فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران
سال شانزدهم، شماره ۴۹، زمستان ۱۳۹۰، صفحات ۲۰۴-۱۷۷

اثرات غیرخطی رشد اقتصادی بر رشد مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک و کشورهای بریک با استفاده از روش حد آستانه[1]

دکتر محسن مهرآرا*، دکتر حمید ابریشمی** و سیدمحمدهادی سبحانیان***

تاریخ دریافت: ۱۴ شهریور ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: ۲۶ بهمن ۱۳۹۰

محدودیت منابع انرژی و پایان‌پذیری آنها و همچنین مسائل مربوط به آلودگی محیط زیست موجب شده که مصرف انرژی حتی برای عرضه‌کنندگان انرژی نیز مهم گردد. مسائل جانبی تقاضای انرژی نیز تا آنجا در اعماق موضوعات انرژی کشورهای جهان رسوخ کرده که تقریباً هیچ کشوری را نمی‌توان یافت که نسبت به آن بی‌تفاوت باشد. در تحقیق حاضر، اثرات غیرخطی رشد اقتصادی بر رشد مصرف انرژی در کشورهای وابسته به درآمد نفتی (کشورهای عضو اوپک) و همچنین کشورهای BRIC مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور از داده‌های پانل در دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۶ برای هر دو گروه کشورها مبتنی بر الگوی تصحیح خطای آستانه‌ای استفاده شده است. نتایج دلالت بر آن دارد که در هر دو گروه از کشورها اثرات رشد اقتصادی بر رشد مصرف انرژی غیرخطی است به‌طوری که نرخ‌های بالای رشد اقتصادی (نرخ‌های رشد اقتصادی بیشتر از سطح آستانه ۰/۰۱ برای OPEC و ۰/۰۹ برای BRIC)، نرخ رشد مصرف انرژی در آن کشورها را با شدت بیشتری افزایش می‌دهد. البته اثرات رشد اقتصادی بر رشد مصرف انرژی در گروه کشورهای بریک به مراتب بیشتر است. بنابراین هر چند رشد اقتصادی بالاتر از سطح آستانه، به آلودگی محیط زیست در کشورهای OPEC دامن می‌زند، اما این کشورها بایستی نگرانی کمتری درخصوص اثرات مخرب زیست‌محیطی رشد اقتصادی‌شان نسبت به گروه کشورهای بریک داشته باشند.

۱. این مقاله براساس اعتبار پژوهشی (گرنت) دانشگاه تهران به نویسندگان انجام شده است.

* دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران mmehrara@ut.ac.ir
** استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران abrishami_hamid@yahoo.com
*** دانشجوی دکتری دانشگاه تهران Hadi_sobhanian@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

واژه‌های کلیدی: مصرف انرژی، رشد اقتصادی، اوپک، کشورهای بریک، رابطه غیرخطی، الگوی تصحیح خطای آستانه‌ای.
طبقه‌بندی JEL: Q43، O40، C33، C61.

۱. مقدمه

توسعه اقتصادی فرآیندی است که محور اصلی آن را رشد تولید ناخالص داخلی تشکیل می‌دهد. برنامه‌ریزی توسعه با این هدف صورت می‌گیرد که امکانات و منابع ملی را در راستای رشد هر چه بیشتر تولید کالاها و خدمات مورد نیاز تجهیز نماید. اما تلاش برای تولید بیشتر و بهتر ضمن اصلاحاتی که در سازماندهی عوامل تولید به عمل می‌آورد، با بهره‌گیری گسترده‌تر و فشرده‌تر از تمامی منابع اعم از منابع انسانی، سرمایه فیزیکی و منابع طبیعی همراه است. به عبارت دیگر، هنگامی که نرخ رشد اقتصادی به‌طور محسوسی بالا می‌رود، فشار فزاینده‌ای بر منابع وارد می‌گردد. پس این دغدغه و نگرانی ایجاد می‌شود که آیا رشدهای اقتصادی بیشتر به بهای رشد تصاعدی مصرف انرژی و در نتیجه تخریب شدیدتر محیط زیست حاصل شده‌اند یا اینکه از بهره‌وری بالاتر عوامل تولید به‌دست آمده‌اند.

بنابراین پرسش اساسی این است که آیا افزایش رشد اقتصادی (رشد تولید ناخالص داخلی) با هر اندازه و شدتی، به یک میزان به مصرف انرژی دامن می‌زند یا اینکه پس از عبور از یک سطح آستانه، مصرف انرژی را با شدت بیشتری افزایش می‌دهد؟ در واقع می‌توان انتظار داشت که اگر چه افزایش رشد اقتصادی تا حد مشخصی (که آن را سطح آستانه می‌نامیم) موجب افزایش مصرف انرژی می‌شود، اما با افزایش رشد اقتصادی بیش از سطح گفته شده، روند مصرف انرژی با شدت و یا شتاب بیشتری افزایش پیدا می‌کند که می‌تواند سلامت محیط زیست و رشد پایدار اقتصادی را به خطر بیاندازد.

در این مقاله قصد داریم فرضیه وجود رابطه غیرخطی یا نقطه شکست در رابطه میان رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی را در کشورهای عضو اوپک و کشورهای بریک برای دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۶ آزمون کنیم و نتایج به‌دست آمده را مورد مقایسه قرار دهیم. برای این منظور از روش تخمین حد آستانه[1] استفاده شده است. یافتن چنین حد آستانه‌ای از اهمیت زیادی برای اعمال سیاست‌های مدیریت صحیح منابع انرژی در هر دو گروه از کشورها برخوردار است.

1. Threshold Level

Archive of SID
www.SID.ir

رویکرد سطح آستانه‌ای، بیشتر برای بررسی رابطه غیرخطی میان تورم و رشد اقتصادی استفاده شده است. هدف از این مطالعات برآورد نرخ تورم آستانه بوده به‌طوری که تأثیر افزایش تورم بر رشد اقتصادی پس از سطح آستانه گفته شده کاهش می‌یابد (یا منفی می‌شود). در مقاله حاضر از چنین رویکردی برای بررسی اثر افزایش رشد اقتصادی بر رشد مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک و کشورهای بریک استفاده می‌شود.

مقاله حاضر در ۶ بخش تنظیم شده است. در بخش دوم به مرور مطالعات تجربی خواهیم پرداخت. در بخش سوم رابطه تجربی میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی در ۴ حوزه کشورهای عضو OPEC[1]، OECD[2]، BRIC[3] و جهان بررسی می‌گردد. بخش چهارم به تشریح عوامل اثرگذار بر مصرف انرژی اختصاص دارد. در بخش پنجم به تصریح مدل‌های اقتصادسنجی مناسب برای یافتن سطح آستانه‌ای مورد نظر پرداخته و این سطح را با استفاده از الگوی پانل پویا برای کشورهای عضو اوپک و گروه کشورهای بریک برآورد نموده و نتایج به‌دست آمده را مورد مقایسه قرار خواهیم داد[4] و در بخش پایانی به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری خواهیم پرداخت.

۲. مرور مطالعات تجربی

در مطالعات زیادی به بررسی رابطه میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی پرداخته شده است. از اواخر دهه ۱۹۷۰ رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی با رویکردهای گوناگونی مورد بحث و بررسی قرار گرفت. البته این مطالعات نتایج متناقض و ناسازگاری به همراه داشته است. این نتایج متناقض جدای از تفاوت‌های تاریخی، ساختاری و نهادی مربوط به کشورهای مورد مطالعه،

1. Organization of the Petroleum Exporting Countries

شامل: ایران، عراق، عربستان سعودی، کویت، امارات عربی متحده، قطر، الجزایر، لیبی، نیجریه، اندونزی، ونزوئلا، آنگولا و اکوادور

2. Organization for Economic Cooperation and Development

۳. شامل: برزیل، روسیه، هند و چین. از آنجا که این ۴ کشور دارای ویژگی‌های مشترکی به لحاظ برخی متغیرهای اقتصادی هستند می‌توان آنها را در یک گروه و در کنار یکدیگر قرار داد. این ویژگی‌ها عبارتند از: نرخ رشد اقتصادی بالا، مصرف بالای انرژی، جمعیت زیاد و وسعت بالای کشور.

۴. در کشورهای BRIC رشد بالای مصرف انرژی، نقش بااهمیتی در رشد اقتصادی این کشورها داشته است. در واقع این کشورها بالاترین رشد مصرف انرژی را در میان کشورهای در حال توسعه تجربه کرده‌اند. پس اولاً بررسی رابطه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در این کشورها، از اهمیت زیادی در شناخت عوامل تعیین‌کننده مصرف انرژی به لحاظ تجربی برخوردار بوده و دوماً یافته‌های تجربی به‌دست آمده می‌تواند مبنایی را برای تحلیل و مقایسه نتایج به‌دست آمده با کشورهای دیگر (از جمله کشورهای اوپک که از مصرف بالای انرژی برخوردارند) فراهم آورد.

Archive of SID

www.SID.ir

ناشی از تفاوت در روش‌شناسی، طول دوره و ساختار وقفه‌های به‌کار گرفته شده در مدل‌های مورد استفاده است. مطالعات نسل اول در این خصوص از الگوهای دو متغیره (مصرف انرژی و رشد اقتصادی) مبتنی بر روش‌های سنتی اقتصادسنجی مانند آزمون‌های علیت گرنجر استفاده می‌کردند. در این خصوص، می‌توان به مطالعات کرافت و کرافت[۱]، آکارکا و لانگ[۲]، یو و هووانگ[۳]، یو و چوی[۴]، ارول و یو[۵]، ناچین، نادکارنی و کارنیک[۶]، ابوصدرا و باغستانی[۷]، هوانگ و گام[۸] و بنت زن زن و انگستد[۹] اشاره کرد. اما این مطالعات بیشتر دچار تورش ناشی از حذف متغیرهای مهم بودند. پس مطالعات نسل دوم از الگوهای چندمتغیره (با اضافه کردن متغیرهای دیگری مانند نیروی کار و سرمایه) و روش‌های نوین اقتصادسنجی از جمله تحلیل‌های هم‌انباشتگی استفاده نمودند که از آن جمله می‌توان به مطالعات استرن[۱۰]، مسیح و مسیح[۱۱] و گلاسور[۱۲] اشاره کرد.

