فصلنامه علمی – ترویجی «نشریه انرژی ایران»
دوره ۲۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶، صفحه ۱۵۲-۱۳۳

دورنمای جهانی انرژی: بررسی تطبیقی از پیش‌بینی‌ها

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

تاریخ دریافت:
۱۳۹۶/۷/۴

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۶/۱۰/۱۸

کلمات کلیدی:
چشم انداز، انرژی، سناریو، جاز، سمفونی

چکیده

پیش‌بینی‌های انجام شده از دورنمای جهانی انرژی در افق‌های زمانی مختلف (۲۰۳۵، ۲۰۴۰ و ۲۰۵۰) حاکی از آن است که تقاضای انرژی اولیه افزایش خواهد یافت و سوخت های فسیلی شامل نفت، گاز طبیعی و زغال سنگ، علیرغم کاهش سهم شان در ترکیب جهانی انرژی، همچنان سهم غالب را در تقاضای انرژی اولیه خواهند داشت. براساس برخی از این پیش‌بینی‌ها، مصرف انرژی طی ۳۰ سال آینده بیش از ۵۰ درصد افزایش یافت که عمده این رشد متعلق به کشورهای غیر عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه OECD است. در بخش عرضه، سریع‌ترین رشد متعلق به گاز طبیعی و انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد بود. شورای جهانی انرژی براساس سه هدف عدالت انرژی، سازگاری زیست محیطی انرژی و امنیت انرژی، اقدام به طراحی دو سناریوی جاز و سمفونی برای دورنمای ۲۰۵۰ انرژی جهان نموده است. سناریوی جاز بر عدالت انرژی با اولویت دسترسی آسان و ارزان همگانی به انرژی از طریق رشد اقتصادی و سناریوی سمفونی بر سازگاری انرژی و محیط زیست با محوریت سیاست‌ها و اقدامات هماهنگ بین‌المللی استوار است. افزایش مصرف انرژی در سناریوی جاز بیش از سناریوی سمفونی خواهد بود. به‌علاوه، رشد انرژی‌های تجدیدپذیر در سناریوی سمفونی حدود دو برابر سناریوی جاز برآورده شده است.

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

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

۱. مقدمه

سازمان‌ها، نهادها و شرکت‌های بزرگ چندملیتی انرژی همه ساله نسبت به روزآمد سازی برآوردهای بلندمدت خود از وضعیت کلان انرژی در سطح جهان اقدام می‌نمایند. با توجه به سهم بالای انرژی در تولید ناخالص داخلی کشور توجه به در این مقاله، به مرور پیش‌بینی‌های بلندمدت انرژی توسط برخی از نهادها و سازمان‌های معتبر بین‌المللی می پردازیم.

۲. شورای جهانی انرژی(WEC)[1]

شورای جهانی انرژی در گزارش سال ۲۰۱۳ خود چشم‌انداز انرژی جهان را در افق ۲۰۵۰ پیش بینی نموده است. این پیش بینی بر این فرض استوار است که سیاست‌های جهانی انرژی اهداف سه گانه[2] عدالت انرژی، سازگاری زیست‌محیطی انرژی و امنیت انرژی را در این دوره دنبال خواهند کرد.

پیش‌بینی‌های شورای جهانی انرژی از دورنمای انرژی در افق ۲۰۵۰ تحت دو سناریوی جاز[3] و سمفونی[4] صورت گرفته است. در حالی که سناریوی جاز بر عدالت انرژی[5] با اولویت دسترسی آسان و ارزان همگانی به انرژی از طریق رشد اقتصادی تأکید دارد، سناریوی سمفونی بر سازگاری انرژی و محیط زیست با محوریت سیاست‌ها و اقدامات هماهنگ بین‌المللی استوار است. از سوی دیگر، در حالی که سناریوی جاز مصرف‌کننده محور و سناریوی سمفونی مبتنی بر خرد جمعی است. جمعیت جهان از حدود ۷ میلیارد نفر در سال ۲۰۱۳ در سناریوی جاز به حدود ۸/۷ میلیارد در سال ۲۰۵۰ و در سناریوی سمفونی به ۹/۴ میلیارد نفر خواهد رسید. تولید ناخالص سرانه نیز از متوسط جهانی ۹۰۰۰ دلار در سال

1. World Energy Council
2. energy trilemma
۳. 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.
۴. Symphony: قطعه پیچیده‌ای از موسیقی است که با ساختاری ثابت که توسط یک گروه ارکستر نواخته می‌شود. ارکستر یک رهبر و حدود ۸۰ عضو دارد که هریک نقش خاصی را ایفا می‌نمایند.
5. energy equity

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

۲۰۱۰ به ترتیب به ۲۳۰۰۰ و ۱۸۰۰۰ در سال ۲۰۵۰ براساس سناریوهای جاز و سمفونی خواهد رسید. ویژگی‌ها و تفاوت‌های اصلی دو سناریوی جاز و سمفونی به طور خلاصه در جدول (۲) آمده است[۶].

جدول۱. مفروضات حاکم بر سناریوهای جاز و سمفونی

جاز	سمفونی
تأکید بر دسترسی آسان و ارزان مصرف‌کنندگان به انرژی باکیفیت	تأکید برامنیت انرژی و سازگاری زیست‌محیطی انرژی با اعمال سیاست‌ها و اقدامات مقتضی
بازیگران اصلی شامل شرکت‌های چندملیتی، بانک‌ها، سرمایه‌گذاران و مصرف‌کنندگان	بازیگران اصلی شامل دولت‌ها، شرکت‌های عمومی و خصوصی، سازمان‌های مردم نهاد (**NGOs**) و طرفداران محیط‌زیست
انتخاب فن آوری ها توسط بازارهای رقابتی	انتخاب فن آوری توسط دولت‌ها
رقابت منابع انرژی براساس قیمت و دسترس پذیری	حمایت از منابع منتخب انرژی توسط دولت‌ها با استفاده از یارانه‌ها و سایر مشوق‌ها
رشد بالای تولید ناخالص داخلی به دلیل همگرایی سریعتر میان کشورها، افزایش رقابت در سطح بین‌المللی و محدودیت‌های کمتر زیست‌محیطی	رشد پایین تولید ناخالص داخلی به دلیل همگرایی کمتر میان کشورها، محدودیت‌های زیست‌محیطی بیشتر و سرمایه‌بر بودن مسیر رشد
افزایش صادرات به دلیل اجرای استراتژی‌های تجارت آزاد	کاهش صادرات و واردات به دلیل اجرای استراتژی‌های ملی‌گرایانه
رشد انرژی‌های تجدیدپذیر و کم کربن در سایه اقتصاد بازار	حمایت فعال دولت از برخی انواع انرژی‌های تجدیدپذیر و کم کربن
شکل گیری بازارهای کربن از پایین به بالا[۱] برمبنای ابتکارات منطقه‌ای، ملی و محلی بدون نیاز به موافقتنامه ها و معاهدات بین‌المللی	شکل گیری بازارهای کربن از بالا به پایین براساس موافقت‌نامه‌ها و معاهدات بین‌المللی

