سازی TPM را به ناتوانی مدیریت در اجرای کلی شیوه‌های TPM در محل کار نسبت می‌دهد و تأکید می‌کند که انحرافات جدی بین سیاست‌های رسمی تعیین‌شده TPM و شیوه‌های واقعی مستقر در محل کار مشاهده شده است.

مورا (۲۰۰۲) بیان کرده است که اگرچه در سال‌های اخیر، بسیاری از شرکت‌ها برای اجرای برنامه‌های TPM تلاش کرده‌اند، کمتر از ۱۰ درصد از شرکت‌ها موفق به اجرای TPM شده‌اند. اجرای TPM مستلزم تغییر فرهنگ سازمانی و تغییر رفتارهای موجود کلیه کارکنان، اپراتورها، مهندسان، تکنسین‌های نگهداری و تعمیر و مدیران است. فرآیند اجرای TPM مملو از موانع و مشکلات بوده است (Mora, 2002).

رودریگز و هاتاکیاما (۲۰۰۶) پیشنهاد کرده‌اند که عواملی که در شکست برنامه اجرای TPM نقش دارند عبارت‌اند از: افزایش ریتم روزانه تولید با همان تیم؛ کمبود زمان برای نگهداری و تعمیر مستقل؛ اپراتورهایی که هم‌زمان بیش از یک ماشین را فرمان می‌دهند؛ استرس کاری؛ اجرای TPM به روشی سریع با حذف برخی از مراحل تثبیت؛ عدم آموزش شخصی (نه تنها فنی، بلکه مدیریتی)؛ عدم پیگیری پیشرفت برنامه و ارزیابی آن؛ اهدافی که محقق نمی‌شوند و بدون توضیح باقی می‌مانند؛ ناآگاهی اپراتورها از تکامل برنامه TPM؛ تعهد غیرواقعی روسا و کارکنان مافوق؛ نرخ تغییر رهبری بالا، کاهش سرمایه‌گذاری بدون معیارهای مشخص برای اپراتورها و کارکنان نگهداری و تعمیر (Rodrigues & Hatakeyama, 2006: 276-279).

۳. مبانی نظری

منشأ شکل‌گیری نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر TPM

در طول دهه ۱۹۷۰ و به‌خصوص دهه ۱۹۸۰، به دلیل افزایش رقابت خارجی و نوآوری سریع فناوری جدید، بسیاری از سازمان‌ها چاره‌ای جز انتخاب مجدد سرمایه‌گذاری، به-

روزرسانی فناوری تولید، تنظیم مجدد سازمان کاری و ویژگی‌های محصول، نداشتند. در این شرایط tpm در ژاپن توسعه یافت. TPM یک فلسفه منحصربه‌فرد ژاپنی است که بر اساس مفاهیم و متدولوژی‌های نگهداری و تعمیرات بهره‌ور توسعه یافته است (Ahuja & Khamba, 2007: 709-756). این مفهوم برای اولین بار توسط نیپون دینسو^۱ ژاپن، تأمین‌کننده شرکت تویوتا ژاپن در سال ۱۹۷۱ معرفی شد (Ahuja & Khamba, 2007: 709-756).

نسخه اول سیستم نت بهره‌ور فراگیر به مدل ناکاجیما^۲ که از بنیان‌گذاران نت بهره‌ور فراگیر است مشهور بوده است. بارزترین وجه تمایز نت بهره‌ور فراگیر، نت مستقل^۳ است که طبق آن هر فرد (اپراتور) مسئول نگهداری از دستگاه خود می‌باشد (جلالی و مه‌پیکر، ۱۳۸۷). ناکاجیما معتقد است که فعالیت‌های نت بهره‌ور فراگیر بر حذف شش زیان بزرگ متمرکز است که عبارت‌اند از: خرابی تجهیزات، زمان نصب و راه‌اندازی، هدر رفت زمان و توقف‌های کوتاه، سرعت کم، نقص در فرآیند و بازده پایین (ناکاجیما، ۱۹۸۸).

نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر یک رویکرد نوآورانه برای نگهداری و تعمیرات است که اثربخشی تجهیزات را بهینه می‌کند، خرابی‌ها را حذف می‌کند و نگهداری و تعمیر مستقل توسط اپراتورها را از طریق فعالیت‌های روزانه شامل کل نیروی کار ارتقا می‌دهد (Bhadury, 200: 240-251).

اهداف TPM

هدف TPM افزایش رقابت‌پذیری سازمان‌ها است و شامل یک رویکرد ساختاریافته قدرتمند برای تغییر طرز فکر کارکنان است که در نتیجه تغییر قابل‌مشاهده‌ای در فرهنگ کاری یک سازمان ایجاد می‌کند. نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر به دنبال درگیر کردن تمام سطوح و عملکردها در یک سازمان برای به حداکثر رساندن اثربخشی کلی تجهیزات تولید است (Ahuja & Khamba, 2007: 709-756).

1 Nippon Denso

2 Nakajima

3 Autonomous

اهداف نت بهره‌ور فراگیر به شرح زیر می‌باشد (Kedaria et al, 2016: 644-648):

۱. دستیابی به حداقل نود درصد کارایی کلی تجهیزات^۱ (OEE)؛
 ۲. کار کردن دستگاه‌ها حتی در زمان استراحت اپراتور؛
 ۳. عمل کردن به گونه‌ای که مشتری شکایتی نداشته باشد؛
 ۴. کاهش ۳۰ درصدی هزینه‌های تولید؛
 ۵. تحویل موفق صد درصدی کالاها به همان گونه‌ای که مشتری خواسته؛ حفظ محیطی بدون حادثه
- واژه نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در سال ۱۹۷۱ توسط مؤسسه مدیران فنی ژاپن^۲ با پنج هدف اصلی زیر تعریف شد (ناکاجیما و همکاران، ۱۹۸۸):
۱. حداکثر نمودن اثربخشی تجهیزات؛
 ۲. توسعه یک سیستم نت بهره‌ور برای کل دوره عمر تجهیزات؛
 ۳. درگیر نمودن کلیه بخش‌های صنعت در امور TPM که به امور برنامه‌ریزی، طراحی، بهره‌برداری یا نگهداری و تعمیرات دستگاه‌ها می‌پردازند؛
 ۴. درگیر نمودن فعالانه کلیه کارکنان؛
 ۵. توسعه TPM از طریق مدیریت انگیزه‌ای (فعالیت‌های گروه‌های کوچک خودساخته و مستقل)

مقایسه TPM با سایر رویکردهای موجود

دسته‌بندی استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات

۱. تعمیر و نگهداری انفعالی^۳

تعمیر و نگهداری انفعالی ممکن است به عنوان یک رویکرد «آتش‌نشانی»^۴ برای تعمیر و نگهداری توصیف شود. تجهیزات مجاز است تا زمان خرابی کار کند. سپس تجهیزات

1 Overall Equipment Efficiency

2 Japan Institute of Plant Maintenance

3 Reactive Maintenance

4 Firefighting Approach

خراب تعمیر یا تعویض می‌شوند (پاز^۱ و لیف^۲، ۱۹۹۴). تحت تعمیر و نگهداری انفعالی، ممکن است تعمیرات موقت به‌منظور بازگرداندن تجهیزات به کار انجام شود و تعمیرات دائمی به زمان دیگری موکول شود (گالیمور^۳ و پنلسکی^۴، ۱۹۸۸). تعمیر و نگهداری واکنشی به کارخانه اجازه می‌دهد تا مقدار نیروی انسانی تعمیر و نگهداری و هزینه صرف شده برای کار کردن تجهیزات را به حداقل برساند (وانزیل^۵ و اُتیس^۶، ۱۹۹۲).

۲. تعمیر و نگهداری فعال^۷

تعمیر و نگهداری فعال یک استراتژی برای تعمیر و نگهداری است که به‌موجب آن از خرابی‌ها از طریق فعالیت‌هایی که خرابی تجهیزات را نظارت می‌کنند و تعمیرات جزئی برای بازگرداندن تجهیزات به شرایط مناسب انجام می‌دهند، جلوگیری می‌شود (سوانسون، ۲۰۰۱). این فعالیت‌ها، از جمله تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و پیش‌بینانه، احتمال خرابی غیرمنتظره تجهیزات را کاهش می‌دهد (سوانسون، ۲۰۰۱).

۳. تعمیر و نگهداری تهاجمی^۸

یک استراتژی تعمیر و نگهداری تهاجمی فراتر از تلاش برای جلوگیری از خرابی تجهیزات است (سوانسون، ۲۰۰۱). یک استراتژی تعمیر و نگهداری تهاجمی، مانند TPM، به دنبال بهبود عملکرد کلی تجهیزات است (سوانسون، ۲۰۰۱). تعمیر و نگهداری ممکن است از طریق مشارکت در تلاش برای بهبود طراحی تجهیزات جدید و موجود در این بهبودها مشارکت کند (سوانسون، ۲۰۰۱).

TPM یک رویکرد تعمیر و نگهداری تهاجمی^۹ است که به دنبال بهبود عملکرد

1 Paz

2 Leigh

3 Gallimore

4 Penlesky

5 Vanzile

6 Otis

7 Proactive Maintenance

8 Aggressive Maintenance

9 Aggressive

تجهیزات و درعین حال جلوگیری از خرابی تجهیزات است (سوانسون، ۲۰۰۱). یکی از تفاوت‌های نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر با دیگر استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات تهاجمی بود این استراتژی است.

هدف TPM حذف اتلاف از طریق بهینه‌سازی ابزارهای ناب مانند OEE، Root Cause Analysis، Kanban، Pokayoke است که فعال هستند و باهدف کاهش اتلاف از طریق ابتکارات ناب انجام می‌شوند. هدف تعمیر و نگهداری سنتی این است که در کاهش ضایعات و تلفات بدون استفاده از ابزارهای ناب واکنش نشان دهد.

ابتکار محوری در اصول نت بهره‌ور فراگیر این است که اپراتورها خودشان به امور اصلی و اولیه نگهداری و تعمیرات ماشین‌های خودشان می‌پردازند. آن‌ها ماشین‌ها را در شرایط مناسب و مطلوب برای بهره‌برداری، نگهداری نموده و توانایی‌ها و آگاهی‌های خود را در دستیابی به مسائل و مشکلات بالقوه موجود در تجهیزات، قبل از اینکه این تجهیزات دچار خرابی و رکود شوند، افزایش می‌دهند.

مراحل پیاده‌سازی TPM

رویکردهای زیادی توسط دست‌اندرکاران و محققین مختلف برای پیاده‌سازی TPM در سازمان‌های مختلف با محیط‌های مختلف برای کسب شایستگی‌های تولیدی برای دستیابی به اهداف و مقاصد سازمانی پیشنهاد شده است. مشاهده شده است که بسیاری از سازمان‌ها با به کارگیری استراتژیک رویکرد هشت رکن به سمت اجرای TPM، از یک فرآیند اجرای دقیق JIPM-TPM پیروی می‌کنند (واکارو، ۱۹۸۸). ناکاجیما همچنین ۱۲ گام مربوط به توسعه و اجرای برنامه TPM را در چهار مرحله ترسیم کرده است (ناکاجیما، ۱۹۸۸). این ۱۲ گام از فعالیت‌های توسعه پایه پشتیبانی می‌کنند که حداقل الزامات توسعه TPM را تشکیل می‌دهند. این ۱۲ گام شامل: اعلام تصمیم مدیریت ارشد برای معرفی TPM، راه‌اندازی آموزش و کمپین برای معرفی TPM، ایجاد سازمان‌هایی برای ترویج TPM، معین کردن خط‌مشی‌ها و اهداف اولیه TPM، تدوین طرح جامع توسعه TPM، راه‌اندازی TPM، ایجاد سیستمی برای ارتقای کارایی سیستم تولید، بهبود اثربخشی هر

قطعه از تجهیزات، ایجاد یک برنامه نگهداری و تعمیر مستقل، تهیه یک برنامه نگهداری و تعمیر برنامه‌ریزی شده برای بخش نگهداری و تعمیر، آموزش برای بهبود مهارت‌های بهره‌برداری و نگهداری و تعمیر، توسعه برنامه مدیریت تجهیزات اولیه، ایجاد تشکیلات حفظ کیفیت، ایجاد سیستم‌هایی برای بهبود کارایی اداره و سایر بخش‌های غیرمستقیم، ایجاد سیستم‌هایی برای کنترل ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست، اجرای کامل TPM و ترقی TPM.

هارتمن فرآیند اجرای TPM دیگری را بیان کرده است که اجرای مدل ناکاجیما را ساده می‌کند (هارتمن^۱، ۱۹۹۲).

فاز ۱. بهبود عملکرد و در دسترس بودن تجهیزات به بالاترین سطح موردنیاز (بهبود متمرکز):

- مشخص کردن عملکرد و در دسترس بودن فعلی تجهیزات (OEE فعلی)
- مشخص کردن وضعیت تجهیزات.
- مشخص کردن نگهداری و تعمیراتی که تاکنون بر روی تجهیزات انجام شده است.

- تجزیه و تحلیل زیان‌های تجهیزات.
 - توسعه و رتبه‌بندی نیازها و فرصت‌های بهبود تجهیزات.
 - ایجاد نیازها و فرصت‌های بهبود راه‌اندازی و تغییر.
 - فرصت‌های بهبود را طبق فعالیت برنامه‌ریزی شده اجرا کنید.
 - نتایج را بررسی کنید و در صورت نیاز به بهبود ادامه دهید.
- فاز ۲. نگهداری تجهیزات در بالاترین سطح موردنیاز از عملکرد و در دسترس بودن (نت مستقل، نت برنامه‌ریزی شده، حفظ کیفیت):

- نیازهای برنامه‌ریزی شده نگهداری و تعمیرات، تمیزکاری، روغن‌کاری را برای هر دستگاه ایجاد کنید.

- روش‌های نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده، تمیز کردن و روغن‌کاری

برنامه‌ریزی شده را توسعه دهید.

- روش‌های بازرسی را برای هر ماشین توسعه دهید.
- سیستم‌های نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده، روغن کاری، تمیز کاری و بازرسی برنامه‌ریزی شده را توسعه دهید.
- دستورالعمل‌های نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده را توسعه دهید.
- اجرای نت برنامه‌ریزی شده، تمیز کاری و روغن کاری طبق فعالیت‌های برنامه زمان‌بندی و برنامه‌ریزی شده.

• نتایج را بررسی کنید و در صورت نیاز اصلاحات را در سیستم اعمال کنید.
فاز ۳. ایجاد روش‌هایی برای خرید تجهیزات جدید و توسعه فرآیندهای جدید با سطح مشخصی از عملکرد بالا و هزینه چرخه عمر پایین^۱ (پیشگیری از نگهداری و تعمیر، حفظ کیفیت):

- توسعه جزئیات مهندسی^۲
- دریافت بازخورد از عملیات تولید بر اساس تجربه تجهیزات فعلی.
- دریافت بازخورد از عملیات نگهداری و تعمیر بر اساس تجربه تجهیزات فعلی
- رفع مشکلات گذشته در طراحی تجهیزات جدید و فناوری فرآیند.
- طراحی قابلیت‌های تشخیصی با تجهیزات و فرآیندهای جدید.
- آموزش در مورد تجهیزات و فرآیندهای جدید را زود (قبل از استقرار) شروع کنید.

- پذیرش و استقرار تجهیزات و فرآیندهای جدید فقط در مواردی که جزئیات مهندسی را برآورده کرده یا فراتر از آن داشته باشند.

نجیب^۳ (۱۹۹۳) یک نقشه راه پنج مرحله‌ای برای اجرا پیشنهاد کرده است که شامل:

^۱ چرخه عمر پایین (Low Life Cycle): رویکردی است که هزینه کل یک دارایی را در طول چرخه عمر آن شامل هزینه‌های سرمایه اولیه، هزینه‌های نگهداری، هزینه‌های عملیاتی و ارزش باقیمانده دارایی در پایان عمر آن ارزیابی می‌کند.

^۲ Engineering Specifications

^۳ Naguib

یک برنامه آگاهی برای به دست آوردن تعهد و حمایت مدیریت؛ بازسازی سازمان تولیدی برای ادغام نگهداری و تعمیر در ماژول‌های تولید؛ برنامه‌ریزی برای پوشش فعالیت‌های TPM مربوط به اثربخشی تجهیزات، سیستم مدیریت نگهداری و تعمیر و بهبود محل کار و نیروی کار؛ یک فرآیند پیاده‌سازی مبتنی بر کار تیم‌های متقابل^۱، چند مهارتی و خودگردان؛ و یک فرآیند ارزیابی برای «بستن حلقه» فرآیند پیاده‌سازی و تعیین مسیرهایی برای بهبود مستمر.

یکی دیگر از رویکردهای غربی ساده‌شده «مدل پنج ستونی» است که توسط اشتاین باخر و اشتاین باخر (۱۹۹۳) پیشنهاد شده است؛ فرآیند اجرای TPM در بالاترین سطح نیاز به مقداردی اولیه، پیاده‌سازی و نهادینه‌سازی دارد. در این مدل، «آموزش و تمرین» عنصر جدایی‌ناپذیر همه ارکان است.

۴. بحث و تحلیل یافته‌ها

۴.۱. تحلیل محتوای کمی

مراحل کلی در تحلیل محتوای کمی به شرح زیر می‌باشد:

۱. سؤال تحقیق را تعریف کنید: مشخص کنید که از محتوایی که تجزیه و تحلیل خواهید کرد چه چیزی می‌خواهید بدانید. این به شما کمک می‌کند تا مقوله‌های کدگذاری و مقیاس‌های اندازه‌گیری مناسب را انتخاب کنید.

در اینجا سؤال پژوهش ما این است که: (موانع اجرای نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر چه هستند؟)

۲. یک نمونه انتخاب کنید: زیرمجموعه‌ای نماینده از محتوایی که می‌خواهید تجزیه و تحلیل کنید انتخاب کنید. بسته به سؤال تحقیق شما و ویژگی‌های جامعه‌ای که نمونه خود را از آن می‌گیرید نمونه می‌تواند یک نمونه تصادفی، یک نمونه طبقه‌بندی‌شده یا یک نمونه هدفمند باشد.

۱ گروهی از افراد با تخصص‌های عملکردی متفاوت است که برای رسیدن به یک هدف مشترک کار می‌کنند.

در این پژوهش نمونه هدفمند و شامل بیست مقاله پر استناد با موضوع موانع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر می‌باشد.

۳. ایجاد مقوله‌های کدگذاری: فهرستی از مقوله‌ها ایجاد کنید که به شما امکان می‌دهد متغیرهای موردعلاقه در محتوای خود را اندازه‌گیری کنید. این مقوله‌بندی‌ها باید متقابلاً منحصر به فرد و جامع باشند، به این معنی که هر واحد محتوا باید در یک و تنها یک دسته قرار گیرد.

با بررسی ادبیات موضوعی مقوله‌های زیر به عنوان مقوله‌های ایجادشده برای این پژوهش در نظر گرفته شدند:

موانع رفتاری، موانع فرهنگی، موانع تکنیکی، موانع عملیاتی، موانع دپارتمانی (بین بخشی)، موانع استراتژیک و موانع مالی.

۴. قوانین کدگذاری را تعریف کنید: دستورالعمل‌های واضحی برای نحوه کدگذاری هر دسته ایجاد کنید. این دستورالعمل‌ها شامل تعریف معیارهای اختصاص دادن یک واحد محتوا به یک دسته و مشخص کردن تعداد دفعات کدگذاری یک دسته در یک واحد محتوا (به عنوان مثال، یک بار، چند بار) است. در این تحقیق قوانین کدگذاری در هر یک از دسته مقولات شناسایی شده به شرح زیر می‌باشد:

۱. موانع رفتاری: این دسته شامل عوامل مرتبط با نگرش‌ها، باورها و رفتارهای افراد است که مانع اجرای TPM می‌شود. قوانین کدگذاری برای این دسته شامل موارد زیر می‌باشد: کدگذاری یک واحد محتوا به عنوان محتوای واجد مانع رفتاری در صورتی انجام می‌شود که:

- به مقاومت در برابر تغییر، بی‌انگیزگی، نبود کار تیمی یا ارتباط ضعیف بین کارکنان اشاره کند.
- به عدم مالکیت یا مشارکت کارکنان در فرآیند TPM اشاره کند.
- به عدم پاسخگویی یا پیگیری مدیران یا سرپرستان در اجرای TPM اشاره کند.

۲. موانع فرهنگی: این دسته شامل عوامل مرتبط با ارزش‌ها، هنجارها و باورهای سازمان

است که مانع اجرای TPM می‌شود. قوانین کدگذاری برای این دسته می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

کدگذاری یک واحد محتوا به عنوان محتوای واجد مانع فرهنگی در صورتی انجام می‌شود که:

- به عدم همسویی بین TPM و مأموریت یا استراتژی کلی سازمان اشاره کند.
- عدم تأکید بر بهبود مستمر یا یادگیری در فرهنگ سازمان را نشان دهد.

۳. موانع تکنیکی: این دسته شامل عوامل مرتبط با فناوری، تجهیزات و فرآیندهای مورد استفاده در سازمان است که مانع اجرای TPM می‌شود. قوانین کدگذاری برای این دسته شامل موارد زیر می‌باشد:

کدگذاری یک واحد محتوا به عنوان محتوای واجد مانع تکنیکی در صورتی انجام می‌شود که:

- به تجهیزات قدیمی یا منسوخ اشاره شده باشد که اجرای TPM را دشوار می‌کند.
- به آموزش یا تخصص ناکافی کارکنان در استفاده از ابزار و تکنیک‌های TPM اشاره کند.
- به شیوه‌های نگهداری یا تعمیر ناکافی اشاره می‌کند که اجرای TPM را دشوار می‌کند.

۴. موانع دپارتمانی: این دسته شامل عوامل مرتبط با ساختار و سازمان‌دهی بخش‌های درون سازمانی است که مانع اجرای TPM می‌شود. قوانین کدگذاری برای این دسته شامل موارد زیر می‌باشد:

کدگذاری یک واحد محتوا به عنوان محتوای واجد مانع دپارتمانی در صورتی انجام می‌شود که:

- به مشکلات ارتباطی بین بخش‌ها اشاره کند که اجرای TPM را دشوار می‌کند.
- اولویت‌ها یا اهداف متضاد بین بخش‌ها و ناهماهنگی را ذکر کند که اجرای

TPM را دشوار می‌کند.

۵. موانع مالی: این دسته شامل عوامل مربوط به هزینه و محدودیت‌های بودجه مرتبط با اجرای TPM می‌باشد. قوانین کدگذاری برای این دسته شامل موارد زیر می‌باشد:

کدگذاری یک واحد محتوا به عنوان محتوای واجد مانع مالی در صورتی انجام می‌شود که:

- هزینه‌های اولیه بالای مرتبط با پیاده‌سازی ابزارها و تکنیک‌های TPM را ذکر کند.

- به بودجه ناکافی اختصاص داده شده برای اجرای TPM و پرداخت پاداش در سراسر سازمان اشاره شود.

- بازگشت سرمایه (ROI) ناکافی یا دوره بازپرداخت مرتبط با پیاده‌سازی ابزارها و تکنیک‌های TPM را ذکر کند.

۶. موانع عملیاتی: این دسته شامل عوامل مربوط به عملیات روزانه و گردش کار در سازمان است که مانع اجرای TPM می‌شود. قوانین کدگذاری برای این دسته شامل موارد زیر می‌باشد:

کدگذاری یک واحد محتوا به عنوان محتوای واجد مانع عملیاتی در صورتی انجام می‌شود که:

- زمان یا منابع ناکافی تخصیص داده شده برای پیاده‌سازی ابزارها و تکنیک‌های TPM در طول عملیات روزانه را ذکر کند.

- به انعطاف یا سازگاری ناکافی در عملیات روزانه برای تطبیق با ابزارها و تکنیک‌های TPM اشاره کند.

- به هماهنگی یا یکپارچگی ناکافی بین عملیات روزانه و برنامه‌ریزی استراتژیک بلندمدت برای پیاده‌سازی ابزارها و تکنیک‌های TPM اشاره کند.

۷. موانع استراتژیک به عوامل مرتبط با استراتژی کلی کسب و کار و اهداف سازمان اشاره دارد که مانع اجرای TPM می‌شود. قوانین کدگذاری برای این دسته عبارت‌اند از:

کدگذاری یک واحد محتوا به عنوان محتوای واجد مانع استراتژیک در صورتی انجام می شود که:

- به عدم همسویی بین TPM و استراتژی و اهداف کلی کسب و کار برای تحول در سازمان اشاره کند.
 - به عدم اولویت بندی یا تأکید بر TPM در استراتژی و اهداف کلی کسب و کار سازمان اشاره کند.
 - به عدم یکپارچگی یا هماهنگی بین TPM و سایر طرح ها یا پروژه های تجاری کلیدی در چارچوب استراتژی و اهداف تجاری کلی سازمان اشاره کند.
- در ادامه با پیاده سازی قوانین کدگذاری در نمونه مقالات انتخاب شده، کدها (موانع) زیر استخراج شدند:

جدول ۱. موانع پرتکرار TPM

انواع موانع	رئی و همکاران ۲۰۲۲	سینگ و همکاران (۲۰۱۴)	آتری و همکاران ۲۰۱۲	پودوال و همکاران ۲۰۱۳	کی سی و همکاران ۲۰۱۲	راجش و همکاران ۲۰۱۴	میشرا و همکاران ۲۰۲۲
موانع رفتاری	عدم تعهد مدیریت ارشد	عدم درک و حمایت مدیریت	نبود حمایت و تعهد مدیریت ارشد	عدم تعهد مدیریت ارشد	عدم حمایت مدیریت ارشد	عدم تعهد مدیریت ارشد	عدم تعهد مدیریت ارشد
	مقاومت در برابر پذیرش سیستم جدید	مقاومت در برابر تغییر	مقاومت کارمندان	مقاومت کارمندان		مقاومت کارمندان	مقاومت کارکنان برای آشنا شدن با تغییرات جدید
موانع فرهنگی	تقابل با تغییر فرهنگ سازمانی		مقاومت فرهنگی		مقاومت در برابر تغییرات فرهنگی	نا توانی در تغییر فرهنگ سازمانی	مقاومت کارکنان در مقابل تغییر فرهنگ
موانع تکنیکی	نارسایی در آموزش و پرورش انفرادی	عدم آموزش	عدم آموزش			فقدان آموزش و پرورش	عدم آگاهی کارکنان نسبت به فناوری های

شناسایی موانع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در شناور ...؛ مهرابی و زارع | ۱۱۹

انواع موانع	رئی و همکاران ۲۰۲۲	سینگ و همکاران (۲۰۱۴)	آتری و همکاران ۲۰۱۲	پودوال و همکاران ۲۰۱۳	کی سی و همکاران ۲۰۱۲	راجش و همکاران ۲۰۱۴	میشرا و همکاران ۲۰۲۲
							نوین به دلیل آموزش نامناسب
موانع عملیاتی	ناهماهنگی اهداف TPM با فعالیت‌های بخش تولید		روابط ضعیف بین بخش‌های تولید و نگهداری		عدم همسویی اهداف TPM با وظایف کارکنان تولید	هماهنگی ضعیف بین بخش تعمیر و نگهداری و تولید	مقاومت کارکنان بخش تولید برای انجام وظیفه نگهداری و تعمیر
موانع تکنیکی	نبود دانش و تجربه		عدم درک و آگاهی از TPM	نبود دانش TPM	فقدان دانش پیاده‌سازی TPM	فقدان دانش فنی	
موانع فرهنگی	نبود انگیزه		نبود انگیزش			نبود انگیزه	انگیزه ناکافی در بین کارکنان سازمان برای رشد و توسعه آن
موانع بین بخشی	هماهنگی ناکارآمد بین بخشی				نبود هماهنگی - کننده با تجربه TPM	نبود هماهنگی	عدم هماهنگی بین بخش‌های مختلف شرکت
موانع استراتژیک	ندادن زمان کافی برای ایجاد تغییر		عدم در نظر گرفتن زمان کافی برای تکامل		شکست مدیریت در دادن زمان کافی به TPM برای تکامل و توسعه	در نظر نگرفتن زمان کافی برای تحول	

انواع موانع	رئی و همکاران ۲۰۲۲	سینگ و همکاران (۲۰۱۴)	آتری و همکاران ۲۰۱۲	پودوال و همکاران ۲۰۱۳	کی سی و همکاران ۲۰۱۲	راجش و همکاران ۲۰۱۴	میشرا و همکاران ۲۰۲۲
موانع رفتاری	عدم کار تیمی			تشکیل نامناسب تیم‌ها	فقدان کار تیمی		عدم وجود تیم‌های کاری متقابل (چند مهارته)
موانع فرهنگی	عدم مشارکت کامل کارکنان			عدم مشارکت کارکنان غیرمدیریتی			عدم مشارکت کارکنان در تصمیم‌گیری‌ها
موانع رفتاری	مقاومت در برابر تغییر توسط شرکت			مقاومت سازمان در برابر تغییر			مقاومت کارکنان در برابر تغییر به دلیل ترس از دست دادن شغل
موانع بین بخشی	کمبود ارتباط سازمانی		نبود ارتباطات		نبود ارتباطات مؤثر از سوی مدیریت ارشد		
موانع تکنیکی						نبود سیستم‌های مدیریت تعمیر و نگهداری کامپیوتری (CMMS)	فقدان خدمات کافی سیستم‌های مدیریت تعمیر و نگهداری کامپیوتری (CMMS) در شرکت‌ها
					عدم وجود ابزارهای نظارتی در TPM		فقدان سیستم مناسب برای ارزیابی اجرای TPM در

شناسایی موانع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در شناور ...؛ مهرابی و زارع | ۱۲۱

انواع موانع	رئی و همکاران ۲۰۲۲	سینگ و همکاران (۲۰۱۴)	آتری و همکاران ۲۰۱۲	پودوال و همکاران ۲۰۱۳	کی سی و همکاران ۲۰۱۲	راجش و همکاران ۲۰۱۴	میشرا و همکاران ۲۰۲۲
					حین اجرا		مرحله اولیه
موانع مالی	ناتوانی‌های مالی		محدودیت‌های مالی				
				نبود مکانیزم پاداش مناسب			عدم وجود سیستم پاداش، تشویق و اعتبار مناسب برای ایجاد انگیزه در کارکنان

در این مرحله کدهای شناسایی شده با توجه به قوانین کدگذاری به معیارها تخصیص داده شدند:

ردیف	موانع پرتکرار	زیر معیارها	معیارها
۱	عدم تعهد مدیریت ارشد	عدم تعهد مدیریت ارشد	موانع رفتاری
۲	عدم درک مدیریت		
۳	نبود حمایت و تعهد مدیریت ارشد		
۴	بی تفاوتی مدیریت ارشد		
۵	عدم حمایت و درک در رفتار مدیریت		
۶	مقاومت در برابر پذیرش سیستم جدید	مقاومت در برابر تغییر	
۷	مقاومت در برابر تغییر		
۸	مقاومت کارمندان		
۹	مقاومت کارکنان برای آشنا شدن با تغییرات جدید		
۱۰	مقاومت سازمان در برابر تغییر		
۱۱	مقاومت کارکنان در برابر تغییر به دلیل ترس از دست دادن شغل		
۱۲	مقاومت در برابر تغییر توسط شرکت		
۱۳	نبود کار تیمی	نبود کار تیمی	

ردیف	موانع پرتکرار	زیر معیارها	معیارها
۱۴	تشکیل نامناسب تیم‌ها		
۱۵	فقدان کار تیمی		
۱۶	عدم وجود تیم‌های کاری متقابل (چند مهارت‌ه)		
۱۷	تقابل با تغییر فرهنگ سازمانی	مقاومت فرهنگی	
۱۸	مقاومت فرهنگی		
۱۹	مقاومت در برابر تغییرات فرهنگی		
۲۰	نا توانی در تغییر فرهنگ سازمانی		
۲۱	مقاومت کارکنان در مقابل تغییر فرهنگ		
۲۲	نبود انگیزه	نبود انگیزش	
۲۳	انگیزه ناکافی در بین کارکنان سازمان برای رشد و توسعه آن		
۲۴	بی انگیزگی		
۲۵	عدم مشارکت کامل کارکنان	عدم مشارکت کارکنان	
۲۶	عدم مشارکت کارکنان غیرمدیریتی		
۲۷	عدم مشارکت کارکنان در تصمیم‌گیری		
۲۸	امنیت شغلی	نبود امنیت شغلی	
۲۹	نبود اطمینان به آینده شغلی		
۳۰	نارسایی در آموزش و پرورش	نارسایی در آموزش و تحصیلات	
۳۱	عدم آموزش انفرادی		
۳۲	نبود آموزش مناسب		
۳۳	فقدان آموزش و پرورش		
۳۴	عدم آگاهی کارکنان نسبت به فناوری‌های نوین به دلیل آموزش نامناسب		
۳۵	نبود دانش و تجربه	فقدان دانش	
۳۶	عدم درک و آگاهی از TPM		
۳۷	نبود دانش TPM		
۳۸	فقدان دانش پیاده‌سازی TPM		
۳۹	فقدان دانش فنی		
۴۰	نبود سیستم‌های مدیریت تعمیر و نگهداری کامپیوتری (CMMS)	نبود CMMS	

شناسایی موانع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در شناور...؛ مهرابی و زارع | ۱۲۳

ردیف	موانع پرتکرار	زیر معیارها	معیارها
۴۱	فقدان خدمات کافی سیستم‌های مدیریت تعمیر و نگهداری کامپیوتری (CMMS) در شرکت‌ها	نبود ابزارهای نظارتی TPM	
۴۲	عدم وجود ابزارهای نظارتی TPM در حین اجرا		
۴۳	فقدان سیستم مناسب برای ارزیابی اجرای TPM در مرحله اولیه		
۴۴	ناهماهنگی اهداف TPM با فعالیت‌های بخش تولید	ناهمسویی بین وظایف TPM (بخش نگهداری و تعمیر) و بخش تولید	موانع عملیاتی
۴۵	روابط ضعیف بین بخش‌های تولید و نگهداری		
۴۶	عدم همسویی اهداف TPM با وظایف کارکنان تولید		
۴۷	هماهنگی ضعیف بین بخش تعمیر و نگهداری و تولید		
۴۸	مقاومت کارکنان بخش تولید برای انجام وظیفه نگهداری و تعمیر		
۴۹	هماهنگی ناکارآمد بین بخشی	عدم هماهنگی بین بخش‌های مختلف	موانع دپارتمانی (بین بخشی)
۵۰	نبود هماهنگی‌کننده با تجربه TPM		
۵۱	نبود هماهنگی		
۵۲	عدم هماهنگی بین بخش‌های مختلف شرکت		
۵۳	کمبود ارتباط سازمانی	نبود ارتباطات	
۵۴	نبود ارتباطات		
۵۵	نبود ارتباطات مؤثر از سوی مدیریت ارشد		
۵۶	ندادن زمان کافی برای ایجاد تغییر	در نظر نگرفتن زمان کافی برای ایجاد تحول	موانع استراتژیک
۵۷	عدم در نظر گرفتن زمان کافی برای تکامل		
۵۸	شکست مدیریت در دادن زمان کافی به TPM برای تکامل و توسعه		
۵۹	در نظر نگرفتن زمان کافی برای تحول		
۶۰	ناتوانی‌های مالی	محدودیت‌های مالی	موانع مالی
۶۱	محدودیت‌های مالی		

ردیف	موانع پرتکرار	زیر معیارها	معیارها
۶۲	نبود مکانیزم پاداش مناسب	نبود سیستم پاداش دهی مناسب	
۶۳	عدم وجود سیستم پاداش، تشویق و اعتبار مناسب برای ایجاد انگیزه در کارکنان		

پس از شناسایی موانع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر با استفاده از روش تحلیل محتوای کمی با نظرسنجی از پنج نفر از خبرگان دانشگاهی دو مورد از موانع حذف شده و پرسشنامه جهت تکمیل به سازمان صنایع دریایی شهید صفایی شیراز ارجاع داده شد. پس از بررسی پاسخ‌های ارسال شده شش مانع دیگر (عدم تعهد مدیریت ارشد، نبود دانش و تجربه، نبود امنیت شغلی، عدم وجود ابزارهای نظارتی TPM حین اجرا، پشتیبانی نکردن ساختار سازمانی از اجرای TPM و محدودیت‌های مالی) نیز حذف شدند و موانع به شکل زیر درآمدند:

موانع رفتاری	- مقاومت در برابر تغییر - نبود کار تیمی - نبود انگیزه - عدم مشارکت کارکنان
موانع فرهنگی	مقاومت فرهنگی
موانع تکنیکی	- نبود آموزش کافی - نبود CMMS
موانع عملیاتی	ناهمسویی بین وظایف TPM (بخش نگهداری و تعمیر) و بخش تولید
موانع دپارتمانی (بین بخشی)	- عدم هماهنگی بین بخش‌های مختلف - نبود ارتباطات کافی
موانع استراتژیک	در نظر نگرفتن زمان کافی برای ایجاد تحول
موانع مالی	نبود سیستم پاداش دهی مناسب

پس موانع شناسایی شده به شکل زیر درمی آیند:

نمودار ۱. موانع اجرای نت بهره‌ور فراگیر در شناور امداد و نجات



در ادامه توضیحات مربوط به هریک از موانع آورده شده است:

۱. موانع رفتاری: این دسته شامل عوامل مرتبط با نگرش‌ها، باورها و رفتارهای افراد است که مانع اجرای TPM می‌شود
۲. موانع فرهنگی: این دسته شامل عوامل مرتبط با ارزش‌ها، هنجارها و باورهای سازمان است که مانع اجرای TPM می‌شود.
۳. موانع تکنیکی: این دسته شامل عوامل مرتبط با فناوری، تجهیزات و فرآیندهای مورد استفاده در سازمان است که مانع اجرای TPM می‌شود.
۴. موانع دپارتمانی: این دسته شامل عوامل مرتبط با ساختار و سازمان‌دهی بخش‌های درون‌سازمانی است که مانع اجرای TPM می‌شود.
۵. موانع مالی: این دسته شامل عوامل مربوط به هزینه و محدودیت‌های بودجه مرتبط با اجرای TPM می‌باشد.

۶. موانع عملیاتی: این دسته شامل عوامل مربوط به عملیات روزانه و گردش کار در سازمان است که مانع اجرای TPM می‌شود.
۷. موانع استراتژیک به عوامل مرتبط با استراتژی کلی کسب و کار و اهداف سازمان اشاره دارد که مانع اجرای TPM می‌شود.

نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر شناسایی موانع پیاده‌سازی نت بهره‌ور فراگیر (TPM) بوده است. برای تحقق این هدف، در پژوهش حاضر از روش تحلیل محتوای کیفی بهره‌برده شده است. ابزار گردآوری داده‌ها در بخش کیفی منابع کتابخانه‌ای بوده است و بعد از آن، تحقیق میدانی در بخش کیفی ابتدا با ارسال پرسشنامه برای پنج نفر از خبرگان دانشگاهی و سپس ارسال آن برای ۳۶ نفر از خبرگان انجام شد که در نتیجه آن موانع اجرای نت بهره‌ور فراگیر در شناور کلاس SAR شناسایی شد.

