



فصلنامه مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی، دوره ۷، شماره ۲۴، پائیز ۹۶

نقش آموزش بر رابطه فناوری اطلاعات و ارتباطات و شدت انرژی: یک تحلیل بین کشوری^۱

وحید کفیلی^۲، سعید هاشمی^۳، فاتزه مرندی^۴

چکیده

در تحقیق حاضر، نویسندگان می‌خواهند به این پرسش پاسخ دهند که آیا سطح آموزش بالاتر می‌تواند زمینه‌ساز استفاده بیشتر از مزایای فناوری اطلاعات و ارتباطات برای کاهش شدت انرژی باشد؟ برای این منظور، به برآورد عوامل مؤثر بر شدت انرژی با استفاده از داده‌های ۱۱۹ کشور (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ م) پرداخته شده است. کشورها به دو گروه کشورهای توسعه یافته (کشورها با توسعه انسانی بسیار بالا) و کشورهای درحال توسعه (کشورهای با سطح توسعه بالا، متوسط و پایین) تقسیم شده است. نتایج برآورد برای هر دو گروه نشان می‌دهد که افزایش سطح آموزش باعث افزایش بهره‌مندی از فناوری اطلاعات و ارتباطات برای کاهش شدت انرژی می‌شود. به عبارت دیگر، رابطه فاوا با شدت انرژی از طریق گسترش آموزش قوی‌تر می‌شود؛ بنابراین گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات در کنار افزایش سطح آموزش می‌تواند سیاستی مؤثرتر برای کاهش شدت انرژی و در نتیجه افزایش امنیت تأمین انرژی و کاهش آلودگی زیست‌محیطی باشد.

تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۳۱

۱. تاریخ دریافت: ۹۶/۴/۱۲

۲. دکترای اقتصاد از دانشگاه شهیدچمران اهواز؛ رایانامه: ayhan_vahid01@yahoo.com

۳. کارشناس ارشد اقتصاد؛ رایانامه: saeed.hashemi144@gmail.com

۴. کارشناس ارشد اقتصاد؛ رایانامه: marandifaezeh@yahoo.com



۱. مقدمه

انرژی سهم بی‌بدیلی را در رشد اقتصادی و توسعه به خود اختصاص داده است (Narayanan & Sahu, 2010). مصرف انرژی برای توسعه پایدار کشورها حیاتی است؛ به نحوی که عدم استفاده کارا از انرژی می‌تواند منجر به عواقب جدی برای اقتصاد از جمله تهدید توسعه پایدار، کاهش امنیت تأمین انرژی و مشکلات زیست‌محیطی شود (Adom & Kwakwa, 2014). شوک قیمت نفت در دهه ۱۹۷۰م همراه با گسترش شهرنشینی، صنعتی شدن و مشکلات زیست‌محیطی باعث شد که مسئله استفاده کارا از انرژی با اهمیت بیشتری مطرح شود. یکی از پدیده‌های نوظهور که می‌تواند در بهره‌وری انرژی مؤثر باشد، فناوری اطلاعات و ارتباطات است. در دهه‌های اخیر، فناوری اطلاعات و ارتباطات نقش فزاینده‌ای در بهبود بهره‌وری ایفا کرده است. این فناوری از یک سو با کاهش مصرف انرژی در هر سه فرایند تولید، توزیع و مصرف می‌شود و از طرف دیگر، به واسطه ابزار جدید باعث تقاضا برای مصرف انرژی (هم در فرایند تولید و هم فرایند مصرف) می‌شود. اثر اول اثر جان‌شینی و اثر دوم اثر درآمدی نامیده می‌شود (Edquist, 2010). برآیند این دو اثر می‌تواند در سطح معینی از تولید منجر به کاهش یا افزایش مصرف انرژی شود که در نتیجه باعث کاهش یا افزایش شدت انرژی (بهره‌وری انرژی) خواهد شد. باور غالب این است که گسترش این فناوری می‌تواند شدت انرژی را (مخصوصاً بخش‌هایی با انرژی‌بری بالا) کاهش دهد (Bernstein & Madlener, 2008). برای ظهور و بروز اثرهای به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات، لازم است میزان زیرساخت‌ها و کاربران از حد آستان‌های بیشتر باشد (Shiu and Lam, 2008) که به آن اثرهای شبکه‌ای گفته می‌شود. وجود زیرساخت‌ها و ابزار فناوری اطلاعات و ارتباطات شرط لازم و توان به کارگیری بهینه این ابزار شرط کافی برای تأثیرگذاری این فناوری است. آموزش یک عامل کلیدی در پذیرش تکنولوژی‌های جدید است (Vu, 2005). سطح آموزش بالاتر شهروندان، زمینه را برای آگاهی بیشتر برای استفاده از ابزار فناوری اطلاعات و ارتباط فراهم می‌کند و می‌تواند زمینه را برای تأثیر بیشتر این فناوری در حوزه‌های مختلف از جمله بهره‌وری انرژی فراهم کند. بر همین مبنای پیش‌بینی اولیه این است که فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر کاهنده بر شدت انرژی دارد و جوامع با سطح آموزش بالاتر می‌توانند از آثار مثبت فناوری اطلاعات و ارتباطات برای کاهش شدت انرژی به میزان بیشتری بهره‌مند شوند.

شناخت عوامل ایجاد تفاوت در بروز اثرهای گسترش فناوری اطلاعات می‌تواند برای



سیاست‌گذاران در جهت کاهش شکاف با کشورهای موفق راهگشا باشد. بر همین اساس، در این تحقیق تلاش شده است تأثیر سطح آموزش در فرایند تأثیرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی در قالب یک تحلیل بین‌کشوری ارزیابی شود. در ادامه، ابتدا ادبیات تحقیق در باب نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در شدت انرژی و نقش آموزش مطرح شده است. با معرفی الگوی تحقیق و روش تحلیل آماری نتایج بررسی آماری را ارائه و فرضیه تحقیق را آزمایش می‌کنیم. نتیجه بخش پایانی تحقیق است.

۲. ادبیات تحقیق

فناوری اطلاعات و ارتباطات دانش‌نوینی است که تمامی ابعاد زندگی بشر را تحت تأثیر قرار داده است. حوزه اقتصاد از مهم‌ترین حوزه‌های تحت تأثیر این فناوری است. از اوایل دهه ۱۹۸۰ م، فناوری اطلاعات و ارتباطات نقش فزاینده‌ای را در فرایند تولید ایفا کرده است. نقش فزاینده این پدیده و گسترش سریع آن باعث شده است محققان حوزه‌های مختلف علم توجه بیشتری به آن داشته باشند. یکی از این حوزه‌ها انرژی است. استفاده از این فناوری در تولید و مصرف انرژی می‌تواند بازار انرژی و مصرف آن را تحت تأثیر قرار دهد. گسترش فاوا نقش مستقیم اندکی در فرایند بهبود کارایی انرژی دارد (Coroama & Hilty, 2009)؛ اما به صورت غیرمستقیم تأثیرات بسیار مهمی بر بهبود بهره‌وری انرژی می‌گذارد. فناوری اطلاعات و ارتباطات این امکان را فراهم می‌کند که مصرف انرژی و هزینه‌های انرژی در سطح معینی از تولید کاهش پیدا کند (اثر جانشینی). از طرفی گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند با ارائه کالاهای جدید، زمینه جدیدی برای تقاضای انرژی ایجاد کند. روم^۵ (۲۰۰۲) صرفه‌جویی انرژی ناشی از به‌کارگیری فاوا را به دو بخش تقسیم می‌کند: دستاوردهای برگرفته از بهبود بهره‌وری به دلیل بهبود مدیریت تولید و دستاوردهای ساختاری مانند کاهش نیاز به حمل و نقل. وجود فاوا کاهش نیاز به جابه‌جایی فیزیکی، افزایش سرعت انتقال اطلاعات و کاهش هزینه انتقال اطلاعات را در پی دارد. بر همین اساس، می‌توان در کنار عوامل مختلف – مانند قیمت‌گذاری انرژی، مساحت، شرایط جغرافیایی، ساختار اقتصادی و استاندارد زندگی – از فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان عامل مؤثر بر میزان انرژی مصرفی برای تولید هر واحد پولی از تولید نام برد.

