

رشد اقتصادی و مصرف انرژی: مقایسه تطبیقی کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته (دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۰)

محمد حسن فطرس*

دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه بوعلی سینا-

همدان

سودا جبرائیلی

کارشناس ارشد علوم اقتصادی

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۰

چکیده

این مطالعه، رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ۷۵ کشور در حال توسعه و توسعه یافته را طی دوره زمانی ۱۹۷۰-۲۰۰۸ بررسی و این رابطه مذکور را در این دو گروه از کشورها با یکدیگر مقایسه می‌کند. بدین منظور، از آزمون‌های ریشه واحد پانلی، هم‌انباشتگی پانلی و حداقل مربعات ادغام شده استفاده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد در بلندمدت رابطه هم‌انباشتگی بین متغیرها در بین کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته وجود دارد؛ هر چند که این دو بردار با هم تفاوت دارند. همچنین، طی دوره مورد بررسی، کشورهای توسعه یافته نسبت به کشورهای در حال توسعه از لحاظ مصرف انرژی در سطح بالاتری قرار دارند. اما، میزان اثرگذاری بلندمدت مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته کمتر از کشورهای در حال توسعه است.

طبقه‌بندی JEL: O₄₀, Q₄₃, C₂₂

کلید واژه‌ها: مصرف انرژی، رشد اقتصادی، ریشه واحد پانلی، هم‌انباشتگی پانلی، حداقل مربعات ادغام شده.

Economic Growth and Energy Consumption: A Comparison of Developing and Developed Countries during the Period of 1970-2008

Mohammad Hassan Fotros

Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Social Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

Sevda Jabraili

M.A in Economics

Abstract

This study investigates the relationship between energy consumption and economic growth in a panel of 75 selected developed and developing countries from 1970 to 2008. To that end, different panel unit root tests, panel cointegration and pooled least square are used. Results indicate the existence of Co integration relationship between economic growth and energy consumption in the long run both in developed and in developing countries. However, the co integrating vectors are not the same. Also, in the period of investigation, the developed countries have had a higher level of energy consumption than developing countries; but the long run effects of energy consumption on economic growth in developing countries have been greater than that in developed countries.

JEL Classification: O₄₀, Q₄₃, C₂₂

Keywords: Energy Consumption, Economic Growth, Panel Unit Root, Panel Cointegration, Pooled Least Square.

۱- مقدمه

انرژی از عوامل مهم تولید، است که در کنار سایر عوامل تولید نقش تعیین کننده‌ای در اقتصاد کشورها به عهده دارد. دسترسی کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته به انواع منابع جدید انرژی، برای توسعه اقتصادی آن‌ها اهمیت اساسی دارد. رشد و توسعه اقتصادی از اهداف اصلی سیاستگذاری اقتصادی محسوب می‌شود. پژوهش‌های متعدد نشان داده‌اند سرعت روند رشد اقتصادی کشورهای جهان تا حدود زیادی به سطح مصرف کارآی انرژی بستگی دارد (Mazreati, 1999). بهبود سطح زندگی مردم و مکانیزه شدن تولید جهت ارتقای سطح بهره‌وری نیروی کار، افزایش سریع مصرف انرژی را موجب می‌شود. افزایش سریع مصرف انرژی در مراحل

اولیه‌ی رشد اقتصادی اتفاق می‌افتد. در مراحل بعدی رشد، مباحث رشد پایدار و مسایل زیست محیطی از جمله ناشی از مصرف انرژی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند و انتظار می‌رود روند افزایش مصرف انرژی به دلیل استفاده بهینه از آن کاهش یابد (Fotros, 2006).

اهمیت انرژی در فرآیند تولید محصولات مختلف از سوئی و کمیابی آن از سوی دیگر، همچنین، با توجه به گستردگی منابع انرژی در برخی از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته و نیز تأثیر مصرف انرژی بر آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی (UNDP, 2011)، مستلزم توجه بیشتر فعالان اقتصادی برای استفاده‌ی کارآمدتر از این عامل است. به علاوه، با توجه به تفاوت ساختار کشورها و تفاوت آنها در برخورداری از منابع انرژی و همچنین عملکرد متفاوت این دو گروه از کشورها، بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته موضوع با اهمیتی است. نتایج چنین مطالعات و بررسی‌هایی می‌تواند ابزارهای نظری و تجربی را تدقیق کند تا با کمک آن‌ها به تجزیه و تحلیل دقیق‌تر موضوع پرداخته شود و در این زمینه استراتژی‌های مناسب‌تری اتخاذ شود.

در این مقاله با توجه به تفاوت‌های برخورداری از منابع انرژی و نیز تفاوت‌های ساختاری، عملکردی و رفتاری دو گروه منتخب از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه و همچنین، به منظور بررسی مقایسه‌ای رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در این دو گروه از کشورها، از روش هم‌انباشتگی پانلی^۱ استفاده شده است.^۲ بر این اساس، پرسش‌های زیر مطرح می‌شود: آیا رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته وجود دارد؟ رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته در بلندمدت چگونه است؟

برای پاسخ به این پرسش‌ها ساختار مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است: پس از مرور پایه‌های نظری و مطالعات تجربی، الگوی تحقیق و روش برآورد معرفی، سپس، ساختار مصرف

1- Panel Cointegration

۲- آزمون‌ها و برآوردهای روش هم‌انباشتگی پانلی از استحکام بیشتری برخوردار است و در مقایسه با الگوهای پانل مرسوم جامع‌تر و پیشرفته‌تر می‌باشد. با توجه به این روش می‌توان ایستایی و هم‌انباشتگی متغیرها را به‌طور همزمان بررسی کرد. همچنین، در این روش احتمال این که دچار رگرسیون ساختگی شویم، بسیار کمتر است.

انرژی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته بررسی شده است. بخش‌های بعدی به برآورد الگو و تجزیه و تحلیل یافته‌ها می‌پردازد. نتیجه‌گیری بحث، در بخش پایانی ارائه شده است.

