

# انرژی، توسعه و محیط زیست

محمدعلی عبدلی، امیرمحمد یدقار  
دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

## چکیده

استفاده از انواع سوخت‌های فسیلی موجب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های زیست محیطی می‌شود. لذا در تحقیق حاضر ضمن شناخت مباحث انرژی و محیط زیست، سیاست‌های جایگزین سوخت‌های فسیلی بحث خواهد شد. بررسی‌های این تحقیق نشان می‌دهد که حذف یارانه‌های انرژی و هدفمند نمودن آن گام مؤثری در حفظ محیط زیست خواهد بود. همچنین اثر بخشی افزایش راندمان مصرف انرژی بسیار زیاد است و دولت می‌تواند با سرمایه‌گذاری‌های کوچک به صرفه‌جویی‌های کلان دست یابد. تدوین استانداردها و معیارهای مصرف انرژی از جمله اقدامات مؤثر در کاهش مصرف انرژی به شمار می‌آید. در درازمدت بهره‌گیری از انرژی‌های تجدید پذیر نوین غیر قابل اجتناب خواهد بود و لذا دولت از هم اکنون می‌بایست زیر ساخت‌های لازم را برای تحقیق و توسعه در این زمینه فراهم سازد.

واژه‌های کلیدی: انرژی، محیط زیست، آلودگی، یارانه، تجدید پذیر

## مقدمه

در جوامع بشری، توسعه با به‌کارگیری انرژی بیشتر میسر می‌گردد و بدین ترتیب انسان برای دستیابی به توسعه، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، اجتماعی و سنتی محیط زیست خود را دگرگون می‌سازد. تولید، انتقال و مصرف انرژی، اثرات زیست محیطی مهمی در اکوسیستم زمین بر جای می‌گذارد. امروزه سیاست‌های تولید و به‌کارگیری انرژی در مسایل زیست محیطی محلی و منطقه‌ای، نقش محوری را بر عهده دارند. بنابراین ضرورت تعیین رابطه پیچیده مسائل زیست محیطی با انرژی، بیش از پیش ملموس شده است. به طور کلی چهارچوب تصمیم‌گیری در این مورد را می‌توان در چهار مرحله خلاصه کرد:

- ۱) تعیین واکنش انرژی و محیط زیست
- ۲) تعیین پتانسیل‌های مقابله (استفاده بهینه از انرژی، به‌کارگیری تکنولوژی‌های کنترل آلودگی، جایگزینی سوخت و ...)
- ۳) تعیین پتانسیل‌های ابزاری (اطلاعات، مقررات و اقتصاد)
- ۴) توسعه انرژی (استراتژی سیاست‌گذاری ابزاری)

## انرژی؛ اساس پیشرفت اقتصادی

قرن بیستم، نمونه‌ای آشکار از پیشرفت و توسعه اقتصادی محسوب می‌شود. این مهم با پیگیری در امر وفور مواد مشخص شده و از سیستم اقتصادی سود برده که تکنولوژی و علوم جدید را به کار گرفته است. در این دوره، تولید انبوه، مصرف انبوه را میسر ساخته است.

فعالیت‌های تمدن بشر از آغاز تاریخ در مقیاس جهانی، بار فراوانی را به محیط زیست تحمیل کرده است. بنابراین باید از این امکان جلوگیری کرد که صدمه به محیط زیست جهانی که بشر، بقا و حیات خود را مرهون آن است، به نقطه‌ای برسد که بازگشت و جبرانی وجود نداشته باشد. بدین سبب است که تولید کنندگان و مصرف‌کنندگان انرژی باید در مورد نقشی که انرژی برای دستیابی به توسعه پایدار بر عهده دارد، عمیقاً فکر کنند. در این زمینه حفظ محیط زیست زمین که قابل جایگزینی نیست، باید دقیقاً مد نظر قرار گیرد.

به وضوح مشخص گردیده این انرژی است که امکان توسعه و پیشرفت اقتصادی را فراهم می‌کند. در این میان باید سعی نمود چرخه نابهنجاری که به شکل رشد اقتصادی، استفاده از انرژی و مشکلات زیست محیطی رشد یافته است، از میان برود. از طرفی تغییرات انسان‌ساخت محیط زیست، کوتاه مدت و یا بلند مدت است و ابهامات و عدم قطعیت‌های فراوانی را در رابطه با توسعه بخش انرژی و سرمایه‌گذاری برای تأسیسات جدید انرژی ایجاد می‌کنند. ضروری‌ترین اقدام در مراحل اولیه تصمیم‌گیری در این باره، تحلیل هزینه - منفعت در مراحل مختلف چرخه تولید و مصرف سوخت و نیز آگاهی از مدیریت ریسک‌های احتمالی است. امروزه کاملاً مشخص است که اکولوژی و اقتصاد، دو موضوع کاملاً جدا از یکدیگر نیستند؛ چرا که اقتصاد لازمه جوامع است و تولید، انتقال و استفاده بهینه از انرژی نیز برای بقا، آسایش، پیشرفت و توسعه جوامع بشری ضروری است.