این فناوری به‌عنوان یکی از تکنولوژی‌های همراه با مصارف عمومی^۶ (Takase & Murota, 2004) را می‌توان به‌عنوان ابزار تحقق رشد اقتصادی سبز در نظر گرفت (Schulte, Welsch, 2014)؛ زیرا استفاده از این فناوری در ضمن بهبود سطح بهره‌وری عوامل تولید

5. Romm

6. General purpose technology



تحقق رشد اقتصادی، می تواند مصرف و شدت انرژی را کاهش دهد. به عبارت دیگر، گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات پتانسیل ایجاد یک بازی برد-برد را فراهم می کند که در آن تولید بیشتر با انرژی کمتر حاصل می شود (Ishida, 2015).

پذیرش و به کارگیری این فناوری توسط افراد یک جامعه در کنار وجود زیرساخت های فناوری اطلاعات و ارتباطات، لازمه بروز آثار این فناوری نوین است. سطح آگاهی افراد جامعه سهم عمده های در فرایند پذیرش فناوری های نوین از جمله فناوری اطلاعات و ارتباطات دارد. آموزش اقشار جامعه زمینه را برای پذیرش و همچنین استفاده بهینه از ابزار ارتباطی و اطلاعاتی فراهم می سازد. کاسلی و کولمن^۷ (۲۰۰۱) بر تأثیر سطح آموزش در انطباق با کامپیوتر، لی^۸ (۲۰۰۰) در پذیرش تلفن همراه و چین و فایرلیه^۹ (۲۰۰۷) در پذیرش و انطباق با کامپیوتر و این ترنت تأکید کرده اند، اما هارگیتای^{۱۰} (۱۹۹۹) و نوریس^{۱۱} (۲۰۰۰) اثر غیر معنی دار آموزش بر اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات را گزارش کرده اند؛ بنابراین نتایج مطالعات متناقض هستند.

تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بسیاری از متغیرهای اقتصادی و غیراقتصاد بررسی شده است. در جدول ۱ برخی از مطالعات را آورده ایم:

جدول ۱. مطالعات تجربی

| | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------------|
| تأثیر کاهشنده برای ژاپن و فزاینده بر مصرف انرژی ایالات متحده | تاکاشی و موروتا (۲۰۰۴) | تأثیر فاوا بر تقاضا و شدت انرژی |
| تأثیر منفی بر مصرف برق بخش خدمات فرانسه | کولارد و دیگران (۲۰۰۵) ^{۱۱} | |
| تأثیر منفی بر تقاضای برق ۱۱ زیر بخش صنعت کره جنوبی | چو و همکاران (۲۰۰۷) ^{۱۲} | |
| تأثیر کاهشنده تقاضای انرژی ژاپن | ایشیدا (۲۰۱۵) | |
| تأثیر فاوا بر کاهش تقاضای انرژی غیرالکتریکی کشورهای OECD | شولت و همکاران (۲۰۱۴) | |
| تأثیر مثبت ICT بر بهره وری انرژی کشورهای OECD | صلاح الدین و عالم (۲۰۱۶) | |

7. Caselli and coleman

8. Lee

9. Chinn and Fairlie

10. Hargittai

11. Norris

12. Collard and et al

13. Cho et al.



| | | |
|---|--|---------------------------|
| تأثیر مثبت تعداد کاربران اینترنت بر شدت انرژی کشورهای منتخب | سیف‌الله (۱۳۸۷) | |
| تأثیر غیر خطی فاوا بر سرانه مصرف انرژی ایران | محمدیان منصور و گلخندان (۱۳۹۵) | |
| تأثیر مثبت بر رشد ۵۰ کشور منتخب که ۹۰ درصد بازار فناوری اطلاعات و ارتباطات را در اختیار دارند | وو (۲۰۰۵) | تأثیر فاوا بر رشد اقتصادی |
| تأثیر مثبت پهنای باند بر رشد کشورهای OECD | کوتر و میس (۲۰۰۹) ^{۱۳} | |
| تأثیر مثبت بر رشد (تأثیر اینترنت بیشتر از تلفن همراه) ۱۰۲ کشور | وو (۲۰۱۱) | |
| تأثیر مستقیم مثبت و غیر مستقیم منفی بر رشد کشورهای حوزه منا | ساسی و گوآید (۲۰۱۳) ^{۱۴} | |
| تأثیر مثبت ICT و r & d بر ارزش افزوده ۴۷ صنعت سوئد | ادکوئست هنرکسون (۲۰۱۷) ^{۱۵} | |
| تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی ایران | کمیجانی و محمودزاده (۱۳۸۷) | |
| تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی کشورهای عضو اوپک | عصاری آرانی و خوندابی (۱۳۸۷) | |
| تأثیر مثبت بر بهره‌وری نیروی کار در ۵۱ صنعت اتحادیه اروپا و ایالات متحده | ون آرک و همکاران (۲۰۰۳) ^{۱۶} | |
| تأثیر خالص مثبت بر بهره‌وری نیروی کار بخش صنعت ایران | مشیری و جهانگرد (۲۰۰۷) | |
| تأثیر معنی‌دار بر بهره‌وری کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته | دیملیس و پاپایونو (۲۰۱۰) ^{۱۷} | |
| تأثیر مثبت بر تولید سرانه نیروی کار کره جنوبی | کومار و همکاران (۲۰۱۶) ^{۱۸} | |

14. Koutroumpis
15. Sassi & Goaid
16. Edquist & Henrekson
17. Van Ark and et al
18. Dimelis and Papaioannou



۳. روش تحقیق

۳.۱. پایانی

وجود متغیرهای ناپایدار معادله رگرسیونی باعث ایجاد رگرسیون کاذب و عدم اعتبار آزمون‌های آماری خواهد شد. برخلاف رگرسیون سری زمانی، رگرسیون کاذب پانلی، با افزایش حجم نمونه ($N, T \rightarrow \infty$) ضرایب سازگاری را حاصل می‌کند (Baltagi, 2008: 237)؛ اما اعتبار آزمون‌های آماری همچنان برقرار نیست. بر همین مبنا، لازم است آزمون‌های ریشه واحد پانلی برای متغیرهای رگرسیون پانلی بررسی شود. آزمون‌های متعددی برای بررسی پایایی داده‌های ترکیبی ارائه شده است. لوین و همکاران^{۱۹} (LLC) به آزمون ریشه واحدی قابل اتکا پرداخته‌اند. فرض صفر این آزمون وجود ریشه واحد برای متغیر پانلی است. برای آزمون این فرضیه از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\Delta Y_{it} = \rho Y_{it-1} + \sum_{L=1}^{p_i} \theta_{iL} \Delta Y_{it-L} + \alpha_{mi} d_{mi} + u_{it} \quad i=1, \dots, n \quad t=1, \dots, T \quad (1)$$

رابطه ۱ خود رگرسیون مرتبه اول با رفع خود همبستگی است که در آن متغیرهای قطعی هستند و d_{mi} بردار ضرایب قطعی هستند. فرض آزمون به صورت رابطه ۲ بیان می‌شود:

$$\begin{cases} H_0 : \rho = 0 \\ H_1 : \rho < 0 \end{cases} \quad (2)$$

رابطه ۲ (رگرسیون دیکی فولر تعمیم یافته) برای هر یک از مقاطع برآورد می‌شود و وقفه بهینه برای هر مقطع تعیین و به صورت زیر عمل می‌شود که:

