Archive of SID

فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق). دوره‌ی ۱۵. شماره‌ی ۳. پاییز ۱۳۹۷. صص ۱۰۳- ۷۹

تأثیر رشد اقتصادی و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی؛ آزمون نظریه درآمد- هزینه واگنر

حمید سپهردوست [*] و مرتضی قربان سرشت [**]

تاریخ وصول: ۱۳۹۶/۰۴/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۹

چکیده

واگنر معتقد است که با افزایش درآمدهای سرانه، اندازه‌ی نسبی هزینه‌های بخش عمومی جهت بسترسازی زیرساخت‌های اقتصادی افزایش می‌یابد. هدف از این پژوهش، برآورد اثرات بلندمدت و کوتاه‌مدتِ رشد اقتصادی و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر مصرف انرژی (برق) با استفاده از داده‌های سالانه‌ی سری زمانی در ایران، طی دوره‌ی زمانی ۱۳۵۰ تا ۱۳۹۳ است. برای این منظور، از آزمون خودتوضیح برداری با وقفه‌های توزیعی (ARDL) جهت نشان دادن روابط بلندمدت، از آزمون تصحیح خطای برداری (ECM) برای بیان روابط کوتاه‌مدت و نیز از آزمون علیت گرانجر به‌منظور تعیین رابطه‌ی علیت، استفاده شد. نتایج این مقاله، نشان می‌دهد که در دوره‌ی بلندمدت، رشد اقتصادی و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، موجب تحریک مصرف برق در کشور ایران شده است. آزمون علیت چندمتغیره، مؤید رابطه‌ی علّی یک‌سویه از طرف رشد اقتصادی و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، به‌سمت مصرف برق است؛ همچنین نتایج این پژوهش، نشان می‌دهد که در بلندمدت، یک درصد افزایش در متغیرهای رشد اقتصادی و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، مصرف برق را به‌ترتیب به‌میزان ۰/۷۸ و ۰/۰۲۸ درصد افزایش می‌دهد. ضریب تصحیح خطا نیز نشان می‌دهد که در هر دوره ۹/۷ درصد از عدم تعادل در مصرف حقیقی سرانه‌ی برق تعدیل شده و به‌سمت روند بلندمدت خود نزدیک می‌شود. نتایج پژوهش حاضر، مؤید برقراری نظریه‌ی واگنر، مبتنی بر وجود رابطه بین رشد درآمد سرانه و پیچیدگی اقتصادی و به‌دنبال آن افزایش تقاضا برای کالاها و خدمات رفاهی جدید از جمله فراهم آوری انرژی ارزان توسط دولت است.

طبقه‌بندی JEL: D12، D22، H11، H53

واژه‌های کلیدی: *رشد اقتصادی، فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، مصرف برق، رابطه علیت*

---

[*] دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (نویسنده‌ی‌مسئول).
(hamidbasu1340@gmail.com)

[**] کارشناس ارشد توسعه‌ی اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

انرژی، نقش برجسته‌ای را در دنیای امروزی، در حوزه‌های مختلف اقتصادی و سیاسی ایفا می‌کند نقشی که بسیاری از کشورها را گرفتار مصیبت منابع طبیعی و مبهوت چرخه‌ی توسعه‌نیافتگی و برخی دیگر را دست‌به‌گریبان فشار هزینه‌ای ناشی از افزایش قیمت انرژی کرده و حتی گرمی و سردی روابط در سطح بین‌الملل را نیز متأثر ساخته است؛ در این زمینه، کشورهای توسعه‌یافته به پیشرفت‌های فناوری گسترده‌ای در راستای کاهش مصرف انرژی دست یافته و پدیده‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، از جمله این فناوری‌ها به‌شمار می‌رود که در سال‌های اخیر، استفاده از آن در تمامی بخش‌های اقتصادی، رشد چشمگیری داشته و علاوه بر تسریع روند تبادل اطلاعات و تسهیل مدیریت و افزایش کارایی، بر میزان مصرف انرژی نیز تأثیرگذار هست؛ به‌عنوان نمونه، به‌کارگیری تجهیزات مصرف‌کننده‌ی انرژی در حوزه‌ی فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، باعث شده است تا به‌دلیل افزایش کاربرد این تجهیزات، میزان مصرف انرژی موردنیاز نیز افزایش یابد؛ البته ناگفته نماند که در بسیاری از موارد، کاربرد این‌گونه تجهیزات به‌دلیل تأثیرگذاری مثبت بر روی افزایش کارایی در بخش‌های مختلف اقتصادی، زمینه‌ی کاهش مصرف انرژی را فراهم می‌آورد. کنترل و مدیریت فرآیند تولید به‌وسیله‌ی ابزار فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات نظیر اینترنت، جایگزینی کالاهای مجازی به‌جای کالاهای فیزیکی (برای مثال کاربرد پست الکترونیکی و خواندن کتاب‌های الکترونیکی به‌جای استفاده از نامه و یا خواندن کتاب)، تحرک مجازی (خرید از راه دور، دورکاری، ملاقات مجازی)، تجارت الکترونیکی، بانکداری الکترونیکی، دولت الکترونیکی، سیستم حمل‌ونقل هوشمند، ازجمله کاربردهای گسترده‌ی فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات در بخش‌های مختلف اقتصاد است که باعث می‌شود، میزان مصرف انرژی به‌خصوص انرژی برق، در این بخش‌ها تحت تأثیر قرار گیرد. از آن‌جایی که دست‌یابی به رشد بالای اقتصادی کشورها، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کلان اقتصادی نظر اقتصاددانان و سیاست‌گذاران را به خود معطوف کرده است؛ بنابراین میزان مصرف انرژی، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید، نقشی مؤثر در افزایش تولید داخلی ایفا می‌کند. رشد مصرف انرژی و میزان آن برای تولید در فرآیند صنعتی‌شدن ابتدا روندی صعودی دارد و بعد از رسیدن به سطح معینی از توسعه، نزولی خواهد بود. این کاهش شدت انرژی، عمدتاً به‌دلیل

www.SID.ir

Archive of SID

جایگزینی انرژی با سایر نهاده‌های تولید، بهبود فناوری‌ها، تغییر ترکیب انرژی از منابع باکیفیت بالاتر، مانند انرژیِ برق، به‌جای منابع باکیفیت پایین‌تر و تغییر ترکیب کالاهای تولیدی (از کالاهای انرژی‌بر به کمتر انرژی‌بر) است؛ بنابراین، اقبال عمومی جهان به سمت انرژی‌های باکیفیت بالاتر، مانند برق، موجب رشد قابل‌توجهی در مصرف این‌گونه از انرژی‌ها شده است (همتی، ۱۳۸۳).

به‌طورکلی، گستره‌ی کاربرد و تأثیرات فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی، در ابعاد مختلف زندگی امروزی و آینده‌ی جوامع بشری، توجه بسیاری از کشورهای جهان را به خود معطوف کرده است؛ به‌همین دلیل، بررسی تأثیر رشد اقتصادی و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی، برای برنامه‌ریزان اقتصادی اهمیّت فراوانی دارد. در این راستا، هدف از انجام این پژوهش، پاسخ‌گویی به این مسئله است که سهم متغیرهای رشد اقتصادی (درآمد سرانه افراد) و استفاده از تجهیزات فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات با کشش درآمدی بالا بر اساس نظریه‌ی واگنر[1] در روند مصرف انرژی (برق) چگونه و به چه میزان است؟ و آیا این تأثیر می‌تواند مؤید نظریه‌ی درآمد- هزینه واگنر، اقتصاددان آلمانی باشد که معتقد بود با افزایش سطح درآمد جامعه، تمایل به افزایش هزینه‌های عمومی دولت در زمینه‌ی فراهم‌آوری زیرساخت‌های کشور؛ از جمله نهیّه‌ی انرژی ارزان و موردنیاز، زیاد می‌شود؟ برای این منظور و به‌طور مشخص، لازم است در این پژوهش به دو پرسش جداگانه، الف) آیا بین سرانه‌ی کاربری اینترنت و مصرف سرانه‌ی برق رابطه‌ی معناداری وجود دارد؟ و ب) آیا بین سرانه‌ی تولید ناخالص داخلی و مصرف سرانه‌ی برق رابطه‌ی معناداریوجود دارد؟ پاسخ داده شود.