## توسعه پایدار

متداول‌ترین تعریف از پایداری، تعریفی است که کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (WCED) ارائه کرده است. این کمیسیون، توسعه پایدار را به صورت توسعه‌ای که احتیاجات نسل حاضر را بدون لطمه زدن به توانایی نسل‌های آتی در تأمین نیازهای خود برآورده می‌کند، تعریف کرده است.

بر مبنای این تعریف، قبل از این که هر جامعه‌ای بتواند به پایداری برسد، عدالت بین نسلها و درون نسلها باید تأمین گردد. توسعه اجتماعی و اقتصادی باید به گونه‌ای تحقق پذیرد که در هر زمان که بر نسل‌های آینده، هزینه‌ای تحمیل شود، اثرات فعالیت‌های اقتصادی را به حداقل رساند. زمانی که فعالیت‌های حیاتی و ضروری فعلی، هزینه‌هایی را بر آیندگان تحمیل کند (مثلاً حفاری کانی‌های غیر قابل تجدید)، خسارات وارده به طور کامل باید جبران گردد. این کمیسیون، نیازهای ضروری افراد فقیر جهان را که باید اولویت بالایی به آنان اختصاص یابد، مشخص کرده است. به عبارت دیگر توسعه پایدار باید با تأکید خاص بر رفاه افراد جامعه همراه باشد و امکان بهبود استاندارد زندگی مردم را فراهم کند، اما در عین حال از وارد آمدن خسارات غیر قابل جبران بر آیندگان نیز ممانعت کند.

تعریفی که بانک جهانی در سال ۱۹۹۱ از توسعه داده است، به این صورت می‌باشد: «توسعه، بسط طیف امکانات انسان‌هاست که شامل دسترسی به حق اشتغال، درآمد، تحصیل، بهداشت و محیط زیست است.» ولی توسعه پایدار، واژه جدیدی است و از دهه ۱۹۸۰ از زمان تدوین استراتژی جهانی حفاظت از طبیعت و منابع زنده، پا به عرصه وجود نهاده است. توسعه پایدار با مفهوم سنتی توسعه که اصولاً بر محور رشد اقتصادی دور می‌زند، تفاوت‌های اساسی دارد. طرح‌ریزی توسعه باید بر تعریف واقع‌گرایانه نیازهای ملی استوار باشد، در واقع می‌توان گفت توسعه درخور و پایدار، درصدد فراهم آوردن استراتژی‌ها و ابزارهایی است که بتواند به پنج نیاز اساسی زیر پاسخ دهد: ۱) تلفیق حفاظت و توسعه؛ ۲) تأمین نیازهای اولیه زیستی انسان؛ ۳) دستیابی به عدالت اجتماعی؛ ۴) خودمختاری و تنوع فرهنگی و ۵) حفظ یگانگی اکولوژیکی.

## تقابل و تعامل انرژی و محیط زیست

محیط زیست تمامی جنبه‌های حیات بشر را به نوعی در برمی‌گیرد و حکم منطق و عقل سلیم بر مبنای حفاظت و حراست از جنبه‌های مثبت و ارزشمند آن است. به ویژه آنجا که به حیات موجودات زنده خصوصاً انسان مربوط می‌شود، مقوله محیط زیست موجب استفاده و سوء استفاده‌های بیشماری خصوصاً از زمان صنعتی شدن جوامع به این سو شده است. در کشور ما نیز حفاظت از محیط زیست در بخش صنعت چندی است که مورد توجه زیادی قرار گرفته، به طوری که با گذشت زمان شاهد تحولات مفیدی در این زمینه بوده‌ایم. از جمله عوامل مهم در رابطه با تخریب محیط زیست در بخش صنعت می‌توان به اتلاف انرژی و عدم مصرف بهینه آن اشاره کرد. در حالت ایده‌آل، جامعه‌ای که به دنبال دستیابی توسعه پایدار است، تنها منابعی از انرژی را به کار می‌گیرد که هیچ اثر منفی زیست محیطی نداشته و تا جایی که امکان دارد از اتلاف منابع تجدید ناپذیر در آن جلوگیری شود، اما با این حال، از آنجا که تمام منابع انرژی تا حدودی بر محیط زیست اثرگذار هستند، بهتر آن است که با بهینه سازی مصرف و استفاده منطقی از انرژی بر آثار منفی آن غلبه کنیم که تا حد امکان از هدر رفتن این منابع نیز

