

## بررسی تحلیلی سیاست‌ها و برنامه‌های اصلاح الگوی مصرف و تأثیر اجرای آن‌ها بر شدت انرژی در ایران

علی مبینی دهکردی<sup>۱</sup>

حامد حوری جعفری<sup>۲</sup>

### چکیده

لزوم مدیریت مصرف انرژی در طرف عرضه و تقاضای انرژی و تأثیر آن در ارتقای کارایی انرژی بر کسی پوشیده نیست و فاصله شاخص‌های مهم ارزیابی مصرف انرژی در کشور ایران با سطح استاندارد جهانی خود مبین این موضوع است. در این میان، اعمال سیاست‌هایی که رفتار مصرف‌کننده نهایی را اصلاح کند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی یکی از مهم‌ترین قوانینی است که شامل سیاست‌ها و برنامه‌های غیرقیمتی است که اعمال آن نقش بسزایی در افزایش کارایی سیستم انرژی، کاهش میزان مصرف انرژی و کاهش آلودگی دارد. در مقاله حاضر، جایگاه ایران از نظر میزان شدت انرژی و روند تغییرات آن در جهان، الزامات اجرایی قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی، ابعاد و رویکردهای اجرایی این قانون با هدف کاهش شدت انرژی به تفصیل بررسی شده است. در پایان، تأثیر تحقق کامل این قانون بر شدت مصرف انرژی ارائه شده است. به‌عنوان یک نتیجه اساسی، اصلاح الگوی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف، ارتقای سطح فناوری‌های حوزه انرژی و اعمال راهکارهای تشویقی و تنبیهی پیش‌بینی شده در قانون مذکور می‌تواند تأثیر چشمگیری در کاهش شدت انرژی کشور داشته باشد و به افزایش بهره‌وری کمک کند.

واژگان کلیدی: سیستم انرژی، شدت انرژی، قانون اصلاح الگوی مصرف (۱۳۷۰)، کارایی انرژی.

### مقدمه

تأثیرگذار سیاست‌گذاری و اجرا نشان می‌دهد (Griffiths, 2017). پیش‌تر نیز، تایلوک و همکاران پیرامون مدیریت انرژی تحت سیاست و فناوری غیرقابل اطمینان (در شرایط عدم اطمینان سیاست و فناوری) مطالعه‌ای انجام داده‌اند که در آن با استفاده از یک رویکرد تصادفی چندشاخصه به کاربران این امکان را می‌دهند تا اولویت‌های طرح‌های مختلف مربوط به عملکرد فناوری را ارزیابی کنند (Tylock et al., 2012).

واندرشورن و همکاران پژوهشی درباره مدیریت تقاضای انرژی

به‌طور کلی بررسی تأثیر اجرای سیاست‌ها و برنامه‌های حوزه مدیریت انرژی، نقش مهمی در اندازه‌گیری میزان اثربخشی آن‌ها و ارتقای شاخص‌های کارایی انرژی در سیستم انرژی هر کشور دارد. اخیراً مطالعات گسترده‌ای بر روی مدل‌های اعمال سیاست‌های کلان مدیریت انرژی در دنیا صورت گرفته است. گریفیتس مطالعه‌ای درباره بررسی و ارزیابی سیاست‌های انرژی در خاورمیانه و شمال آفریقا انجام داده است. این مطالعه ارزیابی و چشم‌انداز سیاست‌های انرژی را در چارچوب عوامل

۱. عضو هیئت علمی دانشگاه تهران، دانشکده کارآفرینی.

۲. عضو هیئت علمی مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی (نویسنده مسئول): h\_jafari@iies.net

تحلیل مقایسه‌ای مصرف انرژی داخلی در سطح روستایی در مناطق ساحلی و مناطق پر از تپه و دشت، با توجه به تغییرات منطقه‌ای و فصلی، پرداختند (Ramachandra et al., 2000). مونازینگ درباره مدیریت کارآمد انرژی در کشورهای در حال توسعه تحقیق کرد و بر اهمیت برنامه‌های ملی یک‌پارچه انرژی و تحلیل سیاست‌ها تأکید کرد (Munasinghe, 1992). همچنین در ایران، امید و همکارانش تحقیقی در خصوص الگوی مصرف انرژی و معیار انتخاب ساختمان سبز در ایران، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، انجام دادند. آنان در این مقاله، درجه کارایی فنی و کارایی مقیاسی (وزنی) ساختمان‌های سبز منتخب در ایران را بررسی و فرایند صحت‌گذاری داده‌های انرژی و فرایند سبز بودن را تشریح کردند (Omid et al., 2011). صادق زاده نیز در مطالعه‌ای به بررسی برنامه بهره‌وری انرژی برای زیربخش‌های ساختمان پرداخت و جریان انرژی را، از نقطه‌ای که انرژی نهایی به مشتری تحویل داده می‌شود تا نقطه‌ای که انرژی مفید وجود دارد، و خدمات انرژی‌ای که ارائه می‌شود، بررسی کرد (Zadeh, 2007) مبینی دهکردی و حوری جعفری وضعیت نامطلوب شدت انرژی در کشور و مصرف بی‌رویه حامل‌های انرژی را ترسیم کردند و بر اهمیت و لزوم اجرای طرح جامع انرژی کشور با رویکرد اصلاح الگوی مصرف انرژی تأکید کردند. همچنین راهبردهای کلان مدیریت عرضه و تقاضای انرژی را بر مبنای ساختار سیاسی - اقتصادی کشور ارائه کردند (مبینی دهکردی و حوری جعفری، ۱۳۸۹).

باتوجه به مطالعات بالا، ضروری است بررسی جامع‌تری در خصوص سیاست‌ها و برنامه‌های حوزه انرژی در کشور صورت گیرد و تأثیر اجرای آن‌ها بر شاخص‌های کلان انرژی مطالعه شود. در این خصوص، قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی از مهم‌ترین قوانین حوزه مدیریت انرژی در کشور است که در مقاله حاضر الزامات اساسی و تأثیر اجرای صحیح آن در سیستم انرژی کشور بررسی شده است. در این مقاله، در بخش‌های یک و دو، به ترتیب بیان مسئله و ضرورت انجام پژوهش تشریح شده سپس، در بخش سه، جایگاه ایران در جهان از نظر شاخص‌های مصرف انرژی و کارایی انرژی بررسی شده و در بخش چهار الزامات قانون اصلاح الگوی مصرف، رویکردها و ابعاد اجرایی این قانون به طور کامل تحلیل شده است. در بخش پنج، سیاست‌ها، برنامه‌ها و راهکارهای اجرایی لازم برای تحقق هرچه بهتر اهداف این قانون و تأثیر اجرای آن‌ها بر شدت انرژی بررسی شده و در انتها نتیجه‌گیری شده است.

## ۱. بیان مسئله

با عنایت به محدودیت منابع فسیلی و مسائل زیست‌محیطی مطرح در جهان، امروزه تحقیقات وسیعی در خصوص سیاست‌گذاری‌ها در عرصه مصرف، بهره‌وری، بهینه‌سازی انرژی و تغییر الگوی مصرف انرژی در سراسر جهان صورت گرفته است. کشورهای توسعه‌یافته به سرعت در حال پیاده‌سازی راهکارهای موجود و ارائه روش‌های جدید

انجام دادند. آن‌ها سیاست‌های مختلف مدیریت انرژی در بخش حمل‌ونقل اروپا را بررسی کردند و نشان دادند که فرهنگ مصرف و قیمت سوخت تأثیر چشمگیری در مدیریت انرژی این بخش دارد (Vanderschuren et al., 2010). کای و همکاران پژوهش مشابهی درباره مدیریت انرژی در صنعت تولید مکانیکی از طریق توسعه معیار (صحت‌گذاری) انرژی چند هدفه انجام داده‌اند. ایشان دریافتند که، با اعمال روش‌های مدیریت انرژی، حداقل به میزان ۲۱/۳ درصد پتانسیل صرفه‌جویی انرژی در بخش صنعت وجود دارد (Cai et al., 2017). در همین موضوع، چن و همکاران پژوهشی پیرامون سیاست‌های توسعه انرژی تجدیدپذیر و آنالیز مقایسه‌ای SWOT (نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها) برای ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر در ژاپن، کره جنوبی و تایوان به انجام رساندند. این پژوهش پتانسیل گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر را در کشورهای مزبور شناسایی کرد و لزوم همکاری روزافزون این کشورها در بخش انرژی داخلی و رقابت در بازار جهانی انرژی را، در دوران پس از حادثه اتمی فوکوشیما، پررنگ‌تر ساخت (Chen et al., 2014). تاناکا مطالعه‌ای درباره سیاست‌ها و اندازه‌گیری بهره‌وری انرژی در بخش صنعت انجام داد. وی با بررسی بیش از سیصد سیاست که در کشورهای مختلف اجرا شده بستری برای تحلیل سیاست‌های افزایش کارایی انرژی و صرفه‌جویی فراهم کرد (Tanaka, 2011) کای و همکارانش به مطالعه چهار نوع از مرزهای شهری شامل: مرزهای اداری شهری، مرزهای منطقه‌ای شهری، مرزهای ساخته‌شده شهری و زیرمجموعه‌های شهری پرداختند و انتشار شهری گاز دی‌اکسیدکربن را در چین بررسی کردند (Cai and Zhang, 2014).

