

## بررسی اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مخارج خانوارهای ایرانی در حوزه انرژی (رویکرد استانی)

الهام حسین زاده\* امیرحسین مزینی\*\*

\*کارشناس ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس

\*\*دانشیار پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۵

نوع مقاله: پژوهشی

### چکیده

امروزه سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) امری اجتناب ناپذیر است، چرا که بر ابعاد مختلف زندگی بشر از جمله اقتصاد اثر می‌گذارد. با توجه به افزایش سریع جمعیت، افزایش تقاضای انرژی و محدودیت منابع انرژی یکی از اقدامات اساسی جهت دستیابی به توسعه پایدار در کشورها، بهینه سازی و اصلاح ساختارهای مصرف انرژی می باشد. با توجه به اینکه بخش خانگی یکی از بخش های اصلی مصرف کننده ی انرژی است، یکی از رویکردهای موثر در کاهش و مدیریت مخارج انرژی خانوارها بهره گیری از قابلیت های فاوا است. در این راستا در این مطالعه اثر گسترش فاوا بر مخارج انرژی خانوارهای شهری ایران با استفاده از روش Panel Data و الگوی GLS طی دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۹۴ و در قالب داده های استانی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج حکایت از آن دارد که در برخی از مدل‌ها به صورت موردی اثر کاهشی فاوا بر مخارج انرژی دیده شد. لیکن در اکثر مدل‌های برآورد شده اثر کاهشی معناداری از فاوا بر مخارج انرژی خانوارها دیده نمی‌شود. به نظر می‌رسد عمده دلایل این امر ساختار یارانه‌ای حاکم بر قیمت انرژی، پایین بودن سهم انرژی در کل هزینه‌های مصرفی خانوار، نبود فرهنگ صحیح مصرف و... می‌باشند.

**واژگان کلیدی:** فناوری اطلاعات و ارتباطات، مخارج انرژی خانوار، روش داده‌های تلفیقی، داده‌های استانی.

### ۱. مقدمه

از مهم‌ترین ویژگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، پیشرفت سریع آن است، که این پیشرفت سبب گردیده تا فناوری اطلاعات و ارتباطات روزبه‌روز ارزان‌تر، پرکاربردتر و در نتیجه نزدیک‌تر به انسان گردد. بطور کلی فاوا به فناوری گفته می‌شود که در جمع‌آوری، انتقال، ذخیره‌سازی، بازیابی، پردازش، انتشار و نمایش اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فناوری دو ویژگی دارد: از میان رفتن فاصله ها با شکل گیری شبکه گسترده جهانی و رایانه‌ای شدن سیستم‌های ارتباطات دوربرد با ظرفیت‌های جدید برای انتقال صدا و تصویر [۱].

فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)، تحولات گسترده‌ای در تمامی عرصه های اجتماعی و اقتصادی داشته است. تاثیر آن بر جوامع بشری به گونه‌ای است، که جهان امروز به سرعت در حال تبدیل شدن به یک جامعه‌ی اطلاعاتی است. جامعه‌ای که در آن، دانایی و میزان دسترسی و استفاده مفید از دانش، دارای نقش محوری و تعیین کننده است.

نویسنده مسئول: امیرحسین مزینی

mozayani@modares.ac.ir

نیاز به مصرف انرژی کاهش یافته است [۳]. بخش خانگی در میان بخش‌های اقتصادی کشور، از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان نهایی انرژی است و شدت انرژی آن، برخلاف سایر بخش‌ها، روندی صعودی دارد، یکی از بسترهایی که می‌تواند در این حوزه موثر باشد فاوا است. می‌توان انتظار داشت با افزایش استفاده از مصادیق فناوری اطلاعات و ارتباطات همچون بانکداری الکترونیک، دولت الکترونیک، تجارت الکترونیک و... تقاضا برای مبادلات فیزیکی و مصرف انرژی کاهش و متعاقباً مخارج انرژی را کاهش یابد. بررسی این موضوع در دستور کار مطالعه حاضر قرار دارد. در واقع پاسخ‌گویی به این سوال در دستور کار قرار دارد که آیا گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات توانسته هزینه‌ها-ی انرژی خانوارهای ایرانی را کاهش دهد؟ مقاله حاضر در پنج بخش تنظیم شده است. پس از مقدمه، بخش دوم به ادبیات موضوع شامل مبانی نظری و تجربی می‌پردازد. بخش سوم به مدل و روش تحقیق اختصاص دارد. در بخش چهارم به برآورد مدل و تحلیل نتایج پرداخته شده است. در بخش پایانی نیز به نتیجه‌گیری اختصاص یافته است.

## ۲. ادبیات موضوع

### ۲.۱. مبانی نظری تابع تقاضای انرژی

حامل‌های انرژی، هم به عنوان کالاهای نهایی توسط مصرف‌کنندگان و هم به عنوان نهاده تولید، توسط بنگاه‌های اقتصادی مورد تقاضا قرار می‌گیرند. تعیین مقدار تقاضا برای آن بخشی از حامل‌های انرژی که به عنوان کالای نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بر اساس تئوری رفتار مصرف‌کننده و از طریق ماکزیمم‌سازی مطلوبیت با توجه به قید بودجه مصرف‌کننده انجام می‌پذیرد. با تشکیل شرایط مرتبه اول و دوم و با فرض اینکه تابع مطلوبیت مصرف‌کننده اکیدا شبه مقعر باشد، مقدار تقاضا برای حامل‌های انرژی مانند تقاضا برای سایر کالاهای مصرفی، تابعی از بردار  $\Pi$  بعدی قیمت‌ها و درآمد خواهد بود. در اکثر توابع و سیستم‌های تقاضای مبتنی بر تئوری رفتار مصرف‌کننده از قبیل سیستم هزینه‌های خطی

از طرفی در دنیای امروزی، انرژی نقش برجسته‌ای را در حوزه‌های مختلف اقتصادی و سیاسی ایفا می‌نماید. انرژی عاملی حیاتی است که نقش اساسی در تولید دارد. انرژی تأمین‌کننده‌ی نیازهای اولیه و نیز خدماتی همچون گرمایش، سرمایش، روشنایی، حمل و نقل و... است. انرژی به عنوان یک کالای نهایی برای مصرف‌کنندگان و یک نهاده در فرایند تولید نقش مهمی را در تصمیمات خانوارها و بنگاه‌ها ایفا می‌کند.

