نشریه علمی(فصلنامه) پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی
سال هفتم/ شماره ۲۲/ بهار ۱۴۰۰ / صفحات ۸۵ - ۵۱

ظرفیت‌های مدیریت مصرف انرژی در ایران در افق ۱۴۲۰: رویکرد مدل سازی جامع عرضه و تقاضای انرژی

زهره سلیمیان
کارشناس پژوهشی پژوهشگاه نیرو
(نویسنده مسئول)
zsalimian@nri.ac.ir
رضا گودرزی راد
کارشناس دفتر برنامه ریزی و اقتصاد کلان وزارت نیرو
rad@moe.gov.ir
مجید فرمد
شرکت توانیر
mfarmad@tavanir.org.ir
مریم بداغی
کارشناس پژوهشی پژوهشگاه نیرو
mbodaghi@nri.ac.ir
وهاب مکاری زاده
مدیر گروه مدیریت انرژی پژوهشگاه نیرو
vmokarizadeh@nri.ac.ir
محمد علی شفیع زاده
مدیر کل دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی
Shafiezadeh@moe.gov.ir

مطالعه حاضر با هدف تعیین سبد بهینه عرضه و تقاضای انرژی کشور به انجام رسیده است. گردآوری داده‌های فنی-اقتصادی تکنولوژیهای شبکه انرژی شامل تکنولوژیهای عرضه (استخراج نفت و گاز، پالایش و فرآوری و انتقال آن و نیز تولید، انتقال و توزیع برق) و تکنولوژیهای تقاضا (در زیربخشهای خانگی، خدمات، صنعت، کشاورزی و حمل و نقل) بخش مهمی از فعالیتهای انجام شده را بخود اختصاص داده اند. برای برآورد تقاضای مفید انرژی زیر بخشهای مختلف از نرم افزار MAED و برای تعیین ترکیب بهینه انرژی از مدل MESSAGE استفاده شده است. در اثر اجرای مدل عرضه MESSAGE، سبد بهینه فناوریهای عرضه و تقاضای انرژی با لحاظ پتانسیل‌های مدیریت انرژی و بدون آن در دو سناریوی ادامه روند موجود با صرفه‌جویی و بدون آن حاصل شده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین پتانسیل کاهش تقاضای انرژی مربوط به گازطبیعی و بنزین بترتیب با سهمهای ۴۲ و ۳۹ درصد از پتانسیل کل می‌باشد و پس از آن بخش برق پتانسیل قابل توجهی دارد. بیشترین پتانسیل مدیریت تقاضای گازطبیعی مربوط به بخشهای صنعت، نیروگاهی و خانگی می‌باشد که بترتیب از پتانسیل معادل با ۱۹، ۱۶ و ۹ میلیارد مترمکعب در سال ۱۴۲۰ برخوردارند. پتانسیل کاهش تقاضای بنزین مربوط به بخش حمل و نقل است که درسال ۱۴۲۰ به ۵۱ میلیون مترمکعب بالغ می‌گردد. همچنین در بخش برق از کل ۱۲۸ تراواتساعت پتانسیل در انتهای دوره ۳۸ درصد آن به صنعت اختصاص دارد. ضمن اینکه بخشهای خدمات و خانگی هر کدام با ۲۲ درصد در رتبه بعدی قرار دارند.

واژگان کلیدی: برنامه‌ریزی انرژی، مدیریت انرژی، مدل MESSAGE

تاریخ دریافت: ۲۶ / ۸ / ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۲۲ / ۱ / ۱۴۰۰

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

۱. مقدمه

کاهش شدت انرژی، توسعه تکنولوژیهای تجدیدپذیر و کاهش سهم سوخت فسیلی از جمله اهدافی است که در برنامه‌های توسعه پنجساله و چشم انداز انرژی در ایران مورد توجه قرار گرفته اند. یکی از راهکارهای ممکن برای دستیابی به این اهداف، توسعه عرضه انرژی در بخشهایی است که به مصرف کننده نزدیک تر می‌باشند. بعنوان مثالهایی از این دست می‌توان به توسعه تکنولوژیهای بادی، تولید همزمان برق و حرارت (CHP)، گرمایش منطقه ای، توسعه استفاده از خودروبرقی، سوختهای زیست توده و نیز ارتقای مدیریت انرژی و جایگزینی تکنولوژیهای پربازده بخصوص در سمت تقاضا اشاره نمود. در گذشته، برنامه ریزی انرژی برای بخشهای مختلف و مجزا از هم انجام می‌شد ولی امروزه در رویکرد جدید، لازم است که سیستم انرژی یکپارچه که در آن سازگاری بخشهای مختلف انرژی با هم در نظر گرفته شده، مد نظر قرار گیرد (کراگ[1]،۲۰۱۹).

درگذشته، تمرکز اکثر مطالعات پتانسیل سنجی مدیریت انرژی بر انجام عملیات میدانی در یک بخش محدود و از منظر برآوردهای مهندسی بوده است. بعنوان نمونه در پروژه هایی نظیر پتانسیل سنجی فنی و اقتصادی کاهش تقاضا در محدوده شرکتهای توزیع، پتانسیل سنجی دقیق فنی- اقتصادی با رویکرد مهندسی بر مبنای ممیزی انرژی و یا جمع آوری پرسشنامه برای مشترکین نمونه انجام شده و نتایج آن به سطوح ملی تعمیم داده شده است(پژوهشگاه نیرو، ۱۳۸۴). در اغلب مطالعات این دسته، بررسی فاکتورهایی نظیر سن تجهیزات جامعه نمونه، راندمان و برچسب انرژی آنها و نیز آنالیز اقتصادی جایگزینی تجهیزات فرسوده با تکنولوژیهای پربازده یا نوظهور، عایقکاری کف و سقف، و پذیرش کاهش دمای درونی ساختمان توسط مصرف کنندگان مد نظر بوده است (Sorrell, ۲۰۱۵). همچنین در برخی مطالعات نیز مطالعه سورل (۲۰۱۵)، تاثیر سیاستهایی مختلف

1. Krog

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

نظیر قیمتگذاری انرژی،اعمال جریمه‌ها و مشوقها و مکانیزمهای مالی یا از منظر رشد اقتصادی و اثرات بازگشتی مورد بررسی قرار می‌گرفته است.

ارزیابی دقیق پتانسیل کاهش شدت انرژی و نیز کاهش تقاضای انرژی و تخصیص درست آنها به زیربخشهای مختلف، وابسته به در نظر گرفتن تمامی عوامل موثر از جمله وجود منابع انرژی، امکان جایگزینی حاملهای انرژی در سمت تقاضا و عرضه و هزینه‌های اقتصادی آن بر کل سیستم انرژی در قالب یک سیستم انرژی یکپارچه می‌باشد. ضمن اینکه بهبود راندمان تکنولوژیهای سمت تقاضا ممکن است در اثر عواملی نظیر طول عمر تکنولوژیهای سمت عرضه محدود شود. بعنوان مثال طول عمر وسایل نقلیه یا برخی تکنولوژیهای تقاضای انرژی در حدود ده سال است در حالیکه نیروگاهها، کوره‌های ذوب و یا کشتی و هواپیما در بخش حمل و نقل میانگین عمری در حدود سی سال دارند. در نتیجه ممکن است تصور شود که جایگزینی تکنولوژیهای نابالغ با تکنولوژیهای فعلی نرخ بهبود کارایی انرژی را شتاب می‌بخشد ولی این موضوع چالش بزرگتری را برای تصمیم گیری بین تامین تقاضای تکنولوژیهای نوظهور و استفاده از تکنولوژیهای فعلی سیستم عرضه انرژی برای تامین تقاضای انرژی بوجود می‌آورد (Sorrell, ۲۰۱۵). بعبارت دیگر، برای ارزیابی پتانسیل مدیریت انرژی باید کل سیستم انرژی و هزینه هایش در نظر گرفته شود که این مهم نیازمند استفاده از متدهای برنامه ریزی جامع انرژی است.

پژوهش حاضر با هدف پیش بینی تقاضای انرژی در افق بلند مدت و تعیین ترکیب بهینه فناوریهای تقاضا و عرضه انرژی به انجام رسیده است. اولین گام در انجام این پژوهش تدوین سیستم مرجع انرژی[1] متشکل از انواع تکنولوژیها، حاملهای انرژی، منابع و مصارف می‌باشد که با بکارگیری مدل بهینه سازی[2] MESSAGE مدلسازی شده است. بر اساس سیستم مرجع انرژی، گردآوری داده‌ها برای تکنولوژیهای مختلف در لایه‌های مختلف انجام شده و مدل MESSAGE اجرا شده است. در نهایت و پس از مدلسازی شبکه گسترده انرژی ایران و اجرای آن در مدل MESSAGE

1. Reference Energy System
2. Model of Energy Supply Systems And their General Environmental Impact

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

نتایج زیر حاصل شده است که در مقاله حاضر نتایج بندهای اول و دوم در خصوص تقاضای انرژی و پتانسیل مدیریت آن بررسی و تحلیل می‌گردد.

- تعیین مقادیرافزایش تقاضای انرژی به تفکیک حامل‌ها و بخش‌های مصرف‌کننده انرژی
- ارزیابی اثرات پیشگیری از اتلاف انرژی، صرفه جویی و مدیریت بار و انرژی در صنایع و نیز ساختمان‌ها
- تعیین سبد بهینه حامل‌های انرژی و ترکیب بهینه فن‌آوری‌های سیستم عرضه انرژی در دراز مدت
- پیش‌بینی تراز انرژی برای منابع انرژی اولیه، شکل‌های گوناگون مختلف انرژی ثانویه و انرژی نهایی
- تخمین هزینه نهایی بلند مدت انرژی
- ارزیابی میزان سرمایه‌گذاری و منابع مالی مورد نیاز برای توسعه بخش انرژی
- ملاحظه محدودیت‌های زیست محیطی در توسعه بخش‌های انرژی
- ارزیابی اثرهای متقابل انرژی، اقتصاد و محیط زیست

همچنین از جمله نوآوریهای انجام شده در این پژوهش نسبت به مطالعات قبلی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. تدوین سیستم مرجع انرژی گسترده: یکی از مواردی که در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته است، مطالعه جزئیات در سیستم مرجع انرژی و گردآوری داده‌ها متناسب با آن می‌باشد. بعنوان نمونه در بحث منابع هیدروکربوری، تفکیک منابع به منابع مشترک و غیر مشترک، خشکی و دریا و نفت سبک و سنگین و نیز گاز ترش و شیرین صورت پذیرفته و گردآوری اطلاعات نیز بر همین اساس انجام شده که در مطالعات مشابه چنین تفکیکی نظیر نداشته است.

۲. مطالعه تقاضا در سطح انرژی مفید و تبیین تکنولوژیهای سمت مصارف مفید از دیگر نکات برجسته در این مطالعه می‌باشد که در کمتر مطالعه‌ای پیش بینی تقاضا بر اساس لایه مفید تقاضای انرژی انجام شده است. در این مطالعه شبکه گسترده‌ای متشکل از تکنولوژیهای سمت تقاضا و عرضه با جزئیات در مدل MESSAGE مدلسازی شده است. ضمن اینکه برای هر یک از تکنولوژیهای سمت تقاضا بهبود بازده و روند تغییرات آن مد نظر قرار گرفته است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

۳. ارتباط بین مدل MESSAGE با مدل اقتصاد کلان در این مطالعه بصورت لینک نرم[1] برقرار شده است. کنش و واکنش مدل MESSAGE و مدل اقتصاد کلان در هیچ یک از مطالعات داخلی مد نظر قرار نگرفته و اولین بار در این پژوهش به انجام رسیده است.