مأخذ: [6]

۱. منظور از شکل‌گیری از بازار از پایین به بالا این است که در این حالت، بازارهای مزبور بدون نیاز به معاهده‌های بین‌المللی که از بالا دیکته شود، به صورت منطقه‌ای و محلی شکل می‌گیرند. بدیهی است که شکل‌گیری بازار از بالا به پایین عکس حالت قبل است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

بر اساس پیش بینی شورای جهانی انرژی، عرضه جهانی انرژی اولیه از ۵۴۶ اگزا ژول (EJ)[۱] (۱۳۰۴۰ میلیون تن معادل نفت)[۲] در سال ۲۰۱۰ به ۸۷۹ اگزا ژول (۲۰۹۹۵ میلیون تن معادل نفت) در سناریوی جاز و ۶۹۶ اگزا ژول (۱۶۶۲۴ میلیون تن معادل نفت) در سناریوی سمفونی در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید. بدین ترتیب، هر چند مصرف جهانی انرژی اولیه روند رو به رشد خود را ادامه خواهد داد، اما نرخ رشد آن کمتر از دهه‌های گذشته پیش‌بینی می شود. پیش‌بینی ترکیب انرژی اولیه در سال ۲۰۵۰ حاکی از آن است که بالاترین نرخ رشد متعلق به منابع انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد بود. تا سال ۲۰۵۰، انرژی‌های فسیلی (زغال، نفت و گاز) همچنان سهم غالب خود را حفظ می کنند، اگرچه این سهم از ۷۹ درصد در سال ۲۰۱۰ به ۷۷ درصد در سناریوی جاز و ۵۹ درصد در سناریوی سمفونی در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید. سهم انرژی هسته‌ای از ۶ درصد در سال ۲۰۱۰ به ۴ درصد در سناریوی جاز و ۱۱ درصد در سناریوی سمفونی در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در عرضه انرژی اولیه از ۱۵ درصد در سال۲۰۱۰ به ۲۰ درصد در سناریوی جاز و ۳۰ درصد در سناریوی سمفونی در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید.[۳]

کانون رشد تقاضای انرژی از کشورهای توسعه یافته به اقتصادهای درحال توسعه و در حال گذار به ویژه آسیا منتقل خواهد شد. تا سال ۲۰۵۰، نزدیک به نیمی از رشد مصارف انرژی اولیه در جهان مربوط به آسیا شامل مرکز، جنوب، شرق و جنوب شرق آسیا و نیز اقیانوسیه خواهد بود به طوری که سهم آسیا از مصرف انرژی اولیه از ۴۰ درصد در سال ۲۰۱۰ به به ۴۸ درصد در سناریوی جاز و ۴۵ درصد در سناریوی سمفونی در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید.

1. 1 EJ = 1018 J
2. 1 J = 2.38845896627E-11 tonne of oil equivalent
۳. البته این سهم براساس برآوردهای آژانس بین‌المللی انرژی در سال ۲۰۱۱ معادل ۱۳/۲ درصد بوده که این مسأله نشان می‌دهد درخصوص برآورد سهم انرژی‌های تجدیدپذیر، اختلاف نظر نسبتاً قابل توجهی میان مؤسسات مختلف وجود دارد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

جدول۲. سهم مناطق مختلف جهان از مصرف انرژی اولیه

سهم مناطق از مصرف انرژی اولیه	۲۰۱۰	۲۰۵۰	
		سناریوی جاز	سناریوی سمفونی
اروپا و آمریکای شمالی (شامل مکزیک)	٪۴۴	٪۳۰	٪۳۱
آفریقا و خاورمیانه	٪۱۱	٪۱۵	٪۱۶
آمریکای لاتین و کارائیب	٪۵	٪۸	٪۷
آسیا	٪۴۰	٪۴۸	٪۴۵

مأخذ:[6]

سهم برق در ترکیب انرژی نهایی در سال ۲۰۵۰ به میزان قابل توجهی افزایش خواهد یافت. این میزان از ۱۷ درصد در سال ۲۰۱۰ به حدود ۳۰ درصد در سال ۲۰۵۰ در هر دو سناریوی جاز و سمفونی خواهد رسید. ضریب دسترسی به برق، که به صورت درصدی از جمعیت که به شبکه برق متصل هستند اندازه‌گیری می‌شود، در هر دو سناریو افزایش خواهد یافت. تعداد افراد فاقد دسترسی به برق در سال ۲۰۱۰ معادل ۱/۲۷۶ میلیارد نفر بوده که این رقم در سال ۲۰۵۰ به ترتیب به ۳۱۹ و ۵۳۰ میلیون نفر در سناریوهای جاز و سمفونی کاهش خواهد یافت. بدین ترتیب، مصرف سرانه انرژی در سناریوی جاز ۱۱۱ درصد و در سناریوی سمفونی ۷۸ درصد تا سال ۲۰۵۰ افزایش خواهد یافت.

تولید جهانی برق تا سال ۲۰۵۰ از ۲۱/۵ میلیارد مگاوات ساعت در سال ۲۰۱۰ با ۱۵۰ درصد افزایش به ۵۳/۶ میلیارد مگاوات ساعت در سناریوی جاز و با ۱۲۳ درصد افزایش به ۴۷/۹ میلیارد مگاوات ساعت در سناریوی سمفونی خواهد رسید. در این میان تولید برق از منابع تجدیدپذیر در سال ۲۰۵۰ حدود چهار تا پنج برابر سال ۲۰۱۰ خواهد بود با این ملاحظه که رشد تولید برق از منابع تجدیدپذیردر سناریوی سمفونی بیش از سناریوی جاز خواهد بود. در سناریوی سمفونی، تولید برق از نیروگاه‌های آبی دو برابر، از زیست‌توده[1] هشت برابر و از باد یازده برابر خواهد شد. انرژی فتوولتائیک خورشیدی (PV)[2] بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۵۰ حدوداً ۲۳۰ برابر خواهد شد. پیش‌بینی می شود تا سال ۲۰۵۰، میزان تولید برق از انرژی فوتوولتائیک خورشیدی با میزان تولید آن از زغال برابری نماید. سهم

1. biomass
2. Solar photovoltaic

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق تا سال ۲۰۵۰ از حدود ۲۰ درصد در سال ۲۰۱۰ به بیش از ۳۰ درصد در سناریوی جاز و حدود ۵۰ درصد در سناریوی سمفونی خواهد رسید.