طی دهه‌های اخیر، انرژی در کنار سایر عوامل تولید نقش تعیین‌کننده‌ای در رشد اقتصادی کشورها داشته و اهمیت آن هم چنان رو به افزایش است. نقشی که بسیاری از کشورها را گرفتار نفرین منابع طبیعی و مبهوت چرخه توسعه نیافتگی و برخی دیگر را دست به گریبان فشار هزینه‌ای ناشی از افزایش قیمت انرژی کرده و حتی روابط بین‌المللی را متأثر ساخته است. بر همین اساس جوامع به دنبال راهکارهایی هستند تا مصرف انرژی را بدون آسیب‌زدن به روند رشد اقتصادی‌شان کاهش دهند. در این زمینه کشورهای توسعه‌یافته به پیشرفت‌های تکنولوژیکی گسترده‌ای در راستای کاهش مصرف انرژی دست یافتند. فناوری اطلاعات و ارتباطات از جمله‌ی این تکنولوژیکی‌ها به شمار می‌رود که در سال‌های اخیر استفاده از آن در تمامی بخش‌های اقتصادی رشد چشمگیری داشته است و تاثیر آن در تمامی عرصه‌های زندگی به خوبی قابل مشاهده است [۲].

به نظر می‌رسد، دسترسی سریع به اطلاعات و انجام امور بدون در نظر گرفتن فواصل جغرافیایی و فارغ از محدودیت‌های زمانی که منجر به صرفه‌جویی در وقت و انرژی می‌شود محوری‌ترین دستاورد این فناوری (حداقل از منظر مصرف انرژی) است. چرا که نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات با افزایش امکان برقراری ارتباط از راه دور، ضمن تغییر الگوهای فعالیتی، تغییر در الگوهای فضایی و محلی به صورت کاهش جا به جایی را فراهم آورده است. بدین معنا که با انتقال مبادلات فیزیکی به فضای مجازی

خانگی-عمومی-تجاری با افزایش در شدت انرژی همراه بوده‌اند. افزایش در شهرنشینی، تغییر در سبک زندگی، قیمت ارزان انرژی و پایین بودن سهم هزینه آن در کل هزینه‌های مصرفی خانوار، نبود فرهنگ صحیح مصرف و استفاده از تجهیزات خانگی با راندمان پایین در مصرف انرژی از دلایل اصلی افزایش در شدت انرژی خانگی است [۸]، [۹] مقایسه الگوی بخشی مصرفی نهایی انرژی در ایران با الگوی جهانی بیانگر تفاوت اساسی است به گونه‌ای که سهم مصرف انرژی بخش صنعت در ایران بسیار کمتر از متوسط جهانی و برعکس سهم بخش خانگی-تجاری و بخش حمل و نقل بالاتر از متوسط جهانی است. رفتار مصرف کنندگان انرژی در بخش خانگی از این نقطه نظر مورد بررسی قرار می‌گیرد که در آن هر مصرف کننده خواهان ماکزیمم کردن مطلوبیتش نسبت به محدودیت بودجه اش می‌باشد. این مطلوبیت تابعی از کالاها و خدماتی (از جمله انرژی) است که مصرف می‌کنند در واقع معادله تقاضای مصرف کنندگان برای یک کالا از جمله انرژی از تحلیل حداکثر نمودن تابع مطلوبیت مشتق می‌گردد. به عبارت دیگر فرمول‌بندی مدل تقاضای خانگی بر مبنای تئوری رفتار مصرف کننده در اقتصاد است. در این مدل ها انرژی به صورت تابعی از قیمت انرژی و یا عوامل جانشین، درآمد، حجم و تعداد وسایل مصرف کننده انرژی، درجه حرارت و عوامل شکل دهنده ترجیحات مصرف کنندگان تعریف می‌گردد [۱۰].

تقاضای مسکونی برای انرژی از تقاضا برای گرم کردن خانه، آشپزی، آب گرم، روشنایی، حمل و نقل و غیره نتیجه می‌شود و می‌تواند در چارچوب تئوری تولید خانوار بیان شود. خانوارها کالاهایی را از بازار می‌خرند و آن‌ها را در تولید کالاهای دیگری به کار می‌برند که در تابع مطلوبیت خانوارها وارد می‌شود. در بخش مسکونی ایران، مهم ترین سوخت‌هایی که به کار می‌رود برق، گاز طبیعی و نفت سفید هستند. نفت کوره و گاز مایع کم اهمیت تر می‌باشند. همچنین خانوارها برای حمل و نقل خود با وسایل نقلیه شخصی از بنزین نیز استفاده می‌کنند که با چشم

استون - گری، سیستم تقاضای ترانسلوگ، سیستم تقاضای روتردام، سیستم تقاضای تقریباً ایده آل، سیستم مخارج خطی پاول و مدل های تقاضای باکشش ثابت که در تجزیه و تحلیل تقاضای انرژی، مورد استفاده قرار گرفته اند، تقاضای حامل های انرژی به درآمد مصرف کنندگان، قیمت حامل و قیمت کالاهای جانشین و مکمل آن، ارتباط داده شده است [۴].

به طور کلی مدل های تقاضای انرژی به چهار گروه به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

- ا. مدل هایی که ارتباط مصرف و متغیرهای کلان اقتصادی را آزمون می‌کند.
- ب. مدل هایی که تخصیص سوخت را با توجه به نوع سوخت مصرفی در اقتصاد یا در بخش ویژه بهینه می‌کند.
- ج. مدل های تقاضای انرژی بخشی، که مصرف را در بخش یا زیر بخش ویژه اقتصادی بررسی می‌کند.
- د. مدل های سیستم های انرژی که بررسی کلی از عرضه و تقاضا برای انواع منابع انرژی و مقایسه‌های بین المللی را ممکن می‌سازند [۵].

در مطالعه‌ی حاضر به نوعی تمرکز روی گروه (ا) است که ارتباط مصرف (مخارج) انرژی را با عوامل اقتصادی و غیر اقتصادی اثر گذار برا آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۲.۲. جایگاه انرژی در بخش خانگی

میان بخش‌های اقتصادی کشور، بخش خانگی از بزرگ‌ترین مصرف کنندگان نهایی انرژی است و شدت انرژی آن بر خلاف سایر بخش‌ها دارای روند صعودی است [۶]. با توجه به اینکه بالغ بر نیمی از انرژی در کشور، متعلق به بخش خانوار است؛ نقش و جایگاه آن در مصرف انرژی، بسیار اساسی است [۷]. تجزیه و تحلیل شدت انرژی در بخش های مختلف اقتصادی کشور (صنعت، حمل و نقل، خانگی-عمومی-تجاری، کشاورزی و سایر بخش‌ها) حاکی از آن است که در میان بخش‌های مذکور، تنها بخش

مطالعات انجام شده در ارتباط با موضوع تحقیق حاضر را می توان در سه گروه کلی به شرح زیر طبقه بندی نمود:

الف: بخشی از مطالعات به بررسی اثر فن آوری اطلاعات و ارتباطات بر طیفی از متغیر های مرتبط با حوزه اقتصاد و فضای کسب و کار همچون رشد، بهره وری، توسعه روستایی، رضایت مشتری و ... پرداخته اند [۱۶] و [۱۷]. در اکثر این مطالعات انجام شده بر وجود رابطه مثبت و معنادار، بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و متغیرهایی نظیر رشد و بهره وری تاکید شده است.