مقاله حاضر در ۸ بخش تدوین شده است. در بخش دوم مروری بر ادبیات نظری و پیشینه تحقیق صورت می‌پذیرد. در بخش سوم، سیستم مرجع انرژی مورد استفاده در این مطالعه معرفی می‌گردد و در ادامه مفروضات در نظر گرفته شده برای لایه مفید انرژی و تکنولوژیهای آن تبیین می‌گردد. معرفی قیود و محدودیتها، سناریوها و ارائه نتایج نیز در بخشهای پنجم تا هفتم صورت می‌پذیرد.

۲. مرور ادبیات و پیشینه تحقیق

در این قسمت ابتدا مروری بر تعریف دقیق برنامه ریزی انرژی و عناصر دخیل در آن ارائه می‌گردد و سپس سیستم مرجع انرژی تبیین شده و بصورت خلاصه نکاتی در خصوص ادبیات نظری برنامه ریزی انرژی ارائه می‌گردد.

۲-۱. تعریف برنامه ریزی انرژی

برنامه‌ریزی انرژی به سیاست گذاری یکپارچه ای اطلاق می‌شود که هم شرایط عرضه پایدار انرژی متناسب با تقاضای آن و هم تأثیر چگونگی تولید و تبدیل انرژی را در به حداقل رساندن خسارت‌های زیست محیطی، در نظر بگیرد. بعبارت دیگر برنامه ریزی انرژی یک چشم انداز و مرجع را برای سیستم انرژی منظور می‌کند و حفظ تعادل عرضه و تقاضای انرژی در این چشم انداز را مد نظر قرار می‌دهد (صفاریان و همکاران، ۱۳۸۷). الزامات تحلیل‌های برنامه ریزی انرژی، شامل شناسایی سیستم یکپارچه انرژی در هر کشور و استفاده از مدل‌های مناسب اقتصاد و انرژی است که تعادل عرضه و تقاضای انرژی و در نتیجه توسعه پایدار را تضمین نماید. همچنین انجام مطالعات برنامه ریزی انرژی تا حد زیادی وابسته به پایگاه‌های اطلاعاتی در زمینه منابع عرضه انرژی، مصرف

1. Soft link

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

انرژی و تکنولوژی‌های تبدیل انرژی در هر کشور است، بگونه‌ای که داشتن پایگاه اطلاعات انرژی برای هر کشور یک ضرورت بشمار می‌رود. بعبارت دیگر،آگاهی از میزان دسترسی، هزینه‌ی سرمایه گذاری، استخراج و عرضه منابع اولیه انرژی، تفکیک مصارف نهایی انرژی بر حسب حامل‌های و نیز اطلاعاتی درباره تکنولوژی‌های تبدیل، پیش شرط‌های لازم برای اجرای یک مدل یکپارچه سیستم انرژی می‌باشند.

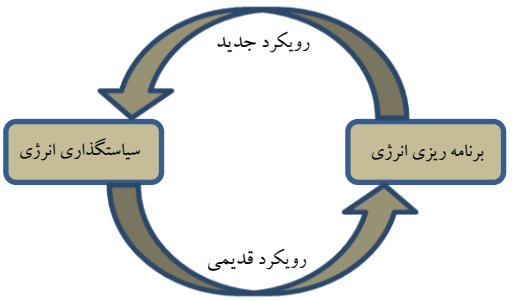
اصولا مهم‌ترین هدف برنامه‌ریزی انرژی، پوشش بهینه تقاضای انرژی در آینده در سناریوهای مختلفی است که بر مبنای چالش‌های اقتصادی و اجتماعی بنا نهاده شده اند. بطور کلی نحوه تکامل تعاریف برنامه‌ریزی انرژی به شرح زیر می‌باشد:

۱. اولین تعریف، تعریف سنتی برنامه‌ریزی انرژی را پوشش می‌دهد که سیاست‌گذاری انرژی اهداف و اولویت‌ها و نیز پارامترهای تحلیلی (که برنامه‌ریزی انرژی باید بر مبنای آن قرار می‌گرفت) را تعیین می‌نمود.

۲. در ادامه برنامه‌ریزی انرژی در قالب برنامه‌ریزی یکپارچه توسعه می‌یابد، که در آن سناریوی بهینه برآورد تقاضا، از ترکیب گزینه‌های مختلف عرضه و نیز در نظر گرفتن مدیریت تقاضا بعنوان یکی از منابع انرژی حاصل می‌شود.

۳. در تعریف جدید، امروزه برنامه‌ریزی انرژی، فرایند سیستماتیکی مشتمل بر تحلیل اطلاعات عرضه و تقاضای انرژی و نمایش نتایج به تصمیم‌گیرندگان جهت تدوین سند، برنامه عملکرد و یا قانون را تشکیل می‌دهد. اینکه تصمیم‌گیری سیاسی چگونه بر این فرایند اثر می‌گذارد یا اینکه این پیش‌بینی‌ها تا چه حد با واقعیت تطابق دارند، مورد توجه قرار گرفته است. در واقع، رابطه‌ی عمیق بین برنامه‌ریزی انرژی و سیاست‌گذاری انرژی شکل گرفته است که در مدل زیر بدان اشاره شده است (Doukas,۲۰۰۸).

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]



شکل ۱. انواع رویکردها در خصوص رابطه عمیق بین
برنامه‌ریزی انرژی و سیاست‌گذاری انرژی (Doukas,۲۰۰۸).

البته در ادامه تعاریف فوق و به جهت اهمیت نقش مسائلی نظیر اجرای راهکارهای کاهش گازهای گلخانه‌ای و مسائل مربوط به اقلیم در برنامه ریزی انرژی نواحی، استراتژیهای ترکیبی برنامه ریزی انرژی مشتمل بر انرژی و محیط زیست اهمیت یافته است. این نوع برنامه ریزی انرژی برای اولین بار در سال ۲۰۱۰ و بعنوان یک راهکار برنامه ریزی انرژی منطقه‌ای در سطح استانهای دانمارک مطرح گردید. از این نوع برنامه ریزی بعنوان «برنامه ریزی استراتژیک انرژی» نام برده می‌شود که که بدلیل اهمیت موضوع در ادامه مطرح خواهد شد.

۲-۲. مروری بر تعریف برنامه ریزی استراتژیک انرژی و عناصر دخیل در آن

برنامه ریزی استراتژیک انرژی یک ابزار برنامه ریزی است که فرصتی را در سطح استانها فراهم می‌آورد تا بتوان با استفاده از یک سیستم انرژی کارا و منعطف مسائل انرژی منطقه‌ای را برنامه ریزی نمود. در این نوع برنامه ریزی انرژی، پتانسیلهای افزایش سهم انرژیهای تجدیدپذیر مد نظر قرار می‌گیرد. ضمن اینکه صرفه جویی انرژی باید به گونه‌ای در نظر گرفته شود که از نظر اجتماعی بیشترین کارایی را داشته باشد. برنامه ریزی بلند مدت استراتژیک انرژی، با هدف مطالعه اثرات تغییرات ساختاری، نیازمندیهای اجتماعی و زیست محیطی و همچنین تکنولوژیهای جدید سیستم انرژی به انجام میرسد. یک برنامه ناحیه ای، ملی و جهانی باید بگونه‌ای باشد که توسعه پایدار بلند مدت را در پی داشته باشد و در آن منابع انرژی بصورت کافی و در هزینه‌های منطقی نیازمندیهای

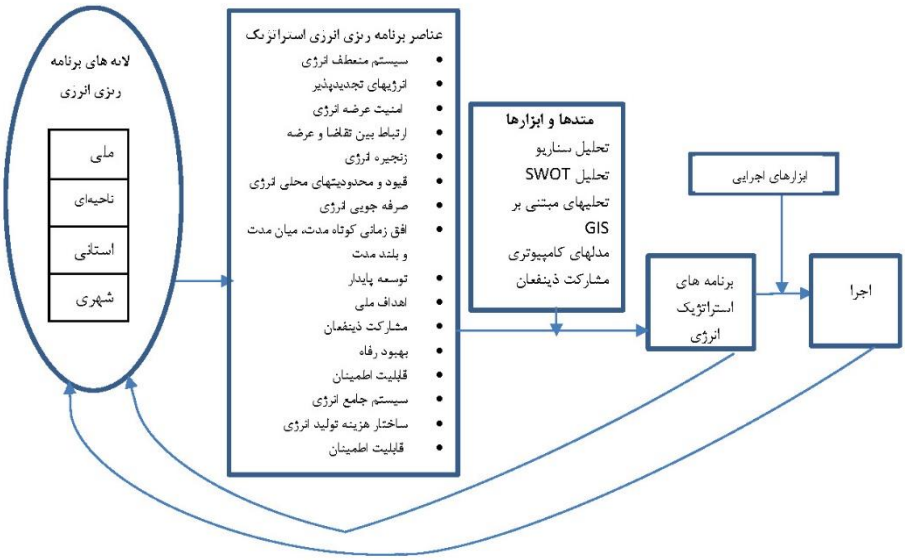
[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

انرژی جامعه را بدون اثرات منفی اجتماعی و زیست محیطی تامین نماید. چنانچه برنامه ریزی استراتژیک انرژی صرفا در سطح ملی، منطقه‌ای و یا استانی انجام شود صرفا یکی از این سطوح در یک زمان مورد توجه قرار می‌گیرد ولی ارتباط بین سطوح مختلف از دست می‌رود. بنظر می‌رسد که امروزه تعریف برنامه ریزی استراتژیک به توسعه فنی محدود شده و واژه‌های کلیدی محدودی نظیر اهداف جامعه، بهبود رفاه و مشارکت ذینفعان به جنبه‌های اجتماعی و عناصر مرتبط با آن می‌پردازند (کراگ، ۲۰۱۹). در مطالعه کراگ (۲۰۱۹) فهم تازه‌ای از برنامه ریزی استراتژیک انرژی با توجه به موارد زیر حاصل شده است:

- سیستم انرژی چگونه تعریف شود
- مشارکت ذینفعان چگونه باید باشد
- برنامه ریزی انرژی در چه سطوح و موسساتی باید هدایت شود

برنامه ریزی استراتژیک انرژی یک فرآیند پویا است که با عدم قطعیتها نظیر امکان توسعه تکنولوژیهای مختلف و نیازهای اجتماعی متغیر روبرو می‌باشد. این دانش یک مکانیزم بازخورد را در مدل بوجود می‌آورد تا تعدیل و تدقیق تا جایی ادامه یابد که جوابهای بهینه تضمین شده در مدل حاصل گردند. آنچه در شکل ۲ بدان اشاره شده است، دانشی است که از برنامه‌های انرژی و تجربیات ناشی از مطالعه کراگ (۲۰۱۹) حاصل گردیده است. واقعیت این است که تعریف برنامه ریزی استرتژیک انرژی و تمرکز آن بر یک سطح خاص ناکافی می‌باشد، زیرا که اهداف سیاستهای انرژی اصولا در سطح ملی تعریف می‌شوند و لذا این موضوع بهینه سازی در سطح نواحی را با ریسک مواجه می‌نماید. لذا هماهنگی بین سطوح ضروری است چرا که این تضمین را به ذینعان می‌دهد که در لایه‌های مختلف و برای یک هدف مشخص و نه در تعارض با یکدیگر کار کنند. مزیت اصلی راهبری هماهنگ برنامه‌های استراتژیک انرژی در لایه‌های مختلف این است که سبب می‌شود که شکل دهی اهداف و اجرای لوایح بصورت انعطاف پذیری دنبال شود تا نیازهای اجتماعی برآورده گردد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]



