Archive of SID

تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهبود بازدهی اقتصادی مصرف برق (مورد مطالعه: کشورهای منتخب در حال توسعه)

موسی خوشکلام خسروشاهی*
دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران
m.khosroshahi@alzahra.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۹
تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۸/۰۳/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۵

چکیده

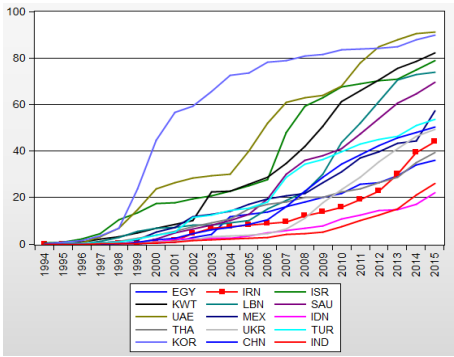
وجود پیشرفت‌های مختلف در عرصه فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) و بکارگیری این پیشرفت‌ها توسط جوامع بشری، دارای آثار دوگانه‌ای بر مصرف یکی از مهم‌ترین حامل‌های انرژی یعنی انرژی الکتریسیته است. بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات از یکسو باعث جانشین‌نمودن فناوری‌های جدید با فناوری‌های قدیمی شده و لذا منجر به بهبود بهره‌وری و کارایی مصرف انرژی الکتریسیته و در نتیجه کاهش مصرف آن می‌شود (اثر جانشینی) از سوی دیگر نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری از تجهیزات جدید فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث افزایش تقاضا برای مصرف انرژی الکتریسیته می‌شود (اثر درآمدی). بنابراین اثر کلی فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی الکتریسیته تابعی از قدرت نسبی یکی از اثرات جانشینی و درآمدی است. بر همین اساس در مقاله حاضر، رابطه بین بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات و مصرف انرژی الکتریسیته در ۱۵ کشور منتخب در حال توسعه طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۴ مورد بررسی قرار گرفت و برای این منظور از روش‌شناسی مبتنی بر الگوی پانل پویا با رویکرد PMG استفاده گردید. داده‌های مربوط به مصرف برق، رشد اقتصادی، تعداد استفاده‌کنندگان از اینترنت و تعداد مشترکین تلفن‌همراه نیز از پایگاه‌های آماری WDI و داده‌های سازمان ملل اقتباس شدند. نتایج تحقیق در قالب دو مدل جداگانه نشان می‌دهند که افزایش بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث می‌شود تا مصرف سرانه انرژی الکتریسیته هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت در کشورهای منتخب در حال توسعه افزایش یابد. همچنین نتایج نشان می‌دهند که در کشورهای منتخب در حال توسعه، رشد اقتصادی علت مصرف انرژی الکتریسیته بوده ضمن اینکه رابطه علیت یک‌طرفه از فناوری اطلاعات و ارتباطات به مصرف برق و رشد اقتصادی وجود دارد.

واژگان کلیدی

فناوری اطلاعات؛ ارتباطات؛ مصرف برق؛ کشورهای در حال توسعه؛ مدلسازی.

۱- مقدمه

فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)[1] یکی از عوامل مهم مؤثر در حوزه‌های مختلف از جمله انرژی و اقتصاد است [۶]. توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و گسترش بکارگیری این فناوری‌ها دارای پیامدهای اقتصادی متعددی از قبیل افزایش بهره‌وری، افزایش رشد اقتصادی و کاهش فساد می‌باشند [۷]. بطوریکه جهان به سرعت در حال گذار از آفلاین[2] به آنلاین[3] است. برنامه توسعه سازمان ملل اذعان کرده است که بکارگیری اینترنت باعث افزایش کارایی بازار شده و فرآهم‌آورنده فرصت‌های اقتصادی، بهبود بهره‌وری و ارتقای مشارکت‌های سیاسی است. با توجه به نقش فزاینده فاوا در فعالیت‌های انسانی، سازمان ملل بیان می‌کند [۸] که دسترسی به اینترنت یکی از اساسی‌ترین حقوق انسانی در جامعه معاصر است. با توجه به گزارش بین‌المللی صلح سبز [۹]، جمعیت آنلاین جهان از ۲/۳ میلیارد نفر در سال ۲۰۱۲ به ۳/۶ میلیارد نفر در سال ۲۰۱۷ افزایش خواهد یافت.



نمودار ۱- روند تعداد استفاده‌کنندگان اینترنت در کشورهای منتخب در حال توسعه (به ازای ۱۰۰ نفر)
مأخذ: WDI 2017 [۱۰]

1. Information and Communication Technology
2. Offline
3. Online

* نویسنده مسئول

www.SID.ir

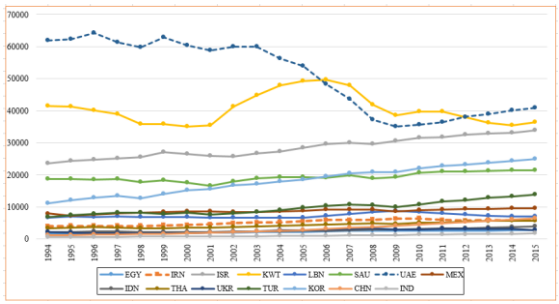
Archive of SID

از حدود دو دهه گذشته، گسترش بکارگیری فاوا از جمله بکارگیری اینترنت در کشورهای در حال توسعه باعث شده است تا تغییراتی در اقتصاد این کشورها شکل بگیرد. بکارگیری فاوا بویژه استفاده از اینترنت با سرعت فوق‌العاده‌ای در کشورهای در حال توسعه گسترش یافته است. روند تغییرات در این متغیر طی دو دهه گذشته در نمودار (۱) آورده شده است. نمودار (۱) نشان‌دهنده تعداد استفاده‌کنندگان از اینترنت (به ازای هر ۱۰۰ نفر) در کشورهای منتخب در حال توسعه طی دوره زمانی (۲۰۱۵-۱۹۹۴) است. مشاهده می‌شود که تعداد مصرف‌کنندگان اینترنت در کشورهای منتخب در حال توسعه از سال ۱۹۹۴ به بعد روندی صعودی داشته و از اواخر دهه ۱۹۹۰ میلادی شتاب بیشتری گرفته است. به‌عنوان نمونه، تعداد استفاده‌کنندگان اینترنت ایران در سال ۱۹۹۸ به ازای هر ۱۰۰ نفر جمعیت برابر با ۰/۱ نفر بوده اما این رقم در سال ۲۰۰۲ به ۴/۶ افزایش یافته و با ادامه همین روند صعودی و باشتاب در سال ۲۰۱۵ به رقم ۴۴/۱ رسیده است. البته در بین کشورهای منتخب بهترین وضعیت مربوط به کشور کره‌جنوبی است بطوریکه تعداد استفاده‌کنندگان اینترنت در این کشور (به ازای هر ۱۰۰ نفر) در میانه دوره زمانی مورد بررسی با اختلاف فاحشی نسبت به سایر کشورها قرار داشته است. اما در سال انتهای دوره مورد بررسی، کشور امارات در وضعیت بهتری نسبت به کره‌جنوبی قرار دارد.

با توجه به گسترش بکارگیری فاوا در بسیاری از کشورهای جهان علی‌الخصوص کشورهای در حال توسعه، سؤال مهمی که مطرح می‌شود این است که آیا گسترش بکارگیری فاوا بر مصرف انرژی تأثیرگذار است؟ [۱۱] بکارگیری فاوا دارای دو اثر بر مصرف انرژی است بطوریکه از یکسو گسترش بکارگیری فاوا از طریق جانشین‌نمودن فناوری‌های جدید با فناوری‌های قدیمی باعث بهبود بهره‌وری و کارایی مصرف انرژی‌شده و در نتیجه باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود (اثر جانشینی) و از سوی دیگر بکارگیری فاوا بواسطه نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری از تجهیزات جدید فاوا باعث افزایش تقاضا برای مصرف انرژی (بویژه افزایش تقاضا برای مصرف برق) می‌شود (اثر درآمدی) [۱۲]. بنابراین اثر کلی فاوا بر مصرف انرژی تابعی از قدرت نسبی یکی از اثرات جانشینی و درآمدی است.

