




Multimodal Transportation: Approaches, Formation Process, Benefits, Defects and Constraints of Implementation

HosseinAli Hassanpour * , Hasan Fatahi, Hossein Khalili

* Assistant Professor, Industrial Eng Group/ Imam Hussein Comprehensive University, Tehran, Iran

(Received: 18/01/2023 , Revised: 19/07/2023, Accepted: 07/02/2024, Published: 20/02/2024)

DOR: 20.1001.1.20089198.1402.25.81.7.5


ABSTRACT

With the development of trade and commerce, transportation methods are also developed and traditional methods give way to modern methods, which include multimodal transportation. in a military organization , transportation plays an important role in carrying out missions. Creating a multimodal transportation system can increase the organization's agility and in some cases reduce transportation costs.in this research , first , the necessity of using multimodal transportation and then rail transport approaches and equipment for combination with other transportation methods is described . then geographical, economic, social, political and technological conditions affecting the formation process of multimodal transportation are discussed and, the structure of the network, the elements of the multimodal transport chain, its benefits and defects are It is explained, and , the strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT) of the multimodal transport in Iran are is checked. In the end too, the new method of fast tubular transportation (transportation of goods and people in vacuum and ultrasound conditions) is introduced

Keywords: Multimodal Transportation (Rail -road -sea), Pipeline transportation, Benefits and Limitations Multimodal Transportation

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Publisher: Imam Hussein University

 Authors



* Corresponding Author Email: hahassan@ihu.ac.ir

حمل و نقل چندوجهی: رویکردها، فرآیند شکل گیری، مزایا، معایب و محدودیت های پیاده سازی

حسینعلی حسن پور^{۱*}، حسن فتاحی^۲، حسین خلیلی^۳

۱- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران ۲- کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران ۳- کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

DOR: 20.1001.1.20089198.1402.25.81.7.5

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۲۸

چکیده

با پیشرفت تجارت و بازرگانی، روش های حمل و نقل نیز توسعه یافته و شیوه های سنتی جای خود را به شیوه های نوین می دهند که حمل و نقل چندوجهی از جمله آن هاست. در یک سازمان نظامی، حمل و نقل نقش بسزایی در اجرای مأموریت ها دارد. ایجاد سامانه حمل و نقل چندوجهی می تواند چابکی سازمان را بالا برده و در مواردی هزینه های ترابری را کاهش دهد. در این تحقیق، ابتدا ضرورت استفاده از حمل و نقل چندوجهی و سپس رویکردها و تجهیزات حمل و نقل ریلی برای ترکیب با دیگر روش های حمل و نقل، تشریح می شود. سپس شرایط جغرافیایی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فناوری موثر بر فرآیند شکل گیری شیوه حمل و نقل چندوجهی بحث شده و ساختار شبکه، عناصر زنجیره حمل و نقل چندوجهی، مزایا و معایب آن تشریح می شود و نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید (SWOT) حمل و نقل چندوجهی در ایران بررسی می شود. در پایان نیز، روش جدید حمل و نقل سریع لوله ای (انتقال کالا و انسان در شرایط خلا و فراصوت) معرفی می شود.

کلیدواژه ها: حمل و نقل چندوجهی (ریل - جاده - دریا)، حمل و نقل لوله ای، مزایا و محدودیت های حمل و نقل

چندوجهی

۱- مقدمه

حاکمیت دریاهای اطراف را داشته باشند. در جریان قرن ۱۸ و ۱۹، تغییراتی که از طریق کامل شدن فنی وسایل نقلیه به وجود آمد، انگیزه های بسیار زیادی را در زمینه تغییرات بنیادی نظام های حمل و نقل ایجاد کرد. در این بین با انقلاب صنعتی و پیشرفت های بسیار زیاد در زمینه روش حمل و نقل در دنیا، کشور ایران که به طور اغلب در مسیر جاده ابریشم که جزو بهترین جاده های دنیا به حساب می آمد، تجارت های بین المللی خود را انجام می داد و به یکی از اولین کشورهای دنیا تبدیل شد، که با استفاده از حمل و نقل، سود خوبی را به دست می آورد. بعدها نیز ایران با استفاده از روش های دریایی، هوایی و ریلی توانست به موفقیت های بسیار زیادی در زمینه حمل و نقل برسد. تاریخچه حمل و نقل در ایران به طور کلی، درخشان بوده است.

۱-۲- مشکلات صنعت حمل و نقل و ضرورت استفاده از

حمل و نقل چندوجهی

نیاز به جابه جایی انسان و کالا از یک نقطه به نقطه دیگر باعث به وجود آمدن حمل و نقل می شود. در مورد انسان، جابه جایی به طور عمده به دلیل نیازهای تجاری، اجتماعی، تفریحی یا فرهنگی

۱-۱- تاریخچه حمل و نقل

اولین شیوه حمل و نقلی که در جهان مورد استفاده قرار گرفت، حمل و نقل جاده ای بود که به وسیله حیوانات به انجام می رسید. با گذشت زمان و همچنین رونق گرفتن موضوع تجارت در سراسر دنیا، حمل و نقل دریایی شروع به کار کرد. اوایل از کشتی های بادبانی برای حمل و نقل دریایی استفاده می شد، اما به مرور زمان و با اختراع نیروی بخار و همچنین به کمک زغال سنگ، کشتی های بخار ساخته شدند و مورد استفاده قرار گرفتند. بعدها نیز با استفاده از همین نیروی بخار و زغال سنگ، حمل و نقل ریلی کار خود را آغاز کرد. حمل و نقل در ایران به طور مداوم از دوره باستان تاکنون وجود داشته است. جالب است بدانید که ایرانیان ۷۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در زمینه ساخت شناور و دریانوردی فعالیت داشتند و همین موضوع سبب شد تا ایرانیان قرن ها

* رایانامه نویسنده مسئول: hahassan@ihu.ac.ir

راستای یکپارچه ساختن روش‌های مختلف حمل‌ونقل دارای اهمیت بسیاری است [۱].

۳-۱- شکل‌گیری مفهوم حمل‌ونقل چندوجهی بار در

ادبیات

در این بخش با تمرکز روی مفهوم حمل‌ونقل چندوجهی بار، به ارائه تعاریف ارائه‌شده از این روش حمل‌ونقل و مفاهیم مورد نیاز برای استفاده از این روش پرداخته می‌شود. مطالعه انجام‌شده توسط آگامز^۱ و همکارانش با مرور مقاله‌های پژوهشی انجام‌شده در حوزه حمل‌ونقل چندوجهی بار از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ نشان می‌دهد، ادبیات این حوزه را طی این سه دهه می‌توان به سه بخش کلی تقسیم نمود. در دهه اول نویسندگان و پژوهشگران این صنعت با ارائه تعاریف سیستم حمل‌ونقل چندوجهی بار و مقررات و قوانین به‌کارگیری این روش حمل‌ونقل نقش بسزایی در شکل‌گیری مفهوم حمل‌ونقل چندوجهی بار داشته‌اند. در ادبیات حوزه لجستیک برای اشاره به روشی که از بیش از یک روش حمل‌ونقل برای حمل کالاها از مبدأ تا مقصد نهایی استفاده می‌شود، از چند اصطلاح تقریباً مشابه استفاده می‌شود که در مطالعات انجام‌شده توسط نویسندگان این حوزه به‌عنوان اصطلاحات مترادف یکدیگر یادشده و در تعدادی محدودی از مطالعات نیز بر تفاوت‌های این اصطلاحات و تأثیر آن در اجرای این روش حمل‌ونقل تأکید شده است. وجود تفاوت‌هایی در نحوه پیاده‌سازی و اجرای فرآیند حمل‌ونقل چندوجهی بار زمینه‌ساز ارائه تعاریف متفاوت برای روش حمل‌ونقل چندوجهی بار توسط نهادها و سازمان‌های مرتبط در جهان شده است [۱، ۲].

۴-۱- تعاریف ارائه‌شده برای فرایند حمل‌ونقل

چندوجهی بار

در حالت کلی سه تعریف زیر که در بازه‌های زمانی مختلف و توسط نهادهای مجزا برای حمل‌ونقل چندوجهی بار ارائه‌شده است، در ادبیات، مبنای مطالعات پژوهشگران دیگر قرار گرفته است.

الف) تعریف ارائه‌شده توسط کنفرانس اروپایی وزارت‌های حمل‌ونقل^۲ در سال ۱۹۹۳

حمل‌ونقل چندوجهی بار یعنی جابه‌جایی کالاها توسط یک واحد حمل‌کننده و از طریق دو یا چند روش حمل‌ونقل. در طول

صورت می‌گیرد. در ارتباط با کالا علت اصلی جابه‌جایی، عدم انطباق مکانی محل تولید و مصرف کالا بر یکدیگر می‌باشد.

امروزه حمل‌ونقل یکی از بخش‌های مهم اقتصاد ملی محسوب می‌شود که به‌دلیل داشتن نقش زیربنایی تأثیر فراوانی بر فرآیند رشد اقتصادی کشور می‌گذارد. ارتباط حمل‌ونقل با کلیه بخش‌های اجتماعی-اقتصادی باعث شده تا این فعالیت از ارکان اصلی اقتصاد، تجارت و زندگی اجتماعی به‌شمار رود. بنا به شرایط اقتصادی و وجود ظرفیت‌های عملیاتی، امکان حمل‌ونقل کالاهای مختلف به روش آبی با استفاده از کشتی، روش جاده‌ای با به‌کارگیری کامیون‌ها، روش حمل‌ونقل ریلی با کمک قطار، روش هوایی که در آن از هواپیما استفاده می‌شود و روش لوله‌ای وجود دارد. هر یک از این روش‌ها همان‌گونه که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، دارای امتیازات و ویژگی‌های منحصربه‌فردی هستند که آن‌ها را در فرآیند حمل از روش دیگر متمایز می‌کند. نکته جالب آن‌که به فرض عدم الزام به عبور از دریا در مسیر حمل، به‌جز روش حمل‌ونقل جاده‌ای، تقریباً امکان حمل هیچ کالایی در سرتاسر مسیر با استفاده از سایر روش‌های حمل، وجود ندارد. چراکه امکان احداث بندر، فرودگاه یا ریل‌گذاری از درب محل تولید کالا در یک کشور تا درب فروشگاه یا انبار توزیع آن در کشور یا قاره دیگر وجود ندارد. با پذیرش این واقعیت که در فرآیند جهانی شدن اقتصاد، بازارهای تولید و مصرف توسط دریاها و اقیانوس‌ها که ۷۵٪ از سطح کره زمین را پوشانیده از یکدیگر جداشده‌اند، می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که جدا از اقتصادی یا غیراقتصادی بودن آن، در بسیاری از موارد، امکان فیزیکی حمل‌ونقل کالاها به روش جاده‌ای نیز به‌تنهایی وجود ندارد. اینجاست که عملی‌ترین روش حمل کالا به‌کارگیری روش‌های مختلف حمل‌ونقل در فرآیند جابه‌جایی کالا در تجارت درون سرزمینی یا بین‌المللی است. حمل‌ونقل چندوجهی باعث ایجاد هماهنگی، سرعت و نظم در مراحل حمل می‌گردد که کاهش هزینه حمل را به همراه دارد. هزینه حمل می‌تواند ۳۰٪ ارزش کالا باشد. در نتیجه آثار این صرفه‌جویی در تجارت و تولید انکارناپذیر است و مهم‌ترین تحولات توسعه کسب‌وکار جهانی در دهه‌های اخیر محسوب می‌شود. با این وجود باید این نکته را در نظر داشت که حمل‌ونقل چندوجهی یکی از پیچیده‌ترین شکل‌های حمل‌ونقل است زیرا این شیوه صرفاً یک روش حمل‌ونقل نیست بلکه نظام هماهنگ‌کننده روش‌های مختلف حمل‌ونقل برای محموله‌ها می‌باشد که به‌عنوان یک سیستم در

^۱ Agamez

^۲ European Conference of Ministers of Transport

شرایط ویژه فرودگاه‌ها جاده است. جاده اولین و معمول‌ترین رویه متصل به فرودگاه است و در ترکیبات حمل هوایی از اولویت اولیه برخوردار است.

