# رابطه بین شدت انرژی و میزان صنعتی شدن در کشورهای نفتی و غیر نفتی

عباسعلی ابونوری[۱]، محمد رودباری[۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۹/۱۴
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۰۱/۰۶

**چکیده:**

در عصر حاضر، انرژی به عنوان نهاده ای حیاتی در رشد و توسعه فعالیت های اقتصادی کشورها به شمار می‌آید. با این وجود، شوک های نفتی دهه های گذشته، نوسانات قیمتی آن و رشد انرژی‌های نو موجب شد اصطلاحی تحت عنوان "شدت انرژی" در ادبیات اقتصاد انرژی نمایان تر شود. بعلاوه، اهمیت این موضوع به ضرورت استفاده بهینه در تولیدات صنعتی برمی‌گردد. از این‌رو، در پژوهش حاضر به بررسی رابطه بین شدت انرژی و میزان صنعتی شدن در بین دو گروه از کشورهای عمده صادرکننده و واردکننده نفت خام برای دوره ۲۰۱۳-۱۹۹۰ با استفاده از روش پانل دیتا پرداخته شده است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد در کشورهای صادرکننده نفت که عمدتاً در گروه کشورهای درحال توسعه طبقه بندی می‌شوند ارتباط معناداری بین شدت انرژی و ساختار صنعتی این کشورها وجود ندارد در حالی که در کشورهای واردکننده نفت خام که عمدتاً در گروه کشورهای توسعه یافته طبقه بندی می‌شوند، با افزایش ۱۰ درصد شاخص صنعتی (سرمایه به کار) شدت مصرف انرژی به اندازه ۰/۶ درصد افزایش می‌یابد.

**کلمات کلیدی:**

شدت انرژی، سرمایه‌به کار، پانل دیتا

۱) عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی ـ واحد تهران مرکزی aabounoori@yahoo.com
۲) کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز(نویسنده مسئول) roodbari_m@yahoo.com

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

**مقدمه**

با صنعتی شدن کشورها و توسعه شهرنشینی و افزایش تقاضا برای مصرف انواع انرژی بویژه سوخت های فسیلی، انرژی در راهبردهای توسعه ملی و جهانی و سیاستگذاری های کلان، جایگاهی بیش از گذشته پیدا کرده و در حقیقت، به عاملی مهم و راهبردی در حیات ملت ها و دولت ها تبدیل شده است. در واقع، حامل های انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید، نقش اساسی در پویایی فعالیت های اقتصادی دارند. در این خصوص به دنبال حرکت جهانی به سمت استفاده بهینه از انرژی در شرایط رقابت شدید در تجارت جهانی، مساله "شدت انرژی" اهمیت فراوانی یافت و کشورها را به سمت کاهش این شاخص در تولیدات صنعتی خود سوق داد. با این وجود، کشورها بسته به دسترسی آنها به انرژی رفتار متفاوتی با این شاخص داشتند. البته ساختار صنعتی و میزان توسعه یافتگی یا به عبارتی، درجه صنعتی شدن در این کشورها ارتباط بسیار بالایی با مقوله شدت انرژی دارد. در این رابطه، به‌رغم مطالعات متنوعی که در حوزه انرژی و ارتباط آن با متغیرهای کلان اقتصادی صورت گرفته است، در زمینه رابطه بین شدت انرژی و ساختار صنعتی کشورها مطالعه منسجم و جامعی صورت نگرفته و برخی از مطالعات به صورت جانبی به این موضوع پرداخته‌اند. از این‌رو با توجه به اهمیت مساله شدت انرژی و ارتباط آن با ساختار صنعتی اقتصاد ها از یکسو و فقدان مطالعات داخلی در این رابطه از سوی دیگر، در این پژوهش به بررسی رابطه بین شدت انرژی و ساختار صنعتی کشورها در دو گروه کشورهای عمده صادرکننده نفت خام (عموماً شامل کشورهای در حال توسعه می‌باشند) و کشورهای عمده واردکننده نفت خام (عموماً شامل کشورهای توسعه یافته می‌باشند) با استفاده از روش اقتصاد سنجی پانل دیتا پرداخته شده است. جامعه آماری مورد مطالعه، آمار سالانه کشورهای منتخب برای دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ است که شامل ۱۵ مشاهده برای هر کشور می‌باشد.( کشورهای صادر کننده شامل کشورهای عضو اوپک و کلیه کشورهای صادر کننده نفت که روزانه بیش از پانصد هزار بشکه نفت صادرات دارند و کشورهای وارد کننده کشورهایی هستند که روزانه بیش از پانصد هزار بشکه نفت روزانه واردات دارند.) اطلاعات آماری کشورهای منتخب از پایگاه داده‌های بانک جهانی و صندوق بین المللی پول و همچنین اطلاعات مربوط به قیمت نفت و انرژی از سایت اوپک و پایگاه اطلاعات انرژی امریکا استخراج می‌شود.

در این مقاله، در بخش دوم پیشینه تحقیق ارائه شده است، در بخش سوم، پس از ارائه مبانی نظری، به برآورد مدل پرداخته شده و پس از تفسیر نتایج بدست آمده، در پایان، نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه شده است.

## پیشینه تحقیق و مطالعات نظری

### *پیشینه تحقیق*

با توجه به تقاضای روزافزون انرژی در سالهای اخیر، افزایش کارایی مصرف انرژی و ارزیابی اثرات اقتصادی و زیست محیطی آن همواره یکی از مسائل مهم و مورد توجه دولتها بوده است، به طوری که بیشتر اقتصاددانان ارتباط قوی بین

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

مصرف انرژی و رشد اقتصادی را تایید می‌کنند و حتی برخی اقتصاددانان انرژی را مهمترین عامل رشد اقتصادی کشور ها می‌دانند.با این حال، همه صاحب نظران معتقدندکه مصرف بی رویه انرژی برای تحقق اهداف اقتصادی توام با عدم کارایی مطلوب ازآن موجب صدمات نامطلوب اقتصادی و اجتماعی خواهد شد. درچند دهه گذشته، اندازه‌گیری تغییرات شدت انرژی و میزان انتشار آلاینده های ناشی از شدت انرژی با بکارگیری روش‌شناسی تجزیه ای، رشد چشمگیری داشته است.

در ادامه، به برخی از این مطالعات اشاره می‌گردد.

