

## بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک)

احمدرضا عالی<sup>۱</sup>، صمد عالی<sup>۲</sup>، علی سایه میری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه ایلام

<sup>۲</sup> ذیحساب و مدیرکل امور مالی سازمان توسعه و نوسازی معدن و صنایع معدنی

<sup>۳</sup> استادیار دانشگاه ایلام

نام و نشانی ایمیل نویسنده مسئول:

احمدرضا عالی

### چکیده

با توجه به ضرورت صرفه‌جویی در مصرف انرژی در کشورهای کمتر توسعه یافته، شناسایی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در اقتصاد کشورهای اوپک ضروری به نظر می‌رسد. شدت انرژی بیانگر انرژی لازم برای تولید یک واحد محصول در سطح ملی می‌باشد. شدت انرژی در سطح یک صنعت یا یک فرایند تولیدی خاص برحسب واحدهای فیزیکی محاسبه می‌شود. مقدار فیزیکی شدت انرژی حاصل تقسیم میزان انرژی مصرف شده به محصول تولید شده است. شدت انرژی تولید ناخالص داخلی معیاری برای اندازه‌گیری و ارزیابی کارایی انرژی در اقتصاد است که با نسبت واحدهای انرژی مصرف شده به یک واحد تولید ناخالص داخلی موردنی‌جاش قرار می‌گیرد. با توجه به نقش و اهمیت شدت انرژی، در این مقاله به بررسی تأثیر متغیرهای قیمت انرژی (نفت)، تولید ناخالص داخلی، شاخص قیمت تولیدکننده و تکنولوژی با استفاده از روش داده‌های پانل دیتا طی سالهای ۱۹۹۰-۲۰۱۳ برای کشورهای عضو اوپک پرداخته می‌شود. نتایج حاکی از تأثیر منفی همه متغیرهای به کاررفته در مدل است. جز متغیر شاخص قیمت تولیدکننده که تأثیر آن مطابق انتظار است.

**وازگان کلیدی:** شدت انرژی، مصرف انرژی، اوپک، الگوی داده‌های ترکیبی.

### مقدمه

طی دو دهه اخیر از انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم تولید نامبرده می‌شود که در کنار سایر عوامل تولید نظیر کار، سرمایه و مواد اولیه نقش تعیین‌کننده‌ای در حیات اقتصادی کشورها به عهده دارد. لذا مطالعات روند تحولات ساختار سیستم انرژی، بررسی نوسانات مصرف و قیمت انرژی، بررسی مکان جایگزینی سوخت‌ها با یکدیگر، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و همچنین کاهش شدت انرژی ازجمله مواردی می‌باشد که از اهمیت خاصی برخوردارند. با توسعه و پیشرفت اقتصادی، اهمیت انرژی به طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد. بالا بودن شدت مصرف انرژی در تولید محصولات صنعتی پدیده‌ای است که کشورهای در حال توسعه از جمله ایران با آن روبرو هستند. تاریخ تحولات انرژی نشان‌دهنده این امر مهم است که انرژی به یک عامل سیاسی در روابط بین‌المللی مبدل شده و کشورهای عمدۀ صادرکننده آن، هرگز نتوانسته‌اند از تأثیر سیاسی آن بر وضعیت اقتصادی و اجتماعی خود به دور باشند. لذا اهمیت این موضوع برای کشورهای صاحب انرژی جهان سوم، دوچندان بوده و شناسایی انرژی و مسائل مربوط به آن از جمله تأثیرات انرژی در تولید و رشد اقتصادی کشورهای صنعتی و همچنین روند شدت انرژی می‌تواند راه گشای برخی از مشکلات آن‌ها باشد.

شدت انرژی شاخصی است که معمولاً برای ارزیابی نحوه استفاده از انرژی در سطح کلان کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد. شدت انرژی نشان می‌دهد که برای تولید مقدار معینی از کالاهای و خدمات چه میزان انرژی بکار رفته است. برای محاسبه شدت انرژی می‌توان مصرف

نهایی انرژی را بر تولید ناخالص داخلی تقسیم کرد. تغییرات شاخص مزبور در طول زمان حکایت از آثار بهبود کارایی، تغییرات و اصلاحات ساختاری در اقتصاد کشور، تغییر در فعالیتها و بخش‌های مصرف‌کننده انرژی و نیز جانشینی بین سوخت‌ها دارد. این شاخص می‌تواند اطلاعات مفیدی در خصوص عملکرد انرژی کشورهای مختلف بیان کند.

بررسی روند تغییرات شدت انرژی در کشورهای توسعه‌یافته نشانگر این واقعیت است که طی سال‌های اخیر میزان شدت انرژی در این کشورها کاهش چشمگیری یافته است و دلیل اصلی آن بالا رفتن کارایی حرارتی وسائل مصرف‌کننده انرژی به دلیل فناوری برتر و همچنین صرفه‌جویی در مصرف انرژی بوده است؛ اما در کشورهای در حال توسعه، شدت انرژی همچنان باقی است و سهم عمدۀ مصرف انرژی، صرف بخش‌های غیر تولیدی می‌گردد. به عنوان نمونه در کشور ایران قیمت ارزان انرژی، وفور این منبع خدادادی، عدم برنامه‌ریزی درست، فقدان سیاست مناسب برای اصلاح ساختار مصرف، تولید و توزیع باعث اتفاق شدید انرژی در کشور شده است، به‌گونه‌ای که امروزه ایران با توجه به ساختار اقتصادی خود یکی از کشورهای پرمصرف به شمار می‌آید. لذا لازم است جهت کاهش مصرف و بالطبع شدت انرژی از تجارب کشورهای موفق استفاده نماید [۱].

تجزیه‌ی شدت انرژی این امکان را فراهم می‌کند که اثر تغییرات ساختاری اقتصاد بر شدت انرژی را از ارتقاء بهره‌وری در مصرف انرژی، تمیز دهیم؛ به عبارت دیگر، تجزیه‌ی شدت انرژی، اثر دو عامل کلیدی مؤثر بر تغییر در شدت انرژی، یعنی افزایش بهره‌وری و تغییر در فعالیت‌های اقتصادی را از یکدیگر جدا می‌کند تا بتوان عامل مهم‌تر را در کاهش یا افزایش شدت انرژی طی دوره‌های مختلف شناسایی کرد. افزایش بهره‌وری انرژی منجر به کاهش انرژی مصرف شده به ازای هر واحد فعالیت اقتصادی در یک بخش بهویژه (مثالاً صنعت) می‌شود، اما تغییر فعالیت، به تغییر ترکیب فعالیت‌های اقتصادی (تغییر از فعالیت‌های اقتصادی انرژی بر به سمت فعالیت‌های اقتصادی بدون مصرف انرژی یا بر عکس) با ثابت در نظر گرفتن عامل بهره‌وری مربوط است [۲].