جلوگیری شود. خسارات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه انرژی در سال ۷۹ در کشور معادل ۴٫۸ درصد تولید ناخالص داخلی (۵۶ هزار میلیارد ریال) محاسبه شده و از آن پس نیز روندی رو به تزاید داشته است. اما نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد با تجدید نظر در سیاستهای مرتبط با انرژی می‌توان خسارات زیست محیطی را تا سال ۲۰۱۹ در حد ۸۹ هزار میلیارد ریال کنترل کرد که این امر، مستلزم نگرش واقعی به مسایل محیط زیست در بخش انرژی و صنعت و حذف یارانه‌های غیر هدفمند در بخش سوخت کشور است. با بررسی مشکلات زیست محیطی ناشی از اتلاف منابع انرژی می‌توان به این نکته پی برد که این معضل تنها با بهینه‌سازی مصرف انرژی صورت خواهد پذیرفت. کشور ایران با داشتن حدود یک درصد از جمعیت جهان، حدود ۹٪ از فرآورده‌های نفتی دنیا را مصرف می‌کند. در سالهای اخیر رشد مصرف انرژی در جهان سالانه یک تا دو درصد و در ایران، پنج تا هشت درصد بوده است. به عبارت دیگر رشد مصرف انرژی در ایران بیش از پنج برابر متوسط رشد مصرف جهانی است و سالانه معادل ۱ تا ۱۳ میلیارد دلار یارانه انرژی پرداخت می‌شود. مصرف سرانه انرژی در ایران متناسب با ساختار تولید، صنعت و اقتصاد کشور نیست و به دلیل ارزانی سوخت و یارانه دولتی، شاهد مصرف غیر بهینه، اتلاف انرژی، ساختار نامناسب مصرف و فقدان فرهنگ صرفه‌جویی هستیم. ناسالم بودن ساختار مصرف انرژی ناشی از آن است که قیمت‌ها به صورت واقعی تأثیر گذار نیست و قیمت‌های داخلی، حامل‌های واقعی انرژی نیستند و با تغییر قیمت انرژی در جهان، قیمت‌های داخلی تغییری نمی‌کند. در نتیجه صنایع و مصرف‌کنندگان انرژی، احساس رقابت با کشورهای جهان را نداشته و برای کاهش مصرف تلاش نمی‌کنند.

### نمایی از مصرف سرسام‌آور انرژی در کشور

ایران با داشتن حدود یک درصد از جمعیت جهان، حدود نه درصد از فرآورده‌های نفتی دنیا را مصرف می‌کند. در سالهای اخیر رشد مصرف انرژی در جهان سالانه یک تا دو درصد و در ایران پنج تا هشت درصد بوده است. به عبارت دیگر رشد مصرف انرژی در ایران بیش از پنج برابر متوسط رشد مصرف در جهان است و سالانه معادل ۱ تا ۱۳ میلیارد دلار یارانه انرژی پرداخت می‌شود. در سال ۱۳۷۹ تولید انرژی اولیه در ایران معادل ۱۷۶۹/۸ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است که تلفات تبدیل و مصارف بخش انرژی به ۲۱۲/۷ میلیون بشکه معادل نفت خام بالغ گردید و معادل با ۲۴/۵ درصد کل عرضه انرژی اولیه کشور می‌باشد. با توجه به گستردگی و پراکنده بودن مصرف‌کنندگان انرژی در بخش خانگی و تجاری و دشواری‌های انجام فعالیت‌های بهینه‌سازی و مصرف انرژی در این بخش و همچنین پایین بودن میزان مصرف انرژی در یکایک مصرف‌کنندگان بخش خانگی و تجاری، اهمیت پرداختن به صرفه‌جویی در بخش صنعت آشکار می‌شود.