شکل ۲. ابعاد برنامه ریزی انرژی (کراگ و همکاران،۲۰۱۹)

۳-۲. مطالعات پیشین

انجام مطالعات برنامه‌ریزی انرژی در کشور، از سابقه طولانی برخوردار می‌باشد، لیکن عمده مطالعات بدون در نظر گرفتن یکپارچه زیر بخشها و حاملهای انرژی و ارتباط متقابل و بهم پیوسته بخشهای انرژی و اقتصاد بوده است. این مسائل سبب عدم کارایی و ثمر بخشی اکثر مطالعات صورت پذیرفته در حوزه برنامه‌ریزی انرژی می‌باشد. از جمله نخستین طرحهای اجرا شده در این زمینه می‌توان به مطالعات طرح جامع انرژی کشورکه توسط دانشگاه استنفورد (قبل از انقلاب اسلامی) به انجام رسیده، اشاره نمود(استنفورد، ۱۳۴۹ و ۱۳۵۶). این طرح هفت سال بعد برای نه منطقه آب و هوایی کشور تهیه و به روزرسانی شد. سایر مطالعات صورت پذیرفته نیز توسط ارگانهای مرتبط همچون سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، وزارت نیرو و وزارت نفت انجام شده که در جدول(۱) ارائه شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

جدول ۱. بررسی مطالعات پیشین در حوزه برنامه ریزی انرژی در داخل کشور و حوزه‌های مورد بررسی در آنها

عنوان	سال مطالعه	روش مطالعه	بخش	دوره	نتایج
تدوین استراتژی توسعه تولید نیروگاهی در کشور در افق ۱۴۲۰	۱۳۹۰(پژوهشگاه نیرو)	پیش بینی بخش تقاضا از روش اقتصاد سنجی با استفاده از نرم افزار (Eviews) و بخش عرضه استفاده از مدل MESSAGE	زیربخش برق	۱۳۹۰ تا ۱۴۲۰	سناریوهای در نظر گرفته شده در این گزارش، از ترکیب فضاها و الگوهای مختلف اعم از فضاهای مختلف همکاری بین المللی در خصوص توسعه استفاده از نیروگاههای اتمی، الگوهای قیمت سوخت، بازنشستگی نیروگاهها، تغییرات تقاضاهای برق و گاز و هزینه سرمایه‌گذاری تشکیل گردیده‌اند.
توسعه بلندمدت بخش انرژی کشور	۱۳۹۰ (وزارت نیرو)	رویکرد مورد استفاده در بخش تقاضا، استفاده از مدل مصارف نهایی MAED و در بخش عرضه، کمینه نمودن هزینه تامین انرژی در افق مورد مدل MESSAGE	کل بخش انرژی	۱۳۹۳ تا ۱۴۲۰	در این مطالعه، سه سناریو تحت عناوین ۱- سناریوی مرجع، ۲- سناریوی رشد تدریجی قیمتهای صادراتی و وارداتی و ۳- سناریوی صرفه‌جویی انرژی تعریف شده و ظرفیتهای تولیدی و سرمایه گذاری مورد نیاز و نیاز بلندمدت انرژی نهایی به تفکیک بخشهای مصرف و حاملهای انرژی در این سناریوها پیش بینی شده است.
مدل تقاضای بار الکتریکی در بخشهای اقتصادی و اجتماعی و در بخشهای پیک و غیر پیک (MAED)	۱۳۸۵-۱۳۸۸، پژوهشگاه نیرو	مدل MAED	بخشهای تقاضا نظیر خانگی، خدمات، صنعت، کشاورزی و حمل و نقل	۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵	- پیش بینی تقاضای انرژی الکتریکی به تفکیک مشترکین گروههای مختلف برای دوره ۱۰ ساله ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ در قالب سناریوهای روند موجود، رشد معتدل و رشد سریع - پیش بینی منحنی تداوم بار سالانه ایران (LDC) تا افق ۱۳۹۵ در قالب سناریوهای پیش گفته

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

عنوان	سال مطالعه	روش مطالعه	بخش	دوره	نتایج
برنامه ۲۵ ساله توسعه بهینه عرضه انرژی در کشور	۱۳۸۰ (وزارت نیرو)	مدلهای ایفوم و عصام	کل بخش انرژی	۱۳۸۰ تا افق ۱۴۰۴	در این پروژه رعایت ملاحظات زیست محیطی در دو سناریوی اعمال محدودیت انتشار آلاینده با فرض امکان استفاده از تجهیزات کنترل آلودگی و سناریوی اعمال محدودیت انتشار آلاینده با فرض عدم استفاده از تجهیزات کنترل آلودگی به انجام رسیده است. نتایج به دست آمده در هر دو سناریو دارای وجوه مشترک و افتراق هستند. لذا برنامه در هر دو سناریوی زیست محیطی به سمت نیروگاههای با سوخت گاز طبیعی تمایل یافته است. در این میان نیروگاههای سیکل ترکیبی با سوخت گاز، به دلیل بازده بالا و در نتیجه تولید آلاینده کمتر، دارای سهم بیشتری در طرح توسعه بهینه هستند.
برنامه ریزی سیستم عرضه برق کشور	۱۳۹۰ (وزارت نیرو)	رویکرد مورد استفاده در این پروژه در بخش تقاضا استفاده از روش اقتصاد سنجی) و در بخش عرضه کمینه نمودن هزینه تامین انرژی در افق مورد مطالعه با استفاده از مدل MESSAGE بوده است.	زیربخش برق	۱۳۹۰ تا ۱۴۲۰	ترکیب بهینه نیروگاهها، تولید برق و سوخت مورد نیاز آنها در سناریوهای زیر برآورد شده است: سناریوی مرجع سناریوی قیمت بالای گاز طبیعی سناریوی قیمت پایین گاز طبیعی سناریوی رشد سریع تقاضا سناریوی رشد اندک تقاضا سناریوی عدم امکان مبادلات برون مرزی سناریوی توسعه فناوری
طرح جامع انرژی کشور، موسسه مطالعات انرژی	۱۳۹۲ (وزارت نفت)	مدل MADE2 برای پیش بینی تقاضا و مدل ESM برای بهینه سازی سیستم عرضه انرژی برای ایران به کار گرفته شد.	کل بخش انرژی	۱۳۹۰ تا ۱۴۲۰	در خصوص اطلاعات مورد استفاده در طرح و سناریوهای تدوین شده چندان اطلاعی در دست نیست

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

٤-۲. ادبیات نظری

از آنجا که در این مطالعه مدلهای MESSAGE و MAED مورد استفاده قرار گرفته اند، مبانی نظری هم جهت با مباحث تئوریک در این مدلها ارائه می گردد. مدل MESSAGE یک مدل انرژی است که به منظور بهینه سازی عرضه انرژی (تامین و بکارگیری آن) بکار می‌رود. این مدل ابتدا در موسسه تحقیقات کاربردی یاسا[1] توسعه یافت. تابع هدف مدل MESSAGE کمینه سازی هزینه‌های سیستم انرژی است که در نتیجه ترکیب بهینه تکنولوژیها در سمت تقاضا و عرضه را ارائه می‌نماید((شراتنهولزر[2]، ۱۹۸۱)و (IAEA,2007)).

$$Min \sum_t B_1(t)(a_1 x(t)) + B_2(t)(a_2 z(t)) + B_3(t)(a_3(t), r(t)) \quad (۱)$$

$B_i(t)$: معرف نرخهای تنزیل (داده ورودی)

a_i: بردار ضرایب هزینه‌های سالانه (داده ورودی)

$r(t)$: بردار تقاضا سالانه حاملهای انرژی

$z(t)$: بردار ظرفیتهای جدید سالانه

$x(t)$: بردار فعالیتهای سالانه عرضه انرژی

حل مسئله در مدل MESSAGE به بهینه‌سازی یک تابع هدف تحت قیود و محدودیتهای مشخص می‌انجامد. در این بین قیود و محدودیتهای حاکم بر مسئله به شکل‌گیری فضایی که جواب مسئله در آن قرار دارد کمک می‌نمایند. مهمترین محدودیت‌های مدل MESSAGE را می‌توان به ۳ دسته کلی تقسیم‌بندی نمود:

- محدودیت‌های تراز جریان انرژی که تعادل جریان تبدیل انرژی بین سطوح انرژی از منابع اولیه تا تقاضای نهایی، شامل تبدیل فرم‌ها ویا انتقال و توزیع را مدل می‌کند.

1. IIASA
2. Schrattenholzer

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

$$\boldsymbol{Dx(t) \geq d(t) + Hx(t)} \quad (۲)$$

$\boldsymbol{D}$: ماتریس عرضه انرژی

$\boldsymbol{d(t)}$: بردار تقاضای ثانویه حامل‌های انرژی

$\boldsymbol{H}$: ماتریس ضرایب تقاضای انرژی به تفکیک تکنولوژیهای مختلف

- محدودیت‌های حد بالا فعالیت ویا ظرفیت سالانه ویا تجمعی که میزان کل فعالیت برای تکنولوژی را در مقایسه با سایر تکنولوژی‌ها محدود می‌نماید.بعنوان نمونه قید محدودیت برداشت از منبع بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$G_1 r(t) \leq p(t) \quad (۳)$$

G_1 : ماتریس مقادیر تجمعی منابع

p : بردار محدودیت سالانه تولید برای منابع مختلف

$$\boldsymbol{B}_i(x(t)) \leq c(t) \quad (۴)$$

$\boldsymbol{B}_i$: ماتریس معرفی نواحی باری و در دسترس بودن تکنولوژیها در نواحی باری مختلف

c : بردار ظرفیت نصب شده

- محدودیت‌های دینامیک که مقدار متغیرهای فعالیت و یا ظرفیت را در دوره‌های متوالی به یکدیگر مربوط می‌نماید. بعنوان نمونه در محدودیت زیر برای ساخت ظرفیت دوره‌های آتی سقف تعیین شده است.

$$z(t) \leq \gamma z(t-1) + g \quad (۵)$$

$\boldsymbol{\gamma}$: ماتریس قطری پارامترهای رشد

$\boldsymbol{g}$: بردار مقادیر پایه که این امکان را فراهم می‌آورد که متغیرهای z مقدار مثبتی داشته باشند

معادله زیر مصرف سالانه انرژی اولیه دوره قبل را به متغیر ذخیره آن در دوره‌های قبلی مرتبط می‌سازد.

