فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال شانزدهم / شماره ۶۷/ زمستان ۱۳۹۹/ صفحات ۱۴۰-۱۱۷

ارزیابی اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در ایران (رویکرد استانی)

امیر حسین مزینی[۱]
دانشیار اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس، mozayani@modares.ac.ir
طاهره جعفری خواه
کارشناس ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه تربیت مدرس،
Taherh.jafarikhah@modares.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۳

چکیده

امروزه محدودیت ذخایر انرژی‌های فسیلی در کنار رشد روزافزون جمعیت، توجه به چگونگی مصرف انرژی را به امری ضروری تبدیل نموده است. در این راستا با توجه به گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات در جهان و ایران، استفاده از قابلیت‌های این فناوری در کاهش مصرف و شدت انرژی می‌تواند یک راهکار مؤثر به حساب آید. بدین منظور در پژوهش حاضر اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات برشدت انرژی در استان‌های ایران در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۶ با استفاده از داده‌های تابلویی و با روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) مورد بررسی قرارگرفت. نتایج تحقیق اثر محدود کننده گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات برشدت انرژی در استان‌های کشور را (به‌صورت کلی) تأیید نمود. اما باید توجه داشت که با تفکیک استان‌های کشور به استان‌های برخوردار و غیر برخوردار این اثرگذاری به‌صورت متفاوت ظاهر می‌شود. نتایج تحقیق نشان داد که این اثر در استان‌های غیربرخوردار مشاهده نمی‌شود که مسئله می‌تواند ریشه در ضریب نفوذ پایین‌تر فناوری اطلاعات و ارتباطات در این استان‌ها داشته باشد. همچنین نتایج حاکی از آن است که در استان‌های کشور متغیرهایی چون قیمت نسبی انرژی و درآمد سرانه حقیقی اثر منفی و معنادار و تعداد وسیله نقلیه، نرخ اشتغال و دمای هوا اثر مثبت و معناداری برشدت انرژی از خود نشان می‌دهند.

طبقه‌بندی JEL: D83 ،Q43، R11، O14

کلید واژه‌ها: فناوری اطلاعات و ارتباطات، شدت مصرف انرژی، داده‌های استانی و ایران

---

۱. نویسنده مسئول

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

۱- مقدمه

انقلاب صنعتی سوم با توسعه نیمه‌رساناها و ابررایانه‌ها در دهه ۱۹۶۰ آغاز گردید و با توسعه رایانه‌های شخصی در دهه‌های ۸۰-۱۹۷۰ رشد یافته و با گسترش اینترنت در دهه ۱۹۹۰ به اوج خود رسید. از آن زمان به بعد تاریخ بشر به عصر نوینی پا نهاد که آغازی بر انقلاب صنعتی چهارم بود. انقلابی که مبتنی بر فناوری‌های دیجیتالی است. فناوری‌هایی که چارچوب‌های بازار و کارکردهای جدید اقتصادی و اجتماعی را متحول نموده‌اند (کلاوس شواب، ۲۰۱۶ ترجمه مجیدفر و همکاران، ۱۳۹۵). در این راستا فناوری اطلاعات و ارتباطات[1] (فاوا) به‌عنوان یکی از مصادیق تحولات فناورانه منشأ تغییرات اساسی درابعاد مختلف (اقتصادی، اجتماعی و ...) زندگی انسان شده است. این فناوری با سرعت بالایی در حال رشد است. طبق آمارهای گزارش‌شده از سوی اتحادیه بین‌المللی مخابرات، تعداد کاربران اینترنت در جهان در سال ۲۰۲۰ به ۵ میلیارد نفر خواهد رسید که نشان‌دهنده ضریب نفوذ ۹۷ درصدی اینترنت در جهان است (روستا، ۱۳۹۵).

از سوی دیگر، همزمان با دستیابی به پیشرفتهای فناورانه، زندگی بشر با پاره‌ای چالشها دست به گریبان شده است. به‌صورت نمونه می‌توان به پدیده‌هایی چون آلودگی، افزایش دمای کره زمین، پایان‌پذیر بودن سوخت‌های فسیل، قیمت بالای انرژی و ...، اشاره نمود. این موارد باعث شده کشورهای جهان به دنبال راه‌کارهایی جهت بهینه‌سازی در تولید و مصرف انرژی باشند. به‌عنوان مثال برای مقدار مشخصی از تولید ناخالص داخلی، شدت مصرف انرژی خود را هر چه بیشتر کاهش دهند. بدیهی است دستیابی به این هدف جز با شناخت عوامل تعیین‌کننده آن و ارائه راه‌کارهای اجرایی میسر نمی‌گردد (بومان، ۲۰۰۸). در این رابطه و با توجه نقش روز افزون ضریب نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات طی دهه‌های اخیر و چشم انداز پیش روی آن، در دهه‌های اخیر بهره‌گیری از این فناوری در حوزه انرژی نیز در کانون توجه قرار گرفته و اعتقاد بر این است که این فناوری می‌تواند بازار انرژی و مصرف آن را تحت تأثیر قرار دهد (هیلتی ۲۰۱۰). بدین صورت که مصرف انرژی بدون آسیب زدن به روند رشد اقتصادی، کاهش یابد. این موضوع در اقتصاد ایران به‌دلیل برخی ویژگی ساختاری آن همچون وابستگی به

1. Information and Communication Technology (ICT)

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

درآمدهای نفتی، مصرف بالای انرژی و یارانه‌های تخصیصی به این حوزه و ...، نیز حایز اهمیت فراوان می‌باشد.

با توجه به موارد فوق، بنظر می‌رسد جریان فزاینده مصرف انرژی در جهان و به تبع آن پیامدهایی چون تشدید انتشار گازهای گلخانه‌ای، محدودیت منابع و محرومیت نسل‌های آینده از ذخایر انرژی، مدیریت و اصلاح الگوی مصرف انرژی در دنیای امروز به یک ضرورت تبدیل شده است. در این راستا یکی از حوزه‌هایی که می‌تواند مورد توجه قرار گیرد فناوری اطلاعات و ارتباطات است. چرا که انتظار می‌رود این فناوری با انتقال بسیاری از تعاملات اقتصادی، اجتماعی و ... به فضای مجازی و کاهش نیاز به مبادلات فیزیکی بتواند به‌صورت محسوسی مصرف انرژی را در فعالیت‌های اقتصادی کاهش دهد. بررسی این موضوع در ایران با رویکرد استانی در دستور کار مطالعه حاضر قرار دارد. بدین‌صورت که در نظر است به ارزیابی اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی در استان‌های ایران پرداخته شود. ساختار مقاله حاضر بدین‌صورت است که پس از مقدمه حاضر در بخش دوم به ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش پرداخته شده و با توجه به برخی از مطالعات انجام شده در این حوزه، اهمیت و نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. سپس، مدل و متغیرهای مورد استفاده، روش، ابزار پژوهش و یافته‌های پژوهش مطرح شده و در پایان نتیجه‌گیری ارائه شده است.

