

تأثیر انرژی بر محیط زیست در جمهوری اسلامی ایران

رامش زروانی

کارشناس مؤسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه

در بخش انرژی

مقدمه

تولید و مصرف حامل‌های انرژی فسیلی، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های سیستم انرژی در جمهوری اسلامی ایران است. منابع انرژی فسیلی - مانند نفت و گاز طبیعی - در تولید انرژی اولیه و مصرف انرژی نهایی در بخش‌های اقتصادی و اجتماعی سهم قابل ملاحظه‌ای دارد. استفاده از این حامل‌های انرژی، با پخش مواد آلاینده به محیط زیست همراه است. مقدار پخش آلاینده‌های محیط زیست، به نوع و کیفیت سوخت‌ها که برای تولید برق یا تأمین انرژی مفید در بخش‌های مختلف به کار گرفته می‌شوند، بستگی دارد. مصرف فرآورده‌های نفتی با کیفیت پایین - مانند سوخت‌هایی با سولفور بالا - به افزایش میزان پخش مواد آلاینده منجر می‌شود و تحول در ترکیب سوخت‌ها، تغییر مقدار پخش مواد آلاینده را به دنبال می‌آورد.

پخش مواد آلاینده در فرآیند تولید و مصرف حامل‌های انرژی، تخریب محیط زیست و به خطر افتادن سلامتی انسان را در پی دارد. در اغلب کشورها در زمینه تسکین عواقب آلودگی محیط زیست، اقداماتی برای کاهش پخش مواد آلاینده صورت گرفته است. تغییر ترکیب سوخت‌ها و استفاده از منابع انرژی با نرخ بسیار پایین پخش مواد آلاینده، اصلاح کیفیت سوخت‌ها، جلوگیری از پخش مواد آلاینده از طریق به کارگیری تجهیزات جلوگیری کننده و تکنولوژی‌های کنترل آلودگی و بهبود راندمان انرژی، از جمله اقداماتی بوده‌اند که در بسیاری موارد برای حل مسائل محیط زیست مورد توجه قرار گرفته‌اند. هر یک از این اقدامات، هزینه‌های مختلفی را به همراه داشته و تأثیر هر یک از آنها بر محیط زیست، به طور چشمگیر متفاوت بوده است.

تحلیل دقیق‌تر از کنش و واکنش انرژی و محیط زیست، مستلزم بررسی جامع تأثیر استفاده از اقدامات مختلف برای کاهش پخش آلاینده‌ها و ارزیابی هزینه‌های آنهاست. در فرایند این امر، معمولاً موارد زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

الف) پتانسیل کاهش پخش مواد آلاینده با استفاده از هر یک از روش‌ها چه مقدار است؟

ب) کاهش آلودگی محیط زیست با استفاده از هر یک از روش‌ها چه هزینه‌هایی را در بردارد؟

ج) تأثیر تحولات متغیرهای اقتصادی، مانند قیمت‌ها و بهبود تکنولوژی بر کاهش مواد آلاینده چگونه است؟

د) ترکیب بهینه روش‌های حفاظت از محیط زیست چگونه است؟
ه) کاهش پخش مواد آلاینده، چه فواید و هزینه‌هایی برای توسعه اقتصادی و رفاه اجتماعی به همراه خواهد داشت؟

و) استراتژی‌های گوناگون سیستم عرضه انرژی چه تأثیری بر محیط زیست خواهد گذاشت؟

بررسی دقیق‌تر مسائل مزبور، جزء مهمی از مطالعات جامع توسعه بخش انرژی است. این مطالعات، از طرف سازمان برنامه و توسعه و سازمان یافته که توسط مؤسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه و نیز دانشگاه صنعتی شریف صورت می‌گیرد. در نوشتار حاضر، روند کلی توسعه بخش انرژی و مسائل مهم انرژی و تأثیر آن بر محیط زیست، به طور اجمالی توضیح داده می‌شود. برای این منظور، در بخش بعدی این مقاله، توسعه اقتصاد انرژی مرور شده و در پی آن، پخش مواد آلاینده در بخش انرژی جمهوری اسلامی برآورد می‌شود.

۱- اقتصاد انرژی

۱-۱ توسعه شاخص‌های مهم انرژی

مصرف انرژی اولیه و نهایی، به ترتیب از ۸/۴۷۷ میلیون بشکه و ۳/۲۰۴ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۵۶، به ۵۶۵ و ۴۴۵ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۷۰ افزایش یافت. مصرف سرانه انرژی اولیه و نهایی از ۷/۱ و ۵/۸ بشکه معادل نفت در سال ۱۳۶۵ به ۹/۷ و ۷/۷ بشکه معادل نفت در سال ۱۳۷۰ ازدیاد پیدا کرد. این امر

ضریب ظرفیت مجموعه سیستم پالایش کشور
از ۶/۶ درصد در سال ۱۳۵۶، به ۶/۹۶ درصد
در سال ۱۳۷۰ افزایش یافت
و نسبت تولید فرآورده های نفتی
به نفت خام خوراک پالایشگاهها نیز،
از ۹۴۷/۰ درصد سال ۱۳۵۶
به ۹۷۱/۰ درصد در سال ۱۳۷۰ رسید.

نشان می دهد که در دوره زمانی ۷۰-۱۳۵۶، نرخ رشد متوسط مصرف انرژی اولیه و نهایی، به ترتیب ۶/۰۶ و ۵/۷۲ درصد در سال بوده و مصرف سرانه انرژی اولیه و نهایی به طور متوسط به مقدار ۲/۲۵ و ۲/۰۴ درصد در سال افزایش یافته است.

مقایسه مصرف انرژی اولیه و نهایی، نشان می دهد که تلفات سیستم عرضه انرژی از ۴۳/۵ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۵۶ به ۱۱۹/۹ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۷۰ افزایش پیدا کرده و متوسط نرخ رشد سالانه آن در دوره زمانی مزبور، برابر ۷/۵۱ درصد در سال بوده است. این امر به طور عمده از رشد سریع مصرف و تولید برق ناشی شده است. تبدیل بیشتر حاملهای انرژی به انرژی الکتریکی، از دست رفتن فزاینده سیستم عرضه انرژی را در پی دارد.

