بررسی عوامل موثر بر انتشار CO2 در ایران (مطالعه موردی نیروگاهها)

دکتر مرجان دامن کشیده*
دکتر محسن نظری**
الهام سادات رضائی***

چکیده

مسائل زیست محیطی به خصوص تغییرات آب و هوایی به دلیل افزایش گازهای گلخانه ای در چند دهه اخیر مسئله ای جهانی شده است. انتشار CO2 مهمترین عامل در افزایش گازهای گلخانه ای می باشد.

آمار موجود در ایران نشان می دهد که سرانه انتشار CO2 از۶۰۷ کیلوگرم در سال۱۳۴۶ به ۴۹۷۷/۷ کیلوگرم در سال۱۳۸۲ و۶۸۸۱/۷ کیلوگرم در سال ۱۳۸۶ رسیده است که بیش از۱۱ برابر شده است.

هزینه های اجتماعی تخریب محیط زیست در اثر مصرف حامل های انرژی فسیلی در کشور در سال ۱۳۸۶ برای گازهای :CH4 . CO .CO2 .SO2 . SPM NOX در حدود ۹۲۱۹۵ میلیارد ریال می باشد که معادل ۱۹/۳ در صد از تولید ناخالص داخلی کشور در سال ۱۳۸۶ بوده است.

سهم co2 ۳۹۳۸۱ میلیارد ریال بوده است که حدود ۹۶۱۴ میلیارد ریال توسط نیروگاه ها انتشار یافته است. (نظری و بخشی زاده، ۱۳۸۹، ۱۵-۱)

در این مقاله با استفاده از LMDI[4] عوامل مؤثر بر انتشار CO2 به اثر تولیدی، ساختاری، شدت انرژی و ترکیب سوخت تجزیه شده است.این تحقیق در دوره زمانی (۱۳۸۵-۱۳۸۰)و برای نیروگاههای کشور انجام شده است.

نتایج به دست آمده از تحقیق نشان می دهد که مهمترین عامل در انتشار CO2 عامل تولیدی می باشد. با توجه به نتایج حاصل از مدل می توان با استفاده از بهبود بهره وری انرژی(کاهش شدت انرژی) و استفاده از سوخت گاز طبیعی به جای دیگر سوختها و با به کار گیری نیروگاه سیکل ترکیبی نسبت به سایر نیروگاهها برای

* عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی Email:M.Damankeshide@yahoo.com
* عضو هیات علمی دانشگاه تهران Email:DM.Nazari@gmail.com
* دانشجوی کارشناس ارشد توسعه اقتصادی Email:Elham.Rezaii@gmail.com

4 Logarithmic MeahDivisia Index

Archive of SID
www.SID.ir

تولید برق انتشار CO_2 را بدون کاهش تولید برق کاهش داد.

واژه های کلیدی: محیط زیست، انتشار CO_2، تجزیه عوامل، نیروگاه ، اثـر تولیـدی، اثـر سـاختاری، اثـر شدت انرژی.

طبقه بندی JEL : Q40 ,Q41

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

افزایش اهمیت محیط زیست به دلیل دامنه وسیعی از کارکردها و خدمات ارزشمندی است که از لحاظ اقتصادی برای انسان و جامعه فراهم می آورد. خدمات محیط زیست به انسان وجامعه را می توان در چهار دسته زیر خلاصه کرد :

۱-حمایت از زندگی

۲-عرضه منابع طبیعی

۳-جذب ضایعات محصولات

۴-عرضه خدمات رفاهی

محیط زیست دستگاه زیست شناختی شیمیایی وفیزیکی فراهم می آورد که افراد بشر را قادر به ادامه حیات می سازد. این دستگاه شامل نظام جو، رودخانه، خاک، گیاهان و حیوانات می شود. خدمات این دستگاه توسط خانوارها مورد استفاده قرار می گیرد وبرای ادامه چرخه حیات بشر ضروری هستند.

محیط زیست مواد خام و انرژی مورد نیاز برای فعالیتهای اقتصادی بنگاهها و مصرف خانوارها را تامین می‌نماید، این منابع یا تجدید پذیر هستند یا تجدید ناپذیر. مدیریت ناصحیح استفاده از این منابع باعث مشکلاتی در سیستم فعالیتهای تولیدی جامعه می شود.

همچنین محیط زیست قادر به دفع بسیاری از ضایعات تولید شده بوسیله بنگاهها و خانوارها می باشد. البته توانایی محیط زیست برای جذب ضایعات نامحدود نیست. تجزیه طبیعی فاضلابها باعث افزایش سریع در آلودگی رودخانه ها و دریاها خواهد شد.

کارکرد دیگر محیط زیست این است که خدمات رفاهی ایجاد می کند. مناظر طبیعی وفضا برای فعالیت اوقات فراغت خانوارها، کسب مطلوبیت از گردشگاهها و جنگلها و رودخانه ها از کارکردهای محیط زیست می‌باشد. هوای ناپاک، رودخانه کثیف، کوههای آلوده ....همه مطلوبیت انسان ها را از این منابع طبیعی می‌کاهد. (نظری و بخشی زاده، ۱۳۸۹، ۱۵-۱)

مشکلات زیست محیطی که به طور فزاینده ای طیف وسیعی از آلودگی ها، خطرات و تخریب زیست بوم را در بر گرفته است ابعاد محلی، منطقه ای وجهانی یافته است. برخی از مشکلات زیست محیطی ریشه ای دیرینه دارند(مانند به خطر افتادن سلامتی انسان) وپاره ای دیگر به طور تصادفی نشات می گیرند(مانند آزاد شدن مواد سمی و خطرناک). بخش اعظم مشکلات زیست محیطی ناشی از تولید انرژی، تبدیل آن و استفاده نهایی می‌باشد که این عوامل به طرق مستقیم و یا غیر مستقیم مخاطرات وتبعات زیست محیطی را سبب می گردند. انرژی و محیط زیست پیچیده بوده وبه طور ثابت وفزاینده ای رو به رشد است. افزایش آگاهی در مورد عواقب زیست محیطی بر فعالیتهای اقتصاد(بطور کلی) و انرژی(به طور اخص) به معنای آن است که بسیاری از ملاحظات کاملا جدید هستند. در نتیجه آگاهی و دانش در خصوص مکانیزمهای واقعی اثرات چنین فعالیتهایی ناقص بوده و حتی

www.SID.ir

در پاره ای از موارد تعمق برانگیز است.

