فصلنامه علمی – ترویجی «نشریه انرژی ایران»
دوره ۲۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، صفحه ۶۵-۵۱

چشم انداز مصارف جهانی انرژی در بخش حمل و نقل

[۱] داود منظور*، [۲] روح‌اله کهن‌هوش‌نژاد

تاریخ دریافت:
۱۳۹۳/۱۲/۲۳

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۴/۵/۷

کلمات کلیدی:
حمل و نقل،
چشم انداز،
انرژی،
سناریو، جاز،
سمفونی.

چکیده

بخش حمل و نقل سالانه حدود ۲۲۰۰ میلیون تن معادل نفت، انرژی مصرف می‌کند. از این میان، بیش از ۹۶ درصد مربوط به فراورده‌های نفتی بوده که در واقع بیش از ۶۰ در صد کل تولید جهانی نفت به شمار می‌آید. حمل و نقل جاده‌ای بخش عمده مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است به گونه‌ای که وسایل نقلیه سبک حدود ۵۲ درصد کل مصرف را به خود اختصاص داده است. شورای جهانی انرژی دو سناریوی بالقوه برای حمل و نقل جهان به نام‌های «جاز» و «سمفونی» در افق ۲۰۵۰ طراحی نموده است. سناریوی جاز جهان را به گونه‌ای ترسیم می‌کند که در آن نیروهای بازار غالب بوده و فضایی برای رقابت آزاد جهانی ایجاد می‌کنند. این درحالیست که سناریوی سمفونی جهان کنترل شده‌ای را توصیف می‌کند که در آن دولت‌ها تصمیم به مداخله در بازار برای ارتقای تکنولوژی و توسعه زیرساخت‌ها گرفته‌اند. در سال ۲۰۵۰، کل تقاضا برای سوخت در همه انواع وسایل حمل و نقل نسبت به سطوح سال ۲۰۱۰ بین ۳۰ درصد (سناریوی سمفونی) تا ۸۲ درصد (سناریوی جاز) افزایش خواهد یافت. ترکیب سوخت در بخش حمل و نقل در هردو سناریو همچنان وابستگی زیادی به بنزین، دیزل، نفت کوره و سوخت جت خواهد داشت.

۱. دانشیار اقتصاد، دانشگاه امام صادق (ع) (نویسنده مسئول) manzoor@isu.ac.ir
۲. دکتری مدیریت قراردادهای بین‌المللی نفت و گاز دانشگاه امام صادق (ع) kohan3@gmail.com

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

۱. مقدمه

سازمان‌ها و نهادهای بین‌المللی انرژی توجه خاصی به بخش حمل و نقل به‌عنوان یکی از بزرگترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی داشته و همه ساله نسبت به روزآمد سازی برآوردهای بلندمدت خود از وضعیت کلان انرژی در این بخش اقدام می‌نمایند.

رشد اقتصاد جهانی و رشد جمعیت دو عامل اصلی تقاضای انرژی به طور کلی و به ویژه در بخش حمل و نقل هستند. محرک اصلی تقاضا برای همه منابع انرژی، رشد اقتصادی یعنی نرخ رشدGDP[۱] است. براساس جدیدترین گزارش صندوق بین‌المللی پول (IMF)[۲] در آوریل ۲۰۱۴، اقتصاد جهانی طی نیمه دوم سال ۲۰۱۳ تقویت شده و انتظار می‌رود بهبود بیشتری طی سال ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ پیدا کند. اگرچه بهبود اقتصادی پیشرفته همچنان نامناسب است، لکن بهبود مزبور در اقتصاد جهانی عمدتاً از بهبود اقتصادی پیشرفته ناشی شده است. پیش‌بینی می‌شود در رشد اقتصادی از ۳ درصد در سال ۲۰۱۳ به ۳/۶ درصد در سال ۲۰۱۴ و ۳/۹ درصد در سال ۲۰۱۵ برسد. [۵]

دومین محرک اصلی در تقاضای انرژی، رشد جمعیت است. براساس پیش‌بینی‌های سازمان ملل، جمعیت جهان با متوسط رشد سالانه ۰/۹ درصد، از حدود ۶/۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۱۰ به ۸/۵ و ۹/۲ میلیارد نفر در سال‌های ۲۰۳۵ و ۲۰۵۰ خواهد رسید. البته رشد جمعیت روند تصاعدی کندی خواهد داشت به گونه‌ای که متوسط رشد از سالانه ۱/۱ درصدی طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۰ به ۰/۷ درصد طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۵ خواهد رسید. شایان ذکر است جمعیت جهان طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ سالیانه ۱/۷ درصد و طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۸ سالیانه ۱/۳ درصد رشد داشته است. [6]