۲- پایه‌های نظری و مطالعات تجربی

انرژی به عنوان نیروی محرکه فعالیت‌های تولیدی و خدماتی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و نقش مؤثری در رشد اقتصادی ایفا می‌کند. برای تحلیل رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، به طور اجمالی به دیدگاه چند تن از نظریه‌پردازان اشاره می‌کنیم:

استرن (۱۹۹۳) به نقل از اقتصاددانان اکولوژیست بیان می‌کند انرژی، مهم‌ترین عامل رشد است و نیروی کار و سرمایه عوامل واسطه‌ای هستند که برای به کارگیری به انرژی نیاز دارند. همچنین، به نقل از اقتصاددانان نئوکلاسیک بیان می‌کند انرژی از طریق تأثیری که بر نیروی کار و سرمایه می‌گذارد، به طور غیرمستقیم بر رشد اقتصادی مؤثر است.

در چارچوب مکتب نئوکلاسیک نیز، استرن و کلوند^۱ (۲۰۰۴) رابطه بین مصرف انرژی و فعالیت‌های اقتصادی را به صورت تابع تولید زیر بیان کرده‌اند:

$$(Q_1, \dots, Q_m) = f(A, X_1, \dots, X_n, E_1, \dots, E_p)$$

که در آن، Q_i تولید کالاها و خدمات مختلف؛ X_i ، نهاده‌های مختلف تولیدی از قبیل سرمایه، نیروی کار و غیره است؛ E_i ، نهاده‌های متفاوت انرژی مانند نفت، زغال سنگ و مانند آن‌هاست؛ A ، وضعیت تکنولوژیکی یا شاخص بهره‌وری کل عوامل است. در تابع بالا، رابطه بین انرژی و تولید کل به وسیله عواملی از قبیل جانشینی بین انرژی و دیگر نهاده‌ها، تغییرات تکنولوژیکی، تغییر در ترکیب انواع انرژی و تغییر ترکیب محصول تولیدی تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

پکروسکی^۲ (۲۰۰۳) نیز برای دستیابی به تولید بهینه، دیدگاه ساده‌ای شامل سه عامل موجودی سرمایه، نیروی کار و مصرف انرژی را در نظر گرفت. همچنین، وی بیان کرد اقتصاد، ترکیبی از دو بخش انرژی و غیرانرژی است. به این صورت که تولید بخش انرژی اثر خارجی^۳

1- Stern and Cleveland

2- Pokrovski

3- Externality Effect

(صرفه اقتصادی) برای تولید بخش غیر انرژی بوجود می‌آورد؛ متغیرهایی که بر رشد اقتصادی اثر می‌گذارند شامل نرخ سرمایه‌گذاری، رشد نیروی کار و اثرات چندگانه^۱ رشد مخارج انرژی و اندازه مصرف انرژی هستند.

اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برنندت و وود^۲ (۱۹۷۵) استدلال می‌کنند انرژی عامل تولیدی در تابع تولید کل است. تابع تولید پیشنهادی آن‌ها به صورت $Q=f[G(K,E),L]$ است. به این مفهوم که انرژی و سرمایه با هم ترکیب شده، عامل تولید G را ایجاد می‌کنند که پس از ترکیب با نیروی کار، محصول به دست می‌آید. بنابراین، انرژی ارتباط تفکیک پذیر ضعیفی با نیروی کار دارد.

در نظریه‌های جدید رشد نیز هرچند که عامل انرژی وارد الگو شده است، ولی در الگوهای مختلف، اهمیت آن یکسان نیست. بنابراین، با توجه به مبانی نظری موجود، درخصوص توجیه وجود ارتباط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، وجود چنین رابطه‌ای از دیدگاه نظری منطقی و قابل توجیه است. در ادامه، مهم‌ترین مطالعات خارجی صورت گرفته در زمینه رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی با استفاده از روش هم‌انباشتگی پانلی به اختصار مرور می‌شوند.

لی، چانگ و چن^۳ (۲۰۰۸) با تکنیک‌های هم‌انباشتگی پانلی و مدل تصحیح خطای برداری در پانل^۴ به بررسی رابطه بین مصرف انرژی و درآمد با استفاده از تابع تولید کل و با فرض ثابت بودن موجودی سرمایه برای ۲۲ کشور عضو OECD برای دوره زمانی ۲۰۰۱-۱۹۶۰ پرداخته‌اند و نتیجه گرفتند که رابطه تعادلی بلندمدت بین هر سه متغیر برقرار است.

آپرگیس و پاینه^۵ (۲۰۰۹) با استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی پانلی، رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در ۶ کشور آمریکای مرکزی برای دوره زمانی ۲۰۰۴-۱۹۸۰ مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی، نیروی کار و سرمایه هم-انباشته‌اند. همچنین، ضرایب متغیرها مثبت بوده، از لحاظ آماری معنادار بودند.

-
- 1- Multiple Effects
 - 2- Berndt & Wood
 - 3- Lee, Chang, & Chen
 - 4- VECM: Vector Error Correction Model
 - 5- Apergis & Payne

لرده و گوی^۱ (۲۰۰۹) رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را برای ۲۳ کشور آمریکای لاتین و کارائیب^۲ و دوره زمانی ۲۰۰۴-۱۹۸۰ به کمک تحلیل‌های هم‌انباشتگی پانلی و مدل VECM بررسی کردند. نتایج حاکی است که رابطه بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی^۳ واقعی، مصرف انرژی، سرمایه و نیروی کار وجود دارد. همچنین، ۱٪ افزایش در مصرف انرژی، سرمایه و نیروی کار به ترتیب، تولید را در حدود ۰/۰۸۳، ۰/۰۷۸ و ۰/۵۸۶ درصد افزایش می‌دهد.

آپرچیس و پاینه (۲۰۱۰) به بررسی رابطه هم‌انباشتگی و علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ۹ کشور آمریکای جنوبی برای دوره زمانی ۲۰۰۵-۱۹۸۰ با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی پانلی و مدل تصحیح خطا بر اساس پانل پرداختند و به این نتایج رسیدند که بر اساس آزمون هم‌انباشتگی ناهمگن^۴ پدرونی، یک رابطه تعادلی بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی واقعی، مصرف انرژی، نیروی کار و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص واقعی وجود دارد. همچنین، ضرایب متغیرها مثبت و از لحاظ آماری معنی‌دارند. نتایج علیت گرنجری نیز بر این اشاره دارند که هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت، رابطه علی یک طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد.

