



Evaluating and Analyzing Sustainable Development Policies in the Oil Products Transportation Network with a System Dynamics Approach

Somayeh Ghezavat

Ph.D. Candidate, Department of Industry Management & Information Technology, Management and Accounting Faculty, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: s_ghezavat@sbu.ac.ir

Behroz Dori Nokorani

*Corresponding Author, Prof., Department of Industry Management & Information Technology, Management and Accounting Faculty, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: b-dori@sbu.ac.ir

Masood Rabieh

Assistant Prof., Department of Industry Management & Information Technology, Management and Accounting Faculty, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: m_rabieh@sbu.ac.ir

Mostafa Zandieh

Associate Prof., Department of Industry Management & Information Technology, Management and Accounting Faculty, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: m_zandieh@sbu.ac.ir

Abstract

Objective: Today, one of the most important concerns of the oil industry is sustainable development. Achieving sustainability requires recognizing the factors that affect sustainability, their dynamic relationships, and the right decisions of senior executives. The purpose of this paper is to evaluate and analyze the sustainable development policies of the Iranian oil products transportation network based on the dynamic behavior of sustainability variables.

Methods: In this study, the factors affecting economic, social and environmental sustainability were identified based on the research background and the opinion of industry experts and the dynamic model of sustainability of this network was designed with the system dynamics approach. Optimal policies with different sustainability strategies were then evaluated and analyzed based on the behavior of the main variables of sustainability.

Results: Based on the background of research and opinion of industry experts, 22 factors were selected as factors affecting economic, social and environmental sustainability and five strategies including reducing transportation costs, increasing community satisfaction,

reducing environmental pollution, reducing accidents and combining all the cases were considered to achieve sustainability in the National Iranian Oil Products Distribution Company. By applying policies appropriate to each strategy and comparing their results, it was found that the behavior of the main variables of sustainability shows a better trend by adopting the Fifth Strategy (Comprehensive Development).

Conclusion: This research showed that sustainable development can be achieved by recognizing the factors affecting sustainability and causal relationship between them and evaluating and analyzing comprehensive sustainability policies based on the behavior of the main variables of sustainability.

Keywords: Sustainable development, Iranian oil products transport network, System dynamics.

Citation: Ghezavat, Somayeh, Dori Nokorani, Behroz, Rabieh, Masood & Zandieh, Mostafa (2020). Evaluating and Analyzing Sustainable Development Policies in the Oil Products Transportation Network with a System Dynamics Approach. *Industrial Management Journal*, 12(1), 271-298. (in Persian)

Industrial Management Journal, 2020, Vol. 12, No.1, pp. 271-298

DOI: 10.22059/imj.2020.300826.1007732

Received: November 03, 2019; Accepted: February 21, 2020

© Faculty of Management, University of Tehran



ارزیابی و تحلیل سیاست‌های توسعه پایدار در شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی با رویکرد پویایی سیستم

سمیه قضاوت

دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی و فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
رایانامه: s_ghezavat@sbu.ac.ir

بهرروز دری نوکورانی

* نویسنده مسئول، استاد، گروه مدیریت صنعتی و فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
رایانامه: b-dori@sbu.ac.ir

مسعود ربیعه

استادیار، گروه مدیریت صنعتی و فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، رایانامه:
m_rabieh@sbu.ac.ir

مصطفی زندیه

استاد، گروه مدیریت صنعتی و فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، رایانامه:
m_zandieh@sbu.ac.ir

چکیده

هدف: امروزه، یکی از دغدغه‌های بسیار مهم صنایع نفتی، موضوع توسعه پایدار است. دستیابی به پایداری مستلزم شناخت عوامل مؤثر بر پایداری، روابط متقابل و پویای آنها و اتخاذ تصمیم‌های صحیح مدیران ارشد سازمان است. هدف از این مقاله، ارزیابی و تحلیل سیاست‌های توسعه پایدار شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی ایران، بر اساس رفتار پویای متغیرهای پایداری است.

روش: بر اساس پیشینه پژوهش و نظر خبرگان صنعت، عوامل مؤثر بر پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی احصا و بر مبنای رویکرد پویایی سیستم، مدل پویای پایداری این شبکه طراحی شد. سپس سیاست‌های متناسب با استراتژی متفاوت پایداری، بر اساس رفتار متغیرهای اصلی پایداری، بررسی و تحلیل شد.

یافته‌ها: بر مبنای پیشینه پژوهش و نظر خبرگان، ۲۲ عامل به‌عنوان عوامل مؤثر بر پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی انتخاب و استراتژی‌های پنج‌گانه، شامل کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، افزایش رضایتمندی جامعه، کاهش آلودگی محیط زیست، کاهش حوادث و ترکیب همه موارد، برای دستیابی به پایداری در شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران متصور شد. با اعمال سیاست‌های متناسب با هر استراتژی و مقایسه نتایج آنها، مشخص شد، رفتار متغیرهای اصلی پایداری با اتخاذ استراتژی پنجم (توسعه همه‌جانبه) روند بهتری را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری: این پژوهش نشان داد که دستیابی به توسعه پایدار با شناخت عوامل مؤثر بر پایداری و در نظر گرفتن ارتباط علی بین آنها و ارزیابی و تحلیل سیاست‌های توسعه پایدار مبتنی بر رفتار متغیرهای اصلی پایداری در طول زمان با نگاهی جامع و سیستمی فراهم می‌شود.

کلیدواژه‌ها: توسعه پایدار، شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی ایران، پویایی‌شناسی سیستم.

استناد: قضاوت، سمیه؛ دری نوکورانی، بهروز؛ ربیعه، مسعود؛ زندیه، مصطفی (۱۳۹۹). ارزیابی و تحلیل سیاست‌های توسعه پایدار در شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی با رویکرد پویایی سیستم. مدیریت صنعتی، ۱۲(۲)، ۲۷۱-۲۹۸.

مدیریت صنعتی، ۱۳۹۹، دوره ۱۲، شماره ۲، صص. ۲۷۱-۲۹۸

DOI: 10.22059/imj.2020.300826.1007732

دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۲، پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۲

© دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

مقدمه

در دنیای رقابتی امروز، سازمان‌ها برای انجام رسالت خود، ضمن تأمین نیازهای کنونی، باید نیاز نسل‌های آتی را نیز تضمین کرده و توسعه پایدار را دنبال کنند. در صنایع مختلف، ضرورت ارزیابی و انتخاب فناوری‌ها برای کاهش آثار مخرب ناشی از فعالیت‌هایشان، در حال افزایش است. در سده‌های اخیر، توسعه صنعتی جای خود را به توسعه پایدار داده است. در این میان، مدیران صنایع، به‌ویژه در کشورهای پیشرفته، به دنبال روش‌هایی هستند که ضمن حمایت از محیط زیست و اجتماع، عملکرد سازمان خود را افزایش دهند (جباری، ۱۳۹۳).

توزیع سوخت در ایران توسط شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی صورت می‌گیرد. شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی، سامانه‌ای تأثیرگذار و تأثیرپذیر از ابعاد سه‌گانه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است و به سیستمی پایدار و مطمئن تعبیر می‌شود و مستلزم دستیابی به وضعیت/ روندی استاندارد در هر یک از ابعاد سه‌گانه و شناسایی عوامل مؤثر بر پایداری است. کارایی عملیاتی با تبعیت از اصول مهندسی رمز موفقیت این شرکت بوده است. امروزه با بروز تغییرات و نیازهای محیطی فزاینده و همچنین تغییر گسترده در پارادایم‌های مرتبط و رسالت سازمان‌های کنونی، رویکرد گذشته به چالش کشیده شده است (فوکردی و محتاط، ۱۳۹۶). بر همین اساس، با توجه به روند افزایشی تقاضای فرآورده‌های نفتی، به‌منظور ایجاد سیستمی پایدار و قابل اطمینان در عملیات سوخت‌رسانی، لازم است که علاوه بر توزیع سوخت، تأثیرها و پیامدهای ناشی از عملیات حمل‌ونقل سوخت بر ابعاد سه‌گانه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی شناسایی شود تا از طریق رفتار پیشگیرانه و اصلاحی به مدیریت تأثیرات و پیامدهای ناشی از تصمیم‌ها یا فعالیت‌ها در قبال ذی‌نفعان و جامعه پرداخته و به تحقق اهداف توسعه پایدار کمک شود. متغیرهای پایداری حوزه سوخت‌رسانی در کشور، همچون شاخص بهره‌وری سرمایه، بهره‌وری هزینه، بهره‌وری نیروی کار، میزان تصادفات در هر میلیون کیلومتر و روند انتشار گازهای گل‌خانه‌ای، با میزان این متغیرها در سطح بین‌المللی فاصله معناداری دارند و همچنین روند کاهش متغیرهای پایداری در طول زمان، از دسته چالش‌های سازمانی محسوب می‌شود (گزارش بهره‌وری و ارزیابی عملکرد شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی، ۱۳۹۷).

با توجه به تعدد علل و عوامل مؤثر بر پایداری و پیچیدگی روابط متقابل و بازخوردی بین عوامل، لازم است طراحی و شبیه‌سازی پایداری شبکه توزیع سوخت صورت پذیرد. شناخت همه‌جانبه موضوع، از منظر ابعاد سه‌گانه پایداری (اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی) و مدل‌سازی پویای سیستم، به درک و بینش عمیق تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان سازمانی در شناسایی علل ریشه‌ای و آزمودن پیامدها و نتایج تصمیم‌ها در آینده کمک می‌کند. در این پژوهش با توجه به پیامدهای منفی عرضه سوخت و حوادث مرتبط با آن بر ابعاد سه‌گانه پایداری، مدل‌سازی پایداری شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی کشور با استفاده از پویاشناسی سیستم صورت پذیرفته است تا چارچوبی برای توسعه پایداری شبکه مذکور و راهکارهای مطلوب و ریشه‌ای در صنعت پخش فرآورده‌های نفتی ارائه شود. در ادامه پس از بیان پیشینه و روش پژوهش، مدل پویای پایداری شبکه حمل‌ونقل سوخت ترسیم و روند متغیرهای اصلی پایداری پس از شبیه‌سازی سیاست‌های متناسب با استراتژی‌های پیش‌بینی شده ارائه و تحلیل می‌شود.

پیشینه پژوهش

با توجه به اینکه در حال حاضر، شاخص‌های عملکردی پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی ایران، روند رو به رشد و منظمی را نشان نمی‌دهد، این پژوهش بر آن است تا با شناخت عوامل تأثیرگذار بر پایداری و بررسی تعامل بین این عوامل در طول زمان، امکان ارائه و بررسی سیاست‌هایی را برای توسعه پایداری و کاهش اثرها و پیامدهای منفی عرضه سوخت و حوادث مرتبط با آن فراهم کند. از این رو، در ادامه، منابع و پژوهش‌های مرتبط با شناسایی عوامل مؤثر بر پایداری و سیاست‌های پیشنهادی در حوزه پایداری صنعت نفت و گاز ارائه می‌شود.

الف) عوامل مؤثر بر پایداری

هیچ تعلیم هوشمندانه‌ای برای اجرای توسعه پایدار بدون استفاده از مجموعه‌ای از عوامل مؤثر بر پایداری ایجاد نمی‌شود (صالحی صدقیانی و ابراهیم‌پور، ۱۳۸۷). در چارچوب توسعه پایدار، شناخت عوامل، راهنمایی برای چگونگی درک مفهوم توسعه پایدار قلمداد می‌شود (هارت^۱، ۱۹۹۹). استانداردهای بین‌المللی همچون استاندارد جی.آر.آی^۲ (۲۰۱۳)، پژوهش‌های علمی و گزارش‌های پایداری شرکت‌های بزرگ نفتی، عوامل مختلفی را برای دستیابی به پایداری مطرح کرده‌اند که خلاصه مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پایداری متناسب با مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. عوامل مؤثر بر پایداری

ردیف	عامل مؤثر بر پایداری	نویسنده/استاندارد و سال
۱	فشار عوامل نهادی و اجتماعی	کنسپشن مور، گویا ولدویوا، ماچادو و گلیستاو ^۳ (۲۰۱۹)، هوانگ، شاولی، سان، لی و پنگ ^۴ (۲۰۱۹)، گارداس، رات و نارخد ^۵ (۲۰۱۸)، جعفری (۱۳۹۸)، گزارش شرکت اکسان موبیل ^۶ (۲۰۱۸)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۲	الزامات قانونی فرا سازمانی	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، هوانگ، شاولی و ژانگ ^۷ (۲۰۱۸)، هوانگ، شاولی، پنگ و یانگ ^۸ (۲۰۱۶)، گارداس و همکاران (۲۰۱۸)، گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸) جعفری (۱۳۹۸)، هاشم‌پور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۳	مشوق‌های مالیاتی	گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱)، هوانگ و همکاران (۲۰۱۶ و ۲۰۱۹).
۴	تحریم‌های بین‌المللی	فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشم‌پور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۵	یارانه	فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۶	زیرساخت‌های حمل‌ونقل در کشور	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، هوانگ، شاولی و سان ^۹ (۲۰۱۸)، هوانگ و همکاران (۲۰۱۹) و (۲۰۱۶)، رات، نارخد و گارداس ^{۱۰} (۲۰۱۷)، لیتمن ^{۱۱} (۲۰۱۵)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشم‌پور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).

