

# بررسی و تحلیل شدت انرژی در صنایع مختلف

## کشور با تأکید بر زیربخش‌های صنعت

تقلیل شدت انرژی و به عبارت دیگر، بهینه‌سازی مصرف انرژی از اهداف توسعه‌ای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی هر کشوری تلقی می‌شود. در حالی که مصرف انرژی در کشور به منظور تولید کالاها و خدمات وضعیت مطلوبی ندارد و جزء کشورهای با شدت انرژی بالا به شمار می‌آید. بررسی‌ها نشان می‌دهد که شدت انرژی در بخش حمل و نقل، بالاترین رقم را به خود اختصاص داده است و بخش‌های صنعت، خدمات و کشاورزی در رده‌های بعدی قرار دارند که این موضوع می‌تواند به دلیل ماهیت تولید یا خدمات هریک از این بخش‌ها باشد. آمارها نشان می‌دهد که شدت مصرف نهایی انرژی در ایران براساس نرخ ارز و برابری قدرت خرید به ترتیب  $3/4$  و  $1/4$  برابر متوسط جهانی است. براساس این، شدت مصرف نهایی انرژی در کشور نه تنها در مقایسه با کشورهای نفت‌خیز بسیار بالاتر است، بلکه از برخی مناطق مانند خاورمیانه نیز بیشتر است. بنابراین، براساس این موارد، تجدیدنظر در سیاست‌گذاری‌های انرژی به منظور منطقی شدن مصرف انرژی در بخش‌های غیرمولده مانند بخش خانگی، ارتقای آموزش عمومی به منظور صرفه‌جویی بیشتر مصرف انرژی، تهییه و تنظیم بانک اطلاعاتی منسجم برای ارایه روند تغییرات عرضه و تقاضای انرژی به صورت هماهنگ و دائمی، نوسازی و بهینه‌سازی تجهیزات حمل و نقل و صنعت به منظور کاهش مصرف انرژی، حمایت دولت در قالب اعطای یارانه به زیربخش‌هایی از صنعت که بهزایی هر واحد سرمایه یا نیروی کار انرژی کمتری مصرف می‌کنند یا حمایت از طریق کاهش تعرفه بر واردات تجهیزات با انرژی برقی کمتر، توصیه می‌شود.

ذخایر و در نهایت، تمام آنها منجر می‌شود. مصرف انرژی، به خصوص سوخت‌های فسیلی، در عین حال، مهم‌ترین عامل آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی نیز به شمار می‌آید؛ بنابراین، استفاده بهینه از انرژی در فرآیند توسعه اقتصادی پایدار همواره به عنوان یک هدف مهم مدنظر قرار می‌گیرد، اما از آنجا که قدر مطلق میزان مصرف انرژی در بررسی‌ها نمی‌تواند به خودی خود ملاک درستی برای محاسبه بهره‌وری و آگاهی از الگوهای فرهنگی و مصرفی باشد، شاخصی به نام شدت مصرف انرژی تعریف شده است؛ «شدت

با توجه به حساسیت‌های اجتماعی و اقتصادی در مورد استفاده بی‌رویه از انرژی در سال‌های اخیر به دلیل آلودگی، افزایش دمای کره زمین، وابستگی به کشورهای تولیدکننده انرژی و محدود بودن منابع تجدیدناپذیر، کشورها به دنبال راهکارهایی برای بهینه‌سازی در تولید و مصرف انرژی هستند و ترجیح می‌دهند برای به دست آوردن تولید ناخالص داخلی مشخص، انرژی کمتری مصرف کنند و به عبارتی، شدت انرژی خود را کاهش دهند. از سویی، در ایران منبع اصلی تأمین انرژی، سوخت‌های فسیلی هستند که مصرف آنها به کاهش

از مصرف غیرمنطقی و ناکارای سوخت، بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور به یک ضرورت تبدیل شده است.

گزارش حاضر در نظر دارد روند شدت مصرف انرژی را در بخش‌های اقتصادی ایران طی دوره ۱۳۹۶-۱۳۸۳ مورد بررسی قرار دهد و سپس، با توجه به اهمیت ویژه بخش صنعت در اقتصاد کشور با سهمی حدود ۲۶ درصد در مصرف انرژی و سهمی حدود ۲۵ درصد در تولید ناخالص داخلی، روند مصرف انرژی و شدت انرژی را در هریک از زیربخش‌های آن در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۴ به صورت مجزا بررسی کند و در نهایت، راهکارهای سیاستی مناسبی را در راستای استفاده بهینه از انرژی در بخش‌های با شدت بالای انرژی ارایه دهد. در ادامه، ابتدا روند مصرف انرژی و شدت انرژی در کل اقتصاد و به تفکیک بخش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس، با توجه به اهمیت بخش صنعت که نقش اصلی را در تعیین میزان بازده مصرف انرژی به‌عهده دارد، مصرف و شدت انرژی در زیربخش‌های آن به صورت مجزا مطالعه می‌شود و در نهایت، راهکارهایی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی به‌منظور کاهش شدت انرژی در سطح بخش‌های اقتصادی و زیربخش‌های صنعت ارایه می‌شود.

## ۱- روند مصرف انرژی

در حالی که نسبت مصرف انرژی اولیه ایران به مصرف انرژی اولیه جهانی در سال ۲۰۱۸، ۲/۱ درصد بوده، تولید ناخالص داخلی ایران ۰/۵۳ درصد از کل

انرژی<sup>۱</sup> از تقسیم مصرف نهایی انرژی بر تولید ناخالص داخلی محاسبه می‌شود<sup>۲</sup> و نشان می‌دهد که برای تولید مقدار معینی از کالاها و خدمات، چه مقدار انرژی به کار رفته است. با مقایسه این شاخص در سال‌های مختلف و بین کشورها می‌توان روند استفاده از منابع انرژی را در فرآیند تولید ملی کشورها ارزیابی کرد.

انرژی در صورتی عامل توسعه قلمداد می‌شود که نقش آن به عنوان نهاده تولید بیش از نقش مصرفی آن باشد. از سوی دیگر، با توجه به ارزان بودن انرژی و مصرف روزافرون سوخت‌های فسیلی و الگوی اشتباه مصرف منابع آن، شاهد اتلاف انرژی در سطح گستردگای هستیم که این، بنویه‌خود به افزایش شدت انرژی منجر و ادامه این روند باعث می‌شود ایران پس از نزدیک به یک قرن صادرات نفت و به تازگی گاز، توان صادراتی خود را از دست بدهد و پس از آن به یک واردکننده تبدیل شود. حساسیت موضوع به حدی است که براساس بند ۲ از تبصره ۱۹ قانون برنامه دوم توسعه و به دنبال آن، در برنامه‌های پنج ساله سوم و چهارم توسعه کشور، دولت موظف به اجرای تمهیداتی به‌منظور صرفه‌جویی و منطقی کردن مصرف انرژی و کاهش ضایعات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد آن شده است. با توجه به قیمت حامل‌های انرژی در داخل کشور، یارانه پرداختی دولت، محدودیت منابع فسیلی، رشد بالای مصرف سالانه انواع حامل‌های انرژی در ایران، کارآیی پایین فنی و اقتصادی مصرف انرژی، امکان صادرات فراورده‌های نفتی در صورت صرفه‌جویی و مشکلات مرتبط با محیط زیست ناشی

دهم را از نظر مصرف انرژی داشته باشد و این موضوع دو بخش اصلی دارد: ۱- بخش بدیهی موضوع این بوده که کارآیی مصرف انرژی در ایران پایین است؛ برای مثال، حجم بالایی از گاز در ایران صرف گرمایش ساختمان‌ها می‌شود که می‌توان کارآیی مصرف آن را خیلی بیشتر کرد. ۲- بخش بالایی از مصرف انرژی در ایران هم به سبب تمرکز صنایع انرژی بر مانند پتروشیمی، پالایشگاهی، فولاد و مس است.