۲- ادبیات موضوع

مبانی نظری

تحلیل نظری انرژی در تابع تولید

برنت و وود (۱۹۷۹)[1]، در مطالعه خود نشان دادند که در تابع تولید کل انرژی یک عامل تولید به حساب می‌آید که ارتباط جدایی‌پذیر با نیروی کار دارد. تابع تولید پیشنهادی آن‌ها عبارت است از:

$$Q = (G (K, E), L)$$

1. Brent and Wood

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

در این تابع، Q تولید، K سرمایه، E انرژی و L نیروی کار است. طبق رابطه فوق انرژی به‌عنوان یک نهاده واسطه پس از ترکیب با سرمایه (به‌عنوان نهاده G)، به همراه نیروی کار در فرایند تولید به کار می‌رود. از آن پس در ارتباط با نقش انرژی در سازوکار تولید دیدگاه‌های مختلفی مطرح گردید. مثلا اقتصاددانان نئوکلاسیک [1] مانند نیسون نقش کوچکی برای انرژی قائل شدند و معتقد بودند که انرژی به‌طور غیرمستقیم در تولید دخالت دارد. ازاین‌رو، از دیدگاه نئوکلاسیک‌ها انرژی عامل محرک توسعه اقتصادی محسوب نمی‌شود. بلکه این توسعه اقتصادی است که میزان تقاضا و مصرف انرژی را تعیین می‌کند. بدین‌جهت سیاست‌های مصرف انرژی به‌عنوان عامل بازدارنده توسعه اقتصادی به شمار نمی‌رود. از سوی دیگر اقتصاددانان اکولوژیست [2] مانند نایر و آیرس [3] معتقدند که انرژی همیشه یک عامل در فرایند تولید است که نقش اصلی را در این فرایند تولید بازی می‌کند (استرن، ۱۹۹۳). از برایند دیدگاه‌های مطرح شده می‌توان اینگونه استنباط نمود که امروزه علاوه برنهاده‌های کار و سرمایه، انرژی نیز به‌عنوان یکی از نهاده‌های تولید (هر چند با سهمی کمتر) در بحث‌های اقتصاد کلان مطرح می‌باشد. لذا در ادبیات موضوع تولید تابعی از نهاده‌های کار، سرمایه و انرژی لحاظ شده است (استرن، ۲۰۱۱). طبق رویکرد فوق اگر تولید را تابعی از نهاده‌های سرمایه، کار و انرژی در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$Q = f(K, L, E)$$

در این تابع تولید، Q محصول ناخالص داخلی، Kنهاده سرمایه، L نهاده نیروی کار، E نهاده انرژی است. بدین ترتیب تابع تقاضا برای انرژی به‌صورت زیر تعریف می‌شود که در آن E انرژی، P قیمت انرژی، y تولید ناخالص داخلی، k موجودی سرمایه، L نیروی کار است.

$$E=f(y, P_{E,}, P_K, P_L)$$

لازم به‌ذکر است که در ارتباط با نقش انرژی در فرایند تولید، برخی دیدگاه‌های اغراق‌آمیزی نیز وجود دارند که معتقدند انرژی نسبت به سایر عوامل تولید از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و مقدم بر سایر عوامل است (لئو و لی، ۲۰۱۵) که این رویکردها چندان در دستور کار مطالعه حاضر نمی‌باشند.

1. Neo-classical
2. Economists are ecologists
3. Nair and Ayres

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

شدت انرژی

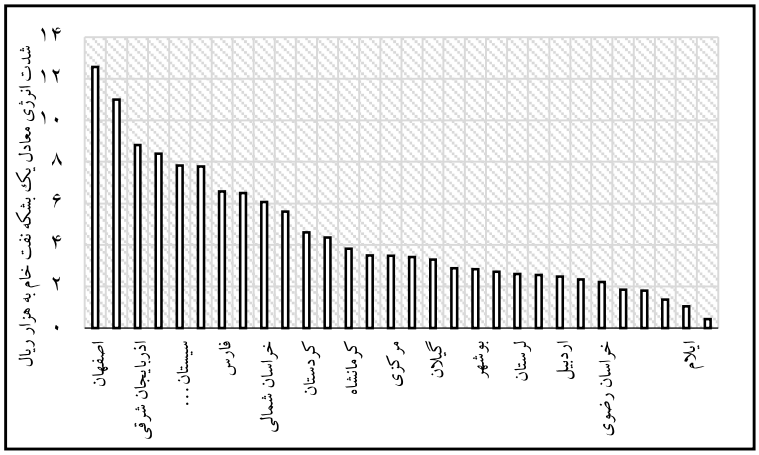
یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی که میزان مصرف انرژی را در هر کشور نشان می‌دهد، شدت انرژی است. این شاخص حکایت از انرژی موردنیاز برای تولید مقدار معینی از کالاها و خدمات دارد که برحسب عرضه انرژی اولیه و یا مصرف نهایی انرژی محاسبه می‌شود. این شاخص معمولاً در سطح کلان مورداستفاده قرارگرفته و درجه بهینگی استفاده از انرژی در یک کشور را نشان می‌دهد (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴). در مبانی نظری اقتصاد انرژی، شاخص شدت انرژی تحت تأثیر دو عامل اصلی "مصرف انرژی" و" میزان تولید" قرار دارد که به‌صورت زیر نشان داده می‌شود.

E_t کل انرژی مصرفی در سال t $EI=\frac{E_t}{Y_t}$

Y_t تولید ناخالص داخلی در سال t

$$EI = F(E, GDP)$$

در رابطه فوق، EI شدت انرژی، E مصرف انرژی و GDP تولید ناخالص داخلی است. نمودار ۱ تصویری از وضعیت نسبی شدت انرژی را در استان‌های کشور نشان می‌دهد. همان‌گونه‌که ملاحظه می‌شود تفاوت قابل توجهی در این خصوص میان استان‌های کشور وجود دارد که عمدتاً ریشه در توسعه یافتگی استان‌ها، وجود صنایع و فعالیت‌های اقتصادی انرژی بر در آنها و ... ریشه دارد.



منبع: یافته‌های تحقیق و ترازنامه انرژی (وزارت نیرو)

نمودار ۱. شدت انرژی در استان‌های کشور(برحسب معادل یک بشکه نفت‌خام به هزار ریال در دوره زمانی ۱۳۸۶تا ۱۳۹۵)

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

شاخص گسترش (توسعه) فناوری اطلاعات و ارتباطات

از شاخص‌های ارزیابی پیشرفت و گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات (IDI)[1] است. این شاخص توسط اتحادیه جهانی مخابرات (ITU)[2] معرفی شده و بر مبنای یازده شاخص (در سه محور دسترسی، استفاده و مهارت مطابق جدول ۱) محاسبه می‌شود.

جدول ۱. شاخص و زیر شاخص‌های محاسبه IDI

شاخص	زیر شاخص
دسترسی	مشترکین تلفن ثابت به ازای هر ۱۰۰ نفر
	مشترکین تلفن همراه به ازای هر ۱۰۰ نفر
	پهنای باند اینترنت بین‌المللی به ازای کاربران اینترنت
	درصد خانوارهای دارای کامپیوتر
	درصد خانوارهای دارای دسترسی به اینترنت
استفاده	درصد افرادی که از اینترنت استفاده می‌کنند
	مشترکین پهن باند ثابت (سیمی) به ازای هر ۱۰۰ نفر
	مشترکین پهن باند موبایل (بی‌سیم) به ازای هر ۱۰۰ نفر
مهارت	متوسط سال‌های تحصیل
	نسبت ثبت‌نام در مقطع دبیرستان
	نسبت ثبت‌نام در آموزش عالی

منبع: سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات ۱۳۹۵

ارتباط شاخص توسعه فاوا و میزان توسعه یافتگی اقتصادی کشورها

در طبقه‌بندی کشورها از منظر میزان توسعه یافتگی یکی از معیارهای مورد استفاده شاخص توسعه فاوا است. در این رابطه مشاهده می‌شود (به‌طور معمول) هرچه کشورها در سطوح بالاتری از توسعه اقتصادی قرار داشته باشند از وضعیت مناسب‌تری در توسعه فاوا نیز برخوردار می‌باشند (و بالعکس). به‌طور مثال با مقایسه شاخص توسعه فاوا در

1. ICT Development Index
2. World Telecommunication Union

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ مشاهده می‌شود که بین کشورهای توسعه‌یافته (با میانگین شاخص ۷/۴۰) و کشورهای درحال توسعه (با میانگین ۴/۰۷) شکاف قابل توجهی (به میزان ۳/۳۳) همچنان برقرار می‌باشد. هر چند که طی این مدت کشورهای درحال‌توسعه، شاخص توسعه فاوای خود را به میزان ۰/۲۲ در مقابل مقدار ۰/۱۵ در کشورهای توسعه‌یافته بهبود بیشتری بخشیده‌اند. در جدول زیر مقادیر شاخص توسعه فاوا که میانگین حداقل وحداکثر را نشان می‌دهد، در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ در سطح جهان و برای اقتصادهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه آورده شده است.