نور و صدیقی^۵ (۲۰۱۰) رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت در ۵ کشور آسیای جنوبی (بنگلادش، هند، نپال، پاکستان و سریلانکا) با استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی پانلی، مدل تصحیح خطا و حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل یافته^۶ برای دوره‌ی زمانی ۲۰۰۶-۱۹۷۱ بررسی کردند. نتایج آن‌ها بیان می‌کند که در کوتاه‌مدت، علیت یک طرفه از تولید ناخالص داخلی سرانه به مصرف انرژی سرانه وجود دارد. در بلندمدت نیز ۱٪ افزایش در مصرف انرژی سرانه منجر به کاهش ۰/۱۳ درصد تولید ناخالص داخلی سرانه می‌شود. ایمران و صدیقی (۲۰۱۰) با استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی پانلی، ریشه واحد پانلی و مدل

1- Lorde & Guy

2- Caribbean

3- Gross Domestic Product (GDP)

4- Heterogeneous

5- Noor & Siddiqi

6- FMOLS: Fully Modified Ordinary Least Square

7- Imran & Siddiqi

مدل تصحیح خطای پانلی رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را، با در نظر گرفتن متغیرهای سرمایه و نیروی کار، در ۳ کشور عضو SAARC^۱ (بنگلادش، هند و پاکستان) طی دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۱ مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی، نیروی کار و سرمایه هم‌انباشته‌اند. همچنین، در بلندمدت رابطه علی یک طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد.

در مطالعات تجربی داخلی، در این زمینه با استفاده از روش هم‌انباشتگی پانلی، تنها یک مطالعه صورت گرفته است (Behboudi et al, 2009). ایشان به منظور بررسی رابطه بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در میان کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته در طی دوره زمانی ۲۰۰۶-۱۹۷۰، از آزمون‌های ریشه واحد پانلی، هم‌انباشتگی پانلی و حداقل مربعات ادغام شده استفاده کردند و نشان دادند که رابطه هم‌انباشتگی بین متغیرها در بلندمدت در بین کشورهای منتخب وجود دارد.

۳- معرفی الگوی تحقیق و روش برآورد

۳-۱: الگوی تحقیق

در این مطالعه، به منظور تجزیه و تحلیل رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در میان کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، چارچوب اصلی مورد استفاده، الگوی لی و همکاران (Lee et al, 2008) است:

$$LGDP_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \gamma_{1i} LEC_{it} + \gamma_{2i} LK_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

که در آن LGDP لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه بر حسب دلار به قیمت ثابت سال پایه ۲۰۰۰ (معرف رشد اقتصادی)، LEC لگاریتم مصرف سرانه انرژی بر حسب کیلوگرم معادل نفت خام و LK لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص سرانه^۲ بر حسب دلار به قیمت ثابت سال پایه ۲۰۰۰ است که از تقسیم شاخص تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بر حسب دلار به قیمت ثابت سال

۱. اتحادیه‌ی همکاری‌های منطقه‌ای آسیای جنوبی

پایه ۲۰۰۰ بر جمعیت به دست آمده است. همچنین، t روند زمانی و ε نشانگر جمله‌ی اخلال است. منبع داده‌های مربوط به تمام متغیرها، شاخص‌های توسعه جهانی (WDI 2010) از انتشارات بانک جهانی است.

بنا به مطالعات تجربی و مبانی نظری موجود، انتظار می‌رود علامت متغیرهای لگاریتم مصرف انرژی سرانه و لگاریتم سرمایه سرانه در کشورهای منتخب مثبت باشند. همچنین، انتظار می‌رود متغیرهای لگاریتم مصرف انرژی سرانه و لگاریتم تولید ناخالص داخلی (رشد اقتصادی) در این کشورها در بلندمدت هم‌انباشته باشند. دوره‌ی زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۰^۱ و جامعه آماری ۷۵ کشور در حال توسعه و توسعه‌یافته است که به عنوان نمونه‌ی آماری انتخاب شدند که شامل ۶۱ کشور در حال توسعه و ۱۴ کشور توسعه یافته می‌باشند.^۲

۲-۳: روش برآورد

در این قسمت، ابتدا، آزمون ریشه واحد پانلی و سپس هم‌انباشتگی پانلی را بکار می‌رند. در مرحله‌ی آخر رابطه‌ی بلندمدت برای پانل‌های هم‌انباشته با استفاده از آزمون حداقل مربعات ادغام شده^۳ استخراج شده است.

۱-۲-۳: آزمون‌های ریشه واحد در داده‌های پانلی

۱-۲-۳-۱: آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو^۴ و ایم، پسران و شین^۵

در داده‌های پانلی، استفاده از آزمون ریشه واحد برای ترکیب داده‌ها، نسبت به استفاده از آزمون ریشه واحد برای هر مقطع به صورت جداگانه، دارای قدرت بیشتری است. برای تشریح این آزمون‌ها، الگوی $AR(1)$ بین‌بخشی زیر را در نظر می‌گیریم:

۱- داده‌های مورد نیاز برای متغیرهای مورد استفاده در الگو با توجه به اینکه از WDI 2010 انتخاب شده‌اند، فقط در محدوده زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۰ در دسترس بودند.

۲- برای مشاهده اسامی کشورهای نمونه به جدول پیوست در انتهای مقاله رجوع شود.

3- Pooled Least Square

4- Levine, Lin & Chu (LLC)

5- Im, Pesaran & Shin (IPS)

$$Y_{it} = \rho_i Y_{i,t-1} + X'_{it} \delta_i + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

که در آن، Y_{it} متغیر تولید ناخالص داخلی، $i=1,2,\dots,N$ معرف کشورهای، $t=1,2,\dots,T$ بیانگر دوره زمانی، ρ_i ضریب خودهمبستگی برای هر مقطع، X_{it} نماینده عرض از مبدأ و روند زمانی هستند؛ ε_{it} جمله‌ی اخلاص است که دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس δ^2 است و فرض می‌شود که در بین کشورهای مختلف، مستقل از هم هستند. براساس الگوی فوق، اگر $|\rho_i| < 1$ باشد، در این صورت، Y_i ایستا و چنانچه $|\rho_i| = 1$ باشد، Y_i دارای ریشه واحد است و نایستایی باشد؛ یعنی، $(I(1))$.

