



University of Tehran Press

Town & Country Planning

Home Page: <https://jtcp@ut.ac.ir>

Online ISSN: 2423-6268

The Application of System Dynamics Modeling in Explaining the Challenges and Perspectives of Banderashk Establishment in Sirjan County

Saeid Khatam¹ | Seyed Abbas Ebrahimi^{2*}

1. Department of Management, Faculty of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran. E-mail: s.khatam@semnan.ac.ir

2. Corresponding Author, Department of Management, Faculty of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran. E-mail: a.ebrahimi@semnan.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:

Received: January 04, 2026

Revised: February 14, 2026

Accepted: February 17, 2026

Published online: 05 March 2026

Keywords:

dynamic model,
banderakhshak,
Sirjan county.

ABSTRACT

The continuous growth of international maritime cargo transportation has exerted increasing pressure on the country's major seaports. Capacity limitations and restricted opportunities for physical expansion have resulted in operational delays and reduced efficiency. In this context, the development of dry ports as a complementary solution can play a significant role in alleviating congestion at coastal ports and enhancing the overall performance of the logistics network. Given the strategic geographical position of Sirjan County, this study aims to identify and analyze the challenges and future prospects of establishing a dry port in this region using a system dynamics approach. This research adopted a mixed-methods design. In the qualitative phase, key challenges were identified through thematic analysis based on in-depth interviews with 12 experts. In the quantitative phase, fuzzy DEMATEL was employed to examine the cause-effect relationships among the identified challenges, while system dynamics modeling and scenario analysis were applied to explore the dynamic behavior of the system under different policy scenarios. The results indicate that the challenges can be classified into causal and effect groups. Economic-financial, socio-cultural, and legal-institutional challenges were identified as causal factors, whereas managerial-organizational, environmental-sustainability, and technical-infrastructure challenges were classified as effect factors. The fuzzy DEMATEL analysis revealed that the economic-financial challenge is the strongest causal factor, while the technical-infrastructure challenge represents the strongest effect factor in the system. Furthermore, the system dynamics analysis demonstrated that the implementation of the proposed strategies and policies—particularly under the optimistic scenario—leads to a significant reduction in the intensity of challenges and substantially improves the prospects for the successful establishment of a dry port in Sirjan County.

Cite this article: Khatam, S. & Ebrahimi, A. (2025-2026). The Application of System Dynamics Modeling in Explaining the Challenges and Perspectives of Banderashk Establishment in Sirjan County. *Town and Country Planning*. 17 (2), 297-328. <http://doi.org/10.22059/jtcp.2026.409357.670544>



© Authors retain the copyright and full publishing rights.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jtcp.2026.409357.670544>

Publisher: University of Tehran Press.



انتشارات دانشگاه تهران

آمایش سرزمین

شاپا الکترونیکی: ۶۲۶۸-۲۴۲۳

سایت نشریه: <https://jtcp@ut.ac.ir/>

کاربرد مدل سازی پویایی سیستم در تبیین چالش ها و چشم اندازهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان

سعید خاتم^۱ | سیدعباس ابراهیمی^{۲*}

۱. گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. رایانامه: s.khatam@semnan.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. رایانامه: a.abrahimi@semnan.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۱۴

کلیدواژه:

بندر خشک،

شهرستان سیرجان،

مدل پویایی.

افزایش مستمر حمل و نقل دریایی بین المللی کالا، فشار فزاینده ای بر بنادر اصلی کشور وارد کرده و محدودیت ظرفیت و فضای توسعه، منجر به تأخیرهای عملیاتی و کاهش بهره وری شده است. در این میان، استقرار بندر خشک به عنوان راهکاری مکمل، می تواند نقش مؤثری در کاهش بار بنادر ساحلی و بهبود عملکرد شبکه لجستیک ایفا کند. با توجه به موقعیت راهبردی شهرستان سیرجان، این پژوهش با هدف تبیین چالش ها و چشم اندازهای استقرار بندر خشک در این منطقه با بهره گیری از مدل سازی پویایی سیستم انجام شده است. پژوهش حاضر با رویکرد آمیخته انجام شد؛ بدین صورت که در بخش کیفی، از طریق تحلیل مضمون و مصاحبه با ۱۲ نفر از خبرگان، چالش های اصلی شناسایی شد و در بخش کمی، به منظور تحلیل روابط علی- معلولی میان چالش ها از روش دیمتل فازی، و برای بررسی رفتار سیستم در شرایط مختلف از پویایی شناسی سیستم و تحلیل سناریو استفاده شد. یافته ها نشان داد چالش ها در دو دسته علی و معلولی قابل طبقه بندی هستند؛ به طوری که چالش های اقتصادی- مالی، اجتماعی- فرهنگی، و حقوقی- نهادی در زمره عوامل علی، و چالش های مدیریتی- سازمانی، زیست محیطی- پایداری و فنی- زیرساختی در گروه عوامل معلولی قرار می گیرند. نتایج دیمتل فازی، چالش اقتصادی- مالی را به عنوان قوی ترین عامل علی و چالش فنی- زیرساختی را به عنوان قوی ترین عامل معلولی معرفی کرد. همچنین تحلیل پویایی سیستم نشان داد اجرای راهکارها و سیاست های پیشنهادی، به ویژه در سناریوی خوش بینانه، منجر به کاهش معنادار چالش ها و بهبود چشم انداز استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان می شود.

استناد: خاتم، سعید و ابراهیمی، عباس (۱۴۰۴). کاربرد مدل سازی پویایی سیستم در تبیین چالش ها و چشم اندازهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان. *آمایش*

سرزمین، ۱۷ (۳): ۳۹۷-۳۲۸. <http://doi.org/10.22059/jtcp.2026.409357.670544>

© نویسندگان. ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jtcp.2026.409357.670544>



مقدمه

زمینه جهانی و اهمیت بنادر خشک

در دهه های اخیر، جهانی شدن اقتصاد موجب تسریع چشمگیر تجارت دریایی شده است؛ به گونه ای که حجم محموله های دریایی در سال ۲۰۲۳ به حدود ۱۲.۲۹ میلیارد تن رسید و نزدیک به چهارپنجم تجارت جهانی کالا را شامل شد. در این چشم انداز، بنادر دریایی به عنوان دروازه های اصلی تجارت بین المللی عمل می کنند، درحالی که بنادر خشک با گسترش دسترسی بندر به نواحی داخلی، در کنار بنادر دریایی یک سیستم بین وجهی بندر-پس کرانه را شکل می دهند. این سیستم نه تنها جریان های تجاری را تسهیل می کند، بلکه موجب خوشه بندی صنعتی، ایجاد اشتغال و توسعه اجتماعی-اقتصادی مناطق داخلی می شود (Wang et al., 2025).

فشار عملیاتی بر بنادر و نقش بنادر خشک

افزایش حمل و نقل دریایی بین المللی حجم عظیمی از عملیات را در بنادر بزرگ (که اغلب در مجاورت شهرها قرار دارند) ایجاد کرده و محدودیت فضایی امکان توسعه بندرگاهی را کاهش داده است. پیامد این وضعیت بروز تأخیرهای طولانی، رسوب کانتینر و افت بهره وری بنادر است. از این رو، بندر خشک به عنوان یک ترمینال بین وجهی داخلی که از طریق جاده یا راه آهن به بندر دریایی متصل است، راهکاری مؤثر برای کاهش تراکم، تسهیل تشریفات گمرکی، و کاهش هزینه و زمان حمل و نقل به شمار می رود (Bagheri et al., 2025). انتخاب مکان مناسب بندر خشک نقشی تعیین کننده در کارایی شبکه حمل و نقل و پیامدهای زیست محیطی آن دارد.

چالش های جهانی و ایران در توسعه بنادر خشک

با وجود مزایای متعدد، ایجاد و بهره برداری از بنادر خشک مستلزم تعامل ذی نفعان گوناگون با اهدافی گاه متعارض است. مطالعات بین المللی نشان می دهد چالش هایی نظیر تأمین مالی زیرساخت ها، ناکافی بودن اتصال ریلی، برنامه ریزی ناکارآمد کانتینر، وابستگی بیش از حد به حمل و نقل جاده ای، و رقابت با بنادر دریایی، می تواند کارایی و توجیه پذیری اقتصادی بنادر خشک را تضعیف کند (Khaslavskaya et al., 2024). همچنین، حمل و نقل ترکیبی دریایی-ریلی، با وجود مزایای اقتصادی و زیست محیطی، در عمل با پیچیدگی های نهادی و عملیاتی متعددی مواجه است که بر رضایت فرستندگان کالا اثر می گذارد (Abu-Aisha et al., 2024).

وضعیت ایران و ضرورت توجه به پس کرانه ها

در ایران، رشد حمل و نقل کانتینری و افزایش ابعاد کشتی های کانتینربر، بنادر ساحلی را با چالش جدی توسعه پس کرانه مواجه کرده است. کمبود فضای تخلیه و انبارش، دسترسی محدود به مراکز تولید، افزایش آلودگی زیست محیطی، و افزایش هزینه های نهایی حمل و نقل، ادامه فعالیت بنادر ساحلی را با محدودیت روبه رو کرده است. در این شرایط، بندر خشک می تواند بخشی از خدمات بندر ساحلی را به مناطق داخلی منتقل کند (حاضری و همکاران، ۱۴۰۲). هم زمان، اسناد بالادستی از جمله برنامه هفتم توسعه (۱۴۰۳-۱۴۰۷) و سیاست های توسعه دریامحور، بر توسعه زیرساخت های حمل و نقل، فعال سازی مزیت های جغرافیایی و تقویت نقش ایران در کریدورهای تجاری منطقه ای تأکید دارند (قربانی نژادبالاگفشه و همکاران، ۱۴۰۳).

مسئله پژوهش و خلأ دانشی (با تمرکز بر سیرجان)

با وجود انجام پژوهش هایی درباره بنادر خشک در ایران، اغلب مطالعات بر مکان یابی، ارزیابی اقتصادی ایستا یا تحلیل های توصیفی متمرکز بوده اند و تحلیل پویای چالش ها، روابط علی- معلولی میان آن ها و بررسی سناریوهای آینده در مقیاس منطقه ای کمتر مورد توجه قرار گرفته است (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۰)؛ به ویژه در مورد شهرستان سیرجان با وجود موقعیت راهبردی در شبکه ریلی کشور، نزدیکی به مراکز تولید و قرارگیری در خوشه های توزیع، پژوهشی که به صورت یکپارچه «سایه روشن های راه اندازی بندر خشک» را با رویکرد آینده نگر و مدل سازی پویایی سیستم بررسی کند مشاهده نمی شود. این خلأ دانشی تصمیم گیری مبتنی بر شواهد را برای سیاست گذاران و برنامه ریزان منطقه ای با ابهام مواجه کرده است.

اهداف، سؤالات و نوآوری پژوهش

هدف این پژوهش تحلیل و سناریوسازی آثار راهاندازی بندر خشک در شهرستان سیرجان بر توسعه پایدار منطقه (از جمله اشتغال، تردد، و زیرساخت‌ها) و ارائه یک چارچوب تصمیم‌یار برای بهینه‌سازی سیاست‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها است. سؤالات اصلی پژوهش عبارت‌اند از:

۱. مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار و تأثیرپذیر در راهاندازی بندر خشک سیرجان کدام‌اند؟
 ۲. روابط علی- معلولی میان این عوامل چگونه شکل می‌گیرد؟
 ۳. پیامدهای راهاندازی بندر خشک تحت سناریوهای خوش‌بینانه، واقع‌گرایانه، و بدبینانه چیست؟
- نوآوری پژوهش در تلفیق تحلیل مضمون، دیمتل فازی و مدل‌سازی پویایی سیستم^۱ در قالب چارچوبی یکپارچه است؛ رویکردی که برای نخستین‌بار در مطالعات بندر خشک ایران، امکان تحلیل هم‌زمان دیدگاه ذی‌نفعان، روابط علی عوامل و رفتار پویایی سیستم در افق آینده را فراهم می‌کند.

پیشینه نظری و تجربی پژوهش

مطالعات بندر خشک با توجه به زمینه‌های مختلف در مطالعات بندر دریایی و طیف وسیعی از روش‌ها برای ارزیابی و پذیرش، مورد توجه روزافزون دانشگاهیان و محققان قرار گرفته است (Miraj et al., 2021). بندر خشک، یک ترمینال چندوجهی داخلی، با اتصال مستقیم به یک بندر دریایی، و دارای مسیرهای ترافیکی با ظرفیت بالا، ترجیحاً ریلی، است. در این ترمینال‌ها، مشتریان می‌توانند کالاهای خود را در واحدهای بارگیری چندوجهی، گویی مستقیماً به بندر دریایی منتقل و یا جمع‌آوری کنند (Muravev et al., 2021). بنادر در سراسر جهان شاهد ایجاد بنادر خشک در مناطق داخلی خود هستند تا جریان روان محموله‌های کانتینری را تضمین و روابط کارآمد بندر-شهر را حفظ کنند (Chowdhury, 2023). یک بندر خشک در مجاورت بنادر دریایی قرار دارد و به‌عنوان امتداد چنین ترمینال‌های دریایی عمل می‌کند و همچنین به‌عنوان یک قطب لجستیکی برای تجمع و توزیع محموله، در نزدیکی مناطق اقتصادی واقع شده است (Nguyen et al., 2021). بنادر خشک باید در مکان‌های مناسب و توسط یک فرآیند جامع انتخاب مکان تعیین و ساخته شوند. یکی از مهم‌ترین بنادر دریایی کشور که نیاز به پشتیبانی بنادر خشک دارد، بندر شهید رجایی در جنوب ایران است. موقعیت جغرافیایی عالی، دسترسی به آب‌های آزاد جهان از طریق خلیج فارس، اتصال به شبکه راه‌آهن بین‌المللی و جاده ابریشم، این بندر را به پایگاهی استراتژیک و منحصربه‌فرد تبدیل کرده است (Raad et al., 2022). بنادر خشک به‌عنوان محورهای بین‌وجهی برای جمع‌آوری و توزیع کانتینرها عمل می‌کنند، جایی که کالاها می‌توانند بین حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی و دریایی منتقل شوند. آن‌ها عملکردهای بنادر دریایی را به مناطق داخلی گسترش می‌دهند و خدمات یک‌مرحله‌ای مانند ترخیص کالا از گمرک، بازرسی و قرنطینه را برای حمل‌کنندگان فراهم می‌کنند (Lu & Qiu, 2025). کارکردهای بنادر خشک بسته به نوع خدمات ارائه‌شده متفاوت است که می‌تواند از خدمات لجستیکی اولیه (مانند انتقال کالا از یک کشتی به کشتی دیگر و ذخیره‌سازی) تا طیف وسیعی از خدمات مشتری‌محور شامل تجمع و تجمع‌زدایی بار، نگهداری و تعمیر، ردیابی و رهگیری، ترخیص گمرکی، پردازش اطلاعات، و ارسال متغیر باشد (ETO et al., 2022). توسعه واقعی بنادر فله خشک به‌سرعت رشد کرده است، زیرا لجستیک دریایی ارزان‌ترین راه حمل‌ونقل برای محموله‌های فله خشک (مانند زغال‌سنگ، آهن، و غلات) است (Zhang et al., 2022). عملیات انجام‌شده در بنادر برای جابه‌جایی بار نقش محوری در حوزه لجستیک جهانی ایفا می‌کند و انتقال کالا بین سیستم‌های حمل‌ونقل دریایی و زمینی را تسهیل می‌کند (Koritarov, 2024). با روند جهانی شدن، حجم تجارت بین کشورها به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است و بیشتر این کالاها از طریق بنادر حمل می‌شوند، بنابراین نقش مهمی در شبکه‌های حمل‌ونقل و سیستم‌های اقتصادی ایفا می‌کنند. کارایی عملکرد بنادر یکی از عناصر کلیدی موفقیت است و به چیدمان و طراحی زیرساخت‌ها مربوط می‌شود (Yen et al., 2023).

پیشینه پژوهش در خارج و داخل از کشور به شرح زیر آمده است:

اوکونگ و نیارونگا (۲۰۲۵) در تحقیقی با عنوان «افزایش بهره‌وری لجستیک حمل‌ونقل از طریق مشارکت‌های دولتی- خصوصی: در مورد بندر خشک ایساکا در امتداد کریدور مرکزی تانزانیا»، به این نتیجه رسیدند که PPP ها (توازن قدرت خرید) می‌توانند در تغییر عملکرد بندر خشک، زمانی که در سیاست‌های صحیح، هماهنگی فرامیزی و چارچوب‌های نظارتی گنجانده شوند، مؤثر باشند. این مطالعه گسترش مدل PPP را به سایر مراکز لجستیک داخلی و تقویت زیرساخت‌های تجارت دیجیتال منطقه‌ای برای بهبود عملکرد لجستیک در سراسر کریدور توصیه می‌کند.

دیوی و همکاران (۲۰۲۴) در تحقیقی با عنوان «مدل تحلیل امکان‌سنجی مالی بندر خشک» نشان می‌دهند که محاسبه تجزیه و تحلیل امکان‌سنجی از ۳ سناریو استفاده می‌کند، یعنی برای شرایط خوش‌بینانه مقدار $IRR 28.8\%$ ، برای شرایط متوسط مقدار $IRR 13.6\%$ و برای شرایط بدبینانه مقدار $IRR 7.2\%$ است. از نتایج فوق، شرایط خوش‌بینانه و متوسط، محتمل‌ترین سناریوها برای توسعه بندر خشک تانگرنگ هستند.

پوچیوات و همکاران (۲۰۲۴) در تحقیقی با عنوان «مکان‌یابی بندر خشک بر اساس مسئله ترکیبی MCDM و مکان‌یابی بار ثابت بدون ظرفیت برای ترمینال کانتینری سورابایا و تلوک لامونگ» نشان می‌دهند که حمل‌ونقل بار از مکان‌های صنعتی به بنادر دریایی هنوز تحت سلطه کامیون‌ها است. روند روبه‌رشد فعالیت‌های بارگیری و تخلیه در پایانه‌های سورابایا، تلوک لامونگ و زمین‌های انبارداری محدود، باعث ازدحام در منطقه بندر، افزایش زمان سفر و در نتیجه هزینه‌های بالای لجستیک خواهد شد.

فایرا (۲۰۲۲) در تحقیقی با عنوان «ارزیابی شیوه‌ها، فرصت‌ها و چالش‌های شرکت خدمات حمل‌ونقل و لجستیک اتیوپی» نشان می‌دهد که برای تشویق صادرکنندگان، حل مشکل قابلیت اطمینان و پایداری مراکز سیستم فناوری در بندر خشک، حل استاندارد کیفیت زیرساخت‌ها و به حداقل رساندن زمان توقف بار برای استفاده کارآمد از ترمینال کانتینر، سرمایه‌گذاری روی عملکرد و چالش‌های ارائه خدمات بندر خشک انجام شود تا از طریق ایجاد و ارتقای ظرفیت سازمانی، شرایط مطلوبی برای دستیابی به هدف و تبدیل شدن به یک بندر خشک رقابتی در سطح جهانی ایجاد شود.