1. Hart
3. Concepción Maure, Goya Valdivia, Machado, & Glistau
5. Gardas, Raut & Narkhede
7. Huang, Shuai & Zhang
9. Huang, Shuai & Sun
11. Litman

2. Global Reporting Initiative (GRI)
4. Huang, Shuai, Sun, Li & Pang
6. Exxonmobil Corporate Citizenship Report
8. Huang, Shuai, Pang, & Yang
10. Raut, Narkhede & Gardas

ادامه جدول ۱

ردیف	عامل مؤثر بر پایداری	نویسنده/استاندارد و سال
۷	فضای کسب‌وکار	قادری و بهرامی حقیقی (۱۳۹۴).
۸	اهداف کلان و استراتژی‌های سازمان	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، هوانگ و همکاران (۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشم‌پور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱)، قادری و بهرامی حقیقی (۱۳۹۴).
۹	تعهد و پشتیبانی مدیران ارشد	هوانگ و همکاران (۲۰۱۹)، شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۱۰	نظارت و کنترل	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، هوانگ و همکاران (۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹)، راوت و همکاران (۲۰۱۷)، هاشم‌پور (۱۳۹۷)، قادری و بهرامی حقیقی (۱۳۹۴)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۱۱	بودجه و منابع مالی	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، هوانگ و همکاران (۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹)، مهرگان، هاشمی و کریمی ^۱ (۲۰۱۴)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۱۲	کاهش هزینه و استفاده بهینه از منابع مالی	فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، لیتمن (۲۰۱۵)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۱۳	استانداردهای عملیاتی	هاشم‌پور (۱۳۹۷)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۱۴	عرضه به‌موقع	گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشم‌پور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۱۵	آموزش و فرهنگ‌سازی	هوانگ و همکاران (۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹)، مهرگان و همکاران (۲۰۱۴)، گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، لیتمن (۲۰۱۵)، جعفری (۱۳۹۸)، قادری و بهرامی حقیقی (۱۳۹۴)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۱۶	رضایتمندی کارکنان	گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۱۷	رضایتمندی جوامع محلی	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، گارداس و همکاران (۲۰۱۸)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، جعفری (۱۳۹۸).
۱۸	شفافیت و پاسخ‌گویی سازمان	گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹).
۱۹	سطح پوشش بهداشت و سلامت	فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، هاشم‌پور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۲۰	فناوری و دسترسی به اطلاعات	گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشم‌پور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۲۱	مقرون به‌صرفه‌بودن	گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳).

ادامه جدول ۱

ردیف	عامل مؤثر بر پایداری	نویسنده/استاندارد و سال
۲۲	دسترسی به محصول یا خدمات ارائه شده	گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، فوکردی و محتاط (۱۳۹۶).
۲۳	تنوع ارائه خدمت	فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، لیتمن (۲۰۱۵).
۲۴	توسعه بخشیدن جوامع محلی	مهرگان و همکاران (۲۰۱۴)، گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳).
۲۵	اشتغال	فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳).
۲۶	کاهش حوادث	هوانگ و همکاران (۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹)، لیتمن (۲۰۱۵)، هاشمپور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۲۷	ایمنی	هوانگ و همکاران (۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹)، گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشمپور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱)، قادری و بهرامی حقیقی (۱۳۹۴).
۲۸	کاهش هدررفت و ضایعات	فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، هاشمپور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۲۹	وضعیت توزیع کنندگان	گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، هاشمپور (۱۳۹۷).
۳۰	کاهش آلودگی‌های محیطی (آب، هوا و خاک)	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، گارداس و همکاران (۲۰۱۸)، فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشمپور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۳۱	حفاظت از زیستگاه‌ها	گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳).
۳۲	میزان تقاضا	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹).
۳۳	نوع وسیله حمل	گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، فوکردی و محتاط (۱۳۹۶).
۳۴	کیفیت مواد حمل شده	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، فوکردی و محتاط (۱۳۹۶) مهرگان و همکاران (۲۰۱۴).
۳۵	وضعیت رقبا	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، هوانگ و همکاران (۲۰۱۹)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشمپور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۳۶	تصویر سازمان	جعفری (۱۳۹۸)، هاشمپور (۱۳۹۷)، مهرگان و همکاران (۲۰۱۴)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۳۷	بازاریابی و تبلیغات	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، هوانگ و همکاران (۲۰۱۸ و ۲۰۱۹)، جعفری (۱۳۹۸)، هاشمپور (۱۳۹۷)، هاشمی پطرودی و مریخی (۱۳۹۱).
۳۸	همکاری ذی‌نفعان	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، هوانگ و همکاران (۲۰۱۹)، مهرگان و همکاران (۲۰۱۴)، قادری و بهرامی حقیقی (۱۳۹۴).
۳۹	اصلاحات قیمت‌گذاری	کنسپشن مور و همکاران (۲۰۱۹)، هوانگ و همکاران (۲۰۱۸ و ۲۰۱۹).
۴۰	نیروی انسانی کارآمد	گزارش شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۸)، لیتمن (۲۰۱۵)، استاندارد جی.آر.آی (۲۰۱۳)، فوکردی و محتاط (۱۳۹۶)، لیتمن (۲۰۱۵)، قادری و بهرامی حقیقی (۱۳۹۴).

بررسی مطالعات با محوریت موضوع پایداری در صنعت نفت و گاز نشان می‌دهد که عوامل مؤثر بر پایداری از تنوع زیادی دارند و بررسی پایداری و پیشنهاد سیاست‌های توسعه پایداری باید با توجه به این گستره وسیع صورت پذیرد. البته در پژوهش‌های پیشین، عوامل به‌طور کل نگر و سیستمی بررسی نشده‌اند و در بیان تعامل بین آنها کلی‌گویی شده است. افزون بر این، تمرکز بر بخشی از ابعاد پایداری پررنگ‌تر بوده است. همچنین ماهیت مورد مطالعه و هدف پژوهشگر و مرزهای متفاوت مسائل بر دسته‌بندی‌ها و احصای عوامل، تأثیرگذار بوده است.

ب) سیاست‌های توسعه پایداری

منافع متعددی همچون بقای سازمان و کسب منافع اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ناشی از توسعه پایدار، سبب گرایش پژوهشگران به بررسی این موضوعات شده است. در جدول ۲، سیاست‌های پیشنهادی برای توسعه پایداری در صنایع نفت و گاز مرور شده است.

جدول ۲. مروری بر برخی از سیاست‌های پیشنهادی برای توسعه پایداری

سیاست‌های پیشنهادی جهت توسعه پایداری	نویسنده / سال
افزایش سرمایه‌گذاری زیرساخت‌های حمل‌ونقل و بررسی تأثیر آن بر اشتغال و تولید ناخالص داخلی	وانگ، ژانگ، لیان و چو ^۱ (۲۰۱۸)
افزایش نظارت و بررسی تأثیر آن بر سطح ایمنی، آموزش حوادث و یادگیری از حوادث	ژانگ، فانگ و ژانگ ^۲ (۲۰۱۵)
افزایش ظرفیت تجهیزات حمل‌ونقل و افزایش میزان تجهیزات حمل‌ونقل عملکرد سیستم و بررسی تأثیر آن بر کاهش خطر	لی، رن و وانگ ^۳ (۲۰۱۶)
افزایش آموزش منظم کارکنان، تقویت تأسیسات آتش‌نشانی و مدیریت نگهداری تجهیزات و بررسی تأثیر آن بر سطح ایمنی	ژانگ، ژانگ و کیان ^۴ (۲۰۱۸)
افزایش مهارت کار و بهبود زیرساخت‌ها و تجهیزات عملیاتی و بررسی تأثیر آن بر سطح ایمنی	لی، وانگ و گانگ ^۵ (۲۰۱۸)
تغییر نوع وسیله حمل‌ونقل و بررسی تأثیر آن بر سطح ایمنی و شاخص اجتماعی	عباس‌پور، دربنستدت و دیندارلو ^۶ (۲۰۱۸)
افزایش متوسط اشغال خودرو و افزایش نرخ ایمنی وسایل نقلیه و بررسی تأثیر آن بر سطح آلودگی زیست‌محیطی و بعد اقتصادی	رصافی، استادی جعفری و جوانشیر ^۷ (۲۰۱۴)
کاهش خودروهای فرسوده و افزایش کیفیت وسایل نقلیه و بررسی تأثیر آن بر سطح آلودگی زیست محیطی و بعد اقتصادی	استادی جعفری و رصافی (۱۳۹۲)

ویژگی این مطالعات، آن است که پیشنهاد‌های سیاستی با توجه به تحلیل دقیق صنعت و با رویکرد پویایی سیستم ارائه شده است. البته در اغلب پژوهش‌ها، تأثیر برخی از عوامل بر تنها یک یا چند متغیر محدود بررسی شده و سایر ابعاد

1. Wang, Zhang, Lian & Chu
3. Li, Ren & Wang
5. Li, Wang, Wang & Gong
7. Rassafi, Ostadi Jafari & Javanshir

2. Jiang, Fang & Zhang
4. Zhang, Zhang & Qian
6. Abbaspour, Drebenstedt & Dindarloo

و متغیرهای پایداری نادیده گرفته شده است. به بیان دیگر، در پژوهش‌های پیشین، به مسئله توسعه همه‌جانبه پایداری، به دلیل پیچیدگی و گستردگی آن، توجه نشده است. از سوی دیگر، مدل‌های ارائه شده در پژوهش‌های پیشین، اغلب به بررسی سیاست‌های بسیار محدود و ترکیب آنها در یک بعد یا متغیر پایداری پرداخته‌اند و مرجع مناسبی برای سازمان‌ها و محققان در مسئله پایداری همه‌جانبه در جایگاه کلان و استراتژیک نیستند.

