J. of Marine Eng. Vol. 22, Iss. 50, 2026. (1-17)

Journal of Marine Engineering

Journal homepage: marine-eng.ir

Preliminary Techno-Economic Assessment of Ro-Ro Vessel Deployment for Trade Development in the Caspian Sea

Milad Moradi[1*], Mehdi Khorasanchi[2]

[1] *M.Sc., Sharif University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, moradimilad2000@gmail.com*

[2] *Ph.D., Sharif University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, khorasanchi@sharif.edu*

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 20 May 2026
Last modification: 29 Sep 2026
Accepted: 1 Nov 2026
Available online: 4 Nov 2026

Article type:
Research paper

Keywords:
RoRo vessel;
Caspian sea;
Export;
perishable goods

ABSTRACT

Ro-Ro (Roll-On/Roll-Off) vessels are designed for transporting wheeled cargo and play an important role in maritime trade due to their ability to load and unload vehicles and goods quickly and efficiently. Iranian exports of perishable products to the Caspian littoral states, particularly Russia, are currently carried mainly by road transit, which suffers from long border delays, high costs and quality deterioration, while Iran owns no Ro-Ro vessel in the Caspian Sea. This study presents a preliminary techno-economic assessment of establishing a national Ro-Ro fleet in the Caspian Sea. The method comprises four steps: (i) extraction and monthly disaggregation of refrigerated perishable export statistics from the Tehran Chamber of Commerce database; (ii) derivation of the vessel dimensional constraints from two independent constraint sets, namely the Volga River, Volga-Don and Volga-Baltic waterways for the import option, and the dock capacity of northern Iranian shipyards for the domestic-build option; (iii) modelling of the round-trip voyage cycle based on a field survey at the northern ports, and determination of the required number of vessels; and (iv) estimation of the building cost by both a parametric method and a bottom-up SWBS breakdown. The results show that the bulk of perishable exports (roughly 60-90%, depending on the year) is destined for Russia, reaching 875 thousand tonnes in 1402 (2023-24). The preferred domestically built vessel is 140 m in length, 23 m in beam and 4.5 m in draft, carrying 53 refrigerated trailers equivalent to 954 tonnes of net cargo, with a round-trip cycle of 4.9 days on the Amirabad-Astrakhan route; accordingly a maximum of 24 Ro-Ro vessels is required to meet peak-month demand. The building cost per vessel is estimated at 12.06 million USD by the bottom-up method, decreasing by about 26% in a ten-ship series. The comparison shows that domestic construction is preferable to foreign purchase owing to its higher capacity, lower cost and lower sanction risk.

ISSN: 2645-136

DOI:

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license [https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/]

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

نشریه مهندسی دریا، جلد ۲۲، شماره ۵۰، ۱۴۰۵، (۱۷-۱)

نشریه مهندسی دریا

صفحه اصلی نشریه: marine-eng.ir

برآورد اولیه فنی–اقتصادی استقرار شناورهای رو–رو برای توسعه تجارت در دریای خزر

میلاد مرادی[1*] ، مهدی خراسانچی[2]

[1] دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته معماری کشتی، دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف، moradimilad2000@gmail.com

[2] عضو هیات علمی، دکتری رشته مهندسی دریا، دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف، khorasanchi@sharif.edu

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۵/۰۲/۳۰

تاریخ اصلاح مقاله: ۱۴۰۵/۰۷/۰۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۵/۰۸/۱۰

تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۵/۰۸/۱۳

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

کلمات کلیدی:

شناور رو–رو

دریای خزر

صادرات

کالاهای فاسدشدنی

چکیده

کشتی‌های رو–رو (Roll-On/Roll-Off) برای حمل محموله‌های چرخ‌دار طراحی شده‌اند و با امکان بارگیری و تخلیه سریع وسایل نقلیه و کالاها، نقش مهمی در تجارت دریایی ایفا می‌کنند. صادرات محصولات فاسدشدنی ایران به کشورهای حاشیه دریای خزر، به‌ویژه روسیه، هم‌اکنون عمدتاً از مسیر ترانزیت جاده‌ای انجام می‌شود که با توقف‌های طولانی مرزی، هزینه بالا و افت کیفیت بار همراه است. هدف این پژوهش، برآورد اولیه فنی و اقتصادی استقرار ناوگان رو–روی ملی در دریای خزر است. روش کار شامل چهار گام است: (۱) استخراج و تفکیک ماهانه آمار صادرات کالاهای فاسدشدنی نیازمند یخچال بر پایه داده‌های اتاق بازرگانی تهران؛ (۲) تعیین قیود ابعادی شناور از دو مجموعه محدودیت مستقل، یعنی آبراه‌های ولگا، ولگا–دان و ولگا–بالتیک برای گزینه خرید خارجی، و ظرفیت داک شیپ‌یاردهای شمال کشور برای گزینه ساخت داخل؛ (۳) مدل‌سازی زمان چرخه سفر بر مبنای مطالعه میدانی در بنادر شمالی و تعیین تعداد فروند موردنیاز؛ و (۴) برآورد سرمایه ساخت به دو روش پارامتریک و از پایین به بالا در چارچوب SWBS. نتایج نشان می‌دهد بخش عمده صادرات کالاهای فاسدشدنی (بسته به سال، حدود ۶۰ تا ۹۰ درصد) مقصد روسیه دارد و حجم آن در سال ۱۴۰۲ به ۸۷۵ هزار تن رسیده است. شناور مناسب برای ساخت داخل دارای طول ۱۴۰ متر، عرض ۲۳ متر و آبخور ۴/۵ متر با ظرفیت ۵۳ تریلی یخچال‌دار معادل ۹۵۴ تن بار خالص است و زمان چرخه رفت و برگشت آن در مسیر امیرآباد–آستاراخان ۴/۹ روز به دست آمد؛ بر این اساس حداکثر ۲۴ فروند شناور رو–رو برای پاسخ‌گویی به تقاضای ماه اوج لازم است. سرمایه ساخت هر فروند در روش از پایین به بالا ۱۲/۰۶ میلیون دلار برآورد شد که در ساخت سری ده‌فروندی حدود ۲۶ درصد کاهش می‌یابد. مقایسه دو گزینه نشان می‌دهد ساخت داخل به دلیل ظرفیت بیشتر، هزینه کمتر و ریسک تحریم پایین‌تر بر خرید خارجی ترجیح دارد.

ISSN: 2645-8136

DOI:

حق نشر: © ۲۰۲۶ توسط نویسندگان. این اثر برای انتشار با دسترسی آزاد، تحت شرایط و ضوابط مجوز (CC BY)ارسال شده است.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

۱-مقدمه

حمل‌ونقل دریایی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی تجارت جهانی، نقش بسزایی در توسعه اقتصادی و ارتباط بین کشورها ایفا می‌کند[۴] جهانی‌شدن با افزایش جریان‌های تجاری بین کشورها همراه بوده و منجر به گسترش حمل‌ونقل دریایی و بهبود کارایی بنادر از طریق ارتباط مؤثر با شهرها شده است[۳]. حمل‌ونقل دریایی همچنان در مقایسه با سایر شیوه‌های حمل‌ونقل زمینی، ریلی و هوایی، به‌عنوان غالب‌ترین روش برای تجارت بین‌المللی شناخته می‌شود[۱] و حدود ۹۰ درصد از حجم تجارت جهانی را به خود اختصاص داده است[۲]. یکی از فناوری‌های مؤثر در این حوزه، استفاده از کشتی‌های رو-رو است.

کشتی‌هایRORO[1] کشتی‌های باری هستند که برای حمل محموله‌های چرخ‌دار مانند اتومبیل، موتورسیکلت، کامیون، کامیون نیمه تریلر، اتوبوس، تریلر و واگن‌های راه‌آهن طراحی شده‌اند[۵] که با استفاده از چرخ‌های خود سوار کشتی می‌شوند و از کشتی پیاده می‌شوند. این برخلاف کشتی‌هایLOLO [2] است که از جرثقیل برای بارگیری و تخلیه محموله استفاده می‌کنند. کشتی‌های RORO دارای رمپ‌های داخلی یا ساحلی هستند که به محموله‌ها اجازه می‌دهد تا در هنگام بندر به طور مؤثر بر روی کشتی‌سوار و یا خارج شوند. درحالی‌که کشتی‌های کوچک‌تر که در میان رودخانه‌ها و سایر مسافت‌های کوتاه کار می‌کنند، اغلب دارای رمپ‌های داخلی هستند، اصطلاحRORO عموماً برای کشتی‌های بزرگ اقیانوس‌پیما استفاده می‌شود. رمپ‌ها و درها ممکن است در قسمت عقب یا کناره‌ها یا هر ترکیبی از آنها قرار گیرند. کشتی‌های رو-رو کشتی‌هایی هستند که برای حمل خودرو و سایر محموله‌هایی که روی چرخ قرار دارند، استفاده می‌شوند. این کشتی‌ها دارای سکویی در پاشنه یا دو طرف هستند که می‌تواند ارتباط کشتی با اسکله را فراهم سازد و در نتیجه وسایل نقلیه با بار خود به‌راحتی به داخل کشتی راه می‌یابند. از مزایای استفاده از کشتی‌رو-رو می‌توان صرفه‌جویی در هزینه‌های جابه‌جایی کالاهای تجاری از مبدأ تا مقصد، کنترل کامل کالا در تمام مسیر حمل چه در زمین و چه در دریا توسط صاحب کالا و کاهش زمان جابه‌جایی به‌خاطر کاهش دفعات تخلیه و بارگیری را نام برد[۶]. سازمان بنادر در سال ۹۸ مقدمات تردد با کشتی‌های رو-رو در بنادر شمالی را فراهم کرد. مشکل اساسی این است که ایران مالکیت هیچ شناور رو-رویی را در خزر ندارد. بیشترین شناورهای رو-رو در خزر متعلق به روسیه با ۱۹ کشتی رو-رو و کشور آذربایجان با ۹ فروند کشتی رو-رو در رتبه دوم و کشور ترکمنستان با ۲ فروند کشتی رو-رو در رتبه بعدی و نهایتاً کشورهای ایران و قزاقستان که فاقد کشتی رو-رو هستند. با این تفاصیل می‌توان گفت ترانزیت دریایی در شمال در دست روسیه و آذربایجان است و سهم این کشورها در حمل‌ونقل کالا بیشتر از کشورهای دیگر حاشیه خزر است. اگر ایران مالک شناور رو-رو باشد، برنامه‌ریزی سفرها دست ایران خواهد شد و اگر برنامه‌ریزی سفر توسط شناور انجام شود، می‌توان سفرها را با ظرفیت کامل انجام داد. برنامه‌های جدی دولت برای خرید کشتی‌های رو-رو با مشارکت بخش خصوصی است. درحالی‌که ظرفیت کشتی رو-رو در بندر انزلی کامل نمی‌شود، صف طویلی در مرز خشکی آستارا همین‌الان برای ورود کامیون‌ها به آذربایجان تشکیل شده است تا با کشتی رو-رو آذربایجان به روسیه و بندر آکتائو بروند[۱۲]. نیاز است دستگاه‌ها به‌صورت هماهنگ برای کامل‌شدن ظرفیت کشتی‌ها اقدام کنند. ترکمنستان در زمان کرونا مرز زمینی را بسته بود درحالی‌که سفر با کشتی رو-رو چه از سمت آذربایجان یا ترکمنستان بسیار به‌صرفه‌تر است. با کشتی رو-رو دسترسی ایران به تمام کشورها راحت‌تر خواهد شد. اقدام دیگر برای رونق ترانزیت در بنادر شمالی این است که کشتی رو-رو بدون نوبت در بندر پهلو می‌گیرد و بندرهای شمالی ایران زیرساخت‌های لازم را برای پهلوگیری این کشتی‌ها دارد. همین اقدامات در کنار تخفیف ۸۰ درصدی به‌تمامی هزینه‌های بندری این شناورها توانسته تا حدودی سبب رونق ترانزیت و تجارت دریایی در شمال کشور باشد.