اکسی و هو (۲۰۲۱) در تحقیقی با عنوان «ساخت شبکه لجستیک بندر خشک- بندر دریایی تحت طرح کمربند و جاده: مطالعه موردی استان شاندونگ در چین» نشان می‌دهند که وقتی هزینه ساخت و ساز افزایش می‌یابد، هزینه حمل‌ونقل و نیز هزینه انتشار کربن کاهش می‌یابد، پس شبکه لجستیک بندر خشک- بندر دریایی ایجاد شده تحت BRI می‌تواند هزینه حمل‌ونقل لجستیک و آلودگی محیط زیست را کاهش دهد.

اوکیو (۲۰۲۱) در تحقیقی با عنوان «عوامل تعیین‌کننده عملکرد بندر خشک در کنیا» استراتژی‌هایی را برای حل مشکلات موجود در بنادر دریایی برای هماهنگ‌سازی عملیات بنادر خشک در منطقه پیشنهاد می‌دهد. معرفی زیرساخت ترکیبی شبکه ریلی و جاده‌ای به افزایش حجم بار بنادر دریایی کمک کرده و از سوی دیگر، تراکم ترافیک در بنادر دریایی را کاهش داده است.

احمدیان و همکاران (۱۴۰۳) در تحقیقی با عنوان «تبیین نقش بندر خشک در توسعه منطقه‌ای شهر زاهدان» نشان می‌دهند که مهم‌ترین عوامل مؤثر بر توسعه بندر خشک شامل توسعه اقتصادی، کنترل کیفیت، بهبود شرایط اجتماعی، وجود زیرساخت‌های مرتبط و موقعیت جغرافیایی است. همچنین شاخص‌هایی نظیر دسترسی به حمل‌ونقل، کاهش بیکاری، افزایش اشتغال و توسعه تجارت بین‌المللی نقش کلیدی دارند.

دورودیان و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی با عنوان «مکان‌یابی بندر خشک با رویکرد مکان‌یابی محورها در شرایط عدم قطعیت تقاضا: مطالعه موردی: ایران»، به مدل‌سازی مسئله مکان‌یابی بندر خشک به عنوان پایانه حمل‌ونقل چندوجهی پرداخته‌اند. داده‌های استفاده شده برای این مدل داده‌های واقعی مربوط به شبکه حمل‌ونقل ریلی و جاده‌ای ایران است. نتایج به کارگیری مدل پیشنهادی برای مکان‌یابی بندر خشک در کشور، نشان می‌دهد که پتانسیل احداث سه بندر خشک در استان‌های کرمان، فارس و خراسان شمالی وجود دارد.

روش و ابزار تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر رویکرد روش‌شناختی، آمیخته اکتشافی (کیفی- کمی) است. انتخاب این رویکرد با توجه به ماهیت مسئله پژوهش صورت گرفته است؛ زیرا شناسایی چالش‌ها و چشم‌اندازهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان، مستلزم استخراج کیفی عوامل از ادراکات خبرگان و سپس تحلیل کمی روابط علی- معلولی و رفتار پویای سیستم است. در این چارچوب، ابتدا بخش کیفی برای کشف و مفهوم‌پردازی عوامل انجام شده و نتایج آن به‌عنوان ورودی بخش کمی مورد استفاده قرار گرفته است. بنابراین پژوهش نه صرفاً توصیفی است و نه تجربی کلاسیک، بلکه در زمره مطالعات تحلیلی- سیستمی، با تأکید بر روابط علی و سناریوسازی آینده‌نگر، قرار می‌گیرد.

جامعه آماری پژوهش شامل خبرگان و استادان آشنا با حوزه آمایش سرزمین، حمل‌ونقل، لجستیک، برنامه‌ریزی منطقه‌ای، و بنادر است. نمونه پژوهش متشکل از ۱۲ نفر خبره است که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شده‌اند.

معیارهای انتخاب خبرگان عبارت‌اند از: تسلط نظری و علمی بر موضوع بنادر خشک و توسعه منطقه‌ای، تجربه عملی یا اجرایی مرتبط (دانشگاهی، مدیریتی، سیاست‌گذاری یا مشاوره‌ای)، تمایل و توانایی مشارکت فعال در مصاحبه و تکمیل پرسشنامه، و دسترسی و امکان تعامل مستمر در طول فرآیند پژوهش. از نظر ترکیب تخصصی، خبرگان شامل استادان دانشگاه در حوزه برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، کارشناسان و مدیران اجرایی بخش حمل‌ونقل و لجستیک، و صاحب‌نظران آمایش سرزمین بوده‌اند.

کفایت حجم نمونه در بخش کیفی بر اساس اصل اشباع نظری تأیید شد، به‌گونه‌ای که پس از انجام ۱۲ مصاحبه، داده جدید معناداری به مضامین افزوده نشد. همچنین در بخش کمی، تعداد خبرگان با توجه به عرف روش دیمتل فازی و مطالعات مشابه، مناسب و قابل قبول ارزیابی می‌شود.

ابزارها و فرآیند گردآوری داده‌ها

بخش کیفی: تحلیل مضمون

در مرحله نخست، به‌منظور شناسایی چالش‌ها و چشم‌اندازهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۲ نفر از خبرگان انجام شد. داده‌های کیفی با استفاده از روش تحلیل مضمون و با رویکردی رفت‌وبرگشتی تحلیل شدند. مراحل تحلیل مضمون به شرح زیر انجام گرفت:

- 0 آشنایی با داده‌ها؛
- 0 ایجاد کدهای اولیه و خرده‌مضامین؛
- 0 جست‌وجوی مضامین اصلی؛
- 0 بازبینی و پالایش مضامین؛
- 0 تعریف و نام‌گذاری مضامین نهایی؛
- 0 تهیه گزارش نهایی مضامین.

خروجی این مرحله، استخراج مجموعه‌ای از چالش‌ها و چشم‌اندازهای کلیدی بود که مبنای طراحی پرسشنامه دیمتل فازی قرار گرفت.

بخش کمی: دیمتل فازی

در مرحله دوم، بر اساس عوامل شناسایی‌شده در بخش کیفی، پرسشنامه‌ای بسته طراحی شد و در اختیار خبرگان قرار گرفت. از خبرگان خواسته شد تا میزان تأثیر هر عامل بر سایر عوامل را با در نظر گرفتن افق زمانی آینده، بر اساس طیف پنج‌درجه‌ای از «بی‌تأثیر» تا «تأثیر بسیار زیاد»، ارزیابی کنند.

برای در نظر گرفتن عدم قطعیت قضاوت‌های انسانی، از روش دیمتل فازی استفاده شد. نتایج این مرحله، منجر به:

- 0 تعیین عوامل علی و معلولی؛
- 0 محاسبه شدت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل؛
- 0 ترسیم نمودار روابط علی- معلولی چالش ها و چشم اندازها شد.

مدل سازی پویایی سیستم

در مرحله سوم، از نتایج حاصل از دیمتل فازی به عنوان پایه طراحی مدل پویایی سیستم استفاده شد. در این مدل: کلیه چالش ها به عنوان متغیرهای موجودی (Stock) در نظر گرفته شدند؛ برای هر چالش، یک جریان ورودی (افزاینده چالش) و یک جریان خروجی (کاهنده چالش) تعریف شد؛ حلقه های بازخورد علی بر اساس روابط دیمتل طراحی شد. مدل سازی با استفاده از نرم افزار Vensim انجام شد و امکان تحلیل رفتار سیستم را در طول زمان و تحت مداخلات سیاستی مختلف فراهم کرد. در نهایت، سه سناریوی خوش بینانه، واقع گرایانه و بدبینانه برای ارزیابی پیامدهای راه اندازی بندر خشک در منطقه مورد مطالعه شبیه سازی شد.

یکپارچگی روش ها و اعتبار بخشی یافته ها

در این پژوهش، از یافته های مرحله کیفی به عنوان منبع اصلی استخراج مؤلفه ها برای دیمتل فازی استفاده شد و نتایج دیمتل نیز مبنای طراحی حلقه های علی در مدل پویایی سیستم قرار گرفت. این ساختار یکپارچه امکان بررسی هم زمان کیفیت ادراکات محلی خبرگان، و شدت و جهت روابط علی عوامل را فراهم کرد. پیامدهای احتمالی مداخلات سیاستی در افق زمانی آینده را فراهم می سازد و به اعتبار بخشی نتایج پژوهش کمک می کند. در نتیجه، ماهیت مدل ارائه شده در این پژوهش بیش از آنکه شواهد محور و مبتنی بر داده های تجربی اندازه گیری شده باشد، ادراکی- خبرگانی است. از این رو، در صورت استفاده از نتایج پژوهش برای پیشنهاد های سیاستی و تصمیم سازی کلان، لازم است این مرز روش شناختی به طور شفاف تبیین شود تا دامنه اعتبار و قابلیت تعمیم نتایج نیز به درستی تفسیر شود. با توجه به آنکه داده های استفاده شده در این پژوهش مبتنی بر قضاوت خبرگان منتخب از طریق نمونه گیری هدفمند بوده است، مدل ارائه شده ماهیتی ادراکی- تحلیلی دارد و نه شواهد محور مبتنی بر داده های تجربی ثانویه یا ثبتی. از این رو، اعتبار نتایج به میزان همگرایی و انسجام قضاوت های خبرگان وابسته است. در پژوهش حاضر، اگرچه انتخاب خبرگان بر اساس معیارهایی نظیر تسلط نظری، تجربه عملی، تمایل به مشارکت، و دسترسی پذیری انجام شده است، پایایی توافق میان خبرگان به صورت آماری مستقل (مانند ضریب توافق، آزمون همگرایی یا تحلیل حساسیت وزن خبرگان) سنجیده نشده است. این موضوع یکی از محدودیت های روش شناختی پژوهش محسوب می شود.

بنابراین، نتایج حاصل از تحلیل دیمتل فازی باید به عنوان بازتابی از ادراک جمعی خبرگان در شرایط عدم قطعیت تفسیر شود، نه به عنوان روابط علی قطعی مبتنی بر شواهد تجربی. بدیهی است که در مطالعات آتی، به کارگیری شاخص هایی نظیر ضریب توافق کندال، آزمون همگرایی قضاوت ها، تحلیل حساسیت وزن خبرگان یا مقایسه نتایج با داده های عینی منطقه ای می تواند به تقویت روایی و پایایی مدل و افزایش قابلیت اتکای سیاستی نتایج منجر شود. با توجه به آنکه تحلیل دیمتل فازی در این پژوهش بر اساس قضاوت خبرگان منتخب به روش نمونه گیری هدفمند انجام شده است، چارچوب تحلیلی پژوهش ماهیتی ادراکی- خبرگانی دارد. اگرچه خبرگان بر اساس معیارهایی نظیر سابقه تخصصی، تجربه عملی مرتبط و آشنایی با موضوع بندر خشک انتخاب شده اند، پایایی توافق میان خبرگان به صورت آماری مستقل (مانند ضریب توافق کندال، آزمون همگرایی یا تحلیل حساسیت وزن خبرگان) به طور صریح سنجیده نشده است.

از این رو، نتایج حاصل از دیمتل فازی باید به عنوان بازتابی ساختار علی ادراک شده از دیدگاه جمعی خبرگان تفسیر شود و نه به عنوان روابط علی قطعی مبتنی بر داده های تجربی اندازه گیری شده. این موضوع یکی از محدودیت های روش شناختی پژوهش

محسوب می‌شود و در مطالعات آتی به‌کارگیری شاخص‌های کمی سنجش توافق خبرگان و یا وزن‌دهی متفاوت به نظرات آنان می‌تواند به افزایش روایی و پایایی نتایج کمک کند. در مدل پویایی سیستم، روابط علی استخراج‌شده از دیمتل فازی به‌صورت حلقه‌های بازخورد تقویتی و تعدیلی مفهوم‌سازی شده‌اند. به‌طور خاص، تقویت ظرفیت‌های اقتصادی-مالی و اجتماعی-فرهنگی منجر به کاهش تدریجی چالش‌های فنی-زیرساختی و مدیریتی-سازمانی شده است و یک حلقه تقویتی مثبت با هدف بهبود عملکرد سیستم ایجاد می‌کند. در مقابل، محدودیت‌های نهادی و زیست‌محیطی نقش حلقه‌های تعدیلی را ایفا می‌کنند که می‌توانند شدت اثر سیاست‌ها را در بلندمدت کاهش دهند. مدل پویایی سیستم در نرم‌افزار Vensim توسعه داده شده است و شامل متغیرهای انباشت و جریان و متغیرهای کمکی است که شدت نسبی چالش‌ها را در طول زمان شبیه‌سازی می‌کنند. واحد متغیرها به صورت شاخص نرمال‌شده تعریف شده و هدف مدل، تحلیل روند تغییرات نسبی چالش‌ها بوده است، و نه پیش‌بینی مقادیر مطلق.

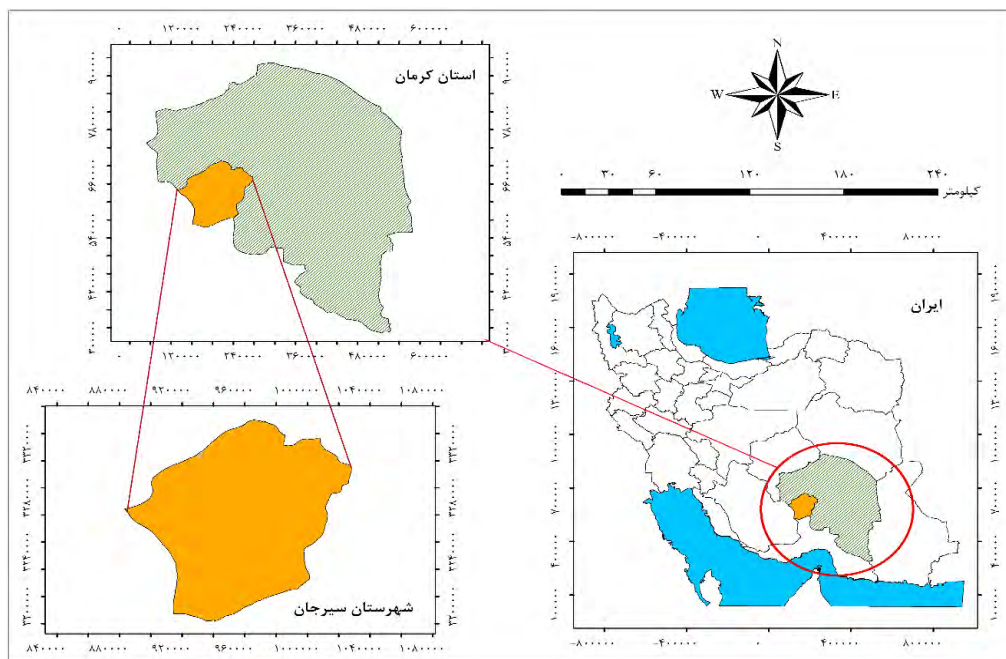
ابتدا با ۱۲ نفر از خبرگان و صاحب‌نظران برای شناسایی چالش‌ها و چشم‌اندازهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان مصاحبه شد. نتایج حاصل از اطلاعات جمعیت‌شناختی در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱. توزیع فراوانی نمونه آماری بر حسب جمعیت‌شناختی خبرگان			
متغیر	سطوح متغیر	فراوانی	درصد
جنسیت	مرد	۱۱	۹۱/۰
	زن	۱	۹/۰
	جمع	۱۲	۱۰۰/۰
سابقه کار	۱۰-۲۰ سال	۷	۵۸/۰
	۲۱-۳۰ سال	۴	۳۳/۰
	بیشتر از ۳۰ سال	۱	۹/۰
	جمع کل	۱۲	۱۰۰/۰
سن	۴۰-۵۰	۶	۵۰/۰
	۵۱-۶۰	۵	۴۱/۰
	۶۱-۶۵	۱	۹/۰
	جمع کل	۱۲	۱۰۰/۰

۹۱ درصد از پاسخ‌دهندگان را مردها تشکیل می‌دهند. با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از پرسشنامه، اکثر پاسخ‌دهندگان خبره دارای سابقه خدمت ۱۰ تا ۲۰ سال هستند.

محدوده مورد مطالعه

شهرستان سیرجان واقع در بخش غربی استان کرمان است و جمعیت آن بر اساس سرشماری نفوس و مسکن، در سال ۱۳۹۵، ۱۹۹۷۰۴ نفر است. این شهرستان از شمال به شهرستان رفسنجان، از شرق به شهرستان بردسیر، از جنوب به شهرستان بافت و از غرب به استان فارس محدود می‌شود. سیرجان به دلیل قرارگیری در مسیر ارتباطی مهم جنوب به شمال و شرق به غرب کشور، از جایگاه راهبردی در مبادلات اقتصادی و حمل‌ونقل برخوردار است. شرایط اقلیمی نیمه‌خشک، تنوع واحدهای ژئومورفولوژیک و فعالیت‌های معدنی و صنعتی، از ویژگی‌های شاخص این منطقه به شمار می‌آیند. این خصوصیات، شهرستان سیرجان را به محدوده‌ای مناسب برای انجام فعالیت‌های اقتصادی تبدیل کرده است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهرستان سیرجان

یافته های تحقیق

در این پژوهش با ۱۲ نفر مصاحبه شده است، که در ادامه به تجزیه و تحلیل پاسخ های ایشان می پردازیم.

جدول ۲. مضامین پایه، سازمان دهنده و کلیدی چالش ها و چشم اندازهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان

مضامین کلیدی	مضامین سازمان دهنده	مضامین پایه
اقتصادی- مالی	تحلیل هزینه- فایده	نسبت سود به هزینه پروژه
		زمان بازگشت سرمایه
		تأثیر بر قیمت تمام شده نهایی حمل و نقل
		تعداد سرمایه گذاران فعال در پروژه
اقتصادی- مالی	جذب سرمایه گذاری خصوصی و خارجی	حجم سرمایه گذاری جذب شده به ریال/ ارز
		میزان مشوق های مالیاتی و تسهیلات دولتی
		رشد سالیانه درآمدهای گمرکی منطقه
		افزایش سهم مالیات بر ارزش افزوده محلی
اقتصادی- مالی	کاهش هزینه های لجستیکی ملی	میانگین درصد کاهش هزینه حمل و نقل کالا
		افزایش کارایی کلی زنجیره تامین
		صرفه جویی تخمینی در مصرف سوخت کشوری
		رشد صنایع وابسته (انبارداری، بسته بندی، و خدمات فنی)
فنی- زیرساختی	تنوع بخشی به اقتصاد محلی	تغییر ساختار اشتغال از معدن محور به لجستیک محور
		کیلومتر اتصال مستقیم به شبکه ریلی سراسری
		ارزیابی شاخص کیفیت جاده های دسترسی
		تعداد خطوط ارتباطی ریلی فعال (مسیر)
فنی- زیرساختی	اتصال حمل و نقلی (ریلی، جاده ای)	درصد اتوماسیون و مکانیزاسیون عملیات
		ظرفیت اسمی جابه جایی کانتنر (TEU)
		به روز بودن نرم افزارهای مدیریت محوطه
		پایداری شبکه تامین انرژی (برق/ گاز)
فنی- زیرساختی	تجهیزات و فناوری های بارگیری	پوشش دهی کامل شبکه ارتباطی و اینترنت
		وجود انبارها و مخازن استاندارد جانبی
فنی- زیرساختی	زیرساخت خدمات پشتیبانی	

ادامه جدول ۲.