در بررسی‌های کتابخانه‌ای مشخص شد که موانع رفتاری مرتبط با عدم حمایت مدیریت ارشد، نبود کار تیمی و مقاومت در برابر تغییر از سوی کارکنان و سازمان است؛ این موانع در صورتی که کارکنان توسط بخش منابع انسانی تحت آموزش‌های مناسب قرار بگیرند قابل حل است. موانع فرهنگی ناشی از مقاومت فرهنگی، بی‌انگیزگی، عدم مشارکت کارکنان و نبود امنیت شغلی است؛ مقاومت فرهنگی در سازمان‌ها مسئله‌ای تازه‌ای نیست و با استفاده از استراتژی‌هایی مثل ارتباطات و آگاه‌سازی، مشارکت و درگیرسازی، تسهیل و حمایت، مذاکره و توافق و... قابل حل است. بی‌انگیزگی و عدم مشارکت کارکنان نیز به کمک مشوق‌های مالی و دخالت دادن کارکنان در تصمیم‌گیری‌ها و نبود امنیت شغلی با اطمینان دادن به کارکنان در باره‌ی آینده شغلی آن‌ها قابل حل است. نارسایی در آموزش و تحصیلات، فقدان دانش TPM، نبود CMMS و نبود ابزارهای نظارتی TPM در دسته‌ی موانع تکنیکی قرار می‌گیرند که با تخصیص منابع مالی و تأکید بر روی آموزش قابل پیشگیری است. موانع عملیاتی از عدم همسویی اهداف TPM با وظایف کارکنان تولید ناشی می‌شود که در صورتی که وظایف نت ذیل وظایف کارکنان بخش تولید بازتعریف

شود به حل این مانع کمک خواهد شد. موانع دپارتمانی از عدم هماهنگی بین بخش‌های مختلف و نبود ارتباطات سرچشمه می‌گیرد. موانع استراتژیک برخاسته از در نظر نگرفتن زمان کافی برای ایجاد تحول است و موانع مالی ناشی از محدودیت‌های مالی و نبود سیستم پاداش‌دهی مناسب است.

پیشنهادهای کاربردی

- در جهت برطرف شدن موانع شناسایی شده در این پژوهش پیشنهادهای زیر ارائه می‌شوند:
- تدوین دوره‌ی آموزشی برای مدیران به منظور آشنایی با TPM (رفع موانع تکنیکی)
- اطمینان دادن به کارکنان از اینکه تغییرات پیش‌رو تغییراتی مثبت بوده و باعث تعدیل نیرو نخواهد شد (رفع موانع رفتاری).
- فرهنگ‌سازی برای پذیرش تغییر (رفع موانع رفتاری)
- تشویق روحیه کار تیمی و ایجاد تیم‌های چندمهارته برای حل مشکلات سازمان (رفع موانع رفتاری)
- در نظر گرفتن مشوق‌های مالی برای کارمندان (رفع موانع مالی)
- مشارکت دادن کارمندان در تصمیم‌گیری‌ها (رفع موانع رفتاری)
- برگزاری کلاس‌های آموزشی مداوم برای کارکنان به منظور بهبود توانایی‌های آن‌ها (رفع موانع تکنیکی)
- تشویق نیروهایی که چند مهارت مختلف دارند و ترغیب کارکنان به چندمهارته شدن (رفع موانع بین بخشی)
- برگزاری کلاس‌های آموزشی با موضوع TPM برای کارکنان بخش نت و تولید (رفع موانع بین بخشی)
- ایجاد زیرساخت‌های مناسب جهت استفاده از تکنولوژی روز و پیاده‌سازی CMMS (رفع موانع تکنیکی)
- تدوین یک سیستم نظارتی مناسب برای بررسی پیشرفت پروژه پیاده‌سازی TPM (استفاده از نرم‌افزار MS Project پیشنهاد می‌شود) (رفع موانع استراتژیک)

- بازتعریف وظایف بخش تولید و گنجاندن فعالیت‌های نت در ذیل آن
- ایجاد سیستم ارتباطی مناسب بین بخش‌های مختلف سازمان به‌خصوص بخش نت و بخش تولید (رفع موانع بین بخشی)
- تخصیص بودجه کافی برای پروژه TPM (رفع موانع مالی)
- تدوین سیستم پاداش و تشویق مؤثر (رفع موانع مالی)

منابع

ساده، فرهاد (۱۳۸۶). «موانع پیاده‌سازی TPM در ایران»، چهارمین کنفرانس بین‌المللی نگهداری و تعمیرات ایران، تهران.

محمدی جلالی، ناصر؛ و مه پیکر، محمدرضا. (۱۳۸۷). *نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر*، چاپ سوم. مشهد: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

References

- Ahuja, I.P.S., & Khamba, J.S. (2008). «Total productive maintenance: literature review and directions». *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709-756.
- Attri, Rajesh., Grover, Sandeep., Dev, Nikhil., & Kumar, Deepak. (2012). «Analysis of barriers of total productive maintenance (TPM)». *International Journal System Assur Engineering Management*, doi: 10.1007/s13198-012-0122-9.
- Bakerjan, R. (1994). *Tool and Manufacturing Engineers Handbook*. 4th ed. New York: Continuous Improvement.
- Bamber, C.J., Sharp, J.M. & Hides, M. (1999). «Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: a UK manufacturing case study perspective». *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5(3), 162-181.
- Becker, S.W. (1993). «TQM does work: ten reasons why misguided efforts fail». *Management Review*, 82(5), 303- 304.
- Bhadury, B. (2000). «Management of productivity through TPM». *Productivity*, 41(2), 240-251.
- Cooke, F.L. (2000). «Implementing TPM in plant maintenance: some organizational barriers». *International Journal of Quality & Reliability Management*, 17(9), 1003-1016.
- Crawford, K.M., Blackstone, J.H. Jr., & Cox, J.F. (1988). «A study of JIT implementation and operating problems». *International Journal of Production Research*, 26(9), 1561-1568.
- Cua, K.O., McKone, K.E. & Schroeder, R.G. (2001). «Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance». *Journal of Operations Management*, 19(6), 675-694.
- Davis, R. (1997). «Making TPM a part of factory life». TPM Experience (Project EU 1190, DTI, Findlay, sponsored by the DTI.
- Dossenbach, T. (2006). «Implementing total productive maintenance». *Wood and Wood Products*, 111(2), 29-32.

- Fredendall, L.D., Patterson, J.W., Kennedy, W.J. & Griffin, T. (1997). «Maintenance modeling, its strategic impact». *Journal of Managerial Issues*, 9(4), 440-453.
- Hayes, R.H. & Pisano, G.P. (1994). «Beyond world class: the new manufacturing strategy», *Harvard Business Review*, 72(1), 77-84.
- K C,Ng & Goh, Gerald & Eze, Uchenna. (2012). «Barriers in total productive maintenance implementation in a semiconductor manufacturing firm: A case study». *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. 377-381. 10.1109/IEEM.2012.6837765.
- Katkamwar, S.G., Wadatkar, S.K. & Paropate, R.V. (2013). «Study of total productive maintenance & its implementing approach in spinning industries». *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 4(5), 1750-1754.
- Kedaria, Vijay D., Deshpande, & Vivek A. (2013). «Implementation of Total Productive Maintenance Methodology: A Review». *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 644-648.
- Kumar, H. (2017). «Role of TPM Paradigms in Achieving». *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 6(8), 10. <https://doi.org/10.15680/Ijirset.2016.0608116>.
- Lawrence, J.J. (1999). «use mathematical modeling to give your TPM implementation effort an extra boost». *J. Qual. Maint. Eng.* 5(1), 62–69.
- Maggard, B.N. & Rhyne, D.M. (1992). «Total productive maintenance: a timely integration of production and maintenance». *Production and Inventory Management Journal*, 33(4), 6-10.
- McAdam, R. & Duffner, A.M. (1996). «Implementation of total productive maintenance in support of an established total quality programme». *Total Quality Management & Business Excellence*, 7(6), 613-630.
- Mishra, P., Rajesh Gupta, Gajanand., & Sharma., Anita. (2021). «Development of a Model for Total Productive Maintenance Barriers to Enhance the Life Cycle of Productive Equipment». 28th CIRP Conference on Life Cycle Engineering.
- Moore, R. (1997). «Combining TPM and reliability-focused maintenance». *Plant Engineering*, 51(6), 88-90.
- Mora, E. (2002). «The Right Ingredients for a Successful TPM or Lean Implementation». available at: www.tpmonline.com.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. Portland, OR: Productivity Press.
- Poduval, Prasanth S., Pramod, V. R., V. P., & Jagathy Raj. (2013). «Barriers

- in TPM Implementation in Industries». *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2(5). 28-34.
- Rathi, Rajeev., Singh, Mahipal., Sabique, Mohammed., Al Amin, Mohammad., Saha, Sujit., & Krishnaa, Molleti Hari. (2022). «Identification of total productive maintenance barriers in Indian manufacturing industries», *Materials Today: Proceedings*, 50(5), 2022, 736-742.
- Ribeiroa, I. M., Godinab, R., Pimentel, c., Silvad, F. J., & Matiasa, J. C. (2019). «Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line». 29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2019), 1574- 1581. Limerick, Ireland: Elsevier B.V.
- Riis, J., Luxhoj, J. & Thorsteinsson, U. (1997). «A situational maintenance model». *International Journal of Quality & Reliability Management*, 14(4), 349-66.
- Robinson, C.J. and Ginder, A.P. (1995). *Implementing TPM: The North American Experience*. Portland, OR: Productivity Press.
- Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). «Analysis of the fall of TPM in companies». *J. Mater. Process. Technol.* 179 (1-3), 276–279.
- Roup, J. (1999). «Moving beyond TPM to total plant reliability: redefining the concept to optimize benefits». *Plant Engineering*, 53(2), 32-35.
- Sekine, K. & Arai, K. (1998). *TPM for the lean Factory-Innovative Methods and Worksheets for Equipment Management*. Portland, OR: Productivity Press.
- Shirose, K. (1992), *TPM for Operators*. Portland, OR: Productivity Press Inc.
- Singh, Abhishek Jain Rajbir Bhatti Harwinder. (2014). «Total productive maintenance (TPM) implementation practice». *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(3), 293 – 323.
- Sun, H., Yam, R. & Wai-Keung, N. (2003). «The implementation and evaluation of total productive maintenance (TPM) – an action case study in a Hong Kong manufacturing company». *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 22(3), 224-228.
- Venkatesh, J. (2007). «An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)». The Plant Maintenance Resource Center, 3–20.
- Voss, C.A. (2005). «Paradigms of manufacturing strategy re-visited». *International Journal of Operations & Production Management*, 25(12), 1223-1227.
- Wal, R.W.E., & Lynn, D. (2002). «Total productive maintenance in a South African pulp and paper company: a case study». *The TQM Magazine*,

14(6), 359-366.

Witt, C.E. (2006). «TPM: the foundation of lean». *Material Handling Management*, 61(8), 42-45.

استناد به این مقاله: مهرابی، علی، زارع، محمدرضا. (۱۴۰۲). شناسایی موانع نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در شناور امداد و نجات با استفاده از روش تحلیل محتوای کمی، فصلنامه خدمات دریایی و بندری، ۱ (۲)، ۹۹-۱۳۲.



Marine and Port Servicesch Journalis licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

The Role of Chabahar in the Establishment of Regional Peace and Cooperation (With Emphasis on India and China)

Saeed Gholami  *

MA in Middle East and North African Studies,
Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Roya Kohzad Nozari 

Master of International Relations, Allameh
Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

Geopolitical situations become favorable among political actors when they create power in terms of political, economic, geostrategic and geopolitical values. Geopolitical positions, due to their geographical weight; can provide the basic needs of that political actor (country or state). Chabahar has such a position due to its high geopolitical weight in terms of influence. Due to geopolitical, political, and economic reasons, Chabahar region has a strategic nature for the mobility and development of the eastern half of Iran, and as a result, the entire country, and it is also very suitable for regional and extra-regional countries in terms of global integration. Iran is one of the countries in the world that has good transit advantages due to being in a very favorable geographical location. Considering the water borders in the north and south of the country, as well as its strategic position in the North-South Corridor, Iran's ports play an important role in trade and integration. In this regard, Chabahar Port has a special position among the country's ports in the East-West and North-South communication corridors; an attribute attracted the attention of several regional and extra-regional countries. The main question of the current research is: "What role does Chabahar Port play in promoting regional peace and cooperation?" It should be noted that the method of collecting information is a library one and it was done using primary and secondary sources; including documents, books, articles, and reliable internet websites. The short answer to the above-mentioned question is that Chabahar has significant strategic, geopolitical and geoeconomic capacities due to its proximity to the Oman Sea and Gwadar Port of Pakistan and also

*Corresponding Author: politicgholami@gmail.com

How to Cite: Gholami, S., Kohzad Nozari, R. (2024). T The Role of Chabahar in the Establishment of Regional Peace and Cooperation (With Emphasis on India and China). *Marine and Port Servicesch*, 1(2), 133-178.

Accepted: 26 October 2023

Review: 26 October 2023

Received: 20 September 2023

because of being located in the main route of the Belt and Road Initiative as well as the Cotton Road. Because of these attributes, regional and trans-regional actors have paid a great deal of attention to Chabahar, and hence it can play a constructive and key role in promoting regional peace and cooperation.

Keywords: Chabahar, China, India, Peace and Cooperation.

نقش چابهار در استقرار صلح و همکاری‌های منطقه‌ای (با تأکید بر کشورهای هند و چین)

کارشناسی ارشد مطالعات خاورمیانه و شمال آفریقا، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

سعید غلامی * 

کارشناسی ارشد روابط بین‌الملل، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

رؤیا کوهزاد نودری 

چکیده

موقعیت‌های ژئوپلیتیکی هنگامی بین کنشگران سیاسی مطلوبیت پیدا می‌کنند که از نظر ارزش‌های سیاسی، اقتصادی، ژئواستراتژیک و ژئوپلیتیکی؛ ایجادکننده قدرت باشند؛ به عبارتی به‌علت وزن جغرافیایی که دارند؛ می‌توانند تأمین‌کننده نیازهای اساسی آن کنشگر سیاسی (کشور و یا دولت) باشند. منطقه چابهار به‌علت وزن ژئوپلیتیکی بالا از منظر تأثیرگذاری، چنین موقعیتی را داراست. منطقه چابهار به‌علل ژئوپلیتیکی، سیاسی، اقتصادی دارای ماهیتی استراتژیک برای تحرک و توسعه نیمه‌ی شرقی ایران و در نتیجه تمامی کشور و نیز کشورهای منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای برای همگرایی جهانی؛ بسیار مناسب است. کشور ما از جمله کشورهایی در دنیاست که به جهت قرار گرفتن در موقعیت جغرافیایی بسیار مطلوب از مزیت‌های ترانزیتی خوبی برخوردار است. همچنین با توجه به بسط مرزهای آبی در شمال و جنوب و نیز موقعیت استراتژیک کشور در کریدورهای شمال-جنوب، بندرهای کشور نقشی مهم در تجارت و همگرایی ایفا می‌کنند. در این راستا، بندر چابهار در مسیر راه‌گذر ارتباطی شرق-غرب و شمال-جنوب، دارای موقعیت ویژه‌ای در بین بنادر کشور است که در پی آن، مورد توجه روزافزون کشورهای منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای گوناگون قرار گرفته است. اکنون سؤال اصلی پژوهش این است که بندر چابهار در ترویج صلح و همکاری منطقه‌ای، از چه نقشی برخوردار است؟ لازم به ذکر است که روش جمع‌آوری اطلاعات به روش کتابخانه‌ای است و با استفاده از منابع‌های اولیه و ثانویه که شامل سندها، کتاب‌ها، مقاله‌ها و سایت‌های اینترنتی معتبر انجام گردیده است؛ اما پاسخ کوتاه آن که چابهار به لحاظ نزدیکی به دریای عمان، بندر گوادر پاکستان و واقع شدن در مسیر کلان پروژه راه-کمر بند و همچنین جاده کتان از ظرفیت‌های قابل توجه استراتژیک، ژئوپلیتیکی و ژئواکونومیک برخوردار می‌باشد که مورد توجه بازیگران منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای قرار گرفته است و از این رو می‌تواند نقش سازنده و کلیدی را در ترویج صلح و همکاری منطقه‌ای ایفا نماید.

کلیدواژه‌ها: چابهار، چین، هند، صلح و همکاری.

مقدمه

سواحل دریاها و اقیانوس‌ها در طی تاریخ بشری، بستی پرجاذبه برای سکونت بشر بوده است؛ اما تا سده شانزدهم، خشکی‌ها مرکز اصلی اقتصاد انسان بشمار می‌رفت. در این بین، اقتصاد بین‌المللی بر مبنای زمین قرار داشت، ولیکن بعد از سده شانزدهم میلادی فصل تازه‌ای در نگرش انسان شروع گردید که موجب تغییر از اقتصاد زمین محور به دریا محور گردید؛ به نحوی که پایه اقتصاد بین‌المللی بر مبنای دریا و قدرت دریایی صورت گرفت و منطقه‌های ساحلی از اهمیت فوق‌العاده‌ای در فرایند پیشرفت ملل برخوردار گردیدند. تاکنون بهره‌مندی از دریا یکی از علل مهم پیشرفت اقتصادی و سیاسی حکومت‌ها بود. عقیده این است که دسترسی آب‌های آزاد شرطی مهم جهت دستیابی به قدرت بین‌المللی است. اقیانوس هند با گستره‌ای به اندازه ۷۵ میلیون کیلومتر مربع، سومین گستره دریایی دنیا که راهبردی و اقتصادی است و قلب اقیانوس‌ها نام دارد. این پهنه آبی در سده ۲۱ وارد دنیای جدیدی شد. در دهه اخیر، وقایع بی‌شماری توجه کانون‌های سیاسی را به این منطقه جذب نموده؛ به‌طوری که اقتصاد این سده در این منطقه رقم خواهد خورد. اساسی‌ترین این نمود، تغییر در اتخاذ مواضع سیاست اقتصاد بین‌المللی در برابر عرضه و توزیع و بهره‌مندی از منبع‌های انرژی، مخصوصاً نفت و گاز و حفظ امنیت راه‌های انتقال انرژی به کشورهای خواهان انرژی است؛ و نیز بهره‌مندی قدرت‌های بین‌المللی و فراملی اقیانوس هند به بازارهای قاره کهن، مخصوصاً آسیای مرکزی، کشور افغانستان و قاره اروپا از اساسی‌ترین این امور محسوب می‌گردد. همچنین کوشش کشورهای حصار شده در خشکی آسیای مرکزی و افغانستان جهت بهره‌مندی به اقیانوس هند از وقایع مهمی است که به مسئله‌ای بین‌المللی تبدیل شده است به عبارت دیگر، از دو دهه پیش تاکنون به مباحث همکاری‌های منطقه‌ای سوق یافته است. در بحث اهمیت این موضوع می‌توان گفت که چابهار موقعیتی بسیار مهمی از لحاظ اقتصادی، سیاسی، فنی و بدین جهت شناخت این منطقه و اینکه این ظرفیت‌ها چگونه می‌تواند کمک بکند به استقرار صلح و همگرایی و همکاری منطقه‌ای در این منطقه، به‌ویژه برای کشورمان، ضرورت دارد تا این پژوهش انجام گیرد.

چارچوب مفهومی: همگرایی منطقه‌ای

همگرایی

همگرایی روندی است که طی آن کشورهای متفاوت به صورت داوطلبانه متقاعد می‌شوند تا فعالیت‌های خویش را به سمت مرکزیت جدیدی جهت کسب هدف‌های مشترک در سایه قدرتی منطقه‌ای جهت دهند (احمدی پور و قادری حاجت، ۱۳۸۹: ۷۷). هاگت معتقد است کشورها به نیت اتحاد سیاسی- اقتصادی و دفاعی برای ائتلاف گردهم می‌آیند تا حداکثر منافعشان را رفع نمایند (هاگت، ۱۳۷۵: ۳۹۴). اتحادها از مجموعه‌ای از منافع کشورها رخ می‌نماید. این منفعت‌ها ممکن است مکمل یا مشابه هم باشند، اما دستیابی به آن‌ها نیازمند هماهنگی کشورهاست (بیلیس و دیگران، ۱۳۷۴: ۲۴۳). همگرایی یعنی: نزدیک گردیدن افراد به سوی نقطه‌ای ویژه که عمدتاً به مثابه هدف مشترکشان شناخته می‌شود و واگرایی در مقابل آن به معنی جدایی از یکدیگر و دور گردیدنشان از هدف مشترک و حرکت به سمت هدف‌های ویژه است (حافظ‌نیا، ۱۴۰۱: ۳۷۳).

عوامل و زمینه‌های همگرایی

۱. مشخصه‌های مشترک فرهنگی تاریخی: مثل زبان، تجربه تاریخی، ایدئولوژی، دین و مذهب، نژاد، قومیت، خاندان و آداب و رسوم مشترک،
۲. شکل طبیعی و جغرافیایی و بهره‌مندی از کشورهای جغرافیایی مختلف و یکپارچه: مانند شبه جزیره، خلیج، فلات قاره، دریا، شبه قاره و غیره مثل اتحادیه پاسفیک، نفتا، وحدت آفریقا،
۳. تهدیدات مشترک: شامل مواردی چون: امنیتی، اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و ...،
۴. سلايق، منافع و نقش اشتراکی: مانند گروه ۸، بازار مشترک اروپا، اوپک و ...،
۵. حوائج و وابستگی‌های متصل در بسترهای متفاوت: مانند آ. سه. آن، اکو و ...؛
۶. قدرت برتر و نیروهای سیاسی و جغرافیایی بالا که نقش تأسیس و رهبری همگرایی را به دوش می‌کشند: مثل کشورهای استعمارگر، قدرت‌های فرمانطقه‌ای و فراملی،

۷. ارتباط عاطفی و سیاسی رهبرهای حکومت‌ها: نظیر: فدراسیون امارات متحده عربی؛

۸. پیوندهای تمدنی: مثل تمدن اسلامی، اروپایی، اسلاوی و ...؛ (حافظ‌نیا، ۱۴۰۱: ۳۷۴).

نمودار ۱. فرایندهای همگرایی و واگرایی.

منبع. یعقوبی، عزتی و رومینا، ۱۳۹۸. ۷۹.



ژئوپلیتیک و ظرفیت‌های لجستیکی چابهار

شهرستان چابهار با وسعتی تقریباً ۱۷۱۵۵ کیلومتر مربع در انتهای جنوب شرقی کشورمان در نزدیکی آب‌های گرم دریای عمان و اقیانوس هند هست. این شهرستان از سمت شمال به شهرستان‌های ایرانشهر و نیک شهر و از جنوب به دریای عمان و از شرق به کشور پاکستان و از غرب به استان‌های کرمان و هرمزگان متصل است (عزتی و شکری، ۱۳۹۱: ۸).

از بین ۳ راه گذر حمل و نقل بین‌المللی که متخصصان سازمان ملل گفته‌اند، دو راه گذر از کشورمان می‌گذرد و چابهار نقطه گذر جنوبی‌ترین راه گذر شرقی-غربی-جهان است چابهار، در پروژه توسعه محور شرق، محور ترانزیتی شرق نام دارد (پورپویان و دیگران، ۱۳۸۹: ۱۵۷). این راه گذر در کشور چین «دروازه ابریشم» از شروع می‌گردد و قلب اقتصاد چین یعنی استان کانتون^۱ را طی کرده و به منطقه آسیای جنوب شرقی می‌رسد و بعد از طی این طریق وارد کشور هند گردیده و با پوشش مهم‌ترین شهرهای این ناحیه نظیر: کلکته، ناکپور، جایپور، حصیرآباد، کراچی و بن قاسم به چابهار می‌رسد.

بندر چابهار بهترین مسیر دسترسی به آب‌های آزاد برای ۶ کشور حصار شده در خشکی در منطقه آسیای مرکزی است این منطقه به وسیله شبکه حمل و نقل زمینی و هوایی از شمال به کشورهای آسیای مرکزی و افغانستان، از شرق به کشور پاکستان و از جنوب به اقیانوس هند متصل می‌شود. دستیابی مستقیم به آب‌های آزاد و قرار داشتن در خارج از منطقه خلیج فارس و نیز عدم آسیب‌پذیری در بروز بحران، موقعیت راهبردی ویژه، از دیگر شاخصه‌های چابهار است (عزتی و شکری، ۱۳۹۱: ۹).

نقشه (۱). موقعیت جغرافیایی خلیج چابهار

منبع. اثنی عشر، ۱۳۹۶.



در ادامه به ظرفیت‌های لجستیکی بندر چابهار اشاره می‌گردد.

- استریپ و استافینگ کانینر (cfz): انباری که در داخل آن بارها انباشته و یا از کانینر

1. Canton

تخلیه می شود.

- انبار کردن منطقه‌ای که کالا قبل از تحویل به کشتی یا صاحب کالا برای مدتی در آنجا نگهداری می شود.
- ترکیب و توزیع: مکانی می باشد جهت ادغام و انبار کردن کالاهایی که مقصد مشترک دارند.
- خدمات ارزش افزوده: فعالیت‌هایی که قبل از حمل کالا باعث ایجاد ارزش افزوده کالا می شود، مثل مونتاژ، پردازش و برچسب زدن (سعادت‌ی جعفرآبادی، ۱۳۹۶: ۱۶۶).

توانمندی‌های بندر چابهار

الف: خارج بودن از محدوده بحران در خلیج فارس

بندر چابهار قبل از انقلاب اسلامی حیات نداشت و کشتیرانی با شروع جنگ تحمیلی و مورد هجوم واقع شدن بنادر امام و خرمشهر و با توجه به تعدد کشتی‌های تجاری به آن بنادر در سال ۱۳۶۰ تصمیم به افتتاح یک نمایندگی در بندر کنارک نمود و با شروع بهره‌برداری اسکله و نصب سریع بندر شهید بهشتی نمایندگی آن از بندر کنارک به بندر چابهار انتقال یافت و شروع فعالیت آن از سال ۱۳۶۲ شروع شد. جنگ تحمیلی ۸ ساله این تجربه را به مسئولان اجرایی جمهوری اسلامی ایران آموخت که باید به جنوب شرق کشور و سواحل دریای عمان خصوصاً بنادر خارج از دهانه تنگه هرمز بیشتر توجه نمود و بندر چابهار در مواقع بحرانی در منطقه خلیج فارس زمانی که امکان استفاده از سایر بنادر میسر نباشد، بندر چابهار بهترین گزینه برای استفاده و بهره‌برداری است و این خارج بودن از محدوده بحران در خلیج فارس می تواند یک توانمندی خوب برای این بندر اقیانوسی بوده و از این مزایای ژئوپلیتیکی برخوردار گردد.

ب: جنوبی‌ترین نقطه عبور کریدر (شرق- غرب) در جهان

بنابر اعلام کارشناسان سازمان ملل، چابهار یکی از مهم‌ترین نقاط عبور در راه گذر ترانزیت و حمل و نقل کالا و جنوبی‌ترین آن در راه گذر (شرق-غرب) است نقش این

بندر، مانند پلی میان کشورهای عضو اکو و آسه آن و سایر کشورهای منطقه آسیا دارد و موقعیت رقابت‌ناپذیر این بندر را در امر ترانزیت تثبیت می‌کند و مسیر آن در تجارت جهانی نزدیک‌ترین و کم‌هزینه‌ترین مسیر به کشورهای افغانستان و آسیای میانه شناخته شده است این پل ارتباطی می‌تواند هم درآمد اقتصادی را برای جنوب شرق کشور و منافع اقتصادی ملی داشته باشد و هم امنیت متقابلی برای ایران و کشورهای همسایه و درگیر این پل ارتباطی، ایجاد نماید. کشورهای شرق و جنوب آسیا با غرب آسیا می‌توانند از این پل ارتباطی عبور کرده و ایران از این فرصت به نفع خود استفاده نماید (صدر، ۱۳۹۱: ۱۱).

پ: بهترین مسیر اقتصادی کالا به افغانستان

چابهار به صورت بالقوه و بر اساس شرایط و امکانات، بهترین و کم‌هزینه‌ترین مسیر برای کشور افغانستان برای تأمین کالاهای مورد نیاز و همچنین صدور کالا است. تکمیل شدن راه شیرخان در شمال افغانستان تا بندر چابهار، باعث بسط ارتباطات اقتصادی در این ناحیه می‌گردد. تکمیل شدن راه ترانزیتی زمینی زرنج- دل آرام و سرعت بخشیدن به ترانزیت کالا از منطقه آزاد چابهار به افغانستان می‌تواند این مسیر را توسعه بخشد (باقری‌زاده، ۱۳۸۷)، بندر چابهار در مقایسه با بندرعباس ۳۳۰ مایل به افغانستان نزدیک‌تر است، بنابراین توسعه این بندر اقیانوسی می‌تواند آن را از بندرعباس مستقل نماید. استفاده از نیروی انسانی، حق ترانزیت و توسعه بازارهای مرزی و حمل و نقل منطقه‌ای می‌تواند از مزایای ارتباط بین بندر چابهار با مرزهای غربی افغانستان با ایران باشد. در همین ارتباط ترانزیت سوخت به مثابه کوتاه‌ترین مسیر ترانزیتی از منطقه آزاد چابهار به افغانستان می‌تواند تحول عمده‌ای را در روابط دو کشور ایجاد نماید. متأسفانه به دلیل ایجاد یک فضای ناامن در افغانستان به دلیل حضور نیروهای آمریکایی و ناتو و درگیری با طالبان این فضای تعامل را هنوز بین دو کشور در بندر چابهار ایجاد نکرده است (ماهنامه چابهار، ۱۳۸۸: ۹).

ت: کوتاه‌ترین مسیر آسیای مرکزی به آب‌های آزاد بین‌المللی

مسیر ۱۷۴۰ کیلومتری چابهار به مرز ترکمنستان، کوتاه‌ترین مسیر کل کشورهای این

منطقه به آب‌های آزاد بین‌المللی است به عبارتی با صرفه‌ترین و کم‌هزینه‌ترین راه ترانزیتی جهت تأمین نیازهای آسیای میانه به منطقه آزاد چابهار است اتصال خط راه آهن سرخس-مشهد-چابهار تحول عظیمی در امر تبادل کالا و سوخت و فعال شدن کرویدر و حمل‌ونقل شمال-جنوب خواهد شد که کشورهای عضو آسیای مرکزی و عضو اکو می-توانند بیشترین بهره را از آن ببرند. به‌غیراز ترکمنستان، اتصال بندر اختا قراقستان از این طریق به بندر چابهار مشکل ترانزیت این کشور و راه یافتن آن به آب‌های گرم دریای عمان و اقیانوس هند را برطرف خواهد نمود و ایران از طریق هاب منطقه‌ای می‌تواند کشورهای همسایه را به یک وابستگی متقابل برساند و با همکاری‌های تجاری و اقتصادی به یک کشور محوری در منطقه تبدیل شود، در این میان بندر چابهار به‌علت داشتن این خصوصیات بعد از بندرعباس شرایط تبدیل شدن به یک بندر هاب منطقه‌ای را دارد (باقری‌زاده، ۱۳۸۷).

ث: بندر چابهار عمق استراتژیک آب‌های جنوب شرق ایران

ایران در سواحل و آب‌های جنوب شرق دارای عمق استراتژیک ویژه‌ای است که توان ایران را در برخورد با چالش‌های ژئواستراتژیک ارتقاء می‌دهد. کشورهای همسایه نظیر پاکستان، هندوستان و حتی عمان فاقد این عمق بوده و حتی در زمان درگیری پاکستان با هندوستان در دهه ۷۰ میلادی در مقاطع زمانی مختلف پاکستان از عمق استراتژیک ایران به نفع خود سود جست و از فرودگاه زاهدان جهت سوخت‌گیری هواپیماهای جنگنده خود استفاده می‌کرد. عمان نیز شرایط مشابهی در زمان حمله چریک‌های ظفار از عین در دهه ۱۹۷۰ میلادی از فرودگاه کنارک استفاده کرد. بنابراین از این عمق می‌توان در مانورهای نظامی با کشورهای همسایه استفاده نمود و از قدرت نظامی هوایی و دریایی توانمند استفاده نمود (حافظ‌نیا، ۱۳۸۴: ۱۴).

چین و چابهار

ابتکار جاده ابریشم چین

در ماه سپتامبر ۲۰۱۳ شی جینگ پینگ، رئیس‌جمهور چین در سفری به منطقه آسیای مرکزی، طرح ابتکار کمربند اقتصادی جاده ابریشم را عنوان نمود. وی در دانشگاه نظربایف قزاقستان، پیشنهاد کرد که چین و آسیای مرکزی در کنار هم کمربند اقتصادی جاده ابریشم را جهت همکاری‌های بیش‌ازپیش در منطقه بسازند. او بُعدهای اساسی این طرح را این‌طور عنوان نمود: ارتباطات سیاسی، متصل نمودن مسیری از پاسیفیک تا دریای بالتیک و تشکیل یک شبکه ترانزیتی که به آسیای شرقی، غرب و جنوب آسیا متصل می‌شود، تسهیل نمودن تجارت؛ گردش مالی و تعاملات برابر (Fedorenko, 2013:20).

کمربند اقتصادی جاده ابریشم بیشتر از یک راه‌گذر ترانزیتی مانند طرح اروپایی «کریدور حمل‌ونقل اروپا-قفقاز-آسیا» (تراسیکا^۱) است این صرفاً یک راه تجاری جهانی و تبادل فرهنگی میان شرق و غرب نیست، بلکه راه راهبردی درازمدتی در مقیاس بزرگ می‌باشد؛ و نیز جاده ابریشم دریایی قرن بیست و یکم، راه‌گذر اقتصادی چین-پاکستان است که راه‌گذر اقتصادی بنگلادش-چین-هند-میانمار را شامل می‌شود (Habova, 2015:64-65). تمرکز اصلی این راه پیوند دادن زیرساخت‌های ترانزیتی میان قاره‌های آسیا و اروپاست. این طرح یک شبکه گسترده‌ای از بزرگراه‌ها، راه‌آهن سریع‌السير، خط لوله‌ها و شبکه‌های فیبرنوری میان اورآسیا را در بر می‌گیرد. انجام این راهبرد بزرگ به چین کمک می‌کند تا یکپارچگی اقتصادی خویش با کشورهای غربی را گسترش می‌دهد؛ و نیز برای چین سکویی جهت طرح‌ریزی نفوذ سیاسی آن در چرخش غربی در مرکز اورآسیا به وجود خواهد آورد. چین خود را به‌مثابه منبع اصلی سرمایه-گذاری برای اجرای مراحل متنوع این طرح اعلام می‌نماید. در این چهارچوب، تصویر کلان جاده ابریشم نوین نشان می‌دهد که هدف راهبردی درازمدت چین، تقویت استفاده از یوآن (پول واحد چین) برای نقل و انتقالات جهانی و کاهش تکیه مالی به آمریکاست

1. Transport Corridor Europe-Caucasus-Asia (TRASECA)

(Fedorenko, 2013: 26).

اهداف استراتژیک چین از پروژه یک کمر بند - یک جاده

اهداف استراتژیک چین از ارائه پروژه جاده ابریشم جدید را می توان این گونه بیان نمود:

۱. پیشبرد پروژه های توسعه برای آرام کردن سین کیانگ، استان غربی ناآرام، اما غنی از نظر انرژی که جدایی طلبان اویغور در راستای تأسیس دولت ترکستان شرقی، بارها علیه دودمان هان به جنگ برخاسته اند.

۲. به وجود آوردن ثبات و یکپارچگی بیشتر در منطقه از طریق حصار کردن همسایگان غربی چین. همچنین لازم به ذکر است که رونق و شکوفایی در ناحیه ی نام برده از اروپا بسط یافته و پکن در هسته سیاسی-اقتصادی آن قرار می گیرد (سایت زمان، ۱۳۹۴). با انجام این کار، چین قصد دارد تا از ناآرامی گاه و بیگاه در استان های غربی و داخلی خود در قلب تعامل با آسیای مرکزی و جنوبی بکاهد و برای سرعت بخشیدن به توسعه و ترویج ثبات در این مناطق تلاش می کند. اگر این پروژه اجرایی شود، ابتکار جاده ابریشم چین پتانسیل دارد تا تعدادی از چالش های مهمی که چین با آن ها مواجه است را کاهش دهد.

۳. با ساخت یک جاده ابریشم از طریق کشورهای آسیای مرکزی، چین می تواند به یک مسیر ترانزیتی زمینی جایگزین برای صدور کالا به اروپا دست یابد. انتقال کالا از مسیر دریایی به اروپا فرایندی بسیار زمان بر است و تقریباً ۲۰ تا ۴۰ روز به طول می انجامد، این در حالی است که مسیر زمینی تجاری از سین کیانگ به سمت اروپای شرقی، می تواند این زمان را به ۱۱ روز کاهش دهد (زارع، ۱۳۹۴: ۷-۵). پکن ابتکارهای خود را به مثابه تلاشی برای تشویق ادغام و رشد اقتصادی در اورآسیا، به جای تلاش برای توسعه نفوذ سیاسی خود در منطقه توصیف می کند. سیاست گذاران چینی جاده ابریشم را به مثابه مکانیسمی برای ترویج صلح و ثبات در منطقه-چیزی که کهنی جینگ پینگ به مثابه سرنوشت جامعه مشترک در نظر می گیرد از طریق تقویت روابط دوجانبه چین با همسایگان خود و سازمان های بین المللی در حال توسعه که تحت تسلط قدرت های غربی نیستند، توصیف می کنند (یزدانی و شاه محمدی، ۱۳۹۳: ۱۵۰).

جایگاه چابهار در جمهوری خلق چین

کشور چین که به یکی از قطب‌های اقتصادی دنیا تبدیل شده است در رقابتی نزدیک با کشور هند قصد در دست گرفتن بازارهای آسیای میانه را دارد. کشور چین که نیاز به واردات انرژی و صادرات کالاهای خود از طریق محور ترانزیت شرق دارد. اقدام به سرمایه‌گذاری در بندر گوادر کرده است چرا که سرمایه‌گذاری در این بندر نه تنها مقاصد تجاری کشور چین را فراهم می‌سازد، بلکه فرصتی به وجود می‌آورد تا بر حاکمیت نظامی آمریکا بر منطقه نیز نظارت داشته باشد؛ اما در راه تبدیل بندر گوادر به دروازه ترانزیت محور شرق مشکلات فراوانی وجود دارد که تمامی آن‌ها به مسائل داخلی کشور پاکستان و جنوب کشور افغانستان (محل عبور راه گذر شمال- جنوب از بندر گوادر به آسیای میانه و اروپای شرقی) برمی‌گردد.

کشور پاکستان دارای مشکلاتی چون عدم وجود زیرساخت‌های حمل و نقلی، ظرفیت صنعتی و تجاری، مشکل در ساختار اجتماعی خود و ناامنی در جنوب افغانستان است اما اصلی‌ترین و مهم‌ترین مشکل موجود برای هر دو کشور چین و پاکستان، بودن بندر گوادر در استان بلوچستان پاکستان است، چرا که این منطقه به دلیل درگیری‌های قومی و طایفه‌ای، عقاید جدایی طلبانه مردم بلوچستان، این تفکر که از پیشرفت بندر گوادر چیزی عایدشان نخواهد شد و وجود گروهک‌های تروریستی چون القاعده و طالبان، همیشه صحنه درگیری مردم این منطقه با دولت مرکزی بوده است (Priego, 2018:58).