نوآوری این پژوهش در سه محور است. نخست، به‌جای اتکا به حجم کل تجارت، آمار گمرکی به تفکیک ماه، گمرک مبدأ و کشور مقصد استخراج و مستقیماً به مدل تعیین تعداد شناور موردنیاز متصل شده است. دوم، ابعاد بیشینه شناور به‌صورت هم‌زمان از دو مجموعه قید مستقل استخراج شده است: قیود آبراهی ولگا، ولگا-دان و ولگا-بالتیک که بر گزینه خرید خارجی حاکم‌اند، و قیود ابعاد داک شیپ‌یاردهای شمال کشور که بر گزینه ساخت داخل حاکم‌اند؛ مقایسه این دو مجموعه، مبنای کمّی روشنی برای انتخاب میان ساخت و خرید به دست می‌دهد. سوم، خروجی ابعادی مدل با مشخصات قرارداد واقعی ساخت دو فروند شناور رو-رو توسط شرکت صدرا اعتبارسنجی شده است.

۲- مبانی و چارچوب نظری

۲-۱- ایران نسبت به کشورهای حوزه دریای خزر

رویه‌های صادراتی ایران عمدتاً سنتی است و نیاز به تحول اساسی در لجستیک و مدیریت یکپارچه زنجیره تأمین احساس می‌شود. کشورهای توسعه‌یافته مدت‌هاست که از پلتفرم‌های لجستیکی برای بهینه‌سازی حمل‌ونقل استفاده می‌کنند. ایران نیز برای موفقیت در صادرات، واردات و ترانزیت، نیازمند اصلاحات گسترده در حمل‌ونقل، به‌ویژه در بخش دریایی است. حمل‌ونقل دریایی که زیر نظر سازمان

[1] Roll-on Roll-off

2 Lift-on Lift-off

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

بنادر و دریانوردی اداره می‌شود، با مشکلاتی مانند نبود کشتی‌های رو-رو در دریای خزر مواجه است.

همان‌گونه که در مقدمه اشاره شد، ناوگان رو-روی فعال در دریای خزر عمدتاً در اختیار روسیه و آذربایجان است. نبود کشتی‌های رو-رو ایرانی، امکان برنامه‌ریزی مناسب سفرها را از بین برده و هزینه حمل‌ونقل را به دلیل حمل یک‌سر بار افزایش داده است. برای کاهش این هزینه‌ها و افزایش کارایی، ایران نیازمند خرید یا ساخت کشتی‌های دو سربار است که امکان حمل بار در هر دو مسیر رفت و برگشت را فراهم کند.

یکی دیگر از مشکلات، نبود هماهنگی میان روش‌های مختلف حمل‌ونقل (دریایی، زمینی و ریلی) است. دیجیتالی‌شدن حمل‌ونقل و ردیابی محموله‌ها می‌تواند به کاهش زمان انتظار و افزایش کارایی کمک کند. برای مثال، کشتی‌ها نباید منتظر کامیون‌ها باشند و هماهنگی باید به‌گونه‌ای باشد که هنگام پهلوگیری کشتی، کامیون‌ها آماده بارگیری یا تخلیه باشند.

سازمان بنادر و دریانوردی برای رفع این مشکلات اقداماتی انجام داده است. این اقدامات شامل:

- تخفیف ۸۰ درصدی به کشتی‌های رو-رو
- ارائه تسهیلات ارزان‌قیمت به مالکان کشتی‌های رو-رو
- و برنامه‌ریزی برای خرید کشتی‌های رو-رو با مشارکت‌بخش خصوصی

ظرفیت ترانزیت در بنادر ایران نیز به‌طور کامل استفاده نمی‌شود؛ بنادر شمالی با ظرفیت ۸ میلیون تن و بنادر جنوبی با ظرفیت ۵۰ میلیون تن هنوز از تمام پتانسیل خود بهره نبرده‌اند. به‌عنوان نمونه، در بندر انزلی ظرفیت کشتی‌های رو-رو تکمیل نمی‌شود، در حالی که صف کامیون‌ها در مرزهای زمینی طولانی است؛ نشانه‌ای روشن از ظرفیت بلااستفاده مسیر دریایی که موضوع اصلی این پژوهش است.

به‌طورکلی، شواهدی مانند تکمیل‌نشدن ظرفیت کشتی‌های رو-روی موجود در بندر انزلی هم‌زمان با صف طولانی کامیون‌ها در مرز زمینی نشان می‌دهد که ظرفیت بالقوه مسیر دریایی رو-رو در دریای خزر هنوز به‌طور کامل بهره‌برداری نشده است. ایران با توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل، هماهنگی میان روش‌های مختلف و تأمین کشتی‌های رو-رو می‌تواند سهم بیشتری از این بازار را به خود اختصاص دهد و نقش خود را در تجارت منطقه‌ای تقویت کند.

باوجود تجهیز بندر امیرآباد و بندر انزلی به اسکله‌های پهلوگیری کشتی‌های رو-رو، ایران هنوز فاقد این شناورهاست. کشتی‌های رو-رو که امکان حمل کامیون‌ها یا واگن‌ها را دارند، برای افزایش بهره‌وری در حمل‌ونقل دریایی بسیار اهمیت دارند.

در سال ۱۴۰۰، مذاکراتی برای ورود شرکت‌های کشتیرانی روسیه به خطوط حمل‌ونقل ایران و خرید کشتی‌های رو-رو آغاز شده است .انجمن کشتیرانی نیز سال‌ها تلاش کرده تا مسیرهای آبی را جایگزین مسیرهای جاده‌ای کند، اما مشکلات متعددی مانع این تحول شده است. از جمله این مشکلات، وضعیت ترانزیت جاده‌ای از خاک آذربایجان است که با موانعی مانند توقف‌های طولانی، هزینه‌های بالا، و فساد مواد غذایی به دلیل زمان‌بر بودن مواجه است. این چالش‌ها باعث شده است کامیون‌های ایرانی در مرزهای آذربایجان و ارمنستان معطل بمانند و حمل‌ونقل با مشکلات عدیده‌ای روبه‌رو شود.

مرز آستارا به‌عنوان تنها نقطه دارای هر سه مود حمل‌ونقل (آبی، جاده‌ای و ریلی)، ظرفیت بالایی برای تجارت دارد، اما مشکلاتی مانند صف‌های طولانی کامیون‌ها (تا ۵۰۰ دستگاه در برخی زمان‌ها)، و نبود اتصال راه‌آهن رشت به شبکه ریلی آذربایجان، بهره‌وری این مرز را کاهش داده است. بسیاری از کامیون‌های معطل، دارای کانتینرهای یخچالی هستند که خطر فساد مواد غذایی صادراتی را افزایش می‌دهد.

بندر آستارا، علی‌رغم سرویس‌دهی منظم به بنادر روسیه، با محدودیت‌هایی مواجه است. از جمله، عمق کانال ورودی به حوضچه بندر کمتر از ۴ متر است که باعث کاهش تعداد و ظرفیت کشتی‌های قابل ورود به بندر می‌شود. این امر صرفه اقتصادی حمل‌ونقل دریایی را تحت‌تأثیر قرار داده و نیاز به لایروبی برای افزایش عمق به ۶ متر کاملاً محسوس است.

برای استفاده از ظرفیت‌های حمل‌ونقل دریایی و دورزدن مشکلات مسیرهای جاده‌ای، باید روی سرمایه‌گذاری دریایی تمرکز شود. اما این بخش با موانعی روبه‌رو است. هزینه بالای توسعه زیرساخت‌ها، نرخ بالای سوخت و مالیات و سود پایین سرمایه‌گذاری در این حوزه از جمله موانعی هستند که می‌توان به آنها اشاره کرد. این چالش‌ها باعث شده سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل دریایی برای بخش خصوصی جذاب نباشد.

مشکلات ترانزیت از آذربایجان نیز همچنان ادامه دارد و به نظر نمی‌رسد این کشور به‌سرعت از مواضع خود عقب‌نشینی کند. توقف کامیون‌ها در مرز، عوارض بالا، و موانع جاده‌ای همچنان پابرجاست. از آنجا که این موانع ماهیت فنی ندارند، رفع آنها عمدتاً به مذاکرات سیاسی وابسته است. بااین‌حال، توسعه خطوط حمل‌ونقل دریایی، تجهیز بنادر و خرید کشتی‌های رو-رو می‌تواند نقش مؤثری در کاهش وابستگی به مسیرهای جاده‌ای و افزایش بهره‌وری ترانزیت ایران داشته باشد.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

۳- روش‌شناسی

چارچوب روش‌شناسی این پژوهش از چهار گام متوالی تشکیل شده است که خروجی هر گام ورودی گام بعدی است. در گام نخست، زیرساخت بنادر شمالی کشور از نظر آبخور، تعداد پست اسکله و وجود اسکله رو-رو بررسی می‌شود تا مشخص شود بنادر موجود توان پذیرش این شناورها را دارند یا خیر. در گام دوم، قیود ابعادی حاکم بر شناور از دو مجموعه محدودیت مستقل استخراج می‌شود: محدودیت‌های آبراهی مسیر انتقال از آب‌های آزاد برای گزینه خرید خارجی، و ظرفیت داک شیپ‌یاردهای شمال کشور برای گزینه ساخت داخل. در گام سوم، با استفاده از آمار تفکیک‌شده صادرات و مدل زمان چرخه سفر، تعداد فروند موردنیاز تعیین و نسبت به پارامترهای عملیاتی تحلیل حساسیت می‌شود. در گام چهارم، سرمایه ساخت هر فروند به دو روش مستقل برآورد و دو گزینه ساخت داخل و خرید خارجی با یکدیگر مقایسه می‌گردد. داده‌های آماری از پایگاه اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران، مشخصات بنادر از سازمان بنادر و دریانوردی، و زمان‌های عملیاتی بندری از مطالعه میدانی و مصاحبه با کارشناسان و بهره‌برداران بنادر شمالی کشور گردآوری شده است.

۳-۱-تأسیسات بندری و زیرساختی شمال ایران

بنادر شمالی ایران شامل سه بندر مهم هستند که در شکل ۱ به آنها اشاره شده است، به‌عنوان مراکز اقتصادی و تجاری دریایی در این منطقه شناخته می‌شوند: بندر انزلی، بندر امیرآباد و بندر نوشهر. همچنین بندر آستارا نیز از جمله بنادر حایز اهمیت در این منطقه می‌باشد. در ادامه به بررسی هر یک از این بنادر و ویژگی‌های آن‌ها می‌پردازیم.



شکل ۱- نقشه بندرهای مهم ایران

۳-۱-۱-بندر انزلی (قطب اقتصادی و ترانزیتی شمال ایران)

بندر انزلی یکی از مهم‌ترین بنادر تاریخی و تجاری ایران در حاشیه دریای خزر است که در طول تاریخ نقش اساسی در تجارت و ارتباطات منطقه‌ای داشته است. این بندر در سال ۱۳۰۶ خورشیدی به ایران تحویل داده شد و با احداث موج‌شکن‌ها در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم به یکی از مراکز اصلی حمل‌ونقل دریایی تبدیل شد.

امروزه، انزلی با زیرساخت‌های مدرن، انبارهای چندمنظوره و ترمینال‌های تخصصی، به‌عنوان پیشرفته‌ترین بندر شمال ایران شناخته می‌شود. این بندر نخستین منطقه در کشور است که به سیستم ترافیک دریایی مکانیزه مجهز شده است.[۷] در ادامه به بررسی ویژگی‌ها و مشخصات بندر انزلی پرداخته می‌شود.

- بهره‌مندی از تسهیلات قانونی منطقه آزاد تجاری - صنعتی
- قرارگیری در مسیر کریدورهای بین‌المللی ترانزیت کالا
- دارای ظرفیت پذیرش ۱۳ میلیون تن کالا
- دارای ظرفیت ۱۴۶ هزار تن سیلو و ۷۲ هزار متر مربع انبار مسقف

با این ظرفیت‌ها، بندر انزلی به یکی از قطب‌های اصلی توسعه اقتصادی و تجاری در حاشیه دریای خزر تبدیل شده و نقش مؤثری در رشد ترانزیت و حمل‌ونقل بین‌المللی ایفا می‌کند.