شفیق و باندوپاجایا[۱۳] و گروسمن و کروگر[۱۴] نخستین افرادی بودند که با استفاده از داده‌های سری زمانی مقطعی به تبیین رابطه رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست که با عنوان منحنی کوزنتس[۱۵] شهرت یافت پرداختند. منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (ECK) که یک رابطه به شکل U وارونه بین آلودگی و درآمد است، تأثیرات انتقال یک کشور از فقر به سوی رفاه نسبی را روی تغییرات کیفیت محیط زیست نشان می‌دهد. ECK پیش‌بینی می‌کند که با افزایش درآمد یک کشور در مسیر توسعه، ابتدا آلودگی‌های محیط زیست افزایش می‌یابد، اما با افزایش درآمد سرانه به میزان کافی، آلودگی‌ها شروع به کاهش می‌کنند.[۱۶]

شفیق و باندوپاجایا برای اولین بار در سال ۱۹۹۲ به بررسی رابطه تجربی بین درآمد سرانه و شدت آلودگی هوا، نرخ جنگل‌زدایی، دسترسی به آب آشامیدنی سالم و تولید زباله‌های جامد در

1. Kraft and Kraft (1978)
2. Akarka and Long (1980)
3. Yu and Hwang (1984)
4. Yu and Choi (1985)
5. Erol and Yu (1987)
6. Nachane, Nadkarni and Karnik (1988)
7. Abosedra and baghestani (1989)
8. Hwang and Gam (1992)
9. Bentzen and Engsted (1993)
10. Stern (1993)
11. Masih and Masih (1997)
12. Glasure (2002)
13. Shafik and Bandyopadhyay (1992)
14. Grossman and Krueger (1993)
15. Environmental Kuznet Curve

۱۶. پورکاظمی و ابراهیمی (۱۳۸۷)

Archive of SID

www.SID.ir

بین بیش از ۱۴۹ کشور در خلال سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۶۰ پرداختند. گروسمن و کروگر(۱۹۹۳) نیز در کار تجربی مشابهی، اثرات احتمالی افزایش درآمد سرانه بر روی آلودگی هوا را برای ۵۲ شهر از ۳۲ کشور جهان در دوره ۱۹۸۸-۱۹۷۷ مورد بررسی قرار دادند. در هر دو مطالعه، پژوهشگران دریافتند که شدت آلودگی هوا همراه با افزایش درآمد، تا سطح درآمد ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ دلار در مطالعه اولی و سطح درآمد ۴۰۰۰ تا ۶۰۰۰ دلار در مطالعه دومی افزایش می‌یابد و سپس شروع به کاهش می‌کند.

کلستاد و کراتکریمر[1] به وجود یک ارتباط پویا میان کیفیت محیط زیست، مصرف منابع و فعالیت اقتصادی اشاره کردند. آنها نشان دادند در حالی که مصرف منابع (به ویژه منابع انرژی) منافع اقتصادی زودهنگامی را به‌دست می‌دهد، در بلندمدت اثرات زیانباری بر محیط زیست به جای می‌گذارد.

توکر[2] در سال ۱۹۹۵ با در نظر گرفتن بازه زمانی ۱۹۹۱-۱۹۷۱ و با استفاده از تحلیل‌های مقطعی سالیانه، به بررسی تغییرات میزان انتشار Co_2 در مقابل درآمد پرداخت. مطالعه او نشان داد که تغییرات انتشار گاز Co_2 به‌طور آشکار با تغییرات قیمت نفت در ارتباط است.

آگراس و چاپمن[3] در مطالعه خود، قیمت انرژی را لحاظ نمودند. این دو ضمن تأکید بر اهمیت قیمت‌ها، به ورود این متغیر در قالب یک مدل اقتصادسنجی EKC پرداخته و روابط درآمد- انرژی و درآمد- Co_2 را مورد بررسی قرار دادند. نتیجه برآمده از این مدل‌های بلندمدت درآمد- قیمت نشان داد که متغیر درآمد دیگر یک مؤلفه اثرگذار بر روی کیفیت زیست‌محیطی یا تقاضای انرژی نیست.

سوری و چاپمن[4] منابع مصرف انرژی تجاری را که علت اصلی مشکلات جدی زیست‌محیطی زیست‌محیطی است، مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند که هر چند نیاز به انرژی در هر دو گروه کشورهای صنعتی و در حال توسعه به دلیل صادرات کالاهای ساخته شده صنعتی افزایش می‌یابد، اما این افزایش نیاز به مصرف انرژی، در کشورهای در حال توسعه به مراتب بیشتر است. در همین زمان، کشورهای صنعتی توانسته‌اند با وارد کردن بخشی از کالاهای ساخته شده صنعتی، نیازشان به مصرف انرژی را کاهش دهند. آنها در ادامه می‌افزایند که صادرات کالاهای ساخته

1. Kolstad and Krautkraemer (1993)
2. Tuker (1995)
3. Agras and Chapman (1998)
4. Suri and Chapman (1998)

Archive of SID

www.SID.ir

شده توسط کشورهای صنعتی، عامل مهمی در ایجاد قسمت صعودی منحنی ECK بوده در حالی که واردات این کشورها به شیب نزولی منحنی مزبور منجر شده است.

کادنار[1] در تحقیق خود در زمینه الگوهای مصرف انرژی که برای اقتصادهای آسیای مرکزی انجام داده بود، از رابطه میان مصرف انرژی، رشد جمعیت و تولید ناخالص داخلی حقیقی برای پیش‌بینی مصرف انرژی در دو سناریوی رشد اقتصادی صفر و رشد اقتصادی پایدار ۵ درصد استفاده کرد. نتایج او برای کشورهای مختلف متفاوت بود. برای نمونه او نشان داد که کشور قزاقستان، با فرض نرخ رشد اقتصادی صفر و ثبات سطح تولید انرژی، قادر به تأمین نیاز داخلی خود خواهد بود، در حالی که نرخ رشد اقتصادی مثبت این توانایی را از آن کشور خواهد گرفت. او پیش‌بینی کرد که کشور ترکمنستان تا ۵ و یا حتی ۱۰ سال آینده مازاد تولید انرژی فسیلی خواهد داشت. این پیش‌بینی‌ها برای کشورهای دیگر منطقه گفته شده نتایج دیگری داشت.

اخیراً لیز و ون مونت فورت[2]، با استفاده از داده‌های سالانه در بازه زمانی ۲۰۰۳-۱۹۷۰ تلاش نموده‌اند که ارتباط میان مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی (GDP) را به‌وسیله تحلیل هم‌انباشتگی تبیین نمایند. تحقیق آنها نشان می‌دهد که مصرف انرژی و GDP هم‌انباشته هستند. این به معنای وجود یک رابطه علیت (یک‌طرفه یا دوطرفه) میان این دو متغیر اقتصادی است.

در همین زمینه سویتاس و ساری[3]، با کنترل اثرات نیروی کار و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در الگو، رابطه علیت گرنجری بلندمدت میان رشد اقتصادی، انتشار گاز Co_2 و مصرف انرژی را برای ترکیه بررسی نمودند. نتیجه جالب توجه و دور از انتظاری که از تحقیق آنها به‌دست آمده این است که به نظر می‌رسد انتشار Co_2، علیت گرنجر مصرف انرژی باشد و نه برعکس .

تمام مطالعات و تحقیقات انجام شده بیان می‌کنند که انتشار هر چه بیشتر گاز Co_2 در اقصی نقاط دنیا، مشکل مربوط به تخریب محیط زیست را که به گرمی زمین منجر می‌گردد شدیدتر می‌کند.

از آنجا که انتشار گاز Co_2 بیشتر در نتیجه مصرف انرژی است، به نظر می‌رسد تنها راه برای برطرف‌سازی این مشکل، کاهش مصرف انرژی است؛ اما این امر نیز برای کشورها، به ویژه برای کشورهایی که در حال رشد و توسعه هستند تصمیمی دشوار قلمداد می‌گردد.

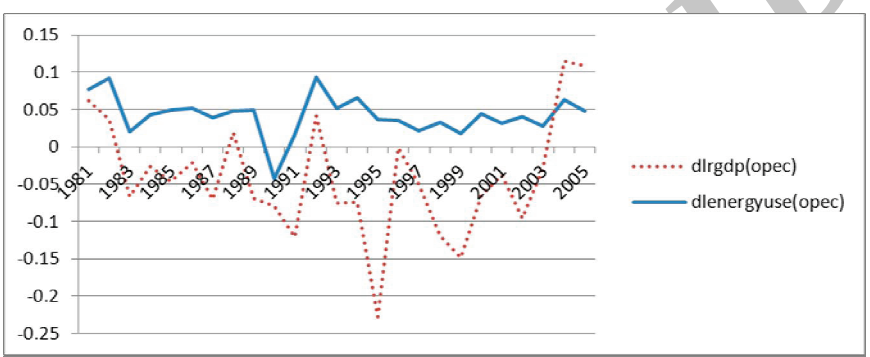
1. Kadnar (2004)
2. Lise and Van Montfort (2006)
3. Soytas and Sari (2007)

Archive of SID

www.SID.ir

۳. رابطه تجربی رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی

برای بررسی رابطه رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی به لحاظ تجربی و پی بردن به اینکه هنگام دستیابی به رشد، مصرف انرژی با چه آهنگی افزایش می‌یابد، در ادامه روند رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی را در ۴ حوزه کشورهای اوپک، کشورهای بریک، کشورهای OECD و کل کشورهای دنیا بررسی می‌کنیم. در نمودار ۱ رابطه میان رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک در دوره ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۶ نمایش داده شده است.[۱]



نمودار ۱. نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد مصرف انرژی در کشورهای اوپک

با توجه به نمودار ۱، رشد مصرف انرژی در بیشتر سال‌ها مثبت است در حالی که رشد اقتصادی (رشد تولید ناخالص داخلی حقیقی) کشورهای اوپک در بیشتر سال‌ها منفی است. مطابق نمودار ۱، هر چند که به نظر می‌رسد رابطه مثبتی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای اوپک وجود دارد (یعنی رشد اقتصادی به مصرف انرژی دامن می‌زند) اما این رابطه چندان دقیق و مستحکم نیست.