### ملاحظات زیست محیطی بخش انرژی

ملاحظات زیست محیطی، جایگاهی خاص در حوزه فعالیت‌های مرتبط با انرژی در دنیا کسب کرده است. در سال ۱۹۸۷ میلادی، کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه بر الزام متعادل ساختن نیازهای بشر و توسعه اقتصادی - اجتماعی با حفاظت از محیط زیست تأکید نمود. کمیسیون جهانی تأکید نمود

توسعه پایدار بدون بخش فعال صنایع، قابل حصول نمی‌باشد. چنین توسعه‌ای نیز بدون انرژی برای تغذیه صنایع امکان پذیر نخواهد بود.

پنج سال پس از برگزاری کنفرانس فوق، کنفرانس محیط زیست و توسعه در ریو نیز بر اهمیت توسعه پایدار تأکید کرد. در همان زمان، اداره بین المللی بازرگانی اعلام کرد که بدون اقتصاد پایدار نمی‌توان به آسانی به اهداف زیست محیطی دست یافت. در تکاپوی دستیابی به توسعه پایدار، تعادلی مابین اهداف اجتماعی - اقتصادی و تخریب‌های گذشته زیست محیطی باید برقرار شود.

انتظار می‌رود تقاضا برای انرژی به خصوص در مورد کشورهای در حال توسعه و کشورهایی که به سرعت صنعتی می‌شوند، افزایش یابد. این مطلب به صورت فزاینده‌ای مورد قبول واقع شده است که توزیع و تقاضای انرژی نمی‌تواند بدون ملحوظ کردن مسایل زیست محیطی در نظر گرفته شود. تولید، انتقال، توزیع و مصرف انرژی هر یک دارای اثرات زیست محیطی هستند که نسبت به نوع انرژی و فرآیند آماده سازی آن متفاوت خواهد بود. در این میان کاهش لایه ازن و تغییرات جهانی اقلیم از ملاحظات زیست محیطی جهانی به شمار می‌روند و ملاحظات زیست محیطی محلی و منطقه‌ای شامل خاک، جنگل، آب شیرین و موارد دریایی و جوی می‌گردد.

#### اثرات مصرف سوخت‌های فسیلی بر محیط زیست

بخش اعظم انرژی مصرفی در جهان به وسیله سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. این سوخت‌ها دارای انواع آلاینده‌های سمی و خطرناک هستند که از طرق مختلف به محیط زیست و در نهایت زنجیره غذایی انسان وارد می‌شوند. گرچه اثرات زیست محیطی استفاده از سوخت‌های فسیلی بر آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، خاک، هوا، پوشش گیاهی و غیره بی‌شمار است، اما مبحث آلودگی هوا، اثرات گلخانه‌ای و ذرات و اثر خنک‌کنندگی آنها بیشتر مورد توجه است.

احتراق سوخت‌های فسیلی باعث ورود حجم عظیمی از اکسیدهای سولفور و نیتروژن، مونو اکسید کربن و دی اکسید کربن در هوا می‌گردد. میزان انتشار آلاینده‌های فوق به ترکیب، نوع سوخت و همچنین مکانیزم‌های به‌کارگرفته شده در کنترل آلودگی بستگی دارد. آلودگی هوا می‌تواند به شکل دوده باران اسیدی و ذرات معلق پدیدار شود. در شهرها علت اصلی ایجاد آلودگی به شکل دود از طریق آگروزیهای خروجی اتومبیل‌ها ذکر شده است (حداقل ۹۰٪). گرم شدن کره زمین به دلیل ظرفیت زیاد برخی از گازهای پایدار، مانند دی اکسید کربن، فرئونها، متان، ازن تروپوسفر و اکسید نیتروژن در جذب حرارت است. از میان گازهای مذکور، دی اکسید کربن نه تنها امکان عبور تشعشعات فرابنفش را از جو مهیا می‌سازد، بلکه از خروج تشعشعات زیر قرمز از سطح زمین به خارج از جو نیز جلوگیری می‌کند. از طرفی گرد و غبار و دیگر ذرات سبک وزن (شامل مواد خروجی از نیروگاه‌ها و اتومبیلها) که به صورت معلق در مدت زمان خاصی در هوا باقی می‌مانند، قادر به تقلیل تشعشعات خورشیدی بوده و بدین ترتیب می‌توانند اثرات خنک‌کننده‌ای را در محیط زیست بر جای گذارند.

### سیاست جایگزینی سوخت

بسیاری از کارشناسان معتقدند که در صورت تداوم روندهای کنونی و استفاده از منابع تجدید شونده انرژی، دیری نخواهد پایید که کاروان تمدن از حرکت باز خواهد ایستاد؛ چرا که منابعی که صنعت و تکنولوژی بشر به آن متکی هستند و بی‌محابا به مصرف می‌رسانند، محدود و غیر قابل تجدید است. به همین دلیل جامعه انسانی بر آن است تا منابع انرژی تجدید پذیر را جایگزین سازد. این منابع شامل انرژی برق آبی، انرژی خورشیدی، انرژی گرمایی زمین و انرژی باد خواهد شد.