به هر حال باید توجه داشت رشد تولید برق مستلزم سرمایه‌گذاری‌های عظیم در تولید برق خواهد بود. برآورد می‌شود حجم این سرمایه گذاری ها تا سال ۲۰۵۰ براساس سناریوهای جاز و سمفونی به ترتیب بالغ بر ۱۹ و ۲۶ تریلیون دلار باشد. از این میزان، سهم سرمایه گذاری در تولید برق از منابع تجدیدپذیر ۴۶ درصد در سناریوی جاز و ۷۰ درصد در سناریوی سمفونی خواهد بود [6].

توسعه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در کنار سرمایه‌گذاری در فناوری‌های جذب و ذخیره‌سازی کربن (CC(U)S)[1] نقش مؤثری در کاهش اثرات تغییرات آب و هوا خواهد داشت. هرچند فناوری‌های جذب و ذخیره‌سازی کربن در هردو سناریوی جاز و سمفونیشتاب خواهد گرفت، اما گستره استفاده از آن در سناریوی سمفونی بیش از سناریوی جاز خواهد بود. در سناریوی سمفونی، نیمی از برق تولید شده از سوخت‌های فسیلی در سال ۲۰۵۰ با فناوری‌های جذب و ذخیره‌سازی کربن همراه خواهد بود و بدین ترتیب با احتساب برق تولیدی از منابع هسته‌ای، در سال ۲۰۵۰ براساس سناریوی سمفونی بیش از ۸۰ درصد برق تولیدی از منابع کم کربن خواهد بود. این نسبت در سناریوی جاز ۴۰ درصد برآورد می شود. لازم به ذکر است که در سال ۲۰۱۰ تنها یک سوم برق تولیدی از منابع کم کربن بوده است.

از مطالعه شورای جهانی انرژی و تحلیل سناریوهای انجام شده در آن پیام‌های مهمی برای سیاست‌گذاران حاصل می‌شود که در ادامه به مهمترین آن‌ها اشاره می گردد.

۱. *پیچیدگی سیستم انرژی تا سال ۲۰۵۰ افزایش می‌یابد.* چشم‌انداز انرژی در سال ۲۰۵۰ با آنچه که امروزه مشاهده می‌شود، کاملاً متفاوت خواهد بود و به طور خاص تولید انرژی از منابع پراکنده بر پیچیدگی سیستم عرضه انرژی خواهد افزود. هزینه‌های یکپارچه‌سازی سیستم، به ویژه زمانی که بخش عمده ای از انرژی مورد استفاده از نوع تجدیدپذیر باشد، بسیار قابل توجه است که عمدتاً به افزایش هزینه‌های توسعه شبکه در سیستم‌های انتقال و توزیع (به ویژه در سناریوی سمفونی) برمی

1. carbon capture (utilisation) and storage

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

گردد. فهم هر چه بهتر این پیچیدگی‌ها و غلبه بر آن ها مستلزم توسعه مدلهای مورد استفاده در تحلیل سیستم‌های یکپارچه است.

۲. *با پیشی گرفتن تقاضا از عرضه، مسأله کارایی انرژی بسیار حیاتی خواهد بود.* چشم‌انداز ۲۰۵۰ نشان می‌دهد که با توجه به پیشی‌گرفتن تقاضا از عرضه، افزایش کارایی و بهینه سازی مصارف انرژی به طور ویژه می بایست مورد توجه قرار گیرد. این امر از یک سو نیازمند تغییر در اولویت‌های مصرف‌کنندگان بوده و از سوی دیگر هزینه‌هایسرمایه‌گذاری مختلفیرا برای صنایع در پی دارد. به علاوه، لازم است سیاست‌گذاران و فعالان صنعتی تلاش بیشتری برای ارتقای سهیم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق مبذول نمایند زیرا سهم فعلی انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق، برای تحقق سازگاری زیست محیطی در بلندمدت (سال ۲۰۵۰ و پس از آن) کافی نیست.

۳. *ترکیب انرژی جهان در سال ۲۰۵۰ همچنان مبتنی بر انرژی‌های فسیلی خواهد بود.* در سال ۲۰۵۰، سوخت‌های فسیلی همچنان نقش حیاتی در تولید برق و حمل و نقل (بویژه در سناریوی جاز) ایفاء خواهند کرد. حمل و نقل سنگین در بخش حمل و نقل به طور خاص در دهه‌های آتی همچنان به سوخت‌های فسیلی وابسته خواهد بود. منابع فسیلی در بلندمدت به ویژه برای تولید برق در کشورهای چین و هند نقش مهمی خواهد داشت. گاز طبیعی، به خصوص گاز تولیدی از منابع غیرمتعارف می‌تواند نقشی فزاینده در ترکیب انرژی اولیه ایفا نموده و سهم چشمگیری از انرژی جهان را از آن خود کند. نفت سلطه خود را در بخش حمل و نقل حفظ خواهد نمود و انتظار می‌رود اهمیت منابع غیرمتعارف – خصوصاً ماسه‌های نفتی و شیل‌های نفتی– افزایش یابد. در مورد انرژی هسته‌ای تحول قابل توجهی در دهه آتی انتظار نمی‌رود. در سناریوی سمفونی پیش‌بینی می‌شود افزایش قابل ملاحظه ای در استفاده از فن آوری‌های فاقد کربن در سطح جهان رخ دهد.

۴. *اولویت‌های منطقه‌ای برای اهداف سه‌گانه انرژی متفاوت بوده و نمی‌توان نسخه واحدی برای همه مناطق تجویز نمود.* هر منطقه می بایست سیاست‌های تأمین انرژی خود را با توجه به امکانات و محدودیتهای خود به گونه ای تنظیم کند که اهداف سه گانه انرژی، یعنی امنیت انرژی، عدالت انرژی و سازگاری با محیطزیست تحقق یابد. به هر حال، صنعت عرضه انرژی با نااطمینانی‌های اساسی به ویژه درخصوص فناوری‌های جذب و ذخیره‌سازی کربن (CC(U)S) و فنآوری‌های ذخیره‌سازی انرژی مواجه است. در این دنیای پیچیده، دولت‌ها می‌توانند نقش مهمی در ایجاد

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

چارچوب‌های مناسب برای کارکرد بازارهادر هر دو سناریو ایفاء نمایند بـه طـوری کـه کارکردهـای بازارهای انرژی به راه‌حل‌های بهینه بینجامد. به نظر می رسد آنچه به واقع تا سال ۲۰۵۰در عرضـه و تقاضای انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی رخ خواهد داد، در محـدوده نتـایج و پـیش‌بینـی‌هـای سناریوهای جاز و سمفونی خواهد بود.