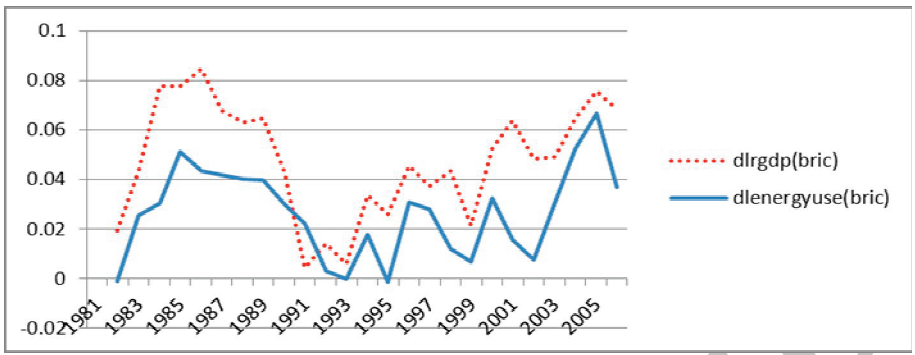
در نمودارهای ۲، ۳ و ۴ رابطه میان رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی به ترتیب در گروه کشورهای بریک، OECD و جهان در همین دوره نشان داده شده است.

ویژگی مشترک کشورهای بریک آن است که این کشورها نه تنها از مصرف انرژی بالایی برخوردار هستند بلکه به لحاظ برخی متغیرهای اقتصادی دیگر از جمله رشد اقتصادی، جمعیت، وسعت کشور و ... به یکدیگر شباهت‌هایی دارند.

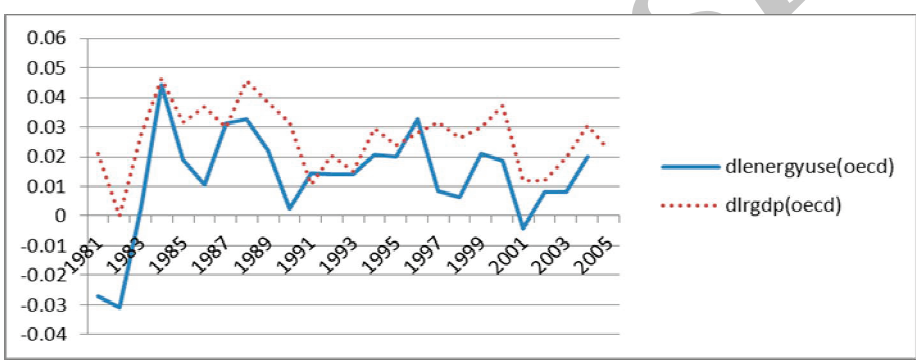
۱. به خاطر تفاضل‌گیری از داده‌ها (برای به‌دست آوردن نرخ رشد) مشاهده اول حذف شده است.

Archive of SID

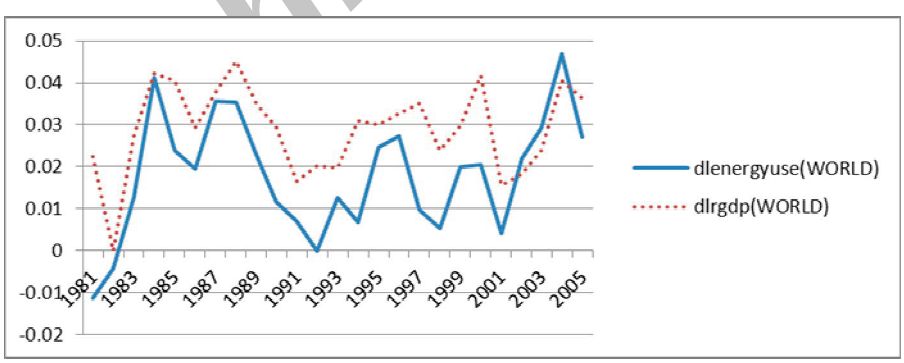
www.SID.ir



نمودار ۲. نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد مصرف انرژی در کشورهای BRIC



نمودار ۳. نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد مصرف انرژی در کشورهای OECD



نمودار ٤. نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد مصرف انرژی در جهان

همانگونه که از نمودارهای ۲، ۳ و ۴ مشخص است رابطه مثبت و قوی‌تری میان رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی در این سه گروه نسبت به کشورهای اوپک به چشم می‌خورد. افزون بر آن،

www.SID.ir

به نظر می‌رسد در نرخ‌های بالای رشد اقتصادی، ارتباط بین این دو متغیر قوی‌تر است. به عبارت دیگر، در نرخ‌های رشد اقتصادی بالا، مصرف انرژی با شدت بیشتری افزایش یافته و در نرخ‌های رشد ملایم و پایین اقتصادی، این ارتباط ضعیف‌تر می‌شود. اگر این فرضیه صحیح باشد، نرخ‌های رشد بالا تهدیدی جدی برای امنیت محیط زیست خواهند بود. این فرضیه را در بخش پنجم آزمون خواهیم کرد.

٤. عوامل مؤثر بر مصرف انرژی

هنگامی که از مصرف انرژی صحبت می‌کنیم می‌بایستی توجه داشته باشیم که انرژی را به خودی خود مصرف نمی‌کنیم. طبق قانون اول ترمودینامیک، انرژی نمی‌تواند مصرف شود و طبق قانون دوم ترمودینامیک، انرژی قابل تبدیل از سطحی بالاتر به سطحی پایین‌تر است (مانند تبدیل انرژی مکانیکی به گرما) اما حامل‌های انرژی قابل مصرف هستند چرا که آنها پس از استفاده دیگر به شکل اولیه خود نیستند (مانند احتراق بنزین در موتور اتومبیل) بنابراین نیاز به استفاده از کالاها و خدمات، نیاز به انرژی را موجب می‌گردد. «تقاضای انرژی» آن بخشی از حامل‌های انرژی است که برای تأمین نیازهای ما به کالاها و خدمات مورد لزوم هستند و اثر آن در بازار قابل تشخیص است.[1]

براساس ادبیات نظری و تجربی، متغیرهای متعددی بر مصرف انرژی (در یک کشور) دامن می‌زنند. در ادامه به چندی از مهم‌ترین آنها که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اشاره می‌کنیم.

رشد اقتصادی

انرژی یکی از مهم‌ترین نهاده‌ها در تابع تولید محسوب می‌شود.[2] به لحاظ تجربی نیز مصرف انرژی در اقتصادهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه و نوظهور تا حد زیادی متأثر از رشد اقتصادی درآن کشورها است.[3] نرخ‌های رشد اقتصادی بالا، با به‌وجود آوردن نیازهای جدید، فشار فزاینده‌ای را بر مصرف انرژی وارد می‌آورند.

ظهور و توسعه بازارهای جدید، مصرف بالاتر انرژی را در پی خواهد داشت که این خود به انتشار مقادیر متنابهی از گازهای سمی منجر می‌گردد. افزایش انتشار گازهای سمی، موجب

1. Saboohi, Y. (1371), p. 117

۲. کلیولند (۱۹۸۴)

3. Chousa, J. P.,Tamazin, A. and K. Chaitanya (2008)

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش اقدامات مربوط به حفاظت محیط زیست شده که این نیز به نوبه خود تولید ناخالص داخلی را افزایش می‌دهد.[۱] بنابراین، نرخ رشد اقتصادی دارای ارتباط مستقیمی با مصرف انرژی است، بدین معنا که افزایش رشد اقتصادی، افزایش مصرف انرژی را در پی خواهد داشت.

تولیدات صنعتی

اینکه انرژی یک نهاده اساسی در فعالیت‌های اقتصادی و به ویژه فعالیت‌های صنعتی و تولیدی به حساب می‌آید، یک حقیقت آشکار و روشن است.[۲] شواهد تجربی نشان می‌دهد که شدت مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد یکسان نیست؛ شدت انرژی در بخش‌های صنعت و حمل و نقل به مراتب بیشتر از شدت آن در بخش خدمات و کشاورزی است.[۳] بنابراین رشد اقتصادی در بخش‌های مختلف اثر مشابهی بر مصرف انرژی ندارد.

نیاز کشورهای در حال توسعه به انرژی، در مسیر گذار به مرحله صنعتی شدن، با افزایش تولیدات صنعتی و ایجاد کارخانجات متنوع و همچنین زیرساخت‌های اقتصادی به شدت افزایش یافته است.[۴]

نرخ رشد جمعیت

نرخ رشد جمعیت یکی دیگر از عوامل اساسی است که در مصرف انرژی مورد توجه قرار گرفته است.[۵] رشد جمعیت نیاز به تولید کالا و خدمات را به منظور تأمین نیازهای روزافزون جمعیت در حال رشد افزایش می‌دهد که این خود به بکارگیری بیشتر انرژی به منظور تولید بیشتر منجر می‌شود.

حمل و نقل

حمل و نقل یک عامل مهم در میزان مصرف انرژی محسوب می‌شود.[۶] در مناطقی که تعداد سفرها بالاتر است، سفرها با مسافت طولانی‌تری انجام می‌گیرد و بالاخره تعداد وسایل نقلیه بیشتر است، مصرف انرژی بالاتر است.