روش‌شناسی پژوهش

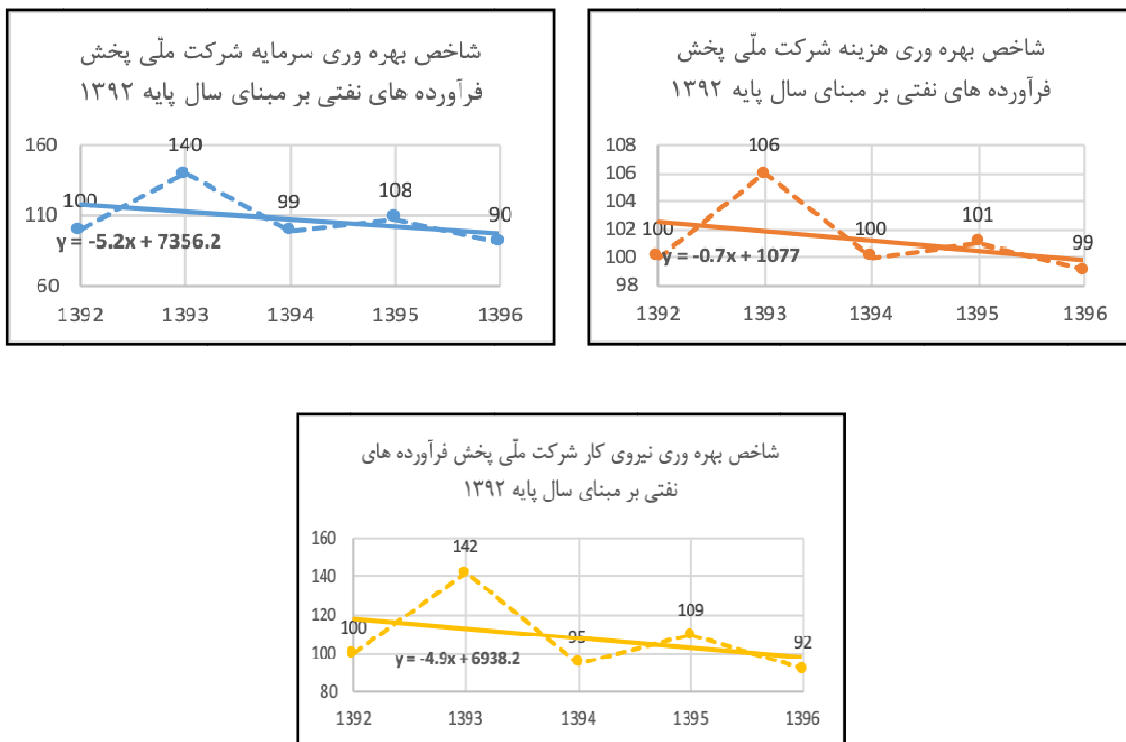
با توجه به اینکه پژوهش حاضر به دنبال ارزیابی سیاست‌های توسعه پایدار در شبکه حمل‌ونقل است، برای شناسایی، تعیین و تعریف عوامل مؤثر بر پایداری حمل‌ونقل (اقتصادی و اجتماعی و زیست‌محیطی) از کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها، مقاله‌ها، مدارک، مستندات مرتبط و استانداردهای بین‌المللی همچون GRI و گزارش‌های پایداری شرکت‌های برتر نفتی بین‌المللی استفاده شد و پس از بررسی دقیق شرکت پخش فراورده‌های نفتی و در نظر گرفتن اهداف، استراتژی‌ها، ملاحظات و اقدامات شرکت نام برده و کسب نظر خبرگان حوزه‌های مرتبط، همچون واحد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، واحد تأمین و توزیع و حوزه HSE، واحد مالی و حسابداری، مسئولیت اجتماعی و منابع انسانی شرکت ملی پخش و پالایش و پخش فراورده‌های نفتی ایران و وزارت نفت با مصاحبه‌های تخصصی جمعی و اختصاصی و پرسش‌نامه، عوامل مؤثر بر پایداری شبکه حمل‌ونقل سوخت احصا شد. سپس زیرسیستم‌های مدل در قالب سه بُعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی شناسایی و روابط پیچیده و علی و معلولی مربوطه ترسیم شد. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار Vensim DSS، مدل جریان مسئله طراحی و روابط و توابع بین متغیرها تعریف شد. گفتنی است که مدل از لحاظ ساختاری و رفتاری و تحلیل حساسیت، اعتبارسنجی شده و نتایج برخی از آزمون‌ها، شامل آزمون شرایط حدی، آزمون بازتولید رفتار و آزمون آماری جذر میانگین مربع درصد خطاها در بخش‌های بعدی ارائه شده است. در مرحله بعد با توجه به نقاط اهرمی و سیاست‌های پیشنهادی در پژوهش‌های قبلی و با مشارکت برنامه‌ریزان سازمانی، سیاست‌ها تدوین و رفتارهای متغیرها بررسی شد و با توجه به آنها، امکان‌پذیری سازمانی رصد شده و در نهایت، راهکارها و سیاست‌های مطلوب و اجراشدنی ارائه شد.

بیان مسئله پویا

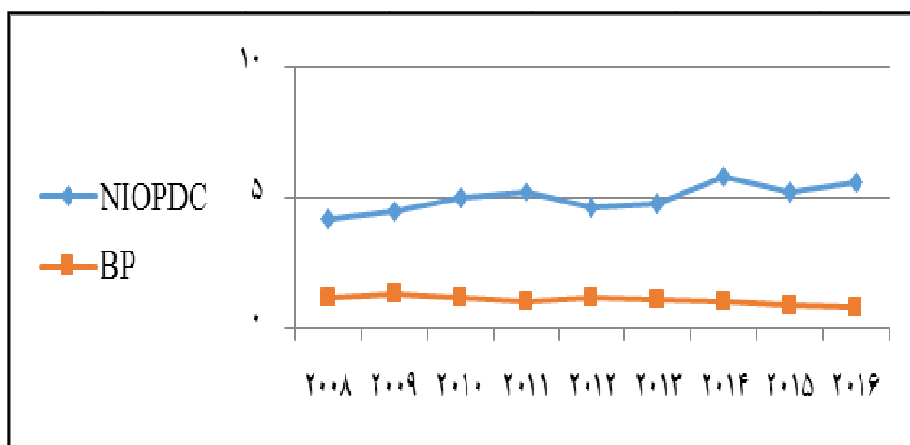
یکی از مباحث مهم روز در صنایع نفتی، پایداری است. اصطلاح پایداری به این معناست که هم‌زمان با کسب سود امروز، به اثرهای بلندمدت فعالیت خود و دوام منابع برای بهره‌برداری در آینده نیز فکر کنیم (مکلروی، جرنای و انجلن^۱، ۲۰۰۸). همان‌طور که در مقدمه مقاله اشاره شد، طبق بررسی‌های دقیق و موشکافانه سازمان و مصاحبه با خبرگان و تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران راهبردی سازمان، اثرها و پیامدهای منفی ناشی از ذخیره‌سازی و عرضه سوخت و حوادث مرتبط با آن بر پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، به‌عنوان مسئله سازمان شناخته شد. همان‌طور که شکل‌های ۱ تا ۳ نشان می‌دهد، میزان و روند متغیرهای عملکردی پایداری در شبکه حمل‌ونقل سوخت، وضعیت مطلوبی ندارد. همچنین با توجه به شکل‌های ۲ و ۳، مشاهده می‌شود که میزان متغیرهای عملکردی پایداری در شرکت مذکور، با میزان متغیرهای

1. McElroy, Jorna & Engelen

پایداری در شرکت‌های نفتی بین‌المللی بی‌پی، شل و اکسون موبیل فاصله معناداری دارد. در ضمن روند منظم و در حال بهبود متغیرهای پایداری در شرکت‌های نفتی بین‌المللی، مبین ناپایداری در شرکت ملی پخش است.



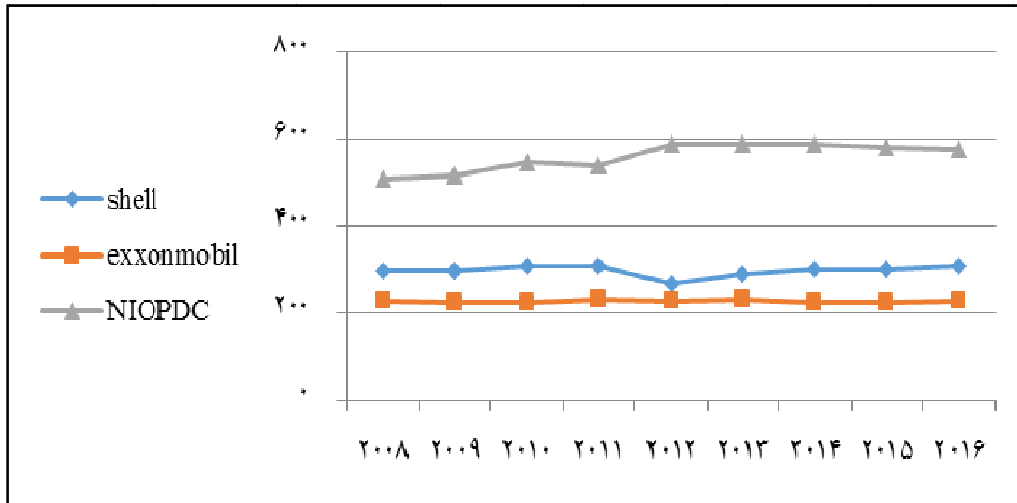
شکل ۱. نمودارهای روند شاخص‌های بهره‌وری شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی گزارش بهره‌وری و ارزیابی عملکرد شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران ۱۳۹۶



شکل ۲. میزان تصادفات در هر میلیون کیلومتر حمل سوخت

گزارش پایداری شرکت نفت و گاز بی‌پی^۱ (۲۰۱۶) و گزارش عملکرد واحد HSE شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران (۱۳۹۶)

۱. BP



شکل ۳. روند انتشار گازهای گلخانه‌ای (واحد اندازه‌گیری: تن CO₂e در سال برای حجم انتقال فرآورده نفتی برابر) گزارش حمل انرژی شرکت شل^۱ (۲۰۱۶) و گزارش شهروندی شرکت اکسان موبیل (۲۰۱۶)، گزارش عملکرد واحد HSE شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران (۱۳۹۶)

همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی ایران با توزیع عادلانه و به‌موقع سوخت، پاسخ‌گوی تقاضای جامعه است؛ اما فعالیت و حوادثی همچون تصادف و آتش‌سوزی این شبکه، به آلودگی زیست‌محیطی و اثر منفی بر سلامت و حتی از کار افتادگی افراد منجر می‌شود. این اثرهای منفی، علاوه بر افزایش هزینه‌های عملیاتی، بر محیط زیست و جامعه نیز تأثیر منفی می‌گذارد. اثر منفی بر محیط زیست، به آلودگی محیط زیست و پرداخت جریمه به سازمان محیط زیست می‌انجامد و منابع مالی سازمان را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، فشار اجتماعی حاصل از سوء مدیریت و حوادث شبکه حمل‌ونقل موجب می‌شود که نهادهای مدنی و قانون‌گذار با تدوین و ابلاغ الزامات قانونی و مقرراتی، کنترل و نظارت را بر شبکه حمل‌ونقل افزایش دهند. همچنین نارضایتی اجتماعی، بر تصویر سازمان تأثیر منفی می‌گذارد و تمایل سرمایه‌گذاران خصوصی و دولتی برای سرمایه‌گذاری و منفعت‌رسانی به سیستم را کاهش می‌دهد. بنابراین، کاهش جذب سرمایه‌گذاری و سایر هزینه‌های جبرانی اشاره شده، بر بُعد اقتصادی سازمان اثر منفی مضاعفی می‌گذارد و در نتیجه، زنجیره پشتیبان سیستم برای فراهم‌آوردن و بهبود زیرساخت‌ها و تجهیزات عملیاتی و توسعه کارکنان دچار مشکل می‌شود و عملکرد و درآمدزایی شبکه حمل‌ونقل تأثیر منفی می‌پذیرد. در ضمن سیاست‌های حمایتی پولی و تشویقی دولت نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. این تأثیر منفی، به بروز آثار منفی بیشتر در انجام وظایف سازمان و بروز حوادث بیشتر دامن می‌زند و در نهایت، نارضایتی اجتماعی و آلودگی زیست‌محیطی بیشتر و افزایش هزینه‌ها را به همراه می‌آورد.

- متغیرهای درون‌زا: تقاضای حمل فرآورده‌های نفتی، میزان فرآورده‌های نفتی قابل فروش، هدر رفت فرآورده‌های نفتی، درآمدها و هزینه‌های شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی، میزان اشتغال، مدیریت آلودگی محیط زیست، سرمایه‌گذاری در زمینه مسئولیت اجتماعی، جذب سرمایه و مشارکت مالی برای توسعه پایداری، تصویر شرکت در پاسخ‌گویی اجتماعی، منابع مالی برای توسعه پایداری، سطح دسترسی جامعه به فرآورده‌های نفتی، میزان توسعه جوامع محلی، منابع مالی شرکت، سطح آلاینده‌های زیست‌محیطی، میزان سرمایه‌گذاری بر توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزات عملیاتی، الزامات قانونی و مقررات، میزان حوادث و سطح ایمنی شبکه، میزان توسعه زیرساخت شرکتی و غیرشرکتی، سطح رضایتمندی جامعه، میزان حفظ و نگهداری از شبکه و میزان پرداختی به محیط زیست.

- متغیرهای برون‌زا: عرضه خارج از شبکه و قاچاق فرآورده‌های نفتی، میزان تقاضای فرآورده‌های نفتی، میزان حوادث غیرشرکتی شبکه و سطح تعهد و پشتیبانی مدیران ارشد از پایداری.

سپس نمودار حلقه‌های علی و معلولی مسئله ترسیم شد. برای ترسیم این نمودار، با خبرگان صنعت نفت بر اساس ساختار وظیفه‌ای، مصاحبه‌های عمیق صورت گرفت و از مستندات موجود استفاده شد. این نمودار متناسب با زیرسیستم حمل‌ونقل، ایمنی، پایداری اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی ترسیم شد. در ادامه، ضمن ارائه نمودار علی معلولی (شکل ۵) به توصیف برخی از حلقه‌های علی مهم پرداخته می‌شود.

