بررسی تأثیر سرمایه نامشهود و مؤلفه‌های آن بر شدت انرژی صنایع کارخانه-ای ایران

سعیده انصاری *
رضا روشن **
هادی کشاورز ***
DOI: 10.22096/esp.2022.522555.1463

[تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۴/۱۲]

چکیده

هدف اصلی این مقاله بررسی تأثیر سرمایه نامشهود و مؤلفه‌های آن شامل سرمایه تحقیق و توسعه، سرمایه آموزش و سرمایه نرم‌افزارهای کامپیوتری، بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران است. یافته‌ها گویای آن است که متغیرهای استفاده‌شده در پژوهش حاضر نامانا ولی همجمع‌اند که بیانگر وجود رابطه بلندمدت بین آنها است. ضرایب بلندمدت مدل‌های تخمینی پژوهش که با استفاده از روش حداقل مربعات پویا در داده‌های ترکیبی برآورد شده، نشان می‌دهند که سرمایه نامشهود بر شدت انرژی بخش صنعت ایران تأثیر منفی داشته، و افزایش سرمایهٔ نامشهود باعث کاهش شدت انرژی صنایع کارخانه‌ای ایران شده است. همچنین، ضریب تأثیرگذاری متغیر موجودی سرمایه نرم‌افزارهای کامپیوتری، سرمایه آموزش و موجودی سرمایه تحقیق و توسعه بر شدت انرژی صنایع کارخانه‌ای ایران به ترتیب ۰/۰۳/۱۴- و ۰/۰۸- است. همچنین، یافته‌ها گویای آن است که تکنولوژی بر شدت مصرف انرژی با ضریب ۰/۳۵- تأثیر منفی داشته است. با افزایش هزینهٔ تعمیرات ماشین‌آلات به فروش، شدت انرژی در صنایع ایران افزایش یافته، درحالی‌که افزایش در ارزش افزوده بخش صنعت، باعث کاهش شدت انرژی این بخش شده است.

---

* کارشناسی‌ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران.
Email:saiedeh.ansari69s@gmail.com
** دانشیار اقتصاد، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران. «نویسنده مسئول»
Email: re.roshan@pgu.ac.ir
*** استادیار اقتصاد، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران.
Email: hd.keshavarz@pgu.ac.ir

واژگان کلیدی: سرمایه نامشهود؛ شدت انرژی؛ بخش صنعت ایران؛ همجمعی در داده‌های ترکیبی.
طبقه‌بندی JEL: Q43, L60, E22,C33

۱. مقدمه

امروزه انرژی نقش مهمی در تحولات اقتصادی ایفا می‌کند؛ به‌طوری‌که فعالیت‌های گوناگون در عرصه‌های مختلف به انرژی وابسته است. رشد سریع جمعیت، ارتباط مصرف انرژی با رشد اقتصادی، صنعتی‌ترشدن و وابستگی روزافزون جوامع به منابع انرژی منجر به افزایش مصرف انرژی در دهه‌های اخیر شده است و انتظار می‌رود در طی دهه‌های آینده نیز با توجه به افزایش جمعیت این روند ادامه داشته باشد. ادامه روند کنونی مصرف انرژی افزون بر پیامدهای نامطلوب اقتصادی آثار مخرب زیست‌محیطی مانند انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین نیز داشته باشد. بنابراین با توجه به آثار اقتصادی و زیست‌محیطی مصرف بی‌رویه انرژی و هم‌چنین محدودیت منابع انرژی، همهٔ کشورها به دنبال راهکارهایی برای حفظ این منابع و کاهش مصرف انرژی هستند. سرانه مصرف انرژی در ایران ۲/۱ برابر متوسط مصرف نهایی جهانی است.[۱] بالابودن مصرف انرژی در بخش‌های اقتصادی ایران افزون بر کاهش منابع انرژی باعث کندشدن روند توسعه ایران شده است و از این طریق هزینه‌های گزافی بر اقتصاد ایران تحمیل می‌شود. مصرف انرژی در بخش صنعت به دلیل سطح پایین فناوری، فرسوده بودن ماشین‌آلات، قدیمی بودن فرآیندهای تولید و عدم توجه به فعالیت‌های تحقیقاتی و پژوهشی بر اساس اطلاعات

---

۱. محمد علی شفیع‌زاده و همکاران، *ترازنامه انرژی* (تهران: معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی، ۱۳۹۷)، ۱۱.

ترازنامه انرژی بیش از متوسط مصرف جهانی است.[۲] بنابراین توجه به برنامه‌هایی که بر کاهش مصرف انرژی ضمن افزایش بهره‌وری در این بخش تأکید دارند ضرورت می‌یابد. کشورها یا از طریق سازوکارهای نظارتی و یا تغیر فناوری به دنبال کاهش مصرف انرژی می‌باشند. در این میان تغییرات فناوری طی سال‌های اخیر منجر به کاهش قابل‌توجه مصرف انرژی شده است. این ارتباط تا حد زیادی ناشی از تغییر ترکیب صنعتی اقتصاد است. حرکت از انقلاب صنعتی به سمت اقتصاد دانش‌بنیان باعث تغییر در ترکیب صنعتی کشورها پیشرفته شده است به‌طوری‌که استفاده از سرمایه‌های مشهود مانند ماشین‌آلات که نیروی کلیدی انقلاب صنعتی محسوب می‌شود کاهش‌یافته و نقش بیشتری برای انواع منابع نامشهود به عنوان منابع اصلی رشد و افزایش بهره‌وری قائل هستند. در این نوع اقتصاد، دانش موجب نوآوری‌های مستمر و نوآوری‌های مستمر زمینه دست‌یابی به فناوری پیشرفته‌تر را فراهم می‌کند. بنابراین در اقتصاد دانش‌بنیان، فناوری با سرعت بیشتری تغییر پیدا می‌کند که منجر به افزایش بهره‌وری خواهد شد. پس می‌توان گفت که افزایش یا شدت سرمایه‌های نامشهود به احتمال زیاد با تغییرات شدت انرژی ارتباط خواهد داشت.

شایان ذکر است که اکثر مطالعات خارجی به بررسی تأثیر سرمایه‌های نامشهود بر بهره‌وری و رشد اقتصادی پرداخته‌اند؛ که جمع‌بندی پیشینه مطالعات فوق حاکی از آن است که افزایش سرمایه‌گذاری در سرمایه نامشهود ارتباط مستقیمی با افزایش بهره‌وری داشته است. پیشینه مطالعات صورت گرفته در زمینه تأثیرگذاری سرمایه نامشهود بر شدت انرژی مبین این است که تنها مطالعات خارجی اندکی به این موضوع پرداخته‌اند و مطالعه داخلی با این عنوان صورت نگرفته است. می‌توان بیان داشت که نوآوری پژوهش حاضر این است که در این پژوهش، علاوه بر بررسی اثر مجموع مؤلفه‌های سرمایه نامشهود بر شدت انرژی، در مدلی دیگر اثر هر یک از این مؤلفه‌ها را به صورت مستقل بر شدت انرژی صنایع ایران بررسی می‌کنیم.

بنابراین در این پژوهش به دنبال تأثیر برخی از مؤلفه‌های سرمایه نامشهود بر شدت انرژی صنایع کارخانه‌ای ایران هستیم تا پس از برآوردهای مورد نظر، به این نتیجه برسیم که

---

۲. شفیع‌زاده و همکاران، *ترازنامه انرژی*، ۱۱.

هریک از این مؤلفه بر شدت مصرف انرژی صنایع کشور به چه میزان و در چه جهتی تأثیر می‌گذارند. بدین منظور مقاله حاضر در پنج بخش سازمان‌دهی شده است. پس از مقدمه، بخش دوم به ادبیات موضوع و همچنین مرور اجمالی بر برخی مطالعات پیشین مرتبط با موضوع مقاله می‌پردازد. بخش سوم به توصیف داده‌ها، روش تحقیق و همچنین نحوه محاسبه سرمایه نامشهود اختصاص دارد. در بخش چهارم به برآورد مدل و تحلیل نتایج پرداخته شده است. در نهایت در بخش پایانی جمع‌بندی و پیشنهادها ارائه می‌شود.

۲. چارچوب نظری و پیشینه تحقیق

امروزه دانش و سرمایه‌های فکری عامل اصلی نوآوری است که در بسیاری از کشورها منجر به افزایش رشد، اشتغال و رقابت شده است. در دهه‌های اخیر تلاش گسترده‌ای در زمینه اینکه تعریف جامع و درستی از آنچه عوامل نامشهود نامیده می‌شود و هم‌چنین نقش آن‌ها در فرایند تولید در سطح کلان و خرد، صورت گرفته است. هم‌زمان با انقلاب فناوری اطلاعات و توسعه سریع فناوری اطلاعات از دهۀ ۱۹۹۰ الگوهای رشد اقتصادی دچار تغییرات اساسی شده و در نتیجه عامل دانش به مثابه مهم‌ترین سرمایه، جایگزین سرمایه‌های مالی و فیزیکی در اقتصاد جهانی شده است. بر اساس مدل‌های رشد اقتصاد سنتی عواملی مانند رشد نیروی کار و سرمایه‌های فیزیکی بر رشد و بهره‌وری عوامل تولید مؤثر است؛ اما در مدل‌های رشد اقتصادی جدید، نقش تغییرات تکنولوژیک بسیار مهم بوده و اهمیتی به مراتب بیشتر از انباشت سرمایه فیزیکی دارد.