۵. برخورداری از آینده‌ای با کربن کمتر نه تنها به گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر مـرتبط اسـت، بلکـه مستلزم مدیریت انتشار کربن و تغییر رفتار است. فناوری‌های جذب و ذخیره‌سازی کربن (CC(U)S) در کنار تولید برق از منابع تجدیدپذیر، یک رویکرد مناسب برای کاهش انتشار CO_2 به‌شمار می‌آید. باتوجه به علامت قیمتی CO_2، این فن‌آوری‌ها می‌توانند به عنوان گزینه‌های مقرون بصـرفه بـرای کاهش CO_2 پس از سال ۲۰۳۰ نقش ایفاء نمایند. قیمـت CO_2 بایـد آنقـدر بـالا باشـد کـه بتوانـد علامت‌های درستی را برای ایجاد انگیزه کافی جهت کاهش انتشار آن ایجاد نمایـد. بـه هـر حـال، سایر عوامل نظیر امکان پذیری فنی در مقیـاس بزرگتـر، واکـنش و مقاومـت مـردم و هزینـه‌هـای زیرساخت به قوت خود باقی است. این عوامل در سناریوی سمفونی بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرنـد و در نتیجه براساس این سناریو، فنـاوری‌هـای CC(U)S و انـرژی خورشـیدی بـه کـربن‌زدایـی از سیستم‌های انرژی تا سـال ۲۰۵۰ کمـک شـایانی خواهنـد کـرد. بـرای افـزایش کارآمـدی فرآینـد کربن‌زدایی، شهروندان، به‌عنوان مصرف‌کننده در سناریوی جاز و به‌عنـوان رأی‌دهنـده در سـناریوی سمفونی، نقشی اساسی ایفاء می‌کنند. تغییر در الگوهای رفتاری و عادت‌های مصرف می‌تواند گزینـه کارآمدی برای کربن‌زدایی از سیستم انرژی باشد.

۶. *فن‌آوری‌های CC(U)S، انرژی خورشیدی و ذخیره‌سازی انرژی، نااطمینانی‌های اصلی تا سال ۲۰۵۰ هستند.* فن‌آوری‌های CC(U)S در حال حاضر در دسترس بوده به‌طور بـالقوه یکـی از گزینـه‌هـای کم‌هزینه و مهم برای کربن‌زدایی به‌شمار می‌آیند. مع الوصف، این فناوری‌ها همواره با یـک هزینـه اضافی همراه بوده و مستلزم احداث خطوط لوله و سایر زیرساخت‌هاست. به‌علاوه، بسترهای قـانونی نیز برای این کار باید فراهم گـردد. اقتصـادی شـدن انـرژی خورشـیدی و ایجـاد انگیـزه‌ای بـرای سرمایه‌گذاری در آن نیازمند پرداخت یارانه است. یارانه‌های مورد نیـاز بـرای انـرژی خورشـیدی در سناریوی سمفونی بیش از سناریوی جـاز اسـت و بـدین ترتیـب مسـیر رشـد انـرژی خورشـیدی در سناریوی سمفونی را هموارتر می‌سازد. در حوزه فناوری‌های ذخیـره‌سـازی انـرژی، فـن‌آوری تلمبـه

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

ذخیره‌ای[1] یک تکنولوژی توسعه‌یافته به‌شمار می‌آید. سایر فناوری‌های نوظهور ذخیره‌سازی نیازمند تحقیق و توسعه بیشتری هستند تا به مرحله تجاری‌سازی برسند. ارتقاء این فناوری‌ها مستلزم سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه است تا بتوانند نقش کلیدی تا سال ۲۰۵۰ (به ویژه در سناریوی سمفونی) ایفاء نمایند.

۷. *برقراری توازن در اهداف سه‌گانه انتخاب‌های سخت و دشواری است.* شهروندان می‌بایست میان انرژی ارزان با رشد اقتصادی بالاتر در سناریوی جاز و انرژی گران‌تر اما با اثرات زیست‌محیطی کمتر در سناریوی سمفونی انتخاب کنند. بنابراین، تحقق اهداف سه‌گانه انرژی تا سال ۲۰۵۰ و پس از آن مستلزم نگاهی جامع و بلندمدت به بخش انرژی است. به نظر می رسد زمان کوته‌نگری و عدم توجه به بلندمدت برای سیاستگذاران به پایان رسیده و لازم است چارچوب‌های حقوقی شفاف و پایدار وضع گردد.

۸. *فعال کردن بازارهای انرژی مستلزم سرمایه‌گذاری و همگرایی منطقه‌ای جهت بهره‌مندی همه مصرف‌کنندگان است.* برای تأمین تقاضای آتی انرژی، تصمیمات مقتضی برای انجام سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت می‌بایست اتخاذ گردد. سرمایه‌گذاری تخمینی (به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰) برای سناریوی جاز معادل ۲۶۵ تریلیون دلار است. این میزان برای سناریوی سمفونی تنها برای بخش برق معادل ۱۹ تریلیون دلار است. برای تحقق این سرمایه‌گذاری‌ها، علامت‌دهی شفاف در کنار چارچوب‌های پایدار مقررات‌گذاری ضروری است.

۹. سیاست‌های انرژی باید در راستای افزایش سرمایه‌گذاری در بازارهای انرژی و کربن، ارتقای همگرایی منطقه‌ای و بهره‌مند ساختن همه مصرف‌کنندگان باشد. در سناریوی سمفونی، تعیین یک هدف مورد توافق برای کربن‌زدایی در افق ۲۰۳۰ می‌تواند علامت‌های درستی به سرمایه‌گذاران جهت سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های مختلف بدهد. در این سناریو، دولت‌ها می‌بایست نسبت به این نکته آگاهی داشته باشند که ارتقای فناوری‌های جدید از طریق یارانه‌ها، مثل تعرفه‌های

1. pumped storage

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

تشویقی[۱]، می‌تواند به ایجاد حباب در بازار انرژی نیز بیانجامد و قیمت‌ها با ارزش واقعی فاصله زیادی پیدا کند. در سناریوی جاز، دولت‌ها می‌توانند با ارتقای همگرایی و همکاری منطقه‌ای، رشد بازارهای ملی و منطقه‌ای را تسهیل نمایند. این کار منجر به همگرایی بهتر بازارها و ایجاد بازارهای منطقه‌ای با منافع بیشتر برای همه مصرف‌کنندگان خواهد شد[6].

۳. آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)

براساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی (IEA, 2013) در حالی که تقاضای جهانی انرژی اولیه با ۴۹ درصد افزایش از ۸۷۶۹ میلیون تن معادل نفت در سال ۱۹۹۰ به ۱۳۰۷۰ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۲۰۱۱ رسید، پیش‌بینی می‌شود با نرخ رشد سالانه ۱/۲ درصد به ۱۷۳۸۷ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۲۰۳۵ بالغ شود.