ابتدا ΔY_{it} روی متغیرهای $\sum_{j=1}^{p_i} \lambda_j \Delta Y_{it-j}$ و بردار متغیرهای قطعی برآورد و خطاهای ناشی از رگرسیون (\hat{e}_{it}) محاسبه می‌شود. سپس Y_{it-1} روی متغیرهای $\sum_{j=1}^{p_i} \lambda_j \Delta Y_{it-j}$ و بردار متغیرهای قطعی برآورد و خطاهای ناشی از رگرسیون (\hat{v}_{it}) محاسبه می‌شود. برای کنترل واریانس متفاوت بین مقاطع، خطاهای به دست آمده نرمال می‌شوند ($\tilde{e}_{it}, \tilde{v}_{it}$). رابطه ۳ را از معادله رگرسیون تجمعی به دست آوریم:

$$\tilde{e}_{it} = \rho \tilde{v}_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

رابطه ۳ بر اساس NT داده که در آن $\tilde{T} = T - \bar{P} - 1$ و \bar{P} متوسط وقفه در آزمون

19. Levin Lin Chu Test



ADF برای مقاطع است. آماره تی به صورت زیر برای آزمون $\rho = 0$ به صورت رابطه ۴ محاسبه می شود:

$$t_{\rho} = \frac{\hat{\rho}}{\sigma_{\hat{\rho}}}$$

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=2+p_i}^T \tilde{v}_{i,t-1} \tilde{e}_{it}}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=2+p_i}^T \tilde{v}_{i,t-1}^2} \quad \sigma_{\hat{\rho}} = \frac{\hat{\sigma}_{\tilde{\varepsilon}}}{\left[\sum_{i=1}^n \sum_{t=2+p_i}^T \tilde{v}_{i,t-1}^2 \right]^{1/2}} \quad (۴)$$

$$\hat{\sigma}_{\tilde{\varepsilon}} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=2+p_i}^T (\tilde{e}_{it} - \hat{\rho} \tilde{v}_{i,t-1})^2$$

اما برای آزمون، از یک آماره تعدیل شده تی نظیر رابطه ۵ استفاده می شود:

$$t = \frac{t_{\rho} - NT \tilde{S}_N \hat{\sigma}_{\tilde{\varepsilon}}^{-2} \hat{\sigma}(\hat{\rho} \sqrt{b^2 - 4ac}) \mu_{m\bar{T}}^*}{\sigma_{m\bar{T}}^*} \quad (۵)$$

در عبارت ۵ $\mu_{m\bar{T}}^*$ و $\sigma_{m\bar{T}}^*$ میانگین و انحراف معیار تعدیل کننده توسط LLC محاسبه شده است. آماره محاسبه شده با آماره های جدول سطح معناداری لین، لوین و چو (t تعدیل شده) مقایسه می شود. اگر آماره محاسبه شده از آماره جدول کوچک تر باشد، فرضیه وجود ریشه واحد برای آن متغیر رد نمی شود.

۲.۳. رگرسیون پانلی

داده های پانلی ترکیبی از دو نوع از داده های سری زمانی و مقطعی است که منبع بسیار پرباری از اطلاعات در مورد اقتصاد است (Greene, 2003: 283). وجود دو بعد زمان و مقطع در داده های پانلی باعث شده است به کارگیری مدل های توضیح دهنده آماری مناسبی که ویژگی های متغیرها را توصیف کند، پیچیده تر از مدل های استفاده شده در داده های مقطعی یا سری های زمانی باشد (Dougherty, 2007: 408). به طور کلی، رگرسیون پانلی به صورت عبارت ۶ قابل بیان است:

$$Y_{it} = \beta_1 + \sum_{j=2}^k \beta_j X_{jit} + \sum_{p=1}^s \gamma_p Z_{pit} + \delta t + \varepsilon_{it} \quad (۶)$$

در رابطه ۶ Y نشان دهنده متغیر وابسته، X متغیرهای توضیحی مشاهده شده و Z نشان دهنده



متغیرهای توضیحی غیرقابل مشاهده اثرگذار بر متغیر وابسته برای هر مقطع است و برای توضیح بهتر، این دسته متغیرها از مقادیر اجزای خطا جدا شده است. β_j پارامترهای مجهول رگرسیون، نماد Γ نشان دهنده مقطع‌ها یا واحدهای مشاهده شده، t نشان دهنده دوره زمانی و p_j نشان دهنده تفاوت بین متغیرهای مشاهده نشده و مشاهده شده در مدل است. عبارت نشان دهنده خطای برآورد داده‌های ترکیبی است که تمامی شرایط مربوط به جملات خطا تحت فرضیات گوس-مارکوف را دارا است. چنانچه اثرهای فردی یا ناهمگنی، بسیار جزئی (قابل چشم پوشی) یا وجود نداشته باشد رگرسیون (۱) به صورت (۲) خواهد بود:

$$Y_{it} = \beta_1 + \sum_{j=2}^k \beta_j X_{jit} + \delta t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

رگرسیون (۷) به رگرسیون تجمعی یا پولد^{۲۰} معروف است که در آن فرض می‌شود عرض از مبدأ و ضرایب شیب در طول زمان و مکان ثابت است. روش متداول در قالب‌ریزی مدل پانل دیتا، بر این فرض استوار است که اختلاف بین واحدها را میتوان به صورت تفاوت در عرض از مبدأ نشان داد. نحوه اعمال این اختلاف نیز به دو روش رگرسیون اثرهای تصادفی و رگرسیون اثرهای ثابت انجام می‌شود. در روش اثرهای ثابت از متغیر دامی برای هر یک از قاطع استفاده میشود و فرض بر این است که اثرهای فردی با متغیرهای توضیحی دارای همبستگی است. رگرسیون اثرهای ثابت یک رگرسیون خطی کلاسیک است و هیچ شرط جدیدی برای تجزیه و تحلیل آن لازم نیست و میتوان مدل را با استفاده از روش حداقل مربعات برآورد کرد. چنانچه فرض همبستگی بین اثرهای فردی و متغیرهای توضیحی رد شود، لازم است که از روش اثرهای تصادفی برای برآورد استفاده شود. این روش دارای درجه آزادی بیشتر است و امکان وارد کردن متغیرهای توضیحی را فراهم می‌کند که در داخل یک گروه مقادیر یکسانی را برای تمام مشاهدات به خود می‌گیرد (Asteriou, 2007: 371). همچنین تخمین زن اثرهای تصادفی از یک فرایند تخمین حداقل مربعات تعمیم یافته و تخمین زن اثرهای ثابت از حداقل مربعات معمولی به دست می‌آید و در نمونه‌های بزرگ تخمین زن GLS نسبت به OLS واریانس کمتری دارد (Hill, Griffiths & Lim, 2011: 557). برای تشخیص وجود تفاوت‌های فردی از آزمون چاو^{۲۱} (F لیمر) استفاده می‌شود. در این آزمون، رگرسیونی که اثرهای فردی را لحاظ می‌کند، رگرسیون غیر مقید^{۲۲} و رگرسیونی که عرض از مبدأ مشترک

20. Pooled regression
21. Chow
22. Unrestricted Regression



را در نظر می‌گیرد، رگرسیون مقید^{۳۳} خواهد بود. آماره محاسباتی که دارای توزیع F است، به صورت عبارت ۸ خواهد بود:

$$F = \frac{(RSS_R - RSS_{UR}) / (n-1)}{RSS_{UR} / (nT - K - n)} \quad (۸)$$

اگر آماره محاسباتی در ناحیه رد قرار گیرد باید از مدل اثرهای ثابت استفاده شود. با رد فرض وجود عرض از مبدأ مشترک برای مقاطع می‌توان یکی از مدل‌های اثرهای ثابت یا تصادفی را انتخاب کرد. برای انتخاب از بین دو مدل فوق از آزمون هاسمن^{۳۴} استفاده می‌شود. فرض صفر این آزمون صحت استفاده از رگرسیون اثرهای تصادفی است. آماره محاسباتی آزمون هاسمن به صورت عبارت ۹ تعریف می‌شود:

$$H = (\hat{\beta}^{FE} - \hat{\beta}^{RE}) [Var(\hat{\beta}^{FE}) - Var(\hat{\beta}^{RE})]^{-1} (\hat{\beta}^{FE} - \hat{\beta}^{RE}) \quad (۹)$$

آماره محاسباتی دارای توزیع کای-دو با درجه آزادی تعداد متغیرهای توضیحی است. اگر آماره محاسباتی در ناحیه رد قرار گیرد فرض استفاده از اثرهای تصادفی رد خواهد شد.