از این میان می‌توان به کشته شدن مهندس چینی در کشور پاکستان اشاره کرد. تکرار این حملات مرگبار و عدم توانایی دولت مرکزی پاکستان در دفع این گونه تحرکات، ممکن است باعث انصراف طرف چینی از ساخت و ادامه کار در بندر گوادر شود. علاوه بر ناامنی، وجود مواد مخدر و ترانزیت آن از کشور افغانستان به کشور پاکستان (طبق آمارهای موجود ۷۸ درصد از هروئین قاچاق شده کشور افغانستان به کشور پاکستان از طریق بنادری چون گوادر به سایر نقاط جهان ترانزیت می‌شود)، از دیگر مشکلات پیش روی بندر گوادر و دولت چین می‌باشد. با همه‌ی موانع یادشده، هدف اول چین ایجاد بندر

پیشرفته در گوا در است و به سختی امکان انصراف این کشور از توسعه‌ی این بندر دارد اما با توجه به مشکلات ذکر شده، کشور چین، نیم‌نگاهی نیز به بندر چابهار ایران دارد و نسبت به سرمایه‌گذاری در این منطقه ابراز تمایل کرده است. از جمله، تمایل شرکت «دابل ویو» برای سرمایه‌گذاری در زمینه‌های بنادر و راه‌آهن چابهار (اعظمی، سلطانی و محمودی، ۱۳۹۵: ۹).

چابهار و نیازمندی چین به افزایش قدرت

بر اساس تخمین‌ها کشور چین تا سال ۲۰۳۰ واردات نفت و فرآورده‌های نفتی‌اش در هر روز به ۸/۱ میلیون بشکه می‌رسد که در سند چشم‌انداز چین برنامه‌ریزی شده تا نصف این واردات از کشور عربستان سعودی انجام شود که بیشتر از ۸۵ درصد واردات نفت و فرآورده‌های نفتی چین از مسیر اقیانوس هند و تنگه مالاکا انجام شود. این احتیاج رو به رشد، سیاسیون چینی را بر آن داشته که جهت پشتیبانی از رشد و توسعه اقتصادی و تأمین احتیاج به انرژی، به دنبال منبع‌های قابل اتکای نفت و گاز باشند. در بهره‌مندی به این هدف استراتژیکی است که در طول دهه اخیر، چین تلاش کرده است که تا در مناطق راهبردی دنیا حضور و نفوذ پیدا کند. قرارداد سرمایه‌گذاری ۴۶ میلیارد دلاری چین در کشور پاکستان که در سفر شی جین پینگ، رئیس‌جمهور چین (فروردین ۱۳۹۴) عنوان گردید، نیز جدای از روندهای قبل، نیست. از حدود ۵۰ سرفصل گزارش مربوط به تفاهم‌نامه‌ها و قراردادهای دو کشور نام‌برده، تعداد زیادی از آن در بستر پروژه‌های حوزه انرژی بود. بخشی هم در بستر توسعه بندر گوا در در جنوب غربی کشور پاکستان، در حاشیه دریای عرب و نزدیک جمهوری اسلامی ایران است؛ جایی که چینی‌ها مدت‌هاست در آنجا فعالیت می‌نمایند. یکی از جذاب‌ترین قسمت‌های این سرمایه‌گذاری، ساخت «کریدور اقتصادی چین-پاکستان» هست که بندر گوا در را در چارچوب شبکه‌ای از جاده‌ها و خطوط آهن به منطقه سین کیانگ در غرب چین متصل می‌نماید. کارشناسان بر این باورند که ارتباطات جاده‌ای، توسعه اقتصادی نواحی مختلف پاکستان را در پی خواهد داشت و هم‌زمان یک گذرگاه راهبردی برای صادرات چین به خاورمیانه و اروپاست. امروزه بخش

عمده‌ای از انرژی موردنیاز چین از مسیر خلیج فارس، دریای عرب، اقیانوس هند و تنگه مالاکا تأمین می‌شود؛ درحالی که «راه‌گذر اقتصادی چین-پاکستان» از وابستگی چین به مسیرهایی که در قلمرو رقبا قرار دارد، خواهد کاست و مسیر تازه، راهی کوتاه‌تر و ارزان‌تر برای چین در دسترسی به منابع انرژی خاورمیانه فراهم می‌کند. بر پایه یافته‌های موجود، چین خط لوله ایران-پاکستان را بعد از عقد چهارچوب توافق همکاری میان ایران و شش قدرت جهانی در آوریل سال ۲۰۱۵ زنده کرد. بر پایه این توافق، پکن خط لوله را از بندر گوادر در دریای عمان، به منطقه نواب شاه در جنوب ایالت سند می‌کشد تا به شبکه توزیع گاز داخلی پاکستان پیوندد.

برای اسلام‌آباد که به شدت نیازمند انرژی است، خط لوله ایران-پاکستان اهمیت بسیاری دارد و گاز را از میدان عظیم پارس جنوبی به این کشور می‌آورد تا با تولید ۴۵۰۰ مگاوات برق، کمبودهایش در زمینه انرژی جبران شود. همچنین، این خط لوله برای پکن نیز اهمیتی راهبردی دارد و امکان واردات گاز ایران از طریق پاکستان به ایالت سین کیانگ چین در شمال باختری این کشور را فراهم می‌کند. ایالت پهناور سین کیانگ، سکونت‌گاه اقلیت ناراضی اویغور است و چین با تأمین گاز موردنیاز می‌تواند توسعه اقتصادی در این ایالت را پیش برده، به یکپارچه شدن و همگرایی این ایالت با حکومت مرکزی و تبدیل آن به دروازه چین به آسیای مرکزی شتاب بخشد. این درحالی است که پکن هم‌اکنون بیش از ۵۰ میلیارد دلار در طرح‌های زیرساخت کشورهای آسیای مرکزی سرمایه‌گذاری کرده است؛ اما با وجود سرمایه‌گذاری چین در بندر گوادر پاکستان؛ خلیج چابهار در ۳^۱ بعد اقتصادی، سیاسی و امنیتی برای چین نقش آفرین و دارای اهمیت است. این موضوع، چین را از توجه و پیوند با جنوب شرق کشور ایران به محوریت چابهار مجبور خواهد کرد و در بُعد اقتصادی، موقعیت تجاری و اقتصادی مناسبی را برای این قدرت به وجود آورده، سکوی ارتباطی مناسبی با غرب آسیا خواهد بود. در بعد امنیتی، مسلط شدن بر خلیج فارس می‌تواند یکی از مهم‌ترین هدف‌گذاری‌های چین باشد؛ چراکه در سند چشم‌انداز چین به‌وضوح ذکر گردیده که اگر کشور چین خواهان تبدیل شدن به یک قدرت برتر است،

نفوذ در حوزه‌های راهبردی دنیا، اساسی‌ترین قدم در این بستر است و در بعد سیاسی، رقابت با ایالات متحده می‌تواند در اولویت‌های استراتژیکی چین قرار دارد (کاویانی‌راد و سعادت‌ی جعفرآبادی، ۱۳۹۶: ۱۶۸-۱۶۶).

چابهار، همگرایی چین، پاکستان و ایران

سیاست خارجی چین در یک دهه اخیر بر مبنای دکترین ظهور مسالمت‌آمیز^۱، چندجانبه-گرایی را در ابعاد اقتصادی به‌مثابه اصل اساسی دنبال می‌کند. روابط چین و پاکستان نیز بر همین اساس در سال‌های اخیر رشد زیادی داشته است در سال ۲۰۱۷، ۲۷ درصد واردات پاکستان یعنی بیش از ۱۵ میلیارد دلار از چین انجام شده و از این لحاظ در رتبه اول قرار دارد. پکن در اواسط ۲۰۱۳ در قالب راه‌گذر اقتصادی چین-پاکستان، توسعه بندر گوادر را با سرمایه‌گذاری ۴۶ میلیارد دلاری شروع نمود. تلاش‌های چین برای همکاری با پاکستان ذیل ابرپروژه یک کمربند-یک راه است که حداقل ۶۸ کشور و صدها پروژه را دربر می‌گیرد.

یکی از مهم‌ترین آن‌ها اتصال استان سین‌کیانگ به بندر گوادر پاکستان است که برای دستیابی به چند هدف بلندمدت طراحی شده است:

۱. چین با اتصال سین‌کیانگ به دریای عرب، یک مسیر میانبر اقتصادی مهم به یکی از بزرگ‌ترین مراکز اقتصادی غرب آسیا یعنی دریای عمان و خلیج فارس در اختیار خواهد داشت. این مسیر میانبر گزینه جانشینی برای تنگه مالاکا خواهد بود و این کشور را از تنگنای استراتژیک فعلی عبور می‌دهد.

۲. با حضور ناوگان اقتصادی چین در این منطقه، پکن امکان حضور نظامی در یکی از مهم‌ترین گلوگاه‌های انرژی دنیا را نیز به دست می‌آورد و نیروی دریایی چین نقش جدیدی در این گلوگاه انرژی جهان ایفا خواهد کرد.

۳. بندر گوادر در همسایگی تنگه هرمز به‌مثابه مدخل واردات نفت با توجه به تنش‌های پیرامون خلیج فارس دارای اهمیت شایانی است طبق پیش‌بینی‌های آژانس بین‌المللی انرژی

1. Peaceful Rise

در سال ۲۰۱۸، تقاضای نفت چین در سال ۲۰۴۰ حدود ۸۰ درصد افزایش می‌یابد. به عبارتی چین نیاز دارد که در این سال روزانه ۱۵/۵ میلیون بشکه نفت وارد کند. کشورهای غرب آسیا تأمین‌کنندگان اصلی نفت چین هستند.

۴. با تحقق این امر پاکستان به مثابه متحد استراتژیک چین موقعیت استوارتری پیدا می‌کند. پیش‌بینی می‌شود که با تکمیل این پروژه تا سال ۲۰۳۰، سالیانه ۲/۵ درصد به رشد اقتصادی پاکستان افزوده شود. این پروژه حدود ۷۵۰۰۰ شغل در پاکستان ایجاد کرده است بر اساس آمار مرکز تحقیقات اقتصاد کاربردی مستقر در کراچی و کمیسیون برنامه‌ریزی پاکستان در ۱۵ سال آینده، ۷۰۰ تا ۸۰۰ هزار شغل در بخش‌های زیرساختی، انرژی و حمل‌ونقل در زیرمجموعه این پروژه ایجاد می‌شود که با توجه به بیکاری ۴۰ درصدی جوانان پاکستانی، قابل توجه است.

۵. این پروژه همچنین می‌تواند دسترسی به بازار آسیای مرکزی را برای دو کشور تسهیل کند و مسیری برای تأمین انرژی باشد.

به‌رغم این موارد، رویکرد ایران در رابطه با بندر گوادر پاکستان نه رقابتی، بلکه مبتنی بر همکاری متقابل است ایران و پاکستان بیش از ۹۰۰ کیلومتر مرز مشترک دارند. به‌علاوه دو کشور در سال ۲۰۱۸ قرارداد خواهرخواندگی بنادر چابهار و گوادر را امضا کردند. چابهار تنها ۱۴۰ کیلومتر با گوادر فاصله دارد و با قرار گرفتن در میانه گوادر و تنگه هرمز اهمیت بیشتری نیز پیدا کرده است به لحاظ عمق آب و وضعیت طبیعی کرانه‌ها نیز چابهار توان پذیرش کشتی‌های غول‌پیکر را دارد. بنابراین، اهمیت استراتژیک بندر چابهار در زمینه اهمیت گوادر است که معنای واقعی پیدا می‌کند. در حقیقت، زاویه غیر نگاه به ظرفیت‌های بندر چابهار از سوی شرق هست و به این معنا، برنامه چین و پاکستان برای بندر گوادر است که به چابهار اهمیت استراتژیک ویژه می‌دهد (صبوری، ۱۳۹۸: ۲۸۷).

علاوه بر این، در عرصه بین‌المللی نیز رویکرد کنونی امریکا در عدم قراردادن چابهار در تحریم‌های ضدایرانی یا تحریم چابهار^۱، هر دو به نفع این منطقه است در رابطه با گزینه

۱. دولت آمریکا بندر چابهار و همچنین صادرات مواد نفتی ایران به افغانستان را از تحریم‌های وضع شده علیه جمهوری اسلامی معاف کرده است. در پی اجرایی شدن مرحله دوم تحریم‌های ایالات متحده، مایک پومپئو، وزیر

دوم ولی نصر استاد دانشگاه جان هاپکینز امریکا با اشاره به نقش چین می گوید: «مجبور کردن هند به خروج از ایران بر قدرت چین در منطقه خواهد افزود و گوادر را به تنها مسیر تجارت از دریای عرب و اقیانوس هند به افغانستان و آسیای مرکزی تبدیل خواهد کرد. چین با دور زدن تحریم های امریکا و ورود به چابهار و یکپارچه سازی آن با گوادر موقعیت خود را بیش از پیش تقویت خواهد کرد. دیری نخواهد پایید که شناورهای نیروی دریایی چین نیز به نفتکش ها و کشتی های تجاری این کشور در دریای عمان و دریای عرب ملحق خواهند شد (نصر، ۲۰۱۹: ۱). بنابراین همکاری سازنده چابهار و گوادر می تواند فرصت های زیر را به همراه داشته باشد:

۱. ایران دارای روابط خوبی با پاکستان و چین است و ایجاد امنیت در بلوچستان پاکستان به تأمین امنیت در منطقه مرزی دو کشور کمک خواهد کرد.
 ۲. توسعه بندر گوادر و احداث خط لوله پاکستان به چین باعث می شود ایران ضمن جبران عقیم ماندن پروژه خط لوله گاز ایران- پاکستان که با مخالفت امریکا متوقف شد، به حلقه ارتباطی چین و پاکستان مرتبط شود.
- این موضوع باز شدن مسیرهای جدید تجاری را به همراه دارد که عنصر مهمی برای افزایش حجم تجارت ایران با چین و آسیای مرکزی است (صبوری، ۱۳۹۸: ۲۸۸).

هند و منطقه چابهار

هند با برخورداری از منابع کلان طبیعی و انسانی، یک اقتصاد رو به رشد و جغرافیایی که

خارج آن کشور تصمیم گرفته است که به منظور کمک به توسعه افغانستان و حفظ مسیر ارتباطی جهت ارسال اقلام بشردوستانه به ایران، بندر چابهار واقع در جنوب شرق ایران و طرح توسعه آن را از شمول تحریم ها معاف کند. معافیت چابهار به معنی ادامه حمل و نقل واردات و صادرات افغانستان از طریق این بندر و همچنین تسهیلات واردات کالاهای غیرتحریمی برای ایران به خصوص اقلام بشردوستانه شامل مواد غذایی، دارو، وسایل و تجهیزات بهداشتی و پزشکی و مواد کشاورزی است. علاوه بر بندر چابهار، وزیر خارجه آمریکا فروش مواد نفتی از ایران به افغانستان را نیز مجاز اعلام کرده است. آن طور که وزارت خارجه آمریکا اعلام کرده، معافیت های پروژه بندر چابهار، پروژه احداث خط ریلی از چابهار به افغانستان را هم شامل می شود؛ البته این معافیت، به انتقال اقلام بشردوستانه و غیرتحریمی از طریق این خط آهن مشروط خواهد بود.

در محیط امنیتی و استراتژیک ایران قرار می گیرد، یکی از مهم ترین گزینه ها برای برقراری روابط پایدار و قابل اتکای سیاسی برای جمهوری اسلامی ایران به شمار می آید روابط ایران و هند در سطح کلان راهبردی قابل تحلیل است از منظر وابستگی های متقابل، بسترهای همکاری کشورهای ایران و هند، مختلف است؛ به همین دلیل است که نه کشور ایران و نه کشور هند هیچ یک قادر به نادیده گرفتن جایگاه آن یکی در تعاملات و همکاری های مشترک دو طرفه نمی باشند. ایران و هند در سه سطح ملی، منطقه ای و جهانی، به هم وابستگی دارند. در سطح ملی، صنعت و اقتصاد هند به انرژی ایران وابستگی دارد و به تبع ایران نیز برای پیشبرد طرح های کلان و زیر ساختگی (نظیر توسعه بنادر و اسکله ها، مسیرهای خاکی و راه آهن و ...) به تکنولوژی و مدرن هند وابستگی دارد.

منفعت استراتژیک هند در رابطه با کشور ایران در ادامه سیاست های منطقه ای و بین المللی این کشور برای معرفی خود به مثابه یک قدرت رو به ظهور بین المللی است. هند خواهان این است که از طرف کنشگران بین المللی به مثابه قدرتی رو به ظهور دیده شود؛ قدرتی که نگرانی های امنیتی اش از حد رقابت های امنیتی با کشور پاکستان به مراتب بیشتر است. هند بر مبنای سیاست نگاه به شرق خویش علاقه مند به بسط نفوذ و اثرگذاری در غرب آسیا، آسیای میانه و نیز کشور افغانستان است که در این میان ایران می تواند در رسیدن هند به هدف ها خود در مناطق پیرامونی اش بسیار کمک کننده باشد. علاوه بر موقعیت خاص ایران در خاورمیانه در آسیای مرکزی نیز ایران می تواند حلقه اتصال هند به جمهوری های تازه استقلال یافته باشند. این واقعیت موقعی خیلی اهمیت می یابد که بدانیم هند در کنار تلاش برای صادرات کالا به این منطقه در پی ایجاد پایگاه های هوایی در تاجیکستان نیز هست. به این ترتیب هند با افزایش حضور در این مناطق پاکستان را از به دست آوردن - عمق استراتژیک مطلوب خود محروم می کند. درواقع تحدید نفوذ پاکستان به مثابه یک رقیب در آسیای جنوبی و افغانستان از هدف ها اصلی هند است.

اجمالاً عللی مانند: ملاحظات و دغدغه های مشترک امنیتی، منافع مشترک در عرصه انرژی، موقعیت مطلوب کشورمان در دستیابی هند به کشور افغانستان و آسیای مرکزی،

جایگاه بندر دریایی چابهار در راه گذر شمال-جنوب، منافع و مشارکت (استراتژیکی، اقتصادی و عمرانی) در افغانستان از جمله عللی هستند که موجب وابستگی متقابل منافع ایران و هند می‌شود و طبیعتاً هم بسترهای همکاری و تعامل دو طرفه‌ی دو قدرت را موجب می‌گردد؛ و نیز جمهوری اسلامی ایران می‌تواند با فعالیت در بندر چابهار، جدای از مزیت‌های مرتبط با سیاست خارجی و امنیت بین‌المللی، یک امنیت پایدار و مستحکم را در این منطقه به وجود آورد.

تبیین روابط همگرایانه ایران و هند

وابستگی‌های ژئواکونومیک / ژئوپلیتیک انرژی

۱. وضعیت منابع انرژی فسیلی در ایران

اهمیت انرژی بدان حد است که کشورهای مصرف‌کننده- مکان‌های تولید انرژی و کشورهای تولیدکننده- مکان‌های مصرف انرژی و هر دو راه‌های انتقال و تکنولوژی‌های مربوط به انرژی را جزء اهداف ملی و امنیت ملی خویش بشمار آورده‌اند. کشور ما با جای گرفتن در غرب آسیا و میان ۲ حوزه غنی از انرژی، یعنی حوزه خلیج فارس و حوزه دریای خزر (بیضی انرژی)، دارای اهمیت راهبردی است. دو سوم ذخایر شناخته‌شده نفت و یک-سوم ذخایر شناخته‌شده گاز طبیعی دنیا، در اختیار کشورهای حاشیه خلیج فارس قرار دارد. ذخایر نفت غرب آسیا حدود ۷۰٪ و ذخایر گاز آن به بیشتر از ۴۰٪ می‌رسد. به همین علت بیضی انرژی، یکی از مهم‌ترین مکان‌های راهبردی دوران کنونی است. جمهوری اسلامی ایران در مرکز بیضی راهبردی قرار گرفته است. بر اساس گزارش بریتیش پترولیوم تمام ذخیره‌های نفت دنیا، چهارمین دارنده عظیم ذخایر نفتی دنیا می‌باشد. این میزان نفت بر اساس گزارش ۲۰۱۵ نیز صادق بوده و نیز بریتیش پترولیوم، ذخایر گازی کشور را سی و چهار تریلیون مترمکعب اعلام نمود که با این گزارش، کشورمان بزرگ‌ترین دارنده منابع گازی دنیا محسوب می‌گردد. بدین جهت، کشور ما از منظر داشتن ذخایر غنی انرژی‌های تجدیدناپذیر و توان استخراج کردن و صادر نمودن جزء کشورهای بسیار مهم

دنیا محسوب می گردد (زرقانی و احمدی، ۱۳۹۵: ۶۷).

۲. کریدور شمال- جنوب^۱ و پروژه توسعه بندر چابهار

در سال ۱۹۹۳، متعاقب برگزاری اجلاس کمیسیون اروپا، وزرای حمل و نقل کشورهای عضو، علاوه بر کریدورهای شمالی، مرکزی و جنوبی شاهراه ترانزیتی موسوم به راه گذر ترانزیتی شمال- جنوب را معرفی کرده و به تصویب رساندند. در شهریورماه ۱۳۷۹، زمانی که موافقت نامه راه گذر شمال- جنوب در سن پترزبورگ میان وزرای حمل و نقل سه کشور ایران، هند و روسیه به امضا رسید، چابهار به مثابه بندری استراتژیک در این راه گذر معرفی شد. راه گذر یادشده در حال حاضر از بندر بمبئی در حوزه اقیانوس هند شروع و از طریق دریا به بندرعباس در جنوب ایران متصل می شود.

راه گذر شمال- جنوب که قسمت مهمی از آن از خاک کشور عبور می کند در حال حاضر مقرون ترین راه ترانزیت کالا میان آسیا و اروپا محسوب می گردد. غیرازاین، راه گذر ارتباط ترانزیتی کشورهای شمال اروپا، اسکاندیناوی و روسیه را از طریق کشورمان با کشورهای حاشیه خلیج فارس، حوزه اقیانوس هند و جنوب شرقی آسیا برقرار می سازد. از این سو کالاهای ترانزیتی در داخل خاک ایران نیز از طریق حمل و نقل جاده ای یا ریلی به بندرهای شمالی کشور منتقل شده و از راه دریای خزر به بندرهای آستاراخان و لاگان روسیه حمل می گردند. هزینه حمل و نقل کالاها از طریق راه گذر شمال- جنوب، نسبت به مابقی مسیرهای قدیمی تا ۴۰ درصد کوتاه تر و تا سی درصد ارزان تر از مسیر کانال سوئز است در این راه گذر بندر چابهار و راه های زمینی اتصال آن به مرز کشور ترکمنستان، کوتاه ترین مسیر حمل و نقل زمینه ی کالا در راه گذر شرق و شاهراه تغذیه کشورهای آسیای میانه معرفی گردیده است.

پیشرفت بندر چابهار به وسیله هند، آثار زیادی برای هر دو کشور ایران و هند دارد. پیشرفت این بندر به وسیله هند، موجب خواهد گردید تا هند با توجه به روابط و مشترکات فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی کشور با کشورهای آسیای میانه و کشور افغانستان، برای

تجارت با این کشورها، دیگر احتیاجی به حمل کالاهای خود از مسیر کشور پاکستان نداشته باشد؛ و نیز در رقابت با کشور چین که در توسعه بندر گوادر مشارکت دارد، کشور هند می‌تواند از راه بسط همکاری‌هایش در بندر چابهار، عرصه نفوذش را در رقابت با چین و پاکستان در پهنه‌های دریای عمان و اقیانوس هند بسط دهد. به‌طور کلی برخی از آثار اجرای پروژه راه گذر شمال- جنوب را می‌توان این گونه برشمرد؛ بالا رفتن سرعت تجارت و حمل‌ونقل، افزایش حجم تبادلات کالا میان کشورهای هند و پاکستان و کشورهای کرانه‌های اقیانوس هند با کشورهای روسیه و آسیای مرکزی، همکاری مطلوب بندرهای ایرانی با بندرهای روسیه و قزاقستان که زمینه خوبی را برای همکاری بیشتر این کشورها ایجاد می‌نماید و به‌طور کلی کاهش تنش میان کشورهای حاشیه خزر، کسب درآمد بیشتر از ۱ میلیارد دلار در سال برای کشورهای که در مسیر این راه‌گذر هستند، کاهش وابستگی تجارت و حمل‌ونقل کشورهای جنوبی آسیا به کانال سوئز، ایجاد قطب‌های خارجی نوین تولیدی، اقتصادی و تجاری در منطقه هند مصمم به اجرای توسعه دروازه (چابهار)، راه گذر شمال- جنوب است در سفر سلمان خورشید، وزیر امور خارجه این کشور به تهران برای هفدهمین نشست کمیسیون مشترک ایران و هند در مه ۲۰۱۳، هند به‌طور رسمی مشارکت در پروژه توسعه بندر چابهار ایران را تأیید کرد. قبل از این در سال ۲۰۰۸ دو دولت توافق کردند که در ایجاد یک خط آهن از مرزهای روسیه به بندر چابهار با همدیگر همکاری کنند. هند متعهد به تدارکات امور فنی و نیروهای متخصص و تهیه لوکوموتیوها و بخش یدکی این خط راه آهن شده است همچنین کشورهای ایران و هند توافقاتی هم در مورد طرح راه آهن چابهار- فاراب- بم، صورت دادند و مشغول اجرا و توسعه این پروژه هستند. آن‌ها درصدد هستند تا ظرفیت انتقال ۲/۵ تنی این راه به پنج برابر افزایش دهند. هم‌اکنون کالاهای هند به وسیله راه مبادلاتی چابهار، بم، زرنج- دلارام به شا- هراه شمال- جنوب افغانستان توزیع می‌گردد. تکمیل راه دلارام- زرنج باعث گردیده است که راه چابهار به آسیای میانه ۱۵۰۰ کیلومتر کمتر گردد. از سویی اجرای این طرح، جمهوری اسلامی را امیدوار می‌کند تا با تکمیل بندر چابهار از تراکم وابستگی به

بندرعباس بکاهد. مسیرهای منتهی به بندر چابهار و پروژه‌های فرودگاه‌های تجاری، راه آهن، طرح‌های پتروشیمی، اسکله‌ها، نیروهای برق، صنایع سنگین و کارخانه‌های عظیم کشتی‌سازی این بندر، بسترهای فوق‌العاده برای همکاری ایران و هند محسوب می‌شوند. بی‌شک رونق راه گذر شمال جنوب و در رأس آن، بندر چابهار سر شروع توسعه پایدار جنوب شرق است و درنهایت به برقراری و بسط رفاه و امنیت ختم می‌گردد و درعین حال جمهوری اسلامی را به یک قدرت منطقه‌ای پیوند خورده با نظام جهانی، مبدل می‌کند (زرقانی و احمدی، ۱۳۹۵: ۷۱-۷۰).

۳. اهمیت استراتژیک واردات انرژی در توسعه هند

هند ازجمله کشورهایی است که در زمینه رشد صنعتی و اقتصادی از جایگاه مهم و قابل توجهی در سطح منطقه و جهان برخوردار است به‌طورقطع، تداوم رشد دهه گذشته هند مربوط به برقراری روابطی محکم با کشورهای تولیدکننده انرژی می‌باشد. در حال حاضر نیاز رو به رشد به منابع انرژی در کشور هند نشأت گرفته از صنعت گرایشی و شهرنشینی شتاب‌دار است؛ اما منابع انرژی کشور هند اکثراً ذخیره‌های زغال‌سنگ داخلی و واردات نفت است. در هند زغال‌سنگ با بیشتر از ۵۳٪، اصلی‌ترین تأمین‌کننده انرژی مصرفی است. همچنین نفت خام با سهمی معادل ۲۹٪ دومین منبع انرژی این کشور است (زرقانی و احمدی، ۱۳۹۵: ۶۸-۶۷).

مصرف اولیه انرژی این کشور در سال ۲۰۱۱ میلادی برابر با ۵۶۰ میلیون تن نفت خام بوده است که به‌تنهایی ۴/۶٪ از مصرف انرژی اولیه جهان را شامل می‌شود. هند همچنین رتبه بیست و پنجم در زمینه ذخایر گازی طبیعی و رتبه بیست و سوم در زمینه ذخایر نفت خام را در جهان داراست. بر این اساس هند به‌منظور تداوم رشد اقتصادی ۷/۵ درصدی خود، به واردات انرژی نیاز مبرم دارد. این در حالی است که بر اساس گزارش بریتیش پترولیوم، نرخ رشد متوسط تقاضای انرژی جهان طی ۱۰ سال اخیر ۴/۲٪ بوده است. دو کشور هند و چین در زمره بزرگ‌ترین کشورهای مصرف‌کننده انرژی جهان هستند. میزان تقاضای جهانی هند و چین بر اساس گزارش (BP)، در سال ۲۰۱۸، به ترتیب ۷/۱٪ و

۲/۶٪ بوده است این میزان تقاضای انرژی مصرفی هند از حد متوسط جهانی هم بیشتر است (BP,2018: 2).

۴. رقابت گسترده با چین و پاکستان/ راهبرد مقابله‌ای با پروژه توسعه بندر گوادر

هند با چین و پاکستان هر دو در رقابت است؛ با هر دو کشور دارای مشکلات حل نشده ارضی و مرزی هستند بحران و مسئله کشمیر مهم‌ترین موضوع مورد اختلاف میان هند و پاکستان است. این بحران مخلوطی پیچیده از مطالبات ملی-قومی، خشونت سازمان‌یافته، تفاوت‌های مذهبی، تروریسم، فساد و ترس فراگیری می‌باشد که از بدو استقلال پاکستان از کشور هند باعث تقابل این دو کشور باهم بوده است (اطاعت و احمدی، ۱۳۹۴: ۵). غیر از اختلافات هند و پاکستان، اختلافات هند با چین بر سر تبت هنوز هم به قوت خود باقی است. البته جدای از اختلاف مرزی هند با چین، هند و چین همدیگر را به مثابه دو رقیب قدرتمند در عرصه تحولات جهان نگاه می‌کنند. در این بین، سیاست چینی‌ها بر پایه بهره‌برداری عظیم از امکانات جهانی به منظور تغییر دادن چین استوار است.

با این وجود روابط چین با کشورهای بالنسبه هم وزن ایران همچون پاکستان، آفریقای جنوبی و عربستان در قالب همکاری‌های استراتژیک قرار دارد. از شروع استقلال کشور پاکستان، روابط چین و پاکستان بر پایه دوستی و نزدیکی بنا شد. چین و پاکستان از نیمه دوم سده ۲۰ مخصوصاً دهه‌های گذشته از روابط سیاسی، اقتصادی و امنیتی محکمی بهره‌مند بوده‌اند. در بُعدهای تازه دولت چین با دویست میلیون دلار هزینه در ایجاد و تجهیز سیستم راه آهن پاکستان، تأمین لوکوموتیو مورد احتیاج راه آهن این کشور و اتصال راه آهن پاکستان به چین موافقت نموده و علاوه بر این چین ۱۰۰ میلیون دلار هم جهت تجهیز نمودن سیستم ارتباطات کشور پاکستان و ۱۰۰ میلیون دلار هم جهت توسعه خطوط لوله نفت پاکستان اختصاص داده و همچنین علاوه بر این موارد کشور پاکستان برای رشد طرح‌های هسته‌ای‌اش شدیداً نیازمند کمک‌های تکنولوژیک و اقتصادی کشورهای چین می‌باشد، بر این مبنا چین می‌تواند در ساختن شش نیروگاه اتمی با گنجایش تولید ۱۱

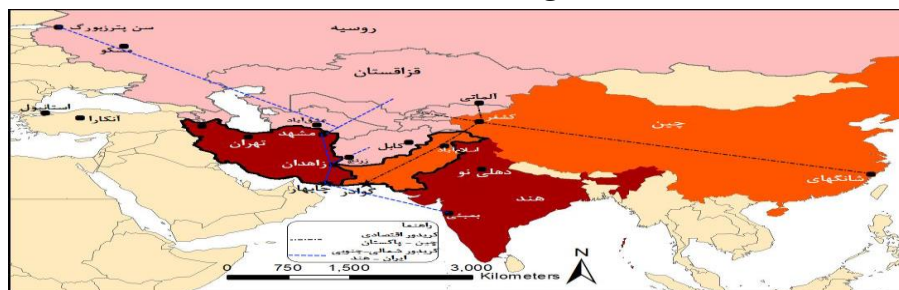
مگاوات برق کمک نماید (فرزین‌نیا، ۱۳۹۵: ۵۳۰).

پاکستانی‌ها با عنایت به قدرت چین، اعتقاد دارند، در صورت موفق شدن در طرح بندر گوادر به علت منافع اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و امنیتی این بندر در درازمدت با حل مشکلات داخلی و خارجی پیچیده خویش و دور نمودن بندر چابهار از رقابت، حتی توانایی‌های حمل و نقلی بندرعباس را دچار تهدید می‌کند (نصیری، ۱۳۸۷: ۳۶۶). همچنین که چین معتقد است که بندر گوادر می‌بایست تا سال ۲۰۵۰ به یک بندر بسیار مهم در منطقه تبدیل گردد و جانشینی برای بندر دبی گردد؛ به نحوی که قدرت پهلودهی ۸۸ کشتی مادر را به طور هم‌زمان بتواند داشته باشد (Sing Roy, 2015: 7-8).

از این سو، هند از طریق بسط همکاری‌هایش در بندر چابهار، عرصه نفوذش را در رقابت با چین و پاکستان در پهنه‌های دریای عمان و اقیانوس هند بسط می‌دهند. هند مصمم به اجرای توسعه دروازه (چابهار)، راه‌گذر شمال-جنوب است، هرچند که هزینه‌های اضافی نیز در بر داشته باشد. کشور هند برای رسیدن به مقاصد تجاری خود باید از راه‌گذر شمال-جنوب استفاده کند. علاوه بر مقاصد تجاری، کشور هند با مستقر شدن در این منطقه می‌تواند حضور نظامی داشته باشد و تسلط خویش را بر منطقه بالا ببرد. احتمالاً رقابت دائم با چین و پاکستان از دلایل اصلی ورود هند به چابهار در چارچوب وابستگی-های ژئوپلیتیک می‌باشد.

نقشه ۲. موقعیت راه‌گذر اقتصادی چین پاکستان (CPEC) و راه‌گذر ایران هند (INSTC)

منبع. ویسی، ۱۴۰۰: ۲۲۰.



اهمیت بندر چابهار در استراتژی همگرایی منطقه‌ای هند

چابهار در گذشته یکی از مراکز اصلی دادوستدهای بازرگانی و دریانوردی بوده است و وجود بازمانده‌های تاریخی قلعه پرتغالی‌ها در یکی از روستاهای مجاور بندر چابهار (تیس)، بیانگر عینی رونق و اهمیت تجارت دریائی فراملی آن برای دولت‌هایی چون اسپانیا و پرتغال طی قرون ۱۶ و ۱۷ میلادی است با حضور و نفوذ بریتانیا در آب‌های جنوب به‌مثابه قدرت برتر خلیج فارس، چابهار برای مشورت‌های اروپایی و شرقی (چین و هند بریتانیا) در قرون متمادی ۱۸ و ۱۹ م. اهمیت دوچندان یافت. وجود فعالیت‌های دریایی در جنوب ایران در اوایل قرن ۲۰ م. نشان از فعالیت منطقه چابهار در دادوستد کالاهای تولیدی و موردنیاز شرق کشور و مبادله با بنادر هندوستان و پاکستان است بعداز آن با ظهور جمهوری‌های آسیائی (۱۹۹۱) و سقوط حکومت طالبان (۲۰۰۱ م) مسیر ترانزیتی چابهار، جایگاه ویژه‌ای در پیوند تجارت منطقه‌ای آسیای مرکزی، آسیای جنوبی و مشورت‌های حوزه خلیج فارس به یکدیگر یافت (اسلامی و یوسف‌زهی، ۱۳۹۷: ۹۷-۹۶).

بندر چابهار به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در راه چندین شاهراه جهانی قرار گرفته است و ظرفیت تبدیل شدن به یکی از استراژیکی‌ترین جایگاه‌های ترانزیتی را داراست. قرار گرفتن چابهار در راه گذر جهانی شمال- جنوب و مناسب‌ترین مسیر برای ورود هند به هارتلند در حال ظهور (آسیای مرکزی) کشور افغانستان و کشورهای حوزه خزر، باعث وابستگی‌های ژئوپولیتیکی هند به ایران شده است همچنین که این بندر عضو دو ساختار منطقه‌ای یعنی ساختار دریای عمان و ساختار اقیانوس هند است و می‌تواند به ۳ قاره آفریقا، آسیا و اقیانوسیه ارتباط برقرار کند. بی‌دلیل نیست که از چابهار به‌مثابه «دروازه بزرگ» به کشورهای حصار شده افغانستان و دولت‌های مستقل مشترک‌المنافع یاد می‌شود (محمدی و احمدی، ۱۳۹۷: ۵۵-۵۴).

ژئوپولیتیک بندر چابهار موقعیت مناسبی برای تقویت پیوندهای اقتصادی منطقه است که در سطح بین‌المللی این بندر از یک سو در مسیر دو راه گذر از سه راه گذر ترانزیتی بزرگ جهان قرار دارد. راه گذر شرقی غربی از دروازه ابریشم در چین شروع و به حوزه-

های قفقاز، آسیای غربی و دریای مدیترانه منتقل می‌شود، شاخه جنوبی این راه گذر از طریق بندر چابهار به جنوب آسیا و خلیج فارس می‌رسد. در راه گذر شمال جنوب که از شمال اروپا شروع و با گذر از ایران تا اقیانوس هند (بندر بمبئی) و کشورهای جنوب. جنوب شرق آسیا امتداد می‌یابد، این بندر یکی از مهم‌ترین محورهاست. مجاورت چابهار با خلیج فارس، پاکستان و افغانستان، اهمیت ویژه‌ای به آن در این دو راه گذر بخشیده است (اسلامی و یوسف‌زهی، ۱۳۹۷: ۱۰۴).

تقویت پیوندهای منطقه‌ای یکی از مهم‌ترین اولویت‌های سیاست خارجی هند است. دوسوم کمک‌های فراهم‌شده توسط دولت هند برای کشورهای همسایه، در جهت ارتقاء زیرساخت‌هایی مانند راه آهن و جاده اختصاص یافته است در سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۸ دولت هند به‌طور تقریبی رقم ۷ هزار کروڑ را برای پروژه‌های زیرساختی در کشورهای همسایه اعلام نمود (Singh Mehta, 2019: 17).

هند از طریق بندر چابهار و شبه راه‌های زمینی کشورهای ایران و افغانستان در جستجوی آسان نمودن دستیابی به آسیای میانه و رقابت با کشورهای چین و پاکستان هست و فراتر از آن نیز کشور هند با جمهوری اسلامی ایران، روسیه و تعدادی از دولت‌های آسیای میانه و قفقاز در تلاش‌اند جهت تحقق بخشیدن به ابتکار راه‌گذر شمال- جنوب می‌باشند که از بندر جواهر لعل نهرو و از راه کشور به حوزه دریای خزر و پس از آن به قاره اروپا ادامه می‌یابد. این راه گذر دستیابی کشور هند به بازارهای کشور روسیه و اروپای شرقی را به حدود چهارده روز کم نموده و این در صورتی است که دسترسی بندرهای هند به روسیه و اروپا به وسیله راه کانال سوئز بیشتر از یک ماه به درازا می‌انجامد (جانسیز، تقی-زاده انصاری و بهرامی مقدم، ۱۳۹۵: ۳۳).

پیشرفت بندر چابهار مقداری در دهه ۱۹۹۰ توسط کشور هند جهت فراهم کردن دستیابی زمینی- دریائی به کشور افغانستان و آسیای مرکزی با گذشتن از کشور پاکستان، صورت پذیرفت. کشور هند می‌خواست با رشد بندر مذکور، زمان و هزینه‌های ترانزیتی به آسیای مرکزی و خلیج فارس کم کند. این بندر نیز مرکزی جهت کوشش‌های کشور

هند جهت دوری کردن از کشور پاکستان و باز نمودن مسیری به طرف کشور حصار شده افغانستان که هند با آن روابط نزدیک سیاسی و اقتصادی را بسط داده است، بود (Singh, 2017:174).