در اروپا مطالعات مشابهی درباره سیاست‌های مختلف مدیریت انرژی انجام شده، از جمله کلادو و دیاز که تحقیقی درباره سیاست‌های بهره‌وری کاربران نهایی انرژی در اسپانیا انجام دادند. هدف ایشان تحلیل بهره‌وری مؤثر و اقتصادی صرفه‌جویی انرژی بر اساس برنامه عملیاتی صرفه‌جویی و بهره‌وری انرژی سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ در اسپانیا بود. تحقیق ایشان نشان داد که بخش‌های ساختمان و حمل‌ونقل بیشترین اهمیت را در چشم‌انداز بهره‌وری انرژی در اسپانیا دارند (Collado and Diaz, 2017). آنگ و همکاران نیز آثار مالی سیاست‌های تغییرات اقلیمی و انرژی انگلستان را بر مشاغل صنعتی و تجاری بررسی کردند (Ang et al., 2016). بخش انرژی آزمایشگاه ملی اوک ریج<sup>۲</sup> تحقیقی درباره بهبود بهره‌وری انرژی در آمریکا انجام داد. در این مطالعه، راه‌های پیشنهادی دپارتمان انرژی آمریکا برای بهبود بیشتر بهره‌وری انرژی در دهه ۱۹۹۰ بررسی شده است (Hirst, 1991). رامچاندرا و همکارانش درباره الگوی مصرف انرژی داخلی در استان کارناتا کای هند تحقیق کردند و به

1. Multi-objective Energy Benchmark

2. Oak Rich

در این زمینه‌اند. کشورهای در حال توسعه نیز کمابیش در این مسیر گام نهاده‌اند. در کشور ما، به سبب داشتن ذخایر عظیم انرژی، تحقیقات و اجرای پروژه‌ها در این زمینه به کندی پیش می‌رود. لیکن با توجه به ذخایر روبه‌تمام انرژی و نیاز به ذخیره‌سازی آن برای نسل‌های آینده، در این پژوهش ابعاد و رویکردهای مناسب کاهش شدت انرژی در کشور، که در شرایط بسیار نامطلوبی به نسبت استانداردهای جهانی قرار دارد، بر اساس اعمال سیاست‌ها و برنامه‌های قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی، بررسی و تحلیل شده است. بر این مبنای، مسئله اصلی وضعیت شاخص‌های ارزیابی سیستم انرژی کشور در مقایسه با وضعیت جهانی و نقش اجرای قوانین مرتبط از جمله قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی در بهبود شاخص‌های مزبور است. ذکر این نکته ضروری است که این تحلیل با سه رویکرد ذیل قابل بررسی است. گفتنی است که رویکرد اول مورد تأکید این پژوهش است:

### ۳. روند شدت مصرف انرژی در ایران و جهان

در شکل ۱، سیستم مرجع انرژی در کشور نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، عمده حامل‌های اولیه انرژی در کشور را نفت و گاز تشکیل داده‌اند. این امر به معنی وابستگی مطلق سیستم انرژی کشور به نفت و گاز است. سیستم عرضه انرژی از یک سو مجموعه فرایندهای استخراج، فرآوری، تبدیل، انتقال و توزیع حامل‌های نهایی و از سوی دیگر، بخش تقاضا را دربر می‌گیرد که شامل زیربخش‌های خانگی، تجاری، حمل‌ونقل، صنعت و کشاورزی می‌شود. مصرف انرژی در بخش خانگی، صنعت، حمل‌ونقل و نیز تلفات انرژی در مسیر تولید، فرآوری، تبدیل، انتقال و توزیع انرژی طی سال ۱۳۹۴، در قیاس با تولید اولیه، حجم بالایی را دربر می‌گیرد که بی‌شک باید با ارتقای سطح فناوری و تغییر رفتار مصرف از هدررفت انرژی کاست.

ارزیابی سیستم مرجع انرژی از لحاظ میزان مصرف با شاخص شدت مصرف انرژی سنجیده می‌شود که متأسفانه در ایران حدود چهار برابر متوسط جهانی است و در وضعیت بسیار نامطلوبی قرار دارد. شدت انرژی<sup>۱</sup> عبارت است از میزان مصرف انرژی (اولیه یا نهایی) برای دستیابی به یک واحد تولید ناخالص داخلی که عمدتاً با واحد بشکه نفت خام به میلیون ریال برحسب قیمت‌های ثابت یا جاری بیان می‌شود. شدت انرژی نشان‌دهنده چگونگی عرضه انرژی در هر کشور و مشخصه‌ای از بهره‌وری ساختار اجتماعی، فناوری و اقتصادی آن کشور است. شدت انرژی بالا به مفهوم این است که انرژی در ساختار اقتصادی و اجتماعی یک کشور به صورت کارا استفاده نمی‌شود و از سوی دیگر، نشان‌دهنده وجود پتانسیل بسیار بالای صرفه‌جویی انرژی است. بر اساس تعریف صورت‌گرفته از شاخص شدت انرژی، بالابودن و یا پایین‌بودن این شاخص به عوامل مختلفی از جمله سطح فناوری، رفتار مصرف‌کنندگان و مدیریت فرایندها بستگی دارد. شدت انرژی پایین عمدتاً در کشورهای پیشرفته و صنعتی و شدت انرژی بالا در کشورهای در حال توسعه یا غیرصنعتی دیده می‌شود. طبق داده‌های مؤسسه انرژی و هم‌ان‌طور که در نمودار ۲ نشان داده شده، در سال ۲۰۱۵، ایران بعد از کشورهای روسیه، ازبکستان، اوکراین و آفریقای جنوبی دارای بالاترین شاخص شدت انرژی در دنیاست (International Energy Agency, 2016).

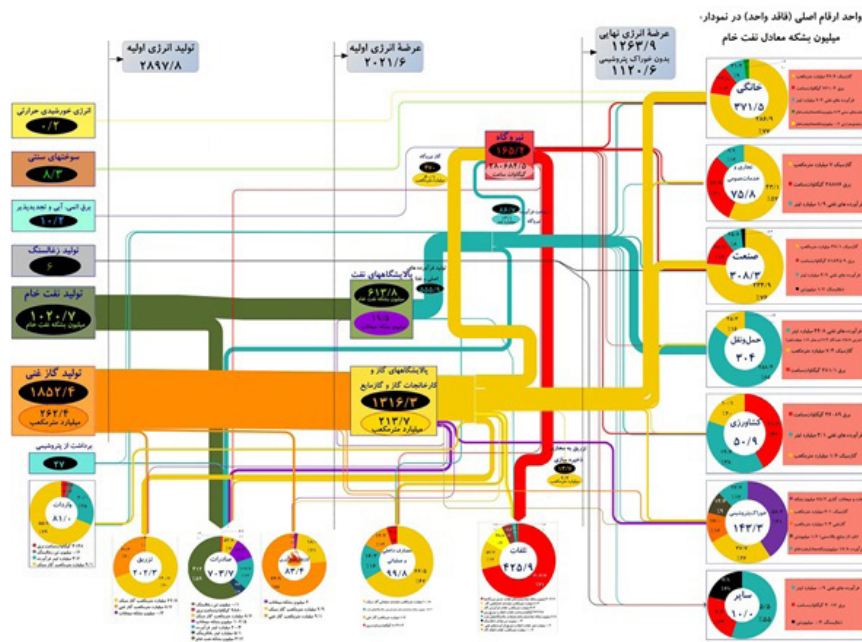
رویکرد اول: معرفی و ارائه یک مدل مفهومی برای مدیریت و اصلاح الگوی مصرف به منظور کاهش شدت انرژی؛  
رویکرد دوم: معرفی و ارائه یک مدل کلان برای مدیریت عرضه و تقاضای انرژی؛  
رویکرد سوم: بررسی چارچوب اجرایی مدیریت عرضه و تقاضای انرژی.

### ۲. ضرورت پژوهش

بر اساس مطالعات اشاره‌شده در بخش مقدمه، بررسی دقیق سیاست‌ها و راهبردهای مهم مدیریت عرضه و تقاضای انرژی در کشور ضروری است. در همین راستا، مدیریت جامع انرژی و اصلاح الگوهای مصرف در کلیه زیربخش‌های اقتصادی - اجتماعی عواملی اساسی و تعیین‌کننده در جهت تحقق سیاست‌های برنامه ششم توسعه و متعاقباً اهداف سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ خواهند بود (اهداف سند چشم‌انداز ۱۴۰۴: قرارگرفتن ایران در جایگاه اولین تولیدکننده محصولات پتروشیمی در منطقه از لحاظ ارزش، دومین تولیدکننده نفت در اُپک با ظرفیت ۷ درصد از تقاضای بازار جهانی، سومین تولیدکننده گاز در جهان با سهم ۸ تا ۱۰ درصد از تجارت جهانی گاز و فراورده‌های گازی دارای جایگاه اول فناوری نفت و گاز در منطقه). طبیعتاً اجرای صحیح قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی به شماره ۱۷۷۰، از عوامل مهم در تحقق چشم‌انداز بیست‌ساله انرژی کشور محسوب می‌شود. روح حاکم بر این قانون حمایت برای توسعه فناوری‌های نوین بینه‌سازی مصرف انرژی، توسعه شرکت‌های خدمات انرژی و حمایت از آن‌ها، اعمال سیاست‌های تشویقی و تنبیهی در بخش‌های مصرف‌کننده نهایی، پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی، تدوین و اجرای معیارها و استانداردهای مصرف انرژی، آموزش و فرهنگ‌سازی و اطلاع‌رسانی گسترده با هدف مدیریت و بهبود شدت انرژی از طریق افزایش کارایی و بازده با استفاده از فناوری‌های نوین است (قانون اصلاح الگوی مصرف، ۱۳۸۹). بر این

1. Energy Intensity

2. Enerdata

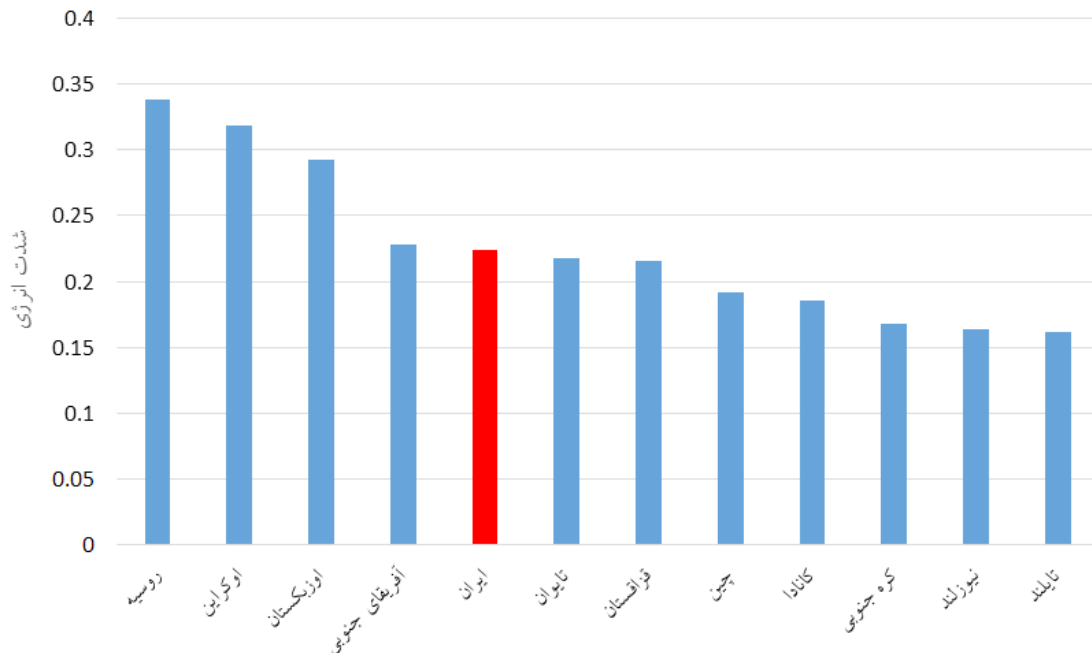


شکل ۱: جریان انرژی کشور در سال ۱۳۹۶ (مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۱۳۹۴)