شدت انرژی تحت تأثیر متغیرهای مختلفی قرار دارد. فیشر - وندن و همکاران (۲۰۰۴) برای تشخیص عوامل مؤثر بر شدت انرژی فرض کرده‌اند که هدف کلی اقتصاد حداقل سازی تابع هزینه کل با فرم کاب-داگلاس به صورت رابطه می‌باشد:

$$C(P_K, P_L, P_E, P_M, Q) = A^{-1} P_K^{\alpha K} P_L^{\alpha L} P_E^{\alpha E} P_M^{\alpha M} Q$$

که در آن، Q سطح محصول کل، $P_K$ قیمت نهاده سرمایه، $P_L$ قیمت نهاده کار، $P_E$ قیمت نهاده انرژی، $P_M$ قیمت نهاده مواد اولیه و $\alpha$ کشش نهاده می‌باشد. همچنین A نشان دهنده سطح فناوری است. بر اساس لم‌شفارد، در تابع بهینه شده هزینه، مقدار تقاضا برای هر نهاده برابر مشتق تابع هزینه نسبت به قیمت آن نهاده می‌باشد. بنابراین، مقدار تقاضا برای انرژی D (Energy) برابر خواهد بود:

$$D(Energy) = \frac{\alpha_E A^{-1} P_K^{\alpha K} P_L^{\alpha L} P_E^{\alpha E} P_M^{\alpha M} Q}{P_E} \quad (۱)$$

با تقسیم طرفین بر Q می‌توان شدت انرژی تعادلی را به دست آورد:

$$\frac{D(Energy)}{Q} = \frac{\alpha_E A^{-1} P_K^{\alpha K} P_L^{\alpha L} P_E^{\alpha E} P_M^{\alpha M}}{P_E} \quad (۲)$$

بنابراین، شدت انرژی تحت تأثیر دو عامل مهم می باشد:

- فناوری تولید یا بهره وری کل عوامل
- قیمت نسبی سایر نهاده های تولید به نهاده انرژی

براساس مبانی نظری موجود، هر چه سطح فناوری یا بهره وری کل بالا باشد، برای تولید مقدار معین تولید (مثلاً یک واحد) نیاز به نهاده های تولیدی (از جمله نهاده انرژی)کمتری است و بنابراین، شدت انرژی پایین خواهد بود. بنابراین، پیشرفت فناوری امکان افزایش کارایی انرژی در وسایل انرژی بر را فراهم کرده و نیز بکارگیری روش‌ها و الگوهای حمل و نقل بهتر و بهره‌گیری از ظرفیت های ترانزیت انبوه را تسهیل کرده است و کاهش شدت انرژی کل کشور را به دنبال خواهد داشت. از سوی دیگر، هر چه قیمت سایر نهاده ها نسبت به نهاده انرژی بالاتر باشد و به عبارت دیگر، انرژی به طور نسبی نهاده‌ای ارزان تری باشد، تمایل به جایگزینی نهاده انرژی به جای سایر نهاده ها بیشتر خواهد بود، برای مثال،

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

تولیدکنندگان، افزایش مصرف انرژی را به خرید تجهیزات جدید و کم مصرف ترجیح خواهند داد. یکی دیگر از متغیرهای مؤثر بر شدت انرژی کل، ویژگیهای عمومی استاندارد و یا سبک زندگی در یک اقتصاد می‌باشد. کشورهایی که استاندارد زندگی پیشرفته تری را تجربه می‌کنند و از سطح رفاه بالاتری برخوردار هستند، کالاها و وسایل انرژی‌بر بیشتری را نیز استفاده می‌کنند و لذا از این نظر می‌توانند میزان شدت انرژی بالاتری نیز داشته باشند. از این رو، برخی مطالعات نیز GDP سرانه را به عنوان شاخص استاندارد زندگی در تابع شدت انرژی لحاظ کرده‌اند.

همچنین شی و پلسنگ (۲۰۰۵) در مطالعه دیگری برای کشور چین نشان داده اند که قیمت انرژی اثر منفی و قیمت سایر نهاده ها و GDP اثر مثبت بر شدت انرژی در این کشور داشته است.

کول (۲۰۰۶) در یک مطالعه بین کشوری به بررسی اثر درجه باز بودن تجاری بر شدت انرژی پرداخته و به این نتیجه رسیده است که با افزایش تجارت خارجی، شدت انرژی نیز افزایش می یابد. همچنین مطالعه وی نشاندهنده اثر مثبت GDP سرانه و نسبت موجودی سرمایه به نیروی کار بر شدت انرژی می‌باشد. هنگ و تو (۲۰۰۷) در کشور چین نیز به نتایج مشابه رسیده‌اند.

از میان مطالعات تجربی که به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی پرداخته‌اند می‌توان به مطالعه لیو و هان (۲۰۰۸) اشاره کرد که نشاندهنده اثر منفی نسبت موجودی سرمایه به نیروی کار و نسبت تجارت خارجی به GDP به عنوان شاخص فناوری بر شدت انرژی در کشور چین می‌باشد. همچنین نتایج این مطالعه نشاندهنده اثر مثبت شاخص قیمت عمده‌فروشی (به عنوان معیاری برای قیمت سایر نهاده های تولید) بر شدت انرژی در این کشور می باشد.

وینگ (۲۰۰۸) درکشور ایالات متحده آمریکا نشان داده است که افزایش قیمت انرژی نقش تعیین کننده‌ای در کاهش شدت انرژی این کشور داشته در حالی که اثر نوآوری ناچیز بوده است.

مطالعه متکالف (۲۰۰۹) در ایالات متحده آمریکا نیز نشاندهنده اثر منفی قیمت انرژی و اثر مثبت GDP سرانه بر شدت انرژی بوده است.

از مطالعات داخلی نیز می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

عمادزاده و همکاران (۱۳۸۲) در پژوهشی به بررسی تأثیرات قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی در کشورهای عضو OECD طی سال های ۹۶-۱۹۶۵ پرداخته اند و رابطه تقارن و عدم تقارن شدت انرژی با قیمت و تولید ناخالص داخلی را مورد تحلیل قرار داده‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که نه تنها به دنبال افزایش قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی، بلکه به هنگام کاهش متغیرهای مزبور، شدت انرژی نیز کاهش یافته است و این بدان معنی است که بحران های انرژی دهه هفتاد بسترساز انقلاب صنعتی نوینی شده است که در افزایش بهره وری و بهینه‌سازی مصرف متجلی شده است.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

عباسی نژاد و وافی نجار (۱۳۸۳) طی سال های ۷۹-۱۳۵۰ به بررسی بهره وری انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و تخمین کشش نهاده‌ای و قیمتی انرژی در بخش صنعت و حمل و نقل با روش 2SLS پرداخته‌اند. نتایج تخمین ها نشان می‌دهد کشش‌های قیمتی نسبتاً پایین و گویای آن است که تغییرات اندک قیمت انرژی به تنهایی نمی‌تواند تأثیر قابل توجهی در میزان مصرف آن در بخش حمل و نقل داشته باشد، مگر در صورت افزایش‌های شدید و با فرض ثابت بودن قیمت سایر عوامل و اعمال سیاست های تبعیض قیمت، برای انتقال مصرف از یک سوخت یا نهاده به سمت سوخت یا نهاده دیگر.

سیف (۱۳۸۷) در یک مطالعه بین کشوری، به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در کشورهای مختلف پرداخته است. نتایج این مطالعه نشاندهنده اثر مثبت تغییرات ساختاری و مساحت کشورها بر شدت انرژی می‌باشد.

شریفی و همکاران (۱۳۸۷) بر اساس داده‌های سری زمانی سال های ۸۳-۱۳۷۴ با استفاده از شاخص ایده آل فیشر و روش ضربی، به تجزیه شدت انرژی در صنایع نه گانه ایران پرداخته اند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که در بیشتر صنایع نه گانه، اثر ساختاری سهم اندکی در تغییرات اثر کل شدت انرژی داشته و اثر کارایی سهم بیشتری در تغییرات اثر کل داشته است. در بیشتر صنایع، در سال‌های مختلف، اثر کارایی در جهت کاهش شدت انرژی حرکت کرده و اثر ساختاری سهم ضعیفی در کاهش شدت انرژی داشته است.

