تاثیر عوامل و شاخص های منتخب بر شدت انرژی کشور کشورهای OECD

عباسعلی ابونوری[۱]، احسان خوئینی ها[۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۷/۰۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۲/۱۷

چکیده:

شاخص شدت انرژی بیانگر میزان مصرف حامل های انرژی به ازای یک واحد فعالیت (تولید و یا ارزش افزوده) می باشد. با توجه به نقش و اهمیت این شاخص در اقتصاد کشورها، در این مقاله به بررسی عوامل و شاخص های منتخب بر شدت انرژی در کشورهای OECD طی بازه زمانی۲۰۱۴-۲۰۰۲ پرداخته شده است و از مدل اقتصاد سنجی داده های پانل و از روش تعمیم یافته گشتاورها (GMM) استفاده شده است. طی سالهای مورد بررسی، شدت انرژی در دوره گذشته، میزان تولید ناخالص داخلی، نرخ ارز، شاخص توسعه انسانی، تعداد کاربران اینترنت از مهمترین عوامل تاثیر گذار بر شدت انرژی در کشورهای مورد بررسی بوده اند، ضمن آنکه قیمت انرژی نیز عاملی است که توانسته بر تقاضای انرژی و در نتیجه، بر شدت انرژی تاثیر گذار باشد. نتایج بیانگر آن است که میان قیمت انرژی، تولید ناخالص داخلی ، نرخ ارز و تعداد کاربران اینترنت با شدت انرژی رابطه معکوس و معنادار و میان شدت انرژی دوره قبل، شاخص توسعه انسانی با متغیر مذکور رابطه مستقیم و معناداری برقرار است.

کلمات کلیدی:

شدت انرژی، مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی، شاخص توسعه انسانی

۱) دانشیار اقتصاد دانشکده اقتصادوحسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی ـ واحد تهران مرکزی(نویسنده مسئول) aabounoori@yahoo.com
۲) کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه آزاد اسلامی ـ واحد تهران مرکزی ehsankh1977@yahoo.com

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

مقدمه

شدت انرژی یکی از شاخص های بسیار مهم جهت ارزیابی مصرف بهینه و اقتصادی از انرژی است که در سطح وسیعی در تحلیل های مربوط به مصرف انرژی مورد استفاده قرار می گیرد. مطالعه وضعیت این شاخص در کشورها می‌تواند اطلاعات بسیار خوبی را در اختیار آنان قرار دهد. آنچه در بررسی و تحلیل ارقام مربوط به شدت انرژی و ارزیابی‌های آن باید مورد توجه قرار داد، ماهیت عوامل تاثیر گذار بر آن می باشد. در دهه های اخیر، از انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم تولید نام برده می شود که در کنار عواملی مانند نیروی کار، سرمایه و مواد اولیه نقش تعیین کننده ای در حیات اقتصادی کشورها دارد. لذا مطالعات روند تحولات ساختار سیستم انرژی از اهمیت خاصی برخوردار است.

امروزه افزایش قابل توجه جمعیت و رشد اقتصادی سبب شده است تقاضای انرژی نیز دستخوش رشد شدید و نامتقارنی گردد. افزایش در تقاضای جهانی انرژی در شرایطی روی می دهد که نه تنها سبد انرژی جهانی تا چند دهه آتی همچنان به نفت وابسته خواهد ماند، بلکه دغدغه های امنیتی و زیست محیطی ناشی از افزایش تقاضای انرژی های فسیلی و تجدید ناپذیر در سطح جهان بر نگرانی‌های ناشی از اتمام این ذخایر می‌افزاید. برای رویارویی با این مشکلات، یکی از راه حل‌های پیشنهادی جهت برقراری توازن میان رشد اقتصادی (بالاخص در کشورهای در حال توسعه) و تقاضای انرژی و پیامدهای خارجی منفی آن افزایش کارایی انرژی و یا کاهش شدت انرژی است. با توجه به اهمیت موضوع، در این مقاله سعی شده است عوامل موثر بر شدت انرژی در کشورهای عضو OECD[1] مورد بررسی قرار گیرد. بر این اساس، مقاله حاضر در ۶ بخش تهیه و تنظیم شده است که پس از مقدمه، در بخش دوم، مبانی نظری و پیشینه تحقیق بیان گردیده است. پس از معرفی الگوی تحقیق و بررسی نتایج حاصل از برآورد و تحلیل آن در بخش‌های سوم و چهارم، در بخش پنجم به نتایج و در بخش پایانی به نکات پیشنهادی پرداخته شده است.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی که برای بررسی نقش و کارایی انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد و نشانگر نحوه و شدت مصرف انرژی است، شدت انرژی می‌باشد.

تعریف ریاضی شدت انرژی را می‌توان به صورت نسبت مصرف انرژی به فعالیت اقتصادی بیان نمود:

$$\text{شدت مصرف انرژی} = \frac{\text{مصرف انرژی}}{\text{تولید ناخالص داخلی}} \qquad (۱)$$

1) Organisation for Economic Co-operation and Development سازمان همکاری های اقتصادی و توسعه

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

صورت کسر (مصرف انرژی): مصرف انرژی و احتمالات مختلفی را که به دلیل تنوع منابع انرژی وجود دارد نشان می‌دهد.

مخرج کسر (فعالیت اقتصادی): احتمالات مختلفی را که برای کل کالاها، خدمات و یا فعالیت‌های اقتصادی وجود دارد، نشان می‌دهد.

براساس منطق اقتصادی، رابطه قوی و محکمی میان انرژی و فعالیت اقتصادی وجود دارد که به موجب این رابطه، انرژی در کنار عواملی مانند سرمایه و کار به عنوان یکی از عوامل ضروری تولید تلقی می‌گردد. لذا تولید تابعی از کار، سرمایه، انرژی و مواد اولیه خواهد بود. به عبارتی، داریم:

$$Q = f(L, K, E, M) \qquad (۲)$$

L: نیروی کار

K: سرمایه

E: انرژی

M: مواد اولیه

بین میزان استفاده از این نهاده‌ها و سطح تولید رابطه مستقیم وجود دارد، یعنی افزایش هر یک از نهاده‌های مذکور باعث افزایش تولید می‌گردد. از سوی دیگر، مصرف انرژی شامل حامل‌های مختلف تامین کننده انرژی از جمله نفت، گاز، زغال سنگ و برق، خود تابعی معکوس از سطح قیمت حامل‌های انرژی می‌باشد. به عبارت دیگر، افزایش سطح قیمت انرژی باعث کاهش مصرف انرژی می‌گردد و این امر منجر به کاهش تولید می‌شود.

$$E = E(P_O, P_g, P_c, P_e) \qquad \frac{\partial E}{\partial P_i} \leq 0 \quad i = o, g, c, e \qquad (۳)$$

Oil(o) : نفت

Gas(g) : گاز

Coal(c) : زغال سنگ

Electricity(e) : الکتریسته

چنانچه شاخص کل قیمت انرژی افزایش یابد (با فرض ثابت بودن قیمت سایر عوامل تولید مانندM,L,K)، مصرف آن کاهش می‌یابد. اما چنانچه در مجموعه حامل‌های انرژی تنها قیمت یکی از حامل‌ها افزایش یابد، یا افزایش آن بیش از سایر حامل‌ها باشد، آنگاه مقداری از اثر افزایش قیمت این حامل، توسط جانشینی سایر حامل‌ها جبران خواهد شد. میزان

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

جانشینی بستگی به این دارد که از نظر تکنیکی تا چه حد سایر حامل‌ها بتوانند جانشین آن گردند و مدت زمان این تعدیل چقدر باشد. بنابراین، افزایش قیمت از یک سو باعث جانشینی سایر حامل‌های انرژی خواهد شد و از سوی دیگر، در کوتاه مدت باعث افزایش هزینه‌های تولید گشته و میزان تولید را کاهش خواهد داد. در بلند مدت نیز افزایش هزینه‌ها بستگی به توان جایگزینی سایر نهاده‌ها و حامل‌ها خواهد داشت. چنانچه قابلیت جایگزینی وجود داشته باشد، مصرف‌کنندگان و تولید کنندگان اقدام به جایگزین نمودن منابع انرژی رقیب می‌نمایند. در این صورت، تقاضا برای منابع انرژی رقیب افزایش یافته و به دنبال آن، هزینه تولید منابع رقیب جهت عرضه بیشتر در بازار افزایش می‌یابد.