۳-۱-۲-بندر نوشهر

بندر نوشهر طی سال‌های ۱۳۰۹ تا ۱۳۱۸ توسط دو شرکت هلندی و بلژیکی احداث و در سال ۱۳۱۹ با ورود نخستین کشتی تجاری حامل قطعات و ماشین‌آلات کارخانه ذوب آهن کرج راه اندازی گردید. بندر نوشهر در حال حاضر با مساحت ۸۸ هکتار و دارا بودن ۱۱ پست اسکله تجاری و خدماتی و تجهیزات مدرن بندری و دریایی، از ظرفیت مناسبی برای تخلیه و بارگیری انواع کالا و پذیرش کشتی‌های تجاری با ظرفیت بالغ بر ۶۵۰۰ تن برخوردار است. با تصویب مجلس شورای اسلامی از اردیبهشت ماه ۱۳۹۰ بندرنوشهر به منطقه ویژه اقتصادی تبدیل و امکان بهره‌مندی بازرگانان و سرمایه‌گذاران بخش خصوصی از مزایا و تسهیلات ناشی از قانون مناطق ویژه اقتصادی فراهم گردیده است.[۸] در ادامه به بررسی ویژگی‌ها و مشخصات بندر نوشهر پرداخته می‌شود.

- دسترسی به فرودگاه در فاصله ۲ کیلومتری بندر
- دارابودن انبارها و تأسیسات اختصاصی صادرات و ترانزیت کالا

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

- دارابودن آبخور مناسب (۶ متر) و برخورداری از ظرفیت تخلیه و بارگیری انواع کالا به میزان ۴/۵ میلیون تن در سال
- دارابودن سیلوی غلات به ظرفیت ۶۵ هزار تن و ۲ دستگاه مکنده غلات به ظرفیت ۳۰۰ تن بر ساعت
- دارابودن سایت کانتینر یخچالی به ظرفیت ۴۰۰TEU و وجود اسکله رو-رو کامیونی
- بازرسی و ثبت شناورها در بین بنادر شمالی کشور

۳-۱-۳-بندر امیرآباد

منطقه ویژه اقتصادی بندر امیرآباد در شرق استان مازندران، ۵۱ کیلومتر از مرکز استان فاصله دارد. این منطقه با زیرساخت‌های مدرن حمل و نقل چندوجهی، اسکله رو-رو ریلی و کامیون، و دسترسی به بازار کشورهای CIS با جمعیت ۳۰۰ میلیون نفر، نقش مهمی در ترانزیت کالا دارد. این منطقه از سال ۱۳۷۵ برای احداث و در سال ۱۳۷۶ به عنوان منطقه ویژه اقتصادی تصویب شد. هدف‌های آن شامل کسب درآمد ارزی، ایجاد اشتغال، جذب سرمایه‌گذاری و افزایش نقش ایران در دریای خزر است. فاز اضطراری بندر در اردیبهشت ۱۳۸۰ افتتاح شد.[۹] در ادامه به بررسی ویژگی‌ها و مشخصات بندر امیراباد پرداخته می‌شود.

- بزرگ‌ترین بندر نسل سوم حاشیه دریای خزر و نخستین بندر شمالی متصل به شبکه ریلی کشور
- برخورداری از اسکله منحصربه‌فرد رو-رو ریلی
- بهره‌مندی از ۱۵ پست اسکله با ظرفیت ۷.۵ میلیون تن
- پایلوت غلات شمال کشور

۳-۱-۴-بندر آستارا

بندر آستارا به عنوان یکی از معدود بنادر خصوصی ایران از پایانه‌های کالاهای عمومی، کانتینری، یخچالی، رو-رو، غلات، مخازن نفتی، محوطه‌های صنایع تبدیلی و انبارهای لجستیکی در قالب فازهای مختلف می‌تواند به ارائه خدمات مورد انتظار خطوط و شرکت‌های کشتیرانی و شرکای تجاری بندر و سایر صاحبان کالا و مشتریان بپردازد. طول اسکله بارگیری این بندر حدود ۲۱۰ متر است و عمق پهلوگیری کشتی‌ها در آن به ۴ متر نیز می‌رسد که البته در آینده قرار است این عمق به ۵/۵ متر افزایش یابد.[۱۰] در ادامه به بررسی ویژگی‌ها و مشخصات بندر آستارا پرداخته می‌شود.

- دارای سه پست اسکله و سه انبار سرپوشیده مجموعا ۱۵هزارمتر مربعی
- دسترسی همزمان به سه گمرک مرزی دریایی،زمینی و ریلی در یک محدوده جغرافیایی
- ظرفیت پذیرش انواع کالا تا سالانه ۲/۵ میلیون تن

۳-۲-کریدور شمال - جنوب، مناسب‌ترین گزینه برای ارتباط تجاری آسیا و اروپا

کریدور شمال – جنوب[۱۲]، مسیری تجاری و ترانزیتی است که در سال ۱۹۹۳ توسط وزرای حمل‌ونقل کشورهای اروپایی در اجلاس هلسینکی تصویب شده است. این مسیر که در شکل ۲ آورده شده است، با عبور از قلمرو ایران و استفاده از بنادر ایرانی در خلیج فارس، ارتباطی بین شمال اروپا، اسکاندیناوی و روسیه با کشورهای حوزه اقیانوس هند، خلیج فارس و جنوب شرقی آسیا برقرار می‌شود. پیش از ایجاد این کریدور، بازرگانان حوزه اقیانوس هند و خلیج فارس برای انتقال کالا به اروپا و روسیه از مسیرهای دریایی طولانی‌تری استفاده می‌کردند. کالاها از اقیانوس هند، دریای عمان، خلیج عدن، دریای سرخ و کانال سوئز به دریای مدیترانه منتقل می‌شدند. کالاهای مقصد جنوب روسیه و اوکراین از طریق دریای سیاه به بندر اودیسا منتقل می‌شدند و کالاهای مقصد اروپای شمالی و شمال روسیه از تنگه جبل‌الطارق، اقیانوس اطلس، دریای مانش و دریای بالتیک به شمال اروپا و بندر سن‌پترزبورگ حمل می‌شدند. این مسیر سنتی، باوجود پوشش گسترده، بسیار زمان‌بر و پرهزینه تشخیص‌داده‌شده است. بااین‌حال، کریدور شمال - جنوب با کاهش قابل‌توجه در زمان و هزینه، به‌عنوان مسیری کارآمدتر برای انتقال کالا معرفی گردیده است و امکان مبادله سریع‌تر و اقتصادی‌تر کالاها را بین آسیا و اروپا فراهم می‌آورد. این کریدور به‌عنوان یک راهبرد کلیدی در توسعه تجارت و ترانزیت بین‌المللی شناخته می‌شود و اهمیت بالایی در کاهش وابستگی به مسیرهای سنتی دارد. کریدور شمال-جنوب، که از خاک ایران عبور می‌کند، به‌عنوان مهم‌ترین مسیر ترانزیت کالا بین آسیا و اروپا شناخته شده است.



شکل ۲- کریدور شمال و جنوب

سرعت حمل کالا از طریق این کریدور حدود دو برابر سریع‌تر از مسیر کانال سوئز تخمین زده شده است [۱۲]. این مسیر از بندر بمبئی در اقیانوس هند آغاز شده و به بندرعباس در ایران متصل می‌شود. کالاها سپس از طریق حمل‌ونقل جاده‌ای یا ریلی به بنادر

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

شمالی ایران (انزلی و امیرآباد) منتقل می‌شوند و از آنجا به بندرهای آستاراخان و لاگان روسیه ارسال می‌گردند. با تکمیل راه‌آهن قزوین-آستارا، دسترسی به کشورهای قفقاز و روسیه فراهم خواهد شد. هزینه حمل کالا از طریق این کریدور حدود ۳۰ درصد ارزان‌تر از مسیرهای سنتی برآورد می‌شود. کشورهای آسیای میانه، خاورمیانه، اقیانوس هند و شمال اروپا می‌توانند از مزایای این کریدور در حمل‌ونقل سریع و ارزان کالا بهره‌مند گردند. این کریدور همچنین با کریدورهای دیگری مانند تراسکا و آلتید تقاطع دارد. در ادامه، به بررسی دو گزینه تأمین شناور رو-رو برای دریای خزر پرداخته می‌شود که شامل ارزیابی تجهیزات داخلی برای ساخت کشتی رو-رو در شمال کشور و همچنین محدودیت‌های انتقال کشتی رو-رو از کشورهای دیگر به دریای خزر است.

۳-۳-ارزیابی تجهیزات داخلی و امکان‌سنجی ساخت در شمال کشور

۳-۳-۱-صنایع دریایی شهید تمجیدی انزلی

این کارخانه یکی از ظرفیت‌های مهم دریای خزر است که در حال تعمیر انواع شناورها در حوزه‌های نظامی و غیرنظامی است. منطقه آزاد انزلی ظرفیت خوبی برای پهلوگیری کشتی‌های تا ۳۰ هزار تن فراهم کرده است. کارخانه دارای داک شناور FD[1] با ظرفیت ۲۰۰۰ تن است. ابعاد این داک شامل طول ۹۸ متر، عرض ۲۲ متر و ارتفاع ۱۰ متر می‌باشد. همچنین، یک تراول لیفت در این کارخانه وجود دارد که برای شناورهای کوچک قابل استفاده است.

۳-۳-۲-کارخانه کشتی‌سازی هفتم آذر

این کارخانه وابسته به نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران است و از سال ۱۳۹۲ به طراحی و ساخت انواع کشتی‌های تجاری، خدماتی و نظامی مشغول می‌باشد. این کارخانه با توجه به تخصص نیروی دریایی در تعمیر شناورهای نظامی پیچیده، توانسته دستاوردهای قابل‌توجهی در زمینه طراحی و ساخت شناورهای تجاری و خدماتی به دست آورد. داک این مجموعه از نوع بالشتکی بوده و هیچ محدودیت وزنی ندارد. ایجاد این کارخانه باعث اشتغال مستقیم بیش از ۱۰۰ نفر و غیرمستقیم ۵۰۰ نفر شده است و همچنین موجب صرفه‌جویی ارزی و اشتغال‌زایی در استان گیلان گردیده است.

۳-۳-۳-کارخانه کشتی‌سازی صدرا

شرکت صنعتی دریایی ایران (صدرا) از سال ۱۳۴۷ در بوشهر تأسیس شده و در زمینه تعمیر و ساخت شناورهای دریایی فعال است. با توجه به نیاز روزافزون در بازار خلیج فارس و دریای خزر، این شرکت فعالیت خود را در صنایع فراساحل گسترش داده است. کارخانه دریای خزر در بهشهر با مساحتی بیش از ۵۰۹,۰۰۰ متر مربع، دارای یک داک با ظرفیت ۳۵۰۰ تن، طول ۱۴۰ متر و عرض ۲۵ متر است. همچنین، این کارخانه مجهز به سیستم بالابر کشتی با ظرفیت اسمی ۳۸۰۰ تن و دو اسکله پهلوگیری تانکرها به ظرفیت ۵۵۰۰ تن می‌باشد. این مجموعه تمامی خدمات مهندسی و ساخت را برای کشتی‌ها، تأسیسات فراساحلی نفت و گاز، بنادر و پروژه‌های زیرساختی فراهم می‌آورد.[2]

۳-۴- ارزیابی خرید خارجی و امکان انتقال آن از کشورهای خارجی :

برای خرید کشتی از سایر کشورهای جهان و انتقال آن به دریای خزر از آب‌های آزاد، ابعاد کشتی باید به‌گونه‌ای تعیین شوند که محدودیت‌های مربوط به کانال‌های مربوطه که در زیر بررسی خواهند شد، رعایت گردد.

۳-۴-۱- رود ولگا

وُلگا، رودی است در غرب روسیه، که با ۳۵۳۱ کیلومتر درازا، طولانی‌ترین رود اروپا نام دارد و همچنین پرآب‌ترین رود اروپا است. رود ولگا پس از طی مسیر طولانی خود، به دریای خزر می‌ریزد. همچنین دریاچه مازندران از طریق این رودخانه، توسط کانال ولگا-دن به آب‌های آزاد متصل می‌شود. عمق رودخانه ولگا حدود ۲۸ متر است. حداقل طول و عرض این رودخانه برای عبور کشتی به ترتیب ۲۹۰ و ۳۰ متر می باشد.