$$s(t) \leq s(t-1) - 5r(t) \quad (۶)$$

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

s: بردار رزرو حاملهای اولیه انرژی

r: بردار مصرف سالانه حاملهای انرژی اولیه

در بخش تقاضا نیز از مدل MAED[1] استفاده شده که تقاضای انرژی مفید آتی را بر مبنای سناریوهای میان مدت و بلند مدت اقتصادی و اجتماعی و افزایش جمعیت و پیشرفتهای تکنولوژیکی پیش بینی می‌نماید. این مدل مصرف ویژه انرژی مورد نیاز (شدت انرژی تقاضا) برای تولیدکالاهای مختلف و خدمات مشخص شده در مدل را به عوامل اقتصادی، اجتماعی و تکنولوژی که بر تقاضا موثرند، مربوط می‌کند. بعنوان مثال تقاضای انرژی مفید سوختهای موتوری، مصارف خاص برق و مصارف ویژه حرارتی در بخشهای کشاورزی و ساخت و تولید از حاصلضرب شدت انرژی تقاضا در ارزش افزوده هر زیربخش بصورت زیر حاصل می‌گردد.

$$US(I) = EI(I) * Y(I) \qquad (۷)$$

US (I): تقاضای انرژی مفید در زیربخش I

EI (I): شدت انرژی مفید در زیربخش I

Y(I): ارزش افزوده در زیربخش I

همچنین تقاضای انرژی نیز به تعداد زیادی طبقه مصارف نهایی تجزیه می‌شود، که هر یک از طبقات به تولید یک محصول مشخص مربوطند. در بخشهای خانگی و خدمات و حمل و نقل نیز تقاضای کالاها و خدمات تابعی از فاکتورهای نرخ رشد جمعیت، ساکنین هر خانه، تعداد وسایل برقی مورد استفاده خانوار، جابجایی مردم و حالات حمل و نقل، بهبود بازده تجهیزات، نفوذ بازار تکنولوژیهای جدید یا فرمهای انرژی و... بوده و روند آتی مورد انتظار برای هر یک از این فاکتورها که به صورت برون زا معرفی می‌شوند، سناریوها را می‌سازند. بعنوان مثال برای پیش بینی تقاضای انرژی مفید پخت و پز در بخش خانگی روستایی، ابتدا باید روند تغییرات جمعیت و رشد مسکن

1. Model for Analysis of Energy Demand

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

این بخش محاسبه گردد تا از حاصلضرب مصرف ویژه پخت و پز برای هر خانوار در تعداد مسکن، مقدار تقاضا در طول دوره پیش بینی حاصل گردد.

$$CKRH = TRDW * CKRDW \quad (۸)$$

TRDW: تعداد مسکن

CKRDW: مصرف ویژه پخت و پز خانوار

CKRH: تقاضای انرژی مفید خانوار روستایی

نقطه آغازین به کارگیری مدل MAED ساخت الگوی مصرف انرژی سال پایه در مدل است وگام بعدی تدوین سناریوهای آینده است که این سناریوها می‌توانند به ۲ زیر سناریو تقسیم شوند.

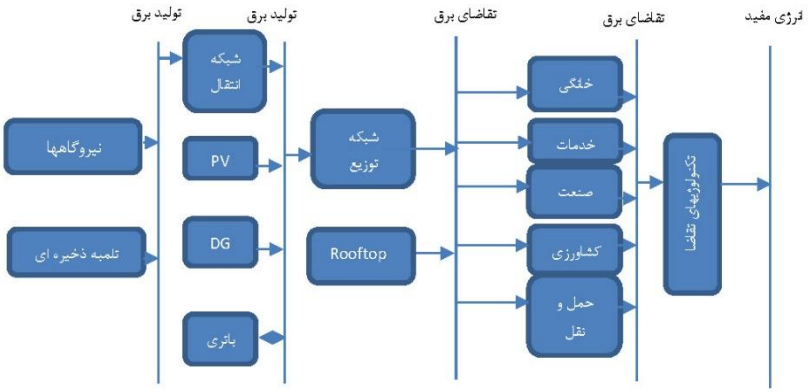
- سناریو اول به سیستم اقتصادی اجتماعی مرتبط بوده و بیانگر ویژگیهای اساسی پیشرفتهای اقتصادی و اجتماعی کشور می‌باشد.
- سناریو دوم نیز وابسته به فاکتورهای تکنولوژیکی اثر گذار برای تقاضای انرژی است، به طور مثال بهبود بازده و تغییرات نفوذ بازار هر یک از انواع فرمهای انرژی

۳. سیستم مرجع انرژی

سیستم مرجع انرژی چارچوبی متشکل از زنجیره‌ی عرضه انرژی است که به تقاضای نهایی (یا مفید) ختم می‌شود. در این مطالعه، لایه‌های مختلف سیستم مرجع انرژی متشکل از منابع اولیه، فرآورش، تبدیل، انتقال، توزیع و مصرف مد نظر قرار می‌گیرند. در لایه اول منابع نفتی قرار دارند که با توجه به شاخصه هایی نظیر سبک و سنگین بودن نفت خام، مشترک و غیر مشترک بودن منبع و قرار داشتن در دریا یا خشکی به ۸ نوع طبقه بندی شده اند. برای تفکیک میادین گازی نیز شاخص هایی نظیر مشترک یا غیر مشترک بودن میادین، گاز ترش و شیرین و نیز واقع شدن منبع در خشکی یا دریا مد نظر قرار گرفته است. در لایه بعدی تکنولوژیهای استخراج و پس از آن تکنولوژیهای انتقال اولیه قرار گرفته اند. نفت و گاز استخراج شده به ترتیب بعنوان ورودی پالایشگاههای نفت خام و گاز در نظر گرفته می‌شود و محصولات تولیدی پالایشگاهها از طریق تکنولوژیهای حمل و نقل نظیر خطوط لوله به مصرف کننده نهایی می‌رسد. در بخش برق نیز، منابع تولید انرژی الکتریکی، که بعنوان

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

ورودی تکنولوژیهای تولید برق تعریف می‌شوند، قرار دارند. منابع تولید برق متشکل از منابع تجدید پذیر (نظیر باد، خورشید، زمین گرمایی، زیست توده و منابع آبی) و سوختهای فسیلی (نظیر نفت کوره، نفت گاز و گاز طبیعی)، ذغالسنگ و اورانیوم می‌باشند. در سطح دوم، انرژی الکتریکی توسط تکنولوژیهای تجدید پذیر، نیروگاههای حرارتی و سایر نیروگاهها تامین می‌شود. در سطح سوم نیز تقاضای برق مصرف کننده نهایی در نظر گرفته شده است که پس از لحاظ تلفات شبکه‌های توزیع و انتقال تامین می‌گردد[1].



شکل ۳. سیستم خلاصه شده مرجع انرژی در بخش برق (طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو,۱۳۹۸)

٤. نمونه‌ای از مفروضات در نظر گرفته شده در لایه تقاضای انرژی مفید

از آنجا که سیستم مرجع انرژی تا لایه تقاضای انرژی مفید گسترش یافته است، لذا انواع مصارف مفید در هر یک از بخشهای مصارف نهایی شناسایی شده و در مدل MESSAGE تعریف شده است.

۱. بدلیل گسترده بودن سیستم مرجع انرژی، امکان نمایش شکل آن در اینجا وجود ندارد و تنها تکنولوژیهای مندرج در سیستم مرجع در بخش برق در شکل نشان داده شده‌اند.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

جدول ۱ بیانگر لایه‌های مصارف مفید تعریف شده در زیر بخشهای مختلف می‌باشد. روبروی هر یک از مصارف مفید، تکنولوژیهای مصارف نهایی تامین کننده تقاضای مفید آن لایه نیز ارائه شده است. برای هر یک از تکنولوژیهای مورد اشاره در جدول ۱ راندمان مشخصی در سال پایه (۱۳۹۳) تعریف شده و پتانسیل ارتقای راندمان آن در حالت اعمال سناریوی مدیریت انرژی در مدل مد نظر قرار گرفته است. بعنوان نمونه، میانگین راندمان پکیج در سال ابتدایی مطالعه در حدود ۸۷ درصد می‌باشد، که در مقایسه با بهترین تکنولوژی پتانسیل ارتقای راندمان در حدود ۱۰ درصد برای آن متصور می‌باشد. لذا راندمان آن در سناریوی روند موجود با صرفه جویی در سال ۱۴۲۰ در حدود ۹۷ درصد درنظر گرفته می‌شود.با توجه به مشارکت پکیج در تامین مصارف مفید بخشهای خانگی و خدمات، انرژی نهایی مصرفی این تجهیز توسط مدل MESSAGE مورد محاسبه قرار می‌گیرد. همچنین لازم به توضیح است که مقادیر تقاضای مفید مولفه‌ها در زیر بخشهای مختلف نیز در مدل MAED برآورد شده و بصورت برونزا در مدل MESSAGE وارد شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

جدول ۱. لایه‌های مصارف مفید و تکنولوژیهای مصارف نهایی در زیربخشهای مختلف

خانگی		خدمات		کشاورزی		صنعت و معدن		حمل و نقل	
لایه مفید	تکنولوژی	لایه مفید	تکنولوژی	لایه مفید	تکنولوژی	لایه مفید	تکنولوژی	لایه مفید	تکنولوژی
گرمایش فضا	گرمایش مرکزی، گرمایش موضعی فسیلی، هیتر برقی و اسپلیت	گرمایش فضا و آبگرم	گرمایش مرکزی، گرمایش موضعی فسیلی، هیتر برقی و اسپلیت	مصارف حرارتی	گرمایش موضعی فسیلی، هیتر برقی	مصارف حرارتی	متناسب با نوع صنعت از بویلر، کوره و یا ترکیبی از هر دو	مسافری درون شهری	سواری، تاکسی، اتوبوس، مینی بوس، قطار، موتورسیکلت و هواپیما
سرمایش فضا	چیلرهای جذبی و تراکمی، کولر آبی و اسپلیت	سرمایش فضا	چیلرهای جذبی و تراکمی، کولر آبی و اسپلیت	مصارف موتوری	--	مصارف خاص برق	--	مسافری برون شهری	
گرمایش آب	گرمایش مرکزی و آبگرمکن موضعی	گرمایش آب	گرمایش مرکزی و آبگرمکن موضعی	مصارف خاص برق	--	مصارف موتوری	--	حمل و نقل بار	قطار، کامیون، تریلی، وانت و کامیونت
مصارف خاص برق	--	سایر مصارف حرارتی	--						
پخت و پز	اجاق گازی و برقی	مصارف خاص برق	--						

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

در جدول فوق فقط به نوع تکنولوژی اشاره شده است. این در حالی است که هر یک از تکنولوژیها با توجه به نوع سوخت مصرفی به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند. بعنوان نمونه در بخش حمل و نقل، برای موتورسیکلت دو نوع موتورسیکلت برقی و بنزینی تعریف شده است. بصورت مشابه برای سایر تکنولوژیها و بخشها نیز وضعیت مشابه می‌باشد. برای برخی مصارف نظیر مصارف خاص تکنولوژی تعریف نشده است و مقادیر آنها بصورت برون زا در مدل در نظر گرفته شده است.