---

1. Shafik, N. (1994)
2. Chaitanya, K. (2007)
۳. عباسی‌نژاد و وافی نجار (۱۳۸۳) شدت انرژی را در بخش‌های مختلف اقتصادی در ایران مقایسه کرده‌اند.
4. Chaitanya, K. (2007)
5. *Ibid*
6. Chousa, J. P., Tamazin, A. and K. Chaitanya (2008)

Archive of SID

www.SID.ir

واردات کالاهای صنعتی

واردات کالاهای ساخته شده صنعتی، دارای اثری دوسویه بر روی مصرف انرژی در کشورها است.[1] اگر واردات کالاهای صنعتی به منظور جایگزینی آنها با کالاهای مشابه تولید داخل (که با صرف انرژی بالایی تولید می‌شدند) باشد، افزایش در واردات کالاهای گفته شده، مصرف انرژی را کاهش خواهد داد. اما اگر واردات صنعتی از نوع ماشین‌آلات و کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای باشند، مصرف انرژی در کشور بالا خواهد رفت؛ چرا که به تولید بیشتر در کشور دامن خواهد زد. پس اثر خالص افزایش واردات کالاهای صنعتی بر روی مصرف انرژی در کشورها می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

چاپمن[2] در مطالعه خود نشان می‌دهد که واردات کالاهای صنعتی در بیشتر کشورهای در حال توسعه از کشورهای توسعه‌یافته روند کاهشی داشته و اگر هم این روند در برخی کشورها مثبت باشد، میزان آن بسیار ناچیز است.

صادرات کالاهای صنعتی

تولید کالاهای صنعتی قابل صدور با مصرف انرژی بالایی همراه است و به افزایش بیشتر مصرف انرژی منجر می‌گردد.[3] به دلیل محدودیت‌های محیط زیستی، تولید بسیاری از کالاهای صنعتی با انرژی‌بری بالا، به کشورهای در حال توسعه که دغدغه کمتری نسبت به مسائل زیست‌محیطی دارند منتقل شده است.

سوری و چاپمن[4] نشان دادند که صادرات کالاهای صنعتی ساخته شده در اقتصادهای در حال توسعه به سمت کشورهای توسعه‌یافته رو به افزایش است. نکته جالب توجه آنکه، تقاضا برای این محصولات از این کشورها، با نرخ بالایی در حال افزایش است و مشتری اصلی آنها اقتصادهای توسعه‌یافته‌اند.

تشکیل سرمایه ثابت ناخالص

یکی دیگر از عوامل اثرگذار بر مصرف انرژی تشکیل سرمایه ثابت است. پروژه‌های سرمایه‌بری که در بخش‌های مختلف صنعتی یا زیرساخت‌ها به مرحله اجرا درمی‌آیند، مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. برای نمونه مخارج کلان روی زیرساخت‌ها، شبکه‌های انتقال الکتریسیته و

1. Chousa,J.P. ,Tamazin,A., Chaitanya,K. (2008)
2. Chapman (1998)
3. Chousa, J. P., Tamazin, A. and K. Chaitanya (2008)
4. Suri and Chapman (1998)

Archive of SID

www.SID.ir

مسیرهای حمل و نقل که در سال ۲۰۰۶ و در کشور چین، بالغ بر ۴۰٪ GDP آن کشور گردید اثرات قابل توجهی در افزایش مصرف انرژی در آن کشور به جای گذاشت.[1]

۵. تصریح، تخمین و تفسیر مدل

در این بخش به بررسی اثرات رشد اقتصادی بر مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک و کشورهای بریک می‌پردازیم. برای این منظور از مدل اقتصادسنجی تصحیح خطای آستانه‌ای[2] برای دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۶ در هر یک از دو گروه استفاده می‌کنیم و نتایج به‌دست آمده را مورد مقایسه قرار می‌دهیم.

براساس متون اقتصادسنجی به منظور تصریح مدل غیرخطی، می‌بایست دو مرحله زیر انجام گیرد:

۱. تصریح یک مدل تصحیح خطای خطی برای ایجاد یک الگوی پایه برای آزمون کردن فرض صفر خطی بودن مدل

۲. تخمین مدل غیرخطی تصحیح خطای آستانه‌ای (TAR ECM) بر پایه ECM خطی تخمین زده شده

مدل تصحیح خطای آستانه‌ای

مدل تصحیح خطای آستانه‌ای (TAR_ECM) با تعمیم‌دهی معادله ECM و اضافه کردن مکانیسم خودهمبسته آستانه‌ای (TAR) به ECM استاندارد به‌دست می‌آید. بدین ترتیب الگوی رشد مصرف انرژی به صورت زیر تصریح می‌شود.

$$\Delta \ln EC_{it} = \delta_t + \alpha\hat{\varepsilon}_{it-1} + \gamma_i + \beta_0 \Delta \ln rgdp_{it} + \beta_1 * D_{it}(\Delta \ln rgdp_{it} - K) + \beta_2 \Delta \ln pop_{it} + \sum_{k=0}^{1} \beta_{3K} \ln Mexport_{it-k} + \sum_{k=0}^{1} \beta_{4K} \ln GFCF_{it-k} + \sum_{k=0}^{1} \beta_{5K} \ln Minport_{it-k} + \sum_{k=0}^{1} \beta_{6K} \ln Ind_{it-k} + \sum_{k=0}^{1} \beta_{7K} \ln Urb_{it-k} + u_{it} \quad (1)$$

$$\hat{\varepsilon}_{it} = \ln EC_{it} - \lambda_1 \ln rgdp - \lambda_2 trend \quad (2)$$

1. Chaitanya, K. (2007)
2. Threshold Auto-Regressive Error Correction Model

Archive of SID

www.SID.ir

در معادله (۱)، EC مصرف انرژی، $\hat{\varepsilon}_{it-1}$ باقیمانده‌های حاصل از تخمین رابطه بلندمدت مصرف انرژی مبتنی بر معادله (۲)، γ_i اثرات ثابت ویژه کشورها، δ_t اثرات ثابت ویژه زمان، $rgdp_{it}$ تولید ناخالص داخلی حقیقی برحسب دلار ثابت، pop_{it} جمعیت، $Mexport_{it}$ نسبت صادرات کالاهای صنعتی به کل صادرات کالا، $Minport_{it}$ نسبت واردات کالاهای صنعتی به کل واردات کالا، $GFCF_{it}$ نسبت تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به تولید ناخالص داخلی، Ind_{it} نسبت ارزش افزوده بخش صنعت به تولید ناخالص داخلی، Urb_{it} نسبت جمعیت شهری به کل جمعیت و u_{it} جزء اخلال است. K پارامتر آستانه است و D_{it} متغیر موهومی بوده که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$D_{it} = \begin{cases} 0 & , \quad \Delta \ln rgdp \le K \\ 1 & , \quad \Delta \ln rgdp > K \end{cases} \qquad (۳)$$

پارامتر K بیانگر سطح آستانه مورد نظر است.

معادله (۳) ضریب رابطه میان نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد مصرف انرژی را به این صورت به‌دست می‌دهد: اگر نرخ رشد اقتصادی کوچک‌تر و یا مساوی با K باشد، اثر آن بر نرخ مصرف انرژی β_0 خواهد بود، چنانچه نرخ رشد اقتصادی بیشتر از K باشد این اثر برابر $\beta_0 + \beta_1$ است.

انتظار ما بر این است که $\beta_1 > 0$ باشد یعنی رشد اقتصادی بالاتر از K مصرف انرژی را با ضریب بیشتری افزایش دهد. به بیان دیگر، رشد بالاتر اقتصادی به هزینه اتلاف فزاینده منابع انرژی به‌دست می‌آید. طول وقفه بهینه با استفاده از معیارهای آکائیک و شوارتز انتخاب شده است. اطلاعات مورد نیاز از بخش آمارهای مالی IMF[1] و همچنین از آمارهای مالی بین‌الملل IFS[2] و شاخص‌های توسعه جهانی WDI[3] تهیه شده است.

در الگوی تصحیح خطا (معادله (۱)) متغیرهایی که حاوی ریشه واحد باشند برحسب تفاضل مرتبه اول و متغیرهای مانا برحسب سطح لحاظ می‌شوند. آزمون ریشه واحد برای متغیرهای الگو در بخش بعد ارائه می‌شود.

در رابطه بلندمدت (معادله (۲)) مصرف انرژی فقط تابعی از تولید ناخالص داخلی و جمله روند تصریح شده است. متغیرهای دیگر به دلیل مانا بودن در رابطه بلندمدت وارد نمی‌شوند.

1. Financial Statictics of IMF
2. International financial statictics
3. World Development Indicator

Archive of SID

www.SID.ir

در بیشتر موارد مقدار آستانه‌ای ناشناخته است و می‌بایست در کنار دیگر پارامترهای مدل TAR برآورد شود. خوشبختانه چان[1] روشی را برای دستیابی به برآوردی سازگار از مقدار آستانه‌ای ارائه داده است. در این روش، برای به‌دست آوردن مقدار آستانه، معادله (۱) را به ازای مقادیر مختلف K برآورد کرده و برای هر رگرسیون مجموع مربعات باقیمانده‌ها S(K) را محاسبه می‌کنیم. آستانه $\hat{K}$ مقداری است که S(K) را حداقل می‌کند.

نتایج تجربی

ابتدا آزمون‌های ریشه واحد را در مورد متغیرهای مدل انجام می‌دهیم، سپس به برآورد رابطه بلندمدت می‌پردازیم و مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر (لگاریتم) مصرف انرژی در بلندمدت را شناسایی می‌کنیم، در ادامه با استفاده از باقیمانده‌های رابطه بلندمدت به تخمین مدل تصحیح خطا در دو حالت خطی و غیرخطی (آستانه‌ای) می‌پردازیم.

آزمون ایستایی

به منظور تحلیل هم‌انباشتگی ابتدا مانایی متغیرهای مدل، مورد آزمون قرار می‌گیرد. زمانی که تعداد مشاهدات سری زمانی در هرکدام از کشورها زیاد باشد، می‌توان مانایی را با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد به صورت جداگانه برای هرکدام از کشورها مورد بررسی قرار داد.