مصرف انرژی الکتریکی از ۱۶۲ هزار و ۹۵ میلیون کیلووات ساعت در سال ۱۳۵۶ به ۴۹۱ هزار و ۷۵ میلیون کیلووات ساعت در سال ۱۳۷۰ رسید و متوسط نرخ رشد سالانه آن در این دوره زمانی، برابر ۸/۲۱ درصد در سال بود. مصرف سرانه برق نیز به طور متوسط، با ۴/۵ درصد در سال افزایش یافت. شدت انرژی اقتصاد کشور در یک دهه و نیم گذشته با تغییر سریعی همراه بوده است. شدت انرژی اولیه از ۲۲ بشکه معادل نفت برای یک میلیون ریال تولید ناخالص داخلی (به قیمت ثابت سال ۱۳۶۱) در سال ۱۳۵۶، به ۴۸ بشکه معادل نفت برای یک میلیون ریال در سال ۱۳۷۰ رسید. ضمن آنکه نرخ رشد متوسط آن، ۵/۶ درصد در سال برآورد می شد. شدت انرژی نهایی و انرژی الکتریکی به ترتیب با نرخ رشد ۵/۳ و ۸/۷ درصد در سال در فاصله زمانی ۷۰-۱۳۵۶ افزایش یافت.

۱-۲- مصرف حاملهای انرژی

توسعه تاریخی مصرف حاملهای انرژی نهایی نشان می دهد که ترکیب سوختهای انرژی نهایی همواره در حال تغییر بوده است. ۸۱ درصد مصرف انرژی نهایی در سال ۱۳۵۶ را فرآورده های نفتی تشکیل می دادند که در سال ۱۳۷۰ به بیش از ۶۹ درصد کاهش پیدا کرد. در صورتی که، سهم گاز طبیعی و برق به ترتیب از ۸/۳ و ۴/۸ درصد در سال ۱۳۵۶ به ۲۱/۳ و ۷/۲ درصد در سال ۱۳۷۰ افزایش

یافت. سهم سوختهای جامد - مانند هیزم و زغال چوب و زغال سنگ - در مصرف انرژی نهایی، روند کاهش دارد و از ۵/۹ درصد در سال ۱۳۵۶ به ۲/۲ درصد در سال ۱۳۷۰ تقلیل یافت.

اگرچه سهم فرآورده های نفتی در مصرف انرژی نهایی سیر نزولی داشته ولی در عین حال مقدار مطلق مصرف آن روند صعودی را نشان می دهد. مصرف فرآورده های نفتی از ۱۶۵/۴ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۵۶ به حدود ۳۰۸ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۷۰ رسید. افزایش مصرف گاز طبیعی سرعت بیشتری داشته و از ۱۷/۱ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۵۶ به ۹۴/۵ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۷۰ رسید.

۱-۳- مصرف بخشی حاملهای انرژی

مصرف حاملهای انرژی در بخش خانگی و تجاری، از ۵۹/۶ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۵۶ به ۱۶۱/۵ میلیون بشکه در سال ۱۳۷۰ افزایش یافت و نرخ رشد سالانه آن، معادل ۷/۴ درصد در سال بود. به همین ترتیب، مشاهدات تاریخی نشان می دهند که مصرف انرژی نهایی در صنعت، حمل و نقل و کشاورزی روند صعودی داشته و در فاصله سالهای ۷۰-۱۳۵۶، متوسط رشد مصرف انرژی در بخشهای اقتصادی مزبور، برابر ۴/۷، ۴/۴ و ۸/۳ درصد در سال بوده است و مقدار آن به ۱۰۵/۷، ۱۰۵/۵ و ۳۳/۸ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۷۰ رسید.

سهم فرآورده های نفتی در مصرف انرژی خانگی و تجاری، از ۸۵/۶ درصد در سال ۱۳۵۶ به ۶۷/۷ درصد در سال ۱۳۷۰ کاهش یافت. به همین ترتیب، سهم فرآورده های نفتی در مصرف انرژی صنعت نیز از ۶۳/۹ درصد در سال ۱۳۵۶ به ۴۴ درصد در سال ۱۳۷۰ تقلیل یافت. در مقابل، سهم گاز طبیعی در مصرف انرژی بخش خانگی و تجاری و صنعت از ۲/۲ و ۱۱ درصد در سال ۱۳۵۶ به ۱۸/۷ و ۴۱/۳ درصد در سال ۱۳۷۰ رسید. این امر نشان می دهد که در یک دهه و نیم گذشته، گاز طبیعی جای فرآورده های نفتی را گرفته و در پی این تحولات، مصرف گاز طبیعی - با متوسط نرخ رشد ۱۳ درصد در سال - نسبت به مصرف فرآورده های نفتی - با متوسط نرخ رشد ۴/۴ درصد در سال - با سرعت بیشتری افزایش یافته است.

۱-۴- توسعه سیستم عرضه انرژی

تولید انرژی اولیه از ۲۱۷۲/۱ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۵۶ به ۱۴۵۴/۵ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۷۰ تنزل یافت. کاهش تولید انرژی اولیه، به طور عمده از کاهش صادرات نفت - که از ۱۸۶۶/۲ میلیون بشکه در سال ۱۳۵۶ به ۹۲۱/۳ میلیون بشکه

مروری مختصر بر توسعه اقتصادی انرژی در ایران نشان می‌دهد که حامل‌های انرژی فسیلی از قبیل فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی، مهم‌ترین اشکال انرژی بوده‌اند که در بخش‌های اقتصادی و اجتماعی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

در سال ۱۳۷۰ تقلیل یافت - ناشی می‌شد. صادرات حامل‌های انرژی اولیه و ثانویه، بخش قابل توجهی از تولید انرژی اولیه را تشکیل داده است. در سال ۱۳۵۶، ۸۸/۶ درصد انرژی اولیه صادر شد که در سال ۱۳۷۰ به ۶۴/۶ درصد کاهش یافت. تغییر مهم صادرات انرژی در تولید انرژی اولیه، از یک طرف با کاهش صادرات انرژی مرتبط بوده و از طرف دیگر، افزایش مصرف داخلی انرژی تأثیر قابل توجهی بر روی آن داشته است.

۱-۵- ترکیب سوختها

در یک دهه و نیم گذشته، ساختار عرضه انرژی اولیه تغییر زیادی کرده است. سهم نفت خام در عرضه انرژی اولیه، از ۹۵/۱ درصد در سال ۱۳۵۶ به ۸۵/۶ درصد در سال ۱۳۷۰ کاهش پیدا کرد و در مقابل آن، سهم گاز طبیعی از ۴/۲ درصد در سال ۱۳۵۶ به ۱۳/۲ درصد در سال ۱۳۷۰ افزایش یافت. تغییر اساسی در ترکیب سوختها در تولید انرژی اولیه، از یک سو معلول جایگزینی فرآورده‌های نفتی با گاز طبیعی در بازار داخلی انرژی بوده و از سوی دیگر، تحت تأثیر تقلیل تولید نفت خام در پی کاهش صادرات آن قرار داشته است.