در حال حاضر ظرفیت پتانسیلهای برق آبی در دست بهره برداری در ایران به ۱۹۵۳ مگاوات بالغ می‌گردد. میزان تابش انرژی خورشیدی به سطح زمین و موقعیت جغرافیایی بستگی دارد و حدود ۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر متر مربع در سال تغییر می‌کند. بدین ترتیب با فرض راندمان ۱۰٪ می‌توان از یک کیلومتر مربع در حدود پانصد کیلووات ساعت در روز برق تولید کرد.

### مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست در بخش صنعت

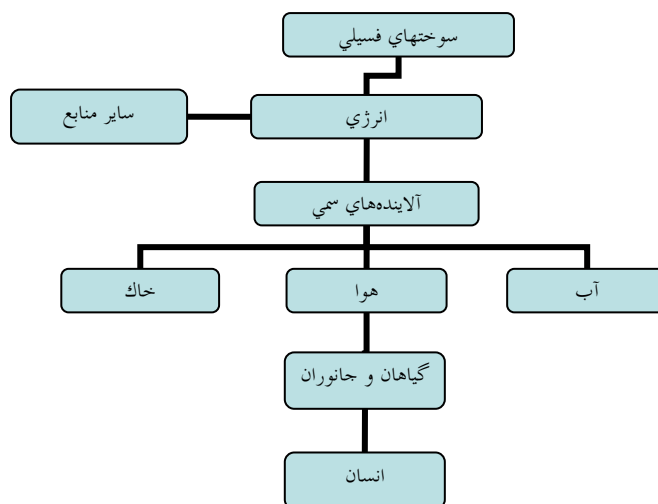
طبق آمارهای موجود، کل تولید انرژی اولیه ایران در سال ۱۳۸۰، ۵،۱۶۹۹ میلیون بشکه نفت خام بوده که ۷۵٪ آن به نفت خام، ۲۴٪ به گاز طبیعی، ۵٪ به برق آبی و ۵٪ بقیه به سوخت‌های جامد، غیر تجاری و انرژی‌های تجدید ناپذیر اختصاص داشته است و برای مثال از کل مصرف گاز طبیعی، ۹،۱۳٪ در بخش صنعت مصرف شده است. همچنین کل مصرف برق در سال ۱۳۸۰، ۹۷۱۷۱ میلیون کیلووات ساعت بوده که ۴،۳۱٪ آن به بخش صنعت اختصاص داشته است. همچنین از لحاظ اثرات زیست محیطی، با توجه به ترکیبات سوخت‌های مورد استفاده در تولید برق، انتشار ۳،۲۹٪ از کل  $SO_2$  تولیدی و ۶،۳۳٪ از  $SO_3$  تولید شده به این بخش اختصاص داشته است. همچنین به ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی توسط نیروگاه‌های کشور در سال ۱۳۸۰ به تعداد ۲،۱۵۵ گرم کربن، ۸،۲ گرم دی اکسید گوگرد و ۹،۰ گرم اکسیدهای ازت انتشار یافته است. ۹،۱۳٪ از کل گاز طبیعی و ۴،۳۱٪ از کل برق تولید شده در کشور توسط بخش صنعت مصرف شده است که با صرفه جویی در این بخش، ۹۱،۹۵ میلیون متر مکعب در مصرف گاز طبیعی و ۱۳،۳۰۵ میلیون کیلووات ساعت در مصرف برق کاهش دیده می‌شود. با صرفه جویی انرژی مصرفی در بخش صنعت سالانه حدود ۳۶۴ میلیارد تومان در مصرف انرژی، ۲۷۴ میلیارد تومان در سرمایه گذاری، ۱۸۴۳۹ میلیون کیلووات ساعت در برق تولیدی موتور ژنراتورها و ۲۱۰۵ مگاوات در کاهش ظرفیت نیروگاهی در بخش صنعت صرفه‌جویی می‌شود.