این بندر پتانسیل لازم برای تبدیل شدن به یک بندر تجاری بین‌المللی و مهم، جهت دادوستد و تجارت در میان بازارهای آسیای جنوبی، جنوب شرق آسیا و آسیای مرکزی را دارد. دولت ایران با همکاری فعالانه هند، چندین میلیارد دلار بابت یک پروژه راه آهن که راه گذر شرقی ایران نام گذاری شده، صرف خواهد نمود. این خط آهن چابهار را به آسیای مرکزی، افغانستان و مرکز ایران متصل خواهد نمود. کشور هند در حال طراحی بر روی ساخت یک راه ریلی به طول نهصد کیلومتر هست که بندر چابهار را به منطقه سرشار از مواد معدنی حاجیگک کشور افغانستان پیوند می دهد. بعلاوه، این بندر دستیابی راحت به مناطقی سرشار از نفت و گاز در کشور ما و سایر کشورهای آسیای مرکزی را برای کشور هند موجب می شود. آخرین نیت هند برای پیشرفت این بندر، رقابت و توازن با نفوذ در حال گسترش چین در بندر گوادر است. بدین جهت، کشورهای هند، جمهوری اسلامی ایران و افغانستان، امتیاز تجاری و کاهش تعرفه ها در بندر را منعقد کردند. کشورهای ایران و هند در بهسازی راه میلاک- زرنج- دلارام از کشور ما به سمت استان نیمروز در کشور افغانستان و متصل شدن به راه گذر شمال جنوب همکاری می کنند. چابهار توانایی آن را دارد که به مثابه دروازه ورودی هند به افغانستان، آسیای مرکزی و فراتر از آن قرار گیرد. با پیشرفت چابهار و دویست کیلومتر راه گذر شمال- جنوب، تجارت و روابط بازرگانی بین این کشورها به شکل قابل توجهی در آینده گسترش می یابد.

(توسعه) بندر چابهار به نفع همه، به خصوص افغانستان است که در حال حاضر تنها راه دسترسی به آن بندر کراچی است و این موضوع منوط به تغییرات در روابط پاکستان و افغانستان هست که توسعه کامل چابهار وابستگی افغانستان حصار شده در خشکی را به بندرهای پاکستان برای دسترسی ایمن به دریا کاهش می دهد. از آنجائی که پاکستان اجازه نمی دهد تا حمل و نقل به آسانی از هند به افغانستان انجام شود، دسترسی به چابهار و منطقه

تجاری آزاد اطراف آن برای این کشور حصار شده در خشکی بسیار حیاتی است (مؤمنی و چهارمحالی اصفهانی، ۱۳۹۸: ۴۲).

گزارش سالیانه وزارت امور خارجه هند در سال ۲۰۱۶-۲۰۱۵، ایران را یک کشور مهم در فضای امنیتی مجاور این کشور در نظر می گیرد. دو کشور در زمینه امنیت دریایی همکاری داشته اند که شامل نشست انجمن (مشورت های) حاشیه اقیانوس هند در چابهار می شود. در طی دیدار مؤدی از ایران، رهبران دو کشور از همفکری منظم و نهادینه بین شورای امنیت ملی دو کشور در مورد امنیت، تروریسم و جرائم سازمان یافته حمایت نمودند. هند و ایران در مورد افزایش سطح همکاری های از طریق برگزاری دیدارهای رسمی و جلسات مکرر با هم توافق دارند. بنابراین مناسبات دفاعی و دیپلماتیک ممکن است که بسیار مفیدتر از آنچه این دو کشور در نظر دارند، بشود (Pethiyagoda, 2018: 7).

چابهار و اهداف اقتصادی هند: ترکیب ژئواکونومیک دریایی و دیپلماسی اقتصادی

در طول دهه گذشته شاهد رقابت های گسترده ای برای ساخت بنادر استراتژیک در اقیانوس هند بوده ایم و دو کشور چین و هند بیشترین حوزه رقابتی را در این زمینه داشته اند تا نفوذ منطقه ای خود را بسط دهند. بندر چابهار از جمله مؤلفه های مهمی است که به مرور به محل رقابت منطقه ای هند با رقبای منطقه ای آن تبدیل شده است چابهار به مثابه تنها بندر اقیانوسی ایران، یک شهر ساحلی بزرگ در منطقه سیستان و بلوچستان، در کنار خلیج عمان و دهانه تنگه هرمز قرار دارد. اهمیت استراتژیک و ارزش اقتصادی آن توجه بسیاری از کشورها را به خود جلب کرده است؛ با این حال، هند سریع ترین راه برای تضمین قرارداد توسعه این بندر بوده است هند چند هدف راهبردی را از طریق توسعه بندر چابهار در کوتاه مدت دنبال می کند. هند قصد دارد روابط نفتی خود را با ایران دوباره بسازد و در درازمدت باهدف ایجاد یک مسیر تجاری کارآمد، چیزی شبیه به کمر بند اقتصادی جاده

ابریشم^۱ چین را در این زمینه پیاده کند. ایران انتظار دارد که از این معامله بیشترین سود را ببرد چون می‌تواند مجدداً به جامعه جهانی پیوندد و از تحریم‌های فلج‌کننده که بر آن اعمال شده است، رهایی یابد.

یکی دیگر از سهام‌داران مهم در این پروژه، افغانستان است. افغانستان در پی تجدید روابط با هند و وابستگی کمتر به پاکستان از نظر تجاری سیاسی است. (Kaushik, 2019: 254) شکل زیر هدف‌های استراتژیک هند را از پروژه بسط بندر چابهار نشان می‌دهد. این ایده‌ها و اهداف، مبانی اصلی سیاست‌گذاری امنیتی اقتصادی هندوستان در سند آینده‌پژوهانه توسعه بندر چابهار در بلندمدت است.

شکل ۱. اهداف اصلی هند از بسط پروژه چابهار

منبع: کهرآه، ۱۴۰۰: ۱۴۴-۱۴۳.



در ماه می سال ۲۰۱۶، نخست‌وزیر هند نارندرا مودی توافقنامه‌ای با ایران امضاء نمود که به هند امکان توسعه دو ترمینال بندر چابهار را داد. یکی از مهم‌ترین قراردادهای توافقنامه ترانزیت سه‌جانبه امضاء شده توسط افغانستان، هند و ایران است که به کالاهای هندی اجازه می‌دهد تا از طریق ایران به افغانستان برسند. افغانستان در کنار ایران و هند از جمله سهام‌داران اصلی پروژه چابهار است اهمیت بندر چابهار برای سیاست‌گذاران امنیتی جمهوری اسلامی نیز مهم بوده است از جمله دلایل این امر اهمیت یک بندر راهبردی به‌دوراز خلیج فارس و کشورهای عربی است (Daniels, 2013:95). بر همین اساس ایران از دهه ۱۹۹۰ پیمان‌کاران هندی را برای شروع کار در بندر چابهار استخدام کرد. بعد از مشورت‌های بسیار، پیمان‌کاران هندی تصمیم گرفتند که جنوبی‌ترین شهر ساحلی ایران، چابهار، مکان بهینه‌ای برای ساخت یک بندر است در سال ۲۰۰۳، نخست‌وزیر وقت هند آتول واژپای^۱، قراردادی را با ایران برای تمدید پروژه بندر چابهار امضا کرد. دلیل این که چرا هند این معامله را رسمی نمود به‌طور عمده استراتژیک بود. پاکستان دسترسی هند به افغانستان از جمله توانایی ارسال تدارکات به کابل را در مواقعی دشوار می‌کرد و از این حربه به‌مثابه عامل چانه‌زنی استفاده می‌کرد. هند با ساخت جاده‌ای از زرنج، در مرز افغانستان و ایران، به ناحیه دلارام در خاش به این موضوع واکنش نشان داد و به شهر کابل از جنوب غربی افغانستان دسترسی پیدا نمود اما هنوز هند به یک بندر صادراتی اصلی نیاز داشت. راه‌حل اصلی چابهار بود.

نقشه ۳. پروژه خطوط ریلی برای دسترسی هند به منابع کانی افغانستان از مسیر ایران
منبع. زرقانی و احمدی، ۱۳۹۵، ۷۶.



در سال ۲۰۰۴، یک شرکت متشکل از شرکت‌های ساختمانی هندی که متعلق به شرکت خودروسازی و خدمات پروژه آشوک لی‌لند^۱ بود، برای توسعه چابهار با ایران به توافق رسیدند. با این حال، در حالی که پروژه جاده دلارام زرنج به سرعت تکمیل می‌شد، معامله بندر چابهار به دلیل تحریم‌های هسته علیه ایران در سال ۲۰۰۹ متوقف شد و در نهایت از هم پاشید (Amirthan, 2017: 88). با روی کار آمدن مؤدی، پروژه بندر چابهار بار دیگر مورد توجه سیاست‌گذاران امنیتی و خارجی هند قرار گرفت. علی‌رغم وقفه‌های پی‌درپی در توسعه بندر چابهار، همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، مؤدی نخست‌وزیر هند یک قرارداد جدید در این زمینه با ایران امضا کرد. این قرارداد به لنگرگاه‌ها اجازه می‌دهد تا به مدت ۱۰ سال توسط سازمان بنادر جهانی هند اداره شوند. این قرارداد یک سرمایه‌گذاری مشترک بین شرکت سرمایه‌گذاری بندری جواهر لعل نهرو و کاندلا^۲ با همکاری با شرکت توسعه و سرمایه‌گذاری بنادر آریای ایران است و بر مبنای آن قرار شد تا این شرکت‌ها در طی ۱۸ ماه در حدود ۸۵ میلیون دلار در بخش‌های مختلف بندر چابهار سرمایه‌گذاری کنند (Mitra, 2019: 49). به موجب این قرارداد، سازمان بنادر جهانی هند یک تأسیسات

1. Ashok Leyland

2. Jawaharlal Nehru Port Trust and Kandla Port Trust

حمل و نقل با ۶۴۰ مترمربع را تعمیر و بازسازی خواهد نمود و یک ساختمان ۶۰۰ متری از تأسیسات حمل و نقل را در بندر چابهار راه اندازی خواهد کرد.

بعد از تکمیل کارهای ارتقاء، توافق شده تا در ماه مه سال ۲۰۱۹ ظرفیت چابهار به ۸ میلیون تن از ظرفیت ۲,۵ میلیون تن سال ۲۰۱۵ افزایش پیدا کند. تعهدات هند نسبت به افزایش زیرساخت ها برای توسعه بندر چابهار و اطراف آن می تواند به میزان ۶۳۵ میلیون دلار به ازای توافق دوجانبه امضا شده در ماه می ۲۰۱۶ با موافقت طرفین افزایش یابد. در یک چشم انداز رقابتی برای هند، در حالی که هند آماده است تا ۶۳۵ میلیون دلار در پروژه بندر چابهار سرمایه گذاری کند، چین ۲۴۸ میلیون دلار در فاز ۱ از بندر گوادر (یک بندر آبی عمیق در پاکستان) سرمایه گذاری کرده است و قصد دارد در فاز ۲ پروژه بندر گوادر مبلغ ۱,۰۲ میلیارد دلار سرمایه گذاری کند. به مثابه یک نتیجه مستقیم از سرمایه گذاری عظیم توسط چین، بندر گوادر دارای ۱۳ اسکله است و ظرفیت آن را دارد تا حمل و نقل و لجستیک کالا را تا سقف ۳۵۰,۰۰۰ تن افزایش دهد. بندر گوادر بدون شک بندر برتر از نظر تجارت در منطقه سیستان و بلوچستان است (Dorsey, 2019: 143-144).

با این حال، از زمانی که هند تصمیم گرفته در چابهار سرمایه گذاری کند، چینی ها به این پروژه وارد نشدند و انتظار نداشتند تا هند بندری را بسازد که از نظر ظرفیت نسبت به بندر گوادر برتری داشته باشد. با توجه به مسائل ایران و جهان غرب و وضعیت بی ثبات سیاست خارجی ایران، چین گمان نمی برد تا هند ریسک سرمایه گذاری گسترده در بنادر ایران را بپذیرد. انرژی از دیگر دلایل مهم هند برای توسعه بندر چابهار است که پیش از تحمیل تحریم های تجاری و اقتصادی بر ایران در سال ۲۰۰۶، ایران دومین تأمین کننده نفت هند بود. بعد از اعمال تحریم، تمام معاملات متوقف شد و همکاری تجاری هند^۱ با ایران کاهش پیدا کرده است در زمان برداشته شدن تحریم های ایران بعد از توافق هسته ای، هند و ایران با باز کردن ۶,۴ میلیارد دلار خط اعتباری برای تجارت مستقیم، به توافقات بزرگی دست یافته بودند. در راهبردهای نخست وزیر هند مؤدی، ایران نقش مهمی در منطقه بازی می کند و بر همین اساس می تواند شریک مهمی برای هند باشد. مؤدی در نشست دوجانبه

در ماه می سال ۲۰۱۶ اعلام کرد که در پی «دو برابر کردن واردات نفت از ایران است. آقای مؤدی اعلام کرد که هند به طور متوسط در طول ۱۰ سال آینده تقریباً ۴۰۰ هزار بشکه در روز نفت از ایران وارد می کند. در مارس ۲۰۱۶، صادرات نفت خام ایران به هند از ۲۹۰ هزار تا ۵۵ هزار بشکه در هر روز رسیده است علاوه بر این، بعد از شش سال وقفه، در سال ۲۰۱۵ شرکت عظیم نفت هند^۱ محموله چگالی نفتی تولیدشده در میدان نفتی فروزان ایران را خریداری کرد. این یک جهش بزرگ در روابط ایران و هند بود چراکه هند قادر به واردات نفت با قیمت بسیار ارزان تر از کشورهای عضو شورای همکاری خلیج فارس و دیگر تأمین کنندگان نفت شد. این قیمت حتی بعد از ساخت چابهار به مثابه پل میانبر به هند، هزینه های حمل و نقل را به میزان قابل توجهی کاهش خواهد داد (Sing and Singh, 2019:173).

راهبردها و آینده نگری سیاسی امنیتی هند در پروژه بندر چابهار

علاوه بر عوامل مربوط به امنیت انرژی، دلایل استراتژیک بسیاری وجود دارد که چرا هند تصمیم گرفته است در چابهار سرمایه گذاری کند. هند یکی از متحدان مهم افغانستان به دلیل اهمیت استراتژیک آن بوده است کشور افغانستان، در گذشته مرکز رقابت و استراتژی «بازی بزرگ» بین پادشاهی بریتانیا و تزار روسیه بود افغانستان همچنین نقش حیاتی در جنگ سرد ایفا می کرد، چراکه آمریکا سعی نمود از ورود این کشور به حوزه نفوذ شوروی جلوگیری کند. در حال حاضر هند و پاکستان هر دو برای نفوذ در افغانستان رقابت می کنند. در نتیجه پاکستان به هند اجازه تجارت آزادانه با افغانستان را نمی دهد. هند مایل است افغانستان را هم از نظر اقتصادی و هم از نظر سیاسی مستقل از پاکستان ببیند. بندر چابهار راهی برای تجارت هند با افغانستان است هند یک جاده ۲۱۸ کیلومتری از دلارام تا زرنج ایجاد کرده که هند در حال حاضر در نظر دارد این جاده را به بندر چابهار متصل کند و کالا را از طریق این مسیر تحویل دهد. فاصله بین بندر کاندلا در گجرات هند و بندر چابهار تقریباً ۱۰۰۰ کیلومتر و فاصله بین بمبئی و دهلی ۱۴۰۹ کیلومتر هست که بنابراین

1. The Great Game

تحویل کالا به افغانستان از طریق بندر چابهار و جاده دلارام زرنج احتمالاً کارآمدتر هست از آنجا که پاکستان نتوانست با مشکل قدیمی‌اش یعنی طالبان در منطقه جنوب افغانستان و شمال پاکستان مقابله کند، رابطه آن با افغانستان تیره گشت. افغانستان از این پروژه بهره می‌برد چرا که می‌تواند روابط تجاری خود با هند را بسط دهد و برای هدف‌های تجاری کمتر وابسته به پاکستان باشد. در کوتاه‌مدت، هند از رابطه دوباره خود با افغانستان سود خواهد برد زیرا هند می‌تواند منابع معدنی افغانستان را با هزینه کمتر و به صرفه از طریق چابهار وارد کند.

با این حال، هدف بلندمدت هند برای پروژه چابهار، بسط پروژه راه گذر ترابری شمال- جنوب^۱ است که هنوز در مرحله توسعه ابتدایی قرار دارد. در نگاه امنیتی-اقتصادی آینده‌نگرانه هند و از بُعد صلح و همکاری‌های منطقه‌ای، چابهار بخشی کوچک از پروژه راه گذر ترابری شمال و جنوب است این پروژه یکی از ابعاد استراتژی امنیتی بلندپروازانه هند برای جهش اقتصادی و سیاسی و مقابله با پروژه یک جاده یک کمربند چین است هند می‌تواند از طریق شرق و غرب ایران و برای ارتباط تجاری با روسیه و اروپا به پروژه NSTC پیوندد. این امر به وسیله دولت‌های بالتیک می‌تواند امکان‌پذیر باشد. همان‌طور که در نقشه زیر مشاهده می‌کنید، هند از طریق ایران با صرف هزینه کمتر می‌تواند به اروپا راه یابد. خط قرمز مسیر راه گذر شمال جنوب را نشان می‌دهد و خط آبی-مسیر طبیعی است که هزینه‌های هند را بسیار بیشتر می‌کند (کهرازه، ۱۴۰۰: ۱۴۹-۱۴۸).

1. North – South Transport Corridor (NSTC)

نقشه ۴. مسیر راه گذر شمال به جنوب
منبع. کهرآزه، ۱۴۰۰. ۱۴۹.



طبق مطالعات مربوط به پروژه NSTC، این مسیر زمان حمل و نقل را تا ۶۰ درصد و هزینه حمل و نقل را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. مسیرهای تجاری زمینی نیز، تجارت با اقتصادهای غنی انرژی آسیای میانه را تسهیل خواهد نمود (Roy, 2012:990). هند چهارمین مصرف کننده بزرگ انرژی جهان است و دسترسی به ذخایر فراوان گاز ترکمنستان و قزاقستان به رفع نیاز روزافزون آن به انرژی کمک خواهد کرد. هند هم‌اکنون دارای فرصت‌های صادرات کوچک در منطقه آسیای مرکزی و قفقاز، فروش دارو و فناوری اطلاعات است، اما مسیر زمینی فرصت‌های جدیدی برای صنایع تولیدی سنگین و ساخت‌وساز، فراهم خواهد کرد. راه گذر شمال-جنوب تنها پروژه بزرگ مقیاسی نیست که هند از طریق آن در پی توسعه چابهار است هند همچنین در نظر دارد که یک خط لوله گاز زیر دریا ایجاد کند که به ایران متصل شود. طی چندین سال اخیر، آن‌ها در حال مطالعات اولیه و مذاکره برای پیشنهاد های خط لوله گاز هستند، اما مشکلات برنامه‌ریزی و تحریم‌های ایران و روابط منفی با کشورهای غربی، مانع از رسیدن این پروژه به مرحله تحقق شده است خط لوله زیر دریا از سواحل ایران و از طریق دریای عمان و اقیانوس هند

تا گجرات^۱ ساخته خواهد شد. اگر تحریم‌های اقتصادی علیه ایران لغو یا کاهش پیدا کند، توافق‌نامه‌ها شروع به کار و رشد خواهند کرد. پروژه خط لوله گاز ۴,۵ میلیارد دلاری، زمانی تکمیل می‌شود که قادر به انتقال حدود ۳۱,۱ میلیون متر مکعب گاز در روز باشد. همچنین انتظار می‌رود که در مرحله بعدی، عمان به خط لوله گاز ایران- هند پیوندد. این امر روابط ایران- عمان را تقویت خواهد نمود و به آن‌ها کمک می‌کند تا در توافق‌نامه عشق‌آباد با هم همکاری کنند (Kumar, 2016: 34-36).

بررسی‌ها و شبیه‌سازی‌های انجام‌شده توسط اقتصاددانان گروه بانک جهانی در سال ۲۰۱۶، نشان می‌داد که سود حاصل از کاهش تحریم‌های اقتصادی ایران، منجر به افزایش درآمد حدوداً ۱۸ میلیارد دلاری اقتصاد ایران و افزایش درآمد سرانه ۳,۷ درصدی می‌شود. با این حال، اگر صادرات نفت ایران به اتحادیه اروپا به‌طور کامل بهبود نیابد، منافع ایران ۲۲ درصد کمتر از حالت پیش‌بینی شده خواهد بود و تنها به نیمی از سطح صادرات پیش از تحریم می‌رسند (Lanchovichina and others, 2016: 15). این کاهش به احتمال زیاد نتیجه این امر است که به دلیل موانع مختلف تولید و صادرات نفت، مانند محدودیت‌های فنی در زمینه استخراج نفت خام و مسائل مربوط به حمل‌ونقل و بازگشت تحریم‌ها بعد از روی کار آمدن ترامپ و خروج از توافق‌نامه موسوم به برجام، ممکن است برگشت کامل به شرایط گذشته در کوتاه‌مدت امکان‌پذیر نباشد. با این حال، بسط پروژه چابهار می‌تواند این محدودیت‌های فنی را جبران کرده و به ایران کمک کند تا اقتصاد خود را به سطح قبل از تحریم برساند. بندر چابهار تنها پروژه بین‌المللی بود که به کمک هند و افغانستان از تحریم‌های بین‌المللی آمریکا معاف شد. بر همین اساس این بندر می‌تواند هاب بین‌المللی ایران برای کاهش تأثیر تحریم‌ها و رشد اقتصادی و بهبود بخش‌های مختلف تجاری جمهوری اسلامی ایران باشد. در حال حاضر ایران از بندرعباس برای صادرات کالا استفاده می‌کند؛ با این حال، بندرعباس تنها می‌تواند کشتی‌های باربری ۱۰۰,۰۰۰ تنی را دریافت کند. این امر بسیار ناکارآمد است؛ زیرا اغلب حمل‌ونقل‌ها از طریق کشتی‌های باری ۲۵۰ هزار تنی انجام می‌شود و کالا باید ابتدا در امارات متحده عربی

1. Gujarat

تخلیه شود و سپس به کشتی‌های کوچک‌تر منتقل شود تا بتواند در بندرعباس لنگر بیاندازد (Amirthan, 2017:90).

اما چابهار این مسئله را حل خواهد نمود و وابستگی ایران به امارات متحده عربی را کاهش خواهد داد؛ چراکه چابهار می‌تواند کشتی‌های ۲۵۰ هزار تنی را دریافت کند. با این حال، این مسئله تنها یکی از مزیت‌های ثانویه چابهار برای ایران است؛ از جمله منافع اصلی ایران این واقعیت است که این کشور از طریق چابهار، می‌تواند شرکای اقتصادی و تجاری خود را متنوع سازد. تحت تأثیر تحریم‌های اقتصادی، چین و روسیه با تبدیل شدن به شرکای تجاری اصلی ایران جای خود را در ایران تقویت کرده‌اند. علی‌رغم بسط تحریم‌ها علیه ایران، این کشور نمی‌خواهد چین و روسیه در مورد بخش‌های اصلی ایران، نفت خام و محصولات پتروشیمی، شبه انحصار داشته باشند. پروژه چابهار به ایران اجازه می‌دهد تا روابط خود با هند را تقویت کند و همچنین روابط جدیدی با کشورهای دیگر ایجاد کند و بدین ترتیب این امکان را به وجود آورد که این شبه انحصاری را که چین و روسیه ایجاد کرده‌اند را از بین ببرد (Baidya, 2017:149). ایران همچنین می‌تواند از طریق چابهار دوباره به جامعه جهانی برگردد. چابهار به مثابه یکی از مناطق اصلی و آزاد تجاری از سوی دولت ایران، می‌تواند در میان مدت اهمیت استراتژیک این بندر را در تجارت بین‌المللی افزایش دهد. مهدی هنردوست، سفیر وقت ایران در پاکستان در سال ۲۰۱۶، از چین و پاکستان دعوت کرده بود تا با سرمایه‌گذاری در بندر چابهار در منافع منطقه‌ای این بندر شریک باشند اما هیچ کدام از این کشورها تمایلی به سرمایه‌گذاری و مشارکت در این پروژه نداشته‌اند (Ashwarya, 2017:36).

در آن زمان در نگرش سیاست‌گذاران هندی این امریانیگر نگرش «سیاست اقتصاد بازار آزاد» و این مسئله بود که ایران می‌خواهد به این کشورها نشان دهد که تقویت روابط با هند در صدر دستور کار ایران قرار ندارد بلکه این تقویت تجارت هست که در صدر دستور کار ایران است و از این طریق بتواند خلأ و نگرانی بسط روابط ایران و هند را برای چین و پاکستان توضیح دهد. از دیدگاه نخبگان هندی یکی از چالش‌های بندر چابهار

موضوع رقابت و تضاد منافع کشورهای مختلف است (محمدی و احمدی، ۱۳۹۷: ۵۲). بر همین اساس به مثابه مثال موضوع بندر چابهار برای شرکای ایران تضاد منافع را نیز ایجاد کرده است در نگاه سیاست گذاران هندی، هند تنها در پی توسعه بندر چابهار است و تمایلی به همکاری با کشورهای دیگر مانند کره جنوبی که اخیراً به توسعه بندر چابهار علاقه نشان داده‌اند، ندارد. حال آنکه که مطمئناً برای همه طرف‌های درگیر در این توافق سه‌جانبه، منفعت وجود دارد، ولیکن واضح است که ایران در کوتاه‌مدت باید بیشترین سود را از این معامله به دست آورد. با ساخت بندر چابهار، ایران با صادرات دوباره نفت و کالا، می‌تواند ضررهای ناشی از تحریم‌های اقتصادی را جبران کند. با این وجود، در بلندمدت، اگر هند به دنبال پروژه خود برای ایجاد NSTC باشد، بدون شک بیشترین سود از توسعه چابهار را این کشور خواهد داشت (کهرازه، ۱۴۰۰: ۱۵۳-۱۵۲).

جمع‌بندی

منطقه خلیج فارس مثل هر جایی دیگری احتیاج به امنیت دارد. امنیت منطقه را می‌بایست در درون منطقه یافت و همگرایی بمانند پاسخی جهت همکاری و نزدیکی دولت‌ها و ثبات بیشترشان باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. در این مقطع، امنیت در خلیج فارس را صرفاً با ابزارهای نظامی نمی‌شود استوار نمود، چرا که مکانیسم‌های خاص خود را می‌طلبند تا همکاری کلیه کشورها را وادارد و تمامی حکومت‌های حاشیه خلیج فارس را در آن دخیل کند؛ و این امر محقق نمی‌گردد، جز با همکاری همه‌جانبه تمامی کشورهای حاشیه خلیج فارس و دوری از هر نوع تفرقه.

با توجه به آنچه در این پژوهش انجام شده و مورد بررسی قرار گرفته است، فرضیه پژوهش حاضر تأیید می‌شود؛ اما باید ذکر نمود که به نظر می‌رسد در کنار ظرفیت‌های گسترده چابهار، آنچه می‌تواند به مثابه مکمل تبدیل این منطقه به نقطه تلاقی منافع و همکاری منطقه‌ای باشد، اراده دولت‌های ایران، چین، هند، پاکستان و سایرین می‌باشد. در جدول ذیل به فرصت‌های چابهار به طور خلاصه ذکر شده است.

موضوع (کشور)	پیشران‌های چابهار	نتیجه‌ها
چابهار توانمندی‌ها و فرصت‌ها	✓ موقعیت جغرافیایی و استراتژیکی مهم و جذب‌کننده ✓ انرژی و کریدورهای استراتژیکی ✓ توانایی پهلوگیری کشتی‌های غول‌پیکر ✓ بازار صادرات و واردات کم‌نظیر (بازرهای تجاری عالی)	✓ جذب قدرت‌های منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای در جهت کسب منافع از این موقعیت
چین (افزایش قدرت)	✓ کمک به افزایش قدرت به‌طور مسالمت‌آمیز در عرصه‌های بین‌المللی ✓ رقابت نرم (نه سخت و نظامی) با سایر رقبای در عرصه‌های اقتصادی و سیاسی (ایالات متحده، هند و اروپا) ✓ کمک به افزایش قدرت دیپلماسی از طریق جاده ابریشم چین (ارتباط با ۶۸ کشور دنیا) ✓ تشویق دو کشور ایران و پاکستان به صلح و همکاری با یکدیگر توسط کشور چین در راستای منافع جمعی سه کشور (حتی باوجود رقابت بندرهای گوادر و چابهار)	✓ کمک و تشویق به روند صلح و همکاری در عرصه منطقه‌ای و بین‌المللی با عنایت به همکاری گسترده با کشورهای مختلف و متنوع ✓ رقابتی نرم و به دور خشونت (همراه با همکاری اقتصادی در ابعاد جغرافیایی بسیار بیشتر از منطقه غرب آسیا) ✓ گره خوردن اقتصاد و همکاری کشورها به مرکزیت چابهار (تلاقی کریدور شمال- جنوب با جاده ابریشم نوین در چابهار)
هند (شناسایی‌اش به عنوان قدرت برتر)	✓ دستیابی به تأمین انرژی مورد نیاز برای تأمین نیازهای داخلی و خارجی‌اش ✓ گسترش سیاست خارجی هند: ارتباط راحت‌تر و قوی‌تر با آسیای میانه و افزایش همکاری با این منطقه ✓ عدم درگیری با پاکستان: ارتباط هند از طریق چابهار با افغانستان و کسب منافع در این کشور بدون درگیری با پاکستان ✓ دستیابی راحت‌تر به هدف بلندمدت هند از طریق فرصت‌های چابهار: کریدور شمال- جنوب	✓ ممانعت از درگیری با ساختار نظام بین‌المللی (مخالفت هند و افغانستان با تحریم چابهار توسط ایالات متحده) ✓ برخورد نرم در قالب دیپلماسی اقتصادی با کشورهای رقیب (چین و پاکستان) ✓ همکاری و وابستگی تجاری- اقتصادی با سایر مناطق (آسیای میانه از مسیر چابهار در نتیجه صلح بیشتر)
ج.ا.ایران (بازیگر تأثیرگذار در صلح و همکاری منطقه‌ای)	✓ تقویت ابعاد اقتصادی و ژئوپلیتیکی کشور ✓ وابستگی سایر قدرت‌ها به مسیر و موقعیت چابهار ایران	✓ افزایش وزنه چانه‌زنی ج.ا.ایران در عرصه منطقه‌ای و بین‌المللی ✓ افزایش همکاری‌های اقتصادی-

موضوع (کشور)	پیشران‌های چابهار	نتیجه‌ها
	✓ معرفی نمودن کشور به‌عنوان گزینه اول مسیر ترانزیتی، هاب انرژی، برقرار نمودن امنیت منطقه‌ای و مرکز همگرایی منطقه ✓ تقویت سایر فاکتورهای صلح و همکاری در منطقه (جاده ابریشم چین، کریدور شمال – جنوب، رقابت‌های نرم منطقه‌ای و ...).	سیاسی کشورهای منطقه به مرکزیت ایران ✓ معرفی شدن چهره‌ای صلح‌آمیز از ج.ا.ایران ✓ حمایت سایر کشورها از ج.ا.ایران در مقابل غرب و به ویژه ایالات متحده (به علت گره خوردن منافع اقتصادی – سیاسی‌شان با ج.ا.ایران)

منبع: نویسندگان.

منابع

۱. احمدی پور، زهرا و مصطفی قادری حاجت (۱۳۸۹) تبیین ژئوپلیتیکی شکل گیری سازمان منطقه‌ای آسیای مرکزی خزر با محوریت ایران، مجموعه مقالات دومین همایش بازننگری روابط ایران و کشورهای آسیای مرکزی ۴ و ۵ آبان، دانشگاه فردوسی مشهد، صص ۹۳-۵۳.
۲. اسلامی، روح‌الله و ناصر یوسف زهی (۱۳۹۷) استراتژی‌های کارآمدسازی اقتصاد سیاسی منطقه‌ای افغانستان و ایران بر مبنای تحلیل سیستمی نقش بندر چابهار، *فصلنامه مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی*، دوره ۸، شماره ۲۸، صص ۱۲۴-۹۵.
۳. اطاعت، جواد و ابراهیم احمدی (۱۳۹۴) تحلیل ژئوپلیتیکی روابط پاکستان و همسایگان: تنش‌ها و تهدیدها، *فصلنامه تحقیقات سیاسی و بین‌المللی*، دوره ۷، شماره ۲۴.
۴. اعظمی، هادی، محسن سلطانی و منوره محمودی (۱۳۹۵) بررسی هدف‌ها کشورهای منطقه‌ای و فرمانطقه‌ای در چابهار از منظر سیاسی-اقتصادی، نهمین کنگره انجمن ژئوپلیتیک ایران و اولین همایش انجمن جغرافیا و برنامه‌ریزی مناطق مرزی ایران «توسعه ناحیه ژئوپلیتیک جنوب شرق ایران» دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان- آبان ۱۳۹۵.
۵. باقری‌زاده، محمدطاهر (۱۳۸۷) *مدیرعامل وقت منطقه آزاد چابهار، نشست با رئیس کمیسیون امنیت ملی و سیاست خارجی مجلس*.
۶. بلیس، جان و دیگران (۱۳۷۴) *استراتژی معاصر؛ نظریات و خط‌مشی‌ها*، مترجم: هوشمند میرفخرایی، چاپ سوم، دفتر مطالعات سیاسی و بین‌المللی، تهران.
۷. پورپویان، رضا و همکاران (۱۳۸۹) ظرفیت‌های مکانی توسعه منطقه آزاد چابهار (فرصت‌ها، تنگناها و راهکارها، *مجله سیاسی-اقتصادی*، شماره ۲۷۴-۲۷۳.
۸. جانسیز، احمد، محمد تقی‌زاده انصاری و سجاد بهرامی مقدم (۱۳۹۷) تحول سیاست خارجی هند (در عمل‌گرایی اقتصادی دولت‌های عضو شورای همکاری خلیج فارس)، *فصلنامه مطالعات شبه‌قاره دانشگاه سیستان و بلوچستان*، سال هفتم، شماره بیست و هشتم، صص ۲۵-۵۰.
۹. حافظ‌نیا، محمدرضا (۱۳۸۴) تحلیل ظرفیت‌های ژئوپلیتیکی سواحل جنوب شرق ایران در

راستای منافع ملی، مجله جغرافیا و توسعه، پاییز و زمستان ۱۳۸۴.

۱۰. حافظ‌نیا، محمدرضا (۱۴۰۱) / اصول و مفاهیم ژئوپلیتیک مشهد: انتشارات پاپلی.

۱۱. زرقانی، سید هادی و ابراهیم احمدی (۱۳۹۵) تحلیل نقش و جایگاه بندر چابهار در وابستگی- های ژئوپلیتیکی هند، نهمین کنگره انجمن ژئوپلیتیک ایران و اولین همایش انجمن جغرافیا و برنامه‌ریزی مناطق مرزی ایران «توسعه ناحیه ژئوپلیتیک جنوب شرق ایران»، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.

۱۲. صبور، ضیاءالدین (۱۳۹۸) کارکردها و چالش‌های منطقه آزاد چابهار در ایجاد همگرایی منطقه‌ای و توصیه‌هایی برای پوشش رسانه‌ای، پژوهشنامه رسانه بین‌الملل، سال چهارم، شماره چهارم.

۱۳. عزتی، عزت‌الله و شمس‌الدین شکری (۱۳۹۱) بررسی جایگاه چابهار در ترانزیت شمال- جنوب و نقش آن در توسعه شهرهای هم‌جوار، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال نهم، شماره ۳۶.

۱۴. فرزین‌نیا، زیبا (۱۳۹۵) پویایی پیچیده روابط پاکستان با چین، فصلنامه سیاست خارجی، سال بیستم، شماره ۲ و ۳، تابستان و پاییز.

۱۵. کاویانی‌راد، مراد و حسین سعادت‌ی جعفرآبادی (۱۳۹۶) قلمروگستری جنوب خاوری ایران در مناسبات پساتحریم با تأکید بر بندر چابهار، فصلنامه تحقیقات سیاسی بین‌المللی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرضا، شماره سی و سوم.

۱۶. کهزاده، یاسر (۱۴۰۰) چشم‌انداز سیاسی اقتصادی بندر چابهار- در راهبردهای آینده‌نگرانه سیاست‌گذاری خارجی- امنیتی، فصلنامه علمی مطالعات روابط بین‌الملل، سال چهاردهم، شماره ۵۳.

۱۷. محمدی، حمیدرضا و ابراهیم احمدی (۱۳۹۷) موازنه‌گرایی در سیاست‌های ژئوپلیتیکی هند (با تأکید بر نقش و جایگاه بندر چابهار ایران) پژوهش‌های دانش‌زمین، سال نهم، شماره ۳۳، صص ۴۶-۶۵

۱۸. مؤمنی، محمدرضا و مرضیه چهارمحال اصفهانی (۱۳۹۸) نقش چابهار در همگرایی منطقه‌ای: مطالعه موردی جاده کتان، فصلنامه پژوهش‌های، روابط بین‌الملل، دوره نهم، شماره پیاپی

سی و پنجم.

۱۹. نصیری، حسین (۱۳۸۷) بررسی موقعیت ایران و کشورهای رقیب در مبادلات جهانی-منطقه-

ای (با تأکید بر توسعه محور شرق) فصلنامه سیاست، دوره سی و هشتم، شماره ۳.

۲۰. هاگت، پیتر (۱۳۷۵) جغرافیای ترکیبی نو، مترجم: شاپور گودرزی نژاد، تهران: سمت.

۲۱. ویسی، هادی (۱۴۰۰) بررسی رقابت‌های ژئوپلیتیکی و ژئواکونومیک چین و هند در اورآسیا:

کریدورهای ارتباطی و ژئوپلیتیک بنادر چابهار و گوادر، پژوهش‌های جغرافیای انسانی،

دوره ۵۳، شماره ۱، ص ۲۲۶-۲۱۳.

۲۲. یزدانی، عنایت‌الله و پریسا شاه‌محمدی (۱۳۹۳) بررسی وجوه مثبت و لزوم پویایی ایران در

ابتکار کمربند اقتصادی از منظر مکتب کپنهاگ، فصلنامه مطالعات آسیای مرکزی و قفقاز،

دوره ۲۲، شماره ۸۸.

۲۳. یعقوبی، سامره، عزت‌الله عزتی و ابراهیم رومینا (۱۳۹۸) تبیین الگوی همگرایی منطقه‌ای؛ مورد:

جنوب غرب آسیا، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، علمی-پژوهشی، سال شانزدهم، شماره

۶۳، پاییز.

۲۴. شبکه خبری زمان (۱۳۹۶/۰۲/۳۱) اهمیت ژئواستراتژیک ایران در جاده ابریشم جدید چین،

موسسه واشنگتن برای سیاست‌های خاور نزدیک، تاریخ مشاهده: ۱۴۰۲/۹/۱۶، قابل

دسترس در سایت زمان، قابل دسترس به آدرس اینترنتی:

<https://www.farsnews.ir/news/13960224000958/>

۲۵. صدر، سیدعطاالله (۱۳۹۱) ماهنامه بندر و دریا، تاریخ مشاهده: ۱۴۰۰/۴/۱۴، سال بیست و هفتم،

پیاپی ۱۹، مصاحبه.