جدول ۲. مقادیر شاخص توسعه فاوا در جهان، کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه

	شاخص توسعه فاوا۲۰۱۵			شاخص توسعه فاوا ۲۰۱۶		
	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر
جهان	۴,۹۴	۱,۰۷	۸,۸۴	۴,۷۴	۱,۰۰	۸,۷۸
کشورهای توسعه‌یافته	۷,۴۰	۴,۹۲	۸,۸۳	۷,۲۵	۴,۶۲	۸,۷۷
کشورهای درحال‌توسعه	۴,۰۷	۱,۰۷	۸,۸۴	۳,۸۵	۱,۰۰	۸,۷۸

منبع: سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۳۹۵

حال با توجه به مبانی نظری مطرح شده در بخش ۱-۱-۲ و ۲-۱-۲، چنانچه بحث فناوری اطلاعات و ارتباطات را نیز به‌عنوان یک نهاده مؤثر در فرایند تولید و عاملی اثرگذار بر تقاضای انرژی (در چارچوب ادبیات موضوع) مد نظر قرار دهیم مشاهده می‌شود که برخی مطالعات حاکی از اثر معنادار گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهبود کارایی مصرف انرژی و کاهش شدت آن می‌باشند (هیلتی، ۲۰۰۸). که به معنای آن است که گسترش این فناوری پتانسیل ایجاد یک بازی برد - برد را فراهم می‌کند. به‌نحوی که تولید بیشتر با مصرف انرژی کمتر همراه باشد (ایشیدا[1]، ۲۰۱۴)، (سادروسکی[2]، ۲۰۱۲) و (گلخندان، ۱۳۹۶). لذا می‌توان انتظار داشت افزایش سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات از مجرای ارتقاء کارایی در مصرف انرژی به

1. Ishida
2. Sadorsky

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

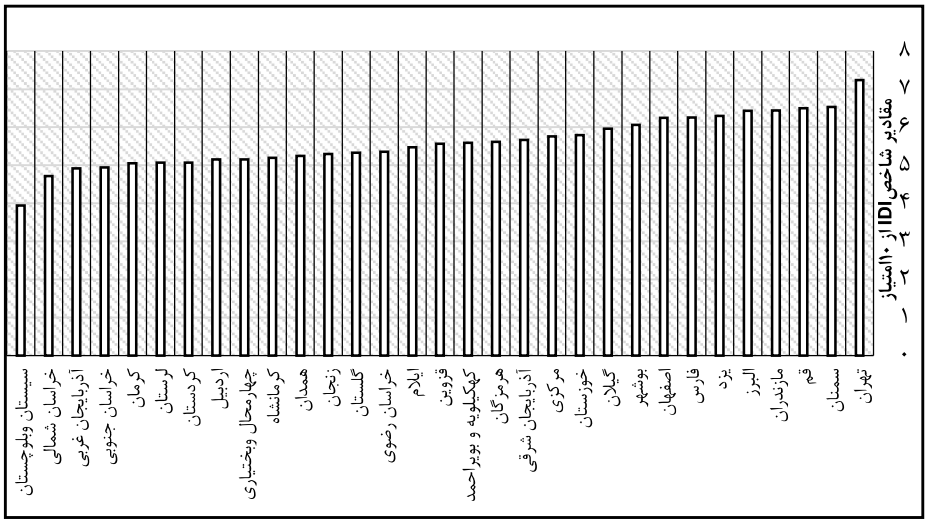
کاهش شدت انرژی منجر شود. جهت بررسی این موضوع، با توجه به عدم دسترسی به داده‌های استانی سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات (به‌عنوان یک نهاده تولید)، در مطالعه حاضر، از شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات (IDI) به‌عنوان جایگزین[1] استفاده می‌شود.

روند شاخص توسعه فاوا (IDI) در استان‌های ایران

نمودار ۲ روند رو به رشد شاخص توسعه فاوا در استان‌های کشور را به‌طور متوسط طی دوره ۹۵-۱۳۸۹ نشان می‌دهد. همان‌گونه‌که مشاهده می‌شود استان تهران با دارا بودن مقدار ۷/۲۴ رتبه اول شاخص توسعه فاوا را به خود اختصاص داده و پس از آن استان‌های سمنان، قم و مازندران به ترتیب با امتیاز ۶,۵۳ و ۶,۵۰ و ۶,۴۵ در رتبه‌های بعدی قرار دارند و استان‌های آذربایجان غربی، خراسان شمالی و سیستان و بلوچستان رتبه‌های آخر را به خود اختصاص داده‌اند. لازم به ذکر است که میانگین این شاخص طی دوره ۵,۶۱ بوده و استان تهران ۱,۶۳ امتیاز از مقدار میانگین بالاتر و استان سیستان و بلوچستان (رتبه آخرشاخص توسعه فاوا) ۱,۶۷ امتیاز از مقدار میانگین کمتر می‌باشد. به‌طوری‌که میانگین این شاخص در سال ۱۳۸۹ از ۳/۱۰ به مقدار ۵/۶۱ تا پایان سال ۱۳۹۵ ارتقا یافته است. در این روند هفت‌ساله استان تهران همچنان در رتبه نخست قرار دارد و پس‌ازآن استان‌های سمنان، قم و مازندران قرارگرفته‌اند. استان‌های خراسان شمالی و سیستان و بلوچستان نیز در انتهای لیست قراردادند. طی این مدت شکاف دیجیتالی بین استان‌ها (بالاترین و پایین‌ترین مقدار) به ۳/۳ رسیده است که این تفاوت نشانگر شکاف دیجیتالی بالا است. به‌گونه‌ای که ۱۷ استان پایین‌تر از مقدار میانگین کشور قرار دارند. البته در سال‌های پایانی دوره مورد مطالعه رشدهای قابل توجهی نیز مشاهده می‌شود. مثلا طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۲ مقدار شاخص توسعه فاوا در استان‌ها از مقدار ۳,۸ به مقدار ۵,۶۱ افزایش یافته است و یا زیر شاخص استفاده نیز از مقدار ۱,۱۸ در سال ۱۳۹۲ به ۳,۲۸ در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته که حکایت از رشد ۱۷۸ درصدی دارد.

1. Proxy

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]



منبع: وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، ۱۳۹۵

نمودار ۲. مقادیر شاخص IDI استان‌های کشور (از ۱۰ امتیاز) – میانگین دوره ۹۵-۱۳۸۹

پیشینه پژوهش

مروری بر ادبیات تجربی موضوع تحقیق حکایت از وجود مطالعات متعدد با موضوع "عوامل مؤثر بر مصرف و شدت انرژی"[۱] و "اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات"[۲] و... دارد. حال با توجه به موضوع مطالعه حاضر می‌توان گروهی از مطالعات را مشاهده نمود که به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم به مطالعه اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف و تقاضای انرژی پرداخته‌اند. نمونه‌ای از مهم‌ترین مطالعات انجام شده در این رابطه در قالب جدول ۳ گزارش شده‌اند.

۱. در این رابطه می‌توان به مطالعات (اقبالی و همکاران، ۱۳۹۴)، (حقیقت و همکاران، ۱۳۹۳)، مرابت و همکاران (۲۰۱۹)، درگاهی و بیابانی خامنه (۱۳۹۵)، محسنی و همکاران (۱۳۹۷)، عاشوری و همکاران (۱۳۹۷)، فطرس و همکاران (۱۳۹۳)، خمنز و مرکا (۲۰۱۴)، کول (۲۰۰۶)، سیف و حمیدی رزی (۱۳۹۶) اشاره نمود.