مضامین پایه	مضامین سازمان دهنده	مضامین کلیدی
نسبت سهم بخش خصوصی در مالکیت وضوح شرح وظایف درجه استقلال مالی و اجرایی بندر خشک	مدل بهره‌برداری و مالکیت	مدیریتی- سازمانی
وجود سند راهبردی ۱۰ ساله انطباق عملکرد با سند چشم‌انداز ملی فرآیند بازرینی و به‌روزرسانی سیاست‌ها	سیاست‌ها و راهبردهای توسعه	
تعداد نهادهای درگیر، سطح هماهنگی میان سازمان‌ها وجود سند توسعه بندر خشک	هماهنگی نهادی و مدیریت یکپارچه	
بررسی و تصویب قوانین مرتبط با راه‌اندازی بندر خشک قوانین حمل‌ونقل، گمرکی، و تجاری نظارت بر اجرای صحیح و به‌موقع قوانین تصویب‌شده و اطمینان از رعایت استانداردها	نقش مجلس شورای اسلامی	
تعداد شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPIs) تعریف‌شده انتشار منظم گزارش‌های عملکردی وجود کمیته مستقل ارزیابی ریسک	نظام نظارت و ارزیابی عملکرد	
نتایج نظرسنجی رضایت عمومی از پروژه میزان درگیری جامعه مدنی در تصمیم‌گیری‌ها میزان شکایات ثبت‌شده مرتبط با پروژه	رضایت جامعه محلی و ذینفعان	
درصد کارکنان دارای گواهینامه‌های تخصصی بین‌المللی نرخ ماندگاری نیروی کار متخصص در منطقه میزان سرمایه‌گذاری سالانه در آموزش	آموزش و توانمندسازی نیروی انسانی	اجتماعی- فرهنگی
میزان بهره‌مندی اقشار مختلف از فرصت‌های توسعه دسترسی برابر به امکانات	عدالت فضایی و توزیع منافع	
سهم شرکت‌های کوچک و متوسط محلی در زنجیره توزیع جغرافیایی منافع اقتصادی درون شهرستان حمایت از توسعه کسب‌وکارهای جانبی (خدمات، رستوران‌ها)	عدالت منطقه‌ای و توزیع منافع	
کاهش تعداد سفر کامیون‌های سنگین به بندر عباس سنجش شاخص کیفیت هوای محوطه (PM 2.5, NOX) میزان جذب کربن دی‌اکسید توسط فضای سبز پروژه	کاهش مصرف سوخت و آلودگی	زیست‌محیطی- پایداری
درصد باز یافت پسماندهای عملیاتی شاخص بهره‌وری مصرف آب در عملیات عدم تخلیه فاضلاب تصفیه‌نشده به محیط	مدیریت پسماند و منابع آب	
گواهینامه‌های بین‌المللی محیط زیستی کسب‌شده آموزش اجباری سالیانه کارکنان درباره محیط زیست شفافیت در انتشار گزارش‌های پایش محیطی	فرهنگ و مدیریت محیط زیستی	
وضوح تعریف حقوقی «بندر خشک» در قوانین انطباق کامل با قانون تجارت و حمل‌ونقل تعداد پرونده‌های حقوقی و اختلافات قراردادی	چارچوب قانونی بندر خشک	
متوسط زمان ترخیص محموله‌های استاندارد درصد استفاده از پنجره واحد خدمات الکترونیکی ضریب تسهیل صدور مجوزها میزان اختیارات واگذارشده به استانداری/ فرمانداری	نظام گمرکی و تسهیل تجارت	حقوقی- نهادی

یافته های جدول ۲ نشان داد که ۲۱ مضمون سازمان دهنده و ۶ مضمون کلیدی استخراج شده است که به بررسی مضامین مختلف مرتبط با راه اندازی بندر خشک در شهرستان سیرجان می پردازد و به تفکیک مضامین فراگیر، سازمان دهنده و پایه، ابعاد مختلف این پروژه را تحلیل می کند. این جدول به عنوان یک ابزار تحلیلی می تواند به تصمیم گیرندگان و محققان در درک بهتر ابعاد اقتصادی، فنی، مدیریتی، اجتماعی، زیست محیطی، و حقوقی کمک کند. مضامین اقتصادی و مالی به عنوان یکی از مهم ترین ابعاد راه اندازی بندر خشک در سیرجان مطرح شده اند. تحلیل هزینه-فایده، به عنوان یک ابزار کلیدی، به بررسی نسبت سود به هزینه پروژه و زمان بازگشت سرمایه می پردازد. این تحلیل می تواند به سرمایه گذاران کمک کند تا در مورد سرمایه گذاری های خود تصمیمات بهتری بگیرند. جذب سرمایه گذاری خصوصی و خارجی نیز یکی از مضامین کلیدی است که در این جدول به آن اشاره شده است. تعداد سرمایه گذاران فعال و حجم سرمایه گذاری جذب شده به عنوان شاخص هایی برای ارزیابی موفقیت پروژه در جذب سرمایه گذاری های جدید مطرح شده اند. این موضوع می تواند به رشد اقتصادی منطقه کمک و فرصت های شغلی جدیدی ایجاد کند. کاهش هزینه های لجستیکی ملی نیز در این جدول به عنوان یک هدف مهم مطرح شده است. میانگین درصد کاهش هزینه حمل و نقل کالا و افزایش کارایی زنجیره تأمین می تواند به بهبود وضعیت اقتصادی کشور کمک کند و به کاهش قیمت تمام شده نهایی حمل و نقل منجر شود. در بخش فنی و زیرساختی، اتصال حمل و نقلی و تجهیزات و فناوری های بارگیری به عنوان مضامین کلیدی معرفی شده اند. اتصال به شبکه ریلی سراسری و ارزیابی کیفیت جاده های دسترسی می تواند به تسهیل حمل و نقل و افزایش کارایی بندر کمک کند. همچنین، به روز بودن نرم افزارهای مدیریت محوطه و درصد اتوماسیون عملیات نیز از دیگر عوامل مؤثر در بهبود عملکرد بندر هستند. زیرساخت خدمات پشتیبانی نیز به عنوان یکی از ارکان اصلی موفقیت بندر خشک در نظر گرفته شده است. پایداری شبکه تأمین انرژی و پوشش دهی کامل شبکه ارتباطی و اینترنت می تواند به بهبود کیفیت خدمات ارائه شده به مشتریان کمک کند و رضایت آن ها را افزایش دهد. مدیریت و سازماندهی مؤثر به عنوان یک بُعد حیاتی مطرح شده است. مدل بهره برداری و مالکیت، وضوح شرح وظایف و درجه استقلال مالی و اجرایی بندر خشک می تواند به بهبود عملکرد و کارایی بندر کمک کند. وجود سند راهبردی ده ساله و انطباق با سند چشم انداز ملی نیز از دیگر عوامل مهم در این زمینه هستند. در بعد اجتماعی و فرهنگی، رضایت جامعه محلی و ذی نفعان، و آموزش و توانمندسازی نیروی انسانی به عنوان مضامین کلیدی مطرح شده اند. نتایج نظرسنجی رضایت عمومی و میزان درگیری جامعه مدنی در تصمیم گیری ها می تواند به بهبود روابط بین بندر و جامعه محلی کمک، و از بروز نارضایتی ها جلوگیری کند. عدالت منطقه ای و توزیع منافع نیز در این جدول مورد توجه قرار گرفته است. سهم شرکت های کوچک و متوسط محلی در زنجیره تأمین و توزیع جغرافیایی منافع اقتصادی می تواند به توسعه پایدار منطقه کمک و از تمرکز ثروت جلوگیری کند. در بعد زیست محیطی، کاهش مصرف سوخت و آلودگی و نیز مدیریت پسماند و منابع آب به عنوان مضامین کلیدی مطرح شده اند. کاهش تعداد سفر کامیون های سنگین و سنجش کیفیت هوای محوطه می تواند به بهبود وضعیت زیست محیطی منطقه کمک و از آسیب های زیست محیطی جلوگیری کند. مضامین حقوقی و نهادی به عنوان چارچوب قانونی بندر خشک و نظام گمرکی و تسهیل تجارت مطرح شده اند. وضوح تعریف حقوقی «بندر خشک» و انطباق با قوانین تجارت و حمل و نقل می تواند به تسهیل فرآیندهای قانونی و کاهش مشکلات حقوقی کمک کند.

نتایج تحلیل مضمون صاحب ها

در این پژوهش، داده های حاصل از ۱۲ مصاحبه نیمه ساختاریافته با خبرگان با استفاده از روش تحلیل مضمون، تحلیل شد. نتیجه این تحلیل، استخراج ۶ مضمون کلیدی، ۲۱ مضمون سازمان دهنده و مجموعه ای از مضامین پایه مرتبط با چالش ها و چشم اندازهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان بود.

جدول ۲ ساختار نهایی مضامین استخراج شده را در سه سطح پایه، سازمان دهنده، و کلیدی نشان می دهد. مضامین کلیدی شناسایی شده عبارتند از:

- 0 اقتصادی- مالی
- 0 فنی- زیرساختی
- 0 مدیریتی- سازمانی

0 اجتماعی- فرهنگی

0 زیست محیطی- پایداری

0 حقوقی- نهادی

این مضامین به عنوان خروجی مرحله کیفی پژوهش، مبنای ورود به مرحله تحلیل دیمتال فازی قرار گرفتند. اگرچه در جدول مضامین (جدول ۲) شاخص هایی کمی مانند «ظرفیت جابه جایی کانتینر (TEU)»، «کیلومتر اتصال به شبکه ریلی»، «زمان ترخیص گمرکی» و سایر موارد ارائه شده است، لازم به توضیح است که این شاخص ها به عنوان متغیرهای اندازه گیری شده تجربی در بخش کمی پژوهش مورد استفاده قرار نگرفته اند. این شاخص ها در مرحله کیفی پژوهش و از طریق مصاحبه با خبرگان و تحلیل مضمون، به منظور تبیین ابعاد مفهومی و معیارهای ارزیابی چالش ها و چشم اندازهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان شناسایی شده اند.

هدف اصلی بخش کیفی پژوهش، شناسایی نظام مند ابعاد و معیارهای کلیدی مرتبط با استقرار بندر خشک بوده است، نه اندازه گیری وضعیت فعلی هر یک از شاخص ها در منطقه مورد مطالعه. از این رو، شاخص های ارائه شده در جدول مضامین، شاخص های بالقوه، مرجع و سیاست محور تلقی می شوند که بیانگر مؤلفه هایی هستند که از دیدگاه خبرگان، برای ارزیابی و پایش عملکرد بندر خشک ضروری اند.

در بخش کمی، تحلیل دیمتال فازی در سطح شش چالش اصلی تجمیع شده (اقتصادی- مالی، فنی- زیرساختی، مدیریتی- سازمانی، اجتماعی- فرهنگی، زیست محیطی- پایداری، و حقوقی- نهادی) انجام شده است و نه در سطح شاخص های منفرد. داده های ورودی دیمتال فازی از ۱۲ پرسشنامه مقایسه زوجی خبرگان استخراج شده و منعکس کننده قضاوت آنان درباره شدت روابط علی- معلولی میان این شش چالش بوده است، بدون آنکه مقدار واقعی شاخص های زیرمجموعه در شهرستان سیرجان مستقیماً در محاسبات لحاظ شود.

بنابراین، شاخص های شناسایی شده در تحلیل مضمون، سه نقش اصلی را در این پژوهش ایفا می کنند:

1. تعریف و تبیین مفهومی هر یک از چالش های شش گانه
 2. ایجاد چارچوبی برای طراحی سیاست ها و سناریوهای مدل پویایی سیستم
 3. ارائه مبنایی برای پژوهش های آتی به منظور اندازه گیری تجربی و ارزیابی عملیاتی استقرار بندر خشک.
- اندازه گیری مقادیر واقعی این شاخص ها در شهرستان سیرجان (مانند ظرفیت فعلی TEU، طول اتصال ریلی یا متوسط زمان ترخیص گمرکی) خارج از دامنه پژوهش حاضر بوده است.

تحلیل پرسشنامه مقایسه زوجی چالش های استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان

در این مرحله به منظور تعیین روابط علت و معلولی میان چالش های شناسایی شده و درک میزان اثرگذاری و اثرپذیری هر چالش از روش دیمتال فازی بهره گرفته می شود. ۱۲ پرسشنامه زوجی تکمیل شده در این مرحله طی گام های تبدیل نظر خبرگان به اعداد فازی، ایجاد ماتریس فازی، ارتباط مستقیم، نرمال سازی ماتریس فازی ارتباط مستقیم، تحلیل روابط علت و معلولی بین عوامل شناسایی شده، محاسبه ماتریس فازی ارتباط کامل، و محاسبه ماتریس قطعی ارتباط کامل تجزیه و تحلیل شد (جدول ۳).

ماتریس ارتباط کامل قطعی بین این چالش ها را نشان می دهد.

در نهایت، با محاسبه میانگین درایه های ماتریس قطعی و مقایسه هر درایه با مقدار میانگین (که در این مطالعه مقدار $1/74$ است)، در صورتی که درایه ها از میانگین بزرگ تر و یا برابر با آن باشند، شاخص سطری بر شاخص متناظر ستونی تأثیرگذار است و در درایه متناظر مقدار ۱ جایگزین می شود. برای ترسیم مدل علت و معلولی پیکانی از سمت عوامل تأثیرگذار به عوامل تأثیرپذیر رسم می شود. همچنین با محاسبه مقادیر D و R که به ترتیب مجموع عناصر هر سطر و هر ستون است و سپس محاسبه $D+R$ و $D-R$ میزان تعامل و تأثیرگذاری هر عامل تعیین می شود. عواملی که $D-R$ مثبت دارند، به عنوان علت و در صورت منفی بودن، به عنوان معلول طبقه بندی می شوند. $D+R$ میزان تعامل و $D-R$ تأثیر نهایی هر عامل را نشان می دهد. در صورت مثبت بودن مقدار $D-R$ ، آن عامل به عنوان علت و در صورت منفی بودن، به عنوان معلول طبقه بندی می شود.

جدول ۳. ماتریس ارتباط کامل قطعی بین چالش‌های شش‌گانه

D	حقوقی- نهادی	زیست محیطی- پایداری	اجتماعی- فرهنگی	مدیریتی- سازمانی	فنی- زیرساختی	اقتصادی- مالی
3/889197	0/615574	0/695173	0/649159	0/684924	0/691419	0/552948
3/111162	0/495529	0/571002	0/508738	0/563840	0/480655	0/491399
3/748491	0/586990	0/673032	0/628750	0/580982	0/662630	0/616106
3/896798	0/627058	0/713329	0/578042	0/692011	0/674336	0/612022
3/555673	0/588178	0/569317	0/604390	0/606713	0/606048	0/581027
3/638785	0/516702	0/656417	0/623634	0/620352	0/628192	0/593488
R	3/430031	3/878271	3/592712	3/748821	3/743282	3/446990

جدول ۴. ماتریس میزان تعامل و تأثیرگذاری

حقوقی- نهادی	زیست محیطی - پایداری	اجتماعی- فرهنگی	مدیریتی- سازمانی	فنی- زیرساختی	اقتصادی- مالی
7/068816	7/433945	7/489509	7/497312	6/854444	7/336187
0/208754	-0/322598	0/304086	-0/000330	-0/632119	0/442207

در ادامه مقادیر D ، R ، $D+R$ و $D-R$ به صورت نزولی به همراه عوامل متناظرشان در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. ماتریس مقادیر D ، R ، $D+R$ و $D-R$ به صورت نزولی

چالش	D	چالش	R	چالش	D+R	چالش	D-R
اجتماعی - فرهنگی	3/896798	زیست محیطی - پایداری	3/878271	مدیریتی- سازمانی	7/497312	اقتصادی- مالی	0/442207
اقتصادی - مالی	3/889197	مدیریتی- سازمانی	3/748821	اجتماعی- فرهنگی	7/489509	اجتماعی- فرهنگی	0/304086
مدیریتی - سازمانی	3/748491	فنی- زیرساختی	3/743282	زیست محیطی- پایداری	7/433945	اجتماعی- فرهنگی	0/208754
حقوقی - نهادی	3/638785	اجتماعی- فرهنگی	3/592712	اقتصادی- مالی	7/336187	مدیریتی- سازمانی	-0/000330
زیست محیطی - پایداری	3/555673	اقتصادی- مالی	3/446990	حقوقی- نهادی	7/068816	زیست محیطی- پایداری	-0/322598
فنی - زیرساختی	3/111162	حقوقی- نهادی	3/430031	فنی- زیرساختی	6/854444	فنی- زیرساختی	-0/632119

از میان شش چالش شناسایی شده، سه چالش (اقتصادی-مالی، اجتماعی-فرهنگی، و حقوقی-نهادی) به عنوان علت و سه چالش (مدیریتی-سازمانی، زیست محیطی-پایداری، و فنی-زیرساختی) به عنوان معلول طبقه بندی می شوند؛ قوی ترین علت چالش اقتصادی-مالی و قوی ترین معلول چالش فنی-زیرساختی است؛ چالش مدیریتی-سازمانی بیشترین تعامل را با سایر چالش ها دارد (بیشترین مقدار $D+R$)؛ چالش اجتماعی-فرهنگی از بیشترین تأثیرگذاری (D) و چالش زیست محیطی-پایداری از بیشترین تأثیرپذیری (R) برخوردار هستند. بر اساس نتایج به دست آمده از تحلیل دیمتل فازی، چالش اقتصادی-مالی با مقدار ($D-R=0/442$) به عنوان قوی ترین عامل علت و چالش فنی-زیرساختی با مقدار ($D-R=0/632$) به عنوان قوی ترین معلول در چالش ها و چشم اندازهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان شناسایی شد. این امر نشان می دهد که بهبود ظرفیت های موجود، به ویژه در زمینه های اقتصادی-مالی و اجتماعی-فرهنگی، می تواند آثار گسترده ای بر کاهش سایر چالش های استقرار بندر خشک داشته باشد. چالش مدیریتی-سازمانی دارای بیشترین تعامل ($D+R=7/497$) با سایر چالش ها است. این امر حاکی از آن

است که این عامل در مرکز فرایندهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان قرار دارد و به شدت تحت تأثیر سایر چالش‌ها قرار گرفته است و بر آن‌ها نیز تأثیر می‌گذارد. از نظر میزان تأثیرگذاری، چالش اجتماعی-فرهنگی بیشترین مقدار تأثیرگذاری ($D=3/896$) را داراست، درحالی‌که چالش زیست‌محیطی-پایداری با مقدار ($R = 3/878$) بیشترین میزان تأثیرپذیری را نشان می‌دهد. این موضوع بیانگر آن است که ضعف در تعیین اهداف زیست‌محیطی-پایداری نتیجه کمبود ظرفیت‌های اجتماعی-فرهنگی در این حوزه است. یافته‌ها همچنین نشان می‌دهد که سه چالش حقوقی-نهادی، اقتصادی-مالی، و اجتماعی-فرهنگی به‌عنوان علت‌های اصلی و سه چالش، فنی-زیرساختی، مدیریتی-سازمانی، و زیست‌محیطی-پایداری به‌عنوان معلول شناسایی شده‌اند. بر اساس مقادیر به‌دست‌آمده از ماتریس ارتباط کامل قطعی، چالش اقتصادی-مالی با مقدار $D=0/442$ بیشترین تأثیرگذاری را در بین چالش‌های موجود دارد و در دسته عوامل علی قرار می‌گیرد. به این معنا که کمبود ظرفیت‌های اقتصادی-مالی به‌عنوان یک عامل بنیادین سایر چالش‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از سوی دیگر، چالش فنی-زیرساختی با مقدار $D-R=0/632$ به‌عنوان قوی‌ترین عامل معلولی شناسایی شده است که نشان می‌دهد سایر چالش‌ها، به‌ویژه ضعف در موارد اقتصادی-مالی و اجتماعی-فرهنگی، مستقیماً بر این چالش تأثیر گذاشته‌اند و موجب تحقق نیافتن اهداف مرتبط با استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان شده‌اند. همچنین، بررسی مقادیر $D+R$ نشان می‌دهد که چالش مدیریتی-سازمانی با مقدار $7/497$ بیشترین تعامل را با سایر چالش‌ها دارد، به این معنا که این عامل نه‌تنها بیشترین تأثیر را از سایر چالش‌ها می‌پذیرد، بلکه نقش کلیدی در شبکه ارتباطی میان چالش‌های استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان ایفا می‌کند. در تحلیل نهایی، سه چالش اقتصادی-مالی، اجتماعی-فرهنگی، و حقوقی-نهادی به‌عنوان عوامل علی اصلی شناسایی شده‌اند که ریشه بسیاری از مشکلات استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان هستند. از این میان، چالش اقتصادی-مالی بیشترین تأثیر را بر سایر عوامل دارد، که نشان‌دهنده اهمیت توسعه تنوع‌بخشی به اقتصاد محلی، کاهش هزینه‌های لجستیکی ملی، جذب سرمایه‌گذاری خصوصی و خارجی، و تحلیل هزینه-فایده در فرآیند استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان است. در مقابل، سه چالش فنی-زیرساختی، مدیریتی-سازمانی، و زیست‌محیطی-پایداری به‌عنوان عوامل معلولی دسته‌بندی شده‌اند، به این معنا که ضعف در این حوزه‌ها نتیجه کاستی‌های فنی و مدیریتی در سایر بخش‌ها است؛ به‌ویژه چالش مدیریتی-سازمانی، که خود نیز بر سایر عوامل اثرگذار است، نشان می‌دهد که ضعف در سیاست‌ها و راهبردهای توسعه و هماهنگی نهادی و مدیریت یکپارچه و کارآمد می‌تواند به بازتولید مشکلات موجود منجر شود.