۲- ادبیّات نظری پژوهش

توجه به مسائل اقتصاد دولت و هزینه‌های عمومی، محوریت نظریه‌ی واگنر، اقتصاددان آلمانی قرن نوزدهم را تشکیل می‌دهد. او با مطالعات تجربی خود بر روی برخی کشورهای اروپایی، آمریکا و ژاپن به این باور عمومی رسید که با افزایش درآمدهای سرانه دریک اقتصاد، انتظارات رفاهی جامعه نیز گسترش یافته و به‌دنبال آن، اندازه‌ی نسبی بخش عمومی و هزینه‌های دولت هم در جهت رفع نیازهای جامعه افزایش پیدا می‌کند. واگنر در نظریه‌ی درآمد- هزینه‌ی خود، به این

[1] Wagner

www.SID.ir

Archive of SID

نکته اشاره دارد که به‌دلیل رشد مرحله‌ای جوامع و عبور از اقتصاد سنتی به‌سوی جوامع پیشرفته‌ی صنعتی با نرخ‌های بالای شهرنشینی و سطوح رفاهی بالا، نیاز بیشتر به ارائه‌ی خدمات دولتی از جمله تهیه‌ی زیرساخت‌های لازم برای توسعه، نظیر فراهم‌آوری حامل‌های انرژی احساس می‌شود.

واقعیت زندگی اقتصادی جوامع توسعه‌یافته و درحال‌توسعه نیز، نشان می‌دهد که با رشد روند صنعتی شدن و استفاده‌ی بیشتر از ماشین‌آلات مدرن و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، درآمدهای حقیقی افراد جامعه زیاد می‌شود، هزینه‌های عمومی مربوط به خدمات اجتماعی؛ نظیر آموزش، بهداشت و فرهنگ نیز به‌دلیل افزایش تقاضا، افزایش می‌یابد؛ به‌طوری‌که با افزایش درآمد، چون کشش درآمدی تقاضای این کالاها و خدمات زیاد است، هزینه‌ها نیز به نسبت بیشتری افزایش می‌یابند؛ ازجمله این هزینه‌ها، می‌توان به تلاش دولت جهت تهیّه و ارائه‌ی انرژی‌های ارزان و مناسب در راستای کسب رفاه جامعه اشاره کرد آنچه مسلم است، رشد اقتصادی از طریق افزایش درآمدهای سرانه‌ی افراد جامعه و به‌کارگیری تجهیزات و امکانات فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات نظیر مصرف کامپیوتر در حوزه‌های مصرفی شخصی، اداری و بانکی، به‌صورت هم‌زمان، طی سال‌های گذشته، نیاز به استفاده از انرژی ارزان ازجمله برق را متأثر ساخته‌اند.

برق در میان انرژی‌های جایگزین، بیشترین تنوع مصرفی را دارد و با کاهش هزینه در سرمایه‌گذاری صنایع، باعث رشد و توسعه‌ی صنعتی می‌شود؛ و به‌دلیل کارایی طبیعی و پاکی (با توجه به مسائل آلودگی زیست‌محیطی این کشورها به‌دلیل مصرف بی‌رویه از منابع ارزان انرژی‌های فسیلی) و نقل‌وانتقال آسان استفاده بیشتر از آن، همواره موردتوجه کشورها بوده است. نقش انرژی برق در توسعه‌ی اقتصادی از آن‌جهت است که علاوه‌بر افزایش بهره‌وری عوامل تولید موجب بهبود سطح استانداردهای زندگی نیز خواهد شد (مهرآرا، فرمهینی و حسن‌زاده، ۱۳۹۰)؛ همچنین، مصرف سرانه‌ی برق در کشورهای صادرکننده‌ی نفت درحال‌توسعه، بسیار پایین‌تر از مصرف سرانه کشورهای توسعه‌یافته و یا متوسط سرانه مصرف جهان هست؛ ولی برای کشورهای خاورمیانه که اغلب آن‌ها صادرکننده‌ی نفت هستند، رشد متوسط مصرف سالانه‌ی برق طی دوره‌ی ۲۰۰۸-۱۹۷۲ حدود ۳/۱ بوده که به‌مراتب بالاتر از متوسط همین رقم در کل کشورهای عضو سازمان

www.SID.ir

Archive of SID

همکاری اقتصادی و توسعه (OECD[۲]) است. روند روبه‌رشد مذکور، احتمالاً به‌علت ورود کالاهای جدید الکتریکی و وابستگی بخش‌های مختلف اقتصادی از جمله حمل‌ونقل، صنعت و تا حدودی کشاورزی به این نوع از انرژی است.

رابطه‌ی متقابل میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی و جهت علّیت بین این دو، راهکارهای سیاستی متفاوتی را برای دولت‌ها در طراحی و پیاده‌سازی سیاست‌های برق مشخص می‌کند. مسیرهای علّیت میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی، به چهار گروه تقسیم می‌شوند که هر یک از آن‌ها راه‌کارهای سیاستی مهمی را نشان می‌دهد؛ در گروه اول، رابطه‌ی علّیت یک‌طرفه ازطرف رشد مصرف برق به سمت رشد اقتصادی، نشان می‌دهد که محدود کردن مصرف برق ممکن است اثرات مخربی بر روی رشد اقتصادی داشته باشد و درنتیجه افزایش مصرف برق به رشد اقتصادی منجر شود. در گروه دوم، رابطه‌ی علّیت یک‌طرفه ازطرف رشد اقتصادی، به سمت رشد مصرف برق، دلالت بر آن دارد که سیاست‌های صرفه‌جویی در مصرف برق، اثرات مخربی بر رشد اقتصادی ندارد؛ این مورد در اقتصادهایی با وابستگی کمتر به مصرف انرژی صدق می‌کند؛ به‌علاوه افزایش دائمی در رشد اقتصادی، ممکن است منجر به افزایش مستمر در مصرف برق شود. سیاست صرفه‌جویی مصرف برق در کشورهای صادرکننده‌ی نفت که عمدتاً وابسته به درآمدهای ارزی ناشی از فروش نفت هستند و برای این منظور، یارانه‌های هنگفتی را برای مصرف داخلی انرژی ازجمله برق پرداخت می‌کنند؛ راهکار مهم و تأثیرگذاری خواهد بود. در گروه سوم، رابطه‌ی علّی دوطرفه نشان می‌دهد که رشد مصرف برق و رشد اقتصادی، به‌طور متقابل بر هم اثر دارند؛ به‌طوری‌که رشد اقتصادی بالاتر با مصرف انرژی بیشتر همراه است و رشد بالاتر مصرف انرژی نیز به رشد بیشتر اقتصادی می‌انجامد. در گروه چهارم نیز، نبود رابطه‌ی علّی میان رشد اقتصادی و رشد مصرف برق، نشان می‌دهد که مصرف برق مرتبط با رشد اقتصادی نیست و بدان معناست که سیاست‌های توسعه‌ی انرژی یا محدودیت مصرف آن هیچ‌یک بر رشد اقتصادی اثری نخواهند داشت (جامب[۳]، ۲۰۰۴)؛ امّا در میان این رویکردهای متفاوت، دو دیدگاه مهم در مورد رابطه‌ی بین رشد اقتصادی و مصرف

[2] Organisation for Economic Co-operation and Development

[3] Jumbe

www.SID.ir

Archive of SID

انرژی حاکم است؛ در دیدگاه اول، اقتصاددانان بوم‌شناسی، مانند آیرس و نایر[۴] (۱۹۸۴) بیان می‌کنند که در مدل بیوفیزیکی رشد، انرژی، تنها عامل رشد است؛ به‌طوری‌که ازنظر آن‌ها نیروی کار و سرمایه، عوامل واسطه‌ای هستند که برای استفاده‌ی بهینه از آن‌ها، انرژی مناسب نیز موردنیاز است (استرن[۵]، ۲۰۰۴).

دیدگاه دوم، اغلب مربوط به اقتصاددانان نئوکلاسیک؛ مانند برندت[۶] (۱۹۷۸) است که از جنبه‌هایی مخالف با نظر اقتصاددانان اکولوژیک است. در این دیدگاه، آن‌ها معتقدند که انرژی، از طریق تأثیری که بر نیروی کار و سرمایه می‌گذارد، مستقیماً تأثیری بر رشد اقتصادی ندارد؛ بنابراین، روش‌های استفاده‌شده در تحلیل رابطه‌ی رشد اقتصادی و انرژی، به‌این‌صورت است که نسل اول پژوهش‌های انجام‌شده درزمینه‌ی رابطه‌ی علّی رشد اقتصادی و انرژی از روش VAR[۷] سنتی و آزمون علّیت گرنجر[۸] بدون توجه به خواص مانایی متغیرها استفاده کرده‌اند؛ ازجمله این پژوهش‌ها می‌توان به مقاله کرافت و کرافت[۹] (۱۹۷۸) اشاره کرد. نسل دوم از این مطالعات، با فرض نامانا بودن متغیرها از رویکرد هم انباشتگی انگل گرنجر، به‌عنوان ابزاری مناسب برای پژوهش درباره‌ی روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت میان متغیرها استفاده می‌کند. این مطالعات، مبتنی بر روش دومرحله‌ای انگل-گرنجر است که عموماً هم انباشتگی را بر روی دو متغیر بررسی می‌کنند و مدل‌های تصحیح خطا را برای آزمون علّیت گرنجر به‌کار می‌برند. نسل سوم، از تخمین زننده‌های چند متغیره، مانند روش جوهانسن[۱۰] استفاده می‌کند که بر اساس آن محدودیت‌هایی روی روابط هم انباشتگی قابل آزمون است.