۲-۳- دریایی - هوایی - دریایی

این ترکیب حمل و نقل به واسطه سرعت حمل هوایی و صرفه اقتصادی حمل و نقل دریایی در سنوات اخیر از مرغوبیت خاصی برخوردار شده است، به ویژه در مسیرهای دور از جمله مسیر آسیای دور و اروپا. صرفه اقتصادی و سرعت این رویه حمل به گونه‌ای است که برای تعدادی از کالاهای با ارزش از جمله قطعات الکترونیکی، تجهیزات و قطعات کامپیوتری و عکس‌برداری و نیز کالاهای فصلی از جمله لباس‌های مد روز و اسباب بازی‌های مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۴- ریل - جاده - رودخانه - دریا

این ترکیب از حمل و نقل چندوجهی زمانی به کار می‌رود که کالا باید از طریق دریا از یک کشور به کشور دیگر ارسال گردد و در آن نیز یک یا چند رویه حمل کشورهای مبدا یا مقصد از جمله ریل، جاده، رودخانه و غیره درگیر باشد.

۲-۵- مینی‌بریج

در این ترکیب یک واسطه تحت یک برنامه واحد، کالا (کانتینر) را با کشتی از یک بندر در یک کشور به بندر دیگر در کشور حمل و سپس از طریق ریل به یک بندر دیگر در شهری دیگر در همان کشور دوم ارسال و تحویل انبار راه‌آهن بندر دوم نماید.

۲-۶- پل سرزمینی^۳

در این ترکیب محموله‌های کانتینری در بخشی از مسیر دریایی - خشکی و یا دریایی - خشکی - دریایی لزوماً در مسیر خشکی به عنوان بخشی از زنجیره حمل جابه‌جا خواهند شد. در این ترکیب خط کشتیرانی که بارنامه کلی را صادر می‌نماید تنها نرخ ثابت (هزینه ثابت) حمل و نقل ریلی را پرداخت خواهد نمود. این نوع حمل و نقل در برخی از مسیرها در حال بهره‌برداری است که از جمله آن می‌توان به مسیر خاورمیانه یا اروپا به آسیای دور، همچنین مسیر بین اروپا و آسیای دور از طریق سواحل اقیانوس‌های آرام و اطلس در ایالات متحده که از درون ایالات متحده عبور خواهند نمود.

فرآیند حمل و نقل هیچ‌گونه عملیاتی روی خود محموله‌ها یا کالاهای انجام نمی‌شود و فقط واحدهای حمل‌کننده از یک روش حمل و نقل به روش حمل و نقل دیگر انتقال می‌یابند [۲].

ب) تعریف ارائه‌شده توسط مولر^۱ در سال ۱۹۹۵

فرآیند حمل و نقل هماهنگ بار، توسط کانتینر یا تریلر و از طریق دو روش حمل و نقل جاده‌ای و ریلی. در این فرآیند، روش حمل و نقل دریایی هم می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد ولی الزامی ندارد [۳].

پ) تعریف ارائه‌شده توسط جلسینگ و همکاران^۲ در سال ۱۹۹۶

در این تعریف فرض شده که یک فرآیند حمل و نقل چندوجهی بار می‌تواند با کانتینر یا بدون کانتینر انجام شود و به همین دلیل می‌توان فرآیند حمل و نقل چندوجهی را به دودسته تقسیم کرد: حمل و نقل چندوجهی با کانتینر و حمل و نقل چندوجهی بدون کانتینر [۴]. با بررسی سه تعریف فوق می‌توان نتیجه گرفت که در تعریف اول استفاده از کانتینر در این فرآیند ضروری است در حالی که در تعریف دوم ترکیب روش حمل و نقل ریلی و جاده‌ای در کنار استفاده از کانتینر، از الزامات پیاده‌سازی فرآیند حمل و نقل چندوجهی به شمار می‌روند.

۲- اشکال حمل و نقل چندوجهی

همان‌گونه که پیش از این اشاره شد از مزایا و شاخصه‌های اصلی حمل و نقل چندوجهی استفاده چندوجهی از چند روش حمل و نقل کالا است که ترکیبات این روش‌ها متناسب با شرایط و زیرساخت‌های موجود تغییر می‌نماید. در ذیل نمونه‌های ترکیبات روش‌های حمل و نقل چندوجهی آمده است [۵، ۶].

۲-۱- خشکی - دریا - خشکی

استفاده از رویه‌های حمل از طریق خشکی و دریا از رایج‌ترین فعالیت‌های حمل به دلیل صرفه‌جویی در مقیاس حمل این دو رویه می‌باشد.

۲-۲- جاده - هوا - جاده

حمل کالا از مبدا به مقصد با ترکیب حمل با کامیون و سپس تحویل به هواپیما نیز از ترکیبات رایج حمل و نقل چندوجهی است. بدون شک اولین وسیله ارتباطی به فرودگاه‌ها به دلیل

¹ Muller

² Jelsing et al

³ Land Bridge

۲-۷- روش رو-رو^۱

این روش مجموعه‌ای از روش‌های حمل (از جمله دریا و خشکی) را در برگرفته و بیشتر زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که محموله‌ها چرخدار بوده (مانند اتومبیل) و با استفاده از چرخ‌های خود وارد کشتی شده و از طریق خشکی به انبار وارد کننده نهایی ارسال می‌گردد.

۲-۸- روش LASH^۲

در این روش کشتی محموله کالای درون بارج (دوبه) را به همراه دوبه مربوطه حمل می‌نماید. این روش حمل چندوجهی از حمل‌ونقل دریایی و رودخانه‌ای است.



شکل (۱). حمل بارها توسط کشتی در شیوه LASH

۲-۹- روش واگن مسطح^۳

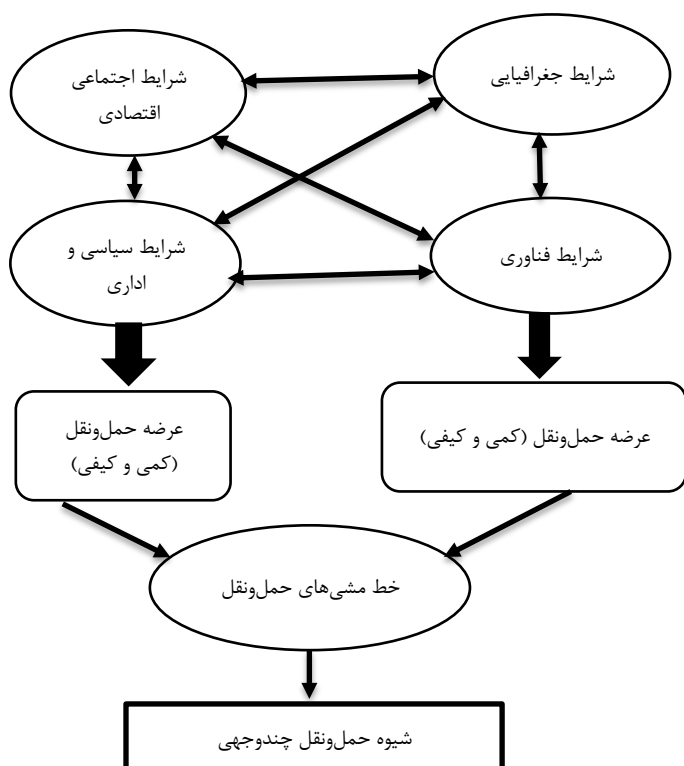
این سیستم چندوجهی از حمل‌ونقل جاده و ریل می‌باشد. این روش در کشورهای آمریکای لاتین و اروپا از مرغوبیت خاصی برخوردار شده است، چرا که این روش مجموعه‌ای از سرعت عمل و قابلیت اعتماد حمل‌ونقل ریلی را با انعطاف‌پذیری و قابلیت حمل‌ونقل جاده تلفیق نموده است. در این رویه، کالا بر روی تریلی بارگیری شده و به ایستگاه راه‌آهن ارسال می‌گردد. در ایستگاه راه‌آهن کفی تریلی به همراه محموله بار روی آن، بر روی واگن روباز قطار، بارگیری شده و اسب از کفی و تریلی جدا می‌گردد یعنی کفی به همراه بار بر روی واگن بارگیری و مهار می‌گردد. در ایستگاه مقصد مجدداً اسب‌ها به کفی‌های تریلی متصل و بار را به انبار سفارش دهنده کالا ارسال می‌نمایند.

۲-۱۰- روش قطار دریایی^۴

این روش نیز یک نوآوری در زنجیره حمل‌ونقل چندوجهی است که در آن قطار و حمل‌ونقل ریلی با حمل‌ونقل دریایی ترکیب می‌گردد. این روش برای اولین بار در ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفت. این روش به روش رو-رو شبیه است با این تفاوت که به جای ماشین و وسایل نقلیه چرخدار، قطار وارد کشتی می‌گردد و در حمل‌ونقل دریایی مشارکت می‌نماید. این نوع کشتی‌ها معمولاً بلند و باریک هستند و شامل یک عرشه اصلی در سراسر کشتی با ریل‌های تعبیه شده است که امکان بارگیری قطار را فراهم ساخته است.

۳- فرایند شکل‌گیری شیوه حمل‌ونقل چندوجهی

فرایند شکل‌گیری شیوه حمل‌ونقل چندوجهی به عوامل و شرایطی از جمله شرایط جغرافیایی، شرایط اجتماعی-اقتصادی، شرایط سیاسی و اداری و شرایط فناوری حمل‌ونقل بستگی دارد که در جداول (۱) تا (۴) مورد بررسی قرار گرفته‌اند.