۱-۶- فرآورش نفت خام

ظرفیت پالایش نفت خام، در سال ۱۳۵۶ برابر یک میلیون و ۸۱ هزار بشکه نفت در روز بود که به سبب آسیب دیدن پالایشگاه آبادان در جنگ تحمیلی به ۶۲۸ هزار بشکه در روز در سال ۱۳۶۷ کاهش یافت و در سال ۱۳۷۰ به ده میلیون و ۲۵ هزار بشکه در روز رسید. ضریب ظرفیت مجموعه سیستم پالایش کشور از ۷۴/۶ درصد در سال ۱۳۵۶، به ۹۶/۶ درصد در سال ۱۳۷۰ افزایش یافت و نسبت تولید فرآورده‌های نفتی به نفت خام خوراک پالایشگاهها نیز، از ۰/۹۴۷ در سال ۱۳۵۶ به ۰/۹۷۱ در سال ۱۳۷۰ رسید.

۱-۷- تبدیل انرژی

تبدیل انرژی اولیه و ثانویه به انرژی الکتریکی، از اجزاء مهم سیستم عرضه انرژی در جمهوری اسلامی ایران به شمار می‌آید. تولید برق از ۱۴ هزار و ۲۱۱ میلیون کیلووات ساعت در سال ۱۳۵۵، به ۵۹ هزار

و ۷۱۰ میلیون کیلووات ساعت در سال ۱۳۷۰ افزایش یافت و متوسط نرخ رشد آن نیز برابر ۱۰ درصد در سال تعیین گردید. انرژی الکتریکی، به طور عمده از طریق نیروگاههای آبی و حرارتی تولید می‌شود و سهم نیروگاههای حرارتی (بخاری، توربین گازی و مولدهای دیزلی) در جمع تولید برق، از ۷۲ درصد در سال ۱۳۵۵ به ۸۸/۲ درصد در سال ۱۳۷۰ افزایش پیدا کرد. در مقابل، سهم نیروگاههای آبی در همان دوره زمانی از ۲۸ درصد به ۱۱/۸ درصد تقلیل یافت.

انرژی معادل مصرف سوخت نیروگاهها (فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و انرژی معادل نیروگاههای آبی) در یک سیر صعودی، از ۲۹/۶ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۵۶، به ۱۱۲/۱ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۷۰ رسید. مصرف فرآورده‌های نفتی، از ۱۳/۳ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۵۶، به ۴۱/۱ میلیون بشکه معادل نفت در سال ۱۳۷۰ افزایش یافت. ضمن آنکه، در این دوره زمانی بر مصرف گاز طبیعی به طور متوسط ۱۳/۹ درصد در سال افزوده شد به طوری که، مقدار آن در سال ۱۳۷۰، بالغ بر ۹/۱ میلیارد مترمکعب در سال برآورد شد.

سهم حامل‌های انرژی در تولید برق، در یک دهه و نیم گذشته به شدت تغییر پیدا کرده است. در سال ۱۳۵۶، ۴۴/۹ درصد انرژی معادل مصرف سوخت نیروگاهها را فرآورده‌های نفتی تشکیل می‌داد که به ۳۶/۷ درصد در سال ۱۳۷۰ کاهش پیدا کرد. سهم گاز طبیعی در مصرف انرژی نیروگاهها، روند فزاینده‌ای داشته و در سال ۱۳۷۰ به ۵۳/۳ درصد رسید. افزایش سهم نیروگاههای حرارتی در تولید انرژی الکتریکی و جایگزینی فرآورده‌های نفتی با گاز طبیعی، مصرف بیش از پیش گاز طبیعی در نیروگاهها را، به دنبال داشته است.

۲- بخش آلاینده‌های محیط زیست

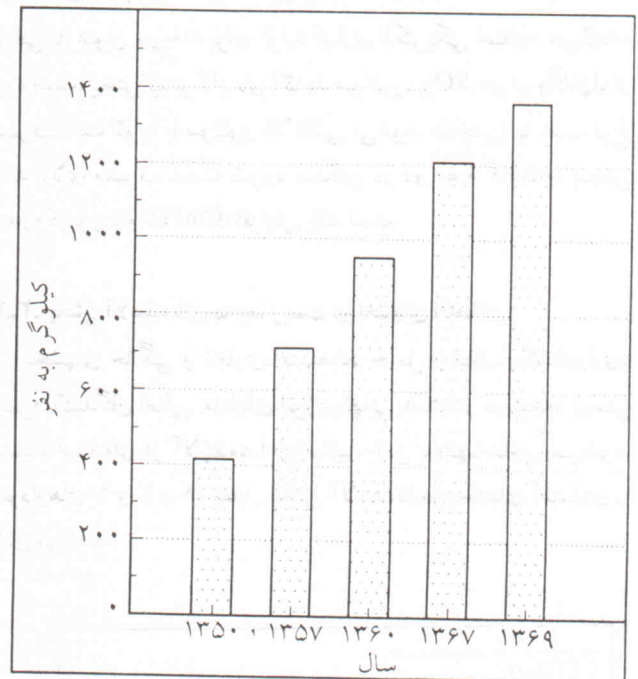
مروری مختصر بر توسعه اقتصاد انرژی در جمهوری اسلامی ایران نشان می‌دهد که حامل‌های انرژی فسیلی از قبیل فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی، مهم‌ترین اشکال انرژی بوده‌اند که در بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با مصرف این نوع حامل‌های انرژی، آلاینده‌هایی مانند گاز کربنیک (CO₂)، منواکسید کربن (CO)، دی اکسید سولفور (SO₂)، اکسیدهای ازت (NOx) و هیدروکربورها (CmHn)، در محیط زیست پخش می‌شوند. در این نوشتار، میزان پخش این آلاینده‌ها برآورد شده و نتایج آن، در بخش بعدی به اختصار بیان شده است.

