

اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران

دکتر داود بهبودی و اسماعیل برقی گلعدانی*

تاریخ وصول: 1387/3/13 تاریخ پذیرش: 1387/11/17

چکیده:

در دهه‌های اخیر، خطرات و آسیب‌های محیط‌زیست بیشتر نمایان شده‌است. این آسیب‌ها، ناشی از ترکیب عواملی همچون رشد جمعیت، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و فعالیت‌های صنعتی است. در این مقاله، اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران با استفاده از داده‌های آماری سری زمانی سال‌های 83-1346، به روش آزمون هم‌انباشتگی یوهانسون - جوسیلیوس بررسی شده است. بر اساس نتایج، یک درصد افزایش در شدت استفاده از انرژی باعث افزایش 0/92 درصدی انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن و آلودگی محیط‌زیست شده است. همچنین، با افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی سرانه انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن به مقدار 1/31 درصد افزایش داشته است.

طبقه‌بندی JEL: Q41، Q50، Q52، Q85

واژه‌های کلیدی: رشد اقتصادی، انرژی، محیط‌زیست، مصرف انرژی، هم‌انباشتگی

* به ترتیب، استادیار و کارشناس ارشد گروه اقتصاد دانشگاه تبریز (dbehbudi@gmail.com)

1- مقدمه

در طول سه دهه‌ی اخیر، خطرات و آسیب‌های محیط‌زیست بیشتر نمایان شده است. این آسیب‌ها، ناشی از ترکیب عواملی همچون رشد جمعیت، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و فعالیت‌های صنعتی است. از سوی دیگر، ارتباط بین توسعه‌ی اقتصادی و محیط‌زیست، از مسائل مهم و پیچیده است. چنانچه در بستر توسعه‌ی پایدار، فعالیت‌های اقتصادی و محیط زیست به صورت توأم لحاظ شود، محیط زیست و توسعه‌ی اقتصادی دو عامل مکمل یکدیگرند که موجب تعادل و توازن اکولوژیکی می‌شوند و فعالیت‌های اقتصادی عامل برهم زنده‌ی این تعادل و توازن نخواهد بود (عمادزاده و دیگران، 1386). از آنجا که انجام هر فعالیت اقتصادی مستلزم مصرف انرژی است، لذا از یک طرف انرژی به منزله‌ی عامل محرک توسعه‌ی اقتصادی، اجتماعی و بهبود کیفیت زندگی انسانی تلقی می‌شود و از سوی دیگر، موجب تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌گردد به ویژه اگر مصرف انرژی با ناکارآمدی نیز مقارن باشد فرآیند تولید آلاینده‌ها تشدید می‌شود.

با توجه به این که ایران کشوری رو به رشد و برخوردار از منابع غنی و گسترده‌ی انرژی بوده و یکی از مصادیق الگوی رشد با فشار بر منابع طبیعی محسوب می‌شود، لذا بررسی اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران با توجه به اتخاذ رویکرد رشد اقتصادی بالا با حفظ محیط‌زیست، مهم است. لذا، هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر رشد اقتصادی و مصرف انرژی بر آلودگی محیط‌زیست است. بررسی و تحلیل حساسیت انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن نسبت به رشد اقتصادی و نیز نسبت به مصرف انرژی سوال‌هایی است که این مقاله در صدد تبیین آن‌هاست. نتایج این تحقیق می‌تواند سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان را در تدوین و اجرای سیاست‌های مناسب اقتصادی، انرژی و محیط‌زیستی برای رسیدن به رشد و توسعه‌ی اقتصادی پایدار، یاری نماید.

در ادامه، ساختار مباحث مقاله در پنج قسمت دنبال خواهد شد. ابتدا ادبیات تحقیق مشتمل بر مبانی نظری و پیشینه‌ی مطالعات تجربی بیان خواهد شد. سپس مدل تحقیق و روش تخمین آن و نیز پایگاه داده‌های تحقیق معرفی خواهد شد. در ادامه ضمن تحلیل توصیفی داده‌ها، نسبت به ارائه‌ی تخمین مدل و نتایج آن اقدام می‌شود. آنگاه به تحلیل نتایج و یافته‌های تحقیق پرداخته و در نهایت جمع‌بندی مباحث ارائه خواهد گردید.

2- ادبیات تحقیق

از زمانی که آلودگی‌های زیست‌محیطی، به عنوان مسأله‌ی اقتصادی و اجتماعی مطرح گردید، مطالعه در مورد عوامل مؤثر بر آلودگی محیط‌زیست نیز آغاز شده است. در این زمینه، اکثر صاحب‌نظران بر این عقیده‌اند که عواملی همچون مصرف انرژی، رشد اقتصادی و رشد جمعیت در ایجاد و گسترش آلودگی نقش اساسی دارند که در ادامه این عوامل هم از بعد نظری و هم از بعد تجربی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

2-1- مبانی نظری

به منظور تبیین مناسب‌تر ابعاد موضوع، مباحث مربوط به مبانی نظری در ذیل سه عنوان فرعی: اقتصاد و محیط‌زیست، رشد اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی و نیز اثرات زیست‌محیطی و جمعیت ارائه می‌گردد.