در مورد ρ_i دو پیش فرض وجود دارد: فرض اول این که ρ_i برای تمامی کشورهای یکسان است یعنی $\rho_i = \rho$. آزمون LLC براساس این فرض تعریف شده‌اند. فرض دوم این است که ρ_i بین کشورهای یکسان نیست. آزمون IPS بر این اساس است.

$$H_0: \rho_i = 0 \quad i = 1, 2, \dots, N$$

$$H_1: \begin{cases} \rho_i < 0 & i = 1, 2, \dots, N_1 \\ \rho_i = 0 & i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N \end{cases} \quad 0 < N_1 < N \quad (3)$$

در آماره آزمون‌های لوین، لین و چو (۲۰۰۲) و ایم، پسران و شین (۲۰۰۳) فرض صفر مبنی بر نایستایی است.

۲-۲-۳: آزمون هم‌انباشتگی پانلی

۱-۲-۲-۳: آزمون هم‌انباشتگی پانلی پدرونی

بررسی وجود هم‌انباشتگی متغیرها در داده‌های پانلی از اهمیت خاصی برخوردار است. آزمون‌های هم‌انباشتگی پانلی، دارای قدرت بیشتری نسبت به آزمون‌های هم‌انباشتگی برای هر مقطع به صورت جداگانه است. زیرا، این آزمون‌ها حتی در شرایطی که دوره زمانی کوتاه‌مدت و اندازه نمونه نیز کوچک‌اند قابلیت استفاده را دارند (Baltagi, 2005, 252).

برای انجام آزمون هم‌انباشتگی داده‌های پانلی، پدرونی (۲۰۰۴) پس از برآورد رابطه بلندمدت بین متغیرها، از آماره‌های زیر برای آزمون هم‌انباشتگی استفاده کرد:

$$DF_{\rho} = \frac{\sqrt{NT}(\hat{\rho} - 1) + 3\sqrt{N}}{\sqrt{10.2}} \quad (4)$$

$$DF_t = \sqrt{1.25}t_\rho + \sqrt{1.875N} \quad (5)$$

در رابطه فوق، ρ ضریب رگرسیون خطای بلندمدت روی وقفه خطاهای حاصل از تخمین مدل به روش ترکیبی (e_{it}) به صورت زیر است:

$$\hat{e}_{it} = \rho \hat{e}_{it-1} + u_i \quad (6)$$

N در آماره‌های DF_t و DF_ρ نشان‌دهنده تعداد مقطع‌ها و t_ρ مقدار t استاندارد ضریب رابطه ۵ است. آماره‌های استخراج شده، هر دو دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس ۱ هستند. فروض انجام آزمون هم‌انباشتگی داده‌های پانلی، به صورت زیر است (Pedroni, 2004, PP. 597-): (625)

$$H_0 : \rho = 1$$

$$H_1 : \rho < 1$$

دو نوع آزمون بوسیله پدرونی پیشنهاد شده است:

نوع اول مبتنی بر رویکرد درون گروهی^۱ است، که شامل چهار آماره‌ی *Panel v - Statistic*، *Panel ρ - Statistic*، *Panel PP - Statistic* و *Panel ADF - Statistic* می‌باشد. فرضی $H_0 : \rho_i = 1$ صفر و فرضی $H_1 : \rho_i = \rho < 1$ می‌باشد. آماره‌ها بصورت $H_1 : \rho_i = \rho < 1$ می‌باشد.

آزمون دوم پدرونی، بر روش بین گروهی^۲ مبتنی است، که شامل سه آماره‌ی *group ρ - Statistic*، *group PP - Statistic* و *group ADF - Statistic* می‌باشد. فرضیه‌ی مقابل برای آماره‌ی این آزمون‌ها به صورت $H_1 : \rho_i < 1$ برای تمامی i ها است.

۴- ساختار مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته

۴-۱: روند مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته

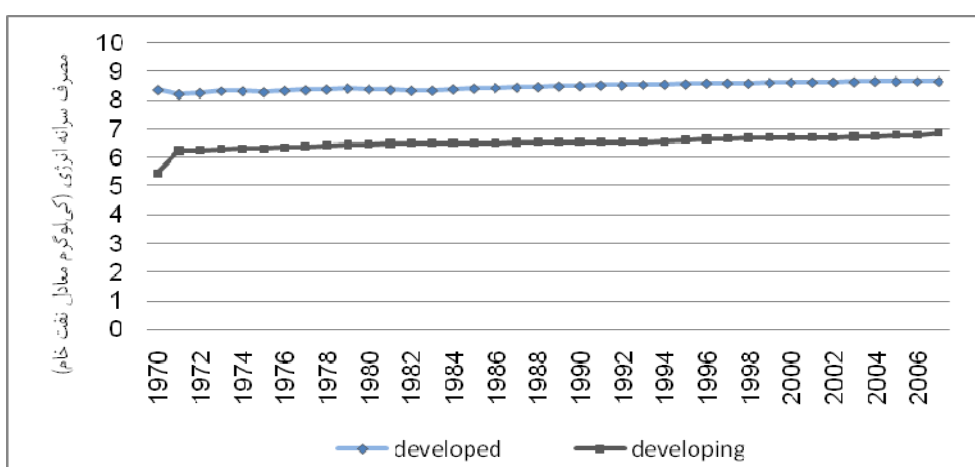
چگونگی مصرف انرژی علاوه بر شرایط اقلیمی، ساختار اقتصادی، اجتماعی، مقطع زمانی، سطح تکنولوژی موجود و همچنین به سطح رفاه اقتصادی بستگی دارد. الگوی از پیش تعیین شده-

1- Within-dimension

2- Between-dimension

ای برای مصرف انرژی در این گروه از کشورها وجود ندارد. افزایش سطح زندگی و توسعه صنعتی و در نتیجه رشد تولید ناخالص ملی کشورهای توسعه یافته سریع و به صورت تزايدی مصرف انرژی را گسترده‌تر می‌سازد. در کشورهای در حال توسعه نیز، عواملی از جمله رشد سریع جمعیت، توسعه شهرنشینی، افزایش سطح زندگی و رفاه، موجب شده است که دامنه‌ی مصرف انرژی نیز گسترش یابد. این افزایش به نسبت کمتر از کشورهای توسعه یافته است.