نسل چهارم این پژوهش‌ها، روش‌های پنل هم‌انباشتگی و مدل‌های تصحیح خطای مبتنی بر پانل را به‌کار می‌گیرند. لی چن[۱۱] (۲۰۰۵)، از جمله کسانی بود که

[4] Ayres and Nair
[5] Stern
[6] Brandt
[7] Vector Autoregressive Models
[8] Granger Causal Model
[9] Kraft and Kraft
[10] Johansson
[11] Chen, Kuo and Chen

www.SID.ir

Archive of SID

با استفاده از این رویکرد، به‌بررسی رابطه‌ی میان رشد اقتصادی و رشد مصرف انرژی، برای گروهی از کشورهای در حال توسعه پرداخت (مهرآرا و زارعی، ۱۳۹۰).

در ارتباط با مبانی نظری مرتبط با توسعه‌ی مقوله‌ی فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات و تأثیر آن بر مصرف انرژی، به‌طورکلی فن‌آوری اطلاعات به دو طریق می‌تواند بر روی مصرف انرژی تأثیرگذار باشد؛ الف- استفاده‌ی بهینه از فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) می‌تواند از طریق سازماندهی مجدد فرآیندهای تولید به روش‌های کاراتر، مصرف انرژی و درنتیجه هزینه‌ها را کاهش دهد (اثر جانشینی)ب- فراهم آمدن تولیدات و خدمات جدید و افزایش مصرف انرژی موجودی سرمایه ICT، منجر به تقاضای اضافی برای انرژی می‌شود (اثر درآمدی). از این‌رو، اثر کلی ICT بر مصرف انرژی مبهم است و به‌میزان قدرت نسبی این دو اثر، بستگی دارد (کرامتی، گل‌خندان و خوانساری، ۱۳۹۳). در این راستا، پاسینتی[۱۲] (۱۹۸۱) و ادکاست و همکاران[۱۳] (۲۰۰۱)، تأثیر ICT را بر مصرف انرژی به دو اثر مخالف غیر هم‌جهت تقسیم‌بندی می‌کنند. اولین اثر این‌که توسعه‌ی ICT، تقاضا برای الکتریسیته را از طریق فرآیند نوآوری و جانشین‌نمودن یک فنّاوری جدید تولید به‌جای فنّاوری قدیمی، کاهش و سطح مصرف انرژی را می‌کاهد. این اثر را اثر جانشینی نیز می‌نامند. اثر دوم این‌که ، تجهیزات ICT به‌منظور به‌کار انداختن، نیاز به الکتریسیته دارند و درنتیجه نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری از تجهیزات ICT باعث ایجاد تقاضای جدید برای مصرف الکتریسیته و درنهایت افزایش مصرف انرژی می‌شود که به آن اثر جبرانی یا درآمدی گویند (چو، لی و کیم[۱۴]، ۲۰۰۷). اثر نهایی ICT بر مصرف انرژی وابسته به برآیند این دو اثر است؛ چنانچه اثر جانشینی بزرگ‌تر از اثر جبرانی باشد، توسعه‌ی ICT باعث کاهش مصرف انرژی و چنانچه اثر جبرانی براثر جانشینی غلبه کند، توسعه ICT مصرف انرژی را افزایش می‌دهد.

[12] Pasinetti

[13] Edquist et al.

[14] Cho, Lee and Kim

www.SID.ir

Archive of SID

۳- ادبیات تجربی پژوهش

در بین مطالعات داخلی، فطرس و گرگی (۱۳۸۸)، در پژوهشی به بررسی رابطه‌ی علی بین مصرف حامل‌های انرژی و ارزش- افزوده در بخش صنعت ایران طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۴۶، پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که رابطه‌ی علی دوطرفه‌ای بین مصرف برق و ارزش‌افزوده بخش صنعتی و نیز رابطه یک‌طرفه‌ای از ارزش‌افزوده بخش صنعتی به‌طرف مصرف گازطبیعی و فراورده‌های نفتی وجود دارد.

ملکی (۱۳۸۳)، به بررسی رابطه‌ی علیّت بین مصرف انرژی و تولید داخلی در ایران طی دوره‌ی ۱۳۸۰-۱۳۶۰ پرداخت و نشان داد که هرگونه تغییر در مصرف انرژی هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت می‌تواند رشد اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهد؛ به‌طوری‌که هرگونه تحدید در مصرف آن می‌تواند موجبات کاهش رشد اقتصادی را فراهم آورد.

آرمن و زارع (۱۳۸۸)، ارتباط مصرف انرژی در بخش‌های مختلف با رشد اقتصادی در ایران را طی سال‌های ۸۵-۱۳۴۶ موردبررسی قرار داده و نشان دادند که تنها یک رابطه‌ی علّیت گرنجریِ یک‌سویه از مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری و مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل به رشد اقتصادی وجود دارد.

زنگویی‌نژاد و وصفی (۱۳۸۸)، تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف حامل‌های انرژی در ایران را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که به ازای هر واحد رشد اقتصادی، بیشترین میزان مصرف گاز طبیعی، بنزین، نفت سفید، گازوئیل، نفت کوره و گاز مایع به ترتیب در بخش‌های آب، برق و گاز، حمل‌ونقل هوائی، ساخت فراورده‌های نفتی و محصولات پتروشیمی، حمل‌ونقل جاده‌ای و حمل‌ونقل آبی رخ می‌دهد.

حشمت‌پور (۱۳۹۰)، در پژوهش خود اثر سرمایه‌گذاری ICT بر روی مصرف کل برق در دو گروه کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه را با استفاده از روش پانل دیتا مورد بررسی قرار داد. نتایج تخمین در گروه کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه نشان داد که ارتباط معنی‌دار و مستقیمی بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و مصرف برق وجود دارد؛ امّا ضریب قیمت برق در سطح پایین‌تری نسبت به گروه کشورهای توسعه‌یافته معنی‌دار شده و واکنش مصرف برق در میان کشورهای توسعه‌یافته نسبت به کشورهای درحال‌توسعه شدیدتر است.

محمودزاده و شاه‌بیگی (۱۳۹۰)، آثار ICT را بر شدت انرژی برق در ۲۵ کشور درحال‌توسعه منتخب در دوره‌ی زمانی ۲۰۰۸-۱۹۹۵، مورد بررسی قرار دادند و

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج بررسی نشان داد که هرچند برخی اجزای ICT مانند ارتباطات، بر شدت انرژی تأثیر منفی دارد؛ امّا درمجموع اثر درآمدی از اثر جانشینی قوی‌تر است و اثر خالص سرمایه ICT بر شدت مصرف برق مثبت است.

مهرآرا و همکاران (۱۳۹۰)، رابطه‌ی میان رشد اقتصادی و رشد مصرف برق در برخی از کشورهای منتخب صادرکننده‌ی نفت در دوره‌ی زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۲ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تجربی مبتنی بر روش داده‌های ترکیبی نشان می‌دهد که مسیر علّیت میان رشد اقتصادی و رشد مصرف برق در بلندمدت به‌صورت دوطرفه و در کوتاه‌مدت از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی است. این یافته‌ها دلالت بر آن دارد که کشورهای صادرکننده‌ی نفت منتخب، کشورهایی وابسته به انرژی برق هستند؛ بنابراین سیاست‌های کاهش تقاضای برق از طریق افزایش قیمت برق، اثر نامطلوبی بر رشد اقتصادی این کشورها در کوتاه‌مدت و بلندمدت دارد.

حیدری، نجارفیروزجایی و سعیدپور (۱۳۹۰)، در پژوهشی به بررسی رابطه‌ی بین مصرف برق، قیمت برق و رشد اقتصادی در ایران طی دوره‌ی ۱۳۸۶-۱۳۵۱، پرداخته‌اند و نتایج حاصل از مدل طرف عرضه، وجود رابطه‌ی بلندمدت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف برق را با ضریب منفی نشان می‌دهد. نتایج کوتاه‌مدت نیز بر وجود رابطه‌ی دوطرفه و مثبت بین مصرف برق و رشد اقتصادی دلالت می‌کند. نتایج حاصل از مدل طرف تقاضا نیز بر عدم وجود رابطه‌ی بلندمدت میان قیمت برق با مصرف آن و رشد اقتصادی دلالت می‌کند.