این مقاله شامل شش بخش است: پس از مقدمه، در بخش اول چارچوب نظری را موردنظری قرار می‌دهد در بخش دوم مروری بر ادبیات شدت انرژی، در بخش سوم مروری مختصر بر سازمان اوپک مورد بررسی قرار می‌گیرد روش برآورد و مدل موردنظری در بخش چهارم بیان گردیده است. پس از معرفی الگوی تحقیق در بخش پنجم تجزیه و تحلیل نتایج تجربی مدل در بخش ششم ذکر شده است. سرانجام، نتیجه‌گیری مقاله ارائه گردیده است.

## چارچوب نظری

یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی که نشانگر نحوه و شدت مصرف انرژی است و به عبارتی میزان انرژی بری در هر کشور را نشان می‌دهد، شدت انرژی می‌باشد. شدت انرژی شاخصی است که توسط آن می‌توان به روند تغییر کارآیی مصرف انرژی در سال‌های مختلف پی بردا. شدت انرژی یا انرژی بری عبارت است از مقدار مصرف انرژی (بر حسب میلیون بشکه معادل نفت خام) به تولید ناخالص داخلی (بر حسب میلیارد دلار).

میزان تغییر شدت انرژی بسته به ساختار اقتصادی هر کشور (کشور توسعه‌یافته و کشور در حال توسعه) متفاوت است. در کشورهای توسعه‌یافته کاهش شدت انرژی، حاصل بهبود سیستم‌های فنی است که مدیریت واحدهای تولیدی و مصرف کنندگان خصوصی به تبعیت از منطق اقتصادی و منش عقلائی در جهت بهره‌برداری معتدل از منابع و عوامل تولید بدان همت ورزیده‌اند. به عبارت دیگر مصرف عقلائی انرژی در کشورهای توسعه‌یافته، شدت انرژی بهینه را به دنبال دارد [۱].

تحولات شدت انرژی می‌تواند ناشی از تغییر در کارآیی مصرف انرژی یا تغییر ساختار اقتصاد باشد. چنانچه حجم تولید ناخالص داخلی ثابت باشد و کارآیی مصرف انرژی بالا رود، آنگاه شدت انرژی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر تغییر در ساختار اقتصاد و تولید می‌تواند باعث تغییر در شدت انرژی گردد. به عبارت دیگر شدت انرژی تحت تأثیر دو عامل واقع می‌شود یکی مصرف انرژی و دیگری میزان تولید، یعنی:

$$EI = F(ED, GDP) \quad (1)$$

*EI*: شدت انرژی

*ED*: مصرف انرژی

*GDP*: تولید ناخالص داخلی

فیشر - وندن<sup>۱</sup> و همکاران<sup>۲</sup>، در کل برای تشخیص عوامل مؤثر بر شدت انرژی فرض کردند که هدف کلی اقتصاد حداقل سازی تابع هزینه‌ی کل با فرم کاب-داگلاس به صورت رابطه‌ی <sup>۳</sup> می‌باشد:

$$C(P_K, P_L, P_E, P_M, Q) = A^{-1} P_K^{aK} P_L^{aL} P_E^{aE} P_M^{aM} \quad (۲)$$

که در آن  $Q$  سطح محصول کل،  $P_L$  قیمت نهاده نیروی کار،  $P_K$  قیمت نهاده سرمایه،  $P_E$  قیمت نهاده انرژی،  $P_M$  قیمت نهاده مواد اولیه و  $a_X$  کشش نهاده  $X$  ( $X=K,L,E,M$ ) را نشان می‌دهد. همچنین  $A$  نشان‌دهنده سطح تکنولوژی است. براساس لم شفارد<sup>۲</sup>، در تابع بهینه‌شده هزینه، مقدار تقاضا برای هر نهاده برابر مشتق تابع هزینه نسبت به قیمت آن نهاده است، بنابراین مقدار تقاضا برای انرژی ( $E$ ) برابر خواهد بود با:

$$E = \frac{a_E A^{-1} P_K^{aK} P_L^{aL} P_E^{aE} P_M^{aM} Q}{P_E} \quad (۳)$$

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

$$\frac{E}{Q} = \frac{a_E A^{-1} P_K^{aK} P_L^{aL} P_E^{aE} P_M^{aM}}{P_E} \quad (۴)$$

بنابراین شدت انرژی تحت تأثیر دو عامل مهم تکنولوژی تولید و قیمت نسبی سایر نهاده‌های تولید به نهاده انرژی، قرار دارد. با توجه به مبانی نظری موجود، هر چه سطح تکنولوژی بالا باشد، برای تولید مقدار معین تولید (مثلاً یک واحد) به نهاده‌های تولیدی (از جمله نهاده انرژی) کمتری نیاز است و بنابراین شدت انرژی پایین‌تر خواهد بود. از سوی دیگر هر چه قیمت سایر نهاده‌ها نسبت به نهاده انرژی بالاتر باشد و به عبارت دیگر انرژی به طور نسبی نهاده ارزان‌تری باشد، تمایل به جایگزینی نهاده انرژی بیشتر خواهد بود.

## مروری بر مطالعات تجربی

از میان مطالعات تجربی که به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی پرداخته‌اند، می‌توان به چند مورد از مطالعات خارجی و داخلی اشاره کرد.

## مطالعات خارجی

وندن و کوان<sup>۳</sup> (۲۰۰۲)، در پژوهشی با عنوان «چگونگی روند کاهش شدت انرژی در چین» با استفاده از اطلاعات آماری ۲۵۰۰ بنگاه بزرگ و متوسط در فاصله سال‌های ۱۹۹۷ تا ۱۹۹۹، با استفاده از روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتب به بررسی عوامل مؤثر بر کاهش شدت انرژی در بخش صنعت چین پرداخته‌اند. آن‌ها نشان داده‌اند که تغییر قیمت انرژی و مخارج تحقیق و توسعه از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر کاهش شدت انرژی بوده و تغییر در مالکیت، منطقه استقرار و موقعیت صنعت موردنظر تأثیر معنی‌داری بر شدت انرژی نداشته است.

<sup>1</sup>.Fisher-Vanden(2004)

<sup>2</sup>.Shephard's Lemma

<sup>3</sup>.Vanden and Quan

کومار<sup>۴</sup> (۲۰۰۳)، در مقاله‌ای با عنوان «شدت انرژی: اکتشاف کمی برای کارخانه‌های تولیدی هند» با استفاده از تحلیل رگرسیون چندگانه برای شناسایی عوامل مهم مؤثر بر شدت انرژی در ۵۰۰۰ بنگاه صنعتی هند طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۲ نشان داده است که عواملی چون اندازه بنگاه، مخارج تحقیق و توسعه، شدت سرمایه فیزیکی، مالکیت بخش خصوصی، سطح دستمزد و شدت هزینه تعمیر ماشین آلات بر شدت انرژی اثر دارد. نتایج نشان می‌دهد که اندازه بنگاه، مخارج تحقیق و توسعه و مالکیت بخش خصوصی اثر منفی و شدت سرمایه فیزیکی، سطح دستمزد و شدت هزینه تعمیر ماشین آلات اثر مثبت بر شدت انرژی بنگاه‌دارند و همچنین مخارج تحقیق و توسعه مهم‌ترین عامل مؤثر بر شدت انرژی بنگاه می‌باشد.