۱-۲- روند پخش

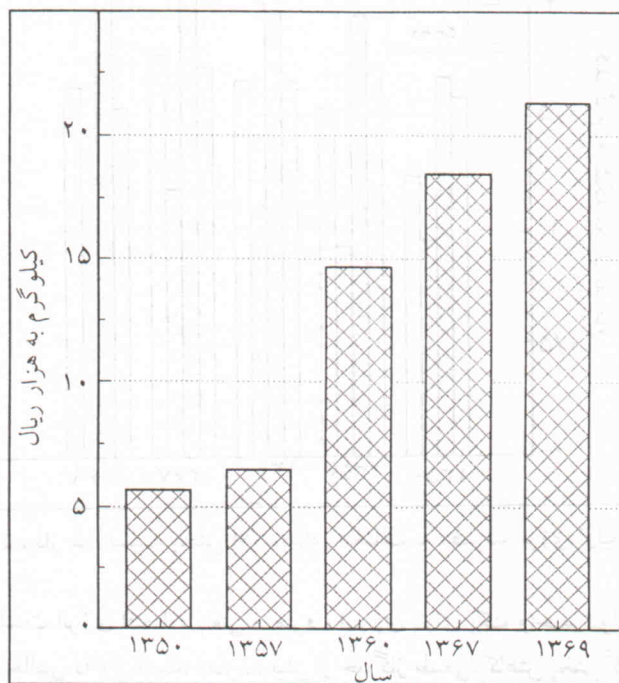
پخش دی اکسید کربن (CO₂) از ۱۲/۴ میلیون تن در سال ۱۳۵۰،

متوسط رشد آنها در دوره زمانی ۶۹-۱۳۵۰، به ترتیب معادل ۹/۶ درصد، ۷/۹ درصد، ۸/۴ درصد و ۹/۶ درصد در سال بوده است. ضمن آنکه، مقدار پخش آنها در سال ۱۳۶۹، برابر ۷۵۸ کیلوتن، ۱۰۸۴ کیلوتن، ۵۰۵ کیلوتن و ۸۰۶ کیلوتن در سال بود. پخش سرانه مواد آلاینده نیز در دو دهه گذشته سیر صعودی داشته است. نمودارهای ۱ و ۲ پخش گاز دی اکسیدکربن و سایر آلاینده‌ها در دوره زمانی ۶۹-۱۳۵۰ را نشان می‌دهند. به طوری که از این نمودار برمی‌آید پخش دی اکسیدکربن به طور مداوم در حال افزایش بوده است که این امر از میزان بالای رشد مصرف سوختهای فسیلی ناشی می‌شود. تغییرات پخش سایر آلاینده‌ها متفاوت است. در شرایطی که پخش سرانه اکسیدهای ازت و NO_x ، افزایش یافته، پخش گاز دی اکسیدسولفور SO_2 ، تا حدودی کاهش پیدا کرده است. دلیل عمده این امر، تغییرات ترکیب سوختها به نفع گاز طبیعی است. با افزایش سهم گاز طبیعی در مصرف انرژی نهایی، شدت پخش گاز دی اکسیدسولفور، SO_2 ، منواکسیدکربن، CO ، هیدروکربورها و $CmHn$ ، تقلیل می‌یابد. نمودارهای ۳، ۴، ۵ و ۶ روند پخش آلاینده‌ها برای یک واحد تولید ناخالص داخلی (به قیمت ثابت ۱۳۵۳) و یک واحد عرضه انرژی اولیه را نشان می‌دهند. در هر دو مورد، روند فزاینده پخش آلاینده‌ها به چشم می‌خورد. پخش رو به ازدیاد آلاینده‌ها، معلول تقاضای فزاینده برای حاملهای انرژی فسیلی، فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی و رشد سریع

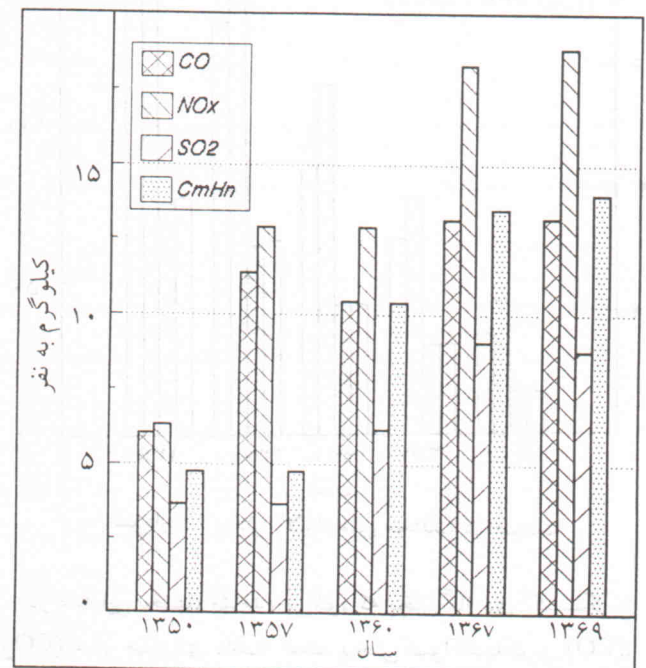
به ۷۸/۵ میلیون تن در سال ۱۳۶۹ افزایش یافت که نرخ رشدی معادل ۱۰/۸ درصد در سال را نشان می‌دهد. به همین ترتیب، پخش دیگر آلاینده‌های مهم ($CmHn$, SO_2 , CO , NO_x) روند افزایشی داشته و



نمودار ۱- پخش سرانه دی اکسید کربن در بخش انرژی



نمودار ۳- نسبت پخش دی اکسید کربن به تولید ناخالص داخلی در بخش انرژی (براساس قیمت ثابت سال ۱۳۵۳)



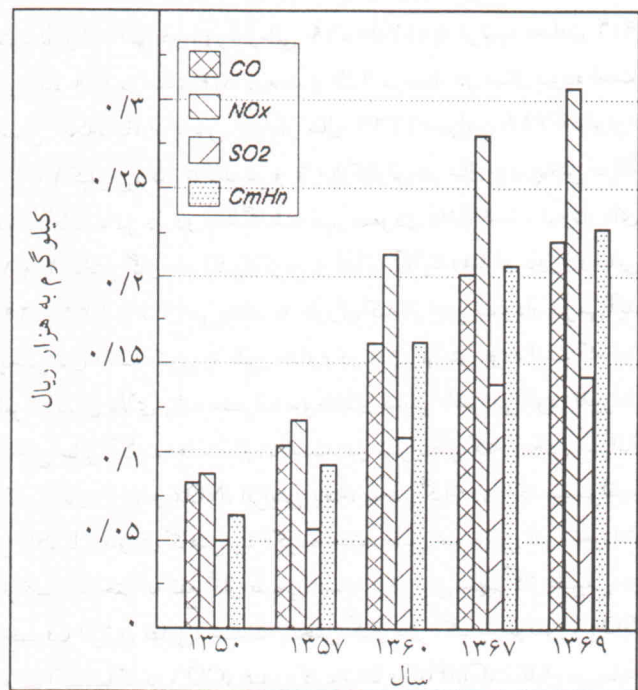
نمودار ۲- پخش سرانه آلاینده‌های مختلف در بخش انرژی