شکل (۲). فرایند شکل‌گیری شیوه حمل‌ونقل چندوجهی [۷، ۸]

^۴ Sea Train

^۱ Ro on-Roll off

^۲ Light Aboard Ship (LASH)

^۳ Piggy Back

جدول (۱). شرایط جغرافیایی مؤثر در حمل و نقل چندوجهی [۷، ۸]

ردیف	شرایط جغرافیایی	عوامل مؤثر	اثرات
۱	مکان‌یابی و عارضه‌نگاری ^۱	<ul style="list-style-type: none"> ✓ شرایط مناسبی که احداث زیرساخت‌های فیزیکی را برای شیوه‌های حمل و نقلی خاص، ساده‌تر و ارزان‌تر می‌سازد: ✓ شکل زمین: هموار یا کوهستانی ✓ مکان‌یابی: داخل سرزمین، ناحیه ساحلی یا جزیره ✓ وجود آبراهه‌های داخلی ✓ شرایط زیرزمینی (مثلاً زمین باتلاقی در دشت‌های رودخانه‌ای) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ عامل اصلی انتخاب روش‌ها و شیوه‌های حمل و نقل در درون سیستم چندوجهی، به‌خصوص از نقطه‌نظر سبک و سیاق، (به‌عنوان مثال مشکلات ساخت خطوط راه‌آهن در مناطق کوهستانی، مزایای حمل و نقل هوایی در کشورهای با شرایط دسترسی دشوار، وجود آبراهه‌ها و بنادر برای حمل و نقل رودخانه‌ای و دریایی و غیره) عوامل جغرافیایی می‌باشد. ✓ رقابت‌پذیری شیوه‌های حمل و نقل نیز می‌تواند متأثر از شرایط عارضه‌نگاری و تعیین محل (راحتی و مستقیم بودن مسیر) باشد.
۲	مسافت	<ul style="list-style-type: none"> ✓ میانگین مسافت‌ها برای حمل و نقل داخلی 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ مسافت‌های طولانی به نفع شیوه‌های حمل و نقلی هستند که هزینه‌های کمتری برای حمل و نقل در فواصل طولانی دارند.
۳	وجود صنایع و معادن	<ul style="list-style-type: none"> ✓ تقاضا برای حمل و نقل ✓ بهینه‌سازی هزینه‌های ایجاد زیرساخت حمل و نقل 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ تقاضای حمل مواد خام و تولیدات صنعتی می‌تواند تقاضای زیادی برای حمل و نقل ریلی و آبی و نهایتاً ترکیب این دو روش در یک شیوه چندوجهی ایجاد کند. ✓ از لحاظ تاریخی، وجود مواد خام به نفع توسعه سیستم ریلی بوده است که با شیوه چندوجهی تناسب بیشتری دارد.
۴	ساختار مکانی	<ul style="list-style-type: none"> ✓ توزیع جمعیت در کشور ✓ توزیع صنعت و تجارت در کشور ✓ تعداد و مساحت مراکز صنعتی، تجاری و مسکونی 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ توزیع جمعیت در کارایی و بهره‌وری سیستم‌های حمل و نقل مؤثر است. به‌طور کلی، تمرکز زیاد تقاضای حمل و نقل به نفع شیوه‌های حمل و نقل چندوجهی و تمرکز کمتر به نفع سایر روش‌های حمل و نقل به‌خصوص حمل و نقل جاده‌ای است.

جدول (۲). شرایط اجتماعی-اقتصادی مؤثر در حمل و نقل چندوجهی [۷، ۸]

ردیف	شرایط اجتماعی-اقتصادی	عوامل مؤثر	اثرات
۱	نقش حمل و نقل در اقتصاد ملی	<ul style="list-style-type: none"> ✓ توانایی ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از شیوه‌های کارایی حمل و نقل کم‌هزینه و بارش افزوده بالا 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ پیش‌نیاز اصلی برای شیوه‌های حمل و نقل که نیازمند حجم کم سرمایه‌گذاری خصوصی و دولتی برای ساخت، نگهداری و بهره‌برداری زیرساخت حمل و نقل هستند. ✓ پیش‌شرط اساسی برای میزان حمل و نقل کالا ✓ اثرات غیرمستقیم در سایر شرایط اقتصادی، اجتماعی-اقتصادی و تکنولوژیکی دارد.
۲	ساختار اقتصادی (رابطه فعالیت در معدن، کشاورزی، تولید، خدمات و ترانزیت)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ حجم و ارزش نسبی حمل و نقل: ✓ بار سنگین و حجم زیاد/ ارزش بالا ✓ بار سبک و کم‌حجم/ ارزش پایین 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ با توجه به هزینه‌های حمل و نقل (مقدار کلی و نسبت به ارزش کالا) کالای سنگین‌وزن و حجیم برای حمل و نقل ریلی و آبی بارش است در حالی که کالای سبک‌وزن و کم‌حجم برای حمل و نقل هوایی و جاده‌ای بارش است. ✓ چون بخش‌های خدمات، تولید و ترانزیت بالاترین تقاضای حمل و نقل را تولید می‌کنند، اقتصادهای متمرکز بر بخش‌های خدمات، تولید و ترانزیت به نفع شیوه‌های حمل و نقل چندوجهی می‌باشد. (به‌خصوص حمل و نقل ریلی)
۳	روش تولید	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ارزش زمان 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ در روش‌های جدید تولید، کل مدت‌زمان صرف شده بین تولید و مصرف (مبدأ و مقصد) از مهم‌ترین عوامل بهینه‌سازی هزینه‌های حمل و نقل و درنهایت کاهش قیمت تمام‌شده کالا می‌باشد.
۴	سرعت تغییرات اقتصادی و تقاضای جدید	<ul style="list-style-type: none"> ✓ انعطاف‌پذیری سیستم حمل و نقل و قابلیت سازگاری برای واکنش به تغییرات تقاضای حمل و نقل (مقدار، ساختار مکانی نیازهای مشتری) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ کاهش تقاضای حمل و نقل روش‌های مجزا (جاده، ریل، دریایی و هوایی)، به دلیل عدم توانایی در انعطاف‌پذیری با توجه به شرایط جغرافیایی یا هزینه بالای احداث زیرساخت و فرآیند طولانی برنامه‌ریزی و ساخت

^۱Topography

جدول (۳). شرایط سیاسی و اداری مؤثر در حمل و نقل چندوجهی [۷، ۸]

ردیف	شرایط سیاسی و اداری	عوامل مؤثر	اثرات
۱	قابلیت پایداری سیستم سیاسی و اداری	توانایی طراحی و اجرای ساختارهای پیچیده فرهنگ سرمایه گذاری	ساختارهای پیچیده (مانند رهگیری کالا و هماهنگی در تغییر روش های حمل و نقل) نیازمند پیش زمینه سیاسی و اداری مناسب برای بهره‌وری در فعالیت‌ها می‌باشد. ضمناً قابلیت پایداری، پیش نیاز یکپارچگی چندوجهی است زیرا مستلزم تلاش‌های برنامه‌ریزی و هماهنگ‌سازی زیادی است. به‌طور کلی، پایداری یک عامل مهم در مکان‌یابی فعالیت‌ها می‌باشد و در سرمایه‌گذاری سیستم حمل و نقل مؤثر است.
۲	سازمان‌دهی سیستم حمل و نقل از نظر برنامه‌ریزی، ساخت و بهره‌برداری	مسئولیت‌پذیری، صلاحیت و مدیریت کیفی برنامه‌ریزی حمل و نقل مسئولیت‌پذیری، صلاحیت و مدیریت کیفی عملکرد سیستم حمل و نقل مالکیت سیستم حمل و نقل تأثیر دولت در تصمیم‌گیری‌های شرکت‌های حمل و نقلی	مالکیت سامانه حمل و نقل، یک اصل مهم برای تصمیم‌سازی در تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری توسط مجریان حمل و نقل چندوجهی است. فرایندهای شفاف و صحیح برنامه‌ریزی منجر به ایجاد زیرساخت‌های مناسب و کارا می‌شوند و از طراحی ضعیف سیستم حمل و نقل جلوگیری می‌کنند.
۳	بررسی یکپارچه‌سازی تعامل‌ها با سایر زمینه‌ها	دیدگاه یکپارچه ترافیک با: توسعه کاربری زمین سیاست اقتصادی سیاست اجتماعی	در سیاست‌های مرتبط، شرایطی برای تأثیرگذاری در تقاضای حمل و نقل ایجاد می‌شود. بسته به اهداف شیوه‌های حمل و نقل چندوجهی ممکن است روش‌های حمل و نقل خاصی اهمیت پیدا کنند. (مثلاً حمل و نقل ریلی، حمل و نقل هوایی)
۴	خط مشی حمل و نقل	تأمین زیرساخت، سرمایه‌گذاری و تأمین بودجه پروژه پارانه شیوه‌های حمل و نقل دریافت مالیات اخذ عوارض و هزینه‌ها اثرات سیاست بوم‌شناسی (مانند محدودیت‌های ترافیکی، عوارض اکولوژیک) اثرات سیاست بازار (مانند کنترل ورود به بازار، کنترل قیمت)	خط‌مشی‌های حمل و نقل ممکن است هم اثرات کوتاه‌مدت (مانند محدودیت‌ها، عوارض و مالیات‌ها) و هم بلندمدت (مانند سرمایه‌گذاری زیرساخت‌ها و یا سیاست‌های بازار) داشته باشند. هدف خط‌مشی‌های روش‌های حمل و نقل مجزا بستگی به اهداف شیوه‌های حمل و نقل چندوجهی مورد نظر دارد.
۵	آگاهی از خط‌مشی‌ها	پذیرش تغییر الگوهای رفتاری در تولید، حمل و نقل و توزیع	آگاهی نسبت به اثرات منفی روش‌های حمل و نقل مجزا و آموزش در انتخاب شیوه‌های جدید حمل و نقل

جدول (۴). شرایط فناوری حمل و نقل مؤثر در حمل و نقل چندوجهی [۷، ۸]

ردیف	شرایط فناوری حمل و نقل	عوامل مؤثر	اثرات
۱	سطح توسعه اجرای فناوری‌های نوین حمل و نقل از جمله سیستم حمل و نقل هوشمند ^۱ (ITS)	قابلیت دسترسی به فناوری‌های نوین حمل و نقل مؤثر بر: زمان سفر هزینه‌های حمل و نقل کیفیت حمل و نقل (راحتی) توانایی بهینه‌سازی عملکرد حمل و نقل از طریق: تنوع روش‌ها یکپارچه‌سازی درون‌روشی یکپارچه‌سازی چندوجهی لجستیک	فناوری‌های جدید حمل و نقل می‌تواند در رقابت میان روش‌های حمل و نقل مؤثر باشند. مانند به‌کارگیری مزایای ذاتی سیستم، حداقل سازی معایب و استفاده بهینه از سیستم حمل و نقل به جهت دستیابی به بهره‌وری کل عوامل
۲	استانداردهای بین‌المللی	وجود استانداردهای بین‌المللی انطباق سیستم حمل و نقل با استانداردهای بین‌المللی	حذف معایب مربوط به سیستم حمل و نقل به خاطر تفاوت در استانداردهای فنی و عملکردی (مانند سیستم ریلی)

^۱ Intelligent Transportation System

مسئولیت‌های یکی از این ۴ عضو اصلی یک زنجیره حمل و نقل چندوجهی قرار می‌گیرد که در فرآیند حمل و نقل بار نقش حیاتی دارند. در ادامه به شرح وظایف هر کدام و جایگاه آن‌ها در زنجیره حمل و نقل چندوجهی پرداخته شده است [۱۱، ۱۲].

الف) مشاورین طراح و مدیران برنامه‌ریز شبکه حمل و نقل: منظور از مدیران برنامه‌ریز شبکه حمل و نقل، تأمین‌کنندگان زیرساخت‌های شبکه حمل و نقل چندوجهی جاده-ریل هستند که مهم‌ترین آن‌ها دولت و شرکت‌های خصوصی ارائه‌دهنده خدمات می‌باشند.