با توجه به نقش و اهمیت انرژی در کشورها ، بهره گیری از تجارب کشورهای موفق در حوزه انرژی جهت سیاست گذاری در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور، به بررسی مطالعات انجام شده در رابطه با شدت انرژی می پردازیم.

عماد زاده و همکاران (۱۳۸۲) در مطالعه ای در خصوص کشورهای OECD با استفاده از تکنیک های اقتصاد سنجی رابطه بین شدت انرژی در این کشورها و قیمت انرژی، تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی در دوره های قبل و نرخ ارز را بررسی کرده‌اند و ضمن آنکه رابطه تقارن و عدم تقارن شدت انرژی با قیمت و تولید ناخالص داخلی را تحلیل نموده، مدل کلی زیر را جهت برآورد میزان تاثیر متغیرهای مزبور بر شدت انرژی در نظر گرفته است:

$$\ln EI_t = \lambda_1 + \lambda_2 \ln(P)_t + \lambda_3 \ln(GDP)_t + \lambda_4 \ln(ED)_{t-1} + \lambda_5 \ln(EX)_t + U_t \qquad (۴)$$

که در آن، EI نشاندهنده شدت انرژی، P معرف قیمت انرژی، GDP بیانگر تولید ناخالص داخلی و EX بیانگر نرخ ارز می باشد.

نتایج بدست آمده حاکی از ارتباط معکوس شدت انرژی با قیمت انرژی، میزان مصرف انرژی در دوره قبل و نرخ ارز در این کشورها بوده است. به عبارت دیگر، نتایج این تحقیق دلالت بر آن دارد که نه تنها به دنبال افزایش قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی، بلکه حتی زمانی که متغیرهای مزبور کاهش یافته‌اند، شدت انرژی نیز کاهش یافته است و این بدان معنی است که بحران‌های انرژی دهه هفتاد بستر ساز انقلاب صنعتی نوینی شده است که در افزایش کارایی و بهینه سازی انرژی متجلی شده است. [۷]

جان کرنیلی و ساموئل فنخوزر[1] (۲۰۰۲) در مطالعه ای به بررسی شدت انرژی در کشورهای در حال گذار پرداخته اند و تاثیر متغیرهای قیمت الکتریسته، شاخص تجدید ساختار دولت و خصوصی شدن را بر شدت انرژی این کشورها بررسی کرده اند. آنها مدل اقتصاد سنجی زیر را برای تحلیل خود انتخاب نموده و داده های سری زمانی و مقطعی را در تخمین خود به کار برده اند.

1) Jan Cornillie and Samuel Fankhauser(2002)

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

$$ei_{it} = \alpha + \beta' P_{it} + \delta GER_{it} + \gamma LSP_{it} + u_i + \varepsilon_{it} \quad (۵)$$

که در آن، ei_{it} برابر با شدت انرژی صنعت، P_{it} قیمت الکتریسته در صنعت، GER_{it} شاخص تجدید ساختار دولت، LSP_{it} شاخص خصوصی شدن و u_i مقدار ثابتی است که نشان دهنده ارتباط منفی قیمت الکتریسته با شدت انرژی است به طوری که با افزایش قیمت انرژی شدت انرژی کاهش یافته است. همچنین متغیر تجدید ساختار دولت نیز ارتباط معکوس را با شدت انرژی داشته است. علامت متغیر خصوصی سازی مورد انتظار نمی باشد و میزان تاثیر گذاری آن بر شدت انرژی چندان قابل ملاحظه نیست. بنابراین، آنها نتیجه می گیرند که ارتباطی قوی بین شدت انرژی در صنعت و سطح قیمت های الکتریسته وجود دارد. لذا جهت کاهش مصرف و افزایش کارایی انرژی، تعرفه های قیمتی می توانند بسیارموثر واقع شوند، ضمن آنکه تجدید ساختار درونی دولت و شرکت ها به عنوان شاخصی برای دوره گذار این کشورها در بهبود شدت انرژی این کشورها بسیار مهم بوده اند. همچنین گرچه حرکت به سمت خصوصی سازی می تواند بر شدت انرژی تاثیرگذار باشد، لیکن این عقیده کلی را در نظر می گیرد که خصوصی سازی به خودی خود برای بهبود کارایی مدیریتی یک بنگاه کافی نیست. بنابراین، کشورهای در حال گذار پس از یک دوره افزایش در شدت انرژی و از شروع مرحله انتقال با توجه به این شاخص توانسته اند روند رو به کاهشی در شدت انرژی خود ایجاد کنند. [25]

سیف (۱۳۸۸): ضمن بر شمردن عوامل تاثیرگذار بر شدت انرژی کشورها با تخمین تابع چند متغیره از روش حداقل مربعات، سعی در تجزیه این عوامل برای کشورها نموده است و در این تحقیق، مدلی به صورت زیر پیشنهاد می‌کند:

$$SE = f(SER(-), SQ(+), INT(-), HDI(+), GP(+,-)) \quad (۳-۳)$$

که در آن،

SE: شدت انرژی

SER: سهم ارزش افزوده بخش خدمات در تولید ناخالص داخلی به عنوان نماینده تغییرات ساختاری در اقتصاد کشورها

SQ: مساحت کشور به کیلومتر مربع

INT: درصد جمعیت استفاده کننده از اینترنت در کشور

HDI: شاخص توسعه انسانی

HI: متغیر مجازی (یک) برای اندازه تولید ناخالص داخلی سرانه بالاتر از ۲۵۰۰۰ دلار (و صفر در غیر آن)

Low: متغیر مجازی (یک) برای اندازه تولید ناخالص داخلی سرانه کم تر از ۱۰۰۰۰ دلار (و صفر در غیر آن)

لذا وی الگوی رگرسیون زیر را برازش می کند:

$$EI = C(1) + C(2) * SER + C(3) * SQ + C(4) * INT + C(5) * HDI + C(6) * GP + C(7) * HI + C(8) * LOW \quad (۷)$$

نتایج نشان می‌دهند افزایش سهم ارزش افزوده بخش خدمات از تولید ناخالص داخلی اقتصاد (به عنوان نماینده تغییرات ساختاری)، تاثیری معنی دار و نسبتاً قابل توجه بر کاهش شدت انرژی دارد. مساحت کشورها نیز مطابق انتظارات نظری، اثر

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

مستقیم معنی دار بر شدت انرژی داشته و از نظر اندازه در حدود یک چهارم سهم خدمات بوده است.