ماخذ: نتایج طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو،۱۳۹۸

جدول ۲. مفروضات سناریویی درخصوص پتانسیل‌های مدیریت انرژی و بدون آن در تکنولوژی‌های گرمایش و سرمایش

	تکنولوژی	راندمان (٪)	پتانسیل ارتقا (درصد)		تکنولوژی	راندمان کنونی (EER) برحسب W/W	پتانسیل ارتقا (درصد)
سیستم‌های گرمایش آب و فضا	سیستم مرکزی آب گرم- رادیاتور	۶۹٪	۱۷٪	سیستم‌های سرمایشی	چیلر جذبی	۰/۷	۱۵۷٪
	سیستم مرکزی آب گرم- فن کوئل	۶۹٪	۱۷٪		چیلر تراکمی	۳/۵	۱۰۰٪
	آبگرم‌کن برقی	۹۰٪	۵٪		کولر گازی، اسپلیت یونیت	۲/۵	۸۰٪
	پکیج گازسوز حرارتی	۸۷٪	۱۰٪		کولر آبی	۳۰	۵۳٪
	پمپ حرارتی (کولر گازی دو منظوره)	EER=۲/۵	۸۰٪		چیلر جذبی موضعی	۰/۷	۱۵۷٪
	بخاری گازی	۶۵٪	۳۰٪		پکیج یونیت	۲/۸۷	۲۲٪
	آبگرم‌کن گازسوز فوری	۶۵٪	۰٪		پنکه	۱۹/۵ درصد	۷۹٪
	بخاری برقی	۸۰٪	۱۹٪		چیلر جذبی خورشیدی	۰/۷	۲۸٪
	بخاری نفتی و علاءالدین	۴۵٪	۰				
	پکیج برقی	۹۰٪	۵٪				
	شومینه گازی	۳۵٪	۰				
	پمپ حرارتی زمین گرمایی	EER=۳/۹					

ماخذ: نتایج طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو،۱۳۹۸

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

۵. محدودیت‌ها و قیود

پس از مدلسازی تکنولوژیها و لایه‌های مختلف در مدل MESSAGE قیود و محدودیتهای مترتب بر آنها در مدل تعریف می‌شود. از آنجا که تمرکز این مقاله بر سمت تقاضا می‌باشد، در این قسمت به اهم قیود و محدودیتهای در نظر گرفته شده در سمت تقاضا اشاره می‌گردد. این قیود عبارتند از:

- قیود نواحی باری: نواحی باری در نظر گرفته شده برای برق شامل ۱۲ ناحیه باری سالانه و ۵ ناحیه باری روزانه می‌باشد. بدین ترتیب هر سال به ۶۰ ناحیه باری تقسیم شده است. همچنین در مدل MESSAGE برای انرژی مفید گرمایشی و سرمایشی نواحی باری تعریف شده است. جزئیات مربوط به نواحی باری در جدول ۳ ارائه شده است.
- کاهش استفاده از فرآورده‌های نفتی برای مصارف حرارتی: استفاده از فرآورده‌های نفتی نظیر گاز مایع، نفت سفید و نفت کوره برای مصارف حرارتی در کلیه بخشهای تقاضا نظیر خانگی، کشاورزی و خدمات بتدریج تا افق ۱۴۰۴ صفر می‌شود
- سقف بالاسری برای حمل و نقل مسافر با قطار و مترو: سقف حمل و نقل مسافر با قطار و مترو از طرح قانون توسعه حمل و نقل عمومی و مدیریت مصرف سوخت مصوب سال ۱۳۸۶ استخراج گردیده است.

جدول ۳. سهم انرژی الکتریکی مصرفی در نواحی باری روزانه و سالانه (درصد)

عنوان		فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
سهم تقاضای برق در ماههای مختلف سال		۷	۸	۱۰	۱۱	۱۱	۱۰	۸	۷	۷	۷	۷	۷
سهم تقاضای انرژی در بازه‌ها از تقاضای انرژی	پیک روز	۹	۱۸	۲۳	۲۳	۲۲	۲۳	۹	۴	۴	۴	۴	۱۳
	پیک شب	۱۰	۹	۹	۹	۹	۹	۱۴	۱۴	۱۰	۱۰	۱۰	۱۴
	میانی روز	۴۵	۳۷	۳۲	۳۴	۳۲	۳۲	۴۱	۴۱	۴۲	۴۲	۴۲	۳۷
	میانی شب	۱۴	۱۳	۱۳	۹	۱۳	۱۳	۱۳	۱۸	۲۳	۲۳	۲۳	۱۳
	پایه	۲۳	۲۳	۲۳	۲۴	۲۴	۲۳	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲

ماخذ: نتایج طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو،۱۳۹۸

- سقف بالاسری برای حمل و نقل مسافر هوایی: تعداد مسافرین جابجا شده توسط حمل و نقل هوایی تا سال ۱۳۹۹ با توجه به سند برنامه ششم توسعه لحاظ شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

- سقف خودروهای برقی در حمل و نقل: فرض شده سهم کل خودروهای برقی از کل خودروهای شخصی مسافری موجود در سال ۱۴۲۰ به ۴ درصد می‌رسد.

٦. سناریوهای تعریف شده

سال پایه پروژه ۱۳۹۳ و دوره پیش بینی آن تا افق ۱۴۲۰ بوده است. در این پژوهش نتایج سناریوی ادامه روند موجود با رشد اقتصادی متوسط سالانه ۴/۲ درصد، در دو حالت با اعمال پتانسیلهای مدیریت انرژی و بدون آن مورد توجه قرار می‌گیرد. پیش بینی داده‌های جمعیتی مورد استفاده در مطالعه نیز درجدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. پیش بینی داده‌های جمعیتی تا افق ۱۴۲۰

سال	جمعیت کل کشور (میلیون نفر)	تعداد خانوار کل کشور (میلیون خانوار)	بعد خانوار شهری (نفر به خانوار)	بعد خانوار روستایی (نفر به خانوار)	بعد خانوار کل کشور (نفر به خانوار)
۱۴۰۰	۸۵/۶۱	۲۵/۳۳	۳/۳۳	۳/۶۰	۳/۳۸
۱۴۰۵	۸۹/۵۹	۲۶/۹۸۶	۳/۲۵	۳/۵۶	۳/۳۲
۱۴۱۰	۹۲/۹۳۵	۲۸/۵۰۸	۳/۱۷	۳/۵۲	۳/۲۶
۱۴۱۵	۹۶/۱۷۶	۳۰/۰۵۵	۳/۰۸	۳/۴۸	۳/۲۰
۱۴۲۰	۹۹/۵۰۴	۲۳/۴۷۶	۳	۳/۴۵	۳/۱۴

ماخذ: طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو،۱۳۹۸

۷. نتایج

گام اول در محاسبه تقاضای نهایی انرژی، محاسبه ورودی مدل MESSAGE در لایه تقاضای انرژی مفید می‌باشد. همانگونه که پیشتر نیز اشاره گردید، تقاضای انرژی مفید در زیر بخشهای مختلف با توجه به فاکتورهای متعددی که در مدل MAED در نظر گرفته شده محاسبه گردیده است. بعنوان مثال مصارف انرژی بخش صنعت در سه دسته مصارف حرارتی مفید، مصارف خاص برق و مصارف موتوری تقسیم بندی می‌گردد. در محاسبه تقاضای حرارتی بخش صنعت اطلاعات موجود در کلیه مطالعات میدانی از کارخانجات نمونه در ۱۱ زیر بخش شامل آلومینیوم، آجر، شیشه، کاشی و

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

سرامیک، روغن نباتی، پتروشیمی، لاستیک، آهن و فولاد، قند و شکر، سیمان و سایر صنایع در دستور کار قرار گرفته است.

جدول ۵. پیش بینی مجموع انرژی مفید در زیربخشهای مختلف تا افق ۱۴۲۰

بخش‌های مختلف	انرژی مفید (مگاواتسال)				
	۱۴۰۰	۱۴۰۵	۱۴۱۰	۱۴۱۵	۱۴۲۰
خانگی	۵۳۳۳۶	۵۸۰۵۵	۶۱۸۳۳	۶۵۹۴۵	۷۰۳۶۰
خدمات	۱۲۰۷۱	۱۳۵۹۸	۱۵۵۶۲	۱۸۱۳۹	۲۲۱۱۸
کشاورزی	۱۷۴۴	۲۰۶۱	۲۴۳۶	۲۸۷۹	۳۴۰۳
صنعت (صرفا حرارتی)	۳۳۹۷۶	۴۱۶۹۵	۵۱۱۶۶	۶۲۷۹۱	۷۷۰۵۵

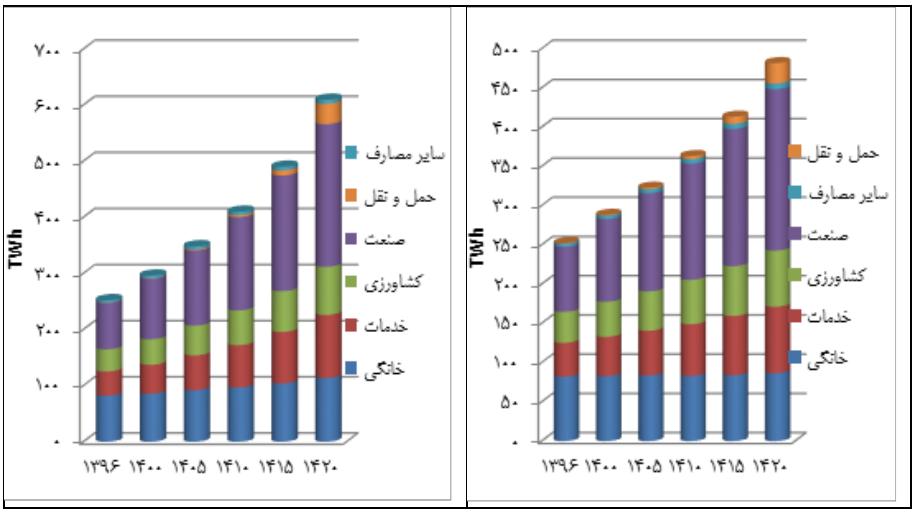
ماخذ: طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو،۱۳۹۸

پس از مدلسازی تکنولوژیها و مصارف مفید در مدل MESSAGE، مدل اجرا شده و نتایج پیش بینی تقاضای انرژی به تفکیک زیر بخشها و حاملهای انرژی مختلف محاسبه شده است که در ادامه بدان اشاره می‌شود.