ب) شرکت‌های حمل‌کننده یا ارائه‌دهندگان خدمات حمل و نقل: ارائه‌دهندگان خدمات حمل و نقل شامل شرکت حمل و نقل ریلی، دریایی، هوایی و جاده‌ای است که وظیفه جابه‌جایی و حمل کالاها را در شبکه حمل و نقل بر عهده دارند. به‌عنوان مثال ارائه‌دهندگان خدمات حمل و نقل جاده‌ای عملیات مربوط به جمع‌آوری کالاها از صاحبان بار و حمل آن‌ها با کامیون تا پایانه چندوجهی و توزیع کالاها از پایانه چندوجهی تا دریافت‌کنندگان بار را انجام می‌دهند.

پ) اپراتورهای پایانه‌های چندوجهی: اپراتورهای پایانه‌های چندوجهی وظیفه مدیریت فرآیندهای انتقال بار از روش حمل و نقل جاده‌ای به ریلی یا دریایی در پایانه‌ها، انتقال بار بین خطوط مختلف ریلی در ایستگاه‌ها و انتقال بار بین کشورهای مختلف در بنادر را بر عهده دارد و در حالت کلی اجرای فرآیندهای تعویض روش حمل و نقل را بر عهده دارند.

ت) کاربران شبکه حمل و نقل چندوجهی: کاربران شبکه حمل و نقل چندوجهی به استفاده‌کنندگان نهایی شبکه حمل و نقل اشاره دارد که در واقع صاحبان باری هستند که به دنبال مسیریابی کالاها خود در شبکه و استفاده از زیرساخت‌های موجود برای حمل کالاها خود هستند.

۵- مزایا، چالش‌ها و محدودیت‌های حمل و نقل چندوجهی

۵-۱- مزایای حمل و نقل چندوجهی

همان‌گونه که در تعاریف آمد، حمل و نقل چندوجهی در تعریف کلی، حمل کالا از نقطه مبدأ به نقطه مقصد توسط یک کاربر حمل و با پذیرش کلیه مسئولیت‌های مربوط تحت یک قرارداد واحد با استفاده از دو یا چند روش حمل کالا می‌باشد. این امر

۴- ساختار شبکه و اعضای تشکیل‌دهنده حمل و نقل چندوجهی

۴-۱- ساختار شبکه حمل و نقل چندوجهی

یک زنجیره حمل و نقل چندوجهی را می‌توان تشکیل‌دهنده از دو نوع فرآیند حمل و نقل در نظر گرفت که عبارت‌اند از [۹، ۱۰]:

الف) حمل و نقل در مسافت‌های کوتاه توسط روش حمل و نقل جاده‌ای: در حالت کلی این بخش از فرآیند حمل و نقل کالاها که می‌تواند شامل فرآیند جمع‌آوری کالاها از مبدأ تا پایانه چندوجهی یا فرآیند تحویل آن‌ها از پایانه چندوجهی یا هر دو باشد، از طریق روش حمل و نقل جاده‌ای و توسط کامیون‌ها انجام می‌شود. فرآیندهای حمل و نقل جاده‌ای کالاها که برای جمع‌آوری و توزیع نهایی کالاها بین مبادی و مقاصد انتهایی زنجیره انجام می‌شود، شامل فرآیند بارگیری و باراندازی نیز می‌شود. هزینه‌های بارگیری و باراندازی بخش قابل توجهی از کل هزینه‌های حمل و نقل کالاها می‌باشد به همین دلیل این هزینه می‌تواند تأثیر قابل توجهی در کاهش هزینه‌های حمل و نقل چندوجهی نسبت به حمل و نقل جاده‌ای داشته باشد و به این ترتیب مزیت رقابتی برای این روش حمل و نقل محسوب شود.

ب) حمل و نقل در مسافت‌های طولانی توسط روش حمل و نقل ریلی، دریایی و هوایی: این بخش از فرآیند حمل و نقل شامل حمل کالاها در مسافت‌های طولانی می‌شود که در حمل و نقل چندوجهی توسط روش حمل و نقل ریلی، دریایی و هوایی انجام می‌شود. این مسافت می‌تواند فاصله بین دو پایانه چندوجهی (در مواردی نیز می‌تواند به فاصله بین مبدأ تا هاب چندوجهی یا هاب چندوجهی تا مقصد) اشاره کند. انتقال کالاها بین دو پایانه که می‌تواند ایستگاه‌های راه‌آهن یا هاب‌های لجستیکی باشد، مسافت قابل توجه حمل کالا در زنجیره حمل و نقل چندوجهی کالاها محسوب می‌شود. امروزه با وجود اینکه در مسافت‌های طولانی نیز، کالاها با کامیون حمل می‌شوند، کشورهای اروپایی، حمل و نقل ریلی، دریایی و هوایی را جایگزین حمل و نقل جاده‌ای کرده‌اند.

۴-۲- اعضای تشکیل‌دهنده حمل و نقل چندوجهی

یک شبکه حمل و نقل چندوجهی شامل ۴ عضو اصلی است و در حالت کلی هر مسئله‌ای که در یک فرآیند یا زنجیره حمل و نقل چندوجهی باید در مورد آن تصمیم‌گیری شود، در حوزه

¹ Hub/Terminal operator

مفقودی یا خسارت کالا، تأخیر در حمل یا تحویل، اسناد حمل، تشریفات گمرکی، بیمه کالا و ... سروکار دارد. این امر سبب شده است تا حمل و نقل چندوجهی از مرغوبیت قابل قبولی برخوردار باشد.

۵-۲- چالش‌های حمل و نقل چندوجهی

نظر به اینکه در زنجیره حمل و نقل چندوجهی که خود به نوعی بخشی از حمل و نقل بین‌المللی است، بخش‌های مختلف حمل و نقل در زنجیره درگیرند و هر بخش فعالیت‌های مربوط به انتقال، انبار و جابه‌جایی کالا را چه در مبادی اولیه، چه در طول مسیر و چه در مقصد نهایی به انجام می‌رساند. این امر به ناچار چالش‌ها و مشکلاتی را در پی خواهد داشت که به شرح ذیل می‌باشد [۱۴، ۵]:

الف) مسئولیت‌های حقوقی ذینفعان

در زنجیره حمل و نقل بین‌المللی که روزبه‌روز رواج بیشتری پیدا می‌کند، همواره واسطه‌های بیشتری را در روش‌های مختلف حمل و نقل به خود جذب می‌نماید که این امر سبب پیچیدگی روزافزون زنجیره می‌گردد که خود به خود منجر شده است شفافیت خاصی در تفکیک وظایف و مسئولیت‌ها وجود نداشته باشد یا به عبارت دیگر ایجاد این شفافیت و تفکیک وظایف به سادگی صورت نپذیرد.

ب) بالا بودن هزینه‌های حمل و نقل با توجه به کمبود بار برگشتی

در بسیاری از مسیرها بهره‌گیری از روش حمل و نقل چندوجهی مقرون به صرفه نیست چراکه در بسیاری از مسیرها به دلیل نبود بار برگشتی شرکت‌های حمل و نقل هزینه‌های اضافی را دریافت می‌نمایند که این امر سبب شده است تمایل به بهره‌برداری از این روش در برخی مکان‌ها کمتر باشد.

پ) تنوع فرهنگی، زبان و قوانین ملی

با توجه به تنوع فرهنگی و زبان کشورهای مبدأ و مقصد، در بسیاری از مواقع تبادل صحیح اطلاعات به درستی صورت نمی‌گیرد و این امر سبب تأخیر در تحویل به موقع کالا می‌گردد. همچنین وجود رویه‌های گمرکی و تجاری مختلف، ناخواسته سبب ناهماهنگی بین مبادی مختلف، تأخیر در عملیات و در نهایت افزایش هزینه‌های مربوطه می‌گردد.

ت) قانون بین‌المللی حاکم بر این روش

از آنجایی که امروزه حمل و نقل بین‌المللی بر مبنای تحویل در درب انبار خریدار تحت یک قرارداد و توسط یک واسطه که کلیه مسئولیت‌های حقوقی و قراردادی محموله را به عهده دارد انجام

به خودی خود شرایط تجارت بین‌المللی را تسهیل بخشیده و مزایای را در زنجیره کلی حمل به همراه دارد. در ذیل مزایای مربوط به حمل و نقل چندوجهی اشاره خواهد شد [۱۳، ۵].

الف) کاهش زمان و نقاط جابه‌جایی کالا

به طور کلی حمل و نقل چندوجهی توسط یک کاربر برنامه‌ریزی و هماهنگی می‌گردد، زمان اتلاف را به حداقل رسانده و خطرات آسیب به کالا، دزدی کالا و مفقود شدن کالا را در نقاط اتصال حمل و نقل، کاهش می‌دهد. واسطه اصلی حمل و نقل از روش‌های ارتباطی واحد خود در نقاط مختلف استفاده کرده و تمامی فعالیت‌ها در نقاط مختلف را، خود و عوامل ایشان هماهنگ کرده و کار را پیش می‌برند همین امر سبب می‌شود که در طول مدت حمل، وضعیت کالا در تمامی مبادی در لحظه تحت کنترل باشد و در کمترین زمان، به نقطه بعد منتقل شود.

ب) جابه‌جایی سریع‌تر کالا

حمل و نقل چندوجهی به دلیل سرعت عمل در جابه‌جایی کالا و تبادل سریع اطلاعات، زمان توقف را کاهش داده و فاصله بین نقطه تولید و نقطه مصرف کالاها را کمتر می‌کند. حمل و نقل چندوجهی جاده-ریل مسیر حمل از مبدأ تا مقصد را به صورت یک مسیر واحد تبدیل کرده و علی‌رغم فاصله‌های زیاد حمل و نقل، زنجیره حمل را با سرعت بیشتری تسهیل می‌نماید.

پ) کاهش اسناد و تشریفات اداری

هر بخش از زنجیره حمل مستلزم مجموعه‌ای از اسناد و تشریفات اداری است که در مبادی مختلف گمرکات مورد بررسی قرار می‌گیرد. حمل و نقل چندوجهی جاده-ریل با ارائه اسناد و مدارک واحد و با ایجاد پیوند بین گمرکات مختلف و همچنین با واگذاری مسئولیت حمل به یک کاربر حمل واحد، این تشریفات و اسناد را به حداقل خود رسانده و سبب می‌شود که کالا با کمترین تشریفات و اسناد از یک نقطه به نقطه دیگر حمل گردد.

ت) صرفه‌جویی در هزینه‌ها

مزایای فوق‌الذکر و کاهش زمان توقف کالا، در نهایت به کاهش زمان و هزینه زنجیره حمل و کاهش بیمه حمل کالا منتهی می‌شود. هزینه‌ای که در نهایت واسطه اصلی حمل و نقل باید آن را پرداخت نماید. خود این مزیت از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین مزایای حمل و نقل چندوجهی است که واسطه‌های حمل و نقل در پی آن می‌باشند.

ث) وجود یک واسطه حمل

در زنجیره حمل و نقل چندوجهی جاده-ریل یکی از مهم‌ترین مزایای این است که فروشنده فقط با یک واسطه حمل در تمامی زمینه‌های حمل از جمله عملیات حمل کالا، شکایات مربوط به

ظرفیت‌های عملیاتی حمل و نقل جاده‌ای و ریلی در پاسخگویی به ظرفیت‌های ایجادشده در بنادر کشور مشاهده می‌شود.