اما قدرت آزمون‌های ریشه واحد هنگامی که طول دوره داده‌ها کم است بسیار پایین است. در این شرایط استفاده از آزمون‌های ریشه واحد برای داده‌های تابلویی برای افزایش قدرت آزمون‌ها ضروری است. برای نمونه، آزمون‌های معمول ریشه واحد مثل دیکی- فولر (DF)[2]، دیکی- فولر تعمیم‌یافته (ADF)[3] و فیلیپس- پرون (PP)[4] که برای یک سری زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند از توان آزمون پایینی برخوردار بوده و دارای تورش به سمت قبول فرض صفر هستند. این موضوع وقتی که حجم نمونه کوچک است ($n < ۵۰$)، خیلی تشدید می‌شود. یکی از روش‌هایی که برای رفع این مشکل پیشنهاد شده، استفاده از داده‌های پانل برای افزایش حجم نمونه و آزمون ریشه واحد در داده‌های پانل[5] است.

در ادامه این بخش مانایی لگاریتم‌های طبیعی مصرف انرژی (EC)، تولید ناخالص داخلی حقیقی (rgdp)، جمعیت (pop)، نسبت صادرات کالاهای صنعتی به کل صادرات کالا

1. Chan (1993)
2. Dickey-Fuller
3. Augmented Dickey-Fuller
4. Phillips-Perron
5. Panel Unit Roots Tests

Archive of SID

www.SID.ir

(Mexport)، نسبت واردات کالاهای صنعتی به کل واردات کالا (Mimport)، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به تولید ناخالص داخلی (GFCF)، نسبت ارزش افزوده بخش صنعت به تولید ناخالص داخلی (Ind) و نسبت جمعیت شهری به کل جمعیت (Urb) را بررسی خواهیم کرد.

همانگونه که پیش‌تر بیان شد قدرت آزمون ریشه واحد پانل به مراتب بیشتر از آزمون‌های ریشه واحد منفرد است، پس مانایی داده‌های مربوط به متغیرهای الگو را از طریق ریشه واحد پانل آزمون کرده‌ایم. برای این منظور ۶ روش از مهم‌ترین آزمون‌های ریشه واحد با داده‌های تابلویی را مورد استفاده قرار می‌دهیم، هرچند که ممکن است روش‌های مختلف در آزمون‌های ریشه واحد مبتنی بر داده‌های تابلویی نتایج متناقضی ارائه دهند. این روش‌ها عبارتند از:

۱- آزمون لوین، لین و چو (LLC)[1]

۲- آزمون ایم، پسران و شین (IPS)[2]

۳- آزمون برتونگ[3]

۴ و ۵- آزمون فیشر-ADF و فیشر-PP که توسط مادالا و وو (۱۹۹۹) و چوی (۲۰۰۱) ارائه شده است.[4]

۶. آزمون هدری[5]

برای تشریح این آزمون‌ها الگوی $AR(1)$ بین بخشی زیر را در نظر می‌گیریم:

$$Y_{it} = \rho_i Y_{it-1} + X'_{it}\delta_i + \varepsilon_{it}$$

که در آن Y_{it} متغیر مورد بررسی، $i = 1,2,\ldots,N$ معرف کشورها، $t = 1,2,\ldots,T$ معرف تعداد مشاهدات سری زمانی در هر کشور، X_{it} نماینده متغیرهای قطعی[6] مانند عرض از مبدأ و روند، ρ_i ضریب خودهمبستگی و ε_{it} جمله اخلال بوده که فرض می‌شود در بین کشورهای مختلف مستقل از هم هستند. اگر $|\rho_i| < 1$ باشد در این صورت Y_i مانا و چنانچه $|\rho_i| = 1$ باشد، Y_i دارای ریشه واحد و نامانا تلقی می‌شود.

1. Levin, Lin and Chu (2002)
2. Im, Pesaran and Shin (2003)
3. Breitung (2000)
4. Maddala and Wu (1999) and Choi (2001)
5. Hadri(1999)
6. Deterministic Variables

Archive of SID

www.SID.ir

به منظور این آزمون دو پیش‌فرض در مورد ρ_i وجود دارد. اول اینکه فرض کنیم عوامل مشترکی بین کشورهای مختلف وجود دارند به‌طوری که ρ_i برای همه کشورها یکسان است ($\rho_i - \rho$ به ازای هر i یا برای تمام کشورها). آزمون‌های LLC و برتونگ بر این اساس پایه‌ریزی شده‌اند.

از سوی دیگر فرض دوم این است که بین کشورها ρ_i یکسان در نظر گرفته نشود. آزمون IPS و آزمون‌های نوع فیشر نیز براساس این فرض استوارند. افزون بر آن، در آزمون هدری، فرضیه صفر، نبود ریشه واحد است در حالی که در آزمون‌های دیگر فرضیه صفر وجود یک ریشه واحد است. نتایج این آزمون‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون‌های ریشه واحد برای متغیرهای مدل در سطح

روش آزمون / متغیرها	Levin,lin Cho-Stat	Breitung t-Stat	Im, Pesaran and Shin W-Stat	ADF-Fisher chi-quare	PP-Fisher chi-quare	Hadri Z-Stat
Ln(EC)	−۳/۲۳	−۰/۷۷	۰/۵۸	۲۸/۲۱	۳۰/۵۳	۱۳/۶۱
	(۰/۰۰)	(۰/۲۱)	(۰/۷۲)	(۰/۳۴)	(۰/۲۴)	(۰/۰۰)
Ln(rgdp)	−۱/۲۳	۲/۶۱	۲/۶۹	۲۵/۹۸	۳۲/۵۶	۱۰/۲۹
	(۰/۱)	(۰/۹۹)	(۰/۹۹)	(۰/۴۶)	(۰/۱۷)	(۰/۰۰)
Ln(Ind)	−۱/۶۶	−۰/۹۱	−۱/۶۴	۴۲/۸۵	۳۹/۸۲	۶/۰۱
	(۰/۰۴)	(۰/۱۸)	(۰/۰۴)	(۰/۰۱)	(۰/۰۲)	(۰/۰۰)
Ln(Mimport)	−۱/۱۵	−۲/۷۵	−۲/۹۶	۵۳/۶۸	۳۱/۳۲	۳/۶
	(۰/۱۲)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۸)	(۰/۰۰)
Ln(Mexport)	−۶/۱۸	۲/۰۸	−۲/۲۷	۵۰/۱۴	۵۰/۰۹	۵/۱۵
	(۰/۰۰)	(۰/۹۸)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)
Ln(GFCF)	−۲/۹۶	−۲/۸۱	−۳/۵۶	۵۶/۰۵	۳۹/۷۲	۲/۲۳
	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۲)	(۰/۰۱)
Ln(Urb)	−۱۰/۸۰	۱/۴۹	−۸/۸۱	۱۱۹/۷۰۶	۲۱۱/۵۲	۱۴/۷۰
	(۰/۰۰)	(۰/۹۳)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)

اعداد داخل پرانتز معرف (P_Value) است.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به این نتایج، دو متغیر لگاریتم مصرف انرژی (Ln(EC و لگاریتم تولید ناخالص داخلی (Ln(rgdp دارای ریشه واحد هستند. در حالی که بیشتر آزمون‌ها، دلالت بر مانا بودن متغیرهای نسبت ارزش افزوده بخش صنعت به تولید ناخالص داخلی (Ln(Ind، نسبت تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به تولید ناخالص داخلی (Ln(GFCF و نسبت جمعیت شهری به کل جمعیت (Ln(Urb و همچنین مانا بودن دو نسبت واردات صنعتی به کل واردات (Ln(Mimport و صادرات صنعتی به کل صادرات (Ln(Mexport دارند. متغیرهای نامانا پس از یک بار تفاضل گیری مانا می‌شوند[1] و بنابراین تفاضل مرتبه اول آنها را در الگوی کوتاه‌مدت به‌کار می‌بریم.

آزمون هم‌انباشتگی پانل

در تحلیل‌های هم‌انباشتگی، وجود روابط بلندمدت اقتصادی آزمون و برآورد می‌شوند. ایده اصلی در تجزیه و تحلیل هم‌انباشتگی آن است که اگرچه بسیاری از سری‌های زمانی اقتصادی نامانا (حاوی روندهای تصادفی) هستند اما ممکن است در بلندمدت ترکیب خطی این متغیرها، مانا(و بدون روند تصادفی) باشند. تجزیه و تحلیل‌های هم‌انباشتگی به ما کمک می‌کند که این رابطه تعادلی بلندمدت را آزمون و برآورد کنیم. اگر یک نظریه اقتصادی صحیح باشد، مجموعه ویژه‌ای از متغیرها که توسط نظریه یادشده مشخص شده با یکدیگر در بلندمدت مرتبط می‌شوند. افزون بر این، تئوری اقتصادی تنها روابط را به صورت استاتیک (بلندمدت) تصریح کرده و اطلاعاتی درباره پویایی‌های کوتاه‌مدت میان متغیرها به‌دست نمی‌دهد. در صورت اعتبار تئوری، ما انتظار داریم با وجود نامانا بودن متغیرها یک ترکیب خطی استاتیک از این متغیرها مانا و بدون روند تصادفی باشد. در غیر این صورت، اعتبار نظریه مورد نظر زیر سؤال می‌رود. به همین دلیل به‌طور گسترده از هم‌انباشتگی به منظور آزمون نظریه‌های اقتصادی و تخمین پارامترهای بلندمدت استفاده شده است.

آزمون هم‌انباشتگی به هنگام استفاده از داده‌های تابلویی بیشتر به روش پیشنهادی پدرونی[2] و فیشر[3] انجام می‌شود. آزمون هم‌انباشتگی انگل- گرنجر[4] (۱۹۸۷) بر مبنای آزمون مانا بودن باقیمانده‌های یک رگرسیون، هنگامی که متغیرهای معادله رگرسیون انباشته از درجه ۱ یا $I(1)$

۱. نتایج برای صرفه‌جویی در تعداد صفحات ارائه نشده است و در صورت نیاز در دسترس متقاضیان قرار می‌گیرد.