ضرورت و اهمیت موضوع

طی چند دهه اخیر، مسائل زیست محیطی به د لیل افزایش گازهای گلخانه ای، اهمیت زیادی در سیاستگذاری ملی وجهانی داشته است. افزایش گازهای گلخانه ای مانند CO_2 باعث بوجود آمدن پدیده تغییرات آب وهوایی و گرمایش جهانی، سوراخ شدن لایه ازن، ذوب شدن یخهای قطبی شده است و به این دلیل افزایش CO_2 درهر کشور آثاری برای همه کشورها خواهد داشت. هر چند افزایش گازهای گلخانه ای مثلNox و $Co,$ Sox باعث بارش باران های اسیدی، بروز مخاطرات بهداشتی وسلامتی برای انسان و سایر موجودات گردیده وآثار آنها عمدتا در سطح ملی و منطقه ای می باشد ولی اثر انتشار CO_2 در سطح جهانی می باشد. برگزاری سمینارها وپروتکل های بین المللی در سطح جهانی همچون کنفرانس ریو،پروتکل کیوتو واخیرا کنفرانس کپنهاک، نشان از اهمیت این موضوع در سطح جهانی و تلاش برای سیاستگذاری جهت کنترل گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی می باشد که رشد گازهای گلخانه ای سهم بسزایی در این موضوع دارد، از بین گازهای گلخانه ای CO_2 مهمترین آنها می باشد. (کرباسی و رحیمی، ۱۳۸۹، ۲)

آمار موجود در ایران نشان می دهد که سرانه انتشار CO_2 از۶۰۷ کیلوگرم در سال۱۳۴۶ به۴۹۷۷/۷ کیلوگرم در سال۱۳۸۲ و۶۸۸۱/۷ کیلوگرم در سال ۱۳۸۶ رسیده است که بیش از۱۱ برابر شده است. سرانه کشورهای OECD۱۱/۰۸ تن و ترکیه ۲/۸۷ تن و هند حدود۱ تن می باشد. در مقایسه با سایر کشورها، نیز ایران۱/۳۴ درصد CO_2 جهانی را تولید می کند. در حالی که در سال ۲۰۰۵ در ایران ۴۳۱/۲ میلیون تن تولید شده، در فرانسه۷ /۴۰۳، ترکیه ۲۴۰/۳، عربستان ۳۳۵، پاکستان ۹/۵، کره جنوبی۵ /۴۹۸ ومالزی۷ /۷۹ میلیون تن دی اکسید کربن تولید شده است و نشان از تولید بالای CO_2 درایران می باشد. (نظری و بخشی زاده، ۱۳۸۹، ۱۵-۱)

جدول ۱میزان انتشار گاز های آلاینده و گلخانه ای ازکل بخش انرژی کشور را طی سال های ۸۶ – ۱۳۴۶ نشان می دهد. میزان انتشار گازهای گلخانه ای خصوصا co2 در این ۴۰ سال افزایش چشمگیری داشته است. میزان انتشار co2 از ۱۶۰۷۹۱۵۸ گرم در سال ۴۶ به ۴۹۲۲۶۴۹۵۷ گرم در سال ۸۶ رسیده است.

جدول ۱): میزان انتشار گاز های آلاینده و گلخانه ای ازکل بخش انرژی کشور طی سال های ۸۶ – ۱۳۴۶

سال/گاز	NOX	SO2	SO3	CO	SPM	CO2	CH4	N2O
۱۳۴۶	۶۳۹۹۴	۱۰۸۷۵۶	۱۴۴۲	۲۹۶۰۶۴	۲۰۳۹۹	۱۶۰۷۹۱۵۸		۰
۱۳۵۰	۹۹۷۳۳	۱۶۸۴۷۴	۲۲۴۲	۴۸۵۹۴۰	۳۱۵۲۱	۲۴۷۷۲۳۰۴	۰	۰
۱۳۵۵	۲۳۱۶۰۹	۳۴۸۸۴۴	۴۵۸۶	۱۳۴۴۰۷۳	۷۱۲۰۴	۴۷۹۰۴۵۵۰	۰	۰
۱۳۶۰	۳۰۶۷۵۴	۴۸۲۲۷۹	۶۴۱۱	۱۵۷۲۵۴۳	۹۵۱۰۳	۳۱۸۹۴۳۸۸	۰	۰

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۶۵	۴۸۹۰۳۶	۷۸۴۸۴۵	۱۰۶۰۳	۲۳۲۸۱۸۴	۱۵۴۰۶۸	۹۳۱۸۲۱۵۴	۰	۰
۱۳۷۰	۶۲۹۹۰۴	۸۵۰۴۴۳	۱۱۹۷۴	۳۰۹۲۳۷۵	۱۹۲۲۴۳	۱۷۱۱۰۲۷۷	۰	۰
۱۳۷۵	۸۱۴۶۹۸	۱۱۴۴۲۹۵	۱۵۳۰۳	۴۲۶۳۱۵۶	۲۳۶۴۱۹	۲۴۰۳۵۳۴۳۳	۰	۰
۱۳۸۰	۹۹۴۴۲۴	۱۱۷۴۹۴۵	۱۵۶۵۳	۵۹۸۹۱۳۷	۲۷۲۰۱۳	۳۰۲۳۱۵۶۴۵	۰	۰
۱۳۸۱	۱۰۵۶۷۵۲	۱۱۶۷۰۴۴	۱۵۴۸۱	۶۶۰۶۲۴۷	۲۸۵۸۹۳	۳۲۸۱۰۳۶۲	۰	۰
۱۳۸۲	۱۱۱۱۲۴۸	۱۱۲۳۸۴۵	۱۴۷۲۷	۷۳۸۸۷۵۶	۳۰۱۲۸۸	۳۳۳۴۶۳۹۵۵	۰	۰
۱۳۸۳	۱۱۶۸۳۸۶	۷۱۳۱۴۳	۸۴۱۳	۷۹۵۶۶۴۳	۳۱۳۴۲۶	۳۵۶۰۹۷۰۲۵	۰	۰
۱۳۸۴	۱۲۵۶۲۲۲	۷۶۸۷۹۳	۹۱۱۳	۸۷۴۹۱۳۲	۳۳۵۱۴۸	۳۸۱۹۳۷۵۲۹	۰	۰
۱۳۸۵	۱۳۴۶۵۷۱	۸۳۷۷۶۷	۱۰۰۳۴	۹۶۱۹۴۶۶	۳۵۱۰۹۱	۴۲۱۰۴۴۶۹۹	۰	۰
۱۳۸۶	۱۳۷۸۹۵۷	۱۴۲۴۹۷۳	۱۴۹۵۱	۸۴۵۶۵۰۲	۳۶۷۲۳۹	۴۹۲۲۶۴۹۵۷	۴۳۰۰۱	۱۱۵۲۵

0 : ارقام در سترس نمی باشد.

ماخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۳ و ۱۳۸۶

در جدول ۲ مقدار وسهم بخش های مختلف از انتشار CO2 نشان داده شده است. بیشترین سهم مربوط به بخش خانگی و تجاری می باشد و بخش نیروگاهی رتبه دوم را در انتشارCO2 در این سال داشته است.

جدول ۲): مقدار و سهم بخش های مختلف در انتشار CO2در سال ۸۶۱۳ تن/ درصد

	گاز مایع	بنزین	نفت سفید	نفت گاز	نفت کوره	گازطبیعی
مقدار	۸۰۸۱۱۴۵	۵۵۹۶۷۶۱۴	۱۹۴۴۶۲۸۴	۹۲۶۳۲۹۸۹	۵۸۳۲۳۳۶۶	۲۴۵۴۵۲۹۰۵
درصد	۱/۶۴	۱۱/۳۷	۳/۹۵	۱۸/۲	۱۱/۸۵	۴۹/۸۸

ماخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶

در جدول۳ مقدار و سهم حامل های انرژی از انتشار co2 درسال ۱۳۸۶ نشان داده شده است، بیشترین انتشار مربوط به گاز طبیعی بوده است.

جدول۳): مقدار و سهم بخش های مختلف در انتشار CO2در سال۱۳۸۶ تن/درصد

	گاز مایع	بنزین	نفت سفید	نفت گاز	نفت کوره	گازطبیعی
مقدار	۸۰۸۱۱۴۵	۵۵۹۶۷۶۱۴	۱۹۴۴۶۲۸۴	۹۲۶۳۲۹۸۹	۵۸۳۲۳۳۶۶	۲۴۵۴۵۲۹۰۵
درصد	۱/۶۴	۱۱/۳۷	۳/۹۵	۱۸/۲	۱۱/۸۵	۴۹/۸۸

ماخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶

هزینه های اجتماعی در سال۱۳۸۶ براساس مطالعه بانک جهانی وسازمان محیط زیست براساس

www.SID.ir

قیمتهای۱۳۸۱، ۳۹۳۸۱ میلیارد ریال بوده است که۹۶۱۴ میلیارد ریال آن مربوط به بخش نیروگاهها بوده است که این موضوع در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول۴): هزینه های اجتماعی بخش های مصرف کننده انرژی در سال ۱۳۸۶ براساس قیمتهای سال۱۳۸۱ (میلیارد ریال)

بخش/گاز	NOX	SO2	SO3	CO	SPM	CO2	CH4	N2O	جمع
خانگی، تجاری و عمومی	۶۲۵	۲۱۱۷	۰	۱۲۰	۴۶۵	۱۱۳۸۷	۷	۰	۱۴۷۲۰
صنعت	۷۴۹	۵۰۱۱	۰	۳۴	۶۰۰	۶۳۵۲	۳	۰	۱۲۷۴۹
حمل و نقل	۴۰۵۵	۵۸۵۱	۰	۱۲۴۹۷	۹۸۱۹	۹۲۴۰	۵۵	۰	۴۱۵۱۶
کشاورزی	۳۲۰	۹۹۴	۰	۳۳	۹۹۹	۹۷۷	۱	۰	۳۳۲۳
پالایشگاهی	۰	۰	۰	۰	۰	۱۸۱۱	۱	۰	۱۸۱۲
نیروگاهی	۸۷۰	۶۸۳۲	۰	*	۷۵۲	۹۶۱۴	۵	۰	۱۸۰۷۴
جمع	۶۶۱۹	۲۰۸۰۵	۰	۱۲۶۸۵	۱۲۶۳۳	۳۹۳۸۱	۷۲	۰	۹۲۱۹۵

0 ارقام در دسترس نمی باشد. *رقم ناچیز است.

ماخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶

بنابراین میزان انتشار CO2 ورشد آن در ایران به خصوص در بخش نیروگاهی رقم قابل توجهی است که باید با سیاستگذاری جهت کنترل رشد آن اقدام شود.

بر این اساس می توان گفت یکی از سئوال های مطرح در ادبیات اقتصاد همیشه این بوده است، که آیا می توان در کنار رشد اقتصادی که(با رشد مصرف انرژی همراه می باشد)، از آلایندگی زیست محیطی جلوگیری نمود. به عبارت دیگر آیا می توان شاهد توسعه پایدار بود؟ با تجزیه عوامل موثر بر انتشار آلوده کننده ها، می توان نشان داد که رشد آلاینده ها می تواند از منابعی غیر از رشد تولید نیز باشد.

در این راستا، مقاله حاضر به بررسی و شناسایی عوامل موثر بر انتشار CO_2 در بخش نیروگاهی کشور پرداخته شده است.

لازم ذکر است که بررسی های انجام شده فقط نیروگاه های بخاری، گازی و سیکل ترکیبی رادر بر می گیرد و با توجه به اینکه داده های آماری مربوط به انتشار CO_2 به تفکیک نیروگاه ها و مصرف انرژی بر حسب نوع سوخت آن نیروگاههای موردبررسی در سال های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ با طبقه بندی متفاوتی در تراز نامه انرژی ارائه شده اند، لذا مشاهده می شود که محاسبات مربوط به تجزیه ی انتشار CO_2 به دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۰ اختصاص یافته است.