۱-۷. تحلیل روند تقاضای انرژی الکتریکی در سناریوی ادامه روند موجود به تفکیک بخش‌های مصرف

همانگونه که در شکل ۴ ملاحظه می گردد، تقاضای برق در سناریوهای ادامه روند موجود با صرفه جویی و بدون صرفه جویی بترتیب در انتهای دوره بترتیب به ۴۸۱/۷۱ و ۶۰۹/۶۲ تراواتساعت افزایش می‌یابد و متوسط نرخ رشد سالانه تقاضای برق ۲/۹۶ و ۳/۸۶ درصد است. بررسی روند تقاضای برق در زیربخشها بیانگر آن است که سهم بخش خانگی از تقاضای انرژی الکتریکی در طول دوره پیش بینی کاهش چشمگیری یافته است. بعنوان مثال در سناریوی ادامه روند موجود با صرفه جویی، سهم تقاضای بخش خانگی از ۲۸/۷ درصد در سال ۱۴۰۰ به حدود ۱۷/۹۷ درصد در انتهای دوره کاهش یافته است. در نتیجه با وجود اینکه تقاضای برق در بخش خانگی افزایش یافته ولی سهم تقاضای آن در قیاس با سایر بخشها نزولی است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]



شکل ۴. مقایسه تقاضای برق در سناریوی ادامه روند موجود با صرفه جویی (سمت راست)
با سناریوی بدون صرفه جویی (سمت چپ) (طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو،۱۳۹۸)

علت این موضوع کمتر بودن نرخ رشد تقاضای انرژی الکتریکی در بخش خانگی نسبت به نرخ رشد تقاضای انرژی الکتریکی در سایر بخشها می‌باشد. بعبارت دیگر، بدلیل تاثیر نرخ رشد جمعیت بر تقاضای برق در بخش خانگی، متوسط نرخ رشد تقاضای انرژی الکتریکی در این بخش کمتر از سایر بخشها است. ضمن اینکه در بخشهایی نظیر صنعت و حمل و نقل، سهم تقاضا رشد صعودی را تجربه نموده و بخصوص در بخش حمل و نقل افزایش قابل توجهی بدلیل رشد ضریب نفوذ تکنولوژیهای برقی رخ داده است. مقادیر صرفه جویی در تقاضای انرژی الکتریکی در اثر اعمال مدیریت انرژی در جدول ۶ ارائه شده است. مقایسه تقاضای انرژی الکتریکی در سال ۱۴۲۰ در سناریوهای فوق بیانگر آن است که اقدامات مدیریت انرژی سبب کاهش تقاضای انرژی الکتریکی به میزان ۱۲۷/۹۱ تراواتساعت در انتهای دوره نسبت به وضعیت عدم مدیریت انرژی می‌شود. همچنین نتایج حاکی از آن است که بیشترین میزان کاهش تقاضای برق در اثر اعمال مدیریت انرژی مربوط به بخش صنعت (مشتمل بر زیر بخشهای ساخت و تولید، معدن و ساختمان) و در حدود ۴۸/۸۱ تراواتساعت است و در نتیجه بیشترین سهم پتانسیل کاهش تقاضا در انتهای دوره نیز مربوط به این بخش و معادل با ۳۸/۱۶ درصد می‌باشد. پس از بخش صنعت، بیشترین سهم تقاضا و پتانسیل کاهش

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

آن مربوط به بخشهای خانگی و خدمات است. پتانسیل کاهش تقاضای برق در بخشهای خانگی و خدمات در انتهای دوره بترتیب به ۲۷/۱۰ و ۲۷/۷۸ تراواتساعت بالغ شده که در نتیجه سهم پتانسیل صرفه جویی آن از کل پتانسیل کاهش تقاضا در انتهای دوره به ۲۱/۲ و ۲۱/۷ درصد می‌رسد. پتانسیل کاهش تقاضای انرژی الکتریکی در سال ۱۴۱۰ در بخشهای خدمات، خانگی و صنعت در حدود ۹/۴۴، ۱۳/۶۴ و ۱۸/۱ تراواتساعت و کل پتانسیل آن در حدود ۴۶/۷ تراواتساعت پیش بینی شده است. بصورت مشابه در سال ۱۴۰۰ بخشهای خانگی و صنعت بترتیب با ۲/۶۴ و ۲/۷۵ تراواتساعت، بیشترین میزان پتانسیل کاهش تقاضا را بخود اختصاص داده اند. با افزایش تقاضا، پتانسیل کاهش تقاضای بخش صنعت به ۴۸/۸۱ تراواتساعت در سال ۱۴۲۰ افزایش می‌یابد که متناسب با آن سهم این بخش در کاهش مصرف انرژی به حدود ۳۸/۱۶ درصد ارتقا می‌یابد. بصورت کلی، از ۶۰۹/۶۲ تراواتساعت تقاضای برق در انتهای دوره در سناریوی بدون صرفه جویی، در حدود ۱۲۷/۹۱ تراواتساعت آن قابل صرفه جویی می‌باشد که به تعبیر دیگر، مدیریت انرژی سبب کاهش حدود ۲۱ درصد از تقاضای برق در سال ۱۴۲۰ می‌شود.

جدول ۶. پتانسیل صرفه جویی در مصرف برق

به تفکیک بخشهای مصرف در سناریوی ادامه روند موجود (تراواتساعت)

بخشها	۱۴۰۰	۱۴۰۵	۱۴۱۰	۱۴۱۵	۱۴۲۰
خدمات	۱/۵۹	۵/۱۳	۹/۴۴	۱۶/۲۹	*۲۷/۷۸
خانگی	۲/۶۴	۸/۲۰	۱۳/۶۴	۱۹/۹۸	۲۷/۱۰
حمل و نقل	--	--	--	--	۱۰/۰۵
کشاورزی	۰/۸۵	۲/۸۸	۵/۵۳	۹/۳۲	۱۴/۱۷
صنعت	۲/۷۵	۹/۱۹	۱۸/۱	۳۱/۲۲	۴۸/۸۱
کل	۷/۸۳	۲۵/۳۹	۴۶/۷	۷۶/۸۱	۱۲۷/۹۱

ماخذ: طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو،۱۳۹۸

*: ارقام اعلام شده برای صرفه جویی نشان دهنده تفاوت تقاضا در صورت اعمال مدیریت انرژی و بدون آن است. بعنوان نمونه، رقم صرفه جویی بخش خدمات در سال ۱۴۲۰ معادل با ۲۷/۷۸ تراواتساعت اعلام شده است. این رقم بدین معناست که تقاضای برق بخش خدمات در سال ۱۴۲۰ در سناریوی ادامه روند موجود با صرفه جویی به میزان ۲۷/۷۸ تراواتساعت کمتر از سناریویی است که در آن مدیریت انرژی در نظر گرفته نشده است. ارقام تقاضای برق

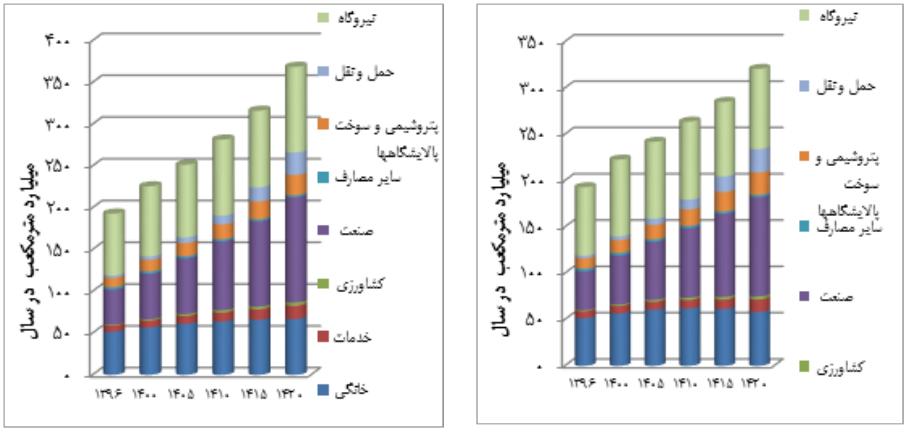
[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

بخش خدمات در انتهای دوره نیز بترتیب معادل با ۸۴/۶۴ و ۱۱۲/۴۲ تراواتساعت می‌باشد که اختلاف آنها موید این مطلب است.

۲-۷. تحلیل روند تقاضای گاز طبیعی در سناریوی ادامه روند موجود به تفکیک بخشها

همانگونه که در شکل ۵ ملاحظه می‌گردد، متوسط نرخ رشد سالانه تقاضای گاز طبیعی در سناریوهای ادامه روند موجود با صرفه جویی و بدون صرفه جویی بترتیب ۲/۵۸ و ۳/۱۱ درصد است و تقاضای آن در انتهای دوره بترتیب به ۳۲۰/۸ و ۳۶۸/۶۴ میلیاردمترمکعب افزایش می‌یابد. مقادیر صرفه جویی در تقاضای گاز طبیعی در اثر اعمال مدیریت انرژی در جدول ۷ ارائه شده است. مقایسه تقاضای گاز طبیعی در سال ۱۴۲۰ در سناریوهای فوق بیانگر آن است که اقدامات مدیریت انرژی سبب کاهش تقاضای گاز طبیعی به میزان ۴۷/۸۴ میلیارد مترمکعب در انتهای دوره نسبت به وضعیت عدم مدیریت انرژی می‌شود. اعداد مربوط به سال ۱۴۲۰ در جدول ۷ حاکی از آن است که بیشترین میزان کاهش تقاضای گاز طبیعی در اثر اعمال مدیریت انرژی مربوط به بخش صنعت (مشتمل بر زیر بخشهای ساخت و تولید، معدن و ساختمان) و در حدود ۱۸/۹۱ میلیارد مترمکعب است و در نتیجه بیشترین سهم پتانسیل کاهش تقاضا در انتهای دوره نیز مربوط به این بخش و معادل با ۳۹/۵۳ درصد می‌باشد. پس از بخش صنعت، بیشترین سهم تقاضا و پتانسیل کاهش آن مربوط به بخشهای نیروگاهی و خانگی است. پتانسیل کاهش تقاضای گازطبیعی در بخشهای نیروگاهی و خانگی در انتهای دوره بترتیب به ۱۵/۸۲ و ۸/۷ میلیارد مترمکعب بالغ شده که در نتیجه سهم پتانسیل صرفه جویی این بخشها از کل پتانسیل کاهش تقاضا در انتهای دوره بترتیب به ۳۳/۰۶ و ۱۸/۲ درصد می‌رسد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]



شکل ۵. مقایسه تقاضای گاز طبیعی در سناریوی ادامه روند موجود با صرفه جویی (سمت راست) با سناریوی بدون صرفه جویی (سمت چپ) (طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو,۱۳۹۸)

البته لازم به ذکر است که حصول این پتانسیل صرفه جویی در مصرف گاز طبیعی به عنوان سوخت نیروگاهها مستلزم توسعه نیروگاههای پیشرفته راندمان بالا و دستیابی به ترکیب بهینه نیروگاهی است.

پتانسیل کاهش تقاضای گازطبیعی در سال ۱۴۱۰ در بخشهای خدمات، خانگی و صنعت و نیروگاهی در حدود ۱/۵۹، ۱/۸۳، ۷/۴۲ و ۶/۷۵ میلیارد مترمکعب و کل پتانسیل آن در حدود ۱۷/۸۳ میلیارد مترمکعب پیش بینی شده است. بصورت مشابه در سال ۱۴۰۰ بخشهای نیروگاهی و صنعت بترتیب با ۰/۹۷ و ۱/۵۹ میلیارد مترمکعب، بیشترین میزان پتانسیل کاهش تقاضا را بخود اختصاص داده اند. با افزایش تقاضا، پتانسیل کاهش تقاضای بخش صنعت به ۱۸/۹ میلیارد مترمکعب در سال ۱۴۲۰ افزایش می‌یابد که متناسب با آن سهم این بخش در کاهش مصرف انرژی به حدود ۳۹/۵۳ درصد ارتقا می‌یابد. بصورت کلی، از ۳۶۸/۶۴ میلیاردمترمکعب تقاضای گازطبیعی در انتهای دوره در سناریوی بدون صرفه جویی، در حدود ۴۷/۸۴ میلیارد مترمکعب آن قابل صرفه جویی می‌باشد که به تعبیر دیگر، مدیریت انرژی سبب کاهش حدود ۱۳ درصد از تقاضای گازطبیعی در سال ۱۴۲۰ می‌شود. تقاضای گاز طبیعی در بخش حمل و نقل نیز تا انتهای افق ۱۴۱۰ در هر دو سناریو یکسان بوده و پس از آن و با افزایش ضریب نفوذ تاکسی و اتوبوسهای گاز سوز در هر دو سناریو افزایش

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

می‌یابد. در سناریوی با صرفه جویی و بدلیل ارتقای راندمان تکنولوژیها، مصارف گاز طبیعی کمتر از سناریوی بدون صرفه جویی می‌باشد که بدین ترتیب سبب ایجاد پتانسیل مدیریت انرژی معناداری از سال ۱۴۱۵ به بعد در بخش حمل و نقل شده است.