شکل ۳- نقشه جغرافیایی رود ولگا

ولگا که در طول سال‌های صنعتی‌شدن جوزف استالین برای اهداف ناوبری با ساخت سدهای عظیم گسترش یافت، برای کشتیرانی و

[1] Floating Dock

[2] Syncrolift

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

حمل‌ونقل داخلی روسیه اهمیت زیادی دارد: تمام سدهای رودخانه به قفل کشتی‌های بزرگ (دوگلنه) مجهز شده‌اند. به‌طوری‌که شناورهایی با ابعاد قابل‌توجه می‌توانند از دریای خزر تقریباً تا انتهای بالادست رودخانه حرکت کنند. ارتباط با رودخانه دان و دریای سیاه از طریق کانال ولگا - دان امکان‌پذیر است. ارتباط با دریاچه‌های شمال (دریاچه لادوگا، دریاچه اونگا)، سن‌پترزبورگ و دریای بالتیک از طریق آبراه ولگا - بالتیک امکان‌پذیر است و تجارت با مسکو توسط کانال مسکو که ولگا و رودخانه مسکو را به هم متصل می‌کند تحقق‌یافته است. این زیرساخت برای کشتی‌هایی در مقیاس نسبتاً بزرگ (ابعاد ۲۹۰ در ۳۰ متر) طراحی شده است و هزاران کیلومتر را در بر می‌گیرد. تعدادی از شرکت‌های سابقاً دولتی که اکنون عمدتاً خصوصی شده‌اند، کشتی‌های مسافری و باری را در رودخانه اداره می‌کنند.

۳-۴-۲-کانال ولگا – دان

کانال ولگا-دان که در شکل ۴ آورده شده است، کانالی است در کشور روسیه که رودخانه ولگا از حوزه آبریز دریای خزر را به رودخانه دان از حوزه آبریز دریای آزوف متصل می‌کند. بوسیله این کانال امکان کشتیرانی از آب‌های آزاد به دریاچه خزر امکان‌پذیر می‌باشد این کانال به طول ۱۰۱ کیلومتر، بین سال‌های ۱۹۴۸ تا ۱۹۵۲ در زمان اتحاد جماهیر شوروی ساخته شد. حداقل طول و عرض وآبخور کشتی برای عبور کشتی از این رودخانه به ترتیب ۱۴۱ و ۱۶/۸ و ۳/۶ متر می باشد.



شکل ۴- نقشه جغرافیایی کانال ولگا – دان

۳-۴-۳-کانال ولگا بالتیک

مجموعه‌ای از کانال‌ها و رودخانه‌ها در روسیه است که ولگا را از طریق نوا به دریای بالتیک متصل می‌کند. مانند کانال ولگا – بالتیک که در شکل ۵ آورده شده است که بزرگ‌ترین دریاچه روی زمین، دریای خزر، را به اقیانوس جهانی متصل می‌کند. حداقل طول و عرض و آبخور کشتی برای عبور کشتی از این رودخانه به ترتیب ۲۱۰ و ۱۷/۶ و ۴ متر می باشد.



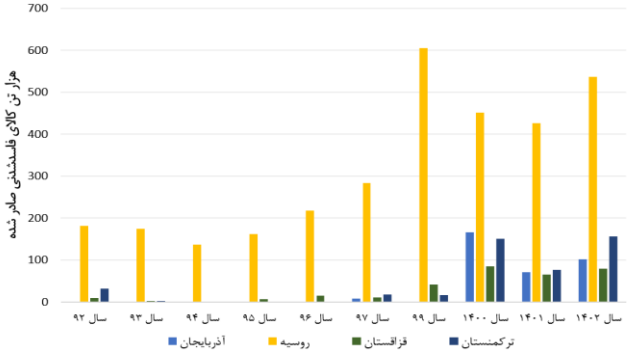
شکل ۵- نقشه جغرافیایی کانال ولگا بالتیک

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تعیین تعداد کشتی‌های رو-رو موردنیاز، بررسی حجم کالاهای جابه‌جا شده بین ایران و سایر کشورهای حوزه دریای خزر ضروری است. در ادامه، این موارد به‌دقت مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۴-۱-میزان حجم کالای جابه‌جا شده

به جهت بررسی میزان صادرات و واردات کالاهای فاسدشدنی، با کمک‌گرفتن از داده‌های آماری سایت "اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران"[۱۱]، آمارهای صادرات و واردات کالاهای مذکور به‌صورت تفکیک شده بر اساس مقاصد صادرات که شامل کشورهای حاشیه دریای خزر است، استخراج شده است. کالاهای صادرشده به تفکیک هر گمرک، دسته‌بندی‌شده و کالاهایی نظیر میوه‌جات و محصولات کشاورزی فسادپذیر مورد بررسی قرار گرفته است و حجم صادرات هر یک از کالاها در ماه‌های مختلف سال استخراج شده است. لازم به ذکر است که موارد صادراتی به برخی از شهرهای کشورهایی نظیر آذربایجان و ترکمنستان که مرز زمینی با کشورمان دارند، در نظر گرفته نشده‌اند و با تقریب بسیار خوبی می‌توان گفت بهینه‌ترین روش برای انتقال کالاهای فاسدشدنی، روش دریایی است.



شکل ۶- مقدار کل کالاهای فاسدشدنی صادرشده در سال‌های مختلف به تفکیک کشور (هزار تن)

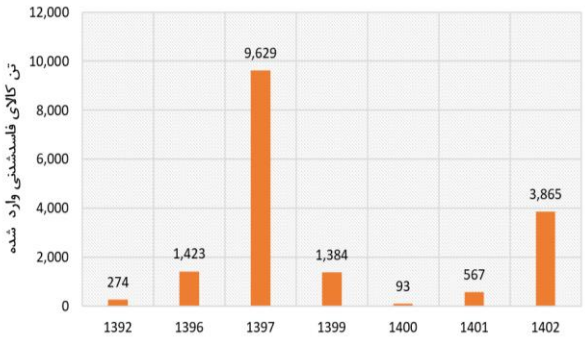
[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

همان‌طور که در شکل۶ مشاهده می‌شود، بیشترین صادرات با بیشینه ۶۰۰ هزار تن در سال به کشور روسیه صورت گرفته است. این امر به دلیل رویکرد مؤثر تجاری و ارتباطات نزدیک بین دو کشور است. از طرفی، به‌علت حجم زیاد صادرات به روسیه، بیشترین تمرکز در این مقاله بر روی صادرات به این کشور معطوف شده است.



شکل۷- مقدار ماهانه کل کالاهای فاسدشدنی صادرشده در ماه‌های مختلف سال ۱۴۰۲ (هزار تن)

با توجه به شکل۷، تقریباً ۸۷۵ هزار تن صادرات کالاهای نیازمند به یخچال به کشورهای حاشیه دریای خزر انجام شده است. از این مقدار، بیشترین صادرات در ماه اسفند با مجموع تقریباً ۱۳۸ هزار تن به ثبت رسیده است، که نشان‌دهنده تقاضای بالا در ماه های آخر سال می‌باشد.



شکل۸- مقدار گوشت وارداتی از روسیه در سال‌های مختلف

با توجه به شکل ۸، می‌توان بیان کرد که در مسیر بازگشت کشتی‌های رو-رو نیز امکان واردات اقلامی مانند گوشت از روسیه وجود دارد. گوشت به‌عنوان یکی از کالاهای فاسدشدنی با تناژ بالا، ظرفیت مناسبی برای حمل در این مسیر دارد. این موضوع علاوه بر جلوگیری از بازگشت خالی کشتی‌ها، می‌تواند به تسهیل و تسریع روند تأمین و انتقال کالاهای فاسدشدنی به ایران کمک کند. همچنین در کنار این اقلام، امکان حمل کالاهای فاسدنشدنی نیز وجود دارد که می‌تواند بهره‌وری حمل‌ونقل دریایی را افزایش دهد.

برای آنکه مبنای عددی این تحلیل قابل بازتولید باشد، داده خام استخراج‌شده نیز ارائه می‌شود. زنجیره استخراج داده به این ترتیب بوده است: دریافت آمار خام صادرات بر حسب کیلوگرم از پایگاه اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران؛ تفکیک رکوردها بر اساس گمرک مبدأ و کشور مقصد؛ جداسازی اقلام فسادپذیر نیازمند زنجیره سرد از سایر کالاها؛ حذف مقاصدی که دسترسی زمینی کوتاه به ایران دارند و حمل جاده‌ای برای آنها بهینه است؛ و در نهایت تجمیع ماهانه بر حسب کشور مقصد. نمونه‌ای از خروجی این فرایند برای سال ۱۳۹۷ در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- صادرات ماهانه کالاهای فاسدشدنی نیازمند یخچال به تفکیک کشور مقصد در سال ۱۳۹۷ (تن)

ماه	روسیه	قزاقستان	ترکمنستان	آذربایجان	جمع
فروردین	۴۴۱۷۴	۳۷۶۵	۲۵۳	۳	۴۸۱۹۵
اردیبهشت	۴۱۳۵۳	۲۰۰۷	۷۲	۷۸	۴۳۵۱۱
خرداد	۱۳۷۹۵	۱۷۹	۷۱	۶۵	۱۴۱۱۰
تیر	۵۵۰۹	۳۱	۴۵	۱۴۶	۵۷۳۱
مرداد	۳۲۴۶	۲۱۰	۱۳۷	۴۶	۳۶۳۹
شهریور	۳۷۵۵	۱۶	۱۳۸	۰	۳۹۰۹
مهر	۱۴۶۳۳	۲۰۴	۲۰۲	۴۵	۱۵۰۸۴
آبان	۲۲۴۷۵	۲۱۳	۵۸	۵۶	۲۲۸۰۲
آذر	۳۷۵۹۴	۱۰۳۴	۸۷	۴۰۹	۳۹۱۲۴
دی	۲۸۹۸۹	۷۸۸	۱۱۵	۱۷۷۸	۳۱۶۷۰
بهمن	۳۵۵۴۲	۱۰۱۴	۱۴۶	۲۹۵۷	۳۹۶۵۹
اسفند	۳۲۸۵۶	۱۳۶۹	۴۶۴	۲۲۸۲	۳۶۹۷۰
جمع سال	۲۸۳۸۷۷	۱۰۸۰۳	۱۷۸۸۸	۷۸۶۶	۳۲۰۴۳۵

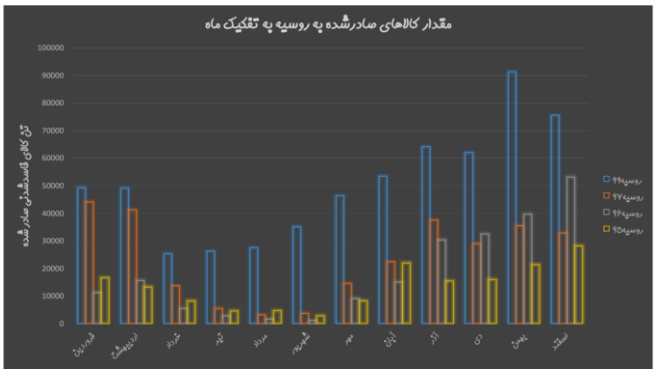
دو ویژگی این جدول در ادامه تحلیل به‌کار می‌رود. نخست، سهم روسیه در این سال ۲۸۳٬۸۷۷ تن یعنی حدود ۸۹ درصد کل صادرات فاسدشدنی به حاشیه خزر بوده است؛ این سهم در سال‌های اخیر به‌دلیل رشد صادرات به سایر مقاصد کاهش یافته و در سال ۱۴۰۲ به حدود ۶۱ درصد رسیده است، اما روسیه همچنان بزرگ‌ترین مقصد است و همین امر دلیل تمرکز این پژوهش بر مسیر ایران–روسیه است. دوم، نسبت ماه اوج به ماه کم‌بار در این سال حدود ۱۳ برابر است (۴۸٬۱۹۵ تن در فروردین در برابر ۳٬۶۳۹ تن در مرداد)، که شدت نوسان فصلی تقاضا را نشان می‌دهد و مبنای استدلال بخش ۵ برای طراحی ناوگان بر پایه ماه اوج است.