مهرآرا و زارعی (۱۳۹۰)، در پژوهشی اثرات غیرخطی مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در ایران را طی دوره‌ی ۱۳۸۶-۱۳۳۸، مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج پژوهش آنان حاکی از آن است که در رژیم مصرف سرانه پایین انرژی (کمتر از پنج بشکه نفت در سال)، اثر نهایی مصرف انرژی بر رشد اقتصادی مثبت و به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر از سایر رژیم‌ها است.

والی (۱۳۹۱)، به بررسی اثر سرمایه ICT بر مصرف برق در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه پرداخت و نتایج پژوهش وی حاکی از آن است که با افزایش یک درصد ذخیره‌ی سرمایه کامپیوتر و نرم‌افزار، شدت مصرف به‌میزان ۱۴ درصد کاهش می‌یابد؛ همچنین با افزایش یک درصد ذخیره‌ی تجهیزات ارتباطات، شدت مصرف برق به میزان ۱۱ درصد کاهش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

احمدی‌شادمهری، قزلباش و دانش‌نیا (۱۳۹۲)، در پژوهشی به بررسی رابطه‌ی علّیت بین مصرف انرژی، رشد اقتصادی و قیمت‌ها در میان کشورهای عضو گروه آسه- آن، طی دوره‌ی زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۸ پرداخته‌اند و نتایج نشان داد که در این گروه از کشورها رابطه‌ی هم‌جمعی بین مصرف انرژی، رشد اقتصادی و رشد قیمت‌ها وجود ندارد؛ امّا رابطه‌ی هم‌جمعی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد. از طرفی، رابطه‌ی علّیت بلندمدت دوطرفه‌ای، بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی و رابطه‌ی علّیت در کوتاه‌مدت به‌صورت یک‌سویه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد.

اسدی و اسماعیلی (۱۳۹۲)، با استفاده از رهیافت آزمون کرانه‌ها و کاربرد آن در مدل‌های خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی، به بررسی ارتباط میان مصرف انرژی، توسعه‌ی مالی، رشد اقتصادی، صنعتی شدن و شهرنشینی طی دوره‌ی ۱۳۹۱-۱۳۴۹ پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنان بیانگر تأثیر مثبت رشد اقتصادی، شاخص توسعه‌ی مالی، شاخص صنعتی شدن و شهرنشینی بر مصرف انرژی در بلندمدت است.

کرامتی و همکاران (۱۳۹۳)، به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات بر مصرف انرژی در کشور ایران در طی دوره‌ی ۱۳۹۲-۱۳۷۳ پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که ICT با سه معیار اندازه‌گیری متفاوت، مصرف انرژی را در کوتاه‌مدت و بلندمدت افزایش می‌دهد؛به‌عبارتی، توسعه ICT در ایران بیش از آن‌که موجب صرفه‌جویی و کاهش در مصرف انرژی شود، مصرف آن را افزایش داده است.؛ همچنین پاکرو (۱۳۹۳)، اثر سرمایه‌گذاری در ICT، بر شدت مصرف برق در بخش‌های صنعت، خدمات وکشاورزی را موردبررسی قرار داد. نتایج پژوهش وی بیانگر آن است که سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران، باعث می‌شود تا شدت مصرف برق در بخش صنعت، کاهش یافته، ولی در بخش خدمات و کشاورزی افزایش یابد.

در بین پژوهش‌های خارجی، ایشیدا و یانگیساوا[15] (۲۰۰۳)، به بررسی اثرات تشدید استفاده از ICT بر مصرف انرژی برای سال‌های آینده با استفاده از روش ارزیابی مارکو پرداخته‌اند و نتیجه گرفته‌اند که با فرض رشد اقتصادی ثابت، در مورد ICT عرضه‌ی انرژی اولیه در سال ۲۰۱۰ به میزان ۱/۴ درصد و مصرف نهایی

[15] Ishida and Yanagisawa

www.SID.ir

Archive of SID

انرژی در سال ۲۰۱۰ به میزان ۱/۹ درصد کاهش پیدا خواهد کرد؛ همچنین، اگر رشد اقتصادی ایجادشده به‌وسیله‌ی ICT سالانه به میزان ۳ درصد باشد، مصرف انرژی ژاپن افزایش نخواهد یافت. تاکاسی و ماروتا[16] (۲۰۰۴)، طی پژوهشی، تأثیر سرمایه‌گذاری در ICT را بر روی مصرف انرژی در دو کشور ژاپن و آمریکا مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داده و نشان داده‌اند که اثر جانشینی در کشور ژاپن و اثر درآمدی در کشور آمریکا برقرار است؛ به‌این معنا که افزایش سرمایه‌گذاری در ICT به ذخیره‌سازی انرژی در کشور ژاپن کمک می‌کند امّا در کشور آمریکا، مصرف انرژی را افزایش می‌دهد. کولارد، فوی و پورتیر۱۷ (۲۰۰۵) در پژوهشی به بررسی تغییر مصرف برق درنتیجه توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش خدمات کشور فرانسه، طی دوره‌ی زمانی ۱۹۹۸-۱۹۸۶ پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که با افزایش کامپیوتر و نرم‌افزار، شدّت مصرف برق افزایش می‌یابد؛ درصورتی‌که با گسترش وسایل ارتباطی، شدت مصرف الکتریسیته کاهش می‌یابد.

چو و همکاران (۲۰۰۷)، با استفاده از مدل رشد لجستیک پویا و داده‌های سال‌های ۲۰۰۳-۱۹۹۱، اثر سرمایه‌گذاری در ICT و قیمت انرژی را بر روی مصرف برق کره جنوبی بررسی کرده و مشاهده نمودند که سرمایه‌گذاری در ICT در برخی از بخش‌های تولیدی منجر به افزایش مصرف الکتریسیته می‌شود و در نیمی از صنایع موردمطالعه، قیمت الکتریسیته بر مصرف آن تأثیر دارد. گروه برنامه دیده‌بانی کسب‌وکار الکترونیکی اروپا[18](۲۰۰۸)، در یک پژوهش جامع و با استفاده از دو روش حداقل مربعات غیرخطی (NLS) و حداقل مربعات غیرخطی دومرحله‌ای (TNLS)، اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات را برروی مصرف الکتریسیته کشورهای عضو اتحادیه اروپا و صنایع مختلف آن‌ها (شیمیایی، فلزات و حمل‌ونقل) طی دوره‌ی زمانی ۲۰۰۴-۱۹۸۰ بررسی کرد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که در سطح کل، ممکن است ICT مصرف الکتریسیته را کاهش دهد. در سطح بخشی نیز، انتشار ابزار ارتباطات منجر به کاهش شدت مصرف الکتریسیته می‌شود؛ درحالی‌که رواج فن‌آوری کامپیوتر و نرم‌افزار، مصرف الکتریسیته را افزایش می‌دهد.

[16] Takase and Murota

[17] Collard, Feve and Portier

[18] European Commission e-Business Watch

www.SID.ir

Archive of SID

آکینلو[19] (۲۰۰۸)، رابطه‌ی علّیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در ۱۱ کشور جنوب صحرای آفریقا مورد بررسی قرار داد. نتایج آزمون وی نشان داد که یک رابطه‌ی هم‌انباشتگی بین متغیرهای مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای کامرون، ساحل‌عاج، گامبیا، غنا، سنگال، سودان و زیمباوه وجود دارد.

نارایان، نارایان و پوپ[20] (۲۰۱۰)، به بررسی علیّت بلندمدت بین متغیرهای مصرف برق و رشد اقتصادی، در بین ۹۳ کشور منتخب، پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که در بلندمدت یک رابطه‌ی علیّت دوطرفه، بین مصرف برق و رشد اقتصادی در میان کشورهای منتخب، به‌جز کشورهای منطقه‌ی خاورمیانه که در این کشورها علیت یک‌سویه از رشد اقتصادی به مصرف برق برقرار است، وجود دارد؛ همچنین، در کشورهای صنعتی (G6)، یک رابطه‌ی منفی به این شکل که با افزایش مصرف برق رشد اقتصادی کاهش می‌یابد، یافت شد. اوزتورک، اصلان و کالیونکو[21] (۲۰۱۰)، در پژوهشی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی را با استفاده از داده‌های پانل مصرف انرژی و رشد اقتصادی برای ۵۱ کشور طی سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۷۱ و با روش پانل هم انباشتگی پدرونی[22] مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این پژوهش، نشان داد که رابطه‌ی علیّت گرنجری بلندمدت از مصرف انرژی به رشد اقتصادی برای کشورهایی با سطح درآمد پایین وجود دارد؛همچنین، رابطه‌ی علیّت یک‌سویه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی، برای کشورهایی با درآمد متوسط وجود دارد.