جدول ۷. پتانسیل صرفه جویی در مصرف گاز طبیعی در سناریوی ادامه روند موجود (میلیارد مترمکعب)

بخشها	۱۴۰۰	۱۴۰۵	۱۴۱۰	۱۴۱۵	۱۴۲۰
خدمات	۰/۲۱۸	۰/۷۳۳	۱/۵۹۲	۲/۳۷۹	۲/۱۵۹
خانگی	۰/۰۹	۰/۶۲۴	۱/۸۲۹	۴/۴۶۳	۸/۷۰۱
حمل و نقل	--	--	--	۰/۱۹۱	۱/۵۸
کشاورزی	--	۰/۱۳۸	۰/۲۶۴	۰/۴۴۵	۰/۶۷۷
صنعت	۱/۵۹	۳/۹۸	۷/۴۱۷	۱۲/۲۹۹	۱۸/۹۱
نیروگاهی	۰/۹۷۲	۴/۱۸۶	۶/۷۴۶	۱۱/۲۲۹	۱۵/۸۱۹
کل	۲/۸۵	۹/۶۴	۱۷/۸۳	۳۱	۴۷/۸۴

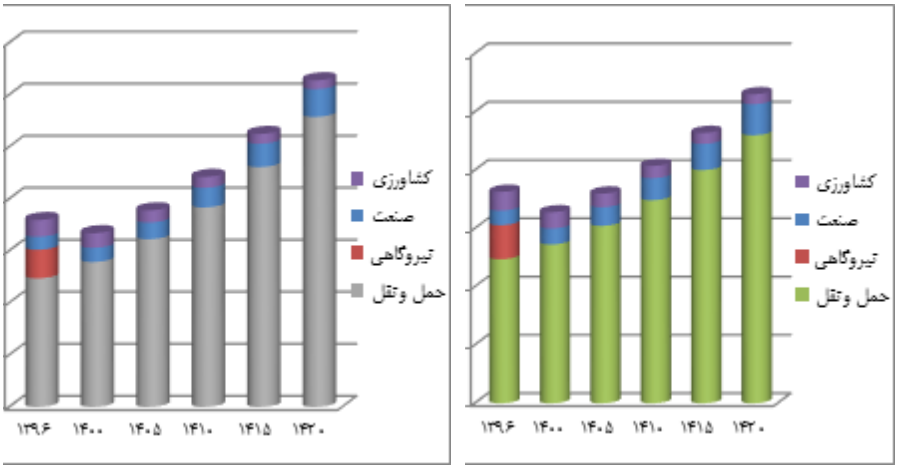
ماخذ:طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو,۱۳۹۸

۳-۷. تجزیه و تحلیل نتایج پیش بینی تقاضای فرآورده‌های نفتی

طبق نتایج حاصله، تقاضای برخی فرآورده‌های نفتی در افق میان مدت و بلند مدت کاهش می‌یابد. بعنوان نمونه، نرخ رشد تقاضای گاز مایع منفی و در حدود ۱۰ -درصد است و تقاضای آن در انتهای دوره به مقدار ناچیزی کاهش می یابد. دلیل اصلی کاهش تقاضای گاز مایع، کاهش تامین تقاضای مصارف حرارتی بوسیله فرآورده‌های نفتی و جایگزینی آن با گاز طبیعی می‌باشد. نفت سفید همانند گاز مایع با کاهش تقاضا روبرو می‌باشد و تقاضای آن در انتهای دوره بسیار ناچیز و در حدود ۰/۰۱ میلیون مترمکعب است. با وجود کاهش تقاضای گاز مایع و نفت سفید، سایر فرآورده‌های نفتی نظیر نفت کوره، سوخت هوایی، بنزین و گازوئیل بدلیل افزایش تقاضای خدمات در بخش حمل و نقل، با افزایش تقاضا روبرو می‌باشند. بر طبق نتایج حاصله تقاضای گازوئیل بدلیل رشد تقاضای خدمات در بخش حمل و نقل، از رشد سالانه بترتیب در حدود ۱/۳۶ و ۲ درصد در سناریوهای ادامه روند موجود با صرفه جویی و بدون صرفه جویی برخوردار است. تقاضای گازوئیل در بخش صنعت صعودی است و در انتهای دوره به ۵/۳۴ میلیون مترمکعب در

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

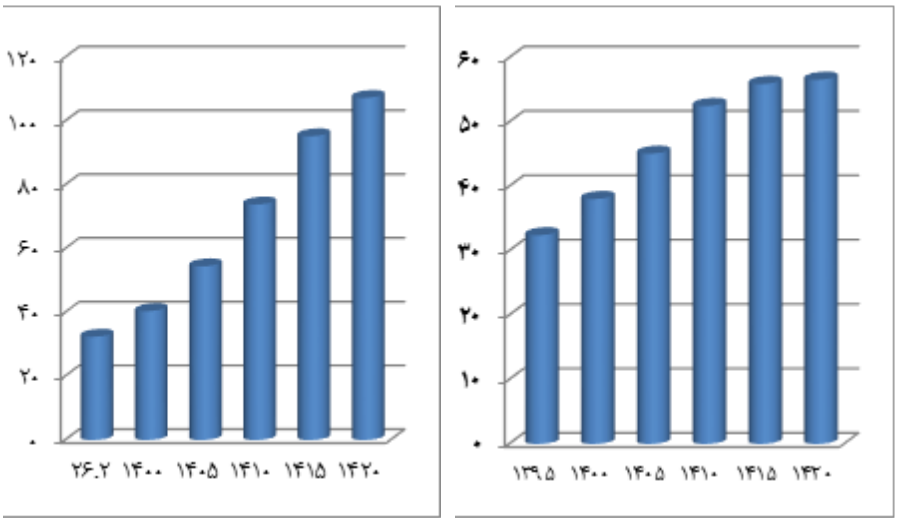
سال بالغ می‌شود. مصرف گازوئیل در بخش کشاورزی در طی زمان از روند نزولی برخوردار می‌باشد و فاقد پتانسیل کاهش تقاضا است.



شکل ۶. مقایسه تقاضای گازوئیل در سناریوی ادامه روند موجود با صرفه جویی (سمت راست) با سناریوی بدون صرفه جویی (سمت چپ) (طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو,۱۳۹۸)

با توجه به اینکه پتانسیل کاهش تقاضای گازوئیل در انتهای دوره در حدود ۹/۷۷ میلیون مترمکعب می‌باشد، در نتیجه از ۶۱ میلیون مترمکعب تقاضای گازوئیل در سناریوی بدون صرفه جویی در انتهای دوره در حدود ۱۶ درصد آن از طریق مدیریت انرژی قابل جبران است. بر طبق نتایج حاصله، تقاضای بنزین بدلیل رشد تقاضای خدمات در بخش حمل و نقل، از رشد سالانه بترتیب در حدود ۲/۷ و ۵/۱ درصد در سناریوهای ادامه روند موجود با صرفه جویی و بدون صرفه جویی برخوردار است. همانند گازوئیل، بنزین نیز بدلیل رشد تقاضای خدمات در بخش حمل و نقل، با افزایش تقاضا روبرو می‌باشد. با توجه به اینکه پتانسیل کاهش تقاضای بنزین در افق ۱۴۲۰ در حدود ۵۱ میلیون مترمکعب است، در نتیجه ۴۸ درصد از تقاضای ۱۰۷ میلیون مترمکعبی بنزین در حالت بدون صرفه جویی از طریق مدیریت انرژی قابل جبران است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]



شکل ۷. مقایسه تقاضای بنزین در سناریوی ادامه روند موجود با صرفه جویی (سمت راست) با سناریوی بدون صرفه جویی (سمت چپ) (طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو،۱۳۹۸)

تقاضای سوخت هوایی با روند افزایشی روبرو است و در انتهای دوره به حدود ۶/۵ و ۷/۰۸ میلیون مترمکعب افزایش یافته است. پتانسیل کاهش تقاضای سوخت هوایی در افق ۱۴۲۰ به ۰/۵۸ میلیون مترمکعب بالغ می‌شود که سهم آن از تقاضای بدون صرفه جویی معادل با ۹ درصد می‌باشد.

٤-۷. مقایسه پتانسیل مدیریت انرژی به تفکیک حاملهای انرژی و بخشهای مصرف کننده

با توجه به پتانسیل کاهش تقاضا در جداول پیشین، خلاصه‌ای از پتانسیل کاهش تقاضا در بخشهای مختلف در سال ۱۴۲۰ در جدول ۸ ارائه شده است. برای سهولت مقایسه بین بخشها، اعداد پتانسیل کاهش تقاضا به واحد میلیون بشکه معادل نفت خام تبدیل شده است. بر طبق ارقام ارائه شده در جدول ۸، بیشترین پتانسیل کاهش تقاضا مربوط به گاز طبیعی و در حدود ۲۹۷/۵۴ میلیون بشکه معادل نفت خام می‌باشد که در حدود ۹۷/۳۹ میلیون بشکه معادل نفت خام آن مربوط به بخش نیروگاهی است. در واقع مدیریت عرضه و تقاضای برق سبب کاهش تقاضای گاز طبیعی مصرفی نیروگاه شده است. چنانچه صرفا پتانسیل کاهش تقاضای نهایی مد نظر باشد، سهم پتانسیل برق و

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

گاز طبیعی بترتیب معادل با ۱۲ و ۳۳ درصد است. اما با در نظر گرفتن پتانسیل نیروگاهی، برق و گاز طبیعی بترتیب سهمی معادل با ۱۱و ۴۲ درصد در کاهش تقاضا دارند.