۴. مدل تحقیق

نمونه آماری تحقیق شامل منتخبی از کشورهای در حال توسعه (۷۸ کشور) و توسعه یافته (۴۱ کشور) است.^{۲۵} داده‌ها و منابع مورد استفاده از بانک جهانی و بانک اطلاعاتی سازمان ملل متحد

23. Restricted Regression

24. Hausman test

۲۵. آلبانی، الجزایر، آرژانتین، آذربایجان، ارمنستان، استرالیا، اتریش، باهاماس، بنگلادش، باربادوس، بلژیک، بلیز، بنین، بولیوی، بوستوانا، برزیل، بلغارستان، برونڈی، کامبوج، کامرون، چاد، شیلی، چین، کلمبیا، کاستاریکا، کرواسی، کوبا، قبرس، چک، دانمارک، دومینیکن، جمهوری دومینیکن، اکوادور، مصر، السالوادور، استونی، اتیوپی، فیجی، فنلاند، فرانسه، گابن، آلمان، غنا، یونان، گواتمالا، هندوراس، هنگ کنگ، لهستان، ایسلند، هند، اندونزی، ایران، ایرلند ایتالیا، جامائیکا، ژاپن، اردن، قزاقستان، کنیا، کره جنوبی، قرقیزستان، لائوس، لسوتو، لیتوانی، لوکزامبورگ، ماداگاسکار، مالاوی، مالزی، مالدیو، مالی، مالتا، موریتانی، موریوس، مکزیک، مولداوی، مراکش، موزامبیک، میانمار، نامیبیا، نپال، هلند، نیوزلند، نیکاراگوئه، نروژ، پاکستان، پاناما، پاراگوئه، پرو، فیلیپین، لهستان، پرتغال، قطر، رومانی، روسیه، عربستان، سنگال، سنگاپور، اسلواکی، اسلوانی، آفریقای جنوبی، اسپانیا، سوازیلند، سوئد، سوئیس، تاجیکستان، تانزانیا، تایلند، توگو، تونگا، ترینیداد و توباگو، تونس، ترکیه، اوگاندا، اوکراین، بریتانیا، ایالات متحده آمریکا، اروگوئه، زامبیا.



برای دوره زمانی ۲۰۰۲-۳۱۰۲ استخراج و استفاده شده است. برای بررسی فرضیه تحقیق، معادله زیر مورد برآورد قرار گرفته است:

$$LE_{it} = \alpha_i + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LLAND_{it} + \beta_3 LSER_{it} + \beta_4 LUR_{it} + \beta_5 LICT_{it} + \beta_6 LED_{it} \cdot LICT_{it} + U_{it} \quad (10)$$

که در آن LE نشان دهنده لگاریتم طبیعی شدت انرژی (بانک جهانی) است. در ادبیات اقتصادی، شدت انرژی به عنوان یک معیار سنجش کارایی مصرف انرژی مورد استفاده قرار می گیرد (Adom, 2013; Inés Pardo Martínez, 2010; Ang, 2006). $LGDP$ لگاریتم طبیعی تولید سرانه به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ (بانک اطلاعات سازمان ملل)، است که نشان دهنده استاندارد زندگی است. استاندارد بالای زندگی زمینه را برای تقاضای انرژی فراهم می کند؛ اما این امکان نیز وجود دارد که منجر به استفاده کاراتر از انرژی (به دلیل استفاده مناسب از انرژی و امکان استفاده از وسایل با کارایی بالاتر) شود. $LLAND$ لگاریتم طبیعی مساحت (بانک جهانی) است که انتظار بر این است که کشورهای با مساحت بیشتر به دلیل نیاز به جابه جایی، شدت انرژی بیشتری را تجربه کنند. $LSER$ لگاریتم طبیعی سهم بخش خدمات از کل تولید داخلی (بانک جهانی) است. در مراحل اولیه صنعتی شدن، با انتقال از فعالیت هایی با انرژی بری پایین (مانند کشاورزی) به فعالیت های صنعتی، انتظار بر این است که با توجه به ماهیت بخش صنعت، شدت انرژی روند فزاینده های داشته باشد؛ اما از یک حدّ معینی به بعد با تثبیت بخش صنعت، بخش خدمات گسترش بیشتری پیدا می کند که به دلیل ماهیت انرژی بری پایین انتظار بر این است که گسترش این بخش منجر به کاهش شدت انرژی شود (Bernardini & Galli, 1993; Elliott, 2014). LUR نشان دهنده لگاریتم طبیعی نرخ شهرنشینی است. اثر این متغیر بر شدت انرژی می تواند مثبت یا منفی باشد. شهرنشینی منجر به صرفه های اقتصادی ناشی از بزرگ تر شدن مقیاس و کارایی انرژی می شود؛ اما از طرفی، با ایجاد نیازهای جدید و گسترش تولید منجر به افزایش تقاضا برای انرژی می شود (Alshehry & Belloumi, 2015). $LICT$ لگاریتم طبیعی بهره مندی از فاوا (مجموع کاربران اینترنت، تلفن همراه و ثابت به ازای ۱۰۰ نفر) است که در مطالعات متعددی از این متغیرها به عنوان شاخص بهره مندی از فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده شده است. این متغیر به دو شکل وارد معادله رگرسیون شده است. در حالت اول مجموع کاربران اینترنت و تلفن همراه و در حالت دوم مجموع کاربران اینترنت، تلفن همراه و ثابت به ازای ۱۰۰ نفر. علت این تفکیک از باب نوظهور بودن این دو پدیده و همچنین نیاز بالای این پدیده اینترنت و موبایل به آگاهی بیشتر در سطح جامعه است. $LEDU$ نشان دهنده لگاریتم طبیعی شاخص آموزش (بانک اطلاعات سازمان ملل) است که یک شاخص ترکیبی



از دو متغیر متوسط طول دوره تحصیل در افراد بالای ۲۵ سال و طول دوره انتظاری تحصیل کود کان در سن ورود به مدرسه است؛ و در نهایت U جزء اخلاص رگرسیون است. انتظار می‌رود که تأثیر فاوا بر شدت انرژی، با توجه به مبانی نظری تحقیق، منفی باشد. همچنین، انتظار این است که سطوح بالاتر آموزش، باعث تقویت تأثیر منفی فاوا بر شدت انرژی شود؛ بنابراین، فرضیه حاکم بر تحقیق به این صورت است که کشورهایی که از سطح آموزش بالاتری برخوردارند، بهره بیشتری از فاوا در جهت کاهش شدت انرژی بره‌اند. به عبارتی، فرض بر این است که داشته باشیم:

$$\beta_5 < 0, \beta_6 < 0$$

$$(\beta_5 + \beta_6 \text{EDU}_{it}) \text{ICT}_{it} \rightarrow \frac{\partial(\beta_5 + \beta_6 \text{EDU}_{it})}{\partial \text{EDU}_{it}} < 0 \quad (11)$$

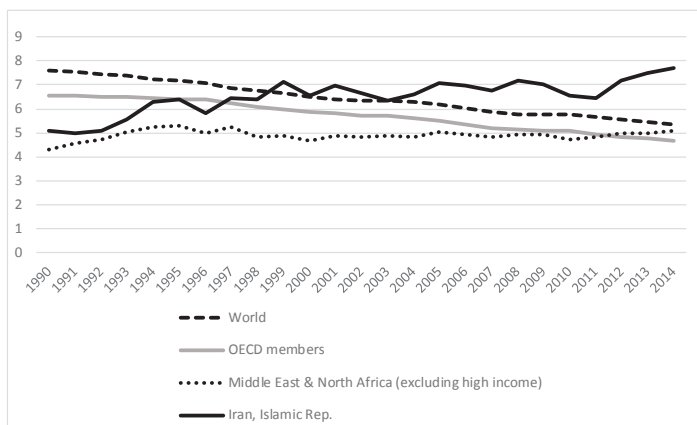
رابطه رگرسیونی (۱۰) برای دو گروه از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته برآورد شده است. برای تفکیک بین کشورها، از شاخص توسعه انسانی استفاده شده است. کشورهایی که در گروه کشورهایی با شاخص توسعه انسانی بسیار بالا ($HDI > 0.8$) قرار گرفته‌اند، کشورهای توسعه یافته در نظر گرفته شده‌اند. در مجموعه کشورهای در حال توسعه برای کشورهای دارای منابع نفتی متغیر دامی (DU) تعریف شده است و برای کشورهای نفتی عدد یک و غیرنفتی عدد صفر لحاظ شد. برای تشخیص وفور منابع نفتی نیز از نسبت صادرات سوختی به کل صادرات در طی سال‌های مورد بررسی استفاده شد (مستخرج از بانک جهانی).