ایران از لحاظ شدت مصرف انرژی نیز وضعیت مطلوبی ندارد و به رغم تمرکز کشورهای پیشرفت‌هه روی کاهش شدت مصرف انرژی، این شاخص در ایران روندی رو به رشدی به خود گرفته است و در بین دیگر کشورها از نظر کاهش شدت مصرف انرژی در انتهای فهرست قرار دارد. جدول شماره ۲، نشان می‌دهد که کشورهای پیشرفت‌هه مانند انگلستان، آلمان، فرانسه، ژاپن و آمریکا به ترتیب پایین‌ترین شدت انرژی را در مقایسه با متوسط شدت انرژی اولیه جهان دارا هستند. شاخص شدت مصرف انرژی ایران بر مبنای نرخ‌های جاری در سال ۲۰۱۸، ۰/۶۴۰۴ تن معادل نفت خام برای هر هزار دلار گزارش شده که ضمن اختلاف زیاد با شدت انرژی در کشورهای پیشرفت‌هه، از کشورهای منطقه مانند ترکیه (۰/۱۹۹۰) و حتی عربستان (۰/۳۲۹۶) بیشتر بوده است.

بخش خدمات بالاترین سهم را در مصرف انرژی به خود اختصاص داده و سهم بالای این بخش در مصرف انرژی بیان‌کننده ضرورت بازنگری در سیاست‌های حوزه انرژی است.

تولید ناچالص دنیا جهان را به خود اختصاص داده است. این نسبت در مقایسه با ارقام کشورهای پیشرفت‌هه مانند آلمان، ۲/۳ درصد در مقابل ۴/۶۵ درصد از کل تولید ناچالص دنیا جهانی و در مورد کشورهای در حال توسعه‌ای مانند ترکیه، ۱/۱ درصد در مقابل ۰/۸۹ درصد و حتی عربستان ۱/۹ درصد در مقابل ۰/۹۱ درصد، حاکی از عملکرد نامطلوب نسیی بخش انرژی در اقتصاد کشور است.

جدول ۱- رتبه برخی کشورهای جهان در مصرف انرژی اولیه در سال ۲۰۱۸

کشور	صرف انرژی اولیه (میلیون تن معادل نفت خام)	سهم از کل جهان (درصد)
چین	۳۲۷۳/۵	۲۳/۶
آمریکا	۲۳۰۰/۶	۱۶/۵
هند	۸۰۹/۲	۵/۸
روسیه	۷۲۰/۷	۵/۲
ترکیه	۱۵۳/۵	۱/۱
ژاپن	۴۵۴/۱	۳/۳
کانادا	۳۴۴/۴	۲/۵
آلمان	۳۲۲/۹	۲/۳
برزیل	۲۹۷/۶	۲/۱
کره جنوبی	۳۰۱/۰	۲/۲
ایران	۲۸۵/۷	۲/۱
عربستان	۲۵۹/۲	۱/۹
فرانسه	۲۴۲/۶	۱/۷
باقیه کشورها	۴۲۵۲/۴	۳۰/۸
کل جهان	۱۳۸۶۴/۹	۱۰۰

Source: BP Statistical Review of World Energy June 2019.

با توجه به جدول شماره ۱، ایران با داشتن ۱ درصد از جمعیت جهان، ۲/۱ درصد از مصرف انرژی اولیه جهان را به خود اختصاص داده است و این میزان مصرف سبب شده ایران در بین کشورهای دنیا جایگاه



جدول ۲- شدت انرژی اولیه در برخی کشورهای جهان در سال ۲۰۱۸

نام کشور	شدت انرژی (تن معادل نفت خام برهار دلار)	قیمت‌های جاری	برابری قدرت خرید
ایالات متحده آمریکا	۰/۱۱۱۸	۰/۱۱۱۸	۰/۱۱۱۸
برزیل	۰/۰۸۴	۰/۱۵۹۳	۰/۰۸۴
آلمان	۰/۰۷۴۶	۰/۰۸۲	۰/۰۷۴۶
انگلستان	۰/۰۶۳۳	۰/۰۶۸۰	۰/۰۶۳۳
فرانسه	۰/۰۸۱۷	۰/۰۸۷۳	۰/۰۸۱۷
روسیه	۰/۱۷۰۵	۰/۴۳۴۹	۰/۱۷۰۵
ترکیه	۰/۰۶۶۷	۰/۱۹۹۰	۰/۰۶۶۷
هندوستان	۰/۰۷۷۲	۰/۲۹۷۶	۰/۰۷۷۲
عربستان	۰/۱۳۹۲	۰/۳۲۹۶	۰/۱۳۹۲
ایران	۰/۱۷۹۰	۰/۶۴۰۴	۰/۱۷۹۰
ژاپن	۰/۰۸۱۱	۰/۰۹۱۳	۰/۰۸۱۱
چین	۰/۱۲۹۵	۰/۲۴۴۹	۰/۱۲۹۵
کره جنوبی	۰/۱۳۴۷	۰/۱۷۵۰	۰/۱۳۴۷
کانادا	۰/۱۸۷۴	۰/۲۰۱۱	۰/۱۸۷۴
عراق	۰/۰۸۰۲	۰/۲۳۹۵	۰/۰۸۰۲

Sources: BP Statistical Review of World Energy June 2019 .Internatioanal Money Fund (IMF), World Economic Outlook Database, October 2019

روند مصرف انرژی در ایران طی دوره (۱۳۹۶-۱۳۸۳) در نمودار شماره ۱، نشان داده شده است. مصرف انرژی طی دوره مورد بررسی روند صعودی داشته و از ۷۰/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۳ به رقمی معادل ۱۱۹۵/۴ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۶ افزایش یافته که نشان‌دهنده رشد ۵۵/۱۲ درصدی است.

یادآوری می‌شود، اگر شدت انرژی را براساس برابری قدرت خرید محاسبه کنیم، هرچند ایران در این شرایط به لحاظ شدت مصرف انرژی در رتبه تقریباً مشابهی با روسیه قرار می‌گیرد، اما همچنان شدت مصرف ایران از کشورهای ترکیه، هند و سایر کشورهای در حال توسعه بالاتر است.

نمودار ۱- مصرف انرژی در کل اقتصاد بر حسب میلیون بشکه نفت خام (۱۳۹۶-۱۳۸۳)

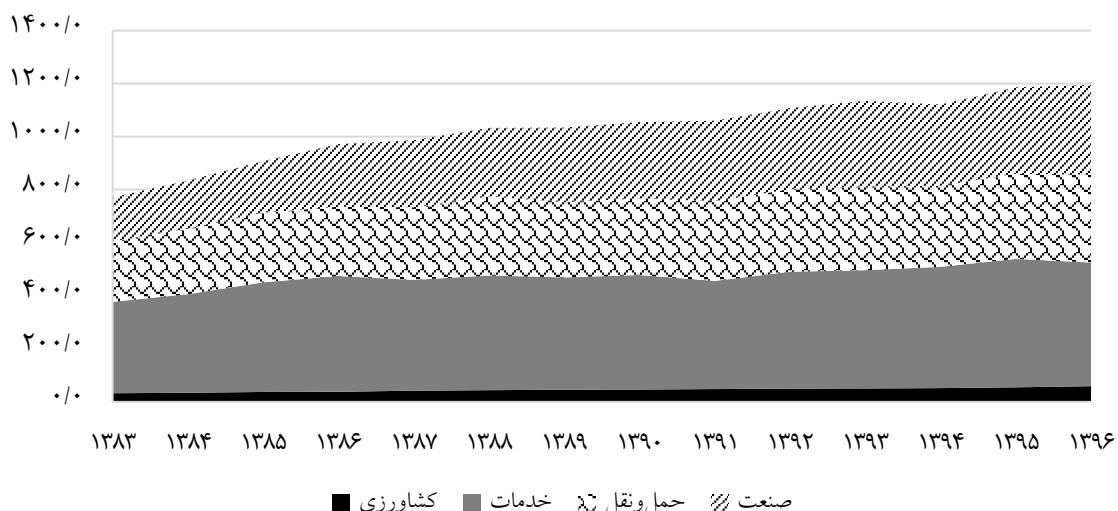


مأخذ: ترازنامه انرژی وزارت نیرو

به خود اختصاص داده و سهم بالای این بخش در مصرف انرژی بیان‌کننده ضرورت بازنگری در سیاست‌های حوزه انرژی است.