۲۶. ماهنامه چابهار (۱۳۸۸) شماره هشتم، خرداد.

۲۷. نصر، ولی (۲۰۱۹) اجبار هند به خروج از ایران، قدرت چین را در منطقه بیشتر می‌کند، مجله

آتلانتیک آمریکا، مترجم: مهتاب نورمحمدی، قابل دسترسی به آدرس اینترنتی:

References

28. Amirthan, Shawn (2017) What are India, Iran, and Afghanistan's Benefits from the Chabahar Port Agreement? *Strategic Analysis*, 41:1, 87-93,

29. Ashwarya, S. (2017) *India-Iran relations: Progress, problems, and prospects*. New York, NY: Routledge.
30. Baidya, S. (2017). India's Policy towards Iran: Reflection of Intentions, Ambiguities and Complexities. *International Studies*, 54(1-4), 144-161
31. BP. (2018, June 2015). *Statistical Review of World Energy*, Available from: www.bp.com/en/.../energy.../statistical-review-of-world-energy.html (pdf).
32. Daniels, Rorry (2013) Strategic Competition in South Asia: Gwadar, Chabahar, and the Risks of Infrastructure Development, *American Foreign Policy Interests*, 35, No.2, pp:93-100
33. Dorsey, J.M. (2019) *Pakistan: The Belt and Road's Soft Underbelly*. In: *China and the Middle East. Global Political Transitions*. Palgrave Macmillan, Cham
34. Fedorenko, Vladimir. (2013). "The New Silk Road Initiatives in Central Asia". *RETHINK PAPER 10*, Institute Washington DC, Available at: www.rethinkinstitute.org/wp-content.
35. Habova, Antonina. (2015). "Silk Road economic belt: pivot to Eurasia or China's way of foreign policy". *China's Marshall Plan*, Vol, VIII (1).
36. Kaushik, P. (2019). CPEC, Afghanistan and India's Concerns. *India Quarterly*, 75(2), 253-261.
37. Kumar, Satish (2016) *India's National Security: Annual Review 2016-17*, Delhi: Routledge
38. Lanchovichina, E., Devarajan, S., Lakatos, C. (2016) *Lifting Economic Sanctions on Iran: Global Effects and Strategic Responses*, Policy Research Working Paper 7549, World Bank Group, Access date 4/12/2020 at: <http://documents.worldbank.org/curated/en/298681467999709496/pdf/WPS7549.pdf>
39. Mitra, R., (2019) India's Persian desire – analyzing India's maritime trade strategy vis-à-vis the Port of Chabahar, *Maritime Affairs*, Vol.15, No.1, pp:41-50
40. Pethiyagoda, Kadir. (2018). "India's pursuit of strategic and economic interests in Iran". Brookings Doha Center Analysis Paper.
41. Priego, Alberto. (2018), Pakistan Between Central and South Asia RSC, *Central Asia and the Caucasus*. No. 6(54), Pp 5573.
42. Roy, M. S. (2012). Iran: India's gateway to Central Asia. *Strategic Analysis*, 36, 957-997.
43. Sing Roy, Mena (2015), "International North-South Transport Corridor:

Re-energizing India's -Gateway to Eurasia", Institute for defense studies and analyze (August 18, 2015).

44. Singh Mehta, Vikram. (2019). *Annual Report Brookings India 2018-2019*.

45. Singh, Subhash. (2017). "India's Chabahar Policy: Implication for China-Pakistan Cooperation. *"International Journal of Applied Social Science*, vol. 4(5&6), pp172-182.

46. <http://asrdiplomacy.ir/51557>

استناد به این مقاله: غلامی، سعید.. کوهزاد نوذری، رؤیا. (۱۴۰۲). نقش چابهار در استقرار صلح و همکاری‌های منطقه‌ای (با تأکید بر کشورهای هند و چین)، فصلنامه خدمات دریایی و بندری، ۱ (۲)، ۱۳۳-۱۷۸.



Marine and Port Servicesch Journalis licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

Examining Various Viewpoints Regarding the Nature and Growth of Marine Clusters

Ahmad Kazemi
Georgian  *

PhD in Marketing Management, Faculty of Management,
Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Abstract

Maritime clusters are a network of companies, research, development and innovation units and educational organizations that collaborate with the aim of technological innovation and increasing the performance of the maritime industry. Although many studies have discussed the concept of marine clusters, their definition is still changing and a single definition of them has not been provided. For this reason, in the present research, all kinds of views about marine clusters were investigated. It should be noted that in the current research, the library method and the tool of data collection of data collection were used in order to collect research data. 3 views were raised about the types of maritime clusters, which are: maritime clusters as an industrial complex, maritime clusters as a multitude of interconnected industries, and maritime clusters as a community-oriented network. On the other hand, the types of marine clusters are also different from each other in terms of constituent sectors and industries. In fact, each of them seriously includes two or more categories of industries such as marine biological resources, physical marine transportation activities, marine services, marine technologies, etc. Finally, regarding the development of marine clusters, it was categorized into three categories: intrinsic, extrinsic and a combination of them. Intrinsic factors are more related to the characteristics of the port, history and culture in that area. On the other hand, external factors refer to factors such as government policies and support, economic conditions in the region and its dynamic level. Finally, it was mentioned that Porter's cluster diamond model as a comprehensive model has put these types of external and intrinsic influencing factors together.

Keywords: Maritime Clusters, Maritime Transport, Maritime Services, Porter's Diamond Model.

*Corresponding Author: ak.gorji@gmail.com

How to Cite: Kazemi Georgian, A. (2024). Examining Various Viewpoints Regarding the Nature and Growth of Marine Clusters. *Marine and Port Servicesch*, 1(2), 179-211.

Original research

Accepted: 17 November 2023

Review: 11 November 2023

Received: 17 October 2023

بررسی انواع دیدگاه‌ها در خصوص ماهیت و نحوه رشد خوشه‌های دریایی

دکتری مدیریت بازاریابی، دانشکده مدیریت دانشگاه شهید بهشتی، تهران،
 احمد کاظمی گرجی * ID
 ایران

چکیده

خوشه‌های دریایی به عنوان شبکه‌ای از شرکت‌ها، واحدهای تحقیق، توسعه و نوآوری و سازمان‌های آموزشی هستند که باهدف نوآوری فناوری و افزایش عملکرد صنعت دریایی همکاری می‌کنند. اگرچه بسیاری از مطالعات مفهوم خوشه‌های دریایی را مورد بحث قرار داده‌اند؛ تعریف آن‌ها هنوز در حال تغییر است و یک تعریف واحد از آن‌ها ارائه نشده است. از همین روی در پژوهش حاضر انواع دیدگاه‌ها در خصوص خوشه‌های دریایی مورد بررسی قرار گرفتند. لازم به ذکر است که در پژوهش حاضر از روش کتابخانه‌ای و ابزار گردآوری اطلاعات فیش‌برداری به منظور جمع‌آوری داده‌های پژوهش استفاده شده است. به طور کلی ۳ دیدگاه در خصوص انواع خوشه‌های دریایی مطرح شدند که عبارت‌اند از: خوشه‌های دریایی به عنوان یک مجتمع صنعتی، خوشه‌های دریایی به عنوان انبوهی از صنایع به هم پیوسته و خوشه دریایی به عنوان یک شبکه جامعه‌محور. از طرف دیگر انواع خوشه‌هایی دریایی از لحاظ بخش‌ها و صنایع تشکیل دهنده نیز با یکدیگر متفاوت هستند. درواقع هر کدام از آن‌ها به طور جدی دو یا چند دسته از صنایع نظیر منابع بیولوژیکی دریایی، فعالیت حمل و نقل دریایی فیزیکی، خدمات دریایی، فناوری‌های دریایی و ... در خود جای داده‌اند. در نهایت عوامل مربوط به توسعه خوشه‌های دریایی نیز در سه دسته عوامل ذاتی، بیرونی و ترکیبی از آن‌ها دسته‌بندی شد. عوامل ذاتی بیشتر به مشخصات بندر، تاریخ و فرهنگ موجود در آن منطقه بازمی‌گردد. از سوی دیگر عوامل بیرونی به عواملی نظیر سیاست‌ها و حمایت‌های دولت، شرایط اقتصادی موجود در منطقه و میزان پویایی آن اشاره دارد. در نهایت نیز عنوان شد که مدل الماس خوشه‌ای پورتر به عنوان یک مدل جامع، انواع این عوامل بیرونی و ذاتی تاثیرگذار را در کنار یکدیگر قرار داده است.

کلیدواژه‌ها: خوشه‌های دریایی، حمل و نقل دریایی، خدمات دریایی، مدل الماس پورتر.

۱- مقدمه

مفهوم خوشه‌ها نخستین بار در سال ۱۹۹۰ توسط پورتر در مجامع علمی مطرح شد. به‌طور کلی خوشه‌ها به‌عنوان مجموعه‌ای از بنگاه‌ها از سازمان‌های تجاری و غیرتجاری تعریف می‌شوند که در یک محیط جغرافیایی مشترک، مشغول رقابت با یکدیگر، خرید و عرضه‌ی نیازهای یکدیگر و یا استفاده از یک تکنولوژی، خریداران و کانال‌های توزیع مشترک هستند.

در همین راستا مفهوم خوشه‌های دریایی نیز نخستین بار توسط لانگن^۱ (۲۰۰۲) با اشاره به عملکرد خوشه دریایی کشور هلند مطرح گردید. وی در آن پژوهش عنوان نمود که یک خوشه دریایی جامع به‌خودی‌خود یک اکوسیستم است که در آن شرکت‌ها و مؤسسات مرتبط با دریا می‌توانند رشد کنند؛ توسعه یابند و به نفع یکدیگر باشند. به‌عنوان مثال، در هلند، بسیاری از تأمین‌کنندگان مهم در یک خوشه دریایی قرار دارند و بیش از نیمی از مخارج شرکت‌ها در داخل خوشه دریایی هزینه می‌شود. همچنین مشخص شده است که نزدیک به ۴۰ درصد دانش تجاری از بازیگران داخل یک خوشه دریایی می‌آید که نشانگر وجود سرریز دانش در یک خوشه دریایی است.

البته سابقه فعالیت خوشه‌های دریایی به بسیار قبل‌تر از این مورد بازمی‌گردد. به نظر می‌رسد که ریشه‌ی خوشه‌های دریایی به معنای معاصر بین قرن‌های نهم و پانزدهم، در زمانی که ونیز با موفقیت به دلیل بهره‌گیری از فرصت‌های بازار در تجارت دریایی به یک امپراتوری دریایی تبدیل شد؛ بازمی‌گردد (شی^۲ و همکاران، ۲۰۲۰).

برت و رو^۳ (۲۰۱۰) خوشه‌های دریایی را به‌عنوان مجموعه صنایعی که معمولاً حول فعالیت‌های تجاری یک بندر قرار دارند یا در ابتدا بر روی آن متمرکز هستند، تعریف کردند. این امر اهمیت یک بندر را برای راه‌اندازی یک خوشه دریایی مشخص می‌کند. بااین‌حال، چنین خوشه‌های دریایی به‌شدت به جابجایی محموله‌های فیزیکی وابسته هستند

1 Langen

2 Shi

3 Brett & Roe

و دربرگیرنده‌ی تمامی خدمات ارائه‌شده در خوشه‌های دریایی نیستند. در ادامه چانگ^۱ (۲۰۱۱) خوشه دریایی را شبکه‌ای از شرکت‌ها، واحدهای تحقیق، توسعه و نوآوری و سازمان‌های آموزشی تعریف کرد که باهدف نوآوری فناوری و افزایش عملکرد صنعت دریایی همکاری می‌کنند. این شامل بسیاری از موجودیت‌ها در یک خوشه دریایی می‌شد که به کلمه خوشه «هدف» نوآوری داد و در این تعریف خوشه‌های دریایی نیازی به وجود بندر برای ایجاد نوآوری و انعطاف‌پذیری ندارند. دلرکس، شرمور و فیگاردو^۲ (۲۰۱۶) خوشه دریایی را به‌عنوان تمرکز جغرافیایی شرکت‌ها در بخش‌های دریایی، سازمان‌های تحقیقاتی و آموزشی فعال در زمینه‌های مرتبط و مکانیسم‌های حمایت عمومی که توسط دولت و ذینفعان منطقه‌ای اجرا می‌شود؛ فرموله کردند.

باوجود این تعاریف ارائه‌شده، اگرچه بسیاری از مطالعات مفهوم خوشه‌های دریایی را موردبحث قرار داده‌اند، تعریف آن‌ها هنوز در حال تغییر است. اجماع بر این است که تمرکزی از شرکت‌ها و سازمان‌های مرتبط با دریانوردی، با سرریزهای دانش و نوآوری است و احتمالاً تحت تأثیر سیاست‌های دولت قرار دارند. باین حال، ماهیت منحصر به فرد یک خوشه دریایی هنوز در نظر گرفته نشده و دیدگاه‌های مختلف در خصوص خوشه‌های دریایی به طور کامل موردبررسی قرار گرفته نشده است. درواقع به نظر می‌رسد که در این تعاریف برخی از ماهیت‌های منحصر به فرد کسب و کارهای دریایی نظیر عدم ثبات مکانی شرکت‌های کشتیرانی (اغلب برای یافتن بهترین محیط تجاری جابه‌جا می‌شوند) و شرکت‌های خدمات دریایی جهانی (آن‌ها به مشتریان جهانی خدمت می‌کنند)، به‌طور کامل موردتوجه قرار نگرفته و به همین دلیل تعاریف مربوط به خوشه‌های دریایی از خوشه‌های صنعتی به‌خوبی متمایز نشده است (لی و لو^۳، ۲۰۲۱).

اورتگا، نگویرا و پینتو^۴ (۲۰۱۴) اعلام کردند که مطالعه خوشه‌های دریایی هنوز توسعه نیافته و تا حدودی پراکنده و ناکافی هستند. دلورکس^۵ (۲۰۱۷) حتی نشان داد که

1 Chang

2 Doloreux, Shearmur & Figueiredo

3 Li & Luo

4 Ortega, Nogueira & Pinto

5 Doloreux

مفهوم اساسی اینکه یک خوشه دریایی چیست؛ مبهم است؛ بنابراین، بدنه کار علمی باید روشن شود، تحقیقات جدید و قابل توجهی آغاز شود و خلأهای پژوهشی مشخص شناسایی شود.

از همین روی پژوهش حاضر در نظر دارد تا علاوه بر بیان دیدگاه‌های مختلف در خصوص خوشه‌های دریایی، اجزای تشکیل‌دهنده خوشه‌های دریایی، نحوه حاکمیت در خوشه‌های دریایی، چگونگی توسعه آن‌ها و درنهایت تأثیرگذاری آن‌ها بر اقتصاد محلی و منطقه‌ای را مورد بحث و بررسی قرار دهد.

اهمیت پژوهش حاضر از آنجا نشأت می‌گیرد که از منظر اقتصاد ملی، خوشه‌های دریایی نقشی حیاتی در اقتصاد منطقه‌ای و داخلی ایفا می‌کنند. بسیاری از کشورها توسعه یک خوشه دریایی را به عنوان یک استراتژی مهم برای توسعه منطقه‌ای لحاظ می‌کنند. باوجود تلاش‌های زیاد برای بررسی دقیق خوشه‌های دریایی توسعه تئوری در موضوع خوشه‌های دریایی هنوز در مراحل اولیه خود است؛ بنابراین، درک تکامل مطالعه خوشه‌ای دریایی و وضعیت فعلی آن می‌تواند به محققان آینده کمک کند تا زمینه توسعه آن را درک کنند و این شکاف تحقیقاتی را پر کنند. علاوه بر این، می‌تواند مرجعی برای سیاست‌گذاران با توجه به برنامه‌ریزی منطقه‌ای برای توسعه صنعت دریایی باشد.

درمجموع بر مبنای مطالب عنوان‌شده، در ادامه پژوهش حاضر در ابتدا انواع دیدگاه‌ها در خصوص خوشه‌های دریایی مورد نقد و بررسی قرار خواهند گرفت. سپس به بخش‌های تشکیل‌دهنده و عوامل مؤثر بر توسعه خوشه‌های دریایی اشاره خواهد شد. درنهایت در انتهای این مقاله نیز قسمت نتیجه‌گیری و پیشنهادها برای محققین و سیاست‌گذاران مربوطه ارائه خواهد شد.

لازم به ذکر است که در پژوهش حاضر از روش کتابخانه‌ای و ابزار گردآوری اطلاعات فیش‌برداری به منظور جمع‌آوری داده‌های پژوهش استفاده شده است. برای این پژوهش، روش اصلی تحقیق مرور ادبیات بود. برخی از متون مرتبط با خوشه دریایی با استفاده از کلمات کلیدی نظیر «خوشه‌های دریایی»، «خوشه‌های بندری» و «خوشه‌های

حمل و نقل» از Scopus و Google Scholar بازیابی شدند. سپس مقالات مرتبط اضافی با استفاده از گلوله برفی روبه جلو و عقب (جلالی و وهلین^۱، ۲۰۱۲) از منابع دیگر، مانند مقالات کنفرانس و پژوهش، یافت شد. در نهایت، در مجموع حدود ۱۷۱ مقاله مرتبط پیدا شد. پس از پیش بررسی، ۵۳ منبع مطالعاتی شامل ۳۰ مقاله ژورنالی، ۱۳ مقاله کنفرانس و ۱۰ بخش کتاب برای تحلیل بیشتر انتخاب شدند. هنگام بررسی این ادبیات، دیدگاه‌ها و دیدگاه‌های اصلی در مورد موضوعات مختلف به طور سیستماتیک خلاصه و مقایسه شد. سپس با تجزیه و تحلیل حذفیات و محدودیت‌های پژوهش حاضر و در نظر گرفتن جدیدترین تحولات خوشه‌ای دریایی، هر حوزه‌ای که مورد تحقیق قرار نگرفته بودند؛ برای بررسی بیشتر برجسته شدند.

۲- انواع دیدگاه‌ها در خصوص خوشه‌های دریایی

در ادامه نوشتار حاضر ضروری است که پیش از بررسی انواع دیدگاه‌ها در خصوص خوشه‌های دریایی ریشه‌های نظری شکل‌گیری این دیدگاه مورد بررسی قرار بگیرد. به طور کلی منشأ تحقیقات پیرامون خوشه‌های صنعتی را می‌توان در تفکرات مربوط به دیدگاه اقتصادی معاصر جستجو کرد. آدام اسمیت^۲ (۱۷۷۶) مفهومی تحت عنوان دست نامرئی را مطرح و از آن به عنوان عامل تسهیلگر رونق یک صنعت داخلی یاد می‌کند. پس از آن فون تونن^۳ (۱۸۲۶) نظریه مکان را مطرح می‌سازد. او اولین کسی بود که مدل یک خوشه را به عنوان یک سیستم متمرکز تولید و مصرف ارائه کرد که شامل جنبه فاصله است. در این سیستم، متغیرهای حاکم هزینه حمل و نقل و اندازه استقرار (سیستم تونی) است. البته بعدها پژوهشگرانی نظیر وبر^۴ (۱۹۰۹) و کریستالر^۵ (۱۹۳۳) نیز با ارائه نظریاتی نظیر نظریه مکان صنایع^۶ و مکان‌های مرکزی در جنوب آلمان^۷ در توسعه هر چه بیشتر این

1 Jalali & Wohlin

2 Adam Smith

3 von Thünen

4 Weber

5 Christaller

6 Theory of the Location of Industries

7 Central Places in Southern Germany

دیدگاه مشارکت داشته‌اند. در ادامه در سال ۱۸۹۰ آلفرد مارشال^۱ به‌عنوان اولین اقتصاددان پیرو مکتب نئوکلاسیک، تحلیل مفصلی را با توجه به ویژگی‌های محلی‌سازی صنایع ارائه داد. نکته جالب توجه در خصوص مطالعات مارشال این بود که در کارهای پژوهشی وی ردپای مشخصی از مطالعات فون تونن وجود داشته است؛ همان‌طور که تأثیر مطالعات آدام اسمیت را می‌توان در دیدگاه فون تونن مشاهده کرد.

مارشال در پژوهش‌های خود برای توسعه اقتصادهای انبوه وجود سه عامل نیروی کار ماهر، ارتباط با تأمین‌کنندگان و سرریز دانش^۲ را ضروری می‌پندارد. درواقع این سه عامل در حال حاضر نیز در مطالعات معاصر به‌عنوان ستون‌های مزیت‌های رقابتی در خوشه‌ها در نظر گرفته می‌شود. حتی وی در خصوص اهمیت عنصر مکان بیان می‌کند که در چنین شرایطی هیچ رازی بیان نمی‌گردد و همه‌ی رازها در هوای آن محیط صنعتی قرار دارد و کودکان، بسیاری از آن‌ها را به‌صورت ناخودآگاه یاد می‌گیرند.

بعدها در سال ۱۹۹۰ مایکل پورتر مفهوم خوشه‌های صنعتی را در میان محققین ترویج و مدل الماس را به‌منظور تجزیه و تحلیل جنبه‌های حاکم بر موفقیت یک خوشه ارائه نمود. در ادامه نیز پورتر در سال ۲۰۰۰ مفهوم پارادوکس مکان را مطرح نمود. درواقع وی در تلاش بود تا مفهوم جهانی‌سازی را به سبب اینکه در حال حاضر بیشتر مزایای رقابتی ناشی از مزیت‌های محلی می‌باشد؛ زیر سؤال ببرد. همچنین پورتر تلاش نمود تا رشد و توسعه خوشه‌های صنعتی را در بستر رقابت‌پذیری آن‌ها توضیح دهد. بدین ترتیب «رقابت» به‌عنوان نتیجه‌ی مورد تعقیب وجود و عملیات خوشه‌های صنعتی معرفی می‌شود (استاورولاکیس، پاپادیمیتریو و سیرکیو^۳، ۲۰۲۱). با توجه به موارد عنوان‌شده در قالب جدول شماره ۱ مسیر توسعه ابتدایی مفهوم خوشه‌های صنعتی ارائه خواهد شد.

1 Alfred Marshall

2 skilled labour, linkages with suppliers, and knowledge spillovers

3 Stavroulakis, Papadimitriou & Tsirikou

جدول ۱. مسیر ابتدایی شکل‌گیری مفهوم خوشه‌های صنعتی (پژوهشگر)

ردیف	نام پژوهشگر (ان)	سال	تئوری	مضمون
۱	آدام اسمیت	۱۷۷۶	صنعت ملی	در بازارها «دست نامرئی» تصمیمات فردی را به سمت اقدام جمعی سودمند هدایت خواهد کرد.
۲	یوهان هاینریش فون تونن	۱۸۲۶	حالت ایزوله	اولین نویسنده‌ای که بعد فاصله را به عنوان بخشی صریح از نظریه اقتصادی قرار داد.
۳	آلفرد مارشال	۱۸۹۰	صنایع بومی سازی شده	مزایایی که افراد حرفه‌ای مشابه از محله‌های نزدیک به یکدیگر دارند، بسیار عالی است. وی در خصوص اهمیت عنصر مکان بیان می‌کند که در چنین شرایطی هیچ رازی بیان نمی‌گردد و همه‌ی رازها در هوای آن محیط صنعتی قرار دارد و کودکان بسیاری از آن‌ها را به صورت ناخودآگاه یاد می‌گیرند.
۴	آلفرد ویر	۱۹۰۹	نظریه مکان صنعتی	مکان بر اساس به حداقل رساندن هزینه انتخاب می‌شود.
۵	والتر کریستالر	۱۹۳۳	نظریه مکان مرکزی	در این نظریه به توزیع فضایی فعالیت و تمرکز توجه شده است.
۶	مایکل پورتر	۱۹۹۰	خوشه‌های صنعتی	آنچه هم در تئوری و هم در عمل گم شده است، درک رابطه تنگاتنگی است که بین خوشه‌ها و استراتژی وجود دارد.

بررسی مطالب عنوان‌شده در خصوص خوشه‌های دریایی نشان‌دهنده این واقعیت می‌باشد که این مفهوم می‌تواند بسته به جایگاهی که از آن استفاده می‌شود؛ معانی مختلفی به خود بگیرد. درواقع می‌تواند از دیدگاه‌های جغرافیایی تا عوامل اجتماعی-فرهنگی یا حتی ابعاد سرزمینی را در بر بگیرد. از همین روی بررسی مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که خوشه‌های دریایی را می‌توان به عنوان یک مجتمع صنعتی، یک شبکه جامعه‌محور و یا انبوهی از صنایع به هم پیوسته در نظر گرفت. از همین روی در ادامه هر کدام از این دیدگاه‌ها در خصوص خوشه‌های دریایی مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۱-۲- خوشه‌های دریایی به عنوان یک مجتمع صنعتی

بررسی ادبیات نظری موجود نشان می‌دهد که گروهی از مقالات خوشه‌های دریایی را صرفاً به عنوان گروهی از صنایع که از نظر فناوری و تولید به هم مرتبط هستند؛ در نظر گرفته‌اند. به این معنا که این مقالات یک خوشه دریایی را بر اساس مدل‌های ورودی-خروجی به عنوان یک مجموعه صنعتی که مجموعه بزرگی از فعالیت‌های اقتصادی مبتنی بر صنایع محرک را شامل می‌شود، تعریف می‌کنند (کواک و یو^۱، ۲۰۰۵؛ موریسی و کامینز^۲، ۲۰۱۶؛ پگانو^۳ و همکاران، ۲۰۱۶؛ سالوادور^۴، ۲۰۱۴ و سالوادور، سیموئز و سوارس^۵، ۲۰۱۶).

همان‌طور که عنوان شد یکی از پژوهش‌های حائز اهمیت که از این نگاه مقوله خوشه‌های دریایی را مورد بررسی قرار داد؛ موریسی و کامینز (۲۰۱۶) است. آن‌ها در پژوهش خود خوشه منابع دریایی و انرژی ایرلند را مورد بررسی قرار دادند. این خوشه چندبخشی مجموعه‌هایی از صنایع انرژی دریایی، حمل و نقل، ایمنی و امنیت دریایی و محصولات و خدمات مربوط به کشتی‌سازی را در برمی‌گیرد. در این پژوهش محققین بر مبنای مدل‌های ورودی-خروجی در تلاش بودند تا پیوندهای درون خوشه‌ای و ارتباط شرکت‌ها را با یکدیگر مورد بررسی قرار دهند. بررسی‌های به عمل آمده در این پژوهش نشان می‌دهد که این بخش‌ها پیوندهای درون خوشه‌ای ضعیفی دارند؛ اما تعداد بالایی از ورودی‌های مرتبط (خدمات واسطه‌گری مالی، خدمات رایانه‌ای و سایر خدمات تجاری) و خروجی‌ها (تجارت عمده‌فروشی و پست و ارتباطات) را به اشتراک می‌گذارند. در این پژوهش عنوان شد که سیاست‌های منطقه‌ای مبتنی بر حمایت از تنوع مرتبط، خطر انتخاب فعالیت‌های اشتباه را کاهش می‌دهد؛ زیرا فرد از شایستگی‌های منطقه‌ای موجود به عنوان بلوک‌های سازنده برای گسترش پایه اقتصادی منطقه استفاده می‌کند. از طرف دیگر جریان

1 Kwak & Yoo

2 Morrissey & Cummins

3 Pagano

4 Salvador

5 Salvador, Simões & Soares

دانش بیشتر در میان بخش‌هایی جریان پیدا می‌کنند که از طریق ورودی‌ها و یا خروجی‌های مشابه به هم مرتبط هستند. طبیعی است که در چنین شرایطی میزان رشد اشتغال افزایش پیدا می‌کند.

پگانو و همکاران (۲۰۱۶) خوشه‌های دریایی را به‌عنوان توسعه مجموعه‌ای از فعالیت‌های دریایی تعریف نمودند که به‌صورت مستقیم، غیرمستقیم و یا از طریق کانال‌های موازی (بیمه و بانک) تحت تأثیر اقتصاد دریا قرار دارند. یافته‌های پژوهش نشان داد که کانال پاناما و بنادر آن، صنایع محرک اصلی هستند که خوشه دریایی در اطراف آن‌ها توسعه و رشد می‌کنند.

سالوادور (۲۰۱۴) و سالوادور، سیمونز و سوارس (۲۰۱۶) در پژوهش‌های خود اهمیت و به‌هم‌پیوستگی فعالیت‌های مرتبط با دریا را برای تعریف خوشه‌های دریایی موردبررسی قرار دادند. به‌منظور تجزیه و تحلیل تأثیر فعالیت‌های دریایی بر تولید ناخالص داخلی و اشتغال در پرتغال در این پژوهش‌ها تعریف گسترده‌ای از خوشه‌های دریایی اتخاذ شده و مفهوم ابر خوشه برای تعریف یک خوشه دریایی به‌عنوان «سازمانی که بیش از یک بخش دریایی را در اختیار دارد ... و تقریباً هر بخش سنتی دریایی را نشان می‌دهد؛» از جمله «بخش‌های دریایی سنتی (کشتیرانی، ساخت و ساز نیروی دریایی، تجهیزات دریایی، خدمات دریایی، بنادر دریایی، قایقرانی تفریحی، فراساحل، نیروی دریایی، کشتیرانی داخلی، تعمیرات دریایی)، گردشگری و فعالیت‌های تفریحی ساحلی، ماهیگیری (تولید ماهی و آبرزی پروری) معرفی شده است. یافته‌های این نویسندگان نشان می‌دهند که خوشه دریایی پرتغال به‌شدت به بنادر و کارکردهای کشتیرانی متصل است؛ درحالی که ارتباطات بین سایر بخش‌های دریایی سست است.

به‌طور کلی در این منظر، خوشه‌های دریایی از طریق معاملات بین‌صنعتی تعریف می‌شوند که توسط مدل‌های ورودی-خروجی نشان داده شده است و ترکیبی از صنایع دریایی (و سایر صنایع) که توسط جریان‌های مهم کالاها و خدمات به هم متصل می‌شوند، تعریف می‌شوند. این نوع تعریف جزئیات غنی در مورد پیوندهای احتمالی بین صنایعی که

مستقیماً با بخش دریایی مرتبط هستند و سایر صناعی که به‌عنوان تأمین‌کننده یا بازار برای آن‌ها عمل می‌کنند ارائه می‌دهد. با این وجود توجه به این نکته ضروری است که این نگاه تنها بخشی از داستان را بیان می‌کند.

۲-۲- خوشه‌های دریایی به‌عنوان انبوهی از صنایع به‌هم‌پیوسته

در این نگاه در خصوص خوشه‌های دریایی از یک خوشه دریایی به‌عنوان تمرکز جغرافیایی شرکت‌های به‌هم‌پیوسته، تأمین‌کنندگان تخصصی، ارائه‌دهندگان خدمات، شرکت‌ها در صنایع مرتبط و مؤسسات مرتبط (به‌عنوان مثال، دانشگاه‌ها، آژانس‌های استاندارد و انجمن‌های تجاری) یاد می‌کنند. این دسته از شرکت‌ها در زمینه‌های خاصی که رقابت می‌کنند اما در عین حال همکاری می‌کنند. تعریف پورتر شامل دو عنصر اصلی است. اول، خوشه‌ها از شرکت‌های به‌هم‌پیوسته تشکیل شده‌اند که یکدیگر را در یک زنجیره ارزش مشترک تکمیل می‌کنند. رقابت محلی، همکاری، عوامل تخصصی و تقاضای مشتریان منافع را برای شرکت‌های خوشه‌ها ایجاد می‌کند. ثانیاً، خوشه‌ها گروه‌های جغرافیایی نزدیک از شرکت‌های به‌هم‌پیوسته هستند که مجاورت فضایی آن‌ها یک محیط اقتصادی مساعد برای رقابت و نوآوری ایجاد می‌کند.

به‌طور کلی این نگاه را می‌توان در پژوهش‌هایی نظیر بنیتو^۱ و همکاران (۲۰۰۳)، لاکسونن و ماکینن^۲ (۲۰۱۳)، ماکونن، اینکین و سارمی^۳ (۲۰۱۳) و پینتو، کروز و کامبه^۴ (۲۰۱۵) ملاحظه نمود. این محققان از تعریف پورتر برای توضیح ویژگی‌ها و پویایی خوشه‌ها در سطح ملی استفاده می‌کنند. در این تحقیق‌ها استراتژی‌های شرکت‌های دریایی بررسی می‌شود و صنعت دریایی را به‌عنوان یک پدیده متراکم معرفی می‌شود. این محققان ویژگی‌ها و پویایی خوشه‌ها را از طریق تحلیل دقیق استراتژی‌ها، ساختار و بازارهای شرکت‌ها بررسی می‌کنند. به‌طور مثال بنیتو و همکاران (۲۰۰۳) پویایی و اثرات خوشه

1 Benito

2 Laaksonen & Mäkinen

3 Makkonen, Inkinen & Saarni

4 Pinto, Cruz, & Combe

دریایی نیروژ را بررسی نمودند. آن‌ها نشان می‌دهند که نوآوری و کارآفرینی و همچنین وابستگی متقابل قوی بین بازیگران در بخش دریایی عوامل کلیدی هستند که باعث رشد خوشه دریایی نیروژ شده‌اند. به‌طور مشابه، لاکسونسن و ماکینن (۲۰۱۳) پویایی نوآوری شرکت‌ها را در خوشه کشتیرانی نیروژی بررسی می‌کند و نشان می‌دهد که این خوشه فرصت‌هایی برای همکاری ایجاد کرده است که می‌تواند به ایجاد قابلیت‌های نوآورانه جدید و رقابت تبدیل شود.

در این دیدگاه، مفهوم خوشه شامل دیدگاهی از صنایع دریایی به‌عنوان یک پدیده تجمع پذیرفته شده است که توسط عوامل رقابتی و مشارکتی هدایت می‌شود. این دیدگاه به‌طور گسترده توسط سیاست‌گذاران ملی مورد استفاده قرار گرفته است. این نوع تعریف جزئیات غنی در مورد ویژگی‌های کلیدی فعالیت‌های تجاری و استراتژی‌های شرکت‌های رقیب و همکار در خوشه‌های دریایی ارائه می‌دهد؛ اما ممکن است در شناسایی مرزهای صنعتی و جغرافیایی یک خوشه دریایی کمتر مفید باشد. به‌طور دقیق‌تر، این نوع تعریف اطلاعات کمی در مورد سطح تجمع صنعتی که در آن خوشه‌های دریایی باید تعریف شوند یا مقیاس مکانی و محدوده جغرافیایی که فرآیندهای خوشه‌بندی در آن رخ می‌دهد، ارائه می‌کند. در نتیجه، هم در مورد مرزهای جغرافیایی یک خوشه دریایی و هم در مورد انواع فعالیت‌های اقتصادی و بخش‌هایی که تحت عنوان صنایع دریایی قرار می‌گیرند، سردرگمی ایجاد می‌کند.

۳-۲- خوشه دریایی به‌عنوان یک شبکه جامعه‌محور

برخی دیگر از محققان خوشه‌های دریایی را بر اساس تمرکز جغرافیایی صنایع دریایی در یک جامعه منطقه‌ای و وجود شبکه‌ای از شرکت‌ها و مؤسساتی که از توسعه این صنایع حمایت می‌کنند؛ تعریف می‌کنند (دلرکس و شرمر^۱ (۲۰۰۹)، دلرکس، شرمر و فیگاردو^۲ (۲۰۱۶)، کارلسن^۳ (۲۰۰۵)، منتیرو، دنورنثا و نتو (۲۰۱۳) و سوریس رگیرو، گرازا گیل و

1 Doloreux & Shearmur

2 Doloreux, Shearmur & Figueiredo

3 Karlsen

وارلا لافونته^۱ (۲۰۱۳). به طور خاص، این دیدگاه سه ویژگی اصلی خوشه‌های دریایی را برجسته می‌کند. اولاً، شرکت‌های دریایی باید به سایر شرکت‌های فعال در بخش‌های مشابه یا مرتبط و با سازمان‌های پشتیبان دانش مرتبط باشند. دوم، تمرکز و هم‌محل‌ی شرکت‌های دریایی مزیت‌های رقابتی را از نظر مهارت‌های نیروی کار، تأمین کنندگان تخصصی و ارائه‌دهندگان خدمات و ایجاد و انتشار دانش (به‌ویژه سرریز دانش) ایجاد می‌کند. سوم، نزدیکی جغرافیایی، هنجارها و اعتماد کلیدی برای ایجاد قابلیت‌های محلی، تقویت ظرفیت‌های یادگیری و تضمین رقابت است.

در این دیدگاه، بخش عمده‌ای از تعاریف کیفی و مبتنی بر مطالعات موردی هستند که تمایل به تمرکز بر یک خوشه دریایی منطقه‌ای خاص دارند. این مطالعات اطلاعاتی را در مورد شرکت‌ها و مؤسسات درون خوشه‌های دریایی خاص و پویایی خوشه‌ای که از فرآیندها و تعاملات در مقیاس محلی و منطقه‌ای ناشی می‌شود، ارائه می‌دهد. در این زمینه، خوشه‌های دریایی بر اساس سازمان‌های موجود در خوشه موردنظر و پیوندهای مشاهده‌شده بین آن‌ها در یک منطقه جغرافیایی محدود تعریف می‌شوند. چنین تعریفی نه تنها شامل انواع مختلف فعالیت‌های اقتصادی درگیر و ارتباطات متقابل بین آن‌ها می‌شود، بلکه مؤسسات و خدماتی را نیز در بر می‌گیرد که از آن‌ها حمایت می‌کنند (دلرکس، شرمر و فیگاردو، ۲۰۱۶).

دلرکس و شرمر (۲۰۰۹) در کار خود در مورد خوشه دریایی ساحلی کبک، خوشه دریایی را به‌عنوان «تمرکز شرکت‌ها در یک حوزه خاص (بخش‌های دریایی)، سازمان‌های تحقیقاتی و آموزشی که در یک حوزه مرتبط فعال هستند؛ تعریف می‌کنند. در چنین خوشه‌هایی مکانیسم‌های حمایت عمومی توسط دولت و ذینفعان منطقه‌ای اجرا می‌شود و از طریق آن بازیگران دیدگاه مشترکی از استراتژی‌های رشد و نوآوری دارند. چانگ (۲۰۱۵) نیز در پژوهش خود خوشه دریایی را به‌عنوان «شبکه‌ای از شرکت‌ها، واحدهای تحقیق، توسعه و نوآوری و مؤسسات آموزشی که گاهی توسط مقامات ملی یا محلی حمایت می‌شوند؛ معرفی کرده و عنوان نموده که آن‌ها در نهایت منجر به نوآوری در

1 Surís-Regueiro, Garza-Gil & Varela-Lafuente

فناوری و افزایش عملکرد صنعت دریایی خواهند شد.