۴-۲- الگوی فصلی تقاضا به تفکیک کشور مقصد

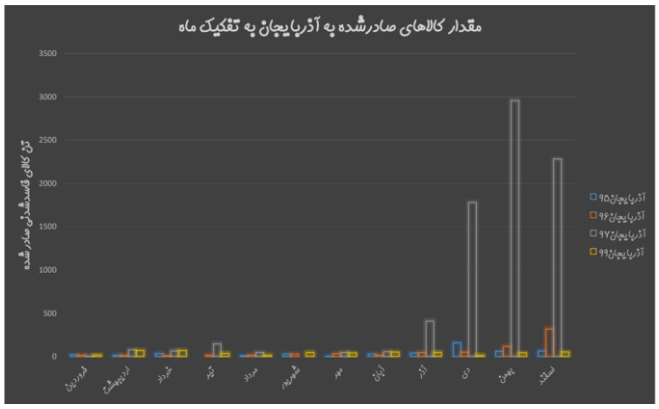
تجمیع تقاضا در یک عدد سالانه، اطلاعات لازم برای زمان‌بندی ناوگان را از میان می‌برد. از این رو داده‌های ماهانه برای هر چهار کشور مقصد به‌صورت جداگانه و در بازه چند سال متوالی رسم شد تا مشخص شود الگوی فصلی تقاضا پایدار است یا نوسان تصادفی

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

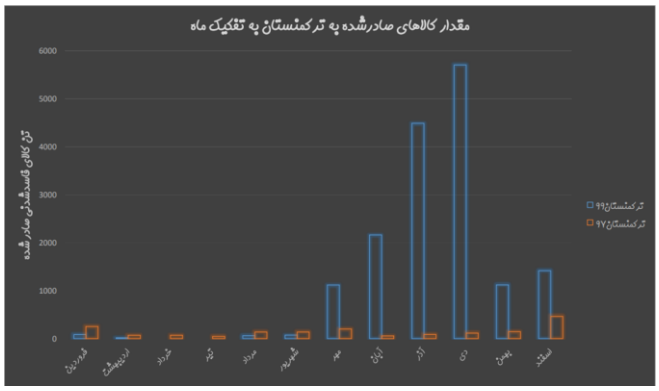
دارد. نمودارهای شکل‌های (۹) تا (۱۲) این الگو را نشان می‌دهند. لازم به ذکر است که بازه زمانی این نمودارها (۱۳۹۲ تا ۱۳۹۹) با بازه نمودار شکل‌های (۷) و (۸) یکسان نیست؛ هدف از ارائه آنها نمایش پایداری الگوی فصلی در بلندمدت است، نه به‌روزترین حجم تقاضا، و از آنجا که این الگو در تمام سال‌های بررسی‌شده تکرار می‌شود، تعمیم آن به سال‌های اخیر معتبر است.



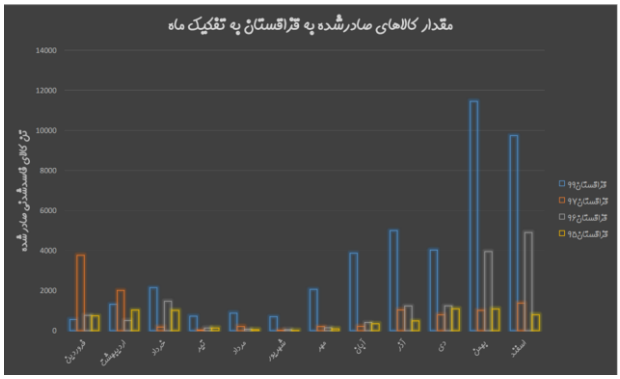
شکل ۹- مقدار کالاهای صادرشده به روسیه به تفکیک ماه (تن)



شکل ۱۰- مقدار کالاهای صادرشده به آذربایجان به تفکیک ماه (تن)



شکل ۱۱- مقدار کالاهای صادرشده به ترکمنستان به تفکیک ماه (تن)



شکل۱۲- مقدار کالاهای صادرشده به قزاقستان به تفکیک ماه (تن)

مقایسه این چهار نمودار چهار نتیجه کمّی به دست می‌دهد که مستقیماً بر طراحی ناوگان اثر می‌گذارد. نخست، اختلاف مقیاس میان روسیه و سه کشور دیگر در حد یک مرتبه بزرگی است؛ بیشینه ماهانه روسیه به حدود ۹۱ هزار تن می‌رسد، درحالی‌که این مقدار برای آذربایجان حدود ۳ هزار تن، برای ترکمنستان حدود ۷/۵ هزار تن و برای قزاقستان حدود ۵/۱۱ هزار تن است. بنابراین طراحی خط سرویس باید بر مسیر ایران—روسیه استوار شود. دوم، نسبت ماه اوج به ماه کم‌بار برای روسیه حدود ۵/۳ برابر و برای سه کشور دیگر به‌مراتب شدیدتر و تا بیش از ۲۰ برابر است؛ یعنی نوسان فصلی نه یک استثنا بلکه ویژگی ساختاری این بازار است. سوم، اوج تقاضای هر چهار کشور در ماه‌های سرد سال، یعنی آذر تا اسفند، متمرکز است و این هم‌زمانی به این معناست که ظرفیت ناوگان باید بر مبنای ماه اوج تعیین شود، نه بر مبنای میانگین سالانه؛ همین استدلال، مبنای انتخاب حجم ۱۳۸ هزار تن در بخش ۵ است. چهارم، از آنجا که تقاضای سه کشور آذربایجان، ترکمنستان و قزاقستان هم‌زمان با روسیه به اوج می‌رسد و در مجموع تنها حدود یک‌دهم تقاضای روسیه است، این بار می‌تواند به‌صورت بار مکمل در همان سفرهای برنامه‌ریزی‌شده حمل شود و ضریب بارگیری شناورها را بدون افزودن به تعداد ناوگان بالا ببرد.

۴-۳- مشخصات شناور رو-روی طراحی‌شده

پیش از ورود به برآورد سرمایه، لازم است شناوری که این برآورد بر پایه آن انجام می‌شود معرفی گردد. ابعاد اصلی این شناور از تلاقی دو مجموعه قید به دست آمده است: قیود آبراهی بررسی‌شده در بخش ۳-۴ و ظرفیت داک شیپ‌یاردهای بررسی‌شده در بخش ۳-۳. سایر مشخصات از فرایند طراحی مقدماتی حاصل شده است؛ تخمین وزن سبک و وزن تجهیزات به روش واتسون [۱۶]، محاسبه مقاومت بدنه و توان موردنیاز به روش هولتروپ [۱۷]، و انتخاب سامانه رانش بر پایه منحنی‌های مقاومت-سرعت حاصل از همین محاسبات. مشخصات اصلی در جدول ۲ ارائه شده است. جابه‌جایی شناور از حاصل‌ضرب چگالی آب دریا (۰۲۵/۱ تن بر مترمکعب)، طول خط آب (۱۲۴ متر)، عرض، آبخور و ضریب بلوکی (۷۶/۰) حدود ۱۰۰۰۰ تن به دست می‌آید.

جدول ۲. مشخصات اصلی شناور رو-روی طراحی‌شده

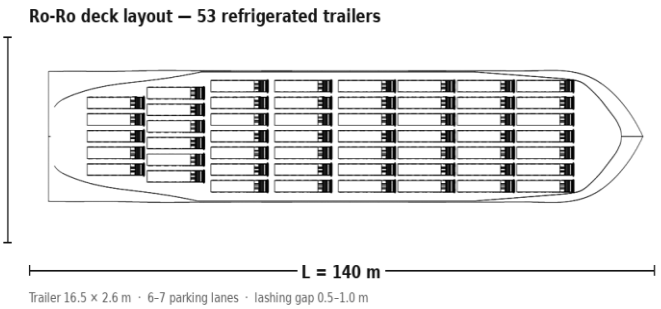
پارامتر	مقدار
طول کل (Loa)	۱۴۰ متر
عرض (B)	۲۳ متر
عمق (D)	۸.۵ متر
آبخور (T)	۴.۵ متر
جابه‌جایی (Δ)	حدود ۱۰۰۰۰ تن
ظرفیت حمل	۵۳ تریلی یخچال‌دار

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

پارامتر	مقدار
بار تجاری خالص هر سفر	۹۵۴ تن
سرعت سرویس	۱۵ گره
سرعت بیشینه	۲۰ گره
تعداد خدمه	۲۰ نفر

۴-۳-۱- آرایش عرشه و تعیین ظرفیت تریلری

ظرفیت ۵۳ تریلی که مبنای محاسبات اقتصادی است، از چیدمان واقعی محموله بر عرشه به دست آمده، نه از یک فرض کلی. واحد بار، تریلی یخچال‌دار ترانزیتی متعارف به همراه کشنده با طول حدود ۱۶٫۵ متر و عرض ۲٫۶ متر است. با در نظر گرفتن عرشه‌ای به طول مؤثر حدود ۱۲۵ متر (پس از کسر ناحیه رمپ و باریک‌شدگی سینه کشتی) و عرض مؤثر حدود ۲۱ متر، و با رعایت فاصله مهاربندی ۰٫۵ تا ۱ متر میان تریلی‌ها در راستای طول و عرض، آرایش عرشه به‌صورت شش تا هفت خط پارک طولی شکل می‌گیرد. در ناحیه میانی و پاشنه که عرض کامل عرشه در دسترس است، هفت خط و در ناحیه سینه که عرشه باریک می‌شود، تعداد خطوط کاهش می‌یابد. جمع تریلی‌های قابل استقرار پس از کسر فضای مانور و کلیرانس رمپ، ۵۳ فروند است. این چیدمان در شکل ۱۳ نشان داده شده است.



شکل ۱۳- آرایش تریلی‌های یخچال‌دار بر عرشه شناور رو-رو

در محاسبات دو عدد ظرفیت باید از یکدیگر تفکیک شود که در متن نیز بر آن تأکید شده است. وزن ناخالص هر تریلی یخچال‌دار همراه با کشنده حدود ۴۰ تن است و مجموع ۵۳ واحد برابر ۲۱۲۰ تن می‌شود؛ این عدد مبنای محاسبات سازه، پایداری و ظرفیت رمپ است. در مقابل، بار تجاری خالص هر تریلی به‌طور متوسط ۱۸ تن است و مجموع آن ۹۵۴ تن می‌شود؛ این عدد مبنای محاسبات اقتصادی و تعیین اندازه ناوگان است.

واحد بار با حدود مجاز بین‌المللی وسایل نقلیه سنگین منطبق است: بیشینه طول مجموعه کشنده و نیم‌تریلر ۵/۱۶ متر، بیشینه وزن مجموعه پنج‌محوره ۴۰ تن و بیشینه بار محور محرک ۵/۱۱ تن [۲۴]. بنابراین ورق‌ها و تقویت‌کننده‌های عرشه و رمپ پاشنه باید برای بار محوری طراحی دست‌کم ۵/۱۱ تن به‌علاوه ضریب دینامیکی ناشی از حرکات شناور طراحی شوند و رمپ باید توان عبور یک مجموعه کامل ۴۰ تنی را داشته باشد. وزن سازه رمپ پاشنه در برآورد وزن شناور حدود ۲۰ تن در نظر گرفته شده است.