ت) محدودیت‌های مرتبط با مدیریت عملیات، لجستیک و خدمات مرتبط

نبود شفافیت در زنجیره تأمین، عدم وجود واسطه فعال حمل و نقل در کشور، مشکلات مرتبط با یکپارچه‌سازی حمل و نقل کالاهای صادراتی.

ث) محدودیت‌های مالی و اقتصادی

سرمایه‌بر بودن تجهیزات حمل و نقل چندوجهی، پایانه‌های بین وجهی، هزینه‌های بالای باربری، بالا بودن هزینه انبارداری.

ج) مشکلات سیاسی

عدم تمایل سرمایه‌گذاران خارجی در توسعه زیرساخت‌ها و تحریم‌های بین‌المللی.

۶- حمل و نقل چندوجهی در لجستیک دفاعی

در لجستیک دفاعی معمولاً از واژه ترابری به‌جای اصطلاحات حمل و نقل استفاده می‌شود. به‌طوری‌که واحدهای ترابری در ساختار نظامی و دفاعی خصوصاً سازمان‌هایی که عهده‌دار لجستیک می‌باشند، به چشم می‌خورد. هرچند حمل و نقل چندوجهی در لجستیک دفاعی با حمل و نقل چندوجهی در لجستیک صنعتی تا حدودی مشابه است ولی اهمیت آن‌ها تا حدود زیادی متفاوت است. در لجستیک دفاعی، مأموریت اساسی لجستیک ایجاد، حفظ و توسعه عمده در توان سیستم نظامی عنوان می‌شود و لجستیک دفاعی علاوه بر تدارک کالاهای مورد نیاز رده‌های عملیاتی، مسئولیت انتقال یگان‌های عملیاتی از نقطه‌ای به نقطه دیگر را بر عهده دارد. در این خصوص، یگان‌ها متشکل از مجموعه‌ای از نیروی انسانی، امکانات، تجهیزات و مواد مصرفی (همچون سوخت، مهمات و قطعات مصرفی) و تجهیزات عمده دفاعی می‌باشند. جابه‌جایی یگان‌های عملیاتی به معنی انتقال تمام یا بخشی از این تجهیزات، از نقطه استقرار به نقطه مأموریت طبق برنامه و طراحی مشخص می‌باشد [۱۷، ۱۸]. یکی از ویژگی‌های مهم و اساسی سیستم لجستیک دفاعی، انعطاف‌پذیری آن می‌باشد. بدون شک حمل و نقل چندوجهی خوب و موفق یکی از شاخص‌های اصلی انعطاف‌پذیری در سیستم‌های نظامی می‌باشد.

اهمیت ترابری از نظر هزینه نیز قابل توجه است. بخش قابل توجهی از هزینه‌های یک سیستم نظامی مربوط به هزینه‌های حمل و نقل آن سیستم می‌باشد. در این سیستم، حمل و نقل به‌عنوان عنصری که تا حد ممکن باید به حداقل

می‌پذیرد، قوانین حقوقی حاکم بر این روش حمل چندان کارآمد نمی‌باشد.

ث) عدم وجود زیرساخت‌های لازم

بخش حمل و نقل در علم اقتصاد یکی از بخش‌های اصلی و محرک رشد اقتصاد است [۱۵]. عملیات حمل و نقل چندوجهی مستلزم نیروی انسانی متخصص و کارآمد می‌باشد که این سرمایه همچنان در بسیاری از کشورهای در حال توسعه کمیاب می‌باشد. علاوه بر این حمل و نقل چندوجهی جاده-ریل مستلزم راه‌آهن و جاده کارآمد و پویا و قوانین جامع و مقررات کارگری مدون می‌باشد که عموماً چنین ساختارهایی در تعداد زیادی از کشورهای در حال توسعه فراهم نمی‌باشد.

ج) ایمنی و امنیت کالا

در حمل و نقل بین‌المللی خرابکاری، دزدی، خسارت، سوانح و ... نه تنها هزینه‌های مستقیم را بالا برده بلکه مزیت‌های رقابتی در تجارت را کاهش می‌دهد. خطرات ایمنی و امنیتی در چنین مسیرهای تجاری بسیار بالاست به‌ویژه در بنادر که نقاط تلاقی چند روش مختلف حمل با ویژگی‌های خاص خود می‌باشد [۱۶].

۵-۳- محدودیت‌های پیش‌روی حمل و نقل چندوجهی در ایران

اگرچه حمل و نقل چندوجهی در سالیان اخیر از رشد قابل توجهی برخوردار بوده، اما پوشیده نیست که همچنان از قابلیت‌های این روش حمل و نقل به نحو مطلوبی استفاده نشده است. به‌طور کلی مشکلات پیش‌روی حمل و نقل چندوجهی در ایران به شرح زیر می‌باشد [۵]:

الف) محدودیت‌های سازمانی

سازمان‌های بسیاری در این امر دخیل بوده و منافع سازمانی و نیز اهداف و وظایف ذاتی آن‌ها می‌تواند در روند حمل کالا محدودیت‌هایی ایجاد نماید. عدم شفافیت در تشریح وظایف سازمان‌ها و ارگان‌های ذی‌ربط و نیز مسئولیت هرکدام، بر این مشکلات خواهد افزود.

ب) محدودیت‌های اطلاعاتی

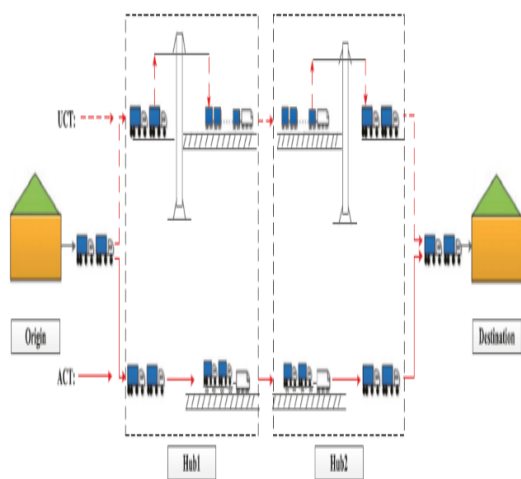
نداشتن استاندارد واحد در جریان جابه‌جایی اطلاعات، نبود اطلاعات تخصصی در زمینه حمل و نقل چندوجهی نیز بر اثربخشی و کارآمدی این نوع حمل و نقل تأثیر گذاشته است.

پ) محدودیت‌های زیرساختی

محدودیت‌های زیرساختی در برخی از پایانه‌های بندری، تفاوت در عرض خطوط ریلی کشورهای منطقه، عدم هم‌خوانی بین

ب- حمل کامیون‌ها و کشنده‌های تریلر به همراه کانتینرها و تریلرها توسط قطار^۲: در این روش کامیون‌ها و کشنده‌های تریلر پس از ورود به پایانه مبدأ روی واگن‌های مخصوص حمل کامیون قرار گرفته و به همراه راننده خود تا پایانه چندوجهی مقصد حمل می‌شوند. سپس در پایانه مقصد کالاها باقی مسیر تا مقصد نهایی خود را توسط همان کامیون‌ها و از طریق روش حمل‌ونقل جاده‌ای طی می‌کنند.

در شکل (۳) تفاوت این دو فرآیند تعویض روش در هاب‌های چندوجهی قابل مشاهده است:



شکل (۳). دو نوع فرایند حمل‌ونقل چندوجهی [۱]

۷-۲- طبقه‌بندی با توجه به محدوده جغرافیایی در اروپا

با توجه به این معیار، حمل‌ونقل چندوجهی به دودسته حمل‌ونقل داخلی و حمل‌ونقل بین‌المللی تقسیم می‌شود که در روش حمل‌ونقل داخلی، مستقل از مبدأ اولیه و مقصد نهایی کالا، بار در داخل یک کشور بین دو پایانه جابه‌جا می‌شود و در روش حمل‌ونقل بین‌المللی مبدأ و مقصد کالا، دو کشور متفاوت می‌باشد.

۷-۳- طبقه‌بندی با توجه به زنجیره حمل‌ونقل

با توجه به این طبقه‌بندی، حمل‌ونقل چندوجهی به دودسته قاره‌ای و دریایی تقسیم می‌شود که در حمل‌ونقل

برسد، منظور می‌شود. هرچه تعداد این جابه‌جایی‌ها کمتر شود، هزینه کمتری بر سیستم نظامی تحمیل می‌شود پس می‌توانیم با استفاده از حمل‌ونقل چندوجهی، تعداد زیادی از این جابه‌جایی‌ها را کاهش داد که به طبع آن باعث کاهش هزینه‌های بخش ترابری سازمان دفاعی نیز می‌شود [۱۹]. به‌رحال ترابری دفاعی از نظر تأثیر بر هزینه‌های سیستم نظامی نیز حائز اهمیت است. رساندن مقدار و تعداد مسافت حمل‌ونقل‌ها به پایین‌ترین حد ممکن، از دغدغه‌های یک سیستم لجستیک و به‌تبع آن برنامه‌ریزی حمل‌ونقل می‌باشد که با به‌کارگیری سیستم حمل‌ونقل چندوجهی در سازمان، به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای این هزینه‌ها کاهش می‌یابد [۱۸].

۷-۱- حمل‌ونقل چندوجهی جاده-ریل در اروپا

در کشورهای اتحادیه اروپا حمل‌ونقل چندوجهی به‌صورت زیر تعریف می‌شود: حمل کالا از طریق ترکیب روش حمل‌ونقل جاده‌ای و ریلی. این روش حمل‌ونقل از ابعاد مختلفی قابل‌طبقه‌بندی می‌باشد که عبارت‌اند [۱، ۲۰]:

- طبقه‌بندی با توجه به شکل فرآیند حمل‌ونقل
- طبقه‌بندی با توجه به محدوده جغرافیایی در اروپا
- طبقه‌بندی با توجه به زنجیره حمل‌ونقل

۷-۱-۱- طبقه‌بندی با توجه به شکل فرآیند حمل‌ونقل

چگونگی انجام فرآیند تعویض روش حمل‌ونقل در هاب‌ها یا پایانه‌های چندوجهی در این سیستم به دو شکل انجام می‌شوند:

الف- جابه‌جا شدن کانتینر بین روش‌های حمل‌ونقل در هاب‌ها: در این روش، کالاها توسط روش حمل‌ونقل جاده‌ای به هاب‌های چندوجهی مبدأ انتقال یافته و سپس کانتینرهای حامل کالاها یا تریلرها از کامیون‌ها یا کفی‌های کشنده تریلرها جدا شده و پس از تشکیل قطار به سفر خود تا هاب چندوجهی مقصد ادامه می‌دهند. در پایانه چندوجهی مقصد، کانتینرها از قطارها به کامیون منتقل شده و تا مقصد نهایی منتقل می‌شود. این روش حمل در اروپا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

² Accompanied combined transport (ACT)

¹ unaccompanied combined transport (UCT)

داخل کشور جابه‌جا می‌شود. در جدول (۵) به مقایسه مزیت انواع روش‌های حمل‌ونقلی (حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی) با یکدیگر پرداخته شده است.