متوسط جهانی). در بخش حمل‌ونقل، متوسط مصرف در خودروهای تولیدی به‌ازای هر ۱۰۰ کیلومتر بالای ۱۰ لیتر در سیکل ترکیبی (پیمایش درون شهری و برون‌شهری) است، در صورتی‌که استاندارد جهانی آن حداکثر در حدود ۵/۵ تا ۶ لیتر برای سیکل ترکیبی است. در بخش صنعت نیز، با ارزیابی میزان مصرف انرژی به‌ازای واحد تولید، فاصله زیادی با استانداردهای جهانی مشاهده می‌شود. در بدترین صنعت که آجر است، ۱۳۰ درصد بالاتر از استاندارد دنیا سوخت مصرف می‌شود و در بهترین صنایع کشور، که به‌نوعی پتروشیمی و صنایع غذایی

همان‌گونه که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، ۹۹ درصد از حامل‌های اولیه انرژی در ایران نفت و گاز است و این نشان‌دهنده وابستگی شدید ایران به سوخت‌های فسیلی، استفاده اندک از انرژی‌های تجدیدپذیر و نهایتاً عدم تنوع سوختی است.

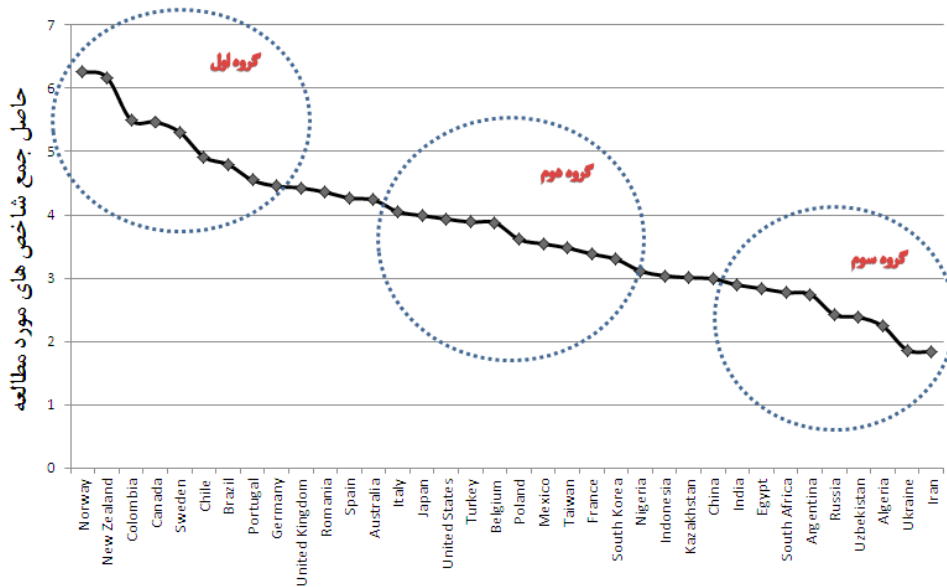
در بخش مصرف‌کننده نهایی نیز، شاخص‌های ایران به‌شدت با استانداردهای جهانی فاصله دارد. در بخش خانگی، به‌طور متوسط در سال، به‌ازای هر مترمربع ۴۶۰ کیلووات‌ساعت انرژی مصرف می‌شود که متوسط آن در دنیا ۱۶۰ کیلووات‌ساعت است (یعنی سه تا چهار برابر



نمودار ۱: مقایسه کشورهای ده ردیف اول دارای شاخص شدت انرژی بالا، بر اساس تولید ناخالص داخلی در جهان برحسب کیلوگرم معادل نفت خام به‌ازای ایجاد یک دلار تولید ناخالص داخلی به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۰۵ (International Energy Agency, 2016), (koe/2005S)

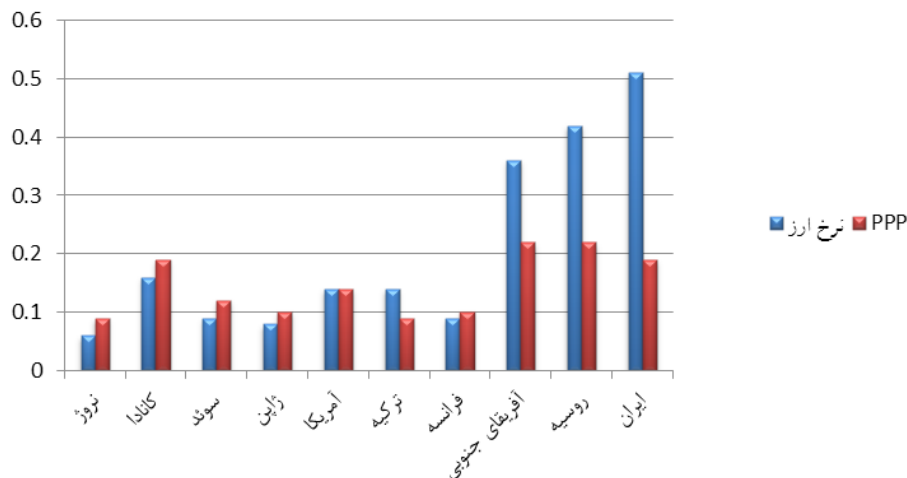
خصوصیات اصلی کشورهای گروه اول شدت انرژی پایین، درجه آزادی اقتصادی بالا، سهم بالای تولید الکتریسیته از انرژی‌های تجدیدپذیر، خصوصیات اصلی کشورهای گروه دوم شدت انرژی متوسط، درجه آزادی اقتصادی متوسط، سهم متوسط تولید الکتریسیته از انرژی‌های تجدیدپذیر و خصوصیات اصلی کشورهای گروه سوم شدت انرژی بالا، درجه آزادی اقتصادی پایین، سهم پایین تولید الکتریسیته از انرژی‌های تجدیدپذیر است. متأسفانه ایران در گروه سوم قرار دارد و این موضوع مبین داشتن پتانسیل‌های فراوان صرفه‌جویی انرژی در بخش‌های گوناگون است.

هستند، هنوز ۲۵ درصد با استاندارد جهانی فاصله است. این آمار نشان از وضعیت نامطلوب کارایی انرژی در کشور دارد. تمام قریب‌الوقوع منابع فسیلی و پیش‌بینی افزایش قیمت سیاست‌گذاران را به پیشنهاد ضوابط و سیاست‌هایی برای کنترل محیط‌زیست و پژوهشگران را به توسعه منابعی با آلودگی کمتر و تجدیدپذیر، که توان بالقوه‌ای برای جانشینی با سامانه انرژی کنونی دارند، ترغیب کرده است. در نمودار ۲، دسته‌بندی کشورهای منتخب بر اساس شاخص‌های شدت انرژی، درجه آزادی اقتصادی و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید الکتریسیته صورت پذیرفته است.



نمودار ۲: دسته‌بندی کشورهای منتخب بر اساس شاخص‌های شدت انرژی، درجه آزادی اقتصادی و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید الکتریسیته، [مطالعه حاضر]

MTOE/2005\$



نمودار ۳: مقایسه شدت انرژی ایران با کشورهای منتخب بر اساس برابری قدرت خرید و نرخ ارز، (International Energy Agency, 2016)



فناوری‌های مدرن، مصرف انرژی افزایش یافته است. لذا روند توسعه رفاه کشورها در طی زمان، علاوه بر کاهش مصرف انرژی به‌ازای هر واحد تولید، گویای افزایش مصرف انرژی ناشی از پیشرفت جهانی و به‌کارگیری فناوری‌های جدید مصرف‌کننده انرژی است. نمودار ۳ مقایسه شدت انرژی ایران با کشورهای منتخب بر اساس برابری قدرت خرید<sup>۴</sup> و نرخ ارز را نشان می‌دهد. این مقایسه نشان می‌دهد ایران بیشترین شدت انرژی و نیروژ کمترین شدت انرژی را به خود اختصاص داده‌اند. این بدین معنی است که نیروژ از بهره‌وری بسیار بیشتری در مصارف انرژی خود بهره‌مند است.

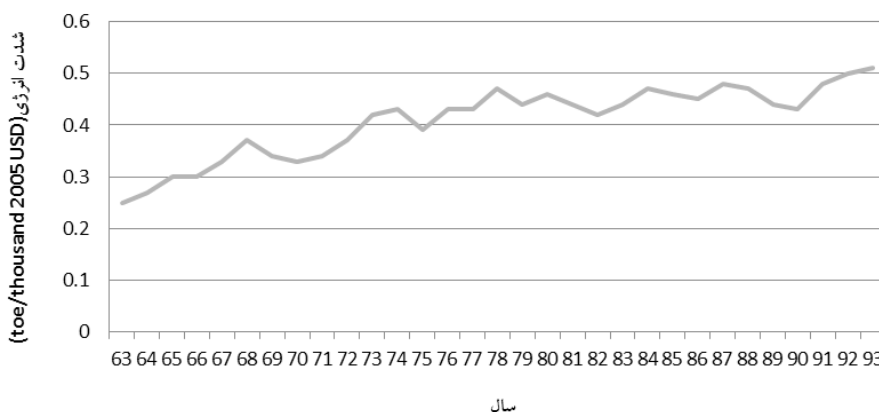
از آنجایی که شاخص شدت انرژی می‌تواند معیار خوبی برای نشان دادن میزان مصرف انرژی در بخش‌های مولد اقتصادی و همچنین میزان رعایت استانداردهای بهینه‌سازی در صنایع و سایر بخش‌ها باشد، روند صعودی آن بیانگر افزایش میزان مصرف انرژی در بخش‌های غیرمولد و همچنین بهره‌وری کمتر در استفاده از انرژی در بخش‌های مختلف است.