نتایج تحلیل دیمتل فازی چالش‌های استقرار بندر خشک

به‌منظور تحلیل روابط علی-معلولی میان شش چالش شناسایی‌شده، از روش دیمتل فازی استفاده شد. بر اساس داده‌های حاصل از ۱۲ پرسشنامه مقایسه زوجی، ماتریس ارتباط کامل قطعی محاسبه شد، که در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس مجموع سطری (D) و ستونی (R)، مقادیر $D+R$ و $D-R$ برای هر یک از چالش‌ها محاسبه شد. نتایج در جدول ۳ نشان داده شده است.

بر اساس مقادیر $D-R$ ، چالش‌ها به دو گروه علی و معلولی طبقه‌بندی شدند؛ چالش‌های علی: اقتصادی-مالی، اجتماعی-فرهنگی، و حقوقی-نهادی؛ و چالش‌های معلولی: مدیریتی-سازمانی، زیست‌محیطی-پایداری، و فنی-زیرساختی هستند. بر اساس مقادیر D ، R ، $D+R$ و $D-R$ ، رتبه‌بندی نزولی چالش‌ها در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نهایی نشان می‌دهد که قوی‌ترین عامل علی، عامل اقتصادی-مالی، و قوی‌ترین عامل معلولی، عامل فنی-زیرساختی است؛ همچنین بیشترین میزان تعامل را عامل مدیریتی-سازمانی، بیشترین میزان تأثیرگذاری را عامل اجتماعی-فرهنگی، و بیشترین تأثیرپذیری را عامل زیست‌محیطی-پایداری دارد.

نتایج دیمتل فازی نشان می‌دهد که چالش مدیریتی-سازمانی دارای مقدار $D-R$ نزدیک به صفر است که بیانگر نقش دوگانه این عامل در سیستم است؛ به‌گونه‌ای که این چالش نه به‌طور کامل در دسته عوامل علی قرار می‌گیرد و نه صرفاً یک عامل

معلول محسوب می شود. از این رو، این عامل را می توان به عنوان گره واسطه یا مرکز تعامل شبکه علی تفسیر کرد، که هم از سایر چالش ها تأثیر می پذیرد و هم بر آن ها اثر می گذارد.

بنابراین، قرارگیری این عامل در دسته معلول ها صرفاً بر اساس علامت منفی D-R است و باید با احتیاط تفسیری همراه باشد. در این پژوهش، مقدار میانگین درایه های ماتریس روابط نهایی (۱/۷۴) به عنوان آستانه برای شناسایی روابط معنادار علی انتخاب شده است. این روش یکی از رویه های رایج در مطالعات DEMATEL به منظور کاهش پیچیدگی گراف علی و حذف روابط ضعیف است.

با این حال، انتخاب آستانه ذاتاً یک تصمیم تحلیلی است و تغییر آن (مثلاً استفاده از صدک های بالاتر یا مقادیر بهینه) می تواند به ساختارهای گراف متفاوتی منجر شود. انجام نشدن تحلیل حساسیت آستانه در این پژوهش یکی از محدودیت های روش شناختی آن محسوب می شود و پیشنهاد می شود در مطالعات آتی، پایداری ساختار علی نسبت به تغییر آستانه بررسی شود. ضرایب ارائه شده در جدول ۶ بیانگر ضرایب اثرگذاری نرمال شده روابط علی بین چالش ها هستند که از نتایج دیمتل فازی استخراج شده اند و در مدل پویایی سیستم به عنوان ضرایب ساختاری^۱ به کار رفته اند. این ضرایب نشان دهنده شدت نسبی اثر یک چالش بر نرخ تغییر چالش دیگر هستند و نباید به عنوان نرخ فیزیکی، کشش اقتصادی یا پارامتر کالیبره شده تجربی تفسیر شوند. صفر بودن برخی درایه ها، از جمله ستون مربوط به چالش اقتصادی-مالی، ناشی از جهت دار بودن روابط علی استخراج شده از DEMATEL و اعمال آستانه برای حذف روابط ضعیف است. در این چارچوب، چالش اقتصادی-مالی به عنوان عامل علی ریشه ای شناسایی شده و اثرپذیری مستقیم آن از سایر چالش ها در مدل لحاظ نشده است. این فرض یک ساده سازی تحلیلی برای برجسته سازی نقش عوامل ریشه ای است و یکی از محدودیت های مدل محسوب می شود.

روابطی که مقدار آن ها کمتر از آستانه تعیین شده بوده اند، به منظور جلوگیری از بیش پیچیدگی مدل و تمرکز بر روابط غالب، از ساختار مدل حذف شده اند. این حذف به معنای نبود اثر در دنیای واقعی نیست، بلکه بیانگر اثرگذاری نسبی کمتر در چارچوب تحلیلی پژوهش است. در مدل پویایی سیستم، متغیرهای انباشتی بیانگر سطح یا شدت نسبی چالش ها هستند و فاقد واحد فیزیکی مشخص اند. این متغیرها به صورت شاخص های ترکیبی نرمال شده تعریف شده اند که تغییرات آن ها نشان دهنده افزایش یا کاهش نسبی شدت چالش ها در طول زمان است. به روزرسانی این متغیرها از طریق نرخ های ورودی و خروجی مبتنی بر روابط علی استخراج شده انجام می شود.

در این پژوهش، متغیرهای انباشتی به عنوان شاخص های تحلیلی نرمال شده شدت نسبی چالش ها تعریف شده اند و بیانگر مقدار واقعی چالش ها در دنیای واقعی نیستند. مقدار اولیه این متغیرها به عنوان یک baseline تحلیلی مرجع در نظر گرفته شده است تا امکان مقایسه رفتار پویای سیستم در سناریوهای مختلف سیاستی فراهم شود.

بدیهی است که در شرایط واقعی چالش ها همواره دارای سطح پایه غیرصفر هستند و هم زمان تحت تأثیر نیروهای سازگاری و کاهنده قرار دارند. از این رو، نتایج مدل باید به عنوان تحلیل روندهای نسبی و مقایسه ای تفسیر شوند و نه بازنمایی دقیق یا پیش بینی کمی از وضعیت واقعی سیستم.

نتایج DEMATEL فازی نشان می دهد که چالش مدیریتی-سازمانی دارای مقدار R-RD-RD-D بسیار نزدیک به صفر است، که بیانگر نقش دوگانه و مرزی این عامل در ساختار علی است. چنین مقداری نشان می دهد که این چالش نه یک عامل علی خالص و نه صرفاً یک عامل معلول است، بلکه به عنوان گره واسطه یا مرکز تعامل شبکه عمل می کند.

بنابراین، قرارگیری این عامل در دسته عوامل معلول صرفاً بر مبنای علامت منفی R-RD-RD-D است و باید با احتیاط تفسیری همراه باشد. مقدار بالای R+RD+RD+D این عامل، جایگاه مرکزی آن در شبکه روابط علی را تأیید می کند.

نتایج DEMATEL و مدل پویایی سیستم نشان می دهد که چرا تمرکز صرف بر زیرساخت های فنی، بدون اصلاح بستر اقتصادی و نهادی، قادر به رفع چالش های بندر خشک نیست؛ بدین ترتیب، پژوهش حاضر مستقیماً به شکاف مطرح شده در مقدمه درباره نبود تحلیل یکپارچه علی-پویا پاسخ می دهد. این پژوهش نشان می دهد که مدیریت چالش های بندر خشک نیازمند مداخله

هم‌زمان در عوامل ریشه‌ای اقتصادی و نهادی است و مدل ارائه شده می‌تواند به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌یار برای سیاست‌گذاران به کار رود.

در این پژوهش، مقدار میانگین درایه‌های ماتریس روابط نهایی DEMATEL (۱/۷۴) به‌عنوان آستانه برای شناسایی روابط علی معنادار انتخاب شده است. این رویکرد یکی از رویه‌های متداول در مطالعات DEMATEL به‌منظور حذف روابط ضعیف و کاهش پیچیدگی گراف علی است.

با این حال، انتخاب آستانه ذاتاً یک تصمیم تحلیلی است و استفاده از معیارهای جایگزین نظیر آستانه‌های مبتنی بر صدک‌ها یا مقادیر بهینه می‌تواند به ساختارهای علی متفاوتی منجر شود. انجام نگرفتن تحلیل حساسیت آستانه در این پژوهش به‌عنوان یکی از محدودیت‌های روش‌شناختی مطالعه تلقی می‌شود و پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی، پایداری ساختار علی نسبت به تغییر آستانه بررسی شود.

این پژوهش باید به‌عنوان یک چارچوب اکتشافی، ادراکی و تصمیم‌یار تفسیر شود، نه یک مدل پیش‌بینی‌کننده کالبره شده با داده‌های تجربی. در این پژوهش، مقدار میانگین عناصر ماتریس روابط نهایی DEMATEL به‌عنوان آستانه ترسیم گراف علی انتخاب شده است. این رویکرد در مطالعات DEMATEL به‌طور گسترده برای حذف روابط ضعیف و تمرکز بر ساختار غالب روابط علی به کار می‌رود.

با این حال، انتخاب آستانه ذاتاً یک تصمیم تحلیلی است و استفاده از معیارهای جایگزین نظیر صدک‌ها یا آستانه‌های بهینه می‌تواند به ساختارهای علی متفاوتی منجر شود. عدم انجام تحلیل حساسیت آستانه در این پژوهش به‌عنوان یکی از محدودیت‌های روش‌شناختی مطالعه پذیرفته می‌شود و بررسی پایداری ساختار علی نسبت به تغییر آستانه به پژوهش‌های آتی واگذار می‌شود.

ضرایب ارائه شده در جدول ۶ بیانگر ضرایب ساختاری اثرگذاری نرمال شده هستند که شدت نسبی روابط علی استخراج شده از ماتریس روابط نهایی DEMATEL را نشان می‌دهند. این ضرایب نه به‌عنوان نرخ‌های تجربی یا کشش‌های اقتصادی، بلکه به‌عنوان پارامترهای ساختاری برای انتقال منطق علی DEMATEL به مدل پویایی سیستم به کار رفته‌اند.

برای این منظور، ابتدا روابط معنادار بر اساس آستانه انتخاب شده‌اند و سپس مقادیر مربوطه به صورت نرمال شده در معادلات جریان مدل SD استفاده شده‌اند تا رفتار نسبی سیستم شبیه‌سازی شود، نه مقادیر واقعی آن.

صفر شدن برخی درایه‌ها در ستون چالش اقتصادی-مالی ناشی از فرآیند آستانه‌گذاری و تمرکز بر روابط غالب است. نتایج DEMATEL نشان می‌دهد که این چالش عمدتاً نقش علی ریشه‌ای دارد و تأثیرپذیری آن از سایر چالش‌ها در مقایسه با قدرت اثرگذاری‌اش کمتر و در مواردی پایین‌تر از آستانه تعیین شده بوده است.

از این رو، حذف روابط ضعیف ورودی با هدف ساده‌سازی ساختار مدل و جلوگیری از پیچیدگی غیرضروری انجام شده و به‌معنای نبود تعامل واقعی در دنیای واقعی نیست.

صفر شدن برخی روابط در مدل پویایی سیستم ناشی از فرآیند غربال‌گری روابط DEMATEL بر اساس آستانه تعیین شده است. روابطی که شدت اثرگذاری آن‌ها کمتر از مقدار آستانه بوده‌اند، به‌منظور کاهش پیچیدگی مدل، افزایش شفافیت ساختاری و تمرکز بر روابط غالب حذف شده‌اند. این رویکرد در مدل‌سازی‌های اکتشافی سیستم‌های پیچیده متداول است.

متغیرهای انباشتی در این مدل بیانگر شاخص‌های ترکیبی نرمال شده شدت نسبی چالش‌ها و فاقد واحد فیزیکی مشخص هستند. این شاخص‌ها بر اساس ادراک خبرگان و ساختار علی استخراج شده از DEMATEL تعریف شده‌اند و به صورت تحلیلی به‌روزرسانی می‌شوند.

تغییرات این متغیرها از طریق جریان‌های ورودی و خروجی، که نمایانگر تشدید یا کاهش نسبی چالش‌ها تحت تأثیر سایر عوامل هستند، صورت می‌گیرد. بنابراین، مدل با هدف تحلیل رفتار پویای نسبی سیستم طراحی شده است و نه اندازه‌گیری یا پیش‌بینی کمی وضعیت واقعی چالش‌ها.

سناریوهای خوش‌بینانه، میانه، و بدبینانه در این پژوهش بر اساس سطوح متفاوت شدت تحقق سیاست‌ها تعریف شده‌اند.

منظور از «شدت اجرا» در این مطالعه، درصد تحقق نسبی ظرفیت نهادی، مالی و مدیریتی لازم برای اجرای سیاست ها است و نه درصد دقیق اجرای فیزیکی یا زمانی آن ها.

به این ترتیب، مقدار ۱۰ درصد در سناریوی بدبینانه بیانگر شرایطی است که در آن، سیاست ها صرفاً به صورت محدود، پراکنده و عمدتاً نمادین اجرا می شوند؛ مقدار ۵۰ درصد در سناریوی میانه نشان دهنده تحقق بخشی از الزامات نهادی و اجرایی با موانع ساختاری پایدار است؛ و سناریوی خوش بینانه بیانگر شرایطی است که در آن بخش عمده ای از پیش نیازهای نهادی، مالی و قانونی سیاست ها فراهم شده اند. این مقادیر به صورت نرمال شده و اکتشافی انتخاب شده اند و هدف از آن ها بررسی حساسیت رفتار سیستم و مقایسه جهت و شدت نسبی تغییرات تحت سطوح مختلف مداخله سیاستی است، نه برآورد کمی دقیق میزان اثربخشی سیاست ها.

نتایج شبیه سازی نشان می دهد که واکنش سیستم به افزایش شدت اجرای سیاست ها خطی و متناسب نیست؛ به گونه ای که افزایش شدت اجرا از ۱۰ درصد به ۵۰ درصد منجر به کاهش قابل توجه تری در چالش ها می شود، در حالی که افزایش بیشتر شدت اجرا در سناریوی خوش بینانه، به دلیل وجود حلقه های تعدیلی نهادی و محدودیت های ساختاری، با نرخ کاهشی متفاوتی همراه است. این رفتار غیرخطی نشان می دهد که نتایج سناریویی صرفاً بازتاب گزاره های بدیهی نیست، بلکه بیانگر ویژگی های پویای سیستم و وجود نقاط حساس سیاستی است.

در این پژوهش، مقادیر ۱۰ درصد و ۵۰ درصد به عنوان سطوح نرمال شده شدت اجرای سیاست ها انتخاب شده اند و بیانگر درصد واقعی اجرای فیزیکی سیاست ها نیستند. این مقادیر نماینده سه وضعیت کیفی متفاوت هستند: اجرای حداقلی و نمادین (۱۰ درصد)، اجرای ناقص اما معنادار با موانع نهادی پایدار (۵۰ درصد)، و اجرای نسبتاً کامل سیاست ها در شرایط مساعد نهادی (سناریوی خوش بینانه).

انتخاب این مقادیر به صورت اکتشافی و با هدف تحلیل حساسیت سیستم صورت گرفته است، تا رفتار پویای مدل تحت سطوح متفاوت مداخله سیاستی مقایسه شود. از این رو، تفاوت میان ۱۰ درصد و ۲۰ درصد، یا ۵۰ درصد و ۶۰ درصد از منظر مفهومی تفاوت معناداری در سطح تحلیل این پژوهش ایجاد نمی کند و تمرکز اصلی بر جهت و الگوی واکنش سیستم است، نه بر مقادیر عددی دقیق.

در مدل های پویایی سیستم، انتخاب مقادیر سناریویی اغلب به منظور نمونه برداری از دامنه رفتار سیستم انجام می شود. بر این اساس، مقدار ۱۰ درصد به عنوان نماینده ناحیه کم اثر و مقدار ۵۰ درصد به عنوان نماینده ناحیه مداخله میانی انتخاب شده اند. این انتخاب امکان بررسی رفتار غیرخطی سیستم و شناسایی آستانه های حساس سیاستی را فراهم می کند.

در چنین چارچوبی، انتخاب مقادیر جایگزین نظیر ۲۰ درصد یا ۶۰ درصد منجر به رفتار کیفی مشابهی در خروجی مدل می شود و تغییر اساسی در الگوی نتایج ایجاد نمی کند، موضوعی که با ماهیت اکتشافی مدل سازگار است.

در این پژوهش، متغیرهای انباشتی بیانگر شدت نسبی چالش ها هستند و مقدار اولیه آن ها به عنوان یک baseline تحلیلی نرمال شده تعریف شده است، نه سطح واقعی چالش ها در دنیای واقعی. هدف از این فرض، ایجاد امکان مقایسه رفتار پویای سیستم در سناریوهای مختلف بوده است.