۲- روند مصرف انرژی به تفکیک بخش‌های اقتصادی با توجه به نمودار شماره ۲، بخش خدمات (خانگی- عمومی و تجاری) بالاترین سهم را در مصرف انرژی

نمودار ۲- مصرف انرژی بخش‌های اقتصادی بر حسب میلیون بشکه نفت خام (۱۳۹۶-۱۳۸۳)

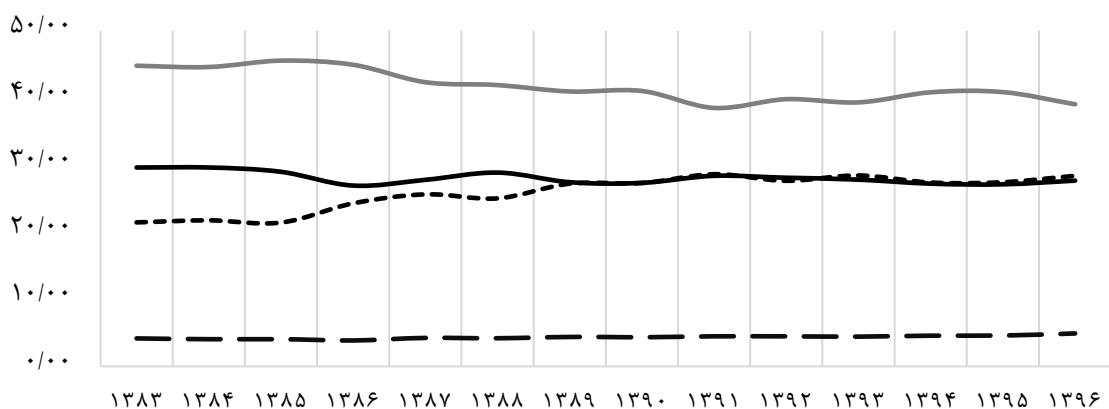


مأخذ: تراز نامه انرژی وزارت نیرو.

۱۳۹۶-۱۳۸۳ به ترتیب، کشاورزی ۴/۳۷ درصد، صنعت ۲۶/۱۳ درصد، حمل و نقل ۲۷/۹۹ درصد و بخش خدمات ۴۱/۵۱ درصد است.

بعد از بخش خدمات، بخش‌های حمل و نقل و صنعت به ترتیب بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند. سهم بخش‌ها از مصرف انرژی طی دوره

نمودار ۳- سهم بخش‌های مختلف اقتصادی از کل مصرف انرژی بر حسب میلیون بشکه نفت خام (۱۳۹۶-۱۳۸۳)



مأخذ: تراز نامه انرژی وزارت نیرو.

نمی‌رسد. براساس نظریه‌های اقتصادی انتظار می‌رود با کاهش تولید از شدت انرژی نیز کاسته شود، اما در ایران، به رغم اینکه در برخی دوره‌ها از تولید ناخالص داخلی کاسته شده، اما مصرف و شدت انرژی کاهش نیافته یا با وقفه کاهش یافته است. نمودار شماره ۴، روند شدت انرژی کل را طی دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. این روند، به جز بعضی دوره‌ها، در اغلب دوره‌ها سعودی بوده و بالا بودن شدت انرژی در اقتصاد ایران که نشان‌دهنده مصرف بالای انرژی در تولید ناخالص داخلی است، می‌تواند به دلیل قیمت ارزان انرژی، فقدان برنامه‌ریزی درست و نبود سیاست‌گذاری‌های مناسب در حوزه انرژی برای اصلاح ساختار عرضه و تقاضا باشد.

یکی از دلایلی که به موجب آن رابطه تنگاتنگی بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در سطح کلان مشاهده نمی‌شود، این است که مصرف کنندگان عمده انرژی در اقتصاد ایران در بخش‌هایی قرار دارند که به صورت مستقیم در تولید نقش ندارند و به‌طور مستقیم ارزش‌افزوده‌ای ایجاد نمی‌کنند. اگر مصرف انرژی در این بخش‌ها منطقی‌تر شود رابطه تولید و مصرف انرژی در سطح کلان متقارن می‌شود.

بخش حمل و نقل بیشترین میزان شدت انرژی را در اقتصاد ایران دارد. به عبارتی، برای ایجاد ارزش‌افزوده در بخش حمل و نقل انرژی زیادی مصرف می‌شود که سبب شده است شدت انرژی بسیار بالایی داشته باشد.

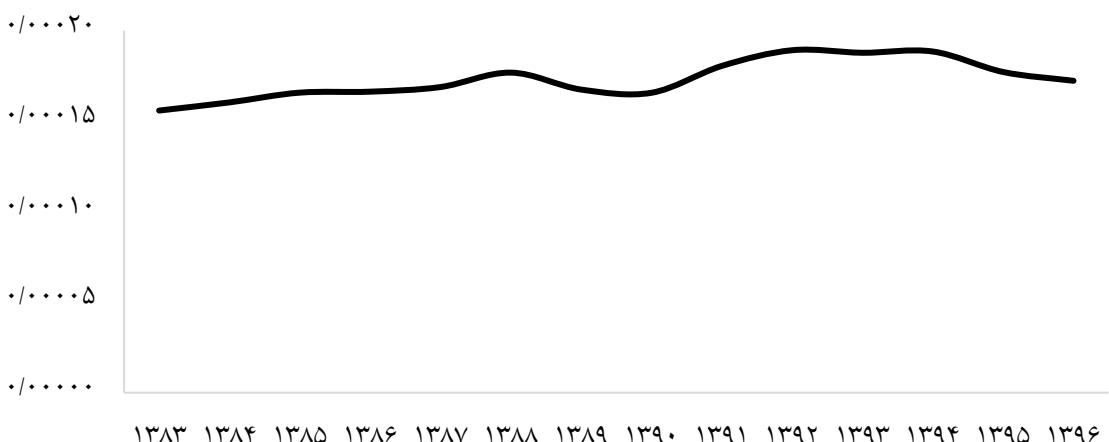
ایران از نظر شاخص شدت انرژی وضعیت مطلوبی ندارد، به‌طوری که بهازای هر یک میلیون ریال تولید ناخالص داخلی، ۲/۰۴ بشکه معادل نفت خام مورد نیاز بوده که در مقایسه با کشورهای نفت‌خیز منطقه شدت انرژی بالاتری است.

نمودار شماره ۳، روند تغییرات سهم هریک از بخش‌های اقتصادی را در مصرف انرژی کل کشور طی دوره ۱۳۸۳-۱۳۹۶ نشان می‌دهد. از بین تمام بخش‌ها، تنها سهم بخش صنعت روندی همواره سعودی دارد و از ۲۱/۴۴ درصد در سال ۱۳۸۳ به ۲۸/۳۸ درصد در سال ۱۳۹۶ رسیده است.