با توجه به مشکلات مطرح شده برای پاسخ گویی به سوال های فو ق، ساختار مقاله به صورت زیر شکل گرفته است، در ادامه به ادبیات موضوع (پیشینه تحقیق) پرداخته شده، سپس مدل و روش تحقیق ارائه گردیده و پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات و نتایج حاصل از محاسبات مدل به نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها پرداخته شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

ادبیات موضوع (پیشینه تحقیق)

مطالعات مربوط به مطالعه انتشار CO2 از روش تجزیه عوامل در جهان نسبتاً گسترده می‌باشد. مطالعات متعددی در مورد کشورهای اروپایی، آسیایی، آفریقایی و امریکایی انجام شده است. این مطالعات در سطح کل کشور، بین کشوری، بخش‌های اقتصادی و زیر بخش‌های اقتصادی و صنایع خاص صورت گرفته است. مروری بر مطالعات انجام شده در مقاله آنگ و زانگ[1] ارائه شده است. (ANG,ZHANG,1999,297-305)

روش‌های تجزیه عوامل به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- تحلیل تجزیه ساختاری[2] (SDA)

۲- تحلیل تجزیه شاخص[3] (IDA)

SDA بر مبنای جدول داده- ستانده می‌باشد و به داده‌های زیادی نیاز دارد. به دلیل اینکه جدول داده- ستانده هر ساله در کشورها تهیه نمی‌شود، در کشورهایی که این جدول برای دوره‌های نزدیک تشکیل نمی‌شود، قابل استفاده نمی‌باشد. مزیت IDA این است که به داده‌های کمتری نیاز دارد و برای هر سال می‌توان شاخص‌های مربوط را تهیه نمود. بنابراین در مطالعات انجام شده از روش IDA بیشتر استفاده شده است. هر جنبه روش SDA به دلیل در نظر گرفتن وابستگی‌های مستقیم و غیرمستقیم همه بخش‌های اقتصادی از دقت بیشتری برخوردار است.

روش IDA به دو روش AMDI[4] و LMDI[5] انجام می‌گیرد. از نمونه مطالعاتی که اخیراً در مورد تجزیه عوامل مؤثر بر انتشار CO2 در کشورهای مختلف انجام گرفته است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

هی جین، سونگ هون و سونگ جون[6] با روش SDA به بررسی عوامل مؤثر بر انتشار CO2 در صنایع کره جنوبی پرداخته‌اند. در این مطالعه اثر رشد اقتصادی، شدت انرژی و اجزای تقاضای نهایی بر انتشار CO2 در دوره‌های متفاوت با یکدیگر مقایسه شده است. (HOON,JUN,2000,686-698)

تانک، اسیک و اکبستانسی[7] با روش LMDI، به عوامل مؤثر بر انتشار CO2 در سطح بخش کشاورزی، صنعت و خدمات ترکیه برای سالهای ۲۰۰۶-۱۹۷۰ پرداخته‌اند و آنها اثرات تغییرات ساختاری را در انتشار CO2 با اهمیت نمی‌دانند ولی اثر محصول و شدت انرژی را در انتشار CO2 در کشور ترکیه با اهمیت تلقی می‌نمایید. (نظری و بخشی زاده،۱۳۸۹، ۱۵-۲)

شایمال و باتاچاریا[8] به بررسی موضوع در سطح بخش‌های اقتصادی هند پرداخته‌اند و مطالعه آنها نشان داده

---

1 Ang Bw,Zhang FQ
2 Structural Decomposition
3 Index Decomposition
4 Arithmatic MeahDivisia Index
5 Logarithmic MeahDivisia Index
6 Hea-jin , Seung-Hoon , Seung-Jun
7 Tunc,Asik,Akbostanci
8 Shymal Paul,Bhattacharya

www.SID.ir

است که رشد اقتصادی بزرگترین اثر را بر انتشار CO2 در همه بخش‌های اقتصاد داشته است و کارایی مصرف انرژی و تغییر سوخت در بخش حمل و نقل و صنعت باعث کاهش روند انتشار CO2 شده است. شدت انرژی در طی دوره مورد مطالعه تغییرات زیادی داشته است ولی اثر محسوسی بر کاهش CO2 در بخش کشاورزی نداشته است (نظری و بخشی زاده،۱۳۸۹، ۱۵-۲).

هاتزی گئورگی، پولاتیدیس و هارالمبوپولوس[1]، کشور یونان را طی دوره ۲۰۰۲- ۱۹۹۰ از نظر عوامل مؤثر بر انتشار Co2 تجزیه و تحلیل کرده‌اند. روش تحلیل آن AMDI و LMDI بوده است و انتشار CO2 را به چهار عامل اثر درآمد، اثر شدت انرژی، اثر سهم سوخت و اثر جمعیت تجزیه کرده‌اند و اثر درآمدی را مهمترین عامل در رشد CO2 دانسته‌اند و اثر شدت انرژی را عامل کاهش Co2 در دوره مورد بررسی دانسته‌اند (نظری و بخشی زاده، ۱۳۸۹، ۱۵-۲).

زانگ، مو، نینگ و سونگ[2] انتشار CO2 را طی سالهای ۲۰۰۶- ۱۹۹۱ در کشور چین مطالعه نموده‌اند مطالعه آنها نشان داده است که فعالیت‌های اقتصادی اثر مهم در رشد CO2 و تغییرات ساختاری کوچک بوده است. البته اثر هر کدام از عوامل در بخش‌های مختلف متفاوت بوده است. (ANG,ZHANG,1999,297-305)

ون[3] تعیین کننده‌های انتشار CO2 را در سالهای ۲۰۰۰- ۱۹۷۰ در بریتانیا مطالعه نموده است. مطالعه ون در بخش مسافرت با اتومبیل و اثرات آن بر انتشار CO2 بوده است (نظری و بخشی زاده،۱۳۸۹، ۱۵-۲).

صادقی و همکاران (۱۳۸۶) با هدف بررسی راهکارهای افزایش بازده نیروگاه و آثار زیست محیطی و اقتصادی آن، به بررسی بازده نیروگاه های گازی، سیکل ترکیبی و بخاری پرداختند، همچنین هزینه های اجتماعی آلاینده ها و اثرات آن بر سلامت انسان و محیط زیست را مطالعه کردند، مطالعات آنها نشان داد که در نتیجه ی افزایش بازده، میزان آلاینده های تولید و هزینه های اجتماعی به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد و این کاهش نیز بیشتر در نیروگاه های بخاری رخ می دهد، بنابراین، ارجحیت افزایش بازده را در نیروگاه های بخاری دانسته اند.

شریفی و همکاران (۱۳۸۷) با استفاده از تکنیک تجزیه ی فیشر و ضرب پذیری، شدت انرژی در صنایع نه گانه ی ایران را تجزیه کردند. نتایج تجزیه آن ها نشان می دهد که در بیتشر صنایع نه گانه، اثر ساختاری سهم اندکی در تغییرات اثر کل شدت انرژی داشته و اثر شدتی (شدت انرژی) سهمی بیشتری در تغییرات اثر کل داشته است. در بیشتر صنایع در سال های مختلف اثر شدتی در جهت کاهش شدت انرژی حرکت کرده و اثر ساختاری سهم ضعیفی در کاهش شدت انرژی داشته است. آن ها بر اساس نتایج مطالعه ی خود پیشنهاد دادند که عوامل موثر بر اثر شدتی مانند پیشرفت فناوری، اهمیت حامل های انرژی، جانشین حامل های انرژی ، تغییر در کارایی انرژی و مدیریت تقاضای انرژی در نظر گرفته شود تا با کاهش اثر شدتی (اثر انرژی) بتوان شدت مصرف انرژی در این صنایع را کاهش داد و در مصرف انرژی صرفه جویی کرد.