نظریه تولید سنتی که بیان می‌کند تولید متکی بر نیروی کار و سرمایه است به مدت طولانی مورد تأیید اکثر اقتصاددانان بوده است. اما در سال‌های اخیر افزایش قابل‌توجهی در میزان خروجی‌ها و بهره‌وری عوامل تولید در اقتصاد جهانی رخ داده است که به‌طور فزاینده به سرمایه‌های غیرفیزیکی متکی است. بنابراین اهمیت به‌کارگیری یک ورودی جدید در فرایند رشد اقتصادی پایدار به‌تدریج نمایان شد. گنجاندن یک ورودی جدید (سرمایه نامشهود) در مدل‌سازی فعالیت‌های اقتصادی مدرن، درواقع انقلابی در زمینه مطالعه سرمایه‌های نامشهود و تأثیر آن بر رشد اقتصادی و بهره‌وری است. این انقلاب خواستار پاسخ‌گویی به این سؤال بود که آیا هزینه‌های نامشهود در طبقه سرمایه قرار می‌گیرد یا

به‌عنوان کالاهای واسطه‌ای قلمداد خواهد شد؟ زمانی که دارایی‌ها نامشهود به‌عنوان سرمایه در نظر گرفته می‌شود، مدل متفاوتی از توابع تولید نسبت به زمانی که دارایی‌های نامشهود به عنوان کالای واسطه‌ای در نظرگرفته شود، حاصل خواهد شد؛ به‌طوری‌که سرمایهٔ نامشهود به‌عنوان یک موجودی تجمعی در توابع تولید سایر کالاها وارد خواهد شد و نرخ اجاره سرمایه نامشهود یک منبع درآمدی به حساب می‌آید که این منبع درآمدی در فرمی که در آن سرمایه نامشهود به‌عنوان کالاهای واسطه‌ای در نظر گرفته می‌شود نادیده گرفته می‌شود. مفهوم GDP[3] در این حالت نسبت به حالت قبلی مفهوم گسترده‌تر و اندازه بزرگ‌تری خواهد داشت. بنابراین درنظرگرفتن این دارایی‌ها به عنوان سرمایه باعث افزایش رشد اقتصادی و درآمد ملی خواهد شد. با درنظرگرفتن اصول این نظریه، هرگونه کاهش در مصرف دوره فعلی که منجر به افزایش مصرف دوره آتی گردد به عنوان سرمایه‌گذاری در نظر گرفته می‌شود. این اصل علاوه بر هزینه‌هایی که بر روی کالاهای مشهود مانند تجهیزات و کارخانجات صورت می‌گیرد، در مورد هزینه‌هایی که با هدف افزایش ارزش شرکت و بهبود محصولات انجام می‌گیرد از جمله توسعه سرمایه انسانی و هزینه تحقیق و توسعه نیز کاربرد دارد و باید همانند سرمایه‌های مشهود در حساب‌های ملی گنجانده شوند.[4]

۱-۲. طبقه‌بندی سرمایه‌های نامشهود

بر اساس استاندارد شماره ۳۸ حسابداری بین‌المللی، دارایی نامشهود یک دارایی غیرپولی، قابل شناسایی و فاقد وجود فیزیکی است که برای استفاده در تولید، عرضه کالا و خدمات، اجاره به سایرین یا برای مقاصد اداری نگهداری می‌شود. استاندارد شماره ۱۷ حسابداری ایران نیز دارایی‌های نامشهود را به‌عنوان یک دارایی قابل‌تشخیص و فاقد ماهیت عینی تعریف کرده است. برای اینکه این دارایی‌ها قابل شناسایی گردند، باید دارای دو ویژگی باشند: ۱. جداشدنی باشند؛ بدان معنا که بتوان آن را به منظور فروش، انتقال، اجاره یا مبادله

---

3. Gross Domestic Product.

4- Chun H. and Nadiri M., "Intangible Investment and Changing Sources of Growth in Korea," *The Japanese Economic Review 67*, no. 1 (Winter 2015): 50-53, https://dx.doi.org/10.1111/jere.12079.

از واحد تجاری جدا کرد. ۲. از حقوق قرارداد یا سایر حقوق قانونی ناشی شود. یک‌قلم علاوه بر مطابقت با تعریف دارایی زمانی به عنوان دارایی نامشهود شناسایی می‌شود که: ۱. جریان منافع اقتصادی آتی دارایی به درون واحد تجاری باشد. ۲. بهای تمام‌شده دارایی به‌گونه‌ای اتکاپذیر قابل‌اندازه‌گیری باشد.[۵] پس از برآورد جامع از سرمایه‌های نامشهود، این نوع سرمایه‌ها را در سه طبقه اصلی اطلاعات کامپیوتری، اموال نوآورانه و شایستگی‌های اقتصادی دسته‌بندی کرده‌اند.[۶]

۲-۲. رابطه میان سرمایه نامشهود و شدت انرژی

بر اساس مطالعات صورت گرفته سرمایه نامشهود نقش عمده‌ای در افزایش رشد اقتصادی و بهره‌وری ایفا می‌کند. با توجه به این واقعیت که سرمایه نامشهود عامل کلیدی در افزایش بهره‌وری است تابع تولید به صورت (۱) در نظر گرفته می‌شود.

$$Y_{it} = A_{it}(IC_{it}، \sigma_{it}) F_i(L_{it}، K_{it}، E_{it}) \qquad (۱)$$

که $A_{it}(IC_{it}، \sigma_{it})$ بهره‌وری صنعت i ام در زمان t که تابعی است از سرمایه‌های نامشهود IC_{it} و سایر عوامل اثرگذار بر روی بهره‌وری که با σ_{it} نشان داده می‌شود L، K و E به ترتیب نشان‌دهندهٔ ورودی نیروی کار، ورودی سرمایه فیزیکی (مشهود) و ورودی انرژی صنعت i در زمان t است. همچنین فرض می‌شود که:

$$\frac{\partial A_{it}(IC_{it}، \sigma_{it})}{\partial IC_{it}} > 0 \qquad (۲)$$

این رابطه نشان می‌دهد که سرمایه‌های نامشهود قادر هستند بهره‌وری شرکت‌ها را افزایش دهند. بنابراین رابطه بین شدت انرژی و سرمایه‌های نامشهود به‌صورت (۳) نشان داده می‌شود:

---

۵. ایرج نوروش و دیگران، *حسابداری میانه ۱ بر اساس استانداردهای حسابداری ایران* (تهران: انتشارات کتاب نو، ۱۳۸۹)، ۱۳۸.

6. Corrado C., Hulten C., and Sichel D., "Intangible Capital and US Economic Growth,"*Review of Income and Wealth* 55, no. 3 (Summer 2009): 674-676, https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.2009.00343.x.

$$\frac{\partial(\frac{E_{it}}{Y_{it}})}{\partial IC_{it}} = -\frac{E_{it}}{Y_{it}^2} F_i(L_{it}، K_{it}، E_{it}) \frac{\partial A_{it}(IC_{it}، \sigma_{it})}{\partial IC_{it}} < 0 \quad (۳)$$

که این رابطه نشان می‌دهد مشتق شدت انرژی به سرمایه‌های نامشهود منفی است؛ به این مفهوم که سرمایه نامشهود می‌تواند شدت انرژی را کاهش دهد. به عبارت دیگر افزایش سرمایه‌های نامشهود باعث افزایش بهره‌وری صنعت شده که منجر به ارزش‌افزوده بالاتر به ازای نهاده ثابت خواهد شد که این امر نیز شدت انرژی را کاهش می‌دهد.