بدیهی است که در شرایط واقعی، چالش ها همواره دارای سطح پایه ای غیرصفر هستند، و هم زمان نیروهای سازگاری و کاهنده نیز فعال اند؛ از این رو، نتایج شبیه سازی باید به عنوان تحلیل روندهای نسبی و مقایسه ای تفسیر شوند و نه بازنمایی دقیق وضعیت واقعی.

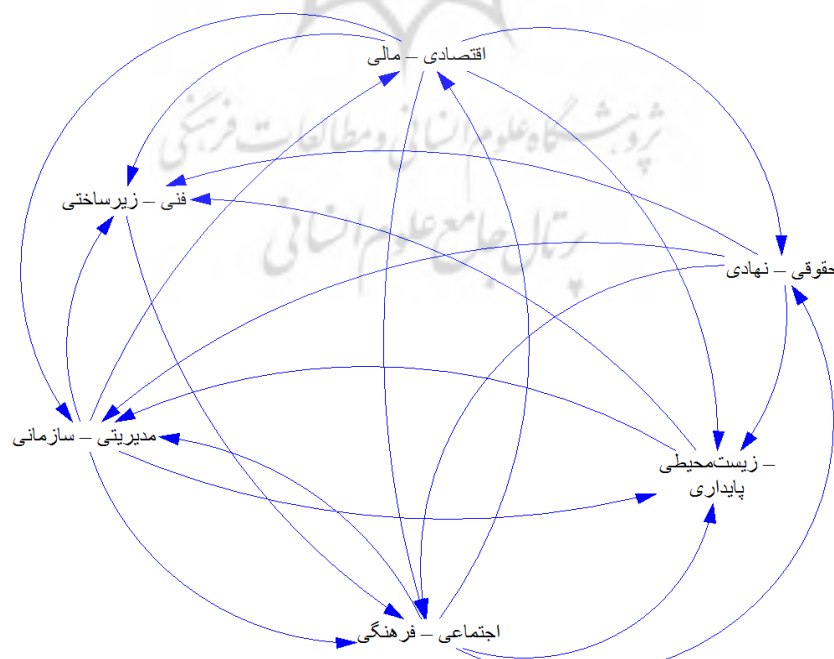
افق زمانی شبیه سازی بلندمدت در نظر گرفته شده و گام زمانی ثابت بوده است. از آنجا که مدل ماهیتی سیاست محور و اکتشافی دارد، تمرکز بر رفتار کلی سیستم است، و نه بر کالیبراسیون دقیق عددی.

مدل پویایی سیستم در نرم افزار Vensim اجرا شده است. متغیرهای مدل به صورت شاخص های نرمال شده و بدون واحد تعریف شده اند که بیانگر شدت نسبی چالش های استقرار بندر خشک هستند. هدف مدل تحلیل رفتار پویای نسبی سیستم در طول زمان بوده است و نه پیش بینی مقادیر مطلق.

افق زمانی شبیه‌سازی بلندمدت در نظر گرفته شده و شبیه‌سازی با گام زمانی ثابت انجام شده است. از آنجا که مدل ماهیتی سیاست‌محور و اکتشافی دارد، تمرکز بر بررسی روند تغییرات و مقایسه سناریوها بوده و روش حل عددی پیش‌فرض نرم‌افزار Vensim استفاده شده است. اعتبارسنجی مدل پویایی سیستم در این پژوهش عمدتاً در سطح اعتبار ساختاری و منطقی انجام شده است؛ به این معنا که ساختار روابط علی مدل با نتایج دیمتال فازی و نظرات خبرگان تطبیق داده شده است. با این حال، آزمون‌های پیشرفته اعتبارسنجی رفتاری نظیر آزمون شرایط حدی، آزمون مرزی یا تحلیل حساسیت پارامترها به‌صورت نظام‌مند اجرا نشده‌اند. این موضوع یکی از محدودیت‌های پژوهش محسوب می‌شود. بر این اساس، نتایج شبیه‌سازی و تحلیل سناریوها باید به‌عنوان ابزاری اکتشافی برای مقایسه جهت و شدت نسبی تغییرات سیستم تفسیر شوند، نه به‌عنوان پیش‌بینی قطعی آینده. در مدل پویایی سیستم توسعه‌یافته، روابط علی استخراج‌شده از دیمتال فازی در قالب حلقه‌های بازخورد تقویتی و تعدیلی تفسیر شده‌اند. به‌طور مشخص، تقویت چالش‌های علی اصلی شامل اقتصادی-مالی، اجتماعی-فرهنگی، و حقوقی-نهادی، از طریق کاهش تدریجی چالش‌های فنی-زیرساختی و مدیریتی-سازمانی، یک حلقه بازخورد تقویتی مثبت با هدف بهبود شرایط استقرار بندر خشک ایجاد می‌کند. در مقابل، محدودیت‌های نهادی و زیست‌محیطی نقش حلقه‌های تعدیلی را ایفا می‌کنند که می‌توانند شدت اثرگذاری سیاست‌ها را در بلندمدت کنترل یا تعدیل کنند. سناریوهای خوش‌بینانه، میانه و بدبینانه در این پژوهش بیانگر سطوح متفاوت شدت و اثربخشی اجرای سیاست‌ها هستند. هدف از تعریف این سناریوها، پیش‌بینی دقیق آینده نیست، بلکه بررسی حساسیت رفتار سیستم نسبت به تغییر در سطح مداخله سیاستی است. از این‌رو، کاهش یا افزایش شدت چالش‌ها در سناریوهای مختلف، به‌عنوان پاسخ نسبی سیستم به مفروضات اجرایی متفاوت تفسیر می‌شود و نه به‌عنوان نتیجه قطعی اجرای سیاست‌ها.

تحلیل مدل پویایی‌شناسی سیستمی چالش‌ها

در گام بعدی از ابزارهای پویایی‌شناسی سیستم به‌منظور ارائه راهکارهای کاهش چالش‌ها و همچنین اولویت‌بندی سناریوها بهره گرفته شد. برای ترسیم مدل علت و معلولی از نتایج مرحله قبل (دیمتال فازی) بهره گرفته می‌شود. شکل ۲ مدل علت و معلولی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، میان هر دو چالش پیکانی ترسیم شده است که جهت اثرگذاری میان عوامل را نشان می‌دهد.

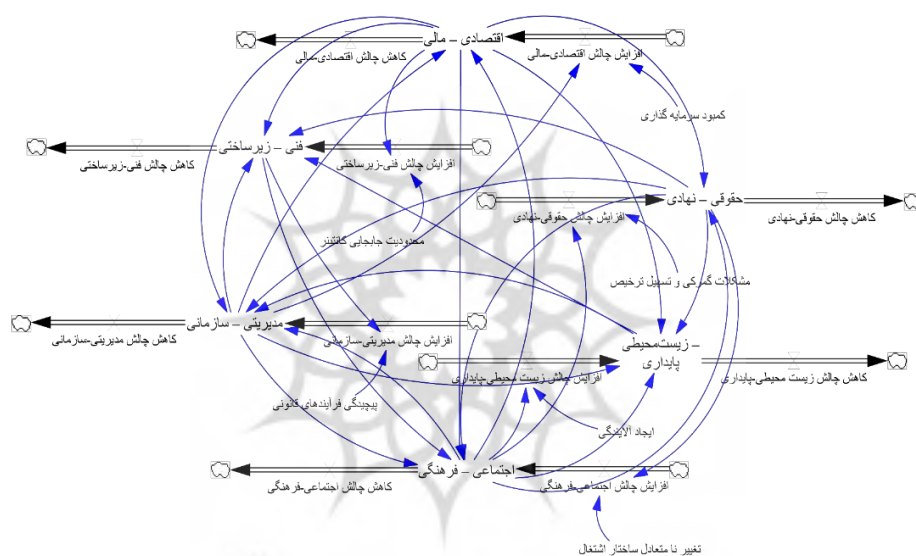


شکل ۲. مدل علت و معلولی چالش‌ها

برای ترسیم مدل موجودی و جریان (شکل ۳)، ابتدا هر یک از چالش ها در قالب یک متغیر موجودی نمایش داده می شود و سپس، برای هر یک، یک جریان ورودی و یک جریان خروجی ترسیم می شود؛ به این معنا که اقداماتی می تواند منجر به افزایش هر چالش شود (جریان افزایشی) و یا به واسطه اقداماتی می توان هر چالش را کاهش داد (جریان کاهش). در این مرحله با توجه به نتایج به دست آمده از روش دیمتل فازی، روابط علی شناسایی شده میان متغیرهای موجودی و جریان های ورودی ترسیم می شود. در جدول ۶ جریان ورودی برای هر چالش ارائه شده است.

جدول ۶. جریان ورودی مدل

اقتصادی- مالی	تحلیل هزینه- فایده، جذب سرمایه گذاری خصوصی و خارجی، کاهش هزینه های لجستیکی ملی، و تنوع بخشی به اقتصاد محلی
فنی- زیرساختی	اتصال حمل و نقلی، تجهیزات و فناوری های بارگیری، و زیرساخت خدمات پشتیبانی
مدیریتی- سازمانی	مدل بهره برداری و مالکیت، سیاست ها و راهبردهای توسعه، نقش مجلس شورای اسلامی، و نظام نظارت و ارزیابی عملکرد
اجتماعی- فرهنگی	رضایت جامعه محلی و ذی نفعان، آموزش و توانمندسازی نیروی انسانی، عدالت فضایی و توزیع منافع، و عدالت منطقه ای و توزیع منافع
زیست محیطی- پایداری	کاهش مصرف سوخت و آلودگی، مدیریت پسماند و منابع آب، فرهنگ و مدیریت محیط زیستی
حقوقی- نهادی	چارچوب قانونی بندر خشک، نظام گمرکی و تسهیل تجارت



شکل ۳. نمودار جریان موجودی در حالت پایه

پس از ترسیم مدل در نرم افزار Vensim، به منظور شبیه سازی رفتار مدل، لازم است روابط ریاضی مدل در نرم افزار ثبت شود. برای تعیین روابط ریاضی از ضرایب اثرگذاری استفاده می شود، که از نتایج دیمتل فازی حاصل شده است. ضرایب اثرگذاری عوامل مطابق با ماتریس زیر است:

جدول ۷. ضرایب اثرگذاری عوامل در مدل SD

حقوقی- نهادی	زیست محیطی- پایداری	اجتماعی- فرهنگی	مدیریتی- سازمانی	فنی- زیرساختی	اقتصادی- مالی
0/2331	0/2490	0/2398	0/2470	0/2483	0
0	0	0/2117	0	0	0
0	0/2446	0/2357	0	0/2425	0/2332
0/2354	0/2527	0	0/2484	0/2449	0/2324
0	0	0	0/2313	0/2312	0
0	0/2413	0/2347	0/2341	0/2356	0

اگرچه روابط علی بین چالش‌ها در قالب نمودارهای انباشت- جریان نمایش داده شده‌اند، در نسخه فعلی مدل، حلقه‌های بازخوردی صریح، تأخیرهای زمانی و trade-off‌های سیاستی به صورت کامل نرمال‌سازی نشده‌اند؛ از این‌رو، مدل ارائه‌شده به یک چارچوب تصمیم‌یار اکتشافی نزدیک‌تر است تا یک مدل SD پیش‌بینی‌محور کامل.

در این پژوهش، DEMATEL برای شناسایی ساختار نفوذ و حساسیت چالش‌ها و SD برای بررسی رفتار نسبی سیستم تحت سناریوهای مداخله به کار رفته است. با این حال، از آنجا که سیاست‌ها عمدتاً به صورت جریان‌های کاهنده تعریف شده‌اند، کاهش چالش‌ها در سناریوهای مداخله تا حدی بدیهی است. ارزش افزوده مدل نه در اصل کاهش، بلکه در تفاوت شدت و سرعت واکنش چالش‌ها به سیاست‌ها نهفته است.

نتایج نشان می‌دهد که مداخلات اقتصادی- مالی، به‌عنوان اهرم‌های سطح بالا، بیشترین اثر سرریزی را بر سایر چالش‌ها دارند؛ به‌گونه‌ای که بهبود در این بعد، بدون مداخله مستقیم، شدت چالش‌های فنی و مدیریتی را کاهش می‌دهد.

بعد مدیریتی- سازمانی اگرچه قوی‌ترین علت نیست، به دلیل نقش واسطه، تعیین‌کننده سرعت و پایداری اثر سیاست‌ها است. ضعف در این بعد باعث بروز تأخیرهای نهادی می‌شود که اثربخشی سیاست‌های اقتصادی و فنی را با وقفه زمانی کاهش می‌دهد. واکنش چالش‌های فنی و زیرساختی به سیاست‌های اقتصادی- مالی با تأخیر زمانی همراه است، زیرا تبدیل سرمایه‌گذاری به ظرفیت عملیاتی مستلزم فرآیندهای نهادی، اجرایی و زمانی است. این تأخیر توضیح می‌دهد که چرا اثر سیاست‌ها در سناریوهای مختلف با شیب‌های متفاوت ظاهر می‌شود.

نتایج همچنین نشان می‌دهد که تمرکز بیش‌ازحد بر کاهش سریع چالش‌های فنی، بدون توجه به پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی، می‌تواند مقاومت نهادی و اجتماعی ایجاد کند و در بلندمدت اثر سیاست‌ها را تعدیل کند. این trade-off بیانگر ضرورت طراحی بسته‌های سیاستی متوازن است.

از منظر نظریه‌های توسعه منطقه‌ای و حکمرانی زیرساخت، این یافته تأیید می‌کند که ناکارآمدی نهادی نه تنها یک مانع مستقل، بلکه یک تقویت‌کننده یا تضعیف‌کننده اثر سایر سیاست‌ها است. بنابراین، توسعه زیرساخت بدون اصلاح حکمرانی، به نتایج ناپایدار منجر می‌شود.

اگرچه مدل SD ارائه‌شده همه ویژگی‌های یک مدل پیش‌بینی‌محور کامل را ندارد، اما با ترکیب DEMATEL و SD، چارچوبی فراهم می‌کند که از طریق آن می‌توان اهرم‌های سیاستی، تأخیرهای نهادی و trade-off‌های کلیدی در استقرار بندر خشک را شناسایی کرد. این چارچوب می‌تواند مبنایی برای توسعه مدل‌های کالیبره‌شده در پژوهش‌های آتی باشد.

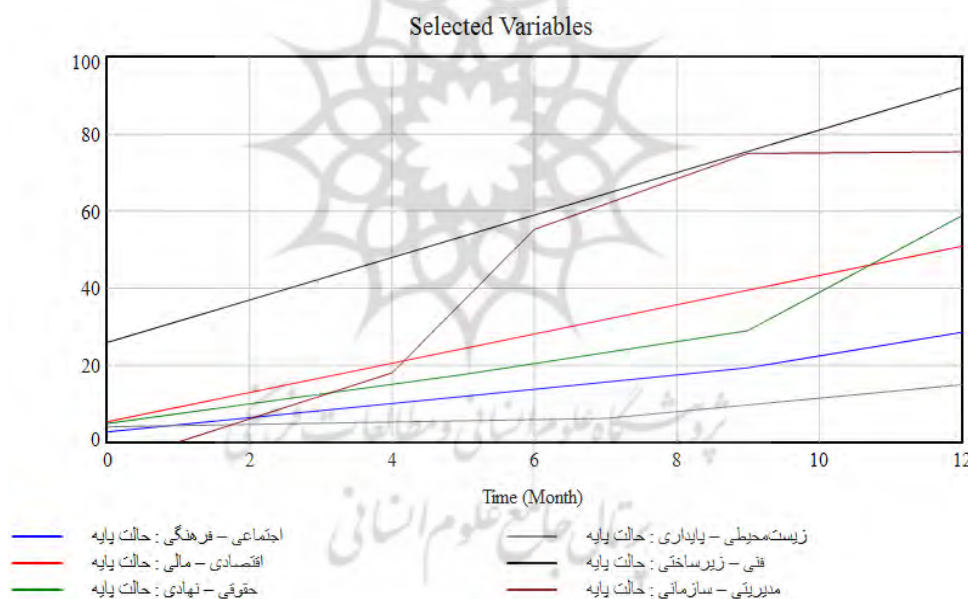
در نسخه فعلی مدل، حلقه‌های بازخوردی، تأخیرهای زمانی، و trade-off‌های سیاستی به صورت صریح و پارامتریک کالیبره نشده‌اند. از این‌رو، مدل ارائه‌شده یک مدل پویایی سیستم پیش‌بینی‌محور کامل نیست، بلکه یک چارچوب تحلیلی- اکتشافی است، که با هدف شناسایی منطق علی، اهرم‌های سیاستی و رفتار نسبی سیستم توسعه یافته است. اگرچه ساختار روابط از نظر ریاضی به یک شبکه وزن‌دار شباهت دارد، اما تفسیر نتایج در چارچوب پویایی سیستم انجام شده است. تمرکز مدل نه بر مقدار مطلق متغیرها، بلکه بر مسیرهای نفوذ، سرعت واکنش نسبی و تعامل بین چالش‌ها در مواجهه با مداخلات سیاستی است. کاهش چالش‌ها در اثر مداخله سیاستی بدیهی است؛ با این حال، دستاورد مدل در اصل کاهش نیست، بلکه در تفاوت شدت، دامنه، و پایداری واکنش ابعاد مختلف چالش‌ها نهفته است. نتایج نشان می‌دهد همه سیاست‌ها اثر یکسان و هم‌زمان ندارند و برخی ابعاد سیستم نسبت به مداخلات خاص حساس‌تر یا مقاوم‌تر هستند. دستاورد اصلی این پژوهش شناسایی اهرم‌های سیاستی با بیشترین اثر سیستمی و تبیین نقش واسطه برخی ابعاد در انتقال اثر سیاست‌هاست، نه صرفاً نشان دادن کاهش چالش‌ها. نتایج نشان می‌دهد مداخلات اقتصادی- مالی به‌عنوان قوی‌ترین اهرم سیاستی، بیشترین اثر غیرمستقیم را بر سایر چالش‌ها دارند؛ به‌گونه‌ای که بهبود در این بعد، حتی بدون مداخله مستقیم، شدت چالش‌های فنی و نهادی را کاهش می‌دهد. اثر سیاست‌های اقتصادی- مالی بر چالش‌های فنی و زیرساختی با تأخیر زمانی همراه است، زیرا تبدیل منابع مالی به ظرفیت عملیاتی مستلزم فرآیندهای نهادی، برنامه‌ریزی و اجراست. این تأخیر نهادی توضیح می‌دهد که چرا واکنش ابعاد مختلف سیستم هم‌زمان و هم‌شیب نیست. نتایج حاکی از آن است که تمرکز صرف بر توسعه سریع زیرساخت‌ها، بدون توجه به پیامدهای زیست‌محیطی و

اجتماعی، می تواند مقاومت نهادی و اجتماعی ایجاد، و در بلندمدت اثربخشی سیاست ها را تعدیل کند. این trade-off ضرورت طراحی بسته های سیاستی متوازن را نشان می دهد. از منظر نظریه های توسعه منطقه ای و حکمرانی زیرساخت، بعد مدیریتی- سازمانی نقش یک «تسهیل گر یا مانع سیستمی» را ایفا می کند. ضعف در این بعد می تواند اثر سیاست های اقتصادی و فنی را با تأخیر، اتلاف یا ناپایداری مواجه کند؛ بنابراین، این یافته تأیید می کند که توسعه زیرساخت بدون اصلاح حکمرانی، به نتایج ناپایدار منجر می شود.