پاپادوگنز<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۵)، در مطالعه‌ای با عنوان «اندازه شرکت و سیاست‌های زیستمحیطی ملی، شواهد از یونان» به بررسی اثر اندازه بنگاه بر شدت انرژی برق در میان صنایع کشور یونان پرداخته و نشان داده‌اند که برخلاف انتظار، بنگاه‌های کوچک از شدت انرژی به مراتب پایین‌تری برخوردار بوده و اندازه بنگاه اثری کاوهنده بر شدت انرژی برق دارد.

کول<sup>۶</sup> (۲۰۰۶)، در یک مطالعه بین کشوری با عنوان «آیا آزادسازی تجاری استفاده از انرژی‌های ملی را افزایش می‌دهد» با استفاده از روش پنل دیتا 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 می‌یابد. همچنین مطالعه وی نشان‌دهنده اثر مثبت GDP سرانه و نسبت موجودی سرمایه به نیروی کار بر شدت انرژی است. هنگ و تو (۲۰۰۷) در کشور چین نیز به نتایج مشابهی رسیده است.

پاپادوگنز و مایلو ناکیس<sup>۷</sup> (۲۰۰۷)، در پژوهشی با عنوان «مصرف انرژی و ویژگیهای شرکت در بخش تولیدی یونان» با استفاده از داده‌های آماری بیش از ۴۰۰۰ بنگاه صنعتی کشور یونان و با استفاده از روش پنل دیتا، عوامل تعیین‌کننده شدت انرژی در بنگاه‌های صنعتی را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که شدت سرمایه فیزیکی تأثیر مثبت بر تکنولوژی و اندازه بنگاه تأثیر منفی بر شدت انرژی دارد.

لیو و هان<sup>۸</sup> (۲۰۰۸)، در تحقیقی با عنوان «عوامل مؤثر بر شدت انرژی با در نظر گرفتن تجارت درون صنعت» به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی با استفاده از داده‌های پانل برای ۲۵ بنگاه تولیدی چین در طی دوره ۱۹۹۶-۲۰۰۵ پرداختند و نشان داده‌اند که نسبت موجودی سرمایه به نیروی کار و نسبت تجارت خارجی به GDP به عنوان شاخص تکنولوژی اثری منفی بر شدت انرژی در کشور چین دارند. همچنین نتایج این مطالعه نشان‌دهنده اثر مثبت شاخص قیمت تولیدکننده (به عنوان معیاری برای قیمت سایر نهاده‌های تولید) بر شدت انرژی در این کشور است. بدیهی است هر چه سطح تکنولوژی بالاتر باشد، به کارگیری ماشین آلات نسبت به نیروی انسانی نیز بالاتر رفته و نسبت موجودی سرمایه به نیروی کار افزایش می‌یابد. همچنین شی و پلنکس<sup>۹</sup> (۲۰۰۵)، در مطالعه دیگری برای کشور چین نشان داده‌اند که قیمت انرژی اثر منفی بر قیمت سایر نهاده‌ها و GDP اثر مثبت بر شدت انرژی در این کشور داشته است.

وینگ<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۸)، در پژوهشی با عنوان «توضیح کاهش شدت انرژی اقتصاد ایالات متحده» در کشور نشان داده است که افزایش قیمت انرژی نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش شدت انرژی این کشور داشته، در حالی که اثر نوآوری ناچیز بوده است. مطالعه متقابل<sup>۱۱</sup> (۲۰۰۸) در ایالات متحده نیز نشان‌دهنده اثر منفی قیمت انرژی و اثر مثبت GDP سرانه بر شدت انرژی بوده است.

ساهو و ناریان<sup>۱۲</sup> (۲۰۰۹ و ۲۰۱۰)، مطالعاتی با عنوان «عوامل مؤثر بر شدت انرژی در صنایع تولیدی هند: تجزیه و تحلیل سطح شرکت» در میان بنگاه‌های صنعتی کشور هند و در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ و با استفاده از تحلیل رگرسیون چندگانه انجام داده‌اند و نشان دادند که اندازه بنگاه و مالکیت از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شدت انرژی در بنگاه هستند.

ایروان<sup>۱۳</sup> و همکاران (۲۰۱۰)، بامطالعه‌ای تحت عنوان «تجزیه و تحلیل شدت انرژی در کارخانه‌های تولیدی اندونزی» با استفاده از روش پنل دیتا در طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۰۸ نشان دادند که عمر بنگاه، دستمزد، شدت سرمایه فیزیکی و مالکیت بخش خصوصی، تأثیر مثبت بر تکنولوژی و اندازه بنگاه اثر منفی بر شدت انرژی بنگاه داشته است.

<sup>4</sup>.Kumar

<sup>5</sup>.Papadogonas

<sup>6</sup>.Cole

<sup>7</sup>.Papadogonas and Mylonakis

<sup>8</sup>.Liu and Han

<sup>9</sup>.Shi and Polenske

<sup>10</sup>.Wing

<sup>11</sup>.Metcalf

<sup>12</sup>.Sahu and Narayanan

<sup>13</sup>.Irawan

## مطالعات داخلی

عمادزاده و همکاران (۱۳۸۲)، در پژوهشی با عنوان «تحلیلی از روند شدت انرژی در کشورهای OECD» به بررسی آثار قیمت انرژی و تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی در کشورهای عضو OECD طی سال‌های ۱۹۶۵-۱۹۹۶ با استفاده از روش داده‌های تکیبی پرداخته‌اند و رابطه تقارن و عدم تقارن شدت انرژی با قیمت و تولید ناخالص داخلی را بررسی کرده‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد، نه تنها زمانی که قیمت انرژی افزایش یافته، بلکه حتی زمانی که قیمت انرژی کاهش یافته (به رغم افزایش مصرف انرژی) به دلیل تداوم سیاست‌های صرف‌جویی و افزایش کارایی در مصرف انرژی، شتاب افزایش تولید بیشتر شده و لذا شدت انرژی نیز کاهش یافته است. همچنین، نه تنها زمانی که تولید کاهش یافته، بلکه حتی زمانی که تولید افزایش یافته (گرچه مصرف انرژی نیز افزایش یافته است) چون میزان افزایش مصرف انرژی کمتر از میزان افزایش تولید بوده لذا شدت انرژی نیز کاهش یافته است. این بدان معنی است که بحران‌های انرژی دهه هفتاد، بسترساز انقلاب صنعتی نوینی شده است که در افزایش بهره‌وری و بهینه‌سازی مصرف متجلی شده است.