طی سال‌های مختلف مطالعاتی در حیطهٔ موضوع پژوهش حاضر انجام گرفته است که به چند مورد از مطالعات صورت‌گرفته اشاره می‌شود:

بر اساس مدل‌های اقتصادسنجی OLS[۷] و GMM[۸] به بررسی رابطه بین سرمایه نامشهود و شدت انرژی زیر بخش‌های صنعت چهل کشور طی دوره ۲۰۰۷-۱۹۹۵ پرداخته است. نتایج تحقیق وی نشان می‌دهد که سرمایه‌های نامشهود باعث افزایش بهره‌وری می‌شود و از این طریق باعث افزایش ارزش‌افزوده به ازای نهاده ثابت می‌شود که این امر منجر به کاهش شدت انرژی زیر بخش‌های صنعت خواهد شد.[۹]

در مطالعه‌ای تحت عنوان «سرمایه نامشهود و تغییر منابع رشد در کره جنوبی» به بررسی چگونگی رشد بهره‌وری کل در صنایعی با سرمایه نامشهود بالا و سایر صنایع در طی دوره ۲۰۰۸-۱۹۸۱ می‌پردازند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که رشد بهره‌وری کل در صنایع با سرمایه‌های نامشهود بالا به‌طور معناداری افزایش‌یافته است، درحالی‌که در دیگر صنایع کاهش‌یافته است.[۱۰]

شایان ذکر است که برخی مطالعات داخلی به عوامل مؤثر برشدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران پرداخته‌اند، ولی هیچ‌کدام به طور ویژه به مؤلفه‌های سرمایه نامشهود و اثر

---

7. Ordinary Least Square.
8. Generalized method of moments.
۹. Yang S and Shi X, "Intangible Capital and Sectoral Energy Intensity", *Energy Policy*, no. 122 (Autumn2018):125-126, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.027.
10. Chun H and Nadiri M. I, "Intangible Investment and Changing Sources of Growth in Korea," 70.

مجموع این مؤلفه‌ها بر شدت انرژی نپرداخته ، درحالی‌که در پژوهش حاضر این امر صورت گرفته است.

۳. روش برآورد و مدل‌های پژوهش

در پژوهش حاضر به دلیل اینکه متغیرهای موجود در مدل از میان صنایع مختلف با کد ISIC [11] دورقمی در دوره زمانی (۱۳۹۳-۱۳۸۳) انتخاب می‌شود از روش داده‌های پانل استفاده می‌شود. چنانچه برخی از متغیرهای پژوهش، نامانا باشند، دیگر روش‌های معمول برآورد ضرایب پانلی مانند اثرات ثابت و تصادفی قابل قبول نبوده و در صورت وجود رابطهٔ بلندمدت بین متغیرهای پژوهش، از روش DOLS[12] استفاده می‌گردد. ازآنجاکه در بخش تجربی پژوهش حاضر روش استفاده شده است، در ادامه به‌اختصار توضیح داده می‌شود.

۳-۱. تخمین زن DOLS

با فرض وجود رابطه هم‌انباشتگی بین متغیرها، باید به بررسی رابطه بلندمدت بین متغیرها پرداخت. در مدل‌های پانل هم‌انباشته استفاده از روش OLS جهت تخمین رابطه بلندمدت نتایج تورش داری را به همراه خواهد داشت؛ بنابراین استفاده از این روش نتایج قابل اعتمادی در بر نخواهد داشت.[13] استاک واتسون با تعدیل روش حداقل مربعات معمولی روشی برای برآورد رابطه میان متغیرهای دارای روندهای تصادفی پیشنهاد کرده‌اند و آن را حداقل مربعات پویا (DOLS) نامیده‌اند. این روش که هم برای پانل متوازن و هم برای پانل نامتوازن کاربرد دارد می‌تواند به ایجاد برآوردگرهای با توزیع مجانبی نرمال با میانگین صفر منجر شود. مقصود از پویا بودن، آن است که در این روش الگوی زمانی واکنش یک متغیر وابسته، نسبت به تغییرات متغیر یا متغیرهای مستقل مورد توجه قرار می‌گیرد. در واقع در این روش مقادیر پیشین، پسین و جاری تفاضل مرتبه اول متغیرهای توضیحی به منظور

11. International Standard Industrial Classification.

12. Dynamic Ordinary Least Squares.

۱۳. مجید آقایی، و مهدیه رضا قلی زاده، «مصرف انرژی و رشد ارزش‌افزوده در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران: رویکرد هم‌انباشتگی و تصحیح خطای پانل»، *مجله اقتصاد و توسعه منطقه‌ای* ۲۲، شماره ۹ (زمستان ۱۳۹۴): ۴۸.
https://doi.org/10.22067/ERD.V22I9.30393

از بین بردن هم‌بستگی بین جز خطا مدل و متغیرهای توضیحی، به عنوان متغیرهای اضافی وارد مدل می‌شود.[۱۴] تخمین‌زننده DOLS امکان تخمین بردارهای همگرایی مشتمل بر متغیرهای جمعی دارای مرتبه‌های هم‌انباشتگی متفاوت را نیز فراهم می‌کند.[۱۵] به منظور بررسی تخمین زن DOLS مدل زیر را در نظر بگیرید:

$$S_{it} = \alpha_i + \beta_i p_{it} + \mu_{it} \qquad T=1,\ldots,T \qquad i=1,\ldots,N \qquad (۴)$$

در این معادله فرض بر این است p_{it} و S_{it} با شیب β_i هم انباشته هستند.و β_i نیز ممکن است در بین مقاطع مختلف i همگن باشد یا همگن نباشد. این معادله را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$S_{it} = \alpha_i + \beta_i p_{it} + \sum_{k=-K_i}^{K_i} \gamma_{ik} \Delta p_{it-k} + \mu_{it} \qquad (۵)$$

در این مدل p_{it} نشان‌دهنده برداری از متغیرهای توضیحی مدل و γ_{ik} ضریب با وقفه تفاضل مرتبه اول متغیرهای توضیحی مدل است. ضریب برآوردی تخمین زن DOLS در این مدل برابر است با:

$$\hat{\beta}_{DOLS} = \left[N^{-1} \sum_{i=1}^{N} \left(\sum_{t=1}^{T} Z_{it} Z'_{it} \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^{T} Z_{it} \dot{S}_{it} \right) \right] \qquad (۶)$$

که در معادله بالا $Z_{it} = (p_i - \bar{p}_i, \Delta p_{it-k}, \ldots, \Delta p_{it+k})$ برداری از رگرسوها و $\dot{S}_{it} = S_i - \bar{S}_i$ است.

در پژوهش حاضر، به منظور بررسی تأثیر سرمایه نامشهود بر شدت انرژی بخش صنعت از دو مدل استفاده شده که در ادامه به معرفی آنها پرداخته می‌شود.

---

14. Narayan S. and Narayan P. K., "Determinants of Demand for Fiji's Exports: an Empirical Investigation", *The Developing Economies 42*, no.1 (Winter 2004): 106.

۱۵. علی پایتختی اسکویی و لاله طبقچی اکبری، «برآورد بردار هم‌انباشتگی اقتصاد خاکستری و توسعه انسانی با روش حداقل مربعات پویای پان»، *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادسنجی* ۱، شماره ۳ (زمستان ۱۳۹۳): ۱۳۳.
https://doi.org/10.22075/JEM.2017.1514

۲-۳. معرفی الگوی اول پژوهش

در الگوی اول پژوهش حاضر به منظور تأثیر سرمایه نامشهود بر شدت انرژی هر بخش از صنعت، از نسبت موجودی سرمایه مشهود به موجودی سرمایه مشهود به عنوان یکی از متغیرهای مستقل در کنار دو متغیر ارزش‌افزوده و نسبت هزینه تعمیرات ماشین‌آلات به فروش هر صنعت استفاده می‌شود. ازاین‌رو الگوی اول پژوهش حاضر به‌صورت (۷) تصریح می‌شود:[۱۶]

$$EN_{it} = f\left(\frac{IC_{it}}{TC_{it}}, \frac{V_{it}}{VAL_{it}}, PE_{it}, HA_{it}\right)$$

$$LEN_{it} = \alpha_i + \beta_1\left(L\frac{IC_{it}}{TC_{it}}\right) + \beta_2\left(L\frac{V_{it}}{VAL_{it}}\right) + \beta_3 LHA_{it} + \beta_4 LPE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۷)$$

LEN_{it}: نشانگر لگاریتم شدت انرژی است که از نسبت مصرف انرژی به ارزش‌افزوده هر صنعت به دست می‌آید. آمار مربوط به مصرف انرژی که از طرف مرکز آمار منتشر می‌شود، داده‌های مربوط به حامل‌های انرژی شامل نفت سفید، گازوئیل، گاز طبیعی، گاز مایع، بنزین، نفت کوره، زغال‌سنگ و برق برحسب واحد فیزیکی هر حامل است. برای محاسبه مقدار مصرف انرژی در یک صنعت، ابتدا همه انرژی‌های مورداستفاده هم واحد شده و سپس تجمیع می‌گردند. بعد از محاسبه مقدار فیزیکی مصرف انرژی، با تقسیم این مقدار بر ارزش‌افزوده هر صنعت، شدت انرژی هر صنعت برای هرسال به دست می‌آید.

$L\frac{V_{it}}{VAL_{it}}$: لگاریتم ارزش‌افزوده صنعتiام بر لگاریتم ارزش افزوده کل بر حسب میلیون ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰ است.

LHA_{it}: لگاریتم هزینه تعمیرات به فروش که از نسبت هزینه تعمیرات ماشین‌آلات به فروش هر صنعت به دست می‌آید. ارقام مربوط به هزینه تعمیرات ماشین‌آلات و فروش از حساب‌های ملی مرکز آمار و برحسب میلیون ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰ تهیه شده است.

LPE_{it}: لگاریتم قیمت انرژی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰.