۲. در این رابطه می‌توان به مطالعات (عاقلی و هاشمی، ۲۰۱۸)، (محمودزاده و فتح‌آبادی، ۱۳۹۰)، مزینی و محمدزاده (۱۳۹۳) و ..... اشاره نمود.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

جدول ۳. اهم مطالعات انجام شده در ارتباط با موضوع تحقیق

پژوهشگر	موضوع پژوهش	روش پژوهش	نتایج پژوهش
ایشیدا ۲۰۱۴	اثر توسعه فاوا بر مصرف انرژی درکشور ژاپن	خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی ARDL	توسعه فاوا اثر منفی و معنادار برمصرف انرژی داشته است.
تاکاسی و ماراتا ۲۰۰۴	اثر فاوا برمصرف انرژی در دوکشور ژاپن و آمریکا	داده–ستانده	فاوا در ژاپن با کاهش مصرف انرژی و درآمریکا با افزایش مصرف انرژی همراه بوده است.
چو و همکاران ۲۰۰۷	اثر فاوا در بخش صنعت کره جنوبی	مدل لجستیک پویا	فاوا منجر به افزایش مصرف انرژی در بخش صنعت شده است.
کلارد و همکاران ۲۰۰۵	اثر فاوا بر شدت انرژی در فرانسه	داده‌های ترکیبی پویا	توسعه فاوا با کاهش شدت انرژی همراه بوده است.
سادروسکی ۲۰۱۲	اثر فاوا بر مصرف الکتریسته درنمونه‌ای از اقتصاد های نوظهور	مدل پانل پویا و روش گشتاورهای تعمیم‌یافته سیستمی	فاوا اثر مثبتی بر مصرف الکتریسته داشته است.
لایتنر و ارهارت مارتینز ۲۰۰۸	بررسی نقش فاوا و اثربخشی آن در اقتصادآمریکا	الگوی پانل	فاوا موجب بهبود شدت انرژی شده است.
شولت و همکاران ۲۰۱۴	اثر فاوا بر تقاضای انرژی در کشورهای OECD	الگوی پانل	فاوا منجر به کاهش تقاضای انرژی شده است.
کرامتی و همکاران ۱۳۹۳	اثر فاوا بر مصرف انرژی در ایران	خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی	فاوا اثر مثبتی بر مصرف انرژی داشته است.
گل خندان ۱۳۹۶	اثر فاوا برشدت مصرف انرژی در کشورهای منتخب درحال توسعه و توسعه‌یافته	روش گشتاورهای تعمیم‌یافته سیستمی	توسعه فاوا مصرف انرژی را در کشورهای درحال توسعه، افزایش و در کشورهای توسعه یافته کاهش داده است.
محمودزاده و شاه بیگی (۱۳۹۰)	اثر فاوا برشدت انرژی در ۲۵ کشور درحال توسعه	تحلیل‌های هم انباشتگی پانلی	فاوا شدت انرژی را افزایش داده است.
قاسمی و محمدخان پور (۱۳۹۳)	تأثیر فاوا برشدت مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل درکشورهای منتخب OECD و OPEC	الگوی پانل پویا	فاوا شدت مصرف فرآورده‌های نفتی را در کشورهای منتخب OECD در بخش حمل‌ونقل افزایش و درکشورهای منتخب OPEC کاهش داده است.

منبع: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

همان‌گونه‌که مشاهده می‌شود برخی مطالعات اثر مثبت فاوا بر مصرف انرژی را مشاهده نموده‌اند که به‌صورت نمونه می‌توان به مطالعه سادروسکی (۲۰۱۲)، محمود زاده و شاه بیگی (۱۳۹۰)، محمودزاده و فتح‌آبادی (۱۳۹۰) اشاره نمود. برخی دیگر اثر منفی فاوا بر شدت انرژی را استخراج نموده‌اند که به‌صورت نمونه می‌توان به مطالعه ایشیدا (۲۰۱۴)، شولت و همکاران (۲۰۱۴)، گل خندان (۹۶) در کشورهای توسعه یافته اشاره نمود. در این مطالعه با هدف تکمیل و تقویت ادبیات موضوع تلاش گردیده بررسی نحوه اثرگذاری گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی با استفاده از شاخص توسعه فاوا (IDI) و با استفاده از داده‌های استانی و به‌تفکیک استان‌های برخوردار وغیر برخوردار و نیز به تفکیک انواع حامل‌های انرژی شامل برق و فرآورده‌های نفتی در دستور کار قرار گیرد که در ادبیات موضوع در کشور مسبوق به سابقه نمی‌باشد و به‌گونه‌ای نوآوری مطالعه حاضر محسوب می‌گردد. ضمن اینکه بهره‌گیری از داده‌های موردی (در سطوح استانی و به تفکیک حامل‌های انرژی) می‌تواند قابلیت اعتماد و استحکام[1] نتایج را بهبود دهد تا بتوان نسبت به نتایج به دست آمده در سایر مطالعات قضاوت بهتری نمود.

۳- روش شناسی پژوهش

در مطالعه حاضر برای بررسی اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات برشدت انرژی در استان‌های کشور، الگوی مد نظر در چارچوب مبانی نظری تابع تقاضای انرژی، و با استناد به مطالعه ایشیدا (۲۰۱۴)، سادروسکی (۲۰۱۲)[2] و گل خندان (۱۳۹۶) که به بررسی اثر ICT بر مصرف انرژی در گروه‌های مختلفی از کشورها پرداخته‌اند و نیز دیگر مطالعات مشابه همچون سانگ و ژنگ (۲۰۱۲)، مرابت و همکاران (۲۰۱۹)، درگاهی و همکاران (۹۵) و عاشوری و همکاران (۱۳۹۷)، استخراج و در دستور کار قرار می‌گیرد. با توجه به توضیحات فوق الگوی تحقیق را می‌توان به‌صورت زیر معرفی نمود:

$$EI=f(GDP, ER, P, IDI, TINOV, UR, W)$$

1. Robustness

۲. به طور مثال مطالعه سادروسکی یک مدل تقاضای انرژی است که متغیرهای آن درآمد، قیمت انرژی و متغیر فاوا می‌باشند. این مدل یک الگوی خودرگرسیونی باوقفه های خودتوزیعی است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

$$EI_{it}=\alpha_0+\alpha_1 EI_{it-1}+\alpha_2 ER_{it}+\alpha_3 P_{it}+\alpha_4 GDP_{it}+\alpha_5 IDI_{it}+\alpha_6 TINOV_{it}+\alpha_7 UR_{it}+\alpha_8 W_{it}+\vartheta_i+\varepsilon_{it}$$

متغیرهای مورد استفاده در این مدل به شرح زیر می‌باشند:

EI_{it}: شدت انرژی (برحسب معادل یک بشکه نفت‌خام بر هزار ریال)؛ که برای محاسبه آن مصرف انرژی (شامل برق، نفت کوره، نفت سفید، بنزین، نفت گاز [گازوییل]، گازطبیعی) بر تولید واقعی استان‌ها تقسیم شده است. آمار مصرف انرژی استان‌ها از وزارت نیرو و تولید ناخالص استان‌ها از مرکز آمار ایران گردآوری‌شده است.

ER_{it}: نرخ اشتغال؛ این شاخص به‌صورت نسبت جمعیت شاغل ۱۰ ساله به جمعیت فعال (جمعت شاغلین به‌اضافه بیکاران جویای کار) محاسبه شده و داده‌های آن از مرکز آمار ایران اخذ شده است.

IDI_{it} : شاخص توسعه فاوا؛ که داده‌های آن از سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات اخذ شده است.

P_{it}: قیمت نسبی انرژی که از تقسیم قیمت انرژی (نفت، نفت سفید، نفت کوره، نفت گاز، برق، گازطبیعی) بر شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی (CPI) هر استان محاسبه شده است. داده‌های قیمت انرژی از ترازنامه انرژی و داده‌های مربوط به شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی از مرکز آمار ایران اخذ شده است.

I_{it}: درآمدسرانه به قیمت واقعی سال پایه ۱۳۹۰ که داده‌های آن از مرکز آمار ایران اخذ شده است.

$TINOV_{it}$: تعداد وسیله نقلیه (به‌عنوان شاخص حمل‌ونقل) که داده‌های آن از مرکز آمار ایران و سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای جمع‌آوری‌شده است[1].