2-1-1- اقتصاد و محیط‌زیست

اقتصاد علم استفاده‌ی بهینه از منابع است. آگاهی از این علم و استفاده از آن بشر را قادر می‌سازد تا از منابع کمیاب طبیعت به نحو مطلوب استفاده نماید. اما باید به این نکته توجه داشت که الزاماً نفع فرد در راستای منافع جامعه قرار ندارد. به همین جهت، استفاده‌ی بهینه از منابع طبیعی باید در راستای منافع جمعی و با لحاظ منافع نسل‌های آتی و به حداقل رسانیدن تخریب و آلودگی محیط‌زیست صورت پذیرد. به طور کلی بین اقتصاد و محیط‌زیست واکنشی دو طرفه وجود دارد. بنگاه‌ها با استفاده از منابع اقتصادی از جمله مواد اولیه و انرژی، کالاها و خدمات را تولید می‌کنند و در این فرآیند قسمتی از نهاده‌های مورد استفاده در تولید را به عنوان ضایعات و پسماند به محیط‌زیست باز می‌گردانند. این ضایعات که عمدتاً به شکل گازهای مونواکسیدکربن، دی‌اکسیدکربن، دی‌اکسیدسولفور و یا مواد زائد جامد و فاضلاب می‌باشد، موجب بروز آلودگی‌ها یا تحمیل هزینه‌های خارجی به جامعه می‌گردد. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که اتخاذ هر تصمیم در اقتصاد با هزینه‌ی فرصت یا فرصت‌های از دست رفته روبه‌رو است (عباس‌پور، 1386، صص 328-329).

2-1-2- مصرف انرژی، رشد اقتصادی و محیط‌زیست

ادبیات اقتصادی حاکی از وجود ارتباط قوی بین سطح فعالیت‌های اقتصادی (رشد اقتصادی) و مصرف انرژی است، زیرا انرژی به عنوان نیرو محرکه‌ی اکثر فعالیت‌های تولیدی و خدماتی بوده و جایگاه خاصی در رشد و توسعه‌ی اقتصادی دارد. اقتصاددانان اکولوژیک همانند نایر و آیرس¹ بیان می‌کنند که در مدل بیوفیزیکی رشد، انرژی تنها و مهم‌ترین عامل رشد است. به طوری که از نظر آن‌ها نیروی کار و سرمایه عوامل واسطه‌ای هستند که برای استفاده به انرژی نیاز دارند (استرن،² 2004، ص 4).

دیدگاه اغلب اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برنندت و دنیسون،³ مخالف اقتصاددانان اکولوژیک می‌باشد. آن‌ها معتقدند که انرژی از طریق تأثیری که بر نیروی کار و سرمایه می‌گذارد، به طور غیرمستقیم بر رشد اقتصادی مؤثر است و مستقیماً اثری بر رشد اقتصادی ندارد. اغلب اقتصاددانان نئوکلاسیک بر یک اصل معتقدند و آن این است که انرژی نقش کوچکی در تولید اقتصادی داشته و یک نهاده واسطه‌ای است و عوامل اساسی تولید تنها نیروی کار، سرمایه و زمین هستند (استرن، 1993، صص 141).

اما مصرف بی‌رویه‌ی انرژی، به ویژه سوخت‌های فسیلی برای تحقق اهداف رشد اقتصادی و علاوه بر آن و ضعف کارایی در مصرف آن باعث افزایش آلودگی محیط زیست می‌شود؛ به طوری که از عوامل مهم آلودگی هوا، انتشار گاز دی‌اکسیدکربن که یکی از مهمترین انواع گازهای گلخانه‌ای⁴ است، نتیجه‌ی مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش‌های تولیدی، تجاری، خدماتی و خانگی می‌باشد (عالم⁵ و دیگران، 2007، ص 828).

مایر و کنت،⁶ ارتباط بین مصرف انرژی و تخریب محیط‌زیست را به این صورت بیان می‌کنند که هرچند پس از انقلاب صنعتی به ویژه در دهه‌های اخیر با استفاده‌ی بیشتر از انرژی، متوسط بهره‌وری عوامل تولید افزایش یافت و لیکن استفاده از انرژی از طریق تأثیرات آلوده‌کننده‌ی خود، باعث تخریب محیط‌زیست

¹ Nair and Ayres

² Stern

³ Berndt and Denison

⁴ Green House Gases (GHG)

⁵ Alam

⁶ Myer and Kent

گردید. زیرا بخش عمده گازهای گلخانه‌ای⁷ منتشر شده در جهان به صورت گاز دی‌اکسیدکربن است که ناشی از استفاده از سوخت‌های فسیلی می‌باشد. از این‌رو بخش انرژی بیشترین سهم را در مسائل تغییر شرایط محیط‌زیست دارد و لذا سیاست انرژی و سیاست محیط‌زیست ارتباط تنگاتنگی با هم دارند (شیم، 2006، ص 3).

2-1-3- رشد اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی

رشد اقتصادی یکی از عوامل مهم در خصوص منبع و منشأ اثرات زیست‌محیطی می‌باشد. زیرا افزایش رشد اقتصادی، هم باعث استفاده بیشتر از منابع طبیعی و زیست‌محیطی می‌شود و هم سبب افزایش خروجی‌های نامطلوب و آلاینده‌ها می‌گردد که در تخریب محیط‌زیست مؤثر هستند. در این زمینه، مطالعات زیادی صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به منحنی‌های زیست‌محیطی کوزنتس⁹ اشاره کرد.¹⁰ مفهوم منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، اولین بار در دهه‌ی 1990 و همزمان با مطالعه اثرات بالقوه انعقاد موافقت‌نامه تجارت آزاد آمریکای شمالی¹¹ بر محیط‌زیست توسط گروسمن و کروگر¹² (1991)، همچنین، مطالعه‌ی شفیک و باندیوپاده‌یای¹³ (1992)، (که در گزارش توسعه جهانی سال 1992 منتشر شد) پدیدار شد. در این گزارش بیان شده که در صورتی که تکنولوژی، سلیق و سرمایه‌گذاری در محیط‌زیست ثابت در نظر گرفته شود، افزایش گستره فعالیت‌های اقتصادی بدون تردید منجر به تخریب محیط‌زیست خواهد شد.

⁷ به مجموعه‌ای از گازها که مقداری از انرژی خورشید را در جو زمین نگه می‌دارند و باعث گرم شدن جو می‌شوند، گازهای گلخانه‌ای می‌گویند. انواع این گازهای عبارتند از: بخار آب (H_2O)، دی‌اکسید نیتروژن (NO_2)، دی‌اکسیدکربن (CO_2) و متان (CH_4)، ازن ($Ozone$)، انواع کلروفلوروکربن‌ها ($CFCs$).