برآورد کشش‌ها نیز نشان داده است که یک درصد تغییر(افزایش) در سهم بخش خدمات، موجب تغییر (کاهش) نیم درصدی در شدت انرژی خواهد شد. [۵]

روش شناسی تحقیق و ارائه الگوی شدت انرژی

در این مقاله، برای برآورد ضرایب متغیرهای مدل با توجه به خصوصیات آنها و همچنین بررسی عوامل و شاخص های منتخب بر شدت انرژی در کشورهای OECD از داده های پانل و تخمین زننده های تعمیم یافته گشتاورها[۱] (GMM) برای مدل های ترکیبی پویا استفاده می شود[۲]. این شیوه درون زا بودن محتمل متغیر های توضیحی و اثر ویژه کشوری در مدل های پویا و دارای متغیر وابسته وقفه دار را کنترل می کند. مدل رگرسیون در حالت کلی به شکل زیر نوشته می شود: [۱۱]

$$y_{it} = \alpha y_{it-1} + x'_{it}\beta + \delta_i + \varepsilon_{it} \qquad (۸)$$

که در آن، y لگاریتم شدت انرژی (متغیر وابسته)، x مجموعه ای از متغیرهای توضیحی به غیر از وقفه های شدت انرژی، δ تاثیرات مشاهده نشده ویژه هر کشور و ε جزء خطا، اندیس i نشاندهنده کشور و اندیس t نشاندهنده زمان است. در این الگو، وقفه متغیر وابسته یعنی شدت انرژی، به صورت متغیر مستقل در طرف راست ظاهر می شود. به این ترتیب، امکان پارامتربندی مجدد مدل، به روش داده های تلفیقی پویا به وجود می آید. با این کار، برآورد کشش‌های کوتاه مدت امکان پذیر می گردد. لازم به ذکر است هنگامی که در مدل داده های تلفیقی، متغیر وابسته به صورت وقفه در طرف راست ظاهر می‌شود، دیگر برآوردگرهای OLS سازگار نیست (هیشائو، آرلانو و باند و بالتاجی،۱۹۹۵) و باید به روش های برآورد دو مرحله ای 2SLS (اندرسون و هشیائو) یا گشتاورهای تعمیم یافته GMM آرلانو و باند (۱۹۹۱) متوسل شد. به گفته ماتیاس و سوستر[۳]، برآورد 2SLS ممکن است به دلیل مشکل در انتخاب ابزارها، واریانس های بزرگ برای ضرایب به دست دهد و برآوردها از لحاظ آماری معنی دار نباشد. بنابراین، روش GMM توسط آرلانو و باند برای حل این مشکل ارائه شده است. این تخمین زن از طریق کاهش تورش نمونه، پایداری تخمین را افزایش می دهد.

آرلانو و باند (۱۹۹۱) معادله تفاضلی زیر را پیشنهاد می کنند:

$$(y_{i,t} - y_{i.t-1}) - (y_{i,t-1} - y_{i.t-2}) = \alpha(y_{i,t-1} - y_{i.t-2}) + \beta'(X_{i,t} - X_{i,t-1}) + (\varepsilon_{i,t} - \varepsilon_{i,t-1}) \qquad (۲-۴)$$

1) Generalized Method of Moments

۲) این مدل ها توسط Holtz-Eakin, Newey and Rosen (1990), Arrellano and Bond (1991), Arrellano and Bover (1995) بسط و توسعه یافته اند.

3) Matyas and Sevestre

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

در معادله فوق، به وسیله عمل تفاضل گیری تاثیرات ویژه هر کشور حذف شده است، اما یک تورش جدید ایجاد گردیده است، چرا که جزء خطای جدید یعنی $(\varepsilon_{i,t} - \varepsilon_{i,t-1})$ با متغیر وابسته وقفه دار یعنی $(y_{i,t-1} - y_{i.t-2})$ همبستگی دارد.

سازگاری تخمین زننده های GMM به اعتبار ابزارهای بکار رفته بستگی دارد. برای بررسی و حل این مساله، از آزمون مخصوص پیشنهادی آرلانو و باند۱ (۱۹۹۱)، بلندل۲ و باند (۱۹۹۸) و آرلانو و باند (۱۹۹۵) استفاده می‌شود. این آزمون سارگان۳ نام دارد و اعتبار کل ابزارهای به کار رفته را می سنجد.

تصریح مدل و برآورد الگو

مدل مورد استفاده در آزمون فرضیه ها شامل ۶ متغیر اصلی قیمت انرژی (EP)، تولید ناخالص داخلی (GDP)، شدت انرژی دوره قبل (EI(-1))، نرخ ارز (EX) ، شاخص توسعه انسانی (HDI) و تعداد کاربران اینترنت (IU) می باشد.

همان‌گونه که مطرح گردید، شدت انرژی یا انرژی بری عبارت است از مقدار مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی. تحولات شدت انرژی می تواند ناشی از تغییر در کارآیی مصرف انرژی یا تغییر ساختار اقتصاد باشد. چنانچه حجم تولید ناخالص داخلی ثابت باشد و کارایی مصرف انرژی بالا رود، شدت انرژی کاهش می یابد . از سوی دیگر، تغییر در ساختار اقتصاد و تولید می تواند باعث تغییر در شدت انرژی گردد. به عبارت دیگر، شدت انرژی تحت تأثیر دو عامل می باشد؛ یکی مصرف انرژی و دیگری میزان تولید، یعنی:

$$EI = f(ED, GDP) \qquad (۹)$$

EI : شدت انرژی

ED : مصرف انرژی

GDP : تولید ناخالص داخلی

از سوی دیگر، مهمترین عاملی که حجم مصرف انرژی و میزان تولید را تحت تأثیر قاطع قرار می دهد، قیمت انرژی است. بنابراین می توان گفت قیمت انرژی یکی از مهمترین عواملی است که می تواند بر شدت انرژی تاثیر گذار باشد. در مطالعاتی که به بررسی عوامل موثر بر شدت انرژی پرداخته اند، از معادله ای مشابه معادله فوق استفاده شده است، اما ممکن است انتخاب متغیرهای توضیحی در میان مطالعات مختلف، متفاوت باشد. در این نوشتار از مدلی مشابه همان مدل استفاده شده و متغیرهایی نیز به مدل اضافه گردیده است.

1) Arellano and Bond
2) Blundell
3) Sargan

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

همان‌گونه که بیان شد، شدت انرژی تحت تأثیر متغیرهای مختلفی قرار داد. با توجه به توضیح بالا، واضح است مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی از متغیرهایی هستند که در شاخص شدت انرژی لحاظ می گردند. چنانچه فرض شود انرژی به همان میزان تقاضا شده، مصرف شود، می‌توان مدل تقاضای انرژی را تخمین زده و متغیرهای موثر بر آن را برآورد نمود. به این ترتیب، متغیرهای موثر بر تقاضای انرژی بر شدت انرژی موثر خواهند بود. بر این اساس، متغیر قیمت انرژی از متغیرهای مهمی است که بر میزان تقاضای انرژی تاثیر گذاشته و در نتیجه بر شدت انرژی نیز اثرگذار خواهد بود[۱][۱۰] و انتظار می‌رود بر اثر نوسانات قیمت انرژی میزان تقاضای انرژی و در نتیجه، شدت انرژی نیز تغییر کند. با در نظر گرفتن روشی که گیتلی و هانتینگتن در مورد تقاضای انرژی به کار برده اند، می توان مدل ساده ای به صورت لگاریتم خطی در این خصوص ارائه داد، به گونه ای که شدت انرژی فقط تابعی از قیمت انرژی باشد.

$$EI_t = K_1 + \beta(EP)_t \qquad (۱۰)$$

اگر بخواهیم قیمت سالهای قبل را نیز در نظر گرفته و ارزش سالهای قبل را به صورت وزنی دخالت دهیم، خواهیم داشت[۲]:

$$EI_t = K_2 + \beta(EP)_t + \beta\theta_1(EP)_{t-1} + \beta\theta_1^2(EP)_{t-2} + \ \dots \qquad (۱۱)$$

متغیر مهم دیگری که در تابع شدت انرژی قابل توجه می باشد، تولید ناخالص داخلی کشورهاست. از تولید ناخالص داخلی کشورها به مثابه معیار سطح فعالیت های اقتصادی که در میزان تقاضای انرژی نیز تأثیر می گذارد، استفاده خواهد شد. انتظار می‌رود که با تغییر فعالیت های اقتصادی و درآمد کشورها که با تولید ناخالص داخلی کشورها نشان داده می‌شود، میزان تقاضای انرژی و همچنین شدت انرژی نیز تغییر کند.