این تعاریف دو زیرسیستم مختلف مرتبط با یک خوشه دریایی را در نظر می‌گیرند، یکی شامل فعالیت‌های اقتصادی دریایی و دیگری شامل سازمان‌های پشتیبان دانش، معمولاً دانشگاه‌ها و سایر سازمان‌های آموزشی، مراکز تحقیق و توسعه، خدمات تخصصی و سایر سازمان‌های انجمنی. در این دیدگاه، یک خوشه دریایی یک فرم سازمانی محدود فضایی است که در آن هم‌مکانی و نزدیکی جغرافیایی تشکیل شبکه‌های تعاملی بین سازمان‌های مختلف را تشویق می‌کند. این نوع تعریف برای درک خوشه‌های دریایی در یک محل یا منطقه خاص و شرایط محلی و دارایی‌هایی که معمولاً در این خوشه‌ها یافت می‌شوند، به‌خوبی کار می‌کند. این جزئیات غنی در مورد تعاملات بین شرکتی و محیط نهادی است که نوآوری و فعالیت کارآفرینی را تقویت می‌کند. این تعاریف بر اهمیت مناطق به‌عنوان محرک‌های کلیدی که قابلیت نوآوری شرکت‌ها و صنایع دریایی منطقه‌ای را تقویت می‌کنند، تأکید می‌کند؛ بنابراین، چنین تعاریفی می‌تواند بسیار محدود به نظر برسد به این معنا که آن‌ها فقط به فعالیت‌های موجود در منطقه (به‌عنوان مثال صنایع و ارتباطات) توجه می‌کنند و از فعالیت‌ها در مکان‌های دیگر که می‌تواند به خوشه دریایی مرتبط باشد غفلت می‌کنند. در ادامه نوشتار حاضر در به‌منظور درک بهتر هر کدام از این دیدگاه‌ها، در قالب جدول شماره ۲ باهم مقایسه شده‌اند.

جدول ۲. مقایسه انواع دیدگاه‌ها در خصوص خوشه‌های دریایی

خوشه دریایی به‌عنوان یک شبکه جامعه‌محور	خوشه دریایی به‌عنوان انبوهی از صنایع به هم پیوسته	خوشه دریایی به‌عنوان یک مجموعه صنعتی	
خوشه‌های دریایی بر اساس تمرکز جغرافیایی صنایع دریایی در یک جامعه منطقه‌ای و وجود شبکه‌ای از شرکت‌ها و مؤسساتی که از توسعه صنعت حمایت می‌کنند، تعریف می‌شوند.	خوشه‌های دریایی بر اساس مجموعه‌ای از صنایع مرتبط با یکدیگر از نظر دانش، مهارت‌ها، ورودی‌ها، تقاضا و/یا عوامل دیگر تعریف می‌شوند.	خوشه‌های دریایی بر اساس مبادلات بین صنعتی که توسط مدل‌های ورودی نشان داده شده است، تعریف می‌شوند و شامل ترکیبی از صنایع دریایی (و سایر صنایع) هستند که توسط جریان‌های مهم کالاها و خدمات مرتبط هستند	شرح

بررسی انواع دیدگاه‌ها درخصوص ماهیت و نحوه رشد خوشه‌های دریایی؛ کاظمی گرجی | ۱۹۳

خوشه دریایی به عنوان یک شبکه جامعه محور	خوشه دریایی به عنوان انبوهی از صنایع به هم پیوسته	خوشه دریایی به عنوان یک مجموعه صنعتی	
مفهوم هسته‌ای	ساختار خوشه‌ای، سازمان‌ها و پویایی‌های محلی تبادل دانش	مبادلات بین صنعتی بین صنایع دریایی و صنایع وابسته	
مشخصات کلیدی	خوشه دریایی ناشی از فرآیندهای آشکار در سطح محلی و منطقه‌ای (منطقه‌ای)	نوآوری و رقابت در سطح شرکت (ملی)	پویایی بخشی (ملی)

۳- بخش‌های تشکیل دهنده خوشه‌های دریایی

به‌طور کلی صنایع فعال در خوشه‌های دریایی را می‌توان به ۵ بخش مختلف تقسیم نمود که در ادامه به هر کدام از آن‌ها اشاره خواهد شد.

الف: منابع بیولوژیکی دریایی: صناعی مانند شیلات و آبرزی پروری

ب: فعالیت حمل و نقل دریایی فیزیکی: فعالیت‌های بندری و کشتیرانی مانند لجستیک بندری و خطوط کشتیرانی

ج: خدمات دریایی: بخش‌هایی که به حمل و نقل کالا خدمت می‌کنند و می‌توانند به خدمات سنتی دریایی (مانند حمل و نقل کالا) و خدمات دریایی پیشرفته (مانند خدمات حقوقی و آموزش دریایی) تقسیم شوند.

د: فناوری‌های دریایی: کشتی‌سازی و تعمیر کشتی

هـ) سایر موارد: فعالیت‌های فراساحلی/تفریحات دریایی/تفریحات مرتبط با دریا و ... (لی و لو، ۲۰۲۱).

از میان ۵ بخشی که برای صنایع مختلف در نظر گرفته شده است؛ تاکنون در بیشتر مطالعات مربوط به خوشه‌های دریایی دو بخش حمل و نقل و همچنین فناوری‌های دریایی به بیشترین میزان مورد توجه قرار گرفته‌اند و می‌توان اذعان نمود که اکثر شهرهای بندری و خوشه‌های دریایی از آن‌ها نشأت گرفته‌اند. از سویی دیگر صنایع مرتبط با بیولوژیک دریایی و همچنین دسته‌ای که شامل فعالیت‌های فراساحلی، تفریحات دریایی و ... می‌باشد؛ عموماً در صنعت دریانوردی گنجانده نمی‌شوند؛ زیرا ارتباطی با حمل و نقل محموله ندارند.

از طرف دیگر در طی این دریاها کمترین توجه نسبت به حوزه خدمات دریایی صورت گرفته و این در حالی است که خوشه‌های دریایی مهمی نظیر لندن و هنگ کنگ تمرکز خود را به جای فعالیت‌های سنتی بنادر به سمت حوزه خدمات معطوف کرده‌اند (پاگانو و همکاران، ۲۰۱۶). این مهم از آنجا نشأت می‌گیرد که توسعه خوشه‌های دریایی سنتی به جریان محموله بستگی دارد. با این حال، خوشه‌های خدمات دریایی نسبتاً مستقل از ظرفیت بندر هستند.

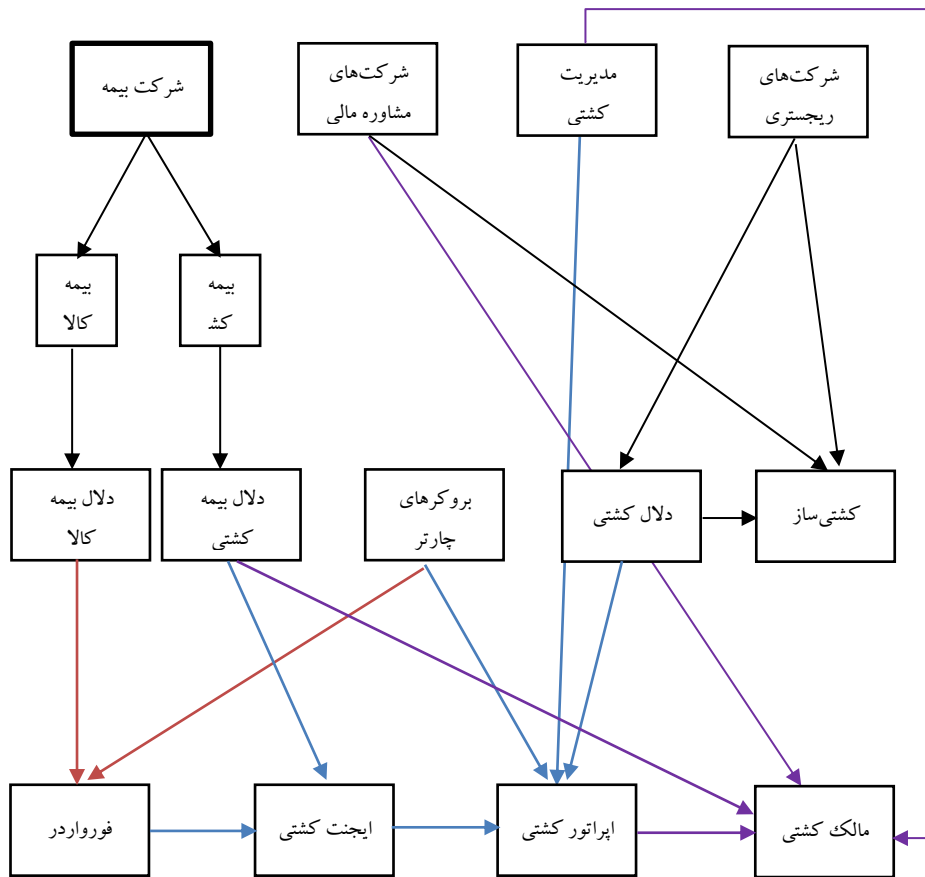
در ادامه نوشتار حاضر به منظور درک بهتر بخش‌های مختلف خوشه‌های تجاری روابط خدمات- مشتری بین بخش‌های مختلف یک خوشه دریایی فرضی در قالب شکل شماره ۱ ارائه شده است. در وهله اول توجه به این نکته ضروری است که چنین روابطی بر مالکان کشتی‌ها به عنوان بازیگران کلیدی در صنعت حمل و نقل متمرکز می‌باشد. در واقع تمامی مشاغل دیگر به طور مستقیم یا غیرمستقیم به مالکان کشتی خدمات ارائه می‌دهند. دسته‌ای از این ارائه‌دهندگان خدمات آن‌هایی هستند که به طور مستقیم به مالکان کشتی خدمت ارائه می‌دهند. در شکل شماره ۱ این موارد با خطوط بنفش رنگ نشان داده شده‌اند. ارائه‌دهندگان این خدمات مستقیم شامل گروه‌هایی نظیر کشتی‌سازان، تأمین‌کنندگان مالی کشتی، کارگزاران کشتی، اپراتورهای کشتی، شرکت‌های مدیریت کشتی و کارگزاران بیمه کشتی می‌باشند. در گذشته این دسته از مشاغل از لحاظ جغرافیایی بیشتر در نزدیکی مالکان کشتی قرار داشتند؛ اما در حال حاضر، با توجه به پیشرفت در حمل و نقل و امکانات مخابراتی، محل استقرار آن‌ها دیگر مشکلی ندارد. به عنوان مثال، اپراتورهای کشتی و بانک‌های تأمین مالی کشتی بدون توجه به جایی که هستند؛ می‌توانند به مالکان کشتی خدمات مربوطه را ارائه دهند. از همین روی ارائه‌دهندگان خدمات اکنون در مکانی با بهترین محیط تجاری برای توسعه خود رشد خواهند کرد. به عنوان مثال، مشاغل تأمین مالی کشتی احتمالاً در یک مرکز مالی جهانی مانند لندن یا هنگ کنگ قرار گرفته‌اند.

گروهی دیگر از شرکت‌ها به عنوان فورواردرها شناخته می‌شوند که وظیفه آن‌ها پر نمودن شکاف بین اپراتورهای کشتی و فرستنده‌ها می‌باشد. از یک طرف فورواردرها به

فرستنده‌ها کمک می‌کنند تا با تشریفات صادرات به شکل راحت‌تری برخورد کنند از طرف دیگر به اپراتورها در مشتری‌یابی کمک می‌کنند. در شکل شماره ۱ فورواردرها با پیوندهای نارنجی‌رنگ مشخص شده‌اند. عموماً میزان تجارت این گروه تحت تأثیر حجم محموله‌ها قرار دارد.

علاوه بر مشاغل دریایی که در بالا ذکر شد، بسیاری از مشاغل خاص دیگر برای خدمت به صنعت توسعه یافته‌اند، مانند بیمه، امور مالی، حقوقی، آموزشی، اطلاعات و خدمات مشاوره. این‌ها به دانش و مهارت خاصی در یک زمینه خاص و همچنین در صنعت حمل‌ونقل نیاز دارند. آن‌ها معمولاً تحت خدمات دریایی پیشرفته گروه‌بندی می‌شوند. این دسته از مشاغل نیز در شکل شماره ۱ با پیوندهای مشکی نمایش داده شده‌اند. از آنجایی که خدمات آموزشی، حقوقی و مشاوره می‌تواند به هر کسب‌وکار دریایی خدمت کند، آن‌ها در رأس کل شبکه قرار می‌گیرند.

شکل ۱. ارتباط خدمات- مشتری در صنعت کشتیرانی



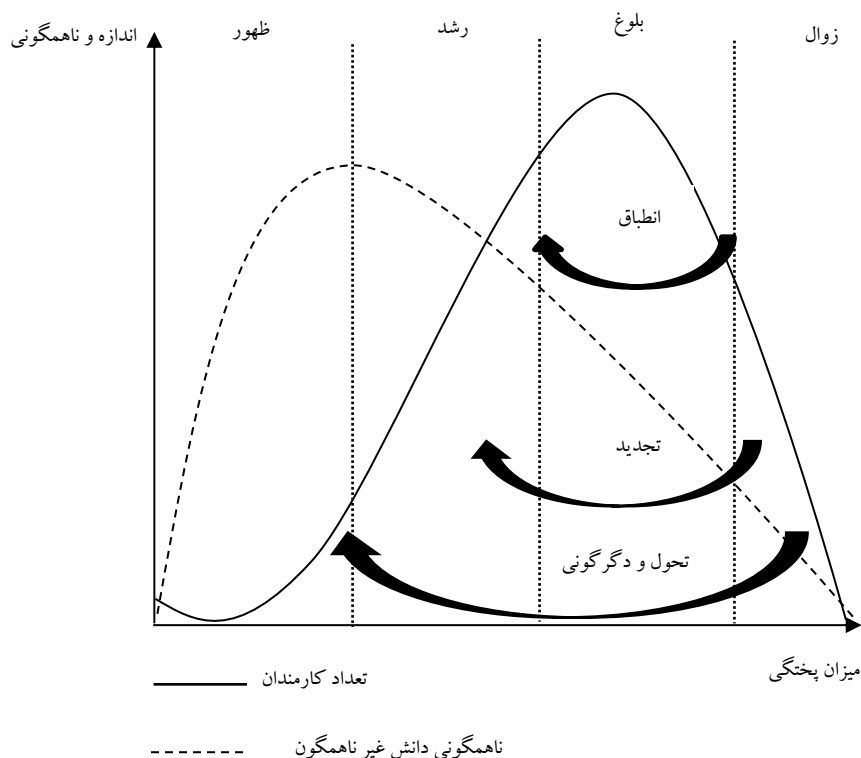
۴-رشد و رقابت پذیری خوشه‌های دریایی

پیش از ورود به بحث رشد و رقابت پذیری خوشه‌های دریایی ضروری است تا مفهوم چرخه حیات خوشه‌ها مورد بررسی قرار بگیرد. به طور کلی می‌توان گفت که هر خوشه در طول چرخه حیات خود از ۴ مرحله ظهور، رشد، حفظ و زوال عبور می‌کند. در مرحله حفظ، خوشه معمولاً بر مبنای مهارت‌های متمرکز، شبکه‌های باز، هم‌افزایی و استفاده از دانش خارجی شناخته می‌شود.

در مرحله حفظ، خوشه معمولاً با مهارت‌های متمرکز، شبکه‌های باز، هم‌افزایی و

استفاده از دانش خارجی مشخص می‌شود. از طرف دیگر در مرحله زوال، کاهش تقاضا اغلب با تمرکز قوی بر یک مسیر توسعه محدود، شبکه‌های بسته و کاهش توانایی تغییر و انطباق با تحولات خارجی ترکیب می‌شود. وقتی یک صنعت کاهش قیمت محصولات خود و کاهش حاشیه را تجربه می‌کند؛ تعداد شرکت‌های فعال در آن معمولاً کاهش می‌یابد. صنعتی که دوره‌ای از رشد تقاضای رو به کاهش، استانداردسازی محصول و تغییرات سریع فناوری را تجربه می‌کند، احتمالاً شاهد کاهش بیشتری در فهرست شرکت‌کنندگان خود خواهد بود (هالت و موئن^۱، ۲۰۲۰). در شکل شماره ۲ مراحل مختلف چرخه عمر خوشه‌های دریایی به نمایش درآمده است.

شکل ۲. چرخه حیات خوشه‌های دریایی (هالت و موئن، ۲۰۲۰)



همان‌طور که در شکل شماره ۲ نشان داده شده، بعد دانش نشان‌دهنده عامل اصلی کلیدی است. به طور خاص، ناهمگونی و تنوع دانش اغلب به‌عنوان کلید موفقیت خوشه‌های صنعتی بلندمدت در نظر گرفته می‌شود.

زوال یک خوشه معمولاً در صورتی مشاهده می‌شود که دسترسی به دانش جدید محدود باشد که تا حدی به تمرکز درونی مربوط به پیوندها و روابط داخلی قوی در داخل خوشه مربوط می‌شود. درواقع اگر ناهمگونی یک خوشه تداوم پیدا نکند آن خوشه رفته‌رفته زوال پیدا می‌کند (منزل و فورناهل^۱، ۲۰۰۹).

نکته مهم بعدی در خصوص چرخه حیات خوشه‌های دریایی همان‌طور که در شکل شماره ۲ به نمایش آمده؛ این است که سه عامل انطباق تجدید و تحول و دگرگونی به‌عنوان عوامل اصلی در جهت تداوم حیات یک خوشه دریایی به‌حساب می‌آیند. درواقع از یک طرف عامل انطباق باعث ماندگاری هر چه بیشتر یک خوشه دریایی در مرحله بلوغ خود خواهد شد. از طرف دیگر تجدید ساختار نیز مجدداً فضا را برای رشد هر چه بیشتر خوشه دریایی فراهم خواهد آورد و درنهایت عامل تحول و دگرگونی در صورتی که فضای خوشه دریایی فعلی جهت ادامه فعالیت چندان آینده‌ی روشنی نداشته باشد؛ بستر را برای آغاز مسیری جدید آماده خواهد کرد (هالت و موئن، ۲۰۲۰).

بررسی چرخه حیات خوشه‌های دریایی از آن جهت حائز اهمیت می‌باشد که این مهم نشانگر این واقعیت می‌باشد که دانش‌افزایی و نوآوری ناشی از آن یکی از مهم‌ترین عوامل در جهت تداوم فعالیت و توسعه خوشه‌های دریایی می‌باشد. به همین دلیل نیز در پژوهش‌های مختلف (ماکونن^۲ و همکاران، ۲۰۱۳، جومسی^۳ و همکاران، ۲۰۱۹، پینتو^۴ و همکاران، ۲۰۱۸ و سالوادور^۵، ۲۰۱۵) به اهمیت این مهم اشاره شده است؛ اما باید در نظر داشت که این عامل نوآوری درواقع خودش یک نتیجه است و نمی‌توان آن را به‌عنوان یک علت در نظر گرفت. به همین دلیل ضروری است که تمرکز لازم بر چگونگی

1 Menzel & Fornahl

2 Makkonen

3 Djoumessi

4 Pinto

5 Salvador

شکل‌گیری این نوآوری و رقابت‌پذیری ناشی از آن معطوف شود.

نکته حائز اهمیت بعدی این است که محققان زیادی بر مسیرهای توسعه‌ای که خوشه‌های دریایی برای رسیدن به سطح عملیاتی کافی دنبال می‌کنند و همچنین روی چالش‌هایی که در مسیر خود برای همگام شدن با تغییرات تکنولوژیکی صنعت و روندهای تکاملی حاکم در اطراف با آن مواجه هستند، تمرکز کرده‌اند. اکثر این محققین به این نتیجه رسیده‌اند که ماهیت خوشه‌ها بسیار پویا است، به این معنی که ترکیب و کارایی آن‌ها بر اساس تغییر کیفیت فعالیت‌های مرتبط با بندر برای انجام عملیات تخصصی که از روندهای صنعت پیروی می‌کند و نیروی محرکه اصلی که راه را برای آن‌ها هموار کرده است، تکامل می‌یابد. به‌طور کلی، به دلیل پویایی خود، تکامل خوشه‌های دریایی حول توسعه عملیات بندری می‌چرخد که خود به رفاه اقتصادی منطقه‌ای که در آن تجارت می‌کنند و همچنین روند تجارت بین‌المللی بستگی دارد. خوشه‌های دریایی با گذشت زمان نقش‌های مختلفی را ایفا کرده‌اند و به مراکز مهمی برای کشتیرانی و تجارت بین‌المللی در این فرآیند تبدیل شده‌اند. بسیاری از خوشه‌های دریایی برجسته دارای آرایه‌های متنوعی از شکوفایی هستند؛ زیرا می‌توان تنوع بسیار زیاد را در شرایط محرک برای بسیاری از خوشه‌های دریایی مشاهده کرد. درواقع این مهم نشانگر این واقعیت می‌باشد که هرکدام از خوشه‌های دریایی از فرمول خاص خود جهت گسترش رقابت‌پذیری خود بهره برده‌اند (استاورولاکیس، پادایمیتزیو و سیرکیو، ۲۰۲۱).

باوجود تفاوت‌های موجود میان مسیر رشد خوشه‌های دریایی بررسی ادبیات نظری نشانگر این واقعیت می‌باشد که عوامل اصلی مؤثر بر پیدایش، رشد و رقابت‌پذیری خوشه‌های دریایی در سه دسته کلی قابل تقسیم هستند که این سه دسته در قالب جدول شماره ۳ به نمایش درآمده‌اند.

جدول ۳. دسته‌بندی عوامل مؤثر بر رشد و رقابت‌پذیری خوشه‌های دریایی

ردیف	ماهیت عامل	عامل مربوطه
۱	ماهیت ذاتی	نزدیک بندر یا مراکز تولیدی؛ شرایط طبیعی؛ تاریخ و فرهنگ دریایی
۲	ماهیت بیرونی	مقامات منطقه‌ای و مؤسسات تحقیقاتی؛ رقابت، ارتباطات مؤثر بین بخش‌ها، انتقال مهارت و قدرت چانه‌زنی؛ فعل و انفعالات و تأثیر متقابل بین شرکت‌های فردی؛ استخر کار، خدمات حرفه‌ای، تناژ متعلق به یک خوشه، حضور نهادهای نظارتی و نزدیکی فیزیکی فرستنده‌ها و اجاره‌کنندگان؛ تخصص و سهم بازار در خدمات حمل‌ونقل، تعداد شرکت‌های حمل‌ونقل، شایستگی و کیفیت خدمات؛ اقتصادهای تراکم؛ تمرکز جغرافیایی و کانال‌های تجاری فعال؛ شرایط خوشه.
۳	هر دو	شرایط عامل؛ استراتژی، ساختار و رقابت؛ شرایط تقاضا؛ تأمین‌کنندگان و صنایع مرتبط

به‌طور کلی منظور از عوامل ذاتی (درونی) آن دسته از عواملی هستند که در حال حاضر عامل انسانی تأثیر چندانی بر آن‌ها ندارد. این عوامل دربرگیرنده مواردی نظیر فاصله یک خوشه نسبت به بندر، شرایط محیطی بندر به طور مثال میزان آبخور آن و شرایط تاریخی مربوط به آن بندر می‌باشد. جاکوبز، کوستر و هال^۱ (۲۰۱۱) دریافتند که خدمات دریایی پیشرفته باید با یک بندر شروع شود، درحالی‌که رشد آن‌ها ممکن است واقعاً به آن بستگی نداشته باشد. به طور مشابه، غیارا و کامیناتی^۲ (۲۰۱۷) دریافتند که یک شهر بندری یک عامل ذاتی برای یک خوشه دریایی است. چانگ^۳ (۲۰۱۱) بیان کرد که یک صنعت تولیدی یک پیش‌نیاز برای توسعه بندر است و از این‌رو شرط لازم برای یک خوشه دریایی است. داسیلوا^۴ و همکاران (۲۰۱۴) عوامل اصلی توسعه خوشه دریایی آلگارو^۴ را توصیف کرد، یعنی شرایط طبیعی، تاریخ و فرهنگ دریایی.

از طرف دیگر عوامل بیرونی مانند سیاست دولت، حمایت قانونی، حمایت مالی و شرایط اقتصادی می‌توانند به رشد خوشه کمک کنند. در مورد عوامل بیرونی، پیتو و

1 Jacobs, Koster & Hall

2 Ghiara and Caminati

3 da Silva

4 Algarve

کروز^۱ (۲۰۱۲) دریافتند که مقامات منطقه‌ای و مؤسسات تحقیقاتی مانند دانشگاه، کلید یک خوشه دریایی محلی هستند. عثمان، بروس و حمید^۲ (۲۰۱۱) دریافتند که رقابت، ارتباطات مؤثر بین بخش‌ها و شانس می‌تواند بر رقابت‌پذیری خوشه‌های دریایی مالزی تأثیر بگذارد. ویدریت^۳ (۲۰۱۶) دریافت که نوآوری، انتقال مهارت و قدرت چانه‌زنی برای خوشه‌های دریایی اروپا حیاتی است. ژانگ و سیو لی لام^۴ (۲۰۱۷) به این نتیجه رسیدند که تعامل و تأثیر متقابل بین شرکت‌ها برای توسعه خوشه‌های دریایی ضروری است. لی^۵ و همکاران (۲۰۱۴) عواملی را شناسایی کردند که می‌توانند رقابت‌پذیری صنعت دریایی را افزایش دهند؛ از جمله تخصص و سهم بازار در خدمات حمل‌ونقل، تعداد شرکت‌های کشتیرانی، شایستگی و کیفیت خدمات. استاورولاکیس و پاپادیمیتریو^۶ (۲۰۱۶) به این نتیجه رسیدند که عواملی مانند اقتصاد تراکم، صنعت داخلی و فرهنگ بر رقابت‌پذیری یک خوشه دریایی تأثیر می‌گذارد. گیلیتیس و یانسن^۷ (۲۰۱۱) خوشه دریایی لتونی را تجزیه و تحلیل کردند و به این نتیجه رسیدند که تمرکز جغرافیایی، جرم بحرانی و کانال‌های تجاری فعال بین سهامداران برای توسعه آن بسیار مهم است. بنیتو و همکاران (۲۰۰۳) عوامل مرتبط با شرایط خوشه مانند استراتژی، ساختار و رقابت، شرایط تقاضا، تأمین‌کنندگان و صنایع مرتبط، دولت و شانس را مورد بحث قرار دادند.

دلورکس و شرمر (۲۰۰۹) در بحث خود با توجه به تعریف خوشه دریایی، آن‌ها بر اهمیت سازمان‌های حمایتی که دانش را منتشر می‌کنند و شبکه‌سازی را امکان‌پذیر می‌کنند؛ تأکید می‌کنند: «اصطلاح خوشه برای تعیین موقعیت جغرافیایی (منطقه) که دارای تمرکز شرکت‌ها بالاتر از میانگین است، استفاده می‌شود. در یک حوزه خاص (بخش‌های دریایی)، سازمان‌های تحقیقاتی و آموزشی که در زمینه‌های مرتبط فعال هستند و وجود مکانیزم‌های حمایت عمومی که توسط دولت و ذینفعان منطقه‌ای اداره می‌شود که از طریق

1 Pinto & Cruz

2 Othman, Bruce & Hamid

3 Viederyte

4 Zhang & Lam

5 Lee

6 Stavroulakis & Papadimitriou

7 Gailitis and Jansen

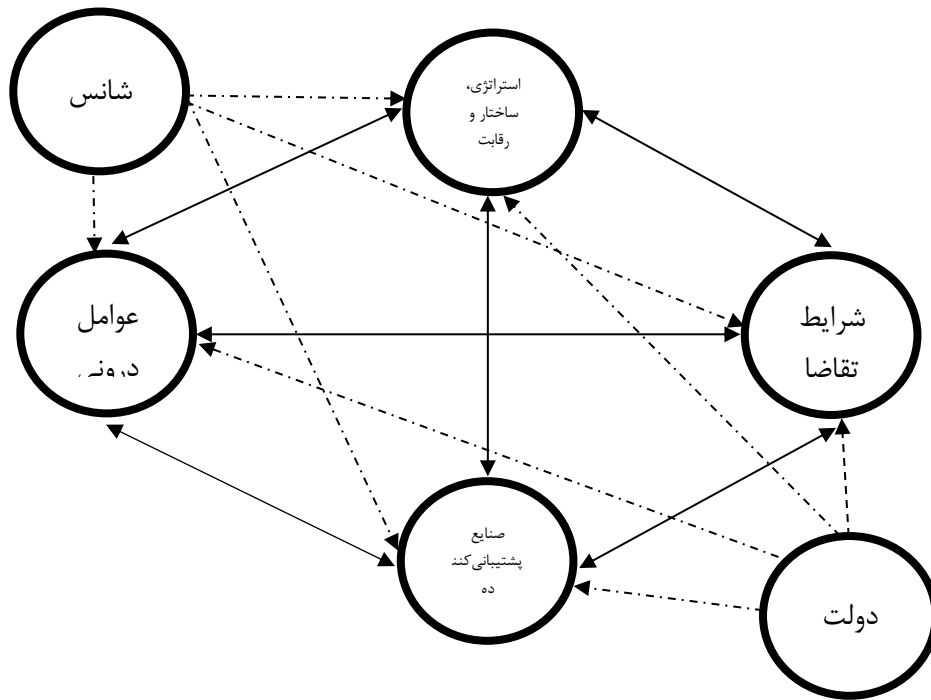
آن بازیگران دیدگاه مشترکی از استراتژی‌های رشد و نوآوری دارند. این دیدگاه مشترک را می‌توان با فرهنگی که در ادبیات خوشه صنعتی عمومی به آن اشاره شده است، مرتبط دانست. ما می‌توانیم به تدریج اهمیت سیاست، همکاری و صنایع حمایت‌کننده (و/یا نهادهای مؤسسات و غیره) را در پارامترهای خود لحاظ کنیم. علاوه بر این، تبلور یک دیدگاه مشترک و فرهنگ نهفته‌ای که به عنوان چارچوب پشتیبان این ساختار عمل می‌کند، ممکن است کلیدی باشد که جنبه‌های گریزان و متناقض خوشه‌ها را باز می‌کند، همان‌طور که در بالا ذکر شد. تنها در صورتی که دیدگاه مشترک رفاه متقابل پایدار باشد، رقابت و همکاری پارامترهای متضادی نیستند، بلکه به یکدیگر وابسته هستند. به این ترتیب، نوآوری به رسانه متقابل‌گرایی و پویایی اجتماعی تبدیل می‌شود، جایی که رقابت به جای آلودگی سود می‌برد.

همان‌طور که در جدول شماره ۳ نشان داده شده، عوامل مؤثر بر رشد خوشه‌های دریایی به سه دسته قابل تقسیم هستند. در خصوص دو گروه عوامل ذاتی و بیرونی توضیحاتی ارائه شد؛ اما دسته سوم به نوعی هر دو عوامل ذاتی و بیرونی را در بر می‌گیرد. با توجه به دیدگاه‌های متنوع در مورد رقابت‌پذیری خوشه‌های دریایی، ایجاد یک چارچوب جهانی برای تجمیع عوامل مختلف مؤثر بر رقابت‌پذیری خوشه‌های دریایی ضروری بود. علاوه بر چندین توپولوژی به صورت جداگانه (استاورولاکیس و پاپادیمیتریو^۱، ۲۰۱۶ و کلیوسیسی^۲ و همکاران، ۲۰۱۷) مدل الماس پورتر (۱۹۹۰) اغلب برای تجزیه و تحلیل استفاده می‌شود. این مدل الماس برای اولین بار در سال ۱۹۹۰ ارائه شد و برای توصیف رقابت‌پذیری یک سازه (که به صورت ملت، منطقه و خوشه صنعت متجلی می‌شود) استفاده می‌شود. در شکل شماره ۳ این مدل ترسیم شده است.

1 Stavroulakis and Papadimitriou

2 Kolioussis

شکل ۳. مدل الماس پورتر



لاکسونن و ماکینن^۱ (۲۰۱۳) توجه خود را بر تأثیر چهار ویژگی بر مزیت رقابتی خوشه‌ها با نادیده گرفتن عوامل شانس و تأثیرات دولت متمرکز کردند. آن‌ها زمینه و قوانین محلی را در گروه استراتژی شرکت و عوامل مرتبط با رقابت طبقه‌بندی کردند. درحالی‌که هائزندانک^۲ و همکاران (۲۰۰۰) عواملی مشابه متغیرهای دولتی را در نظر گرفتند؛ بنابراین، توصیه‌هایی درخصوص کاربرد مدل الماس در طبقه‌بندی عوامل مرتبط با خوشه‌های دریایی با توجه به ویژگی‌های خاص خوشه‌های دریایی ارائه نمودند.

(۱) شرایط عامل در مدل الماس پورتر را می‌توان به «عوامل سخت» مانند منابع طبیعی، زیرساخت‌ها و عوامل نرم مانند سرمایه، نیروی کار طبقه‌بندی کرد. همان‌طور که پورتر (۱۹۹۰) بیان کرد که با توجه به ماهیت خوشه صنعتی این عوامل نقش متفاوت و بسیار پیچیده‌تری را در مزیت رقابتی آن ایفا می‌کنند.

1 Laaksonen & Mäkinen

2 Haezendonck

بررسی عملکرد و فعالیتهای متنوع دو نوع خوشه دریایی نشان می‌دهد که شرایط عامل برای خوشه‌های دریایی مبتنی بر لجستیک باید موقعیت جغرافیایی و مواهب طبیعی (به‌عنوان مثال، عمق آبراه و خطوط ساحلی) باشد در مقابل، برای خوشه‌های دریایی مبتنی بر خدمات، شرایط عامل باید تاریخ و فرهنگ دریایی باشد، همان‌طور که در مورد لندن نشان داده شد (الزهر، ۲۰۱۰).

(۲) پورتر (۱۹۹۰) عامل تقاضا را به‌عنوان ماهیت تقاضای خانگی برای محصول یا خدمات صنعت تعریف می‌کند. او طرفدار این بود که تأثیر آن به‌ویژه از طریق مکانیسم‌هایی که ترجیحات داخلی به بازارهای خارجی منتقل می‌شود را در نظر بگیرد. در مورد خوشه‌های دریایی، به دلیل افزایش نفوذ و سرریز خوشه‌های دریایی، به‌ویژه برای خوشه‌های مبتنی بر خدمات، تقاضا از مجاورت جغرافیایی منطقه‌ای به حوزه جهانی گسترش خواهد یافت.

(۳) پورتر (۱۹۹۰) حضور صنایع مرتبط و حمایت‌کننده رقابتی را به دلیل نقش آن‌ها در اعطای مزایای بالقوه به خوشه صنعت برجسته کرد. او همچنین به تنوع گسترده‌ای از صنایع مرتبط و پشتیبان متنوع با تخصص خوشه صنعت اشاره کرد. برای خوشه دریایی، هویت صنایع مرتبط و پشتیبان به نوع، ترکیب و عملکرد آن بستگی دارد. برخی از صنایع مرتبط و پشتیبان که عمدتاً خدمات کمکی ارائه می‌دهند؛ ممکن است با تکامل عملکردهای خوشه‌ای نقش خود را تغییر دهند.

به‌عنوان مثال فیشر^۱ (۲۰۰۴) خدمات دریایی پیشرفته مرتبط با حسابداری، بیمه، بانکداری، قانون و مشاوره فناوری را تنها به‌عنوان خدمات میانی در نظر گرفت. این درحالی است که یاکوبسن^۲ و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که این خدمات حداقل دو ستون از چهار ستون مجموعه صنعت دریایی را تشکیل می‌دهند.

(۴) بیانیه پورتر (۱۹۹۰) مبنی بر اینکه استراتژی شرکت، ساختار و شرایط رقابت بر نحوه ایجاد، سازمان‌دهی و مدیریت شرکت‌ها حاکم است، نشان می‌دهد که این عناصر

1 Fisher

2 Jakobsen

می‌توانند در یک عنصر حاکمیت داخلی مربوط به خوشه‌های دریایی به‌عنوان یکی از منابع مزیت رقابتی در توسعه پایدار خوشه‌های دریایی ادغام شوند.

مشابه مدل الماس پورتر، دو متغیر اضافی دولت و شانس معرفی شده‌اند، اما این‌ها بر روی «نوآوری» و «سیاست» تمرکز دارند تا اهمیت نوآوری در تغییر تقاضا و شرایط عوامل و همچنین نقش سیاست خوشه‌ای در خوشه دریایی را برجسته کنند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تاکنون در پژوهش‌های زیادی مفهوم خوشه‌های دریایی موردبررسی قرار گرفت؛ ولی متأسفانه این پژوهش‌ها نتوانستند در مورد خوشه‌های دریایی مفهوم قانونی را تعریف نمایند. اگرچه تا حدودی دیدگاه مشترکی از خوشه دریایی به‌عنوان یک نوع ایدئال از ساختار نهادی و اقتصادی که شامل همکاری بین بازیگران مختلف مرتبط با صنایع دریایی و فعالیت‌های مرتبط با دریا است، وجود دارد، اما نمی‌توان تعریف مناسبی از این اشتراک به دست آورد. این مهم دلالت بر این دارد که یک خوشه دریایی شامل تمام شرکت‌ها و صنایع دریایی است که در یک ساختار اجتماعی و نهادی معین تعبیه شده‌اند. این واقعیت که هیچ اتفاق‌نظری بر روی یک تعریف منسجم واحد به وجود نیامده؛ منجر به سردرگمی‌هایی شده است. به این معنا که به نظر می‌رسد خوشه دریایی یک اصطلاح گسترده است که طیف متنوعی از فعالیت‌ها، سازمان‌ها و صنایع را در بر می‌گیرد. دیدگاه‌هایی که می‌توانند بخش عمده‌ای از یک تعریف عملیاتی‌تر را تشکیل دهند. اول، همه دیدگاه‌ها بر این فرض استوار است که خوشه‌های دریایی از روابط پیچیده بین شرکت‌های به‌هم‌پیوسته و سایر سازمان‌ها، از جمله دولت، توسعه می‌یابند. دوم، خوشه‌های دریایی به یک مکان ساحلی مربوط می‌شوند؛ زیرا صنعت ضرورتاً در مناطقی قرار دارد که دسترسی و بهره‌برداری از فعالیت‌های دریایی و مرتبط با دریا از نظر فیزیکی امکان‌پذیر است.

مطالعه حاضر سه دیدگاه متمایز از تعاریف خوشه دریایی را استخراج نمود. هر سه دیدگاه موافق هستند که فعالیت‌های دریایی و سایر فعالیت‌هایی که شدیداً با دریا مرتبط

هستند؛ عامل تعیین کننده‌ای در ایجاد خوشه‌هایی در اطراف فعالیت‌هایی هستند که به منابع دریایی، دریایی و ساحلی وابسته یا کاوش می‌کنند. باین حال، این اجماع برای درک کافی از چستی خوشه دریایی ناکافی است. تعاریف خوشه‌های دریایی ارائه شده توسط هر دیدگاه بر ویژگی‌های متفاوتی تأکید دارد. آن تعاریفی که خوشه دریایی را به عنوان یک مجتمع صنعتی درک می‌کنند، از طریق مدل‌های ورودی-خروجی، پیوندهای بین صنعتی و معاملات تأکید دارند. آن تعاریفی که آن را به عنوان مجموعه‌ای از صنایع به هم پیوسته درک می‌کنند نشان می‌دهد که خوشه‌ها ویژگی بارز برخی از اقتصادهای ملی هستند و درک بهتر استراتژی‌ها، نوآوری و رقابت شرکت‌ها را ممکن ساخته‌اند. در نهایت آن تعاریفی که خوشه‌های دریایی را به عنوان شبکه‌های مبتنی بر جامعه درک می‌کنند، بر «محیط نوآورانه منطقه‌ای»، از جمله دانش شرکت‌ها، زیرساخت‌های حمایت از سیاست و محیط‌های نهادی که نوآوری و فعالیت کارآفرینی را در صنایع مختلف دریایی تحریک می‌کنند، تأکید می‌کنند.