⁸ Shim

⁹ Environment Kuznets Curve (EKC)

¹⁰ مطالعات دهه‌های شصت و هفتاد قرن بیستم، عمدتاً مبتنی بر این فرض بود که نسبت پس‌انداز به درآمد طبقات جامعه، به طور متناسب افزایش پیدا می‌کند. از این رو، جامعه در مراحل اولیه توسعه که نیازمند حجم بالای سرمایه‌گذاری است، به ناچار باید درجه‌ای از نابرابری توزیع درآمد را بپذیرد تا به تدریج پس از توسعه‌ی ظرفیت‌ها و افزایش منابع، امکان سیاست‌های توزیعی فراهم و توزیع درآمد بهتر گردد. در این زمینه نتایج مطالعه‌ی تجربی کوزنتس (1955) که به رابطه‌ای به صورت U وارون بین نابرابری توزیع درآمد و رشد اقتصادی دست یافت، به فرضیه‌ای فراگیر تبدیل شد و فرضیه‌ی منحنی کوزنتس نام گرفت.

¹¹ North American Free Trade Agreement (NAFTA)

¹² Grossman and Krueger

¹³ Shafik and Bandyopadhyay

همچنین، با افزایش درآمدسرانه، تقاضا برای افزایش سطح کیفی محیط‌زیست و سرمایه‌گذاری در محیط‌زیست افزایش می‌یابد. بنابراین، نمی‌توان گفت که رشد اقتصادی به طور حتم منجر به نابودی محیط‌زیست می‌شود (بررسی بین‌المللی اختلال‌های دو قطبی،¹⁴ 1992، صص 38-39).

بکرمن¹⁵ با ارائه‌ی استدلالی باعث شهرت و گسترش هر چه بیشتر فرضیه‌ی زیست محیطی کوزنتس شد. از نظر وی شواهد روشنی وجود دارد که رشد اقتصادی در مراحل اولیه خود منجر به تخریب محیط‌زیست می‌شود. ولی در نهایت بهترین و شاید تنها راه برای حفظ و ارتقای سطح کیفی محیط‌زیست در کشورهای جهان، ثروتمند شدن است (بکرمن، 1992، ص 482).

در واقع، محققان با اقتباس از کار تحقیقی کوزنتس، به بررسی رابطه‌ی رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست پرداختند و با توجه به دستیابی به نتایج مشابه و وجود رابطه‌ی U وارون بین متغیرهای رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست، این ایده نیز به فرضیه‌ی زیست محیطی کوزنتس مشهور شد.

طرفداران فرضیه‌ی کوزنتس زیست محیطی معتقدند که در سطوح بالای توسعه، ساختار اقتصادی به سمت صنایع و خدمات اطلاعات بر حرکت می‌نماید. علاوه بر این در مراحل بالای توسعه، آگاهی در مورد محیط‌زیست بالا می‌رود؛ قوانین زیست محیطی مفیدتری وضع و اجرا می‌شود؛ و مخارج مصرف شده برای حفظ و ارتقای محیط‌زیست افزایش می‌یابد. در این دیدگاه حصول به سطوح بالای توسعه سبب کاهش اثرات تخریبی بر محیط‌زیست می‌شود.

در مجموع، برای تبیین اثرات رشد اقتصادی بر محیط‌زیست و نحوه‌ی اثرگذاری آن بر محیط‌زیست می‌توان اثرات رشد را به سه بخش تقسیم کرد: اثر مقیاسی، اثر ترکیب نهاده‌ها و اثر تکنولوژی.

- اثر مقیاس: گسترش سطح تولید با یک سطح معین از تکنولوژی و ثبات نسبت نهاده‌ها باعث افزایش تخریب محیط‌زیست می‌شود.

- اثر ترکیب نهاده‌ها: با افزایش نسبت نهاده‌های مضر برای محیط‌زیست اثر تخریبی رشد اقتصادی بر محیط‌زیست افزایش می‌یابد که به اثر ساختاری نیز مشهور است.

¹⁴ International Review of Bipolar Disorders (IRBD)

¹⁵ Bekerman

-اثر تکنولوژی: با افزایش کارایی تولید میزان نهاده‌های مورد استفاده از نهاده‌های زیست‌محیطی در تولید یک محصول کاهش می‌یابد. همچنین، پیشرفت تکنولوژی باعث می‌شود ضایعات و فضولات تولید کاهش یافته و آسیب بر محیط زیست کم شود (استرن، 1998، صص 177).

2-1-4- اثرات زیست‌محیطی و جمعیت

در ادبیات اقتصاد محیط‌زیست، جمعیت نیز یکی دیگر از عوامل آلوده‌کننده‌ی محیط‌زیست به شمار می‌رود. زیرا با افزایش جمعیت، تقاضا برای زمین‌های کشاورزی، منابع انرژی، منابع آبی و ... افزایش یافته و این امر، از بین رفتن جنگل‌ها و مراتع، کاهش حاصل‌خیزی زمین‌های کشاورزی و آلودگی محیط‌زیست را در پی دارد. محققان بسیاری این امر را با استفاده از آمار و داده‌های سری زمانی و مقطعی تعدادی از کشورهای توسعه یافته و همچنین در سطح جهانی بررسی کرده‌اند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که عامل انسانی و رشد جمعیت، از عوامل مهم افزایش آلودگی زیست‌محیطی به شمار می‌رود (صادقی و سعادت، 1383، صص 165-166).