ب: گروهی دیگر به بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی برای فعالیتهای روزمره در کلیه بخش های اقتصادی پرداخته اند. در مقایسه با مطالعات در زمینه ارتباط فناوری اطلاعات و ارتباطات و متغیرهای اقتصادی نظیر رشد، در سطح کلان تحقیقات تجربی درباره ارتباط بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و مصرف انرژی، با وجود اهمیت زیست محیطی آن، کمتر مشاهده می شود. در اکثر این مطالعات فناوری اطلاعات و ارتباطات منجر به کاهش متوسط مصرف انرژی می گردد. از طرفی در این گروه به صورت خاص، انرژی الکتریکی (برق) بیشتر مورد تاکید قرار گرفته است. ویژگی این مطالعات آن است که اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف برق هم به صورت مثبت و هم به صورت منفی ظاهر شده است. لازم به ذکر است اکثر این مطالعات اثر مثبت را تایید نموده اند.

ج: در رویکرد دیگری از مطالعات، ارزیابی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی در بخش خانگی با تاکید بیشتر بر انرژی الکتریکی در دستورکار قرار گرفته است که از نظر تعداد نسبت به دو گروه دیگر بسیار کمتر می باشند.

در ادامه نمونه ای از مطالعات انجام شده در زمینه گروه های فوق مورد اشاره قرار می گیرند:

نویسندگان در مرجع [۲] با موضوع بررسی تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل

پوشی از سوخت های کم کاربرد، می توان فرض نمود که خانوار ها برق، گاز طبیعی و بنزین را به عنوان مصارف انرژی اصلی خود به کار می برند [۱۱].

### ۳.۲. فاوا و انرژی

استفاده از مصادیق فناوری اطلاعات و ارتباطات (همچون دولت الکترونیک، آموزش الکترونیک و ...) در کاهش تقاضا برای جابجایی ها و سفرهای فردی و کاری می تواند به استفاده کارا تر از زیرساخت ها و افزایش بهره وری آنها و تقاضای کمتر برای مصرف انرژی منجر شود. در این راستا انتظار می رود برای ساکنین مناطق شهری، بهره گیری از قابلیت های فناوری اطلاعات و ارتباطات منجر به تقاضای کمتر برای سوخت مورد استفاده در خودروها (اعم از بنزین و گازوئیل و ...) شود [۱۲]. چرا که در این شرایط با انتقال بخشی از تیادلات فیزیکی به فضای مجازی نیاز به مصرف انرژی به ویژه در حوزه هایی همچون حمل و نقل، صنعت، خدمات و ... کاهش می یابد. بدیهی است این موضوع در شهرهای هوشمند به اوج خود می رسد. ضمن اینکه این موضوع منافع دیگری همچون کاهش ترافیک، جلوگیری از آسیب های روانی، جسمی، زیست محیطی و به تبع آن کاهش آلودگی هوا، کاهش حوادث و سوانح، عدم اتلاف وقت و انرژی افراد را به همراه داشته و بطور کلی منجر به بهبود کیفیت زندگی می شود [۳].

به طور کلی مروری بر مبانی نظری و مطالعات تجربی همچون ایشیدا [۱۳]، سادرسکی [۱۴]، بهمنی و همکاران [۱۱]، صادقی و همکاران [۱۵] و ... حکایت از آن دارد که قیمت و انتظارات قیمتی، درآمد و تولید ناخالص داخلی، ساختار اقتصادی، تعداد وسایل و تجهیزات مصرف کننده انرژی (باتوجه به اشتقاقی بودن تقاضای انرژی)، تغییرات تکنولوژیکی، جمعیت، درجه حرارت (گوناگونی جغرافیایی) از عوامل تاثیرگذار بر تقاضای مصرف و مخارج انرژی هستند.

### ۴.۲. مطالعات تجربی

اطلاعات، کاهش هزینه‌های مبادله، افزایش بهره‌وری و کارایی و ارتقاء سطح زندگی را فراهم کرده است. نویسندگان در مرجع [۱۰] که به بررسی اثر سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف برق پرداخته بود مشاهده کرد که فناوری اطلاعات و ارتباطات در ایران موجب افزایش شدت برق شده و افزایش قیمت برق شدت برق را کاهش می‌دهد.

نویسندگان در مطالعه [۱۹] اثر فاوا را بر شدت انرژی در ۲۵ کشور در حال توسعه بررسی کردند. یافته‌های تحقیق نشان داد که برخی از انواع سرمایه فاوا نظیر سخت افزار و نرم افزار بر مصرف انرژی تأثیر مثبت داشته و برخی دیگر نظیر ارتباطات دارای تأثیر منفی هستند. در مجموع اثر خالص انتشار فاوا بر مصرف انرژی مثبت بوده و بدین ترتیب تقاضا برای محصولات فاوا، شدت انرژی را افزایش می‌دهد.

نویسندگان در مرجع [۲۰] نشان دادند که برای بررسی پویایی های کوتاه مدت و سرعت تعدیل مصرف انرژی به سمت تعادل بلندمدت آن که از الگوی تصحیح خطا استفاده شده بود، متغیرهای تعداد کاربران اینترنت، تعداد خطوط تلفن همراه، تعداد خطوط تلفن ثابت، تولید ناخالص داخلی سرانه و شاخص قیمت مصرف کننده، در کوتاه مدت نیز همانند بلندمدت به ترتیب دارای تأثیر مثبت، مثبت، مثبت، مثبت و منفی بر روی مصرف انرژی هستند.

نویسندگان در مطالعه [۲۱] نشان دادند که رفتارهای مصرف انرژی خانوارها می‌تواند پیچیده باشد تحقیقات نشان می‌دهد که ارائه بازخورد بهتر به خانواده‌ها نسبت به مصرف انرژی آنها می‌تواند آنها را از رفتار روزمره خود و چگونگی پیوند آنها با مصرف انرژی آگاه کند. فناوری‌هایی مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات را می‌توان در مورد مصرف انرژی مضر و سودمند قلمداد کرد. آنها از یک طرف می‌توانند با افزایش مقدار وسایل برقی، مصرف را افزایش دهند، اما در عین حال ICT می‌توانند در صدر نوآوری‌های جدید قرار بگیرند که بازخوردهای بهتری را برای مصرف کنندگان انرژی مصرفی خود از طریق فناوری‌هایی

و نقل کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه، طی دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰ مشاهده کردند که فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر معناداری بر شدت مصرف انرژی دارد و این تأثیر بسته به درجه توسعه‌یافتگی کشورها و ساختار اقتصادی آنها متفاوت است. در کشورهای منتخب در حال توسعه فاوا، شدت مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل را افزایش داده است در حالی که کشورهای توسعه یافته با به‌کارگیری فناوری‌های نوین (از جمله ICT) و سیاست‌های صحیح در راستای مدیریت مصرف انرژی برای دستیابی به امنیت انرژی و مصون ماندن از تبعات منفی ناشی از تغییر قیمت انرژی، توانسته‌اند زمینه کاهش شدت مصرف انرژی را در کشورهايشان در دهه‌های اخیر فراهم کنند.