۵. تجزیه و تحلیل

۵.۱. روند متغیرهای تحقیق

الف) شدت انرژی

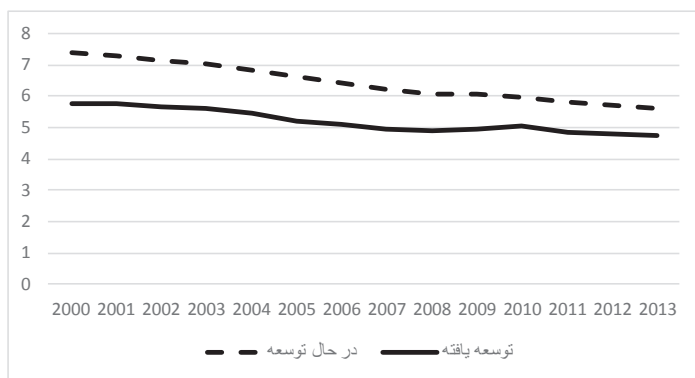
یکی از معیارهای سنجش کارایی مصرف انرژی، شدت انرژی است. کاهش این متغیر نشانه بهبود بهره‌وری انرژی است. روند این متغیر برای ایران در مقایسه با کشورهای خاورمیانه، کشورهای عضو OECD و کل جهان ترسیم شده است. این روند برای ایران سعودی، برای کشورهای خاورمیانه نوسانی و کل جهان و کشورهای عضو OECD نزولی بوده است. عملکرد ایران در مقایسه با گروه‌های فوق نشان می‌دهد که سیستم اقتصادی ایران عملکرد مناسبی نداشته است.



شکل ۱. نمودار روند شدت انرژی ایران

(مأخذ: بانک جهانی)

مقایسه شدت انرژی کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته نیز نشان از روند نزولی این متغیر برای هر دو گروه دارد؛ اما در همه سال‌ها متوسط شدت انرژی کشورهای در حال توسعه بیشتر از کشورهای توسعه یافته بوده است.



شکل ۲. نمودار روند متوسط شدت انرژی کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته منتخب

(مأخذ: بانک جهانی)

طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ م، شدت انرژی کشورهای توسعه یافته منتخب به طور متوسط سالانه ۲/۱۴ درصد کاهش داشته است و این عملکرد برای کشورهای در حال توسعه منتخب برابر ۱/۴۷ درصد در سال است.



ب) روند شاخص آموزش

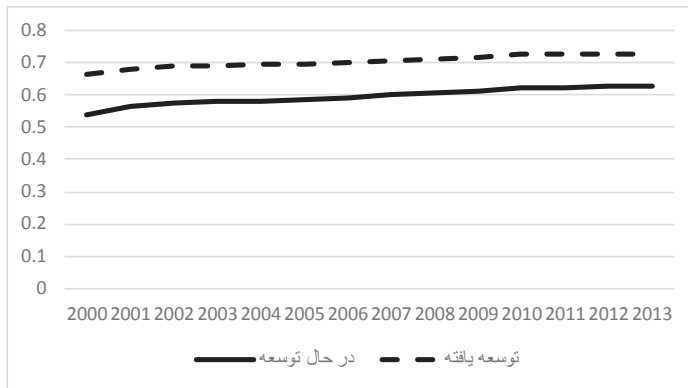
با توجه به روش جدید محاسبه شاخص آموزش که سازمان ملل متحد برای محاسبه شاخص توسعه انسانی انجام می‌دهد، شاخص آموزش ترکیبی از دو متغیر متوسط طول دوره تحصیل در افراد بالای ۲۵ سال و طول دوره انتظاری تحصیل کودکان در سن ورود به مدرسه است که با استفاده از رابطه زیر بی‌مقیاس شده (نرمال‌سازی) و شاخص پایه نامیده می‌شود:

$$X_N = \frac{X_i - X_{\max}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (12)$$

با ترکیب شاخص‌های پایه محاسبه شده، شاخص آموزش با استفاده از رابطه (۱۳) محاسبه می‌شود:

$$\text{شاخص پایه متوسط انتظاری دوره تحصیل} = \text{شاخص آموزش} \times \left(\frac{1}{2}\right) \quad (13)$$

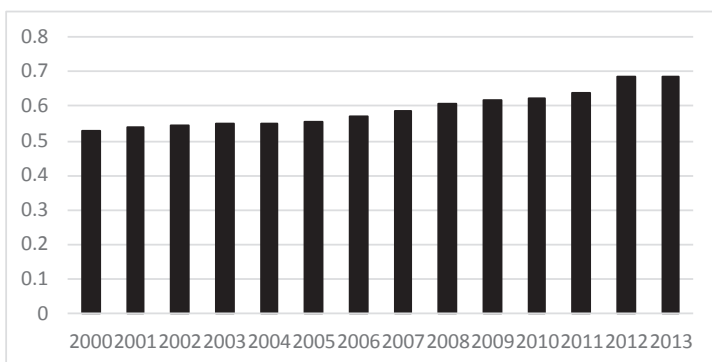
روند متوسط شاخص توسعه آموزش برای هر دو گروه صعودی و متوسط شاخص آموزش در تمامی سال‌ها برای کشورهای منتخب در حال توسعه کمتر از کشورهای منتخب توسعه یافته بوده است؛ اما متوسط رشد شاخص آموزش برای کشورهای در حال توسعه منتخب (حدود ۱/۱ درصد) بیشتر از کشورهای منتخب توسعه یافته (حدود ۷/۰ درصد) بوده است.



شکل ۳. نمودار روند متوسط شاخص آموزش کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته منتخب

(مأخذ: UNDP)

روند شاخص آموزش برای ایران در شکل ۴ ترسیم شده است:



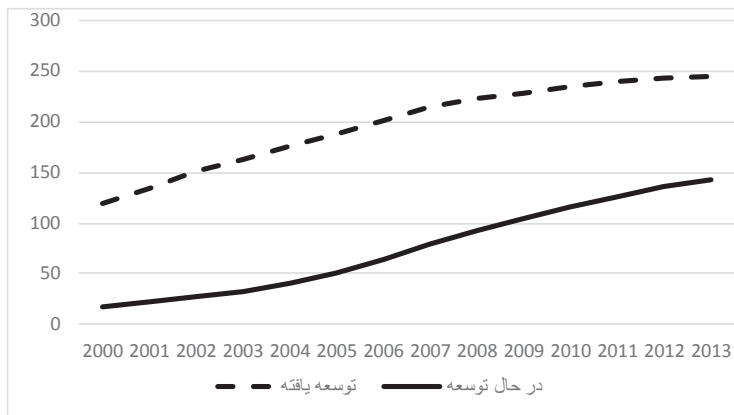
شکل ۴. نمودار روند متوسط شاخص آموزش برای ایران

(مأخذ: UNDP)

روند این متغیر برای ایران صعودی است. متوسط رشد شاخص آموزش برای ایران از متوسط رشد کشورهای در حال توسعه منتخب بیشتر (حدود ۲ درصد) بوده است که اهتمام نظام جمهوری اسلامی ایران برای افزایش سطح آگاهی عمومی را نشان می‌دهد.