در مورد رابطه‌ی بین جمعیت شهرنشینی و آلودگی محیط‌زیست نیز دو دیدگاه متفاوت وجود دارد. دیدگاه اول اشاره می‌کند که تأثیر افزایش جمعیت شهری بر آلودگی محیط‌زیست مثبت است؛ زیرا با افزایش شهرنشینی استفاده از زیرساخت‌ها، حمل و نقل و انرژی افزایش می‌یابد و نیز انتقال از کشاورزی به صنعت نیز باعث افزایش آلودگی محیط‌زیست می‌گردد. اما دیدگاه دوم تأکید می‌کند که فرهنگ شهرنشینی باعث می‌شود تا مصرف انرژی در شهرها نسبت به روستاها بهینه‌تر گردد و آلودگی کاهش یابد. در نتیجه رابطه‌ی بین رشد جمعیت شهری با آلودگی محیط‌زیست می‌تواند مثبت یا منفی باشد (عالم و دیگران، 2007، ص 828).

2-2- پیشینه‌ی مطالعات تجربی

دیتز و روزا¹⁶ (1997) در مطالعه‌ی خود تأثیر جمعیت و مصرف انرژی بر محیط‌زیست را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد که کشش انتشار

¹⁶ Dietz and Rosa

گاز دی اکسید کربن و مصرف انرژی نزدیک یک می‌باشد. همچنین، با افزایش جمعیت، میزان انتشار گاز دی اکسید کربن افزایش می‌یابد. تول¹⁷ و دیگران (2006) در مطالعه‌ی خود به بررسی رابطه‌ی بلندمدت بین مصرف انرژی و انتشار گاز دی اکسید کربن در آمریکا طی سال‌های 1850-2002 پرداخته‌اند. نتایج اصلی این مطالعه نشان داد که طی دوره‌ی مورد مطالعه، شدت انتشار گاز دی اکسید کربن با افزایش سوخت‌های فسیلی افزایش می‌یابد و رشد جمعیت، رشد اقتصادی و رشد مصرف برق نیز عامل‌های تأثیرگذار بر انتشار گاز دی اکسید کربن است.

عالم و دیگران (2007) در مطالعه‌ی خود به بررسی تأثیر عوامل تعیین کننده‌ی آلودگی محیط‌زیست در پاکستان طی سال‌های 1971-2005 پرداخته‌اند. یافته‌های اصلی این تحقیق نشان داد افزایش در تولید ناخالص داخلی و شدت استفاده از انرژی باعث افزایش آلودگی محیط‌زیست (انتشار گاز دی اکسید کربن) شده است.

آنگ¹⁸ (2007) در مطالعه‌ی خود به بررسی رابطه‌ی علی پویا بین انتشار گاز دی اکسید کربن، مصرف انرژی و تولید در کشور فرانسه طی سال‌های 1960-2000 پرداخته‌است. نتایج مطالعه نشان داد که رشد اقتصادی علیت بلندمدت مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیست بوده و یک رابطه‌ی علی یک طرفه از سوی مصرف انرژی به رشد تولید در کوتاه مدت برقرار است. همچنین، یافته‌های این مطالعه نشان داد که با افزایش استفاده از انرژی، انتشار گاز دی اکسید کربن نیز افزایش می‌یابد.

اولین پژوهش در زمینه‌ی منحنی‌های زیست‌محیطی کوزنتس توسط گروسمن و کروگر (1991) صورت گرفته است که حکایت از وجود رابطه‌ی U معکوس، بین دو متغیر رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست دارد. شفیک و باند یوپادهیای (1992) در این زمینه با استفاده از داده‌های سری زمانی، مطالعات تجربی انجام داده‌اند که تأییدی بر نظریه‌ی گروسمن و کروگر در خصوص منحنی زیست محیطی کوزنتس بود. شفیک (1994)، در مطالعه‌ی دیگر، با استفاده از داده‌های تعداد زیادی از کشورها (که در سطوح مختلفی از توسعه قرار داشتند)،

¹⁷ Tol

¹⁸ Ang

شکل U معکوس را برای رابطه‌ی رشد اقتصادی و ذرات معلق در هوا¹⁹ و دی-اکسیدسولفور²⁰ به دست آورده است.

روزا²¹ و یورک (2000) نظریه‌ی کوزنتس را برای چند آلاینده‌ی مهم هوا، برای کشور اسپانیا بررسی نموده و نتیجه‌گیری کرده‌اند که در مورد میزان انتشار دی‌اکسیدسولفور با نظریه‌ی زیست‌محیطی کوزنتس سازگاری دارد. اما در خصوص سایر آلاینده‌ها این تطابق و همخوانی وجود ندارد.

در مطالعات داخلی نیز صادقی و سعادت (1383) در مطالعه‌ی خود با استفاده از داده‌های سری زمانی سالانه طی سال‌های 1380-1346 به بررسی رابطه‌ی علی بین رشد جمعیت، رشد اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی در ایران پرداخته‌اند. نتایج به دست آمده از بررسی رابطه‌ی علی نشان داد که در دوره‌ی مورد مطالعه، یک رابطه‌ی علی یک طرفه از رشد جمعیت به سوی تخریب محیط‌زیست وجود داشته است. همچنین، رابطه‌ی علی دو طرفه بین تخریب محیط‌زیست و رشد اقتصادی در ایران نیز برقرار است.

برقی اسکویی (1387) در مطالعه‌ی خود به بررسی آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسیدکربن) در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس طی سال‌های 1992-2002 برای کشورهای با درآمد سرانه‌ی بالا، متوسط بالا، متوسط پایین و پایین پرداخته است. نتایج مطالعه نشان داد افزایش آزادسازی تجاری و درآمد سرانه در کشورهایی با درآمد سرانه‌ی بالا و متوسط بالا به کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و در کشورهای با درآمد سرانه‌ی متوسط پایین و پایین به افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن منجر می‌شود.