نویسندگان در مطالعه [۳] که به بررسی اثر فاوا بر مصرف انرژی در ایران پرداخته‌اند نشان دادند فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف بنزین و گازوئیل در کلیه استان‌های کشور و استان‌های برخوردار تأثیر منفی و معنی‌دار داشته است. با مقایسه نتایج تخمین بر حسب نوع سوخت در رابطه با بررسی اثر فن آوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی، نتایج برآورد مدل نشان داد که فن آوری اطلاعات و ارتباطات دارای اثرات منفی و معنی‌داری بر مصرف انرژی برای هر دو نوع سوخت بنزین و گازوئیل است. این مسئله بدین صورت قابل توجیه است که بخش عمده‌ای از مصارف بنزین برای حمل و نقل شخصی و جابه‌جایی مسافر است بنابراین استفاده از خدمات فن آوری اطلاعات و ارتباطات در راستای شناسایی اهداف سفرو مدیریت آن، تأثیر بیشتری بر مصرف بنزین دارد.

نویسندگان در مطالعه [۱۸] که، به بررسی تأثیر و ارتباط علی استفاده از اینترنت و رشد اقتصادی و مصرف برق در ایران پرداختند، مشاهده کردند که گسترش استفاده از این فناوری‌ها بر روی بهره‌وری و افزایش رشد اقتصادی تأثیرگذار است و شدت مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. رشد فناوری اطلاعات و ارتباطات، بسترهای تبادل سریع

نویسندگان در مطالعه [۲۵] با موضوع تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای جنوب آسیا، به بررسی تأثیرات این فناوری بر عملکرد اقتصادی و مصرف انرژی در کشورهای منتخب آسیای جنوبی مانند بنگلادش، هند، پاکستان و سریلانکا برای دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۸ پرداختند. آنها در این مطالعه با استفاده از یک رویکرد تجربی و مدل سازی تصحیح خطا به این نتیجه رسیدند که فناوری اطلاعات و ارتباطات به طور قابل توجهی به رشد اقتصادی هند کمک کرده است که از محل رشد اقتصادی مصرف انرژی نیز افزایش یافته است. اما در این راستا هند در مقایسه با کشورهای جنوب آسیا بهترین عملکرد را در افزایش بهره وری در مصرف انرژی خود از مجرای بهره گیری از فناوری اطلاعات و ارتباطات داشته است.

مطالعه حاضر در گروه سوم (ج) قابل طبقه بندی است. در نظر است در این مطالعه به بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مخارج ناشی از مصرف انرژی در بخش خانگی (شهری) پرداخته می شود. تفاوت بررسی حاضر نسبت به تحقیقات انجام شده این است که اولاً اثر فاوا بر مصرف انرژی در قالب داده های استانی بررسی می گردد. این در حالی است که اکثر مطالعات انجام شده در کشور، در این حوزه از داده های بین کشوری (از جمله ایران) استفاده نموده اند. و کمتر مطالعه ای به صورت خاص به مورد ایران پرداخته است. ثانیاً در مطالعه حاضر مصرف انرژی در بخش خانگی به صورت مخارج (ریالی) خانوار در دستور کار قرار گرفته است، که مسبقاً به سابقه نمی باشد.

به منظور تبیین بهتر از موضوع مورد بررسی با توجه به مبانی نظری، می توان الگوهای مفهومی زیر را طراحی نمود. شکل ۱ عوامل تأثیر گذار بر مخارج انرژی را که اقتباسی از مطالعات انجام شده می باشد را به تصویر می کشد.

مانند کنترهای هوشمند و واحدهای نمایشگر در زمان واقعی به خانواده ها ارائه می دهد.

نویسندگان در مطالعه [۲۲] با استفاده از داده های پانلی اثرات کوتاه مدت و بلند مدت استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی بر مصرف برق در کشورهای عضو OECD برای دوره ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۲ را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که گسترش فاوا تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی و مصرف انرژی دارد.

نویسندگان در مطالعه [۱۴] نشان داد که گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات، با استفاده از اتصال اینترنت، اشتراک تلفن همراه یا رایانه های شخصی، تقاضای برق را در اقتصادهای نوظهور افزایش می دهد. به طور خاص، ضرایب برآورد شده بر روی هر یک از متغیرهای ICT تأثیر مثبت و آماری قابل توجهی بر مصرف برق دارد.

نویسندگان در مطالعه [۱۳] که به تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی و مصرف انرژی در ژاپن با استفاده از داده های سری زمانی سالانه طی دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ پرداخته بود مشاهده کرد که سرمایه گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات به طور مستقیم به کاهش در متوسط مصرف انرژی، اما نه در افزایش تولید ناخالص داخلی کمک می کند.

نویسندگان در مطالعه [۲۳] با موضوع مصرف برق و فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش خدمات فرانسه با استفاده از روش سری زمانی و پنل دیتا مشاهده کردند که فاوا تأثیر منفی بر مصرف برق در بخش خدمات فرانسه دارد.

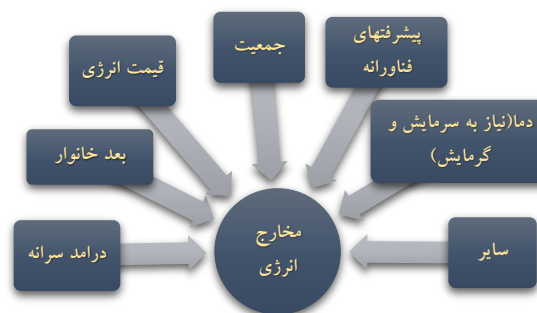
نویسندگان در مطالعه [۲۴] با موضوع دیجیتالی شدن و مصرف انرژی، با استفاده از یک مدل تحلیلی به پاسخگویی به این سؤال پرداختند که آیا فناوری اطلاعات و ارتباطات تقاضای انرژی را کاهش می دهد؟ آنها به این نتیجه رسیدند که دیجیتالی شدن به جای صرفه جویی در انرژی، علی رغم افزایش بهره وری و رشد اقتصادی می تواند منجر به افزایش مصرف انرژی نیز بشود. گرچه در مواردی سبب کاهش مصرف انرژی نیز می شود.