هرچند مدل پویایی سیستم این پژوهش همه ویژگی های یک مدل کالیبره شده پیش بینی محور را ندارد، اما با ترکیب DEMATEL و SD، چارچوبی تحلیلی برای شناسایی اهرم های سیاستی، تأخیرهای نهادی و trade-off های کلیدی فراهم می کند. این چارچوب می تواند مبنایی برای توسعه مدل های پیشرفته تر در پژوهش های آتی باشد.

رفتار مدل در حالت پایه

حالت پایه شرایطی است که در آن جریان خروجی برای چالش ها تعریف نشده است. در این شرایط، بدیهی است که پس از مدتی رفتار مدل به صورت تصاعدی رشد خواهد داشت. مقدار اولیه برای همه متغیرها صفر در نظر گرفته شده است. همچنین متغیرهای کمبود سرمایه گذاری، محدودیت جابه جایی کانتینر، پیچیدگی فرآیندهای قانونی، تغییر نامتعادل ساختار اشتغال، ایجاد آلاینده گی و مشکلات گمرکی و تسهیل ترخیص، به عنوان متغیرهای برونزا با مقادیر ثابت به مدل اضافه شده اند (نمودار ۱).



نمودار ۱. رفتار مدل در حالت پایه

همان طور که در نمودار مشاهده می شود، چالش فنی- زیرساختی از بیشترین رشد، و چالش زیست محیطی- پایداری از کمترین رشد برخوردار است. سه چالش اجتماعی- فرهنگی، زیست محیطی- پایداری، و حقوقی- نهادی تقریباً در شرایط مشابه هستند. سه چالش اقتصادی- مالی، مدیریتی- سازمانی، و فنی- زیرساختی نیز با توجه به اینکه تنها تحت تأثیر عواملی با مقدار ثابت هستند، روند خطی رشد یکنواخت را تجربه می کنند، که در برابر رشد سایر متغیرها قابل توجه است. سناریوهای پیشنهادی در قالب متغیرهایی در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول ۸. راهکارهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان منتخب برای ترسیم سناریوهای پیشنهادی

راهکار مرتبط با استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان (سرمایه‌گذاری اقتصادی، افزایش کارایی سیستم ریلی، افزایش نقش مجلس شورای اسلامی، توزیع عادلانه منافع، مدیریت محیط زیست صنعتی، نظام گمرکی، و تسهیل ترخیص)	
اقتصادی- مالی	جذب سرمایه‌گذاری ارزی- ریالی / تسهیلات مالیاتی / مشوق‌های مالی
فنی- زیرساختی	کاهش هزینه حمل‌ونقل / افزایش کارایی سیستم ریلی / افزایش ظرفیت بارگیری
مدیریتی- سازمانی	نقش مجلس شورای اسلامی / کاهش موانع قانونی / رفع موانع اداری توسط مجلس
اجتماعی- فرهنگی	اشتغال لجستیک‌محور / تنوع اقتصاد محلی / توزیع عادلانه منافع
زیست‌محیطی- پایداری	صرفه‌جویی در سوخت / مدیریت محیط زیست صنعتی
حقوقی- نهادی	چارچوب قانونی درآمدهای گمرکی / مبانی حقوقی مبتنی بر افزایش سرمایه‌گذاری

با توجه به مطالب ارائه‌شده، اجرا و بررسی سه سناریو پیشنهاد می‌شود: سناریوی خوش‌بینانه (اجرای همه راهکارها و سیاست‌ها)، سناریوی بدبینانه (اجرای حداقل راهکارها و سیاست‌هایی که قابلیت اجرای محتمل‌تری دارند)، و سناریوی میانه (اجرای نسبی راهکارها و سیاست‌ها).

گرچه متغیرهای مدل پویایی سیستم در این پژوهش بدون واحد فیزیکی و به صورت نرمال‌شده تعریف شده‌اند، مدل صرفاً به تولید شکل منحنی‌ها محدود نیست. ساختار حلقه‌های بازخوردی تقویتی و تعدیلی، منطق سیاست‌گذاری را در قالب روابط علی شفاف می‌سازد. از این رو، خروجی مدل برای مقایسه سناریوها و تحلیل جهت و شدت نسبی اثر سیاست‌ها به کار می‌رود، نه برای ارائه مقادیر کمی پیش‌بینی‌شده. مثلاً افزایش سرمایه‌گذاری منجر به بهبود زیرساخت‌های فنی، کاهش هزینه‌های لجستیکی و در نتیجه افزایش جذابیت اقتصادی منطقه می‌شود، که خود به جذب سرمایه‌گذاری بیشتر می‌انجامد (حلقه تقویتی). در مقابل، افزایش آلاینده‌های زیست‌محیطی موجب تشدید مقاومت اجتماعی و محدودیت‌های قانونی می‌شود و با کند کردن فرآیند توسعه، رشد پروژه را تعدیل می‌کند (حلقه تعدیلی). یافته‌های این پژوهش مبنی بر نقش محوری چالش‌های اقتصادی- مالی به عنوان عوامل ریشه‌ای، با نتایج مطالعات X و Y در زمینه بنادر خشک همخوانی دارد. با این حال، شناسایی چالش مدیریتی- سازمانی به عنوان عاملی با بیشترین تعامل، یافته‌ای است که در برخی مطالعات پیشین کمتر به آن توجه شده است و می‌تواند مکمل ادبیات موجود باشد.

اگرچه متغیرهای مدل پویایی سیستم در این پژوهش به صورت شاخص‌های نرمال‌شده و بدون واحد فیزیکی تعریف شده‌اند، مدل صرفاً به نمایش شکل منحنی‌ها محدود نمی‌شود. ساختار حلقه‌های بازخوردی تقویتی و تعدیلی، مسیرهای سیاستی و منطق مداخله را به صورت علی شفاف می‌سازد. از این رو، خروجی مدل برای مقایسه جهت، شدت نسبی، و پیامدهای سیاست‌های جایگزین در یک چارچوب تصمیم‌یار به کار می‌رود، نه برای پیش‌بینی کمی مقادیر واقعی.

نتایج مدل پویایی سیستم نشان می‌دهد که بهبود شرایط اقتصادی- مالی از طریق افزایش سرمایه‌گذاری، موجب ارتقای زیرساخت‌های فنی و کاهش هزینه‌های لجستیکی می‌شود، که در نهایت جذابیت اقتصادی منطقه را افزایش می‌دهد و خود به جذب سرمایه‌گذاری بیشتر می‌انجامد؛ این فرآیند یک حلقه بازخوردی تقویتی را شکل می‌دهد.

در مقابل، تشدید چالش‌های زیست‌محیطی منجر به افزایش مقاومت اجتماعی و محدودیت‌های قانونی می‌شود و با کند کردن روند توسعه، رشد پروژه را تعدیل می‌کند، که بیانگر وجود یک حلقه بازخوردی تعدیلی است.

شناسایی چالش اقتصادی- مالی به عنوان قوی‌ترین عامل علی با نتایج مطالعات داخلی و خارجی در حوزه توسعه بنادر خشک هم‌سو است که بر نقش سرمایه‌گذاری و سازکارهای مالی تأکید دارند.

با این حال، قرار گرفتن چالش مدیریتی- سازمانی در موقعیتی با تعامل بالا و نقش واسطه، یافته‌ای است که برخی مطالعات پیشین کمتر به آن پرداخته‌اند و می‌تواند مکمل ادبیات موجود در حوزه حکمرانی زیرساخت‌های لجستیکی باشد.

این یافته‌ها نشان می‌دهد که چرا تمرکز صرف بر توسعه زیرساخت‌های فنی، بدون اصلاح بسترهای اقتصادی و نهادی، قادر به رفع چالش‌های استقرار بندر خشک نیست. بدین ترتیب، پژوهش حاضر با ارائه یک تحلیل یک‌پارچه علی- پویا، به شکاف مطرح‌شده در مقدمه درباره نبود چارچوب تصمیم‌یار برای تبیین تعامل چالش‌ها پاسخ می‌دهد.

نتایج پژوهش نشان می دهد که چالش های استقرار بندر خشک دارای ساختاری به هم پیوسته و پویا هستند و مداخله مؤثر مستلزم تمرکز بر عوامل ریشه ای اقتصادی و نهادی است. از مدل ارائه شده می توان به عنوان یک ابزار تصمیم یار برای مقایسه سیاست ها و درک پیامدهای نسبی آن ها استفاده کرد. در این پژوهش، سناریوهای خوش بینانه، میانه، و بدبینانه بر اساس سطوح متفاوت شدت تحقق سیاست ها تعریف شده اند. منظور از «شدت اجرا» در این مطالعه، درصد تحقق نسبی ظرفیت نهادی، مالی و مدیریتی لازم برای اجرای سیاست ها است و نه درصد دقیق اجرای فیزیکی یا زمانی آن ها.

به این ترتیب، مقدار ۱۰ درصد در سناریوی بدبینانه بیانگر شرایطی است که در آن، سیاست ها صرفاً به صورت محدود، پراکنده و عمدتاً نمادین اجرا می شوند؛ مقدار ۵۰ درصد در سناریوی میانه نشان دهنده تحقق بخشی از الزامات نهادی و اجرایی با موانع ساختاری پایدار است؛ و سناریوی خوش بینانه بیانگر شرایطی است که در آن، بخش عمده ای از پیش نیازهای نهادی، مالی و قانونی سیاست ها فراهم شده اند.

این مقادیر به صورت نرمال شده و اکتشافی انتخاب شده اند و هدف از آن ها، بررسی حساسیت رفتار سیستم و مقایسه جهت و شدت نسبی تغییرات تحت سطوح مختلف مداخله سیاستی است، نه برآورد کمی دقیق میزان اثربخشی سیاست ها.

نتایج شبیه سازی نشان می دهد که واکنش سیستم به افزایش شدت اجرای سیاست ها خطی و متناسب نیست؛ به گونه ای که افزایش شدت اجرا از ۱۰ درصد به ۵۰ درصد منجر به کاهش قابل توجه تری در چالش ها می شود، در حالی که افزایش بیشتر شدت اجرا در سناریوی خوش بینانه، به دلیل وجود حلقه های تعدیلی نهادی و محدودیت های ساختاری، با نرخ کاهشی متفاوت همراه است. این رفتار غیرخطی نشان می دهد که نتایج سناریویی صرفاً بازتاب گزاره های بدیهی نیست، بلکه بیانگر ویژگی های پویای سیستم و وجود نقاط حساس سیاستی است.

در این پژوهش، مقادیر ۱۰ درصد و ۵۰ درصد به عنوان سطوح نرمال شده شدت اجرای سیاست ها انتخاب شده اند و بیانگر درصد واقعی اجرای فیزیکی سیاست ها نیستند. این مقادیر نماینده سه وضعیت کیفی متفاوت هستند: اجرای حداقلی و نمادین (۱۰ درصد)، اجرای ناقص اما معنادار با موانع نهادی پایدار (۵۰ درصد)، و اجرای نسبتاً کامل سیاست ها در شرایط مساعد نهادی (سناریوی خوش بینانه).

انتخاب این مقادیر به صورت اکتشافی و با هدف تحلیل حساسیت سیستم صورت گرفته است، تا رفتار پویای مدل تحت سطوح متفاوت مداخله سیاستی مقایسه شود. از این رو، تفاوت میان ۱۰ درصد و ۲۰ درصد، یا ۵۰ درصد و ۶۰ درصد از منظر مفهومی تفاوت معناداری در سطح تحلیل این پژوهش ایجاد نمی کند و تمرکز اصلی بر جهت و الگوی واکنش سیستم است، نه بر مقادیر عددی دقیق.

در مدل های پویایی سیستم، انتخاب مقادیر سناریویی اغلب به منظور نمونه برداری از دامنه رفتار سیستم انجام می شود. بنابراین، مقدار ۱۰ درصد به عنوان نماینده ناحیه کم اثر و مقدار ۵۰ درصد به عنوان نماینده ناحیه مداخله میانی انتخاب شده اند. این انتخاب امکان بررسی رفتار غیرخطی سیستم و شناسایی آستانه های حساس سیاستی را فراهم می کند.

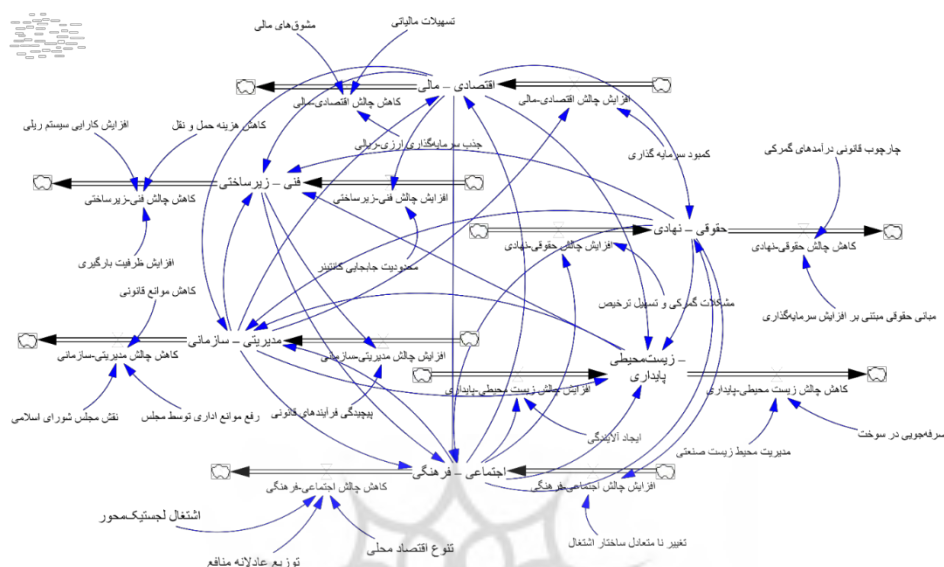
در چنین چارچوبی، انتخاب مقادیر جایگزین نظیر ۲۰ درصد یا ۶۰ درصد منجر به رفتار کیفی مشابهی در خروجی مدل می شود و تغییر اساسی در الگوی نتایج ایجاد نمی کند، موضوعی که با ماهیت اکتشافی مدل سازگار است.

در این پژوهش، متغیرهای انباشتی بیانگر شدت نسبی چالش ها هستند و مقدار اولیه آن ها به عنوان یک baseline تحلیلی نرمال شده تعریف شده است، نه سطح واقعی چالش ها در دنیای واقعی. هدف از این فرض، امکان مقایسه رفتار پویای سیستم در سناریوهای مختلف بوده است.

بدیهی است که در شرایط واقعی، چالش ها همواره دارای سطح پایه ای غیرصفر و همزمان نیروهای سازگاری و کاهنده فعال هستند؛ از این رو، نتایج شبیه سازی باید به عنوان تحلیل روندهای نسبی و مقایسه ای تفسیر شوند و نه بازنمایی دقیق وضعیت واقعی.

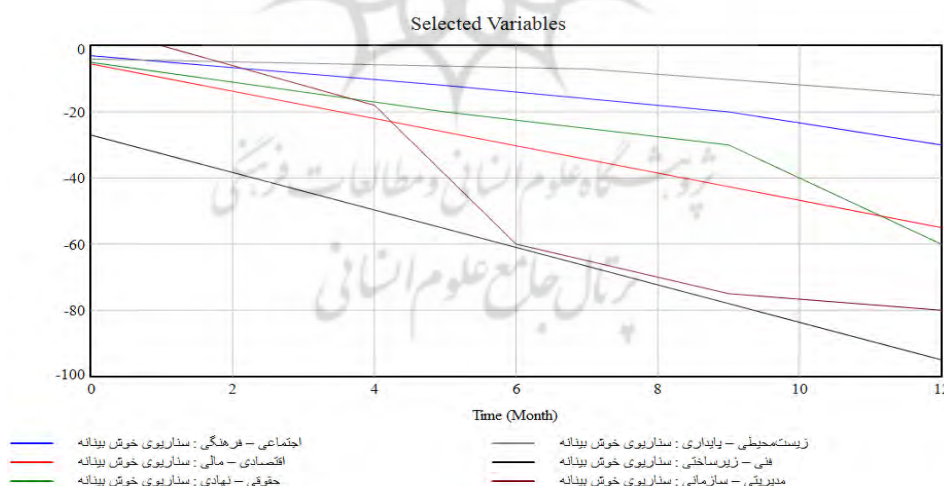
سناریوی خوش بینانه

در این سناریو، همه راهکارها در حالت اجرایی به سیستم اضافه شد. همچنین برای متغیرهای اضافه شده، مقادیر ثابتی برابر با ضریب اهمیت آنها در نظر گرفته شد. مقادیر ثابت معادل شدت اجرای هر راهکار است. نمودار موجودی جریان سناریوی خوش بینانه در شکل ۴ ارائه شده است.



شکل ۴. نمودار موجودی جریان سناریوی خوش بینانه

نتایج شبیه سازی سناریوی اول نشان می دهد که در صورت اجرایی شدن همه راهکارها، چالش ها روندی منفی و منطقی خواهند داشت (نمودار ۲).