سادورسکی[23] (۲۰۱۲)، تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف برق در کشورهای نوظهور را طی سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۹۳ مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل از این پژوهش، در قالب مدل‌های پانل پویا و روش گشتاوری تعمیم‌یافته دستگاهی، حاکی از آن است که میان ICT و مصرف برق رابطه‌ی مثبت وجود دارد و اثرات ICT بر تقاضای مصرف برق، از اثرات درآمد بر تقاضای برق بزرگ‌تر است؛

[19] Akinlo
[20] Narayan, P., Narayan, S. and Popp
[21] Ozturk, Aslan and Kalyoncu
[22] Pedroni panel co integration
[23] Sadorsky

www.SID.ir

Archive of SID

علاوه بر این کشش بلندمدت ICT از کشش بلندمدت درآمد، کوچک‌تر است؛ زیرا ICT سریع‌تر از درآمد رشد می‌کند.

تانگ، شهباز و آروری[۲۴] (۲۰۱۳)، رابطه‌ی بین مصرف برق و رشد اقتصادی را در کشور پرتقال با استفاده از مدل‌های چند متغیره مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش وجود انباشتگی بین متغیرها را نشان داد؛ به‌طوری‌که، رابطه یک سویه‌ی بلندمدت و کوتاه‌مدت بین مصرف برق و رشد اقتصادی وجود دارد؛ یعنی انرژی، یک منبع مهم برای رشد اقتصادی در کشور پرتقال محسوب می‌شود و سیاست‌های صرفه‌جویی نباید به‌کار گرفته شود؛ زیرا مانع رشد و توسعه‌ی اقتصادی در این کشور خواهد بود.

تان و تان[۲۵] (۲۰۱۳)، رابطه‌ی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی و همچنین رابطه‌ی بین رشد اقتصادی، قیمت انرژی و ابداع فناوری را در سال‌های ۲۰۰۹-۱۹۷۰، در کشور مالزی مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش آنان نشان می‌دهد که مصرف انرژی و عامل تعیین‌کننده‌ی آن هم‌انباشته بوده و درآمد به‌طور مثبت و قیمت انرژی و ابداع فناوری به‌طور منفی، مصرف برق را تحت تأثیر قرار می‌دهند. نتایج آزمون علیّت گرنجر نشان داد که ابداع فناوری با رشد اقتصادی و مصرف برق رابطه دارد؛ همچنین رشد اقتصادی و مصرف برق رابطه‌ی علیتی کوتاه‌مدت و بلندمدت دارد. ایشیدا[۲۶] (۲۰۱۴)، تأثیر توسعه ICT را بر روی مصرف انرژی در کشور ژاپن، طی دوره‌ی زمانی ۲۰۱۰-۱۹۸۰ مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داد و نشان داد که سرمایه‌گذاری در ICT بر روی مصرف انرژی در این کشور در کوتاه‌مدت و بلندمدت اثر منفی و معنی‌دار دارد و سرمایه‌گذاری در ICT می‌تواند (با ثبات سایر شرایط) به کاهش محدود در مصرف انرژی منجر شود؛ امّا تولید ناخالص داخلی را افزایش نمی‌دهد.

حمدی، سبیا و شهباز[۲۷] (۲۰۱۴)، رابطه‌ی بین مصرف برق، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرمایه و رشد اقتصادی را در کشور بحرین طی دوره‌ی ۲۰۱۰-۱۹۸۰ مورد بررسی قرار داد و نتایج آزمون کرانه ARDL نشان‌دهنده‌ی وجود

[24] Tang, Shahbaz and Arouri

[25] Tan, C.F. and Tan, C.E.

[26] Ishida

[27] Hamdi, Sbia and Shahbaz

www.SID.ir

Archive of SID

انباشتگی بین سری‌ها بوده و آزمون علیت گرنجری رابطه‌ی بین مصرف برق، رشد اقتصادی و نیز سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مصرف انرژی را نشان می‌دهد.

بازاکلو و یلنسی[۲۸] (۲۰۱۴)، در پژوهش خود رابطه‌ی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی برای ۲۰ کشور منتخب OECD را مورد بررسی قرار دادند. برای این‌منظور با استفاده از آزمون علّیت گرنجر رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت را بررسی کردند. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که رابطه‌ی مستقیمی از GDP به مصرف انرژی وجود دارد؛ همچنین صلاح‌الدین و آلام[۲۹] (۲۰۱۵)، در پژوهشی به برآورد اثرات بلندمدت و کوتاه‌مدت استفاده از اینترنت و رشد اقتصادی بر مصرف برق با استفاده از داده‌های سری زمانی سالانه، در طی سال‌های ۲۰۱۲-۱۹۸۵ در استرالیا پرداخته و نتایج حاصل از برآورد ARDL نشان داد که استفاده از اینترنت و رشد اقتصادی مصرف برق را تشدید می‌کند؛ همچنین آزمون علیت گرنجر چندمتغیره، رابطه‌ی علیت یک‌سویه استفاده از اینترنت به رشد اقتصادی و مصرف برق در کشور استرالیا را تائید می‌کند.

۴- روش پژوهش

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر رشد اقتصادی و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف برق در ایران با تأکید بر نظریه‌ی درآمد- هزینه واگنر، طی دوره‌ی زمانی۱۳۵۰ تا ۱۳۹۳ با استفاده از روش علیت انگل- گرنجری است. دو ایراد عمده در روش علیت انگل- گرنجر وجود دارد؛ اول اینکه، برآوردهای حاصل از نمونه‌های کوچک به‌دلیل در نظر نگرفتن واکنش‌های پویای کوتاه‌مدت موجود بین متغیرها، تورش‌دار بوده و توزیع حدی برآوردگرهای حداقل مربعات نیز غیرنرمال است و دوم اینکه، روش انگل- گرنجر بر پیش‌فرض وجود یک بردار هم‌جمعی استوار است و تحت شرایطی که بیش از یک بردار هم‌جمعی وجود داشته باشد، استفاده از این روش منجر به عدم کارایی خواهد شد. برای برطرف کردن این ایرادات، یوهانسون- جوسیلیوس[۳۰] (۱۹۹۲) روش برآورد حداکثر راست‌نمایی[۳۱] را

[28] Bozokli and Yilanci
[29] Salahuddin and Alam
[30] Johansen and Juselius
[31] Maximum likelihood ratio

www.SID.ir

Archive of SID

برای آزمون هم‌جمعی و استخراج بردارهای هم‌جمعی پیشنهاد می‌کنند. در این پژوهش، داده‌های مربوط به‌تمامی متغیرها به‌جز متغیر موهومی جنگ نیز از سامانه‌ی شاخص توسعه جهانی[۳۲] جمع‌آوری شد. برای شناخت کانال‌های تأثیرگذاری عوامل مؤثر بر متغیر مصرف سرانه‌ی برق، از مدل سادورسکی (۲۰۱۲) و نارایان و همکاران (۲۰۱۰)، جهت نشان دادن نحوه‌ی ارتباط این عوامل شامل فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی با میزان مصرف برق در کشور ایران استفاده شد (رابطه ۱).

$$EC = F(A, NET, GDPpc) \qquad (۱)$$

همچنین به‌شکل فرم مشخصی از تابع کاب- داگلاس به‌صورت رابطه ۲ داریم.

$$EC_t = A.\,(NET_t)^{\beta 1}\,(GDP\ pc_t)^{\beta 2} \qquad (۲)$$

که در آن (EC): نشان‌دهنده‌ی مصرف سرانه‌ی برق، (A): نشانگر سطح فنّاوری، (NET): بیانگر تعداد کاربران اینترنت در هر ۱۰۰ نفر جمعیت، (GDP_{pc}): نماینده‌ی تولید ناخالص داخلی سرانه و پارامترهای ($\beta 1$) و ($\beta 2$): به‌ترتیب نماینده شدت حساسیت مصرف سرانه برق از میزان به‌کارگیری اینترنت و رشد سرانه تولید و (t): نشان‌دهنده‌ی متغیر زمان است که در این پژوهش، شامل سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۹۳ می‌شود. پس از تبدیلات لازم مدل نهایی جهت بررسی روابط بین متغیرهای تحقیق حاضر به‌شکل رابطه‌ی ۳، به‌دست می‌آید.

$$\ln(EC)_t = \beta_0 \ln(A) + \beta_1 \ln(NET)_t + \beta_2 \ln(GDPpc)_t + e_t \qquad (۳)$$