$$\ln E_{it} = B_0 + B_1 \ln IDI_{it} + B_2 \ln Y_{it} + B_3 \ln T_{it} + U_{it} \quad (3)$$

$$\ln E_{it} = B_0 + B_1 \ln IDI_{it} + B_2 \ln Y_{it} + B_3 \ln T_{it} + U_{it} \quad (4)$$

$$\ln E_{it} = B_0 + B_1 \ln IDI_{it} + B_2 \ln Y_{it} + U_{it} \quad (5)$$

$$\ln E_{it} = B_0 + B_1 \ln IDI_{it} + B_2 \ln Y_{it} + U_{it} \quad (6)$$



شکل ۱. عوامل اثرگذار بر مخارج انرژی خانوار

منبع: این مقاله و [۱۱]، [۱۵]، [۱۰]، [۱۴]، [۱۳]

### ۳. روش تحقیق

#### ۳.۱. متغیرهای وابسته و توضیحی

$\ln E_{it}$  = لگاریتم سرانه مخارج واقعی انرژی خانوارهای شهری در استان  $t$ ام در زمان  $t$ ام (شامل: مخارج گاز طبیعی، مخارج برق و مخارج بنزین خانوار)

$\ln E_{it}$  = لگاریتم سرانه مخارج واقعی انرژی خانوارهای شهری در استان  $t$ ام در زمان  $t$ ام (شامل: مخارج بنزین خانوار)

$\ln IDI_{it}$  = لگاریتم شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات در استان  $t$ ام در زمان  $t$ ام

$\ln Y_{it}$  = لگاریتم درآمد واقعی سرانه در استان  $t$ ام در زمان  $t$ ام

$\ln T_{it}$  = لگاریتم نسبت متوسط دما به جمعیت در استان  $t$ ام در زمان  $t$ ام

لازم به ذکر است که در تمامی مدل‌ها تاثیرات قیمت و جمعیت منظور شده است چرا که داده‌ها سرانه و واقعی هستند.

#### ۳.۲. آزمون‌های تشخیص

در داده‌های پانل، قبل از اقدام به برآورد الگو، باید تشخیص دهیم که کدامیک از مدل‌های  $\text{Pooling data}$  و یا  $\text{Panel data}$  برای برآورد و استنتاجات آماری مناسب می‌باشد.

در این بخش در نظر است با توجه به مبانی نظری و نیز مطالعات موجود نسبت به معرفی مدل مبنای برآوردها اقدام و متعاقبا نسبت به انجام آزمون‌های تشخیصی (چاو، هاسمن و...) اقدام گردد. بدین منظور با توجه به مبانی نظری تابع تقاضای انرژی و نیز مطالعات تجربی صورت گرفته در این رابطه همچون صلاح الدین و عالم [۲۰]، سادرسکی [۱۴]، ایشیدا [۱۳]، بهمنی و همکاران [۱۱] و... می‌توان مدل مبنای برآوردهای مطالعه حاضر را به شرح زیر پیشنهاد نمود.

$$EE = F(ICT, Y, P, T, POP) \quad (1)$$

$$\ln E = B_0 + B_1 \ln ICT + B_2 \ln Y + B_3 \ln P + B_4 \ln POP + U \quad (2)$$

متغیرهای به کار رفته در این مطالعه در مدل مربوط به مخارج انرژی عبارتند از:  $EE$  مخارج مصرف انرژی به عنوان متغیر وابسته (شامل: مخارج گاز طبیعی، مخارج برق و مخارج بنزین خانوار)،  $Y$  تولید ناخالص داخلی،  $ICT$  فناوری اطلاعات و ارتباطات،  $POP$  جمعیت،  $P$  قیمت،  $T$  متوسط دما به عنوان متغیرهای مستقل.

طبق مبانی نظری و تجربی مدل‌های ضمنی برای برآورد مخارج انرژی خانوار به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود.

زیر نشان می دهد که باید از اثرات ثابت در مدل استفاده کرد.

جدول ۲. نتایج آزمون هاسمن

مدل	متغیر وابسته	متغیرهای مستقل	آماره $\chi^2$	Prob
۱	LEe <sub>1</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI	۷,۰۷	۰,۰۲۹
۲	LEe <sub>2</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI	۱۱۹۰,۳۶	۰,۰۰۰
۳	LEe <sub>1</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI,LT	۹,۱۴	۰,۰۲۷
۴	LEe <sub>2</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI,LT	۲۴۰,۳۰	۰,۰۰۰

### ۳.۲.۳. آزمون ناهمسانی واریانس

در این آزمون فرض صفر همسانی واریانس و فرض مخالف ناهمسانی واریانس می باشد. معنی داری آماره آزمون در جدول ۳ نشان می دهد که واریانس اجزا اخلال همسان نیست و ناهمسانی واریانس وجود دارد.

جدول ۳. نتایج آزمون ناهمسانی واریانس

مدل	متغیر وابسته	متغیرهای مستقل	آماره $\chi^2$	Prob
۱	LEe <sub>1</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI	۲۹۵,۵۲	۰,۰۰۰
۲	LEe <sub>2</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI	۱۲۵,۷۱	۰,۰۰۰
۳	LEe <sub>1</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI,LT	۳۱۸,۹۵	۰,۰۰۰
۴	LEe <sub>2</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI,LT	۱۳۱,۰۹	۰,۰۰۰

### ۳.۲.۴. آزمون خود همبستگی اجزاء اخلال

در این آزمون فرضیه صفر بیانگر عدم وجود خود همبستگی بین اجزا اخلال است. معنی داری آماره آزمون در جدول ۴ برای مدل ۱ تا ۴، نشان می دهد که اجزا اخلال دارای خود همبستگی می باشند.

بنابراین در مرحله اول آزمون F را برای بررسی وجود و یا عدم وجود عرض از مبدأ جداگانه برای هر یک از مقاطع انجام می دهیم. در مرحله دوم برای آزمون اینکه معادلات باید با استفاده از حالت اثرات ثابت و یا تصادفی برآورد گردند از آزمون هاسمن استفاده می گردد

### ۳.۲.۱. آزمون F (برابری عرض از مبداها)

پس از اطمینان از مانا بودن متغیرها، در مرحله بعد با استفاده از آزمون چاو نوع داده های تلفیقی یا پنل موجود در تحقیق مشخص می گردد. نتایج آزمون چاو فرض تحقیق نشان می دهد که فرضیه صفر یعنی داده های تلفیقی رد و داده های پنل تایید می شود.