۴-۴- برآورد سرمایه ساخت شناور

برآورد سرمایه لازم برای ساخت هر فروند شناور، هسته اصلی امکان‌سنجی اقتصادی این طرح است و در این پژوهش به دو روش مستقل انجام شده است. در روش نخست، رویکرد پارامتریک مبتنی بر وزن به‌کار رفته است که در آن هزینه واحد هر گروه فناورانه از رابطه تجربی میکالسکی [۱۳] محاسبه و سپس در وزن همان گروه ضرب می‌شود:

$$q(j) = c0(j) + c1(j).\, m(j) + c2(j).\, [\, m(j)\,]\, \wedge\, c3(j)$$
$$Q(j) = q(j).\, m(j)$$

در این روابط $m(j)$ وزن گروه j ام، $q(j)$ هزینه واحد وزن آن گروه، $Q(j)$ هزینه کل گروه، و $c0$ تا $c3$ ضرایب تجربی وابسته به نوع شناور هستند. گروه‌های وزنی درنظرگرفته‌شده مطابق چارچوب پاپانیکولائو [۱۴] شامل بدنه، تجهیزات و نیروگاه است. در روش دوم، هزینه‌ها در چارچوب استاندارد تفکیک کار کشتی (SWBS) به اجزای جزئی‌تر شکسته شده و هر جزء با نرخ دستمزد، قیمت مواد و ساختار هزینه شیپ‌یاردهای شمال کشور کالیبره شده است. نتایج هر دو روش در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- برآورد سرمایه ساخت شناور رو-رو به دو روش (هزار دلار)

گروه هزینه	روش پارامتریک	سهم	روش SWBS	سهم
بدنه (SWBS ۱۰۰)	۵۱۵۶	٪۳۵	۵۹۷۹	٪۴۹
نیروگاه و رانش (SWBS ۲۰۰)	۶۹۳۳	٪۴۶	۱۲۰۰	٪۱۰
سامانه‌های کمکی (SWBS ۳۰۰-۵۰۰)	—	—	۱۲۱۸	٪۱۰
تجهیزات و اسکان (SWBS ۶۰۰)	۲۸۲۷	٪۱۹	۲۶۶۴	٪۲۲
مهندسی، مالی و بیمه (FIE)	—	—	۱۰۰۰	٪۸
جمع	۱۴۹۱۶	٪۱۰۰	۱۲۰۶۱	٪۱۰۰

اختلاف میان دو برآورد ۲۹ درصد است. این اختلاف عمدتاً ناشی از سطح جزئیات در دسترس در هر مرحله است؛ روش پارامتریک تنها بر وزن گروه‌ها تکیه دارد و به‌ویژه هزینه نیروگاه را بیش‌برآورد می‌کند، درحالی‌که روش از پایین به بالا بر پایه طراحی تفصیلی و قیمت‌های واقعی داخلی بنا شده است. بنابراین مقدار ۰۶/۱۲ میلیون دلار به‌عنوان سرمایه مبنای ساخت هر فروند پذیرفته می‌شود. افزون بر این، ساخت چند فروند با طراحی یکسان موجب کاهش قابل‌توجه هزینه هر فروند می‌شود؛ بر پایه منحنی یادگیری کاچ [۱۵]، در سفارش ده‌فروندی هزینه هر فروند حدود ۲۶ درصد کاهش می‌یابد که به تفکیک معادل ۱۰، ۲۱، ۱۹ و ۸۷ درصد

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

کاهش در هزینه‌های مواد، نیروی کار، ســـربار و هزینـه‌های غیرتکراری است. از آنجا که در بخش ۵ نشان داده می‌شود ناوگان موردنیاز چند فروندی اسـت، این کاهش مسـتقیماً بر اقتصـاد طرح اثر می‌گذارد.

در تکمیل این برآورد لازم است اشاره شود که هزینه‌ها بر مبنای استعلام قیمت مواد و نرخ دستمزد از شیپ‌یاردهای داخلی در سال پایه مطالعه (۱۴۰۱) کالیبره شده‌اند؛ برای نمونه، قیمت ورق فولاد گرید A۳۶ حدود ۰٫۷ دلار بر کیلوگرم و نرخ دستمزد نیروی کار حدود ۸ دلار بر ساعت در نظر گرفته شده که تبدیل آنها به دلار بر پایه نرخ ارز آزاد همان سال انجام شده است. کاهش حدود ۲۶ درصدی هزینه در ساخت ده‌فروندی نیز بر پایه منحنی یادگیری استاندارد کاچ [۱۵] با نرخ یادگیری متعارف صنعت کشتی‌سازی محاسبه شده است. با توجه به نوسان قیمت مواد و نرخ ارز، این ارقام به‌عنوان برآورد اولیه ارائه می‌شوند و برای تصمیم نهایی سرمایه‌گذاری، به‌روزرسانی با قیمت‌های روز ضروری است.

۴-۵- مقایسه گزینه ساخت داخل با گزینه خرید خارجی

دو گزینه پیش روی کشـور برای تأمین شـناور رو-رو وجود دارد و هر یک با مجموعه قیود متفاوتی روبه‌روسـت. در گزینه خرید از کشورهای دیگر و انتقال شـناور از آب‌های آزاد، ابعاد شـناور ناگزیر باید با تنگ‌ترین حلقه مسیر انتقال سازگار باشد؛ چنان‌که در بخش ۳-۴ نشـان داده شـد، این حلقه کانال ولگا-دان با حداکثر عرض ۸/۱۶ متر و آبخور ۶/۳ متر اسـت. در گزینه سـاخت داخل، رعایت این قیود ضرورتی ندارد و قید حاکم، ابعاد داک کشتی‌سازی صدرا در بهشـهر با طول ۱۴۰ متر و عرض ۲۵ متر اسـت. مقایسـه این دو حالت در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴- مقایسه دو گزینه تأمین شناور رو-رو برای دریای خزر

شاخص	خرید خارجی و انتقال از آب‌های آزاد	ساخت در شیپ‌یاردهای شمال کشور
قید حاکم بر ابعاد	کانال ولگا-دان	داک کشتی‌سازی صدرا (بهشهر)
حداکثر طول	۱۴۱ متر	۱۴۰ متر
حداکثر عرض	۱۶.۸ متر	۲۳ متر
حداکثر آبخور	۳.۶ متر	۴.۵ متر
تعداد تقریبی خطوط پارک تریلی	۴	۶ تا ۷
ظرفیت تقریبی	حدود ۳۵ تریلی	۵۳ تریلی
بار خالص هر سفر	حدود ۶۳۰ تن	۹۵۴ تن
اشتغال‌زایی و ارزآوری داخلی	ندارد	دارد

چنان‌که از جدول ۴ برمی‌آید، قید عرض کانال ولگا-دان تعداد خطوط پارک عرشـه را از شـش تا هفت خط به چهار خط کاهش می‌دهد و ظرفیت شـناور را از ۵۳ به حدود ۳۵ تریلی، یعنی حدود یک‌سـوم، کم می‌کند؛ به بیان دیگر، هر دو فروند شـناور سـاخت داخل از نظر ظرفیت تقریباً معادل سه فروند شناور محدودشده به قید کانال عمل می‌کند. افزون بر این، آبخور طراحی ۵/۴ متر از حد مجاز کانال ولگا-دان (۶/۳ متر) بیشـتر اسـت؛ یعنی شـناوری با مشخصات بهینه این پژوهش اساساً قابل انتقال از آب‌های آزاد به دریای خزر نیسـت و تنها از طریق سـاخت در سـواحل خزر قابل تأمین اسـت. این یافته، از منظر ظرفیت و امکان‌پذیری فنی، مزیت روشـنی برای گزینه سـاخت داخل ایجاد می‌کند؛ ارزیابی کامل‌تر اقتصادی این دو گزینه در ادامه و در جدول ۵ ارائه می‌شود. صحت این نتیجه با یک شاهد بیرونی نیز تأیید می‌شود: شرکت صدرا در سال ۱۴۰۱ قرارداد ساخت دو فروند شناور رو-رو با طول ۱۴۰ متر و عرض ۸/۱۶ متر منعقد کرده است؛ انطباق کامل طول با نتیجه

اگرچه مقایسه بالا از منظر ابعاد و ظرفیت انجام شد، انتخاب نهایی میان ساخت و خرید تنها به این دو عامل محدود نیست. جدول ۵ عوامل تعیین‌کننده دیگر را در دو گزینه کنار هم می‌گذارد. برای برآورد قیمت گزینه خرید، از معیار قیمت به ازای هر متر خط کشـتی‌های رو-روی باری نوسـاز اسـتفاده شـد تا اثر تفاوت اندازه کشـتی‌ها حذف شـود. قیمت یک کشـتی رو-روی باری نوسـاز با ظرفیت ۳۳۰۰ متر خط حدود ۷۸ میلیون دلار بوده است [۲۰] که معادل حدود ۲۳۶۰۰ دلار به ازای هر متر خط اسـت. شـناور این پژوهش با ۵۳ تریلی حدود ۹۳۰ متر خط دارد؛ بنابراین قیمت معادل خرید شـناور خارجی هم‌ظرفیت حدود ۲۲ میلیون دلار برآورد می‌شود.

جدول ۵- عوامل مؤثر در انتخاب میان ساخت داخل و خرید خارجی شناور رو-رو

عامل	ساخت در شیپ‌یاردهای داخل	خرید و انتقال از خارج
قیمت پایه هر فروند	حدود ۱۲ میلیون دلار (برآورد این پژوهش)	حدود ۲۲ میلیون دلار (بر پایه قیمت هر متر خط)
هزینه انتقال از آب‌های آزاد	ندارد	قابل‌توجه (عبور از آبراه‌های روسیه)
قید ابعادی	فقط داک صدرا (عرض تا ۲۳ متر)	عرض حداکثر ۱۶٫۸ متر (کانال ولگا-دان)
زمان تحویل	بلندتر	کوتاه‌تر در شرایط عادی
بیمه و ثبت	داخلی	بین‌المللی
ریسک تحریم و تأمین قطعات	کم	بالا
اشتغال‌زایی و ارزآوری داخلی	دارد	ندارد

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

چنان‌که جدول نشـــان می‌دهد، قیمت پایه گزینه خرید خارجی نزدیک به دو برابر هزینه ساخت داخل برآورد می‌شود و به آن باید هزینه انتقال، بیمه و ثبت بین‌المللی افزوده شـــود. با این حال، دو عامل، وزن تصـمیم را به سـمت سـاخت داخل می‌برد: نخسـت قید عرض کانال ولگا-دان که ظرفیت شـــناور خریداری‌شـــده را حدود یک‌سـوم کاهش می‌دهد، و دوم ریسـک تحریم و تأمین قطعات که در عمل دسـترسـی پایدار به شـناور و خدمات پشـتیبانی خارجی را برای ایران دشـوار می‌کند؛ نمونه‌ای از همین ریسـک، تأخیر تحویل کشـتی‌های رو-روی سـفارش‌داده‌شـده به شـیپ‌یارد جمره ترکیه است که از جمله به اختلال در تأمین فولاد ناشی از جنگ اوکراین نسبت داده شده است [۱۹]. بنابراین برتری ساخت داخل، بیش از آنکه صـرفاً بر پایه قیمت باشـد، بر پایه ظرفیت بیشـتر و ریسـک کمتر استوار است.

۵- نتایج

با تکیه بر اطلاعات استخراج شده از صادرات کالاهای فاسدشدنی به کشورهای آذربایجان، ترکمنستان، قزاقستان و روسیه و تفکیک کردن داده‌های موردنیاز می‌توان درمورد آینده وضعیت اقتصادی این کالاها تصمیمات لازم را اخذ نمود. البته در این بین از صادرات پایانه‌های مرزی آستارا و پلدشت به کشور آذربایجان و همچنین پایانه‌های مرزی لطف آباد و اینچه برون و باجگیران و مشهد به کشور ترکمنستان، به دلیل زمینی بودن مسیر نادیده گرفته شده است. این آمار برای سال ۱۴۰۱، حدود ۶۴۰ هزار تن بوده است که بخش بزرگی از آن مربوط به صادرات از آستارا به کشور روسیه بوده است. این آمار برای سال ۱۴۰۲، حدود ۸۷۵ هزار تن می‌باشد که همانند سال‌های گذشته، بخش اعظم آن مربوط به صادرات از بندر آستارا به کشور روسیه می‌باشد. با تفکیک همه این اطلاعات و دسته بندی کردن آنها برای هر ماه مشخص می شود که بیشترین آمار صادرات کالاهای فاسدشدنی به کشورهای حاشیه دریای خزر را در ماه های پایانی و ابتدایی سال شاهد هستیم. برای مثال اوج صادرات در سال ۱۴۰۲ مربوط به ماه های بهمن و اسفند است که به ترتیب ۱۳۳ و ۱۳۸ هزار تن کالای فاسدشدنی به کشورهای مختلف صادر شده است.