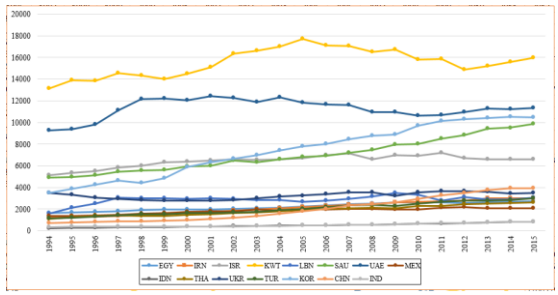
با توجه به مطالعات خارجی در زمینه بررسی ارتباط بین فناوری اطلاعات و ارتباطات با مصرف انرژی (که در بخش ادبیات موضوع به آنها اشاره می‌شود) و وجود تعداد بسیار محدود مطالعات داخلی در این زمینه، در مقاله حاضر با رویکردی متفاوت به بررسی ارتباط بین فاوا و رشد اقتصادی با مصرف برق در کوتاه‌مدت و بلندمدت برای گروهی از کشورهای منتخب در حال توسعه پرداخته می‌شود. برای این منظور ۱۵ کشور در حال توسعه منتخب طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۴ مورد توجه قرار گرفته‌اند.

کشورهای در حال توسعه که کشورهایی با استاندارد زندگی نسبتاً پایین، درآمد سرانه پایین، پایه صنعتی توسعه نیافته و شاخص توسعه انسانی پایین هستند از آن جهت اهمیت داشته و در مقاله حاضر مورد توجه هستند که ایران نیز در تقسیم‌بندی جهانی در همین گروه از کشورها قرار دارد. کشورهای در حال توسعه دارای طیف گسترده‌ای در تمامی قاره‌ها بوده و در این مقاله، ۱۵ کشور برحسب دسترسی به داده‌ها و نزدیکی ساختار اقتصادی‌شان با اقتصاد ایران انتخاب شده‌اند. نمودار (۲) نشان‌دهنده تولید ناخالص داخلی سرانه کشورهای منتخب در حال توسعه است. ملاحظه می‌گردد که در بین این کشورها، کشورهای امارات و کویت نسبت به بقیه کشورها در وضعیت بهتری هستند بطوریکه در سال ۲۰۱۵، تولید ناخالص داخلی سرانه امارات و کویت به ترتیب برابر با ۴۰ و ۳۶/۴ هزار دلار بوده است. بعد از این کشورها نیز اسرائیل، کره‌جنوبی و عربستان به ترتیب با ارقام ۳۳/۸، ۲۴/۸ و ۲۱/۴ هزار دلار قرار دارند. ایران نیز با رقم ۵/۸ هزار دلار در رده یازدهم قرار دارد.



نمودار ۲- روند تولید ناخالص داخلی سرانه کشورهای منتخب در حال توسعه
(دلار - به قیمت‌های ثابت ۲۰۱۰)
مأخذ: WDI 2017

نمودار (۳) روند تغییرات در مصرف سرانه برق کشورهای در حال توسعه را نشان می‌دهد. قابل ملاحظه است که کویت با متوسط مصرف سرانه برق برابر با ۱۵۵۳۶ کیلووات ساعت با اختلاف زیادی نسبت به سایر کشورها در رتبه نخست قرار دارد و بعد از آن کشور امارات با متوسط مصرف سرانه برق برابر با ۱۱۲۲۷ کیلووات ساعت در جایگاه دوم است. در بین این کشورها، ایران با متوسط مصرف سرانه برق برابر با ۲۱۲۲ کیلووات ساعت در رتبه هفتم قرار داشته و کشور اندونزی با متوسط مصرف سرانه برق برابر با ۵۰۴ کیلووات ساعت در رتبه آخر است.



نمودار ۳- مصرف برق سرانه کشورهای منتخب در حال توسعه (KWh)
مأخذ: WDI 2017

رابطه بین فاوا و انرژی الکتریسیته یکی از موضوعاتی است که با محتوای مقاله حاضر، در مطالعات و تحقیقات مورد توجه قرار نگرفته است این در شرایطی است که نتیجه این ارتباط می‌تواند پیامدهای احتمالی بر پایداری محیط‌زیست داشته باشد. بیشتر مطالعاتی که تا بحال در این زمینه انجام

www.SID.ir

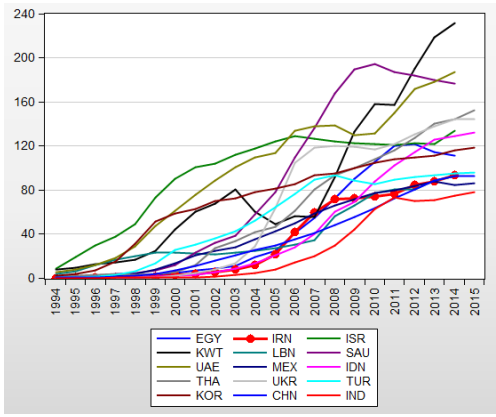
Archive of SID

شده‌اند یا مربوط به کشورهای توسعه‌یافته بوده و یا در سطح کشوری و با رویکرد سری زمانی و مطالعات مقطعی در سطح صنایع انجام شده‌اند. در حالیکه مقاله حاضر از این نوآوری برخوردار است که اولاً برای کشورهای در حال توسعه بوده ثانیاً با رویکردی جدید در قالب مدل پانل پویا با تکنیک PMG[1] انجام گرفته است. قابل ذکر است که توضیحات مربوط به روش PMG در پاراگراف ابتدایی بخش روش‌شناسی آورده شده است.

ساختار ادامه مقاله به این ترتیب است که در بخش دوم به ادبیات موضوع پرداخته شده و در بخش سوم روش‌شناسی تحقیق آورده شده است. بخش چهارم مربوط به نتایج برآورد مدل بوده و در بخش پنجم جمع‌بندی و نتیجه‌گیری آورده شده است. بخش انتهایی نیز مربوط به فهرست منابع می‌باشد.

۱-۱- ادبیات موضوع

یکی از شاخص‌های نشان‌دهنده فاوا در مطالعات مختلف داخلی یا خارجی مربوط به تعداد مشترکین تلفن‌همراه است. نمودار (۴) نشان‌دهنده تعداد مشترکین تلفن‌همراه (به ازای هر ۱۰۰ نفر) در کشورهای منتخب در حال توسعه طی دوره زمانی (۲۰۱۵-۱۹۹۴) است. مشاهده می‌شود که تعداد مشترکین تلفن‌همراه کشورهای منتخب در حال توسعه از سال ۱۹۹۴ به بعد روندی صعودی داشته و از اواخر دهه ۱۹۹۰ میلادی شتاب بیشتری گرفته است. تعداد مشترکین تلفن‌همراه ایران در سال ۱۹۹۵ به ازای هر ۱۰۰ نفر جمعیت برابر با ۰/۱ نفر بوده اما این رقم با طی روندی صعودی بویژه از اواسط دهه ۲۰۰۰ میلادی، به ۹۳/۴ در سال ۲۰۱۴ رسیده است. در سال‌های پایانی دوره، در بین کشورهای منتخب بهترین وضعیت مربوط به کشور کویت است بطوریکه تعداد مشترکین تلفن‌همراه به ازای هر ۱۰۰ نفر در سال ۲۰۱۴ برابر با ۲۳۱/۸ بوده است.