قاره‌ای، حمل‌ونقل کالا به صورتی که مبدأ داخل کشور یا روی مرز بین دو کشور باشد انجام می‌پذیرد و در روش حمل‌ونقل دریایی، کالا بین بنادر اروپایی و مقاصد در

جدول (۵). مقایسه مزیت انواع روش‌های حمل‌ونقلی با یکدیگر [۲۱]

مورد مقایسه‌ای	حمل و نقل جاده‌ای	حمل و نقل ریلی	حمل و نقل هوایی	حمل و نقل دریایی
حمل و نقل جاده‌ای	۱- تنوع بیشتر وسایل حمل‌ونقل ۲- قابلیت دسترسی بهتر به نقاط عرضه و تقاضا ۳- هزینه جابه‌جایی کمتر ۴- ظرفیت جابه‌جایی بیشتر ۵- قابلیت جابه‌جایی بیشتر بین‌سبکی ۶- انعطاف‌پذیری بیشتر مسیرها و زمان‌های حمل ۷- هزینه سرمایه‌گذاری اولیه کمتر ۸- مناسب برای جابه‌جایی در مسافت‌های کوتاه	۱- سرعت جابه‌جایی بیشتر ۲- قابلیت دسترسی بهتر به نقاط عرضه و تقاضا ۳- تنوع بیشتر وسایل حمل‌ونقل ۴- انعطاف‌پذیری بیشتر مسیرها و زمان‌های حمل ۵- هزینه سرمایه‌گذاری اولیه کمتر ۶- مناسب برای جابه‌جایی در مسافت‌های کوتاه	۱- تنوع بیشتر وسایل حمل‌ونقل ۲- قابلیت دسترسی بهتر به نقاط عرضه و تقاضا ۳- هزینه جابه‌جایی کمتر ۴- ظرفیت جابه‌جایی بیشتر ۵- قابلیت جابه‌جایی بیشتر بین‌سبکی ۶- انعطاف‌پذیری بیشتر مسیرها و زمان‌های حمل ۷- هزینه سرمایه‌گذاری اولیه کمتر ۸- مناسب برای جابه‌جایی در مسافت‌های کوتاه	۱- تنوع بیشتر وسایل حمل‌ونقل ۲- قابلیت دسترسی بهتر به نقاط عرضه و تقاضا ۳- سرعت جابه‌جایی بالاتر ۴- انعطاف‌پذیری بیشتر مسیرها و زمان‌های حمل ۵- هزینه سرمایه‌گذاری اولیه کمتر ۶- مناسب برای جابه‌جایی در مسافت‌های کوتاه
حمل و نقل ریلی	۱- مصرف سوخت کمتر ۲- ایمنی حمل بالاتر ۳- هزینه جابه‌جایی کمتر ۴- ظرفیت جابه‌جایی بیشتر ۵- آلودگی هوا کمتر ۶- اشغال کمتر زمین برای احداث خطوط ۷- سهولت افزایش ظرفیت سیستم ۸- قابلیت اطمینان بالاتر ۹- وابستگی کمتر به شرایط آب و هوایی	-	۱- آلودگی کمتر محیط زیست ۲- قابلیت دسترسی بهتر به نقاط عرضه و تقاضا ۳- هزینه جابه‌جایی کمتر ۴- ظرفیت جابه‌جایی بیشتر ۵- قابلیت جابه‌جایی بیشتر بین‌سبکی ۶- قابلیت اطمینان بالاتر ۷- مصرف سوخت کمتر ۸- وابستگی کمتر به شرایط آب و هوایی	۱- آلودگی کمتر محیط زیست ۲- سرعت جابه‌جایی بالاتر ۳- قابلیت دسترسی بهتر به نقاط عرضه و تقاضا ۴- قابلیت اطمینان بالاتر ۵- وابستگی کمتر به شرایط آب و هوایی
حمل و نقل هوایی	۱- سرعت جابه‌جایی بالا ۲- عدم نیاز به احداث شبکه خطوط فیزیکی ۳- مسافت‌های جابه‌جایی طولانی‌تر	۱- سرعت جابه‌جایی بالاتر ۲- عدم نیاز به احداث شبکه خطوط فیزیکی ۳- مسافت‌های جابه‌جایی طولانی‌تر	-	۱- سرعت جابه‌جایی بالاتر
حمل و نقل دریایی	۱- عدم نیاز به احداث شبکه خطوط فیزیکی ۲- هزینه جابه‌جایی کمتر ۳- ظرفیت جابه‌جایی بیشتر ۴- مسافت‌های جابه‌جایی طولانی‌تر ۵- سرمایه‌بری کمتر ۶- آلودگی کمتر هوا ۷- مصرف سوخت کمتر ۸- ایمنی حمل بالاتر ۹- هزینه نگهداری پایین	۱- عدم نیاز به احداث شبکه خطوط فیزیکی ۲- هزینه جابه‌جایی کمتر ۳- ظرفیت جابه‌جایی بیشتر ۴- مسافت‌های جابه‌جایی طولانی‌تر ۵- سرمایه‌بری کمتر ۶- آلودگی کمتر محیط‌زیست ۷- هزینه نگهداری پایین	۱- تنوع بیشتر وسایل حمل‌ونقل ۲- قابلیت دسترسی بهتر به نقاط عرضه و تقاضا ۳- هزینه جابه‌جایی کمتر ۴- ظرفیت جابه‌جایی بیشتر ۵- قابلیت جابه‌جایی بیشتر بین‌مدی ۶- مسافت‌های جابه‌جایی طولانی‌تر ۷- نیاز به سرمایه‌گذاری کمتر ۸- مصرف سوخت کمتر ۹- هزینه نگهداری پایین	-

۸- تحلیل SWOT برای پیاده‌سازی حمل‌ونقل

چندوجهی

ایران دارای مزیت‌ها و پتانسیل‌های زیادی در زمینه حمل‌ونقل چندوجهی است که شاید کمتر کشوری در جهان بتواند یافت که دارای چنین مزیت‌هایی به صورت یکجا باشد. اما درخصوص عملکرد حمل‌ونقل چندوجهی، وضعیت ایران بسیار ضعیف‌تر از کشورهایی است که فاقد این‌گونه مزایای حمل‌ونقلی هستند. برخی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید (SWOT) حمل‌ونقل چندوجهی در ایران مبتنی بر تحقیقات گذشته تشریح می‌گردد ولی برای انتخاب راهبردهای مناسب توسعه حمل‌ونقل چندوجهی در ایران، به یک تحقیق میدانی مجزا نیاز است.

۸-۱- نقاط ضعف حمل‌ونقل چندوجهی

۱- دسترسی به شبکه ریلی برخلاف شبکه جاده‌ای در همه نقاط امکان پذیر نیست. از طرف دیگر احداث خطوط ریلی جدید و توسعه شبکه حمل‌ونقل چندوجهی جاده-ریل با محدودیت‌هایی روبه خواهد بود [۱].

۲- حمل‌ونقل چندوجهی برای بهره‌مندی از اقتصاد مقیاس باید حجم بالایی از کالاها را حمل کند از طرفی تضمین پرشدن ظرفیت قطارها یا کشتی‌ها مورد استفاده در سیستم حمل‌ونقل ترکیبی خود موجب بالا رفتن زمان انتظار صاحبان کالا برای شروع فرآیند حمل‌ونقل کالاهاشان می‌شود بنابراین در این سیستم حمل‌ونقل، معمولاً عملیات حمل کالاها بر مبنای یک برنامه زمانی ثابت انجام می‌شود و انعطاف کمی دارد، از طرفی اصلاح برنامه زمانی سیر وسایل نقلیه در شبکه ریلی و دریایی امری دشوار است [۹].

۳- هزینه ثابت راه‌اندازی سیستم حمل‌ونقل چندوجهی در مقایسه با جاده‌ای بالاست زیرا ایجاد این سیستم مستلزم توسعه زیرساخت‌های موجود مانند ایستگاه‌های راه‌آهن و خرید تجهیزات با سرمایه‌گذاری اولیه بالا از قبیل لکوموتیو، واگن، جرثقیل می‌باشد. همین امر موجب می‌شود که حمل‌ونقل چندوجهی تنها در صورت حمل کالاها حجیم در مسافت‌های طولانی بر روش حمل‌ونقل جاده‌ای برتری داشته باشد [۱].

۴- در حمل‌ونقل چندوجهی، با وجود اینکه کالاها بخش قابل توجهی از مسافت بین مبدأ تا مقصد توسط روش‌های ریلی، دریایی یا هوایی حمل می‌شوند، فرآیند جمع‌آوری کالاها از صاحبان کالا و تحویل آنها به مشتریان نهایی توسط کامیون‌ها

انجام شده که خود تاثیر قابل توجهی در کل هزینه حمل توسط سیستم حمل‌ونقل چندوجهی در مقایسه با جاده‌ای است [۹].

۸-۲- نقاط قوت حمل‌ونقل چندوجهی

۱- حمل‌ونقل ریلی و دریایی برای حمل کالاها در مسافت‌های طولانی مناسب بوده و کاهش هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی حمل‌ونقل کالاها را به دنبال دارد. در واقع در این روش حمل‌ونقل، با حمل کالاها حجیم و کاهش هزینه حمل هر واحد کالا، امکان بهره‌مندی از اقتصاد مقیاس فراهم می‌شود [۹].

۲- حمل کالا در مسافت‌های کوتاه به روش حمل‌ونقل ترکیبی در مقایسه با حمل‌ونقل جاده‌ای نمی‌تواند موجب کاهش هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم فرآیند حمل‌ونقل شود، به طور کلی حمل‌ونقل چندوجهی در مواردی که فاصله مبدأ و مقصد از ۳۰۰ کیلومتر بیشتر باشد، می‌تواند در مقابل حمل‌ونقل جاده‌ای مزیت‌های رقابتی به همراه آورد [۲۲].

۳- پایانه‌های چندوجهی علاوه بر اینکه مکانی برای استقرار تجهیزات تعویض روش حمل‌ونقل محسوب می‌شود، می‌تواند فضایی را برای نگهداری موجودی و ارائه خدمات مربوط به نگهداری کالاها تامین کند. به عنوان مثال یکی از مزایای بنادر خشک که مستقیماً به بنادر دریایی متصل می‌شوند، کمبود فضای مورد نیاز برای نگهداری موجودی در بنادر دریایی است و از این طریق از ایجاد ترافیک در بنادر دریایی نیز جلوگیری می‌شود. استفاده از سیستم حمل‌ونقل چندوجهی (به طور خاص حمل‌ونقل چندوجهی ریل-جاده) به تدریج روند خصوصی سازی سیستم حمل‌ونقل ریلی در کشورهای اروپایی را رونق بخشیده است [۲۲].