۱- Gross Domestic Product

۲- International Monetary Fund

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

در مدل سازی برای پیش‌بینی تقا ضای انرژی در بخش حمل و نقل، سه رویکرد کلی وجود دارد: روش حسابداری (اتحاد)،[۱] مدل‌های ساختاری،[۲] مدل سهم بازار.[۳] در روش حسابداری (اتحاد) تقاضا برای سوخت در بخش حمل و نقل از حاصلضرب نرخ بهره‌برداری از وسایط نقلیه و کل موجودی وسایط نقلیه بدست می آید. در مدل ساختاری، تقاضا برای انرژی در بخش حمل ونقل به عنوان تابعی از میزان تقا ضا برای خدمات حمل و نقل و به‌عنوان یک تقا ضای م شتق شده[۴] برآورد می شود. درمدل سهم بازار فرض می شود سوخت‌های مختلف قابل جانشینی به جای یکدیگر هستند و بر این ا ساس تقاضا با استفاده از مجموعه‌ای از سیستم‌های معادلات همزمان[۵] که سهم هر سوخت را نشان می دهد، برآورد می‌شود. [۱]

در این مقاله، بدون آن که به رأساً به برآورد تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل بپردازیم، پس از مرور وضعیت جهانی انرژی در بخش حمل و نقل ، به عنوان یک مطالعه مروری به معرفی و بررسی نتایج حاصل از مطالعات انجام شده توسط نهادها و سازمان‌های معتبر بین‌المللی می پردازیم.

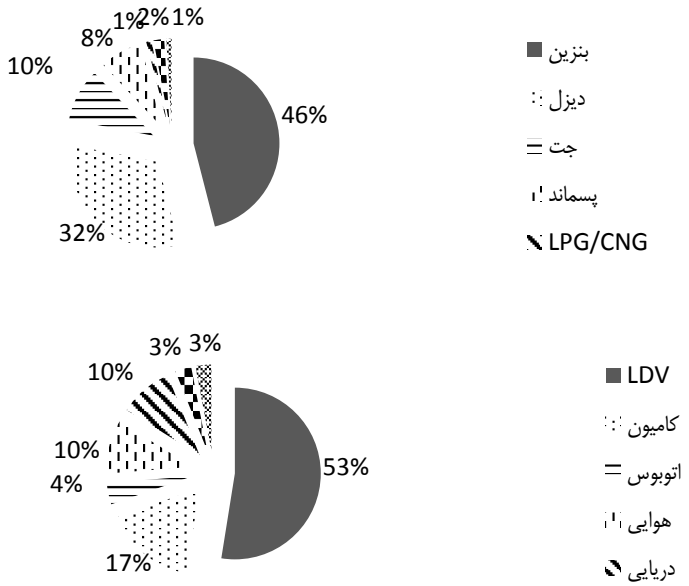
۲. مصرف انرژی در بخش حمل و نقل از گذشته تا امروز

براساس آمارهای مجمع جهانی اقتصاد (WEF)[۶] در سال ۲۰۱۰، بخش حمل و نقل سالانه حدود ۲۲۰۰ میلیون تن معادل نفت، انرژی مصرف می‌کند. باتوجه به اینکه کل مصرف انرژی جهان در سال ۲۰۱۰ حدود ۱۳۱۹۶ میلیون تن معادل نفت بوده، می‌توان نتیجه گرفت که حدود ۱۷ درصد مصرف انرژی جهان به بخش حمل و نقل اختصاص دارد. از مصرف انرژی در بخش حمل و نقل، بیش از ۹۶ درصد مربوط به فرآورده‌های نفتی بوده که در واقع بیش از ۶۰ درصد کل تولید جهانی نفت به شمار می‌آید. حمل و نقل جاده‌ای بخش عمده مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است به گونه‌ای که

۱- identity models
۲- structural models
۳- market-share model
۴- derived demand
۵- simultaneous equation systems
۶- World Economic Forum

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

وسـایل نقلیه سـبک (LDVs)[۱] حدود ۵۲ درصـد کل مصـرف را به خود اختصـاص داده و اتوبوس و کامیون روی هم رفته سهمی ۲۱ در صدی دارند. سهم هر یک از بخش‌های هوایی و دریایی نیز حدود ۱۰ درصد و بخش حمل و نقل ریلی نیز حدود ۳ درصد سهم دارد. [۷]



نمودار ۱: مصرف جهانی انرژی در بخش حمل و نقل

ناوگان جهانی وسـایل نقلیه سـبک (LDV)[۲] عمدتاً (حدود ۹۹ درصـد) از دیزل و بنزین (به عنوان انرژی مصـــرفی در موتورهای احتراق داخلی (ICE)[۳] اســـتفاده می‌کنند. با توجه به طولانی بودن عمر

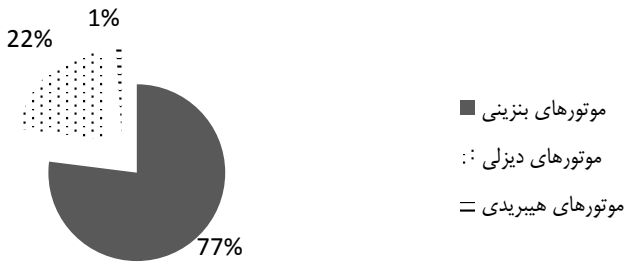
۱- Light duty vehicles

۲ – شامل خودروهای سواری، خودروهای ورز شی، وانت‌ها، مینی بوس‌ها و خودروهای تجاری سبک (با وزن ناخالص کمتر از ۸ تن می‌شود.