به عنوان جمع‌بندی، مفهوم خوشه دریایی در زمانی ظهور کرده است که سیاست‌ها بر ارتقای نوآوری و رقابت در صنایع مختلف متمرکز شده است. از نظر توصیه‌های خط‌مشی، رویکرد خوشه‌ای دریایی می‌تواند دیدگاه گسترده‌تری در مورد چگونگی خدمت به پویایی بازار و تبادل دانش بین شرکت‌ها و سایر بازیگران در صنایع دریایی به تصمیم‌گیرندگان ارائه دهد. خوشه‌های دریایی می‌توانند به عنوان یک چارچوب مفید برای تقویت مناطق و کشورها، بخش‌ها (صنایع دریایی و فعالیت‌های مرتبط) و همکاری بین شرکت‌ها و سازمان‌های تولید دانش عمل کنند.

در ادامه به منظور پر نمودن شکاف موجود در ادبیات نظری حوزه خوشه‌های دریایی پیشنهادهایی ارائه خواهد شد.

۱- در پژوهش حاضر عوامل مؤثر بر توسعه و رشد خوشه‌های دریایی مطرح شدند. باین وجود تاکنون تأثیر متقابل بین عوامل مختلف مورد بررسی قرار نگرفته است. برای مثال، بسیاری نقش مالیات ترجیحی در توسعه یک خوشه را مطالعه کرده‌اند. آیا حداقل

اندازه بازار برای مؤثر بودن آن وجود دارد؟ جایگزینی بین مالیات و اندازه بازار چیست؟ چنین مطالعاتی می‌تواند به تصمیم‌گیری در مورد سیاست مالیاتی در مراحل مختلف توسعه یک خوشه کمک کند.

۲- ترکیب عوامل درونی و بیرونی ممکن است در خوشه‌های مختلف متفاوت باشد. به‌عنوان مثال، برای خوشه‌های دریایی سنتی، سیاست‌های عمومی در زمینه تسهیل تجارت و خدمات لجستیکی بسیار مهم است. با این حال، برای خوشه‌های خدمات دریایی، مانند یک متخصص در تأمین مالی کشتی، محیط خدمات مالی مهم‌تر خواهد بود. حال پرسشی که به وجود می‌آید این است که تأثیرگذاری هر کدام از این ترکیب‌ها تحت تأثیر چه عواملی قرار دارد.

۳- یکی از مهم‌ترین کاستی‌های موجود در ادبیات نظری به فقدان مطالعات در مورد خوشه‌های خدمات دریایی بازمی‌گردد. برخلاف خوشه‌های دریایی سنتی که به‌شدت به توان بندری متکی هستند؛ مشاغل خدمات دریایی این محدودیت را ندارند و از این رو برای اقتصاد منطقه پایدارتر هستند. با این حال، خوشه‌های خدمات دریایی توجه کافی را از سوی مجامع علمی به خود جلب نکرده‌اند؛ حتی اگر اهمیت آن‌ها قبلاً توسط دولت‌های دارای سنت دریایی مانند هنگ کنگ و سنگاپور به رسمیت شناخته شده باشد؛ زیرا آن‌ها در حال رقابت برای جذب مشاغل خدمات دریایی و ایجاد خوشه‌های خدمات دریایی بین‌المللی هستند؛ بنابراین، تحقیقات دانشگاهیان باید با عملکرد واقعی مطابقت داشته باشد و در نتیجه از فرآیندهای تصمیم‌گیری دولت پشتیبانی کند.

۴- روش‌های تحقیق در خوشه‌های دریایی باید گسترش یابد. در حال حاضر روش‌های تحقیق عمدتاً توصیفی هستند یا فقط از تحقیقات روی خوشه‌های صنعتی عمومی وام گرفته شده‌اند. مطالعات بسیار کمی (کولیوسیس و همکاران ۲۰۱۸؛ ژانگ و سیو لی لام ۲۰۱۷) رویکرد مدل‌سازی (تحلیل نظری) را اتخاذ کرده‌اند. به‌عنوان مثال، مدل‌سازی تحلیلی بر روی تعامل بین عوامل مختلف در اقتصاد صنعتی بسیار رایج است، اما برای خوشه‌های دریایی تعداد بسیار کمی از آن‌ها وجود دارد.

منابع

۱. آبایی، حمیدرضا، غربالی مقدم، یونس و گل و بستان فرد، نیلوفر. (۱۳۸۸). «خوشه دریایی» راهبردی مؤثر جهت مشارکت و تعامل ارگان‌های دریایی، مطالعه موردی: چابهار. همایش هماهنگی ارگان‌های دریایی کشور.

References

2. Benito, G. R., Berger, E., De la Forest, M., & Shum, J. (2003). A cluster analysis of the maritime sector in Norway. *International Journal of Transport Management*, 1(4), 203-215.
3. Brett, V., & Roe, M. (2010). The potential for the clustering of the maritime transport sector in the Greater Dublin Region. *Maritime Policy & Management*, 37(1), 1-16.
4. Chang, Y.-C. 2011. "Maritime Clusters: What Can Be Learnt from the South West of England." *Ocean & Coastal Management* 54 (6): 488–494.
5. da Silva Monteiro, J. P. V., Neto, P. A., & Noronha, M. T. (2014). Understanding the ways and the dynamics of collaborative innovation processes: The case of the maritime cluster of the Algarve region (Portugal). *Urban, Planning and Transport Research*, 2(1), 247-264.
6. Djoumessi, A., Chen, S. L., & Cahoon, S. (2019). Factors influencing innovation in maritime clusters: An empirical study from Australia. *Marine Policy*, 108, 103558.
7. Doloreux, D. 2017. "What Is a Maritime Cluster?" *Marine Policy* 83: 215–220.
8. Doloreux, D., & Shearmur, R. (2009). Maritime clusters in diverse regional contexts: The case of Canada. *Marine Policy*, 33(3), 520-527.
9. Doloreux, D., Shearmur, R., & Figueiredo, D. (2016). Québec's coastal maritime cluster: Its impact on regional economic development, 2001–2011. *Marine Policy*, 71, 201-209.
10. Doloreux, D., Shearmur, R., & Figueiredo, D. (2016). Québec's coastal maritime cluster: Its impact on regional economic development, 2001–2011. *Marine Policy*, 71, 201-209.
11. Fisher Associates, 2004. The Future of London's Maritime Services Cluster: A Call for Action. Retrieved from: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.195.5132&rep=rep1&type=pdf> (last access: 2019.03.22).
12. Gailitis, R., and M. Jansen. 2011. "Development of the Latvian Maritime

- Policy; A Maritime Cluster Approach.” *Transport Systems and Processes: Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 111.
13. Ghiara, H., and M. Caminati. 2017. “Maritime and Logistics Advanced Producer Services within the Mediterranean: The Liner Shipping Companies’ Positioning Strategies in New Market Areas.” *Transportation Research Procedia* 25: 165–186.
 14. Haezendonck, E., Pison, G., Rousseeuw, P., Struyf, A., & Verbeke, A. (2000). The competitive advantage of seaports. *International journal of maritime economics*, 2, 69-82.
 15. Holte, E., & Moen, Ø. (2020). Successful maritime clusters: Key drivers and criteria. *IGLO-MP 2020 Working Paper 01–2010*.
 16. Jacobs, W., Koster, H., & Hall, P. (2011). The location and global network structure of maritime advanced producer services. *Urban Studies*, 48(13), 2749-2769.
 17. Jakobsen, E.W., Mellbye, C.S., Osman, M.S., Dyrstad, E.H., 2017. The leading maritime capitals of the world 2017. Retrieved from <https://www.menon.no/wpcontent/uploads/2017-28-LMC-report.pdf> (last access: 2019.03.22).
 18. Jalali, S., & Wohlin, C. (2012, September). Systematic literature studies: database searches vs. backward snowballing. In *Proceedings of the ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement* (pp. 29-38).
 19. Karlsen, A. (2005). The dynamics of regional specialization and cluster formation: dividing trajectories of maritime industries in two Norwegian regions. *Entrepreneurship & Regional Development*, 17(5), 313-338.
 20. Kwak, S. J., Yoo, S. H., & Chang, J. I. (2005). The role of the maritime industry in the Korean national economy: an input–output analysis. *Marine Policy*, 29(4), 371-383.
 21. Laaksonen, E., & Mäkinen, H. (2013). The competitiveness of the maritime clusters in the Baltic Sea region: key challenges from the Finnish perspective. *Journal of East-West Business*, 19(1-2), 91-104.
 22. Laaksonen, E., & Mäkinen, H. (2013). The competitiveness of the maritime clusters in the Baltic Sea region: key challenges from the Finnish perspective. *Journal of East-West Business*, 19(1-2), 91-104.
 23. Langen, P. D. (2002). Clustering and performance: the case of maritime clustering in The Netherlands. *Maritime Policy & Management*, 29(3), 209-221.
 24. Lee, C. B., Wan, J., Shi, W., & Li, K. (2014). A cross-country study of competitiveness of the shipping industry. *Transport Policy*, 35, 366-

376.

25. Li, M., & Luo, M. (2021). Review of existing studies on maritime clusters. *Maritime Policy & Management*, 48(6), 795-810.
26. Makkonen, T., Inkinen, T., & Saarni, J. (2013). Innovation types in the Finnish maritime cluster. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 12, 1-15.
27. Makkonen, T., Inkinen, T., & Saarni, J. (2013). Innovation types in the Finnish maritime cluster. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 12, 1-15.
28. Menzel, M. P., & Fornahl, D. (2010). Cluster life cycles—dimensions and rationales of cluster evolution. *Industrial and corporate change*, 19(1), 205-238.
29. Monteiro, P., De Noronha, T., & Neto, P. (2013). A differentiation framework for maritime clusters: Comparisons across Europe. *Sustainability*, 5(9), 4076-4105.
30. Morrissey, K., & Cummins, V. (2016). Measuring relatedness in a multisectoral cluster: an input–output approach. *European Planning Studies*, 24(4), 629-644.
31. Ortega, C., Nogueira, C., & Pinto, H. (2013). Sea and littoral localities' economy: Exploring potentialities for a maritime cluster—An integrated analysis of Huelva, Spain and Algarve, Portugal. *Journal of Maritime Research*, 10(2), 35-42.
32. Othman, M. R., Bruce, G. J., & Hamid, S. A. (2011). The strength of Malaysian maritime cluster: The development of maritime policy. *Ocean & Coastal Management*, 54(8), 557-568.
33. Pagano, A., Wang, G., Sánchez, O., Ungo, R., & Tapiero, E. (2016). The impact of the Panama Canal expansion on Panama's maritime cluster. *Maritime Policy & Management*, 43(2), 164-178.
34. Pinto, H., & Cruz, A. R. (2012). Structuring a knowledge-based maritime cluster: Contributions of network analysis in a tourism region. *Revista de Estudios Regionales*, (95), 101-118.
35. Pinto, H., Cruz, A. R., & Combe, C. (2015). Cooperation and the emergence of maritime clusters in the Atlantic: Analysis and implications of innovation and human capital for blue growth. *Marine Policy*, 57, 167-177.
36. Pinto, H., Uyarra, E., Bleda, M., Nogueira, C., & Almeida, H. (2018). Economic crisis, turbulence and the resilience of innovation: Insights from the Atlantic maritime cluster. *Resilience and Regional Dynamics: An International Approach to a New Research Agenda*, 61-80.
37. Porter Michael, E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, 68(2), 73-93.

38. Porter, M. E. (2000). Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic development quarterly*, 14(1), 15-34.
39. Salvador, R. (2014). Maritime clusters evolution. The (not so) strange case of the Portuguese maritime cluster. *Journal of Maritime Research*, 11(1), 53-59.
40. Salvador, R., Simões, A., & Soares, C. G. (2016). The economic features, internal structure and strategy of the emerging Portuguese maritime cluster. *Ocean & coastal management*, 129, 25-35.
41. Shi, X., Jiang, H., Li, H., & Xu, D. (2020). Maritime cluster research: Evolutionary classification and future development. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 133, 237-254.
42. Stavroulakis, P. J., & Papadimitriou, S. (2017). Situation analysis forecasting: the case of European maritime clusters. *Maritime Policy & Management*, 44(6), 779-789.
43. Stavroulakis, P. J., Papadimitriou, S., & Tsirikou, F. (2021). Perceptions of competitiveness for maritime clusters. *Ocean & Coastal Management*, 205, 105546.
44. Surís-Regueiro, J. C., Garza-Gil, M. D., & Varela-Lafuente, M. M. (2013). Marine economy: A proposal for its definition in the European Union. *Marine Policy*, 42, 111-124.
45. Zhang, W., & Lam, J. S. L. (2017). An empirical analysis of maritime cluster evolution from the port development perspective—Cases of London and Hong Kong. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 105, 219-232.

استناد به این مقاله: کاظمی گرجی، احمد. (۱۴۰۲). بررسی انواع دیدگاه‌ها درخصوص ماهیت و نحوه رشد خوشه‌های دریایی، فصلنامه خدمات دریایی و بندری، ۱ (۲)، ۱۷۹-۲۱۱.



Marine and Port Servicesch Journalis licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

Monitoring the State of the Ship's Propulsion System by Developing a Regression Model Using Machine Learning to Predict the Wear Rate of the Turbine and Compressor

Mohammad Basirnezhad  * M.A., Sharif University of Technology, Tehran, Iran

Nima Saremi  M.A., Sharif University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

The purpose of this research is to monitor the condition and troubleshoot the gas turbine of marine propulsion system by developing artificial intelligence models. Therefore, artificial intelligence algorithms are divided into two categories: machine learning and deep learning. The use of machine learning methods usually requires the extraction of signal features by the user, while in deep learning methods, the raw signal can be provided to the neural network to perform feature extraction and then regression or classification (Orhan & Celik, 2023). In this research, after the general description of the marine propulsion system, we use a dataset related to the turbine and compressor of the ship's propulsion system. Each data contains 16 operational parameters of the system and two decay coefficients related to the turbine and compressor of the system. The 16 parameters will be the features and the two decay coefficients will be the label or output of the model (Coraddu et al., 2014). Regression models should be developed due to the continuous value of wear coefficients. In order to develop the model using Python programming language, classical machine learning methods such as decision tree regression, k-nearest neighbor, polynomial regression, Gaussian and Lasso, and in the next step, multi-layer neural regression model, are used to develop the model. Finally, the performance of these methods was compared and the polynomial regression method and the decision tree had the best performance among the rest of the models.

Keywords: Propulsion System Troubleshooting, Neural Network, Machine Learning, Status Monitoring.

*Corresponding Author: mbasirnezhad@gmail.com

How to Cite: Basirnezhad, M. Saremi, N. (2024). The Chabahar International Regime and its Impact on Trade and Security Arrangements of the Islamic Republic of Iran. *Marine and Port Servicesch*, 1(2), 213-239.

Accepted: 19 November 2023

Review: 16 September 2023

Received: 28 August 2023

پایش وضعیت سیستم پیشران‌ش کشتی به وسیله توسعه مدل رگرسیون با استفاده از یادگیری ماشین برای پیش‌بینی ضریب فرسودگی توربین و کمپرسور

کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

محمد بصیرنژاد * 

کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

نیما صارمی 

چکیده

هدف از این پژوهش، پایش وضعیت و عیب‌یابی توربین گاز سیستم پیشران متحرک‌های دریایی به‌وسیله توسعه مدل‌های هوش مصنوعی است. الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای این منظور به دو دسته الگوریتم‌های یادگیری ماشین^۱ و یادگیری عمیق^۲ تقسیم می‌شوند. استفاده از روش‌های یادگیری ماشین معمولاً نیازمند استخراج ویژگی‌های سیگنال توسط کاربر است، درحالی‌که در روش‌های یادگیری عمیق می‌توان سیگنال خام را در اختیار شبکه عصبی قرار داد تا ابتدا عملیات استخراج ویژگی^۳ و سپس رگرسیون^۴ یا دسته‌بندی^۵ انجام شود (Orhan & Celik, 2023). در این پژوهش پس از شرح کلی سیستم پیشران متحرک‌های دریایی از یک دیتاست مربوط به توربین و کمپرسور سیستم پیشران کشتی استفاده می‌کنیم به این صورت که هر داده شامل ۱۶ پارامتر عملیاتی سیستم و دو ضریب فرسودگی^۶ مربوط به توربین و کمپرسور سیستم است که آن ۱۶ پارامتر در حکم ویژگی‌ها^۷ و دو ضریب فرسودگی در حکم لیبل یا خروجی مدل خواهند بود (Coraddu et al., 2014). با توجه به پیوسته بودن مقدار ضرایب

* نویسنده مسئول: mbasirnezhad@gmail.com

- 1 Machine learning
- 2 Deep learning
- 3 Feature extraction
- 4 Regression
- 5 Classification
- 6 Decay coefficient
- 7 Features

فروودگی باید مدل‌های رگرسیون توسعه داده شود. جهت توسعه مدل با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون ابتدا روش‌های یادگیری ماشین کلاسیک مانند رگرسیون درخت تصمیم^۱، k نزدیک‌ترین همسایه^۲، رگرسیون چندجمله‌ای، گاوسی و لاسو و در گام بعد از مدل رگرسیون عصبی چندلایه^۳ جهت توسعه مدل استفاده شده است. در انتها عملکرد این روش‌ها باهم مقایسه شده و روش رگرسیون چندجمله‌ای و درخت تصمیم بهترین عملکرد را در بین بقیه مدل‌ها داشته‌اند.

کلیدواژه‌ها: عیب‌یابی سیستم پیشران، شبکه عصبی، یادگیری ماشین، پایش وضعیت.

1 Random forest

2 KNN

3 Multi-layer neural regression

مقدمه

تشخیص عیب^۱ در سیستم‌های مختلف یکی از حوزه‌های پژوهشی در عرصه‌هایی چون مهندسی، پزشکی و حتی علوم انسانی است. در این فرآیند معمولاً با داده‌برداری از سیستم موردبررسی و انجام پردازش روی آن می‌توان به اطلاعات مفیدی دست یافت و در نتیجه از هزینه‌ها و خرابی‌های آینده پیشگیری کرد. در حوزه‌های صنعتی این موضوع اهمیت به سزایی دارد و پایش وضعیت ماشین‌آلات و عیب‌یابی پیشگیرانه تا حد قابل توجهی هزینه‌ها را کاهش می‌دهد (Coraddu et al., 2014).

یکی از انواع سیستم‌ها که مسئله پایش وضعیت در آن اهمیت به سزایی دارد، سیستم پیشران متحرک‌های دریایی مانند کشتی است.

از قرن‌ها پیش تأمین نیروی محرکه برای کشتی موردبحث و بررسی بوده است. در اواسط قرن پانزدهم استفاده از بادبان‌ها برای نیروی محرکه به صورت گسترده درآمد به طوری که کشتی‌های بادبانی به طور منظم سفر خود را در اقیانوس‌ها اجرا می‌کردند با ادامه این روند و نیاز به انجام سفرهای طولانی‌تر استفاده از بخار در بحث تأمین نیروی محرکه نقش اساسی گرفت که موجب اهمیت افزایش حمل و نقل و اهمیت کشتیرانی شد. امروزه به دنبال تکامل فناوری کشتی‌سازی، توان لازم برای به حرکت درآوردن کشتی‌ها عمدتاً به وسیله مولدهای زیر تأمین می‌گردد (Benvenuto, 2005):

۱. سیستم رانش بخاری ۲. موتورهای دیزل دریایی ۳. توربین‌های گازی ۴. موتورهای بنزینی ۵. موتورهای الکتریکی ۶. موتورهای با سوخت هسته ایی

یک سیستم رانش دریایی از سه بخش تولید قدرت، سیستم انتقال قدرت شامل شفت و کاهنده و سیستم پروانه تشکیل می‌گردد که در هر قسمت با توجه به مشخصات و خصوصیات هر بخش می‌بایست انتخاب اجزاء به گونه‌ای انجام شود که هم‌خوانی لازم با دیگر بخش‌ها ایجاد شود و در نهایت سیستم رانشی مناسب تشکیل شود. یکی از عوامل مهم در طراحی سیستم رانشی کشتی بحث عمر مفید و تعمیرات اساسی است. عیوبی مانند فرسودگی و شکست پروانه‌ها، بلبرینگ‌ها، چرخ‌دنده‌های سیستم انتقال قدرت و بدنه

1 Fault detection

کمپرسور و توربین سیستم پیشران می تواند باعث از کارافتادگی کشتی توأم با ضرر و مشکلات برای مالک و پرسنل آن داشته باشد. گرچه ممکن است محاسبات دقیق با ضریب اطمینان مناسب از نظر تئوری به خوبی انجام پذیر باشد ولی معایبی که در حین استفاده به وجود می آیند قابل پیش بینی نبوده و ایجاد اشکال می نماید لذا امروزه پایش وضعیت دوره‌ای یا بر خط ضرورت پیدا کرده است (Coraddu et al., 2014).

در پژوهش‌های اخیر استفاده از روش‌های یادگیری ماشین، سیستم‌های خبره و فازی در بحث عیب‌یابی سیستم‌های پیشران دریایی به طور قابل توجهی افزایش پیدا کرده است. در سال‌های گذشته، نویسندگان تجربه قابل توجهی در شبیه‌سازی سیستم‌های توانی پیشران دریایی (Coraddu et al., 2014) (Benvenuto, 2005) و همچنین در کاربرد متامدل‌های مبتنی بر ANN برای تشخیص ماشین‌آلات کشتی (Benvenuto et al., 2014)، (Theodoropoulos et al., 2021)، (Campora et al., 2018) کسب کرده‌اند. در مطالعات اخیر، شبیه‌سازی‌ها برای تولید مقدار زیادی از داده‌های عملیاتی انجام شده تا کمبود اندازه گیری‌های تجربی را برطرف کند.

همچنین در مرجع (Orhan & Celik, 2023) به پژوهش‌های مختلف انجام شده در حوزه عیب‌یابی اجزاء مختلف پیشران متحرک‌های دریایی با روش‌های مختلف اعم از شبکه‌های عصبی، روش‌های یادگیری ماشین و فازی پرداخته شده است. در ادامه بخش‌های مختلف مقاله به صورت زیر خواهند بود:

پیکربندی‌های مختلف سیستم پیشران کشتی، پایگاه داده مورد استفاده، روش مورد استفاده، آموزش مدل‌های رگرسیون و نتایج، جمع‌بندی و پیشنهاد‌های آینده و منابع.

پیکربندی‌های مختلف سیستم پیشران کشتی

با توجه به شرایط و الزامات، سیستم پیشران کشتی‌ها با پیکربندی‌های مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند. بر این اساس نحوه قرارگیری اجزاء مختلفی مانند موتور دیزل، توربین گاز، موتور الکتریکی و سیستم انتقال قدرت تعیین می‌شود.

از معمول‌ترین آرایش‌های موجود می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (White, 2021):

۱. ترکیب موتور دیزل یا توربین گاز^۱ (CODOG)

۲. ترکیب موتور دیزل و توربین گاز^۲ (CODAG)

۳. ترکیب دیزل-الکتریک و دیزل^۳ (CODLAD)

۴. ترکیب دیزل-الکتریک و توربین گاز^۴ (CODLAG)

۵. ترکیب موتور دیزل و موتور دیزل (CODAD)

۶. ترکیب توربین گاز یا توربین گاز (COGOG)

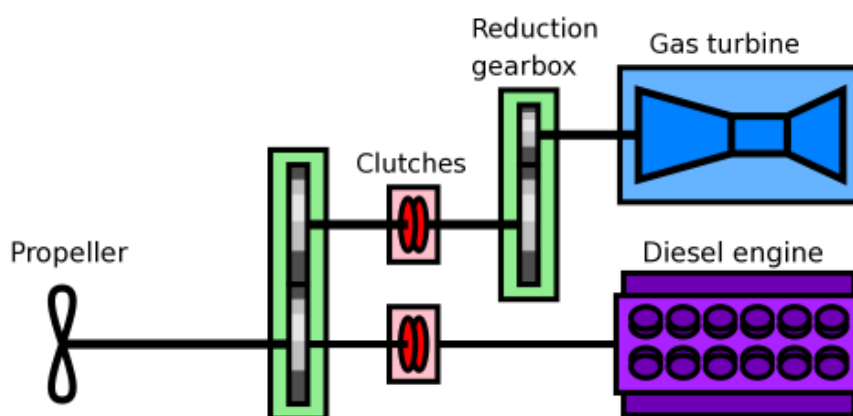
۷. ترکیب توربین گاز و توربین گاز (COGAG)

۸. ترکیب هسته‌ای و پشران بخار^۵ (CONAS)

۹. پشران کاملاً الکتریکی^۶ (FEP)

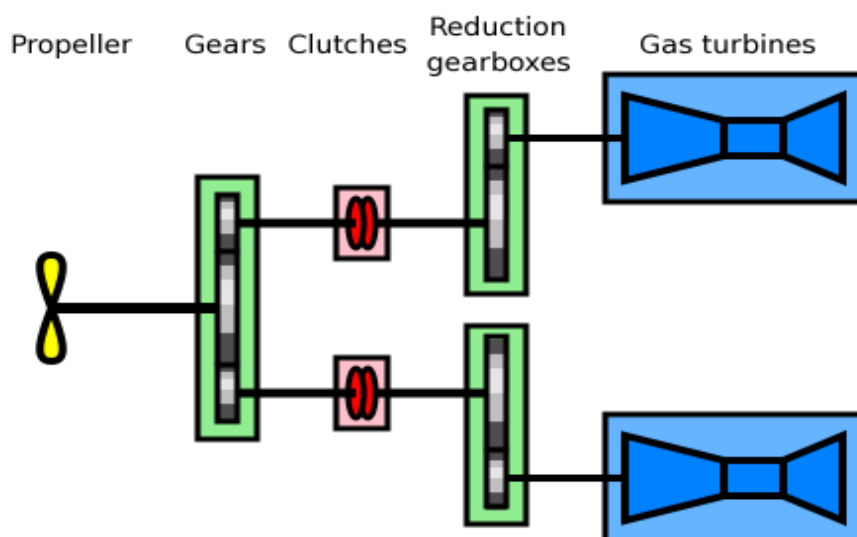
چند نمونه از سیستم‌های فوق‌الذکر در شکل‌های زیر نشان داده شده است.

شکل ۱. آرایش کلی سیستم پشران CODOG (White, 2021)

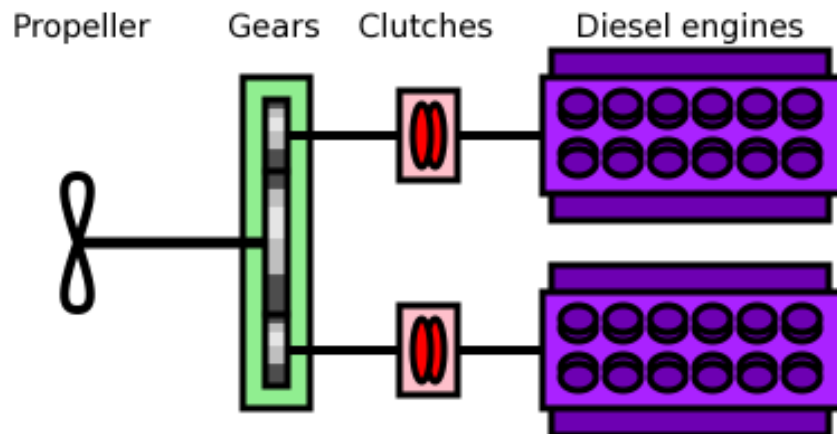


-
- 1 Combined diesel or gas
 - 2 Combined diesel and gas
 - 3 Combined diesel electric and diesel
 - 4 Combined diesel-electric and gas
 - 5 Combined nuclear and steam
 - 6 Full electric propulsion

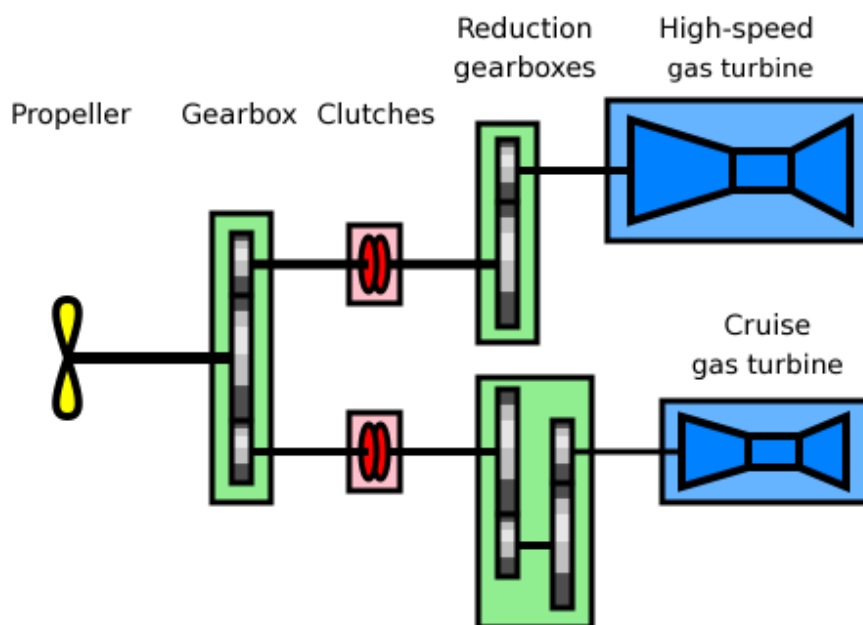
شکل ۲. آرایش کلی سیستم پیشران CODAG (White, 2021)



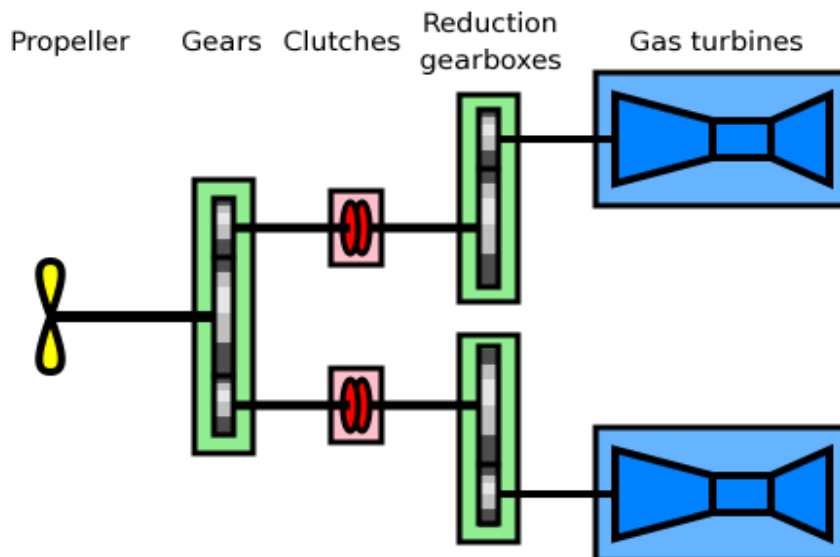
شکل ۳. آرایش کلی سیستم پیشران CODAD (White, 2021)



شکل ۴. آرایش کلی سیستم پیشران COGOG (White, 2021)



شکل ۵. آرایش کلی سیستم پیشران COGAG (White, 2021)



اصول عملکرد سیستم پیشران کشتی (CODLAG)^۱

این سیستم پیشران جهت تولید توان حرکت دادن پروانه‌های کشتی از موتورهای الکتریکی در کنار توربین گاز استفاده می‌کند. روش کار به این صورت است که هر موتور الکتریکی به یکی از پروانه‌ها متصل بوده و توان مورد نیاز آن از یک یا چند دیزل ژنراتور تأمین می‌شود. در کنار استفاده از موتور الکتریکی، یک توربین گاز از طریق کلاچ‌ها به پروانه‌های کشتی متصل می‌شود. در سرعت‌های پایین کشتی، صرفاً موتور الکتریکی برای پیشران استفاده می‌شود اما با افزایش سرعت، توربین گاز نیز از طریق سیستم انتقال قدرت به تأمین توان اضافه می‌کند. مزیت استفاده از موتور الکتریکی به جای استفاده از دیزل ژنراتور به طور مستقیم، بازدهی بالاتر، اتصال راحت‌تر به پروانه کشتی، نیاز به تعمیر و نگهداری کمتر و ایجاد نویز کمتر است (Vavasseur, 2013).

لازم به ذکر است اگر توربین گاز به طور مستقیم در ایجاد توان برای پروانه‌های کشتی مشارکت نداشته باشد و صرفاً توان مورد نیاز موتورهای الکتریکی را در کنار دیزل ژنراتور تأمین کند، با یک سیستم پیشران تمام الکتریکی (IFEP)^۲ سروکار خواهیم داشت (Vavasseur, 2013).

از معروف‌ترین کشتی‌های تجاری که از سیستم پیشران (CODLAG) استفاده می‌کنند، می‌توان موارد زیر را نام برد (Vavasseur, 2013).

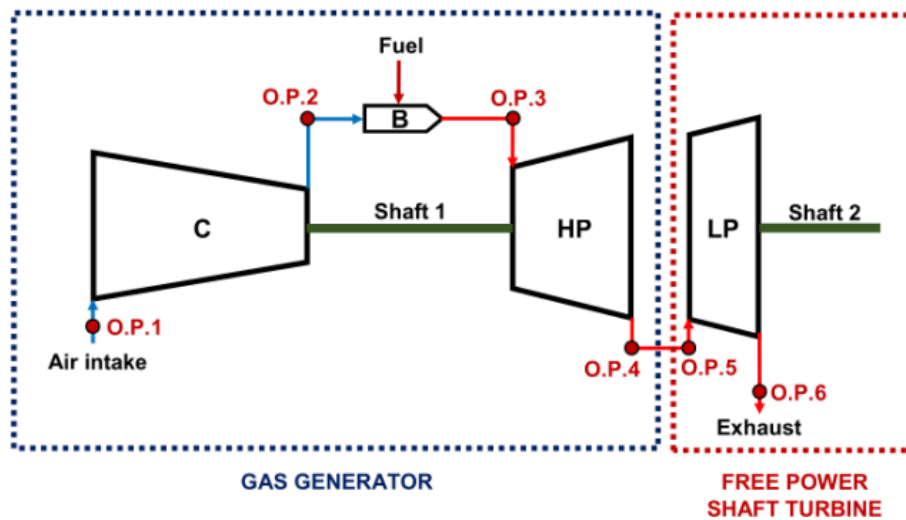
1. Type 23 frigate (Royal Navy)
2. FREMM multipurpose frigate (Italian Navy)
3. F125 class frigate (German Navy)
4. Pohjanmaa-class corvette (Finnish Navy)
5. Constellation-class frigate (United States Navy)
6. GTS Finnjet (Finnish cruise ferry)

یکی از اجزاء اصلی در سیستم‌های پیشران کشتی، توربین گاز است که از توربو کمپرسور، محفظه احتراق، توربین فشار بالا و توربین فشار پایین تشکیل شده است (شکل ۶). همچنین سیکل ترمودینامیکی صورت گرفته در توربین گاز به صورت شکل ۷ خواهد بود.

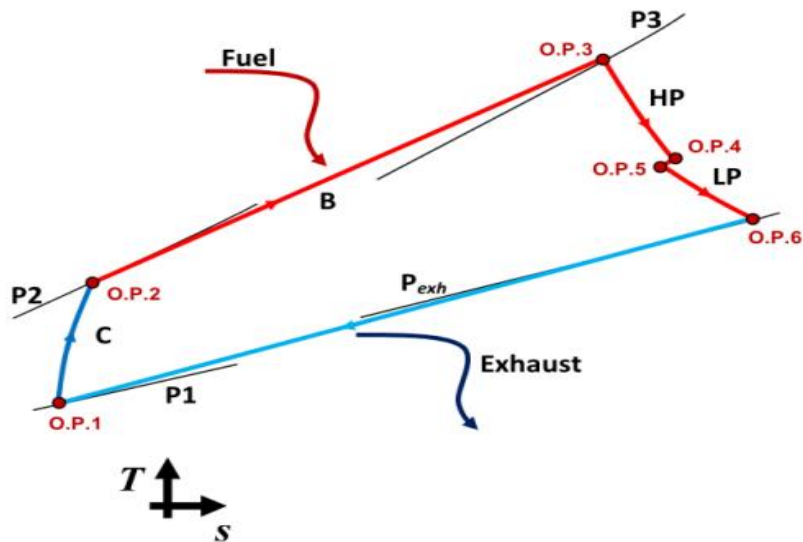
1 Combine diesel-electric and gas

2 Integrated full electric propulsion

شکل ۶. دیاگرام توربین گاز مورد استفاده در سیستم پیشران کشتی (Andelić et al., 2021)
(توربوکمپرسور C، محفظه احتراق B، توربین فشار بالا و فشار پایین HP, LP)



شکل ۷. سیکل ترمودینامیکی عملکرد توربین گاز مورد استفاده در سیستم پیشران کشتی (Andelić et al., 2021)
(نقطه عملیاتی op.)



با توجه به اجزاء دوار و دارای حرارت بالا در توربین گاز، اهمیت تعمیرات پیشگیرانه و بازرسی دوچندان است. اجزاء مختلفی مانند پره‌های کمپرسور و توربین با توجه به فشار بالای گاز، در خطر انواع ساییدگی، خزش و خستگی هستند. همچنین بدنه محفظه احتراق و تزریق کننده‌های سوخت در معرض آسیب و خوردگی قرار دارند (Pal et al., 2019). به‌طور کلی روش‌های مختلف پایش وضعیت توربین‌های گاز از نظر منشأ به وجود آمدن، شامل روش‌های مبتنی بر عملکرد (آیرودینامیکی) و غیر عملکردی است (Tahan et al., 2017).

عیوبی که در روش‌های غیر عملکردی مورد بررسی قرار می‌گیرد، ناشی از ذات طبیعی سیستم‌های مکانیکی است مانند عدم بالانس بودن و غیر هم مرکزی محورها، عیب در بلبرینگ‌ها و کمبود روغن کاری و ساییدگی بین اجزاء. همان‌طور که در شکل ۸ نشان داده شده است، جهت تشخیص عیوب مکانیکی روش‌های مختلفی مانند ترموگرافیکی، تحلیل ارتعاشات، آنالیز روغن، بار، آکوستیک و آنالیز تنش- کرنش مورد استفاده قرار می‌گیرد (Tahan et al., 2017).

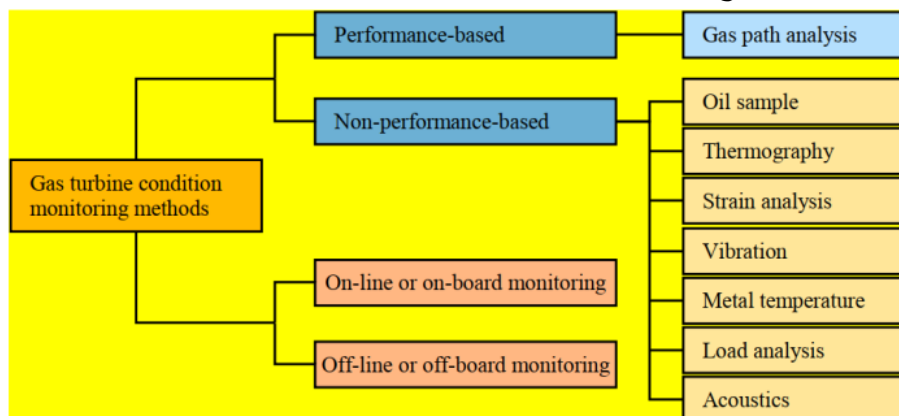
در طرف مقابل عیوب عملکردی ناشی از آیرودینامیک و دینامیک گازها است مانند احتراق ناقص، خوردگی و ساییدگی پره‌های کمپرسور و توربین و ته‌نشینی رسوبات سیال. جهت تشخیص این عیوب از روش‌های عملکردی تحت عنوان آنالیز مسیر گاز (^۱GPA) استفاده می‌شود (Tahan et al., 2017).