در یک مدل ساده می توان نوشت:

$$EI_t = K_3 + \gamma(GDP)_t \qquad (۱۲)$$

و با اعمال اثر درآمد سالهای گذشته به صورت وزنی خواهیم داشت:

$$EI_t = K_4 + \gamma(GDP)_t + \gamma\theta_2(GDP)_{t-1} + \gamma\theta_2^2(GDP)_{t-2} + \cdots \qquad (۱۳)$$

و در حالت ترکیبی می‌توان نوشت:

$$EI_t = K + \beta(EP)_t + \beta\theta_P(EP)_{t-1} + \beta\theta_P^2(EP)_{t-2} + \ \dots + \gamma(GDP)_t + \gamma\theta_y(GDP)_{t-1} + \gamma\theta_y^2(GDP)_{t-2} + \cdots \qquad (۶-۵)$$

---

۱) محمدباقری، اعظم،۱۳۸۶

2) Johnston, J. (1984), p. 347.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

و بالاخره متغیر تأخیری شدت انرژی (متغیر شدت انرژی در دوره قبل) به عنوان یکی ازمتغیرهای توضیح دهنده شدت انرژی در دوره جاری معرفی می‌گردد. این متغیر امکان لحاظ نمودن آثار دینامیکی را در تابع شدت انرژی فراهم می‌نماید. البته می‌توان نرخ ارز را نیز در الگو وارد نمود. افزایش نرخ ارز درکشورهای وارد کننده انرژی (نسبت به دلار آمریکا) نشانگر کاهش ارزش پول ملی این کشورهاست. بنابراین، با افزایش نرخ ارز (EX)، انرژی وارداتی گران می‌شود که به معنای افزایش قیمت انرژی وارداتی است. در اینجا به منظور بررسی تاثیر عواملی مانند شاخص توسعه انسانی و تعداد کاربران اینترنت، این دو متغیر نیز به عنوان عوامل موثر بر شدت انرژی معرفی شده و در تابع شدت انرژی گنجانده شده‌اند. در پژوهش‌های گذشته، سیف (۱۳۸۸)، همان‌طور که ذکر شد تاثیرات جمعیت استفاده‌کننده از اینترنت و شاخص توسعه انسانی بر شدت انرژی بررسی شده و در اینجا نیز به عنوان دو متغیر تاثیرگذار در تابع شدت انرژی در نظر گرفته شده‌اند.[۵]

بنابراین به صورت کلی خواهیم داشت:

$$EI_{it} = f(EP_{it}, GDP_{it}, EI_{i,t-1}, EX_{it}, HDI_{it}, IU_{it}) \quad (۱۴)$$

$$i=1,2,3,\ldots,N \quad ; \quad t=1,2,3,\ldots Ti$$

که: i کشورها و t دوره زمانی می باشد.

بنا بر آنچه بیان شد، تابع شدت انرژی به صورت زیر پیشنهاد می گردد:

$$Ln(EI_t) = \alpha_1 + \alpha_2 Ln(EP_t) + \alpha_3 Ln((GDP)_t) + \alpha_4 Ln((EI)_{t-1}) + \alpha_5 Ln((EX)_t) + \alpha_6 Ln((HDI)_t) + \alpha_7 Ln((IU)_t) \quad (۱۵)$$

که متغیرهای موجود در تابع عبارتند از:

EP : قیمت انرژی

GDP : تولید ناخالص داخلی

EI : شدت انرژی دوره قبل

EX : نرخ ارز

HDI : شاخص توسعه انسانی

IU : تعداد کاربران اینترنت

این پژوهش درخصوص کشورهای OECD صورت پذیرفته و دوره زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۴ را در بر می گیرد. بنابراین، در این پژوهش ۳۰۰ مشاهده خواهیم داشت. (فهرست کشورهای عضو OECD در پیوست آورده شده است)

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

تحلیل نتایج تجربی

زمانی که تعداد مشاهدات سری زمانی در هرکدام از مقاطع زیاد باشد، می توان تحلیل مانایی (وجود ریشه واحد) را برای هر کدام از آن مقاطع مورد بررسی قرار داد. اما قدرت آزمون ریشه واحد هنگامی که طول دوره داده ها کم است، بسیار پایین می باشد. در این شرایط ، استفاده از آزمون ریشه واحد مبتنی بر داده های پانل برای افزایش قدرت آزمون ها ضروری است.

لذا پیش از برآورد مدل تحقیق، لازم است مانایی تمام متغیرهای مورد استفاده در تخمین مورد آزمون قرار گیرد. زیرا مانایی متغیرها چه در مورد داده های سری زمانی و چه داده های پانل باعث بروز مشکل رگرسیون کاذب می شود. در این آزمون، روند بررسی مانایی همگی به غیر از روش هدری به یک صورت است و با رد H_0 عدم مانایی رد می شود و بیانگر مانایی متغیر است. بنابراین، با رد فرضیه H_0 نامانایی یا ریشه واحد رد می شود و مانایی پذیرفته می شود که یا در سطح و یا با یک تفاضل و یا با دو تفاضل مانا می شود .

جدول ۱) بررسی ایستایی متغیرهای پژوهش

Variables	E	EP	GDP	EX	HDI	IU
Levin, Lin & chu t*	0.0052	0.0000	0.0000	0.0000	0.0079	0.0009
Im, Pesaran and Shin W-stat	0.0009	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
ADF-Fisher Chi-square	0.0003	0.0000	0.0097	0.0000	0.0015	0.0005
PP-Fisher Chi-square	0.0008	0.0000	0.0014	0.0000	0.0000	0.0090

منبع: یافته های تحقیق

همان‌گونه که در جدول بالا مشاهده می شود، بر اساس آماره های لوین، پسران و شین و فیشر، تمام متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش در سطح اطمینان بالای ۹۹ درصد ایستا هستند و فرضیه صفر آزمون مبنی بر وجود ریشه واحد رد می شود. به عبارت دیگر، نتایج آزمون حاکی از رد فرضیه صفر، بیانگر مانایی کلیه متغیرهای مدل در سطح خطای یک درصد می باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

در نتیجه، پایداری داده های مورد استفاده در پژوهش قبل از برآورد مدل پژوهش مورد تائید واقع می شوند.

در این تخمین برای بررسی معتبر بودن ماتریس ابزارها از آزمون سارگان [11]استفاده شده است. برای این آزمون از آماره J-Statistic با توزیع χ^2 استفاده می کنیم. در این پژوهش، فرضیه صفر مبنی بر همبسته بودن پسماندها با متغیرهای ابزاری رد می شود. بر اساس نتایج حاصل از این آزمون، متغیرهای ابزاری بکارگرفته شده در تخمین مدل از اعتبار لازم برخوردار هستند. این آماره ارزش ۰/۸۱ را داراست، با درنظر گرفتن درجه آزادی ۱۱ برای ماتریس متغیر ابزاری و ۶ متغیر توضیح دهنده، احتمال 0.97 P-Value اصل می گردد که نشاندهنده معتبر بودن کل متغیرهای ابزاری است.