۳- Internal Combustion Engine

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

وسایل نقلیه فعلی (با متوسط ۱۵ سال حضور در ناوگان)، تا سال ۲۰۳۰ سلطه موتورهای احتراق داخلی ادامه پیدا خواهد کرد. [۷]

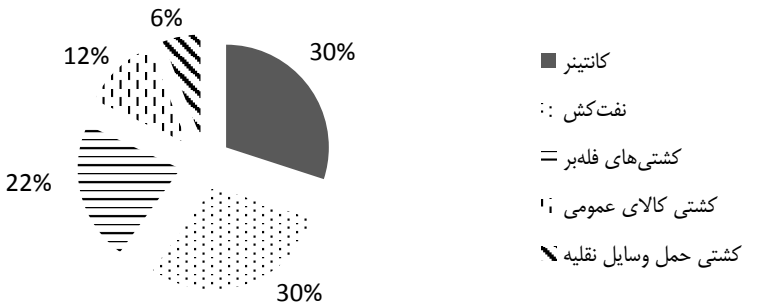


نمودار ۲: ترکیب مصرف انرژی در وسایل نقلیه سبک، ۲۰۱۰

بخش دریایی که حدود ۱۰ در صد از مصرف جهانی انرژی در بخش حمل و نقل را در اختیار دارد، عمده مصـرف خود را به بارکش‌های فله قاره پیما،[۱] نفت کش‌ها[۲] و کشـتی‌های کانتینر[۳] اختصـاص داده است. [۷]

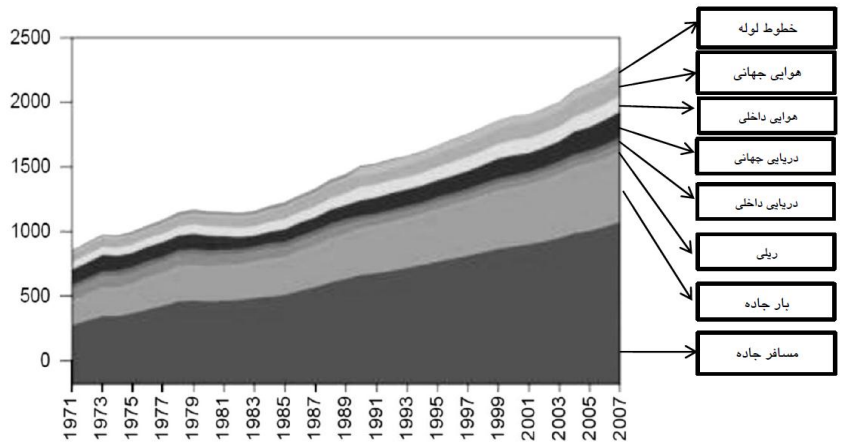
۱- Ocean – going
۲- tanker
۳- container ships

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]



نمودار ۳: سهم از مصرف انرژی در حمل و نقل دریایی، ۲۰۱۰.

بر اساس آمارهای آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)[۱]، از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۷، رشد سالانه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل بین ۲ تا ۲/۵ درصد بوده که به میزان رشد اقتصاد جهانی نزدیک است. در این مدت، بخش حمل و نقل جاده‌ای شامل وسایل نقلیه سبک و کامیون‌ها بیشترین انرژی را مصرف کرده‌اند. [۳]



نمودار ۴: میزان مصرف جهانی انرژی نهایی در بخش حمل و نقل در بخش‌های مختلف

۱- International Energy Agency

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶، رشد مصرف جهانی انرژی در بخش حمل و نقل برای کشورهای OECD به طور متوسط ۱/۸ درصد و برای کشورهای غیر OECD حدود ۲/۸ درصد بوده است. طی این دوره، سریع‌ترین نرخ رشد مصرف انرژی در بخش حمل و نقل برای کشورهای OECD مربوط به حمل و نقل هوایی بین‌المللی بوده است. در کشورهای غیر OECD بالاترین نرخ به کشتی‌رانی بین‌المللی اختصاص داشته است. بااین وجود، اگر به مصرف انرژی در بخش حمل و نقل در سال‌های اخیر، ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶، نگاهی بیاندازیم، واضح است که روند کلی به طور چشمگیری تغییر کرده چرا که متوسط رشد در این دوره برای کشورهای OECD حدود ۱/۲ در صد و برای کشورهای غیر OECD حدود ۴/۳ در صد بوده است. همچنین بالاترین نرخ رشد در کشورهای OECD و نیز کشورهای غیر OECD به کشتی‌رانی بین‌المللی اختصاص داشته است. [۴]