نمودار ۴- روند تعداد مشترکین تلفن‌همراه در کشورهای منتخب در حال توسعه (به ازای ۱۰۰ نفر)
مأخذ: WDI 2017

۱-۲- اثرات انرژی ناشی از فاوا

بکارگیری فاوا می‌تواند بطور بالقوه در دو زمینه اثرگذار باشد اولاً طی دوران تولید محصولات IT[2] برخی از منابع سمی و تجدیدناپذیر از قبیل سرب و جیوه مورد استفاده هستند که برای محیط‌زیست بسیار مضر و خطرناک هستند. دفع زباله ناشی از کالاهای IT الکتریکی و الکترونیکی نیز در آلودگی محیط‌زیست مؤثر هستند. ثانیاً گسترش گسترده فاوا باعث افزایش در تقاضا برای برق در طول دو دهه گذشته شده است. مصرف برق مرتبط با فاوا بطور معنی‌داری هم در محیط‌های کاری و هم در محیط‌های خانه افزایش یافته است [۱۳]. مصرف برق مرتبط با تجهیزات فاوا (از قبیل شبکه‌های ارتباطاتی، کامپیوترهای شخصی و مراکز داده) با نرخی حدود ۷ درصد در سال در حال افزایش هستند [۱۴]. سهم نسبی محصولات و خدمات فاوا در مصرف جهانی برق از حدود ۳/۹ درصد در سال ۲۰۰۷ به ۴/۶ درصد در سال ۲۰۱۲ افزایش یافته است [۱۴].

مصرف برق مسکونی مرتبط با محصولات و خدمات فاوا نیز بطور معنی‌داری طی دهه ۱۹۹۰ افزایش یافته و انتظار می‌رود که این روند در آینده نیز وجود داشته باشد. طبق اعلام آژانس بین‌المللی انرژی [۱۳]، مصرف جهانی برق مسکونی توسط تجهیزات فاوا طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۸ با نرخ نزدیک ۷ درصد در سال رشد داشته و پیش‌بینی می‌شود که مصرف برق مربوط به تجهیزات الکترونیکی تا سال ۲۰۳۰ حدود ۲۵۰ درصد رشد داشته باشد. توسعه جدید در خدمات فاوا (رایانش ابری[3]) که مربوط به اطلاعات بین شبکه مخابراتی و مراکز داده بوده و درگیر انتقال حجم انبوهی از داده‌ها از دستگاه‌ها به مراکز داده است، نیازمند سطوح نسبتاً بالایی از مصرف برق است. با توجه به گزارش بین‌المللی صلح سبز [۹]، مصرف برق مراکز داده (به‌عنوان بخشی که در بین تمامی بخش‌های IT از سریع‌ترین رشد برخوردار هستند)، حدود ۸۱ درصد تا سال ۲۰۲۰ رشد خواهد داشت. کل تقاضای برق رایانش ابری در سال ۲۰۱۱ برابر با ۶۸۴ میلیارد کیلووات ساعت بوده و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۰ حدود ۶۳ درصد رشد داشته باشد. بدیهی است اگر کارایی انرژی بتواند منجر به منافعی در صرفه‌جویی انرژی شود آنگاه اثرات مثبت ناشی از کارایی انرژی شاید تا حدودی آثار منفی افزایش مصرف برق را جبران کند.

۱-۳- مصرف برق و رشد اقتصادی

در زمینه ارتباط بین مصرف برق و رشد اقتصادی مطالعات خارجی متعددی وجود دارد بطوریکه از سال ۱۹۷۸ مطالعات در این زمینه گسترش یافته است [۱۵]. چهار جریان عمده از ادبیات در این ارتباط مطرح هستند: (الف) مصرف برق منجر به رشد اقتصادی می‌شود (فرضیه رشد) (ب) رشد اقتصادی منجر به مصرف برق می‌شود (فرضیه صرفه‌جویی) (ج) فرضیه دوجانبه (د) فرضیه بی‌طرفی. بسیاری از مطالعات انجام‌شده، آزمون‌کننده

1. Pooled Mean Group

2. Information Technology
3. Cloud Computing

www.SID.ir

Archive of SID

فرضیه رشد اقتصادی بوده و آن را تأیید کرده‌اند. مطالعات مربوط بـه آزمـون فرضیه صرفه‌جویی هم با رویکرد سری زمانی و هم با رویکرد پانل دیتا انجـام شده است بطوریکه از تکنیک‌های متفاوت سری زمانی از قبیل مدل تصحیح خطـل (ECM)[1]، خودرگرسـیون بـا وقفـه‌هـای تـوزیعی (ARDL)[2]، خودرگرسیون برداری (VAR)[3]، حداقل مربعـات معمـولی پویـا (DOLS)[4]، حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل‌شده (FMOLS)[5] و تکنیک‌های متفاوت پانل دیتا از قبیل پانل هم‌انباشتگی[6]، علیـت گرنجـر پانـل[7] و مـدل تصـحیح خطای برداری پانل (VECM)[8] برای این منظور استفاده شده است [۱۱].

۱-۴- پیشینه پژوهش

یو (۲۰۰۶) رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی حقیقی و مصرف بـرق را در ۴ کشور آسه‌آن[9] (انـدونزی، مـالزی، سـنگاپور و تایلنـد) طـی دوره ۲۰۰۲-۱۹۷۱ مورد بررسی قرار داد. نتایج حاکی از یک رابطه دو طرفه برای کشورهای مالزی و سنگاپور و رابطه یک‌طرفه برای کشـورهای انـدونزی و تایلنـد هسـتند [۱۶]. نارایان و همکاران (۲۰۱۰) رابطه علیـت بلندمـدت بـین مصـرف بـرق و تولید ناخالص داخلی حقیقی را برای ۷ پانل متشکل از ۹۳ کشور مورد بررسـی قرار دادند [۱۷]. برای این منظور و برای نخستین بار در ادبیات انرژی از آزمـون علیت بلندمدت کنینگ و پدرونی استفاده کردند. آنها به این نتیجه رسیدند کـه رابطه علیت دوطرفه بلندمدت بین همه پانل‌ها به غیر از زمانی که GDP علـت گرنجر مصرف برق است وجود دارد. طبق نتایج این مطالعه، رابطـه مثبـت بـین متغیرهای مذکور در همه پانل‌های معنی‌دار به غیر از کشورهای گروه ۶ وجـود دارد که به این معنی است که افـزایش در مصـرف بـرق باعـث کـاهش GDP می‌شود. کوون و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای برای کشورهای عضو بـریکس (BRICS)[10] نتیجه گرفتند که رابطه علیت بین مصرف برق و رشـد اقتصـادی در برزیل، هند و چین وجود ندارد. با اینحال رابطه یک‌طرفه از مصرف بـرق بـه رشد اقتصادی در کشورهای روسیه و آفریقای‌جنوبی برقرار است. صلاح‌الـدین و همکاران (۲۰۱۵) رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف برق، انتشار دی‌اکسیدکربن و توسعه مالی را با استفاده از پانل دیتا برای کشورهای شورای همکـاری خلـیج (GCC)[11] طـی دوره ۲۰۱۲-۱۹۸۰ بررسـی کردنـد. یافتـه‌هـای آنهـا نشـان می‌دهند که رابطه بلندمدت معنی‌داری بـین رشـد اقتصـادی، مصـرف بـرق و توسعه مالی با انتشار دی‌اکسیدکربن وجود دارد [۱۱].