### ۳- روند شدت انرژی کل

یکی از شاخص‌های مهم اقتصاد انرژی، نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی کشور است که در واقع، نشان می‌دهد بهازای هر ریال تولید ناخالص داخلی، چه مقدار انرژی مصرف شده است. شدت انرژی میزان انرژی‌بری هر اقتصاد را نشان می‌دهد. هرچه شدت انرژی در کشور بالا باشد، به این معناست که وابستگی بیشتری به انرژی برای ایجاد ارزش‌افزوده وجود دارد. ایران از نظر شاخص شدت انرژی وضعیت مطلوبی ندارد، به‌طوری که بهازای هر یک میلیون ریال تولید ناخالص داخلی، ۲/۰۴ بشکه معادل نفت خام مورد نیاز بوده که در مقایسه با کشورهای نفت‌خیز منطقه شدت انرژی بالاتری است و از نظر اقتصادی، مطلوب به نظر

نمودار ۴- روند شدت انرژی کل بر حسب میلیون بشکه نفت خام بر میلیارد ریال (۱۳۸۳-۱۳۹۶)



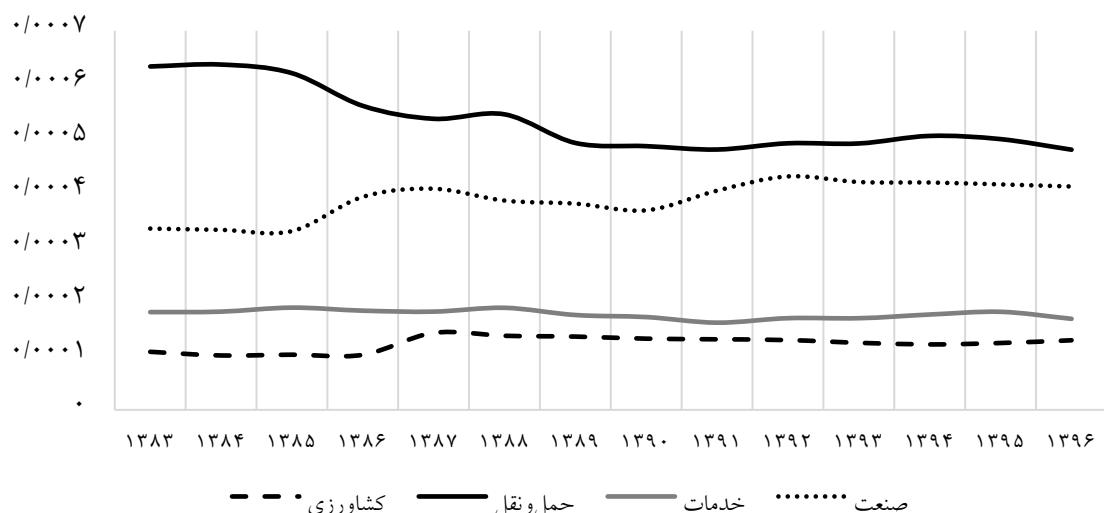
مأخذ: محاسبات پژوهش.

پایین تر است، یعنی بخش کشاورزی به ازای ایجاد هر واحد ارزش افزوده، کمترین میزان انرژی را نسبت به دیگر بخش‌ها مصرف می‌کند. بعد از بخش کشاورزی کمترین میزان شدت انرژی مربوط به بخش خدمات (خانگی، عمومی و تجاری) بوده و علت آن است که در این بخش، انرژی به طور مستقیم برای ایجاد ارزش افزوده مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

#### ۴- روند شدت انرژی به تفکیک بخش‌های اقتصادی

براساس آمار ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۶، وضعیت شدت انرژی به تفکیک بخش‌های اقتصادی ارایه شده است. شدت مصرف نهایی انرژی در بخش کشاورزی، طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۶ نسبت به شدت انرژی در بخش‌های حمل و نقل و صنعت

نمودار ۵- شدت انرژی به تفکیک بخش‌های اقتصادی بر حسب میلیون بشکه نفت خام بر میلیارد ریال (۱۳۸۳-۱۳۹۶)

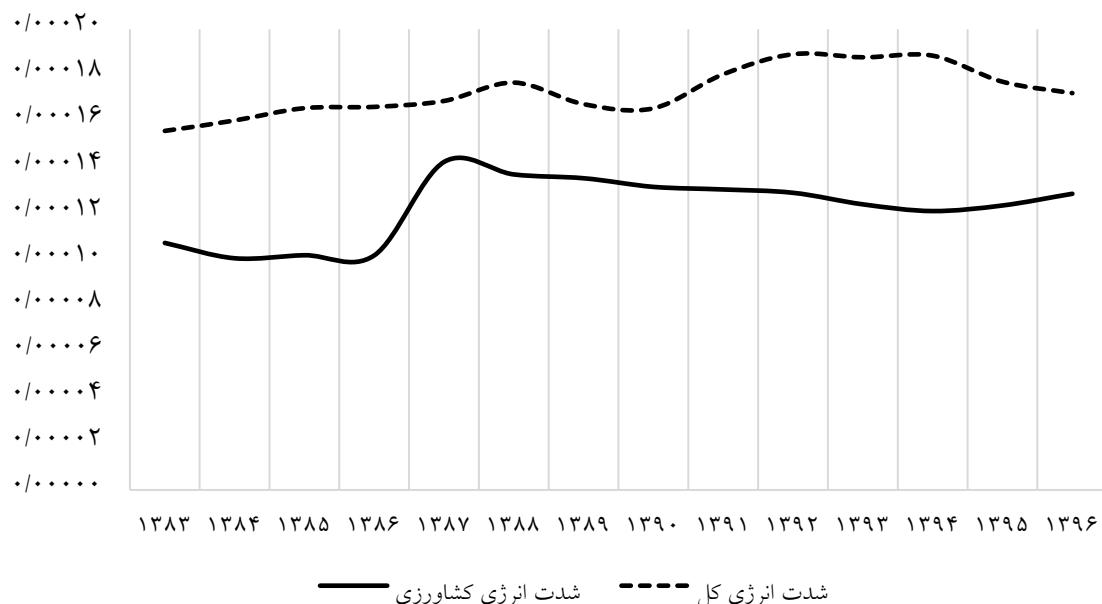


مأخذ: محاسبات پژوهش.

با توجه به نمودار شماره ۵ و همان‌طور که اشاره شد، شدت انرژی در بخش کشاورزی نسبت به دیگر بخش‌ها کمتر است و روند این شاخص، بهویژه بعد از سال ۱۳۸۷ نسبتاً یکنواخت بوده و نوسان چشمگیری در آن مشاهده نمی‌شود. این موضوع به دلایل گوناگونی وابسته است؛ نخست اینکه وابستگی این بخش به انرژی بسیار کم است، به طوری که سهم مصرف انرژی این بخش در سال ۱۳۹۶ حدود ۴/۹ درصد بوده است. دلیل دیگر آنکه عوامل سیاسی، اجتماعی و اقتصادی کشور اثر چندانی بر این بخش نمی‌گذارند و یکی از بابتات‌ترین بخش‌ها از لحاظ شاخص‌های اقتصادی است. به عبارت دیگر، یکنواخت بودن این شاخص ناشی از روند یکنواخت محصول ناخالص داخلی و مصرف انرژی در این بخش است.

بعد از بخش کشاورزی و خدمات، با توجه به اعداد شدت انرژی، مشخص می‌شود که ایجاد ارزش‌افزوده در بخش حمل و نقل و صنعت با مصرف انرژی فراوان همراه است و برای تولید هر واحد ارزش‌افزوده، میزان انرژی بیشتری نسبت به بخش‌های خدمات و کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.<sup>۱</sup> روند شدت انرژی در بخش صنعت از سال ۱۳۸۳ تا سال ۱۳۹۶ روندی صعودی دارد، اما این روند در بخش حمل و نقل در دوره ۱۳۸۹-۱۳۹۰ ثابت، در دوره ۱۳۸۳-۱۳۸۶ و ۱۳۸۸-۱۳۸۹ نزولی و در بقیه دوره‌ها صعودی است. همچنین مقدار شدت انرژی در بخش حمل و نقل اندکی بالاتر است که انرژی‌بری بیشتر این بخش، بالاتر بودن مصرف انرژی و شدت انرژی را در این بخش توجیه می‌کند.