جدول ۱: نرخ رشد (درصد) مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶

	OECD				غیر OECD			
	۱۹۹۰-۱۹۹۵	۱۹۹۵-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۲۰۰۶	**۱۹۹۰-۲۰۰۶**	۱۹۹۰-۱۹۹۵	۱۹۹۵-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۲۰۰۶	**۱۹۹۰-۲۰۰۶**
هوایی (بین‌المللی)	۴/۴	۵/۰	۱/۲	**۳/۴**	-۰/۶	۱/۷	۴/۷	**۲/۱**
هوایی (داخلی)	-۰/۲	۲/۵	-۰/۳	**۰/۶**	-۰/۵	۴/۹	۳/۰	**۲/۵**
جاده	۲/۳	۲/۱	۱/۴	**۱/۹**	۲/۵	۲/۹	۴/۲	**۳/۳**
ریلی	-۰/۱	-۰/۳	۲/۳	**۰/۷**	-۴/۴	۲/۹	۲/۳	**۰/۳**
دریایی (بین‌المللی)	۱/۱	۲/۳	۲/۵	**۲/۰**	۴/۶	۳/۹	۵/۴	**۴/۷**
دریایی (داخلی)	۰/۸	۰/۵	-۱/۰	**۰/۰**	-۲/۶	۶/۵	۴/۰	**۲/۶**
مجموع	۲/۱	۲/۱	۱/۲	**۱/۸**	۱/۱	۲/۶	۴/۳	**۲/۸**

مأخذ: [۴]

علیرغم رشد پایدار در مصرف جهانی انرژی، مناطق و کشورهای مختلف نه تنها در نرخ رشد مصرف انرژی در بخش‌های مختلف حمل و نقل با یکدیگر تفاوت دارند، بلکه از لحاظ سرانه مصرف انرژی و نوع سوخت مورد استفاده نیز با یکدیگر متفاوت هستند. برخی از مناطق نظیر آمریکای شمالی (به استثنای مکزیک) در سال ۲۰۰۷ به طور متوسط بیش از ۲۳۰۰ تن معادل نفت به ازای هر هزار نفر

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

مصـــرف کرده‌اند. این در حالیســـت که این میزان برای برخی دیگر از مناطق نظیر بخش‌هایی از آفریقا کمتر از ۱۰۰ تن بوده است. این اعداد همچنین نشان می‌دهند که کشورهای OECD آمریکای شمالی، کشورهای OECD اقیانوسیه و کشورهای خاورمیانه به شدت به بنزین به عنوان سوخت حمل و نقل وابسته هستند، در حالی که کشورهای OECD اروپا، چین و آمریکای لاتین وابستگی زیادی به دیزیل دارند. [۲]

علاوه بر تفاوت در ســـرانه مصـــرف انرژی و نوع ســـوخت، مناطق مختلف همچنین از روش‌های مختلف برای حمل و نقل مسافران استفاده می‌کنند. مثلاً، کشورهای OECD بیش از کشورهای غیر OECD بر وسـایل نقلیه سـبک تکیه داشـته در حالی که سـهم اتوبوس، قطار، موتور و سـه چرخه در کشورهای غیر OECD بیشتر است. همچنین، مردم در کشورهای OECD از سرانه بالاتری در حمل و نقل هوایی نسبت به کشورهای غیر OECD برخوردار هستند. [۳]

۳. پیش‌بینی مصارف انرژی حمل و نقل توسط شورای جهانی انرژی

شورای جهانی انرژی (WEC) با ترسیم سناریوهای جهانی حمل و نقل تا سال ۲۰۵۰، اقدام به بررسی آینده این بخش مهم نموده است. این سناریوها تحولات بالقوه در سوخت، تکنولوژی و سیستم‌های حمل و نقل را در افق ۲۰۵۰ بررســـی می‌نمایند. تحولات بخش حمل و نقل در این دوره چالش‌هایی را به دنبال خواهد داشـــت که بزرگترین آن ارائه حمل و نقل پایدار به ۷ تا ۹ میلیارد نفر با حداقل هزینه اجتماعی ممکن است. این سناریوها نشان می‌دهند که سیاست‌های دولت نقش اساسی در تعیین روند آتی ایفا می‌کنند.

شورای جهانی انرژی دو سناریوی بالقوه برای حمل و نقل جهان طراحی نموده و آنها را «جاز»[۱] و «سمفونی»[۲] نامیده است. تفاوت اصلی میان این دو سناریو، درجه و نوع دخالت دولت تنظیم بازارهای حمل و نقل است. [8]

---

۱ – Jazz: یکی از گونه‌های موسیقی است که از مشخصات آن ساختار پرنواخت قدرتمند اما منعطف با بداهه‌نوازی مبتنی بر الگوهای تار و آهنگ‌های عمومی است.