جدول۳. چشم‌انداز تقاضای انرژی اولیه در جهان براساس گزارش آژانس بین المللی انرژی (میلیون تن معادل نفت)

	۱۹۹۰	۲۰۱۱	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	۲۰۳۵	نرخ رشد
زغال سنگ	2230	3773	4202	4312	4379	4428	۰/۷
نفت	3231	4108	4470	4548	4602	4661	۰/۵
گاز	1668	2787	3273	3576	3846	4119	۱/۶
انرژی هسته‌ای	526	674	886	979	1053	1119	۱/۲
برق آبی	184	300	392	430	467	501	۲/۲
سوخت‌های زیستی	893	1300	1493	1604	1719	1847	۱/۵
سایر تجدیدپذیرها	36	127	309	426	559	711	۷/۴
کل	8769	13070	15025	15877	16623	17387	۱/۲

مأخذ: [۴]

در سال‌های گذشته برخی از سیاست‌هایی که توسط کشورهای توسعه یافته اتخاذ شده است، کاهش رشد مصرف این نوع انرژی‌ها را به دنبال داشته است. از جمله این سیاست‌ها می‌توان به تعیین

۱. feed-in tariffs: یارانه‌ایست که به شرکت‌های تولیدکننده انرژی (مثل شرکت برق) داده می‌شود تا از منابع انرژی تجدیدپذیر در تولید خود استفاده کند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

استانداردهای مصرف سوخت وسایل نقلیه و تمهیدات جدید در افزایش استفاده از سوخت‌های بیولوژیک بویژه در آمریکا اشاره کرد. در اتحادیه اروپا و ژاپن نیز برنامه‌هایی برای حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر تدوین شده اما اثر این سیاست‌ها و برنامه‌ها بر تقاضای کل انرژی اولیه در سطح جهان محدود است. سوخت‌های فسیلی همچنان سهم غالب را در تأمین انرژی اولیه خواهند داشت و ۵۸ درصد از رشد تقاضای انرژی اولیه بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۳۵ مربوط به آنها خواهد بود. هرچند سهم سوخت‌های فسیلی از تقاضای جهانی انرژی اولیه از ۸۲ درصد در سال ۲۰۱۱ به ۷۶ درصد در سال ۲۰۳۵ کاهش خواهد یافت اما کماکان سهم غالب را دارا خواهند بود.

در سال ۲۰۱۱ نفت خام با ۳۱ درصد، سهم غالب را در سبد انرژی‌های اولیه داشته و زغال‌سنگ با ۲۹ درصد و گاز طبیعی با ۲۱ درصد در رتبه‌های بعدی قرار داشته‌اند. سوخت‌های زیستی شامل زیست‌توده با سهم ۱۰ درصدی از کل تقاضای انرژی اولیه، در جایگاه بعدی قرار داشته‌اند. سهم انرژی هسته‌ای، برق آبی و سایر انرژی‌های تجدیدپذیر به ترتیب ۲/۵ و ۱ درصد بوده است [۴].

جدول ۴. سهم حامل‌های مختلف انرژی از کل تقاضای انرژی اولیه

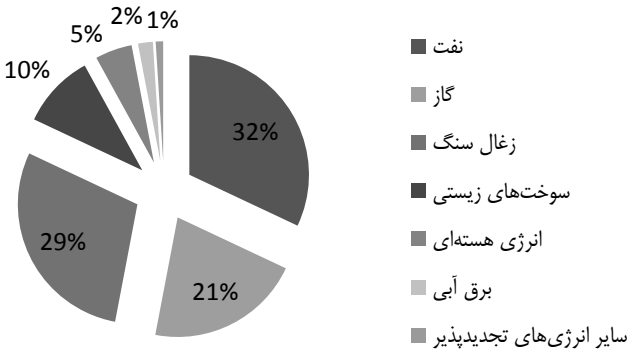
	۱۹۹۰	۲۰۱۱	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰	۲۰۳۵
زغال سنگ	25.4%	28.9%	28.0%	27.2%	26.3%	25.5%
نفت	36.8%	31.4%	29.8%	28.6%	27.7%	26.8%
گاز	19.0%	21.3%	21.8%	22.5%	23.1%	23.7%
انرژی هسته‌ای	6.0%	5.2%	5.9%	6.2%	6.3%	6.4%
برق آبی	2.1%	2.3%	2.6%	2.7%	2.8%	2.9%
سوخت‌های زیستی	10.2%	9.9%	9.9%	10.1%	10.3%	10.6%
سایر تجدیدپذیرها	0.4%	1.0%	2.1%	2.7%	3.4%	4.1%

مأخذ: [۴]

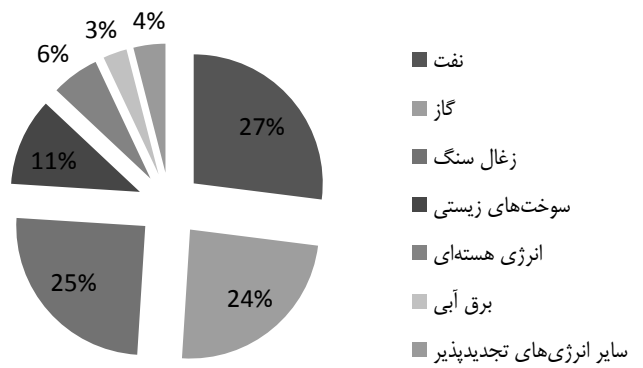
همانطور که در این جدول ملاحظه می‌شود تقاضا برای انرژی اولیه تا سال ۲۰۳۵ روند صعودی خواهد داشت و سوخت‌های فسیلی شامل نفت، گاز طبیعی و زغال سنگ همچنان سهم غالب را در تقاضای انرژی اولیه خواهند داشت. براساس این گزارش، تا سال ۲۰۳۵ سهم نفت به ۲۷ درصد کاهش

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

خواهد یافت، هرچند همچنان سهم غالب را در تأمین انرژی اولیه دارا خواهد بود. در مقابل، سهم گاز طبیعی به ۲۴ درصد افزایش خواهد یافت. در حالی که طی سال‌های ۲۰۱۱–۱۹۸۰ به علت روی آوردن کشورهای توسعه یافته به مصرف زغال‌سنگ بیشتر برای کاهش وابستگی به نفت، سهم زغال‌سنگ با ۲ درصد افزایش به ۲۹ درصد رسید، پیش‌بینی می‌شود سهم زغال‌سنگ تا سال ۲۰۳۵ به ۲۵ درصد برسد.



نمودار۱. سهم حامل‌های مختلف انرژی از کل تقاضای انرژی اولیه در سال ۲۰۱۱ - مأخذ: **[۴]**



نمودار۲. پیش‌بینی سهم انواع مختلف انرژی از کل تقاضای انرژی اولیه در سال ۲۰۳۵ - مأخذ: **[۴]**

براساس این گزارش طی سالهای ۲۰۱۱–۱۹۸۰ سهم سایر انرژی‌های اولیه شامل انرژی هسته‌ای، زیست‌توده، برق‌آبی و سایر انرژی‌های تجدیدپذیر از ۱۵ درصد تقاضای انرژی اولیه به ۱۸ درصد افزایش یافت و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۵ این سهم به ۲۴ درصد افزایش یابد. لازم به ذکر است

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

سهم انرژی هسته‌ای، زیست‌توده، برق‌آبی و سایر انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۱۱ به ترتیب ۵، ۱۰، ۲ و ۱ درصد است.

در سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۳۵ نیز تقاضا برای انواع مختلف انرژی افزایش خواهد یافت. بیشترین افزایش حجمی در تقاضا مربوط به گازطبیعی خواهد بود که درمجموع ۱۳۳۲ میلیون تن معادل نفت خام افزایش خواهد یافت. زغال‌سنگ با ۶۵۵ میلیون تن معادل نفت خام افزایش در مرتبه بعدی قرار خواهد داشت. نکته قابل توجه میزان افزایش تقاضا برای انرژی‌های تجدیدپذیر و سوخت‌های زیستی می‌باشد که به ترتیب ۵۴۷ و ۵۸۴ میلیون تن معادل نفت خام خواهد بود [۴].

٤. وزارت انرژی آمریکا

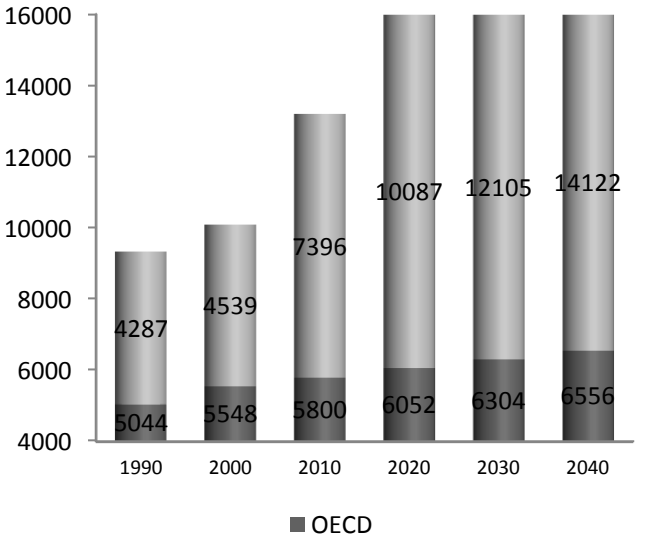
بر اساس مطالعه اداره اطلاعات انرژی در وزارت انرژی آمریکا (EIA, 2013[1])، مصرف انرژی جهان از ۵۲۴ کادریلیون بی تی یو (BTU)[2] (۱۳۱۹۶ میلیون تن معادل نفت)[3] سال ۲۰۱۰ به ۸۲۰ کادریلیون بی تی یو (۲۰۶۷۸ میلیون تن معادل نفت) در سال ۲۰۴۰ خواهد رسید و بدین ترتیب طی ۳۰ سال، مصرف جهانی انرژی ۵۶ درصد افزایش خواهد یافت. باتوجه به رشد اقتصادی بالا و افزایش جمعیت در کشورهای غیر عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (OECD)[4]، بیش از ۸۵ درصد رشد تقاضای انرژی در طی این دوره به این کشورها تعلق خواهد داشت. در مقابل، کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی که در مصرف انرژی به مرحله بلوغ رسیده‌اند، با توجه به پایین بودن نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد جمعیت، سهم کمتری از رشد تقاضای جهانی انرژی را به خود اختصاص خواهند داد [۲].

پس از رکود جهانی[5] سال‌های ۲۰۰۹–۲۰۰۸، اقتصاد جهانی همچنان دوران بهبود را پشت سر می گذارد. به هرحال، تداوم اثرات این بحران و در نتیجه مسائل و مشکلات اقتصادی برجای مانده موجب

1. Energy Information Administration
2. British thermal unit
3. 1 Btu = 2.5219021687207E-14 million tonne oil equivalent
4. Organisation for Economic Co-operation and Development
۵. از نظر صندوق بین‌المللی پول (IMF) رکود جهانی زمانیست که تولید ناخالص داخلی سالانه جهان – براساس برابری قدرت خرید– کمتر از ۳ درصد رشد نماید [۵].

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

شده است ارزیابی بلندمدت بازارهای جهانی انرژی با نااطمینانی‌های بیشتری مواجه گردد. در حال حاضر، عملکرد اقتصادی کشورها و مناطق مختلف جهان به طور معناداری با یکدیگر متفاوت است. آهنگ رشد اقتصادی در کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه کندتر از اقتصادهای نوظهور غیر عضو این سازمان است. در ایالات متحده و اروپا به ویژه، تداوم مشکلات مربوط به بدهی‌های کوتاه و بلندمدت منبع اصلی نااطمینانی‌های مربوط به رشد اقتصادی این مناطق در آینده محسوب می شود. مع الوصف، پیش‌بینی نرخ رشد تولید ناخالص حقیقی جهان (براساس برابری قدرت خرید) برای سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۴۰ سالانه بطور متوسط ۳/۶ درصدپیش‌بینی می شود.



نمودار۳. مصرف جهانی انرژی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۴۰ (میلیون تن معادل نفت) - مأخذ: **[۲]**

علاوه بر نااطمینانی‌های مربوط به آهنگ رشد اقتصادی، قیمت نفت در سال ۲۰۱۳ تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله ناآرامی‌های منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا بالاتر از ۱۰۰ دلار در هر بشکه باقی مانده است. بر اساس پیش‌بینی اداره اطلاعات انرژی آمریکا، متوسط قیمت جهانی نفت به قیمت ثابت سال ۲۰۱۲، به ترتیب به ۱۰۶ و ۱۶۳ دلار در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۴۰ خواهد بود. استمرار قیمت‌های بالای نفت می‌تواند تقاضای مصرف‌کنندگان برای سوخت‌های مایع را کاهش داده، استفاده از سایر اشکال انرژی را تشویق کند و به علاوه استفاده کاراتر از انرژی و بهبود کارایی انرژی در همه

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

بخش‌های مصرف‌کننده را ترغیب نماید. بر این اساس، طبق پیش‌بینی وزارت انرژی آمریکا شدت جهانی سوخت‌های مایع- یعنی میزان مصرف سوخت‌های مایع به ازاء یک دلار تولید ناخالص داخلی- بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۴۰ سالانه بطور متوسط ۲/۶ درصد کاهش (بهبود) خواهد یافت [2].