بیشتر مطالعاتی که تا بحال در زمینه ارتباط بین فاوا و مصرف برق انجام شده‌اند مربوط به کشورهای توسعه‌یافته بوده و در سطح کشوری و با رویکرد سری زمانی و مطالعات مقطعی در سطح صنایع بوده‌اند [۱۸]. رم (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای برای اقتصاد آمریکا نشان داد که استفاده از اینترنت باعث افـزایش در تقاضای برق نشده درحالیکه باعث بهبود کارایی انرژی شـده اسـت [۱۹]. چو و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه خود و با استفاده از مدل رشد لجستیک[12]، اثرات سرمایه‌گذاری در فاوا را بر مصرف انرژی بررسی کرده و نشان دادند که در بخش خدمات و بسیاری از صنایع کارخانه‌ای، سرمایه‌گذاری در فاوا باعث افزایش مصرف برق می‌شود. با اینحال، یافته‌هـای کلـی مطالعـه حـامی ایـن فرضیه است که بکارگیری فزاینده فاوا باعث افزایش کارایی مـی‌شـود [۱۲]. تاکازا و مراتا (۲۰۱۰) اثرات سرمایه‌گذاری در فاوا را بر مصرف بـرق و انتشـار CO2 در ژاپن و آمریکا مورد بررسی قرار دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که بکاگیری فاوا باعث افزایش کارایی انرژی و نهایتاً صرفه‌جویی انـرژی در ژاپـن شده اما در آمریکا باعث افزایش در مصرف انرژی شده است [۲۰]. سادورسکی (۲۰۱۲) اولین مطالعه‌ای است که به برآورد رابطه بین سرمایه‌گذاری در فاوا و مصرف برق با رویکرد پانل پویا پرداخته است. این مطالعه با استفاده از مـدل پانل پویا با بکارگیری تکنیک GMM[13] برای گروهی از اقتصـادهای نوظهـور انجام شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که سرمایه‌گـذاری در فـاوا باعث افزایش مصرف برق در این گروه از کشـورها مـی‌شـود [۱۸]. هـدغم و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود، روند مصرف جهانی برق را آزمون کـرده و نشان دادند که مصرف مطلق برق مربوط به سه عنصر کلیدی فاوا (شبکه‌های ارتباطاتی، کامپیوترهای شخصی و مراکز داده) در سال ۲۰۱۲ نسبت به سال ۲۰۰۷ افزایش یافته است [۱۴]. صلاح‌الدین و آلام (۲۰۱۵) اثـرات ناشـی از بکارگیری اینترنت و رشد اقتصادی بر مصرف برق برای کشـور اسـترالیا را بـا استفاده از داده‌های سری‌زمانی برای دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۸۵ مورد بررسـی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهند کـه بکـارگیری اینترنـت و رشـد اقتصادی باعث می‌شوند تا مصرف برق با افزایش همراه باشد [۱۱].

بهبودی، اصغرپور و قزوینیان (۱۳۸۷) به بررسی رابطه مصرف کل برق و رشد اقتصادی ایران طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۴۶ پرداختند. نتایج این مطالعه که با استفاده از آزمون هم‌جمعی جوهانسون- جوسیلیوس و انگل-گرنجـر انجام‌شده نشان می‌دهند که رابطه بلندمدت و مثبت بـین مصـرف بـرق و رشد اقتصادی ایران وجود دارد [۱]. مهرآرا، فراهانی و حسـن‌زاده (۱۳۹۰) رابطه بین رشد مصرف برق و رشد اقتصادی کشورهای منتخب صادرکننده نفت را مورد بررسی قرار دادند. نتایج ایـن مطالعـه کـه بـرای دوره زمـانی

1. Error Correction Model
2. Autoregressive Distributed Lag
3. Vector Auto Regression
4. Dynamic Ordinary Least Squares
5. Fully Modified Ordinary Least Squares
6. Panel Co-integration
7. panel Granger Causality
8. panel Vector Error Correction Model
9. ASEAN
10. Brazil, Russia, India, China and South Africa
11. Gulf Cooperation Council Countries
12. Logistic Growth Model
13. Generalized Methods of Moments

www.SID.ir

Archive of SID

۱۹۷۲-۲۰۰۸ و از روش داده‌های ترکیبی انجام‌شده نشان می‌دهند که مسیر علیت میان رشد اقتصادی و رشد مصرف برق در بلندمدت بصورت دوطرفه و در کوتاه‌مدت از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی است [۲]. حیدری، نجار و سعیدپور (۱۳۹۰) به بررسی رابطه علیت بین مصرف برق، قیمت برق و رشد اقتصادی در ایران پرداختند. این مطالعه برای دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۵۱ و با تکنیک اقتصاسنجی رهیافت آزمون کرانه‌ها انجام شده است. نتایج نشان می‌دهند که رابطه بلندمدت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف برق دارای ضریب منفی بوده و در کوتاه‌مدت رابطه دوطرفه و مثبت بین مصرف برق و رشد اقتصادی وجود دارد [۳]. با توجه به مطالعات مذکور واضح است که رابطه بین مصرف برق و رشد اقتصادی دارای دلالت‌های مهمی برای سیاستگذاری انرژی بوده اما مطالعه‌ای در این زمینه برای کشورهای در حال توسعه انجام نشده است.

قاسمی و محمدخان (۱۳۹۳) به بررسی تأثیر ICT بر شدت مصرف انرژی بخش حمل‌ونقل پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه که طی دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰ و برای دو گروه کشورهای OECD و اوپک انجام شده است نشان می‌دهند که در کشورهای OCED، بکارگیری فاوا باعث افزایش شدت مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل می‌شود اما بکارگیری فاوا در کشورهای اوپک، شدت مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل را کاهش می‌دهد [۴]. کرامتی، گل‌خندان و خوانساری (۱۳۹۳) در مطالعه خود به بررسی تأثیر فاوا بر مصرف انرژی در ایران با رویکرد آزمون باند پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه که برای دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۷۳ انجام شده است نشان می‌دهند که گسترش ICT باعث می‌شود تا مصرف سرانه انرژی افزایش یابد [۵].

۲- روش‌شناسی

مقاله حاضر، اولین مطالعه داخلی است که به بررسی رابطه متقابل بین فاوا، رشد اقتصادی و مصرف برق در گروهی از کشورهای در حال توسعه پرداخته و برای این منظور از مدل پانل پویا با تکنیک PMG استفاده شده است. تکنیک PMG بطور همزمان روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین مصرف برق با فاوا و سایر متغیرهای مؤثر بر مصرف برق را برآورد می‌کند. این تکنیک در قیاس با تکنیک GMM دارای مزیت است. در توضیح این مزیت باید اشاره کرد که یکی از محدودیت‌های رهیافت پانل پویای همگن[1] (رهیافت پانل پویا با تکنیک GMM) این است که GMM اجازه متفاوت‌بودن عرض از مبدأ بین مقاطع مختلف (کشورهای مختلف) را می‌دهد درحالیکه سایر پارامترها بین مقاطع مختلف با هم برابر هستند. بنابراین وقوع چنین حالتی باعث تحمیل درجه بالایی از همگنی بین مقاطع (کشورها) بدون در نظر گرفتن پتانسیل ناهمگنی بین مقاطع در مدل پانل می‌شود. بکارگیری چنین روشی از ریسک بالایی به لحاظ برآورد نتایج تورش‌دار برخوردار است [۱۱]. تکنیک PMG برای گریز از مشکل تکنیک GMM توسط پسران، شین و اسمیت (PSS)[2] در سال ۱۹۹۹ معرفی شد [۲۱].

۲-۱- داده‌ها و مدل

داده‌های مورد نیاز مدل پانل پویا برای ۱۵ کشور منتخب در حال توسعه[3] جمع‌آوری شده‌اند و مبنای انتخاب کشورها نیز، در دسترس‌بودن داده‌ها و نزدیکی ساختار اقتصادی‌شان به اقتصاد ایران است. با توجه به اینکه برخی داده‌های مورد نیاز در بعضی سال‌ها برای برخی کشورها موجود نیست لذا مدل پانل پویا از نوع نامتعادل می‌باشد. داده‌های مورد نیاز شامل مصرف سرانه برق، تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه، تعداد مشترکین تلفن‌همراه (در هر ۱۰۰ نفر) و تعداد استفاده‌کنندگان اینترنت (در هر ۱۰۰ نفر) برای کشورهای منتخب طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۴ از WDI و داده‌های سازمان ملل جمع‌آوری شده‌اند. متغیرهای مورد استفاده در مدل عبارتند از:

(الف) مصرف سرانه برق (EPC) که واحد اندازه‌گیری آن عبارت است از کیلوات ساعت به ازای هر نفر.