16. Yang and Shi, "Intangible Capital and Sectoral Energy Intensity", 125-127.

$L\frac{IC_{it}}{TC_{it}}$: که بیانگر لگاریتم نسبت مجموع موجودی سرمایه نامشهود به موجودی سرمایه مشهود برحسب میلیون ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ است، که از نسبت مجموع مؤلفه‌های سرمایه نامشهود شامل موجودی سرمایه تحقیق و توسعه، موجودی سرمایه آموزش و موجودی سرمایه نرم‌افزارهای کامپیوتری به موجودی سرمایه فیزیکی هر صنعت به دست می‌آید.

۳-۳. نحوه محاسبهٔ سرمایه نامشهود و سرمایه مشهود (فیزیکی)

به دلیل اینکه اطلاعات مربوط به موجودی سرمایه تحقیق و توسعه، آموزش و نرم‌افزارهای کامپیوتری در دسترس نمی‌باشد؛ بنابراین باید با استفاده از اطلاعات موجود و روش‌های متعارف، موجودی متغیرهای ذکرشده، محاسبه می‌گردد. ازاین‌رو با بهره‌گیری از فرمول (۸) موجودی سرمایه تحقیق و توسعه، آموزش و نرم‌افزارهای کامپیوتری محاسبه می‌گردد:

$$IC_{S.t} = IN_{S.t} + (1-\delta_S)IC_{S.t-1} \qquad (۸)$$

که در عبارت فوق $IC_{S.t}$ موجودی سرمایه نامشهود S در دوره t، $IN_{S.t}$ سرمایه‌گذاری سرمایه نامشهود S در دوره t، δ_S نرخ استهلاک سرمایه نامشهود S در دوره t و $IC_{S.t-1}$ موجودی سرمایه نامشهودs در دوره قبل است.[۱۷]

هم‌چنین برای به دست آوردن موجودی سرمایه اولین دوره هرکدام از این متغیرها از رابطه (۹) استفاده می‌شود:

$$IC_{S.0} = \frac{IN_{s.1}}{g_S + \delta_S} \qquad (۹)$$

$IC_{S.0}$ موجودی سرمایه نامشهود S در اولین دوره، g_S متوسط نرخ رشد سرمایه‌گذاری سرمایه نامشهود S در دوره موردنظر، δ_S نرخ استهلاک سرمایه نامشهود s و $IN_{s.1}$ سرمایه‌گذاری سرمایه نامشهود s در دوره دوم است.[۱۸]

17. Corrado, Hulten, and Sichel, "Intangible Capital and US Economic Growth," 674-676.

بر اساس جدول استهلاک مالیاتی موضوع ماده ۱۴۹ قانون مالیات‌های مستقیم، نرخ استهلاک نرم‌افزارهای کامپیوتری در ایران ۳۳٪ می‌باشد. هم‌چنین در این پژوهش نرخ استهلاک تحقیق و توسعه ۲۰٪ ، و نرخ استهلاک آموزش ۴۰٪ در نظر گرفته شده است.[۱۹] هم‌چنین متوسط نرخ رشد سرمایه‌گذاری با استفاده از فرمول (۱۰) محاسبه می‌شود:

$$g_s = \sqrt[N]{\frac{IN_{S.N}}{IN_{S.0}}} - 1 \qquad (۱۰)$$

در این فرمول g_s، متوسط نرخ رشد سرمایه‌گذاری، $\mathrm{IN_{S.N}}$ سرمایه‌گذاری سرمایه نامشهود s در انتهای دوره، $\mathrm{IN_{S.0}}$ سرمایه‌گذاری سرمایه نامشهود s در ابتدای دوره و N نشان‌دهنده تعداد عامل‌های رشد است که از تعداد مشاهدات سری زمانی یکی کمتر است. هم‌چنین ازآنجایی‌که اطلاعات موجودی سرمایه فیزیکی زیر بخش‌های صنعت در دسترس نیست و تنها اطلاعات مربوط به میزان سرمایه‌گذاری در زیر بخش‌های صنایع مختلف وجود دارد. لذا باید بر اساس اطلاعات موجود، میزان موجودی سرمایه برآورد گردد. در این پژوهش از داده‌های سرمایه‌گذاری زیر بخش‌های صنعت بر اساس آمار منتشرشده در مرکز آمار، موجودی سرمایه محاسبه می‌گردد. بر اساس این روش موجودی سرمایه به‌وسیله رابطه (۱۱) برآورد می‌گردد:[۲۰]

$$I_t = I_0 e^{\lambda t} \qquad (۱۱)$$

در این رابطه I_t نشان‌دهنده سرمایه‌گذاری در سال t، I_0 سرمایه‌گذاری انجام‌شده در سال پایه، λ نیز نرخ رشد سرمایه‌گذاری است. با توجه به رابطه فوق تغییرات سرمایه‌گذاری به‌صورت (۱۲) بیان می‌شود:

---

۱۸. Shinjo K and Zhang X, "Productivity Analysis of IT Capital Stock: The USA–Japan Comparison," *Journal of the Japanese and International Economies17*, no.1 (Winter 2003): 86, https://doi.org/10.1016/s0889-1583 (03)00005-4.

19. Yang and Shi, "Intangible Capital and Sectoral Energy Intensity: Evidence from 40 economies between 1995 and 2007," 127.

۲۰. عزیز آرمن و سمیرا تقی‌زاده، «بررسی عوامل مؤثر برشدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران»، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران* ۲، شماره ۸ (پاییز ۱۳۹۲): ۱۳ -۱۴.

$$I_t = \frac{dK_t}{dt} \quad (۱۲)$$

بنابراین با توجه به رابطه فوق موجودی سرمایه در سال پایه از رابطه (۱۳) محاسبه می‌گردد:

$$K_0 = \int_{-\infty}^{0} I_t dt = \int_{-\infty}^{0} I_0 e^{\lambda t} dt = \frac{I_0}{\lambda} \quad (۱۳)$$

لذا برای محاسبه K_0 لازم است λ محاسبه گردد. بدین منظور از شکل لگاریتم رابطه (۱۳) استفاده می‌شود و آن را تخمین می‌زنیم. تبدیل لگاریتمی رابطه مذکور به صورت(۱۴) بیان می‌شود:

$$lnI_t = lnI_0 + \lambda t \quad (۱۴)$$

که t نشانگر روند زمانی است. با استفاده از داده‌های آماری سرمایه‌گذاری مربوط به هر یک از صنایع، رابطه بالا به روش OLS برآورد می‌گردد. سپس با گرفتن آنتی لگاریتم از عرض از مبدأ برآورد شده، سرمایه‌گذاری در سال پایه به دست می‌آید. مقدار موجودی سرمایه در سال پایه از تقسیم سرمایه‌گذاری در سال پایه بر میزان رشد سرمایه‌گذاری به دست می‌آید:

$$K_0 = \frac{I_0}{\lambda} \quad (۱۵)$$

برای به‌دست‌آوردن موجودی سرمایه سال‌های بعد از رابطه (۱۶) استفاده می‌گردد:

$$K_t = I_t + (1 - \delta)K_{t-1} \quad (۱۶)$$

که K_t موجودی سرمایه در زمان t، K_{t-1} موجودی سرمایه در زمان $t-1$، δ نیز نشانگر نرخ استهلاک است که برابر با ۵ درصد گرفته شده است.[۲۱]

۴-۳. معرفی الگوی دوم پژوهش

۲۱. صدیقه عطرکار روشن و فاطمه رسولی، «اندازه‌گیری و تحلیل بهره‌وری عوامل تولید (مطالعه موردی: بخش صنعت استان کردستان)، *مدیریت بهره‌وری* ۹، شماره ۳۳ (تابستان ۱۳۹۴): ۱۵.

همان‌طور که بیان شد، افزون بر الگوی اول پژوهش که در آن سرمایه نامشهود TC_{it} به‌عنوان جانشینی برای مؤلفه‌های خود یعنی (نرم‌افزارهای کامپیوتری، آموزش، تحقیق و توسعه) است، در الگوی دوم پژوهش (رابطه ۱۷) نیز، به منظور بررسی تأثیر جداگانه هر یک از مؤلفه‌های سرمایه نامشهود بر شدت انرژی صنایع ایران، هر یک از این مؤلفه‌ها به صورت جداگانه به عنوان متغیر مستقل در مدل ظاهر می‌شوند و به کمک روش پانل دیتا، ضرایب مدل برآورد خواهد شد:

$$LEN_{it} = \alpha_i + \beta_1 LNR_{it} + \beta_2 LRD_{it} + \beta_3 LED_{it} + \beta_4 \left(L\frac{V_{it}}{VAL_{it}}\right) + \beta_5 LPE_{it} + \beta_6 LHA_{it} + LTEC + \varepsilon_{it} \quad (۱۷)$$

که در آن:

LEN_{it}: لگاریتم شدت انرژی برحسب هزار بشکه نفت به میلیون ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰.

LRD_{it}: لگاریتم موجودی سرمایه تحقیق و توسعه بر حسب میلیون ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰.