Pval=@chisq(1.8194,5)

P -value = 0.9757

نتیجه حاصل از تخمین بعد از انجام آزمون های ایستایی و اطمینان از صحت نتایج در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲) عوامل موثر بر شدت انرژی در کشورهای OECD

Variables	Coefficient	Std. Error	t-Statistics	Prob
c	-1.021003	0.027477	-37.15820	0.0000
Log(EP)	-0.040185	0.000966	-41.59302	0.0000
Log(GDP)	-0.084167	0.002955	-28.48587	0.0000
log(EI(-1))	0.650805	0.001798	361.8891	0.0000
Log(EX)	-0.025004	0.000275	-97.46274	0.0000
Log(HDI)	0.209044	0.002092	99.90176	0.0000
Log(IU)	-0.048827	0.002274	-21.47568	0.0000
J-Statistics	0.819466	**Instrument Rank**		11
R^2	0.925745	$\bar{R}^2$		0.924225
Durbin-Watson stat	1.879884	**Scalar Pval**		0.975775

منبع: یافته های تحقیق

نتایج برآوردها بیانگر آن است که علائم ضرایب برآورد شده برای تمام متغیرها با مبانی نظری سازگار می‌باشد و مطابق انتظار بوده است، بنابراین، در ادامه به تجزیه وتحلیل مدل وضرایب پرداخته می شود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

همان‌گونه که مشخص است، ضریب تعیین ۹۲ درصد برآورد شده که مبین آن است که کلیه متغیرهای مستقل توانسته‌اند ۹۲ درصد از تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهند. آماره دوربین واتسون ۱/۸۷ بوده که نشان می دهد در مدل برآورد شده خود همبستگی وجود ندارد.

لذا با توجه به نتایج بدست آمده:

ضریب قیمت انرژی برابر با ۰/۰۴- از لحاظ آماری نیز در سطح ۹۵ درصد معنی دار است و بیانگر آن است که این متغیر بر شدت انرژی اثر منفی و معنادار دارد، به طوری که با ۱ درصد افزایش قیمت انرژی، با ثبات سایر شرایط، شدت انرژی ۰/۰۴ درصد کاهش خواهد یافت. طبق قانون تقاضا ، قیمت و تقاضا رابطه عکس دارند و در اینجا نیز می توان بیان نمود که شدت انرژی رابطه عکس با قیمت انرژی دارد و با افزایش قیمت انرژی، شدت انرژی نیز کاهش می یابد. علامت منفی در مقابل متغیر قیمت، نظریه وجود رابطه معکوس بین قیمت و مقدار تقاضای انرژی و به تبع آن شدت انرژی را تأیید می کند و همان گونه که انتظار می‌رفت، شدت انرژی تابع معکوسی از سطح قیمت آن می باشد .

ضریب تولید ناخالص داخلی برابر با ۰/۰۸- از لحاظ آماری نیز در سطح ۹۵ درصد معنی دار است و بیانگر آن است که این متغیر بر شدت انرژی اثر منفی و معنادار دارد، به طوری که با ۱ درصد افزایش تولید ناخالص داخلی، با ثبات سایر شرایط، شدت انرژی، ۰/۰۸ درصد کاهش خواهد یافت. بنابراین، زمانی که تولید افزایش یافته، شدت انرژی کاهش یافته است، زیرا کشورهای توسعه یافته طی دهه های اخیر نشان داده اند که می توان شدت انرژی را با استفاده از روش‌های ماهرانه صرفه جویی و افزایش کارائی در مصرف انرژی کاهش داد. اما در کشورهای در حال توسعه، شدت انرژی همچنان بالاست و به دلیل مشکلات ساختاری، علمی و فنی از جمله استفاده از فناوری های قدیم و سنتی در این کشورها، امکان صرفه جویی انرژی در فرآیندهای مختلف تولید، توزیع و مصرف وجود ندارد و این مساله باعث رشد روزافزون مصرف انرژی در این گروه کشورها نسبت به کشورهای توسعه یافته گردیده است .

ضریب شدت انرژی در دوره قبل برابر با ۰/۶۵ از لحاظ آماری نیز در سطح ۹۵ درصد معنی دار است که نشاندهنده آن است که شدت انرژی دوره قبل بر شدت انرژی دوره جاری در کشورهای عضو OECD تاثیر مثبت و معنی‌داری دارد، به طوری که با ۱ درصد افزایش شدت انرژی دوره قبل، با ثبات سایر شرایط، شدت انرژی دوره جاری ۰/۶۵ درصد افزایش خواهد یافت . این متغیر بزرگترین ضریب و در نتیجه بیشترین تأثیر را بر شدت انرژی دارد و در واقع، تاثیر توام تغییرات مصرف انرژی و تولید را بر شدت انرژی نشان می دهد. همان‌گونه که مشخص است، شدت انرژی در دوره جاری بستگی به شدت انرژی در دوره قبل دارد. از آنجا که عادات مصرفی و همچنین شیوه تولید بسادگی قابل تغییر نیستند و این تغییرات زمانبر است، میزان مصرف و تولید در دوره قبل می‌تواند معیاری برای میزان مصرف و تولید در دوره جاری باشد، زیرا در دوره جاری نسبت به دوره قبل تغییر اساسی در نوع مصرف و تکنیک رخ نداده و وابسته به دوره قبل می باشد. از طرف دیگر، برای تولید بیشتر، تقاضا و مصرف بیشتری نیز وجود خواهد داشت (البته کشورهای OECD با بکارگیری

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

روش‌های مختلف توانسته اند کارایی را افزایش دهد) اما در هر حال با توجه به میزان افزایش تولید و مصرف، این متغیر تاثیری مثبت و معنادار بر میزان شدت انرژی خواهد داشت.

ضریب متغیر نرخ ارز برابر با ۰/۰۲- از لحاظ آماری نیز در سطح ۹۵ درصد معنی دار و بیانگر آن است که این متغیر بر شدت انرژی اثر منفی و معنادار دارد، به طوری که با ۱ درصد افزایش نرخ ارز ، با ثبات سایر شرایط، شدت انرژی، ۰/۰۲ درصد کاهش خواهد یافت، بنابراین، افزایش نرخ ارز در کشورهای عضو OECD شدت انرژی کاهش می یابد، زیرا این کشورها عمدتاً وارد کننده انرژی هستند و با افزایش نرخ ارز هزینه واردات بالاتر رفته و به دنبال آن بهای تمام شده انرژی در این کشورها بالاتر می رود و مصرف کننده به دنبال این افزایش قیمت، انرژی کمتری مصرف نموده و به تبع آن، شدت انرژی کاهش می یابد.

ضریب متغیر شاخص توسعه انسانی برابر با ۰/۲۰ از لحاظ آماری نیز در سطح ۹۵ درصد معنی دار است و بیانگر آن است که این متغیر بر شدت انرژی اثر مثبت ومعناداری دارد، یعنی اگر شاخص توسعه انسانی ۱ درصد افزایش یابد، با ثابت فرض نمودن سایر شرایط، شدت انرژی ۰/۲۰ درصد افزایش خواهد یافت. با افزایش شاخص توسعه انسانی (بهبود این شاخص)، استفاده از وسایل انرژی‌بر افزایش یافته تا تامین کننده رفاه بیشتری باشد. از سوی دیگر، با بهبود این شاخص که در کنار آن سطح فرهنگ به دلیل آموزش های مناسب فرهنگی افزایش خواهد یافت، قطعا فرهنگ صرفه جویی تاثیر چشمگیری بر کاهش مصرف انرژی و نیز بر میزان شدت انرژی خواهد گذاشت که در این پژوهش، اندازه استفاده از وسایل انرژی‌بر جهت تامین رفاه بزرگتر از اندازه آموزش های فرهنگی جهت صرفه جویی بوده و به همین دلیل با افزایش این شاخص میزان شدت انرژی افزایش یافته است.

ضریب متغیر تعداد کاربران اینترنت برابر با ۰/۰۱ از لحاظ آماری نیز در سطح ۹۵ درصد معنی دار است و بیانگر آن است که این متغیر بر شدت انرژی اثر مثبت و معنادار دارد، یعنی اگر تعداد کاربران اینترنت ۱ درصد افزایش یابد، با ثابت بودن سایر شرایط، شدت مصرف انرژی ۰/۰۱ درصد افزایش خواهد یافت.