جدول ۱. نتایج آزمون F

مدل	متغیر وابسته	متغیرهای مستقل	آماره F	Prob
۱	LEe <sub>1</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI	۶۴,۱۹	۰,۰۰۰
۲	LEe <sub>2</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI	۳,۵۲	۰,۰۰۰
۳	LEe <sub>1</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI,L T	۶۰,۷۴	۰,۰۰۰
۴	LEe <sub>2</sub>	LY <sub>1</sub> ,LIDI,L T	۳,۰۶	۰,۰۰۰

### ۳.۲.۳. آزمون هاسمن (انتخاب بین اثرات ثابت و تصادفی)

در مرحله دوم برای آزمون اینکه معادلات باید با استفاده از حالت اثرات ثابت و یا تصادفی برآورد گردند از آزمون هاسمن استفاده می گردد. در صورتی که فرضیه H<sub>0</sub> رد گردد باید از روش اثرات ثابت استفاده نمود و اگر این فرضیه پذیرفته شود روش اثرات تصادفی ملاک تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. نتایج آزمون هاسمن در جدول



جدول ۴. نتایج آزمون خود همبستگی اجزاء اخلاص

مدل	متغیر وابسته	متغیرهای مستقل	آماره F	Prob
۱	LEe <sub>۱</sub>	LY <sub>۱</sub> , LIDI	۱۶۸,۳۸۷	۰,۰
۲	LEe <sub>۲</sub>	LY <sub>۱</sub> , LIDI	۱۶۰,۵۵۱	۰,۰
۳	LEe <sub>۱</sub>	LY <sub>۱</sub> , LIDI, LT	۱۸۸,۲۰۲	۰,۰
۴	LEe <sub>۲</sub>	LY <sub>۱</sub> , LIDI, LT	۳۳۳,۹۶۵	۰,۰

جدول ۶. نتایج حاصل از برآورد مدل ۲ متغیر وابسته LEe<sub>۲</sub>

متغیر	ضرایب	prob
LY	۰,۴۲	۰,۵۱۱
LIDI	۱,۵۳۲	۰,۰۰۰

جدول ۷. نتایج حاصل از برآورد مدل ۳ متغیر وابسته LEe<sub>۱</sub>

متغیر	ضرایب	prob
LY	-۰,۲۶۱	۰,۱۱۶
LIDI	۰,۴۸۳	۰,۰۰۰
LT	-۰,۲۴۶	۰,۰۳۲

جدول ۸. نتایج حاصل از برآورد مدل ۴ متغیر وابسته LEe<sub>۲</sub>

متغیر	ضرایب	prob
LY	۱,۰۳۹	۰,۰۰۰
LIDI	-۰,۰۰۰	۰,۹۹۳
LT	۱,۴۲۴	۰,۰۰۰

در مدل اول با توجه به نتایج تخمین، برای دوره زمانی مورد بررسی مخارج انرژی دارای کشش درآمدی مثبت و معنادار است و ضرایب آن برابر با ۰,۴۷ می باشد، به این معنی که با یک درصد افزایش در درآمد سرانه واقعی مخارج سرانه انرژی کمتر از یک درصد افزایش می یابد. مثبت بودن این ضریب بیانگر این است که با رشد اقتصادی و بهبود استانداردهای زندگی، مردم تمایل دارند برای به دست آوردن زندگی با کیفیت بالاتر و راحت تر،

۴. نتایج حاصل از برآورد مدل به روش GLS

با توجه به اینکه مدل‌ها دارای ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی هستند، برای رفع این دو مشکل و برآورد دقیق مدل از روش GLS استفاده شده است. حاصل برآورد مدل به روش حداقل مربعات تعمیم یافته در جداول گزارش شده است.

۴.۱. مدل‌های مربوط به اثر فاوا بر مخارج انرژی

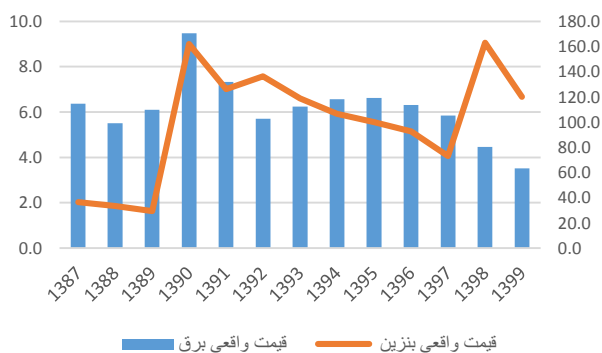
در مدل‌های مخارج انرژی مدل‌های دیگر از جمله مدل‌های بنزین و برق به صورت جداگانه، مدل‌های با متغیر متوسط دما و بعد خانوار و ... برآورد شدند اما ضرایب آن‌ها معنادار نشدند که چند مورد از آنها به صورت نمونه در این مطالعه آورده شده اند. با توجه به جداول زیر تنها مدلی که تمامی متغیرها در آن معنادار شده اند و می‌توان در مورد آن اظهار نظر کرد مدل ۱ است که در ادامه مورد تحلیل قرار می گیرد.

جدول ۵. نتایج حاصل از برآورد مدل ۱ متغیر وابسته LEe<sub>۱</sub>

متغیر	ضرایب	prob
LY	۰,۴۷۷	۰,۰۰۰
LIDI	-۰,۲۵۱	۰,۰۲۵



گردید که حالت‌های مختلف و برآوردهای مدل با ترکیب نسبتاً کاملی از متغیرهای موثر بر مخارج انرژی طبق جداول ۶ تا ۸ اثر معنی‌داری و قابل قبولی نداشتند، تنها در حالتی که مدل به صورت جدول ۵ برآورد گردید این رابطه دیده شد. لذا به نظر می‌رسد نمی‌توان با اطمینان و با قاطعیت نسبت به وجود اثر کاهنده گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مخارج انرژی خانوارهای ایرانی قضاوت نمود. در علت یابی این موضوع (همانگونه که پیشتر مطرح شد) می‌توان به ساختار یارانه‌ای حاکم بر قیمت انرژی در مصارف خانگی و در نتیجه سهم نسبتاً پایین هزینه مصرف انرژی در مجموع مخارج مصرفی خانوار، نبود فرهنگ صحیح مصرف و استفاده از تجهیزات خانگی با راندمان پایین در مصرف انرژی و ضروری بودن کالای انرژی در سبد مصرفی خانوار اشاره نمود. بگونه‌ای که باعث شده اند اثر فاوا بر مخارج انرژی خانوارهای ایرانی چندان معنی‌دار ظاهر نگردد. بدیهی است یافته‌های این تحقیق در قالب اثرات درآمدی و جایگزینی در ادبیات اقتصاد خرد نیز قابل تحلیل می‌باشند. در ادامه جهت تبیین بهتر این نتیجه تلاش می‌گردد به پاره‌ای از واقعیت‌های آماری کشور در این رابطه اشاره گردد. بدین منظور در نمودار ۲ نوسانات قیمت واقعی بنزین و برق که با استفاده از شاخص قیمت کالاهای مصرفی در نقاط شهری (۱۰۰=۱۳۹۵) محاسبه گردیده به نمایش گذاشته شده است.