حلقه تقویت‌کننده توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزات عملیاتی ذخیره‌سازی و توزیع (R1)

با افزایش توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزات عملیاتی، سطح ایمنی افزایش می‌یابد. با افزایش سطح ایمنی در شبکه حمل‌ونقل سوخت، میزان و شدت حوادث کاهش یافته و از هزینه‌های ناشی از حوادث کاسته می‌شود و از سوی دیگر با افزایش سطح ایمنی، نیاز به تعمیرات و نگهداری تجهیزات و زیرساخت‌های عملیاتی کاهش یافته و از هزینه‌های ناشی از تعمیرات و نگهداری کاسته می‌شود، در نتیجه افزایش ایمنی از دو مسیر، میزان هزینه کل شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی را کاهش می‌دهد و در نتیجه، منابع مالی شرکت و به تبع آن منابع مالی برای توسعه پایداری را افزایش می‌دهد. ضمن آنکه با توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزات عملیاتی، ذخیره‌سازی و توزیع فرآورده‌های نفتی قابل فروش، افزایش می‌یابد که افزایش درآمد و منابع مالی شرکت را به‌دنبال خواهد داشت. این افزایش منابع مالی، به افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و تجهیزات عملیاتی منجر شده و توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزات عملیاتی را به همراه خواهد داشت.

حلقه تقویت‌کننده هدررفت فرآورده‌های نفتی (R2)

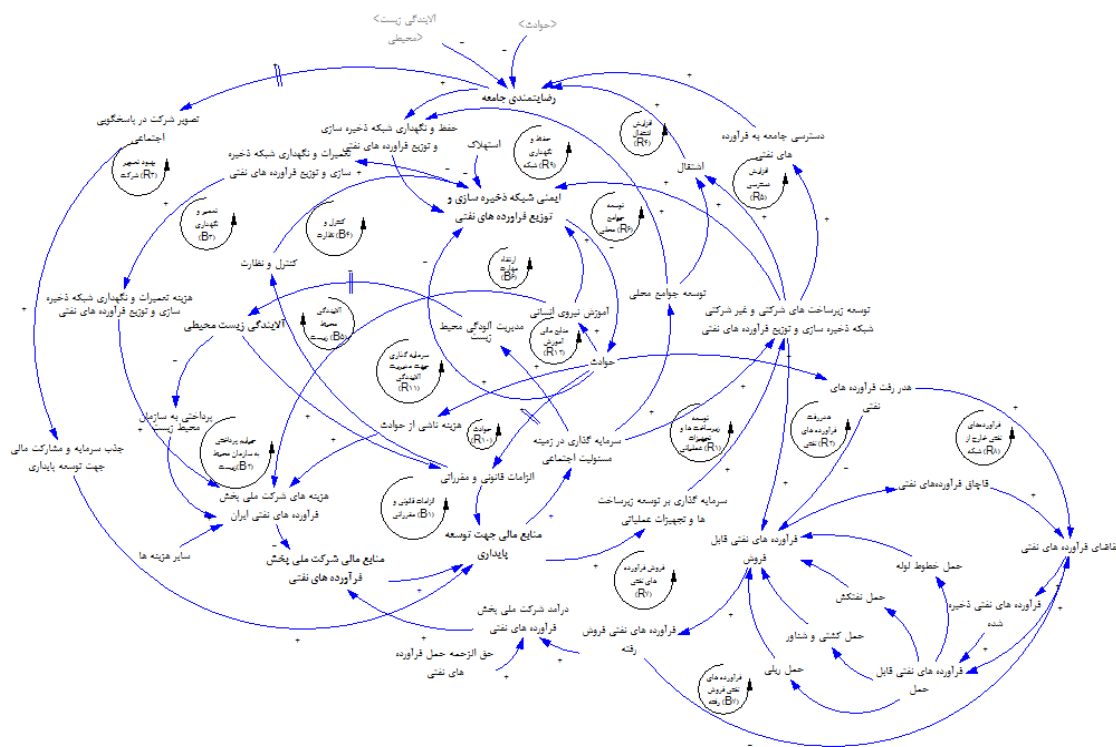
با افزایش هدررفت فرآورده‌های نفتی، میزان آلاینده‌های زیست‌محیطی و حوادث افزایش می‌یابد و در نتیجه، از یک سو پرداخت جبرانی به سازمان محیط زیست و خسارات ناشی از حوادث و هزینه کل شرکت افزایش می‌یابد و از سوی دیگر، کاهش رضایتمندی جامعه به دلیل افزایش آلاینده‌های زیست‌محیطی و حوادث، بر تصویر سازمان و جذب سرمایه و مشارکت مالی تأثیر منفی می‌گذارد و در نتیجه، منابع مالی برای توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزات عملیاتی کاهش یافته و میزان هدررفت فرآورده‌های نفتی، افزایش می‌یابد.

حلقه تعدیل‌کننده الزامات قانونی و مقرراتی (B1)

هرچه الزامات قانونی و مقرراتی، به‌واسطه کاهش رضایتمندی جامعه افزایش یابد، سهم بیشتری از منابع مالی به سرمایه‌گذاری در زمینه مسئولیت اجتماعی تخصیص داده می‌شود که این امر، زمینه افزایش رضایتمندی جامعه را فراهم می‌کند. در نتیجه افزایش رضایتمندی جامعه، میزان تدوین الزامات قانونی و مقرراتی کاهش می‌یابد.

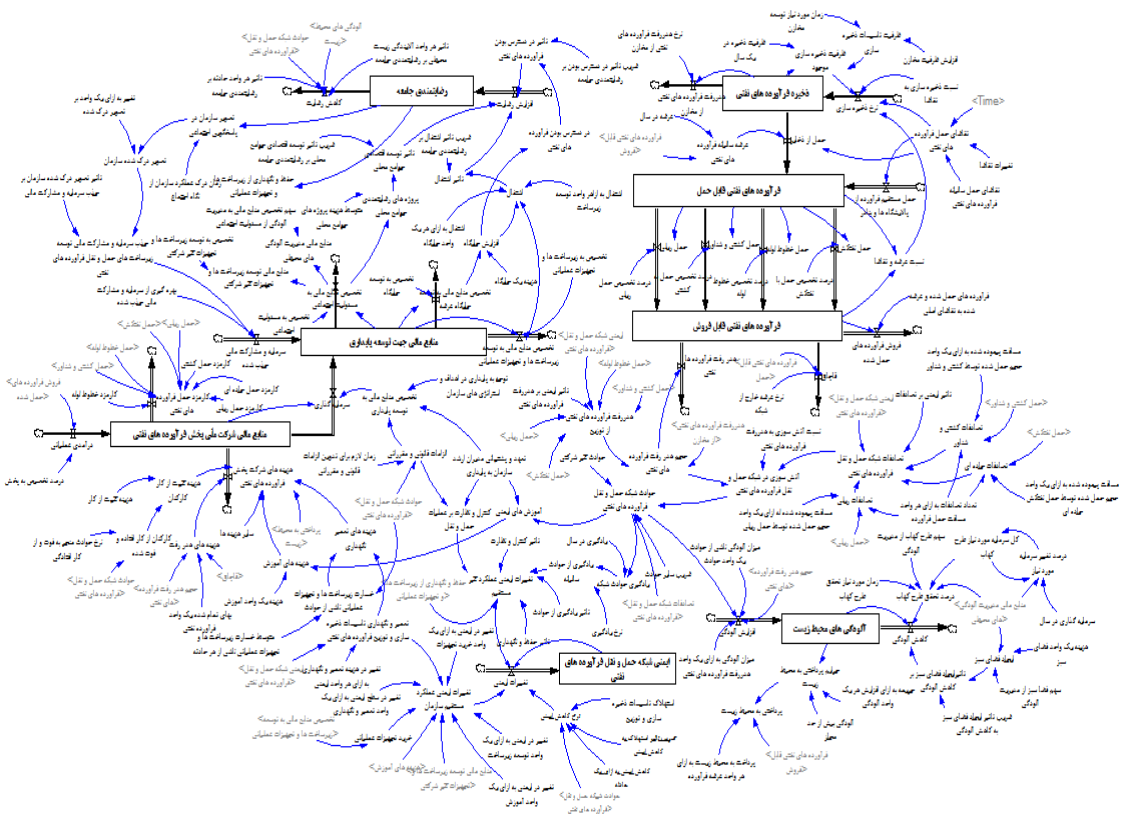
حلقه تقویت‌کننده بهبود تصویر شرکت (R۳)

با بهبود تصویر شرکت، جذب سرمایه و مشارکت مالی دولتی و خصوصی برای توسعه پایداری افزایش می‌یابد و در نتیجه، منابع مالی توسعه پایداری و متناسب با آن، سرمایه‌گذاری در بخش مسئولیت‌های اجتماعی افزایش یافته و زمینه‌های افزایش دسترسی جامعه به فرآورده‌های نفتی، اشتغال، کاهش آلودگی محیط زیست و حوادث فراهم می‌شود. در نتیجه، رضایت اجتماعی افزایش می‌یابد. این امر موجب بهبود تصویر شرکت می‌شود.



شکل ۵. نمودار علت و معلولی پایداری شبکه حمل فرآورده‌های نفتی

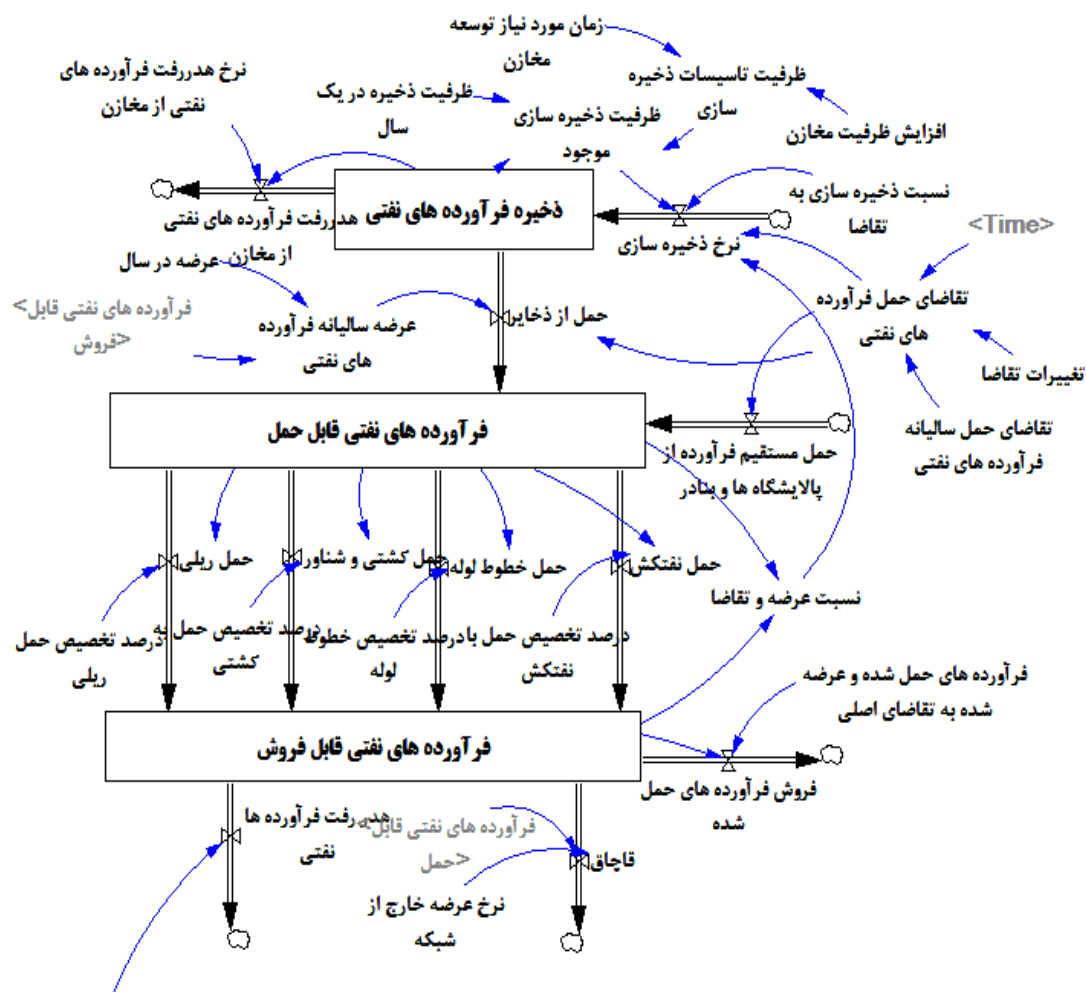
در ادامه نمودار جریان، مطابق شکل ۶ ترسیم شد. برای ساخت این مدل نیز، با خبرگان صنعت نفت مصاحبه‌های عمیق صورت گرفت و از پژوهش‌ها و اسنادها و داده‌های کمی موجود استفاده شد. برای توصیف نمودار جریان و همچنین کاهش پیچیدگی ذاتی مدل، نمودار در قالب چند بخش اصلی شامل شبکه حمل‌ونقل، ایمنی و حوادث، آلودگی زیست‌محیطی، رضایتمندی اجتماعی و مالی ارائه می‌شود.