نمودار ۶- شدت انرژی کل و شدت انرژی بخش کشاورزی بر حسب میلیون بشکه نفت خام بر میلیارد ریال (۱۳۹۶-۱۳۸۳)



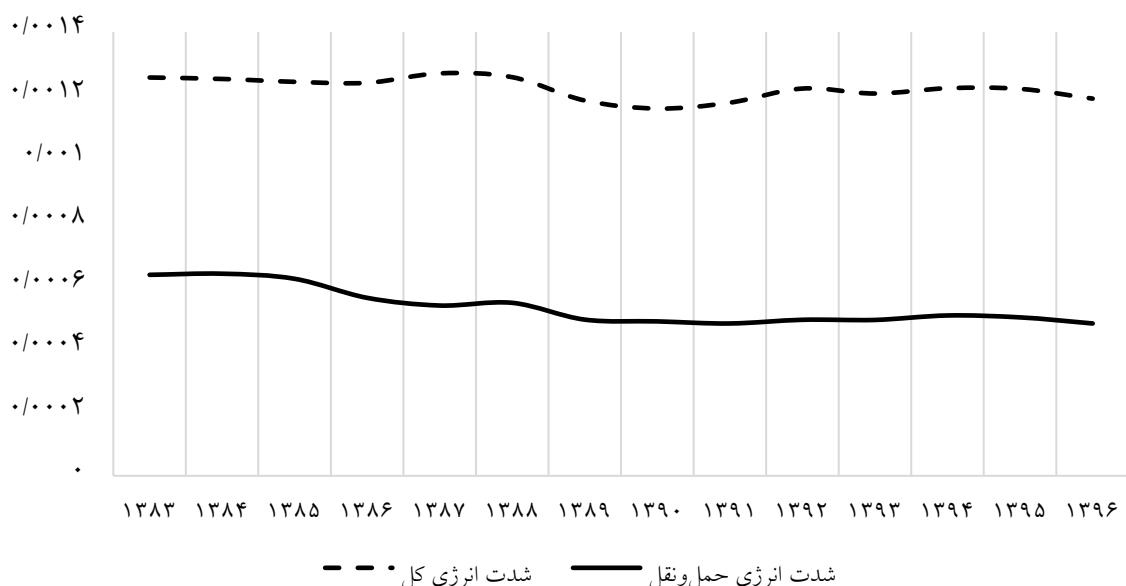
مأخذ: محاسبات پژوهش.

۱- تراز نامه انرژی، سال ۱۳۹۶.

بسیار بالایی داشته باشد. این بخش به دلیل ساختار ناکارآ و فرسوده خود و عدم سرمایه‌گذاری کافی، ظرفیت‌های بالایی برای صرفه‌جویی انرژی دارد.

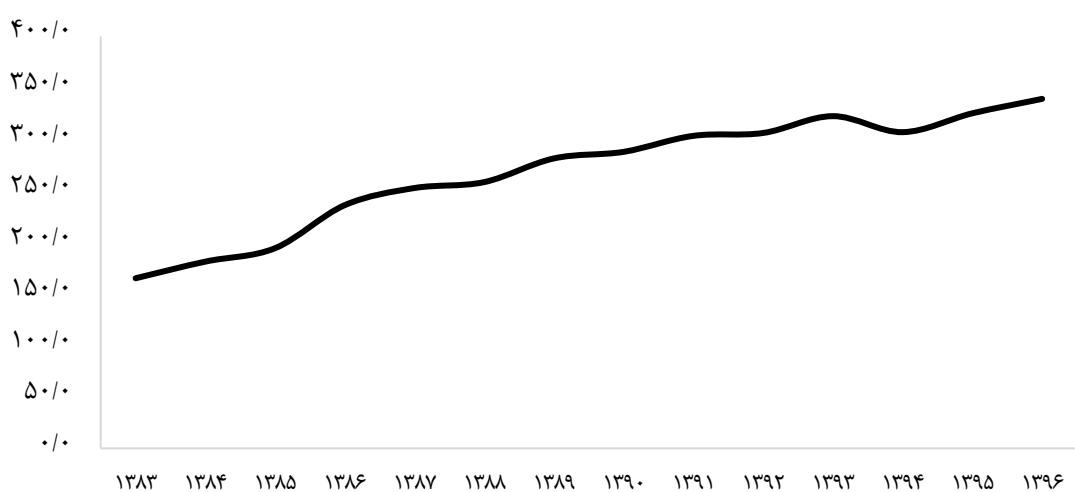
بخش حمل و نقل بیشترین میزان شدت انرژی را در اقتصاد ایران دارد. به عبارتی، برای ایجاد ارزش افزوده در بخش حمل و نقل انرژی زیادی مصرف می‌شود که سبب شده است شدت انرژی

نمودار ۷- شدت انرژی کل و شدت انرژی بخش حمل و نقل بر حسب میلیون بشکه نفت خام بر میلیارد ریال (۱۳۹۶-۱۳۸۳)



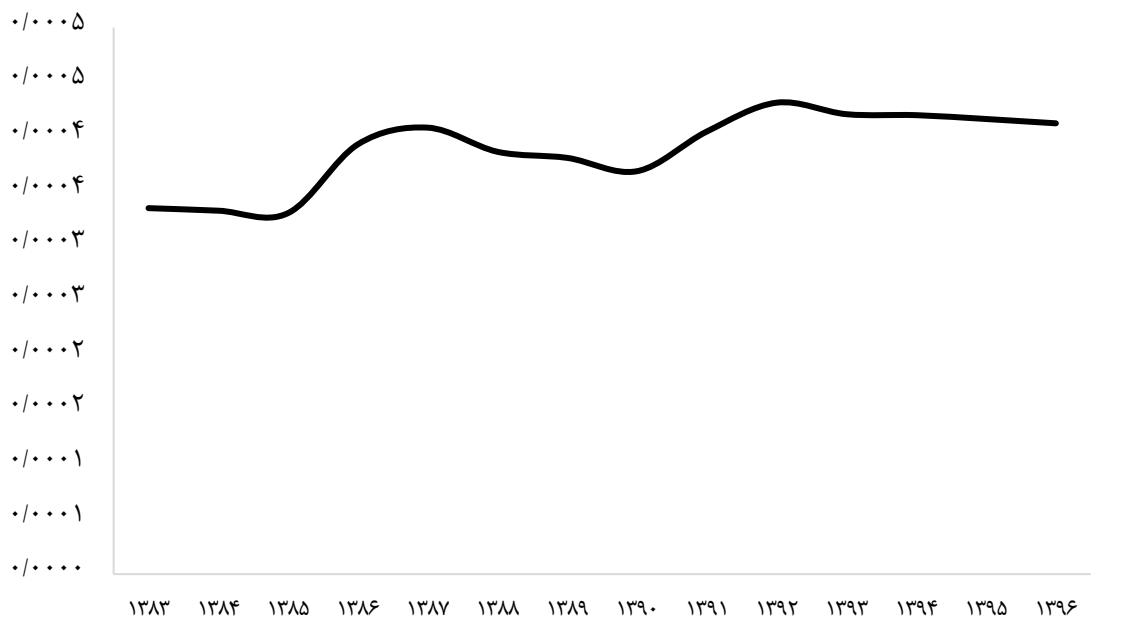
مأخذ: محاسبات پژوهش.

نمودار ۸- مصرف نهایی انرژی در بخش صنعت بر حسب میلیون بشکه نفت خام (۱۳۹۶-۱۳۸۳)



مأخذ: محاسبات پژوهش.

نمودار ۹- شدت انرژی بخش صنعت بر حسب میلیون بشکه نفت خام بر میلیارد ریال (۱۳۹۶-۱۳۸۳)



مأخذ: محاسبات پژوهش.

و از ۱۶۵/۲ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۳ به ۳۳۹/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۶ افزایش یافته است.<sup>۱</sup> براساس این، بررسی شدت انرژی در بخش صنعت و زیربخش‌های آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

با توجه به نمودارهای شماره ۸ و ۹، مصرف انرژی در بخش صنعت همواره صعودی بوده است، یعنی بخش صنعت تقاضای بالایی برای انرژی دارد، اما شدت انرژی در اغلب دوره‌ها نزولی است و این، یعنی بخش صنعت توانسته با روش‌های صرفه‌جویی، تا حدودی از میزان انرژی‌بری خود بکاهد.

۵- شدت انرژی در زیربخش‌های صنعت جدول شماره ۳، مقدار ارزش افزوده، مصرف انرژی و شدت انرژی را برای دو سال ۱۳۸۳ به عنوان سال مبنا و ۱۳۹۶ به عنوان سال مقصد در زیربخش‌های صنعت (۲۳ زیربخش) نشان می‌دهد.<sup>۲</sup>

بخش صنعت به عنوان بخش پیشرو توسعه اقتصادی کشور قلمداد می‌شود. این بخش با مصرف ۳۳/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام، یکی از پرمصرف‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی در سال ۱۳۹۶ بوده است، به طوری که طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۸۳ مصرف نهایی این بخش ۲ برابر شده

۱- ترازنامه انرژی، سال ۱۳۹۶.