## مطالعات نظری تحقیق

در ابتدا توضیح مختصری در مورد شاخص های انرژی و عبارات و اصطلاحات بکار رفته داده شده است، سپس مقایسه‌ای از لحاظ میانگین شدت انرژی بین کشورهای وارد کننده و صادر کننده نفت انجام شده و در نهایت نیز مبانی نظری روش پانل دیتا توضیح داده شده است.

### شدت انرژی:

«شدت انرژی[1]» به میزان انرژی مصرف شده برای کسب میزان و یا ارزش مشخصی از ستانده گفته می‌شود. در تحقیق، تحلیل گران از این شاخص در سطوح تجمیعی[2] مختلفی استفاده می‌کنند. برخی از این شاخص‌ها که در سطح اقتصاد به کار گرفته می شوند، به نسبت انرژی به ستانده اشاره دارند و شدت انرژی را در پنج بخش اصلی اقتصاد یعنی بخش های صنعتی، مسکونی، تجاری، حمل و نقل و کشاورزی منعکس می‌کنند. کاربرد معیار شدت انرژی در زیربخش‌های صنعتی نیز مطالعه تغییرات در کارایی تجهیزات تولیدی و یا یک فرآیند تولیدی خاص را ممکن می‌کند.

1) Energy Intensity
2) Level of Aggregation

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

**میزان صنعتی شدن**

میزان صنعتی شدن کشورها با نسبت $\frac{K}{L}$ نشان داده شده است. هرچه نسبت سرمایه(K) به نیروی کار (L) بیشتر باشد، نشان می‌دهد ساختار اقتصادی آن کشور سرمایه بر تر (صنعتی‌تر) بوده است.

*ضریب انرژی*

از تقسیم نرخ رشد مصرف نهایی انرژی به نرخ رشد تولید ناخالص داخلی به دست می‌آید. لذا بر اساس این شاخص، کشورهایی که ضریب انرژی کمتری نسبت به دیگر کشورها دارند، از کارایی بیشتری در مصرف انرژی برخوردار هستند.[۱]

$$\textbf{\textit{ضریب انرژی}} = \frac{\text{نرخ رشد مصرف نهایی انرژی}}{\text{نرخ رشد تولید ناخالص داخلی}} \qquad (۳)$$

در این قسمت نیز به بررسی شدت انرژی در میان کشورهای عمده صادرکننده و وارد کننده نفت پرداخته شده است. جدول (۱) بخوبی نشاندهنده روند شدت انرژی این کشورها طی دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۲ است. همانگونه که مشاهده می‌گردد، میانگین شدت انرژی در کشورهای صادرکننده نفت که اغلب کشورهای درحال توسعه (۱۰ کشور بزرگ صادرکننده نفت خام) هستند از میانگین شدت انرژی در کشورهای واردکننده نفت که اغلب کشورهای توسعه‌یافته (۱۰ کشور بزرگ وارکننده نفت خام) هستند، بیشتر می‌باشد. نکته قابل توجه این است که طی دوره مطالعه، روند شدت انرژی در هر دو گروه نزولی می‌باشد، با وجود این، سرعت کاهش شدت انرژی در کشورهای واردکننده انرژی به واسطه رشد فناوری و صنعتی بودن این کشورها بیشتر از کشورهای صادرکننده انرژی است که در حال گذر از مراحل آغازین صنعتی شدن می‌باشند. بنابراین، شدت انرژی در بین کشورهای صادرکننده و واردکننده نفت متفاوت بوده و شدت انرژی در کشورهای واردکننده نفت خام بمراتب کمتر از کشورهای صادرکننده نفت خام می‌باشد.

۱) از ویژگی‌های ضریب انرژی این است که برای یک دوره زمانی محاسبه می‌شود در حالی که شاخص شدت انرژی معمولا برای ارزیابی در یک سال استفاده می‌شود.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

**جدول۱)روند شدت انرژی بین کشورهای منتخب صادر کننده و واردکننده نفت طی دوره ۲۰۱۲-۱۹۹۰**

| کشور | میانگین شدت انرژی | متوسط رشد سالیانه شدت انرژی |
|---|---|---|
| هلند | ۰.۰۰۰۰۰۰۱۲۴۴۰۸ | -۰.۰۱۲۶۹ |
| اسپانیا | ۰.۰۰۰۰۰۰۱۲۰۴۸۲ | -۰.۰۱۰۰۴ |
| سنگاپور | ۰.۰۰۰۰۰۰۲۰۴۱۹۵ | -۰.۰۰۱۴۸ |
| ایتالیا | ۰.۰۰۰۰۰۰۰۹۹۳۷۵۴ | -۰.۰۰۶۵۶ |
| فرانسه | ۰.۰۰۰۰۰۰۱۲۶۲۸ | -۰.۰۱۱۶۸ |
| آلمان | ۰.۰۰۰۰۰۰۱۲۱۷۰۶ | -۰.۰۱۸۱۷ |
| کره جنوبی | ۰.۰۰۰۰۰۰۲۴۴۰۲۳ | -۰.۰۰۸۴۶ |
| ژاپن | ۰.۰۰۰۰۰۰۱۱۳۰۷۹ | -۰.۰۱۲۷۵ |
| هند | ۰.۰۰۰۰۰۰۷۰۰۳۵۲ | -۰.۰۲۵۴۳ |
| چین | ۰.۰۰۰۰۰۰۸۰۵۱۲۸ | -۰.۰۳۳۸۱ |
| مکزیک | ۰.۰۰۰۰۰۰۱۹۰۶۶۹ | -۰.۰۰۶۱۵ |
| قزاقستان | ۰.۰۰۰۰۰۱۰۵۷۱۵ | -۰.۰۳۰۷۷ |
| اندونزی | ۰.۰۰۰۰۰۰۶۰۲۴۵ | -۰.۰۱۱۲۲ |
| کویت | ۰.۰۰۰۰۰۰۳۲۸۸۵۷ | ۰.۰۰۹۰۱ |
| ونزوئلا | ۰.۰۰۰۰۰۰۴۲۲۲۱۲ | -۰.۰۰۵۲ |
| عربستان | ۰.۰۰۰۰۰۰۴۱۰۳۰۶ | -۰.۰۰۰۳۹ |
| قطر | ۰.۰۰۰۰۰۰۳۷۷۹۳۷ | -۰.۰۲۶۴ |
| عراق | ۰.۰۰۰۰۰۰۵۸۹۵۷ | -۰.۰۰۴۶ |
| الجزایر | ۰.۰۰۰۰۰۰۳۳۷۸۳۹ | ۰.۰۰۰۰۳۰۳ |
| ایران | ۰.۰۰۰۰۰۰۸۵۹۹۳۱ | ۰.۰۰۳ |

*منبع: یافته های تحقیق*

## روش‌شناسی

روش اقتصاد سنجی پانل دیتا قابلیت برآورد همزمان سری زمانی و داده های مقطعی را داراست و از این حیث بویژه در زمینه آزمون ناهمسانی و همخطی از اثرات بمراتب کمتری نسبت به خطاهای مدل‌های سری زمانی برخوردار است. در ادامه، به مروری کلی برای مدل پرداخته می‌شود.

آنچه به طور کلی در مدل‌های پانل مطرح می‌گردد، این است که فرضاً P واحد تصمیم مجزا وجود دارد که با شاخص i از ۱ تا p شماره‌گذاری می‌شوند. همچنین m دوره زمانی متوالی که با شاخص t از ۱ تا m شماره‌گذاری می‌شوند وجود دارد

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

که مجموع n=pm مشاهده خواهیم داشت. متغیرها عبارتند از:

$Y_{it}$: ارزش متغیر وابسته برای واحد iام در دوره tام.