(ب) تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه (PGDP) که به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۰ می‌باشد.

(ج) تعداد استفاده‌کنندگان از اینترنت (IntU) به‌عنوان شاخصی از فناوری اطلاعات و ارتباطات بوده و به ازای هر ۱۰۰ نفر است.

(د) تعداد مشترکین تلفن‌همراه (MobCS) به‌عنوان شاخص دیگری از فناوری اطلاعات و ارتباطات بوده و به ازای هر ۱۰۰ نفر است.

جدول ۱- وضعیت متغیرها

متغیرها	تعداد مشاهدات	میانگین	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
LEPC	۲۸۳	۷/۹۴	۱/۰۱	۵/۶۹	۹/۷۸
LPGDP	۲۸۳	۸/۹۴	۱/۱۴	۶/۵۱	۱۱/۰۷
LMobCS	۲۸۳	۳/۲۹	۱/۷۴	-۲/۳۰	۵/۳۹
LIntU	۲۸۳	۲/۰۰	-۰/۸۵	-۲/۳۰	۴/۴۸

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول (۱) نشان‌دهنده آمارهای توصیفی از متغیرها است. البته برای اینکه بتوان ضرایب مدل را در قالب کشش تفسیر کرد از لگاریتم متغیرها استفاده شده و پیشوند L برای هر متغیر نشان از لگاریتمی‌بودن هر متغیر دارد. مقادیر انحراف استاندارد نشان می‌دهند که مقادیر تمام متغیرها بطور نسبتاً مناسبی در اطراف میانگین پراکنده بوده و لذا می‌توان از آنها برای برآورد مدل استفاده کرد.

جدول (۲) ماتریس همبستگی متغیرها را نشان می‌دهد. ضرایب همبستگی بین تمامی متغیرها به غیر از دو متغیر مربوط به فاوا مناسب است. قابل ذکر است که ضریب همبستگی ۰/۹۰۰ بین دو متغیر

1. Homogeneous Panel Data Approaches

2. Pesaran, Shin and Smith

۳- کشورهای منتخب در حال توسعه عبارتند از: ایران، مصر، کویت، امارات، تایلند، کره‌جنوبی، لبنان، مکزیک، اوکراین، چین، اسرائیل، عربستان سعودی، اندونزی، ترکیه و هندوستان.

www.SID.ir

Archive of SID

LMobCS و LIntU هیچ‌گونه ناسازگاری را ایجاد نمی‌کند زیرا این دو متغیر در دو مدل جداگانه مورد بررسی خواهند بود.

جدول ۲- ماتریس همبستگی متغیرها

متغیرها	LEPC	LPGDP	LMobCS	LIntU
LEPC	۱/۰۰۰			
LPGDP	۰/۸۹۳	۱/۰۰۰		
LMobCS	۰/۵۰۷	۰/۴۸۵	۱/۰۰۰	
LIntU	۰/۴۵۶	۰/۴۱۲	۰/۹۰۰	۱/۰۰۰

مأخذ: محاسبات تحقیق

در مدل اقتصادسنجی مورد برآورد، مصرف برق تابعی از فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی برای کشورهای منتخب در حال توسعه است. فرم تابعی مدل عبارت است از:

$$EPC = f(A, ICT, PGDP) \quad (۱)$$

یا

$$EPC_{it} = A.(ICT_{it})^{\beta_1}.(PGDP_{it}^{\beta_2}) \quad (۲)$$

با لگاریتمی خطی‌کردن رابطه (۲)، رابطه (۳) بدست می‌آید که در آن i نماد کشور و t نماد سال است:

$$LEPC_{it} = \beta_0 + \beta_1 LICT_{it} + \beta_2 LPGDP_{it} + u_{it} \quad (۳)$$

با بازنویسی رابطه (۳) با توجه به متغیرهای مدنظر برای فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) داریم:

$$LEPC_{it} = \beta_0 + \beta_1 LIntu_{it} + \beta_2 LPGDP_{it} + u_{it} \quad \text{(مدل A)}$$

$$LEPC_{it} = \beta_0 + \beta_1 LMobCS_{it} + \beta_2 LPGDP_{it} + u_{it} \quad \text{(مدل B)}$$

۲-۲- روش برآورد مدل و آزمون‌های آماری

برای برآورد مدل مراحل ذیل به ترتیب انجام می‌گیرند:

(الف) آزمون وابستگی مقطعی (CD)[1] برای ارزیابی وجود وابستگی مقطعی بین کشورهای مورد بررسی

(ب) آزمون ریشه واحد برای تعیین مانایی متغیرها

(ج) آزمون هم‌انباشتگی بین متغیرها

(د) برآورد روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرها با استفاده از تکنیک PMG

برای بررسی وجود وابستگی مقطعی بین کشورهای منتخب در حال توسعه، از آزمون وابستگی مقطعی استفاده می‌شود [۱۵]. برای این منظور آماره CD توسط پسران تعریف شده است.

$$CD = \left[\frac{TN(N-1)}{2}\right]^{1/2} \overline{\hat{\rho}} \quad (۴)$$

در این رابطه داریم:

$$\overline{\hat{\rho}} = \left(\frac{2}{N(n-1)}\right) \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{N} \hat{\rho}_{ij} \quad (۵)$$

$\hat{\rho}_{ij}$ عبارت از ضرایب دوگانه وابستگی مقطعی پسماندهای ناشی از رگرسیون ADF[2] بوده و T و N به ترتیب عبارتند از اندازه نمونه و اندازه پانل.

بعد از بررسی وجود وابستگی مقطعی در پانل، آزمون ریشه واحد موسوم به CIPS[3] انجام می‌شود تا پایایی متغیرها بررسی گردد. آماره مربوط به این آزمون عبارت است از [۱۴]:

$$CIPS(N,T) = N^{-1} \sum_{I=1}^{N} t_i(N,T) \quad (۶)$$

که در آن، $t_i(N,T)$ عبارت از آماره t مربوط به β_i در معادلات (A) و (B) است.

در صورت تأیید وجود ریشه واحد در متغیرهای مورد بررسی، بایستی آزمون هم‌انباشتگی پانل برای بررسی ارتباط بلندمدت بین متغیرها انجام گیرد. برای این منظور از آزمون پدرونی[4] استفاده می‌شود. آزمون پدرونی از هفت آماره برای انجام هفت آزمون استفاده می‌کند. چهار مورد از آنها بر مبنای آزمون‌های درون‌گروهی بوده و سه مورد دیگر بر مبنای آزمون‌های بین‌گروهی هستند. نهایتاً بعد از برآورد مدل و جهت ارائه توصیه‌های سیاستی مناسب‌تر، رابطه علیت بین متغیرها نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد که برای این منظور از آزمون علیت DH[5] استفاده می‌شود.

۳- نتایج برآورد مدل

جدول (۳) نشان‌دهنده نتایج مربوط به آزمون وابستگی مقطعی مدل‌های A و B برای کشورهای منتخب در حال توسعه است. فرضیه صفر آزمون CD عبارت از عدم وابستگی مقطعی می‌باشد بنابراین با توجه به آماره آزمون CD و سطح اطمینان مربوط به هر کدام از مدل‌ها مشخص است که فرضیه صفر در هر دو مدل A و B رد شده و وابستگی مقطعی در هر دو مدل وجود دارد.