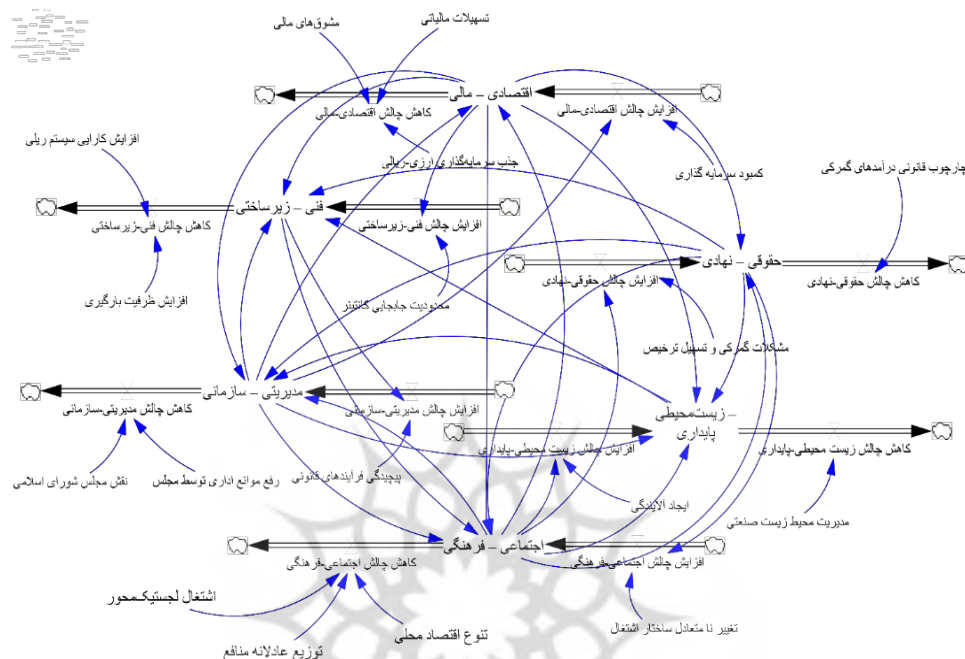


نمودار ۲. نتایج شبیه سازی سناریوی خوش بینانه

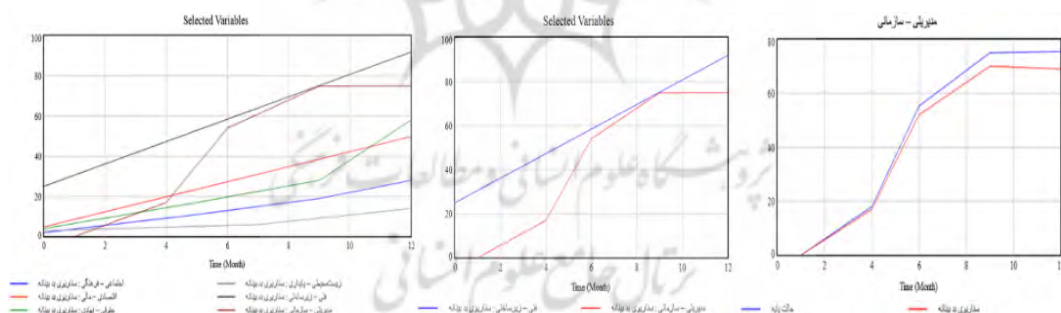
محور عمودی در این نمودارها بیانگر مقدار نسبی یا شدت چالش های استقرار بندر خشک است که از طریق متغیرهای انباشت در مدل پویایی شناسی سیستم تعریف شده اند. این مقادیر عددی بدون واحد هستند که از روابط داخلی مدل استخراج شده اند و نمایانگر شدت چالش در هر دوره زمانی اند. در این مدل برای هر چالش یک متغیر انباشت تعریف شده است که با گذشت زمان و تحت تأثیر راهکارهای در نظر گرفته شده، افزایش یا کاهش می یابد. مقدار اولیه هر چالش بر اساس تحلیل دلفی و وزندهی در مدل دیمتل فازی تعیین و با اجرای راهکارها (در هر سناریو) روند کاهش آن بررسی می شود.

سناریوی بدینانه

در این سناریو، برای کاهش هر چالش یک راهکار اجرا می شود و شدت اجرای آن راهکار ۱۰ درصد حالت ایده آل (خوش بینانه) است. چالش اقتصادی- مالی و اجتماعی- فرهنگی در این سناریو، هر سه راهکار کاهش خود را دریافت می کنند و راهکارهای کاهش چالش مدیریتی- سازمانی به عنوان تأثیرگذارترین و فنی- زیرساختی به عنوان تأثیرپذیرترین عامل بررسی می شوند. شکل ۵، نمودار موجودی جریان این سناریو، و در نمودار ۳، نتایج شبیه سازی این سناریو نشان داده شده است.



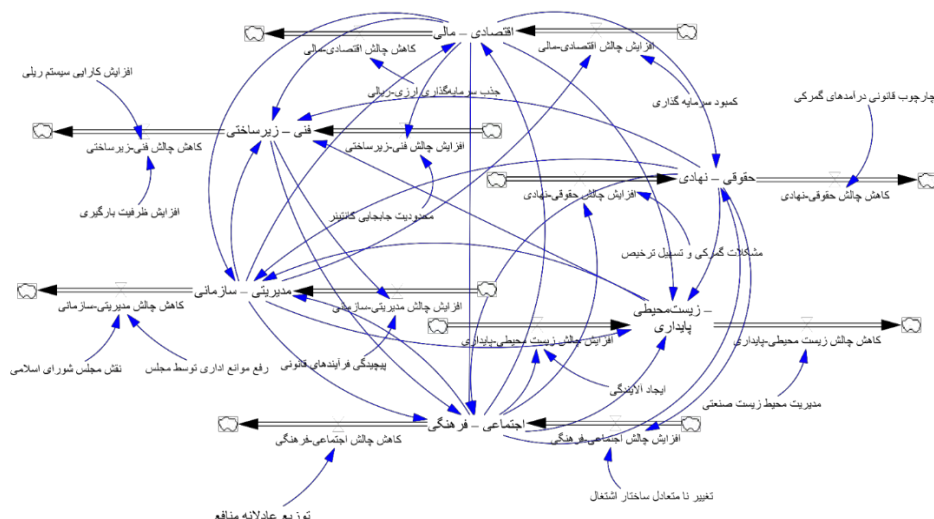
شکل ۵. نمودار موجودی جریان سناریوی بدینانه



نمودار ۳. نتایج شبیه سازی برای سناریوی بدینانه

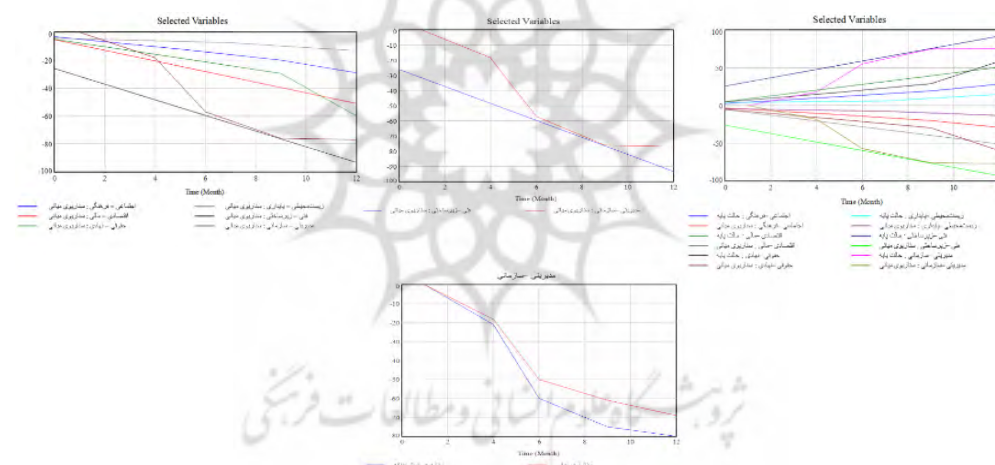
سناریوی میانه

در این سناریو، برای کاهش هر چالش تنها یک راهکار عملی می شود و شدت و احتمال اجرای موفق آن راهکار که با مقدار ثابتی در روابط ریاضی مشخص شده است، ۵۰ درصد نسبت به حالت خوش بینانه کاهش می یابد. به بیان ساده تر، راهکار کاهش هر چالش با نیمی از کیفیت شرایط ایده آل اجرا می شود. تنها دو چالش مدیریتی- سازمانی و فنی- زیرساختی، با توجه به نقش پررنگ تر در نتایج دیمتل فازی، با همه راهکارهای محتمل بررسی می شوند.



شکل ۶. نمودار موجودی جریان سناریوی میانه

نتایج شبیه‌سازی مدل در حالت میانه در نمودار ۴ ارائه شده است. در نمودارهای زیر مقایسه حالت میانی با حالت پایه نشان داده شده است. همان‌طور که نمودارها نشان می‌دهند، در این سناریو چالش‌ها کاهش یافته است و نسبت به حالت خوش‌بینانه منطقی‌تر به نظر می‌رسد.



نمودار ۴. نتایج شبیه‌سازی برای سناریوی میانه

بحث

نتایج تحلیل مضمون نشان داد که چالش‌ها و چشم‌اندازهای استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان ماهیتی چندبعدی و سیستمی دارند و در شش بُعد اقتصادی-مالی، فنی-زیرساختی، مدیریتی-سازمانی، اجتماعی-فرهنگی، زیست‌محیطی پایداری، و حقوقی-نهادی قابل تبیین هستند. این تنوع مضامین بیانگر آن است که استقرار بندر خشک صرفاً یک پروژه زیرساختی نیست، بلکه یک مداخله توسعه‌ای پیچیده است، که نیازمند هم‌زمانی اصلاحات اقتصادی، نهادی، مدیریتی، و اجتماعی است. برتری مضامین اقتصادی-مالی و فنی-زیرساختی در سطح مضامین پایه و سازمان‌دهنده نشان می‌دهد که مسئله تأمین منابع مالی، بازده سرمایه و کارایی شبکه حمل‌ونقل، درک غالب خبرگان از موانع اصلی استقرار بندر خشک را شکل داده است. در عین حال، حضور پررنگ مضامین حقوقی-نهادی و مدیریتی-سازمانی حاکی از آن است که ضعف‌های نهادی و حکمرانی می‌توانند اثربخشی سرمایه‌گذاری‌های فیزیکی را محدود کنند.

نتایج دیمتال فازی نشان داد که از میان شش چالش شناسایی شده، سه چالش اقتصادی-مالی، اجتماعی-فرهنگی، و

حقوقی- نهادی در گروه عوامل علی، و سه چالش فنی- زیرساختی، مدیریتی- سازمانی، و زیست محیطی- پایداری در گروه عوامل معلولی قرار می گیرند. این الگو بیانگر آن است که بخش قابل توجهی از مشکلات عملیاتی و زیرساختی بندر خشک، ریشه در متغیرهای بالادستی اقتصادی، نهادی، و اجتماعی دارد.

قوی ترین عامل علی، چالش اقتصادی- مالی شناسایی شد؛ که نشان می دهد محدودیت در تأمین مالی، جذابیت سرمایه گذاری و ساختارهای انگیزشی بیشترین نقش را در تشدید سایر چالش ها ایفا می کند. در مقابل، چالش فنی- زیرساختی به عنوان قوی ترین عامل معلولی بیانگر آن است که ناکارآمدی زیرساخت ها بیشتر پیامد ضعف های ساختاری در سایر ابعاد است تا یک مسئله مستقل.

چالش مدیریتی- سازمانی با بالاترین مقدار تعامل در مرکز شبکه روابط قرار دارد. این نتیجه نشان می دهد که این چالش به طور هم زمان از سایر عوامل تأثیر می پذیرد و بر آن ها اثر می گذارد؛ بنابراین، هر گونه مداخله در این حوزه، می تواند اثر ضربه ای در کل سیستم ایجاد کند.

نتایج شبیه سازی پویایی سیستم نشان داد که شدت کل چالش ها در سناریوهای مختلف رفتار متفاوتی از خود نشان می دهد. در سناریوی خوش بینانه، شدت کل چالش ها ۲۸ درصد کاهش یافت، در حالی که این کاهش در سناریوی واقع گرایانه ۱۵ درصد و در سناریوی بدبینانه به افزایش ۹ درصد منجر شد. این تفاوت ها بیانگر حساسیت بالای سیستم به نوع و شدت مداخلات سیاستی است. کاهش قابل توجه چالش اقتصادی- مالی و فنی- زیرساختی در سناریوی خوش بینانه نشان می دهد که تمرکز هم زمان بر اصلاح سازکارهای مالی، بهبود زیرساخت های حمل و نقل و افزایش کارایی سیستم ریلی می تواند بیشترین تأثیر را بر کل سیستم داشته باشد. از سوی دیگر، افزایش شدت چالش ها در سناریوی بدبینانه نشان دهنده آن است که تداوم وضعیت موجود یا تأخیر در اصلاحات نهادی، می تواند اثر تجمعی منفی ایجاد کند.

راهکارهای ارائه شده برای هر یک از چالش ها (جدول ۷) مستقیماً از نتایج دیمتل فازی و مدل پویایی سیستم استخراج شده اند. برای چالش اقتصادی- مالی، استفاده از مشوق های مالی، تسهیلات مالیاتی و جذب سرمایه گذاری ریلی- ارزی، به عنوان اهرم های اصلی کاهش شدت چالش ها در مدل عمل کرده اند. در بُعد فنی- زیرساختی، افزایش ظرفیت بارگیری، ارتقای کارایی سیستم ریلی، و کاهش زمان حمل و نقل بیشترین نقش را در بهبود عملکرد سیستم ایفا کرده اند.

در حوزه مدیریتی- سازمانی و حقوقی- نهادی، نقش مجلس شورای اسلامی در کاهش موانع قانونی، تسهیل فرآیندها و ایجاد شفافیت نهادی، به عنوان یک متغیر کلیدی در بهبود عملکرد کل سیستم شناسایی شد. این یافته نشان می دهد که اصلاحات نهادی می توانند اثر تقویتی بر سایر سیاست ها داشته باشند. همچنین، راهکارهای اجتماعی- فرهنگی و زیست محیطی- پایداری، با تمرکز بر اشتغال، مشارکت ذی نفعان و مدیریت محیط زیست صنعتی، به عنوان عوامل مکمل در پایداری بلندمدت سیستم ایفای نقش می کنند. نتایج این پژوهش نشان می دهد که استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان نیازمند رویکردی یکپارچه و چندسطحی است که در آن، مداخلات اقتصادی و نهادی به عنوان محرک های اصلی، و اصلاحات فنی، مدیریتی، و زیست محیطی به عنوان پیامدهای وابسته مورد توجه قرار گیرند. ترکیب تحلیل مضمون، دیمتل فازی و پویایی سیستم امکان شناسایی ریشه های علی، روابط متقابل و پیامدهای سیاستی را به صورت هم زمان فراهم می کند و تصویری جامع از دینامیک چالش های استقرار بندر خشک ارائه می دهد.

نتیجه

استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان، به عنوان یکی از مناطق تجاری و صنعتی کشور، با چالش های متعددی روبه رو است؛ چالش هایی مانند توجه به مدل بهره برداری و مالکیت، جذب سرمایه گذاری خصوصی و خارجی در استقرار بندر خشک، عدالت منطقه ای و توزیع عمومی منافع، و رضایت جامعه محلی و ذی نفعان منافع، از عموم مردم گرفته تا سرمایه گذاران و نهادهای دولتی. فرآیند تطبیق راهکارها با چالش ها، نه صرفاً بر اساس رابطه خطی و ساده، بلکه با در نظر گرفتن منطق سیستمی و درهم تنیدگی چالش های استقرار بندر خشک انجام شده است. از آنجا که هر اقدام کاهش دهنده چالش می تواند به عنوان یک راهکار شناسایی

شود، کلیه پیشنهادها در این زمینه با توجه به نظر خبرگان و کارشناسان مسلط و آگاه به موضوع شناسایی و در مدل اعمال شد. بدیهی است که در مسائل کلان هر راهکار می‌تواند دربرگیرنده مجموعه گسترده‌ای از اقدامات و برنامه‌ریزی در سطوح پایین‌تر باشد تا به صورت عملیاتی و با زمان‌بندی دقیق قابلیت اجرا پیدا کند. از این رو، استخراج مهم‌ترین دلایل و چالش‌ها در اولویت قرار می‌گیرد؛ زیرا ابتدا راه حل مسائل به صورت کلی بیان می‌شود، و سپس جزئیات هر راه حل با بهره‌گیری از روش‌های کیفی و کمی شناسایی و ارائه می‌شود. در پژوهش حاضر علاوه بر اینکه چالش‌ها شناسایی شدند، راهکارهای دارای اولویت نیز مشخص شد. در مدل پویایی‌شناسی سیستم، هر یک از چالش‌های استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان (اقتصادی-مالی، فنی-زیرساختی، مدیریتی-سازمانی، اجتماعی-فرهنگی، زیست‌محیطی-پایداری، و حقوقی-نهادی) به‌عنوان متغیرهای انباشتی در نظر گرفته شدند و راهکارهای پیشنهادی به صورت جریان‌های کاهشی وارد مدل شدند. بدین معنا که هر راهکار به منزله سازکاری عملیاتی تلقی شد، که در صورت تحقق، ظرفیت مدیریتی، نهادی یا اجتماعی جدیدی را ایجاد می‌کند و این ظرفیت به کاهش تدریجی چالش متناظر منجر می‌شود؛ مثلاً، راهکارهایی نظیر «اشتغال لجستیک‌محور»، «تنوع اقتصاد محلی»، و «توزیع عادلانه منافع» در ارتباط با چالش اجتماعی-فرهنگی، یا اقداماتی همچون «نقش مجلس شورای اسلامی»، «رفع موانع اداری توسط مجلس»، و «کاهش موانع قانونی» در خصوص چالش مدیریتی-سازمانی، در مدل به‌عنوان جریان‌های کاهشی تعریف شدند که از انباشت چالش کاستند. شدت اثر این جریان‌ها نیز متناسب با نتایج دیمتال فازی در معادلات لحاظ شد، به گونه‌ای که در سناریوی میانه، هر شکاف تنها با یک راهکار کاهش یافت و اثر آن معادل ۵۰ درصد حالت خوش‌بینانه فرض شد.

مقاله ضمن شناسایی چالش‌های کلیدی استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان، به‌ویژه درخصوص چالش فنی-زیرساختی و مدیریتی-سازمانی، مجموعه‌ای از راهکارهای عملیاتی نظیر «افزایش ظرفیت بارگیری»، «افزایش کارایی سیستم ریلی»، و «کاهش هزینه حمل‌ونقل» و نیز برای چالش مدیریتی-سازمانی راهکارهایی قابل اجرا را در سه محور اصلی شامل «نقش مجلس شورای اسلامی»، «کاهش موانع قانونی»، و «رفع موانع اداری توسط مجلس» ارائه می‌کند. برای چالش اقتصادی-مالی، سازکارهایی همچون «مشوق‌های مالی»، «جذب سرمایه‌گذاری ارزی-ریالی»، و «تسهیلات مالیاتی» در مدل لحاظ شده است. این اقدامات ضمن ارتقای سرمایه‌گذاری اقتصادی و تقویت نقش مجلس شورای اسلامی، زمینه‌ساز مشارکت مؤثر نهادهای دولتی و ذی‌نفعان محلی و افزایش سرمایه و رفع موانع قانونی هستند. بنابراین، مقاله علاوه بر تشخیص صحیح چالش‌ها، راهکارهایی مدیریتی، ساختاری و عملیاتی برای موانع مدیریتی-سازمانی و اقتصادی-مالی ارائه می‌دهد، که قابلیت اجرا در سطوح مختلف استقرار بندر خشک را داراست و می‌تواند بهبود پایداری و اثربخشی استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان را تضمین کند.

از سوی دیگر، در طراحی مدل صرفاً به کاهش کمی چالش‌ها بسنده نشد، بلکه الزامات مدیریتی، منابع مالی، و بازه زمانی تحقق هر راهکار نیز مد نظر قرار گرفت. منابع مالی نه‌تنها متکی بر ترکیبی از بودجه‌های عمومی، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و حمایت‌های قانونی و دولتی تعریف شد، که راهکارها نیز بر حسب ماهیت در بازه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت قابل اجرا تشخیص داده شدند. همچنین، با توجه به چالش حقوقی-نهادی، مکانیسم‌هایی همچون تدوین چارچوب قانونی بندر خشک و نظام گمرکی با کارایی بالاتر و تسهیل تجارت به‌عنوان ابزارهای حقوقی-نهادی این موانع در مدل لحاظ شد. بنابراین، کاهش چالش‌ها در سناریوهای شبیه‌سازی نه‌تنها بازتابی از پویایی‌های کمی سیستم، بلکه نتیجه امکان‌سنجی حقوقی و نهادی در استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان است. با این حال، به‌منظور ارائه یک چارچوب تحلیلی قابل فهم برای سیاست‌گذاران، در این مرحله برای هر چالش مجموعه‌ای از مهم‌ترین راهکارهای متناظر استخراج شده است، که مستقیماً با هدف کاهش یا حذف آثار آن چالش طراحی شده‌اند.