LED_{it}: لگاریتم موجودی سرمایه آموزش برحسب میلیون ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰

LNR_{it}: لگاریتم موجودی سرمایه نرم‌افزارهای کامپیوتری برحسب میلیون ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰.

با توجه به اینکه اطلاعات موجودی سرمایه تحقیق و توسعه، آموزش و نرم‌افزارهای کامپیوتری در دسترس نیست، لازم است از روش‌های متعارف برای برآورد آن استفاده کرد. در این تحقیق از طریق رابطه (۸) و با استفاده از داده‌های مخارج تحقیق و توسعه، آموزش و نرم‌افزارهای کامپیوتری منتشره توسط مرکز آمار ایران، نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر این برآورد صورت گرفته است.

$L\frac{V_{it}}{VAL_{it}}$: لگاریتم ارزش‌افزوده صنعتiام بر لگاریتم ارزش‌افزوده کل بر حسب میلیون ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰ است.

LPE_{it}: لگاریتم قیمت انرژی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰.

LHA_{it}: لگاریتم هزینه تعمیرات ماشین‌آلات به فروش بر حسب میلیون ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰

LTEC: لگاریتم موجودی تکنولوژی برحسب میلیون ریال به قیمت ثابت ۱۳۹۰.

ε_{it}: نشانگر جمله خطا است.

جدول۱. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیر/آماره	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
len	-۴/۳۷	-۴/۴۲	-۱/۹۹	-۱۰/۰۸	۱/۱۰	-۰/۷۶	۵/۷۴
Led	۷/۲۶	۷/۵۸	۱۱/۰۴	۲/۶۲	۱/۸۹	-۰/۴۵	۲/۴۴
Lrd	۶/۰۳	۶/۱۶	۹/۵۴	۲/۵۱	۱/۵۵	-۰/۲۴	۲/۴۰
Lnr	۵/۶۲	۵/۹۱	۹/۵۲	-۰/۰۴	۱/۸۸	-۰/۶۲	۳/۲۳
lrc	-۴/۷۱	-۴/۹۳	-۱/۶۳	-۶/۷۹	۱	۰/۸۴	۳/۵۳
$L\frac{V}{VAL}$	-۳/۷۶	-۳/۵۶	-۱/۲۷	-۶/۷۶	۱/۴۸	-۰/۱۵	۱/۷۱
LPE	۹/۱۱	۹/۱۳	۱۳/۶۸	۴/۱۴	۲/۰۰۷	۰/۰۵۹	۲/۵۱
lHA	۷/۸۸	۷/۹۹	۱۱/۸۲	۲/۰۹۶	۱/۷۴	-۰/۳۷	۳/۲۵
LTEC	۹/۴۶	۹/۵۶	۱۳/۲۶	۳/۲۵	۱/۷۷	-۰/۲۳	۲/۷۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۴. تجزیه و تحلیل نتایج تجربی

۴-۱. نحوه محاسبهٔ سرمایه مشهود (فیزیکی) در بخش‌های مختلف صنعت

یکی از متغیرهای به‌کاررفته در مدل دوم پژوهش، نسبت موجودی سرمایه نامشهود به موجودی سرمایه مشهود (سرمایهٔ فیزیکی) است. به علت عدم دسترسی به داده‌های موجودی سرمایهٔ فیزیکی زیر بخش‌های صنعت، ابتدا با استفاده از روش نمایی، موجودی سرمایه فیزیکی زیر بخش‌های صنعت برآورد می‌گردد. بدین منظور رابطه $\ln I_t = \ln I_0 + \lambda t$ به روش OLS برای هر صنعت تخمین زده می‌شود تا نرخ رشد سرمایه‌گذاری (ضریب متغیر روند زمانی) برآورد گردد. پس از تخمین این رابطه به روش OLS برای رفع خودهمبستگی جملات اخلال، فرآیند خود توضیح و میانگین متحرک به معادله اضافه می‌شود. سپس با اخذ آنتی‌لگاریتم از عرض از مبدأ برآورد شده، میزان سرمایه‌گذاری در سال پایه به دست می‌آید. معادلات تخمین زده‌شده به روش OLS برای هرکدام از صنایع منتخب در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲. معادلات تخمین زده شده به روش OLS برای صنایع منتخب به تفکیک کدهای ISIC دورقمی

صنایع به تفکیک کدISIC دورقمی	معادله تخمین زده‌شده	prob	R^2	DW
صنایع مواد غذایی و آشامیدنی (۱۵)	LnI=۱۱/۰۹۲+/۲۳ t + /۶۲MA(۱)	(۰/۰۰۰۸)	۰/۸۹	۲/۱۱
تولید منسوجات (۱۶)	LnI=۱۰/۵۵+/۱۸ t + /۴۰AR(۱)	(۰/۰۰۰۴)	۰/۸۶	۱/۸۳
دباغی و عمل‌آورده چرم و ساخت کیف و چمدان و زین	LnI=۷/۳۵+/۲۴ t -	(۰/۰۰۰۸)	۰/۸۵	۲/۲۲

و یراق و تولید کفش (۱۹)	/۹۹MA(۲)			
تولید چوب و محصولات چوبی و چوب‌پنبه (۲۰)	LnI=۷/۴۲+/۳۳ t - /۹۹MA(۱)	(۰/۰۰۰۰)	۰/۹۰	۱/۶۸
تولید کاغذ و محصولات کاغذی (۲۱)	LnI=۸/۹۰۴+/۲۱t + /۶۰MA(۱)	(۰/۰۱۲۴)	۰/۷۰	۲/۲۷
انتشار چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط‌شده (۲۲)	LnI=۷/۴۱+/۲۵ t- ۲/۸۸MA(۱)	(۰/۰۰۰۷)	۰/۹۱	۱/۷
صنایع تولید زغال کک ـ پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای (۲۳)	LnI=۱۰/۰۹+/۳۶ t - /۹۱MA(۱)	(۰/۰۰۰۰)	۰/۹۰	۱/۹۹
صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی (۲۴)	LnI=۱۲/۲۷+/۱۹ t- /۹۲MA(۲)	(۰/۰۰۰۰)	۰/۹۲	۱/۵۴
تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی (۲۵)	LnI=۱۰/۲۴+/۱۹t + /۹۹MA(۱)	(۰/۰۰۰۰)	۰/۹۳	۲/۱۷
تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی (۲۶)	LnI=۱۱/۴۰۱+/۲۰ t - /۹۹MA(۱)	(۰/۰۰۰۰)	۰/۹۳	۲/۳۹
تولید فلزات اساسی (۲۷)	LnI=۱۲/۰۰۸+/۱۹ t- /۷۳AR(۱)	(۰/۰۰۰۰)	۰/۸۷	۲/۳۱

تولید محصولات فلزی فابریکی به‌جز ماشین‌آلات و تجهیزات (۲۸)	LnI=۱۰/۳۶+/۲۰ t+ /۹۹MA(۱)	(۰/۰۰۰۰)	۰/۹۳	۲/۲۵
تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی‌نشده در جای دیگر (۲۹)	LnI=۱۰/۷۷+/۱۲ t+ /۸۷MA(۱)	(۰/۰۲۳۳)	۰/۶۲	۲/۳۲
تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی (۳۰)	LnI=۷/۰۴۴+/۲۳ t- /۸۵MA(۲)	(۰/۰۰۶۲)	۰/۷۲	۲/۴۷
تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی‌نشده در جای دیگر (۳۱)	LnI=۹/۹۴+/۱۹ t+ /۸۷MA(۲)	(۰/۰۰۰۶)	۰/۸۴	۲/۲۵
تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی (۳۳)	LnI=۷/۵۷+/۲۹ t- /۹۹MA(۲)	(۰/۰۰۰۱)	۰/۹۰	۲/۴۴
تولید وسایل نقلیهٔ موتوری و تریلر و نیم تریلر (۳۴)	LnI=۱۱/۱۷+/۱۷ t- /۹۹MA(۱)	(۰/۰۰۸۳)	۰/۶۸	۲/۲۷
تولید سایر وسایل حمل‌ونقل (۳۵)	LnI=۹/۳۰۲+/۰۹ t- /۹۰MA(۳)	(۰/۰۴۰۷)	۰/۶۵	۲/۲۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و مقدار prob مربوط به ضریب t، ضریب متغیر توضیحی (روند زمانی) برای تمام صنایع منتخب معنادار بوده است. با استفاده از ضرایب به‌دست‌آمده برای ضریب متغیر روند زمانی (که در واقع همان λ یا میزان رشد سرمایه‌گذاری برای هر صنعت می‌باشد)، و استفاده از روابط (۱۷) و (۱۸)، موجودی سرمایه برای هر صنعت در سال‌های مختلف به دست آمد و از مقادیر آن به عنوان سرمایهٔ مشهود (فیزیکی) هر صنعت در مدل دوم پژوهش برای محاسبهٔ نسبت موجودی سرمایه نامشهود به موجودی سرمایه مشهود استفاده گردید.