عباسی نژاد و وافی نجار (۱۳۸۳)، در پژوهشی با عنوان «بررسی بهره‌وری و بهره‌وری انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و تخمین کشش نهادهای و قیمتی انرژی در بخش صنعت و حمل و نقل با روش TSLS» طی سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۷۹، به بررسی بهره‌وری و بهره‌وری انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و تخمین کشش نهادهای و قیمتی انرژی در بخش صنعت و حمل و نقل با روش SLS2، پرداخته‌اند. نتایج تخمین‌ها نشان می‌دهد که کشش‌های قیمتی، نسبتاً پایین و گویای آن است که تغییرات اندک قیمت انرژی به تنها ی 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 سیاست‌های تبعیض قیمت، برای انتقال مصرف از یک سوخت یا نهاده به سمت سوخت یا نهاده دیگر.

سیف (۱۳۸۷)، در یک مطالعه بین کشوری با عنوان «شدت انرژی: عوامل تأثیرگذار و تخمین یکتابع پیشنهادی»، به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در کشورهای مختلف با روش OLS، پرداخته است. در این مطالعه به بررسی عواملی همچون مساحت کشور، شاخص توسعه انسانی، شاخص درآمد سرانه، درصد جمعیت استفاده‌کننده از اینترنت و سهم ارزش افزوده بخش خدمات در تولید ناخالص داخلی به عنوان نماینده تغییرات ساختاری در اقتصاد کشورها، بر شدت انرژی پرداخته شده است. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده اثر معکوس تغییرات ساختاری و اثر مثبت و معنی دار سایر متغیرها بر شدت انرژی است. درصد پوشش اینترنت اگرچه معنی دار بوده لیکن علامت آن برخلاف انتظار، مثبت و اندازه آن نیز ناچیز است. در حقیقت متغیر درصد پوشش اینترنت نتوانسته است جانشین خوبی برای استفاده از ظرفیت دولت الکترونیک در کشورها باشد. دلیل این نکته این واقعیت تلح می‌تواند باشد که در کشورهای جهان سوم اینترنت یک کالای لوکس بوده و بیشتر در خدمت سرگرمی‌ها عمل می‌کند.

بهبودی و همکاران (۱۳۸۹)، در پژوهشی با عنوان «تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران» به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در اقتصاد ایران در دوره ۱۳۴۷-۱۳۸۵ با استفاده از روش ARDL به تحلیل عوامل مؤثر بر شدت انرژی پرداختند، نتایج نشان می‌دهد که در ایران نسبت موجودی سرمایه‌ای فیزیکی به نیروی کار اثر بهبود بخشی بر شدت انرژی ندارد، یعنی با پیشرفت تکنولوژی و افزایش به کارگیری تجهیزات سرمایه‌ای به جای نیروی کار، شدت انرژی افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که تغییرات تکنولوژی تولید، نتوانسته مطابق انتظار به بهبود بهره‌وری منجر شود. علت آن را می‌توان فرسودگی و قدیمی بودن تجهیزات سرمایه‌ای و همچنین به خاطر نبود مهارت‌های لازم در به کارگیری تمام ظرفیت‌های تجهیزات سرمایه‌ای دانست.

## مرواری بر سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) [۳].

ونزوئلا اولین کشوری بود که با نزدیک شدن به ایران، عراق، کویت و عربستان سعودی در سال ۱۹۵۹ و ارائه این پیشنهاد که آن‌ها به تبادل نظر پردازند و برای برقراری روابط نزدیک‌تر و همیشگی بین خود راه‌های جدیدی کشف کنند، در راستای تأسیس سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) گام برداشت. در سپتامبر ۱۹۶۰، دولت عراق کشورهای ایران، کویت، عربستان سعودی و ونزوئلا را به اجلاسی در بغداد دعوت کرد تا در مورد کاهش قیمت مواد خام تولیدشده توسط کشورهای متبع خود به مذاکره بپردازند. درنتیجه این مذاکرات، اوپک باهدف یکپارچه‌سازی و هماهنگ کردن سیاست‌های ناظر بر نفت کشورهای عضو تأسیس شد. ایران، عراق، کویت، عربستان سعودی و ونزوئلا اعضای اولیه اوپک بودند.

این سازمان بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۵ گسترش یافت و قطر، (۱۹۶۱)، اندونزی (۱۹۶۲)، لیبی (۱۹۶۲)، امارات متحده عربی (۱۹۶۷)، الجزایر (۱۹۶۹) و نیجریه (۱۹۷۱) به جمع کشورهای اولیه اوپک پیوستند. اکوادور و گابن نیز بعدها به عضویت اوپک درآمدند که اولی یعنی اکوادور در دسامبر ۱۹۹۲ از عضویت اوپک خارج شد و گابن نیز در ژانویه ۱۹۹۵ با تکرار حرکت اکوادور، از جمع کشورهای عضو

اوپک خارج شد. اگرچه عراق همچنان یکی از اعضای اوپک محسوب می‌شود، لیکن تولیدات نفتی این کشور از مارس ۱۹۹۸ جزء سهام موردن توافق اوپک قرار نداشته است. تخمین و برآورد EIA<sup>۱۴</sup> بیانگر آن است که یازده عضو فعلی اوپک تولیدکننده قریب به ۴۰ درصد از نفت جهان هستند و حدود دو سوم (۶۵ درصد) ذخایر نفتی شناخته شده جهان در اختیار آن هاست.

## علل تشکیل اوپک

در سال‌های قبل از تشکیل اوپک در بازار نفت اروپا تغییرات زیادی پدید آمد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

۱- تشکیل بازار مشترک اروپا که از یکسو سبب افزایش فرست جهت توسعه اقتصادی و از سوی دیگر سبب دشواری رشد کشورهای غیر عضو شد.

۲- درنتیجه رکود اقتصادی بازار فروشنده‌گان تبدیل به بازار خردباران شد. بازار فروشنده‌گان تقریباً در تمام دوران بعد از جنگ جهانی، وضعیت بازار نفت را به خوبی بیان می‌کرد. در چنین شرایطی که بازار تبدیل به بازار خردباران شد قابل رقابت بودن قیمت مواد سوختی مختلف از اهمیت بیشتری برخوردار شد. از جانب عرضه نیز بحران سوئز مشکلاتی را ایجاد کرد و واپسگی اروپایی غربی به مخازن نفت خاورمیانه را بیش از پیش آشکار نمود. عاملی که این تأثیر را تا حدی خنثی می‌کرد، کشفیات جدید به خصوص در ناحیه ونزوئلا، غرب آفریقا و لیبی بود. بین سال‌های ۱۹۴۸ تا ۱۹۵۸ مصرف مواد نیروزا حدود ۴۶ درصد رشد داشته است و در بین مواد نیروزا مصرف نفت چهار برابر بقیه مواد افزایش داشته است. از سویی درصد مصرف زغال کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت که این مطلب نشان‌دهنده روند صعودی در جهت مصرف نفت بود. در بین این سال‌ها واردات نفت حدود ۵/۸ برابر افزایش یافته است که این مطالب نشان‌دهنده تغییر سلیقه شرکت‌ها در استفاده از مواد نیروزا و تمایل آن‌ها به مصرف نفت می‌باشد.