به طور کلی اگر در بخش صنعت ۳۵٪ در مصرف انرژی صرفه‌جویی شود، معادل ۶۰۰ هزار بشکه نفت خام آزاد خواهد شد و ایران می‌تواند بدون نیاز به اکتشاف چاه‌های جدید، پتانسیل صادرات خود را از این طریق افزایش دهد. از جمله عوامل دیگر که نقش بسیار مهمی در آلودگی محیط زیست دارند، مصرف غیر استاندارد سوخت خودروهای تولید داخل است. مصرف سوخت خودروهای تولید کشور، دو برابر پرمصرف‌ترین خودروهای دنیاست. استاندارد مصرف سوخت خودروها در تمام دنیا بین ۶ تا ۷ لیتر در ۱۰۰ کیلومتر است، در صورتی که خودروهای تولیدی کشور در هر ۱۰۰ کیلومتر بین ۱۰ تا ۱۵ لیتر بنزین مصرف می‌کنند. در واقع عمده‌ترین مشکل آلودگی هوای شهرهای بزرگ از جمله تهران مربوط

به خودروها و حمل و نقل در شهر است و باید در تولیدات داخلی از لحاظ تکنیکی و فنی دقت بیشتری به عمل آید.

### یارانه‌های غیر هدمند

یارانه از موضوعات بحث برانگیز در سالهای اخیر بوده است و بیشترین یارانه به بخش انرژی اختصاص یافته است. از یک منظر پرداخت یارانه، ضرورت اجتناب ناپذیر ساختار اقتصادی کشور است و از طرفی تلاش‌های زیادی از طرف دولت مردان در جهت تعدیل سیاست پرداخت یارانه انجام شده است که از آن جمله می‌توان به تصویب لایحه تأمین کسری یارانه واردات بنزین در مجلس شورای اسلامی اشاره کرد که بر اساس این قانون از اوایل سال آتی، ارائه بنزین تنها توسط کارت هوشمند انجام خواهد شد. به این ترتیب میزان مصرف روزانه بنزین ساماندهی شده و قیمت واقعی بنزین نیز مشخص خواهد شد. از تبعات اولیه این طرح، مصرف کمتر بنزین و در نتیجه کاهش چشمگیر آلودگی هوا خواهد بود. با توجه به اینکه در کشور، پتانسیل عظیمی برای بهینه‌سازی انرژی وجود دارد، شایسته است جهت‌یابی انرژی به سمت افزایش بهره‌وری انرژی سوق پیدا کند تا اینکه با حذف مستقیم یارانه، موجبات آسیب‌پذیری قشر کم‌درآمد ایجاد شود. همه ساله مبلغی معادل کل بودجه عمرانی کشور صرف یارانه انرژی می‌شده و از سوی دیگر مصرف انرژی در کشور بسیار بالاتر از استانداردهای جهانی است. واقعیت نشانگر وجود شکافی بزرگ بین قیمت‌های داخلی انرژی در ایران و قیمت‌های انرژی در بازارهای مرزی است. به این ترتیب که نرخ رایج ارز، قیمت نفت سفید در بازارهای مرزی تقریباً ۷ برابر قیمت‌های داخلی است. در مورد نفت کوره، قیمت‌های مرزی تقریباً ۸ برابر قیمت‌های داخلی است، همچنین بنزین ۴ برابر، گازوئیل ۷ برابر، برق ۲,۳ برابر و گاز طبیعی ۱,۵ برابر است. همچنین حدود ۸۵٪ بهای انرژی مصرفی کشور به صورت یارانه توسط دولت پرداخت می‌شود. از طرفی اتلاف انرژی در کشور، زیاد و بهره‌وری انرژی، پایین است. نحوه توزیع یارانه نیز بین خانوارهای شهری و روستایی غیرعادلانه است. یارانه انرژی که دولت پرداخت می‌کند، در دهه ۹۰ میلادی در حدود ۱۱٪ تولید ناخالص داخلی بوده است. همچنین بهره‌مندی اقشار مختلف درآمدی از این یارانه‌ها یکسان نیست. به این معنا که دهک‌های بالایی درآمد (ثروتمندان) بسیار بیشتر از دهک‌های پایین درآمدی از یارانه‌های انرژی برخوردار می‌شوند. برای مثال در مورد گاز طبیعی، فقیرترین دهک در منافع حاصل از یارانه، فقط ۳,۱٪ یارانه گاز را به خود اختصاص می‌دهد؛ در حالی که ثروتمندترین دهک ۴۱ تا ۴۲ درصد یارانه پرداختی برای گاز طبیعی را به خود اختصاص می‌دهد. در مورد نفت سفید هم این تفاوت نزدیک به ۴ برابر است. حدود ۴۵٪ انرژی اولیه تولیدی ایران به مصرف داخلی می‌رسد و ۵۵٪ دیگر به صورت نفت خام است. بررسی نظام‌های اقتصادی کشورهای جهان نشان می‌دهد که پرداخت یارانه در تمام کشورهای جهان به نوعی رایج است. اهداف عمده نظام پرداخت یارانه، شامل: حمایت از تولید کننده داخلی، بهینه‌سازی مصرف، افزایش سطح رفاه عمومی، کاهش وابستگی به واردات، بهبود وضع امنیتی و سیاسی، حمایت از اقشار کم‌درآمد و برقراری عدالت اجتماعی است.