نمودار ۲. مقایسه نوسانات قیمت واقعی بنزین و برق مصرف خانوارهای ایرانی

بدلایی چون کاهش مبادلات فیزیکی و انتقال بخشی از تعاملات به فضای مجازی، افزایش کارایی ابزارهای مصرف کننده انرژی و ... انتظار بر آن است که مصرف انرژی از محل افزایش ضریب نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات کاهش یافته باشد. یکی از این بخشهای مصرف انرژی، بخش خانگی است که در مباحث اقتصادی در قالب هزینه های مصرفی خانوار در بخش انرژی خود را نشان می دهد و انتظار بر آن است که گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات توانسته باشد اثر کاهنده ای بر این بخش از مخارج خانوار داشته باشد. بررسی این موضوع در دستور کار مطالعه حاضر قرار داشت. اهمیت این موضوع زمانی هر چه بیشتر مشخص می گردد که به این نکته توجه شود که یکی از اقدامات اساسی جهت دستیابی به توسعه پایدار در کشورها، بهینه سازی و اصلاح ساختارهای انرژی است، با توجه به اینکه بخش خانگی یکی از بخش های اصلی مصرف کننده ی انرژی است. لذا یکی از رویکردهای موثر در کاهش و مدیریت مخارج انرژی خانوارها می تواند بهره گیری از قابلیت های فناوری اطلاعات و ارتباطات باشد. پیچیدگی بحث فوق زمانی درک می گردد که به این واقعیت توجه شود که تقاضای (مصرف) انرژی در بخش خانگی حتی در بلند مدت نسبت به قیمت کاهش ناپذیر است که این مطلب نشان دهنده ضروری بودن کالای انرژی در سبد مصرفی خانوارها است و همچنین برای جانشینی در مصرف انواع حامل‌های انرژی از جمله برق و گاز طبیعی برای خانوارها محدودیت وجود دارد که دلیل این امر نیز متفاوت بودن فناوری های کاربرد برق، گاز طبیعی و دیگر حامل‌های انرژی در تجهیزات بخش خانگی است. حتی چنانچه این جانشینی به لحاظ فنی نیز امکان پذیر باشد با توجه به ساختار یارانه ای حاکم بر قیمت حامل‌های انرژی برای مصرف کنندگان به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست [۹].

جهت پاسخگویی به سؤال اصلی تحقیق ضمن بررسی مبانی نظری و تجربی موضوع و استخراج یک الگوی اقتصادسنجی پایه و برآورد آن در حالت‌های مختلف مشاهده

است در مناطق روستایی نیز این موضوع چندان متفاوت نمی باشد. چراکه متوسط سهم هزینه برق در سبد مصرفی خانوارهای روستایی ایران نیز حدوداً ۲ درصد و بنزین حدوداً ۲/۱ درصد می باشند. با در نظر گرفتن چنین فضایی در ساختار قیمتی و الگوی مصرفی انرژی است که مشاهده می شود طی سالهای اخیر شدت مصرف نهایی انرژی در کشور در محدوده عددی ۰/۱۸ در نوسان بوده و بهبود محسوسی نداشته است و شاخص بهره وری انرژی نیز (علی رغم اقدامات اصلاحی متعددی که در کشور صورت گرفته است) نوساناتی داشته اما بهبود محسوسی نداشته است.

لذا به نظر می رسد با توجه به اینکه ساختار حاکم بر عرضه و تقاضای انرژی در کشور به دور از قانونمندی های حاکم بر مکانیزم بازار در جریان می باشد. عملاً فاوا امکان اثرگذاری بر مصرف و مخارج خانوارها در قالب سازوکارهای اقتصادی را پیدا نکرده است. حال آنکه این اثر در بسیاری از حوزه های دیگر مثلاً اثر کاهشی فاوا بر مخارج خانوارها در حوزه سلامت تایید شده است [۲۷].

## مراجع

۱. س. کریمزادگان، و پ. سلاطین "تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اقتصاد سلامت." مدل سازی اقتصادی ۳۷(۱۱): ۱۲۹-۱۴۷، (۲۰۱۷).
۲. ع. قاسمی، و م. پورردبیل "بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل و نقل." پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران ۴(۱۳): ۱۶۹-۱۹۰ (۲۰۱۵).
۳. س. محمدزاده، ا. ح. مزینی، و ع. عساری آرانی، بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات ICT بر مصرف انرژی در ایران (مطالعه موردی بخش حمل و نقل). کارشناسی ارشد، تربیت مدرس (۲۰۱۴).
۴. ک. سهیلی، "الگوهای تقاضا و تحلیل دینامیک تقاضای انرژی در ایران (۲۰۰۷).
۵. ن. سعیدی، " تخمین تابع تقاضای گازوئیل در بخش حمل و نقل ریلی کشور." فناوری حمل و نقل ۱۷: ۱-۱۰ (۲۰۱۱).

همانگونه که ملاحظه می شود علی رغم افزایش سالانه قیمت (اسمی) برق مصرفی خانوارها در کشور طی سالهای اخیر، بدلیل فضای تورمی حاکم بر کشور بویژه طی سالهای اخیر قیمت واقعی برق کاملاً نوسانی و تقریباً کاهشی بوده است. از سوی دیگر بنزین قرار دارد که به عنوان یکی از مهمترین حاملهای انرژی در کشور مطرح می باشد. نکته ای که در خصوص بنزین باید به آن اشاره شود وجود دو شکست ساختاری در روند قیمت آن می باشد که اولی ناشی از افزایش شدید قیمتها از محل هدفمندی یارانه ها در نیمه دوم سال ۱۳۸۹ به وقوع پیوست و خود را در نمودار فوق در سال ۱۳۹۰ نشان داده است. دیگری مربوط به افزایش قیمت بنزین آزاد و برقراری سهمیه بندی است که خود را در سال ۱۳۹۸ نشان داده است. جدای از این دو شکست ساختاری در سری زمانی قیمت بنزین، تقریباً در بقیه دوره های زمانی روند قیمت واقعی بنزین کاهنده بوده است. جریان کاهنده قیمت حاملهای انرژی در شرایط تورمی حاکم بر کشور حکایت از آن دارد که مقوله قیمت از منظر تخصیص منابع هیچ انگیزه ای برای کاهش مصرف ایجاد نمی نماید و چه بسا روند کاهشی آن می توانسته تحریک کننده جریان (فزاینده) مصرف انرژی در کشور بوده باشد. لذا بنظر می رسد، همانگونه که نتایج مدل برآورد شده در سطح داده های استانی نیز نشان می دهد، محرکهای کاهش مصرف انرژی در کشور همچون افزایش ضریب نفوذ فاوا نتوانند به اثر قیمتی در مصرف انرژی غلبه نموده و عملاً از منظر اقتصاد خرد اثر جاننشینی میان انتقال فعالیتها از محیط فیزیکی به فضای مجازی بصورت معنی دار ظاهر نشود. حال چنانچه این واقعیت را با آمارهای حوزه انرژی نیز تحلیل نماییم منطقی بودن این استدلال هرچه بیشتر مشخص می شود. مثلاً اینکه اساساً سهم هزینه برق در سبد مصرفی خانوارهای شهری ایران در دهکهای مختلف بطور متوسط حدوداً ۱/۳ درصد و در بنزین ۱/۸ درصد می باشند که به نسبت بسیار ناچیز بنظر می رسند. بگونه ای که عملاً خانوارها در مقایسه با سایر منابع هزینه انگیزه ای برای تعدیل آنها ندارند. لازم به ذکر