۲-۲- پخش آلاینده‌های ناشی از سیستم عرضه انرژی

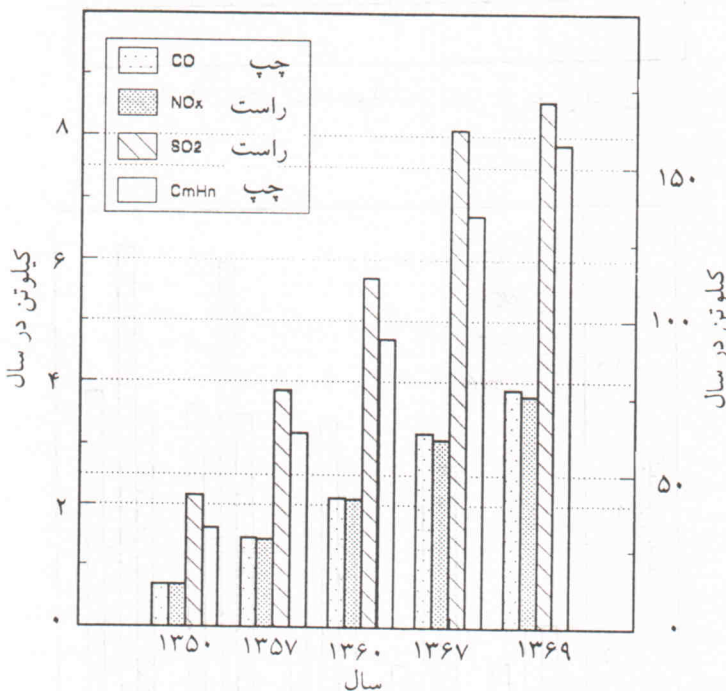
پخش آلاینده‌ها در سیستم عرضه انرژی، به طور عمده از نیروگاهها و پالایشگاهها ناشی می‌شود. افزایش سریع پخش دی اکسیدکربن (CO_2) در نیروگاهها در دو دهه گذشته، نتیجه رشد سریع مصرف برق و بالا رفتن سهم نیروگاههای حرارتی که از فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی به عنوان سوخت برای تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌کنند، بوده است. پخش بیشتر گاز دی اکسید سولفور، SO_2 ، در نیروگاهها، از مصرف نفت کوره با سولفور بالا ناشی می‌شود. همچنین، به سبب نرخ رشد بالای مصرف نفت کوره سنگین در دو دهه گذشته، پخش هیدروکربورها و $CmHn$ ، افزایش یافته است.

۲-۳- پخش آلاینده‌های محیط زیست در بخشهای اقتصادی

بخشهای خانگی و تجاری، صنعت، حمل و نقل و کشاورزی، مصرف کنندگان اصلی حاملهای انرژی نهایی هستند و در نتیجه، پخش قسمت عمده‌ای از آلاینده‌ها از فعالیتهای این بخشها ناشی می‌شود. نمودارهای ۶ و ۷ و ۸، مقدار پخش آلاینده‌ها در بخشهای اقتصادی را نشان می‌دهند.

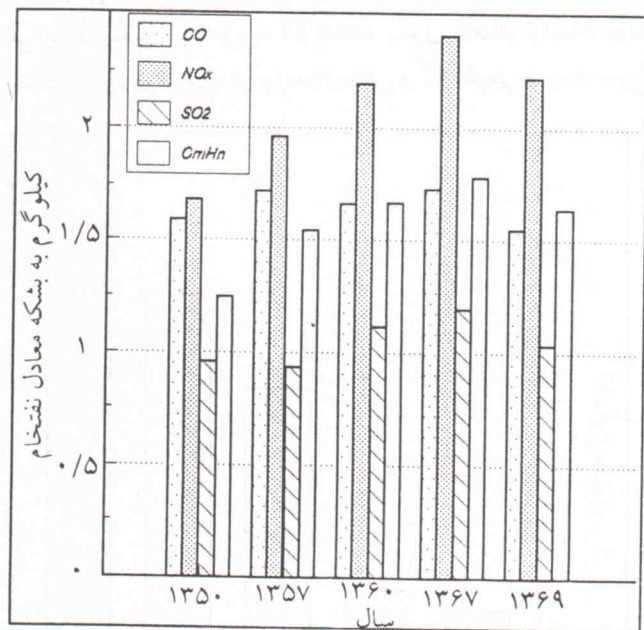


نمودار ۴- نسبت پخش آلاینده‌های مختلف به تولید ناخالص داخلی در بخش انرژی (براساس قیمت ثابت سال ۱۳۵۳)



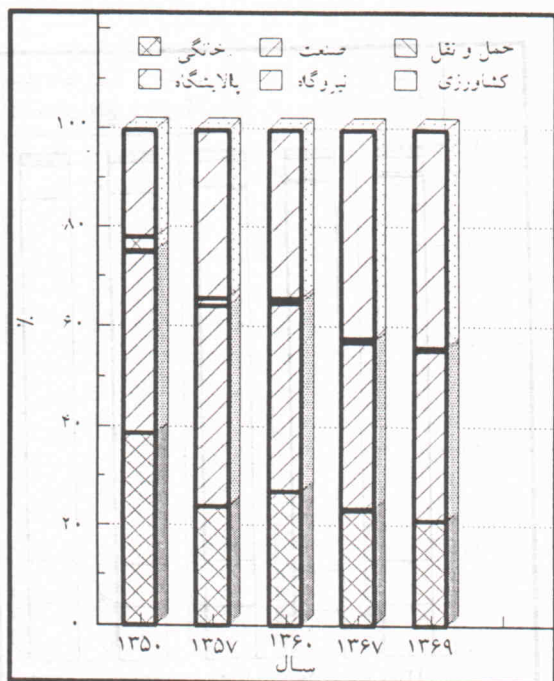
نمودار ۶- پخش آلاینده‌های مختلف در صنعت

در همه این بخشها، مشاهده می‌شود که پخش گاز دی اکسیدکربن (CO_2) سیر صعودی داشته است. پخش منواکسیدکربن (CO)، اکسیدهای ازت (NOx) و هیدروکربورها ($CmHn$) در بخش حمل و