جدول ۳- نتایج آزمون وابستگی مقطعی (CD Test)

مدل‌ها	آزمون	آماره	سطح احتمال
مدل A	Pesaran CD	۱.۷۱	۰.۰۸*
مدل B	Pesaran CD	۳.۸۴	۰.۰۰

*. معنی‌دار در سطح ۱۰ درصد

مأخذ: محاسبات تحقیق

روش‌های معمول اقتصادسنجی مبتنی بر فروض مانایی متغیرهای مورد استفاده هستند اما به دلیل اینکه امکان جعلی‌بودن برآورد با متغیرهای نامانا وجود داشته و استناد به نتایج این برآوردها گمراه‌کننده خواهند بود [۲۲] لذا قبل از بکارگیری داده‌ها بایستی آزمون ریشه واحد را برای مشخص‌کردن مانا یا نامانا بودن آنها انجام داد. برای این منظور از آزمون IPS استفاده شده است. در این آزمون، فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در هر کدام از

1. Cross-Sectional Dependence Test

2. Augmented Dickey Fuller
3. Cross-Sectionally Augmented Im, Pesaran and Shin
4. Pedroni Test
5. Dumitrescu–Hurlin

www.SID.ir

Archive of SID

متغیرها است. همانطور که در جدول (۴) نیز مشاهده می‌شود، متغیرهای LEPC و LPGDP در سطح مانا نبوده اما تفاضل مرتبه اول آنها مانا هستند اما دو متغیر مربوط به فاوا یعنی LIntU و LMobCS در سطح مانا هستند.

جدول ۴- نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها

متغیرها	آماره آزمون IPS در سطح	آماره آزمون IPS با تفاضل مرتبه اول	درجه مانایی
LEPC	-۰/۶۵ (۰/۲۵)	-۷/۵ (۰/۰۰)	I (1)
LPGDP	۱/۰۴ (۰/۸۵)	-۶/۵ (۰/۰۰)	I (1)
LIntU	-۱۱/۴ (۰/۰۰)	-	I (0)
LMobCS	-۱۴/۵ (۰/۰۰)	-	I (0)

*. اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده سطح احتمال هستند.
**. وقفه انتخابی برای آماره IPS توسط معیار شوارتز انتخاب شده است.
مأخذ: محاسبات تحقیق

۳-۱- برآورد مدل A

در مدل A، متغیر مورد استفاده برای فاوا عبارت از LIntU (تعداد استفاده‌کنندگان از اینترنت در هر ۱۰۰ نفر برای کشورهای منتخب در حال توسعه) است. با توجه به اینکه در این مدل متغیرهای LEPC و LPGDP مانا بوده اما متغیر LIntU نامانا است لذا تخمین مدل باعث ایجاد رگرسیون کاذب می‌شود از اینرو برای جلوگیری از چنین مشکلی، از آزمون هم‌انباشتگی پانلی استفاده می‌شود. آزمون مورد استفاده برای بررسی هم‌انباشتگی، آزمون پدرونی است. نتایج این آزمون با وجود عرض از مبدأ برای مدل (A) در جدول (۵) آورده شده‌اند. در این آزمون، فرضیه صفر عبارت از عدم هم‌انباشتگی (عدم وجود رابطه تعادلی بلندمدت) بین متغیرها است. همانطور که از جدول ملاحظه می‌گردد، رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرها در دو آماره پانل PP و ADF و دو آماره گروهی PP و ADF در سطح اطمینان ۹۹ درصد پذیرفته شده است.

جدول ۵- نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانل (مدل A)

آزمون Pedroni (۲۰۰۴)		
آماره	-	وزنی
آماره‌های درون‌گروهی		
Panel v-Statistic	۰/۹۸ (۰/۱۶)	۱/۱۹ (۰/۱۱)
Panel rho-Statistic	-۱/۱۴ (۰/۱۳)	-۱/۴۹ (۰/۰۶)
Panel PP-Statistic	-۲/۶۰ (۰/۰۰)	-۳/۵۴ (۰/۰۰)
Panel ADF-Statistic	-۳/۰۶ (۰/۰۰)	-۴/۶۰ (۰/۰۰)
آماره‌های بین‌گروهی		
Group rho-Statistic	۰/۲۶ (۰/۶۰)	-
Group PP-Statistic	-۳/۴۰ (۰/۰۰)	-
Group ADF-Statistic	-۴/۵۰ (۰/۰۰)	-

*. اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده سطح احتمال هستند.
مأخذ: محاسبات تحقیق

با تأیید وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها، بدون نگرانی از بروز مشکل رگرسیون جعلی می‌توان مدل (A) را برآورد کرده و رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها را مورد بررسی قرار داد. جدول (۶) نتایج مربوط به برآورد مدل (A) با تکنیک PMG را برای کشورهای منتخب در حال توسعه نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که ضریب متغیر نشان‌دهنده فاوا، هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت مثبت بوده و در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار است. با توجه به نتایج برآورد معادله بلندمدت، ضریب برآورده شده برای متغیر فاوا برابر با ۰/۰۳۴ بوده و به این معنی است که ۱ درصد افزایش در تعداد استفاده‌کنندگان از اینترنت (در هر ۱۰۰ نفر) در کشورهای در حال توسعه باعث افزایش ۰/۰۳۴ درصدی در مصرف سرانه برق در این گروه از کشورها می‌شود. این نتیجه با انتظارات در مورد اثرات انرژی ناشی از فاوا سازگار است. افزایش بکارگیری فاوا باعث افزایش تقاضای برق و آن نیز باعث افزایش مصرف برق می‌شود.

مطابق جدول (۶)، هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت رابطه مثبت و معنی‌داری بین رشد اقتصادی و مصرف برق وجود دارد. ضریب بلندمدت برآورد شده برای رشد اقتصادی در مدل A برابر با ۱/۰۰۲ بوده و به این معنی است که ۱ درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی سرانه کشورهای منتخب در حال توسعه باعث افزایش ۱/۰۰۲ درصد در مصرف سرانه برق این گروه از کشورها می‌شود. این یافته مؤید این است که رشد اقتصادی باعث افزایش تقاضا برای مصرف برق می‌شود که با بسیاری از مطالعات قبلی نیز سازگار است. دلیل این رویداد این است که رشد اقتصادی باعث افزایش فعالیت‌های اقتصادی و مصرف برق وسایل و تجهیزات شده و در نتیجه باعث افزایش مصرف برق می‌شود.

جدول ۶- نتایج برآورد PMG برای مدل A

متغیر وابسته	PMG	
(LEPC)	ضرایب	سطح احتمال
معادله بلندمدت		
LPGDP	۱/۰۰۲	۰/۰۰
LINTU	۰/۰۳۴	۰/۰۰
معادله کوتاه‌مدت		
ضریب تصحیح خطا	-۰/۳۱	۰/۰۰
D(LPGDP)	۰/۳۰	۰/۰۰
D(LINTU)	۰/۰۱	۰/۰۴
C	-۰/۳۱	۰/۰۰

مأخذ: محاسبات تحقیق

۳-۲- برآورد مدل B

در مدل B، متغیر مورد استفاده برای فاوا عبارت از LMobCS (تعداد مشترکین تلفن‌همراه در هر ۱۰۰ نفر) برای کشورهای منتخب در حال توسعه است. با توجه به مانایی متغیرهای LEPC و LPGDP و نامانایی متغیر LMobCS و به قصد جلوگیری انجام رگرسیون کاذب، از آزمون

www.SID.ir

Archive of SID

هم‌انباشتگی پانلی پدرونی استفاده می‌شود. نتایج این آزمون با وجود عرض از مبدأ برای مدل (B) در جدول (۷) آورده شده است. در این آزمون، فرضیه صفر عبارت از عدم هم‌انباشتگی بین متغیرها است. همانطور که از جدول ملاحظه می‌گردد، رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرها در دو آماره پانل PP و ADF و دو آماره گروهی PP و ADF در سطح اطمینان ۹۹ درصد پذیرفته شده است.