نمودار ۴ نشان می‌دهد که شدت مصرف انرژی در کشور طی سال‌های گذشته روند روبه‌رشدی داشته است. تقریباً در تمام فرایندهای اکتشاف و تولید و بهره‌برداری نفت و گاز، فرآورش و تبدیل، ذخیره‌سازی، انتقال، توزیع و در نهایت مصرف نهایی انرژی تلفات بسیاری شکل می‌گیرد که یکی از عوامل بالابودن شدت انرژی در کشور است. کاهش این تلفات نیازمند پیگیری جدی و همه‌جانبه در قالب عزم ملی است، به‌گونه‌ای که بتوان به نتایج ملموسی دست یافت. بررسی علل بالابودن شدت انرژی در کشور نشان می‌دهد که پایین بودن سطح فناوری در سیستم انرژی، فرهنگ نادرست مصرف، فقدان سرمایه‌گذاری به‌موقع در توسعه بخش انرژی، عدم اجرای به‌موقع قوانین تأثیرگذار و فقدان مدیریت صحیح از عوامل اصلی هستند (مبینی دهکردی و حامد حوری جعفری، ۱۳۸۹). با توجه به مطالب مذکور، به اجرای قوانین و سیاست‌های اصلاح الگوی مصرف به‌منظور کاهش و بهینه‌سازی مصرف انرژی و سرمایه‌گذاری مناسب برای ارتقای کارایی انرژی در تجهیزات و فرایندهای مختلف

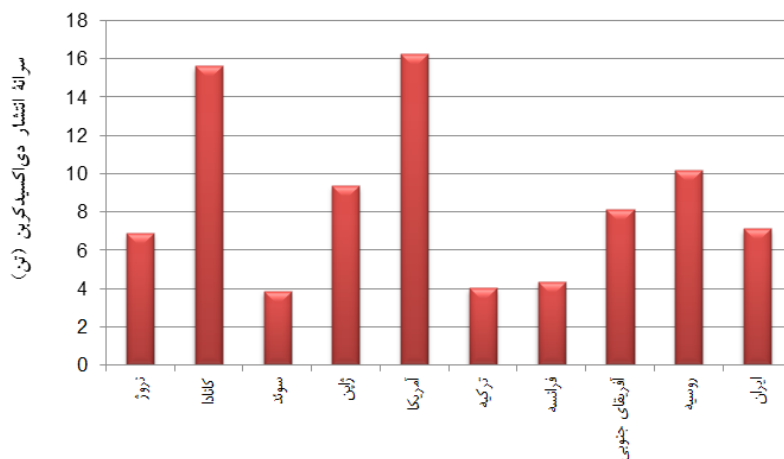
تغییر در مصرف انرژی به اثر تولیدی، ساختاری و شدت انرژی تجزیه می‌شود. اثر تولیدی به میزان مصرف انرژی در نتیجه افزایش تولید مربوط می‌شود به شرطی که سایر شرایط از قبیل فناوری، میزان کارایی و الگوی مصرف ثابت باقی بماند (مبینی دهکردی و حوری جعفری، ۱۳۸۹). در همین زمینه، تحولات شدت انرژی می‌تواند ناشی از تغییر در کارایی مصرف انرژی یا تغییر ساختار اقتصاد باشد. چنانچه حجم تولید ناخالص داخلی ثابت باشد و کارایی مصرف انرژی بالا رود، آنگاه شدت انرژی کاهش می‌یابد. از سویی دیگر، تغییر در ساختار اقتصاد و تولید می‌تواند باعث تغییر در شدت انرژی شود.

یکی دیگر از عواملی که می‌توان برای بالابودن شدت انرژی در یک کشور بدان اشاره کرد این است که کالا یا خدمات تولیدشده آن کشور کیفیت و در نتیجه ارزش پایین‌تری از محصولات مشابه خود داشته باشند. به‌عبارت‌دیگر، دربارهٔ پایین بودن کیفیت کالا و خدمات تولیدشده می‌توان به قدیمی و درجه دو بودن فناوری به‌کاررفته در صنایع، تعمیرات و نگهداری ناکافی و فقدان احساس مسئولیت کافی - به علل فرهنگی و اجتماعی - در قبال انجام کار موردنظر اشاره کرد. هرکدام از عوامل مذکور، به‌علت کاهش بهای واحد تولیدشده، می‌تواند در نهایت به افزایش شدت انرژی منجر شود. با نگاهی به آمار و داده‌های کشورهای توسعه‌یافته در زمینه شدت مصرف انرژی، مصرف ناکارای انرژی در کشور ما بیشتر به چشم می‌آید که از مهم‌ترین علل آن بازده پایین فناوری‌های تبدیل انرژی و فرهنگ غیرصحیح مصرف انرژی است. به‌علاوه فرسودگی تجهیزات، قدیمی بودن فرایندهای تولید، بی‌توجهی به فعالیت‌های تحقیقاتی و پژوهشی در واحدهای صنعتی، استفاده از تجهیزات و لوازم خانگی با کارایی کم، فرهنگ ناصحیح استفاده از انرژی در بخش ساختمان و فناوری‌های پایین خودروهایی تولیدی در کشور از عوامل مهم مصرف غیرمنطقی انرژی در بخش‌های مختلف کشور است (مبینی دهکردی و حوری جعفری، ۱۳۸۹).

در طول زمان و با گرایش مردم به سمت رفاه و استفاده از انواع



نمودار ۴: روند شدت انرژی در ایران طی سی سال گذشته  
منبع: ترازنامه هیدروکربوری کشور در سال ۱۳۹۴ (مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۱۳۹۴)



نمودار ۵: مقایسه سرائه انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب  
(International Energy Agency, 2016)

نیازی مبرم وجود دارد.

#### ۴. الزامات اصلاح الگوی مصرف انرژی

به‌عنوان نهاده سیستم، آلودگی خروجی به‌عنوان ستانده سیستم و تابع فاصله‌ای جهت‌دار به‌عنوان تابع تولید، می‌توان نتیجه گرفت کاهش ستانده نامطلوب موجب افزایش کارایی سیستم می‌شود. پس شاخص نشر دی‌اکسیدکربن تداعی‌کننده بهینه‌سازی انرژی و کاهش مصرف آن در انواع فرایندهای تولیدی است (Fare et al., 2014). این شاخص در کشور ما بالاست، زیرا تقریباً تمام بخش‌ها از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند که به قیمت ناچیز در دست مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد. همچنین استفاده از فناوری‌های قدیمی و پرمصرف، به‌علت قیمت بالای تجهیزات مدرن و پایین بودن بهره‌وری انرژی، در افزایش این شاخص مؤثر است. طبق تعهد پاریس، ایران متعهد به کاهش ۴ درصدی تولید دی‌اکسیدکربن بر اساس سناریوی پایه (BAU) و کاهش ۱۲ درصدی در صورت رفع تحریم‌ها شده است. در مقایسه با سایر کشورها، لزوم کاهش این شاخص در نمودار ۵ مشهود است. با این اوصاف، بازنگری در الگوی تولید و مصرف کشور از نیازهای مهم به‌شمار می‌رود و برنامه‌ریزی برای بهبود مصرف انرژی و کاهش شدت انرژی یکی از الزامات اجرای اصلاح الگوی مصرف است که باید با هماهنگ‌کردن وضعیت مصرف در بخش‌های خانگی، تجاری، صنایع و نیروگاه‌ها تحقق یابد.

منظور از اصلاح الگوی مصرف افزایش مطلوبیت، کارایی و اثربخشی است. مطلوبیت به معنای رضایت مصرف‌کننده از کالای خریداری شده است. کارایی یعنی از هر نهاده، ستانده بیشتری به‌دست آید و اثربخشی یعنی محصول تولیدشده برای جامعه مفیدتر باشد. پس اصلاح الگوی مصرف یعنی مصرف منابع کشور برای تبدیل ثروت برای کشور، سود برای واحدهای تولیدی و مطلوبیت برای خانوارها. تمام بخش‌های سیستم انرژی کشور، به قصد حفظ و نگاه‌داری منابع انرژی برای نسل‌های آینده و نیز پیشرفت و توسعه کشور در همه ابعاد، ملزم به تغییر رفتار مصرفی و اصلاح الگوی مصرف انرژی هستند. سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف، در راستای کاهش

اطلاعات ارائه‌شده در بخش قبل و همچنین واقعیات جهان امروز بیانگر اهمیت و تأثیرات فراوان و گوناگون انرژی در جوامع مختلف است. تنوع منابع انرژی، اشکال مختلف و مصارف نهایی آن به‌قدری زیاد است که طیف وسیعی از نیازهای اجتماعی، کارایی استفاده، اهمیت در رفاه جامعه و انعطاف‌پذیری در تغییر را دربر می‌گیرد. آنچه از مطالعات سیستم انرژی آشکار است، آن است که کیفیت زندگی مردم، رفاه مادی، سلامتی و بهداشت، اشتغال و درآمد به میزان چشمگیری به وسعت دسترسی به انرژی و کم‌هزینه‌بودن آن بستگی دارد. به‌نظر می‌رسد که دیگر بازگشت به دوران ارزانی و فراوانی انرژی در گذشته امکان نخواهد داشت. با افزایش جمعیت کره زمین، که همواره در پی گسترش رفاه زندگی خود از طریق مصرف انرژی هستند، و با توجه به اینکه استفاده از هر نوع انرژی حتی منابع انرژی تجدیدپذیر موجب آسیب به محیط‌زیست می‌شود، همواره فشاری مستمر برای کاهش تقاضای انرژی و همچنین حفظ منابع طبیعی، به‌منظور استفاده صحیح‌تر و باکیفیت‌تر از آن در آینده، وجود خواهد داشت.

به‌علاوه انتشار گازهای گل‌خانه‌ای ناشی از سوخت‌های فسیلی و سایر فعالیت‌های انسانی تهدیدی جدی برای افزایش دمای کره زمین است. دی‌اکسیدکربن عمده‌ترین گاز تشکیل‌دهنده گازهای گل‌خانه‌ای است. مشکل انتشار گاز دی‌اکسیدکربن با استفاده از انرژی ارتباط مستقیم دارد و بین استفاده از انرژی‌های فسیلی، انتشار دی‌اکسیدکربن و فعالیت‌های اقتصادی ارتباطی تنگاتنگ وجود دارد. با توجه به شدت بالای انرژی که گویای مصرف غیرمتعارف آن در بخش‌های مختلف تقاضا است، سرائه ایران در تولید گازهای گل‌خانه‌ای بیش از ۷ تن به‌ازای هر نفر در سال است که فراتر از متوسط جهانی است.