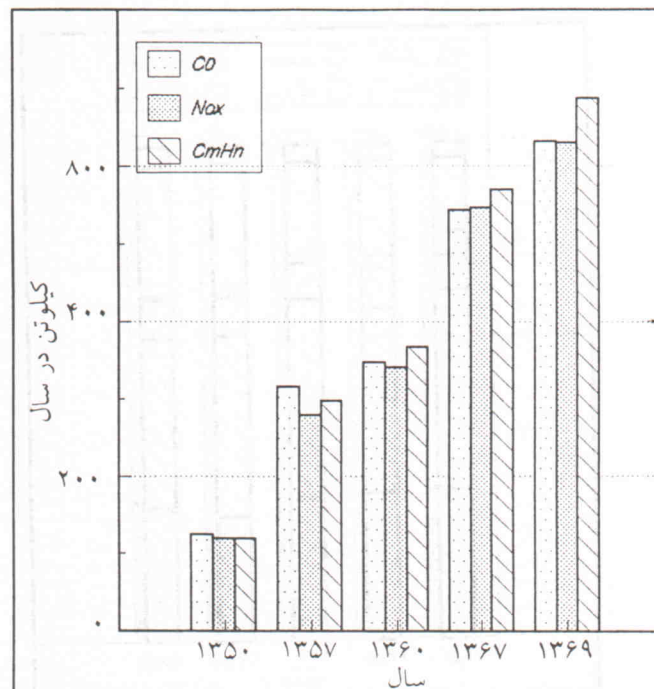


نمودار ۵- نسبت پخش آلاینده‌های مختلف به مصرف انرژی اولیه

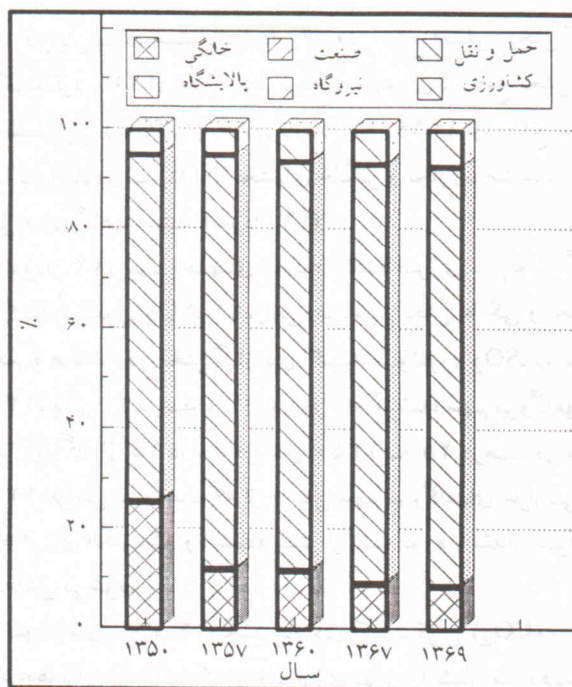
شدت انرژی اقتصاد، یعنی مصرف انرژی برای یک واحد تولید ناخالص داخلی است. مصرف بیش از حد گاز طبیعی، کاهش پخش گاز دی اکسید سولفور، SO_2 ، را در پی داشته ولی کمتر بر کنترل پخش گاز دی اکسید کربن مؤثر بوده است.



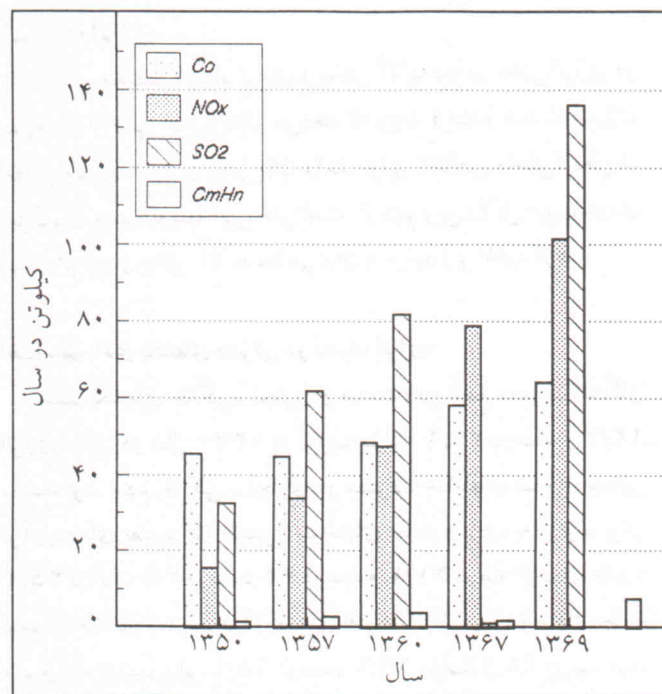
نمودار ۹- سهم بخشهای مختلف در بخش دی اکسید کربن



نمودار ۷- بخش آلاینده‌های مختلف در بخش حمل و نقل



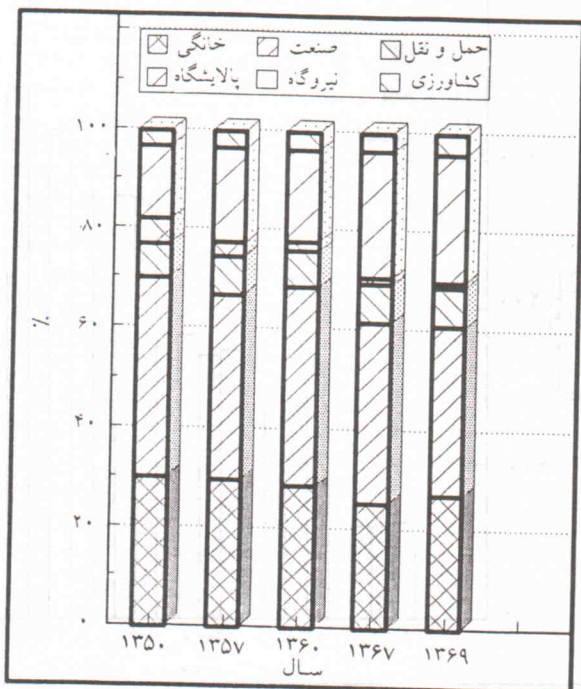
نمودار ۱۰- سهم بخشهای مختلف در بخش منواکسید کربن