این افزایش واردات نفت از یک طرف و از طرف دیگر پیدایش مناطق جدید نفتی و درنتیجه افزایش عرضه نفت به بازار سبب بی‌ثباتی در قیمت نفت شد. دولت آمریکا به خاطر مسائل اقتصادی نقش مهمی را در تعیین قیمت نفت بازی می‌کرد و البته همواره سعی داشت که بازار را به نفع کمپانی‌ها کنترل کند. کشورهای اروپایی غربی و به طور کلی واردکننده‌گان نفت هدف اصلی شان به دست آوردن نفت ارزان بوده است.

گذشته از مسئله قیمت نفت که مهم‌ترین عامل تشکیل اوپک نیز در تشکیل این سازمان دخیل بوده‌اند که عبارت‌اند از:

الف: درک هرچه بیشتر وضعیت نفت: در کشورهای خاورمیانه و ونزوئلا علاقه و درک بیشتری نسبت به اهمیت نفت در زندگی اقتصادی به وجود آمده بود. دلیل اصلی این امر وجود تکنولوگی‌های حاضر در کشورهای صادرکننده نفت بود.

ب: فعالیت‌های مناطق عرب نشین: اعراب اصرار زیادی برای همکاری در راه تشکیل و پیدایش سازمانی برای حفظ منافع خود داشتند.

ج: فعالیت‌های دولت ونزوئلا: دولت ونزوئلا همیشه یکی از تشویق‌کننده‌گان در راه ایجاد سازمان اوپک محسوب می‌شد که دلیل آن‌هم در تفاوت هزینه استخراج و ترس از رقابت در بازار از جانب ونزوئلا بود.

اما مهم‌ترین عامل مستقیم و مؤثر در تشکیل اوپک کاهش قیمت اعلام شده نفت در سال‌های ۱۹۵۹ و ۱۹۶۰ بود که این کاهش قیمت سبب بر هم زدن برنامه کشورهای صادرکننده نفت گردید. اولین کاهش قیمت در فوریه ۱۹۵۹ روی داد که باعث عصبانیت فراوان تولیدکننده‌گان شد بهویژه اینکه پیش از کاهش قیمت هیچ‌گونه مذاکره‌ای با دولتهای موردبخت انجام نگرفت. علی‌رغم واکنش اولیه دولتها، یکبار دیگر نیز در اوت سال ۱۹۶۰ قیمت نفت کاهش یافت. لذا یک ماه پس از این حادثه اوپک تشکیل شد.

## ساختار سازمانی اوپک

اوپک از جمله سازمان‌هایی است که ساختار ساده‌ای دارد. همچنین این سازمان از جمله محدود سازمان‌هایی بین‌المللی است که در آن دبیرخانه نقش محوری دارد. دبیر کل اوپک درواقع ریاست بر سازمان را بر عهده می‌گیرد و می‌تواند بیشتر از دبیران کل دیگر سازمان‌ها در موفقیت یا عدم موفقیت آن مؤثر باشد

ساختار سازمانی اوپک شامل کنفرانس وزیران، هیأت عامل، دبیرخانه، بخش تحقیقات و کمیسیون اقتصادی است. کنفرانس وزیران عالی‌ترین رکن سازمان اوپک و متشکل از سران هیئت‌های نمایندگی کشورهای عضو که معمولاً وزیر نفت هستند، می‌باشد. کنفرانس

وزیران هرسال حداقل دو نشست برگزار می‌کند و مسئول تنظیم سیاست عمومی سازمان و تدوین شیوه‌های اجرای آن است. کنفرانس وزیران علاوه بر دو نشست عادی سالانه خود بنا به ضرورت نشستهای فوق العاده نیز دارد.

هیأت عامل اوپک متشکل از نمایندگان معروفی شده از سوی کشورهای عضو است که توسط کنفرانس وزیران برای مدت دو سال انتخاب می‌شود. هیأت عامل وظایفی همچون مدیریت سازمان، اجرای قطعنامه‌های کنفرانس وزیران، تدوین بودجه سالانه و تقدیم آن به کنفرانس وزیران را بر عهده دارد و گزارش‌های ارسالی دبیرخانه را نیز بررسی می‌کند. دبیرخانه اوپک رکن دیگر این سازمان است که طبق اساسنامه و زیر نظر هیأت عامل مسئول امور اجرایی اوپک می‌باشد. در رأس دبیرکل قرار دارد که به عنوان نماینده مجاز قانونی و رئیس اجرایی دبیرخانه طبق دستورالعمل های هیأت عامل امور سازمان را اداره می‌کند. دبیر کل اوپک برای مدت ۳ سال توسط کنفرانس وزیران از بین نامزدهای معروفی شده از سوی اعضاء به اجماع برگزیده می‌شود و تمدید دوره تصدی او برای یکبار دیگر نیز بلامانع است.

اوپک همچنین یک بخش تحقیقاتی دارد که زیر نظر دبیرخانه، تحقیقات لازم برای این سازمان را انجام می‌دهد و دارای سه بخش مطالعات انرژی، تحلیل بازار نفت و خدمات اطلاعاتی است. کمیسیون اقتصادی اوپک نیز رکن دیگر این سازمان است که به صورت یک بخش تخصصی در چارچوب دبیرخانه عمل می‌کند و هدف آن کمک به سازمان در تقویت ثبات بازار جهانی نفت است.

## دبیرخانه

مهتمترین رکن سازمان کشورهای صادرکننده نفت، دبیرخانه است. تاکنون ۱۸ دبیر کل در سازمان ریاست دبیرخانه را بر عهده داشته‌اند که اولین نفر فؤاد روحانی از ایران و آخرین دبیر کل آن تاکنون آقای کالدرون از وزوئلا بوده‌اند. البته انتخاب نوزدهمین دبیر با مشکلاتی همراه بوده است.

انتخاب دبیر کل، ابتدا با ضابطه حروف الفباء حل شده بود، ولی پس از مدتی، تاریخ پیوستن به اوپک مبنای انتخاب دبیر کل گردید. این رویه ادامه داشت تا اینکه در سال ۱۹۸۳ تمامی کشورها یکبار نامزدهایشان را به سمت دبیر کلی نشاندند. در این سال یکبار دیگر نوبت ایران شده بود تا نامزد خود را معرفی نماید، ولی وقوع جنگ تحمیلی و مخالفت گروه کشورهای عرب عضو اوپک سبب گردید تا نامزد ایران به این پست راه نیابد.

## کمیته نظارت بر بازار

اوپک دارای کمیته‌های تخصصی متعددی است که از این میان ما به معرفی این کمیته بسنده می‌کنیم. کمیته نظارت بر بازار یکی از کمیته‌های تخصصی است. وظایف آن گستره و دارای اهمیت ویژه‌ای است. وظایفی چون بررسی تحولات قیمت جهانی نفت، بررسی سطح تولید کشورهای عضو و وضع عرضه و تقاضا، از جمله اموری هستند که توسط کمیته نظارتی مورد توجه قرار می‌گیرند. نتایج بررسی‌های این کمیته به هیأت عامل واگذار می‌گردد تا در مورد آن‌ها تصمیمات مقتضی اتخاذ گردد.