ج) روند بهره‌مندی از فناوری اطلاعات و ارتباطات

بررسی روند تغییرات متوسط بهره‌مندی از سه ابزار مهم فناوری اطلاعات و ارتباطات (مجموع موبایل، تلفن ثابت و اینترنت به ازای صد نفر)



شکل ۵. نمودار روند متوسط بهره‌مندی از فناوری اطلاعات و ارتباطات

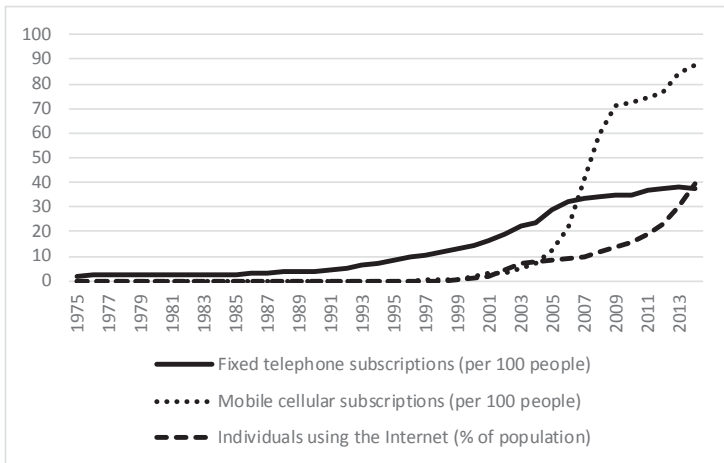
برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته منتخب

(مأخذ: بانک جهانی)



در تمامی سال‌ها، کشورهای در حال توسعه منتخب بهره‌مندی کمتری نسبت به کشورهای منتخب توسعه یافته از سه ابزار ذکر شده داشته‌اند، اما طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ کشورهای در حال توسعه منتخب رشد بیش از ۱۷ درصد را تجربه کرده‌اند؛ در حالی که متوسط نرخ رشد این ابزار برای کشورهای توسعه یافته منتخب کمتر از ۶ درصد بوده است. کشورهای توسعه یافته به دلیل نزدیکی به نقطه اشباع تعداد کاربران تلفن ثابت، همراه و اینترنت، رشد کمتری را تجربه کرده‌اند.

روند تغییرات بهره‌مندی از فناوری اطلاعات و ارتباطات برای ایران نیز نشان‌دهنده یک روند صعودی است.



شکل ۶. نمودار روند بهره‌مندی از فناوری اطلاعات و ارتباطات برای ایران (مأخذ: بانک جهانی)

با توجه به نوظهور بودن پدیده اینترنت و تلفن همراه، این دو متغیر از سال ۲۰۰۰ م به بعد این دو متغیر روند صعودی با شیب صعودی تندی را تجربه کرده‌اند. ۲/۶ برابر شدن تلفن ثابت، ۳۲ برابر شدن کاربران اینترنت و بیش از ۵۷ برابر شدن کاربران تلفن ثابت به ازای ۱۰۰ نفر طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ م نشان از گسترش به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات در ایران دارد.

۵. ۲. برآورد معادله رگرسیون

قدم اول برای تجزیه و تحلیل، آزمون ریشه واحد پانلی متغیرهاست. برآورد معادله رگرسیون با متغیرهای نامانما می‌تواند منجر به ایجاد رگرسیون کاذب و عدم اعتبار آماره‌های F و t شود.



برای اطمینان از نتایج معادلهٔ رگرسیون نتایج آزمون ریشه واحد LLC در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۲. آزمون ریشه واحد پانلی LLC

| | متغیر | آماره | احتمال | | متغیر | آماره | احتمال |
|---------------------|-----------|---------|--------|----------------------|-----------|--------|--------|
| کشورهای توسعه یافته | LICT | 71/10- | 000/0 | کشورهای در حال توسعه | LICT | 57/3- | 000/0 |
| | LICT1 | 26/17- | 000/0 | | LICT1 | 44/12- | 000/0 |
| | LED*LICT | 19/17- | 000/0 | | LED*LICT | 35/2- | 01/0 |
| | LED*LICT1 | 076/14- | 000/0 | | LED*LICT1 | 54/14- | 000/0 |
| | LE | 55/3- | 000/0 | | LE | 91/7- | 000/0 |
| | LUR | 22/7- | 000/0 | | LUR | 08/17- | 000/0 |
| | LGDP | 6/1 | 054/0 | | LGDP | 09/22- | 000/0 |
| | LSER | 33/6- | 000/0 | | LSER | 45/9- | 000/0 |

(مأخذ: یافته‌های تحقیق)

نتایج نشان می‌دهد که متغیرها با اطمینان ۹۰ درصد در سطح پایا هستند. بنابراین، امکان وجود رگرسیون کاذب در معادلات تحقیق منتفی است. نتایج تخمین معادلات برای دو گروه کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته برای دو حالت لحاظ متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. برآورد معادله شدت انرژی (PGLS)

| | کشورهای در حال توسعه | | کشورهای توسعه یافته | |
|-------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | LGDP | ۳/۰- ۷/۱۱- (۰۰۰/۰) | ۲۸/۰- ۰۴/۱۱- (۰۰۰/۰) | ۰۵۶/۰- ۹۸/۱- (۰۵/۰) |
| LSER | ۰۷۹/۰- ۳/۲- (۰۰۳/۰) | ۰۸/۰- ۲۳/۲- (۰۲۶/۰) | ۲۸/۰- ۸۴/۳- (۰۰۰/۰) | ۲۶/۰- ۶۱/- (۰۰۰/۰) |
| LLAND | ۵۱/۱۰ ۱۵/۳ (/۰۰۲) | ۰۸/۱۰ ۰۲/۳ (۰۰۳/۰) | ۷۸/۲- ۲۲/۲- (۰۲۷/۰) | ۱۴/۳- ۵۱/۲- (۰۰۰/۰) |
| LUR | ۱۵/۰ ۹۹/۲ (/۰۰۳) | ۱/۰ ۰۳/۲ (۰۴۳/۰) | ۴۴/۰- ۷/۳- (۰۰۰/۰) | ۴۵/۰- ۶/۳- (۰۰۰/۰) |

۳۶. با توجه به امکان ناهمسانی واریانس در داده‌ها به دلیل تفاوت در شرایط اقتصادی، اجتماعی و سیاسی، از روش حداقل مربعات وزنی استفاده شده است.



| | | | | |
|---------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| LICT | ۰۵۶/۰- ۹۷/۸- (۰۰۰/۰) | | ۱۷/۰- ۳۲/۱۴- (۰۰۰/۰) | |
| LED*LICT | ۰۲۰/۰- ۳/۳- (۰۰۰/۰) | | ۰۰۵/۰- ۲۹/۰- (۷۷/۰) | |
| LICT1 | | ۰۴۴/۰- ۶۵/۸- (۰۰۰/۰) | | ۱۲/۰- ۲۲/۱۳ (۰۰۰/۰) |
| LED*LICT1 | | ۰۱۵/۰- ۸۳/۲- (۰۰۵/۰) | | ۰۴/۰- ۳/۲- (۰۲۲/۰) |
| DU | ۰۳۶/۰ ۹/۱ (۰۵۷/۰) | ۰۳۸/۰ ۹۸/۱ (۴۷/۰) | | |
| عرض از مبدأ | ۸۱/۱۲۱- ۰۳/۳- (۰۰۳/۰) | ۶۱/۱۱۶- ۸۹/۲- (۰۰۴/۰) | ۳۵/۳۸ ۶۶/۲ (۰۰۰/۰) | ۱/۴۲ ۹۳/۲ (۰۰۴/۰) |
| \bar{R}^2 | ۹۸/۰ | ۹۸/۰ | ۹۷/۰ | ۹۷/۰ |
| F | ۷/۸۹۳ (۰۰۰/۰) | ۰۳/۸۳۹ (۰۰۰/۰) | ۶۵/۴۵۲ (۰۰۰/۰) | ۱۵/۴۱۳ (۰۰۰/۰) |
| آزمون چاو | ۹/۵۶۳ (۰۰۰/۰) | ۰۹/۵۵۱ (۰۰۰/۰) | ۲۹۰ (۰۰۰/۰) | ۱۷/۲۹۷ (۰۰۰/۰) |
| آزمون هاسمن | ۳۱/۱۱۰ (۰۰۰/۰) | ۹۴/۹۵ (۰۰۰/۰) | ۸۵/۲۴ (۰۰۰/۰) | ۳۴/۲۳ (۰۰۱/۰) |
| تعداد مشاهدات | | کشور ۷۸ $N = ۱۰۹۲$ | کشور ۴۱ $N = ۵۷۴$ | |