۵. شرکت اکسون موبیل[1]

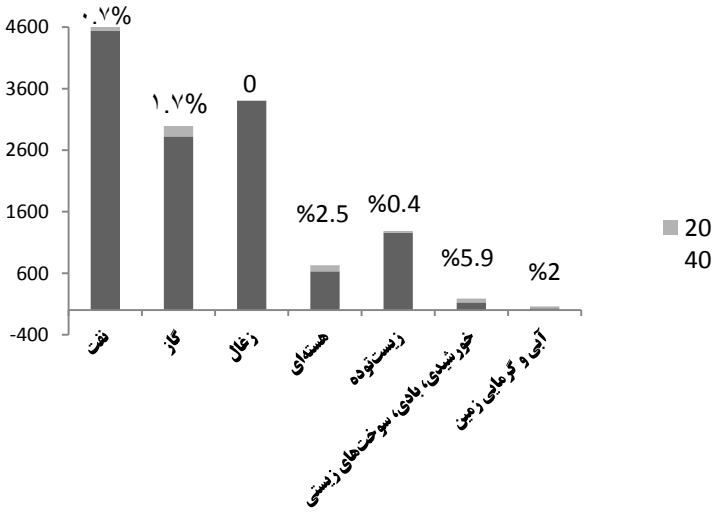
بر اساس گزارش شرکت اکسون موبیل در حالی که عوامل متعددی از جمله تغییرات فناوری، تغییر نیازهای مصرف‌کنندگان و سیاست‌های دولت‌ها موجب خواهند شد در طی دهه‌های آتی منابع انرژی با تنوع بیشتری مواجه شوند، سوخت‌های مایع همچنان جایگاه خود را به عنوان بزرگترین منبع انرژی حفظ کرده و منبع اصلی تأمین انرژی برای مصارف حمل و نقل باقی خواهند ماند. بر اساس این گزارش، پیشرفت فنآوری‌های اکتشاف و تولید افزایش ذخایر نفت خام و میعانات گازی قابل استحصال[2] را در پی داشته است به طوری که تا سال ۲۰۴۰، علیرغم افزایش تولید سوخت‌های مایع، حدود ۶۵ درصد از منابع قابل استحصال نفت خام و میعانات جهان همچنان دست نخورده باقی خواهد ماند[۳].

بر اساس این گزارش، سریع‌ترین رشد در عرضه انرژی متعلق به گاز طبیعی خواهد بود به طوری که با افزایش ۶۵ درصدی تقاضای گاز طبیعی تا سال ۲۰۴۰، سهم این منبع مهم در ترکیب جهانی انرژی به بیش از ۲۵ درصد افزایش خواهد یافت. در حالی که هم اکنون زغال سنگ دومین منبع بزرگ تأمین‌کننده انرژی جهان است، تقاضا برای زغال سنگ تا سال ۲۰۲۵ نیز همچنان افزایشی است ولی تقاضا برای این منبع پس از سال ۲۰۲۵ روندی کاهشی خواهد داشت به طوری که سهم آن در ترکیب جهانی انرژی از ۲۵ درصد در سال ۲۰۱۰ به کمتر از ۲۰ درصد کاهش خواهد یافت. این شرکت پیش‌بینی می کند انرژی هسته‌ای از رشد خوبی برخوردار خواهد بود و سهم آن از ۳ درصد در سال ۲۰۱۰ به حدود ۹ درصد در سال ۲۰۴۰ خواهد رسید. عرضه انرژی‌های تجدیدپذیر (شامل زیست‌توده، انرژی آبی، انرژی گرمایی زمین و نیز انرژی‌های بادی، خورشیدی و سوخت‌های زیستی) نیز حدود ۶۰ درصد رشد خواهد داشت که عمده این افزایش ناشی از رشد انرژی‌های آبی، بادی و خورشیدی است.

1. ExxonMobil
2. recoverable

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

سهم انرژی‌های بادی، خورشیدی و سوخت‌های زیستی از ۱ درصد در سال ۲۰۱۰ به حدود ۴ درصد در سال ۲۰۴۰ خواهد رسید. تولید برق از انرژی‌های بادی و خورشیدی از حدود ۲ درصد در سال ۲۰۱۰ به ۱۰ درصد در سال ۲۰۴۰ افزایش خواهد یافت [۳].



نمودار ۴. ترکیب انرژی و متوسط رشد تا سال ۲۰۴۰ (میلیون تن معادل نفت) - مأخذ: **[۳]**

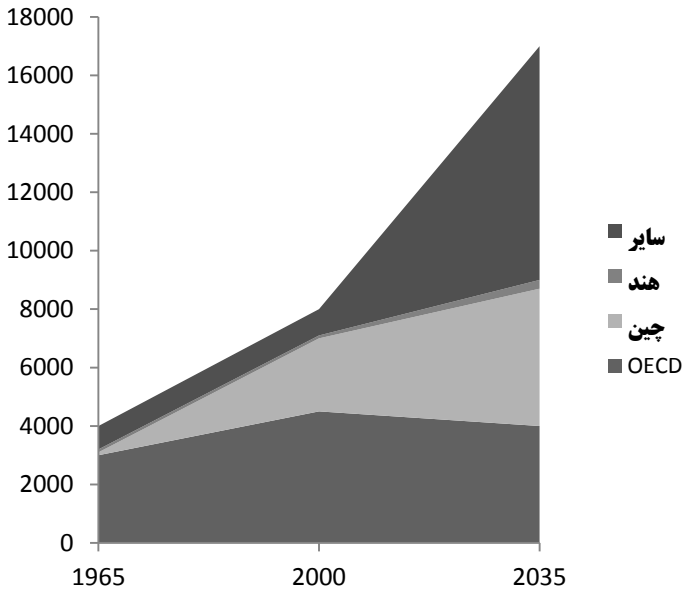
۶. شرکت نفت انگلستان بی پی (BP)[1]

براساس گزارش سال ۲۰۱۴ شرکت بی پی، تقاضای جهانی انرژی تا سال ۲۰۳۵ بطور متوسط سالانه ۱/۵ درصد افزایش خواهد یافت. ۹۵ درصد این رشد مربوط به کشورهای غیرعضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه OECD بوده بیش از نیمی از آن به تنهایی متعلق به هند و چین خواهد بود. مصرف انرژی در این کشورها در سال ۲۰۳۵ حدود ۷۰ درصد نسبت به سال ۲۰۱۲ افزایش خواهد یافت. این درحالیست که مصرف انرژی در کشورهای عضو OECD طی دوره مزبور در مجموع

1 British Petroleum

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

تنها ۵ درصد افزایش خواهد یافت و پس از سال ۲۰۳۰ نیز با وجود رشد اقتصادی مثبت این کشورها مصرف انرژی آنها افت خواهد کرد [۱].