پورکاظمی و ابراهیمی (1387) در مطالعه‌ی خود با استفاده از داده‌های سری زمانی سالانه طی سال‌های 1980-2003 به بررسی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی در کشورهای خاورمیانه پرداخته‌اند. در این مطالعه از دو مدل لگاریتمی و ساده برای بررسی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی استفاده شده است و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به عنوان متغیر جانشین آلودگی محیط‌زیست به کار رفته است. نتایج به دست آمده نشان داد که مدل ساده، تأیید فرضیه‌ی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای نمونه‌ی تحت بررسی را در پی دارد.

¹⁹ Suspended Particulate Matter (SPM)

²⁰ SO₂

²¹ Rosa and York

3- مدل، روش شناسی و پایگاه داده‌های تحقیق

3-1- مدل اقتصادسنجی

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، هدف این مقاله بررسی اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران است. در این خصوص، ادبیات موضوع اشاره می‌کند که سطح اثرات زیست‌محیطی به سطح درآمد سرانه (رشد اقتصادی)، مصرف انرژی و رشد جمعیت بستگی دارد. مدل این مطالعه بر گرفته از الگوی²² STIRPAT و مبتنی بر مطالعات تجربی، به ویژه مطالعه‌ی عالم و دیگران (2007) است که به صورت زیر تصریح شده است.

$$CO_2 = f(EI, GDPP, URBN, RPOP) \quad (1)$$

$$\ln CO_{2t} = b_0 + b_1 \ln EI_t + b_2 \ln GDPP_t + b_3 \ln URBN_t + b_4 \ln RPOP_t + e_t$$

در رابطه‌ی فوق، CO_2 نشانگر انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن²³ (بر حسب متر - تن)، $GDPP$ تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال 1376 (میلیارد ریال)، EI شدت استفاده از انرژی (بر حسب معادل بشکه نفت خام)، $RPOP$ نرخ رشد کل جمعیت، $URBN$ جمعیت شهرنشینی (بر حسب هزار نفر)، b_1 تا b_4 کشش‌های متغیر وابسته نسبت به متغیرهای توضیحی و e_t جمله‌ی اختلال تصادفی است.

3-2- روش شناسی تحقیق و داده‌های آماری

در این مطالعه ابتدا با استفاده از روش هم‌انباشتگی²⁴ یوهانسون-جوسیلیوس²⁵ (1989) وجود یا عدم وجود بردار هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل بررسی می‌شود و سپس برای بررسی تعدیل رابطه‌ی کوتاه‌مدت به بلندمدت، مدل تصحیح خطا²⁶ برآورد می‌شود.

²² Stochastic Impacts by Regression Population, Affluence and Technology

²³ گاز دی‌اکسیدکربن مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است که منجر به تغییر آب و هوا و گرمایش کره زمین شده است. همچنین، حدود 60 درصد از آثار گازهای گلخانه‌ای ناشی از انتشار دی‌اکسیدکربن است و سهم بالایی را در ایجاد آلودگی آب و هوا دارد. از طرفی، در بسیاری از مطالعات صورت گرفته در این حوزه نیز میزان این گاز به عنوان شاخص آلودگی در نظر گرفته شده است (پژویان و مراد حاصل، 1386، صص 145-146).

²⁴ Cointegration

²⁵ Johansen and Juselius

²⁶ Error Corection Model (ECM)

تحقیق حاضر، مبتنی بر داده‌های سری زمانی، طی سال‌های 1383-1346 برای کشور ایران صورت می‌گیرد. داده‌های مربوط به تولید ناخالص داخلی سرانه، جمعیت کل و جمعیت شهرنشینی از بانک اطلاعات سری‌های زمانی بانک مرکزی و داده‌های مربوط به شدت استفاده از انرژی از ترازنامه‌ی انرژی ایران سال‌های مختلف و داده‌های مربوط به انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن از لوح فشرده‌ی شاخص‌های توسعه‌ی جهان²⁷ (2008) استخراج شده است. لازم به ذکر است که تمامی متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه، به صورت لگاریتمی است.²⁸