---

[1] Hatzigeorgiou ,Polatidis , Haralambopouls
[2] Zhang , Mu , Ning , Song
[3] Won

www.SID.ir

محسن نظری و محمد بخشی (۱۳۸۸) به تجربه عوامل موثر بر انتشار CO2 در صنایع ایران پرداخته اند. در این مقاله با استفاده از روش تجزیه عوامل انتشارCO2 به بررسی عوامل موثر بر انتشار CO2 اثر تولید، ساختاری، شدت انرژی و ترکیب سوخت و اثر باقی مانده پرداخته شده است. بر این اساس نشان داده اند که طی ۲۵ سال گذشته اثر تولیدی و اثر شدت انرژی مهمترین عوامل انتشار CO2 و اثر ترکیب ناچیز بوده است.

مدل تحقیق

برای بررسی عوامل مؤثر بر انتشار CO2 در نیروگاه های ایران روش تجزیه عوامل بکار گرفته شده است.

در این مدل انتشار CO2 از بخش نیروگاهی از طریق اندازه گیری تغییرات ۵ فاکتور مختلف مطالعه می‌شود. این ۵ عامل شامل فعالیت نیروگاهی کل[1] (تأثیر فعالیت – اثر تولید)، ترکیب فعالیت نیروگاهی (تأثیر ساختار[2])، شدت[3] انرژی منطقه ای (تأثیر شدت انرژی)، ترکیب انرژی منطقه ای[4] (تأثیر ترکیب سوخت) و فاکتور انتشار CO2 (اثر فاکتور انتشار). (Zhang,2005,867-871)

مدل به صورت زیر نوشته می شود:

$$C=\sum_{ij}C_{ij}=\sum_{ij}Q.\frac{Q_i}{Q}.\frac{E_i}{Q_i}.\frac{E_{ij}}{E_i}.\frac{C_{ij}}{E_{ij}}=\sum_{ij}QS_i.I_i.M_i.U_i \qquad (1)$$

در شرایطی که C انتشار CO2 ناشی از نیروگاه هاست و Cij انتشار CO2 از سوخت در بخش نیروگاهی i است.

برای طراحی و محاسبه مدل داده های زیر مورد نیاز است:

Q = تولید کل نیروگاه ها در دوره مورد بررسی.

Qi = تولید نیروگاه نوع iام.

Eij = مصرف سوخت jام در بخش نیروگاهی iام.

$E_i=\sum_j E_{ij}$ در شرایطی که است:

Ei مصرف سوخت نیروگاه iام است.

Ej مصرف سوخت jام در کل نیروگاه هاست.

$S_i=\frac{Q_i}{Q}$ در این حالت Q همان فعالیت نیروگاهی کل (اثر تولیدی) می باشد و ترکیب فعالیت نیروگاهها

[1] Out Put Effect
[2] Structural Effect
[3] Energy intsity Effect
[4] Fuel mix Effect

Archive of SID

www.SID.ir

$$I_i = \frac{E_i}{Q_i}$$ شدت انرژی منطقه ای (تأثیر شدت انرژی) است و $$M_{ij} = \frac{E_{ij}}{E_i}$$ (اثر ساختاری) را نشان می دهد و

$$U_{ij} = \frac{C_{ij}}{E_{ij}}$$ هم نشان دهنده اثر فاکتور انتشار CO2 است. نشان دهنده متغیر ترکیب انرژی (اثر ترکیب سوخت) است و

بطوری که i نشان دهنده انواع نیروگاه هاست:

$$i = \begin{cases} 1 \\ 2 \\ 3 \end{cases}$$

i =1 (بخاری)، i=2 (گازی)، i=3 (سیکل ترکیبی)

و j نشان دهنده انواع سوخت نیروگاه هاست که این گونه تعریف می کنیم:

$$j = \begin{cases} 1 \\ 2 \\ 3 \end{cases}$$

j=1 (گازوئیل)، j=2 (نفت کوره)، j=3 (گاز طبیعی)

مقدار تغییر در انتشار Co2 بین دوره پایه $(t = \circ)$ و دوره بعدی (t=T) برابر است با:

$$D_{tot} = C^T \Big/ C^o = D_{act}.D_{str}.D_{\text{int}}.D_{mix}.D_{emf} \qquad (2)$$

$$\Delta C_{tot} = C^T - C^o = \Delta C_{act} + \Delta C_{str} + \Delta C_{\text{int}} + \Delta C_{mix} + \Delta C_{emf} \qquad (3)$$

نشانه tot نشان دهنده کل و نشانه های : act اثر مربوط به فعالیت کل (تولید)، str ساختار فعالیت، int شدت انرژی، mix ترکیب انرژی (سوخت) و emf فاکتور انتشار هستند.

رابطه(۲)نسبت مقدار انتشار CO2 را در سال های مورد بررسی نسبت به سال پایه نشان میدهد. از این رابطه می توان مشخص کرد که سهم هر کدام از اثرات در میزان انتشار آلاینده ها چه مقدار می باشد.