از آجاکه نفت به عنوان یکی از منابع مهم تأمین نیازهای انرژی جهانی به شمار می‌رود، اقتصاد نفت خام جنبه بین‌المللی پیداکرده است، هرچند که اقتصاد فرآورده‌های نفتی مربوط به نیازهای داخلی جوامع و کشورها است، با این حال در زمینه اقتصاد فرآورده‌های نفتی نیز جنبه جهانی آن آشکار است.

## کشورهای عضو اوپک

دوازده کشور در حال حاضر عضو این سازمان هستند. نام و تاریخ عضویت این کشورها عبارت است از:  
ایران (سپتامبر ۱۹۶۰)، عراق (سپتامبر ۱۹۶۰)، عربستان سعودی (سپتامبر ۱۹۶۰)، کویت (سپتامبر ۱۹۶۰)، وزوئلا (سپتامبر ۱۹۶۰)، قطر (دسامبر ۱۹۶۱)، لیبی (دسامبر ۱۹۶۲)، امارات متحده عربی (نوامبر ۱۹۶۷)، الجزایر (ژوئیه ۱۹۶۹)، نیجریه (ژوئیه ۱۹۷۱)، آنگولا (سپتامبر ۱۹۷۳)، اکوادور (۲۰۰۷-۱۹۷۳)

گابن (عضویت کامل از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۵)، اندونزی (عضویت کامل از دسامبر ۱۹۶۲ تا ۲۰۰۹). اکوادور از آخر سال ۱۹۹۲ عضویت خود در اوپک را به حال تعليق درآورد ولی از اوایل سال ۲۰۰۷ بار دیگر تمایل خود برای عضویت در این سازمان را اعلام کرده است. گابن نیز از ابتدای سال ۱۹۹۵ از عضویت این سازمان خارج شد.

همچنین در پی درخواست کشور آفریقایی آنگولا برای عضویت در سازمان کشورهای صادرکننده نفت، یکصد و چهل و سومین نشست وزیران نفت اوپک که روز ۱۴ دسامبر ۲۰۰۶ در شهر ابوجای نیجریه بهصورت فوق العاده برگزار شد با عضویت این کشور در اوپک موافقت کرد

زبان رسمی اوپک انگلیسی است، هرچند که زبان رسمی اکثر کشورهای عضو این سازمان عربی است و انگلیسی تنها در نیجریه زبان رسمی شمرده می‌شود. هفت عضو فعلی اوپک از میان کشورهای عرب هستند، زبان رسمی اکوادور و ونزوئلا اسپانیایی است، زبان رسمی آنگولا پرتغالی و زبان رسمی ایران فارسی است. حق عضویت در اوپک سالانه ۵ میلیون دلار است و تنها کشورهای صادرکننده نفت می‌توانند عضو این سازمان باشند.

### اهداف و منشور اوپک [۳].

هدف اصلی این سازمان، آنچنان‌که در اساسنامه آن بیان شده، هماهنگی و یکپارچه‌سازی سیاست‌های نفت کشورهای عضو و تعیین بهترین راه برای تأمین منافع جمعی یا فردی آن‌ها، طراحی شیوه‌هایی برای تضمین ثبات قیمت نفت در بین‌المللی بهمنظور از بین بردن نوسانات مضر و غیرضروری؛ عنایت و توجه به کشورهای تولیدکننده نفت و توجه خاص به ضرورت فراهم کردن درآمد ثابت برای کشورهای تولیدکننده نفت، تأمین نفت کشورهای مصرف‌کننده بهصورت کارآمد، مقرن به صرفه و همیشگی و بازده مناسب و منصفانه برای آن‌هایی که در صنعت نفت سرمایه‌گذاری می‌کنند.

بهطور خلاصه در متن دو قطعنامه اوپک اهداف و منشور آن بدین صورت آمده است.

اتخاذ تصمیمات و انجام اقداماتی جهت

۱- بازگرداندن قیمت نفت به زمان قبل از تقلیل

۲- باثبات و عادلانه کردن قیمت نفت.

۳- جلوگیری از نوسانات غیرمعتارف نفتی

۴- عرضه منظم نفت جهت تولید ارز برای رشد صنعت داخلی خود.

۵- حمایت از اعضا در برابر اقدامات شرکت‌های بزرگ نفتی.

### روش برآورد و مدل موردنبررسی

در این مطالعه از روش تجزیه و تحلیل مبتنی بر داده‌های ترکیبی جهت تخمین مدل استفاده می‌شود. مدل‌های پانل که در حال حاضر یکی از پر رونق‌ترین موضوعات تحقیقی به شمار می‌روند از تلفیق داده‌های مقطعي و سری زمانی به دست می‌آيند يعني در داده‌های ترکیبی یک فرد، کشور، کارگر و... را در طول زمان مشاهده کرده و متغیرهای مربوط به آن را اندازه‌گیری می‌کنیم [۴]. روش داده‌های ترکیبی نسبت به روش سری زمانی و داده‌های مقطعي دارای محسن زیر است:

(الف) تعداد مشاهدات بهصورت قابل توجهی افزایش می‌یابد و این مسئله موجب افزایش درجه آزادی و کاهش همخطی و افزایش کارایی می‌شود.

(ب) داده‌های ترکیبی محققان را قادر می‌سازد به بررسی مسائلی بپردازند که امکان بررسی آن‌ها با داده‌های سری زمانی یا مقطعي وجود ندارد [۵].

(ج) داده‌های تابلویی با ارائه داده برای هزاران واحد، می‌توانند تورشی را که ممکن است درنتیجه‌ی لحاظ کردن افراد یا بنگاه‌ها، بهصورت جمعی و کلی حاصل می‌شود، حداقل سازد.

.... ۹

اگر برای یک داده ترکیبی الگوی رگرسیون زیر را در نظر بگیریم:

$$Y_{it} = a_{it} + b_i X_{it} + u_{it} \quad (5)$$

می‌توان فرضی را برای رابطه (۵) وضع کرد.  
همشیب و هم‌عرض از مبدأ یکسان است (مدل مقید)

$$Y_{it} = a + b X_{it} + u_{it} \quad (6)$$

شیب ثابت و عرض از مبدأ متفاوت باشد (مدل غیرمقید)

$$Y_{it} = a_i + b X_{it} + u_{it} \quad (7)$$

مدل غیرمقید رابطه (۷) دارای اثر ثابت و تصادفی است. در مدل اثر ثابت تفاوت در طول مقاطع مختلف در ثابت‌ها خود را نشان می‌دهند، بنابراین در هر یک  $\alpha_i$  پارامتر ناشناخته است که باید تخمین زده شود؛ به عبارت دیگر، عرض از مبدأ در میان واحدهای انفرادی تغییر می‌کند و همین عرض از مبدأ انفرادی در طول زمان نیز ثابت نیست. در مدل اثر تصادفی عرض از مبدأ تکی بصورت انحرافی از میانگین ثابت بیان می‌شود که این میانگین ثابت میانگین جامعه‌های بزرگ‌تر است.