شکل ۶. نمودار جریان پایداری شبکه حمل فرآورده‌های نفتی

نمودار جریان بخش شبکه حمل و نقل فرآورده‌های نفتی

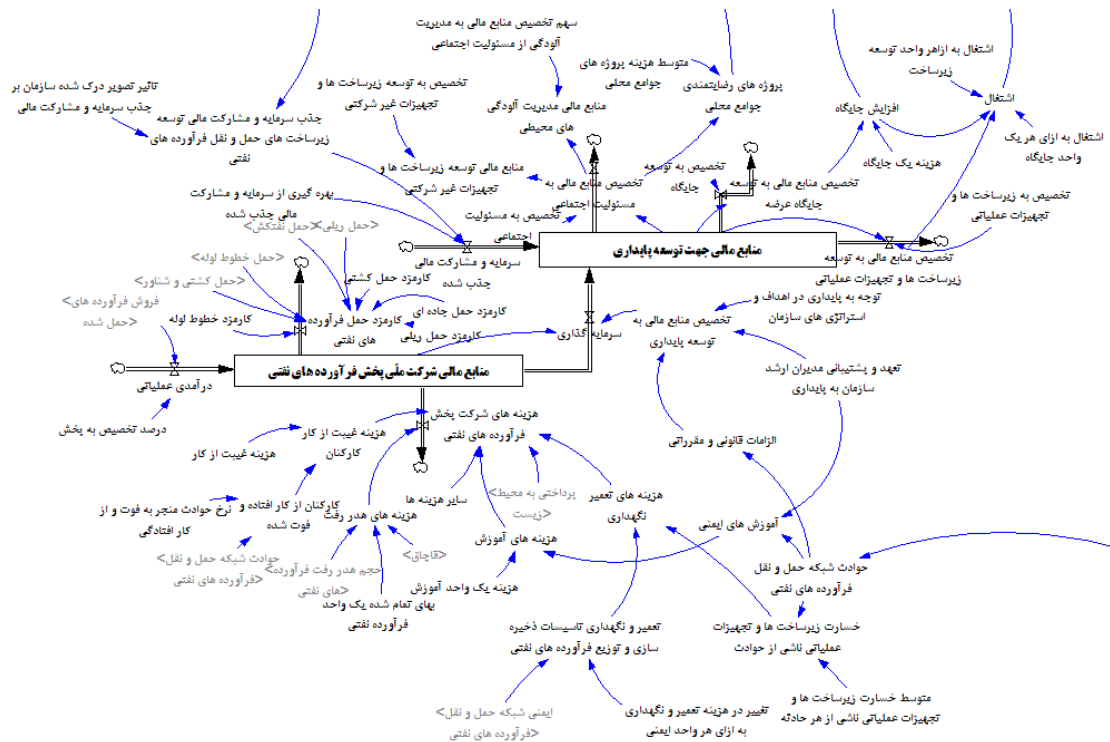
بخش شبکه حمل و نقل فرآورده‌های نفتی (شکل ۷) اقدام‌های صورت گرفته در شبکه حمل و نقل سوخت را توصیف می‌کند که عبارت‌اند از: ذخیره‌سازی و حمل فرآورده‌های نفتی و توزیع آن. شرکت ملی پخش متناسب با تقاضا، عرضه فرآورده‌های نفتی و میزان ذخیره‌سازی را برنامه‌ریزی می‌کند. حمل فرآورده‌های نفتی، از ۴ طریق نفت‌کش جاده‌پیمای، کشتی و شناور، حمل ریلی و خطوط لوله صورت می‌پذیرد. ذخیره‌سازی فرآورده‌های نفتی در شرکت ملی پخش، به‌منظور تنظیم برنامه تقاضا و عرضه، کنترل موجودی و همچنین آمادگی برای شرایط خاص اهمیت دارد. نکته مهم دیگر در عرضه فرآورده‌های نفتی، میزان هدررفت یا خروج نامتعارف فرآورده‌های نفتی از شبکه است. از سوی دیگر، بخشی از فرآورده‌ها به‌صورت قاچاق از چرخه شبکه سوخت خارج می‌شود. برنامه‌ریزی عملیات ذخیره‌سازی و توزیع در شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی، متناسب با روند تقاضای فرآورده، میزان ذخیره‌سازی مورد نیاز، هدررفت‌ها و خروج نامتعارف آن صورت می‌پذیرد، با لحاظ این اصل که باید تمام تقاضای فرآورده‌ها تأمین شود و در زمان و مکان مناسب در اختیار متقاضیان قرار گیرد.



شکل ۷. نمودار جریان بخش شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی

نمودار جریان بخش زیست‌محیطی شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی

هدررفت فرآورده‌های نفتی در فعالیت ذخیره‌سازی و توزیع فرآورده‌های نفتی و همچنین آلودگی ناشی از حوادث، از جمله منابع آلودگی زیست‌محیطی این شبکه محسوب می‌شوند. از مهم‌ترین اقدام‌های جبرانی و پیشگیرانه شرکت ملی پخش در این زمینه، می‌توان به جرایم پرداختی به سازمان محیط زیست بابت میزان آلاینده‌های زیست‌محیطی، ایجاد فضای سبز و همچنین طرح کهاب با هدف کاهش، هدایت، انتقال و بازیافت بخار فرآورده‌های نفتی اشاره کرد. هر سال شرکت بر اساس منابع مالی‌ای که برای مدیریت آلاینده‌های زیست‌محیطی در اختیار دارد، بخشی از این طرح را عملیاتی می‌کند. گفتنی است، آلاینده‌های در بخش‌هایی که این طرح عملیاتی شده، به صفر رسیده است. شکل ۸ نمودار جریان متغیر زیرسیستم علل و عوامل متغیرهای این زیرسیستم را نشان می‌دهد.



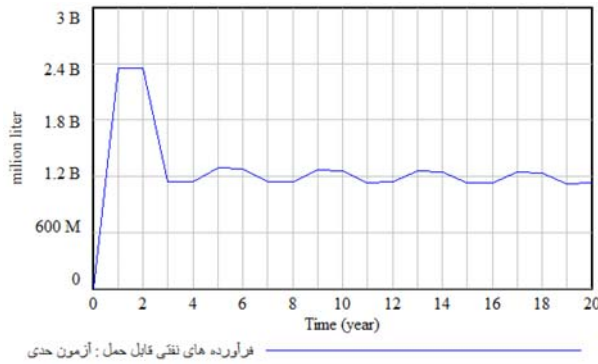
شکل ۱۱. نمودار جریان بخش اقتصادی شبکه حمل و نقل فرآورده های نفتی

شبیه سازی و اعتبار سنجی مدل پویای پایداری شبکه حمل فرآورده های نفتی

شبیه سازی با استفاده از نرم افزار ونسیم در افق زمانی بیست ساله (۱۳۹۰ تا ۱۴۱۰) صورت گرفته است. برای ارزیابی اعتبار رفتاری مدل نیز، از داده های سری زمانی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ استفاده شده است. جمع آوری اطلاعات سری زمانی شاخص های سازمانی صنعت نفت، به استناد صورت های مالی شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی، گزارش های عملکرد شرکت در سامانه مدیریت عملکرد ریاست جمهوری و همچنین، گزارش تخصصی واحدهای تصمیم ساز و برنامه ریز در پایداری شبکه حمل و نقل سوخت صورت گرفته است. برای کمی سازی شاخص های کیفی و همچنین، داده هایی که سری زمانی نداشتند، از نظر خبرگان صنعت بهره برده شده است.

آزمون شرایط حدی

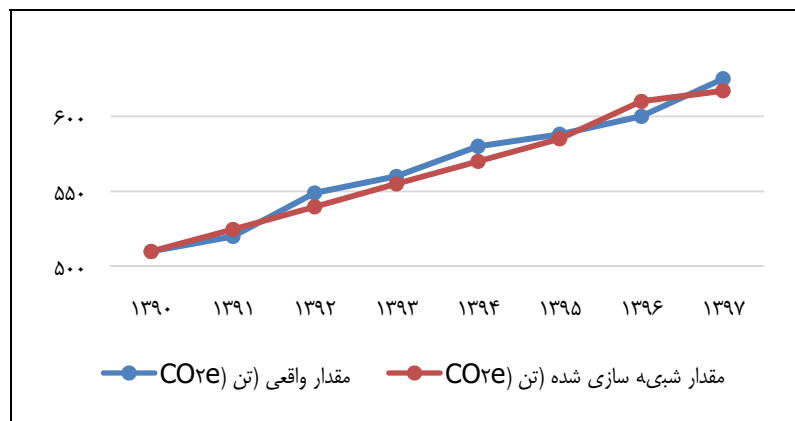
این آزمون، به دنبال دریافت پاسخ منطقی از مدل، هنگام اعمال شرایط حدی است. به بیان دیگر، با وارد کردن ورودی خیلی بیشتر یا کمتر از مقدار معمول، مدل نباید نتیجه ای به همان میزان غیرمعمول ارائه دهد. بدین منظور، در مدل، میزان تقاضای حمل سالیانه فرآورده های نفتی را ۱۲,۰۸۷,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ (بی نهایت بیشتر از حد معمول) در نظر گرفتیم. در چنین وضعیتی، رفتار غیرمعمول این است که فرآورده های نفتی قابل حمل بی نهایت شود؛ اما مطابق شکل ۱۲ مشاهده می شود که خروجی مدل در نتیجه این تغییر، منطقی است. فرآورده های نفتی قابل حمل با توجه به ظرفیت مخازن ذخیره شده در سال اول با شیب بسیاری افزایش می یابد؛ اما در سال های بعد تا حد بسیاری کنترل شده و با حلقه های بازخورد سیستم تعدیل می شود.



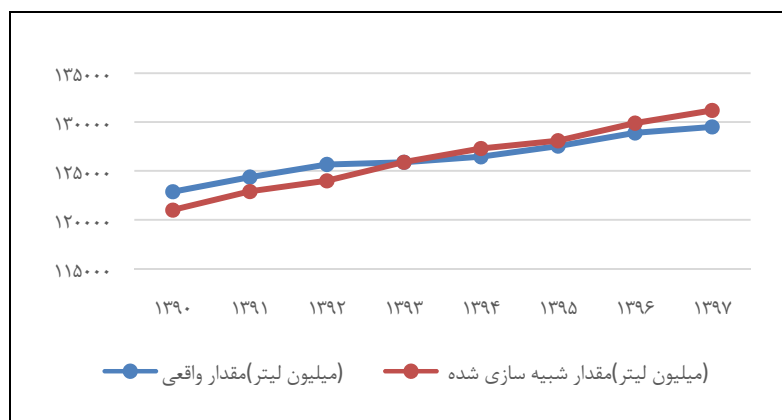
شکل ۱۲. نتیجه آزمون حدی متغیر فرآورده‌های نفتی قابل حمل

آزمون بازتولید رفتار

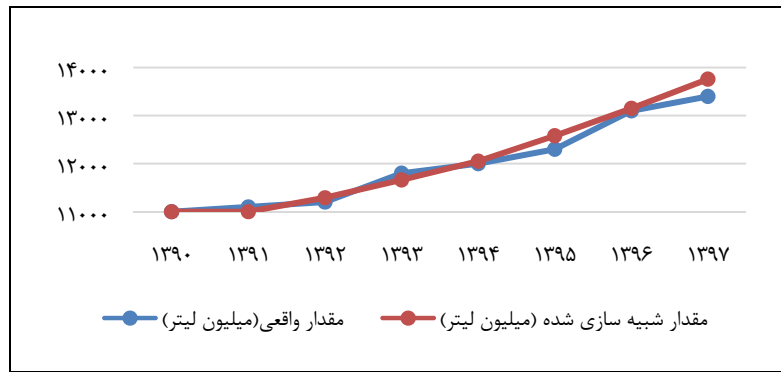
در این آزمون، رفتار حاصل شده از شبیه‌سازی متغیرهای اصلی با رفتار مرجع آنها مقایسه می‌شود. چنانچه درصد خطا ناچیز باشد، می‌توان ادعا کرد که مدل از اعتبار رفتاری برخوردار است. بدین منظور، همان طور که در شکل‌های ۱۳ تا ۱۵ (برای نمونه)، مشاهده می‌شود، نتایج حاصل از شبیه‌سازی متغیرهای مدل با مقادیر واقعی آنها تفاوتی زیادی ندارد و با درصد خطای اندکی، روند متغیرها شبیه‌سازی شده است.