(مأخذ: یافته‌های تحقیق)

برای تمامی معادلات، اثرهای ثابت به‌عنوان شیوه مناسب لحاظ‌ناهمگنی بین مقاطع تشخیص داده شده است. کل رگرسیون‌ها به لحاظ آماری معنیدار هستند. تمامی ضرایب به‌جز ضریب تقاطعی برای کشورهای توسعه‌یافته در حالت استفاده از کاربران اینترنت و موبایل به‌عنوان شاخص برخورداری از فناوری اطلاعات و ارتباطات، در سطح ۹۰ درصد معنی‌دار هستند. متغیر مساحت برای کشورهای توسعه‌یافته اثر منفی و کشورهای در حال توسعه مثبت حاصل شده است.



مساحت بیشتر از معادل جمعیت و منابع تولیدی بیشتر بوده که تقاضای انرژی بیشتر و تولید بیشتر را در پی دارد. اثر نهایی برای کشورهای در حال توسعه مثبت است که این امر میتواند ناشی از عدم استفاده مناسب از منابع، رشد بی‌رویه جمعیت و عدم کارایی مناسب سیستم اقتصادی این کشورها در مصرف انرژی باشد. وجود امکانات و برخی خدمات در مناطق مرکزی (تمرکزگرایی) نیز از دلایل دیگر این موضوع در کشورهای در حال توسعه می‌تواند باشد که موجب افزایش نیاز به سفر به مناطق دارای مرکزیت می‌شود. گسترش شهرنشینی نیز در کشورهای در حال توسعه تأثیر مثبت و در کشورهای توسعه یافته منفی به دست آمده است که نشان می‌دهد در فرایند گسترش شهرنشینی در کشورهای توسعه یافته، افزایش بهره‌وری و صرفه‌های ناشی از مقیاس بر تقاضای بیشتر انرژی ناشی از گسترش شهرنشینی غلبه دارد. در هر دو گروه، سطح تولید سرانه بیشتر و سهم بیشتر بخش خدمات از تولید داخلی به شدت انرژی کمتر منجر می‌شود. متغیر دامی و فور منابع نفتی نیز تأثیری مثبت و معنی‌دار داشته است. به عبارت دیگر، شدت انرژی در کشورهایی که فور منابع نفتی وجود دارد، بیشتر بوده است که نشانه وجود نظام مصرفی غیرمنطقی منابع انرژی در این کشورها است.

ضریب فناوری اطلاعات و ارتباطات برای کشورهای توسعه یافته در هر دو حالت بزرگ‌تر از کشورهای در حال توسعه است که نشان‌دهنده استفاده بهتر این کشورها از این فناوری در جهت کاهش شدت انرژی است. ضریب تقاطعی برای کشورهای در حال توسعه (هر دو حالت) معنی‌دار است، اما برای کشورهای توسعه یافته، آموزش بالاتر باعث اثرگذاری بیشتر کاربران اینترنت و تلفن همراه می‌شود. با توجه به نوظهور بودن این دو پدیده، حتی در کشورهای توسعه یافته نیز که از سطح آموزش بالایی برخوردار هستند، افزایش سطح آموزش برای گسترش اثرهای به کارگیری اینترنت و تلفن همراه لازم است.

۷. نتیجه

استفاده از فناوری‌های جدید نیازمند آن است که کاربران از سطح آگاهی بالاتری برای پذیرش فناوری و استفاده از فناوری برخوردار باشند. این امکان با سطح بالاتری از آموزش امکان‌پذیر است. بر همین اساس، پیش‌بینی اولیه بر این است که سطح بالاتر آموزش، باعث اثرگذاری بیشتر فناوری اطلاعات و ارتباطات در حوزه‌های مختلف اقتصادی و غیراقتصادی می‌شود. در این تحقیق تلاش کردیم نقش آموزش را در تأثیرگذاری به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات در کاهش شدت انرژی ارزیابی کنیم. نتایج برآورد معادله رگرسیون برای هر دو گروه از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته حاکی از آن است که افزایش بهره‌مندی از فناوری



اطلاعات و ارتباطات، شدت انرژی را کاهش می‌دهد و هر چه جامعه از سطح آموزش بالاتری برخوردار باشد، تأثیر گذاری این فناوری در کاهش شدت انرژی بیشتر خواهد بود. نتیجه اینکه سطح آموزش در کنار سایر اثرهایی که ممکن است در روند توسعه پایدار داشته باشد، از طریق بهبود کارایی در مصرف انرژی نیز می‌تواند این نقش را ایفا کند؛ بنابراین افزایش کاربران وسایل ارتباطی و اطلاعاتی در کنار افزایش سطح آموزش می‌تواند سیاستی مؤثرتر برای کاهش شدت انرژی و در نتیجه افزایش امنیت تأمین انرژی و کاهش آلودگی زیست‌محیطی باشد. در این میان، کشورهای در حال توسعه (که متوسط شدت انرژی بیشتری نسبت به کشورهای توسعه یافته دارند) بیشتر از کشورهای توسعه یافته نیازمند استفاده از مزایای فناوری اطلاعات و ارتباطات برای بهبود بهره‌وری مصرف انرژی هستند. کشورهای در حال توسعه به توسعه زیربنایی در بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه سطح آموزش برای افزایش مزایای فناوری اطلاعات و ارتباطات نیاز دارند. در این راستا، چند پیشنهادی سیاستی عرضه می‌کنیم که برای کشورهای در حال توسعه و در رأس آن‌ها کشورهای با وفور منابع نفتی، با اهمیت بیشتری باید مد نظر قرار گیرد:

- ارائه برخی خدمات به صورت غیر حضوری (منوط کردن به استفاده از کانال ابزار فناوری ارتباطات و اطلاعات) باعث می‌شود افرادی که در مقابل پذیرش فناوری اطلاعات و ارتباطات مقاومت نشان می‌دهند، به اجبار از این ابزار استفاده کنند.

- استفاده از برخی مشوق‌ها برای افزایش تمایل افراد برای استفاده از فناوری اطلاعات در مراحل اولیه می‌تواند مفید باشد؛ و منجر به ایجاد یک تقاضای رابطه بلندمدت برای ابزار فناوری اطلاعات شود.

- شناسایی بخش‌های پرتراکنشی که امکان به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات در آن وجود دارد و ارائه خدمات آموزشی برای کاربران آن بخش‌ها.

- استفاده از رسانه‌های جمعی برای آموزش به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات جهت کاهش نیاز به مصرف انرژی. فرهنگ‌سازی می‌تواند تضمین بلندمدتی برای اطمینان از تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر کاهش شدت انرژی باشد.

- استفاده از ابزار فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش دوره‌های ابتدایی و راهنمایی جهت آشنایی کودکان و نوجوانان با این ابزار می‌تواند یک سرمایه‌گذاری بلندمدت برای کاهش شدت انرژی در آینده باشد و همچنین آموزش به کودکان برای ترغیب والدین به استفاده از ابزار فناوری اطلاعات و ارتباطات در امور روزمره در جهت کاهش نیاز به جابه‌جایی و به تبع آن انرژی.