### راهکارهای موجود

افزایش راندمان مصرف انرژی (به معنی کاهش میزان مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید کالای صنعتی)، بهبود بازده ماشین آلات، سیاست‌گذاری مناسب و آموزش کارکنان از جمله راهکارهای مؤثر برای کاهش مصرف انرژی در فرآیندهای تولیدی و نخستین گام در بخش صنعت است. گام دوم کاهش شدت مصرف انرژی در بخش صنعت، افزایش بازده انرژی محصولات تولیدی است که در سایر بخشهای اقتصادی، از قبیل حمل و نقل خانگی، تجاری، کشاورزی و ... مصرف می‌شوند؛ چرا که وقتی در طراحی فرآیند تولید یک محصول، مصرف کمتر انرژی توسط آن پیش بینی شده باشد، مقدمات صرفه‌جویی انرژی در آینده فراهم شده و در زمان به‌کارگیری آن، بدون نیاز به هزینه‌های جدید، انرژی مصرفی کل کاهش خواهد یافت. طبق مطالعات سازمان‌های درگیر با بهینه‌سازی مصرف انرژی مشخص شده است که عمده‌ترین بخش اتلاف مربوط به عدم آگاهی مدیران فنی از نحوه به‌کارگیری تکنولوژی‌های موجود است. همچنین با توجه به این که کشور ایران ظرف سه سال و نیم دیگر به WTO می‌پیوندد، این مسیر باید طی شود و تغییرات جدی در سطح تولید صورت گیرد تا قیمت انرژی در تولیدات نهایی کاهش یابد و تولیدات با قیمت ارزان‌تر در بازارهای جهان عرضه شود. بنا به اظهارات کارشناسان، شدت مصرف انرژی در ایران به طور متوسط حدود ۵٫۴ برابر شدت مصرف در سطح جهان است؛ در حالی که در ۳ سال اخیر این روند تغییر مسیر داده و از روند صعودی به یک روند عادی تبدیل شده است. این امر نشان از فعالیتهای گسترده در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی است. در واقع فعالیتهای بهینه‌سازی مصرف انرژی ثابت کرده است که به ازای هر یک میلیون سرمایه‌گذاری، به طور متوسط حدوداً برای ۴۵ نفر اشتغالزایی خواهد داشت و این در حالی است که در صنعت برق تنها شش شغل جدید ایجاد و با یک میلیون دلار سرمایه‌گذاری در صنعت نفت، فقط پنج شغل ایجاد می‌شود. همچنین در کشور ما همه اقشار جامعه نیازمند آموزش روش‌های مصرف صحیح انرژی هستند و این آموزش‌ها باید به صورت تخصصی درباره انواع تجهیزات صنعتی همچون پمپ‌ها، الکتروموتورها، مشعل‌ها و ... و همچنین نحوه



مصرف انرژی در منازل و محل کار باشد. تمام کشورهای صنعتی و اغلب کشورهای اروپایی، قوانین خاصی برای مصرف انرژی دارند؛ ولی کشور ایران فاقد این قانون است.