۸-۳- شرایط تهدیدکننده حمل‌ونقل چندوجهی

۱- با توجه به هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری در سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی یا دریایی، حذف یارانه‌های دولت برای استقرار تسهیلات این سیستم‌های حمل‌ونقل محدودیت‌هایی را برای توسعه شبکه حمل‌ونقل چندوجهی ایجاد می‌کند. در صورت استفاده از حمل‌ونقل چندوجهی برای ترانزیت کالا محدودیت‌هایی برای این سیستم حمل‌ونقل وجود دارد. به عنوان مثال سازگاری زیرساخت‌های شبکه ریلی بین دو کشور باید مد نظر قرار بگیرد. مهم‌ترین ویژگی این زیرساخت‌ها عبارتند از: عرض خط خطوط شبکه ریلی، طول قطارها، لکوموتیوهای مورد استفاده در شبکه، شرایط رانندگان قطارها و قوانین مربوط به گواهینامه و زبان آنها و تجهیزات سیگنالینگ شبکه ریلی. اولویت

امکان کنار گذاشتن بسیاری از موانع متداول جاده‌ای مانند موانع طبیعی و مسیرهای کم کیفیت جاده‌ای و نیز گریز از ازدحام به وجود آمده توسط شبکه حمل و نقل داخل شهری کامیون‌ها و دیگر وسایل حمل و نقل خدماتی و افزایش غیرقابل اجتناب مسیرهای حمل و نقل اشاره کرد [۲۴].



شکل (۴). تریلر روی واگن مسطح با واگن‌های دوقلو [۲۴]

ب) کانتینر روی واگن مسطح^۲

این سرویس بیانگر جابه‌جایی کانتینرها از طریق واگن‌های مسطح است بدون اینکه از شاسی استفاده شود یعنی کانتینر مستقیماً روی واگن مسطح قرار می‌گیرد [۲۴].



شکل (۵). بارگیری کانتینر ۲۴ فوت روی واگن مسطح در بندر یا پایانه ریلی [۲۴]

پ) قطارهای دودسته‌ای^۳ (دوپشته‌ای)

این سرویس بیانگر جابه‌جایی کانتینرها از طریق حمل کانتینر روی هم، بر روی واگن‌های مسطح (ریلی) ویژه آن می‌باشد. به این ترتیب که ابتدا یک کانتینر روی واگن مسطح بارگیری شده سپس کانتینر بعدی روی کانتینر اول قرار می‌گیرد. تجهیزات اولیه این فناوری توسط خط آهن پاسیفیک جنوب^۴ در سال ۱۹۹۷ طراحی شد. در سال ۱۹۸۴ یک تریلر دوپشته جدید و سبک توسط خطوط راه‌آهن آمریکا طراحی و راه‌اندازی شد که دامنه فعالیت قطارهای دودسته‌ای را گسترش داد. در اروپا و کشورهای دیگر نیز هنوز استفاده از قطارهای دودسته‌ای با

عبور قطارهای مسافری در شبکه ریلی، قابلیت اعتماد و مزیت‌های رقابتی سیستم حمل و نقل چندوجهی را برای حمل بار، کاهش می‌دهد [۹].

۸-۴- فرصت‌های پیش‌رو حمل و نقل چندوجهی

۱- برخلاف حمل و نقل جاده‌ای که دلیل انتخاب آن توسط صاحبان کالا انعطاف‌پذیری و سرعت بالای آن است، حمل و نقل ترکیبی به دلیل فراهم نمودن امکانات مربوط به تجمیع جریان بار در پایانه‌های چندوجهی دارای مزیت‌های رقابتی است. زیرا فرآیند تجمیع جریان بار از طریق ایجاد تعادل میان حجم کالاهای حمل شده و ظرفیت وسایل نقلیه و واحدهای حمل‌کننده کالا، موجب استفاده کارآمد از منابع در دسترس برای حمل و نقل کالاها می‌شود [۹].

۲- در حال حاضر در بسیاری از کشورهای اتحادیه اروپا هزینه‌های ساخت بزرگراه‌ها را در قالب مالیات از کاربران این شبکه دریافت می‌کنند. این سیاست‌ها به شکل غیرمستقیم موجب ایجاد مزیت‌هایی برای حمل و نقل ترکیبی شده است. دلیل این امر کاهش مسافت طی شده توسط روش حمل و نقل جاده‌ای در سیستم حمل و نقل ترکیبی نسبت به حمل مستقیم کالاها توسط روش حمل و نقل جاده‌ای است. بنابراین مالیات‌ها موجب افزایش هزینه‌های حمل و نقل جاده‌ای و به دنبال آن افزایش جذابیت‌های حمل و نقل ترکیبی خواهد شد [۱].

۹- فناوری‌های نوین و تحولات اخیر در حمل و نقل

۹-۱- فناوری‌های حمل و نقل ریلی

الف) کشنده-تریلر یا تریلر روی واگن مسطح (ریلی)^۱

این روش جابه‌جایی تاکنون در ایران اجرانشده است. اجرای موفق این روش مشروط به مدیریتی کارآمد و متخصص می‌باشد. یکی از امتیازات بالقوه این روش، ذخیره انرژی در مقایسه با تمامی انواع حمل و نقل‌های جاده‌ای می‌باشد. به عنوان مثال تجربیات نشان داده است که سرویس حمل و نقل تریلر روی واگن مسطح بین ایالات شیکاگو و لس‌آنجلس به میزان ۲۲۷۰۰ لیتر در مقایسه با مسیر رفت و برگشت جاده‌ای مشابه، در مصرف سوخت صرفه‌جویی می‌کند [۲۳]. از امتیازات دیگر می‌توان به

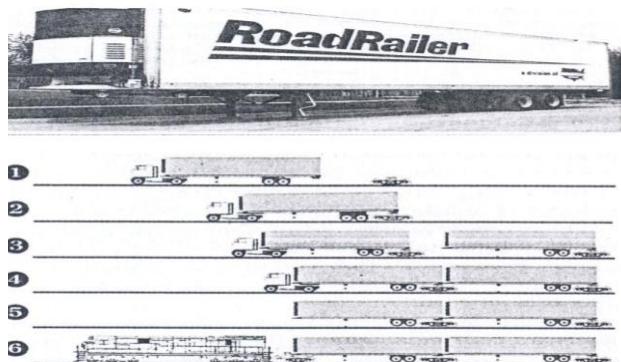
^۲ Container On Flat Car (COFC)

^۳ Double-Stack

^۴ Southern Pacific Railroad

^۱ Trailer On Flat Car (TOFC)

• از آنجایی که این سیستم تنها به صورت یک قطار واحد عمل می‌کند، پس نمی‌توان از واگن‌های ریلی دیگری به همراه آن استفاده کرد.



شکل (۷). نحوه تشکیل یک Road Railer [۲۴]

۹-۲- تحولات حمل‌ونقل لوله‌ای

حمل‌ونقل لوله‌ای یکی از روش‌های حمل‌ونقل زمینی است. این سبک از قدیم به عنوان یکی از سبک‌های حمل‌ونقل برای انتقال سیالاتی مانند نفت، آب، گاز و در بعضی موارد برای جابه‌جایی جامدات در مسیرهای کوتاه مانند سیمان، آرد، شکر و ... به کار می‌رفته است.

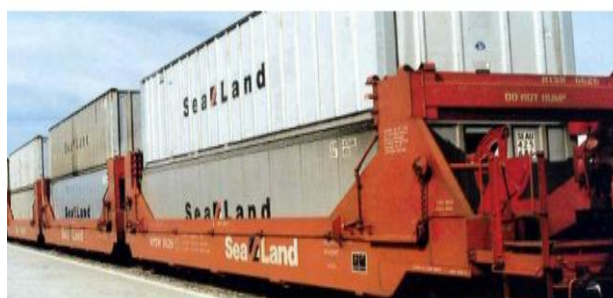
از ویژگی‌های حمل‌ونقل لوله‌ای می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: [۲۱]

- مناسب‌ترین روش برای انتقال سیالات از قبیل آب و نفت و گاز
- مناسب بودن برای انتقال جامداتی از قبیل شکر، سیمان، آهک، گچ و... در مسافت‌های کوتاه و به صورت شیب‌دار
- بالابودن هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه
- بسیار پایین بودن هزینه‌های حمل‌ونقل

الف) سامانه حمل‌ونقل سریع لوله خلا (فراصوت)

به‌تازگی متخصصان حمل‌ونقلی به دنبال به‌کارگیری حمل‌ونقل لوله‌ای برای انتقال کالاها و حتی انسان‌ها هستند. این روش بیشتر با عنوان هایپرلوپ^۲ شناخته می‌شود که نوع جدیدی از حمل‌ونقل سریع است. در این نوع حمل‌ونقل، کپسول‌هایی داخل لوله‌هایی که در آنها شرایط خلا حکم فرماست تا اصطکاک در کار نباشد، قرار می‌گیرند که سرعتی بالغ بر ۱۲۲۰ کیلومتر بر ساعت دارند. با این سرعت می‌شود ظرف تنها ۴۴ دقیقه از تهران به مشهد رفت. هایپرلوپ با استفاده از فشار هوایی که از عقب به وسیله وارد و از خروجی‌های پایین آن به بیرون رانده می‌شود، حرکت می‌کند. هزینه بهره‌برداری از آن در حال حاضر ۷۰ میلیارد دلار است که باید کاهش یابد و موانع زیست محیطی

محدودیت‌هایی روبه‌رو است. این محدودیت‌ها، هم به علت عدم وجود ارتفاعی کافی در تونل‌ها و هم به دلیل استفاده گسترده از کابل‌های منحنی شکل که وظیفه تأمین برق لوکوموتیو را به عهده دارند، می‌باشد. در نتیجه می‌توان گفت بهره‌برداری از فناوری دودسته‌ای در اروپا حتی برای آینده نیز با مشکلات بسیاری روبرو است. دو ویژگی عمده کانتینرهای دودسته‌ای، کاهش طول قطار و کاهش هزینه سرمایه‌گذاری به ازای هر تن بار جابه‌جاشده است و دو اشکال عمده این روش یکی نیاز به حجم زیاد بار جهت بقا و دیگری هزینه‌های سنگین ترمینالی است [۲۴، ۲۵].



شکل (۶). قطار دودسته‌ای یا دوپشته [۲۴]

ت) فناوری‌های بدون واگن

این فناوری‌ها اشاره به تجهیزاتی دارند که شامل یک نیم تریلی شاه‌راهی همراه با بارکش‌های (چرخ‌ها) ریلی^۱ (بوژی) است که می‌تواند زیر تریلر قرار گیرد و لذا منجر به حرکت تریلر روی خطوط آهن می‌گردد. Road Railer ها نمونه بارزی از این فناوری هستند. امتیازات و معایب Road Railer را می‌توان در موارد زیر بیان کرد: [۲۶]

- به این دلیل که Road Railer قادر است تنها به‌وسیله یک کشنده شاه‌راهی به روی ریل منتقل یا از روی آن خارج شود نیازی به تجهیزات جابه‌جایی و انتقال بار در ترمینال نیست.
- به دلیل داشتن طولی برابر با ۴۵ فوت نسبت به سایر تریلرهای شاه‌راهی که ۴۰ فوتی هستند، ۱۲ درصد اضافه حجم دارد.
- در به‌کارگیری واگن‌های مسطح، لوکوموتیو و تجهیزات ترمینالی صرفه‌جویی می‌گردد.
- سیستم هوای به‌کاررفته در این سرویس سبب یک حرکت آرام و یکنواخت روی ریل و جاده می‌گردد.
- وزن خالص آن نسبت به تریلر ۴۵ فوت جاده‌ای ۵۰۰۰ پوند بیشتر بوده، این امر باعث افزایش اندکی در هزینه‌های جاده‌ای این سیستم می‌گردد.