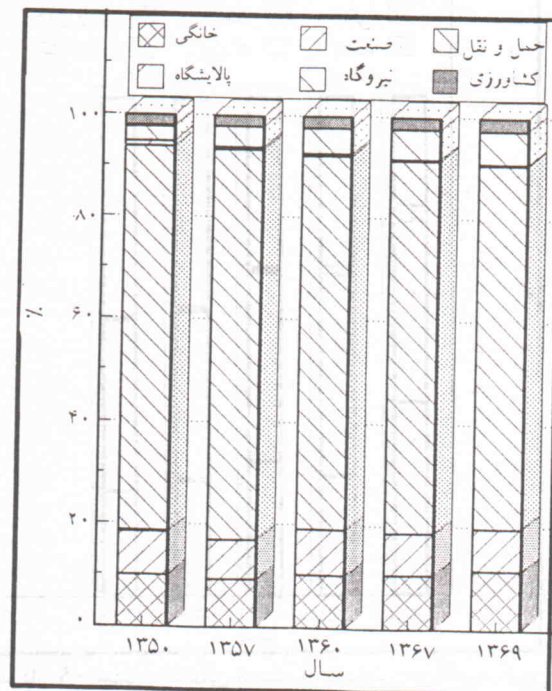
نمودار ۸- بخش آلاینده‌های مختلف در بخش خانگی و تجاری

(CO₂) به طور عمده در بخش خانگی و تجاری (۲۰ درصد کل بخش در سال ۱۳۶۹)، صنعت (۳۶ درصد کل بخش در سال ۱۳۶۹) و نیروگاهها (۴۴ درصد کل بخش در سال ۱۳۶۹) بخش شده است. در دو دهه گذشته، سهم تولید برق در بخش گاز دی اکسید کربن (CO₂)

نقل، بالاترین مقدار را داشته در حالی که بخش گاز دی اکسید سولفور، SO₂، در بخشهای صنعت و خانگی و تجاری، با سرعت بیشتری افزایش یافته است. نمودارهای ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲، سهم هر یک از بخشهای اقتصادی در بخش آلاینده‌ها را نشان می‌دهد. گاز دی اکسید کربن



نمودار ۱۲ - سهم بخشهای مختلف در پخش دی اکسید کربن



نمودار ۱۱ - سهم بخشهای مختلف در پخش اکسیدهای کربن

۴- بازده انرژی

بررسی مختصر اقتصاد انرژی و پخش آلاینده‌ها در بخش انرژی در جمهوری اسلامی ایران، نشان می‌دهد که روند فزاینده شدت انرژی (مقدار مصرف انرژی برای یک واحد تولید ناخالص داخلی) یکی از ویژگیهای عمده توسعه این بخش است. از مهم‌ترین دلایل سیر صعودی شدت انرژی و پخش آلاینده‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف) سهم بالای بخشهای مصرفی در مصرف انرژی

سهم بخشهای خانگی، تجاری و صنعت، در جمع مصرف‌کنندگان انرژی نهایی در سال ۱۳۷۰ به ترتیب برابر ۳۶/۶ درصد و ۲۳/۷ درصد بود. سهم خانگی - تجاری در مصرف حاملهای انرژی نهایی فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی، سوختهای جامد و برق، به ترتیب برابر ۳۵/۱ درصد، ۳۲ درصد، ۳۳ درصد و ۶۱/۱ درصد بود. همچنین، سهم صنعت در مصرف فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی، سوختهای جامد و برق، به ترتیب برابر ۱۵/۱ درصد، ۶۶/۷ درصد و ۲۸ درصد بود. در سال ۱۳۷۰، سهم حمل و نقل در مصرف انرژی نهایی، برابر ۲۳/۷ درصد گزارش شده است.

الگوی مصرف حاملهای انرژی نشان می‌دهد که بخشهای تولیدی - مانند صنعت و کشاورزی - در مقایسه با بخشهای مصرفی، انرژی کمتری مورد استفاده قرار می‌دهند. این امر، افزایش شدت انرژی اقتصادی را در پی داشته و در حالت کلی به کاهش بهره‌وری انرژی منجر شده است.

رو به افزایش بوده است. (نمودار ۹). ولی منبع اصلی پخش گاز منواکسیدکربن (CO) حمل و نقل بوده که سهم آن در جمع پخش گاز منواکسیدکربن (CO) برابر ۸۰ درصد در سال ۱۳۶۹ بود. منابع پخش گاز اکسیدهای ازت (NOx) بخشهای خانگی و تجاری، صنعت، حمل و نقل و نیروگاهها هستند. (نمودار ۱۱)

نمودار ۱۲، سهم بخشهای مصرف‌کننده انرژی در پخش گاز دی اکسید سولفور، SO₂ را نشان می‌دهد. سهم بخش خانگی و تجاری به همراه صنعت، در پخش گاز دی اکسید سولفور، SO₂ در سال ۱۳۶۹، برابر ۶۰ درصد بود. اما در دو دهه گذشته، سهم نیروگاهها در پخش این گاز از ۱۵ درصد در سال ۱۳۵۰ به ۲۵ درصد در سال ۱۳۶۹ افزایش یافته است که از افزایش سهم نیروگاههای حرارتی در تولید انرژی الکتریکی و استفاده بیشتر از نفت کوره با مقدار سولفور بالا، ناشی می‌شود.

نمودارهای ۱۳ و ۱۴ پخش گاز دی اکسید کربن (CO₂) و سایر آلاینده‌ها برای مصرف یک واحد انرژی نهایی را نشان می‌دهند. به طوری که مشاهده می‌شود، میزان افزایش پخش گاز دی اکسید سولفور، SO₂، از تغییرات پخش سایر آلاینده‌ها کمتر بوده است. دلیل اصلی این امر آن است که سهم گاز طبیعی و برق در مصرف انرژی نهایی خانگی، تجاری و خدمات و صنعت در دو دهه گذشته رو به افزایش بوده و در نتیجه، پخش گاز دی اکسید سولفور، SO₂، تغییرات وسیعی را نشان نمی‌دهد.

هستند. یخچال تولید شده توسط صنایع داخلی، مصرف ویژه انرژی بیشتری (در حدود ۴۵ کیلووات ساعت در ماه) از یخچالهای تولید شده در ممالک صنعتی (در حدود ۲۷ کیلووات ساعت در ماه) دارد. این امر در مورد سایر تجهیزات خانگی مانند تلویزیون، ماشین لباسشویی و غیره نیز صادق است.