شکل ۱۳. مقادیر شبیه‌سازی و مرجع میزان آلودگی تولید شده



شکل ۱۴. مقادیر شبیه‌سازی و مرجع متغیر فرآورده‌های نفتی قابل حمل



شکل ۱۵. مقادیر شبیه‌سازی و مرجع تأسیسات ذخیره‌سازی فراورده‌های نفتی

آزمون آماری جذر میانگین مربع درصد خطاها^۱

محاسبه شاخص RMSPE یکی از روش‌های آماری برای تأیید رفتار مدل است که اختلاف داده‌های واقعی (At) و داده‌های شبیه‌سازی شده (St) را نشان می‌دهد. برای تأیید رفتار سیستم، این شاخص باید کمتر از ۰/۱ باشد. فرمول مربوطه، به علاوه چند گام از محاسبات در جدول ۳ ارائه شده است

$$RMPSE = \sqrt{1/n \sum_{t=1}^n \left(\frac{St - At}{At} \right)^2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

جدول ۳. محاسبه شاخص RMSPE برخی متغیرهای مدل

۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰	آلودگی هوا (تن انتشار گازهای گلخانه‌ای)
۶۲۵	۶۰۰	۵۸۸	۵۸۰	۵۶۰	۵۴۹	۵۲۰	۵۱۰	داده حقیقی
۶۱۷	۶۱۰	۵۸۵	۵۷۰	۵۵۵	۵۳۹/۷	۵۲۴/۷	۵۱۰	مقدار شبیه‌سازی شده
-/۰۱۲								RMSPE
۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰	فراورده‌های نفتی قابل حمل (میلیون لیتر)
۱۲۹۵۰۵	۱۲۸۸۹۷	۱۲۷۵۴۹	۱۲۶۴۵۶	۱۲۵۸۸۷	۱۲۵۶۶۸	۱۲۴۳۷۲	۱۲۲۸۷۹	داده حقیقی
۱۳۱۲۰۰	۱۲۹۹۰۰	۱۲۸۱۰۰	۱۲۷۳۰۰	۱۲۵۹۰۰	۱۲۴۰۰۰	۱۲۲۹۰۰	۱۲۱۰۰۰	مقدار شبیه‌سازی شده
-/۰۱۰۲								RMSPE
۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰	ظرفیت تأسیسات ذخیره‌سازی (میلیون لیتر)
۱۳۴۰۰	۱۳۱۰۰	۱۲۳۰۰	۱۲۰۰۰	۱۱۸۰۰	۱۱۲۰۰	۱۱۱۰۰	۱۱۰۰۰	داده حقیقی
۱۳۷۶۰	۱۳۱۵۰	۱۲۵۸۰	۱۲۰۵۰	۱۱۶۶۰	۱۱۲۹۰	۱۱۰۰۰	۱۱۰۰۰	مقدار شبیه‌سازی شده
-/۰۱۳								RMSPE

1. Root Mean Square Percentage Error (RMSPE)

با توجه به محاسبات انجام شده، مقدارهای شاخص RMSPE در این شبیه‌سازی، کمتر از ۰/۱ است و اعتبار رفتار مدل را تأیید می‌کند.

سیاست‌های پیشنهادی

با توجه به پیشینه تحقیق، نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل حساسیت مدل روی متغیرهای برون‌زا و شناسایی نقاط اهرمی مدل و نیز، به استناد بررسی نظر خبرگان برنامه‌ریز و تصمیم‌ساز، پنج استراتژی و سیاست‌های مربوط به هر یک، برای پایداری شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی به شرح زیر شناسایی شد و اثر آنها بر متغیرهای هدف مدل شامل آلودگی محیط زیست و رضایتمندی جامعه، سطح ایمنی، میزان حوادث، منابع مالی شرکت و منابع مالی جهت توسعه پایداری سنجیده شد:

- استراتژی اول: کاهش تقاضای حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی با محوریت اصلی کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی به پایداری اقتصادی؛
- استراتژی دوم: افزایش رضایتمندی جامعه به پایداری اجتماعی شبکه حمل فرآورده‌های نفتی؛
- استراتژی سوم: کاهش آلودگی محیط زیستی به پایداری زیست‌محیطی؛
- استراتژی چهارم: بهبود ایمنی شبکه به منظور کاهش حوادث؛
- استراتژی پنجم: ترکیب استراتژی‌های قبلی و توجه به پایداری همه‌جانبه.

در جدول ۴، سیاست‌های مبتنی بر هر استراتژی و نیز، تغییرات اعمالی روی هر یک از متغیرهای مدل ارائه شده است. گفتنی است که استراتژی‌ها و سیاست‌های مندرج در جدول ۴، بر اساس تحلیل حساسیت و امکان‌پذیری پیاده‌سازی تغییرات در سازمان، طبق نظر خبرگان صنعت نفت احصا شده است.

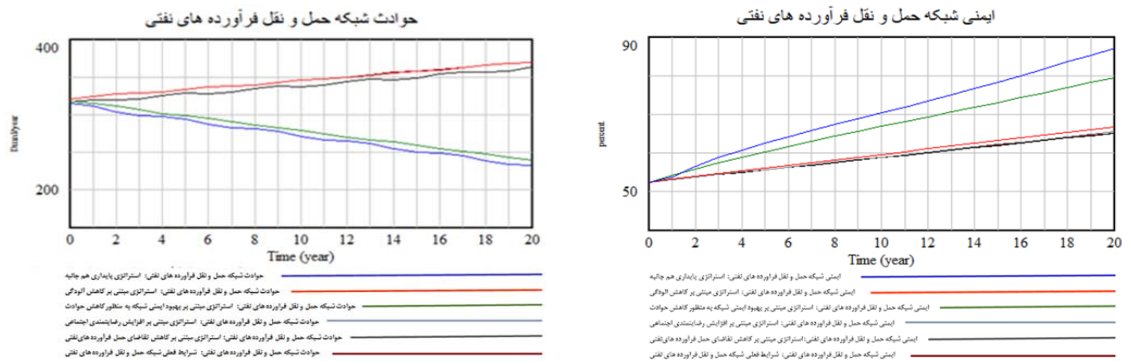
جدول ۴. سیاست‌های مربوط به استراتژی‌ها و تغییرات اعمال شده در مدل

تغییرات اعمال شده در مدل	سیاست‌ها	استراتژی
بهبودسازی ۲۰ درصدی مسیر حمل	مسیریابی بهینه به منظور کاهش مسافت حمل فرآورده‌های نفتی	کاهش تقاضای حمل فرآورده‌های نفتی
کاهش ۴ درصدی قاچاق	کاهش میزان عرضه خارج از شبکه	
بهبودسازی ۱۶ درصدی ظرفیت ذخیره‌سازی	ظرفیت‌سازی بهینه تأسیسات ذخیره‌سازی فرآورده‌های نفتی	
افزایش ۱۰ درصدی تخصیص منابع مالی توسعه پایداری	توسعه جایگاه‌های عرضه فرآورده‌های نفتی به منظور افزایش دسترسی و ایجاد اشتغال	افزایش رضایتمندی اجتماعی
افزایش ۵ درصدی به منابع مسئولیت اجتماعی	افزایش تخصیص منابع مالی توسعه به زیرساخت‌های غیرشرکتی و پروژه‌های رضایتمندی جوامع محلی	
کاهش ۶۰ درصدی زمان درک عملکرد اجتماعی	بهبود تصویر سازمان در پاسخ‌گویی اجتماعی با کاهش زمان درک عملکرد سازمان از نگاه اجتماع	

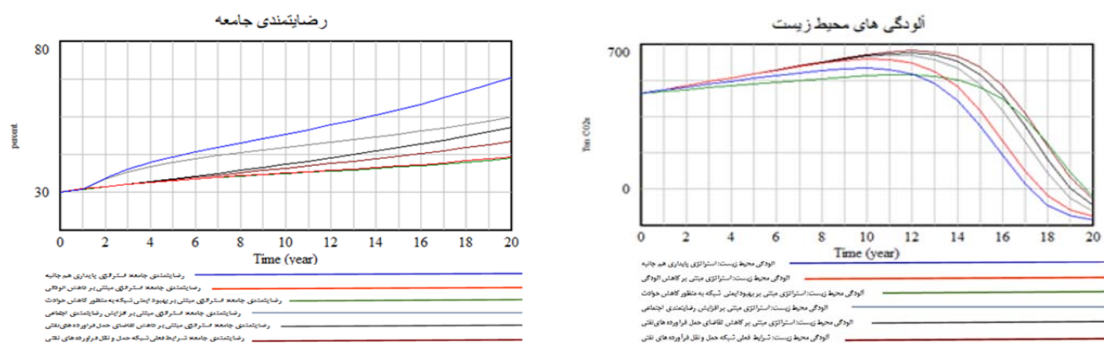
ادامه جدول ۴

تغییرات اعمال شده در مدل	سیاست‌ها	استراتژی
افزایش ۲ برابری منابع مالی مدیریت آلودگی	افزایش سهم مدیریت آلودگی از منابع مالی توسعه پایداری	کاهش آلودگی
افزایش ۲۵ درصدی منابع مالی تعمیر و نگهداری تأسیسات ذخیره و توزیع فرآورده‌های نفتی	سطح تعمیر و نگهداری تأسیسات ذخیره‌سازی و توزیع فرآورده‌های نفتی برای کاهش حجم هدررفت فرآورده‌های نفتی	
افزایش ۰/۱ درصدی تخصیص منابع مالی توسعه به توسعه زیرساخت	توسعه زیرساخت‌های و تجهیزات عملیاتی برای کاهش حجم هدررفت فرآورده‌های نفتی	
افزایش ۲/۵ برابری استفاده از ظرفیت ریلی	افزایش حمل فرآورده‌های نفتی با استفاده از ظرفیت خطوط ریلی	بهبود ایمنی شبکه به‌منظور کاهش حوادث
کاهش ۲ ساله زمان تدوین و ابلاغ قانون و مقررات	کاهش زمان تدوین و ابلاغ الزامات قانونی و مقرراتی به‌منظور بهبود نظارت و کنترل بر عملیات حمل	
افزایش ۰/۱ درصدی تخصیص منابع مالی توسعه به توسعه زیرساخت و تجهیزات عملیاتی	افزایش توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزات عملیاتی به‌منظور افزایش ایمنی	
افزایش ۵۰ درصدی آموزش‌های ایمنی	افزایش آموزش‌های ایمنی کارکنان به‌منظور کاهش حوادث	کاهش حوادث غیرشرکتی حمل فرآورده‌های نفتی با افزایش ایمنی آنها
کاهش سالیانه ۵ حادثه از حوادث غیرشرکتی	کاهش حوادث غیرشرکتی حمل فرآورده‌های نفتی با افزایش ایمنی آنها	
بهبودسازی ۲۰ درصدی مسیر حمل	مسیریابی بهینه به‌منظور کاهش مسافت حمل فرآورده‌های نفتی	
کاهش ۴ درصدی قاچاق	کاهش میزان عرضه خارج از شبکه	توسعه جایگاه‌های عرضه فرآورده‌های نفتی به‌منظور افزایش دسترسی و ایجاد اشتغال
افزایش ۱۰ درصدی تخصیص منابع مالی توسعه پایداری	توسعه جایگاه‌های عرضه فرآورده‌های نفتی به‌منظور افزایش دسترسی و ایجاد اشتغال	
افزایش ۰/۱ درصدی تخصیص منابع مالی توسعه به توسعه زیرساخت و تجهیزات عملیاتی	توسعه زیرساخت‌های و تجهیزات عملیاتی برای افزایش ایمنی و کاهش حجم هدررفت فرآورده‌های نفتی	
افزایش ۲ برابری منابع مالی مدیریت آلودگی	افزایش سهم مدیریت آلودگی از منابع مالی توسعه پایداری	پایداری همه‌جانبه (اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی)
افزایش ۲/۵ برابری استفاده از ظرفیت ریلی	افزایش حمل فرآورده‌های نفتی با استفاده از ظرفیت خطوط ریلی	
کاهش ۲ ساله زمان تدوین و ابلاغ قانون و مقررات	کاهش زمان تدوین و ابلاغ الزامات قانونی و مقرراتی به‌منظور بهبود نظارت و کنترل بر عملیات حمل فرآورده‌های نفتی	
افزایش ۵۰ درصدی آموزش‌های ایمنی	افزایش آموزش‌های ایمنی کارکنان به‌منظور کاهش حوادث	کاهش حوادث غیرشرکتی حمل فرآورده‌های نفتی با افزایش ایمنی آنها
کاهش سالیانه ۵ حادثه از حوادث غیرشرکتی	کاهش حوادث غیرشرکتی حمل فرآورده‌های نفتی با افزایش ایمنی آنها	
کاهش ۶۰ درصدی زمان درک عملکرد اجتماعی	بهبود تصویر سازمان در پاسخ‌گویی اجتماعی با کاهش زمان درک عملکرد سازمان از نگاه اجتماع	

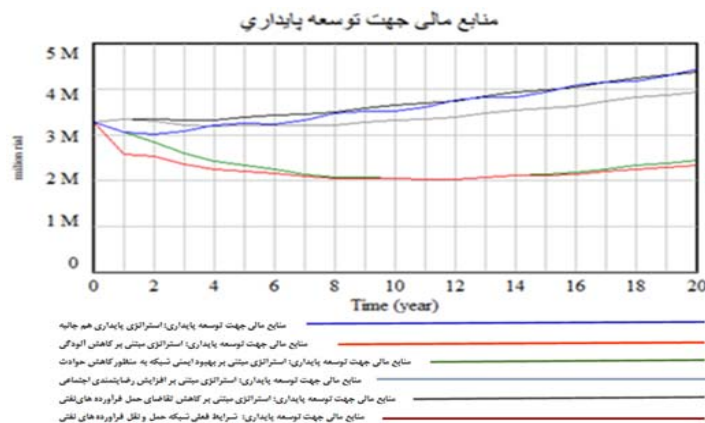
در ادامه، نتایج رفتار متغیرهای اصلی پایداری شبکه حمل فرآورده‌های نفتی تحت استراتژی‌های مبتنی بر کاهش تقاضای حمل، کاهش آلودگی محیطی، افزایش رضایتمندی اجتماعی، بهبود ایمنی و استراتژی منتخب ترکیبی، مطابق نمودارهای زیر مقایسه شده است.