جدول ۸. مقایسه پتانسیل صرفه جویی انرژی در بخشهای مختلف
در سناریوی ادامه روند موجود در افق ۱۴۲۰ (میلیون بشکه معادل نفت خام)

بخشها	برق	گاز طبیعی	بنزین	گازوئیل	سوخت هوایی
خانگی	۱۵/۹۴	۵۳/۵	--	--	
خدمات	۱۶/۳۴	۱۳/۲۹	--	--	
صنعت	۲۸/۷۲	۱۱۷/۲۴	--	--	
حمل و نقل	۵/۹۱	۱۱/۹۳	۲۷۸/۸۴	۶۰/۳۲	۳/۳۴
کشاورزی	۸/۳۴	۴/۱۷	--	--	
نیروگاهی	--	۹۷/۳۹	--	--	
مجموع پتانسیل صرفه جویی انرژی برای هر حامل انرژی	۷۵/۲۵	۲۹۷/۵۴	۲۷۸/۸۴	۶۰/۳۲	۳/۳۴
کل پتانسیل صرفه جویی انرژی با احتساب پتانسیل نیروگاهی	۷۱۵/۲۹				
کل پتانسیل صرفه جویی انرژی بدون احتساب پتانسیل نیروگاهی	۶۱۷/۹				
سهم پتانسیل صرفه جویی انرژی با احتساب پتانسیل نیروگاهی(درصد)	۱۰/۵	۴۱/۶	۳۸/۹۸	۸/۴	۰/۵
سهم پتانسیل صرفه جویی انرژی بدون احتساب پتانسیل نیروگاهی(درصد)	۱۲/۲	۳۲/۳۹	۴۵/۱	۹/۷۶	۰/۵

ماخذ: طرح جامع انرژی پژوهشگاه نیرو،۱۳۹۸

۸. جمع‌بندی و نتیجه گیری

در مقاله حاضر و بر مبنای بکارگیری مدل انرژی MESSAGE، دو سناریو ادامه روند موجود با صرفه جویی و بدون آن مد نظر قرار گرفته است. مقایسه دو سناریو پتانسیل مدیریت انرژی را به تفکیک زیر بخشهاو حاملهای مختلف انرژی تبیین می‌نماید. مقایسه پتانسیل مدیریت انرژی حاکی از آن است که بیشترین پتانسیل کاهش به گازطبیعی و بنزین مربوط می‌باشد و برق و گازوئیل در جایگاه بعدی قرار می‌گیرند. پتانسیل کاهش تقاضای بنزین عمدتا مربوط به بخش حمل و نقل است که در سال ۱۴۲۰ معادل با ۲۸۸ میلیون بشکه معادل نفت خام می‌باشد. این مقدار ۴۸ درصد از تقاضای بنزین در حالت بدون صرفه جویی را تشکیل می‌دهد که نشان دهنده تاثیر قابل توجه بهبود کارایی تجهیزات حمل و نقل در کاهش تقاضای آن می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج حاصله، کل پتانسیل

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

مدیریت تقاضای انرژی در انتهای دوره در حدود ۷۱۵ میلیون بشکه معادل نفت خام است که بدین ترتیب پتانسیل مدیریت انرژی بنزین سهم ۳۹ درصدی از آن را بخود اختصاص می‌دهد.

مدیریت تقاضای گازطبیعی بخصوص در بخشهای خانگی، صنعت و بخش نیروگاهی نیز حایز اهمیت می‌باشد. تقاضای گازطبیعی در انتهای دوره در سناریوهای ادامه روند موجود با صرفه جویی و بدون آن بترتیب به ۳۲۰/۸ و ۳۶۸/۶۴ میلیاردمترمکعب افزایش می‌یابد که مابالتفاوت آن معرف پتانسیل قابل توجه گازطبیعی در حدود ۴۸ میلیارد مترمکعب است. در بخش خانگی، بیشترین پتانسیل مربوط به مولفه‌های گرمایش آب و فضا می‌باشد. در بخش صنعت نیز عمده تامین حرارت از طریق گازطبیعی تامین می‌شود و مدیریت انرژی در این بخش عمدتا به ارتقای راندمان کوره و بویلر مربوط می‌باشد که پتانسیل کاهش قابل توجهی در حدود ۱۱۷ میلیون بشکه در انتهای دوره را بخود اختصاص می‌دهند. ضمن اینکه در انتهای دوره بیشترین پتانسیل کاهش تقاضای گازطبیعی مربوط به بخش صنعت است که سهمی در حدود ۳۹ درصد از پتانسیل گازطبیعی را به خود اختصاص داده است.

به‌صورت مشابه در بخش برق نیز، بیشترین میزان کاهش تقاضای برق در اثر اعمال مدیریت انرژی مربوط به بخش صنعت (مشتمل بر زیر بخشهای ساخت و تولید، معدن و ساختمان) و در حدود ۴۸/۸۱ تراواتساعت است و در نتیجه بیشترین سهم پتانسیل کاهش تقاضای بخشی از پتانسیل بخش برق در انتهای دوره نیز مربوط به بخش صنعت و معادل با ۳۸/۱۶ درصد می‌باشد.

منابع

دانشگاه استنفورد (۱۳۴۹ و ۱۳۵۶). برنامه بلندمدت بخش انرژی (مطالعات طرح جامع انرژی).

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی (۱۳۹۴)، گزارش «بررسی پیرامون کلیه مطالعات پیشین در خصوص برنامه ریزی انرژی در کشور»، پروژه "مطالعات جامع و یکپارچه برنامه ریزی کلان انرژی کشور در افق سی ساله"، کارفرما: شرکت توانیر، ناظر: دفتر برنامه ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی وزارت نیرو

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش « بررسی مطالعات پیشین و ادبیات معاصر در زمینه برنامه‌ریزی، سیاستگذاری، اقتصاد و دیپلماسی انرژی در جهان»

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش « بررسی اسناد بالادستی، قوانین و سیاستهای کلان کشور و استخراج پتانسیلها، الزامات، سیاستها و محدودیتهای حاکم بر برنامه ریزی، سیاستگذاری، اقتصاد و دیپلماسی انرژی کشور»

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش « تبیین ساختار،اهداف، مفروضات، سیاستها و قلمرو زمانی، مکانی، موضوعی و جغرافیایی پروژه»

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش« تکمیل شناسایی انواع تکنولوژیهای انرژی از مصارف نهایی تا مصارف انرژی مفید در بخش خانگی و خدمات و اطلاعات آن»

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش «تکمیل شناسایی انواع حاملها و تکنولوژیهای انرژی از منابع اولیه تا مصارف نهایی در حوزه برق و تامین اطلاعات مورد نیاز این بخش بر اساس ساختار داده مدل عرضه منتخب (Message)»

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش «منابع آبی و مشخصات فنی و اقتصادی نیروگاههای برقابی »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش «تکمیل شناسایی انواع حاملها و تکنولوژیهای انرژی از منابع اولیه تا مصارف نهایی در حوزه انرژی زمین گرمایی»

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش «تکمیل شناسایی انواع حاملها وتکنولوژیهای انرژی ازمنابع اولیه تامصارف نهایی درحوزه زیست توده وتامین اطلاعات موردنیازاین بخش براساس ساختارداده مدل عرضه منتخب »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش «منابع اولیه در حوزه زغال‌سنگ و تامین اطلاعات مورد نیاز مدل MESSAGE در این بخش »

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش «منابع اولیه در حوزه انرژی هسته‌ای و تامین اطلاعات مورد نیاز مدل MESSAGE در این بخش »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش «تکمیل شناسایی انواع حاملها و تکنولوژیهای انرژی از منابع اولیه تا مصارف نهایی در حوزه انرژی بادی و تامین اطلاعات مورد نیاز این بخش براساس ساختار داده مدل عرضه منتخب Message »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۴)، گزارش «تکمیل شناسایی انواع حاملها و تکنولوژیهای انرژی از منابع اولیه تا مصارف نهایی در حوزه انرژی خورشیدی و تامین اطلاعات مورد نیاز این بخش بر اساس ساختار داده مدل عرضه منتخب(Message) »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی (۱۳۹۴)، گزارش «بررسی بخش هیدروژن و تامین اطلاعات فنی و اقتصادی مربوطه بر اساس ساختار آن در سیستم عرضه انرژی کشور»

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۵)، گزارش «شناسایی انواع تکنولوژیهای انرژی از منابع تا مصارف نهایی در بخشهای نفت و گاز »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۵)، گزارش «تکمیل شناسایی انواع تکنولوژیهای انرژی از مصارف نهایی تا مصارف انرژی مفید در بخش صنعت»

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۵)، گزارش «تکمیل شناسایی انواع تکنولوژیهای انرژی از مصارف نهایی تا مصارف انرژی مفید در بخش کشاورزی »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۵)، گزارش «پیش‌بینی جمعیت کشور تا سال ۱۴۲۰ »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۵)، گزارش «محاسبه پارامترهای ورودی ماژول انرژی مدل MAED در سال پایه (۱۳۹۰) در بخش کشاورزی »

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۵)، گزارش «متدلوژی و محاسبه پارامترهای ورودی ماژول انرژی مدل MAED در سال پایه (۱۳۹۰) در بخشهای ساخت‌وتولید، معدن و ساختمان »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۶)، گزارش «تکمیل شناسایی انواع تکنولوژیهای انرژی از مصارف نهایی تا مصارف مفید بخش حمل و نقل »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۶)، گزارش «تأمین اطلاعات پارامترهای ورودی و پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش حمل و نقل بر مبنای مدل MAED »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۶)، گزارش «پیش‌بینی تقاضای انرژی مفید در بخش کشاورزی تا سال ۱۴۲۰ »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۶)، گزارش «پیش بینی پارامترهای ورودی نرم افزار MAED و تقاضای انرژی مفید در بخشهای ساخت و تولید، معدن و ساختمان »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۵)، گزارش «محاسبه پارامترهای ورودی ماژول انرژی مدل MAED در سال پایه (۱۳۹۰) در بخش خدمات »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی (۱۳۹۶)، گزارش «پیش‌بینی پارامترهای ورودی نرم‌افزار MAED و تقاضای انرژی مفید در بخش خدمات تا سال ۱۴۲۰»

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۵)، گزارش «محاسبه پارامترهای ورودی ماژول انرژی مدل MAED در سال پایه (۱۳۹۰) در بخش خانگی »

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۶)، گزارش «پیش بینی تقاضای انرژی مفید در زیربخش خانگی تا سال ۱۴۲۰»

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۸)، گزارش «بررسی و تجزیه و تحلیل نتایج اجرای مدلها در حوزه انرژی کشور در سناریوهای مرجع و منتخب»

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۹۸)، گزارش« چشم انداز انرژی ایران»

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]

پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه مدیریت انرژی(۱۳۸۴)، گزارشات پروژه « پتانسیل سنجی و مدیریت بار مشترکین گروههای مختلف تحت پوشش شرکت برق منطقه‌ای یزد»

صفاریان، علی، محمدی اردهالی، مرتضی (۱۳۸۷). تدوین سیستم انرژی مرجع و توسعه ی مدل برنامه ریزی انرژی الکتریکی کشور. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال پنجم، شماره۱۹

قانون توسعه حمل و نقل عمومی و مدیریت مصرف سوخت مصوب سال ۱۳۸۶

https://rc.majlis.ir/fa/law/show/128366

Doukas, H., Patlitzianas, K. D., Kagiannas, A. G. (2008). "Energy Policy Making: An Old Concept or a Modern Challenge?".Energy Sources, Part B, 3:362–371.

International Atomic Energy Agency (2006). Model for Analysis of Energy Demand (MAED-2) user manual

International Atomic Energy Agency (2007). Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts User Manual

International Atomic Energy Agency (2007). Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts user manual

Krog Louise, Sperling Karl (2019). A comprehensive framework for strategic energy planning based on Danish and international insights. Energy Strategy Reviews

Schrattenholzer, Leo (1981). The Energy Supply Model MESSAGE. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria (http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/1542/1/RR-81-031.pdf)

Sorrell Steve (2015). Reducing energy demand: A review of issues, challenges and approaches. Renewable and Sustainable Energy Reviews 47(2015)74–82

Subhes C. Bhattacharyyaand, Govinda R. Timilsina (2010). "A review of energy system models", International Journal of Engineering Sciences and Management, Vol. 4 No. 4.

Subhes C. Bhattacharyyaand, Govinda R. Timilsina. "Energy Demand Models for PolicyFormulation: A Comparative Study of Energy Demand Models", Policy Research working paper ; no. WPS 4866

The World Bank(2010). Development Research Group, Environment and Energy Team.

http://riemp.ut.ac.ir/modeling-nems,energy2000,ideas.htm

http://www.iea-etsap.org

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-07-10]