بر اساس پژوهش فره و همکارانش، با در نظر گرفتن انرژی ورودی

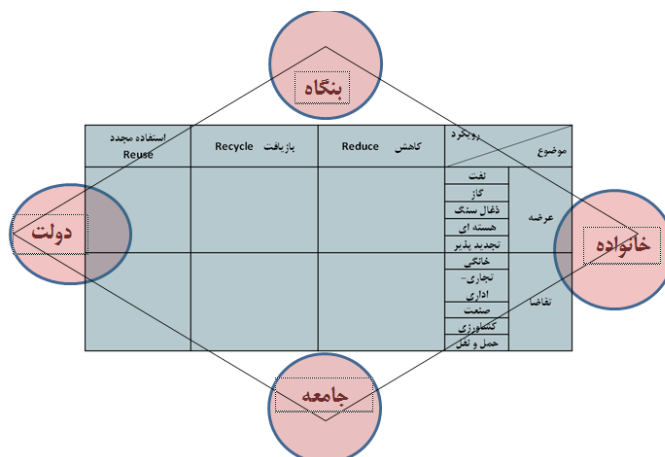
انتقال فرآورده‌های نفتی از طریق خطلوله و راه‌آهن.

## ۵. بررسی سیاست‌ها و برنامه‌های قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی

بر اساس قانون اصلاح الگوی مصرف، مشتمل بر ۷۵ ماده و ۲۰ تبصره، که در جلسه علنی چهارم اسفندماه ۱۳۸۹ مجلس شورای اسلامی تصویب و در ۱۳۸۹/۱۲/۱۱ به تأیید شورای نگهبان رسید، وزارت‌خانه‌های نفت و نیرو و سایر وزارت‌خانه‌ها و دستگاه‌های مسئول موظف‌اند سالانه گزارشی از میزان اثربخشی سیاست‌ها و اقدامات مربوط به صرفه‌جویی انرژی، به تفکیک حامل‌ها و بخش‌های اقتصادی مصرف‌کننده انرژی، به معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور ارسال کنند تا پس از جمع‌بندی به هیئت وزیران و مجلس شورای اسلامی انعکاس یابد. به منظور حمایت از اجرای راهکارهای بهینه‌سازی مصرف و ارتقای کارایی انرژی در چارچوب اهداف و مواد این قانون، به وزارت‌خانه‌های نفت و نیرو اجازه داده می‌شود تسهیلات مالی لازم را از محل صرفه‌جویی‌های ناشی از اجرای این قانون و بودجه‌های سنواتی و منابع داخلی شرکت‌های دولتی تابعه تأمین کند. شورای عالی انرژی مقدار تسهیلات مالی این ماده را تعیین می‌کند. مهم‌ترین سیاست‌های تدوین این قانون تعیین و اصلاح و بازنگری خط‌مشی‌های اساسی دربارهٔ هریک از حوزه‌های مصرف و تولید انرژی و ارائه راهکارهای اجرایی مناسب برای حمایت و تشویق به منظور ارتقای نظام تحقیق دربارهٔ فناوری‌های جدید و توسعه آن است (قانون اصلاح الگوی مصرف، ۱۳۸۹). قانون اصلاح الگوی مصرف تمامی بخش‌ها اعم از خانواده، جامعه، بنگاه‌های اقتصادی و پیکره دولت را دربر می‌گیرد و، در دو بخش عرضه و تقاضا، همگی ملزم به اتخاذ تصمیم‌های اصولی به قصد کاهش مصرف، بازیافت منابع قابل بازیافت و نیز استفاده مجدد از منابع و اجرای راهکارهای مربوط هستند. حوزه‌های عملکردی قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی در شکل ۲ نشان داده است.

مستمر «شاخص شدت انرژی» کشور به حداقل دوسوم میزان کنونی تا پایان برنامه پنجم توسعه و حداقل یک‌دوم میزان کنونی تا پایان برنامه ششم توسعه، شامل سیاست‌های ذیل است (سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف، ۱۳۸۹):

- اولویت دادن به افزایش بهره‌وری در تولید، انتقال و مصرف انرژی در ایجاد ظرفیت‌های جدید تولید انرژی؛
- انجام مطالعات جامع و یک‌پارچه سامانه انرژی کشور به‌منظور بهینه‌سازی عرضه و مصرف انرژی؛
- تدوین برنامه ملی بهره‌وری انرژی و اعمال سیاست‌های تشویقی نظیر حمایت مالی و فراهم کردن تسهیلات بانکی برای اجرای طرح‌های بهینه‌سازی مصرف و عرضه انرژی و تشکیل نهادهای مردمی و خصوصی برای ارتقای کارایی انرژی؛
- پایش شاخص‌های کلان انرژی با سازوکار مناسب؛
- بازنگری و تصویب قوانین و مقررات مربوط به عرضه و مصرف انرژی، تدوین و اعمال استانداردهای اجباری ملی برای تولید و واردات کلیه وسایل و تجهیزات انرژی‌بر و تقویت نظام نظارت بر حسن اجرای آن‌ها و الزام تولیدکنندگان به اصلاح فرایندهای تولیدی انرژی‌بر؛
- اصلاح و تقویت ساختار حمل‌ونقل عمومی با تأکید بر راه‌آهن درون‌شهری و برون‌شهری به‌منظور فراهم کردن امکان استفاده سهل و ارزان از وسایل حمل‌ونقل عمومی؛
- افزایش بازدهی نیروگاه‌ها، متنوع‌سازی منابع تولید برق و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و نوین؛
- گسترش تولید برق از نیروگاه‌های تولید پراکنده، کوچک‌مقیاس و پربازده برق و تولید هم‌زمان برق و حرارت؛
- بهبود روش‌های انتقال حامل‌های انرژی، از جمله حداکثرسازی



شکل ۲: حوزه‌های عملکردی قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی [مطالعه حاضر]





شکل ۳: ذی‌نفعان و سازمان‌های متولی قانون اصلاح الگوی مصرف

انرژی دست یابد. تشکیل نهادها و اجرای برنامه‌های کارایی انرژی، الزام تهیه تأییدیه‌های نهایی ساختمان، برجسب‌گذاری استانداردهای کارایی برای وسایل و تجهیزات، اقدامات مالیاتی، یارانه‌های تشویقی و محرک‌های پولی، استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر همچون زمین‌گرمایی، انرژی هسته‌ای، انرژی‌های بادی و خورشیدی و... از جمله فعالیت‌هایی است که دولت می‌تواند در زمینه اصلاح و بهبود کارایی انرژی انجام دهد.

بنابر نظر بعضی از کارشناسان، اصلاح الگوی مصرف با اجرایی شدن اصل ۴۴ قانون اساسی امکان‌پذیر است، چراکه اگر اصل ۴۴ قانون اساسی در کشور به درستی اجرایی شود، نتایجی حاصل خواهد شد که منجر به اجرای درست اصلاح الگوی مصرف می‌شود (حوری جعفری و دیگران، ۱۳۹۵). بدان سبب که بخش خصوصی تابع دو مقوله سود و زیان است، لذا در خصوص اصلاح الگوی مصرف موفق‌تر از دولت عمل خواهد کرد. در این مورد، هم‌راستا بودن سیاست‌های اصلاح الگوی مصرف و سیاست‌های اجرایی اصل ۴۴ قانون اساسی می‌تواند سبب توسعه شرکت‌های خدمات انرژی و تسریع در روند اجرای طرح‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی شود. در نتیجه درست مصرف کردن توسعه اقتصادی را به دنبال خواهد داشت.

یکی از بخش‌های مهم مصرف انرژی بخش حمل‌ونقل کشور است. اصلاح نظام قیمت‌گذاری سوخت، تعیین استانداردهای موردنیاز متناسب با استانداردهای روز جهانی، استفاده از انرژی‌های جایگزین به منظور حفاظت از محیط‌زیست و کاهش هزینه‌های ملی، خروج وسایل نقلیه فرسوده، بهبود مدیریت ترافیک، توسعه هم‌زمان کمی و کیفی سیستم حمل‌ونقل عمومی و ریلی درون‌شهری و برون‌شهری، کاهش تقاضای سفرها با انجام امور از طریق شهر الکترونیکی، ارتقا و بهبود سطح خدمات‌رسانی سیستم‌های عمومی و مدیریت منابع مالی و الزام شرکت‌های خودروسازی به ساخت خودروهایی با استانداردهای بین‌المللی از اولویت‌های اصلاح الگوی مصرف انرژی و از جمله راهکارهای پیشنهادی برای کاهش مصرف انرژی در این بخش است (مبینی دهکردی و حوری جعفری، ۱۳۸۹). همچنین در بخش ساختمان، اجرای راهکارهای بهینه‌سازی و اجرای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان کمک شایانی به استفاده مطلوب‌تر از انرژی می‌کند. رعایت مباحث مرتبط با عایق‌کاری جداره‌ها، استفاده از پنجره‌های دوجداره، سیستم‌های تأسیساتی با راندمان بالا و فناوری‌های نوین (مانند تولید هم‌زمان برق و حرارت) در بخش ساختمان از موارد بسیار مهمی هستند که در قانون اصلاح الگوی مصرف پیش‌بینی شده‌اند و رعایت آن‌ها تأثیر چشمگیری در کاهش مصرف انرژی ساختمان دارد (Munasinghe, 1992).

استفاده از فناوری‌های نوین مصالح و تجهیزات در بخش‌های ساختمان، حمل‌ونقل، صنعت و کشاورزی نیز یکی از راهکارهای این قانون به‌شمار می‌رود. مطالعات متعدد صورت‌گرفته در طرح جامع انرژی کشور نیز نشان می‌دهد که در بخش ساختمان و مسکن تا حدود

سازمان‌ها و وزارت‌خانه‌های مصرف‌کننده و عرضه‌کننده انرژی در پیکره دولت و نیز سایر بخش‌های کشور بر اساس این قانون ملزم به تغییر در رفتار مصرف و اصلاح الگوی مصرف هستند؛ بدیهی است اولین ذی‌نفع اجرای این قانون، در وهله اول، خود آن‌ها هستند. بنابراین سازمان‌های اصلی ذی‌نفع و متولی اجرای این قانون کمیسیون انرژی مجلس، وزارت نفت، وزارت نیرو، وزارت صنعت، معدن و تجارت، وزارت راه و شهرسازی، وزارت جهاد و کشاورزی، سازمان انرژی اتمی، سازمان حفاظت محیط‌زیست و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور هستند که خود نیز ملزم به اجرای این قانون‌اند. در شکل ۳، ذی‌نفعان و سازمان‌های متولی قانون اصلاح الگوی مصرف نشان داده شده است. نقش وزارت‌خانه‌ها، سازمان‌ها و نهادهای متولی اجرای قانون اصلاح الگوی مصرف در اولین گام، پس از هماهنگی با یکدیگر در تدوین آیین‌نامه‌های اجرایی مفاد قانون مزبور، تأمین منابع مالی لازم و اجرای مفاد و سیاست‌های قیمتی و غیرقیمتی مصرح در قانون مذکور است (قانون اصلاح الگوی مصرف، ۱۳۸۹).