جهت بررسی اعتبار استفاده از داده‌های ترکیبی در مدل، از آزمون F لیمر استفاده می‌شود. با استفاده از مجموع مربعات باقیمانده مقید (RSS) حاصل از تخمین مدل ترکیبی به دست آمده از روش OLS و مجموع مربعات باقیمانده غیرمقید (URSS)، آماره F به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$F = \frac{\frac{RRSS - URSS}{N - 1}}{\frac{URSS}{NT - N - K}} \quad (8)$$

که در آن N تعداد مقاطع، K تعداد متغیرهای توضیحی مدل و NT تعداد کل مشاهدات است. در این آزمون فرضیه صفر نشان‌دهنده همگنی<sup>۱۵</sup> مدل و فرضیه مخالف نشان‌دهنده ناهمگنی مدل است؛ به عبارت دیگر فرضیه صفر در آزمون لیمر دلالت بر تلفیقی<sup>۱۶</sup> بودن داده‌ها و فرضیه مخالف حاکی از ترکیبی بودن آن‌ها است. در صورت رد فرضیه مدل ناهمگن بوده و از داده‌های ترکیبی جهت آزمون استفاده خواهد شد. در مرحله بعد انتخاب روش تخمین بین اثر ثابت<sup>۱۷</sup> و اثر تصادفی<sup>۱۸</sup> به وسیله آزمون هاسمن<sup>۱۹</sup> انجام می‌گیرد [۵]. در آزمون هاسمن، فرضیه صفر بیانگر انتخاب روش تصادفی و فرضیه مخالف نشان‌دهنده اثر ثابت است. در صورت رد فرضیه صفر، اثر ثابت قابل پذیرش است [۶].

## برآورد الگو

در این مطالعه از الگوی مشابه با الگوی ارائه شده توسط کول (۲۰۰۶)، هانگ و تو<sup>۲۰</sup> (۲۰۰۷)، متكاف (۲۰۰۸)، لیو و هان (۲۰۰۸)، استفاده می‌شود. مبنای این الگو رابطه (۳) در بالا است. آن‌ها عنوان می‌کنند با توجه به اینکه مقدار شاخص قیمت تولیدکننده ( $P_Q$ ) تابعی با فرم کاب داگلاس از شاخص‌های قیمت نهاده‌های تولید است:

<sup>15</sup>.Homogeneity

<sup>16</sup>.Pooled

<sup>17</sup>.Fixed Effect Model

<sup>18</sup>.Random Effect Model

<sup>19</sup>.Hausman Test

<sup>20</sup>.Hang and Tu

$$P_Q = P_K^{aK} P_L^{aL} P_E^{aE} P_M^{aM} \quad (9)$$

به طوری که  $a_X = 1$  است، بنابراین می‌توان رابطه (۳) را به فرم زیر نوشت:

$$\frac{E}{Q} = \frac{a_E A^{-1} P_Q}{P_E} \quad E = \frac{a_E A^{-1} P_Q Q}{P_E} \quad (10)$$

با لگاریتم گیری ازتابع فوق خواهیم داشت:

$$\ln\left(\frac{E}{Q}\right) = a + \ln(A)_t + \ln(P_Q)_t - \ln(P_E)_t \quad (11)$$

برای اندازه‌گیری  $A$  (اثر تکنولوژی) در مطالعات تجربی از شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شود. برای مثال لین و هان (۲۰۰۸) از نسبت نهاده سرمایه فیزیکی به نیروی کار به عنوان شاخص تکنولوژی استفاده کردند. بدیهی است که هرچه سطح تکنولوژی بالاتر باشد، به کارگیری ماشین‌آلات نسبت به نیروی انسانی بالاتر رفته و نسبت موجودی سرمایه به نیروی کار افزایش می‌یابد. هنگ و تو (۲۰۰۷) نیز از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مشارکت بخش خصوصی در فعالیت‌های اقتصادی، به عنوان عوامل مؤثر بر سطح تکنولوژی استفاده کردند. در این مطالعه با توجه به کار هنگ و تو (۲۰۰۷) از میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی استفاده می‌شود؛ و سطح تکنولوژی به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$A = f\left(\frac{K}{L}\right), FI \quad (12)$$

که در آن،  $K$  موجودی سرمایه،  $FI$  نیروی کار و  $L$  میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی است؛ بنابراین با جای گذاری رابطه‌ی ۱۲ در رابطه‌ی ۱۱، الگوی نهایی به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\begin{aligned} \ln(e)_{it} = & a + b_0 \ln\left(\frac{K}{L}\right)_{it} + b_1 \ln(FI)_{it} + b_2 \ln(P_Q)_{it} + b_3 \ln(P_E)_{it} \\ & + b_4 \ln(GDP)_{it} + V_i + U_t + e_{it} \end{aligned} \quad (13)$$

در این مدل متغیرها به شرح زیر است:

$\ln(e)_{it}$ : لگاریتم شدت انرژی می‌باشد. شدت انرژی شاخصی است که معمولاً برای ارزیابی نحوه استفاده از انرژی در سطح کلان کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد. شدت انرژی نشان می‌دهد که برای تولید مقدار معینی از کالاهای و خدمات چه میزان انرژی بکار رفته است. برای محاسبه شدت انرژی می‌توان مصرف نهایی انرژی را بر تولید ناخالص داخلی تقسیم کرد. تغییرات شاخص مذبور در طول زمان حکایت از آثار بهبود کارایی، تغییرات و اصلاحات ساختاری در اقتصاد کشور، تغییر در فعالیت‌ها و بخش‌های مصرف‌کننده انرژی و نیز جانشینی بین سوخت‌ها دارد. این شاخص می‌تواند اطلاعات مفیدی در خصوص عملکرد انرژی کشورهای مختلف بیان کند. مهم‌ترین موضوعی که وجود دارد، تبدیل ارزش تولید ناخالص داخلی کشو رها بر حسب یک مقیاس جهانی مانند دلار است. معمولاً پول ملی کشو رها بر اساس دو معیار یا شاخص به دلار تبدیل می‌شود. شاخص نرخ ارز و شاخص برابری قدرت خرید در این تحقیق از شاخص برابری قدرت خرید در تبدیل تولید ناخالص داخلی به دلار استفاده شده است. به لحاظ نظری انتظار بر این است که با افزایش درشت انرژی میزان مصرف انرژی افزایش یابد.

$\ln FI$ : شاخص سرمایه‌گذاری خارجی را نشان می‌دهد.

$\ln P_E$ : لگاریتم قیمت انرژی است که قیمت انرژی به قیمت ثابت سال پایه ۱۹۷۶ تبدیل شده است.

$\ln P_Q$ : لگاریتم شاخص قیمت تولیدکننده است.