۲- یادآوری می‌شود، داده‌های مربوط به مصرف انرژی در سطح زیربخش‌های صنعت در سال ۱۳۹۴، آخرین داده‌های موجود تا تاریخ تهیه این گزارش است.

### جدول ۳- ارزش افزوده، مصرف و شدت انرژی در زیربخش‌های صنعت (۱۳۹۴ و ۱۳۸۳)

زیربخش‌های صنعت	ارزش افزوده (میلیارد ریال)	مصرف انرژی (هزار بشکه نفت خام)	شدت انرژی (هزار بشکه نفت خام بر میلیارد ریال) <sup>۱</sup>	جدول ۳- ارزش افزوده، مصرف و شدت انرژی در زیربخش‌های صنعت (۱۳۹۴ و ۱۳۸۳)	
				۱۳۹۴	۱۳۸۳
صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱۴۸۷۸	۱۴۴۲۷۲	۰.۹۲۲	۱۳۹۴	۱۳۸۳
تولید محصولات از توتون و تنباکو	۹۳۸	۱۳۷۲۲	۰.۱۳۶	۱۴۳۵۵	۱۳۹۴
تولید منسوجات	۶۳۲۱	۲۹۵۸۰	۰.۰۹	۴۱	۱۲۸
تولید پوشاک	۳۴۲	۲۲۶۳	۰.۰۳۸	۸۶	۶۷
دباغی و عمل آوردن چرم	۵۵۶	۲۰۹۶	۰.۰۶۴	۱۳۴	۱۱۳
تولید چوب و محصولات چوبی	۵۷۹	۸۷۶۰	۰.۱۲۱	۱۰.۵۷۴	۳۵۶۸
تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۱۸۶۳	۱۶۶۹۶	۰.۱۴۷	۲۴۴۷	۱۷۸۳
انتشار و چاپ	۷۸۷	۴۰۷۳	۰.۰۴۱	۱۶۸	۱۰۷
صنایع تولید زغال کک	۱۹۰۴۶	۷۲۹۲۸	۰.۴۹۳	۳۵۹۴۷	۲۳۴۹۷
صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۲۷۴۳۵	۳۲۵۱۰۵	۰.۲۰۰	۶۴۸۲۲	۲۰۱۲۳
تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۴۴۶۶	۳۳۶۲۷	۰.۰۶۳	۲۱۲۸	۱۸۴۵
تولید سایر کانی‌های غیرفلزی	۱۸۳۷۵	۹۲۰۴۴	۰.۷۳۰	۶۷۱۷۳	۴۴۴۸۰
تولید فلزات اساسی	۳۱۶۳۶	۱۷۵۳۹۴	۰.۳۲۰	۵۶۱۶۱	۳۶۵۶۷
تولید محصولات فلزی فابریکی	۵۸۹۵	۴۲۴۷۸	۰.۰۴۳	۱۸۴۶	۱۴۳۰
تولید ماشین‌آلات و تجهیزات	۸۱۹۵	۴۵۱۸۷	۰.۰۳۰	۱۳۷۲	۱۷۶۶
تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی	۳۱۸	۳۳۹۶	۰.۰۱۲	۴۱	۱۰
تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق	۵۳۱۴	۲۶۶۳۴	۰.۰۳۱	۸۳۵	۷۷۰
تولید رادیو و تلویزیون	۱۸۷۲	۶۷۷۰	۰.۰۱۳	۸۹	۸۲
تولید ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی و ابزار دقیق	۱۰۶۷	۱۴۴۲۵	۰.۰۱۲	۱۷۲	۱۶۹
تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر	۲۵۰۵۴	۱۱۱۴۲۸	۰.۰۲۱	۲۳۱۷	۲۰۱۱
تولید وسایل حمل و نقل	۵۱۱۲	۸۳۶۹	۰.۰۳۲	۲۶۸	۲۳۵
تولید مبلمان و محصولات	۱۲۰۷	۵۹۹۷	۰.۰۴۸	۲۸۸	۲۳۲
بازیافت ضایعات فلزی و غیرفلزی	۱۰	۱۷۸	۰.۱۵۲	۲۷	۳

مأخذ: مرکز آمار ایران، طرح‌های آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر.

بوده که این مقدار نسبت به ارزش افزوده سال پایه کاهش یافته است. همچنین بیشترین مقدار ارزش افزوده در سال ۱۳۹۴ مربوط به صنعت تولید مواد و محصولات شیمیایی، به میزان ۳۲۵۱۰۵ میلیارد ریال بوده است.

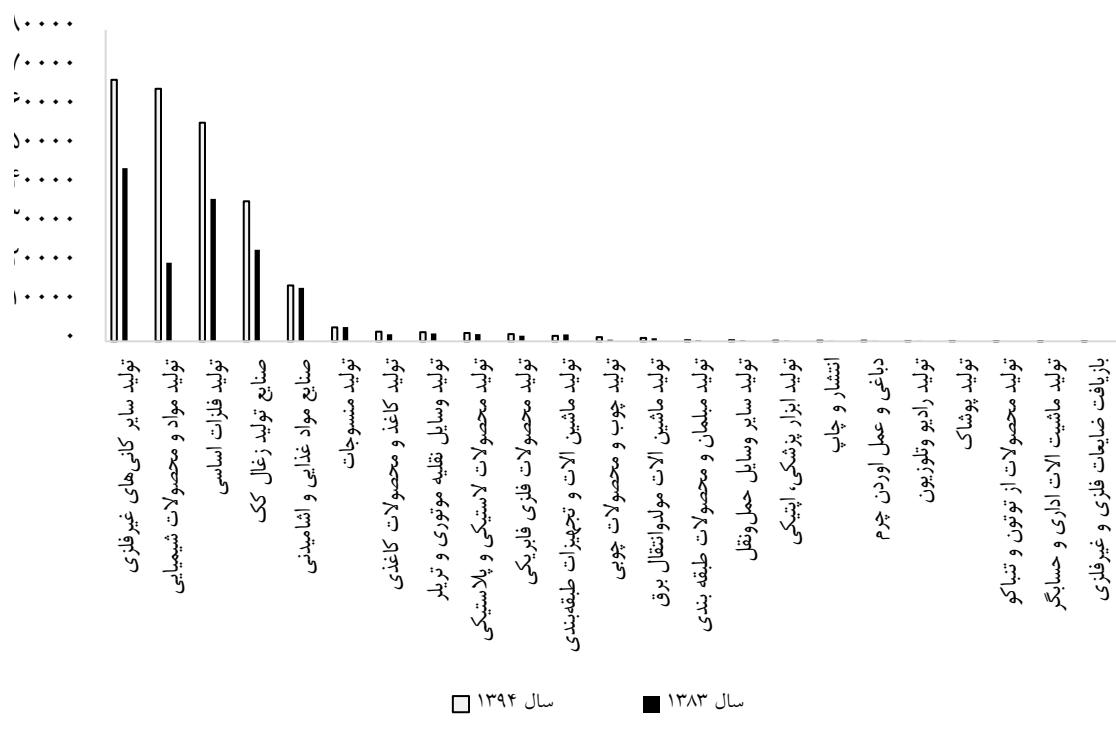
با توجه به جدول شماره ۳، در سال ۱۳۸۳ صنعت تولید فلزات اساسی بیشترین مقدار ارزش افزوده را به میزان ۳۱۶۳۶ میلیارد ریال در بین ۲۳ زیربخش صنعت داشته و ارزش افزوده این صنعت در سال ۱۳۹۴ میزان ۱۷۵۳۹۴ میلیارد ریال

۱- با توجه به اینکه آمار مربوط به مصرف انرژی در هریک از زیربخش‌ها بر حسب هزار بشکه معادل نفت خام بوده، ازین‌رو، واحد شدت انرژی در این قسمت، هزار بشکه نفت خام بر میلیارد ریال است.