2. Pedroni (1999)
3. Fishr (1932)
4. Engle-Granger (1987)

Archive of SID

www.SID.ir

است صورت می‌گیرد. اگر متغیرها هم‌انباشته[1] باشند، پس باید باقیمانده‌های آنها $I(0)$ یا انباشته از درجه صفر شوند. از طرف دیگر اگر متغیرها هم‌انباشته نباشند، باقیمانده‌های آنها $I(1)$ خواهند بود. پدرونی و کائو[2] این آزمون را برای داده‌های تابلویی گسترش دادند.

نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی پدرونی و فیشر بین متغیرهای لگاریتم مصرف انرژی و لگاریتم تولید ناخالص داخلی (حقیقی) در جدول ۲ آورده شده است.[3] همانگونه که دیده می‌شود، براساس نتایج ارائه شده، هم‌انباشتگی یا وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین دو متغیر گفته شده در همه موارد پذیرفته می‌شود. پس دو متغیر مصرف انرژی و GDP بدون دخالت متغیرهای دیگر یک رابطه تعادلی بلندمدت با یکدیگر دارند. این نتیجه دلالت بر آن دارد که متغیرهایی مانند نسبت صادرات صنعتی به کل صادرات و ... نقشی در نوسانات مصرف انرژی در بلندمدت ندارند. باقیمانده‌های حاصل از برآورد رابطه بلندمدت را به عنوان جزء تصحیح خطا در الگوی‌های تصحیح خطا وارد می‌کنیم.

جدول ۲. نتایج آزمون هم‌انباشتگی پدرونی

روش آزمون	آماره آزمون (P-value)	فرض صفر	نتیجه آزمون
Group rho-Statistic	۳/۸۶ (۰/۰۰)	عدم هم‌انباشتگی	فرض صفر مبنی بر نبود هم‌انباشتگی رد می‌شود.
Group pp-Statistic	-۲/۷۲ (۰/۰۰)	عدم هم‌انباشتگی	فرض صفر مبنی بر نبود هم‌انباشتگی رد می‌شود.
Group ADF-Statistic	۲/۷۴ (۰/۰۰)	عدم هم‌انباشتگی	فرض صفر مبنی بر نبود هم‌انباشتگی رد می‌شود.
PANEL PP-Statistic	-۳/۹۱ (۰/۰۰)	عدم هم‌انباشتگی	فرض صفر مبنی بر نبود هم‌انباشتگی رد می‌شود.

اعداد داخل پرانتز معرف P-Value است.

1. Cointegrated
2. Kao (1999)

۳. در الگوی بلندمدت تنها می‌توان متغیرهای نامانا را وارد نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج برآورد و تحلیل ضرایب کوتاه‌مدت

در این قسمت با استفاده از روش‌های تصحیح خطا (ECM) و تصحیح خطای آستانه ای(ECM-TAR)، تصریحات مختلفی را مورد برازش قرار داده و بهترین الگو را از لحاظ معنی‌دار بودن ضرایب با بالاترین میزان توضیح‌دهندگی انتخاب می کنیم.

همانگونه که می‌دانیم، عوامل بسیاری بر رشد مصرف انرژی اثرگذار هستند اما با توجه به دسترسی به داده‌ها و همچنین بررسی اثر متغیرهای خاص بر رشد مصرف انرژی مدل‌هایی را تصریح می‌نماییم. سپس نتایج را به لحاظ معناداری ضرایب و همچنین علایم انتظاری آنها مورد واکاوی قرار می‌دهیم. ستون اول، دوم، سوم و چهارم جدول ۳، نتایج تصریحات خطی و ستون پنجم تصریح غیرخطی (با لحاظ کردن اثرات آستانه‌ای) را برای کشورهای اوپک نشان می‌دهند.

در تصریح اول متغیرهای نامانا به صورت تفاضل مرتبه اول و متغیر های مانا در سطح وارد الگو شده‌اند. فرضیه‌هایی را درخصوص قرینه بودن ضریب متغیرهای توضیحی، با مقادیر وقفه آنها برای ساده‌سازی و کاهش متغیرهای الگو مورد آزمون قرار می‌دهیم. نتایج بیانگر آن است که

$$\beta_{3.} = -\beta_{31} \ , \ \beta_{4.} = -\beta_{41} \ , \ \beta_{5.} = -\beta_{51} \ , \ \beta_{6.} = -\beta_{61} \ , \ \beta_{7.} = -\beta_{71}$$

محدودیت‌های گفته شده دلالت بر آن دارد که ضریب متغیرهای لگاریتم طبیعی، واردات کالاهای صنعتی به کل واردات کالا (Mimport)، صادرات کالاهای صنعتی به کل صادرات کالا (Mexport)، نسبت تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به تولید ناخالص داخلی (GFCF)، نسبت ارزش افزوده بخش صنعت به تولید ناخالص داخلی (Ind) و نسبت جمعیت شهری به کل جمعیت (Urb) و وقفه آنها قرینه یکدیگر بوده و می‌توان این متغیرها را برحسب تفاضل مرتبه اول وارد الگو کرد. پس در تصریح دوم، این محدودیت‌ها اعمال شده و ضریب مربوط به تفاضل مرتبه اول آنها برآورد شده است ضریب متغیر تصحیح خطا در هر یک از تصریحات اول و دوم (ستون‌های اول و دوم جدول ۳) معنی‌دار بوده و دارای علامت مورد انتظار (منفی) است. این بدان معناست که انحرافات از روند تعادلی بلندمدت مصرف انرژی، به تدریج با ضریب ۰/۲۹- (در تصریح دوم) حذف می‌شود و تمایل به بازگشت به مسیر بلندمدت وجود دارد. نرخ رشد اقتصادی در هر دو تصریح به‌طور معنی‌داری با ضریب ۰/۰۸ موجب افزایش نرخ رشد مصرف انرژی می گردد. بنابراین ۱۰ درصد افزایش نرخ رشد اقتصادی باعث افزایش ۰/۸ درصدی نرخ رشد مصرف انرژی می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

قرینه بودن ضرایب متغیرهای توضیحی نسبت به مقادیر با وقفه‌شان (برای نمونه ضریب Ln(GFCF) قرینه ضریب Ln(GFCF(-۱)) است[۱]) نشان می‌دهد که متغیر توضیحی مربوطه تنها دارای اثرات کوتاه‌مدت بر متغیر وابسته یعنی نرخ رشد مصرف انرژی است و در بلندمدت اثری روی آن ندارد.

نرخ رشد جمعیت با ضرایب ۱/۴۴ و ۱/۵۲ به ترتیب در مدل‌های اول و دوم به مصرف بیشتر انرژی دامن می‌زند. متغیرهای نسبت واردات صنعتی به کل واردات و نسبت ارزش افزوده صنعت به GDP اثر معنی‌داری بر نرخ رشد مصرف انرژی در هیچ یک از دو تصریح اول و دوم ندارند و در نتیجه، در تصریح سوم (ستون سوم جدول ۳) از الگو خارج شده‌اند.

همه ضرایب برآورد شده در الگوی سوم به جز متغیر با وقفه نرخ رشد مصرف انرژی، معنی‌دار هستند. در این الگو نیز افزایش یک درصدی نرخ رشد اقتصادی، موجب افزایش نرخ رشد مصرف انرژی با ضریب ۰/۰۸ می‌شود. یک درصد افزایش نرخ رشد شهرنشینی، نرخ رشد مصرف انرژی را بیش از ۳ درصد افزایش می‌دهد. ضریب متغیر نرخ رشد تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به تولید ناخالص داخلی (D(log(GFCF)) برابر ۰/۰۶- است. علامت منفی این متغیر نشان‌دهنده این است که سرمایه‌گذاری در راستای صرفه‌جویی در مصرف انرژی انجام گرفته است.

در تصریح سوم، متغیرهای مستقل در مدل می‌توانند ۶۶٪ از تغییرات نرخ رشد مصرف انرژی را توضیح دهند. اما با حذف متغیر توضیحی با وقفه نرخ رشد مصرف انرژی که به لحاظ آماری معنی‌دار نبود به تصریح چهارم می‌رسیم که به عنوان بهترین برازش خطی از لحاظ معنی‌داری ضرایب و توضیح‌دهندگی بالا انتخاب می‌شود.

نتایج حاصل از برآورد مدل تصحیح خطای آستانه‌ای با در نظر گرفتن نرخ رشد اقتصادی به عنوان حد آستانه، در تصریح ستون ۵ ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود ضریب متغیر تصحیح خطا معنی‌دار بوده و دارای علامت مورد انتظار است. سطح آستانه، رشد اقتصادی یک درصد برآورد شده است. پس در رژیم نرخ رشد پایین اقتصادی (تا قبل از نرخ رشد اقتصادی ۱٪)، رشد اقتصادی با ضریب ۰/۰۷ نرخ رشد مصرف انرژی را افزایش می‌دهد. اما پس از عبور نرخ رشد اقتصادی از سطح آستانه ۱ درصد، میزان اثرگذاری نرخ رشد اقتصادی بر مصرف انرژی به ۰/۲۸ = (۰/۲۱+۰/۰۷) افزایش می‌یابد.