رابطه (۳)مشخص کننده تغییرات میزان انتشار CO2 در سال مورد بررسی نسبت به سال پایه است که اگر مثبت باشد نشان دهنده این است که میزان انتشار CO2 در سال مورد بررسی افزایش یافته، و اگر منفی باشد بیانگر آن است که تغییرات انجام شده موجب کاهش انتشار CO2 شده است و از این رابطه هم می توان سهم هر کدام از اثرات را در میزان انتشار آلاینده ها مشخص کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

LMDI formulae for decomposingchange in energy-related CO_2 emission from industry

IDA identity

$$C = \sum_{ij} C_{ij} = \sum_{ij} Q \frac{Q_i}{Q} \frac{E_i}{Q_i} \frac{E_{ij}}{E_i} \frac{E_{ij}}{E_{ij}} = \sum_{ij} Q S_i I_i M_{ij} U_{ij}$$

Multiplicative decomposition *Additive decomposition*

Change scheme $D_{tot} = C^T / C^0 = D_{act} D_{str} D_{int} D_{mix} D_{emf}$ ΔC_{tot}

$$= C^T - C^0 = \Delta C_{act} + \Delta C_{str} + \Delta C_{int} + \Delta C_{mix} \Delta C_{emf}$$

LMDI formule D_{act}

$$= \exp\left(\sum_{ij} \frac{(C_{ij}^T - C_{ij}^0)/(\ln C_{ij}^T - \ln C_{ij}^0)}{(C^T - C^0)/(\ln C^T - \ln C^0)} \ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right) \right) \quad \Delta C_{act}$$

$$= \sum_{ij} \frac{C_{ij}^T - C_{ij}^0}{\ln C_{ij}^T - \ln C_{ij}^0} \ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right)$$

D_{str}

$$= \exp\left(\sum_{ij} \frac{(C_{ij}^T - C_{ij}^0)/(\ln C_{ij}^T - \ln C_{ij}^0)}{(C^T - C^0)/(\ln C^T - \ln C^0)} \ln\left(\frac{S_i^T}{S_i^0}\right) \right) \quad \Delta C_{str}$$

$$= \sum_{ij} \frac{C_{ij}^T - C_{ij}^0}{\ln C_{ij}^T - \ln C_{ij}^0} \ln\left(\frac{S_i^T}{S_i^0}\right)$$

D_{int}

$$= \exp\left(\sum_{ij} \frac{(C_{ij}^T - C_{ij}^0)/(\ln C_{ij}^T - \ln C_{ij}^0)}{(C^T - C^0)/(\ln C^T - \ln C^0)} \ln\left(\frac{I^T}{I^0}\right) \right) \quad \Delta C_{int}$$

$$= \sum_{ij} \frac{C_{ij}^T - C_{ij}^0}{\ln C_{ij}^T - \ln C_{ij}^0} \ln\left(\frac{I_i^T}{I_i^0}\right)$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$D_{mix} = \exp\left(\sum_{ij} \frac{(C_{ij}^T - C_{ij}^0)/(\ln C_{ij}^T - \ln C_{ij}^0)}{(C^T - C^0)/(\ln C^T - \ln C^0)} \ln\left(\frac{M_{ij}^T}{M_{ij}^0}\right)\right) \qquad \Delta C_{mix}$$

$$= \sum_{ij} \frac{C_{ij}^T - C_{ij}^0}{\ln C_{ij}^T \quad \ln C_{ij}^0} \ln\left(\frac{M_{ij}^T}{M_{ij}^0}\right)$$

$$D_{emf} = \exp\left(\sum_{ij} \frac{(C_{ij}^T - C_{ij}^0)/(\ln C_{ij}^T - \ln C_{ij}^0)}{(C^T - C^0)/(\ln C^T - \ln C^0)} \ln\left(\frac{U_{ij}^T}{U_{ij}^0}\right)\right) \qquad \Delta C_{emf}$$

$$= \sum_{ij} \frac{C_{ij}^T - C_{ij}^0}{\ln C_{ij}^T - \ln C_{ij}^0} \ln\left(\frac{U_{ij}^T}{U_{ij}^0}\right)$$

جدول فوق فرمول LMDI برای تجزیه عوامل انتشار CO_2 از صنعت

ماخذ: http:/www.elsevier.com/locate/enpol

اثر تولیدی نشان از اثر تولید در انتشار CO_2 دارد. این اثر نشان می دهد که چه مقدار از تغییرات انتشار CO_2 به دلیل تغییر میزان تولید نیروگاه ها بوده است. (اثر فعالیت کل).

اثر ساختاری بیانگر تولید بخش نیروگاهی است. اگر این اثر مثبت باشد، نشان از این دارد که تغییر ساختار (نوع نیروگاه) به شکلی بوده است که نیروگاه های تولید کننده CO_2 دارای افزایش سهم شده اند.[۱]

اثر شدت انرژی نشان می دهد که چه مقدار از تغییرات CO_2 به دلیل تغییر شدت انرژی در نیروگاههای کشور بوده است.(شدت انرژی عکس کارایی انرژی است)

اثر ترکیب سوخت بدان معناست که تغییر ترکیب سوخت در نیروگاهها در جهت کاهش CO_2 عمل کرده است یا در جهت افزایش.

اثر فاکتور انتشار نشان از این دارد که چه مقدار از تغییرات CO_2 به دلیل این اثر بوده است.(در این تحقیق این اثر به دلیل ثابت بودن فاکتور انتشار این سه سوخت طی این سالها صفر در نظر گرفته می شود.)

t و$t0$ در این حالت برابر است با اطلاعات مربوط به سال های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۵. (در خصوص سال های ۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ چون اطلاعات مربوط به مقدار سوخت مصرفی در نیروگاه های کشور در دست نیست، لذا نمی توان برای این سال مطالعاتی به عمل آورد).

در این تحقیق، عمل تجزیه عوامل موثر بر انتشار CO_2 را طی سالهای ۱۳۸۵-۱۳۸۰ انجام می دهیم. در

[۱] شدت انرژی: عبارت است از انرژی مورد نیاز برای تولید مقدار معینی از کالاها و خدمات.شدت انرژی بر حسب عرضه انرژی اولیه و یا مصرف نهایی انرژی محاسبه می شود و این شاخص معمولا در سطح کلان مورد استفاده قرار گرفته و درجه بهینگی استفاده از انرژی در یک کشور را نشان می دهد.

www.SID.ir

این جا ما پنج دوره ی یک ساله و یک دوره ی پنج ساله برای بررسی در نظر می گیریم.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

شاخص انشتار گازهای آلاینده بخش نیروگاهی ،معیار مهم در مقایسه ی کارایی تولید برق از دید انتشار گازهای گلخانه ای به ویژه CO_2 است.