که درآن، (ln): بیانگر لگاریتم طبیعی و (e): معرف جمله‌ی اخلال مدل و سایر متغیرها مشابه توضیحات رابطه‌ی ۲ هستند. در ادامه، ازآنجایی‌که درجه‌ی جمعی متغیرها در این پژوهش به‌صورت متفاوت است؛ از روش خودتوضیح با وقفه‌های توزیعی (ARDL) استفاده شد. در این روش برای هر یک از متغیرها با استفاده از معیارهایی مانند شوارتز- بیزین، آکائیک و حنان کوئین، وقفه‌های بهینه انتخاب شده و روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیر وابسته و سایر متغیرهای توضیحی الگو به‌طور هم‌زمان تخمین زده می‌شود. در استفاده از این رهیافت به یکسان بودن

[32] World Development Index (WDI)

www.SID.ir

Archive of SID

درجه هم‌جمعی متغیرها (که در روش انگل- گرنجر ضروری است) نیازی نیست. متدلوژی ARDL در حالتی که متغیرها، ترکیبی از متغیرهای I(1) و I(0) باشند، بازهم قابل کاربرد است. فرمول تجربی الگوی ARDL برای تحقیق حاضر به‌صورت روابط ۴، ۵ و ۶ است.

$$\Delta lnEC_t = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 D + \beta_3 EC_{t-1} + \beta_4 lnGDPpc_{t-1} + \beta_5 NET_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \beta_6 \Delta lnEC_{t-j} + \sum_{j=1}^{q} \beta_7 \Delta lnGDPpc_{t-k} + \sum_{k=0}^{r} \beta_8 \Delta lnNET_{t-l} + e_t \quad (۴)$$

$$\Delta lnGDPpc_t = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 D + \beta_3 lnGDPpc_{t-1} + \beta_4 EC_{t-1} + \beta_5 NET_{t-1} + \sum_{i=0}^{p} \beta_6 \Delta lnGDPpc_{t-j} + \sum_{j=0}^{q} \beta_7 \Delta lnNET_{t-k} + \sum_{k=0}^{r} \beta_8 \Delta lnEC_{t-l} + e_t \quad (۵)$$

$$\Delta NET_t = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 D + \beta_3 NET_{t-1} + \beta_4 lnGDPpc_{t-1} + \beta_5 EC_{t-1} + \sum_{i=0}^{p} \beta_6 \Delta lnNET_{t-j} + \sum_{j=0}^{q} \beta_7 \Delta lnGDPpc_{t-k} + \sum_{k=0}^{r} \beta_8 \Delta lnEC_{t-1} + e_t \quad (۶)$$

لازم به اشاره است که در این روابط، متغیرهای مصرف برق و تولید ناخالص داخلی، به‌صورت مقدار واقعی سرانه و متغیر تعداد کاربران اینترنت، به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات به‌صورت تعداد افرادی که در هر ۱۰۰ نفر جمعیت از اینترنت استفاده می‌کنند، مورداستفاده قرارگرفت؛ همچنین، از آنجاکه دوره‌ی زمانی موردمطالعه در پژوهش حاضر، شامل سال‌های ۱۳۵۰ تا سال ۱۳۹۳ است؛ تأثیر دوران جنگ تحمیلی در بازه‌ی زمانی موردمطالعه به‌صورت متغیر موهومی بیان‌شده است؛ برای این منظور، عدد یک برای سال‌های رخداد جنگ (سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۶۷) و در سایر سال‌ها، عدد صفر تعریف‌شده است.

۵- برآورد مدل و نتایج

۵-۱- آزمون ریشه‌ی واحد (مانایی)

برای آگاهی از وجود یا عدم وجود نوسانات میانگین و واریانس متغیرهای موردمطالعه، لازم بود که رفتار بلندمدت متغیرها را بررسی کنیم؛ برای این منظور، از آزمون ریشه‌ی واحد استفاده شد. ابتدا برای این‌که بدانیم متغیرهای معادله‌ی

www.SID.ir

Archive of SID

موردنظر در سطح و یا با تفاضل مانا هستند از آزمون مانایی دیکی- فولر تعمیم‌یافته، استفاده شد که نتایج این آزمون در جدول ۱، گزارش شده است.

جدول ۱: نتایج آزمون ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم‌یافته

متغیر	در سطح		با یک‌بار تفاضل	
	t-statistic	p-value	t-statistic	p-value
مصرف حقیقی سرانه برق	۰/۴۰۷	۰/۹۹۱	***-۶/۱۴	۰/۰۰۰
تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه	-۱/۸	۰/۶۸۵	**-۳/۶۴	۰/۰۳۸
تعداد کاربران اینترنت	۰/۱۶	۰/۹۹۳	**-۳/۲۵	۰/۰۲۳
متغیر پسماند مدل برآورد شده	***-۴/۰۵	۰/۰۰۳	-	-

مأخذ: محاسبات تحقیق (***، ** به ترتیب معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد).

طبق نتایج حاصل از آزمون ریشه‌ی واحد دیکی- فولر تعمیم‌یافته، تمامی متغیرها در سطح نامانا بوده و با یک‌بار تفاضل مانا شده‌اند. به‌منظور آزمون رابطه‌ی هم‌جمعی، آزمونی مبنی بر آزمون والد (آزمون F) با در نظر گرفتن فرض صفر مبنی بر برابری ضرایب متغیرهای با وقفه‌ی الگوها ($\beta2=\beta3=\beta4$)، انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۲، گزارش‌شده است. نتایج آزمون والد بر رد فرض صفر و تأیید فرضیه‌ی مقابل مبنی بر عدم‌تساوی ضرایب متغیرهای باوقفه مدل تأکید دارد.

جدول ۲: نتایج آزمون والد

آزمون	ارزش	درجه آزادی	احتمال
آماره F	۵۸۱/۳۷	(۳۷ و ۲)	۰/۰۰۰
آماره خی- مربع	۱۱۶۲/۷	۲	۰/۰۰۰

مأخذ: محاسبات تحقیق

۵-۲- آزمون علیت گرانجر

اساس کار آزمون علیت گرنجر، که برای سری‌های زمانی طراحی شده است؛این است که آیا مقادیر با وقفه‌ی سری مذکور، در توضیح‌دهی هریک از سری‌ها نقش دارند یا ندارند. در ادامه، نتایج این آزمون در جدول ۳، گزارش شده است. باتوجه به نتایج علیت گرانجر، می‌توان گفت فرض «رشداقتصادی علیت مصرف برق نیست» رد می‌شود و فرض مقابل، یعنی وجود علیت از رشداقتصادی به مصرف برق

www.SID.ir

Archive of SID

پذیرفته می‌شود؛ همچنین، فرض «به‌کارگیری فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات علیت مصرف برق نیست» رد می‌شود؛ امّا نتایج برای متغیر دامی جنگ تأیید نمی‌شود.

جدول ۳: نتایج آزمون علیت گرانجر

تعریف فرضیه صفر	مقدار آماره‌ی تی-استیودنت (t-statistic)	مقدار ارزش احتمال (p-value)
رشد اقتصادی علیت مصرف برق نیست	٭۲/۸۴	۰/۰۷۰
به‌کارگیری اینترنت علیت مصرف برق نیست	٭۲/۹۱	۰/۰۵۱
متغیر دامی جنگ علیت مصرف برق نیست	۰/۵۹	۰/۵۵

مأخذ: محاسبات تحقیق (٭بیانگر سطح معنی‌داری ده درصد است).

۵-۳- نتایج برآورد مدل تحقیق

هدف اصلی این پژوهش، آزمون اثرات متغیرهای رشد اقتصادی و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف سرانه‌ی برق است که در جدول ۴، نتایج این برآورد، گزارش شده‌است.

جدول ۴: آزمون انتخاب مدل بهینه ARDL(1,1,1,0)

متغیر	نماد	ضریب	p-value
مصرف سرانه حقیقی برق سال قبل	LEC(-1)	٭٭٭۰/۹۰	۰/۰۰۰
تولید ناخالص داخلی سرانه حقیقی سال جاری	LGDP	٭٭٭۰/۷۳	۰/۰۰۰
تولید ناخالص داخلی سرانه حقیقی یک سال قبل	LGDP(-1)	٭٭٭-۰/۶۵	۰/۰۰۰
تعداد کاربران اینترنت سال جاری	LICT	٭٭٭-۰/۰۱	۰/۰۰۷
تعداد کاربران اینترنت یک سال قبل	LICT(-1)	٭٭٭۰/۰۱۳	۰/۰۰۱
متغیر دامی جنگ	DUM	٭٭٭۰/۰۵۱	۰/۰۰۱
ضریب تعیین تعدیلی	۰/۹۹		
آماره دوربین-واتسون	۲/۱۸		

مأخذ: محاسبات تحقیق (٭٭٭ و ٭ به‌ترتیب بیانگر سطح معنی‌داری یک و پنج درصد هست).