۱. قدرمطلق آنها به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. نتایج تخمین روابط کوتاه‌مدت خطی و غیرخطی (برای کشورهای اوپک)

متغیر های توضیحی	۱	۲	۳	٤	٥
ECM(-۱)	-۰/۳۷*	-۰/۲۹*	-۰/۳۲*	-۰/۲۴*	-۰/۲۴*
	(۰/۱)	(۰/۱)	(۰/۰۹)	(۰/۰۷)	(۰/۰۷)
D(Ln(rgdp))	۰/۰۸*	۰/۰۸*	۰/۰۸*	۰/۰۹*	۰/۰۷*
	(۰/۰۲)	(۰/۰۲)	(۰/۰۲)	(۰/۰۳)	(۰/۰۳)
(D(Ln(rgdp))>=0.01)* D(Ln(rgdp))	-	-	-	-	۰/۲۱***
					(۰/۱۳)
Ln(Mexport)	۰/۰۳*	-	-	-	-
	(۰/۰۱)				
Ln(Mexport(-۱))	-۰/۰۱	-	-	-	-
	(۰/۰۱)				
D(Ln(Mexport))	-	۰/۰۲**	۰/۰۲**	۰/۰۲**	۰/۰۲*
		(۰/۰۱)	(۰/۰۱)	(۰/۰۱)	(۰/۰۱)
Ln(GFCF)	-۰/۱۱**	-	-	-	-
	(۰/۰۴)				
Ln(GFCF(-۱))	۰/۰۸**	-	-	-	-
	(۰/۰۴)				
D(Ln(GFCF))	-	-۰/۰۸**	-۰/۰۶***	-۰/۰۷**	-۰/۰۵***
		(۰/۰۳)	(۰/۰۳)	(۰/۰۴)	(۰/۰۳)
D(Ln(pop))	۱/۴۴*	۱/۵۲*	۱/۴۶*	۱/۰۸*	۱/۱*
	(۰/۲۵)	(۰/۲۴)	(۰/۲۲)	(۰/۱۸)	(۰/۱۵)
Ln(Urb)	۶/۵۶**	-	-	-	-
	(۲/۴۷)				
Ln(Urb(-۱))	-۶/۵۶**	-	-	-	-
	(۲/۴)				
D(Ln(Urb))	-	۲/۷۹***	۳/۲۶***	۲/۹۳**	۳/۱۳***
		(۱/۸)	(۱/۷۵)	(۲/۰۱)	(۱/۶۶)
Ln(Mimport)	۰/۰۹	۰/۰۷	-	-	-
	(۰/۰۹)	(۰/۰۸)			
Ln(Industry)	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۸	-	-	-
	(۰/۰۳)	(۰/۰۳)			
D(Ln(EC(-۱)))	-۰/۱۳	-۰/۱۷**	-۰/۱۳	-	-
	(۰/۱۱)	(۰/۱۱)	(۰/۱)		
R^2	۰/۶۵	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۶۴	۰/۶۴

*،** و*** به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۱٪ و ۵٪ و ۱۰٪ هستند. اعداد داخل پرانتز خطای معیار ضرایب هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

به عبارت دیگر، ۱٪ افزایش نرخ رشد اقتصادی در نرخ‌های رشد بالاتر از ۰/۰۱ موجب افزایش نرخ رشد مصرف انرژی به میزان ۰/۲۸ درصد می‌گردد. اما به منظور درک بهتر رابطه میان رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک، به بررسی این رابطه در کشورهای عضو بریک می‌پردازیم و نتایج به‌دست آمده در این دو گروه را مورد مقایسه قرار می‌دهیم.

جدول ٤. نتایج تخمین روابط کوتاه‌مدت به روش خطی و غیرخطی حد آستانه‌ای (کشورهای عضو بریک)

تصریح	۱	۲	۳
ECT(-۱)	-۰/۳*	-۰/۳*	-۰/۳*
	(۰/۰۹)	(۰/۰۹)	(۰/۰۷)
D(Ln(rgdp))	۰/۲۹**	۰/۳۴*	۰/۳۲*
	(۰/۱۲)	(۰/۱۱)	(۰/۱)
D(Ln(rgdp))>=0.09* D(Ln(rgdp))	-	-	۰/۱۹**
			(۰/۰۷)
D(Ln(EC(-۱)))	۰/۶۳*	۰/۶۲*	۰/۴۷*
	(۰/۱۱)	(۰/۱۱)	(۰/۰۹)
D(Ln(Mimport))	-۰/۰۵***	-۰/۰۵***	-۰/۰۵***
	(۰/۰۳)	(۰/۰۳)	(۰/۰۳)
D(Ln(Mexport))	۰/۰۶**	۰/۰۶**	۰/۰۶**
	(۰/۰۳)	(۰/۰۳)	(۰/۰۲)
D(Ln(pop))	۱/۴۳**	۱/۴۴***	۱/۰۴***
	(۰/۷۶)	(۰/۷۶)	(۰/۶۴)
Ln(Urb)	۰/۰۴***	۰/۰۵***	۰/۰۴***
	(۰/۰۳)	(۰/۰۳)	(۰/۰۲)
D(Ln(GFCF))	۰/۰۳	-	-
	(۰/۰۴)		
R^2	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۶۹

*،** و*** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱٪ و ۵٪ و ۱۰٪ هستند. اعداد داخل پرانتز خطای معیار ضرایب هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

به منظور برآورد روابط کوتاه‌مدت خطی و غیرخطی برای کشورهای بریک، عیناً مراحل برآورد توضیح داده شده در مورد کشورهای عضو اوپک را تکرار می‌کنیم.[۱]

ستون‌های اول و دوم جدول ۴ تخمین روابط کوتاه‌مدت خطی و ستون سوم جدول ۴ برآورد رابطه کوتاه‌مدت غیرخطی برای کشورهای بریک را نشان می‌دهند. ضریب تصحیح خطا در هر یک از تصریحات اول تا سوم معنی‌دار بوده و علامت مورد انتظار را دارا هستند. تصریح دوم دارای همان الگوی تصریح اول است، با این تفاوت که در دومی متغیر بی‌معنی نسبت تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به GDP حذف شده است.

همانگونه که در تصریح سوم دیده می‌شود در گروه کشورهای بریک نیز شاهد ارتباط غیرخطی میان رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی هستیم؛ بدین معنا که پس از افزایش نرخ رشد اقتصادی از سطح آستانه، نرخ رشد مصرف انرژی با شدت بیشتری افزایش می‌یابد. اما تفاوتی که میان این گروه از کشورها و گروه کشورهای عضو اوپک در این چهارچوب وجود دارد، از دو جنبه است:

۱. میزان سطح آستانه مربوط به نرخ رشد اقتصادی در کشورهای اوپک به مراتب پایین‌تر است. سطح آستانه رشد اقتصادی برای گروه کشورهای بریک برابر ۰/۰۹ است، در حالی که این رقم برای کشورهای عضو اوپک ۰/۰۱ است.
۲. در کشورهای بریک اثر رشد اقتصادی بر رشد مصرف انرژی در هر دو رژیم رشد اقتصادی پایین و بالا، به مراتب بیشتر از کشورهای اوپک است. پس تبعات زیست‌محیطی ناشی از رشد اقتصادی در این گروه از کشورها بیشتر است.

٦. نتیجه‌گیری

تلاش برای تولید بیشتر و بهتر ضمن اصلاحاتی که در سازماندهی عوامل تولید به عمل می‌آورد، با بهره‌گیری گسترده‌تر و فشرده‌تر از تمامی منابع اعم از منابع انسانی، سرمایه فیزیکی و منابع طبیعی همراه است. به عبارت دیگر هنگامی که نرخ رشد اقتصادی به‌طور محسوسی بالا می‌رود، فشار فزاینده‌ای بر منابع وارد می‌گردد. در این راستا تقاضا برای نیروی انسانی متخصص بالا می‌رود، نیاز به سرمایه و تجهیزات افزایش می‌یابد و مواد خام و انرژی بیشتری به مصرف می‌رسد. محدودیت

۱. به منظور صرفه‌جویی در تعداد صفحات از تکرار آن خودداری کرده‌ایم. گفتنی است همه متغیرها بجز نسبت شهرنشینی نامانا هستند که با یک بار تفاضل‌گیری مانا شده و در الگو به‌کار رفته‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع انرژی و پایان‌پذیری آنها موجب شد که مسائل تقاضای انرژی، حتی برای عرضه‌کنندگان انرژی نیز مهم گردد. با توجه به آنکه کشورهای عضو اوپک دارای منابع غنی انرژی، مخازن بزرگ نفتی، معادن عظیم زیرزمینی و پتانسیل بالقوه انرژی بوده و کشورهای بریک از مصرف‌کنندگان بزرگ انرژی با رشد بالای اقتصادی هستند، تبیین رابطه بین رشد مصرف انرژی و رشد اقتصادی می‌تواند در سیاستگذاری‌های بخش انرژی این کشورها کمک مؤثری نماید.

به نظر می‌رسد که اگر چه افزایش رشد اقتصادی تا حد مشخصی (که آن را سطح آستانه می‌نامیم) موجب افزایش رشد مصرف انرژی می‌شود اما با افزایش رشد اقتصادی بیش از سطح گفته شده، روند رشد مصرف انرژی با شدت بیشتری افزایش پیدا می‌کند که می‌تواند سلامت محیط زیست و رشد پایدار اقتصادی را به خطر بیاندازد.

بنابراین در مقاله حاضر به بررسی فرضیه وجود رابطه غیرخطی میان رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک و کشورهای بریک در دوره ۲۰۰۶-۱۹۸۰ و با استفاده از الگوی تصحیح خطای آستانه‌ای پرداخته‌ایم. نتایج نشان می‌دهد که رشد اقتصادی در هر دو گروه از کشورها، افزایش رشد مصرف انرژی را در پی دارد. اما این رابطه مستقیم میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی، یک رابطه خطی نیست بلکه، رشد اقتصادی بالاتر (مازاد بر سطح آستانه)، رشد مصرف انرژی را با شدت بیشتری افزایش می‌دهد که این امر می‌تواند به انتشار بیشتر گاز Co_2 منجر شده و آلودگی و تخریب محیط زیست را در پی داشته باشد.

با این حال اثرات رشد اقتصادی بر رشد مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک به مراتب کمتر از کشورهای بریک است. در گروه کشورهای بریک سطح آستانه رشد اقتصادی ۰/۰۹ برآورد می‌شود به‌طوری که در رژیم رشد اقتصادی پایین(کمتر از ۰/۰۹) این متغیر با ضریب ۰/۳۲ و در رژیم رشد اقتصادی بالا (بیشتر از ۰/۰۹) با ضریب ۰/۵۱(= ۰/۱۹+۰/۳۲) نرخ رشد مصرف انرژی را افزایش می‌دهد. این در حالی است که رشد اقتصادی بالاتر از سطح آستانه در کشورهای اوپک، نرخ رشد مصرف انرژی را با ضریب ۰/۲۸ افزایش می‌دهد. بنابراین دیده می‌شود که رشد اقتصادی در گروه کشورهای بریک از آنجا که به مصرف بالای انرژی دامن می‌زند یک تهدید جدی برای سلامت محیط زیست در این گروه از کشورها محسوب می‌شود. در واقع می‌توان گفت رشد اقتصادی در کشورهای بریک به بهای تخریب محیط زیست انجام گرفته

Archive of SID

www.SID.ir

است، در حالی که کشورهای عضو اوپک برای رشد اقتصادی بیشتر بهای به مراتب کمتری برحسب مسائل زیست‌محیطی پرداخته‌اند.