نتیجه گیری و پیشنهادها

بر اساس معادلات برآورد شده قبلی برای شدت انرژی، در مجموع نتایج زیر را می توان بیان نمود:

- تغییرات قیمت انرژی بر تقاضای انرژی و همچنین شدت انرژی تاثیر معکوس دارد. به طوری که با ۱ درصد افزایش قیمت انرژی، با ثبات سایر شرایط، شدت انرژی ۰/۰۲ درصد کاهش خواهد یافت.
- تولید ناخالص داخلی ارتباط معکوس با شدت انرژی دارد، هر چند که این متغیر رابطه ای مثبت با میزان تقاضای انرژی دارد و هرچه این متغیر افزایش پیدا کند، میزان مصرف نیز افزایش پیدا خواهد کرد، اما در نتیجه بهبود کارایی در این کشورها، با افزایش تولید، میزان مصرف به میزان کمتری افزایش خواهد یافت و باعث خواهد شد

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

شدت انرژی کاهش یابد، به طوری که با ۱ درصد افزایش تولید ناخالص داخلی، با ثبات سایر شرایط، شدت انرژی، ۰/۰۸ درصدکاهش خواهد یافت.

- میزان شدت انرژی در دوره گذشته از متغیرهایی است که به طور مستقیم بر شدت انرژی در دوره جاری تاثیر می‌گذارد. به طوری که با ۱ درصد افزایش شدت انرژی در دوره قبل، شدت انرژی در دوره جاری ۰/۶۵ درصد افزایش می‌یابد.
- نرخ ارز بر شدت انرژی اثر منفی و معنادار دارد، به طوری که با ۱ درصد افزایش نرخ ارز ، با ثبات سایر شرایط، شدت انرژی، ۰/۰۲ درصد کاهش خواهد یافت.
- شاخص توسعه انسانی بر شدت انرژی به طور مستقیم تاثیر می گذارد، به طوری که با افزایش این متغیر، میزان شدت انرژی افزایش خواهد یافت. با ۱ درصد افزایش و یا بهبود این شاخص، شدت انرژی ۰/۲۰ درصد افزایش خواهد یافت.
- با توجه به نتایج بدست آمده از تخمین، تعداد کاربران اینترنت رابطه معکوس با شدت انرژی داشته به طوری که با ۱ درصد افزایش در تعداد این کاربران، شدت انرژی ۰/۰۴ درصد کاهش خواهد یافت.

با توجه به بررسی برخی از عوامل تاثیرگذار بر شدت انرژی در کشورهای OECD می‌توان دریافت که این کشورها در جهت افزایش کارایی مصرف انرژی و بهبود و ارتقای فناوری و همچنین توسعه فناوری های کاهش مصرف حرکت کرده اند و میزان مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی خود را کاهش داده اند. در اینجا، برخی از سیاستهای مدیریت انرژی به شرح ذیل پیشنهاد می‌گردد:

- ✓ توسعه فناوری های کاهش مصرف انرژی
- ✓ سیاست جایگزینی انرژی
- ✓ پرداخت یارانه به منابع انرژی داخلی
- ✓ تشویق های مالی
- ✓ وضع قوانین و استانداردها

با توجه به اینکه کشورهای OECD در کاهش شدت انرژی خود (شاخص بسیار مهمی است) تقریبا موفق عمل کرده‌اند، با توجه به اینکه بهره‌گیری از تجربیات کشورهای موفق در این زمینه می تواند راهگشای بسیاری از مشکلات باشد، در اینجا، پیشنهادهایی برای کشور ایران مطرح می‌شود،

۱- برای افزایش کارائی انرژی، تنها استفاده از ابزار قیمت کافی نیست، بلکه باید فرهنگ صرفه جویی در انرژی را از طریق برنامه های وسیع آموزشی، عزم ملی، ارتقای آموزش عمومی، ایجاد حساسیت جهت جلوگیری از اتلاف انرژی در سیستم های گرمایش و سرمایش و مصرف عمومی و ... در جامعه ایجاد نمود.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

۲- باید به امر مهم سرمایه گذاری در بخش آموزش، تحقیقات بنیادی و پژوهش های کاربردی توجه جدی نمود تا از این رهگذر بتوان راههای افزایش کارایی را ارتقا داده و در ساختار تولید تحول ایجاد نمود، زیرا کارایی مصرف انرژی و ساختار تولید از مهمترین عواملی هستند که شدت انرژی را تحت تاثیر جدی قرار می دهند.

منابع

[۱] ابونوری، عباسعلی؛ نیکبان، آزاده، (۱۳۸۸)، تجزیه شدت انرژی(مطالعه موردی صنعت سیمان، فصلنامه مدلسازی اقتصادی، ۷: ۹۹-۷۷.

[۲] افضلی ابرقویی، وجیهه، (۱۳۸۸)، بررسی تاثیر باز بودن اقتصاد بر توسعه مالی (مطالعه موردی کشورهای اسلامی).

[۳] حسن تاش، غلام حسین؛ نادریان، محمدامین، (۱۳۸۷)، ارزیابی پتانسیل ها و مزایای کاهش شدت انرژی در کشورهای عضو اوپک، فصل نامه ی مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۶: ۱۸۴-۱۵۷.

[۴] حسنی، محمد، (۱۳۹۰)، بررسی تاثیر استقلال بانک مرکزی بر تورم و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب، ۷۳-۵۹.

[۵] سیف، اله مراد، (۱۳۸۷)، شدت انرژی: عوامل تاثیر گذار و تخمین یک تابع پیشنهادی، فصل نامه ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال پنجم، شماره ۱۸، صفحات ۱۷۷-۲۰۱.

[۶] شریفی، علیمراد؛ صادقی ، مهدی؛ نفر، مهدی؛ دهقان شبانی، زهرا،(۱۳۸۷)، تجزیه شدت انرژی در صنایع ایران فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران، ۳۵: ۱۱۰-۷۹.

[۷] عماد زاده، مصطفی؛ شریفی، علیمراد؛ دلالی اصفهانی، رحیم؛ صفدری، مهدی، (۱۳۸۲)، تحلیلی از روند شدت انرژی در کشورهای OECD فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، ۲۸: ۱۱۸-۹۵.

[۸] فطرس، محمدحسن؛ براتی، جواد، (۱۳۸۹)، تحلیل عوامل موثر بر تغییر انتشار دی اکسید کربن بخش نیروگاهی ایران(۸۶-۱۳۷۸) فصل نامه تحقیقات مدل سازی اقتصادی، ۱: ۱۵۳-۱۳۵.

[۹] گودرزی راد، رضا، (۱۳۸۸)، بررسی علل تغییر در مصرف انرژی بخش صنعت ایران با استفاده از روش تجزیه. هفتمین همایش ملی انرژی، ۵-۱.

[۱۰] محمدباقری، اعظم، (۱۳۸۴)، بررسی عوامل موثر بر شدت انرژی در ایران و مقایسه آن با کشورهای عضو OECD ، ۳۹-۳۵ .

[۱۱] مشهدی فراهانی، آرش، (۱۳۸۹) تجزیه و تحلیل اقتصادی عوامل موثر بر جمعیت طبقه متوسط مطالعه بین کشوری.

[۱۲] نصرالهی، زهرا؛ غفاری گولک، مرضیه،(۱۳۸۸)، توسعه ی اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو پیمان کیوتو و کشورهای آسیای جنوب غربی(با تاکید بر منحنی زیست محیطی کوزنتس) پژوهشنامه ی علوم اقتصادی، ۳۵: ۱۲۶-۱۰۵.