باتوجه به اینکه در کشور ما بخش عظیمی از میزان بالای مصرف انرژی به‌سبب رعایت نکردن الگوهای مناسب مصرف به‌ویژه در بخش مصرف‌کننده نهایی است (مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۱۳۹۴)، بنابراین با اجرای راهکارهای کم‌هزینه می‌توان میزان چشمگیری از تلفات موجود را کاست. این امر به اطلاع‌رسانی گسترده و فرهنگ‌سازی مناسب و اعمال راه‌حل‌های نوآورانه، از جمله راه‌اندازی و تشکیل مراکز مشاوره انرژی برای عموم مردم با همکاری نهادهای مرتبط و شرکت‌های خدمات انرژی، نیاز دارد.

راهکارهای اجرایی اصلاح الگوی مصرف از چند وجه قابل‌بررسی است: راهکارهای اصلاح الگوی مصرف از بُعد تولید و بُعد مصرف، راهکارهای کلان و خرد، راهکارهای قیمتی و غیرقیمت، راهکارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت، راهکارهای اجرایی و آموزشی و... .

از آنجا که نقش بخش دولتی در جامعه ما بسیار پررنگ‌تر از بخش خصوصی است، لذا اقدامات بخش دولتی بسیار مهم‌تر و اثرگذارتر از بخش خصوصی خواهد بود و دولت می‌تواند با وضع قوانین و مقررات خاص در بخش انرژی کشور به اصلاح الگوی مصرف

با شدت انرژی بالا هستند، لذا افزایش رشد اقتصادی تولیدمحور با افزایش قابل ملاحظه مصرف انرژی همراه بوده است. بدیهی است حرکت به سوی اقتصاد دانش‌بنیان و توسعه صنایع مبتنی بر فناوری‌های نوین با شدت انرژی پایین، در متکی نبودن به نفت و ایجاد اقتصاد غیرنفتی جایگاه و اهمیت ویژه‌ای دارد. طبیعتاً سوق‌دادن شرکت‌های دانش‌بنیان به فناوری‌های نوین کاهش مصرف، سیستم‌های نوین کنترل و مدیریت انرژی و همچنین سازوکارهای نوآورانه ارائه خدمات فنی و آموزشی مؤثر، به‌گونه‌ای که نتایج آن قابل لمس و سنجش در آینده اقتصاد کشور باشد، از مواردی است که باید مورد توجه ویژه قرار گیرد (مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۱۳۹۶).

به‌منظور سهولت اجرای قانون اصلاح الگوی مصرف و تحلیل همه ابعاد آن، طوری که در تمام بخش‌ها قابل درک و اجرا باشد، لازم است

۴۰ درصد، در صنایع کوچک حدود ۲۵ درصد، و در صنایع با شدت انرژی بالا همچون صنایع فلزات اساسی، کانی‌های غیرفلزی و صنایع فرایندی تا بیش از ۵۰ درصد پتانسیل صرفه‌جویی انرژی موجود است. به همین ترتیب، در بخش حمل‌ونقل، در حوزه خودروهای سبک و سنگین، مشکلاتی ازجمله فرسودگی ناوگان و فناوری سطح پایین موتور خودروهای تولیدی مطرح است که با حل آن‌ها پتانسیل‌های صرفه‌جویی فراوانی، با اعمال سیاست‌های قیمتی و غیرقیمتی، به‌دست خواهد آمد.

شایان ذکر است که در کشور ما عمده ارزش افزوده در بخش صنعت و معدن و خدمات به‌وجود می‌آید (رشد اقتصادی کشور در سال ۱۳۹۳ به ۲/۹۸+ درصد رسید که سهم عمده آن را بخش صنعت و معدن داشته است). در همین ارتباط، عمده صنایع موجود در کشور

جدول ۱: سیاست‌های مرتبط با اجرای قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی و دستگاه‌های اجرایی متولی

شماره ماده قانون (۱۷۷۰)	سیاست‌ها، اهداف و خروجی‌های ماده	دستگاه مسئول
۴	حمایت و تشویق برای ارتقای نظام تحقیق و توسعه درباره فناوری‌های جدید تا مرحله ساخت نمونه و تجاری‌سازی	وزارت خانه‌های نفت و نیرو
۵	اصلاح ساختار شورای عالی انرژی و سیاست‌گذاری در بخش انرژی کشور	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
۶	شناسایی فناوری‌های تخصصی در حوزه عرضه و مصرف انرژی کشور و ایجاد طراحی و بهره‌وری آن‌ها برای به‌کارگیری در تولیدات داخلی	وزارت خانه‌های نفت، نیرو، کشاورزی و صنعت، معدن و تجارت
۷	اصلاح سازمان‌ها و تشکیلات لازم داخلی به‌منظور ارتقای نظام تحقیق و توسعه	وزارت خانه‌های نفت و نیرو
۹	اصلاح اساسنامه شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت	وزارت نفت
۱۰	تعیین برچسب انرژی ساختمان برای بخش خانگی، تجاری، عمومی و الگوی مصرف ماهانه انرژی برای بخش صنعت، کشاورزی و پمپاژ آب در هر منطقه به‌همراه تعیین تعرفه حامل‌های انرژی مصرفی آن‌ها	وزارت خانه‌های نفت و نیرو
۱۱	تدوین معیارها و مشخصات فنی و استاندارد مصرف انرژی تجهیزات و فرایندهای انرژی‌بر و نیز استاندارد کیفیت سوخت	وزارت خانه‌های نفت و نیرو
۱۲	اجرای استانداردها و معیارهای مصرف انرژی اجباری	سازمان ملی استاندارد
۱۴	ترغیب مصرف‌کنندگان به استفاده از تجهیزات، مجموعه‌ها و فرایندهای با مصرف انرژی و آلودگی زیست‌محیطی کمتر	وزارت خانه‌های نفت، نیرو
۱۵	خرید تجهیزات و ماشین‌آلات موردنیاز کلیه دستگاه‌های اجرایی و... بر اساس بهترین الگوی مصرف سطوح انرژی‌بری	وزارت خانه‌ها و دستگاه‌های ذیربط
۱۷	حمایت و ایجاد انگیزه کافی برای تشکیل و توسعه شرکت‌های خدمات انرژی	وزارت خانه‌های نفت، نیرو و امور اقتصادی و دارایی و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
۱۸	صرفه‌جویی مصرف انرژی در ساختمان با جهت‌گیری به‌سوی ساختمان سبز و تعیین معیارها و مشخصات فنی این ساختمان	وزارت خانه‌های راه و شهرسازی با همکاری نفت و نیرو
۲۰	تعبیه سامانه‌های کنترلی لازم توسط کلیه مؤسسات دولتی و عمومی برای مصرف انواع حامل‌های انرژی در ساختمان‌های اداری خود مطابق با آیین‌نامه موضوع ماده ۱۸ این قانون	کلیه دستگاه‌های اجرایی و عمومی

شماره ماده قانون (۱۷۷۰)	سیاست‌ها، اهداف و خروجی‌های ماده	دستگاه مسئول
۲۲	تهیه، تدوین، ابلاغ و نظارت بر حسن اجرای استانداردهای مصالح ساختمانی با اولویت اقلام مرتبط با انرژی‌بری ساختمان	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۲۳	صدور پروانه و کنترل و نظارت بر اجرای ساختمان و سایر اشخاص حقیقی و حقوقی موضوع ماده ۳۴ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴/۱۲/۲۲	شهرداری‌ها و نظام مهندسی ساختمان
۲۱	انجام ممیزی انرژی به‌منظور اجرا و کنترل سامانه مدیریت انرژی در ساختمان	کلیه دستگاه‌های اجرایی و عمومی
۲۴	ایجاد واحد مدیریت انرژی در صنایع با مصرف سوخت سالانه بیش از ۵ میلیون مترمکعب گاز و تقاضای دیماند بیش از یک مگاوات	وزارت خانه‌های نفت و نیرو
۵۴	استقرار واحد مدیریت انرژی در نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌ها	وزارت خانه‌های نفت و نیرو
۲۵	ممیزی انرژی و نمونه‌گیری تصادفی از واحدهای صنعتی برای اخذ جریمه از این واحدها بر اساس معیار و استاندارد مصرف انرژی تدوین شده	وزارت خانه‌های نفت، نیرو و صنعت، معدن و تجارت
۲۶	اخذ جریمه از واحدهای صنعتی‌ای که معیارها و مشخصات فنی و استانداردهای مصرف انرژی را رعایت نکرده‌اند، به‌صورت درصدی از قیمت فروش حامل‌های انرژی	وزارت خانه‌های نفت، نیرو و صنعت، معدن و تجارت
۲۸	تدوین معیار و استاندارد مصرف انرژی برای هر واحد سطح زیرکشت زراعی و باغی	وزارت خانه‌های نفت، نیرو
۲۹	از رده خارج کردن سالانه حداقل ۲۰ درصد از پمپ‌های آب و ماشین‌های کشاورزی فرسوده و پر مصرف	وزارت خانه‌های جهاد کشاورزی و صنعت، معدن و تجارت
۳۰	اصلاح ماشین‌آلات و تجهیزات انرژی‌بر کشاورزی تولید داخل با بهره‌گیری از فناوری‌های جدید تا پایان برنامه پنجم توسعه	وزارت صنعت معدن و تجارت
۳۱	انتقال کاربری‌های غیرضروری از کلان‌شهرها به شهرهای کوچک‌تر با هدف کاهش حجم ترافیک و کاهش مصرف سوخت در مناطق پرتراکم شهری	وزارت خانه‌های راه و شهرسازی و کشور، شوراها و شوراهای اسلامی و شهرداری‌ها و نیز کلیه دستگاه‌های اجرایی، عمومی و دولتی
۳۲	لحاظ کردن پیامد ساخت‌وسازهای مهم شهری بر ترافیک شهری، تأمین توقفگاه (پارکینگ) شهرهای بزرگ و کلان‌شهرها در تهیه طرح‌های جامع شهری	وزارت مسکن و شهرسازی
۳۵	از رده خارج کردن خودروهای فاقد معیارها و مشخصات فنی موضوع ماده ۱۱ این قانون و جایگزین کردن آن‌ها با خودروهای عمومی واجد این معیارها و ارائه خدمات پس از فروش آن‌ها	وزارت کشور و صنعت، معدن و تجارت
۳۶	همکاری و نظارت وزارت صنعت برای توسعه تولید، عرضه و خدمات پس از فروش خودروهای دیزلی سبک با اولویت خودروهای عمومی بار و مسافر مطابق با استانداردهای روز دنیا و معیارها و مشخصات فنی موضوع ماده ۱۱ قانون ۱۷۷۰	وزارت صنعت، معدن و تجارت
۴۰	باتوجه به لزوم ارتقای استانداردهای زیست‌محیطی در بخش حمل‌ونقل و عدم امکان ارائه سوخت مطابق با استانداردهای مذکور با وضعیت موجود پالایشگاه‌ها، وزارت نفت موظف شده، با اجرای طرح‌های توسعه و بهینه‌سازی پالایشگاه‌ها، به عرضه سوخت مناسب اقدام کند.	وزارت نفت
۴۵	ارائه امکانات و تسهیلات عمومی برای واحدهای صنعتی، ساختمانی، کشاورزی و عمومی در جهت به‌کارگیری سامانه تولید هم‌زمان برق و حرارت و برودت	وزارت خانه‌های نفت و نیرو
۴۶	استفاده از سامانه تولید هم‌زمان برق و حرارت و برودت در طرح‌های نیروگاهی، پالایشگاهی، پتروشیمی و صنایع پایین‌دستی نفت و گاز و واحدهای صنعتی تولیدکننده برق	وزارت خانه‌های نفت و نیرو