شکل ۱۶. نمودارهای مقایسه رفتار متغیر ایمنی و حوادث شبکه حمل فرآورده‌های نفتی تحت استراتژی‌های مختلف



شکل ۱۷. نمودارهای مقایسه رفتار متغیر آلودگی محیط زیست و رضایتمندی جامعه تحت استراتژی‌های مختلف



شکل ۱۸. نمودار مقایسه رفتار متغیر منابع مالی برای توسعه پایداری شرکت تحت استراتژی‌های مختلف

همان طور که در نمودارهای فوق مشاهده می‌شود، شبیه‌سازی مدل در قالب استراتژی مبتنی بر کاهش تقاضای حمل فرآورده‌های نفتی، نشان می‌دهد که سیاست‌های کاهش تقاضای حمل به‌طور چشمگیری به کاهش هزینه‌ها و پایداری اقتصادی شرکت پخش منجر می‌شود و در نتیجه آن، منابع مالی توسعه نیز بهبود می‌یابد که تغییر اندکی در میزان رضایتمندی اجتماعی و تغییر بسیار ناچیز در کاهش آلودگی‌های محیط‌زیست در پی داشته است. با توجه به رفتار متغیرهای پایداری مدل، چنین برداشت می‌شود که مجموعه راهکارهای مبتنی بر این استراتژی، به تنهایی برای پایداری اقتصادی و اجتماعی و محیطی کافی نیستند.

با اعمال تغییراتی در مدل متناسب با سیاست‌های مرتبط با استراتژی مبتنی بر افزایش رضایتمندی اجتماعی، مشخص شد که این استراتژی، رضایتمندی اجتماعی را بهبود می‌بخشد؛ اما در عین حال، منابع مالی را کاهش می‌دهد. ضمن آنکه میزان کاهش آلودگی‌ها نیز بسیار ناچیز است. در واقع، تنها با اعمال سیاست‌های مبتنی بر توسعه زیرساخت‌های جوامع محلی و جایگاه و اشتغال و بهبود تصویر سازمان، در این سه بُعد پایداری ایجاد نمی‌شود.

شبیه‌سازی مدل در قالب استراتژی مبتنی بر کاهش آلودگی‌های محیط زیست نشان داد، اعمال این سیاست‌ها روند افزایش آلودگی‌های محیط زیست را کنترل و کاهش آن را تسریع می‌کند؛ اما برای سایر متغیرهای پایداری، با کاهش منابع مالی، تنها اندکی بر رضایت اجتماعی افزوده می‌شود. بنابراین، این مجموعه سیاست‌ها نیز به تنهایی پاسخ‌گوی پایداری شبکه حمل فرآورده‌های نفتی نخواهد بود.

شبیه‌سازی مدل در قالب استراتژی مبتنی بر بهبود ایمنی شبکه و کاهش حوادث نشان داد با اعمال این سیاست‌ها، میزان کارمزد حمل فرآورده‌های نفتی افزایش یافته است؛ اما این افزایش، روی هزینه کارمزد، به سبب تغییر نوع وسیله حمل (از جاده‌ای به ریلی) و همچنین میزان حوادث و تصادف‌ها تأثیر داشته است. از سوی دیگر، از آنجا که منابع مالی توسعه در این سیاست‌ها بر توسعه زیرساخت‌های عملیاتی و تعمیر نگهداری و بهبود ایمنی تمرکز داشتند، از سهم تخصیص یافته به توسعه جایگاه و نیز پروژه‌های توسعه جوامع محلی کاسته شده و در نتیجه با ادامه روند این سیاست، اعمال رضایتمندی جامعه از میزان این متغیر کاسته می‌شود. در خصوص آلودگی‌های محیطی نیز تا حد مطلوبی روند افزایشی کنترل شده است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که این استراتژی تا حد مطلوبی، پایداری شبکه حمل فرآورده‌های نفتی را تقویت می‌کند، اما بُعد اجتماعی هنوز به تقویت نیاز دارد.

در نهایت، همان طور که در نمودارهای فوق مشاهده می‌شود، در صورت اتخاذ استراتژی ترکیبی مبتنی بر پایداری همه‌جانبه و اعمال سیاست‌های مربوطه، در طول زمان، متغیرهای اصلی پایداری شبکه حمل و نقل فرآورده‌های نفتی در این حالت، نسبت به سایر استراتژی‌ها روند بهتری پیدا می‌کنند. در استراتژی ترکیبی، از یک سو سیاست‌های مسیریابی بهینه شده و کاهش میزان عرضه خارج از شبکه، افزایش منابع مالی شرکت را موجب می‌شود و از سوی دیگر، با اعمال سیاست توسعه جایگاه‌های عرضه فرآورده‌های نفتی، به واسطه افزایش دسترسی و ایجاد اشتغال، رضایتمندی جامعه افزایش می‌یابد و همچنین با کاهش زمان، درک عملکرد سازمان از نگاه اجتماع، جذب سرمایه‌گذاری خارج از صنعت و در نهایت، منابع مالی برای توسعه افزایش می‌یابد. این افزایش منابع مالی، برای عملیاتی نمودن سایر سیاست‌های هزینه‌بر، همچون توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزاتی، مدیریت آلودگی، توسعه ظرفیت خطوط ریلی، افزایش آموزش‌های ایمنی و کاهش حوادث غیرشرکتی و کنترل و نظارت بیشتر صرف می‌شود. در نتیجه، علاوه بر کاهش

آلایندگی شبکه و کاهش حوادث، افزایش رضایتمندی جامعه و زمینه بهبود بیشتر وضعیت اقتصادی را فراهم می‌کند. در ادامه در راستای عملیاتی کردن سیاست‌های منتخب با مشارکت خبرگان سازمانی، اقدام‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

- شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی برای اجرای سیاست ۱ (مسیریابی بهینه) می‌تواند از تغییر نوع وسیله حمل فرآورده، مکان‌یابی بهینه محل‌های ذخیره‌سازی و توزیع و حتی زمان‌بندی حمل برای انتخاب مسیر بهینه‌تر استفاده کند.
- شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی با انجام سیاست ۲ (کاهش میزان عرضه خارج از شبکه) و با هماهنگی سازمان‌های مسئول خارج از صنعت، مانند قوه قضاییه، نیروی انتظامی، وزارت اطلاعات و استانداری‌ها و افزایش کنترل و نظارت، قوانین بازدارنده، تعیین مجازات‌های سنگین و همکاری‌های چندجانبه، می‌تواند از قاچاق فرآورده‌های نفتی بیش از پیش جلوگیری کند.
- در راستای سیاست ۳ (توسعه جایگاه‌های عرضه فرآورده‌های نفتی)، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی، می‌تواند طرح‌هایی همچون سامانه PIDO (سوخت‌رسانی سیار) را راه‌اندازی کند و همچنین، راهکارهای تشویقی و حمایتی برای جایگاه‌داران و توزیع‌کنندگان ارائه دهد تا با توسعه جایگاه‌های عرضه فرآورده‌های نفتی، به اهدافی همچون افزایش دسترسی، بهبود خدمت‌رسانی و ایجاد اشتغال دست یابد.
- در خصوص سیاست ۴ (توسعه زیرساخت‌های و تجهیزات عملیاتی) شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی باید زیرساخت‌ها و تجهیزات ذخیره‌سازی و توزیع فرآورده‌های نفتی مستهلک را از رده خارج کند و آنها را با تجهیزات مدرن و تجهیزات ایمنی و کاهنده گازهای آلاینده جایگزین کند. همچنین می‌تواند از ظرفیت‌های برون سازمانی بهره‌مند شود.
- به‌منظور عملیاتی کردن سیاست ۵ (افزایش سهم مدیریت آلودگی از منابع مالی توسعه پایداری)، باید کل شبکه حمل‌ونقل سوخت، تحت پوشش طرح کهاب قرار گیرد تا دستیابی به اهدافی همچون کنترل، کاهش و بازیافت فرآورده‌های نفتی، بهبود شاخص فضای سبز، جمع‌آوری اطلاعات انتشار گازهای گل‌خانه‌ای از زیرمجموعه شرکت ملی پخش و ارزیابی نتایج طرح‌های کاهش گازهای آلاینده، میسر شود.
- در راستای سیاست ۶ (افزایش حمل فرآورده‌های نفتی با استفاده از ظرفیت خطوط ریلی)، باید نظام دسترسی به شبکه ریلی با هدف بهبود رقابت حمل جاده‌ای بازنگری شود و تعرفه ریلی برای جذابیت بیشتر این نوع حمل برای شرکت‌های حمل‌ونقل ریلی، افزایش یابد.
- اجرای سیاست ۷ (کاهش زمان تدوین و ابلاغ الزامات قانونی و مقرراتی) با هماهنگی‌های درون و برون سازمانی و ارائه گزارش منظم و واقعی و همچنین، حساسیت بیشتر و واکنش سریع‌تر به حوادث در کاهش زمان تدوین و ابلاغ الزامات قانونی و مقرراتی و نظارت و کنترل دقیق بر نحوه اجرای آنها امکان‌پذیر می‌شود.
- در راستای سیاست ۸ (افزایش آموزش‌های ایمنی کارکنان به‌منظور کاهش حوادث شرکتی) باید برای انتقال تجارب افراد مجرب و کارآزموده، دوره‌های آموزشی ایمنی به‌صورت عملی، برگزار شود تا اثربخشی دوره‌های آموزشی افزایش یابد.