۲ – Symphony: قطعه پیچیده‌ای از موسـیقی اسـت که با سـاختاری ثابت که توسـط یک گروه ارکسـتر نواخته می‌شـود. ارکستر یک رهبر و حدود ۸۰ عضو دارد که هریک نقش خاصی را ایفا می‌نمایند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

سـناریوی جاز جهانی را ترسـیم می‌کند که در آن نیروهای بازار غالب بوده و فضـایی برای رقابت آزاد جهانی، سطوح بالاتر خ صو صی سازی، مقررات زدایی و آزاد سازی فراهم می‌آورند. برا ساس این سناریو، بخش خصوصی، کارآفرینان و شرکت‌های جهانی، بازیگران ا صلی در محیط بین‌المللی جدید و عاری از موانع تجارت خواهند بود. در شرایط خوب اقتصادی، این سناریو با ر شد اقتصادی بالا اما توزیع نامتوازن این رشـــد همراه بوده و وجوه مالی به اندازه کافی در اختیار ســـرمایه‌گذاری‌های جدید بخش خصو صی خواهد بود. در شرایط بد اقتصادی، این سناریو با ر شد اقتصادی پایین، توزیع نامتوازن ر شد، اجرای سیاست‌های ریاضتی، کاهش سرمایه‌گذاری جدید و کاهش تقاضای انرژی همراه خواهد بود. در هر دو شـرایط اقتصـادی، درآمد سـرانه بالا باقی مانده و بویژه در دنیای غرب و مناطق صـنعتی موفق جدید (جنوب شرقی آسیا، آمریکای لاتین و کارائیب) افزایش خواهد یافت، اما آفریقا نیز بازهم در حاشیه باقی خواهد ماند. به علاوه، مخارج مصـــرف کننده افزایش و پس‌انداز کاهش خواهد یافت. اختلالات بازار[۱] شامل فساد، بوروکرا سی، مقررات‌های مالیاتی و یارانه‌ها در بسیاری از مناطق کاهش خواهد یافت لکن برخی از یارانه‌ها برای انرژی‌های تجدیدپذیر ادامه پیدا خواهند کرد.

براسـاس سـناریوی مزبور، در بخش انرژی بسـیاری از کشـورها بخش‌های بالادسـتی خود را آزاد نموده که این م سأله منجر به افزایش عر ضه و نیز امنیت عر ضه برای ک شورهای م صرف‌کننده خواهد شـد. اگرچه قیمت نفت در کوتاه مدت روند ملایمی خواهد داشـت، اما در بلند مدت به دلیل افزایش در تقا ضای انرژی، در پایان دوره سناریو افزایش زیادی خواهد دا شت. وابـ ستگی به سوخت‌های ف سیلی کاهش خواهد یافت، اما این کاهش تدریجی خواهد بود. تقاضای صنعتی برای انرژی به اوج خود خواهد و قیمت برق افزایش زیادی خواهد داشـت که این مسـأله به گسـترش فقر انرژی کمک خواهد کرد. ســناریوی جاز بر حمل و نقل عمومی کمتر تأکید داشـته که این نگاه کوتاه مدت‌تر بوده و فاقد آینده نگری‌های گ سترده ا ست. وا ضح ا ست که ر شد اقت صادی به مالکیت بی شتر و سایل نقلیه و در نتیجه افزایش ترافیک و حمل و نقل بویژه در بازارهای غیر OECD خواهد شـد. بهبود در موتورهای احتراق داخلی با کارایی بالا ادامه پیدا خواهد کرد و خودروهای هیبریدی بیشـــتری وارد ناوگان وســـایل نقلیه سبک خواهند شد. [8]

۱- Market distortions

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

سناریوی سمفونی دنیایی را تو صیف می‌کند که تحت سیطره قوانین و مقررات بوده و دولت‌ها و سیاستمداران با توجه به منافع عمومی در بازارها دخالت می‌کنند. در چینین محیطی، اقتصاد جهانی کمتر متکی به مکانیزم‌های اقتصاد بازار بوده و موانع عمده‌ای بر سرراه تجارت آزاد قرار می‌گیرد. با این وجود، دنیا شاهد افزایش همکاری بین‌المللی بر سر مسائل مربوط به تغییرات آب و هوایی در کوتاه مدت تا میان مدت خواهد بود.

برا ساس سناریوی مزبور، در شرایط خوب اقت صادی، منابع مالی به اندازه کافی در اختیار دولت‌ها قرار دا شته تا بتوانند برنامه‌های خود را در بخش انرژی پیاده کنند. در این سناریو، ر شد اقت صادی روند ملایم‌تری نسبت به سناریوی جاز دا شته اما توزیع ر شد در میان مناطق مختلف بازهم نامتوازن خواهد بود. در شرایط بد اقتصادی ، عملکرد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه (مثل چین و برزیل) مناسب خواهد بود، لکن رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته تضعیف می‌شود.