منابع

الف- فارسی

احمدیان، مجید (۱۳۷۸)، *اقتصاد نظری و کاربردی نفت*، چاپ اول، تهران.

پورکاظمی، ابراهیمی (۱۳۸۷)، «بررسی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی در خاورمیانه»، فصلنامه *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال ۱۰، شماره ۳۴، بهار، صفحات ۷۱-۵۷.

تقی‌زاده، حسین، *درباره مدل‌های انرژی*، مؤسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه، بی‌تا.

سبوحی، یدا... (۱۳۷۱)، «مروری بر روند تقاضای انرژی برای بررسی و تعیین اولویت‌های تحقیقات انرژی»، شورای پژوهش‌های علمی کشور، کمیسیون انرژی.

عباسی‌نژاد، حسین و داریوش وافی نجار (۱۳۸۳)، «بررسی کارایی و بهره‌وری انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و تخمین کشش نهاده‌ای و قیمت انرژی در بخش صنعت و حمل و نقل با روش TSLS (۱۳۷۹-۱۳۵۰)»، مجله *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۶۶، پاییز، صفحات ۱۳۷-۱۱۳.

فخرایی، سیدحمید (۱۳۷۰)، *مرور ادبیات تقاضای انرژی*، مؤسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه.

مدیرقمی، رضا، *اقتصاد کاربردی نفت و منابع تحقیق در آن*، تهران، روابط عمومی و ارشاد وزارت نفت، بی‌تا.

مزرعتی، محمد (۱۳۷۲)، بررسی تقاضای عمده‌ترین حامل‌های انرژی در ایران، رساله دکتری، دانشگاه تهران.

ب- انگلیسی

Akarca, A. T. and T. V. Long (1979), "Energy and Employment: A Timeseries Analysis of the Causal Relationship", *Resources Energy*, No. 2, pp. 151-162

Akarca, A. T. and T.V. Long (1980), "On the Relationship between Energy and GNP: A Reexamination", *Journal of Energy and Development*, No. 5, pp. 326-331.

Archive of SID

www.SID.ir

Bentzen, J. and T. Engsted (1993), "Short- and Long-run Elasticities in Energy Demand", *Energy Economics*, No. 15, pp. 9-16.

Breitung, J. (2000), The Local Power of some Unit Root Tests for Panel Data, 161-171. In Baltagi, B. H. (Ed.) *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels*, Elsevier,Amsterdam

Chaitanya, V. K. (2007), "Rapid Economic Growth and Industrialization in India, China & Brazil: at What Cost?", Working Paper 2007, No. 1.

Choi, I. (2001), Unit Root Tests for Panel Data", *Journal of International Money and Finance*, No. 20, pp. 249-272

Chousa, J. P., Tamazin, A. and K. Chaitanya (2008), "Rapid Economic Growth at the Cost of Environment Degradation? Panel data Evidence from BRIC Economies", Working Paper, No. 908.

Cleveland, C. J. (1984), "Energy and the US Economy", *A Biophysical Perspective Science*, Vol. 225, pp. 890-897.

Dilp, M. Nachane, Ramesh M. Nadkarni and Ajith V. Karnik (1988), "Co-Integration and Causality Testing of the Energy-GDP Relationship: A Cross-Country Study", *Applied Economics*, Vol. 20, I. 11, pp. 1511-1531.

Enders, W. (1995), *Applied Econometric Time Series*, John Wiley & Sons, Inc., USA.

Engle, R. F. and C. W. J. Granger (1987), "Cointegration and Error Correction Representation, Estimation and Testing", *Econometrica*, Vol. 55, No. 2, pp. 251-276.

Erol, U. and E. S. H. Yu (1987), "On the Causal Relationship between Energy and Income for Industrialized Countries", *Journal of Energy and Development*, No. 13, pp. 113-122.

Galli, R. (1988), "The Relationship between Energy Intensity and Income Levels: Forecasting Long Term Energy Demand in Asian Emerging Economies", *The Energy Journal*, Vol. 19, No. 4, pp. 85-106.

Glasure, Yong U. and Aie-Rie Lee (1997), "Cointegration, Error Correction, and the Relationship between GDP and Energy: The Case of South Korea and Singapore", *Resource and Energy Economics*, No. 20, pp. 17-25.

Grossman, G. and A. Krueger (1992), "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", Discussion Papers in Economics c158, Woodrow Wilson School of Public and International Affairs, Princeton.

Grossman, G. and A. Krueger (1995), "Economic Growth and The Environment", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110, No. 2, pp. 352-377.

Hansen, B. E. (1997), "Sample Splitting and Threshold Estimation", Working paper, Boston College.

Archive of SID

www.SID.ir

Hansen, B. E. (1998), "Threshold Effects in Non-dynamic Panel: Estimation, Testing and Inference", *Journal of Econometrics*, Vol. 93, I. 2, pp. 345-368.

Hsiao, C. (1986), *Analysis of Panel Data*, New York, Cambrige University Press.

Hwang, D. B. K. and B. Gum (1992), "The Causal Relationship between Energy and GNP: The Case of Taiwan", T*he Journal of Energy and Development*, No. 16, pp. 219-226.

Im, K. S., Pesaran, M.H. and Y. Shin (2003), "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels", *Journal of Econometrics*, No. 115, pp. 53-74.

Jean Agras and Duane Chapman (1998), "A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis", *Ecological Economics*, No. 28, pp. 267–277.

Joy O Kadnar (2004), "The Central Asian Republics- Economic Growth and Fossil Fuel Shor t-term Needs Forecast", Business Briefing: *Exploration & Production: The Oil & Gas Review*, pp.1-5.

Kao, C. and M. Chiang (2000), "On the Estimation and Inference of a Cointegrated Regression in Panel Data", *Advances in Econometrics*, No. 15, pp. 179-222.

Kouris, G. (1976), "The Determinants of Energy Demand in the EEC Area", *Energy Policy*, Vol. 6, No. 4, pp. 343-355.

Kraft, J. and A. Kraft (1978), "On the Relationship between Energy and GNP", *Journal of Energy and Development*, No. 3, pp. 401-403.

Levin, A. and C. F. Lin (1993), "Unit Root Tests in Panel Data: New Results", Working Paper, University of California, San Diego.

McCoskey, S. and C. Kao (1998), "A Residual-based Test of the Null of Cointegration in Panel Data", *Econometric Reviews*, No. 17, pp. 57-84.

Ng, S. and P. Perron (2001), "Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests With Good Size and Power", *Econometrica*, No. 69, pp. 1519-1554.

Panayotou, T. (2000), "Economic Growth and the Environment", Center for International Development at Harvard University. Working Paper, Vol. 56.

Roca, J. and V. Alcantara (2001), "Energy Intensity, CO2 Emissions and the Environmental Kuznets Curve, The Spanish Case", *Energy Policy*, Vol. 29, pp. 553-556.

Saboohi, y. (1371), *Energy Systems: Planning Methodologies and Models*, Tehran, University of Sharif, p. 117

Shafik, N. (1994), "Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis", *Oxford Economic Papers*, No. 46, pp. 757-773.

Shafik, N. and S. Bandyopadhyay (1992), "Economic Growth and Environmental Quality: Time-series and Cross-Country Evidence",

Archive of SID

www.SID.ir

Background Paper for World Development Report 1992, The World Bank, Washington, D.C.

Soytas, U. and R. Sari (2003), "Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets", *Energy Economics*, Vol. 25, pp. 33-37.

Stern, D. I. (1993), "Energy Use and Economic Growth in the USA: A Multivariate Approach", *Energy Economics*, No. 15, pp. 137-150.

Stern, D. I. (2000), "A Multivariate Cointegration Analysis of the Role of Energy in the US Macroeconomy", *Energy Economics*, No. 22, pp. 267-283.

Stern, D. I. (2002), "Explaining Changes in Global Sulfur Emissions: An Econometric Decomposition Approach", *Ecological Economics*, No. 42, pp. 201-220.

Suri, V. and D. Chapman (1998), "Economic Growth, Trade and Energy: Implications for the Environmental Kuznets Curve", *Ecological Economics*, Special Issue on the Environmental Kuznets Curve, No. 25, pp. 195-208.

Tucker, M. (1995), "Carbon Dioxide Emissions and Global GDP", *Ecological Economics*, Vo. 15, No. 3, pp. 215-223.

Ugur Soytas and Sari Ramazan (2007), "Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member", MARC Working Paper Series Working Paper No. 2007-02

Wietze Lise and Kees Van Montfort (2006), "Energy Consumption and GDP in Turkey: Is There a Co-integration Relationship?", *Energy Economics*, August, pp. 1-13.

World Development Indicators (2008), World Bank, Washington D.C.

Yang, Hao-Yen (2000), "A Note on the Causal Relationship between Energy and GDP in Taiwan", *Energy Economics*, No. 22, pp. 309-317.

Yu, E. S. H. and B. K. Hwang (1984), "The Relationship between Energy and GNP: Further Results", *Energy Economics*, No. 6, pp. 186-190.

Yu, E. S. H. and J. C. Jin (1992), "Cointegration Test of Energy Consumption, Income and Employment", *Resources Energy*, No. 14, pp. 259-266.

Yu, E. S. H. and J. Y. Choi (1985), "The Causal Relationship between Energy and GNP: An International Comparison", *Journal of Energy and Development*, No. 10, pp. 249-272.

Archive of SID

www.SID.ir