[۱۳] همتی، عبدالناصر،(۱۳۸۳) اقتصاد انرژی. چاپ اول، تهران: موسسه مطالعات بین المللی انرژی، صفحه ۲۳۲. سازمان همکاری اقتصادی و توسعه ، نامه اتاق بازرگانی ایران، ص ۱۸.

[۱۴] کتاب سازمان های پولی و مالی بین المللی ، مهدی ابراهیمی نژاد، ص۲۳۱.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

[۱۵] مجله بررسی های بازرگانی ، ناشر: دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه چمران اهواز، شماره ۱۵۹، آذر ۱۳۷۹، صفحه۶۲.

[۱۶] ماهنامه کار و جامعه، وابسته به وزارت اقتصاد و دارایی،شماره۱۲ و ۱۳ ، صفحه ۴۶.

[۱۷] مجله بررسی بازرگانی ، ناشر: دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه چمران اهواز، شماره ۱۶۰، دی ۱۳۷۹،صفحات ۵۴و۵۵و۵۶.

[۱۸] مجله بررسی های بازرگانی، ناشر: دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه چمران اهواز، شماره ۱۶۱، بهمن ۱۳۷۹، صفحات ۵۶و۵۷.

[۱۹] مجله بررسی های بازرگانی ، ناشر: دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه چمران اهواز، شماره ۱۶۲، اسفند۱۳۷۹ صفحه ۶۳.

[۲۰] ماهنامه نامه اتاق بازرگانی،وابسته به اتاق بازرگانی صنایع و معادن جمهوری اسلامی ایران،شماره ۳۶۹، دی۱۳۷۷، صفحات۱۸.۱۹.

[21] Alca'ntara, V., Duarte, A, (2004), Comparison of Energy Intensities in European Union Countries. Results of a Structural Decomposition Analysis. Energy Policy 32, 177-184.

[22] Andrews- Speed, p, (2009), China's ongoing Energy Efficiency Drive: Origins, Progress and Prospects. Energy Policy 37, 1331-1344.

[23] Ang, B.W., Liu, N, (2006), A Cross-Country Aanalysis of Aaggregate Energy and Carbon Intensities, Energy Policy 34, 2348-2404.

[24] Baumann, F, (2008), Energy Security as Multidimensional Concept Center for Applied Policy Research Affairs No.1,

[25] Cornillie, S., Fankhausher, S, (2002), The Energy Intensity of Transition Countries, Working Paper No.72, Availabie at: www.EBRD.com/REsearch.

[26] Duro, J.A., Al ca'ntara, V., Padilla, E, (2010), International Inequality in Energy Intensity Levels and the Role of Production Composition and Energy Efficiency: An Analysis of OECD Countries. Ecological Economics 69, 2468- 2474.

[27] Ezcurra, R, (2007), Energy Intensity in Transiton Economies: Is there Convergence towards the EU Average? Energy policy 35, 5254-5259.

[28] Feng, T., Sun, L., Zhang, Y, (2009), The Relationship between Energy Consumption Structure, Economic Structure and Energy Intensity in China. Energy Policy 37, 5475- 5483.

[29] Fischer, C., Springborn, M.R, (2009), Emission Targets and the Real Business Cycle: Intensity Targets Versus Caps or Taxes. World Resources Institute.

[30] Fouquet., R., pearson, p.J.G, (2006), Seven Countries of Energy Services: the Price and Use of Light in the United Kingdom (1300-2000). The Energy Journal 27(1),134-177.

[31] Galli, R, (1998), The Relationship between Energy Intensity and Income Levels: Forecasting Long Term Energy Demand in Asian Emerging Countries. The Energy Journal 19 (4), 85-105.

[32] Gately, D., Hungtinton, H, (2001), Assymetric Effects of Changes in Price and Income on Energy and Oil Demand. Energy journal, vol. 23, no.1,pp.19-55.

[33] Geller, H., Harington, P., Rosenfeld, A.H., Tanishima, S., Unander, F, (2006), Policies for Increasing Energy. Efficiency: Thirty Years of Experience in OECD Countries. Energy Policy 34, 556-573.

[34] Geller, H., Nadel, S, (1994), Market Transformation Strategies to Promote End-Use Efficiency. Annual Review of Energy and Environment 19, 301-346.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

[35] Goldemberg, J., Prado, L.T.S, (2011), The Decline of the World's Energy Intensity. Energy policy 34, 1802-1805.

[36] Herna'ndez, F., Gual, M.A., DelRio, P., Caparro's, A, (2004), Energy Sustainability and Global Warming in Spain. Energy policy 32, 383-394.

[37] Herring, H, (1999), Does Energy Efficiency Save Energy? The Debate and its Consequences. Applied Energy 63, 209-226.

[38] Herzog, T., Pershing, J., Baumert, k, (2006), An Analysis of GHG Intensity targets, Underlying Indicators, Rationales, Real- world .Applications, and Implementation Issues. World Resources Institute, Washington.

[39] International Atomic Energy Agency, (2005), Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines. and Methodologies. Vienna, Austria.

[40] International Energy Agency, (2008), World Energy Outlook 2008, Paris.

[41] Jotzo, F., Pezzey, John C: V, (2007), Optimal Intensity Targets for Emission Trading under Uncertainty, Environmental and Research Economic.

[42] Kaya, Y, (1989), Impact of Carbon Dioxide Emissions on GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios. Intergovernmental Panel on Climate Change/ Response Strategies Working Group, IPCC, Geneva.

[43] Kemmler, A., Spreng, D, (2007), Energy Indicators for Tracking Sustainability in Developing Countries. Energy policy 35, 2466-2480.

[44] Le pen, Y., Se'vi, B, (2010), On the Non- Convergence of Energy Intensities: Evidence from a Pair- Wise Econometric Approach. Ecological Economics 64, 641-650.

[45] Le pen, Y., Se'vi, B, (2010), What Trends in Energy Efficiencies? Evidence from a Robust Test. Energy Economics 32, 702-708.

[46] Lescaroux, F, (2010), Dynamics of Final Sectoral Energy Demand and Aggregate Energy Intensity. Energy policy (2070), doi:10.1016/j. enpol. 2010.09.010.

[47] Liddle, B, (2010), Revisiting World Energy Intensity Convergence for Regional Differences. Applied energy 87,3218/-3225.

[48] Markandya, A., Pedroso- Galinato, S., Streimikiene, D, (2006), Energy Intensity in Transition Economies: Is there Convergence towards the EU average? Energy Economics 28, 121-145.

[49] Marschinski, R., Edenhofer, O, (2010), Revisiting the Case for Intensity Targets: Better Incentives and Less Uncertainty for Developing Countries. Energy Policy 38, 5048-5058.

[50] Martinez, C.I.P, (2009), Energy Efficiency Developments in the Manufacturing Industries of Germany and Colmbia, 1998-2005.Energy for Sustainable Development 13,189-201.

[51] Medlock III, K.B., Soligo, R, (2001), Economic Development and End- Use Energy Demand'. The Energy Journal 22(2), 77-105.

[52] Mendiluce, M., Perez-Arriaga, I., Ocana, C, (2010), Comparison of the Evoloution of Energy Intensity in Spain and in the EU15. Why is Spain different? Energy Policy 38,639-645.

[53] Narain, S., Ghosh'. P., Saxena, J., Parikh'. J., Soni. P, (2004), Climate Change: Perpecthives from India. UNDP, India Available at: <www: undp. org. in/ content/ pub/ Climate Change/ UNDP- Clinate- Chang. Pdf>.

[54] Oikonomou, V., Becchis, F., Steg, L., Russolillo, D, (2004), Energy Saving and Energy Efficiency Conecpts for Policy Making. Energy policy 37, 4787-4796.

[55] Omer, A.M, (2008), Energy, Environment and Sustainable Development. Renewable and Sustainable Energy Reviews 12, 2265-2300.