۱. لازم به توضیح است صنعت حمل‌ونقل سهم عمده‌ای از مصرف انرژی را در ایران و در جهان به خود اختصاص داده است. در ایران مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل بیش از ۶۰ درصد کل فرآورده‌های نفتی در کشور است؛ که بیشترین مصرف آن در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای است و بخش‌های هوایی و ریلی سهم بسیار اندکی از مصرف را به خود اختصاص داده‌اند. اگر افزایش تولید ناشی از حمل‌ونقل، کمتر از افزایش مصرف انرژی در این صنعت باشد نشان از افزایش شدت انرژی در این بخش دارد (عاشوری و همکاران، ۱۳۹۷). در ایران در مطالعات فطرس و همکاران (۱۳۹۳)، عاشوری (۱۳۹۷) اثر مثبت وسایل نقلیه بر تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران تأیید شده است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

GDP_{it}: تولید ناخالص داخلی استانی به قیمت واقعی (ثابت سال ۱۳۹۰) که داده‌های آن از مرکز آمار ایران اخذ شده است.

UR_{it} : نرخ شهرنشینی (جمعیت شهرنشین به‌کل جمیعت) که داده‌های آن از مرکز آمار ایران اخذ شده است.

W_{it}: متوسط دمای هوای استان‌ها که داده‌های آن از مرکز هواشناسی ایران جمع‌آوری‌شده است[۱].

ϑ_i : اثر ویژه فردی مستقل از زمان هر استان (اثرات غیرقابل مشاهده استانی)

ε_{it}: جزء خطا

لازم به‌ذکر است در این تحقیق استان‌های کشور براساس مطالعات انجام‌شده توسط ضرابی و شاهیوندی (۱۳۸۹) و مزینی و محمد زاده (۱۳۹۳) به دودسته برخوردار و غیربرخوردار تقسیم شده‌اند. این تقسیم‌بندی بر پایه عوامل صنعتی، تجاری و رفاهی، کشاورزی، معادن و منابع طبیعی صورت گرفته و باهدف سنجش میزان توسعه‌یافتگی اقتصادی استان‌های کشور انجام‌شده است. علاوه بر این از میانگین درآمد واقعی سرانه استان‌ها و میانگین میزان شاخص توسعه‌یافتگی فاوا برای تفکیک استان‌ها نیز استفاده گردید که درنهایت نتایج مشابه‌ای در تقسیم‌بندی استان‌ها به دودسته برخوردار و غیربرخوردار مشاهده شد.

استان‌های برخوردار عبارتند از: تهران، اصفهان، خراسان رضوی، خوزستان، مازندران، فارس، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، کرمان، یزد، سمنان، قزوین، مرکزی، گیلان، بوشهر، هرمزگان.

استان‌های غیربرخوردار عبارتند از: لرستان، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، گلستان، زنجان، همدان، اردبیل، کرمانشاه، سیستان و بلوچستان، ایلام، چهارمحال بختیاری، قم، کهگیلویه و بویراحمد.

با توجه به اینکه در مدل پژوهش متغیر وابسته به‌صورت وقفه دار در سمت راست معادله ظاهر شده‌اند در نتیجه با یک الگوی پانل پویا روبرو هستیم. در چنین شرایطی اگر وقفه‌های توزیع شده نیز در مدل وارد شود، می‌توان به مدل خودرگرسیون با وقفه

۱. اثر مثبت دمای هوا در ایران در مطالعه عاشوری و همکاران (۹۷) تأیید شده است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

توزیعی دست‌یافت که امکان پارامتربندی بهتر مدل را فراهم می‌سازد (بالتاجی، ۲۰۰۵). یکی از روش‌های تخمین الگوی GMM، استفاده از روش آرلانو و باند، (۱۹۹۱) است. با استفاده از این روش، متغیر وابسته با وقفه‌های مشخص به‌منظور در نظر گرفتن اثرات پویا وارد الگو می‌شود و روابط پویا با حضور متغیرهای وابسته وقفه دار در میان متغیرهای توضیحی الگوسازی می‌شوند (بالتاجی، ۱۹۹۵). براین اساس آرلانو و باند معادله تفاضلی زیر را پیشنهاد کرده‌اند:

$$y_{it}- y_{it-۱} =\alpha(y_{it-۱}-y_{it-۲}) + \beta(X_{it-۱} -X_{it-۲}) + (\varepsilon_{it-۱} -\varepsilon_{it-۲})$$

جهت برآورد مدل و تجزیه و تحلیل داده‌ها چهار مدل زیر با استفاده از چهار حالت متفاوت در دستور کار قرار گرفته‌اند تا نتایج قابلیت قضاوت بالاتری داشته باشند. اضافه می‌نماید محدوده زمانی برآورده‌ها نیز دوره زمانی ۹۵-۱۳۸۶ می‌باشد.

مدل ۱. در این مدل اثر توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات برشدت انرژی درحالت کلی برآورد می‌شود.

$$\begin{aligned}LEI_{it} = \alpha_{۰} + \alpha_{۱}LEI_{it-۱} + \alpha_{۲}ER_{it} + \alpha_{۳}LP_{it} + \alpha_{۴}LIDI_{it} + \alpha_{۵}LGDP_{it} \\ + \alpha_{۶}LTINOV_{it} + \alpha_{۷}UR_{it} + \alpha_{۸}LW_{it} + \vartheta_{i} + \varepsilon_{it}\end{aligned}$$

مدل ۲. در این مدل اثر توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات برشدت انرژی برق برآورد می‌شود.

$$\begin{aligned}LEI_{it} = \alpha_{۰} + \alpha_{۱}LEI_{it-۱} + \alpha_{۲}LP_{it} + \alpha_{۳}LIDI_{it} + \alpha_{۴}LI_{it} + \alpha_{۵}LTINOV_{it} \\ + \alpha_{۶}LW_{it} + \vartheta_{i} + \varepsilon_{it}\end{aligned}$$

مدل ۳. در این مدل اثر توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات برشدت انرژی فراورده‌های نفتی برآورد می‌شود.

$$LEI_{it} = \alpha_{۰} + \alpha_{۱}LEI_{it-۱} + \alpha_{۲}LP_{it} + \alpha_{۳}LIDI_{it} + \alpha_{۴}LGDP_{it} + \alpha_{۵}ER_{it} + \vartheta_{i} + \varepsilon_{it}$$

مدل ۴. در این مدل اثر شاخص استفاده از فاوا که یکی از سه زیر شاخص (دسترسی، مهارت، استفاده) توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات است برشدت انرژی استان‌های ایران برآورد می‌شود.

$$LEI_{it} = \alpha_{۰} + \alpha_{۱}LEI_{it-۱} + \alpha_{۲}LP_{it} + \alpha_{۳}LIDIU_{it} + \alpha_{۴}LI_{it} + \alpha_{۵}LTINOV_{it} + \vartheta_{i} + \varepsilon_{it}$$

نتایج برآورد الگوها به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته در جدول (۴) گزارش‌شده است:

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

جدول ۴. نتایج برآورد اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی

نام متغیر	مدل ۱	مدل۲	مدل ۳	مدل ۴
LEI(-۱)	-۰,۹۰۰ Prob(۰/۰۰۰)	۰,۳۰۹ Prob(۰/۰۰۰)	-/۰۸۵ Prob (۰,۰۰۲)	-۰,۱۴۳ Prob(۰/۰۰۰۰)
ER	۱۴,۷۱۶ Prob(۰/۰۰۰)	……	۰/۸۱۴ Prob(۰/۰۰۰)	…….
LGDP	-۱,۶۱۹ Prob(۰/۰۰۰)	……	-۱/۰۷۴ prob(۰/۰۰۰)	…….
LI	…….	-۱,۱۰۳ Prob(۰/۰۰۰)	…….	-۱,۸۱۷ Prob(۰/۰۰۰)
LIDI	-۲,۲۸۴ Prob(۰/۰۰۰)	-۰,۱۰۶ Prob(۰/۰۰۰)	۴۳۱/۰- prob(۰/۰۰۰)	-۰,۳۳۰ Prob(۰/۰۰۰)
LP	-۱,۳۱۱ Prob(۰/۰۰۰)	-۰,۰۴۰ Prob(۰/۰۰۰)	-۰/۰۳۳) ۰/۰۰۰(prob	-۰,۶۰۹ Prob(۰/۰۰۰)
LTINOV	۱,۲۵۴۵۴۶ Prob(۰/۰۰۰)	۰,۰۲۴۷ Prob(۰/۰۰۶)	…….	۰,۶۵۲ Prob(۰/۰۰۰)
UR	-۰,۰۹۵ Prob(۰/۴۱۸)	……	…….	……
LW **(T)**	۱,۸۴۲ Prob(۰/۰۰۰)	۰,۵۱۶ Prob(۰/۰۰۰)	……	……
Sargan Test	۲۴,۹۷۵	۲۵,۲۸۲	۲۰/۳۷۵	۲۳,۹۷۳
Prob	۰,۲۰۲	۰,۱۹۰	۰/۶۱۹	۰,۳۴۸

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه‌که از جدول فوق مشاهده می‌شود اثر لگاریتم شاخص توسعه فاوا برشدت انرژی منفی و معناداراست به‌طوری‌که یک درصد افزایش در شاخص توسعه فاوا، منجر به کاهش ۲/۲۸- درصدی شدت انرژی می‌گردد. به‌عبارت دیگر، ضریب منفی این شاخص می‌تواند تأثیر مثبت توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر کاهش مصرف انرژی بیان کند. نتیجه به‌دست‌آمده از برآورد الگو در این پژوهش با نتیجه مطالعات ایشیدا (۲۰۱۴) در کشور ژاپن و گل‌خندان (۱۳۹۶) در کشورهای توسعه‌یافته و محمودزاده و شاه بیگی (۱۳۹۱) در مورد شدت انرژی برق کشورهای درحال‌توسعه هم سویی دارد و بیانگر این است که گسترش فاوا و مبادلات الکترونیکی با کاهش تقاضا

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

برای حمل‌ونقل و کاهش شدت مصرف انرژی همراه بوده است. همچنین ارتباط منفی و معناداری میان لگاریتم تولید ناخالص داخلی و لگاریتم قیمت نسبی انرژی با شدت انرژی استان‌های کشور وجود دارد، به‌طوری‌که افزایش یک درصد در این متغیرها، شدت انرژی را به ترتیب به میزان، ۱/۶۱، ۱/۳۱ درصد کاهش می‌دهند. ضریب منفی این دو متغیر ارتباط منفی و کاهشی میان افزایش تولید ناخالص داخلی و قیمت نسبی انرژی را با شدت انرژی نشان می‌دهد. به‌عبارتی‌دیگر انتظار می‌رود افزایش تولید ناخالص داخلی و قیمت نسبی انرژی، کاهش شدت انرژی را درپی‌داشته باشد. همچنین نرخ اشتغال و لگاریتم تعداد وسیله نقلیه اثر مثبت و معناداری برشدت انرژی دارند. به‌گونه‌ای که افزایش یک درصدی در نرخ اشتغال و تعداد وسیله نقلیه، به ترتیب، به افزایش ۱،۲۵ و ۱۴،۷۱ درصدی شدت انرژی منجر می‌شود. در نتیجه می‌توان بیان کرد که با افزایش اشتغال که افزایش رفاه را در پی دارد میزان استفاده از انرژی افزایش می‌یابد که درنهایت با افزایش شدت انرژی همراه است. لگاریتم متوسط دمای هوا نیز اثر مثبت و معناداری برشدت انرژی دارد. به‌طوری‌که یک درصد کاهش در متوسط دمای هوا، موجب افزایش شدت انرژی به میزان ۱/۸۴ درصد می‌گردد که می‌توان آن را نشان از گوناگونی اقلیمی و شرایط جغرافیایی کشور دانست. اثر معنادار دمای هوا در مطالعاتی مانند حقیقت و همکاران (۱۳۹۳) نیز تأیید شده است. موضوع دیگر اینکه، ضریب متغیر نرخ شهرنشینی منفی و بی معنی است و نشان می‌دهد که رابطه معناداری بین نرخ شهرنشینی و شدت انرژی وجود ندارد. همچنین مقدار آماره آزمون سارگان در این مدل رگرسیونی بالاتر از ۰/۵ است. درنتیجه فرضیه صفر آزمون مبنی بر معتبر بودن متغیرهای ابزاری تعریف‌شده در مدل پذیرفته می‌شود که نشان‌دهنده این است که متغیرهای ابزاری مورد استفاده در مدل با اجزای اخلال همبستگی ندارند و معتبر می‌باشند. درنتیجه برآورد و تصریح مدل تأیید می‌گردد. در مدل دوم متغیر درآمد سرانه اثر منفی و معناداری برشدت انرژی دارد. شاخص توسعه فاوا و قیمت انرژی نیز اثر منفی و معناداری برشدت انرژی دارند. همچنین تعداد وسیله نقلیه و متوسط دما اثر مثبت و معنادار برشدت انرژی دارند که نتایج مدل اول را تأیید می‌نمایند. در مدل سوم و چهارم نیز نتایج حاصل از مدل اول و دوم تأیید می‌شود.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

جدول ۵. نتایج برآورد اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی به تفکیک استان‌های برخوردار و غیربرخوردار

نام متغیر	استان‌های برخوردار مدل۱	استان‌های برخوردار مدل۲	استان‌های برخوردار مدل۳	استان‌های غیر برخوردار مدل۱	استان‌های غیر برخوردار مدل۲
LEI(-۱)	-۰,۰۲۳ Prob (۰,۰۰۱۲)	۰/۰۳۹ (۰/۰۰۰)Prob	-۰/۰۹۳ (۰,۰۰۰) Prob	-۰,۱۱۱ Prob(۰,۰۱۸)	۰ /۲۵۰ Prob(۰/۰۰۴)
ER	۱۳,۸۳۹ Prob(۰/۰۰۰)	.....	۰/۳۰۲ (۰/۰۰۰) Prob	.....	.....
LGDP	-۰,۷۰۹ Prob(۰/۰۰۰)	.....	-۰/۲۳۴ (۰,۰۰۰۰)Prob	-۳,۰۵۵۴ Prob(۰,۰۰۱)	.....
LIDI	-۴,۳۶۸ Prob(۰/۰۰۰)	۰/۲۰۰ Prob (۰/۰۰۰)	-۰/۱۰۶ Prob (۰/۰۰۰)	۴,۶۷۸ Prob(۰,۴۲۴)	-۰/۴۹۴ Prob(۰/۱۱۸)
LP	-۱,۳۴۶ Prob(۰/۰۰۰)	-۰/۰۸۶ (۰/۰۰۰)Prob	-۰/۰۰۴ (۰/۰۰۱) Prob	-۱,۰۳۰۵ Prob(۰,۰۰۲)	-۰/۰۸۸ Prob(۰/۰۰۲)
LTINOV	۰,۷۹۸ Prob(۰/۰۰۰)	۰/۳۲۴ Prob(۰/۰۰۰)	.....	۱,۷۴۹ Prob(۰,۰۱۴	۰/۱۲۶ Prob(۰/۰۰۰)
LW(T)	۳,۵۸۳ Prob(۰/۰۱۹)	.....	.....	.....	.....
Sargan Test	۱۳,۶۶۲	۱۴/۷۰۶	۱۲/۷۵۵	۶,۸۷۷	۸/۰۵۷
Prob	۰,۱۳۴	۰/۲۵۷	۰/۳۰۹	۰,۳۳۲	۰/۳۲۷

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد در استان‌های برخوردار اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات برشدت انرژی منفی و معنادار است. با این تفاوت که درمدل دوم (اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی برق) ضریب شاخص توسعه فاوا مثبت می‌باشد. یعنی در استان‌های برخوردار افزایش یک درصدی در شاخص توسعه فاوا منجر به ۰/۲۰درصد افزایش در شدت انرژی برق می‌گردد. اضافه می‌نماید در استان‌های غیر

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

برخوردار ارتباط معنی داری میان توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و شدت انرژی مشاهده نمی‌گردد.