- برای اجرای سیاست ۹ (افزایش ایمنی شرکت‌های پیمانکاری به منظور کاهش حوادث غیرشرکتی حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی) باید اقدام‌هایی همچون برگزاری کلاس‌های توجیهی و دوره‌های آموزشی حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی برای مدیران غیرشرکتی، رانندگان و حاملان فرآورده‌های نفتی؛ ایجاد هماهنگی‌های لازم سازمان‌های دولتی و خصوصی با شرکت ملی پخش، در صورت وقوع حوادث؛ استفاده از تجارب و تجهیزات شرکت ملی پخش در زمان حوادث غیرشرکتی؛ هماهنگی شرکت ملی پخش با بانک‌ها و سازمان‌های دولتی و خصوصی، برای حمایت مالی و عملیاتی شرکت‌های پیمانکاری، مدنظر قرار گیرد.
- برای عملیاتی کردن سیاست ۱۰ (بهبود تصویر سازمان)، می‌توان گزارش پایداری و فعالیت‌های سازمان در راستای مسئولیت اجتماعی را به صورت مستمر به اطلاع عموم رساند تا علاوه بر ارتقای نظارت جامعه مدنی، با کاهش زمان درک عملکرد سازمان، آگاه‌سازی و بهبود افکار عمومی و جلب مشارکت مالی دولتی و خصوصی افزایش یابد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌طور که اشاره شد، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران سازمانی، برای توسعه پایداری شبکه حمل‌ونقل سوخت با چالش‌های بسیاری مواجه‌اند. وجود علل و عوامل سازمانی متعدد و پیچیده تأثیرگذار و تأثیرپذیر، پایداری شبکه و ارتباط علی بین آنها، باعث شده است که طراحی مدل توسعه پایداری شبکه حمل‌ونقل سوخت و ارزیابی سیاست‌ها به ضرورت تبدیل شود. در این راستا با مشارکت خبرگان صنعت نفت، عوامل مهم مؤثر بر پایداری، از ادبیات متناسب با شبکه حمل‌ونقل سوخت استخراج شد. سپس با در نظر گرفتن تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بین عوامل پایداری شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی، نمودار علی معلولی و جریان مسئله ترسیم شد. در راستای دستیابی به توسعه پایدار، رفتار سیستم در قالب ۵ استراتژی و سیاست‌های متناسب با آنها تدوین شد. مطابق نتایج شبیه‌سازی، مشخص شد که استراتژی کاهش تقاضای حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی با مسیریابی بهینه، کاهش میزان عرضه خارج از شبکه و ظرفیت‌سازی بهینه تأسیسات ذخیره‌سازی فرآورده‌های نفتی، موجب کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی شده و به پایداری اقتصادی کمک می‌کند؛ اما به دلیل تمرکز بیشتر بر حوزه عملیاتی شبکه مذکور، بر رضایتمندی اجتماعی و کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی تغییر اندکی می‌گذارد. استراتژی افزایش رضایتمندی جامعه با صرف منابع مالی، توسعه جایگاه‌های عرضه، توسعه زیرساخت‌های غیرشرکتی و پروژه‌های توسعه جوامع محلی و کاهش زمان درک عملکرد سازمان از نگاه اجتماعی، افزایش رضایتمندی اجتماعی را موجب می‌شود؛ اما در کنترل و کاهش روند افزایش آلودگی‌های محیط‌زیستی تأثیر کمی دارد. استراتژی کاهش آلودگی محیط زیست با تخصیص بیشتر منابع مالی به مدیریت آلودگی، افزایش سطح تعمیر و نگهداری تأسیسات ذخیره‌سازی و توزیع فرآورده‌های نفتی و توسعه زیرساخت‌های و تجهیزات عملیاتی برای کاهش حجم هدررفت فرآورده‌های نفتی، بر پایداری زیست‌محیطی تأثیر مثبتی می‌گذارد؛ اما به دلیل صرف منابع مالی، بر پایداری اقتصادی سازمان تأثیر مطلوبی ندارد و در پایداری اجتماعی نیز تأثیر کمی می‌گذارد. استراتژی چهارم، مبتنی بر بهبود ایمنی شبکه نیز با افزایش حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی با استفاده از ظرفیت خطوط ریلی، کاهش زمان تدوین و ابلاغ الزامات قانونی و مقرراتی، افزایش توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزات عملیاتی، افزایش آموزش‌های ایمنی و کاهش حوادث غیرشرکتی حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی، به کاهش حوادث و همچنین کاهش

آلودگی‌های محیطی منجر می‌شود. بنابراین این استراتژی تا حد مطلوبی، پایداری شبکه حمل فرآورده‌های نفتی را تقویت می‌کند، اگرچه در بُعد اجتماعی به تقویت نیاز دارد. در نهایت، نتایج نشان داد که استراتژی پنجم با ترکیب سیاست‌های دیگر استراتژی‌ها، نتایج بهتری را رقم می‌زند و پایداری همه‌جانبه را به همراه می‌آورد. بررسی این شرایط نشان داد که در طول زمان، متغیرهای اصلی پایداری شبکه حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی، شامل آلودگی محیط زیست و رضایتمندی جامعه، سطح ایمنی، میزان حوادث، منابع مالی شرکت و منابع مالی توسعه پایداری نسبت به سایر استراتژی‌ها، روند بهتری دارد.

با توجه به تحلیل روند متغیرهای پایداری پس از اعمال مجموعه سیاست‌ها و استراتژی‌های مختلف، پیشنهاد می‌شود که سازمان، بر اساس اولویت‌ها و مقتضیات سازمانی و محیطی برای دستیابی به توسعه پایدار، به ترتیب استراتژی ترکیبی، استراتژی بهبود ایمنی، استراتژی افزایش رضایتمندی جامعه، استراتژی کاهش تقاضای حمل‌ونقل فرآورده‌های نفتی و استراتژی کاهش آلودگی محیط زیستی‌های را مدنظر قرار دهد.

برای پژوهش‌های آتی، می‌توان موضوعاتی همچون تحریم‌های بین‌المللی، آزادسازی قیمت، رضایتمندی کارکنان و ساختار سازمانی و همچنین، ذی‌نفعان و بازیگران خارج سازمان همچون جایگاه‌داران و پیمانکاران حمل‌ونقل را به مدل اضافه کرد و مدل را توسعه داد. همچنین، می‌توان منابع انرژی دیگری را جایگزین کرد و به بررسی تأثیر آن بر پایداری پرداخت.

منابع

- استادی جعفری، مهدی؛ رصافی، امیر عباس (۱۳۹۲). ارزیابی سیاست‌های توسعه پایدار در بخش حمل‌ونقل شهری با استفاده از مدل‌های سیستم پویایی (مطالعه موردی: شهر مشهد). *مجله مدیریت شهری*، ۱۱(۳۱)، ۲۸۱-۲۹۴.
- جباری، داوود (۱۳۹۳). *بررسی ارتباط بین مدیریت زنجیره تأمین سبز و عملکرد سازمان*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز.
- جعفری، داوود (۱۳۹۸). شناسایی عوامل کلیدی موفقیت در مدیریت زنجیره تأمین پایدار به روش مدل‌سازی تفسیری ساختاری صنعت نفت و گاز کشور. *کنفرانس بین‌المللی راهکارها و چالش‌های مدیریت و مهندسی صنایع*، تهران، شرکت همایش آروین البرز.
- فوکردی، رحیم؛ محتاط، مینو (۱۳۹۶). تعریف محتوای گزارش پایداری شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران: کاربرد کارت ارزیابی متوازن و دیمتل خاکستری. *مجله مدیریت صنعتی*، ۹(۴)، ۷۳۵-۷۶۴.
- قادری، عبدالرحیم؛ بهرامی حقیقی، مریم (۱۳۹۴). ایمنی و مدیریت حمل‌ونقل زمینی مواد خطرناک و فرآورده‌های نفتی در خطوط جاده‌ای کشور. *چهارمین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی*، تهران، مؤسسه آموزش عالی مهر اروند.
- هاشم‌پور، رویا (۱۳۹۷). شناسایی و رتبه‌بندی عوامل کلیدی موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت پالایش گاز (مورد مطالعه: پالایشگاه گاز ایلام). *سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، حسابداری و حسابرسی پویا*، تهران، دانشگاه صالحان.
- هاشمی پطرودی، سید حمید؛ مریخی، بابک (۱۳۹۱). تجزیه و تحلیل محرک‌های توسعه پایدار در زنجیره تأمین صنعت نفت و گاز ایران. *دومین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی*، تهران، منطقه ویژه اقتصاد انرژی پارس جنوبی.

References

- Abbaspour, H., Drebenstedt, C. & Dindarloo, S. R. (2018). Evaluation of safety and social indexes in the selection of transportation system alternatives Truck-Shovel and IPCCs in open pit mines. *Safety Science*, 108, 1-12.
- Concepción Maure, L., Goya Valdivia, F.A., Machado, N., & Glistau, E. (2019). Methodology for the management of risk in the storage and transport of hazardous substances. *Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering Tome XII*. Available in: <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/10737>.
- Fukordi, R. & Mohtat, M. (2018). Definition of the content of the Sustainability Report of the National Iranian Oil Refining and Distribution Company: Application of Balanced Score Card and Gray Dimatel. *Industrial Management Journal*, 9(4), 735- 764. (in Persian)
- Gardas, B.B., Raut R.D. & Narkhede, B. (2018). Determinants of sustainable supply chain management: A case study from the oil and gas supply chain. *Sustainable Production and Consumption*, 17, 241-253.
- Ghaderi, A. R. & Bahrami Haghghi, M. (2016). Safety and management of transportation of hazardous materials and petroleum products on the country's roads. *4th National Environment, Energy and Biosafety Conference*. Tehran, Mehr Arvand Higher Education Institute. (in Persian)
- Global Reporting Initiative (2013). G4Oil and Gas SectorDisclosures. Retrived from: <https://www.globalreporting.org/resource/library/GRI-G4-Oil-and-Gas-Sector-Disclosures.pdf>.
- Hart, M. (1999). *Guide to Sustainable Community Indicators* (Second Edition). Hart Environmental Data, North Andover, MA, USA.
- Hashemi Petrodi, S. H. & Merikhi, B. (2012). Analysis of Sustainable Development Stimuli in Iran Oil and Gas Industry Supply Chain. *2nd International New Approaches at Energy Conservation Conference*, Tehran, South Pars Energy Special Economic Zone. (in Persian)
- Hashempour, R. (2019). Identification and ranking of key factors in the success of green supply chain management in the studied gas refining industry: Ilam Gas Refinery. *3rd International Dynamic Management, Accounting and Auditing Conference*, Tehran, Salehan University. (in Persian)
- Huang, W.C., Shuai, B. & Zhang, G.Y. (2018). Using improved WBS-RBS to identify the risk of railway dangerous goods transportation process. *China Safety Science Journal*, 28 (8), 93-99.
- Huang, W.C., Shuai, B. & Sun, Y. (2018). Study on Coupling Risk Formation Mechanism of Railway Dangerous Goods Transportation System Based on N-K Model. *Journal of the China Railway Society*, 41(5), 1-9.
- Huang, W.C., Shuai, B., Pang, L., & Yang, Z.Q. (2016). Research on coupling coordination degree based method for assessing risk in road dangerous goods transport system. *China Safety Science*, 26 (6), 117-122.

- Huang, W.C., Shuai, B., Sun, Y., Li, M.L., & Pang, L. (2019). Using entropy-TOPSIS-coupling and coordination model to evaluate railway dangerous goods transportation system risk. *China Safety Science Journal*, 10(10), 1-33.
- Jabbari, D. (2015). *Study of the Relationship between Green Supply Chain Management and Organizational Performance*. Master's thesis, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Management School. (in Persian)
- Jafari, D. (2019). Identification of key success factors in sustainable supply chain management through interpretive structural modeling at oil and gas industry. *International Strategies and Challenges Management and Industrial Engineering Conference*, Tehran, Arvin Alborz Conference Company. (in Persian)
- Jiang, Z., Fang, D.P. & Zhang, M. (2015). Understanding the causation of construction workers' unsafe behaviors based on system dynamics modeling. *Journal of Management in Engineering*, 31(6). DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000350
- Li, C., Ren, J., & Wang, H. (2016). A system dynamics simulation model of chemical supply chain transportation risk management systems. *Computers & Chemical Engineering*, 89(9), 71-83.
- Li, C., Wang, J., Wang, Z. & Gong, J. (2018). Simulation Of The Chlorination Process Safety Management System Based on System Dynamics Approach. *Procedia Engineering*, 211, 332-342.
- Litman, T. (2015). Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning. *Victoria Transport Policy Institute*. Transportation Research Record.
- McElroy, M.W, R.J Jorna and J. Engelen (2008). Sustainability Quotients and the Social Footprint. *Corporate Social Responsibility and the Environmental Management*, 15(4), 223-234.
- Mehregan, M. R., Hashemi, S. H. & Karimi, A. (2014). Analysis of interactions among sustainability supplier selection criteria using ISM and fuzzy DEMATEL. *Decision Sciences*, 7(3), 270-294.
- Ostadi Jafari, M., & Rassafi, A.A. (2014). Evaluation of Sustainable Development Policies in Urban Transportation with Using System Dynamics Model (Case Study: Mashhad City). *Journal of Urban Management*, 11(31), 281-294. (in Persian)
- Rassafi, A. A., Ostadi Jafari, M., Javanshir, H. (2014). An Appraisal of Sustainable Urban Transportation: Application of a System Dynamics Model. *International journal of transportaion engineering*, 2(1), 47-66.
- Wang, Z., Zhang, Y., Lian, L., & Chu, CH. (2018). Evaluating transportation infrastructure investment on a regional level: a system dynamics simulation. *Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International*, 94(10), 943-954.
- Zhang, Y., Zhang, M. & Qian, C. (2018). System dynamics analysis for petrochemical enterprise fire safety system. *Procedia Engineering*, 211, 1034-1042.