ج) پایین بودن کارایی استفاده از انرژی در بخشهای تولیدی

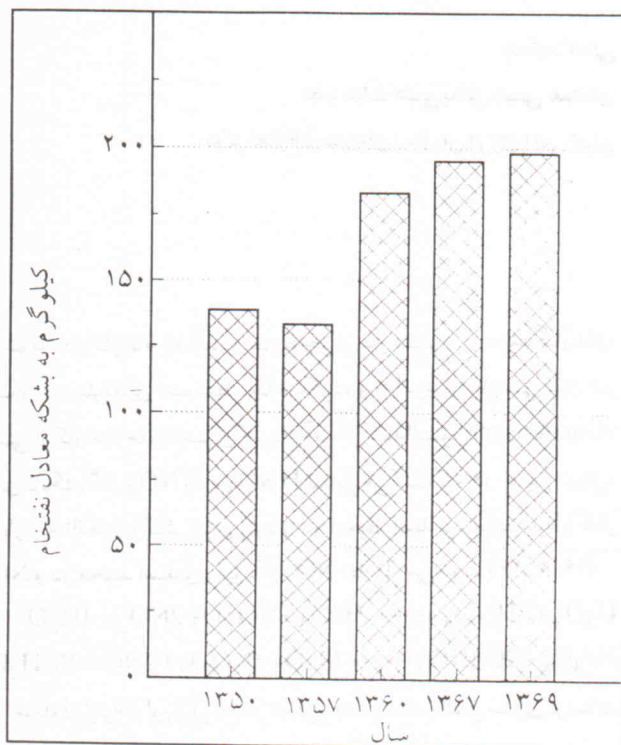
مدیریت انرژی در بخشهای صنعت و خدمات به خوبی هدایت نمی شود و در نتیجه، شدت انرژی فرآورده های صنعتی در این بخشها بالاست. برای مثال، در سال ۱۳۷۰ مقدار برق مصرف شده در کارخانه های نوبنیاد سیمان، بیش از ۱۲۰ کیلووات ساعت برای یک تن بود در حالی که در سال ۱۳۶۹، متوسط مصرف انرژی در صنعت سیمان ژاپن در حدود ۱۰۰ کیلووات ساعت برای یک تن بود. مصرف ویژه سوخت در کارخانه سیمان تهران در سال ۱۳۷۰، در حدود ۹۷۰ کیلوکالری برای یک کیلوگرم «کلینگر» بود که به مراتب از مقدار آن در ژاپن که ۷۰۶ کیلوکالری برای یک کیلوگرم «کلینگر» بود، بیشتر است. وضعیت مشابهی نیز در دیگر صنایع مشاهده می شود. در کارخانه ذوب آهن اصفهان، مصرف ویژه انرژی در سال ۱۳۷۰ در حدود ۹ میلیون کیلوکالری برای یک تن فولاد خام بود. در صورتی که این رقم در ژاپن، کمتر از ۵/۷ میلیون کیلوکالری برای یک تن فولاد گزارش شده است. مصرف ویژه برق در کارخانه ذوب آهن اصفهان در سال ۱۳۷۰، بیش از ۵۲۰ کیلووات ساعت برای یک تن فولاد بود که در مقایسه با آن، رقم مزبور در ژاپن برابر ۴۶۰ کیلووات ساعت برای یک تن فولاد بوده است.

د) مصرف ویژه سوخت بالا در بخش حمل و نقل

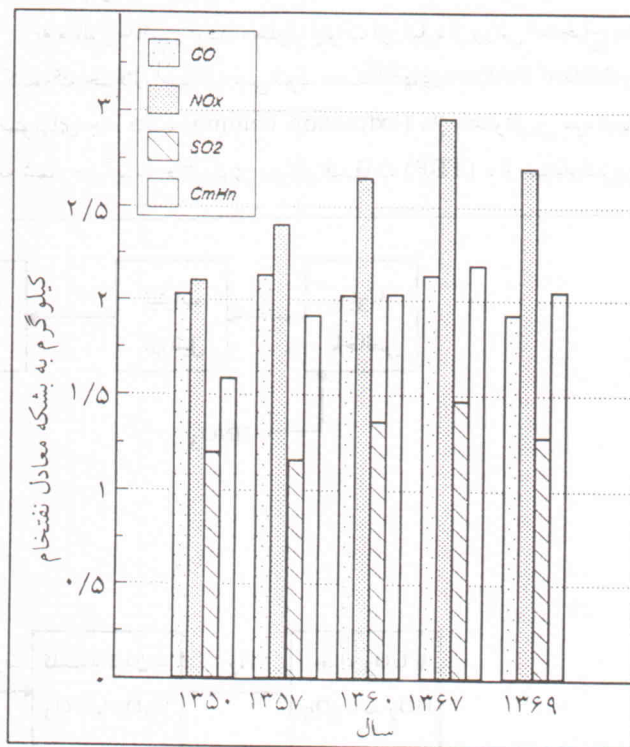
حمل و نقل جاده ای، مهم ترین بخش حمل و نقل است به طوری که مصرف ویژه انرژی برای انتقال مسافر و بار از طریق جاده، بیشتر از شدت انرژی سیستم حمل و نقل راه آهن است. علاوه بر آن، متوسط مصرف ویژه وسایل ترابری در جمهوری اسلامی ایران، از مقدار آن در ممالک صنعتی بیشتر است. اتومبیل نمونه ساخت داخلی، معمولاً در حدود ۱۲ الی ۱۴ لیتر بنزین در هر ۱۰۰ کیلومتر مسافت، سوخت مصرف می کند در صورتی که مصرف ویژه سوخت اتومبیل های جدید مشابه در بسیاری از کشورهای صنعتی، کمتر از نصف این مقدار است.

ه) مصرف انرژی بالا برای گرمایش و سرمایش

تلفات انرژی در ساختمانهای خصوصی و عمومی بالاست و اقدامات مربوط به صرفه جویی انرژی، مورد توجه قرار نمی گیرد.



نمودار ۱۳- نسبت پخش دی اکسید کربن به مصرف انرژی نهایی



نمودار ۱۴- نسبت پخش آلاینده های مختلف به مصرف انرژی نهایی

ب) راندمان پایین تجهیزات خانگی

بسیاری از تجهیزات خانگی، از راندمان انرژی پایینی برخوردار