نمودار (۱)، متوسط لگاریتم مصرف انرژی سرانه را در کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته طی دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۰ نشان می‌دهد.



نمودار (۱): متوسط لگاریتم مصرف سرانه انرژی در کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته

طی دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۰

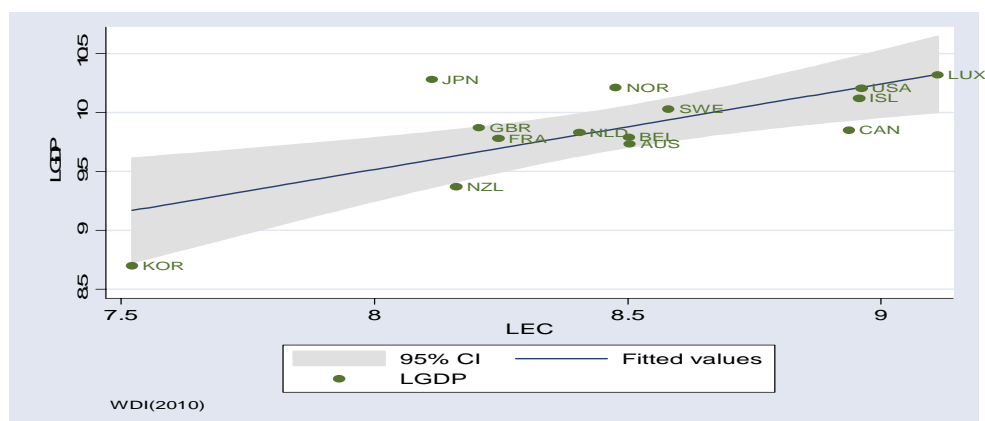
منبع: (WDI, 2010)

نمودار حاکی است که متوسط مصرف انرژی سرانه بر حسب کیلوگرم معادل نفت خام در کشورهای توسعه یافته نسبت به کشورهای در حال توسعه در سطح بالاتری قرار دارند. در هر دو گروه از کشورها متوسط مصرف سرانه انرژی در طول دوره زمانی مورد بررسی، نسبت به ابتدای دوره روند صعودی داشته است.

کم‌ترین و بیش‌ترین میزان مصرف سرانه انرژی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته به

ترتیب، در سال‌های ۱۹۷۰ (۵/۴۵ کیلوگرم معادل نفت خام)، ۲۰۰۸ (۶/۹۷ کیلوگرم معادل نفت خام) و سال‌های ۱۹۷۱ (۸/۲۱ کیلوگرم معادل نفت خام)، ۲۰۰۶ (۸/۶۶ کیلوگرم معادل نفت خام) می‌باشد.

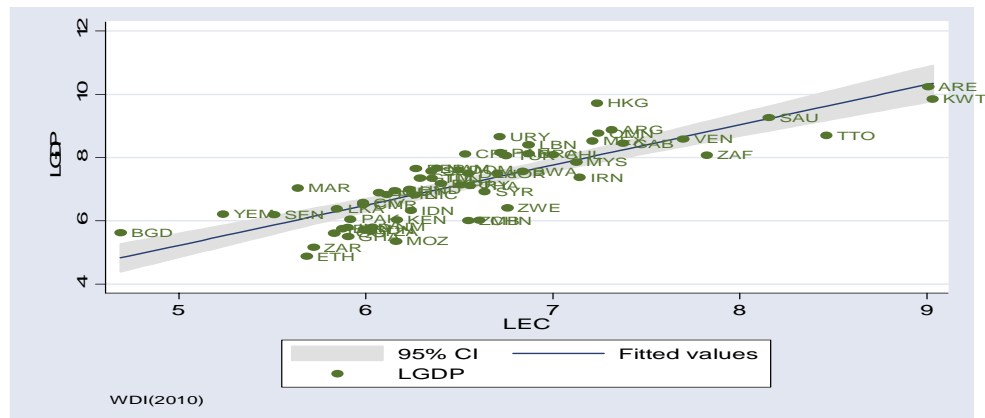
۲-۴: رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته مصرف انرژی و رشد اقتصادی با یکدیگر در ارتباط هستند. استفاده از انرژی در کشورهای مختلف با توجه به درجه توسعه یافتگی آنها متفاوت است. چون کشورها از سطح توسعه یکسانی برخوردار نیستند، ارتباط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در این کشورها متفاوت است. با استفاده از نمودار پراکنش (۲)، رابطه بین متوسط لگاریتم مصرف انرژی سرانه و متوسط لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه (رشد اقتصادی) در کشورهای منتخب توسعه یافته طی دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۰ ترسیم شده است. از نمودار می‌توان ملاحظه کرد شیب خطی که رابطه بین مصرف انرژی سرانه را با رشد اقتصادی نشان می‌دهد، مثبت است. در واقع، نمودار وجود رابطه مثبت بین مصرف انرژی سرانه و رشد اقتصادی را در کشورهای توسعه یافته تأیید می‌کند.



نمودار (۲): لگاریتم مصرف انرژی سرانه و تولید ناخالص داخلی سرانه (رشد اقتصادی) در کشورهای منتخب توسعه یافته طی دوره زمانی ۲۰۰۶-۱۹۷۰

نمودار پراکنش (۳) نیز رابطه بین لگاریتم مصرف انرژی سرانه را با رشد اقتصادی در

کشورهای منتخب در حال توسعه نشان می‌دهد. در این دسته از کشورها نیز مثل کشورهای توسعه یافته متغیر مصرف سرانه انرژی با رشد اقتصادی حرکت همسو دارد؛ به عبارت دیگر، با افزایش مصرف سرانه انرژی، رشد اقتصادی نیز افزایش یافته است و بالعکس.