جدول ۶): شاخص انتشار CO_2از نیروگاه های کشور گرم بر کیلو وات ساعت

سال	سیکل ترکیبی	گازی	بخاری
۱۳۸۰	۳۴۳/۹	۷۹۳/۱	۶۰۷/۱
۱۳۸۱	۵۱۵/۷	۸۱۵/۹	۶۰۶
۱۳۸۲	۴۷۲/۸	۷۹۳/۶	۵۸۶/۸
۱۳۸۳	۴۶۷	۷۶۷	۵۹۹/۴
۱۳۸۴	۴۷۲/۸	۷۱۱	۵۹۶/۲
۱۳۸۵	۴۸۷/۸	۷۸۲/۱	۶۲۸/۳

ماخذ: ترازنامه انرژی

همانگونه که در جدول (۶) مشاهده می شود نیروگاه های ترکیبی نسبت به دیگر نیروگاه ها شاخص انتشار کمتری دارند در حالی که نیروگاه های گازی بیشترین شاخص انتشار را به خود اختصاص داده اند، نیروگاه های بخاری در مقایسه با نیروگاه های سیکل ترکیبی شاخص انتشار بالاتری را دارا می باشند. این مقایسه نشان میدهد که احداث نیروگاه های سیکل ترکیبی می تواند سبب کاهش انتشار CO_2نسبت به دیگر نیروگاه ها شود. می‌توان گفت دلیل افزایش تدریجی شاخص انتشار CO_2در نیروگاه های سیکل ترکیبی، افزایش استفاده از گازوییل نسبت به گاز طبیعی است. نیروگاه های بخاری از سوخت های فسیلی نفت کوره، گازوئیل و گاز طبیعی استفاده می کنند. با توجه به ضریب انتشار بالای نفت کوره وگازوییل، شاخص انتشار این نیروگاه نیز بالاتر از نیروگاه های سیکلی ترکیبی می باشد.

جدول ۷): انتشار CO_2از سوخت های مصرفی بخش نیروگاهی (میلیون تن)

گاز طبیعی	نفت گاز	نفت کوره	سال
۵۱۲۱۷	۴۲۸۴	۲۰۲۴۶	۱۳۸۰
۵۶۹۳۷	۴۲۵۸	۱۸۶۸۷	۱۳۸۱
۶۲۷۷۲	۳۷۹۱	۱۴۷۰۴	۱۳۸۲
۶۷۸۲۰	۵۷۶۹	۱۷۰۸۱	۱۳۸۳
۷۰۰۲۹	۶۹۱۶	۱۸۸۴۷	۱۳۸۴
۷۵۱۶۴	۱۲۴۴۸	۲۲۵۹۴	۱۳۸۵

ماخذ: ترازنامه انرژی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۷)، CO_2 ناشی از سوخت مصرفیدر بخش نیروگاهی را در دوره ی ۸۵-۱۳۸۰ نشان می دهد. انتشار CO_2از گاز طبیعی، نفت کوره و نفت گاز رشد متوسطی به میزان ۷/۸، ۳/۵ و ۳۱ درصد در دوره ی مورد بررسی داشته است.

همانطور که در جدول ۷ مشاهده می شود انتشار CO_2 ناشی از گاز طبیعی همواره روبه رشد بوده در حالی که انتشار مربوط به نفت کوره و نفت گاز در برخی از سال های روندی کاهشی داشته و دلیل آن کاهش مصرف از این نوع سوخت در بخش نیروگاهی می باشد.

۵. تجزیه ی انتشار و شاخص انتشار CO_2

مقدار انتشار CO_2ی بخش نیروگاهی (سیکل ترکیبی، گازی، بخاری) از ۱۷۴۴/۱ میلیون تن در سال ۱۳۸۰ به ۱۸۹۸/۲ میلیون تن در سال ۱۳۸۵ افزایش یافته است. یعنی رشد متوسطی معادل با ۱/۵ درصد در سال داشته است. جدول ۸ میزان تاثیر عوامل مختلف را بر تغییر انتشار CO_2 در سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ به صورت سالانه نشان می دهد.

جدول ۸): تجزیه عوامل موثر بر رشد انتشار CO_2 از بخش نیروگاهی

اثر / سال	اثر تولیدی	اثر ساختاری	اثر شدت انرژی (سوخت)	اثر ترکیب سوخت
۱۳۸۰-۸۱	۱	۱	۱	۱
۱۳۸۱-۸۲	۱/۰۳	-۰/۵۸	-۰/۷	۱/۵
۱۳۸۲-۸۳	۱/۰۹	۰/۳۴	-۰/۱۵	۰/۷۳
۱۳۸۳-۸۴	۰/۹۳	-۰/۶۷	-۰/۲	۰/۶۵
۱۳۸۴-۸۵	۱/۸۵	۰/۲۷	-۰/۳۱	۰/۶۱
۱۳۸۰-۸۵	۳/۸	۱/۶۷	-۰/۵۳	۰/۴۰

ماخذ یافته ی تحقیق

برای مقایسه و تحلیل دقیق تر تغییرات انتشار، در جدول (۸) نتایج به شکل شاخص بیان شده است (سال ۱۳۸۰=۱). همانطور که جدول ۸ نشان می دهد اثر تولیدی به جز دوره ۸۴-۱۳۸۳، همواره تاثیر مثبت بر افزایش انتشار CO_2 بخش نیروگاهی داشته است (بزرگتراز واحد است). این موضوع گواه آن است که رشد تولید برای کل دوره ی بررسی شده تاثیر به سزا در رشد انتشار CO_2 بخش نیروگاهی دارد.

شدت سوخت (انرژی) همانطور که در جدول ۸ مشاهده می شود در سال های مورد بررسی اثر منفی بر روی انتشار CO_2 داشته است و همچنین مقادیر کوچک تر از واحد نشان دهنده افزایش در کارآیی تولید برق است.

اثر ساختار تولید همراه با نوسان هایی بوده، بطوری که در دوره های ۸۲-۱۳۸۱ و ۸۴-۱۳۸۳ منفی بوده است

Archive of SID

www.SID.ir

که این امر بیان کننده آن است که این اثر انتشار CO_2را کاهش می دهد.

به نظر می رسد که تغییر در ترکیب انواع سوخت، بطور مثال استفاده از نفت گاز و گاز طبیعی در نیروگاه های گازی و سیکل ترکیبی نتوانسته از رشد انتشار CO_2 بکاهد. از این رو این عامل تاثیر مبتنی بر افزایش انتشار CO_2 داشته است.

مصرف نفت گاز و گاز طبیعی در نیروگاه های سکیل ترکیبی به ترتیب رشدی برابر با ۶۰/۲۴ و ۲۰/۶ درصد و برای نیروگاه های گازی به ترتیب رشدی معادل ۱۸/۲ و ۱۰ درصد داشته است. (ترازنامه انرژی)

همانطور که بیان شد نمی توان گفت این تغییر در ترکیب سوخت سبب افزایش کارایی تولید گردیده ، اما میزان افزایش انتشار CO_2 را در طی دوره مورد بررسی کمتر کرده است.