در بخش بالادستی انرژی، عرصه‌های جدید اندکی برای اکتشاف و تولید گشوده شده که منجر به کاهش عرضه و افزایش قیمت انرژی در ابتدای دوره سناریو می‌شود، اما پس از گذار سریع به منابع تجدیدپذیر، قیمت‌ها کاهش یافته و ثبات بیشتری پیدا می‌کنند. قیمت برق نیز افزایش زیادی خواهد دا شت که این م سأله منجر به فقر انرژی شده و م ستلزم یارانه‌های فوری دولت برای شهروندان کم درآمد خواهد بود. امنیت عرضه و نگرانی های مربوط به تغییرات آب و هوا، کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی را الزام خواهند بود. برنامه‌های کلان دولت‌ها بر کارایی و صرفه‌جویی در انرژی تمرکز خواهند کرد. این مسأله منجر به افزایش کارایی و صرفه‌جویی در انرژی شده و باعث کاهش تقاضای جهانی انرژی در این سناریو می‌شود.

این سناریو، برخلاف سناریوی جاز، بر حمل و نقل عمومی تأکید داشته و راه‌حل‌های آن بلندمدت‌تر و دارای آینده‌نگری گسترده‌تری است. به دلیل رشد اقتصادی پایین، کشتی‌رانی، حمل و نقل هوایی، قطار و کامیون رشد کمتری خواهند داشت. با این وجود، شبکه قطارهای پرسرعت (HSR)[۱] بویژه در نیمه دوم دوره سناریو، در یک مقیاس وسیع نفوذ خواهند کرد. با توجه به اینکه مردم بیشتر به

۱- High-Speed Rail

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

حمل و نقل عمومی تکیه می‌کنند، نرخ رشد مالکیت خودرو کاهش می‌یابد. بهبود در کارایی موتورهای احتراق داخلی نیز ادامه پیدا کرده و خودروهای هیبریدی به صورت ملایم‌تری در بازار نفوذ می‌کنند. [۷]

شایان ذکر است دو سناریوی جاز و سمفونی حالت‌های حدی مربوط به آینده را توصیف می‌کنند و واقعیت قطعاً وضعیتی بینابین دو سناریو خواهد بود.

نتایج حاصل از برآورد تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل تحت دو سناریوی جاز و سمفونی حاکی از آن است که:

۱. در سال ۲۰۵۰، کل تقاضا برای سوخت در همه انواع وسایل حمل و نقل نسبت به سطوح سال ۲۰۱۰ بین ۳۰ در صد در سناریوی سمفونی تا ۸۲ در صد در سناریوی جاز افزایش خواهد یافت. رشد در تقاضای سوخت عمدتاً ناشی از کامیون‌ها، اتوبوس‌ها، قطارها، کشتی‌ها و هواپیماها خواهد بود.

۲. ترکیب سوخت در بخش حمل و نقل همچنان وابستگی زیادی به بنزین، دیزل، نفت کوره و سوخت جت خواهد داشت به گونه‌ای که سوخت‌های مزبور در سال ۲۰۵۰ بین ۸۰ درصد در سناریوی سمفونی تا ۸۸ درصد در سناریوی جاز کل بازار سوخت حمل و نقل را تشکیل خواهند داد.

۳. تقاضای برای فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل تا سال ۲۰۵۰ بین ۱۰ درصد در سناریوی سمفونی تا ۶۸ درصد در سناریوی جاز افزایش خواهد یافت.

۴. تقاضا برای دیزل و نفت کوره بین ۴۶ درصد در سناریوی سمفونی تا ۲۰۰ درصد در سناریوی جاز افزایش یافت.

۵. تقاضا برای سوخت جت بین ۲۰۰ درصد در سناریوی سمفونی تا ۳۰۰ درصد در سناریوی جاز افزایش خواهد یافت.

۶. انتظار می‌رود تقاضا برای بنزین بین ۱۶ درصد در سناریوی سمفونی تا ۶۳ درصد در سناریوی جاز کاهش یابد.

۷. سوخت‌های زیستی نیز به تامین تقاضا برای سوخت حمل و نقل کمک خواهند کرد به گونه‌ای که استفاده از این سوخت در دو سناریوی مزبور حدود چهار برابر افزایش خواهد یافت.