در ادامه برای تشخیص اینکه آیا روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) در برآورد مدل مناسب بوده است یا نه آزمون آرلانو-باند را موردبررسی قرار می‌دهیم. در این آزمون جملات اخلال دارای همبستگی مرتبه اول می‌باشند. ولی همبستگی مرتبه دوم در این جملات رد می‌شود. همان‌گونه‌که ملاحظه می‌شود جملات اخلال دارای همبستگی مرتبه دوم نیستند و تخمین با استفاده از معادله تفاضلی مرتبه اول تأیید می‌شود. درنتیجه ضرایب قابل تفسیر می‌باشند و مدل دارای خطای تصریح نیست. به‌عبارتی‌دیگر می‌توان بیان کرد که روش گشتاورهای تعمیم‌یافته روش مناسبی برای تخمین مدل است.

جدول ۶. نتایج آزمون آرلانو-باند برای تعیین مرتبه خودهمبستگی جملات پسماند

مدل‌های برآورد شده	Test order (مرتبه خودهمبستگی)	m-Statistic	Prob
مدل ۱	AR(۱)	-۴,۷۶۱	۰
	AR(۲)	-۰,۱۷۹	۰,۸۵۷
مدل ۲	AR(۱)	-۲,۱۴۹	۰,۰۳۱
	AR(۲)	-۰,۷۴۸	۰,۴۵۳
مدل ۳	AR(۱)	-۲,۰۷۶	۰,۰۳۷
	AR(۲)	۰,۲۸۳	۰,۷۷۷
مدل ۴	AR(۱)	-۳,۱۲۹	۰,۰۰۱
	AR(۲)	-۰,۹۱۳	۰,۳۶۰
استان‌های برخوردارمدل۱	AR(۱)	-۳,۰۶۵	۰/۰۰۲
	AR(۲)	-۱,۲۱۲	۰/۲۲۵
استان‌های برخوردارمدل۲	AR(۱)	-۲/۰۱۲	۰/۰۴۴
	AR(۲)	-۱/۰۷۴	۰/۲۸۲
استان‌های برخوردارمدل۳	AR(۱)	-۱/۹۷۱	۰/۰۴۸
	AR(۲)	۰/۶۲۳	۰/۵۳۲

منبع: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در جهان امروز فناوری اطلاعات و ارتباطات، تمامی عرصه‌های اقتصادی و اجتماعی کشورها را تحت تأثیر قرار داده است. از سوی دیگر مطالعات نشان می‌دهند روند روبه رشد افزایش جمعیت، افزایش تقاضا و مصرف انرژی را در پی دارد. در این راستا با توجه به محدودیت منابع انرژی‌های فسیلی، یکی از اقدامات اساسی جهت مصرف بهینه و کاهش شدت مصرف انرژی، استفاده و بهره‌گیری از قابلیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در توسعه اقتصادی کشورها به حساب می‌آید. بدین منظور مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی در استان‌های ایران در دستور کار قرار گرفت و با توجه به مبانی نظری و تجربی موجود یک الگوی اقتصادسنجی طراحی و با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) تخمین زده شد. در این راستا به‌منظور اطمینان از اعتبار تحلیلها، چهار حالت مختلف از مدل برآورد گردیدند. با توجه به نتایج حاصل از برآورد الگوها، ازآنجاکه رابطه بین گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات با شدت انرژی در حالت کلی به‌صورت منفی ظاهر گردید، اثر محدودکننده گسترش فاوا برشدت انرژی در ایران تأیید می‌گردد. بدین ترتیب می‌توان نتایج مطالعه حاضر را هم راستا با ادبیات نظری و تجربی موجود دانست. با این تفاوت که در مطالعه حاضر با هدف تکمیل و تقویت ادبیات موضوع تلاش گردید از داده‌های استانی و به تفکیک استان‌های برخوردار و غیر برخوردار و نیز به تفکیک اجزاء حامل‌های انرژی شامل برق و فرآورده‌های نفتی استفاده شود که در کشور مسبوق به سابقه نمی‌باشد. بدون شک این رویکرد (بهره‌گیری از داده‌های موردی در سطوح استانی و به تفکیک حامل‌های انرژی) می‌تواند استحکام نتایج را بهبود بخشد. مثلا اینکه توسعه فاوا در استان‌های برخوردار تأثیرگذار بوده و اثرات مثبتی در جهت بهبود وضعیت آن‌ها و کاهش شدت انرژی داشته است. اما در استان‌های غیر برخوردار این نتیجه تأیید نشده است که می‌تواند ناشی از ضریب نفوذ پایین‌تر این فناوری در این استان‌ها و متعاقبا تأثیرگذاری کمتر آن در این رابطه باشد. با استناد به نتایج مطالعه حاضر بنظر می‌رسد می‌توان با زمینه‌سازی استفاده بیشتر از فضای مجازی (در قالب مصادیقی چون بانکداری الکترونیکی، دولت الکترونیکی، آموزش الکترونیکی، سلامت الکترونیکی، تجارت الکترونیک و ...) با کاهش نیاز به مراجعات حضوری، سفرهای درون و برون شهری و در

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

نتیجه تقاضا برای حمل‌ونقل، مصرف حامل‌های انرژی و همچنین ایجاد آلاینده‌های زیست‌محیطی را کاهش داد.

منابع

اقبالی، علیرضا، گسکری، ریحانه، مرادی، مهدیس و پرویزی، هادی (۱۳۹۴). بررسی شدت انرژی در کشورهای نفتی و غیرنفتی، تحقیقات اقتصادی، شماره یک، دوره ۵۰، صفحات ۲۰-۱.

بالتاجی، ب (۱۳۹۳). اقتصادسنجی. ترجمه: طالب‌لو، رضا و باقری پرمهر، شعله، تهران: انتشارات نشرنی.

پارسا، حجت، حیدری، ابراهیم و عاشوری، مریم (۱۳۹۷). عوامل مؤثر بر شدت انرژی در استان‌های ایران: رویکرد میانگین بیزی، فصلنامه سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی، شماره ۱۴، صفحات ۶۳-۲۹.

درگاهی، حسن، بیابانی خامنه، کاظم (۱۳۹۵). نقش عوامل قیمتی، درآمدی و کارایی در شدت انرژی ایران، فصلنامه تحقیقات اقتصادی، شماره۲، دوره ۵۱، صفحات۳۸۴-۳۵۵.

سیف، اله مراد، حمیدی رزی، داود (۱۳۹۶). عوامل مؤثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور: رهیافت داده‌های تابلویی پویای، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، جلد ۱۳، شماره ۵۳، صفحات ۶۱-۱۰۳.

شواب، کلاوس (۲۰۱۶). انقلاب صنعتی چهارم. ترجمه: مجیدفر، فرزان، مهدی پور، عبدالله، فرهانی، زهرا، رضایی‌نژادفرد، مریم. ۱۳۹۵. تهران: انتشارات. مؤسسه پویندگان توسعه فناوری و نوآوری ایرانیان.

فطرس، محمدحسن، صحرایی، راضیه و یاوری، معصومه (۱۳۹۳). برآورد تابع تقاضای انرژی‌بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران، ۱۳۹۲-۱۳۵۷ فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، شماره ۷، سال دوم، ۴۲-۲۳.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

فرجزاده، زکریا (۱۳۹۴). شدت انرژی در اقتصاد ایران:اجزا و عوامل تعیین کننده. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال چهارم، شماره۱۵، صفحات۸۶-۴۳.

قاسمی، محمدخانپور اردبیل، رقیه (۱۳۹۳). بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی در بخش حمل‌ونقل ۱۳۹۳، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال چهارم، شماره ۱۳، صفحات ۱۹۰-۱۶۹.