با توجه به نتایج آزمون انتخاب مدل بهینه، می‌توان گفت که مدل بهینه، جهت تعیین روابط متغیرهای منتخب، به‌صورت ARDL(1,1,1,0) بوده و اعداد از چپ به‌راست به‌ترتیب بیانگر تعداد وقفه‌ی یک، برای متغیر وابسته‌ی مصرف برق، تعداد

www.SID.ir

Archive of SID

وقفه‌ی یک برای متغیرهای توضیحی رشد اقتصادی و مصرف برق و عدد صفر بیانگر عدم وجود وقفه برای متغیر موهومی جنگ است؛ از آن‌جایی‌که معیار منتخب جهت تعیین وقفه‌های بهینه‌ی مدل معیار شوارتز- بیزین هست و همچنین، مبنای معیار شوارتز- بیزین بر بزرگ بودن قدرمطلق این معیار متمرکز است؛ بنابراین با استفاده از این معیار چند حالت از بهترین حالت‌های انتخاب وقفه‌ی بهینه ترسیم شده که الگوی ARDL(1,1,1,0) با مقدار آماره‌ی بالای (۳/۵۲-) بر الگوهای ARDL(1,1,1,1) و ARDL(1,4,1,0) و سایر الگوها (با مقدار معیار کمتر از ۳/۵۲-) ترجیح دارد.

با این تفاسیر، جدول ۵، گزارشی است از برآورد روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرهای ذکرشده، با استفاده از الگوی منتخب ARDL(1,1,1,0). طبق نتایج برآورد الگوی منتخب ARDL(1,1,1,0)، در بلندمدت، علامت اثرگذاری متغیرهای توضیحی رشد اقتصادی و فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات مطابق انتظار تئوریک بوده، با این تفاوت که اثرات ضرایب این متغیرها در بلندمدت بیشتر از کوتاه‌مدت است؛ به‌عبارت‌دیگر، از آن‌جاکه تمامی متغیرها به‌جز متغیر موهومی به‌کل لگاریتمی وارد مدل شده‌اند؛ لذا ضرایب آن‌ها بیانگر حساسیت متغیر مصرف سرانه‌ی برق نسبت به متغیرهای توضیحی پیش‌گفته هستند؛ بنابراین، ضرایب کوتاه‌مدت متغیرهای رشد اقتصادی و رشد تعداد کاربران اینترنت به‌ترتیب معادل ۰/۷۳ و ۰/۰۱ است و نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت با افزایش یک‌درصدی در متغیر رشد اقتصادی انتظار افزایش مصرف برق به‌میزان ۰/۷۳درصد، و با افزایش یک‌درصدی در متغیر رشد تعداد کاربران اینترنت انتظار کاهش مصرف برق به میزان ۰/۰۱ درصد وجود دارد؛ از طرف دیگر، در بلندمدت با افزایش یک درصدی در هر یک از متغیرهای رشد اقتصادی و رشد تعداد کاربران اینترنت، انتظار افزایش رشد اقتصادی به‌ترتیب به‌میزان ۰/۷۸ و ۰/۰۲۸ درصد وجود دارد. همان‌طور که از نتایج مدل برآورد شده پیداست، ضرایب اثرگذاری متغیرهای توضیحی در بلندمدت بیش از آن در کوتاه‌مدت است؛ به‌علاوه، ضریب هم‌گرایی و یا ضریب تعدیلی در مدل برآورد شده، معادل ۰/۰۹۷- برآورد شده است. این ضریب که ازنظر آماری، در سطح اطمینان بالای ۹۹ درصد معنی‌دار بوده، نشان می‌دهد که در هر دوره ۹/۷ درصد از عدم تعادل در رشد اقتصادی تعدیل شده و به‌سمت روند بلندمدت خود نزدیک می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: نتایج روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت الگوی منتخب

روابط کوتاه‌مدت			
متغیر	نماد	ضریب	p-value
تفاضل رشد اقتصادی	D(LGDP)	***۰/۷۳	۰/۰۰۰
تفاضل رشد کاربران اینترنت	D(ICT)	***-۰/۰۱	۰/۰۰۷
تفاضل دامی جنگ	D(DUM)	***-۰/۰۵	۰/۰۰۱
ضریب همگرایی	CointEq(-1)	***-۰/۰۹۷	۰/۰۰۷
روابط بلندمدت			
متغیر	نماد	ضریب	p-value
رشد اقتصادی	LGDP	***۰/۷۸	۰/۰۰۰
رشد کاربران اینترنت	ICT	**۰/۰۲۸	۰/۰۴۲
دامی جنگ	DUM	*۰/۵۳	۰/۰۵۴

مأخذ: محاسبات تحقیق (***، ** و * به‌ترتیب بیانگر سطح معنی‌داری یک، پنج و ده درصد هستند).

۶- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تخمین الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی، جهت بررسی روابط بلندمدت بین متغیرهای رشد اقتصادی، گسترش استفاده از اینترنت به‌عنوان شاخصی از رشد فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات و میزان مصرف برق به‌عنوان شاخصی از شدت مصرف انرژی، نشان داد که متغیر رشد اقتصادی بر متغیر مصرف سرانه‌ی برق در کشور ایران تأثیری معنی‌دار داشته است؛ به‌طوری‌که، در الگوی بهینه‌ی منتخب ARDL(1,1,1,0)، با یک درصد افزایش در رشد اقتصادی در بلندمدت، مصرف سرانه‌ی برق به‌میزان ۰/۷۸ درصد افزایش می‌یابد. این نتیجه‌گیری مؤید برقراری نظریه‌ی واگنر مبتنی بر رابطه‌ی بین رشد اقتصادی، درآمد سرانه‌ی افراد و افزایش تقاضا، برای کالاها و خدمات رفاهی جدید به‌دلیل پیچیده شدن زندگی صنعتی جوامع شهری ازجمله کشور ایران است؛ بنابراین انتظار بر این است که با بهبود تولید ناخالص داخلی کشور که می‌تواند ناشی از افزایش به‌کارگیری تجهیزات و مواد اولیه در تولید و به‌دنبال آن افزایش استفاده از نیروی برق، جهت تأمین مواد اولیه صنایع تولیدی باشد و به‌دلیل پایین بودن سطح فن‌آوری در بخش‌های تولیدی اقتصاد کشور، مصرف برق در بلندمدت

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش یابد؛ امّا این افزایش، می‌تواند نسبت به سال پیشین خود به‌دلیل ورود فناوری‌های نوین سرمایه‌بر کاهش‌یافته و یک صرفه‌ی اقتصادی رخ دهد و این بستگی به قدرت تطبیق نظام تولیدی داخل با فناوری‌های نوین دارد؛ علاوه بر این، توجه به ضریب کوتاه‌مدت متغیر توضیحی تولید ناخالص داخلی سرانه حائز اهمیّت است. نتایج برآورد این الگو، نشان داد که در کوتاه‌مدت با یک درصد افزایش در رشد اقتصادی، مصرف سرانه‌ی برق به میزان ۰/۷۳ درصد افزایش خواهد یافت؛ همچنین، در الگوی بهینه‌ی منتخب ARDL(1,1,1,0)، در بلندمدت، ضریب اثرگذاری متغیر تعداد کاربران اینترنت بر متغیر مصرف سرانه‌ی برق مثبت و معنی‌دار به‌دست آمد، که این مقدار در بلندمدت، ۰/۰۲۸ بوده است؛به‌طوری‌که با یک درصد افزایش در تعداد کاربران اینترنت در کشورمان، مصرف سرانه‌ی برق در بلندمدت به‌میزان ۰/۰۲۸ درصد افزایش خواهد داشت.

دلیل افزایش مصرف برق در بلندمدت، ناشی از افزایش به‌کارگیری اینترنت، می‌تواند به افزایش تعداد تجهیزات به‌کار گرفته‌شده در تسهیل خدمات اینترنت مربوط شود. نتایج حاصل از برآورد الگوی تصحیح خطای برداری، نشان داد که ضریب همگرایی در مدل معادل ۰/۰۹۷- است. این ضریب که ازنظر آماری در سطح اطمینان بالای ۹۹ درصد معنی‌دار بوده؛ نشان می‌دهد که در هر دوره ۹/۷ درصد از عدم تعادل در مصرف حقیقی سرانه‌ی برق تعدیل شده و به‌سمت روند بلندمدت خود نزدیک می‌شود.