$X_{jit}$ : ارزش متغیر توضیحی jام برای واحد iام در دوره tام.

$$i = 1,...,P$$
$$t = 1,...,m$$
$$j = 1,...,k$$

رگرسیون خطی این پانل عبارت است از:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + ... + \beta_k X_{kit} + e_{it} \quad (۴)$$

در این رگرسیون، دستگاه عمومی پارامترهای تمام واحدها در تمام زمان‌ها بیان گردیده است. یکی از معمولی‌ترین اشکال سازمان‌دهی داده ها در این رابطه براساس واحد های تصمیم‌گیری است. بنابراین، داریم:

$$Y_i = \begin{bmatrix} Y_{i1} \\ . \\ . \\ Y_{im} \end{bmatrix} \quad X_i = \begin{bmatrix} X_{1it} & . & . & X_{kit} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ X_{1im} & . & . & X_{kim} \end{bmatrix} \quad e_{it} = \begin{bmatrix} e_{i1} \\ . \\ . \\ e_{im} \end{bmatrix} \quad (۵)$$

همچنین داده ها می‌توانند به شکل انباشته به صورت زیر بیان گردند:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ . \\ . \\ Y_p \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} X_1 \\ . \\ . \\ X_p \end{bmatrix} \quad e = \begin{bmatrix} e_1 \\ . \\ . \\ e_p \end{bmatrix} \quad (۶)$$

به طوری که Y دارای رتبه n×۱، X دارای رتبه n×k و e دارای رتبه n×۱ می‌باشد. همچنین ممکن است رابطه فوق به صورت زیر بیان گردد:

$$Y = \begin{bmatrix} i & X \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} + e \quad (۷)$$

به طوری که i یک بردار n×۱ از واحدها، $\alpha$ اسکالر و $\beta = (\beta_1, \beta_2, ..., \beta_k)'$ می‌باشند. اختلاف بین مقاطع (بنگاه‌ها،

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

کشورها، مسیرها، استان‌ها و ...) در $\alpha_i$ نشان داده می‌شود و در طول زمان ثابت فرض می‌گردد. اگر فرض ما این باشد که $\alpha_i$ برای تمام بنگاه‌ها ثابت است، روش OLS تخمین‌های کارا و سازگاری از $\beta, \alpha$ به دست خواهد داد. ولی اگر فرض شود که در بین مقاطع مختلف اختلاف وجود دارد، باید از روش‌های دیگری برای تخمین استفاده گردد.

اگر مشاهدات مربوط به تک تک مقاطع در دوره های یکسان و ثابت قرار داشته باشد (یعنی تعداد مشاهدات هریک از آنها با هم برابر باشند)، در این حالت پانل تعادلی است، ولی اگر مشاهدات مربوط به تک تک مقاطع با هم متفاوت و در دوره‌های مختلفی نیز باشند، هرچند ممکن است تعداد مشاهدات یکسان باشد، اما چون در دوره‌های متفاوت هستند، به این حالت پانل غیرتعادلی می‌گویند.

### آزمون F

برای تعیین وجود (یا نبود) عرض از مبدا جداگانه برای هر یک از کشورها از آماره $F$ به صورت زیر استفاده می شود. فرضیه صفر بیان می کند که $\alpha_i$ برای تمام کشورها ثابت است و می‌توان روش OLS را به کار برد:

$$H_0 : \alpha_0 = \alpha_1 = ... = \alpha_n = \alpha$$
$$H_1 : \alpha_i \neq \alpha_j$$

$$F(n-1, nt-n-k) = \frac{(RSS_{UR} - RSS_R)/(n-1)}{(1-RSS_{UR})/(nt-n-k)} \quad (۸)$$

در رابطه فوق، $UR$ مشخص کننده مدل غیر مقید و علامت $R$ نشاندهنده مدل مقید با یک عبارت ثابت برای کلیه کشورها می باشد. $k$، تعداد متغیرهای توضیحی ملحوظ در مدل، $n$ تعداد کشورها، و $N = nt$ تعداد کل مشاهدات و ( $t$ دوره زمانی موردنظر) می باشد. اگر F محاسبه شده از F جدول با درجه آزادی (n-1) و (nt-n-k) بزرگتر باشد، آنگاه فرضیه صفر رد می شود و لذا رگرسیون مقید دارای اعتبار نمی باشد و باید عرض از مبداهای مختلفی را در برآورد لحاظ نمود. این آزمون با استفاده از آزمون Effects Redundunt Fixed در فضای نرم افزار *Eviews* ۷ انجام شد. آماره $F$ با درجه آزادی ۳۲ و ۲۴۷ برابر ۲۰.۲۹ و۰.۰۰۰ =prob است. لذا در سطح اطمینان۰.۹۹ فرضیه $H_0$ رد شده و اثرات کشورها پذیرفته می شود و باید عرض از مبداهای مختلفی را در برآورد لحاظ نمود.

### آزمون هاسمن

اگر بعد از انجام دادن آزمون F فرضیه $H_0$ در مقابل $H_1$ رد شده باشد، اکنون این پرسش مطرح است که مشخص‌نمایی درست کدام است و مدل درقالب کدام یک از مدل‌های اثرات ثابت و اثرات تصادفی قابل بیان و بررسی می‌باشد.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

برای آزمون اینکه مدل با بهره گیری از روش اثرات ثابت یا اثرات تصادفی برآورد گردد، از آزمون هاسـمن ( Hausman Test) به صورت زیر استفاده می شود:

H0: Random Effects

H1: Fixed Effects

$$H \equiv n \hat{q}^{/} (A\mathrm{var}(\hat{q}))^{-1} \hat{q} \quad (۹)$$

که در آن:

$\hat{q}$ : تفاضـل ضـرایب بـرآورد شـده بـرای متغیرهـای توضـیحی لحـاظ شـده در روش اثـرات ثابـت و تصـادفی $(\hat{q} = \hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})$

$A\mathrm{var}(\hat{q})$ : واریانس مجانبی $\hat{q}$

$n$: تعداد مشاهدات

فرضیه صفر این است که تخمین زن‌های مدل اثرات تصادفی و اثرات ثابت به طور اساسی تفاوتی با یکـدیگر ندارنـد. اگر فرضیه صفر رد شود، نتیجه می‌گیریم روش اثرات تصادفی مناسب نیست و بهتر است از روش اثرات ثابت استفاده شود، آماره هاسمن دارای توزیع کای– دو با درجه آزادی برابر تعداد ضرایب تخمین زده شده در مدل می باشد. اگر آماره محاسبه شده در سطح احتمال معین از توزیع کای- دو جدول بزرگتر باشد، فرضیه صفر رد می‌شود.