۱۶. ن. باقری، ب. رسولی پشته "ارائه مدل تأثیر سرمایه‌گذاری‌های فناوری اطلاعات بر رضایت مشتری در سازمان‌ها با استفاده از مدل‌یابی معادلات ساختاری و تحلیل مسیر." فصلنامه فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران ۵(۱۵): ۱۹-۳۰.
۱۷. م. حیدری، ح. صدیقی "واکاوی وضعیت موجود فناوری اطلاعات و ارتباطات روستایی در کشور (کاربرد روش دلفای)." فصلنامه فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران ۶(۱۹): ۲۹-۴۰.
۱۸. س. رزم‌خواه، س. بیشک، و ج. حقیقت بررسی تأثیر استفاده از اینترنت و رشد اقتصادی روی مصرف برق در ایران. کارشناسی ارشد، تبریز(۲۰۱۶).
۱۹. م. محمودزاده، ح. شاه بیگی "آثار فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی در کشورهای در حال توسعه" (۲۰۱۲).
۲۰. ع. کرامتی، ا. گلخندان و م. خوانساری، "تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات مصرف انرژی در ایران" تحقیقات توسعه اقتصاد: ۱۰۳-۱۲۶. (۲۰۱۴).
۲۱. M. Martiskainen, and J. Coburn "The role of information and communication technologies (ICTs) in household energy consumption—prospects for the UK." Energy Efficiency ۴(۲): ۲۰۹-۲۲۱. (۲۰۱۱).
۲۲. M. Salahuddin, and K. Alam "Information and Communication Technology, electricity consumption and economic growth in OECD countries: A panel data analysis." International Journal of Electrical Power & Energy Systems ۷۶: ۱۸۵-۱۹۳. (۲۰۱۶).
۲۳. F. Collard, P. Fève and F. Portier "Electricity consumption and ICT in the French service sector." Energy Economics ۲۷(۳): ۵۴۱-۵۵۰. (۲۰۰۵).
۲۴. S. Lange, J. Pohl and T. Santarius "Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand?" Ecological Economics ۱۷۶: ۱۰۶۷۶۰. (۲۰۲۰).
۲۵. A. Usman, I. Ozturk, A. Hassan, S. M. Zafar and S. Ullah "The effect of ICT on
۶. ا. اکبری نعمت، ه. طالبی، و ا. جلائی "بررسی عوامل اجتماعی و فرهنگی موثر بر مصرف انرژی خانوار پس از اجرای قانون هدفمندسازی یارانه‌ها (مطالعه موردی: شهر اصفهان)" (۲۰۱۴).
۷. م. صادقی شاهدانی، و م. خوشخوی "تحلیل منابع و نهادهای اجتماعی موثر بر بهبود رفتار مصرفی خانوار شهری (مطالعه موردی: رفتار مصرفی انرژی)" (۲۰۱۴).
۸. م. فطرس، و ج. براتی "تجزیه انتشار دی اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی به بخش‌های اقتصادی ایران، یک تحلیل تجزیه شاخص" (۲۰۱۱).
۹. ا. جلائی، م. بختیار، و ا. اکبری نعمت "تحلیل فضایی تأثیر قانون هدفمندسازی یارانه‌ها بر مصرف انرژی خانوار" (۲۰۱۸).
۱۰. م. حشمت‌پور، ع. عساری آرانی، و ح. صادقی بررسی بر مصرف برق در کشورهای منتخب (ICT) اثر سرمایه‌گذاری فن آوری اطلاعات و ارتباطات. کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس(۲۰۱۱).
۱۱. م. بهمنی، ا. جمشیدنژاد، و م. ص. انصاریلاری "بررسی عوامل موثر بر مصرف انرژی بخش خانگی استان‌های کشور." فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی ۱۰(۴۲): ۱۶۱-۱۸۱(۲۰۱۴).
۱۲. A. Kramers, M. Höjer, N. Lövehagen, and J. Wangel "Smart sustainable cities—Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities." Environmental modelling & software ۵۶: ۵۲-۶۲(۲۰۱۴).
۱۳. H. Ishida, "The effect of ICT development on economic growth and energy consumption in Japan." Telematics and Informatics ۳۲(۱): ۷۹-۸۸. (۲۰۱۵).
۱۴. P. Sadorsky "Information communication technology and electricity consumption in emerging economies." Energy Policy ۴۸: ۱۳۰-۱۳۶. (۲۰۱۲).
۱۵. ح. صادقی، م. ذوالفقاری، و م. حیدری زاده "تخمین تابع تقاضای بنزین در بخش حمل و نقل با استفاده از الگوریتم ژنتیک" (۲۰۰۹).

۲۷. ا. حسین‌زاده، ا. ح. مزینی و ع. ناصری اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مخارج سلامت و انرژی خانوار در ایران (رویکرد استانی). کارشناسی ارشد، تربیت مدرس (۲۰۲۰).

energy consumption and economic growth in South Asian economies: an empirical analysis." *Telematics and Informatics* ۵۸: ۱۰۱۵۳۷. (۲۰۲۱).

۲۶. ا. قلی‌زاده و ا. ج. براتی "تحلیل عوامل موثر بر مصرف انرژی خانگی و برق مصرفی خانوار در ایران: با تاکید بر بهره‌وری انرژی" (۲۰۱۲).

الهام حسین زاده و ... دو فصلنامه فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران، سال سیزدهم، شماره‌های ۴۹ و ۵۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، صفحه ۱ الی ۱۲