به‌طور خلاصه با توجه به نتایج حاصل از پژوهش، توصیه می‌شود از آنجا که در بلندمدت و در تأیید نظریه درآمد- هزینه واگنر، مبنی برافزایش تقاضا برای انجام هزینه‌های عمومی، از جمله تأمین انرژی مورد نیاز مردم، رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار بین رشد اقتصادی و مصرف سرانه‌ی برق در ایران وجود دارد؛ بنابراین لازم است تا برنامه‌ریزان اقتصادی کشور، اهداف گسترش منابع تولید انرژی و تأمین انرژی برق را به‌دور از بروز پیامدهای غیراقتصادی و منفی آن، از طریق تنوع‌بخشی به مصرف انرژی از جمله تولید برق از سوخت‌های بیومس، انرژی‌های بادی و خورشیدی، به‌جای استفاده از سوخت‌های نامناسبی مانند نفت و ترکیبات آن و کاهش آلودگی ناشی از این سوخت‌ها در اتمسفر، مجدّانه مورد توجه قرار دهند.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

- آرمن، سیدعزیز و روح‌الله زارع. (۱۳۸۸). «مصرف انرژی در بخش‌های مختلف و ارتباط آن با رشد اقتصادی در ایران: تحلیل علّیت بر اساس روش تودا و یاماموتو». *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۶(۲۱): صص ۹۲-۶۷.

- احمدی‌شادمهری، محمدطاهر، اعظم قزلباش و محمد دانش‌نیا. (۱۳۹۲). «بررسی رابطه‌ی علّیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی: با استفاده از داده‌های پانل بر مبنای مدل تصحیح خطای برداری در کشورهای عضو آسه آن». *مجله اقتصاد و توسعه منطقه‌ای*، ۲۰(۶): صص ۱۸۰-۱۵۷.

- اسدی، علی و سیدمیثم اسماعیلی. (۱۳۹۲). «بررسی وجود رابطه پویا میان مصرف انرژی و توسعه مالی در ایران. فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان. ۱(۳): صص ۳۸-۱۷.

- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۳). « آمار سری زمانی اقتصاد کلان ج.ا.ا. ». سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۵۰.

- پاکرو، بهنام. (۱۳۹۳). «تأثیر سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر تقاضای برق بخش‌های مصرفی ایران با رویکرد مدل رشد لجستیک». *پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد*، دانشکده علوم اداری و اقتصاد.

- حشمت‌پور، معصومه. (۱۳۹۰). «بررسی اثر سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر مصرف برق در ایران». *پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد*. دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس.

- حیدری، حسن، محمد نجارفیروزجایی و لسیان سعیدپور. (۱۳۹۰). «بررسی رابطه بین مصرف برق، قیمت برق و رشد اقتصادی در ایران». *فصلنامه‌ی پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۱۹(۵۹): صص ۲۰۰-۱۷۵.

- زنگویی‌نژاد، ابوذر و شهرام وصفی. (۱۳۸۸). «تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف حامل‌های انرژی در ایران». *هفتمین همایش ملی انرژی*. دانشگاه تربیت مدرس.

- فطرس، محمدحسن و حامد گرگی. (۱۳۸۸). «بررسی رابطه علی بین مصرف حامل‌های انرژی و ارزش‌افزوده در بخش صنعت ایران طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۴۶». *فصلنامه اقتصاد مقداری* (بررسی‌های اقتصادی سابق)، ۶(۳): صص ۵۳-۲۷.

- فطرس، محمدحسن، اکبر آقازاده و سودا جبرائیلی. (۱۳۹۰). «تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر و مقایسه تطبیقی کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (شامل ایران)». *فصلنامه پژوهش و سیاست‌های اقتصادی*، ۱۹(۶۰): صص ۹۸-۸۱.

www.SID.ir

Archive of SID

- کرامتی، عباس، ابوالقاسم گل‌خندان و مجتبی خوانساری. (۱۳۹۳). «تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر مصرف انرژی در ایران». *فصلنامه‌ی تحقیقات توسعه اقتصادی*. ۲۱(۸): صص ۱۲۶-۱۰۳.

- محمودزاده، محمود و حامد شاه‌بیگی. (۱۳۹۰). «آثار فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی در کشورهای درحال‌توسعه». *فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین*، ۶(۲۳ و ۲۴): صص ۸۸-۶۸.

- ملکی، رضا. (۱۳۸۳). «بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و تولید داخلی در ایران». *فصلنامه برنامه‌ریزی و بودجه*، ۹(۶): صص ۱۲۱-۸۱.

- مهرآرا، محسن و محمود زارعی. (۱۳۹۰). «اثرات غیرخطی مصرف انرژی بر رشد اقتصادی مبتنی بر رویکرد حدآستانه‌ای». *فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*.۲(۵): صص ۱۱-۴۳.

- مهرآرا، محسن، راضیه فرمهینی‌فراهانی و آیت حسن‌زاده. (۱۳۹۰). «رابطه میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب صادرکننده نفت». *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*. ۵(۲) پیاپی ۱۴: صص ۹۰-۶۹.

- والی، سمانه. (۱۳۹۱). «اثر سرمایه برق در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه». *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی.

- همتی، عبدالناصر. (۱۳۸۳). *اقتصاد انرژی*. تهران: موسسه مطالعات بین المللی انرژی،

- Akinlo, E. (2008). Energy Consumption and Economic Growth, Evidence From 11 Sub-Saharan Africa Countries, Energy Economics, Vol. (30), pp:2391-2400.
- Ayres, R. & I. Nair. (1984). Thermodynamics and Economics. Physics Today, Vol.35, pp: 62-71.
- Berndt, E.R. & D.O. Wood. (1978). Technology, Prices and the Derived Demand for Energy, Review of Economics and Statistics, Vol.57, pp: 259-268.
- Bozoklu, S. & V. Yilanci. (2014). Energy Consumption And Economic Growth for Selected OECD Countries: Further Evidence from The Granger Causality Test in The Frequency Domain. Energy Policy, Vol.63, pp: 881-877.
- Cho, Y., J. Lee & T. Kim. (2007). The Impact of ICT Investment and Energy Price On Industrial Electricity Demand: Dynamic Growth Model Approach, Energy Policy, Vol.35, pp: 4730–4738.

www.SID.ir

Archive of SID

- Collard, F., P. Feve & F. Portier. (2005). Electricity Consumption and ICT in the French service sector, Energy Economics, Vol.27(3), pp: 550-541.
- European Commission e-Business Watch. (2008). The Implications of ICT for Energy Consumption, Impact Study. No.09/2008.Books on Demand.
- Hamdi, H., R. Sbia & M. Shahbaz. (2014). The Nexus between Electricity Consumption and Economic Growth in Bahrain. Economic Modeling, Vol.38, pp: 237.
- Ishida, H. (2015). The Effect of ICT Development on Economic Growth and Energy Consumption in Japan, Telematics and Informatics, Telematics and Informatics Vol.32(1), pp: 79-88.
- Ishida, H. & A. Yanagisawa. (2003). Impact Assessment of Advancing ICT Orientation on Energy Use: Consideration of Marco Assessment Method. IEEJ.
- Jumbe, C. (2004). Cointegration and Causality between Electricity Consumption and Economic Growth Empirical Evidence from Malawi. Energy Economic, Vol. 26, pp: 61-68.
- Kraft, J. & A. Kraft. (1978). On the Relationship Between Energy and GNP. J. Energy Dev. Vol.3, pp: 401–403.
- Lee, C. (2005). Energy Consumption and GDP in Developing Countries: A Co Integrated Panel Analysis. Energy Economics, Vol.27, pp: 415-427.
- Narayan, P.K., S. Narayan & S. Popp. (2010). Does Electricity Consumption Panel Granger Cause GDP? New Global Evidence. Appl. Energy, Vol.87, pp: 3294–3298.
- Ozturk, I., A. Aslan & H. Kalyoncu. (2010). Energy Consumption and Economic Growth Relationship: Evidence from Panel Data for Low and Middle Income Countries. Energy Policy, Vol.38, pp: 4428-4422.
- Sadorsky, P. (2012). Information Communication Technology and Electricity Consumption in Emerging Economies, Energy Policy, Vol.48, pp: 130–136.
- Salahuddin, M. & K. Alam. (2015). Internet Usage, Electricity Consumption and Economic Growth in Australia: Time Series Evidence. Telematics and Informatics. Vol.32, pp: 878-862
- Stern, D.I. (2004) .Energy and Economic Growth. Rensselaer Working Paper, No: 0410.

www.SID.ir

Archive of SID

- Takase, K. & Y. Murota. (2004). The Impact of ICT Investment on Energy: Japan and US Comparison in 2010, Energy Policy, Vol.32(11), pp: 1291–1301.
- Tan, C.F. & C. E. Tan. (2013). Exploring the Nexus of Electricity Consumption, Economic Growth, Energy Prices and Technology Innovation in Malaysia. Applied Energy. Vol.104, pp: 297–305.
- Tang, C.F., M. Shahbaz & M. Arouri. (2013). Re-Investigating the Electricity Consumption and Economic Growth Nexus in Portugal. Energy Policy, Vol.62, pp: 1524-1515.

www.SID.ir