۵-۱- انتخاب مسیر مبنای طراحی

اگرچه تقاضای هر چهار کشور حاشیه خزر بررسی شد، مسیر ایران–روسیه به‌عنوان مبنای طراحی ناوگان انتخاب گردید. دلیل نخست، سهم غالب روسیه است که بسته به سال حدود ۶۰ تا ۹۰ درصد کل صادرات فاسدشدنی را در بر می‌گیرد (حدود ۶۱ درصد در سال ۱۴۰۲) و در نمودار شکل (۱۰) نیز اختلاف در حد یک مرتبه بزرگی آن با سه کشور دیگر نشان داده شد؛ طراحی خط سرویس بر مبنای بازار کوچک‌تر، شناور را کم‌بار و غیراقتصادی می‌کند. در گام بعد، از میان بنادر ایرانی و روسی، جفت امیرآباد–آستاراخان بر پایه چهار معیار کمّی مطابق جدول (۶) انتخاب شد.

جدول ۶- مقایسه بنادر بالقوه مبدأ و مقصد برای انتخاب مسیر مبنا

معیار	امیرآباد (مبدأ منتخب)	انزلی	آستاراخان (مقصد منتخب)	ماخاچ‌قلعه
اتصال ریلی به شبکه کشور	دارد	دارد (از ۱۴۰۳)	—	—
اسکله اختصاصی رو-رو	دارد	محدود	دارد	محدود
دسترسی به کریدور شمال-جنوب	مستقیم	مستقیم	گلوگاه اصلی صادرات	فرعی
فاصله ناوبری تا مقصد (km)	حدود ۱۳۰۰	حدود ۱۱۵۰	—	کوتاه‌تر ولی حجم کم
حجم بار جاری بر مسیر	بالا	متوسط	بیشترین	کم

امیرآباد به‌دلیل اتصال به شبکه ریلی کشور و برخورداری از اسکله منحصربه‌فرد رو-رو ریلی، مبدأ مناسبی است. درآستاراخان نیز بیشترین حجم صادرات فعلی از آن عبور می‌کند و گلوگاه اصلی مسیر جاده‌ای کنونی است، به‌طوری‌که مسیر دریایی مستقیم به آن، بیشترین بار جاده‌ای را حذف می‌کند. اگرچه ماخاچ‌قلعه فاصله کوتاه‌تری دارد، حجم بار فاسدشدنی مقصد آن ناچیز است و توجیه اقتصادی خط سرویس اختصاصی را ندارد. بنابراین امیرآباد–آستاراخان هم‌زمان طولانی‌ترین و پرتقاضاترین مسیر است و انتخاب آن به‌عنوان حالت بحرانی طراحی، پوشش سایر مسیرهای کوتاه‌تر را نیز تضمین می‌کند.

۵-۲- زمان چرخه سفر و تعداد ناوگان موردنیاز

باتوجه‌به اینکه بخش عمده صادرات ایران به روسیه انجام می‌شود، طولانی‌ترین مسیر دریایی این تجارت یعنی امیرآباد–آستاراخان با مسافت ناوبری حدود ۱۳۰۰ کیلومتر به‌عنوان حالت مبنای طراحی انتخاب شد. این مسافت و زمان‌های عملیاتی ارائه‌شده در ادامه، بر پایه مطالعه میدانی نگارندگان، مصاحبه با کارشناسان و بهره‌برداران بنادر شمالی کشور و بررسی مسیرهای متداول کشتیرانی در دریای خزر به دست آمده است. با سرعت سرویس ۱۵ گره دریایی معادل ۷/۲۷ کیلومتر بر ساعت، زمان یک‌طرفه ناوبری برابر ۸/۴۶ ساعت یعنی حدود ۲ روز است. زمان توقف در هر بندر نیز برخلاف مطالعات پیشین که آن را به‌صورت مبهم بیان کرده‌اند، در این پژوهش به سه جزء تفکیک شده است: حدود ۲ ساعت برای مانور و پهلوگیری، حدود ۴ ساعت برای عملیات رو-رو، شامل تخلیه کامل ۵۳ تریلی و

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

بارگیری بار برگشتی محدود، با نرخ متعارف حدود ۱۵ واحد در ساعت که به‌دلیل حذف عملیات جرثقیل در شناورهای رو-رو قابل تحقق است و حدود ۶ ساعت برای تشریفات گمرکی و اسنادی؛ مجموعاً حدود ۱۲ ساعت در هر بندر. بنابراین زمان چرخه کامل رفت و برگشت برابر است با مجموع دو برابر زمان ناوبری یک‌طرفه و دو برابر زمان توقف بندری، یعنی ۶/۱۱۷ ساعت معادل ۹/۴ روز؛ و بر این اساس هر شناور قابلیت انجام ۶ سفر رفت و برگشت در ماه را دارد. با توجه به محدودیت‌های رودخانه ولگا، در صورت خرید شناور از خارج می‌توان طول کشتی را حدود ۱۱۰ تا ۱۴۰ متر و عرض آن را حدود ۱۴ تا ۱۷ متر درنظر گرفت؛ اما با درنظر گرفتن ساخت کشتی رو-رو در ایران و عدم نیاز به رعایت محدودیت‌های ولگا و با توجه به محدودیت شیپ‌یاردهای شمال کشور، می‌توان طول کشتی را ۱۴۰ متر و عرض آن را ۲۳ متر درنظر گرفت که طبق این ابعاد و با فرض‌های بالا، کشتی رو-رو قابلیت حمل ۵۳ تریلی یخچال‌دار با بار خالص ۱۸ تن را دارد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{ظرفیت بار} \times \text{تعداد کامیون در کشتی} = \text{تن در یک نوبت}$$
$$= ۵۳ \times ۱۸ \text{ تن} = ۹۵۴ \text{تن}$$

$$\text{۶ نوبت} \times \text{تعداد شناور} = \text{مقدار تن در یک ماه}$$
$$\text{تن در یک نوبت} \times$$

$$\text{تعداد شناور} = \frac{\text{مقدار تن در یک ماه}}{\text{تن در یک نوبت} \times \text{۶ نوبت}} = \frac{۱۳۸۰۰۰}{۶ \times ۹۵۴} \approx ۲۴$$

طبق محاسبات انجام شده تقریباً تعداد ۲۴ کشتی رو-رو پاسخگوی نیازمند کل صادرات کالاهای فاسدشدنی کشور به کمک کشتی‌های رو-رو است. باتوجه‌به اینکه بیشینه صادرات در ماه‌های آخر سال ثبت شده است، و همچنین با درنظر گرفتن صادرات زمینی، می‌توان از تعداد کمتری کشتی نیز بهره گرفت.

به‌طور خلاصه، زنجیره استدلال از مشخصات شناور تا اندازه ناوگان به این ترتیب است: عرض ۲۳ متری عرشه امکان چیدمان شش تا هفت خط پارک و در مجموع ۵۳ تریلی یخچال‌دار را فراهم می‌کند (جدول ۲)؛ هر تریلی به‌طور متوسط ۱۸ تن بار تجاری خالص حمل می‌کند که ظرفیت هر سفر را به ۹۵۴ تن می‌رساند؛ سرعت سرویس ۱۵ گره در مسیر ۱۳۰۰ کیلومتری امیرآباد–آستاراخان به همراه ۱۲ ساعت توقف در هر بندر، چرخه ۴.۹روزه و در نتیجه ۶ سفر در ماه را نتیجه می‌دهد؛ و تقسیم تقاضای ماه اوج بر حاصل‌ضرب این دو، تعداد ناوگان موردنیاز را به دست می‌دهد.

مبنای این مفروضات عملیاتی، مطالعه میدانی نگارندگان در بندر امیرآباد است. زمان‌های توقف و عملیات بندری از طریق مشاهده مستقیم و گفت‌وگو با کارشناسان شرکت بازرسی دریایی ایران [۱۸] و خدمه شناورهای فعال در همان بندر گردآوری شد، و مقادیر سرعت برای حالت‌های مختلف در قالب جدول‌های سناریو بررسی و در تحلیل لحاظ گردید. از آنجا که این مقادیر ذاتاً دارای پراکندگی‌اند، به‌جای اتکا به یک عدد قطعی، دامنه آنها از طریق تحلیل حساسیت جدول (۸) پوشش داده شده است تا اثر عدم‌قطعیت بر تعداد ناوگان به‌صورت شفاف نشان داده شود.

افزون بر قیود مسیر انتقال، مسیر عملیاتی نیز قید آبخور دارد. بندر آستاراخان در دلتای ولگا قرار دارد و دسترسی دریایی به آن از طریق کانال کشتیرانی ولگا–خزر به طول ۱۸۸ کیلومتر انجام می‌شود [۲۱]. آبخور مجاز این کانال پس از لایروبی گسترده سال ۲۰۲۳ به ۵/۴ متر رسیده است [۲۲]؛ بنابراین آبخور طراحی ۵/۴ متر شناور پیشنهادی با این کانال سازگار است، اما هیچ حاشیه‌ای ندارد و هرگونه افزایش آبخور یا کاهش عمق کانال در اثر افت تراز آب دریای خزر، بهره‌برداری را محدود می‌کند. همچنین محدودیت سرعت در بخش کانالی مسیر، زمان ناوبری را افزایش می‌دهد که اثر آن در دامنه تحلیل حساسیت جدول ۸ پوشش داده شده است.

۵-۳- سناریوهای سهم بازار

باید توجه داشت که عدد ۲۴ فروند حالت بیشینه و بر مبنای انتقال کامل بار ماه اوج از جاده به دریاست، حالتی که در کوتاه‌مدت واقع‌بینانه نیست؛ زیرا جابه‌جایی سهم بازار از مسیر جاده‌ای جاافتاده به مسیر دریایی نوپا تدریجی است و به قراردادهای جاری، زیرساخت مکمل زمینی در دو سر مسیر و اعتمادسازی میان صادرکنندگان بستگی دارد. از این رو اندازه ناوگان برای پنج سناریوی سهم بازار محاسبه و در جدول ۷ ارائه شده است. در این جدول افزون بر ناوگان آرمانی، ناوگان واقعی نیز با اعمال ضریب بهره‌برداری ۰٫۸۵ آورده شده است؛ این ضریب اثر روزهای تعمیرات دوره‌ای، توقف‌های ناشی از شرایط جوی نامساعد دریای خزر و عدم‌تعادل بار در دو جهت رفت و برگشت را در بر می‌گیرد و از ظرفیت اسمی شناور می‌کاهد.

جدول ۷- اندازه ناوگان موردنیاز در سناریوهای مختلف سهم بازار (بر مبنای تقاضای ماه اوج ۱۳۸ هزار تن)

سهم بازار	تقاضای ماهانه (تن)	ناوگان آرمانی (فروند)	ناوگان واقعی با ضریب ۰٫۸۵ (فروند)
٪۲۰	۲۷۶۰۰	۸/۴	۶
٪۴۰	۵۵۲۰۰	۶/۹	۱۲
٪۶۰	۸۲۸۰۰	۵/۱۴	۱۸
٪۸۰	۱۱۰۴۰۰	۳/۱۹	۲۳
٪۱۰۰	۱۳۸۰۰۰	۱/۲۴	۲۹

این جدول تصویر واقع‌بینانه‌تری از توسعه ناوگان به دست می‌دهد. سناریوی سهم ۴۰ درصدی که با ناوگان حدود ۱۰ تا ۱۲ فروندی پاسخ داده می‌شود، به‌عنوان هدف میان‌مدت قابل دفاع‌تر است، حال آنکه سناریوی صددرصدی سقف نظری طرح را نشان می‌دهد. تفاوت

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

میان ناوگان آرمانی و واقعی نیز نشان می‌دهد که ضریب بهره‌برداری، متغیری کلیدی در اقتصاد طرح است و نادیده گرفتن آن، اندازه ناوگان را دست‌کم می‌گیرد.