پیشنهادهای

در مواجهه با یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، راهکارهایی چون کاهش هزینه حمل‌ونقل، افزایش کارایی سیستم ریلی، و افزایش ظرفیت بارگیری، به‌منظور بهبود جریان ارتباطی و حمل‌ونقل پیشنهاد شده است. این راهکارها نه‌تنها به کاهش چالش حمل‌ونقل و افزایش کارایی بندر خشک کمک می‌کنند، بلکه بستر مناسبی برای افزایش میزان بارگیری و بهبود خدمات حمل‌ونقل و در

نتیجه کاهش قیمت نهایی نیز فراهم می کنند. در خصوص مسائل مرتبط با چالش اجتماعی- فرهنگی، مجموعه ای از راهکارها در نظر گرفته شده است، که عمدتاً حول محور ارتقای منطقه صنعتی، افزایش اشتغال در سطوح عمومی، محلی، و منطقه ای متمرکز هستند. از این اقدامات می توان به طراحی و اجرای اشتغال لجستیک محور، تنوع بخشیدن به اقتصاد محلی، و توزیع عادلانه منافع در ارتقای ظرفیت یک منطقه صنعتی محلی اشاره کرد. این اقدامات می توانند، از طریق تقویت سرمایه انسانی، مسیر مشارکت مؤثرتر ذی نفعان محلی در فرآیند استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان را هموار سازند. برای پاسخ به موارد ناشی از چالش های اقتصادی- مالی مجموعه ای از سازکارهای انگیزشی و قانونی طراحی شده است که هدف آن ها کاهش وابستگی به منابع مالی دولتی و تشویق به ایجاد منابع مالی مشترک است. جذب سرمایه گذاری ارزی- ریالی، ارائه مشوق های مالی برای مشارکت، تسهیلات مالیاتی و اعتباری، و در نهایت ایجاد مکانیسم های مبتنی بر مشارکت عمومی و خصوصی و طراحی الگوهای جدید تخصیص منابع، از جمله اقداماتی هستند که می توانند پایداری اقتصادی- مالی و استقلال اجرایی در سطوح محلی را افزایش دهند. در رابطه با چالش های اداری و حقوقی- نهادی تمرکز اصلی بر تدوین سازکارهای قانونی بندر خشک و نظام گمرکی، کاهش زمان ترخیص کالا، تعریف مبانی روشن حقوقی مبتنی بر افزایش سرمایه گذاری و ایجاد چارچوب های هماهنگی نهادی بوده است؛ که تنظیم این مبانی حقوقی و قانونی امری چندجانبه محسوب می شود. همان طور که پیش تر اشاره شد، در میان عوامل کاهشی نقش مجلس نیز در این زمینه قابل اشاره خواهد بود. طراحی دقیق مبانی قانونی و حقوقی به انسجام بیشتر ساختارهای اجرایی و گمرکی، و کاهش اصطکاک های بوروکراتیک کمک خواهند کرد. به منظور مواجهه با مسائل برخاسته از چالش های زیست محیطی- پایداری، مجموعه ای از راهکارهای چندجانبه و در عین حال تسهیل کننده مد نظر قرار گرفته است. مدیریت محیط زیست صنعتی و صرفه جویی در سوخت از جمله این موارد است. در مدیریت پایدار محیط زیست صنعتی توجه به فاصله اتصال به شبکه ریلی و بهره گیری از مسافت کوتاه و مستقیم که به شبکه ریلی متصل شود، به نوبه خود مصرف سوخت را کاهش می دهد. فرآیندهای نظارتی همچون بررسی کیفیت جاده ها و تقویت سیستم حمل و نقل از جمله مهم ترین رویکردهایی است که در این زمینه پیشنهاد شده اند. این رویکردها ضمن کاستن از مصرف سوخت، به ارتقای سیستم حمل و نقل ریلی، افزایش سرعت عمل، و ظرفیت بارگیری کمک خواهند کرد. در نهایت، در پاسخ به چالش های مدیریتی- سازمانی، مجموعه ای از راهکارها تدوین شده است، که هدف آن ها بر مبنای جذب سرمایه گذاری و کاهش هزینه های لجستیکی است و می تواند به افزایش موفقیت و پایداری بندر خشک در شهرستان سیرجان کمک کند. این راهکارها در عین حال در سطوح مختلف چالش های استقرار بندر خشک تأثیرگذار خواهند بود. نقش مجلس شورای اسلامی، کاهش موانع قانونی، رفع موانع اداری توسط مجلس، در راستای ارتقای سطوح مدیریتی و سازمانی پیشنهاد شده اند. این اقدامات می توانند مبنای تصمیم گیری برای سرمایه گذاران را تقویت کنند و فواصل بین سطوح مختلف اداری را کاهش دهند. جدول ۱۰ به صورت نظام مند نشان می دهد که برای هر چالش شناسایی شده، مجموعه ای از راهکارهای عملیاتی، مشخص و قابل اجرا طراحی شده است. این جدول همچنین نشان می دهد که برخی از راهکارها دارای ماهیتی چندمنظوره اند؛ به این معنا که اجرای آن ها می تواند به طور همزمان در کاهش چند چالش مؤثر واقع شود. از این رو، اتخاذ رویکردی تلفیقی و هم افزا در اجرای این مداخلات می تواند به تحقق استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان به صورت چندسطحی، یکپارچه و پایدار یاری رساند.

تحلیل حساسیت و پایداری ساختار علی چالش های استقرار بندر خشک با استفاده از DEMATEL فازی پیشرفته و وزن دهی خبرگان، و توسعه و کالیبراسیون مدل پویایی سیستم مبتنی بر داده های تجربی برای تحلیل رفتار بلندمدت چالش های بندر خشک سیرجان و بررسی تعامل و trade-off بین اهرم های اقتصادی- مالی و نهادی- مدیریتی در توسعه بندر خشک با در نظر گرفتن تأخیرهای زمانی واقعی پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی هستند.

محدودیت های تحقیق

داده های به کاررفته در تحلیل DEMATEL مبتنی بر قضاوت خبرگان بوده و به دلیل ماهیت ادراکی آن ها، نتایج بازتاب دهنده برداشت جمعی خبرگان است نه روابط علی تجربی قطعی.

ساختار روابط علی به آستانه انتخاب شده در DEMATEL وابسته است و به دلیل انجام نگرفتن تحلیل حساسیت آستانه، امکان تغییر ساختار روابط در صورت انتخاب آستانه‌های متفاوت وجود دارد. پارامترها و متغیرهای مدل پویایی سیستم به صورت نرمال شده و بدون کالیبراسیون تجربی تعریف شده‌اند؛ بنابراین نتایج مدل صرفاً برای تحلیل رفتار نسبی و تصمیم‌یار قابل استفاده است و جنبه پیش‌بینی کمی ندارد.

جدول ۸. چالش‌های استقرار بندر خشک در شهرستان سیرجان و راهکارهای پیشنهادی

چالش‌های استقرار بندر خشک	برخی از راهکارهای پیشنهادی	محور مرتبط
اقتصادی- مالی	جذب سرمایه‌گذاری، تسهیلات مالیاتی، مشوق‌های مالی، جذابیت برای سرمایه‌گذاران، کاهش هزینه‌های اولیه، بازده سرمایه، رشد اقتصادی، تولید و افزایش اشتغال، کاهش ریسک سرمایه‌گذاری	رشد اقتصادی
فنی- زیرساختی	توسعه صنایع مرتبط با زیرساخت، نوآوری و بهبود فناوری، افزایش بهره‌وری، استفاده بهینه از منابع و زمان، کاهش زمان حمل‌ونقل، بهبود عملکرد و کارایی سیستم حمل‌ونقل ریلی	بهبود زیرساخت‌ها
مدیریتی- سازمانی	تسهیل فرآیندها، کاهش زمان لازم برای انجام فعالیت‌های اقتصادی، کاهش موانع کسب‌وکارها، عملکرد مؤثر مجلس شورای اسلامی، اعتماد عمومی به سیستم حکومتی و نهادهای دولتی	کاهش موانع قانونی و اداری توسط مجلس شورای اسلامی
اجتماعی- فرهنگی	افزایش کیفیت زندگی مردم، تقویت محیط کسب‌وکار، افزایش نوآوری، افزایش مشارکت مردم در فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی، افزایش رفاه عمومی، فرصت‌های شغلی در حوزه‌های مرتبط با حمل‌ونقل، تقویت تنوع اقتصادی، افزایش انسجام اجتماعی	توسعه پایدار اجتماعی
زیست‌محیطی- پایداری	کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی، بهینه‌سازی منابع، کاهش هدررفت منابع طبیعی، کمک به پایداری اکوسیستم‌ها، تقویت مسئولیت اجتماعی، توسعه فناوری‌های نوین، بهبود کیفیت زندگی در جوامع صنعتی	توسعه پایدار اجتماعی/ بهبود زیرساخت‌ها
حقوقی- نهادی	محیط قانونی و اداری شفاف، تقویت رقابت‌پذیری، تقویت اعتماد عمومی، شفافیت و پیش‌بینی‌پذیری، کاهش ریسک‌های قانونی، تسهیل فرآیندهای گمرکی، محیط قانونی و حقوقی مناسب برای جذب سرمایه، تخصیص قانونی درآمدهای گمرکی برای تأمین مالی پروژه‌های زیرساختی	کاهش موانع قانونی و اداری توسط مجلس شورای اسلامی/ رشد اقتصادی

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام دادن و انتشار این پژوهش علمی رعایت کرده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌ها است.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان به‌طور مساوی در انجام دادن این تحقیق مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

بنا به نظر نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

این تحقیق با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه سمنان و در قالب طرح پژوهشی شماره ۱۴۰۴/۱۴۰۴/۲۲۶ انجام شده است.

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب تقدیر صمیمانه خود را از دانشگاه سمنان و همچنین داوران مقاله که ما را در انجام و ارتقای کیفی این پژوهش یاری رسانده‌اند، اعلام می‌کنند.

منابع

- احمدیان، پوریا؛ سیدالحسینی، سیدمسلم و دانشور، مریم (۱۴۰۳). تبیین نقش بندر خشک در توسعه منطقه‌ای شهر زاهدان. هویت شهر، ۱۸ (۳)، ۸۳-۹۶. <https://sanad.iau.ir/Journal/hoviatshahr/Article/1184431/FullText>
- دورودیان، محدثه؛ پیشوایی، میرسامان و فرهنگ مقدم، بابک (۱۳۹۶). مکان یابی بندر خشک با رویکرد مکان یابی محورهای در شرایط عدم قطعیت تقاضا: مطالعه موردی ایران. پژوهشنامه حمل و نقل، ۱۴ (۳)، ۱-۲۵. https://www.trijournal.ir/article_53704.html
- قربانی نژاد بالا، گفشه، افشین؛ میرزاابراهیم طهرانی، مهناز؛ حسینی، رضا؛ جوزی، سیدعلی و ترابی آزاد، مسعود (۱۴۰۳). مکان یابی برای احداث بندر خشک جهت پشتیبانی از بندر استان گیلان. فصلنامه جغرافیا، ۲۲ (۸۰)، ۱۹۵-۱۷۳. <https://doi.org/10.22034/iga.2024.712874>
- حاضری، هاتف؛ هاشمی دیزج، عبدالرحیم؛ جعفری، مهدی و عمادی، سیدجواد (۱۴۰۲). تحلیل عوامل سخت افزاری، اقتصادی و محیط زیستی در ایجاد بندر خشک در شهرستان انزلی. مطالعات علوم محیط زیست، ۸ (۲)، ۶۳۲۵-۶۳۱۰. [doi: 10.22034/jess.2022.347835.1812](https://doi.org/10.22034/jess.2022.347835.1812)
- سعیدی، سیدناصر؛ نورامین، امیرسعید؛ جوادپور، منصور و مطهری، امیرحسین (۱۳۹۰). مفهوم بندر خشک بانگاهی ویژه به نیازمندیهای ایجاد آن در کشور. فصلنامه کشتیرانی و فناوری دریایی، ۲ (۱)، ۳۷-۵۲. https://smt.cmu.ac.ir/article_89223.html
- Abu-Aisha, T., Audy, J. F., & Ouhimmou, M. (2024). Preliminary investigation of the sea-rail intermodal system's efficiency using a simulation approach: case of the Port of Trois-Rivieres. *Journal of Shipping and Trade*, 9(1), 17. <https://link.springer.com/article/10.1186/s41072-024-00176-x>
- Ahmadian, P., Seyed al-Hosseini, S. M., & Danshour, M. (2024). Explaining the role of the dry port in the regional development of Zahedan city. *Quarterly City Identity*, 18 (3). <https://sanad.iau.ir/Journal/hoviatshahr/Article/1184431/FullText>. (in Persian)
- Bagheri, M., Abbasi, H., Yaghoubi, S., Pishvaei, M. S., & Fallahi, M. (2025). Optimizing Dry Port Locations: A Comparative Analysis of Deterministic, Stochastic, and Robust Models. *Transportation Research Record*, 2679 (2), 1922-1940. <https://doi.org/10.1177/03611981241274153>
- Chowdhury, M. M. H., & Haque Munim, Z. (2023). Dry port location selection using a fuzzy AHP-BWM-PROMETHEE approach. *Maritime Economics & Logistics*, 25 (2), 301-329. <https://link.springer.com/article/10.1057/s41278-022-00230-0>
- Dewi, N. K., Ishak, R. F., & Ariffien, A. (2024). Dry Port Financial Feasibility Analysis Model. *Innovation and Community Engagement*, 5 (1), 1-17. <https://doi.org/10.28932/ice.v5i1.7533>
- Doroudian, M., Pishvaei, M. S., & Farhang Moghadam, Babak. (2017). Dry Port Location with Axis Location Approach in Demand Uncertainty Conditions: A Case Study of Iran. *Transportation Research*, 14 (3). https://www.trijournal.ir/article_53704.html. (in Persian)
- Eto, G. M., Akpoghomeh, O. S., & Otto, G. (2022). Challenges And Prospects To The Complementary Role Of Inland Dry Ports In Serving The Hinterland Of Nigeria. *African Journal For The Psychological Studies Of Social Issues*, 25 (1), 12-24. <https://ajpssi.org/index.php/ajpssi/article/view/511>
- Fayera, T. (2022). *Assessment Of Practices, Opportunities And Challenges Of Ethiopian Shipping And Logistics Service Enterprise, A Case Of Mojo Dry Port Oromia, Ethiopia* (Doctoral dissertation, Ambo University). <https://irlib.ambou.edu.et/xmlui/handle/123456789/2204>
- Ghorbani Nejad Balagofsheh, A. E., Mirza ebrahim tehrani, M., Hassanvi, R., Jozi, S. A., & Torabi Azad, M. (2024). Locating for the construction of a dry port to support the ports of Gilan province. *Geography. of the Iranian Geographical Society*, 22 (80). (in Persian) <https://doi.org/10.22034/iga.2024.712874>
- Hazeri, H., Hashemi Dizaj, A., Jafari, M., & Emadi, S. J. (2023). Analysis of hardware, economic and environmental factors in the establishment of a dry port in Anzali County. *Environmental Science Studies*. (in Persian) [10.22034/jess.2022.347835.1812](https://doi.org/10.22034/jess.2022.347835.1812)
- Khaslavskaya, A., Monios, J., & Roso, V. (2024). Using coopetition to increase asset utilization and market coverage of dry ports. *Research in Transportation Business & Management*, 57, 101219. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2024.101219>
- Koritarov, T. (2024). Classification, management, and sustainability of port operations: a comprehensive analysis of maritime-land transport synergies. *Sciences of Europe*, (153), 128-133. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14227617>
- Lu, Z., & Qiu, W. (2025). Resilience Analysis of Seaport-Dry-Port Network in Container Transport: Multi-Stage Load Redistribution Dynamics Following Cascade Failure. *Systems*, 13 (4), 299. <https://doi.org/10.3390/systems13040299>
- Miraj, P., Berawi, M. A., Zagloel, T. Y., Sari, M., & Saroji, G. (2021). Research trend of dry port studies: a two-decade systematic review. *Maritime Policy & Management*, 48 (4), 563-582. <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1798031>
- Muravev, D., Hu, H., Rakhmangulov, A., & Mishkurov, P. (2021). Multi-agent optimization of the intermodal terminal main parameters by using AnyLogic simulation platform: Case study on the Ningbo-Zhoushan Port.

- International Journal of Information Management*, 57, 102133. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102133>
- Nguyen, L. C., Thai, V. V., Nguyen, D. M., & Tran, M. D. (2021). Evaluating the role of dry ports in the port-hinterland settings: Conceptual framework and the case of Vietnam. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 37 (4), 307-320. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2021.09.001>
- Okonge, F. O., & Nyaronga, G. (2025). Enhancing Transport Logistics Efficiency through Public-Private Partnerships: The case of Isaka Dry Port along Tanzania's Central Corridor. *African Development Finance*, 8 (7), 69-90. <https://uonjournals.uonbi.ac.ke/ojs/index.php/adfi/article/view/2962>
- Okoyo, M. B. (2021). *Determinants of Dry Port Performance in Kenya_A Case of the nternal Container Depot, Nairobi* (Doctoral dissertation, Kenya School of Revenue Administration_Moi University). <https://ikesra.kra.go.ke/server/api/core/bitstreams/ba7bf100-d855-4ce1-b6f6-c5788ede8bbb/content>
- Pujiwat, R., N., & Tjahjono, T. (2024,). Dry port location based on hybrid MCDM and uncapacitated fixed charge location problem for Surabaya and Teluk Lamong container terminal. In *AIP Conference Proceedings*, 3069 (1), 020028. AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/5.0205698>
- Raad, N. G., Rajendran, S., & Salimi, S. (2022). A novel three-stage fuzzy GIS-MCDA approach to the dry port site selection problem: A case study of Shahid Rajaei Port in Iran. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108112. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108112>
- Saeedi, S. N., Nooramin, A. S., Javadpour, M., & Motahari, A. H. (2011). The concept of dry port with a special look at the requirements for its establishment in Iran. *Shipping and Marine Technology*, 2 (1). (in Persian) https://smt.cmu.ac.ir/article_89223.html
- Wang, B., Wang, C., Qiao, H., & Su, Q. (2025). Risk prevention and adaptation strategies for geographically complementary seaports and dry ports under intermodal interaction. *Research in Transportation Economics*, 114, 101654. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2025.101654>
- Xie, J., Sun, Y., & Huo, X. (2021). Dry port-seaport logistics network construction under the belt and road initiative: a case of Shandong Province in China. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 30 (2), 178-197. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11518-021-5484-6>
- Yen, B. T., Huang, M. J., Lai, H. J., Cho, H. H., & Huang, Y. L. (2023). How smart port design influences port efficiency—A DEA-Tobit approach. *Research in Transportation Business & Management*, 46, 100862. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100862>
- Zhang, X., Li, J., Yang, Z., & Wang, X. (2022). Collaborative optimization for loading operation planning and vessel traffic scheduling in dry bulk ports. *Advanced Engineering Informatics*, 51, 101489. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101489>