۸. افزایش تقاضا برای سوخت در بخش حمل و نقل عمدتاً ناشی از افزایش تقاضا در کشورهای در حال توسعه (بویژه چین و هند) خواهد بود به گونه‌ای که تقاضای این کشورها بین ۲۰۰ درصد در سناریوی سمفونی تا ۳۰۰ درصد در سناریوی جاز افزایش خواهد یافت.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

۹. در مقابل، تقاضای سوخت در بخش حمل و نقل کشورهای توسعه یافته تا ۲۰ درصد در سناریوی سمفونی کاهش خواهد یافت. به نظر می‌رسد تقاضای کشورهای در حال توسعه حداکثر تا سال ۲۰۲۵ از تقاضای کشورهای توسعه یافته پیشی بگیرد.

۱۰. انتظار می‌رود تعداد خودروها در جهان نیز ۲/۲ در سناریوی سمفونی تا ۲/۶ برابر در سناریوی جاز شود. این افزایش عمدتاً مربوط به کشورهای در حال توسعه بوده به گونه‌ای که تعداد خودرو در این کشورها از ۴۳۰ درصد در سناریوی سمفونی تا ۵۵۷ درصد در سناریوی جاز افزایش خواهد یافت. این در حالی است که این میزان در کشورهای توسعه یافته تنها ۳۶ درصد در سناریوی سمفونی تا ۴۱ درصد در سناریوی جاز خواهد بود.

۱۱. در پایان دوره سناریو (سال ۲۰۵۰)، انتظار می‌رود موتورهای احتراق داخلی بنزینی و دیزلی بین ۲۶ درصد در سناریوی سمفونی تا ۷۶ درصد در سناریوی جاز از سهم بازار را به خود اختصاص دهند.

۱۲. در سال ۲۰۱۰، میزان انتشار CO_2 از بخش حمل و نقل تقریباً ۲۳ درصد میزان جهانی بود. ۴۱ درصد از میزان انتشار CO2 در بخش حمل و نقل نیز متعلق به بخش حمل و نقل جاده‌ای بوده است. با افزایش تقاضای حمل و نقل و بسته به ترکیب سوخت، انتظار می‌رود میزان انتشار CO_2 از بخش حمل و نقل بین ۱۶ درصد در سناریوی سمفونی تا ۷۹ درصد در سناریوی جاز افزایش یابد که این میزان وابستگی زیادی به درجه دخالت دولت و موفقیت در توسعه سیستم‌های سوخت کم کربن دارد.

با توجه به چشم انداز بخش حمل و نقل، در مجموع به نظر می رسد که این بخش می‌تواند بر بسیاری از چالش‌های تقاضای جهانی، با توجه به اهداف سه گانه انرژی (شامل عدالت انرژی، سازگاری زیست‌محیطی انرژی و امنیت انرژی)، فائق آید. بزرگترین چالش، ارائه حمل و نقل پایدار برای هفت تا نه میلیارد نفر با کمترین ترافیک، آلودگی هوا و آلودگی صوتی است. درک ابعاد و پویایی‌های این تحولات احتمالی آتی می‌تواند فرصتی برای تعدیل طرح‌ها و برنامه‌های آینده در اختیار مصرف‌کنندگان، کارآفرینان، دولت‌ها، و کسب و کارهای خصوصی قرار دهد. [8]

۱- Energy trilemma

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

شـــایان ذکر اســـت شـــورای جهانی انرژی از مدل جهانی چندمنطقه‌ای مارکال (GMM)[۱] برای کمی سازی نتیج دو سناریو استفاده کرده است. این مدل توسط گروه اقتصاد انرژی مؤسسه پل شرر (PSI)[۲] در سوئیس طراحی شده است. این مدل ترکیبی تکنولوژی‌ها و سوخت‌های دارای حداقل هزینه را تعیین می‌کند تا پاسخگوی تقاضا و سایر قیود دیگر از نگاه یک برنامه‌ریز اجتماعی باشد. برخی از تصمیمات غیرهزینه‌ای مانند جنبه‌های رفتاری انتخاب سوخت و تکنولوژی توسط قیود اضافی و فروض هزینه‌ای مناســـب مدنظر قرار می‌گیرند. هزینه‌های آتی تنزیل می‌شـــوند تا ترجیحات زمانی و هزینه سرمایه‌ای نیز لحاظ گردد. [8]

٤. پیش‌بینی مصارف انرژی حمل و نقل توسط وزارت انرژی آمریکا

همانطور که گفته شد، از مصرف انرژی در بخش حمل و نقل، بیش از ۹۶ درصد مربوط به فرآورده‌های نفتی بوده که در واقع بیش از ۶۰ درصد کل تولید جهانی نفت به شمار می‌آید. لذا عمده مصرف انرژی در بخش حمل و نقل مربوط به نفت و فرآورده‌های نفتی اســـت. از این رو در این قســـمت به بررســـی پیش‌بینی تقاضـــای بخش حمل و نقل برای نفت و فرآورده‌های نفتی می‌پردازیم. باتوجه به متغیر بودن قیمت نفت، وزارت اداره اطلاعات انرژی در وزارت انرژی آمریکا (EIA)[۳] ســـه ســـناریو برای افزایش قیمت نفت، سناریو مبنا و سناریوی کاهش قیمت طراحی نموده است.