- گسترش کاربری فناوری اطلاعات و ارتباطات در محیط‌هایی آموزش عالی و محیط‌هایی که افراد فعال در آن از سطح سواد کافی برای به کارگیری این نوع فناوری برخوردار هستند.

- با توجه به سهم بالای دولت از فعالیت‌های اقتصادی در کشورهای در حال توسعه، گسترش



دولت الکترونیک در این کشورها و افزایش مراودات مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات بین نهادهای دولتی می‌تواند منجر به صرفه‌جویی در مصرف انرژی در بخش دولتی شود. همچنین، کاهش تصدیی گری دولت و انتقال برخی فعالیت‌ها به بخش خصوصی می‌تواند کارایی مصرف انرژی را افزایش دهد.

کتابنامه

- سیف‌الله، مراد. ۱۳۸۷. «شدت انرژی: عوامل تأثیرگذار و تخمین یک تابع پیشنهادی». *مطالعات اقتصاد انرژی*. شماره ۱۸. صص ۱۷۷ تا ۲۲۱.
- عصاری آرانی، عباس و مجید آقایی خوندابی. ۱۳۸۷. «اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر رشد اقتصادی کشورهای عضو اوپک (OPEC)». *پژوهش‌های اقتصادی*. سال ۸. شماره ۲. صص ۶۳ تا ۸۲.
- کميجانی، اکبر و محمود محمودزاده. ۱۳۸۷. «نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد اقتصادی در ایران (رهیافت حسابداری رشد)». *پژوهشنامه اقتصادی*. سال ۸. شماره ۲ (پیاپی ۲۹). صص ۷۵ تا ۱۰۷.
- محمدیان منصور، صاحبه، ابوالقاسم گل‌خندان. ۱۳۹۵. «سنجش تأثیر فاوا بر مصرف انرژی در ایران: در قالب یک مدل STR». *نشریه انرژی ایران*. سال ۱۹. شماره ۳. صص ۵۷ تا ۷۴.

- Adom, P. K., & Kwakwa, P. A. 2014. "Effects of changing trade structure and technical characteristics of the manufacturing sector on energy intensity in Ghana". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol 35. pp 475-483.
- Asteriou, D. 2007. *Applied Econometrics: A Modern Approach Using Eviews And Microfi*. New York: Palgrave Macmillan Press.
- Baltagi, B. 2008. *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons.
- Alshehry, A. S., & Belloumi, M. 2015. "Energy consumption, carbon dioxide emissions and economic growth: The case of Saudi Arabia". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 41. pp 237-247.
- Bernardini, O., & Galli, R. 1993. "Dematerialization: long-term trends in the intensity of use of materials and energy. *Futures*". Vol 25. No 4. pp 431-448.
- Bernstein, R., & Madlener, R. 2008. "The Impact of Disaggregated ICT Capital on Electricity Intensity of Production: Econometric Analysis of Major European Industries". *FCN Working Paper* No. 4/2008.
- Caselli, F., & II, W. J. C. 2001. "Cross-country technology diffusion: The case of computers". *National bureau of economic research*. Working Paper 8130.
- Chinn, M. D., & Fairlie, R. W. 2007. "The determinants of the global digital divide: a cross-country analysis of computer and internet penetration". *Oxford Economic Papers*, Vol 59. No 1. pp 16-44.
- Cho, Y., Lee, J., & Kim, T. Y. 2007. "The impact of ICT investment and



- energy price on industrial electricity demand: dynamic growth model approach". *Energy Policy*, Vol 35. No 9. pp 4730-4738.
- Collard, F., Fève, P., & Portier, F. 2005. "Electricity consumption and ICT in the French service sector". *Energy Economics*, Vol 27. No 3. pp 541-550.
- Coroama, V., & Hilty, L. M. 2009, September. "Energy consumed vs. energy saved by ICT—A closer look. In *Environmental Informatics and Industrial Environmental Protection: Concepts, Methods and Tools*". *23rd International Conference on Informatics for Environmental Protection*. Berlin pp. 353-361.
- Dimelis, S. P., & Papaioannou, S. K. 2010. "FDI and ICT effects on productivity growth: A comparative analysis of developing and developed countries". *The European Journal of Development Research*. Vol 22. No 1. pp 79-96.
- Dougherty, C. 2007. *Introduction to econometrics*. Oxford university press, USA.
- Edquist, C., Hommen, L., & McKelvey, M. D. 2001. *Innovation and employment: Process versus product innovation*. Edward Elgar Publishing.
- Edquist, H., & Henrekson, M. 2017. "Swedish lessons: How important are ICT and R&D to economic growth?". *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol 42. pp 1-12.
- Elliott, R. J., Sun, P., & Zhu, T. 2014. "Urbanization and energy intensity: a province-level study for China". *Department of Economics Discussion Paper*. pp 14-05.
- Greene, W. H. 2003. *Econometric analysis*. Prentice Hall. new jersey.
- Hargittai, E. 1999. "Weaving the Western Web: Explaining differences in Internet connectivity among OECD countries". *Telecommunications policy*. Vol 23. No 10. pp 701-718.
- Hill, C., Griffiths, W., & Lim, G. 2011. *Principles of Econometrics*. 4th ed. John Wiley & Sons. United States.
- Ishida, H. 2015. "The effect of ICT development on economic growth and energy consumption in Japan". *Telematics and Informatics*, Vol 32. No 1. pp 79-88.
- Koutroumpis, P. 2009. "The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach". *Telecommunications policy*, Vol 33. No 9. pp 471-485.
- Kumar, R. R., Stauvermann, P. J., & Samitas, A. 2016. "The effects of ICT* on output per worker: A study of the Chinese economy". *Telecommunications Policy*, Vol 40. No2. pp 102-115.
- Lee, M. I. H., & Khatri, M. Y. 2003. "Information technology and productivity growth in Asia". *International Monetary Fund Working Paper* No. 3-15.
- Norris, P. 2000. August. "The global divide: Information poverty and Internet access worldwide". In *Internet conference at the international political science world congress in Quebec city*. pp 1-6.
- Romm, J. 2002. "The internet and the new energy economy". *Resources, conservation and recycling*, Vol 36. No 3. pp 197-210.



- Sahu, S., & Narayanan, K. 2010. "Determinants of energy intensity in Indian manufacturing industries: a firm level analysis". *MPRA Paper* No. 21646.
- Salahuddin, M., & Alam, K. 2016. "Information and Communication Technology, electricity consumption and economic growth in OECD countries: A panel data analysis". *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol 76. pp 185-193.
- Ang, B.W.2006. "Monitoring changes in economy-wide energy efficiency: From energy-GDP ratio to composite efficiency index". *Energy Policy*. Vol 34. NO 5. pp 574-582.
- Sassi, S., & Goaid, M. 2013. "Financial development, ICT diffusion and economic growth: Lessons from MENA region". *Telecommunications Policy*. Vol 37. No 4. pp 252-261.
- Schulte, P., Welsch, H., & Rexhäuser, S. 2016. "ICT and the Demand for Energy: Evidence from OECD Countries". *Environmental and Resource Economics*. Vol 63. NO 1. pp 119-146.
- Shiu, A., & Lam, P. L. 2008. "Causal relationship between telecommunications and economic growth in China and its regions". *Regional Studies*. Vol 42. No 5. pp 705-718.
- Takase, K., & Murota, Y. 2004. "The impact of IT investment on energy: Japan and US comparison in 2010". *Energy Policy*, Vol 32. No 11. pp 1291-1301.
- Van Ark, B., Inklaar, R., & McGuckin, R. H. 2003. "ICT and Productivity in Europe and the United States Where do the differences come from?". *CESifo Economic Studies*. Vol 49. No 3. pp 295-318.
- Vu, K. 2005. "Measuring the Impact of ICT Investments on Economic Growth. Journal of Economic Growth". Program on Technology and Economic Policy. Harvard Kennedy School of Government.
- Vu, K. M. 2011. "ICT as a source of economic growth in the information age: Empirical evidence from the 1996-2005 period". *Telecommunications Policy*. Vol 35. No 4. pp 357-372.