**برآورد مدل و تحلیل نتایج**

پس از بررسی، تحقیق و مطالعات صورت گرفته، مدل زیر به عنوان مدل نهایی شدت انرژی استخراج شد. شایان ذکر است که میزان صنعتی شدن کشورها با نسبت $\frac{K}{L}$ نشان داده شده است و هرچه نسبت سرمایه(K) به نیروی کار (L) بیشتر باشد، نشان می‌دهد ساختار اقتصادی آن کشور سرمایه‌بر تر (صنعتی‌تر) بوده است.

$$SHE_{it} = \alpha_0 + \beta_1 \left(\frac{K}{L}\right)_{it} + \beta_1 GDP_{it} + \beta_1 P_{it} + \beta_1 I_{it} + \beta_1 EX_{it} \quad (۱۰)$$

در معادله فوق داریم:

$SHE_{it}$= شدت انرژی برای کشور iام در زمان tام

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

$\left(\frac{K}{L}\right)_{it}$= نسبت سرمایه به نیروی کار برای کشور iام در زمان tام (اقتصاد انرژی، پل استیونس)

$GDP_{it}$= تولید ناخالص داخلی سرانه برای کشور iام در زمان tام

$P_{it}$= قیمت انرژی برای کشور iام در زمان tام

$I_{it}$= شاخص قیمت تولیدکننده برای کشور iام در زمان tام

$EX_{it}$= شاخص تجارت خارجی برای کشور iام در زمان tام (این شاخص به عنوان شاخص فناوری در مطالعات دیگر در نظر گرفته شده است)

در ابتدا جهت تخمین مدل رگرسیونی به منظور بررسی وجود اثرات ثابت یا گروهی از آزمون F لیمر استفاده می‌شود. در صورت وجود اثرات ثابت، به منظور بررسی وجود اثرات تصادفی از آزمون هاسمن استفاده خواهد شد. شایان ذکر است که کلیه متغیرهای فوق به صورت لگاریتمی تبدیل شده اند و ضرایب آنها پس از برآورد بر اساس کشش تفسیر می‌گردد.

**الف) کشورهای صادرکننده نفت خام**

***آزمون F لیمر***

**جدول ۲) آزمونF برای کشورهای صادر کننده نفت خام**

| آزمون | آماره | احتمال |
|---|---|---|
| F | **۲۸۸.۱** | **۰** |
| خی‌دو | **۴۷۰.۱** | **0** |

مقادیر F و $\chi^2$ برای برای آزمون هم‌زمان اثرات ثابت زمانی و مقطعی نشان می‌دهد فرضیه صفر رد شده (مقادیر احتمال کوچکتر از ۰.۰۵ است) و لذا با اطمینان ۹۵ درصد اثرات ثابت هم در بین مقاطع (کشورها) و هم برای هر کشور در طول زمان وجود دارد.

**آزمون هاسمن**

**جدول ۳) آزمون هاسمن برای کشورهای صادرکننده نفت خام**

| آزمون | آماره | احتمال |
|---|---|---|
| خی‌دو | **۱۲.۹۷** | **0.02** |

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

طبق این آزمون، از آنجا که مقدار کای‌دو برای اثرات ثابت مقطعی در ناحیه بحرانی قرار دارد (مقادیر احتمال کوچکتر از ۰.۰۵ است) فرضیه صفر مبنی بر مناسب بودن اثرات تصادفی را می‌توان رد کرد. لذا در سطح اطمینان ۹۵ درصد، امکان استفاده از مدل اثرات تصادفی وجود ندارد و بنابراین، از مدل اثرات ثابت استفاده می‌شود.

**ب) کشورهای واردکننده نفت خام**

***آزمون F لیمر***

**جدول ۴) آزمون بررسی اثرات ثابت برای کشورهای وارد کننده نفت خام**

| آزمون | آماره | احتمال |
|---|---|---|
| F | **۱۶۰.۲** | **۰** |
| خی‌دو | **۴۰۴.۵** | **0** |

مقادیر F و $\chi^2$ برای برای آزمون هم‌زمان اثرات ثابت زمانی و مقطعی نشان می‌دهد فرضیه صفر رد شده (مقادیر احتمال کوچکتر از ۰.۰۵ است) و لذا با اطمینان ۹۵ درصد اثرات ثابت هم در بین مقاطع (کشورها) و هم برای هر کشور در طول زمان وجود دارد.

**آزمون هاسمن**

**جدول ۵) آزمون هاسمن برای کشورهای وارد کننده نفت خام**

| آزمون | آماره | احتمال |
|---|---|---|
| خی‌دو | **۳۱.۵۹** | **0** |

طبق این آزمون، از آنجا که مقدار کای‌دو برای اثرات ثابت مقطعی در ناحیه بحرانی قرار دارد (مقادیر احتمال کوچکتر از ۰.۰۵ است) فرضیه صفر مبنی بر مناسب بودن اثرات تصادفی را می‌توان رد کرد. لذا در سطح اطمینان ۹۵ درصد، مدل اثرات ثابت مورد تایید است.

بنابراین، جهت تخمین مدل رگرسیون از مدل اثرات ثابت استفاده می‌شود.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

### برآورد تابع شدت انرژی:

***الف) کشورهای صادرکننده نفت خام***

**جدول ۶) برآورد تابع شدت انرژی کشورهای صادر کننده نفت خام**

| متغیر | ضریب | انحراف معیار | آماره t |
|---|---|---|---|
| C | **-9.96** | **0.57** | **-17.47** |
| LKL | **-0.02** | **0.02** | **-1.00** |
| LGDP | **-0.52** | **0.08** | **-6.32** |
| LP | **0.12** | **0.03** | **3.98** |
| LI | **-0.07** | **0.02** | **-3.09** |
| LEX | **-0.12** | **0.04** | **-2.74** |
| ضریب تعیین | **۰.۹۷** | | |

براساس آماره t-Statistic، ضرایب کلیه متغیرها جز متغیر "سرمایه به کار" در سطح خطای ۱ درصد معنی دار می‌باشد. همچنین متغیرهای فوق حدود ۹۷ درصد از تغییر متغیر شدت انرژی را توضیح می‌دهند، به این معنی که متغیرهای تولید ناخالص سرانه، قیمت جهانی نفت خام، شاخص قیمت تولیدکننده و شدت تجارت به طور معنی‌داری بر مقدار شدت انرژی تاثیرگذار هستند، اما متغیر سرمایه به کار در کشورهای صادرکننده نفت خام تاثیر معنی‌داری بر مقدار شدت انرژی ندارد. بنابراین:

- با افزایش ۱۰ درصد تولید ناخالص سرانه ، شدت انرژی به اندازه ۵.۲ درصد کاهش می‌یابد.

در تفسیر این ضریب می‌توان عنوان نمود از آنجایی که بخش عمده‌ای از تولید ناخالص داخلی کشورهای صادرکننده (که اغلب کشورهای در حال توسعه هستند) درآمدهای صادرات نفت است، با افزایش GDP و افزایش درآمدهای این کشورها، مقامات این کشورها دیگر دلیلی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش هزینه‌های تولید خود نمی‌بینند، زیرا منابع درآمدی از صادرات نفت آمده و دیگر نیازی نیست نسبت به کاهش هزینه و افزایش سود از سایر بخش‌ها مانند صنعت و تولید نظیر کاهش مصرف انرژی در صنایع اقدام نمایند. به لحاظ فرمولی نیز از آنجایی که در مخرج شدت انرژی، GDP قرار دارد به واسطه افزایش تولید ناخالص داخلی، حتی اگر مصرف انرژی– که در صورت کسر قرار دارد– تغییر نکند یا شدت کاهش آن کمتر از GDP باشد، در مجموع کل کسر کاهش می‌یابد.