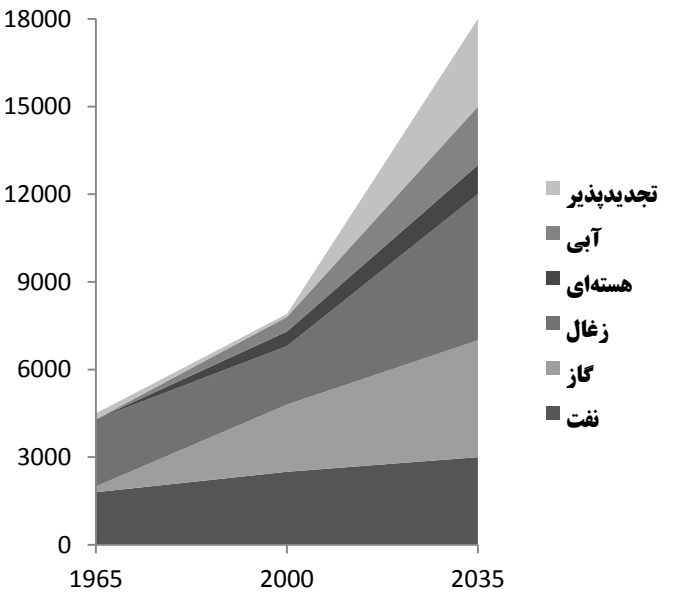
نمودار۵. مصرف انرژی مناطق مختلف (میلیون تن معادل نفت) - مأخذ: **[۱]**

براساس این گزارش، نفت کمترین رشد را تا سال ۲۰۳۵ در میان سوخت‌های اصلی خواهد داشت به نحوی که متوسط رشد سالانه آن تنها ۰/۸ درصد خواهد بود. با این وجود، تقاضا برای نفت و سوخت‌های مایع در سال ۲۰۳۵ حدود ۱۹ میلیون بشکه بیش از سال ۲۰۱۲ خواهد بود. اگرچه تا سال ۲۰۳۰، ترکیب انرژی‌های اولیه تغییر خواهد کرد، اما سلطه سوخت‌های فسیلی از بین نخواهد رفت. پس از نفت، انتظار می‌رود زغال سنگ کمترین رشد را داشته باشد به طوری که متوسط رشد سالانه تقاضا برای آن تا سال ۲۰۳۵ تنها ۱/۱ درصد خواهد بود. رشد تقاضای زغال سنگ در این دوره به طور کامل مربوط به کشورهای هند و چین خواهد بود به گونه‌ای که سهم این دو کشور از مصرف جهانی زغال سنگ از ۵۸ درصد در سال ۲۰۱۲ به ۶۴ درصد در سال ۲۰۳۵ خواهد رسید.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

براساس پیش‌بینی بی پی، گاز طبیعی با نـرخ متوسـط رشـد سـالانه ۱/۹ درصـد تـا سـال ۲۰۳۵، سریع‌ترین رشد را در میان سوخت‌های فسیلی خواهد داشت. ۷۸ درصد این رشد مربوط بـه کشـورهای غیر عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه خواهد بود. در این میان، رشد صادرات LNG تقریبـاً دو برابر رشد تقاضای گاز خواهد بود به طوری که تا سال ۲۰۳۵، حدود ۲۶ درصد رشـد عرضـه جهـانی گاز به LNG تعلق خواهد داشت. گازهای شیل ۴۶ درصد از رشد تقاضای جهانی گاز را تـأمین خواهنـد کرد و ۲۱ درصد تولید گاز جهان و ۶۸ درصد تولید گاز ایالات متحده را به خود اختصاص خواهند داد.

براساس این گزارش تولید انرژی هسته‌ای تا سال ۲۰۳۵ به طـور متوسـط سـالانه ۱/۹ درصـد رشـد خواهد کرد که ۹۶ درصد این رشد به سه کشور چین، هند و روسیه اختصاص خواهـد داشـت. از نگـاه بـی پی، سریع‌ترین رشد در میان همه حاملهای انرژی در انرژی‌هـای تجدیدپـذیر رخ خواهـد داد و سـهم ایـن انرژی‌ها در سبد انرژی‌های اولیه از ۵ درصد کنونی به ۱۴ درصد در سال ۲۰۳۵ افزایش خواهد یافت [۱].



نمودار۶. مصارف انواع مختلف انرژی (میلیون تن معادل نفت) - مأخذ: **[۱]**

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

۷. جمع‌بندی

پیش‌بینی‌های انجام شده از دورنمای جهانی انرژی در افق‌های زمانی مختلف (۲۰۳۵، ۲۰۴۰ و ۲۰۵۰) حاکی از آن است که تقاضای انرژی اولیه افزایش خواهد یافت و سوخت‌های فسیلی شامل نفت، گاز طبیعی و زغال سنگ، علیرغم کاهش سهم‌شان در ترکیب جهانی انرژی، همچنان سهم غالب را در تقاضای انرژی اولیه خواهند داشت. بر اساس برخی از این پیش‌بینی‌ها، مصرف انرژی طی ۳۰ سال آینده بیش از ۵۰ درصد افزایش یافت که عمده این رشد متعلق به کشورهای غیر عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه OECD است. در بخش عرضه، سریع‌ترین رشد متعلق به گاز طبیعی و انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد بود.

جدول۵. مقایسه سهم حامل‌های مختلف انرژی از ترکیب جهانی انرژی در چشم‌اندازهای مختلف

	آژانس بین‌المللی انرژی (۲۰۳۵)	شرکت اکسون موبیل (۲۰۴۰)	شورای جهانی انرژی (۲۰۵۰)	
			سناریوی جاز	سناریوی سمفونی
سوخت‌های فسیلی (نفت، گاز و زغال سنگ)	76%	77٪	۷۷٪	٪۵۹
انرژی هسته‌ای	6%	۹٪	۴٪	٪۱۱
انرژی‌های تجدیدپذیر	۱۸٪	۱۴٪	۲۰٪	۳۰٪

شورای جهانی انرژی براساس سه هدف عدالت انرژی، سازگاری زیست محیطی انرژی و امنیت انرژی، اقدام به طراحی دو سناریوی جاز و سمفونی برای دورنمای ۲۰۵۰ انرژی جهان نموده است. سناریوی جاز بر عدالت انرژی با اولویت دسترسی آسان و ارزان همگانی به انرژی از طریق رشد اقتصادی و سناریوی سمفونی بر سازگاری انرژی و محیط زیست با محوریت سیاست‌ها و اقدامات هماهنگ بین‌المللی استوار است. افزایش مصرف انرژی در سناریوی جاز بیش از سناریوی سمفونی خواهد بود. به‌علاوه، رشد انرژی‌های تجدیدپذیر در سناریوی سمفونی حدود دو برابر سناریوی جاز برآورده شده است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]

منابع

[1] British Petroleum, BP Energy Outlook 2035, (January 2014).
[2] Energy Information Administration (EIA) (2013), International Energy Outlook 2013.
[3] Exxonmobil (2014), The Outlook for Energy: A View to 2040.
[4] International Energy Agency (IEA) (2013), World Energy Outlook 2013.
[5] International Monetary Fund (2008), World Energy Outlook 2008.
[6] World Energy Council (2013), World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-10]