جدول ۷- نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانل (مدل B)

آزمون Pedroni (۲۰۰۴)		
آماره	-	وزنی
آماره‌های درون‌گروهی		
Panel v-Statistic	۱/۳۱ (۰/۰۹)	۱/۵۹ (۰/۰۵)
Panel rho-Statistic	-۲۱/۱ (۰/۱۱)	-۱/۳۹ (۰/۰۸)
Panel PP-Statistic	-۲/۳۶ (۰/۰۰)	-۲/۸۱ (۰/۰۰)
Panel ADF-Statistic	-۲/۸۵ (۰/۰۰)	-۴/۰۵ (۰/۰۰)
Group rho-Statistic	۰/۵۴ (۰/۷۰)	-
Group PP-Statistic	-۱/۹۳ (۰/۰۲)	-
Group ADF-Statistic	-۳/۴۲ (۰/۰۰)	-

*. اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده سطح احتمال هستند.
مأخذ: محاسبات تحقیق

با تأیید وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها و بدون نگرانی از بروز مشکل رگرسیون جعلی می‌توان مدل (B) را برآورد کرده و رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها را مورد بررسی قرار داد. جدول (۸) نتایج مربوط به برآورد مدل (B) با تکنیک PMG را برای کشورهای منتخب در حال توسعه نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که ضریب متغیر نشان‌دهنده فاوا، هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت مثبت بوده و در سطح اطمینان ۵ درصد معنی‌دار است. با توجه به نتایج برآورد معادله بلندمدت، ضریب برآورده شده برای متغیر فاوا برابر با ۰/۰۴ بوده و به این معنی است که ۱ درصد افزایش در تعداد مشترکین تلفن‌همراه (در هر ۱۰۰ نفر) کشورهای در حال توسعه باعث افزایش ۰/۰۴ درصدی در مصرف سرانه برق این کشورها می‌شود.

جدول ۸- نتایج برآورد PMG برای مدل B

متغیر وابسته	PMG	
(LEPC)	ضرایب	سطح احتمال
معادله بلندمدت		
LPGDP	۰/۹۱	۰/۰۰
LMobCS	۰/۰۴	۰/۰۰
معادله کوتاه‌مدت		
ضریب تصحیح خطا	-۰/۲۴	۰/۰۰
D(LPGDP)	۰/۳۵	۰/۰۰
D(LMobCS)	۰/۰۰۲	۰/۰۳
C	-۰/۰۸	۰/۰۸

مأخذ: محاسبات تحقیق

مطابق جدول (۸)، هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت رابطه مثبت و معنی‌داری بین رشد اقتصادی و مصرف برق وجود دارد. ضریب بلندمدت برآورد شده برای رشد اقتصادی در مدل B برابر با ۰/۹۱ بوده و به این معنی است که ۱ درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی سرانه کشورهای در حال توسعه باعث افزایش ۰/۹۱ درصد در مصرف سرانه برق این کشورها می‌شود. تأثیر مثبت رشد اقتصادی بر افزایش تقاضای (و مصرف) برق با بسیاری از مطالعات قبلی نیز سازگار بوده و دلیل آن نیز این است که رشد اقتصادی باعث افزایش فعالیت‌های اقتصادی و مصرف برق وسایل و تجهیزات شده و در نتیجه باعث افزایش مصرف برق می‌شود.

جدول (۹) نشان‌دهنده نتایج مربوط به آزمون علیت بین متغیرها است. نتایج نشان می‌دهند که اولاً در کشورهای در حال توسعه، رشد اقتصادی علت مصرف برق است ثانیاً در این گروه از کشورها، رابطه علیت یک‌طرفه از فاوا (هر دو شاخص) به مصرف برق و رشد اقتصادی وجود دارد.

جدول ۹- نتایج آزمون علیّت DH

فرضیه صفر	آماره W	آماره Zbar	سطح احتمال
LINTU علت LEPC نیست	۵/۹۳	۴/۵۵	۵.E-۰۶
LEPC علت LINTU نیست	۵/۳۲	۳/۷۶	۰/۰۰۰۲
LMobCS علت LEPC نیست	۵/۶۷	۴/۴۷	۸.E-۰۶
LEPC علت LMobCS نیست	۴/۶۹	۳/۱۴	۰/۰۰۱۷
LPGDP علت LEPC نیست	۵/۶۲	۴/۵۳	۶.E-۰۶
LEPC علت LPGDP نیست	۵/۰۴	۳/۷۳	۰/۰۰۰۲
LMobCS علت LINTU نیست	۱۵/۳۰	۱۷/۴۰	۰/۰۰۰۰
LINTU علت LMobCS نیست	۹/۴۶	۹/۵۴	۰/۰۰۰۰
LPGDP علت LINTU نیست	۱۱/۰۵	۱۱/۸۱	۰/۰۰۰۰
LINTU علت LPGDP نیست	۱۱/۴۶	۱۲/۳۸	۰/۰۰۰۰
LPGDP علت LMobCS نیست	۵/۹۲	۵/۰۰	۶.E-۰۷
LMobCS علت LPGDP نیست	۷/۴۵	۷/۱۳	۱.E-۱۲

مأخذ: محاسبات تحقیق

۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به گسترش روزافزون بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) در جوامع بشری و آثاری که این فناوری بر مصرف انرژی از جمله مصرف برق دارد، در مقاله حاضر به بررسی تأثیر افزایش بکارگیری فاوا بر مصرف برق در ۱۵ کشور منتخب در حال توسعه که ایران نیز یکی از آنها است طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۴ پرداخته شد. برای انجام تحقیق از مدل پانل پویا استفاده گردید که روشی جدید بوده و توسط پسران، شین و اسمیت در سال ۱۹۹۹ ارائه شده است. برای دستیابی به اهداف تحقیق، دو مدل جداگانه که حاوی دو شاخص مختلف برای فاوا هستند، برآورد

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. نتایج حاکی از تأثیر مثبت فاوا و رشد اقتصادی بر مصرف برق کشورهای در حال توسعه هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت هستند.

نتایج تخمین مدل‌های (A) و (B) نشان می‌دهند که ضرایب مربوط به دو متغیر "تعداد استفاده‌کنندگان از اینترنت" و "تعداد مشترکین تلفن‌همراه" مثبت و معنی‌دار هستند. معنی‌داری این ضرایب به این معنی است که هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت، افزایش بکارگیری فاوا در کشورهای منتخب در حال توسعه منجر به افزایش مصرف برق در این گروه از کشورها می‌شود. مقدار عددی ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت مربوط به متغیر فاوا (تعداد استفاده‌کنندگان از اینترنت در هر ۱۰۰ نفر) در مدل A به ترتیب برابر با ۰/۰۱ و ۰/۰۳۴ بوده و ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت فاوا (تعداد مشترکین تلفن‌همراه در هر ۱۰۰ نفر) در مدل B به ترتیب برابر با ۰/۰۰۲ و ۰/۰۴ می‌باشند. ضرایب ۰/۰۳۴ و ۰/۰۴ در مدل‌های A و B که مربوط به بلندمدت هستند، به ترتیب به این معنی هستند که ۱ درصد افزایش در تعداد استفاده‌کنندگان اینترنت در هر ۱۰۰ نفر و ۱ درصد افزایش در تعداد مشترکین تلفن‌همراه در هر ۱۰۰ نفر در کشورهای در حال توسعه به ترتیب باعث افزایش ۰/۰۳۴ و ۰/۰۴ درصدی در مصرف سرانه برق در این گروه از کشورها می‌شوند.