شماره ماده قانون (۱۷۷۰)	سیاست‌ها، اهداف و خروجی‌های ماده	دستگاه مسئول
۴۷	راه‌اندازی سامانه کنتورهای هوشمند مجهز به سیستم قرائت و کنترل شبکه هوشمند	وزارت‌خانه‌های نفت و نیرو
۵۱	حمایت از طرح‌های مرتبط با افزایش بازده انرژی	وزارت‌خانه‌های نفت و نیرو
۵۲	حمایت مؤثر از تحقیقات، سرمایه‌گذاری، ترویج و توسعه سامانه‌های تولید هم‌زمان برق و حرارت و برودت	وزارت‌خانه‌های نفت و صنعت، معدن و تجارت
۵۸	بهبود روش‌های انتقال حامل‌های انرژی، از جمله حداکثرسازی انتقال فراورده‌های نفتی از طریق خط لوله و راه‌آهن	وزارت نفت
۶۱	حمایت از گسترش استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی در تولید برق	وزارت نیرو
۶۲	ترویج کاربرد اقتصادی تجدیدپذیر انرژی در سامانه‌های مجزای از شبکه تولید و توزیع برق نظیر آب‌گرم‌کن خورشیدی، تلمبه بادی، سامانه‌های فتوولتائیک و...	وزارت‌خانه‌های نفت و نیرو
۶۴	گنجاندن واحدهای درسی مدیریت انرژی در برنامه درسی کلیه مقاطع تحصیلی و رشته‌های مرتبط	وزارت‌خانه‌های آموزش و پرورش و علوم، تحقیقات و فناوری
۶۵	تدوین و اجرای برنامه‌های آموزشی دوره‌های فنی و حرفه‌ای ذی‌ربط و آموزش مؤثر روش‌های بهینه‌سازی کاربرد انرژی	وزارت‌خانه‌های آموزش و پرورش، کار و امور اجتماعی
۶۷	برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت‌های فرهنگی و هنری در راستای راهکارهای کاهش مصرف سوخت و بهینه‌سازی مصرف انرژی	وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، سازمان صداوسیما و سازمان تبلیغات اسلامی
۶۸	پیگیری تدوین و برگزاری دوره‌های آموزش روش‌های بهینه‌سازی انرژی در ساختمان و تأسیسات مکانیکی و برقی برای مهندسان، کاردانان و معماران تجربی بخش ساختمان و لحاظ کردن گذراندن این دوره در آزمون‌های تعیین صلاحیت آن‌ها	وزارت مسکن و شهرسازی
۶۹	پیگیری تدوین و برگزاری دوره‌های آگاه‌سازی و آموزش کاربردی عمومی و تخصصی برق و حرارت برای مدیران انرژی واحدهای صنعتی و الزام واحدهای صنعتی ماده ۲۴ به انتصاب دارندگان گواهی‌نامه این ماده	وزارت نیرو
۷۳	تسهیلات مالی برای اجرای این قانون از محل صرفه‌جویی‌های انرژی، بودجه‌های سنواتی و منابع داخلی شرکت‌های دولتی تابعه	وزارت‌خانه‌های نفت و نیرو
۷۴	ارائه گزارش سالانه از میزان اثربخشی سیاست‌ها و اقدامات مربوط به صرفه‌جویی انرژی به تفکیک حامل‌ها و بخش‌های اقتصادی مصرف‌کننده انرژی به سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور	وزارت‌خانه‌های نفت و نیرو و سایر وزارت‌خانه‌ها و دستگاه‌های مسئول
تعدادی از شاخص‌های ارزیابی عملکرد قانون اصلاح الگوی مصرف	<p>(۱) تدوین آیین‌نامه‌ها و تصویب آن؛ (۲) طرح‌های تحقیقاتی حمایت‌شده؛ (۳) میزان سرمایه‌گذاری انجام‌شده؛ (۴) تغییرات ساختاری انجام‌شده؛ (۵) الگوی مصرف به تفکیک بخش؛ (۶) معیارها به تفکیک زیربخش‌های مصرف‌کننده انرژی؛ (۷) سامانه کنترل و مدیریت انرژی؛ (۸) جرایم تعیین‌شده؛ (۹) استانداردهای تدوین‌شده؛ (۱۰) مجوزهای صادرشده؛ (۱۱) امکانات حمایت‌شده؛ (۱۲) دستورالعمل‌های تهیه‌شده؛ (۱۳) گزارش عملکرد؛ (۱۴) میزان سوخت تحویلی؛ (۱۵) کاهش در شدت انتشار آلودگی؛ (۱۶) کاهش در میزان انتشار آلودگی؛ (۱۷) کاهش در شدت انرژی؛ (۱۸) کاهش در میزان مصرف انرژی</p>	

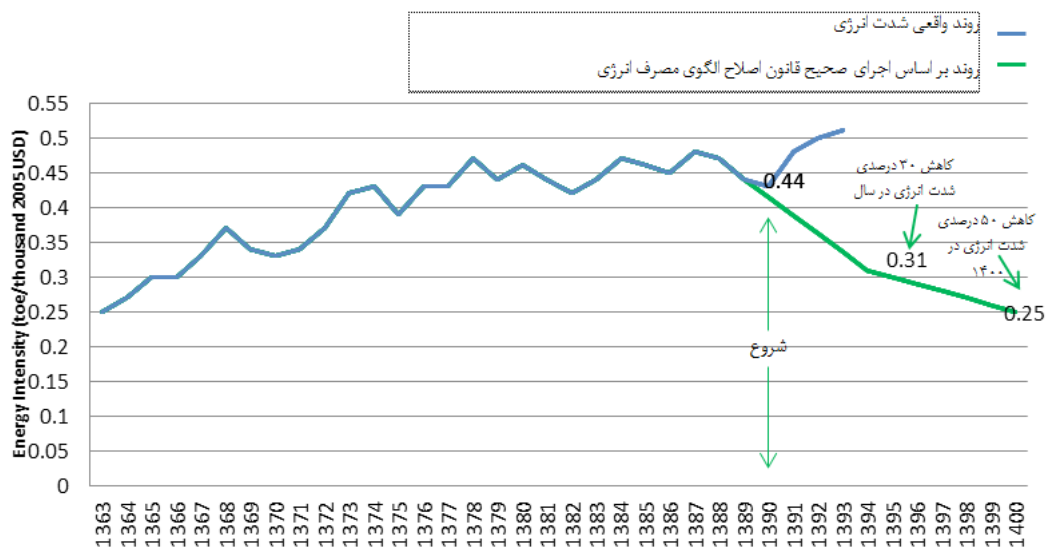
سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف، کاهش مستمر «شاخص شدت انرژی» کشور به حداقل یک‌دوم میزان کنونی تا پایان برنامه ششم توسعه هدفی است که باید توسط تمامی بخش‌های تولیدی، اجرایی و خدماتی و... در کشور محقق شود (سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف، ۱۳۸۹). بر اساس هدف‌گذاری مذکور، در نمودار ۶ روند شدت مصرف انرژی در کشور در صورت اجرای صحیح قانون اصلاح الگوی مصرف ارائه شده است.

همان‌گونه که اجرای صحیح و اصولی برنامه‌های بهینه‌سازی مصرف حامل‌های انرژی در تمامی زیربخش‌های اقتصاد ملی و بهبود محیط‌زیست مؤثر و ملموس است، در تأمین سیاست‌های راهبردی کشور در سطوح ملی و بین‌المللی نیز نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. ضرورت و اهمیت اصلاح الگوی مصرف و تأثیر آن بر کاهش شدت مصرف انرژی در ساختار و ثبات اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشور و نیز آگاهی از این نکته که منابع انرژی فسیلی در دسترس نسل کنونی پایان‌پذیر است، مبنای توجهات خاص و عمده است. در این میان، جای مؤسسات فناوری برای ابداع فناوری‌های نوین در بهینه‌سازی مصرف انرژی بسیار خالی است. شناخت، بررسی و ابداع فناوری‌های جدید و الگوهای نوین بهینه‌سازی مصرف انرژی در تمامی بخش‌ها و طراحی و توسعه فناوری‌های پیشرفته و توسعه فرایندها و محصولات جدید نیازمند حمایت دولت و سرمایه‌گذاری کلان است.