- با افزایش ۱۰ درصد قیمت جهانی نفت خام ، شدت انرژی به اندازه ۱.۲ افزایش می‌یابد.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

در تفسیر این ضریب می‌توان عنوان نمود که با افزایش قیمت نفت خام قاعدتاً درآمدهای صادراتی این کشورها افزایش می‌یابد و با افزایش درآمد ها و افزایش GDP، این کشورها دیگر تمایلی به ممیزی نمودن و صرفه جویی در مصرف انرژی به طور کارا نمی‌کنند و این اتفاقی است که سالهای طولانی در پیکره اقتصاد بسیاری از این کشورها مشاهده می‌شود.

- با افزایش ۱۰ درصد شاخص قیمت تولیدکننده ، شدت انرژی به اندازه ۰/۷ درصد کاهش می‌یابد.

بدون شک با افزایش شاخص قیمت تولیدکننده، هزینه تولید برای بسیاری از بنگاه‌ها افزایش می‌یابد. در این رابطه، بنگاه‌هایی که خواهان رقابت در بازارهای داخلی و جهانی با کالاهای مشابه رقیب هستند یا محدودیت های دولت اجازه افزایش قیمت محصولات این بنگاه ها را نمی‌دهند، در نهایت اقدام به بهینه نمودن استفاده از منابع اولیه خود می‌کنند. یکی از این منابع، مصرف انرژی است و با بهینه نمودن مصرف انرژی در صنعت و تولید، شدت انرژی واحد کاهش یافته و در سطح کلان، این امر موجب کاهش شدت انرژی می‌شود. شایان ذکر است که با توجه به اینکه این بنگاه‌ها در کشورهای صادر کننده نفت خام- که عموماً در حال توسعه هستند- حساسیت کمتری نسبت به کشورهای واردکننده خواهند داشت و در بخش بعد می‌توان ضریب این متغیر را با ضریب متغیر مشابه برای کشورهای واردکننده نفت خام مقایسه نمود.

- با افزایش ۱۰ درصد "شدت تجارت، شدت انرژی به اندازه ۱.۲ کاهش می‌یابد.

در تفسیر این ضریب نیز می‌توان گفت که در تجارت جهانی، هر بنگاهی که قیمت محصولات پایین تری داشته باشد، موفق‌تر خواهد بود. از این‌رو این بنگاه ها می‌توانند با بهینه نمودن استفاده از مواد اولیه و اتخاذ فناوری‌های بهینه اقدام نمایند. در این رابطه، مصرف بهینه انرژی و استفاده از فناوری‌های برتر موجب کاهش شدت انرژی می‌شود. بنابراین، هر کشوری که در حوزه تجارت جهانی فعال‌تر باشد، با توجه به موارد فوق، شدت انرژی کمتری خواهد داشت. از این‌رو، ضریب منفی شدت انرژی با افزایش میزان تجارت جهانی بیشتر خواهد شد. شایان ذکر است که این بنگاه‌ها در کشورهای صادرکننده نفت خام- که عموماً در حال توسعه هستند- سهم تجارت کمتری نسبت به کشورهای واردکننده- که اکثراً توسعه یافته هستند ـ خواهند داشت. در بخش بعد می‌توان ضریب این متغیر را با ضریب متغیر مشابه برای کشورهای واردکننده نفت خام مقایسه نمود.

اما ضریب متغیر سرمایه به کار رابطه معناداری با شدت انرژی ندارد. در تفسیر این وضعیت می‌توان گفت از آنجایی که کشورهای صادرکننده نفت خام بیشتر به درآمد های نفتی خود تکیه می‌کنند و توجه چندانی به افزایش ارزش افزوده سایر بخش‌ها بویژه صنعت و تولید نمی‌کنند، با توجه به وفور منابع انرژی در این کشورها از یکسو و سهم پایین میزان سرمایه (که منعکس کننده بخش صنعت و تولید است) به کار (این کشورها با توجه به رشد جمعیت بالا) از سوی دیگر، نبود رابطه معنی دار و مشخص بین شدت انرژی و سرمایه به کار طبیعی به نظر می‌رسد.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

***ب) کشورهای واردکننده نفت خام***

**جدول ۷) برآورد تابع شدت انرژی کشورهای وارد کننده نفت خام**

| متغیر | ضریب | انحراف معیار | آماره t |
|---|---|---|---|
| C | -13.34 | 0.42 | -32.06 |
| LKL | 0.06 | 0.03 | 1.92 |
| LGDP | -0.23 | 0.06 | -3.67 |
| LP | -0.02 | 0.01 | -2.24 |
| LI | -0.11 | 0.04 | -2.76 |
| LEX | -0.16 | 0.04 | -4.10 |
| **ضریب تعیین** | **۰.۹۸** | | |

براساس آماره t-Statistic، ضرایب کلیه متغیرها در سطح خطای ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد، به این معنی که متغیرهای سرمایه به کار، تولید ناخالص سرانه، قیمت جهانی نفت خام، شاخص قیمت تولیدکننده و شدت تجارت به طور معنی‌داری بر مقدار شدت انرژی تاثیرگذار هستند، اما متغیر سرمایه به کار در کشورهای صادرکننده نفت خام تاثیر معنی‌داری بر مقدار شدت انرژی ندارد. همچنین متغیرهای فوق حدود ۹۷ درصد از تغییر متغیر شدت انرژی را توضیح می‌دهند. بنابراین:

- با افزایش ۱۰ درصد سرمایه به کار ، شدت انرژی به اندازه ۰/۶ درصد افزایش می‌یابد.

در تفسیر این ضریب می‌توان عنوان نمود از آنجایی که بخش عمده‌ای از تولید ناخالص داخلی کشورهای واردکننده نفت خام (که اغلب کشورهای توسعه‌یافته و در حال گذر هستند) ارزش افزوده بخش صنعت و تولید محصولات نهایی (در کنار بخش خدمات) می‌باشد، این کشورها دارای موجودی ثابت سرمایه بسیار بالایی هستند که به این معنی است که نیاز بسیار بالایی به مواد اولیه از جمله انرژی دارد. شایان ذکر است که میزان نیروی کار در این کشورها در مقایسه با کشورهای درحال توسعه کمتر است. حال این سئوال پیش می‌آید که در این کشورها افزایش میزان سرمایه به کار با تکیه بر دسترسی به فناوری بالا، بایستی با شدت انرژی رابطه منفی داشته باشند، در حالی که این رابطه در مدل مذکور مثبت شده است. در استدلال این موضوع می‌توان چند دلیل آورد: اولا، با توجه به اینکه این کشورها اغلب سهم بالایی از تجارت جهانی دارند و تلاش شبانه روزی آنها افزایش یا حفظ سهم خود از تجارت خارجی است، از این‌رو، با توجه به اینکه ارزش افزوده محصولات صادراتی آنها بسیار بالاتر از از پولی است که صرف خرید نفت می‌کنند، در واقع، قیمت نفت برای این کشورها

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

بسیار ارزان تمام می‌شود. این کشورها چندین برابر پولی را که بابت خرید نفت می‌دهند فرآوری نموده و با قیمت های بسیار بالایی در صادرات سایر کالاها به دست می‌آوردند. اگر به جای این کشورها، کشورهایی را انتخاب می‌کردیم که سهم معمولی از تجارت جهانی داشتند، بدون شک این رابطه برای این کشورها منفی می‌شد، ثانیا، طبق مطالعات صورت گرفته، اکثر این کشورها در سالهای طولانی گذشته به یک سقف انباشت سرمایه رسیده بودند و در سال‌های بعد از آن با اضافه نمودن تدریجی کم سرمایه، کماکان از همان سرمایه‌های قبلی استفاده می‌نمودند. بنابراین، با افزایش عمر سرمایه‌های قبلی (ماشین‌آلات و دستگاه‌ها و کارخانه‌های ایجاد شده در سالهای دور)، مصرف انرژی آنها نیز افزایش می‌یابد و موجب افزایش شدت انرژی می‌شود و ثالثا، با توجه به افزایش مقدار مطلق GDP در سالهای گذشته، نرخ رشد GDP این کشورها در سال‌های اخیر کمتر می‌باشد و شدت انرژی که در مخرج خود این متغیر را دارد، کمتر کاهش می‌یابد(صادقی و همکاران، ۱۳۹۰).