و محاسباتی و صنعت تولید محصولات از توتوون و تباکو کمترین مقدار شدت انرژی را در دو سال ۱۳۸۳ و ۱۳۹۴ به میزان ۰/۰۳۱ و ۰/۰۰۹ داشته‌اند.

نمودار شماره ۱۰، روند مصرف انرژی را طی سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۴ برای زیربخش‌های صنعت نشان می‌دهد. مصرف انرژی برای زیربخش‌های صنعت در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۸۳ روند کاهشی داشته و در هر دو دوره بیشترین مقدار مصرف انرژی مربوط به صنایع تولید کانی‌های غیرفلزی (زیربخش دوازدهم) بوده است.

نمودار ۱۰- روند مصرف انرژی زیربخش‌های صنعت بر حسب میلیون بشکه نفت خام در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۴



مأخذ: محاسبات پژوهش.

زیربخش‌های صنعت در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۸۳ کمتر و در هر دو دوره بیشترین مقدار شدت انرژی مربوط به صنعت تولید کانی‌های غیرفلزی بوده است.

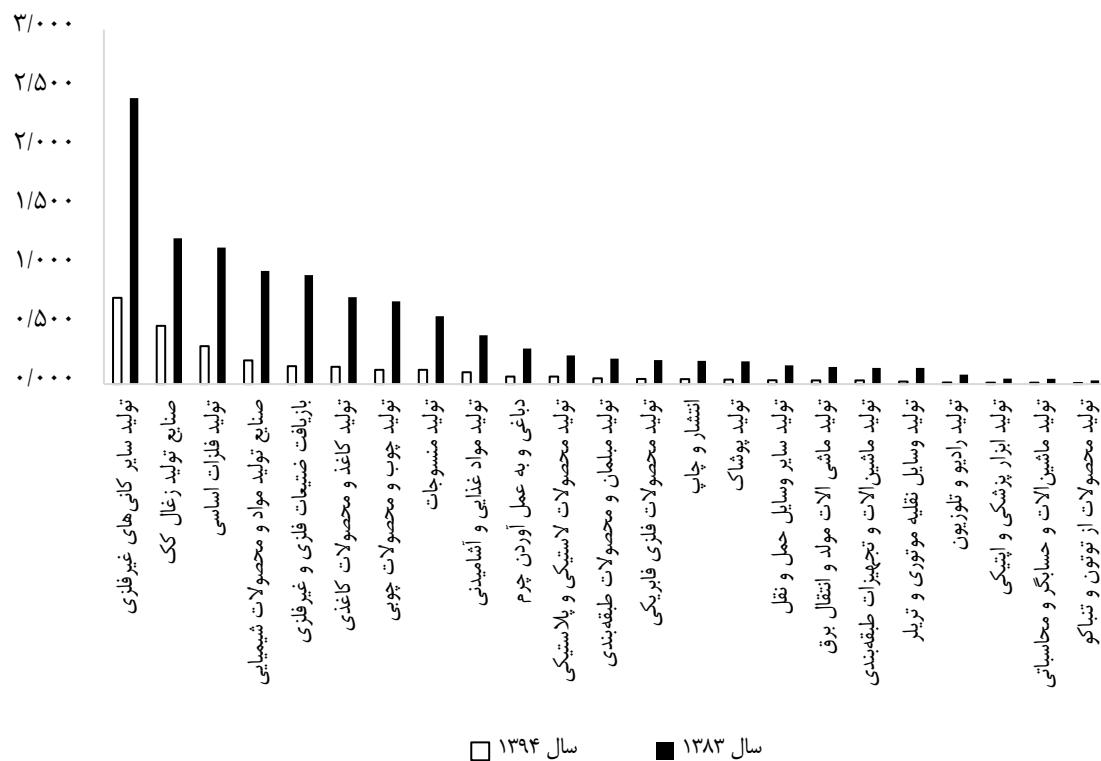
بیشترین مقدار مصرف انرژی در سال ۱۳۸۳ در صنعت تولید سایر کانی‌های غیرفلزی به میزان ۴۴۸۰ هزار بشکه معادل نفت خام است و صنعت بازیافت، کمترین مقدار مصرف انرژی را در سال ۱۳۸۳ به میزان ۳ هزار بشکه معادل نفت خام داشته است.

ستون آخر جدول شماره ۳، شدت انرژی برای دو سال ۱۳۸۳ و ۱۳۹۴ را نشان می‌دهد، همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار شدت انرژی در هر دو دوره مربوط به صنعت تولید کانی‌های غیرفلزی به میزان ۲۴۲۱ و ۷۳۰ است و صنایع تولید ماشین‌آلات اداری

نمودار ۱۱- روند شدت انرژی زیربخش‌های صنعت بر حسب میلیون بشکه نفت خام در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۴

نمودار شماره ۱۱، روند شدت انرژی زیربخش‌های صنعت را در دو سال ۱۳۸۳ و ۱۳۹۴ نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، شدت انرژی در

نمودار ۱۱- شدت انرژی زیربخش‌های صنعت بر حسب هزار بشکه نفت خام بر میلیارد ریال در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۴



مأخذ: محاسبات پژوهش.

پدیده گرمایش جهانی به شمار می‌رود. افزایش این نوع مشکلات زیست‌محیطی و تهدیدهایی که مصرف انرژی برای زندگی انسان‌ها در زمین به وجود می‌آورد، به عنوان موتور محرک ثانویه باعث افزایش اهمیت مصرف بهینه انرژی شده است. صرفه‌جویی‌های انرژی علاوه بر تأمین نیازهای مصرف کنندگان کشورهای در حال توسعه، از طریق کاهش هزینه‌های انرژی، منابع مالی قابل توجهی را برای سرمایه‌گذاری و مصرف در دیگر بخش‌ها مهیا می‌کند. علاوه بر این، ارتقای بهره‌وری انرژی با کاهش سهم هزینه‌های انرژی در هزینه‌های تولید، باعث افزایش توان رقابتی کشورهای در حال توسعه در بازارهای جهانی

شدت انرژی را براساس برابری قدرت خرید محاسبه کنیم، هرچند ایران در این شرایط به لحاظ شدت مصرف انرژی در رتبه تقریباً مشابهی با روسیه قرار می‌گیرد، اما همچنان شدت مصرف ایران از کشورهای ترکیه، هند و سایر کشورهای در حال توسعه بالاتر است.

### جمع‌بندی و راهکارها

انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی در فعالیت بخش‌های مختلف اقتصادی (صنعت، حمل و نقل، کشاورزی و خدمات) منشأ اصلی

کارآبی مصرف انرژی بسیار رایج است. به همین منظور در گزارش حاضر، ابتدا وضعیت مصرف انرژی در کل اقتصاد و سپس، به تفکیک بخش‌ها ارایه شد. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش، روند مصرف انرژی در کل اقتصاد و در هریک از بخش‌ها روندی صعودی است و بخش‌های حمل و نقل و صنعت بعد از بخش خدمات بیشترین سهم را در مصرف انرژی داشته‌اند. از سویی، بخش‌های حمل و نقل و صنعت به‌ازای تولید هر واحد ارزش افزوده، میزان انرژی بیشتری مصرف می‌کنند، به‌طوری‌که بخش حمل و نقل بیشترین میزان شدت انرژی و بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش‌ها کمترین میزان شدت انرژی را داشته‌اند. بخش صنعت به عنوان بخش پیشرو، دومین بخش با شدت انرژی بالا به شمار می‌آید که میزان مصرف انرژی در هریک از زیربخش‌های آن با توجه به ساختار و تجهیزات صنعتی و نوع فناوری تولید متفاوت است.