با ادامه پژوهش‌ها، فناوری‌های بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر سرانجام کارآمدتر و کم‌هزینه‌تر خواهند شد. همچنین این کوشش‌ها ممکن است راه را برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند خورشیدی، بادی، زمین‌گرایی و همچنین سوخت‌های جایگزین همچون بیوفیول (سوخت زیستی) هموار سازد. فناوری‌های نوین به ما این امکان را خواهد داد که با کارایی بیشتری از انرژی‌ها بهره‌برداری کنیم. تا زمانی که همه انرژی

آیین‌نامه‌های اجرایی و سیاست‌گذاری‌هایی مرتبط با مواد این قانون تدوین و ارائه شود. این آیین‌نامه‌ها فصل مشترک بین قانون اصلاح الگوی مصرف و بخش‌های متولی و اجراکننده آن است. بدیهی است برای ارزیابی عملکرد این قانون و مقایسه بخش‌های مختلف از نظر سطح عملکرد و دستیابی به مواد آن، باید شاخص‌هایی متناسب با ابعاد و جوانب اجرایی قانون مذکور در نظر گرفته شود. در جدول ۱، سیاست‌های مربوط به هر ماده از این قانون خلاصه شده است.

همان‌گونه که در جدول ۱ به‌طور خلاصه ارائه شد، قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی مشتمل بر سیاست‌ها و برنامه‌هایی است که در بخش‌های مهم اقتصادی - اجتماعی شامل ساختمان و مسکن، حمل‌ونقل، صنعت و کشاورزی تعریف شده و بر پایه تعریف استانداردها و معیارهای مصرف انرژی بنا نهاده شده است. مباحث مرتبط با ارتقای فناوری، آموزش و فرهنگ‌سازی، پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی و توسعه شرکت‌های خدمات انرژی به‌منظور اجرای طرح‌های بهینه‌سازی مصرف از محورهای اساسی این قانون محسوب می‌شوند. به‌طورکلی با اجرای پروژه‌های مختلف بهینه‌سازی مصرف و آموزش اقشار ملت از طریق انواع رسانه‌های اجتماعی و ترغیب و تشویق عموم و فرهنگ‌سازی پایدار، می‌توان به نهادینه‌کردن بهینه‌سازی مصرف انرژی در تمام بخش‌ها اقدام کرد. با اجرای راهکارهای بهینه‌سازی و اصلاح الگوی مصرف انرژی و با صرفه‌جویی در مصرف انرژی از طریق اعمال مجموعه‌ای متعادل از اقدامات قیمتی و غیرقیمتی، دستیابی به اهداف اصلاح الگوی مصرف در همه زمینه‌ها ممکن به نظر می‌رسد. تمامی مفاد قانون اصلاح الگوی مصرف با هدف کاهش میزان مصرف انرژی و ارتقای سطح فناوری مورد استفاده در هر بخش تعریف شده‌اند. بر این اساس، اجرای مواد قانون مزبور متناسب با هر بخش به کاهش شدت مصرف انرژی منجر خواهد شد. بر اساس هدف‌گذاری صورت‌گرفته در قالب



نمودار ۶: چشم‌انداز کاهش شدت مصرف انرژی مطابق شرایط واقعی و سیاست‌های بالادستی، (مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۱۳۹۴)

مورد نیاز از منابع تجدیدپذیر تأمین نشده، باید به منابع سوخت‌های فسیلی وابسته ماند (Munasinghe, 1992).

انرژی خورشیدی، انرژی هسته‌ای، انرژی باد، انرژی زمین‌گرمایی و انرژی زیست‌توده از منابع انرژی تجدیدپذیر و جایگزین برای حامل‌های انرژی هستند. توسعه فناوری‌ها در زمینه مصرف انرژی و ترغیب به استفاده از آن‌ها گام بزرگی در جهت اصلاح الگوی مصرف انرژی، ایجاد تنوع در سبد انرژی کشور و کمک به حفظ منابع تجدیدناپذیر و صرفه‌جویی در مصرف آن‌هاست (Chen et al., 2014).

## نتیجه‌گیری

بر اساس مطالب ارائه‌شده، اصلاح الگوی مصرف انرژی با مدیریت جامع سیستم انرژی در زیربخش‌های عرضه و تقاضا ضروری است و کاهش شدت مصرف انرژی را به همراه خواهد داشت. در نتیجه ضروری است بخش انرژی از سازوکارهای لازم برای توسعه فناوری‌های با راندمان بالا و سرمایه‌گذاری لازم در این زمینه برخوردار باشد. بر این اساس، عوامل مهم در تحقق اهداف تعیین‌شده در کاهش شدت انرژی، که روح حاکم بر مفاد ۷۵ گانه قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی به شماره ۱۷۷۰ هستند، عبارت‌اند از: حمایت برای توسعه فناوری‌های نوین بهینه‌سازی مصرف انرژی، توسعه و حمایت از شرکت‌های خدمات انرژی، اعمال سیاست‌های تشویقی و تبییی در بخش مصرف‌کننده نهایی، پیاده‌سازی سیستم مدیریت انرژی، تدوین و اجرای معیارها و استانداردهای مصرف انرژی، و آموزش، فرهنگ‌سازی و اطلاع‌رسانی گسترده با هدف مدیریت و بهبود شدت انرژی از طریق افزایش کارایی و بازده با استفاده از فناوری‌های نوین. این عوامل متعاقباً در تحقق اهداف اسناد بالادستی کشور همچون قانون برنامه ششم توسعه اقتصادی - اجتماعی و اقتصادی و همچنین چشم‌انداز بیست‌ساله انرژی کشور مؤثرند.

ذکر این نکته نیز ضروری است که اصلاح الگوی مصرف انرژی در کشور به عزم ملی و همه‌جانبه‌آحاد مردم، صنعت‌گران، تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان و سایر متولیان امر نیاز دارد که هم‌زمان در کنار راهکارهای دیگر، از جمله اصلاح سازوکار قیمت‌گذاری حامل‌های انرژی و ایجاد سیستم مدیریت یک‌پارچه بخش انرژی، به کاهش شدت انرژی منجر خواهد شد. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده در این پژوهش، عوامل تأثیرگذار در اجرای مفاد قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی را می‌توان به شرح ذیل برشمرد:

۱. ارتقای سطح فناوری‌های حوزه انرژی در زیربخش‌های مختلف؛  
 ۲. اعمال سیاست‌های قیمتی به‌منظور توجیه‌پذیرکردن طرح‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی؛

۳. هماهنگی سازمان‌ها و نهادهای متولی در اجرای قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی؛

۴. تسریع در تدوین و تکمیل آیین‌نامه‌های اجرایی مفاد قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی؛

۵. تأمین مالی به‌موقع و مناسب پیش‌بینی‌شده از محل اجرای صحیح قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی.

## منابع

حوری جعفری، حامد، وکیلی، علی، دودایی‌نژاد، امیر و عرب، قاسم (۱۳۹۵). سازوکارهای قانونی، فنی و اجرایی شرکت‌های خدمات انرژی. تهران: انتشارات هزاره سوم اندیشه.

سند ملی راهبرد انرژی کشور، مصوب شورای انرژی مورخ ۱۳۹۵/۱/۲۳.

سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف، ابلاغی مقام معظم رهبری، ۱۳۸۹/۴/۱۴.

قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی، مصوبه شماره ۱۷۷۰ مورخ ۱۳۸۹/۱۲/۴ مجلس شورای اسلامی.

مبینی دهکردی، علی و حوری جعفری، حامد (۱۳۸۹). «اهمیت و لزوم اجرای طرح جامع انرژی کشور با رویکرد اصلاح الگوی مصرف انرژی». مجله مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۹(۵)، ۱۰۱-۷۷.

مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی (۱۳۹۴). ترازنامه هیدروکربوری کشور. وزارت نفت.

Ang, C. P., Toper, B. and Gambhir, A. (2016). "Financial impacts of UK's energy and climate change policies on commercial and industrial businesses". *Energy Policy*, 91, 273-286.

Cai, B. and Zhang, L. (2014). "Urban CO2 emissions in China: Spatial boundary and performance comparison". *Energy Policy*, 66, 557-567.

Cai, W., Liu, F., Xie, J. and Zhou, X. (2017). "An energy management approach for the mechanical manufacturing industry through developing a multi-objective energy benchmark". *Energy Conversion and Management*, 132, 361-371.

Chen, W. M., Kim, H. and Yamaguchi, H. (2014). "Renewable energy in eastern Asia: Renewable energy policy review and comparative SWOT analysis for promoting renewable energy in Japan, South Korea, and Taiwan". *Energy Policy*, 74, 319-329.

Collado, R. R. and Diaz, M. T. S. (2017). "Analysis of energy end-use efficiency policy in Spain". *Energy Policy*, 101, 436-446.

Färe, R., Grosskopf, S. and Pasurka, C. A. (2014). "Potential gains from trading bad outputs: The case of US electric power plants". *Resource and*



- Energy Economics*, 36(1), 99-112.
- Griffiths, S. (2017). "A review and assessment of energy policy in the Middle East and North Africa region". *Energy Policy*, 102, 249-269.
- Hirst, E. (1991). "Improving energy efficiency in the USA: the federal role". *Energy Policy*, 19(6), 567-577.
- International Energy Agency (2016). *Key World Energy Statistics*.
- Munasinghe, M. (1992). "Efficient management of the power sector in developing countries". *Energy Policy*, 20(2), 94-103.
- Omid, M., Ghojabeige, F., Delshad, M. and Ahmadi, H. (2011). "Energy use pattern and benchmarking of selected greenhouses in Iran using data envelopment analysis". *Energy conversion and management*, 52(1), 153-162.
- Ramachandra, T. V., Subramanian, D. K., Joshi, N. V., Gunaga, S. V. and Harikantra, R. B. (2000). "Domestic energy consumption patterns in Uttara Kannada district, Karnataka state, India". *Energy Conversion and Management*, 41(8), 775-831.
- Tanaka, K. (2011). "Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector". *Energy policy*, 39(10), 6532-6550.
- Tylock, S. M., Seager, T. P., Snell, J., Bennett, E. R. and Sweet, D. (2012). "Energy management under policy and technology uncertainty". *Energy Policy*, 47, 156-163.
- Vanderschuren, M., Lane, T. E. and Korver, W. (2010). "Managing energy demand through transport policy: What can South Africa learn from Europe?". *Energy Policy*, 38(2), 826-831.
- Zadeh, S. S. (2007). "An energy efficiency plan for the Iranian building sub-sector". *Energy Policy*, 35(2), 1164-1171.