### CNG؛ انرژی سازگار با محیط زیست

برای کاهش مصرف بنزین و جایگزینی آن با گاز در قانون بودجه سال ۱۳۸۴ کشور، وزارت صنایع و معادن مکلف شده است که به گونه‌ای برنامه‌ریزی کند که حداقل ۲۰٪ از خودروهای سبک و سنگین تولید داخل دوگانه‌سوز باشند. علاوه بر آن مقرر شده است که ۴۰۰ پمپ گاز جدید در کشور احداث شود. ایران به تنهایی دارای حدود ۵،۱۵٪ از ذخایر گاز طبیعی دنیاست و جزو تولیدکنندگان عمده گاز در جهان به حساب می‌آید. همچنین کشور ایران دارای شبکه گسترده خط لوله گاز است که نصب جایگاه سوخت رسانی را در اغلب نقاط کشور میسر می‌سازد. از طرفی برداشت ۵،۲ میلیارد دلار از صندوق ذخیره ارزی جهت واردات بنزین، نشان دهنده بروز مشکلات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی فراوان است و در صورت ادامه این روند و عدم جایگزینی سوختی مناسب در جهت کاهش مصرف بنزین و استفاده بهینه از آن علاوه بر مشکلات فعلی نسل‌های آینده را با معضل کمبود انرژی مواجه خواهد کرد. در چنین شرایطی، تلاش برای شناسایی و تأمین سوختی ارزان و پاک که جایگزین مناسبی برای سوخت‌های مایع متداول همچون بنزین و گازوئیل باشد، ضرورت می‌یابد. با توجه به ذخایر فراوان گاز طبیعی در ایران، استفاده از CNG یا همان گاز طبیعی فشرده در خودروها یک راه حل مناسب است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که از نظر اقتصادی نیز این سرمایه‌گذاری از توجیه کافی برخوردار است و از جنبه زیست محیطی نیز CNG کاملاً پاک و سالم است. برای مثال در حالی که برای اتومبیل‌های گازوئیلی کشور، رعایت استاندارد EURO II به آسانی امکان پذیر نیست، یک خودرو CNG سوز به راحتی به استاندارد EURO III دست خواهد یافت. همچنین آلودگی صوتی موتورهای CNG سوز نیز بسیار ناچیز است.

### جمع‌بندی

تاکنون طرح‌های مفیدی در زمینه بهسازی مصرف انرژی در کشور به اجرا درآمده است، از جمله تدوین استانداردها و معیارهای مصرف انرژی، اجرای برنامه‌های صرفه‌جویی انرژی، مدیریت انرژی در بخش‌های مختلف، فعالیت‌های آموزشی، آگاه‌سازی و همچنین تهیه نرم افزارهای بهینه‌سازی از جمله این اقدامات بوده است. به رغم موارد به انجام رسیده، همچنان پتانسیل‌های بسیار گسترده‌ای برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور وجود دارد که در صورت به‌کارگیری راهکارهای مناسب، نتایجی همچون کاهش تقاضای انرژی، بهبود الگوی تولید و مصرف و امکان استفاده بیشتر از ظرفیت‌های موجود برای عرضه در بازارهای بین‌المللی انرژی به دنبال خواهد داشت. از سوی دیگر لزوم حفاظت محیط زیست، محدودیت‌هایی را در مصرف انرژی موجب می‌شود. با توجه به رشد بیش از حد جمعیت در دهه‌های اخیر، مصرف انرژی در بخش‌های مختلف افزایش یافته است. از آنجا که نیاز به انرژی، پیوسته افزایش می‌یابد، آلودگی‌های زیست محیطی نیز بیشتر شده و به طور حتم با ادامه روند کنونی، این منابع تجدید ناپذیر بیش از گذشته هدر می‌روند؛ به همین دلیل در سالهای اخیر کوشش شده تا بر پایه

آخرین دستاوردهای فناوری برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و به دنبال آن، کاهش آلودگی اقداماتی انجام شود.

## منابع

- ۱- قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران
- ۲- آماری از مصرف انرژی در کشور؛ عباس نورانی؛ انجمن تحلیلگران تکنولوژی، نفت و انرژی؛ دانشگاه صنعتی شریف؛ ۱۳۸۳.
- ۳- توسعه از دیدگاه زیست محیطی؛ ویژه نامه انرژی، مجله آب و محیط زیست؛ شماره ۱۴، صفحات ۲۸ تا ۳۲؛ سال ۱۳۸۲.
- ۴- اتلاف منابع انرژی و تخریب محیط زیست؛ سیده فاطمه هاشمی؛ مجله علمی و تخصصی آفتاب؛ شماره ۴۸، صفحات ۱۴ تا ۱۸؛ سال ۱۳۸۴.
- ۵- بهره‌وری انرژی در صنایع کشور؛ مجید مخدوم؛ فصلنامه محیط زیست؛ دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران؛ سال ۱۳۸۲.
- ۶- توسعه پایدار؛ آرش محجوب؛ انتشارات وزارت امور و خارجه؛ ۴۲۴ صفحه؛ سال ۱۳۸۲.
- ۷- دیدگاه‌های استراتژیک؛ ایران ۱۴۰۰؛ گروه نویسندگان؛ دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری؛ سال ۱۳۸۳.
- ۸- توسعه پایدار، نیاز امروز و فردای جامعه؛ مسعود شفیق؛ سمینار دولت و انرژی (حال و آینده)؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، سال ۱۳۸۲.