۲-۴. بررسی مانایی متغیرهای پژوهش

در صورت تأیید وجود ریشه واحد در متغیرهای موجود در هر مدل، رگرسیون کاذب حاصل می‌شود و بر همین اساس نمی‌توان تخمین صحیحی از رابطه بین متغیرها به دست آورد. برای بررسی مانایی متغیرها در داده‌های ترکیبی، آزمون‌های مختلفی مانندآزمون لوین، لین و چو ایم، پسران و شین و آزمون برایتونگ و دیکی فولر تعمیم یافته وجود دارد. در این پژوهش به منظور بررسی پایایی متغیرها از آزمون ایم، پسران و شین استفاده می‌شود. فرضیه صفر در این آزمون بیانگر این است که سری زمانی دارای ریشه واحد و فرضیه مقابل ایستایی سری زمانی را نشان می‌دهد. نتایج آزمون پایایی در جداول (۳) و (۴) آورده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۳. نتایج آزمون مانایی داده‌های پانلی مربوط به متغیرهای پژوهش مدل ۱

نام متغیر	در سطح		یک بار تفاضل‌گیری
	با عرض از مبدأ	با عرض از مبدأ و روند	
LEN	-۵/۶۷۸۰۴	.....	.....

	(۰/۰۰۰۰)		
LRC	-۱/۲۶۴۸۷ (۰/۱۰۳۰)	-۰/۵۴۰۱۶ (۰/۲۹۴۵)	-۶/۳۷۶۸۸ (۰/۰۰۰۰)
$L\frac{V}{VAL}$	۱/۶۱۶۱۰ (۰/۰۵۳۰)	.....	.....
LPE	۶/۷۸۶۰۵ (۱/۰۰۰۰)	۰/۲۷۸۲۵ (۰/۶۰۹۶)	-۵/۵۴۵۳۸ (۰/۰۰۰۰)
LHA	۲/۸۰۲۷۶ (۰/۹۹۷۵)	-۱/۹۲۴۶۱ (۰/۰۲۷۱)	.....

مأخذ: یافته‌های پژوهش

طبق نتایج جدول (۳) مربوط به آزمون مانایی مدل ۱، لگاریتم متغیرهای نسبت موجودی سرمایه نامشهود به موجودی سرمایه مشهود LRC و قیمت انرژی LPE با یک بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شوند. هم‌چنین لگاریتم متغیر شدت انرژی LEN و ارزش افزوده $L\frac{V}{VAL}$ در سطح و با عرض از مبدأ و متغیر نسبت هزینه تعمیرات ماشین‌آلات به فروش LHA در سطح و با عرض از مبدأ و روند ایستا هستند.

جدول۴: نتایج آزمون مانایی داده‌های پانلی مربوط به متغیرهای پژوهش مدل ۲

نام متغیر	در سطح		یک‌بار تفاضل گیری
	با عرض از مبدأ	با عرض از مبدأ و روند	
LEN	-۵/۶۷۸۰۴	.....	.....

	(۰/۰۰۰۰)		
LRD	۴/۹۳۴۶۳ (۱/۰۰۰۰)	۰/۷۳۰۸۷ (۰/۷۶۷۶)	-۳/۷۴۹۵۹ (۰/۰۰۰۱)
LED	۲/۸۱۶۱۳ (۰/۹۹۷۶)	۰/۲۹۲۱۰ (۰/۶۱۴۹)	-۴/۶۷۶۱۴ (۰/۰۰۰۰)
LNR	-۰/۸۱۷۳ (۰/۹۰۵۲۱)	-۱/۵۵۷۷۶ (۰/۰۵۹۶)	.....
$L\frac{V}{VAL}$	۱/۶۱۶۱۰ (۰/۰۵۳۰)	.....	.....
LPE	۶/۷۸۶۰۵ (۱/۰۰۰۰)	۰/۲۷۸۲۵ (۰/۶۰۹۶)	-۵/۵۴۵۳۸ (۰/۰۰۰۰)
LHA	۲/۸۰۲۷۶ (۰/۹۹۷۵)	-۱/۹۲۴۶۱ (۰/۰۲۷۱)	.....
LTEC	-۲/۶۱۹۲۴ (۰/۰۰۴۴)	.....	.....

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج جدول (۴) که مربوط به آزمون مانایی متغیرهای مدل ۲ می‌باشد، لگاریتم متغیرهای موجودی سرمایه تحقیق و توسعه LRD، موجودی سرمایه آموزش LED و

قیمت انرژی LPE با یک بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شوند. هم‌چنین لگاریتم متغیر شدت انرژی LEN و ارزش افزوده $L\frac{V}{VAL}$ در سطح و با عرض از مبدأ و لگاریتم متغیرهای موجودی سرمایه نرم‌افزارهای کامپیوتری LNR و هزینه تعمیر ماشین‌آلات به فروش LHA در سطح و با عرض از مبدأ و روند و لگاریتم متغیر تکنولوژی LTEC نیز در سطح ایستاست.

۳-۴. آزمون هم‌انباشتگی و نتایج برآورد مدل ها

با توجه به اینکه بر اساس آزمون‌های مانایی برخی از متغیرهای مدل نامانا هستند، برای جلوگیری از رگرسیون کاذب، آزمون هم انباشتگی انجام می‌شود تا پس از اطمینان از وجود رابطه تعادلی بلندمدت الگوی موردنظر تخمین زده شود. آزمون هم انباشتگی پانلی، وجود روابط بلندمدت اقتصادی را آزمون می‌کند.[۲۲] برای بررسی هم‌انباشتگی داده‌های تابلویی چندین آزمون مانند آزمون کائو، آزمون پدرونی و آزون فیشر وجود داردکه در این مطالعه برای بررسی وجود یا عدم هم انباشتگی بین متغیرها به دلیل کم‌بودن متغیرها از آزمون کائو استفاده می‌شود. نتایج آزمون هم‌انباشتگی در جدول (۵) آورده شده است.

جدول ۵. نتایج آزمون هم‌انباشتگی کائو

معادله	مقدار t محاسباتی آماره ADF	مقدار احتمال p-value
معادله ۱	-۲/۲۴۰۰۱۶	(۰/۰۱۲۵)
معادله ۲	۳۲۱۱/۳	(۰۰۰۴/۰)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

مطابق با نتایج آزمون هم‌انباشتگی، فرضیه صفر آزمون هم‌انباشتگی هر دو معادله مبنی بر عدم وجود رابطه تعادلی بلندمدت میان متغیرها رد می‌شود و فرضیه مقابل مبنی بر وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای هر دو معادله تأیید می‌شود.

---

[۲۲]. بهرامی و همکاران، ۱۳۹۲: ۸۷.

با توجه به اثبات وجود رابطه هم‌انباشتگی پانلی بین متغیرهای موجود در هر دو مدل مورد بررسی، در گام بعدی به تخمین و برآورد ضرایب بلندمدت متغیرهای مدلها می‌پردازیم. همان‌طور که ذکر شد جهت تخمین رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل از روش DOLS استفاده می‌شود و در این شرایط دیگر آزمونهای تشخیصی در مدل‌های پانل (مانند آزمون F لیمر و آزمون هاسمن) قابل کاربرد نمی‌باشد، زیرا در مدل‌های پانل هم‌انباشته، این آزمون‌ها نتایج تورش داری را دربرخواهند داشت. نتایج حاصل از برآورد مدل در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول ۶. نتایج برآورد مدل ۱ به روش DOLS

متغیر	Coefficient	Std.error	t-Statistic	Prob
Lrc	−۰/۳۷	۰/۱۱۷	−۳/۲۲۱	۰/۰۰۱۵
$L\frac{V}{VAL}$	−۰/۹۰	۰/۱۶۲	−۵/۵۶۵	۰/۰۰۰۰
LPE	−۰/۱۷	۰/۱۰۳	−۱/۷۰	۰/۰۹۱۰
LHA	۰/۱۴	۰/۰۷۳	۱/۹۸	۰/۰۴۹۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول (۶):

ضریب تأثیرگذاری موجودی سرمایه نامشهود به موجودی سرمایه مشهود بر شدت انرژی منفی و معنی دار و برابر با (۰/۳۷-) است که این امر نشان می‌دهد که در اثر افزایش یک‌درصدی موجودی سرمایه مشهود به موجودی سرمایه نامشهود شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران به میزان (۰/۳۷) درصد کاهش می‌یابد.

ضریب هزینه تعمیرات ماشین‌آلات به فروش مثبت است که این امر بیانگر یک رابطه مستقیم میان هزینه تعمیرات ماشین‌آلات و شدت انرژی است؛ بدین معنا که با افزایش

یک‌درصدی هزینه تعمیرات ماشین‌آلات به فروش شدت انرژی به میزان (۰/۱۴) درصد افزایش می‌یابد.