ضرایب ۰/۰۱ و ۰/۰۰۲ در مدل‌های A و B که مربوط به کوتاه‌مدت هستند، به ترتیب به این معنی هستند که ۱ درصد افزایش در تعداد استفاده‌کنندگان اینترنت در هر ۱۰۰ نفر و ۱ درصد افزایش در تعداد مشترکین تلفن‌همراه در هر ۱۰۰ نفر در کشورهای در حال توسعه به ترتیب باعث افزایش ۰/۰۱ و ۰/۰۰۲ درصدی در مصرف سرانه برق در این گروه از کشورها می‌شوند. بنابراین ملاحظه می‌گردد که گسترش بکارگیری فاوا در کشورهای منتخب در حال توسعه که ایران نیز عضوی از آنها است، بواسطه غلبه اثر درآمدی بر جانشینی، نه تنها باعث کاهش در مصرف برق نشده بلکه باعث افزایش آن نیز می‌شود. وجود چنین نتایجی نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه بطور بالقوه از امکان بهره‌مندی از عواید ناشی از بهبود کارائی مصرف انرژی برخوردار هستند. در عین حال می‌توان توصیه کرد که سیاست‌مداران کشورهای در حال توسعه، برنامه‌ریزی‌های لازم را برای تولید و عرضه محصولات فاوا که انرژی- کارا باشند، بکار گیرند تا بدینوسیله ضمن گسترش بکارگیری فاوا در کشورهای متبوع، جلوی رشد بی‌رویه مصرف برق نیز گرفته شود.

دیگر نتایج نشان می‌دهند که هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت رابطه مثبت و معنی‌داری بین رشد اقتصادی و مصرف برق وجود دارد بطوریکه ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت رشد اقتصادی در مدل A به ترتیب برابر با ۰/۰۳۰ و ۱/۰۰۲ بوده و ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت رشد اقتصادی در مدل B به ترتیب برابر با ۰/۳۵ و ۰/۹۱ می‌باشند. به عنوان نمونه ضریب ۱/۰۰۲ نشان می‌دهد که ۱ درصد افزایش در رشد اقتصادی باعث می‌شود تا مصرف برق کشورهای منتخب در حال توسعه در بلندمدت معادل ۱/۰۰۲ درصد افزایش یابد. همچنین نتایج آزمون علیت بین متغیرها که با روش DH انجام شده نشان می‌دهند که اولاً در کشورهای در حال توسعه، رشد اقتصادی علت مصرف برق است ثانیاً در این گروه از کشورها، رابطه علیت یک‌طرفه از فاوا (هر دو شاخص) به مصرف برق و رشد اقتصادی وجود دارد. بنابراین در کشورهای در حال توسعه، بهبود فاوا علاوه بر اینکه منجر به رشد اقتصادی می‌شود در عین حال مصرف برق را نیز افزایش می‌دهد بنابراین توصیه سیاستی که می‌توان ارائه کرد اینکه سیاست‌مداران در عین حال که به گسترش بکارگیری فاوا در کشور توجه دارند (زیرا فاوا عاملی برای رشد اقتصادی است) به سیاست‌های بهبود کارائی در مصرف برق نیز توجه کنند تا بدین‌وسیله ضمن گسترش فاوا، از گسترش بی‌رویه مصرف برق جلوگیری شود. جلوگیری از گسترش مصرف برق به معنی جلوگیری از تولید بی‌رویه برق بوده که آن نیز عوایدی مثل کاهش آلودگی هوا را به همراه دارد.

پیشنهادات متعددی برای مطالعات آتی قابل ذکر است که یکی از مهم‌ترین آنها این است که تأثیر بکارگیری فاوا بر مصرف برق بخش خدمات کشورهای در حال توسعه که یکی از بخش‌های با بیشترین آمار مصرف برق است، مورد مطالعه قرار گیرد. در کشورهای در حال توسعه، بخش خدمات در قیاس با بخش‌های صنعت و کشاورزی سهم بیشتری از تولید ناخالص داخلی را به خود اختصاص داده است. البته محدودیت‌های آماری در بسیاری از کشورهای در حال توسعه مشکل مهمی است که بسیار از محققان با آن مواجه هستند.

۵- مراجع

۱- بهبودی، داوود، اصغرپور، حسین، قزوینیان، محمدحسین، "بررسی رابطه مصرف کل برق و رشد اقتصادی ایران (۱۳۸۵-۱۳۴۶)"، مطالعات اقتصاد انرژی، دوره ۵، شماره ۱۷، صص ۷۲-۵۷، ۱۳۸۷.

۲- مهرآرا، محسن، فراهانی، راضیه، حسن‌زاده، آیت، "بررسی رابطه میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب صادرکننده نفت"، مدلسازی اقتصادی، شماره ۱۴، صص ۹۰-۶۹، ۱۳۹۰.

۳- حیدری، حسن، نجار، محمد، سعیدپور، لسیان، "بررسی رابطه بین برق، قیمت برق و رشد اقتصادی در ایران"، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال ۱۹، شماره ۵۹، صص ۲۰۰-۱۷۵، ۱۳۹۰.

۴- قاسمی، عبدالرسول، محمدخان، رقیه، "بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل و نقل"، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال چهارم، شماره ۱۳، صص ۱۹۰-۱۶۹، ۱۳۹۳.

۵- کرامتی، گل‌خندان، خوانساری، مسعود، "تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی در ایران (رویکرد آزمون باند)"، فصلنامه تحقیقات توسعه اقتصادی، شماره شانزدهم، صص ۱۲۶-۱۰۳، ۱۳۹۳.

6- Moyer JD, Hughes BB., "ICTs: do they contribute to increased carbon emissions?" Technol Forecast Soc Change, 79:919–31, 2012.

7- Shahiduzzaman M, Alam K., "Information technology and its changing roles to economic growth and productivity in Australia". Telecommun Policy, 38:125–35, 2014.

8- The United Nations, "U.N. Report of the special rapporteur on the promotion and protection of the right to freedom of opinion of expressions", 2001.

9- Greenpeace International, Clicking clean: how companies are creating the green Internet, 2014.

10- World Development Indicators (WDI), World Bank, 2017.

www.SID.ir

Archive of SID

11- Salahuddin M, Alam K., "Internet usage, electricity consumption and economic growth in Australia: a time series evidence". Telemat Inform, 32:862–78, 2015.
12- Cho, Y., Lee, J. and Kim, T., "The impact of ICT investment and energy price on industrial electricity demand: Dynamic growth model approach", Energy Policy, Vol. 35, Issue 9, PP. 4730-4738, 2007.
13- IEA, Gadgets and gigabytes. Policies for energy efficient electronics, OECD/IEA, International Energy Agency, Paris, 2009.
14- Heddeghem VW, Lambert S, Lannoo B, Colle D, Pickavet M, Demeester P., Trends in worldwide ICT electricity consumption from 2007 to 2012. Comput Commun, 2014.
15- Kraft J, Kraft A., "On the relationship between energy and GNP". J Energy Dev, 3:401–3, 1978.
16- Yoo S., "The causal relationship between electricity consumption and economic growth in ASEAN countries". Energy Policy, 34:3573–82, 2006.
17- Narayan PK, Narayan S, Popp S., "Does electricity consumption panel Granger cause GDP? A new global evidence". Appl Energy, 87:3294–8, 2010.
18- Sadorsky P., "Information communication technology and electricity consumption in emerging economies". Energy Policy, 48:130–6, 2012.
19- Romm J., "The Internet and the new energy economy". Resour Conserv Recycl, 36:197–210, 2002.
20- Takase K, Murota Y., "The impact of ICT investment on energy: Japan and US comparison in 2010". Energy Policy, 32:1291–301, 2004.
21- Pesaran, M., Shin, Y. and Smith, R., "pooled Estimation of Long-Run Relationships in Dynamic Heterogeneous Panels", Journal of the American Statistical Association, Vol. 94, No. 446, pp. 621-634, 1999.
22- Baltagi, B., "Econometric Analysis of Panel Data", John Wiley & Sons Ltd., 2005.

www.SID.ir