نمودار (۳): لگاریتم مصرف انرژی سرانه و تولید ناخالص داخلی سرانه (رشد اقتصادی) در کشورهای منتخب در حال توسعه طی دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۰

از مقایسه دو نمودار بالا مشاهده می‌شود که هر چند که کشورهای توسعه یافته از لحاظ مصرف انرژی در سطح بالاتری نسبت به کشورهای در حال توسعه قرار دارند، ولی میزان اثرگذاری بلندمدت مصرف انرژی بر تولید ناخالص داخلی در بلندمدت (شیب) در کشورهای توسعه یافته کمتر از کشورهای در حال توسعه است.

برآورد الگو و تجزیه و تحلیل یافته‌ها

در این قسمت به منظور برآورد الگو و بررسی وجود اختلاف در رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته از آزمون‌های ریشه واحد پانلی، هم‌انباشتگی پانلی و برای به دست آوردن رابطه هم‌انباشتگی از آزمون حداقل مربعات ادغام شده استفاده می‌شود.

ابتدا باید از ایستاد بودن متغیرها اطمینان حاصل شود. بنابراین، در این قسمت با استفاده از آماره

آزمون‌های LLC و IPS ایستایی متغیرها بررسی می‌شوند. نتایج آماره این آزمون‌ها در جدول (۱) آمده است.

با توجه به نتایج جدول (۱)، متغیرهای لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، لگاریتم مصرف انرژی سرانه و لگاریتم سرمایه سرانه، در سطح و با در نظر گرفتن عرض از مبدأ و روند ایستا نمی‌باشند. بنابراین، فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد را نمی‌توان رد کرد. در این حالت متغیرها با یکبار تفاضل‌گیری، ایستا می‌شوند (برای جلوگیری از تطویل نتایج ارائه نشده است). بنابراین، متغیرهای فوق انباشته از مرتبه اول ($I(1)$) هستند.

جدول (۱): نتایج آزمون ریشه واحد LLC و IPS برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته - در سطح و با در نظر گرفتن عرض از مبدأ و روند

متغیر	LLC		IPS	
	t-statistic	prob	t-statistic	prob
LGDP	-0.60	0.27		0.72
		0.76		
LEC	-1.19	0.11		-0.18
		0.42		
LK	-0.96	0.16		0.13
		0.55		

منبع: محاسبات تحقیق

جدول (۲): نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانلی پدرونی با در نظر گرفتن عرض از مبدأ و روند

آماره آزمون	t - statistic	احتمال
Panel ν -statistic	5.04	0.00
Panel ρ -statistic	9.20	0.00
Panel PP-statistic	-2.06	0.04
Panel ADF-statistic	6.10	0.00
Group ρ -statistic	11.28	0.00
Group PP-statistic	-1.15	0.20
Group ADF-statistic	6.82	0.00

منبع: محاسبات تحقیق

در مرحله بعد از آزمون با استفاده از هم‌انباشتگی پانلی پدرونی، هم‌انباشتگی متغیرها را در

بلندمدت بررسی می‌کنیم که نتیجه این آماره آزمون در جدول (۲) نشان داده شده است. بر اساس آماره آزمون پدرونی، متغیرهای الگو در سطح ۵٪ معنی‌دار هستند؛ بنابراین، فرضیه صفر مبتنی بر عدم هم‌انباشتگی متغیرها رد می‌شود، پس، متغیرها در بلندمدت هم‌انباشته‌اند.

حال با تأیید وجود رابطه بلندمدت و هم‌انباشتگی بین متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی، در این مرحله رابطه بلندمدت معین می‌شود. برای این کار، ابتدا بهترین مدل پانل بر اساس تئوری‌های اقتصادی و معیارهای اقتصادسنجی انتخاب می‌شود. با در نظر گرفتن مدل اصلی، سه مدل دیگر با لحاظ کردن متغیرهای مجازی^۱ به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود که نتایج مربوط به این تخمین‌ها در جدول (۳) آمده است:

$$LGDP_{it} = \alpha_i + \lambda_i D + \delta_i t + \gamma_{1i} LEC_{it} + \gamma_{2i} LK_{it} + \varepsilon_{it} \text{ مدل اول}$$

$$LGDP_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \gamma_{1i} LEC_{it} + \gamma_{2i} LK_{it} + \beta_i D.LEC_{it} + \varepsilon_{it} \text{ مدل دوم}$$

$$LGDP_{it} = \alpha_i + \lambda_i D + \delta_i t + \gamma_{1i} LEC_{it} + \gamma_{2i} LK_{it} + \beta_i D.LEC_{it} + \varepsilon_{it} \text{ مدل سوم}$$

جدول (۳). نتایج تخمین مدل برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته

با در نظر گرفتن متغیرهای مجازی

متغیر	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	
C	1.43 (42.86)	1.44 (42.67)	1.38 (38.17)	
LEC	0.22 (30.55)	0.22 (29.94)	0.23 (28.77)	
LK	0.76 (129.15)	0.76 (131.44)	0.75 (121.00)	D*
	0.17 (13.32)	-----	0.59 (4.53)	
D.LEC**	-----	0.02 (13.43)	-0.05 (-3.22)	
t	0.001 (3.92)	0.001 (3.66)	0.001 (4.46)	

اعداد داخل پرانتز بیانگر آماره آزمون t می‌باشد

* - متغیر مجازی به عنوان عرض از مبدأ

** - متغیر مجازی به صورت حاصل ضرب با مصرف انرژی

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج جدول (۳)، بیانگر این است که در مدل اول، علامت کلیه ضرایب مطابق انتظار هستند. متغیر مجازی D نیز در سطح ۵٪ معنی دار است و دارای علامت مثبت است. به این معنی که کشورهای توسعه یافته از لحاظ مصرف انرژی سرانه در سطح بالاتری نسبت به کشورهای در حال توسعه قرار دارند. نتایج این مدل یافته‌های قبلی را تأیید می‌کند.

در مدل دوم نیز میزان اثر گذاری مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مقایسه شده است که نتایج نشان می‌دهد علامت ضرایب تمام متغیرها طبق تئوری بوده، به طوری که با افزایش مصرف انرژی سرانه، سرمایه سرانه و تغییرات تکنولوژیکی، رشد اقتصادی این کشورها نیز افزایش یافته است. متغیر مجازی وارد شده در مدل نیز دارای علامت مثبت است که این نتیجه، یافته‌های قبلی را نقض می‌کند؛ چون بر اساس نمودارها مشاهده شد میزان اثر گذاری مصرف انرژی سرانه بر رشد اقتصادی در این گروه از کشورها کمتر از کشورهای در حال توسعه است.