[56] Philbert, C., Pershing. J, (2001), Considering the Options: Clicmate Targets for all Countries.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

Climate policy 1,211-227.

[57] Shukla, P.R., Sharma, subdoh k., Ravindranath, N.H., Garg, A., Bhattacharya, Sumana(Eds), (2003), Clinate Change and India: Vulnerability Assessment and Adaptation. Universities Press, Hyderabad, India.

[58] Silva, F.I.A., Guerra, S.M.G, (2009), Analysis of the Energy Intensity Evolution in the Brazilian Industrial Sector- 1995 to 2005. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13, 2589-2596.

[59] Silveria, F.C., Luken, Ralph A, (2008), Global Overview of Industrial Energy Intensity. Energy policy 36, 2658-2664.

[60] Streimikiene, D., Silvickas, G, (2008), The EU Sustainable Energy Policy Indicators Framework. Environment International 34,1227-1240.

[61] Sun, J.W, (2002), The Decrease in the Difference of Energy Intensities Between OECD Countries from 1971 to 1998. Energy Policy 30, 631-635.

[62] Tolo’n –Becerr,A., Lastra- Bravo, X., Botta, G.F, (2010), Methodological Proposal for Territorial Distribution of the Percentage Reduction in Gross Inland Energy Consumption according to the EU Energy Policy. Strategic Goal. Energy Policy 38, 7043-7105.

[63] Tolo’n-Becerra, A., Lastra- Bravo,X., Bienvenido- Ba’rcena, F, (2010), Methodology Proposal for Territorial Distribution of Greenhouse Gas Reduction Percentages in the EU according to the Strategic Energy Policy Goal. Applied Energy 87, 3552-3564.

[64] Unander, F., Karbuz, S., Schipper, L., khurushch, M., Ting , M, (1999), Manufacturing Energy Use in OECD Countries: Decomposition of Long- Term Trends. Energy Policy 27,769-778.

[65] Varone, F., Aebischer, B, (2001), Energy Efficiency: The Challenges of Policy Design. Energy Policy 29, 615-624.

[66] Vazhayil, Joy P., Balasubramanian, R, (2010), Copenhagen Commitments and Implications: A Comparative Analysis of India and China. Energy policy 38, 7442-7450.

[67] Vera, I., Lanlois, L, (2007), Energy Indicators for Sustainable Development Energy 32, 875-882.

[68] War, B., Ayres, R., Eisenmenger, A., Krausmann, F., Schandl, H, (2010), Energy Use and Economic Development: A Comparative Analysis of Useful Work Supply in Austria, Japan, the United Kingdom and the US During 100 Years of Economic Growth. Ecological Economics 69, 1904-1917.

[69] Zhang, H., Zhou. D., Cao, J, (2011), A Quantitative Assessment of Energy Strategy Evolution in China and US. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15, 886-890.

[70] Zanella, Fernando, (2006), Different times, different commitments, but the same old practices: failure of efficiency wage model for socially devoted firms, 14.

[71] Zhao, X., Ma, C., Hong, D, (2010), Why did China's Energy Intensity Increase During 1998-2006: Decomposition and Policy Analysis. Energy policy 38, 1379-1388.

[72] http://forums.eviews.com

[73] http://www.iea.org

[74] http://www.OECD.org

[75] http://www.sci.org

[76] http://www.iies.ac.ir

[77] http://www.worldbank.org

[78] http://unctad.org

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

پیوست ها:

***فهرست کشورهای منتخب* OECD**

۱	استرالیا	۱۸	ژاپن
۲	اتریش	۱۹	کره جنوبی
۳	بلژیک	۲۰	لوکزامبورگ
۴	کانادا	۲۱	مکزیک
۵	شیلی	۲۲	هلند
۶	جمهوری چک	۲۳	نیوزلند
۷	دانمارک	۲۴	نروژ
۸	استونی	۲۵	لهستان
۹	فنلاند	۲۶	پرتغال
۱۰	فرانسه	۲۷	اسلواکی
۱۱	آلمان	۲۸	اسلونی
۱۲	یونان	۲۹	اسپانیا
۱۳	مجارستان	۳۰	سوئد
۱۴	ایسلند	۳۱	سوئیس
۱۵	ایرلند	۳۲	ترکیه
۱۶	اسرائیل	۳۳	بریتانیا
۱۷	ایتالیا	۳۴	ایالات متحده امریکا

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

Dependent Variable: LOG(EI)
Method: Panel GMM EGLS (Cross-section random effects)
Date: 11/16/14 Time: 09:06
Sample (adjusted): 2002 2014
Periods included: 13
Cross-sections included: 30
Total panel (unbalanced) observations: 300
White diagonal instrument weighting matrix
Wansbeek and Kapteyn estimator of component variances
Instrument specification: C LOG(IU(-1)) LOG(HDI) LOG(HDI(-1)) LOG(GDP) LOG(EI(-1)) LOG(HDI(-2)) LOG(IU) LOG(EX) LOG(EX(-1)) LOG(HDI(-4))
Constant added to instrument list

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.021003	0.027477	-37.15820	0.0000
LOG(EP)	-0.040185	0.000966	-41.59302	0.0000
LOG(GDP)	-0.084167	0.002955	-28.48587	0.0000
LOG(EI(-1))	0.650805	0.001798	361.8891	0.0000
LOG(EX)	-0.025004	0.000257	-97.46247	0.0000
LOG(HDI)	0.209044	0.002092	99.90176	0.0000
LOG(IU)	-0.048827	0.002274	-21.47568	0.0000

Effects Specification

	S.D.	Rho
Cross-section random	0.465668	0.9965
Idiosyncratic random	0.027684	0.0035

Weighted Statistics

R-squared	0.925745	Mean dependent var	-0.037541
Adjusted R-squared	0.924225	S.D. dependent var	0.095410
S.E. of regression	0.025985	Sum squared resid	0.197843
Durbin-Watson stat	1.879884	J-statistic	0.819466
Instrument rank	11		

Unweighted Statistics

R-squared	0.764560	Mean dependent var	-2.071508
Sum squared resid	15.10942	Durbin-Watson stat	0.024615

Panel unit root test: Summary
Series: EI
Date: 03/03/15 Time: 10:50
Sample: 1997 2014
Exogenous variables: Individual effects
User-specified lags: 1
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel
Balanced observations for each test

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-2.56012	0.0052	34	510
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	3.66004	0.0009	34	510
ADF - Fisher Chi-square	38.7656	0.0003	34	510
PP - Fisher Chi-square	47.1184	0.0008	34	544

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Panel unit root test: Summary
Series: EP
Date: 03/03/15 Time: 10:54
Sample: 1997 2014
Exogenous variables: Individual effects
User-specified lags: 1
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel
Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	14.6979	0.0000	34	510
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	12.1197	0.0000	34	510
ADF - Fisher Chi-square	1.11002	0.0000	34	510
PP - Fisher Chi-square	21.3913	0.0000	34	544

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Panel unit root test: Summary
Series: EX
Date: 03/03/15 Time: 10:56
Sample: 1997 2014
Exogenous variables: Individual effects
User-specified lags: 1
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-27.7377	0.0000	22	317

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]

Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-10.2209	0.0000	22	317
ADF - Fisher Chi-square	92.3597	0.0000	22	317
PP - Fisher Chi-square	373.939	0.0000	22	339

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Panel unit root test: Summary
Series: GDP
Date: 03/03/15 Time: 10:56
Sample: 1997 2014
Exogenous variables: Individual effects
User-specified lags: 1
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel
Balanced observations for each test

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-7.70964	0.0000	34	510
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-0.84061	0.0003	34	510
ADF - Fisher Chi-square	68.8111	0.0097	34	510
PP - Fisher Chi-square	43.3696	0.0014	34	544

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-10-27]