- با افزایش ۱۰ درصد تولید ناخالص سرانه ، شدت انرژی به اندازه ۲.۲ درصد کاهش می‌یابد.

به لحاظ فرمولی نیز از آنجایی که در مخرج شدت انرژی، GDP قرار دارد، به واسطه افزایش تولید ناخالص داخلی، حتی اگر مصرف انرژی- که در صورت کسر قرار دارد- تغییر نکند یا شدت کاهش آن کمتر از GDP باشد، در مجموع کل کسر کاهش می‌یابد.

- با افزایش ۱۰ درصد قیمت جهانی نفت خام ، شدت انرژی به اندازه ۲.۲ کاهش می‌یابد.

در تفسیر این ضریب می‌توان عنوان نمود که با افزایش قیمت نفت خام، تقاضای این کشورها ممکن است کاهش یابد. با وجود این، به دنبال افزایش قیمت انرژی و در نتیجه، افزایش هزینه تمام شده کالاهای تولیدی، کشورها اقدام به بهینه‌سازی مصرف انرژی نموده و در نتیجه، شدت انرژی با افزایش قیمت انرژی کاهش می‌یابد.

- با افزایش ۱۰ درصد شاخص قیمت تولیدکننده ، شدت انرژی به اندازه ۱.۱ درصد کاهش می‌یابد.

با افزایش شاخص قیمت تولیدکننده، هزینه تولید برای بسیاری از بنگاه‌ها افزایش می‌یابد. در این رابطه، بنگاه‌هایی که خواهان رقابت در بازارهای داخلی و جهانی با کالاهای مشابه رقیب هستند یا محدودیت‌های دولت اجازه افزایش قیمت محصولات این بنگاه را را نمی‌دهند، در نهایت اقدام به بهینه نمودن استفاده از منابع اولیه خود می‌کنند. یکی از این منابع، مصرف انرژی است و با بهینه نمودن مصرف انرژی در صنعت و تولید، شدت انرژی واحد را کاهش داده و در سطح کلان، این امر موجب کاهش شدت انرژی می‌شود. همانطور که در بخش قبل گفته شد، با توجه به اینکه این بنگاه‌ها در کشورهای واردکننده نفت خام- که عموماً توسعه‌یافته هستند- حساسیت بیشتری نسبت به کشورهای صادرکننده دارند.

- با افزایش ۱۰ درصد "شدت تجارت، شدت انرژی به اندازه ۱.۶ کاهش می‌یابد.

در تفسیر این ضریب نیز می‌توان گفت که در تجارت جهانی، هر بنگاهی که قیمت محصولات پایین‌تری داشته باشد، موفق‌تر خواهد بود. از این‌رو، این بنگاه‌ها می‌توانند با بهینه نمودن استفاده از مواد اولیه و اتخاذ فناوری‌های بهینه اقدام

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

نمایند. در این رابطه، مصرف بهینه انرژی و استفاده از فناوری های برتر موجب کاهش شدت انرژی می‌شود. بنابراین، هر کشوری که در حوزه تجارت جهانی فعال‌تر باشد، با توجه به موارد فوق، شدت انرژی کمتری خواهد داشت. از این‌رو، ضریب منفی شدت انرژی با افزایش میزان تجارت جهانی بیشتر خواهد شد. همانگونه که در بخش قبلی بیان شد، با توجه به اینکه این بنگاه‌ها در کشورهای واردکننده ـ که عموماً توسعه‌یافته هستند ـ سهم تجارت بیشتری نسبت به کشورهای صادرکننده ـ که اکثراً در حال توسعه هستند ـ خواهند داشت و ضریب این متغیر بیشتر از متغیر مربوط به کشورهای صادرکننده نفت خام است.

## نتیجه گیری

حامل‌های انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید، نقش اساسی در پویایی فعالیت‌های اقتصادی دارند. در این خصوص به دنبال حرکت جهانی به سمت استفاده بهینه از انرژی در شرایط رقابت شدید در تجارت جهانی، مساله "شدت انرژی" اهمیت فراوانی یافت و کشورها را به سمت کاهش این شاخص در تولیدات صنعتی خود سوق داد. با وجود این، کشورها بسته به دسترسی آنها به انرژی برخورد متفاوتی با این شاخص داشتند. با مروری بر آمارهای منتشر شده، مشاهده گردید کشورهای واردکننده نفت خام، دارای شدت انرژی کمتری نسبت به کشورهای صادر کننده هستند و شیب کاهش این شاخص در کشورهای واردکننده به پشتوانه استفاده از فناوری‌های مدرن سریعتر نیز می‌باشد.

در بررسی رابطه صنعتی بودن کشورها و میزان شدت انرژی آنها به بررسی عوامل تاثیرگذار بر شدت انرژی پرداخته شد. طبق یافته‌ها میزان صنعتی بودن که با معیار "سرمایه به کار" معین شد مهمترین متغیر تاثیرگذار بر شدت انرژی درنظر گرفته شد. شایان ذکر است که این سرمایه است که انرژی مصرف می‌کند نه کار. تولیدسرانه ناخالص داخلی نیز از دیگر متغیرهای تاثیرگذار بر شدت انرژی است که تاثیر آن در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه متفاوت خواهد بود. قیمت جهانی نفت خام نیز به عنوان قیمت انرژی دیگر متغیر مورد نظر است. شاخص قیمت تولیدکننده نیز به عنوان متغیر سایر نهاده‌ها و کالاهای واسطه‌ای تاثیر چشمگیری بر هزینه تمام شده محصولات در کنار استفاده از انرژی دارد. شدت انرژی نیز از دیگر متغیرهای تاثیرگذار است که به تحلیل ما در تجارت جهانی کشورها و نحوه برخورد با چگونگی مصرف انرژی کمک می‌کند.

با نگاهی کلی بر متغیر "سرمایه به کار" در دو گروه مشاهده می‌گردد که کشورهای در حال توسعه به پشتوانه درآمدهای عمده نفتی، اهمیت چندانی به ارزش افزوده سایر بخش‌ها نمی‌دهند و کشورهای توسعه‌یافته با توجه به رقابت شدید در تجارت خارجی، توجه ویژه‌ای به مساله صادرات دارند تا نحوه استفاده از انرژی، البته فناوری بالا به این کشورها قدرت استفاده بهینه را می‌دهد.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

تولید ناخالص داخلی با توجه با اجزای تشکیل دهنده آن و میزان تاثیر درآمدهای حاصل از واردات یا صادرات انرژی متفاوت است. با این وجود، این متغیر تعیین کننده کشش درآمدی شدت انرژی است که در دو گروه فوق معنی دار بوده و منفی، اما مقدار آن متفاوت است.