براساس اطلاعات مربوط به آمار کارگاه‌های بزرگ صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر، بزرگ‌ترین مصرف‌کننده انرژی در بین صنایع مختلف، گروه سایر محصولات کانی غیرفلزی است. در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۴ سهم این گروه از کل مصرف انرژی به ترتیب حدود ۲۹/۰۳ و ۲۶/۳۰ درصد بوده است، در حالی که سهم آن در ارزش افزوده به ترتیب حدود ۱۰/۱۴ و ۷/۸۲ درصد را نشان می‌دهد. در سال ۱۳۹۴ بعد از بخش صنایع کانی‌های غیرفلزی، بیشترین سهم مصرف انرژی متعلق به گروه مواد و محصولات شیمیایی است

می‌شود و همچنین وابستگی کشورها را به سوخت‌های وارداتی کاهش می‌دهد و آسیب‌پذیری آنها را در برابر شوک‌های عرضه، قیمت و تحریم‌های احتمالی افزایش می‌دهد. بنابراین، مشاهده می‌شود که افزایش بهره‌وری از ابعاد اقتصادی و امنیتی مزایای فراوانی را برای اقتصادهای در حال توسعه دارد. البته، باید توجه کرد که کاهش مصرف انرژی، به‌ویژه سوخت‌های فسیلی مانند نفت، گاز و زغال‌سنگ باعث کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی نیز می‌شود که برای حرکت اقتصاد در جهت توسعه پایدار اهمیت بسزایی دارد. کشورهای صادرکننده نفت با صرفه‌جویی انرژی که بخش قابل ملاحظه‌ای از آن نفت است نه تنها می‌توانند از مزایای عمومی یادشده بهره‌مند شوند، بلکه کاهش تقاضای نفت در این کشورها به منزله افزایش توان صادراتی نفت و حفظ ذخایر زیرزمینی برای نسل‌های آتی است که در هر صورت، مزیت قابل توجهی را برای کشورهای صادرکننده در بر خواهد داشت. یکی از مزایای صرفه‌جویی‌های نفتی که هم از نظر ملی و هم از نظر بین‌المللی مهم بوده، کاهش انتشار حاصل از مصرف گازهای گلخانه‌ای و به‌ویژه گاز CO<sub>2</sub> است که به رشد و توسعه پایدار در جهان کمک زیادی می‌کند.

بررسی روند کارآبی مصرف و شدت انرژی در صنایع مختلف امکان ایجاد بستر مناسب را برای تصمیم‌سازی فراهم می‌آورد و شدت انرژی از جمله شاخص‌هایی بوده که استفاده از آن در بررسی روند

به گونه‌ای باشد که مصرف انرژی در بخش‌های غیرمولد را منطقی‌تر کند. این مسئله لزوم توجه به منطقی‌تر شدن مصرف را در بخش‌های غیرمولد روشن می‌کند. بنابراین، سیاست‌های حوزه انرژی باید در جهتی باشد که از مصرف انرژی در بخش‌های غیرتولیدی مانند بخش خانگی بکاهد و مصرف انرژی در بخش‌های تولیدی را همراه با افزایش کارآیی، بیشتر کند؛ برای مثال، مالیات بر انرژی در بخش تولیدی، کاهش و در بخش غیرمولد افزایش یابد.

- ارتقای آموزش عمومی: باید برای افزایش سطح آگاهی مردم به منظور استفاده بهتر و صرفه‌جویی بیشتر در مصرف انرژی اقدام کرد، زیرا تجربه کشورهای صنعتی برای افزایش کارآیی انرژی گویای این حقیقت است که برای افزایش کارآیی تنها استفاده از ابزار قیمت کافی نیست، بلکه باید فرهنگ صرفه‌جویی در انرژی را از طریق برنامه‌های وسیع آموزشی، عزم ملی، ارتقای آموزش عمومی، ایجاد حساسیت برای جلوگیری از اتلاف انرژی در سیستم‌های گرمایش و سرمایش و مصرف عمومی و... در جامعه ایجاد کرد.

- تهیه و تنظیم بانک اطلاعاتی منسجم در حوزه انرژی: یکی از موانع اصلی برای بهینه‌سازی تولید، مصرف و مدیریت انرژی در کشور، فقدان یک بانک اطلاعاتی منسجم است که بتواند روند تغییرات تقاضا و عرضه انرژی را به‌طور هماهنگ و دائمی ارایه کند. وجود این بانک اطلاعاتی

که سهمی معادل ۲۵/۴۰ درصد در مصرف انرژی و ۲۷/۶۴ درصد در ارزش افزوده دارد. رتبه بعدی در مصرف انرژی مربوط به زیربخش تولید فلزات اساسی بوده که سهمی معادل ۲۱/۹۸ درصد را در مصرف انرژی و ۱۴/۹۱ درصد را در ارزش افزوده صنعت در سال ۱۳۹۴ داشته است. مصرف انرژی زیربخش‌های صنعت در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۸۳ کاهش یافته و به موجب آن، شدت مصرف انرژی در زیربخش‌های صنعتی طی سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۸۳ کاهش یافته است و در هر دو دوره گروه سایر محصولات کانی غیرفلزی بیشترین شدت انرژی را نسبت به صنایع دیگر دارد. با توجه به وضعیت مصرف انرژی در هریک از بخش‌های اقتصادی و با توجه به اینکه کاهش شدت انرژی یا به عبارت دیگر، بهبود کارآیی مصرف انرژی در صنعت و زیربخش‌های آن می‌تواند باعث کاهش هزینه تولید و قیمت تمام‌شده محصولات صنعتی شود، این موضوع افزایش توان رقابتی این محصولات را در بازارهای جهانی به دنبال خواهد داشت. از این‌رو، با توجه به شدت بالای انرژی در صنایع حمل و نقل، صنعت و برخی زیربخش‌های صنعت راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود:

- تجدیدنظر در سیاست‌گذاری‌های انرژی: با توجه به اینکه قسمت اعظمی از انرژی مصرفی کشور در بخش‌های غیرمولد مصرف می‌شود و به‌ازای این مصرف انرژی، ارزش افزوده‌ای ایجاد نمی‌شود، در نتیجه، سیاست‌گذاری‌ها باید

زیربخش‌ها یا سرمایه‌گذاران در این صنایع باشد. همچنین کاهش تعرفه بر واردات ماشین‌آلات و تجهیزات سرمایه‌ای با مصرف انرژی پایین می‌تواند در جهت کاهش انرژی مصرفی بهازای هر واحد سرمایه و به‌تبع آن، افزایش بهره‌وری (کاهش شدت انرژی) مؤثر باشد.

منسجم و شفاف، انجام محاسبات منظم و دقیق مصرف و شدت انرژی را در کشور امکان‌پذیر می‌کند و مسیر و روند تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها را در حوزه انرژی هموار می‌سازد و در نهایت، مانع قضاوت سلیقه‌ای در مورد شرایط موجود می‌شود.

**- نوسازی و بهینه‌سازی تجهیزات حمل و نقل:** همان‌گونه که انتظار می‌رود ساختار فرسوده و ناکارآی بخش حمل و نقل ایران و عدم سرمایه‌گذاری در تجهیز ناوگان حمل و نقل کشور، بالا بودن مصرف انرژی بهازای تولید هر واحد ارزش افزوده را نشان می‌دهد، به‌طوری که شدت انرژی طی دوره مورد مطالعه به‌طور نسبی در حال افزایش بوده و حاکی از افزایش میزان ناکارآیی و اتلاف انرژی در این بخش است؛ از این‌رو، توصیه می‌شود، تجهیزات حمل و نقل به‌منظور کاهش مصرف انرژی نوسازی و بهینه‌سازی شود.

در بخش صنعت نیز دولت می‌تواند با حمایت از کارفرمایان برای تعویض و نوسازی تجهیزات فرسوده و ناکارآی مصرف‌کننده انرژی و بهبود فناوری مورد استفاده آنها، در کاهش مصرف انرژی و در نهایت، افزایش بهره‌وری بهازای هر واحد ارزش افزوده مفید واقع شود.

**- حمایت دولت از زیربخش‌های با مصرف انرژی کمتر:** لازم است دولت از صنایعی که به‌هزای هر واحد نیروی کار یا سرمایه، انرژی کمتری مصرف می‌کنند حمایت کند؛ حمایت دولت می‌تواند در قالب دادن یارانه به تولیدکنندگان این