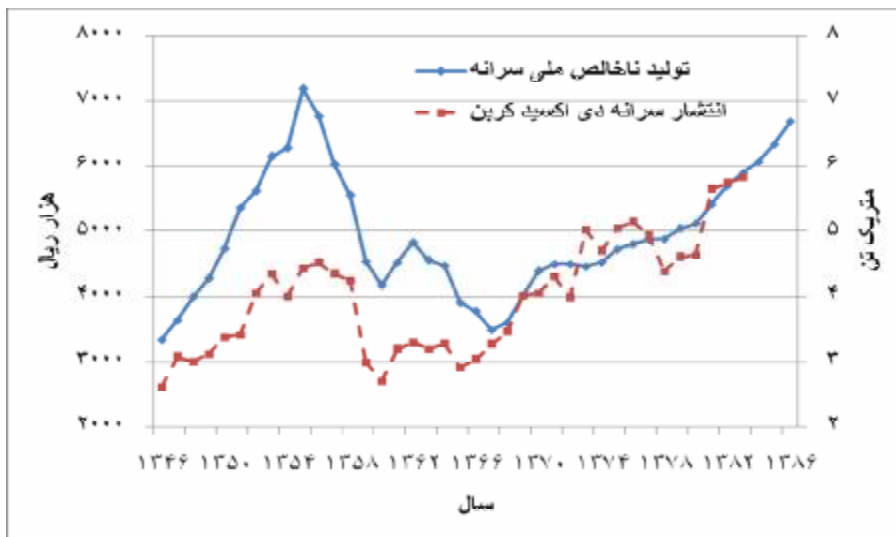
3-3- تحلیل توصیفی داده‌ها

در این قسمت قبل از پرداختن به تخمین مدل اقتصاد سنجی، به طور اجمالی مروری توصیفی بر رفتار متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن و شدت استفاده از انرژی انجام می‌شود. روند تغییرات بلندمدت آنها در نمودارهای 1 و 2 طی دوره‌ی 1386-1346 به نمایش گذاشته شده است. مشاهده می‌شود که روند تغییرات تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن در این دوره دارای نوسانانی بوده و نکته‌ی قابل توجه در رفتار این دو متغیر حرکت متناسب و همراه آنهاست (نمودار 1). خاطر نشان می‌سازد هر چند تولید ناخالص داخلی سرانه در سال‌های پایانی دوره‌ی مورد بررسی هنوز به سطح اواسط دهه‌ی 50 نرسیده، ولی سطح انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن فراتر از آنست. همچنین، نمودار 2 نشانگر این است که شدت استفاده از انرژی در اقتصاد ایران یک دوره‌ی افزایشی نسبتاً سریع از اواسط دهه‌ی 50 تا اواسط دهه‌ی 70 داشته و به دنبال آن در دهه‌ی اخیر در یک سطح بالا تقریباً تثبیت شده است. در تحلیل افزایش شدت استفاده از انرژی می‌توان به سیاست‌های اجتماعی دولت در توسعه‌ی شبکه‌ی انتقال و توزیع برق به مناطق روستایی و محروم در بعد از انقلاب اسلامی، تداوم تولید با تکنولوژی‌های انرژی‌بر، تولید محصولات پر مصرف همانند خودرو، انحراف قیمت انرژی و غیره اشاره کرد.

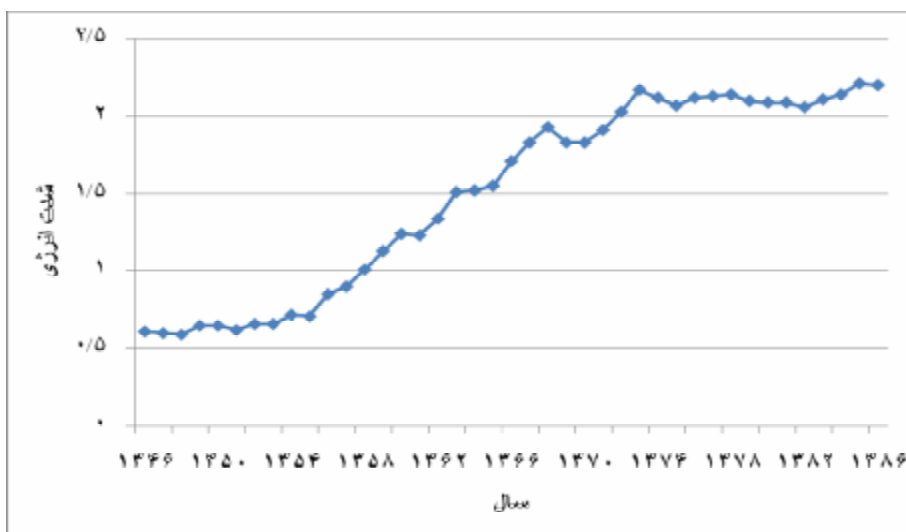
²⁷ World Development Indicator (WDI)

²⁸ خاطر نشان می‌سازد به دلیل این که در ترازنامه انرژی، داده‌های متغیر انتشار دی‌اکسیدکربن فقط برای بخش انرژی (نه برای کل اقتصاد) ارائه شده است، به ناچار از داده‌های 2008 سازمان WDI استفاده شده است که به علت عدم به روز رسانی آن بعد از سال 2004، دوره‌ی بررسی در مدل به سال 1383 محدود شده است.

نمودار 1: روند تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال 1376



نمودار 2: روند تغییرات شدت استفاده از انرژی



4- تخمین مدل و نتایج آن

4-1- بررسی ایستایی متغیرها و تعیین مرتبه‌ی بهینه‌ی مدل VAR

برای بررسی رابطه‌ی بلندمدت بین متغیرهای مذکور لازم است ایستایی²⁹ متغیرها بررسی گردد. نتایج حاصل از آزمون ایستایی و نا ایستایی متغیرها با استفاده از آماره‌های آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته³⁰ و فیلیپس- پرون³¹ حاکی از آن است که لگاریتم متغیرهای انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی سرانه، شدت استفاده از انرژی و نرخ رشد جمعیت کل با یک مرتبه تفاضل‌گیری ایستا گردیده و لگاریتم متغیر جمعیت شهرنشینی نیز ایستا در سطح است. نتایج در جدول (1) نشان داده شده است.

در ادامه، ابتدا درجه یا مرتبه‌ی بهینه‌ی خود رگرسیون برداری³² (VAR) تعیین و سپس وجود یا عدم وجود بردارهای هم‌انباشتگی³³ بین متغیرها با روش یوهانسون- جوسیلیوس بررسی می‌شود. با توجه به این‌که حجم نمونه‌ی مورد بررسی در این مطالعه، 38 سال است، برای تعیین مرتبه‌ی بهینه‌ی مدل VAR از معیار شوارتز- بیزین استفاده شده است و با توجه به این معیار مرتبه‌ی بهینه‌ی VAR یک تعیین گردیده است (جدول 2).

جدول 1: آزمون ایستایی و نا ایستایی متغیرهای مدل

| متغیر | آماره آزمون ADF | | | آماره آزمون PP | | |
|------------------|-----------------|--------|-----------|----------------|-------|-----------|
| | عرض از مبدأ | روند | تفاضل اول | عرض از مبدأ | روند | تفاضل اول |
| LCO ₂ | -1/54 | -2/03 | -6/14 | -1/57 | -2/1 | -6/14 |
| LEI | -1/44 | -0/046 | -5/19 | -1/35 | -0/18 | -5/21 |
| LGDP | -2/37 | -2/34 | -3/35 | -2/18 | -2/15 | -3/32 |
| LRPOP | -0/7 | -1/79 | -5/83 | -0/7 | -1/8 | -5/83 |
| LURBN | -8/77 | -0/79 | -0/41 | * -4/59 | 0/79 | -0/37 |

* ایستا در سطح فقط با عرض مبدأ (مقدار بحرانی -2/943)