قیمت انرژی به منزله کشش قیمتی برای کشورهای صادرکننده نفت (به منزله کشش قیمتی عرضه) مثبت و برای کشورهای وارکننده نفت (به منزله کشش قیمتی تقاضا) منفی بوده است.

قیمت "کالاهای تولیدکننده" نیز به عنوان کشش متقاطع قیمتی، تعیین کننده تاثیر قیمت سایر کالاها و مواد اولیه در مصرف انرژی است.

شدت تجارت نیز به عنوان یکی از متغیرهای تاثیرگذار بر شدت انرژی، ارتباط مصرف انرژی را در کنار تجارت جهانی تعیین می‌کند. در واقع، اهمیتی را که تجارت جهانی برای شدت انرژی قائل است، متذکر می‌شود.

به طور کلی، برای کاهش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اعم از صنعت، کشاورزی و خانگی، اجرای برنامه‌ریزی های میان مدت و بلند مدت بروز کردن فناوری در این بخش‌ها ضروری است. با توجه وضعیت فعلی تحریم های اقتصادی کشور، اتخاذ سیاست های لازم در این زمینه و مخصوصاً بومی کردن فناوری بخش صنعت براساس توسعه شرکتهای دانش بنیان می‌تواند در این راستا اقدامی اثر بخش باشد.در پایان باید خاطر نشان ساخت که بسیاری از صاحب‌نظران بر آنند که باید پایه انرژی را از سوختهای فسیلی بویژه نفت خارج ساخت و آن را بر دوش انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی‌های خورشیدی، بادی و آبی قرار داد و با افزایش بهره وری برای کاهش مصرف انرژی و با افزایش سطح آگاهی مردم برای حفظ منابع طبیعی کوشید.

## منابع

[۱] بهبودی داوود ، نسیم اصلانی و سکینه سجودی (۱۳۸۹)، تجزیه شدت انرژی بررسی عوامل موثر بر آن در اقتصاد ایران، مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۶، ۱۳۰-۱۰۵.

[۲] ر حسن تاش غلام حسن و محمدمین نادریان (۱۳۸۷)، ارزیابی پتانسیل‌ها و مزایای کاهش شدت انرژی در کشورهای عضو اوپک، مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۱۶، ۱۸۴-۱۵۷.

[۳] راسخی سعید، سلمانی پروین(۱۳۹۲)، رابطه شدت انرژی و کارایی اقتصادی در کشورهای منتخب با استفاده از الگوی گشتاور تعمیم یافته: کاربردی از تحلیل پنجر های پوششی داده‌ها، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، شماره ۶۷، صص ۲۴-۵.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

[۴] سلیمی فر مصطفی، امین حق نژاد و محسن رحیمی (۱۳۸۹)، بررسی تاثیر عوامل تولید بر شدت مصرف انیـژی در ایـران: یـک تجزیه و تحلیل مبتنی بر تابع کاب–داگلاس، مجله توسعه و دانش، شماره ۳۴.

[۵] سیف اله مراد(۱۳۸۷)، شدت انرژی : عوامل تأثیرگذار و تخمین یک تابع پیشنهادی، مطالعات اقتصاد انرژی، شـماره ۱۸، ۲۰۱–۱۷۷.

[۶] . شریفی، علیمراد، مهدی صادقی، مهدی نفر و زهرا دهقانشبانی( 1378 )، تجزیه شدت انـرژی در صـنایع ایـران، فصـلنامه پژوهشهای اقتصادی در ایران ،شماره 35 ، صص ۷۹–۵۱.

[۷] صادقی کمال و سجودی سکینه(۱۳۹۰)، مطالعه عوامل موثر بر شدت انرژی در بنگاه‌های صنعتی ایران، مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۹، ۱۸۰–۱۶۳.

[۸] فطرس محمد حسن، مهدی فردوسی، حسین مهرپیما (۱۳۹۰)، بررسی تأثیر شدت انرژی و گسترش شـهر نشـینی بـر تخریـب محیط زیست در ایران(تحلیل هم جمعی)، محیط شناسی، سال سی و هفتم، شمارهٔ ۶۰ ، صص ۲۲

[۹] قلی زاده علی اکبر و براتی جواد(۱۳۹۰)، تحلیل عوامل موثر بر مصرف انرزی خانگی و برق مصرفی خانوار در ایران، با تاکید بـر بهره‌وری انرژی. فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، شماره ۳۵، صص ۱۴۵–۱۱۷.

[۱۰] گجراتی، دامودار، مبانی اقتصادسنجی، ترجمه دکتر حمید ابریشمی، انتشارات دانشگاه تهران،۱۳۷۹.

[۱۱] موسوی محمد هاشم، رجبی احد(۱۳۹۲)، مدلسازی تاثیر تغییرات شدت انـرژی در بخـش صـنعت بـر شاخصـهای اقتصـادی و زیست‌محیطی با روش پویایی‌شناسی سیستمی، فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی، شماره ۹۲، صص ۳۴–۱۱.

[۱۲] نوفرستی، محمد، ریشه واحد و همجمعی در اقتصادسنجی، تهران، انتشارات رسا، ۱۳۸۶.

[13] Ang, B. W. and F.Q. Zhang (2000). "A Survey of Index Decomposition Analysis in Energy and Environmental St dies." Energy 25: 1149-1176.

[14] Antweiler, Werner, Brian R. Copeland and M. Scott Taylor (2001). "Is Free Trade Good for the Environment?" American Economic Review 91(4): 877-908.

[15] Arellano, M. and S. Bond (1991). "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations." Review of Economic Studies 58: 277-297.

[16] Atkinson, J. and N. Manning (1995). "A Survey of International Energy Elasticities." In Terry, B., P. Elkins and N. Johnstone, eds., Global Warming and Energy Demand. London: Routledge. Bernstein, Mark, Kateryna Fonkych, Sam Loeb and David Loughran (2003). State-Level Changes in Energy Intensity and Their National Implications. Santa Monica, CA, RAND.

[17] Bjorner, Thomas and Henrik Holm Jensen (2002). "Energy Taxes, Voluntary Agreements and Investment Subsidies - a Micro-Panel Analysis of the effect on Danish Industrial Companies' Energy Demand." Resource and Energy Economics 24: 229-249.

[18] Boyd, Gale A., J.F. McDonald, M. Ross and D. Hanson (1987). "Separating the Changing Composition of U.S. Manufacturing Production from Energy Efficiency Improvements: A Divisia Index Approach." The Energy Journal 8(2): 77-96.

[19] Boyd, Gale A. and Joseph M. Roop (2004). "A Note on the Fisher Ideal Index Decomposition for Structural Change in Energy Intensity." Energy Journal 25(1): 87-101.

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]

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

[21] Diewert WE (1980). Recent developments in the economic theory of index numbers: capital and the theory of productivity. American Economic Review;70(2):260–7.

[22] Diewert, W.E. (2001). The Consumer Price Index and Index Number Theory: A Survey. Vancouver, Department of Economics, University of British Columbia, Department Paper 0102.

[23] Divisia F (1925). L'indice Monetaire et al Theorie de la Monnaie. Revue Divisia Economic Politique;9(2):109–35.

[24] Energy Information Administration (2006). Emissions of Greenhouse Gases in the United States 2005. Washington, DC, Energy Information Administration, DOE/EIA-0573(2005).

[25] www.world**bank**.org , www.imf.org , www.**opec**.org , www.eia.gov

[ Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-12 ]