منفی‌بودن ضریب ارزش افزوده هر بخش به ارزش افزوده کل، نشان از کاهش شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران به ازای هر واحد افزایش در ارزش افزوده است؛ یعنی یک درصد افزایش در ارزش افزوده، موجب کاهش (۰/۹۰) درصدی در شدت انرژی خواهد شد.

ضریب تأثیرگذاری متغیر قیمت انرژی (LPE) برروی متغیر وابسته در صنایع کارخانه‌ای ایران منفی و معنادار است. به عبارتی به ازای یک درصد افزایش در قیمت انرژی، با فرض ثابت‌بودن سایر عوامل، شدت انرژی در این صنایع به میزان (۰/۱۷) درصد کاهش می‌یابد.

همانطور که بیان شد در این پژوهش به منظور بررسی تأثیر جداگانه مؤلفه‌های سرمایه نامشهود بر شدت انرژی صنایع کارخانه‌ای ایران، هر یک از این مؤلفه‌ها به صورت جداگانه به عنوان متغیر مستقل در مدل وارد می‌شود (مدل شماره ۲) و به روش DOLS برآورد می‌گردد. نتایج این برآورد در جدول شماره (۷) آورده شده است.

جدول۷. نتایج برآورد مدل ۲ به روش DOLS

متغیر	Coefficient	Std.error	t-Statistic	Prob
LRD	-۰/۰۸	۰/۰۲۳	-۳/۴۵	۰/۰۰۰۷
LED	-۰/۳۰	۰/۰۲۹	-۱۰/۳۸	۰/۰۰۰۰
LNR	۰/۱۴	۰/۰۰۶	۲۱/۶	۰/۰۰۰۰
$L\frac{V}{VAL}$	-۰/۱۴	۰/۰۳۶	-۳/۸۵	۰/۰۰۰۰
LPE	-۰/۲۵	۰/۰۶۲	-۴/۰۸	۰/۰۰۰۱
LHA	۰/۹۹	۰/۰۳۳	۲۹/۴۴	۰/۰۰۰۰
LTEC	-۰/۳۵	۰/۰۱۳	-۲۵/۷	۰/۰۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول (۷):

ضریب تأثیرگذاری متغیر موجودی سرمایه نرم‌افزارهای کامپیوتری (LNR) بروی متغیر وابسته در صنایع کارخانه‌ای ایران مثبت و معنادار است. به عبارتی به ازای یک درصد افزایش در موجودی سرمایه نرم‌افزارهای کامپیوتری، با فرض ثابت‌بودن سایر عوامل، شدت انرژی در این صنایع به میزان (۰/۱۴) درصد افزایش می‌یابد.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده ضریب موجودی سرمایه آموزش منفی بوده و حاکی از آن است که آموزش در صنایع ایران منجر به کاهش شدت انرژی می‌شود. در تفسیر ضریب به‌دست‌آمده می‌توان گفت یک در صد افزایش در موجودی سرمایه آموزش با فرض ثابت‌بودن سایر عوامل، شدت انرژی به میزان ۰/۳ درصد کاهش دهد.

بر اساس نتایج جدول (۷) مشاهده می‌شود اثر موجودی سرمایه تحقیق و توسعه با ضریب منفی در سطح اطمینان ۹۵٪ درصد معنی‌دار است. در تفسیر این ضریب می‌توان گفت که در صورت افزایش یک درصدی در این متغیر، ۰/۰۸درصد شدت انرژی کاهش خواهد یافت.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده ضریب تکنولوژی ۰/۳۵- بوده و حاکی از آن است که تکنولوژی در صنایع ایران منجر به کاهش شدت انرژی می‌شود. در تفسیر ضریب به‌دست‌آمده می‌توان گفت یک در صد افزایش در موجودی سرمایه آموزش با فرض ثابت‌بودن سایر عوامل، شدت انرژی به میزان ۰/۳۵ درصد کاهش دهد

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه با استفاده از روش اقتصاد سنجی پانل دیتا تأثیر سرمایه نامشهود و مؤلفه‌های آن بر شدت انرژی صنایع کارخانه‌ای ایران بررسی شد. نتایج به‌دست‌آمده گویای آن است که سرمایه نامشهود شدت انرژی را در صنایع کارخانه‌ای ایران کاهش می‌دهد. سرمایه‌گذاری در سرمایه نامشهود از طریق نوآوری و دانش باعث تحول در روش‌های تولید و تغییرات تکنولوژیک در زیر بخش‌های صنعت می‌شود که این امر منجر به بازدهی

نیروی کار، سرمایه و سایر عوامل تولید ازجمله انرژی می‌شود و در نهایت مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید در زیر بخش‌های صنعت کاهش می‌یابد.

طبق نتایج تخمین ضریب موجودی سرمایه تحقیق و توسعه منفی و معنی‌دار(۰/۰۸-) است که نشان‌دهندهٔ رابطه معکوس بین تحقیق و توسعه و شدت انرژی در صنایع ایران است. سطح مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید در زیر بخش‌های صنعت تا حدود زیادی به کارایی تجهیزات مصرف‌کنندهٔ انرژی و تخصص نیروی کار بستگی دارد؛ بنابراین می‌توان با استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته و افزایش کارایی تجهیزات و بهره‌گیری از نیروی کار متخصص، شدت انرژی را در این بخش کاهش داد. سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه باعث ایجاد تکنولوژی‌های برتر، جذب فناوری و کسب دانش فنی برای تولید می‌گردد که این امر سبب افزایش کارایی تجهیزات مصرف‌کننده انرژی و بهره‌وری نیروی کار می‌گردد که در نهایت منجر به کاهش شدت انرژی در زیر بخش‌های صنعت می‌شود.

تأثیر ضریب موجودی سرمایهٔ آموزش بر شدت انرژی صنایع ایران منفی و معنادار (۰/۳-) است. منفی بودن ضریب موجودی سرمایهٔ آموزش نشان از کاهش شدت انرژی در صنایع ایران به ازای هر واحد افزایش در موجودی سرمایه آموزش است. آموزش می‌تواند از طریق آگاه‌سازی در زمینه راهکارهای کاهش مصرف انرژی و نتایج نامطلوب مصرف بی‌رویه انرژی، سبب تغییر رفتار و نگرش کارکنان واحدهای تولیدی به سمت منطقی کردن الگوهای مصرف انرژی شود.

طبق نتایج به‌دست‌آمده تأثیر ضریب نرم‌افزارهای کامپیوتری بر شدت انرژی صنایع ایران مثبت و معنادار (۰/۱۴) است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که نرم‌افزارهای کامپیوتری در صنایع ایران، همانند کالاهای فیزیکی استفاده می‌شوند؛ بنابراین نصب و استفاده از این وسایل همانند سایر وسایل الکترونیکی باعث افزایش مصرف انرژی خواهد شد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان دریافت که در بین مؤلفه‌های سرمایه نامشهود، مؤلفه آموزش بیشترین تأثیر را بر کاهش شدت مصرف انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران داشته است و پس از آن نیز می‌توان از متغیر تحقیق و توسعه یاد کرد.

ضریب تکنولوژی منفی و معنادار شده است که بیانگر تأثیر منفی تکنولوژی بر شدت انرژی صنایع ایران است به طوری که با ورود تکنولوژی جدید و ماشین‌آلات شدت مصرف انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران کاهش خواهد یافت.

ضریب قیمت انرژی منفی و معنادار است که نشان‌دهنده تأثیر منفی قیمت انرژی بر شدت انرژی صنایع ایران است. بدین معنا که با افزایش سطح قیمت انرژی، صنایع سطح کارایی و بهره‌وری خود را افزایش می‌دهند و هر واحد محصول را با سطح مصرف انرژی کمتری تولید می‌کند.

ضریب هزینه تعمیرات ماشین‌آلات به فروش مثبت و معنی دار است که نشان می‌دهد که با افزایش هزینه تعمیرات شدت انرژی در صنایع ایران افزایش می‌یابد که این امر بیانگر عدم استفاده از تکنولوژی‌های نوین، بهره‌برداری نامناسب از ماشین‌آلات و تجهیزات و فرسوده بودن ماشین‌آلات در صنایع ایران است که زمینه استفاده بیشتر از انرژی و اتلاف انرژی را فراهم می‌آورد و باعث افزایش شدت انرژی می‌شود.

ضریب ارزش‌افزوده منفی و معنادار است که نشان‌دهنده تأثیر منفی ارزش‌افزوده بر شدت انرژی صنایع ایران است. این امر بیانگر کارایی انرژی در صنایع با مقیاس بزرگ است. بنابراین صرفه‌های مقیاس منجر به افزایش کارایی در صنایع با مقیاس بزرگ شده و از این طریق باعث کاهش مصرف انرژی خواهد شد.

بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده پیشنهاد می‌شود:

- با گسترش فعالیت‌های مراکز تحقیقاتی و تخصیص اعتبارات بیشتر به این مراکز و هم‌چنین ایجاد انگیزه برای محققان از طریق حمایت‌های کمی و کیفی، از پژوهش‌های کاربردی و توسعه‌ای در راستای افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه حمایت شود.
- با توجه به اثر منفی آموزش بر شدت انرژی پیشنهاد می‌شود، در واحدهای صنایع منتخب، واحدی تحت عنوان مدیریت بهینه انرژی ایجاد شود و متناسب با سطح فعالیت آنان در زمینه آموزش افراد و به‌تبع آن کاهش مصرف انرژی، تخصیص

اعتبارات به‌طور بهینه انجام گیرد که این امر گام مهمی در مسیر کاهش مصرف انرژی و همچنین انگیزه‌ای برای افراد در جهت کاهش مصرف انرژی است.

- با توجه به اثر قابل‌توجه هزینه تعمیرات ماشین‌آلات بر روی شدت انرژی و وجود فناوری‌های قدیمی و انرژی‌بر در زیر بخش‌های صنعت، حرکت به‌سوی افزایش بهره‌وری تکنولوژی تولید و جایگزینی ماشین‌آلات و تجهیزات سرمایه‌ای با بازدهی بالا به جای تجهیزات فرسوده و انرژی‌بر به منظور کاهش مصرف انرژی می‌تواند مؤثر واقع شود.
- ورود ماشین‌آلات جدید با تکنولوژی پیشرفته می‌تواند ضمن افزایش بهره‌وری، باعث کاهش شدت مصرف انرژی نیز گردد.

سیاهه منابع

الف- کتب و مقالات

الف-۱. منابع فارسی

آرمن، سید عزیز و سمیرا تقی‌زاده. «بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران»، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران* ۲، شماره ۸ (پاییز ۱۳۹۲): ۱-۲۰.

آقایی مجید، و مهدیه رضا قلی زاده. «مصرف انرژی و رشد ارزش‌افزوده در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران: رویکرد هم‌انباشتگی و تصحیح خطای پانل»، *مجله اقتصاد و توسعه منطقه‌ای* ۲۲، شماره ۹ (زمستان ۱۳۹۴): ۳۱-۶۸.
https://doi.org/10.22067/ERD.V22I9.30393

پایتختی اسکویی، علی، و لاله طبقچی اکبری. «برآورد بردار هم‌انباشتگی اقتصاد خاکستری و توسعه انسانی با روش حداقل مربعات پویای پان»، *فصلنامه مدل‌سازی اقتصاد سنجی* ۱، شماره ۳ (زمستان ۱۳۹۳): ۱۲۵-۱۴۲.
https://doi.org/10.22075/JEM.2017.1514

شفیع‌زاده محمدعلی و همکاران. *ترازنامه انرژی*. تهران: معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی، ۱۳۹۷.

عطرکار روشن، صدیقه، و فاطمه رسولی. «اندازه‌گیری و تحلیل بهره‌وری عوامل تولید (مطالعه موردی: بخش صنعت استان کردستان)»، *مدیریت بهره‌وری* ۹، شماره ۳۳ (تابستان ۱۳۹۴): ۷-۲۵.

نوروش، ایرج، و دیگران. *حسابداری میانه ۱ بر اساس استانداردهای حسابداری ایران*. تهران: انتشارات کتاب نو، ۱۳۸۹.

الف-۲. منابع لاتین:

Chun H., and Nadiri M. I., "Intangible Investment and Changing Sources of Growth in Korea," *The Japanese Economic Review* 67, no. 1 (Winter 2015): 50-76. https://dx.doi.org/10.1111/jere.12079.

Corrado C., Hulten C., and Sichel D., "Intangible Capital and US Economic Growth," *Review of Income and Wealth 55*, no. 3 (Summer 2009): 661-685. https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.2009.00343.x.

Narayan S., and Narayan P. K., "Determinants of Demand for Fiji's Exports: an Empirical Investigation", *The Developing Economies* 42, no.1 (Winter 2004): 95-112.

Shinjo K., and Zhang X., "Productivity Analysis of IT Capital Stock: The USA–Japan Comparison," *Journal of the Japanese and International Economies*, no. 1 (Winter 2003): 81-100, https://doi.org/10.1016/s0889-1583 (03)00005-4.

Yang S., and Shi X., "Intangible Capital and Sectoral Energy Intensity: Evidence from 40 economies between 1995 and 2007," *Energy Policy*, no. 122 (Autumn 2018):118-128, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.027.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Investigating the Impact of Intangible Capital and Its Components on the Energy intensity of Iran Industrial Factories

Saiedeh Ansari[*]
Reza Roshan[**]
Hadi Keshavarz[***]

DOI: 10.22096/esp.2022.522555.1463

[Received Date: 16/01/2021 Acceptance Date: 03/07/2021]

Abstract
The main objective of this paper is to investigate the effect of intangible capital and its components, including research and development capital, training capital and computer software capital, on the intensity of energy in industry sector of Iran. The findings indicate that variables used in the present study are non-stationary but Co-integration, which indicates a long-term relationship between them. Long-term coefficients of estimated research models that are estimated using the DOLS method in panel data show that intangible capital has a negative effect on the energy intensity, and the increase in the components of intangible capital has reduced the intensity of energy in the industrial factories of Iran. Impact coefficients of computer software, education and R & D on the energy intensity are 0.14, -0.3 and -0.08 respectively. In addition, impact of technology variable is -0.35.The findings indicate that with increasing costs of machine repairs to sell, the intensity of energy in the Iranian industry has increased, while the increase in the value added of the industry sector has reduced the energy intensity of this sector.

Keywords: Intangible capital, intensity of energy, Iranian industry sector, co-integration in panel data.
JEL classification: C33, E22, L60, Q43

[*]Master in Energy Economics, Faculty of Humanities, Persian Gulf University, Bushehr, Iran. Email:saiedeh.ansari69s@gmail.com

[**]Associate Professor of Economics, Faculty of Business and Economics, Persian Gulf University, Bushehr, Iran. Email: re.roshan@pgu.ac.ir (Corresponding Author)

[***]Assistant Professor of Economics, Faculty of Business and Economics, Persian Gulf University, Bushehr, Iran. Email: hd.keshavarz@pgu.ac.ir

Bibliography

Aghaei Majid and Mahdieh Rezagholizadeh, "Energy consumption and value added growth in different sectors of Iran: Cointegration and Multivariate Panel Error Correction approach," *Journal of Economics and Regional Development 22*, no. 9 (Winter 2015): 31-68. https://doi.org/10.22067/ERD.V22I9.30393. [In Persian]

Arman Aziz and Samira Taghizadeh, "Assessment of Effective Factors on Energy Intensity in Iran's Industrial Manufacturing,"*Journal of Iranian Energy Economics Research* 2, (Autumn 2013): 1-20. [In Persian]

Atrkar Roshan, Sedige and Fateme Rasouli, "Measuring and Analysis of Total, Factor Productivity (Case Study: Industrial Sector of Kordestan Province)," *The Journal of Productivity Management* 9, no. 33 (Summer 2015): 7-25. [In Persian]

Chun H., and Nadiri M. I., "Intangible Investment and Changing Sources of Growth in Korea," *The Japanese Economic Review* 67, no. 1 (Winter 2015): 50-76. https://dx.doi.org/10.1111/jere.12079.

Corrado C., Hulten C., and Sichel D., "Intangible Capital and US Economic Growth," *Review of Income and Wealth 55*, no. 3 (Summer 2009): 661-685. https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.2009.00343.x.

Narayan S., and Narayan P. K., "Determinants of Demand for Fiji's Exports: an Empirical Investigation", *The Developing Economies* 42, no.1 (Winter 2004): 95-112.

Noorvash Iraj, Sasan Mehrani, Kaveh Mehrani, Gholamreza Karemi, and Mohammad Moradi., *Intermediate accounting 1 based on Iran's accounting standards*. Tehran: New Book Press, 2010. [In Persian]

Paytakhti Oskooe Ali and Laleh Tabaghchi Akbari, "Cointegration Vector Estimation by Panel DOLS: Gray economy and human development," *Journal of Econometric Modelling 1*, no. 3 (Winter 2014): 125-142, https://doi.org/10.22075/JEM.2017.1514. [In Persian]

Shafizadeh, Mohammad Ali, Firozeh Amini, Lida Saber Fattahi, Panteh a Soleimanpoor, Mostafa Tavanpoor,Majid Farmod, and Maryam Khodi. *Energy balance*. Tehran: Assistance of Electricity and Energy Affairs, Office of Planning and Macroeconomics of Electricity and Energy, 2018. [In Persian]

Shinjo K., and Zhang X., "Productivity Analysis of IT Capital Stock: The USA–Japan Comparison," *Journal of the Japanese and International Economies*, no. 1 (Winter 2003): 81-100, https://doi.org/10.1016/s0889-1583 (03)00005-4.

Yang S., and Shi X., "Intangible Capital and Sectoral Energy Intensity: Evidence from 40 economies between 1995 and 2007", *Energy Policy*, no. 122 (Autumn 2018):118-128, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.027.