²⁹ Stationary

³⁰ Augmented Dickey- Fuller Test

³¹ Phillips - Perron

³² Vector Error Correction Model

³³ Co-integration

جدول 2: تعیین تعداد وقفه‌های بهینه

| تعداد وقفه | مقدار شوارتز-بیزین (SBC) |
|------------|--------------------------|
| 3 | -15/409 |
| 2 | -16/574 |
| 1 | * -17/777 |
| 0 | -4/874 |

4-2- بررسی بردارهای هم‌انباشتگی

برای تعیین بردارهای هم‌انباشتگی یا روابط بلندمدت از روش هم‌انباشتگی یوهانسون - جوسیلیوس استفاده می‌شود. نتایج حاصل از روش اثر ماتریس وجود یک بردار هم‌انباشتگی را تأیید می‌نمایند. نتایج حاصل از وجود بردار هم‌انباشتگی با استفاده از روش حداکثر مقادیر ویژه و اثر ماتریس در جدول‌های (3) و (4) نشان داده شده است.

جدول 3: آزمون ماتریس اثر (I_{trace})

| مقدار بحرانی در سطح %95 | مقدار بحرانی در سطح %95 | آماره آزمون | فرضیه مقابل | فرضیه صفر |
|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-----------|
| 0/0446 | 69/81 | 70/43 | $r \geq 4$ | $r=0$ |
| 0/162 | 47/85 | 41/82 | $r \geq 2$ | $r=1$ |
| 0/420 | 29/79 | 20/02 | $r \geq 3$ | $r=2$ |

جدول 4: آزمون حداکثر مقادیر ویژه (I_{max})

| مقدار بحرانی (%95) | مقدار بحرانی (%95) | آماره آزمون | فرضیه مقابل | فرضیه صفر |
|--------------------|--------------------|-------------|-------------|------------|
| 0/186 | 33/87 | 28/61 | $r=1$ | $r=0$ |
| 0/231 | 27/58 | 21/79 | $r=2$ | $r \leq 1$ |
| 0/805 | 21/21 | 9/32 | $r=3$ | $r \leq 2$ |

بردار همگرایی حاصل از ماتریس اثر به صورت زیر است.

$$LCO_{2t} = 0/0071LRPOP_t + 1/308LGDPP_t + 0/917LEI_t - 1/024LURBN_t \quad (2)$$

(0/105) (0/156) (0/283) (0/336)

اعداد داخل پارانتر نشان‌دهنده‌ی انحراف معیار متغیرهاست.

4-3- برآورد مدل تصحیح خطا

در مرحله‌ی بعد با اعمال قید و محدودیت بر روی LCO_2 ، مدل تصحیح خطا (ECM) برآورد گردید. نتایج حاصل از برآورد مدل تصحیح خطا با اعمال قید بر متغیر انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن به صورت زیر است:

$$\Delta LCO_2 = 0/517 - 0/634ecm(-1) \quad (3)$$

$$t = (2/28) \quad (-2/0.38)$$

رابطه‌ی مدل تصحیح خطا در کوتاه‌مدت نیز به صورت زیر است:

$$ecm(-1) = 0/354 + 1/308LGDP + 0/917LEI \quad (4)$$

$$+ 0/0071LRPOP - 1/024LURBN$$

ضرایب متغیرهای مدل در الگوی تصحیح خطا در کوتاه‌مدت بعد از اعمال قید بر روی ضریب انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن با بردار هم‌انباشتگی به دست آمده در بلندمدت یکسان است.

5- تفسیر نتایج و یافته‌ها

بر اساس بردار هم‌انباشتگی به دست آمده می‌توان بیان کرد که کشش یا حساسیت انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن نسبت به تولید ناخالص داخلی سرانه‌ی مثبت، معنی‌دار و برابر $1/308$ است. این امر نشان می‌دهد که با افزایش یک درصد در تولید ناخالص داخلی سرانه، سرانه‌ی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و آلودگی محیط زیست به میزان $1/308$ درصد افزایش می‌یابد. در تبیین این پدیده عمدتاً عدم بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید با آلاینده‌ی کمتر در تولید کالاها و خدمات و نیز تداوم و گسترش فعالیت برخی از صنایع انرژی‌بر و آلاینده را می‌توان از دلایل بزرگ بودن این ضریب برشمرد. یافته‌های تحقیق در این خصوص با نتایج مطالعه‌ی عالم و دیگران (2007)، آنگ (2007)، تول و دیگران (2006) و شی (2001) سازگاری دارد. همچنین این یافته‌ها با مبانی نظری مربوط نیز که بیان می‌کند افزایش رشد اقتصادی باعث افزایش آلودگی محیط‌زیست می‌گردد، همسو است.

کشش و حساسیت انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن نسبت به مصرف انرژی (شدت استفاده از انرژی) مثبت، معنی‌دار و برابر با 0/917 است که حاکنشان می‌دهد با افزایش یک درصد در شدت استفاده از انرژی، سرانه‌ی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به میزان 0/917 درصد افزایش می‌یابد. عدم استفاده کارآ از انرژی و انحراف قیمتی آن، پایین بودن تکنولوژی وسایل انرژی‌بر و نیز استفاده زیاد از برخی از حامل‌های انرژی با آلاینده‌گی بیشتر را می‌توان از دلایل اصلی مثبت و بالا بودن این ضریب برشمرد. یافته‌های مقاله در این خصوص با نتایج مطالعه‌ی عالم و دیگران (2007)، آنگ (2007)، تول و دیگران (2006) و دیتز و روزا (1997) همسو است و با مبانی نظری مبنی بر این که افزایش مصرف انرژی باعث افزایش آلودگی محیط‌زیست می‌گردد، نیز سازگار است. همسویی روند تغییرات متغیرهای نمودار 1 را نیز می‌توان در این راستا تعبیر کرد.