در مدل سوم، متغیر مجازی هم به صورت عرض از مبدأ و هم به صورت شیب وارد مدل شده است؛ بر این اساس، مشاهده می‌شود تمام متغیرهای اصلی مدل دارای علامت مورد انتظار بوده و از لحاظ آماری معنی دار هستند. با توجه به علامت متغیر مجازی D مشاهده می‌شود کشورهای توسعه یافته از لحاظ مصرف انرژی در سطح بالاتری نسبت به کشورهای در حال توسعه است. علامت متغیر مجازی D.EC نیز حاکی از این است که اثر مصرف انرژی سرانه بر رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته کمتر از کشورهای در حال توسعه می‌باشد که مطابق با یافته‌های قبلی است. مدل سوم، که نتایج بهتری را از نظر تئوری‌های اقتصادی و اصول مدل‌سازی سنجی در مقایسه با دو مدل دیگر ارائه می‌دهد، انتخاب می‌شود.

در مرحله بعد برای به دست آوردن بردار هم‌انباشتگی، پسماندهای مدل (۳) در جدول (۳) محاسبه شده، آزمون ریشه واحد انجام می‌شود. نتایج این آزمون در جدول (۴) نشان داده شده است:

با توجه به جدول (۴)، ملاحظه می‌شود باقیمانده‌ها در سطح ۵٪ ایستا هستند $I(0)$. بنابراین، متغیرها هم‌انباشته‌اند و رابطه بلندمدت بین آنها وجود دارد. این رابطه برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته متفاوت است.

جدول (۴): نتایج آزمون ایستایی پسماندها با استفاده از آماره آزمون IPS و LLC

آماره آزمون	عرض از مبدأ و روند	
	t-statistic	prob
LLC	-1.88	0.02
IPS	-2.05	0.00

منبع: محاسبات تحقیق

در مرحله آخر ضرایب موجود در روش حداقل مربعات ادغام شده (جدول ۳)، بردار هم-انباشتگی برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته را به دست می‌دهد. همچنین، با استفاده از متغیرهای مجازی ($D=1$) برای کشورهای توسعه یافته، در غیر این صورت صفر) مدل اصلی به صورت مدل زیر در می‌آید. بنابراین، خواهیم داشت:

$$LGDP_{it} = \alpha_i + \lambda_i D + \delta_i t + \gamma_{1i} LEC_{it} + \gamma_{2i} LK_{it} + \beta_i D \cdot LEC_{it} + \varepsilon_{it} \quad \text{مدل سوم}$$

$$LGDP_{it} = (1.38 + 0.59) + 0.001t + (0.23 - 0.05)LEC_{it} + 0.75 LK_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$LGDP_{it} = 1.97 + 0.001t + 0.18 LEC_{it} + 0.75 LK_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$t = (38.17) (28.77) (121.00) (4.46)$$

$$LGDP_{it} = 1.38 + 0.001t + 0.23 LEC_{it} + 0.75 LK_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

$$t = (38.17) (28.77) (121.00) (4.46)$$

بر اساس معادلات فوق، معادله ۷، بردار هم‌انباشتگی کشورهای توسعه یافته و معادله ۸، بردار هم‌انباشتگی کشورهای در حال توسعه را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود کشورهای توسعه یافته از لحاظ مصرف انرژی سرانه در سطح بالاتری نسبت به کشورهای در حال توسعه قرار دارند و میزان اثرگذاری بلندمدت مصرف انرژی سرانه بر رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته کمتر از کشورهای در حال توسعه است. به طوری که با افزایش یک واحد مصرف انرژی سرانه در کشورهای توسعه یافته، رشد اقتصادی به میزان ۰/۱۸ واحد افزایش می‌یابد. اما، در کشورهای در حال توسعه با افزایش یک واحد مصرف انرژی سرانه، رشد اقتصادی به میزان ۰/۲۳ واحد افزایش می‌یابد. همچنین، ضرایب متغیرها مثبت‌اند و از لحاظ آماری معنادار؛ بنابراین، بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته رابطه بلندمدت وجود دارد. هر چند که این دو بردار با هم تفاوت دارند.

۶- نتیجه گیری

در این مطالعه با استفاده از روش هم‌انباشتگی پانلی رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته طی دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۰ بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد متغیرهای مصرف انرژی سرانه، سرمایه سرانه و تغییرات تکنولوژیکی به‌طور معناداری تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی کشورهای مورد بررسی می‌گذارند. به این صورت که با افزایش (کاهش) متغیرهای مورد نظر رشد این کشورها نیز افزایش (کاهش) می‌یابد. در بلندمدت نیز رابطه هم‌انباشتگی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در این کشورها وجود داشت که به لحاظ متفاوت بودن ساختار این کشورها و متفاوت بودن منابع انرژی در آنها، این رابطه در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته متفاوت بوده، بردارهای متفاوتی حاصل شد.

کشورهای در حال توسعه از امکانات مالی و تکنولوژیکی کشورهای توسعه یافته برخوردار نیستند، در نتیجه نوع سیاست‌هایی که برای مصرف انرژی اتخاذ کرده‌اند نیز تا حدی متفاوت است. این گروه از کشورها با کارآیی پایین‌تری از انرژی بهره می‌گیرند. در نتیجه، مصرف انرژی در این کشورها نیز همراه با روند رشد و توسعه اقتصادی، افزایش بیشتری می‌یابد. کشورهای در حال توسعه، با توجه به نرخ بالای رشد جمعیت و ارتقای استاندارد سطح زندگی و در برخی از موارد هم به دلیل افزایش بهره‌برداری از منابع انرژی، می‌توانند نقش عمده‌ای در تحولات انرژی آینده ایفا کنند.