فطرس، محمدحسن، صحرایی، راضیه و یاوری، معصومه (۱۳۹۳). برآورد تابع تقاضای انرژی‌بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران، ۱۳۹۲-۱۳۵۷ فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، شماره ۷، سال دوم، ۴۲-۲۳.

فرجزاده، زکریا (۱۳۹۴). شدت انرژی در اقتصاد ایران: اجزا و عوامل تعیین کننده. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال چهارم، شماره ۱۵، صفحات ۸۶-۴۳.

قاسمی، محمدخانپور اردبیل، رقیه (۱۳۹۳). بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی در بخش حمل‌ونقل ۱۳۹۳، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال چهارم، شماره ۱۳، صفحات ۱۹۰-۱۶۹.

گلخندان، ابوالقاسم (۱۳۹۶). تأثیر شاخص توسعه‌یافتگی ICT بر مصرف انرژی درکشورهای منتخب، پایداری، توسعه، محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست و انرژی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی و انجمن متخصصان محیط‌زیست ایران، دوره چهارم، شماره ۲.

محسنی، رضا، رحیمی، ابوالفضل و کاکاوند، میثم (۱۳۹۷). تجزیه مصرف انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن (مطالعه موردی بخش حمل‌ونقل ایران)، پژوهشنامه حمل‌ونقل، شماره ۵۷، صفحه ۱۹۴-۱۵۷ .

محمودزاده، محمود و شاه بیگی، حامد (۱۳۹۰). آثار فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی در کشورهای درحال‌توسعه. فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، شماره‌های ۲۳، صفحات ۸۸-۶۷.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

محمودزاده، محمود، فتح آبادی، مهدی (۱۳۹۰). اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر ارزش‌افزوده بخش حمل‌ونقل جاده‌ای در استان‌های ایران (مطالعه موردی: زیر بخش حمل مسافر). مجله علمی پژوهشی سیاست‌گذاری اقتصادی، سال سوم، شماره پنجم.

Adom, P. K. (2015), Asymmetric impacts of the determinants of energy intensity in Nigeria ,

Economics, 49, 570-580.

Agheli1,Lotfali &Hashemi,Sara (2018), Impact of Information and Communication Technology on Transport among the Selected Middle East Countries. Journal of Economic Cooperation and Development, 39, 1-18.

Arellano, M. & Bond, S. (1991), Some test of specification for panel data: Monte 3.Carlo evidence and application to employment equations, Review of Economic Studies, 58, 277-297.

Baumann, F. (2008), Energy Security as multidimensional concept, Center forApplied Policy Research (C.A.P), Research Group on European Affairs, 1, 4-14.

Berndt, E.R. and Wood, D.O. (1975), Technology, prices, and the derived demand for energy. The review of Economics and Statistics, pp.259-268.

Cole, M. A. (2006), Does trade liberalization increase national energy use? Economics Letters, 92 (1), 108-112.

Cho, Youngsang & Lee, Jongsu & Kim Tai-Yoo. (2007), The impact of ICT investment and energy price on industrial electricity demand: Dynamic growth model approach. Energy Policy 35 , 4730–4738

Collard, F. Feve, P. & Franck Portier. (2005), Electricity Consumption and ICT in the French Service Sector", Energy Economics, Vol.27, PP.541-550.

Jimenez, R., & Mercado, J. (2014), Energy intensity: A decomposition and counterfactual exercise for Latin American countries. Energy Economics, 42, 161-171.

Green, W.H. (2012), Econometric analysis, 7th Ed, New Jersey, Upper Saddle River: Pearson International.

Hilty, L.M. (2008), *Information Technology and Sustainability*, Books on Demand.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

Hilty, L.M. & Ruddy, T.F. (2010), Sustainable development and ICT interpreted in a natural science context: the resulting research questions for the social sciences, Inf. Commun. Soc. 13, 7-22.

Ishida, Hazuki (2014),The effect of ICT development on economic growth and energy consumption in Japan Telematics and Informatics 32 , 79–88

Ishida, H. & Yanagisawa, A. (2003), Impact assessment of advancing ICT orientation on energy uses-consideration of a macro assessment model. IEEJ, May 2003

Jones, D. W. (1991), How urbanization affects energy-use in developing countries, Energy Policy, 19, 621-630.

Jorgenson, D. W. (2001), Information technology and the U.S. economy, American Economic Review, 91,1-32

Laitner, J. & Ehrhardt-Martinez, K. (2008), Information and communication technologies: The power of productivity. How ICT sectors are transforming the economy while driving gains in energy productivity, American Council

Lu, Ming-Jie, Lin Lawell, C. Y., & Chen, Song. (2015), The effects of-energy-policies-on-energy-consumption-in-China. Working paper, University of California at Davis.

Medlock III, K.B. & R. Soligo (2001), “Economic Development and End-Use Energy Demand”, the Energy Journal, 22, 77–105.

Metcalf, Gilbert E. (2008), An empirical analysis of energy intensity and bits determinate state level", Energy journal, Vol 29, No 3.

Mrabet, Z. Alsamara, M. Saleh, A. S. and Anwar, S. (2019), Urbanization andnon-renewable energy demand: A comparison of developed and emergingcountries. Energy, 170, 832-839.

Room, J. (2002), The Internet and the new energy economy, resoruces, conservation and recycling, vol.36, NO.3, PP.197-210

Sadorsky, P. (2012), "Information communication technology and electricity consumption in emerging economies", Energy Policy, 48,130–136.

Salahuddin, Mohammad & Alam, Khorshe. (2016), Information and Communication Technology, electricity consumption and economic growth in OECD countries: A panel data analysis. Electrical Power and Energy Systems 76 (2016) 185–193

Song, F. & Zheng, X. (2012), "What drives the change in China's energy intensity: combining decomposition analysis and econometric analysis at the provincial level", Energy policy, 51, 445-453.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

Stern, D.I. (1993). Energy and economic growth in the USA: a multivariate approach. Energy economics, 15, 137-150.

Stern, D. I. (2011), the Role of Energy in Economic Growth. Annals of the New York Academy of Sciences, 1219(1), 26-51.

Takase, Kae & Murota, Yasuhiro. (2004), The impact of IT investment on energy: Japan and US comparison in 2010. Energy Policy ,32 ,1291–1301.

Toffel, M.W. & Horvath, A. (2004), Environmental implications of wireless technologies: News delivery and business meetings, Environ. Sci. Technol, 38, 2961-2970.

Zhixin. Zhang, Ren Xin. (2011), Causal Relationship between Energy Consumption and Economic Growth, Energy Procedia,5, 2065-2071.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]

A Study of the Impact of Information & Communication Technology on Energy Consumption Intensity in Iran (A Provincial Approach)

Amirhossein Mozayani[1]*, Tahereh Jafarikhah[2]
1. Associate Professor of Economics, Tarbiat Modares University, mozayani@modares.ac.ir
2. Master of Energy Economics Tarbiat Modares University, Taherh.jafarikhah@modares.ac.ir
Received: 2020/03/31 Accepted: 2020/11/23

Abstract

In today's world, given limited fossil fuel resources and growing population, it is imperative to consider energy efficiency. In this regard, due to the spread of information and communication technology, using its capabilities to reduce energy consumption & intensity is worth consideration. In this study we assess the effect of Information and communications technology on energy intensity in Iranian provinces during the period 2008-2017, using panel data techniques and generalized method of moments (GMM). The results show that ICT deployment has a negative and significant impact on energy intensity in Iran's provinces. However, this effect is different among developed and less- developed provinces. The results imply that information and communication technology does not have significant effect on energy intensity in less- developed provinces. Besides, relative energy prices and real per capita income have a negative and significant effect and number of vehicles, employment rate, and air temperature have a positive and significant effect on energy intensity.

JEL Classification: D83، Q43 ،R11 ،O14

Keywords: Information and Communication Technology, Energy Consumption Intensity, Provincial data, Iran.

*. Corresponding Author

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-14]