بنابراین، می‌توان گفت که انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن در دوره‌ی مورد مطالعه نسبت به تولید ناخالص داخلی سرانه با کشش و حساس است و با افزایش نسبی این متغیرها با سرعت بیشتری افزایش می‌یابد. لیکن حساسیت آن نسبت به شدت استفاده از انرژی نزدیک به واحد است.

نتایج حاصل از مدل تصحیح خطا وجود رابطه‌ی بلندمدت تعادلی بین لگاریتم متغیرهای انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن، تولید ناخالص داخلی سرانه، شدت استفاده از انرژی، جمعیت شهرنشینی و نرخ رشد جمعیت کل را تأیید می‌نماید. ضریب تصحیح خطا نیز برابر با 0/634- و معنادار است و بیانگر این است که سرعت تعدیل خطای کوتاه مدت به سمت بلندمدت نسبتاً بالا است، به عبارتی بهتر، خطای تعادل کوتاه مدت در مدت زمان کمتری تعدیل می‌گردد.

6- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

طی دهه‌های اخیر، بررسی ارتباط میان رشد اقتصادی جوامع و میزان تخریب محیط‌زیست و نیز رابطه‌ی مصرف انرژی با محیط‌زیست در کانون توجه پژوهشگران قرار گرفته است. هدف اصلی این مطالعه نیز، بررسی اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی دوره‌ی 1383-1346 است. نتایج حاصل از تخمین روابط بلندمدت بیانگر این است که شدت استفاده از انرژی دارای تأثیر مثبت بر آلودگی محیط زیست بوده و کشش انتشار سرانه‌ی گاز

دی‌اکسیدکربن نسبت به شدت استفاده از انرژی اندکی کمتر از یک است. از طرفی دیگر، افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه نیز باعث افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و آلودگی محیط‌زیست گردیده است و کشش انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن نسبت به تولید ناخالص داخلی سرانه مثبت و بیش از $1/3$ است. در تبیین دلایل این یافته‌ها می‌توان به عدم استفاده کارآ از انرژی و انحراف قیمتی آن، استفاده وسیع از برخی از حامل‌های انرژی با آلاینده‌ی بیشتر، عدم بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید با آلاینده‌ی کمتر در تولید کالاها و خدمات و نیز فعالیت برخی از صنایع انرژی‌بر و آلاینده اشاره کرد.

فهرست منابع:

- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (سال‌های مختلف). بانک اطلاعات سری‌های زمانی. تهران: بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (سال‌های مختلف). گزارش اقتصادی و ترازنامه بانک مرکزی سال‌های مختلف. تهران: بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.
- برقی اسکویی، محمدمهدی. (1387). آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسیدکربن) در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس. تحقیقات اقتصادی، 82: 21-1.
- پژویان، جمشید و نیلوفر مراد حاصل. (1386). بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا. پژوهش‌های اقتصادی ایران، 4(7): 141-160.
- پورکاظمی، محمدحسین و ایلناز ابراهیمی. (1387). بررسی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی در خاورمیانه (1980-2003). پژوهش‌های اقتصادی ایران، 10(34): 71-75.
- ترازنامه انرژی ایران. (سال‌های مختلف). تهران: وزارت نیرو - معاونت امور انرژی.
- صادقی، حسین و رحمان سعادت. (1383). رشد جمعیت، رشد اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی در ایران (یک تحلیل علی). تحقیقات اقتصادی، 64: 164-180.
- عمادزاده، مصطفی، ایمان باستانی‌فر و سعید ابراهیمی. (1386). بررسی پیش‌بینی همزمان تأثیرات اقتصادی - محیط زیستی طرح‌ها (مطالعه‌ی موردی شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان). بررسی‌های اقتصادی (اقتصاد مقداری)، 4 (1): 74-51.
- عباس‌پور، مجید. (1386). انرژی، محیط‌زیست و توسعه پایدار. تهران: انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، جلد 1 و 2 چاپ اول.

Alam, S., F. Ambreen & B. Muhammad, (2007). Sustainable Development in Pakistan in the Context of Energy Consumption Demand and Environmental Degradation. *Journal of Asian Economics*, 18: 825-837.

Ang, J.B. (2007). CO2 Emission, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy*, 35: 4772-4778.

Bekerman, W. (1992). Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment?. *World Development*, 20: 481-496.

Dietz, T. & E.A. Rosa, (1997). Effects of Population and Affluence on CO2 Emission. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, 94: 175-179.

Grossman, G.M. & A.B. Krueger. (1991). Environmental Impact of a North American Free Trade Agreement. Working Paper 3914. National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.

IRBD. (1992). *World Development Report 1992: Development and the Environment*, New York: Oxford University Press.

- Rosa, E.A. & R. York. (2000). Internal and External Sources of Environment Impact: A Comparative Analysis of the EU with Other Nation Grouping, National Europe Center Paper No. 22.
- Shafik, N. & S. Bandyopadhyay. (1992). Economic Growth and Environmental. Quality: Time Series and Cross Section Evidence. Working paper. World Bank. Washington, DC.
- Shafik, N. (1994). Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis. *Oxford Economic Papers* 46: 757-77.
- Shim, J.H. (2006). The Reform of Energy Subsidies for the Enhancement of Marine Sustainability, Case Study of South Korea, University of Delaware.
- Stern, D.I. (2004). Energy and Economic Growth, Rensselaer Working Paper, No. 0410.
- Stern, D.I. (1993). Energy and Economic Growth in the USA. A Multivariate Approach. *Energy Economics*, 15: 137- 150.
- Stern, D.I. (1998). Progress on the Environmental Kuznets Curve?. *Environment and Development Economics*, 3: 173-196.
- Tol, S.J.W., R. Pacala & S.R. Socolow. (2006). Understanding Long-term Energy Use and Carbon Dioxide Emissions in the USA. Humborg University.
- World Bank. (2008). World Development Indicators 2008. The Word Bank.