^۲ Hyperloop

^۱ Rail Truck

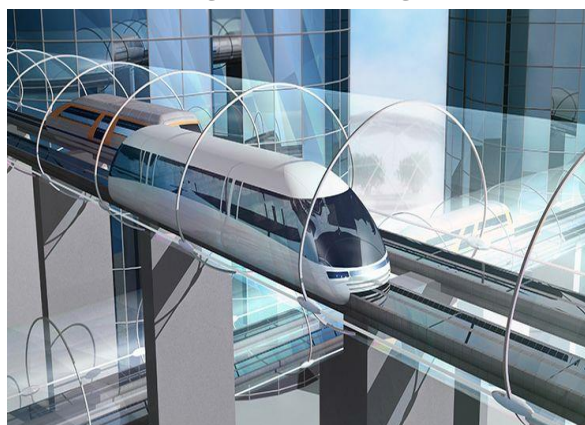
- ایجاد ساز و کارهای حمایتی در داخل سازمان و پیگیری حمایت‌های دولتی جهت به‌کارگیری حمل و نقل چندوجهی
- بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در همه ابعاد و استفاده از سیستم‌های هوشمند داخلی (اینترانت)
- در پایان، پیشنهادهایی برای توسعه حمل و نقل چندوجهی ارائه می‌گردد.
- توسعه زیرساخت‌های فیزیکی در ایران شامل زیرساخت‌های ریلی، جاده‌ای، هوایی و دریایی
- تصویب قوانین جدید مانند تصویب قانون توسعه مراکز و شرکت‌های حمل و نقلی نسل جدید و زیرساخت‌های حمل و نقل چندوجهی
- ترویج و توسعه مشارکت بخش عمومی و خصوصی در توسعه حمل و نقل چندوجهی

۱۱- بحث و نتیجه‌گیری

در کشورهای توسعه‌یافته با پیشرفت تجارت و بازرگانی، روش‌های حمل و نقل نیز توسعه‌یافته و شیوه‌های سنتی جای خود را به شیوه‌های نوین می‌دهند که حمل و نقل چندوجهی از جمله آن‌هاست. به‌طور کلی جابه‌جایی کالاها به پنج روش عمده شامل حمل و نقل جاده‌ای، ریلی، آبی یا دریایی، هوایی و خط لوله انجام می‌شود. در این راستا هر یک دارای مزایا و محدودیت‌های خاص خود می‌باشد و چنانچه در قالب یک روش چندوجهی و یا به‌صورت چندوجهی در قالب یک سازمان یکپارچه به کار گرفته شود و به‌صورت مبدأ و مقصد مدیریت شود می‌توان از مزایای متعدد آن بهره برد. مشکل اصلی و فعلی در کشور ما، چرایی صرفاً استفاده از حمل و نقل جاده‌ای می‌باشد که نسبت به دیگر روش‌ها معایبی دارد: از جمله این‌که در مسافت‌های طولانی هزینه بیشتری دارد، سوخت بیشتری مصرف می‌کند، مشمول اعتصابات کامیون‌داران می‌شود، در بعضی از موارد با کمبود وسیله حمل و نقل مواجه می‌شود و غیره که با ترکیب کردن روش‌های حمل و نقل که اصطلاحاً به آن حمل و نقل ترکیبی یا چندوجهی گفته می‌شود، می‌توان بیشتر این مشکلات را کاهش داد یا از بین برد، در این پژوهش، موضوعات مرتبط با حمل و نقل چندوجهی اعم از اشکال حمل و نقل چندوجهی، ساختار و فرآیند شکل‌گیری شیوه حمل و نقل چندوجهی، مزایا و معایب و محدودیت‌های پیش‌روی حمل و نقل چندوجهی در ایران پرداخته شده است و در بخش آخر، نقاط ضعف و قوت و فرصت‌ها و تهدیدهایی که در حمل و نقل چندوجهی وجود دارد، اشاره شده است.

بسیاری در راه آن قرار دارد. برای مثال آلودگی صوتی آن در حال حاضر به قدری است که نمی‌توان از آن نزدیک مناطق مسکونی استفاده کرد. نحوه عملکرد هاپرلوپ در مدل آیلان ماسک، این‌گونه است که هاپرلوپ روی یک سطح تیوبی قرار می‌گیرد و کپسول‌های حاوی مسافرین را در داخل لوله‌هایی که در آن شرایط خلا حکم‌فرماست تا اصطکاک ایجاد نشود، با سرعتی بالغ بر ۵۰۰ کیلومتر بر ساعت حمل می‌کند. از این سیستم می‌توان حتی به جای یک سامانه مسافری و به عنوان یک سامانه حمل و نقل متمرکز کالا نیز استفاده کرد. از ویژگی‌های هاپرلوپ می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: [۲۱]

- برخلاف قطارهای امروزی، هاپرلوپ به جای استفاده از چرخ، روی هوا به حالت اسکی حرکت می‌کند.
- هزینه حمل و نقل بسیار پایین و بهینه خواهد بود.
- سرعت بالای کپسول‌ها در تونل‌های خلا مناسب زندگی مدرن امروزی است.
- هاپرلوپ دارای بار فشار ترافیکی جاده‌ای نیست
- این مدل از سیستم‌های حمل و نقل هیچ‌گونه آلاینده فسیلی را از خود بجا نمی‌گذارد.
- سوخت محرک هاپرلوپ از جریان‌های بادی یا موتور الکتریکی است.
- نبود تکان‌های ناشی از ناهمواری‌های ریلی



شکل (۸). هاپرلوپ

۱۰- پیشنهادهای دیدگاه‌های مدیریتی

در این تحقیق موضوعات مرتبط با حمل و نقل چندوجهی مورد بررسی قرار گرفت و به نقاط ضعف و قوت و فرصت‌ها و تهدیدها اشاره شد. در ادامه راهکارهای اجرایی به مدیران توصیه می‌شود.

- آموزش و تغییر نگرش مسئولین ترابری در به‌کارگیری حمل و نقل چندوجهی (مثلاً حمل و نقل چندوجهی جاده-ریل به جای حمل و نقل جاده‌ای)

۱۲- مراجع

- [14] "Intermodal transport; the key to sustainable logistics",
- [15] T. Talaei, "Multimodal and combined transportation," *Development Transportation*, no. 35, 2019. (In Persian)
- [16] M. I. Tافرashi, "The basis of the civil responsibility of the transport operator in the Convention on the combined international transport of goods", Tarbiat Modares University, 2018. (In Persian)
- [17] A. Dudange and H. Hamidi, "Logistics and its Functions", Center for Logistics Studies and Research, Imam Hossein Comprehensive University Publications (AS), 2011. (In Persian)
- [18] M. Fathullah, H. Hasanpour and M. Mossadegh Khah. "Presenting a model for ranking the transport fleet of a defense organization using a combined method (Case study: Transport fleet of S... province)", Thesis for receiving a master's degree in the field of industrial engineering Logistics and Central Unit of Imam Hossein Comprehensive University (AS), 2014. (In Persian)
- [19] "Determining the characteristics and characteristics of transportation and mobility... in future wars", Logistics Studies and Research Center, Transportation Committee, 2012. (In Persian)
- [20] "Report on Combined Transport in Europe International Union of Railways (UIC) – Paris "، UIC, Transportation Consultan .۲۰۱۷ ،
- [21] A. Saharkhan and G. Eini. "components of transportation systems and transportation infrastructure equipment and facilities", Imam Hossein Comprehensive University, Tehran, 2021. (In Persian)
- [22] Q. Dai, J. Yang and D. Li. "Modeling a Three-Mode Hybrid Port- Hinterland Freight Intermodal Distribution Network with Environmental Consideration: The Case of the Yangtze River Economic Belt in China "، Sustainability, vol. 10(9), 2018.
- [23] J. Eshelman. "Rail Intermodal" *Gazette Magazine* (London), vol. 135, 2000.
- [24] M. Judy and Y. Monajem. "Comparative study of the performance of rail transport equipment in multimodal transportation of goods", First National Conference on Civil Engineering and Sustainable Development of Iran, 2016. (In Persian)
- [25] H. Fatahi, H. Hassanpour and H. Khalili. "Investigating the obstacles and problems of using combined road-rail transportation in moving the load of a defense force and providing solutions (case study: Bandar Abbas to Mashhad route for carrying military cargo)". Master's thesis of Imam Hossein Comprehensive University (AS), 2022. (In Persian)
- [26] Y. Judy and M. S. Monajem. "Comparative study of the performance of rail transportation equipment in multimodal transportation of goods," First National Conference on Civil Engineering and Sustainable Development of Iran, 2016. (In Persian)
- [27] M. Soleimani, "Educational Seminar on Multimodal Transportation," Conference Hall of Road, Housing and Urban Development Research Center, 2015. (In Persian).
- [1] D. Farazmand, M. Peshwayi, and S. Seyed Far, "Presentation of the green dynamic network design model of rail and road multimodal transportation: a case study of combined cement transportation in Iran," master's thesis in the field of industrial engineering, logistics and supply chain, Faculty of Industrial Engineering, University of Science and Technology, 2018. (In Persian)
- [2] A. D. M. Agamez-Arias and J. Moyano-Fuentes, "Intermodal transport in freight distribution: a literature review," *Transport Reviews*, vol. 37(6), pp. 782-807, 2017.
- [3] G. Muller. "Intermodal freight transportation (3rd ed.)"، Washington, DC: Eno Foundation and the Intermodal Association of North America, 1995.
- [4] M. Jourquin and B. Beuthe, "Transportation policy analysis with a geographic information system: The virtual network of freight transportation in Europe "، Transportation Research Part C: Emerging Technologies, vol. 4(6), pp. 359-371, 1996.
- [5] M. Ayazi and A. Sukoni. "Multimodal transportation, benefits, challenges, opportunities and effectiveness of improving the performance of transportation systems"، ۹th conference of civil engineering students across the country, 2013. (In Persian)
- [6] M. Ruesch "Intermodal alDoor-to-Door Services in Basel" [http://www.promit-project.net/ Uploaded Files/Events /](http://www.promit-project.net/UploadedFiles/Events/)
- [7] A. Rasoli, M. Khazai, and S. Babakhani. "Comparison of the environmental effects of rail and road transportation on sustainable development", The 6th National Conference on Urban Planning and Management, 2013. (In Persian)
- [8] B. Amini "a multifaceted approach for transportation system"، Tehran: Transportation Research Institute, 2016. (In Persian)
- [9] M. Mostert. "Design and management of freight transport networks: intermodal transport and externalities"، Doctoral dissertation, Université de Liège, Liège, Belgique, 2017.
- [10] R. Wang, K. Yang, L. Yang and Z. Gao. "Modeling and optimization of a road-rail intermodal transport system under uncertain information "، Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 72, pp. 423-436, 2018.
- [11] A. Caris, C. Macharis, G. K. Janssens. "Planning problems in intermodal freight transport: accomplishments and prospects "، Transportation Planning and Technology, vol. 31(3), pp. 277-302, 2008.
- Q. Meng and X. Wang, "Intermodal hub-and-spoke network design: Incorporating multiple stakeholders and multi-type containers "، Transportation Research Part B: Methodological, vol. 45(4), pp. 724-742, 2011.
- [13] M. A. Asal Saedipour. "Multimodal transportation," the first conference on the role of multimodal transportation in national and international trade, 2013. (In Persian)