همان‌گونه که تخمین‌های مدل و نمودارها نیز نشان دادند، کشورهای توسعه یافته از لحاظ مصرف انرژی سرانه در سطح بالاتری نسبت به کشورهای در حال توسعه قرار دارند و میزان اثرگذاری بلندمدت مصرف انرژی سرانه بر رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته کمتر از کشورهای در حال توسعه است. بر اساس نتایج به‌دست آمده از برآوردها، فرضیه‌های تحقیق را، مبنی بر اینکه رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در میان کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته متفاوت است و بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب توسعه یافته و در کشورهای در حال توسعه رابطه بلندمدت وجود دارد، نمی‌توان رد کرد. نتایج به‌دست آمده، نتایج مطالعات مطرح شده در این مقاله و مبانی نظری را نیز تأیید می‌کنند.

References:

- 1- Apergis, N. & Payne, J. E. (2009). "Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model", *Energy Economics*, 31: 211-216.
- 2- Apergis, N. & Payne, J.E. (2010). "Energy Consumption and Growth in South America: Evidence From a Panel Error Correction Model", *Energy Economics*, 32: 1421-1426.
- 3- Baltagi, B.H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley & Sons Inc., New York, USA.
- 4- Behboudi, D., Mohammadzadeh, P. & Jabraeili, S. (2009). "Investigating the Relations of Energy Consumption and GDP in Developing and Developed Countries", *Quarterly Energy Economics Review*, 23: 1-22. (in Persian).
- 5- Berndt, E. R. & Wood, D.O. (1975). "Technology, Prices and the Derived Demand For Energy", *Review of Economics and Statistics*, 57: 259-268.
- 6- Fotros, M.H.(2006). *Some Issues of Environment Economics (Selection of Articles)*, 2nd ed. Bu-Ali Sina University editions(in Persian).
- 7- Im, K.S., Pesaran, M.H. & Shin, Y. (2003). "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels", *Journal of Econometrics*, 115: 53-74.
- 8- Imran, K. & Siddiqi, M.M. (2010). "Energy Consumption and Economic: A Case Study of Three SAARC Countries", *European Journal of Social Sciences*, 16: 206-213.
- 9- Lee, Ch., Chang, Ch. & Chen, P. (2008). "Energy-Income Causality in OECD Countries Revisited: The Key Role of Capital Stock", *Energy Economics*, 30: 2359-2373.
- 10- Levine, A., Lin, C.F. & Chu, C.S. (2002). "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties", *Journal of Econometrics*, 108: 1-24.
- 11- Lorde, T. & Guy, K. (2009). "Energy Consumption and Economic Growth in Latin America and Caribbean: A Panel Cointegration Approach", presented at the *Annual Review Seminar*, Research Department/Central Bank of Barbados.
- 12- Mazreati, M. (1999), *Comparing the Performances of VAR and BVAR Models in Forecasting the Demand of Energy Carriers in Iran*, PhD Dissertation Thesis faculty of Economics, University of Teheran (in Persian).
- 13- Noor, S. & Siddiqi, M.W. (2010). "Energy Consumption and Economic Growth in South Asian Countries: A Co-integrated Panel Analysis", *International Journal of Human and Social Sciences*, 5: 921-926. <http://www.waset.org/journals/ijhss/v5/v5-14-134.pdf>
- 14- Pedroni, P. (2004). "Panel Cointegration, Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the PPP Hypothesis", *Econometric Theory*, 20: 597-625.
- 15- Pokrovski, V.N. (2003). "Energy in the Theory of Production", *Energy*, 28: 769-788.
- 16- Stern, D.I. (1993). "Energy use and economic growth in the USA, A multivariate approach", *Energy Economics*, 15: 137 -150.

- 17- Stern, D.I. & Cleveland, C.J. (2004). "Energy and Economic Growth", *Rensselaer Working Papers in Economics*, No.0410.
- 18- UNDP (2011). *Fighting Climate Changes(HD Report 2006-2007)*, translated by Fotros, M.H. & Baraty,J., Bu-Ali Sina University editions(in Persian).
- 19- World Bank (2010), *World Development Indicators 2010*, CD-ROM. <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators/wdi-2010>.

جدول پیوست: لیست کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته

<p>پاراگوئه (PRY)، پرو (PER)، عربستان سعودی (SAU)، موزامبیک (MOZ)، نامیبیا (NAM)، نیکاراگوئه (NIC)، مکزیک (MEX)، لبنان (LBN)، کویت (KWT)، کنیا (KEN)، اردن (JOR)، گواتمالا (GTM)، هندوراس (HND)، هنگ کنگ (HKG)، زیمبابوه (ZWE)، دومینیکن (DOM)، آرژانتین (ARG)، برزیل (BRA)، اکوادور (ECU)، ونزوئلا (VEN)، ترینیداد و توباگو (TTO)، گابن (GAB)، یمن (YEM)، ایران (IRN)، الجزایر (DZA)، مصر (EGY)، مراکش (MAR)، عمان (OMN)، شیلی (CHL)، السالوادور (SLV)، اتیوپی (ETH)، غنا (GHA)، پاناما (PAN)، اندونزی (IDN)، مالزی (MYS)، فیلیپین (PHL)، تایلند (THA)، هند (IND)، پاکستان (PAK)، توگو (TGO)، کاستاریکا (CRI)، سوریه (SYR)، تانزانیا (TZA)، امارات (ARE)، اروگوئه (URY)، کامرون (CMR)، آفریقای جنوبی (ZAF)، بنگلادش (BGD)، بنین (BEN)، بولیوی (BOL)، بوتسوانا (BWA)، ترکیه (TUR)، تونس (TUN)، زامبیا (ZMB)، چین (CHN)، کنگو (ZAR)، سنگال (SEN)، سریلانکا (LKA)، سودان (SDN)، ویتنام (VNM)</p>	<p>کشورهای در حال توسعه</p>
<p>استرالیا (AUS)، بلژیک (BEL)، هلند (NLD)، نیوزیلند (NZL)، نورژ (NOR)، لوکزامبورگ (LUX)، سوئد (SWE)، انگلیس (GBR)، آمریکا (USA)، کانادا (CAN)، کره (KOR)، فرانسه (FRA)، ایسلند (ISL)، ژاپن (JPN)</p>	<p>توسعه یافته</p>

مأخذ: WDI 2010