نتیجه گیری وپیشنهادات

محیط زیست خدماتی همچون حمایت از زندگی،عرضه منابع طبیعی و عرضه خدمات رفاهی برای انسان ها ایجاد می نماید. با توجه به اینکه محیط زیست ،محیط مشترک همه انسان هاست،باید در جهت حفظ آن تلاش شود.

یکی از مهمترین عوامل موثر در تخریب محیط زیست، انتشار CO2 می باشد که به دلیل آثار مخرب آن بر تغییرات آب و هوایی،گرمایش جهانی و ... تلاش جهانی برای کاهش انتشار آن هر روزه افزایش می یابد.

در این پژوهش با استفاده از روش تجزیه ،عوامل انتشار CO2 در نیروگاهها به چهار اثر تولیدی،ساختاری،شدت انرژی و ترکیب سوخت تجزیه شد و با استفاده از داده های ترازنامه انرژی ،اثرات فوق برای دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۸۰ انجام شده است.

نتایج حاصل از محاسبه نشان می دهد که اثر تولید مهمترین عامل در انتشار CO2 در نیروگاههای کشور در طی دوره بررسی می باشد.

کاهش انتشار CO2 از طریق اثر تولیدی،بحث انگیز و معمولا با مخالفتهای زیادی رو به رو می شود،زیرا به این معنی است که باید تولید کاهش یابد که مشکلات متعددی را به دنبال خود دارد. همچنین نتایج تجزیه ی انتشار بخش نیروگاهی نشان می دهد که همچنین اثر ساختاری و ترکیب سوخت می تواند سبب افزایش انتشار CO_2 شوند.

یکی از راه های کاهش CO_2 بدون کاستن از تولید، بهبود شدت انرژی در بخش نیروگاهی کشور می باشد. اگر بتوان بهره وری انرژی (معکوس شدت انرژی) را افزایش داد، می توان بدون کاستن از سطح تولید به کاهش انتشار CO_2 رسید.

راهکارهایی به منظور کاهش عوامل موثر بر انتشار CO_2 در حد استاندارد هوای پاک پیشنهاد شده است. اعمال مالیات بر کربن و انرژی و همچنین ترویج و توسعه فناوری های بزرگ مقیاس تولید نیرو (با سوخت پاک) از جمله کارهایی است که دولت می تواند برای کاهش انتشار CO_2 بخش نیروگاهی انجام دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱- هرامی، محمد حسین، بررسی میزان انتشار هیدروکربن های آروماتیک و آلاینده های NO، so2 و co در پالایشگاه کرمانشاه، تعیین سهم نقاط انتشار و ارائه راهکارهای بهینه کنترلی،پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات،۱۳۸۶

۲- پور رجبی، مهناز، بررسی اثرات زیست محیطی نیروگاه فسیلی بعثت از نظر آلودگی هوا، پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات،۱۳۷۳-۱۳۷۲

۳- حاجیعلی، امیر، تعیین شاخص های توسعه پایدار انرژی کشور در بخش تولید و توزیع انرژی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات،۱۳۸۳

۴- حسینی، سید عماد، زنگ خطر سبز در ایران،مجله تازه های انرژی،شماره ۱۶،خرداد۱۳۸۹

۵- خالصی دوست،عبدا..ونور اسماعیلی،بابک،بررسی اثرات گازهای گلخانه ای ناشی از احتراق در نیروگاههای حرارتی سوخت فسیلی ایران،مجموعه مقالات اولین کنفرانس صنعت نیروگاههای حرارتی،۱۳۸۸

۶- رمضانی،محمد ابراهیم، نقش مدیریت منابع آلاینده هوا در کاهش آلودگی ناشی از نیروگاه حرارتی تبریز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات،۱۳۷۵-۱۳۷۴

۷- شاه حسینی، مهدی، بهره گیری از مزایای چهانی مکانیزم توسعه پاک در صنایع نفت و گاز،ماهنامه اکتشاف و تولید شرکت ملی نفت ایران،شماره ۶۷،اردیبهشت ۱۳۸۹

۸- کرباسی، عبدالرضا و رحیمی، نسترن،ملاحظات زیست محیطی بخش انرژی ، IEA،۱۳۸۹

۹- نظری،محسن و بخشی زاده، محمد، تجزیه عوامل موثر بر انتشار CO2 در صنایع ایران،در دست چاپ

۱۰- وزات نیرو، "ترازنامه انرژی" سال‌های مختلف

11- Any, B.W., zhang, F.Q., (1999), Inter-regional comparisons of energy-related CO2 emissions using the decomposition Technique, Energy 24, 297-305

12- G.ipekTunk, SerapTurut-Asik, ElifAkbostanci(2009), A decomposition analysis CO2emissions from energy use: Turkish case, Energy policy, 37,4689-4699

13- Greening, L.A., (2004), Effects of human behavior on aggregate carbon intensity ofpersonal transportation: comparison of 10 OECD countries for the period 1970-1993, Energy Economics 26(1), 1-30

14- Hea-jinlim, seuhg-Hoonyoo, Seung-junkwak (2000), Industrial CO2 emissions fromenergy use in Korea A structural decomposition analysis,

Archive of SID

www.SID.ir

Energy policy 37, 686-698

15- Ilyoung oh, waltherwehrmeyer, YacobMulugetta (in press), Decomposition analysis andMitigation strategies of CO2 emission from energy consumption in South Korea, energy policy

16- K. Liaskas, G.Mavrotas, M.Mandaraka, D.Diakoulaki (2000), Decomposition ofindustrial CO2 emissions: the case of European Union, energy economics. 22, 383-394

17- Migvel Angel Tavancon, pablodel Rio, (2007), CO2 emissions and intersectorallinkages.The case of Spain, Energy policy 75, 1100-1116

18- Shyamal Paul, nabindraNath Bhattacharya (2004), a decomposition analysis, Energy policy 32, 585-593

19- Sun, J.W., (1999), Decomposition of aggregate CO2 emissions in the OECD: 1960-1995, The Energy Journal 20. 147-155

20- Zhang, F.Q, Ang B.W. (2001), Methodological issues in cross-Country decomposition of energy and environment indicators, Energy Economics 23(2), 179-190

21- Zhou, Any B.W. (2008), Decomposition of aggregate CO2 emissions: A production-Theoretical approach, Energy Economics 30, 1054-1064

22-http:/www.elsevier.com/locate/enpol

23-http:/www.clean energy.com

Archive of SID

www.SID.ir