در توضیح این روش‌ها باید اشاره کرد که ایجاد عیوب در سیستم توربین گاز موجب انحراف در مقدار پارامترهای نشان‌دهنده سلامت سیستم مانند بازدهی و ظرفیت جریان اجزاء می‌شود در حالی که این پارامترها به‌طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نیستند اما از نظر ترمودینامیکی با پارامترهای قابل اندازه‌گیری مانند فشار، دما، دبی سوخت و سرعت‌های دورانی همبستگی دارند. در نتیجه با تشخیص انحراف در این پارامترهای حیاتی و توسعه توابع همبستگی بین این متغیرها و پارامترهای سلامت سیستم می‌توان به وجود عیوب عملکردی در سیستم پی برد (Tahan et al., 2017).

از طرف دیگر برخی عیوب خود را به صورت مکانیکی دارای منشأ آیرودینامیکی نشان می‌دهند که عیوب آیرودینامیکی نامیده می‌شوند. پدیده سرچ موتور و پره‌های نابالانس و خورده شده از جمله این مورد هستند که ذاتاً آیرودینامیکی هستند اما موجب خطاهای مکانیکی مانند ارتعاشات بیش از حد می‌شوند (Tahan et al., 2017).

همچنین عیب‌یابی و پایش وضعیت سنسورها و سیستم‌های الکتریکی و قدرت توربین گاز دارای اهمیت و مورد توجه است. برای مثال در مرجع (Babaei et al., 2018) مروری بر روش‌های استفاده شده برای پایش وضعیت و عیب‌یابی سیستم‌های توان توربین گاز انجام شده است.

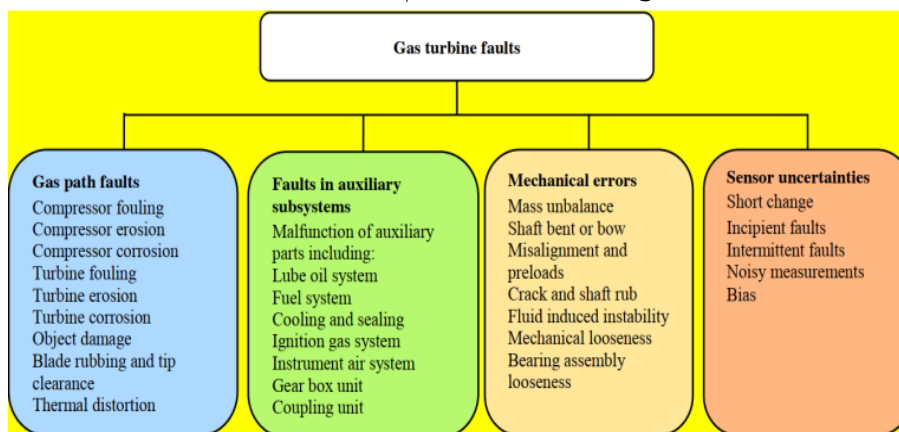
شکل ۸. انواع روش‌های پایش وضعیت توربین‌های گاز (Tahan et al., 2017)



همچنین از نظر نوع داده‌برداری روش‌های پایش وضعیت به دو نوع آنلاین و آفلاین تقسیم می‌شوند. در روش‌های آفلاین، داده‌های سنسورها در یک حافظه ذخیره شده سپس تحلیل‌های لازم روی آن انجام می‌گیرد؛ اما در روش آنلاین داده‌ها به‌طور برخط مورد پردازش قرار می‌گیرند. روش آنلاین دارای قابلیت اطمینان بالاتر و همچنین هزینه برتر است.

انواع عیوب که احتمال وجود آن‌ها در سیستم توربین گاز وجود دارد به‌طور خلاصه در شکل ۹ آمده است.

شکل ۹. خلاصه‌ای از انواع عیوب محتمل در سیستم توربین گاز (Tahan et al., 2017)



فرآیندهای نگهداری و تعمیرات تجهیزات و سیستم‌ها معمولاً به صورت بازرسی و نگهداری دوره‌ای^۱، نگهداری اصلاحی^۲ و نگهداری پیشگیرانه^۳ انجام می‌شود که در روش اول در بازه‌های زمانی مشخصی فرآیند بررسی و تعمیرات سیستم در صورت لزوم انجام می‌شود و ممکن است در بسیاری از این مواقع سیستم در شرایط مناسب قرار داشته و لزومی به بازرسی شرایط سیستم وجود نداشته باشد و هم‌چنین گاهی اوقات سیستم به ناگهان دچار ایراد شود و غافلگیری ایجاد کند. از طرف دیگر در روش نگهداری اصلاحی فقط پس از از کار افتادن سیستم فرآیند تعمیرات انجام می‌شود و در نتیجه سیستم به طور ناگهانی دچار ایراد شده و در عملکرد آن وقفه ایجاد می‌شود که ممکن است خسارات مادی و حتی جانی به بار آورد؛ اما در روش سوم یعنی نگهداری پیشگیرانه، با اتصال سنسورهای به سیستم، پارامترهای حیاتی سیستم به طور دائمی پایش می‌شود و با انجام تحلیل‌هایی روی سیگنال‌های اندازه‌گیری شده و علی‌الخصوص با استفاده از روش‌های هوشمند مانند یادگیری ماشین می‌توان عیوب موجود در عملکرد سیستم را شناسایی کرده و قبل از ایجاد آسیب، به انجام تعمیرات مربوطه پرداخت و در نتیجه در زمان و هزینه‌ها صرفه‌جویی قابل توجه به دست می‌آید و عملکرد با قابلیت اطمینان بالا برای سیستم به دست می‌آید.

1 Scheduled maintenance

2 Corrective maintenance

3 Predictive maintenance

امروزه استفاده از روش‌های نگهداری پیشگیرانه خصوصاً برای سیستم‌های صنعتی پیچیده و گران‌قیمت ضروری است (Pal et al., 2019).

فرآیند نگهداری پیشگیرانه مبتنی بر شرایط^۱ و عیب‌یابی^۲ در توربین‌های گاز به دو روش مبتنی بر مدل^۳، داده محور و ترکیب این دو روش تقسیم می‌شود. در روش مبتنی بر مدل یک سیگنال باقی‌مانده به عنوان اثر خطا در روابط دینامیکی سیستم مدل می‌شود و با تعریف یک تابع ارزیابی و یک آستانه مشخص، با استفاده از تحلیل معادلات وقوع عیب تخمین زده می‌شود. برای مثال در (Darooogheh et al., 2014) پژوهشگران با استفاده از تخمین گر فیلتر کالمن و با استفاده از یک مدل دینامیکی مشتمل بر مدل‌سازی خطا به ارزیابی وقوع عیب در توربین‌ها پرداخته‌اند.

اما در روش داده محور با استفاده از حجم زیادی از داده‌ها، مدل‌هایی آموزش داده می‌شود که تمامی تحلیل‌ها اعم از رگرسیون یا دسته‌بندی به کمک آن‌ها انجام شود.

در مقایسه دو روش مذکور می‌توان گفت با توجه به اغتشاشات و عدم قطعیت‌هایی که در فرآیند مدل‌سازی دینامیکی سیستم‌های پیچیده وجود دارد، روش داده محور نتایج مناسب‌تری به دست خواهد داد البته در صورتی که حجم مناسبی از داده‌های عملیاتی سیستم را در اختیار داشته باشیم (Pal et al., 2019).

در اینجا از روش داده محور با استفاده از داده‌های تجربی مربوط به یک سیستم توربین گاز کشتی استفاده می‌شود.

پایگاه داده مورد استفاده

در این پروژه از دیتاست موجود در مرجع (Coraddu et al., 2014) استفاده می‌کنیم که مربوط به پارامترهای عملیاتی یک توربین گاز به کاررفته در سیستم پیشران^۴ (CODLAG) کشتی است. این دیتاست متشکل از ۱۱۹۳۴ است که هر داده شامل ۱۶ ویژگی‌ها

1 Condition based predictive maintenance

2 Fault detection

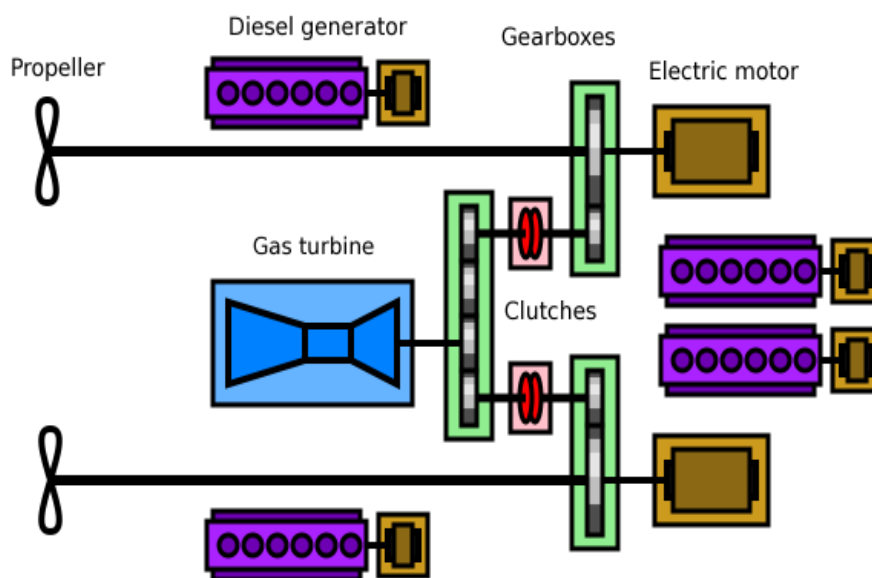
3 Model based

4 Combine diesel-electric and gas

پایش وضعیت سیستم پیشرانش کشتی به وسیله توسعه مدل رگرسیون ...؛ بصیرنژاد و صارمی | ۲۲۷

پارامترهای عملیاتی سیستم پیشران و ۲ لیبل مربوط به شاخص فرسودگی کمپرسور و توربین سیستم است (Coraddu et al., 2014).

شکل ۶. آرایش کلی سیستم پیشران CODLAG (White, 2021)



جدول ۱. مشخصات دیتاست مورد استفاده (White, 2021)

تعداد ویژگی‌ها	۱۶	ویژگی ۹	دمای ورودی به کمپرسور (C)
تعداد لیبل‌ها	۲	ویژگی ۱۰	دمای خروجی از کمپرسور (C)
ویژگی ۱	موقعیت اهرم توربین	ویژگی ۱۱	فشار خروجی از توربین فشار بالا (bar)
ویژگی ۲	سرعت کشتی (m)	ویژگی ۱۲	فشار ورودی به کمپرسور (bar)
ویژگی ۳	گشتاور شفت توربین گاز (kN.m)	ویژگی ۱۳	فشار هوای خروجی از کمپرسور (bar)
ویژگی ۴	دور شفت توربین Rpm	ویژگی ۱۴	فشار گاز خروجی از توربین (bar)
ویژگی ۵	دور شفت ژنراتور گاز Rpm	ویژگی ۱۵	درصد کنترل پاشش توربین (TIC)
ویژگی ۶	گشتاور پروانه سمت راست (kN.m)	ویژگی ۱۶	دبی سوخت (kg/s)
ویژگی ۷	گشتاور پروانه سمت چپ (kN.m)	لیبل ۱	ضریب فرسودگی کمپرسور
ویژگی ۸	دمای خروجی از توربین فشار بالا (C)	لیبل ۲	ضریب فرسودگی توربین

در این دیتاست، لیبِل‌ها مقادیر پیوسته بین ۰,۹۵ و ۱ هستند که مقدار ۰,۹۵ فرسوده‌ترین حالت توربین و کمپرسور و ضریب ۱ حالت بدون هرگونه فرسودگی و اشکال در عملکرد توربین و کمپرسور است.

بنابراین با توجه به پیوسته بودن لیبِل‌ها باید به ایجاد مدل رگرسیون پردازیم.

روش مورد استفاده

در این بخش به توضیح روش پیاده‌سازی مدل می‌پردازیم. برای این کار از زبان برنامه‌نویسی پایتون و کتابخانه‌های متن باز آن مانند Scikitlearn و Pytorch استفاده شده است.

ابتدا به تقسیم داده‌ها با نسبت ۷۰ به ۳۰، به بخش‌های آموزشی و تست می‌پردازیم. سپس در صورت نیاز قبل از آموزش مدل می‌توان داده‌های مربوط به ویژگی‌ها را استانداردسازی کرد که به افزایش سرعت همگرایی منجر می‌شود. سپس از روش‌های یادگیری ماشین جهت توسعه مدل رگرسیون استفاده می‌کنیم و با استفاده از داده‌های تست به محاسبه پارامترهای ارزیابی مدل می‌پردازیم. آموزش مدل‌ها باید در دو مرحله یک بار برای پیش‌بینی ضریب فرسودگی توربین و بار دیگر برای پیش‌بینی ضریب فرسودگی کمپرسور انجام شود.

روش‌های مورد استفاده جهت توسعه مدل رگرسیون

برای ایجاد مدل رگرسیون از روش‌های رگرسیون چندجمله‌ای، رگرسیون K نزدیک‌ترین همسایه، رگرسیون درخت تصمیم، رگرسیون گاوسی^۱، رگرسیون لاسو^۲ و رگرسیون شبکه عصبی چندلایه^۳ استفاده شده است.

۱. رگرسیون چندجمله‌ای: در این روش یک معادله درجه n بین متغیرهای مستقل و متغیرهای وابسته برقرار است و برای رسیدن به ضرایب این معادله، باید مقدار تابع هزینه

1 Gaussian regression

2 Lasso regression

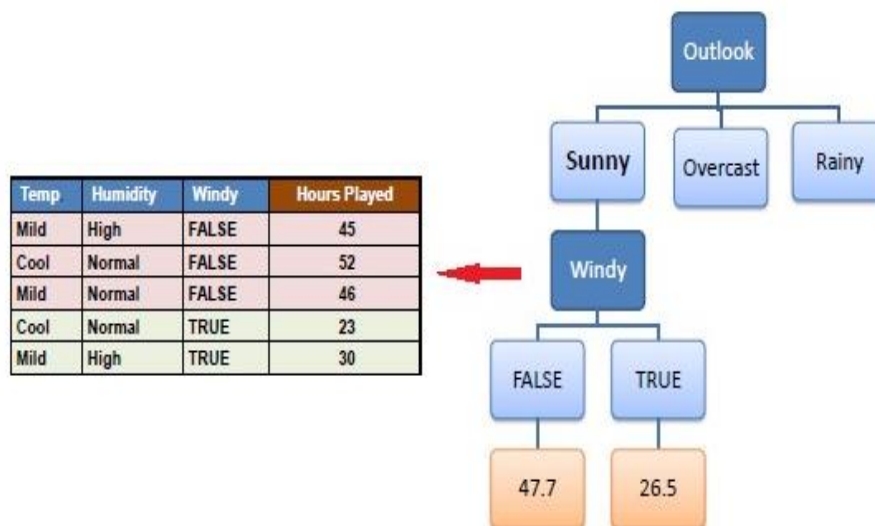
3 Multi-layer neural networks regression

تعریف شده MSE^1 با استفاده از یک روش بهینه‌سازی مانند SGD^2 کمینه شود (Sharma, 2023).

۲. رگرسیون KNN^3 : این روش یک روش نمونه محور^۴ است که برای تخمین خروجی داده‌های جدید، به تعداد k نمونه آموزشی که نزدیک‌ترین فاصله را با داده جدید دارند، در نظر گرفته می‌شود و میانگین خروجی این k داده به عنوان خروجی داده جدید گزارش می‌شود (Sharma, 2023).

۳. رگرسیون درخت تصمیم: در این روش باید یک درخت رگرسیون از متغیرهای مسئله طراحی کنیم

شکل ۶: مثالی از روش رگرسیون درخت تصمیم (sayad, 2021)



سپس با انجام تفکیک بندی مناسب با استفاده از ویژگی‌ها، به برگ درخت می‌رسیم و در هر برگ داده‌هایی که با انجام دسته‌بندی در برگ مدنظر باقی مانده‌اند برای تخمین خروجی داده جدید که با استفاده از ویژگی‌ها در برگ مذکور تفکیک شده است، استفاده

1 Mean square errors
2 Steepest gradient descent
3 K Nearest neighbors
4 Instance based

می‌شوند، به این صورت که میانگین خروجی داده‌های موجود در برگ به‌عنوان خروجی داده جدید گزارش می‌شود (sayad, 2021).

۴. رگرسیون گاوسی: این روش غیر پارامتریک، توزیع احتمالی روی بی‌نهایت تابعی که می‌تواند از روی داده‌های آموزشی بگذرد، به دست آورده و با کمک این توزیع به پیش‌بینی مقادیر خروجی داده‌های جدید می‌پردازد. توزیع احتمال ذکر شده روی توابع، درواقع یک فرایند گاوسی است که با یک تابع میانگین و کوواریانس اولیه آغاز شده و در هر مرحله با اضافه شدن یک داده آموزشی جدید به‌روزرسانی می‌شوند. از آنجایی که خروجی این مدل توزیعی روی تمام توابع ممکن است، می‌توان میانگین این توابع را به‌عنوان پیش‌بینی مدل و واریانس آن‌ها را به‌عنوان معیاری از اطمینان پیش‌بینی انجام شده در نظر گرفت (Sharma, 2023).

۵. رگرسیون لاسو: این روش برای تنظیم پارامترهای مدل رگرسیون خطی به وجود آمده است و این کار را با اضافه کردن یک عبارت به تابع هزینه رگرسیون خطی، انجام می‌دهد. در این روش تابع هزینه به‌صورت زیر خواهد بود:

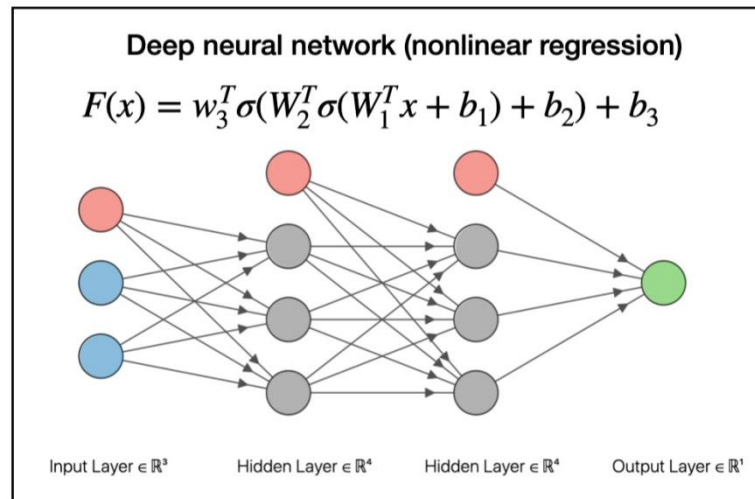
$$\sum_{i=1}^N (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p x_{ij}\beta_j)^2 + \lambda \sum_j |\beta_j|$$

در اینجا پارامتر لاندای در حکم پارامتر تنظیم‌کننده است که با افزایش مقدار آن برخی ضرایب مدل صفر شده و از بیش‌پردازش جلوگیری می‌شود (Sharma, 2023).

۶. رگرسیون شبکه عصبی: در این روش یک شبکه عصبی سه لایه با تابع فعال‌سازی یک‌سوساز خطی (Relu) و تابع هزینه (MSE) استفاده می‌شود و با کمینه کردن تابع هزینه، وزن‌ها و بایاس‌های بهینه با استفاده از روش adam^۱ به دست می‌آید (Sharma, 2023).

1 Adaptive moment estimation

شکل ۷. مثالی از روش رگرسیون عصبی (Sharma, 2023)



آموزش مدل‌های رگرسیون و نتایج

در این بخش بعد از آموزش مدل‌های رگرسیون برای پیش‌بینی وضعیت توربین و کمپرسور به بررسی و مقایسه نتایج می‌پردازیم. برای ارزیابی مدل‌های رگرسیون از شاخص‌های R2 Score، MSE^۱ و MAE^۲ استفاده می‌کنیم که تعاریف آن‌ها به صورت زیر است:

شکل ۸. تعریف MSE (<https://emilia-orellana44.medium.com/>)

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

MSE = mean squared error

n = number of data points

Y_i = observed values

$\hat{Y}_i$ = predicted values

1 Mean square error

2 Mean absolute error

شکل ۹. تعریف MAE و R2 score (<https://vitalflux.com>) و <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/10/evaluation-metric-for-regression-models>

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

Formula

$$R^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS}$$

R^2 = coefficient of determination

RSS = sum of squares of residuals

TSS = total sum of squares

در نهایت دو سری مدل برای پیش‌بینی ضریب فرسودگی توربین و کمپرسور تولید شده است. مدل‌های مربوط به پیش‌بینی ضریب فرسودگی کمپرسور به وسیله روش‌های مختلف، توسط سه شاخص ذکر شده ارزیابی شده و نتایج در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: دقت مدل‌های مختلف یادگیری ماشین جهت پیش‌بینی ضریب فرسودگی کمپرسور روی داده‌های تست

Method Indicator	R2 score	MAE	MSE
Poly Reg	0.996	0.0006	6.797e-07
DT Reg	0.980	0.001	4.164e-06
KNN	0.937	0.001	1.356e-05
ANN	0.921	0.003	1.696e-05
GR	0.862	0.004	2.973e-05
LR	0.70	0.006	6.476e-05

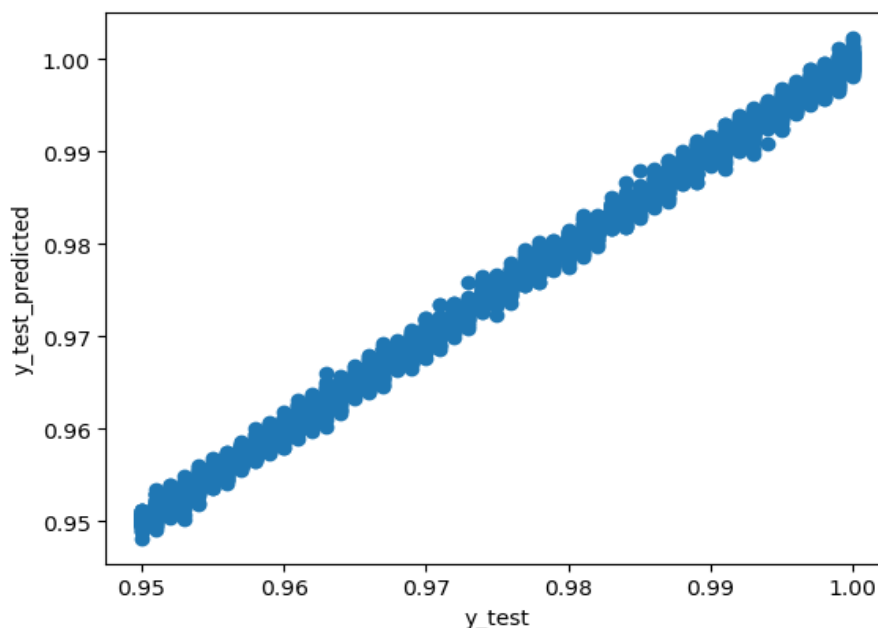
مشاهده می‌شود که روش رگرسیون چندجمله‌ای بهترین عملکرد را در بین روش‌های

پایش وضعیت سیستم پایشراش کشتی به وسیله توسعه مدل رگرسیون ...؛ بصیرنژاد و صارمی | ۲۳۳

مختلف داشته است و بعد از آن روش های درخت تصمیم، k نزدیک ترین همسایه و رگرسیون عصبی عملکرد نسبتاً مناسبی داشته اند. روش لاسو با توجه به ماهیت خطی آن ضعیف ترین عملکرد را داشته است. نکته مهم در اینجا این است که روش عصبی با توجه به ظرفیت بسیار بالای آن، در صورت انتخاب بهینه تر هایپر پارامترها می تواند به دقت های بالاتری برسد.

نمودار بین ضریب فرسودگی کمپرسور در حالت واقعی و پیش بینی شده توسط مدل چند جمله ای در شکل ۱۰ آورده شده است و همین طور که مشاهده می شود با دقت خوبی شیب این نمودار برابر ۱ و پراکندگی داده ها بسیار اندک است و در نتیجه مقادیر خروجی با کمترین خطا تخمین زده شده اند.

شکل ۱۰. نمودار بین مقادیر خروجی واقعی و پیش بینی شده توسط مدل عملکرد کمپرسور



مدل های مربوط به پیش بینی ضریب فرسودگی توربین به وسیله روش های مختلف، توسط سه شاخص ذکر شده ارزیابی شده و نتایج در جدول ۳ آمده است.

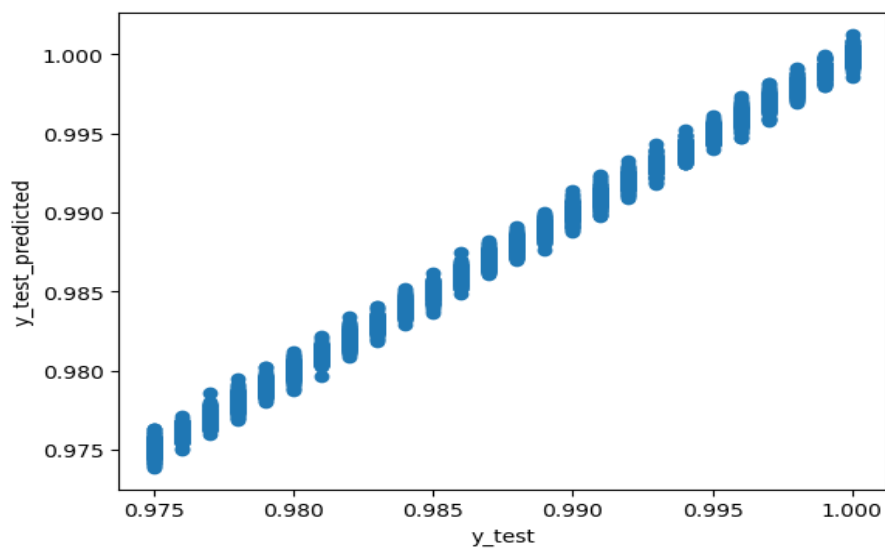
جدول ۳. دقت مدل‌های مختلف یادگیری ماشین جهت پیش‌بینی ضریب فرسودگی توربین روی داده‌های تست

Method Indicator	R2 score	MAE	MSE
Poly Reg	0.996	0.0003	1.887e-07
DT Reg	0.961	0.0007	2.210e-06
GR	0.882	0.002	6.69e-06
ANN	0.876	0.001	7.034e-06
KNN	0.874	0.001	7.11e-06
LR	0.636	0.003	2.062e-05

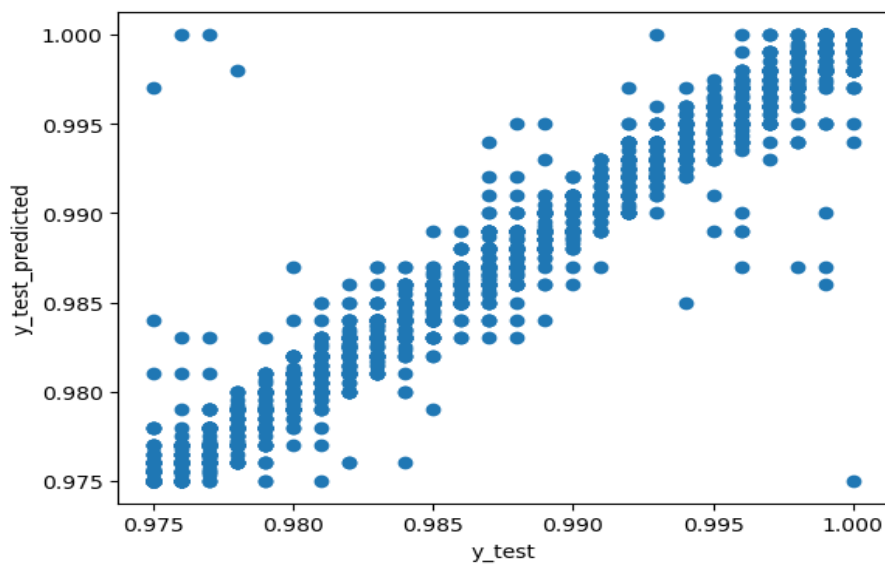
همان‌طور که مشاهده می‌شود در اینجا نیز بهترین عملکرد مربوط به روش رگرسیون چندجمله‌ای است و پس از آن فقط روش درخت تصمیم دارای R2 score بالای ۹۰ درصد است.

در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ نمودار خروجی واقعی ضریب فرسودگی توربین نسبت به مقدار خروجی پیش‌بینی شده برای روش‌های رگرسیون چندجمله‌ای و درخت تصمیم رسم شده است و مشاهده می‌شود در روش چندجمله‌ای عملکرد کاملاً قابل قبول است اما در روش درخت تصمیم در نقاط محدودی خطای قابل توجه بین مقدار واقعی خروجی و مقدار پیش‌بینی شده وجود دارد و پراکندگی داده‌ها بالاست. در نتیجه بهترین گزینه برای استفاده در کاربردهای واقعی روش چندجمله‌ای خواهد بود.

شکل ۱۱. نمودار بین مقادیر خروجی واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل عملکرد توربین با روش رگرسیون چندجمله‌ای



شکل ۱۲. نمودار بین مقادیر خروجی واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل عملکرد توربین با روش درخت تصمیم



جمع‌بندی و پیشنهاداتی آینده

در این پژوهش پس از بررسی کلی سیستم پیشران متحرک‌های دریایی، به توسعه مدل رگرسیون با استفاده از روش‌های مختلفی مانند رگرسیون چندجمله‌ای، درخت تصمیم و عصبی برای پیش‌بینی ضریب فرسودگی کمپرسور و توربین پرداختیم. این مدل‌ها به‌عنوان ورودی، ۱۶ ویژگی مختلف از پارامترهای عملیاتی سیستم مانند سرعت کشتی، دور و گشتاور پروانه‌ها، دور شفت توربین و کمپرسور دریافت کرده و به‌عنوان خروجی یک ضریب فرسودگی برای کمپرسور و یکی برای توربین به‌عنوان شاخصی از میزان فرسودگی آن‌ها می‌دهد. از این مدل‌ها می‌توان برای پایش وضعیت سلامت توربین و کمپرسور سیستم پیشران به‌صورت دوره‌ای استفاده کرد. مشاهده شد که بین روش‌های استفاده‌شده برای توسعه مدل، روش رگرسیون چندجمله‌ای بهترین عملکرد و کمترین خطا را داشته و می‌تواند به‌عنوان گزینه بهینه مورد استفاده قرار گیرد.

به‌عنوان پیشنهاد برای پژوهش‌های آینده با توجه به ظرفیت بالای شبکه‌های عصبی مصنوعی، می‌توان از روش‌های انتخاب بهینه‌های پارامترهای شبکه مانند cross validation جهت انتخاب بهینه پارامترهای آن استفاده کرد. همچنین روش‌های یادگیری عمیق مانند شبکه‌های عصبی کانولوشنی و بازگشتی می‌توانند در فرآیندهای دسته‌بندی و رگرسیون داده‌های مربوط به سیستم پیشران کشتی مورد استفاده قرار گیرند (Theodoropoulos et al., 2021).

با توجه به کمبود داده‌های تجربی، شبیه‌سازی دینامیکی سیستم پیشران می‌تواند کمک به سزایی در شناسایی رفتار سیستم، بهینه‌سازی سیستم و عیب‌یابی ایفا کند. اگرچه در این زمینه پژوهش‌های متعددی انجام شده است، اما به نظر می‌رسد خصوصاً در حوزه شبیه‌سازی سیستم‌های هیبرید متشکل از موتورهای الکتریکی و توربین گاز به‌طور توأمان، چالش‌های بسیاری وجود داشته باشد که باید مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به اهمیت سایر بخش‌های سیستم پیشران، مانند پروانه‌های پیشران کشتی،

پایش وضعیت سیستم پشرانش کشتی به وسیله توسعه مدل رگرسیون ...؛ بصیرنژاد و صارمی | ۲۳۷

موتور دیزل، موتور الکتریکی و سیستم انتقال قدرت، انجام تحلیل‌های مشابه جهت پایش وضعیت و عیب‌یابی این اجزاء ضروری است که باید با استفاده از داده‌برداری تجربی و یا ایجاد داده با استفاده از شبیه‌سازی دینامیکی این گونه سیستم‌ها انجام شود.

References

1. Anđelić, N., Baressi Šegota, S., Lorencin, I., Poljak, I., Mrzljak, V., & Car, Z. (2021). Use of Genetic Programming for the Estimation of CODLAG Propulsion System Parameters. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(6), 612.
2. Babaei, M., Shi, J., & Abdelwahed, S. (2018). A survey on fault detection, isolation, and reconfiguration methods in electric ship power systems. *IEEE Access*, 6, 9430-9441.
3. Benvenuto, G. (2005). A gas turbine modular model for ship propulsion studies. Proceedings of the 7th Symposium on High Speed Marine Vehicles, HSMV 2005, Napoli, Italy, 21-23 September 2005. Paper: P2005-9 Proceedings.,
4. Benvenuto, G., Campora, U., & Laviola, M. (2014). Assessment of steam cycle layouts for COGAS ship propulsion systems. Proceedings of the MARTECH (February): 2nd International Conference on Maritime Technology and Engineering, Lisbon, Portugal,
5. Campora, U., Cravero, C., & Zacccone, R. (2018). Marine gas turbine monitoring and diagnostics by simulation and pattern recognition. *International journal of naval architecture and ocean engineering*, 10(5), 617-628.
6. Coraddu, A., Oneto, L., Ghio, A., Savio, S., Anguita, D., & Figari, M. (2014). Condition based maintenance of naval propulsion plants data set. *UCI Machine Learning Repository*.
7. Daroogheh, N., Meskin, N., & Khorasani, K. (2014). A novel particle filter parameter prediction scheme for failure prognosis. 2014 American Control Conference,
8. Orhan, M., & Celik, M. (2023). A literature review and future research agenda on fault detection and diagnosis studies in marine machinery systems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*, 14750902221149291.
9. Pal, P., Datta, R., Segev, A., & Yasinsac, A. (2019). Condition based maintenance of turbine and compressor of a codlag naval propulsion system using deep neural network. 6th international conference on artificial intelligence and applications (AIAP-2019),
10. sayad, s. (2021). Desicion tree regression. https://saedsayad.com/decision_tree_reg.htm
11. Sharma, P. (2023). *Different types of regression model*. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2022/0/different-types-of-regression-models/>

12. Tahan, M., Tsoutsanis, E., Muhammad, M., & Karim, Z. A. (2017). Performance-based health monitoring, diagnostics and prognostics for condition-based maintenance of gas turbines: A review. *Applied energy*, 198, 122-144.
13. Theodoropoulos, P., Spandonidis, C. C., Giannopoulos, F., & Fassois, S. (2021). A deep learning-based fault detection model for optimization of shipping operations and enhancement of maritime safety. *Sensors*, 21(16), 5658.
14. Vavasseur, X. (2013). *Q&A with BAE Systems on Type 26 Frigate Design Update at Euronaval 2012*. https://www.navyrecognition.com/index.php?option=com_content&view=article&id=828
15. White, R. (2021). *Propulsion Systems Used in Modern Naval Vessels*. <https://navalpost.com/propulsion-systems-navies-gas-diesel-electric/>

استناد به این مقاله: بصیرنژاد، محمد، صارمی، نیما. (۱۴۰۲). پایش وضعیت سیستم پیشران کشتی به وسیله توسعه مدل رگرسیون با استفاده از یادگیری ماشین برای پیش‌بینی ضریب فرسودگی توربین و کمپرسور، فصلنامه خدمات دریایی و بندری، ۱ (۲)، ۲۱۳-۲۳۹.



Marine and Port Servicesch Journalis licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

Contents

Analyzing Macro Trends in Maritime and Port Businesses	11-57
Saeed Jafari	
Investigating the Reduction of Fuel Cost of Ships Using Marine Kite Technology	59-98
Kaveh Poorshekarriz, Seyed Jafar Sadjadi Parsa	
Identifying Barriers to Total Productive Maintenance and Repairs (TPM) in Rescue and Rescue Boats Using Quantitative Content Analysis Method	99-132
Ali Mehrabi, Mohammad Reza Zare	
The Role of Chabahar in the Establishment of Regional Peace and Cooperation (With Emphasis on India and China)	133-178
Saeed Gholami, Roya Kohzad Nozari	
Examining Various Viewpoints Regarding the Nature and Growth of Marine Clusters	179-211
Ahmad Kazemi Georgian	
Monitoring the State of the Ship's Propulsion System by Developing a Regression Model Using Machine Learning to Predict the Wear Rate of the Turbine and Compressor	213-239
Mohammad Basirnezhad, Nima Saremi	



Sinai Maritime and Port Services Development Company
Research Unit and Quarterly

Quarterly "Maritime and Port Services"
(Specialized scientific)
Winter 2024, 1(2)

Licensee: Sinai Maritime and Port Services Development Company

Responsible manager: Seyyed Jafar Sajjadi Parsa

Editor: Ali Admi

Internal manager: Mohammad Ali Rahiminejad

Members of the editorial board (in alphabetical order):

Ali Admi	Associate Professor of Allameh Tabataba'i University
Bahadur Aminian Jezi	Associate Professor of the Ministry of Foreign Affairs
Syed Jafar Sajjadi Parsa	assistant professor of Chabahar University of Maritime and Marine Sciences
Seyed Nasser Saeedi	Associate Professor of Khorramshahr University of Marine Sciences and Technologies
Hassan Ghasemi	professor of Amirkabir University
Mansour Kayani	Associate Professor of Chabahar Maritime and Marine Sciences University
Moghadam	assistant professor of Chabahar University of Maritime and Marine Sciences
Hossein Askaripour Golvik	assistant professor of Shahid Chamran University of Ahvaz
Ali Mehrabi	Associate Professor of Imam Khomeini University of Marine Sciences ^{RA}
Abdullah Melabi	

English editor: Sajjad Atzadeh

cover design and title: Mohammad Salimi

Editor, typesetting and layout: Fardin Darabi

This quarterly magazine is published by Sina Marine and Port Services Development Company.

Address: 2nd floor, Sinai Maritime and Port Services Development Company, 13th Alley, South Gandhi St., Tehran.

Phone: 84308-84309 * Tel: 88777923 * Online: 09170657286

Internet portal: journalspmco.ir

Quantity: 1000.

Price: 400.000 Tomans

SINA PORT AND MARINE SERVICES DEVELOPMENT COMPANY

1) Analyzing Macro Trends in Maritime and Port Businesses

2) Investigating the Reduction of Fuel Cost of Ships Using Marine Kite Technology

3) Identifying Barriers to Total Productive Maintenance and Repairs (TPM) in Rescue and Rescue Boats Using Quantitative Content Analysis Method

4) The Role of Chabahar in the Establishment of Regional Peace and Cooperation (With Emphasis on India and China)

5) The Future Studies of Sina Port and Marine Services Development Company in the Horizon of Five Years

6) Examining Various Viewpoints Regarding the Nature and Growth of Marine Clusters

7) Monitoring the State of the Ship's Propulsion System by Developing a Regression Model Using Machine Learning to Predict the Wear Rate of the Turbine and Compressor



ir.journalspmco.www



021-84308 , 84309
09170657286



تهران، خیابان گاندی جنوبی-
کوچه سیزدهم
شرکت توسعه خدمات دریایی
و بندری سینا- طبقه دوم