۱- Global Multi-Regional MARKAL

۲- Paul Scherrer Institute

۳- Energy Information Administration

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

جدول ۲: سناریوهای پیش‌بینی قیمت نفت تا سال ۲۰۴۰

سال	سناریو مبنا	سناریوی کاهش قیمت	سناریوی افزایش قیمت
۲۰۱۰	۸۳	۸۳	۸۳
۲۰۲۰	۹۷	۶۹	۱۵۰
۲۰۲۵	۱۰۹	۷۰	۱۵۹
۲۰۳۰	۱۱۹	۷۲	۱۷۴
۲۰۳۵	۱۳۰	۷۳	۱۸۸
۲۰۴۰	۱۴۱	۷۵	۲۰۴

مأخذ: [۲]

اداره اطلاعات انرژی آمریکا براساس سه سناریوی فوق اقدام به پیش‌بینی مصرف نفت و فرآورده‌های آن در بخش‌های مختلف از جمله حمل و نقل پرداخته است. براساس سناریوی مبنا، مصرف نفت و فرآورده‌های آن از سالانه حدود ۲۴۰۰ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۲۰۱۰ به بیش از ۳۵۰۰ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۲۰۴۰ خواهد رسید.

جدول ۳: مصرف نفت و فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل (میلیون تن معادل نفت خام)

سناریو	۲۰۱۰ (واقعی)	۲۰۲۰ (پیش‌بینی)	۲۰۲۵ (پیش‌بینی)	۲۰۳۰ (پیش‌بینی)	۲۰۳۵ (پیش‌بینی)	۲۰۴۰ (پیش‌بینی)	متوسط تغییر (درصد)
مبنا	۲۴۲۱	۲۸۲۴	۲۹۷۵	۳۱۵۲	۳۳۵۴	۳۵۸۱	۱/۳
کاهش قیمت	۲۴۲۱	۲۸۲۴	۳۰۰۱	۳۱۵۲	۳۳۰۳	۳۵۳۰	۱/۳
افزایش قیمت	۲۴۲۱	۲۷۷۴	۲۹۵۰	۳۱۷۷	۳۴۲۹	۳۷۵۷	۱/۵

مأخذ: [۲]

۵. جمع‌بندی

بدون شک تا سال ۲۰۵۰، بخش حمل و نقل با چالش‌های متعددی روبرو خواهد شد که بزرگترین آنها ارائه حمل و نقل پایدار به هفت تا نه میلیارد نفر جمعیت با کمترین هزینه اجتماعی ممکن ا ست. تفاوت اصلی میان این دو سناریوی (جاز و سمفونی) طراحی شده برای آینده انرژی جهان، در درجه و نوع

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]

دخالت دولت تنظیم بازارهای حمل و نقل است. لذا این سناریوها نشان می‌دهند سیاست دولت‌ها نقشی اساسی در تعیین مسیر آینده خواهد داشت. بهرحال، تا سال ۲۰۵۰، تقاضای سوخت در همه انواع وسایل حمل و نقل بین ۳۰ تا ۸۲ درصد نسبت به سطوح سال ۲۰۱۰ افزایش خواهد یافت. عمده این رشد به کامیون، اتوبوس، قطار، کشتی و هواپیما اختصاص داشته به‌گونه‌ای که انتظار می‌رود تقاضا برای وسایل مزبور بین ۶۴ تا ۲۰۰ درصد افزایش یابد. تقاضای سوخت برای وسایل حمل و نقل سبک که ۵۲ درصد بازار حمل و نقل را در اختیار دارند، در سناریوی جاز ۲۱ درصد افزایش و در سناریوی سمفونی ۱۳ درصد کاهش خواهد یافت. به علاوه، وابستگی زیاد بخش حمل و نقل به بنزین، دیزل و سوخت جت ادامه خواهد یافت به‌گونه‌ای که تقاضا برای این سوخت‌ها بین ۱۰ تا ۶۸ درصد افزایش خواهد داشت.

منابع

[1] Bhattacharyya, Subhes C., Energy Demand Models For Policy Formulation, World Bank, Development Research Group, 2009.
[2] Energy Information Administration (EIA), International Energy Outlook: World Petroleum and Other Liquid Fuels, 2014.
[3] International Energy Agency (IEA), Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies to 2050, 2010.
[4] International Energy Agency (IEA), Transport, Energy and Co_2, 2009.
[5] International Monetary Fund, World Energy Outlook 2014, April 2014.
[6] United Nations Department of Economic and Social Affairs, World Population Prospects: The 2012 Revision, 2012.
[7] World Economic Forum, Repowering Transport, April 2011.
[8] World Energy Council, Global Transport Scenarios 2050, 2011.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-09-09]