۵-۴- تحلیل حساسیت و اعتبار داده‌ها

از آنجا که نتیجه بالا به دو پارامتر عملیاتی سرعت سرویس و زمان توقف بندری وابسته است، حساسیت تعداد فروند موردنیاز نسبت به این دو پارامتر بررسی و در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول ۸- حساسیت تعداد شناور موردنیاز به سرعت سرویس و زمان توقف بندری

سرعت سرویس (گره)	توقف ۶ ساعت	توقف ۱۲ ساعت	توقف ۱۸ ساعت	توقف ۲۴ ساعت
۱۲	۲۶	۲۹	۳۱	۳۴
۱۵	۲۲	۲۴	۲۷	۲۹
۱۸	۱۹	۲۱	۲۳	۲۶

چنان‌که دیده می‌شود، حساسیت نتیجه به زمان توقف بندری قابل‌توجه است: در سرعت سرویس ۱۵ گره، افزایش زمان توقف از ۶ به ۲۴ ساعت، نیاز به ناوگان را از ۲۲ به ۲۹ فروند یعنی حدود ۳۲ درصد افزایش می‌دهد. بنابراین سرمایه‌گذاری در تسریع تشریفات گمرکی و هماهنگی ورود کامیون‌ها با برنامه پهلوگیری کشتی، از نظر اقتصادی معادل تأمین چند فروند شناور اضافی ارزش دارد. همچنین لازم به ذکر است که نتیجه این محاسبه به سال آماری مبنا نیز وابسته است؛ چنانچه به‌جای ماه اوج سال ۱۴۰۲ (۱۳۸ هزار تن) از آمار سال ۱۳۹۷ با ماه اوج ۴۸ هزار تن استفاده شود، تعداد شناور موردنیاز به حدود ۷ فروند کاهش می‌یابد. عدد ۲۴ فروند بنابراین سقف ناوگان بر مبنای بیشترین تقاضای ثبت‌شده است و نقطه شروع توسعه ناوگان می‌تواند تعداد کمتری باشد.

درباره یکنواختی دوره زمانی داده‌ها توضیح این نکته ضروری است. تقاضای مبنای طراحی از جدیدترین آمار موجود، یعنی سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ گرفته شده است تا حجم طراحی، وضعیت فعلی تجارت را بازتاب دهد. در مقابل، نمودارهای الگوی فصلی از بازه بلندتری (۱۳۹۲ تا ۱۳۹۹) استفاده می‌کنند، زیرا هدف آنها نمایش پایداری الگوی فصلی در طول زمان است، نه سطح مطلق تقاضا. بررسی داده‌ها نشان می‌دهد که با وجود نوسان سطح صادرات در اثر تحریم‌ها، همه‌گیری کووید-۱۹ و تغییر مسیرهای ترانزیتی، شکل توزیع ماهانه تقاضا در همه سال‌ها حفظ شده و اوج آن همواره در ماه‌های سرد سال (آذر تا اسفند) قرار دارد. از این رو تعمیم الگوی فصلی به شرایط فعلی معتبر است، هرچند سطح تقاضا با جدیدترین آمار به‌روز شده است. با این حال، پایش مستمر این آمار در سال‌های آینده و به‌روزرسانی حجم طراحی، برای تصمیم نهایی سرمایه‌گذاری توصیه می‌شود.

۶-بحث و نتیجه‌گیری

حجم صادرات کالاهای فاسدشدنی از کشور ایران به کشورهای حاشیه دریای خزر که به یخچال نیاز دارند، جمع‌آوری شده و طبق آمار بیشترین حجم صادرات ایران به کشور روسیه است. حجم کل این صادرات در سال ۱۴۰۲ حدود ۸۷۵ هزار تن و در سال ۱۴۰۱ حدود ۶۴۰ هزار تن بوده است. برای مقایسه، همین شاخص در سال ۱۳۹۷ حدود ۳۲۰ هزار تن بوده که سهم روسیه از آن ۲۸۴ هزار تن است (جدول ۱)؛ یعنی حجم صادرات کالاهای فاسدشدنی به کشورهای حاشیه دریای خزر در این بازه بیش از دو برابر شده و این روند صعودی، ضرورت تأمین ناوگان اختصاصی را تقویت می‌کند. با مقایسه حجم صادرات در ماه‌های مختلف سال ۱۴۰۲ مشاهده می‌شود که بیشترین حجم صادرات در ماه اسفند و در حدود ۱۳۸ هزار تن

می‌باشد. به جهت خرید و انتقال کشتی‌های رو-رو، این کشتی‌ها بایستی مشخصات لازم برای عبور از محدودیت‌های کانال‌های ولگا-دان، ولگا-بالتیک و رود ولگا را دارا باشند. علاوه بر این، امکان‌سنجی ساخت کشتی رو-رو در شمال کشور نیز بررسی شده است. سه شرکت ساخت کشتی به نام‌های هفتم آذر، شهید تمجیدی و صدرا در این پژوهش بررسی شدند و درنهایت با درنظر گرفتن محدودیت‌های ساخت، حداکثر ابعاد قابل ساخت کشتی رو-رو در این شرکت‌ها به دست آمده است. بنابراین تحقیق، حداکثر طول کشتی ۱۴۰ متر، عرض آن ۲۳ متر و آبخور آن ۵/۴ متر می‌باشد. بر این اساس ظرفیت این کشتی ۵۳ تریلی یخچال‌دار است که معادل ۹۵۴ تن بار تجاری خالص و حدود ۲۱۲۰ تن وزن ناخالص روی عرشه است؛ تفکیک این دو عدد از آن رو اهمیت دارد که عدد نخست مبنای محاسبات اقتصادی و تعیین اندازه ناوگان و عدد دوم مبنای محاسبات سازه و پایداری است. طبق محاسبات انجام‌گرفته از بخش قبلی و درنظر گرفتن فاصله دریایی تا کشور روسیه و همچنین با احتساب سرعت کشتی مورد نظر، حدود ۲۴ کشتی رو-رو برای کشور ایران در دریای خزر مورد نیاز خواهد بود تا جوابگوی حجم صادرات در شلوغ‌ترین ماه‌های سال باشد. البته باید به این نکته نیز اشاره کرد که با اضافه شدن کشتی‌های رو-رو یقیناً بر میزان صادرات کشور افزوده خواهد شد.

از منظر اقتصادی، سرمایه لازم برای ساخت هر فروند شناور رو-رو با مشخصات پیشنهادی، به روش پارامتریک ۹۲/۱۴ میلیون دلار و به روش تفصیلی از پایین به بالا در چارچوب SWBS برابر ۰۶/۱۲ میلیون دلار برآورد شد؛ اختلاف ۲۹ درصدی میان دو روش ناشی

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

از سطح جزئیات طراحی در دسترس در هر مرحله است و برآورد دوم به‌عنوان مبنا پذیرفته شده است. با توجه به اینکه ناوگان موردنیاز چند فروندی است، اثر ساخت سری نیز قابل‌توجه است و در سفارش ده‌فروندی هزینه هر فروند حدود ۲۶ درصد کاهش می‌یابد. مقایسه دو گزینه تأمین نیز نشان داد که شناور خریداری و منتقل‌شده از آب‌های آزاد به دلیل قید عرض ۸/۱۶ متر و آبخور ۶/۳ متر کانال ولگا-دان، حدود یک‌سوم ظرفیت کمتری خواهد داشت و شناور با آبخور طراحی ۵/۴ متر اساساً از این کانال عبور نمی‌کند؛ بنابراین ساخت داخل هم از نظر ظرفیت و امکان‌پذیری فنی و هم از نظر هزینه (نزدیک به نصف قیمت شناور خارجی هم‌ظرفیت) و ریسک تحریم، گزینه برتر است.

در پایان لازم است دامنه این پژوهش به‌صراحت بیان شود. مطالعه حاضر در سطح برآورد اولیه فنی و اقتصادی انجام شده و به سه پرسش پاسخ می‌دهد: آیا تقاضای کافی وجود دارد، شناور با چه ابعاد و چه تعدادی لازم است، و تأمین آن چه سرمایه‌ای می‌طلبد. تحلیل کامل جریان نقدی شامل هزینه‌های بهره‌برداری، مصرف و قیمت سوخت، کرایه حمل و شاخص‌های مالی نظیر ارزش فعلی خالص و نرخ بازده داخلی، و نیز مقایسه عددی هزینه تمام‌شده مسیر دریایی با تعرفه ترانزیت جاده‌ای، مستلزم داده‌های عملیاتی است که در زمان انجام این پژوهش در دسترس نبود و به مطالعه بعدی موکول می‌شود. همچنین آمار سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ تحت تأثیر همه‌گیری کووید-۱۹ قرار داشته و در تعیین روند با احتیاط استفاده شده است.

۷- مراجع

1- Rodrigue, J. & Browne, M. (2008). *International maritime freight movements. In Knowles, R., Shaw, J. & Docherty, I. (Eds.)*: *Transport Geographies–Mobilities, flows and spaces*, 156-178. Blackwell Publishing, Oxford.
https://doi.org/10.1002/9781444302462.ch8

2- Kaluza, P., Kölzsch, A., Gastner, M. T., & Blasius, B. (2010). *The complex network of global cargo ship movements*, Journal of the Royal Society Interface, 7 (48), pp. 1093-1103.
https://doi.org/10.1098/rsif.2009.0495

3- Ducruet, C., Cuyala, S., & El Hosni, A. (2018). *Maritime networks as systems of cities: The long-term interdependencies between global shipping flows and urban development (1890–2010)*, Journal of Transport Geography, 66, pp. 340-355.
https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.10.019

4- Laxe, F. G., Seoane, M. J. F., & Montes, C. P. (2012). *Maritime degree, centrality and vulnerability: port hierarchies and emerging areas in containerized transport (2008–2010)*, Journal of Transport Geography, 24, pp. 33-44.
https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.06.005

5- Kotowska, I. (2015). *The Role of Ferry and Ro-Ro Shipping in Sustainable Development of Transport*, *TransNav*, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 9(1).
https://doi.org/10.12716/1001.09.01.12

6- Maritime Transport Encyclopedia, (2024), Container shipping costs in shipping. (In Persian)

7- Ports and Maritime Organization of Gilan Province, (n.d.), Features of Anzali Port. (In Persian)

8- Ports and Maritime Organization of Mazandaran Province, Ports and Maritime Organization of Noshahr, (n.d.), Features of Noshahr Port. (In Persian)

9- Ports and Maritime Organization of Mazandaran Province, Ports and Maritime Organization of Amirabad, (2024), Features of Amirabad Port. (In Persian)

10- Kaveh Port and Marine Services Company, Astara Port Complex, (n.d.), History of Astara Port activities. (In Persian)

11- Tehran Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture, (2024), Import and Export Statistics. (In Persian)

12- Soltani, H., & Khosravi, A., (2022), The North-South Corridor and Iran-Azerbaijan Interactions. (In Persian)

13- Michalski, J. P., (2004), Parametric method of preliminary prediction of the ship building costs, Polish Maritime Research, 11(2), pp. 16-19.
https://journal.mostwiedzy.pl/pmr/article/view/1373

14- Papanikolaou, A., (2014), Ship Design: Methodologies of Preliminary Design, Springer, Athens.
https://doi.org/10.1007/978-94-017-8751-2

15- Couch, J. C., (1964), The Cost Savings of Multiple Ship Production, University of Michigan, Michigan.

16- Watson, D. G. M., (1998), Practical Ship Design, Elsevier Ocean Engineering Series, Oxford.
ISBN: 978-0-08-042999-1

17- Holtrop, J. and Mennen, G. G. J., (1982), An approximate power prediction method, International Shipbuilding Progress, 29(335), pp. 166-170.
https://doi.org/10.3233/ISP-1982-2933501

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]

18- Iran Group of Surveyors (IGS), (2022), Field survey and interviews on Ro-Ro port operations at Amirabad Port. (In Persian)
19- Hebrides News, (2025), Further delays revealed for four new CalMac ferries being built in Turkey. https://www.hebrides-news.com/further-delays-calmac-ferries-from-turkey-28225.html
20- VesselsValue, (2024), 2024 Half Year Review: RoRo. https://blog.vesselsvalue.com/2024-half-year-review-roro/
21- Rosmorport Astrakhan Branch, (n.d.), Volga-Caspian Sea Shipping Canal. https://www.rosmorport.com/filials/asf_news_main/39336/
22- PortsEurope, (2023), Russia's Volga-Caspian Canal dredged to 4.5 m depth. https://www.portseurope.com/russias-volga-caspian-canal-dredged-to-4-5-m-depth-but/
23- Hamshahri Online, (2024), Rasht–Caspian railway reaches Caspian Port. (In Persian) https://www.hamshahrionline.ir/news/861191
24- Council of the European Union, (1996), Council Directive 96/53/EC on maximum authorised dimensions and weights of road vehicles. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1996/53/oj/eng

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-11-04]