$\ln GDP$ : لگاریتم تولید ناخالص داخلی می‌باشد.

$L$ : موجودی سرمایه فیزیکی و کل نیروی کار شاغل است  
کل آمار فوق بر حسب قیمت پایه ۲۰۰۵ می باشد و از بانک جهانی و سایت اوپک گردآوری شده‌اند و با نرمافزار Eviews9 تجزیه و تحلیل شده‌اند.

### تجزیه و تحلیل نتایج تجربی آزمون ریشه واحد

پیش از برآورد مدل به منظور بررسی مانا بودن متغیرهای موجود در مدل آزمون ریشه واحد پسران و شین<sup>۲۱</sup> (۲۰۰۳) برای متغیرهای موجود در مدل در سطح با عرض از مبدأ و بدون روند انجام می‌دهیم. نتایج بررسی آزمون مانا می‌باشد. متغیرها در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱) نتایج حاصل از تخمین آزمون ریشه واحد متغیرها

$\ln GDP$	$\ln P_Q$	$\ln P_E$	$\ln FI$	$\ln(\frac{K}{L})$	$\ln(e)_{it}$	متغیر	نام
۷/۲۳۸۵	۱/۳۸۴۴	-۵/۲۱۸۸	-۰/۴۰۴۰	-۱/۷۰۳۳۵	-۰/۳۴۱۹۳	آزمون پسران و شین	
۱/۰۰۰	۰/۹۱۶۹	* ۰/۰۰۰۰	۰/۳۴۳۱	* ۰/۰۴۴۳	۰/۳۶۶۲	P-Value	
-۷/۰۵۴۳	-۳/۰۲۴۰	-	-۸/۸۹۹۴	-	-۱۰/۲۴۴۱	تفاضلی مرتبه اول	
۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۱۲	-	۰/۰۰۰۰	-	۰/۰۰۰۰	P-Value	
I(1)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)		نتیجه

مأخذ: محاسبات محقق

### آزمون همجمعی در داده‌ها

تخمین مدل در حالت نامانا بودن متغیرها باعث ایجاد رگرسیون کاذب در مدل می‌شود. برای جلوگیری از اتکا به رگرسیون کاذب روش‌های تفاضل گیری و آزمون همجمعی وجود دارد، اما هنگام استفاده از تفاضل متغیرها در برآورد ضرایب الگو اطلاعات ارزشمندی در رابطه با سطح متغیرها از دست می‌رود. لذا این روش برای جلوگیری از اتکا به رگرسیون کاذب مناسب نمی‌باشد. می‌توان برای رفع این مشکل از آزمون همجمعی استفاده کرد. در این مقاله به منظور بررسی آزمون همجمعی در مدل‌های مورداستفاده از روش ارائه شده انگل-گرنجر تعیین یافته استفاده می‌شود. در این آماره فرضیه صفر برابر عدم وجود همجمعی و فرضیه مخالف آن وجود همجمعی بین متغیرهای مدل است.

جدول (۲) آزمون همجمعی برای داده‌های ناپایا

احتمال	آماره	متغیر
۰/۰۲۲۹	-۱/۹۹۶۹	U(t)

مأخذ: محاسبات محقق

نتایج بررسی آزمون همجمعی در جدول (۲) نشان‌دهنده این است که فرضیه صفر در سطح اطمینان ۵ درصد رد می‌شود؛ بنابراین، براساس آماره، همجمعی معادله برقرار است؛ بنابراین مشکل رگرسیون کاذب در مدل‌های تخمینی وجود نخواهد داشت. نظر به این که داده‌های مدل از نوع ترکیبی<sup>۲۲</sup> است، برای تعیین نوع روش برآورد مدل، از آزمون‌های مختلفی استفاده می‌شود. ابتدا با استفاده از آزمون چاو<sup>۲۳</sup> نوع رویکرد تلفیقی یا ترکیبی<sup>۲۴</sup> مشخص می‌شود. سپس درصورتی که رویکرد مناسب، رویکرد ترکیبی تعیین شود،

<sup>21</sup>. Pesaran and Shin

\* مانا در سطح و با روند

\* مانا در سطح و با روند

<sup>22</sup>. pooled Model

<sup>23</sup>. chow Test

با استفاده از آزمون هاسمن در مورد انتخاب روش اثر ثابت یا اثر تصادفی تصمیم‌گیری می‌شود<sup>[۴]</sup>. نتایج آزمون‌ها در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳) نتایج آزمون چاو و هاسمن

آزمون چاو	F آماره	۱۲۵/۴۰۱۱
	احتمال	۰/۰۰۰۰
آزمون هاسمن	Chi آماره	۸۲.۳۶۴۲
	درجه آزادی	۴
	احتمال	۰/۰۰۰۰
	تصادفی بودن یا ثابت بودن اثر	ثابت

مأخذ: محاسبات محقق

آماره آزمون چاو نشان می‌دهد داده‌ها از نوع ترکیبی است، همچنین آزمون هاسمن در سطح معنی‌داری ۵ درصد نشان می‌دهد که مدل از نوع اثر ثابت است. با توجه به الگوی ارائه شده، شدت انرژی کشورهای اوپک برای دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۳ به صورت زیر (جدول ۴) تخمین زده شده است.

جدول ۴) تخمین مدل شدت انرژی در کشورهای اوپک

متغیر	متغیر وابسته <sub>it</sub>	احتمال
$\ln GDP$	-۰/۰۲۴۰	۰/۰۰۶
$\ln(\frac{K}{L})$	-۰/۱۳۳۱	۰/۰۰۰
$\ln FI$	-۰/۰۰۴۲	۰/۰۲۵
$\ln P_E$	-۰/۰۲۸۸۸	۰/۳۵۶
$\ln P_Q$	۰/۰۴۴۶	۰/۱۸۷
C	۵/۵۰۶۸	۰/۰۰۰
$R^2 = ۰/۹۸$	$F = ۳۲۳/۶۱$	
$\bar{R}^2 = ۰/۹۸$	$DW = ۱/۹۹$	

مأخذ: محاسبات محقق

رابطه فوق نشان می‌دهد که علامت پارامترها صحیح و مطابق با علامت منفی در مقابل متغیر قیمت انرژی، نظریه وجود رابطه معکوس بین قیمت خودی و مقدار تقاضای انرژی و به تبع آن شدت انرژی را تأیید می‌کند و همان‌طور که انتظار می‌رود شدت انرژی تابعی معکوس از سطح قیمت انرژی است. بدین معنی که با افزایش سطح قیمت انرژی، کشورها به افزایش سطح کارایی و بهره‌وری خود اقدام می‌کنند و هر واحد محصول را با سطح مصرف انرژی کمتری تولید می‌نمایند. رابطه معکوس بین سطح تولید صنعتی و شدت انرژی حاکی از این است که کارایی انرژی در صنایع با مقیاس تولید بزرگتر، افزایش می‌یابد. این امر ممکن است ناشی از صرفه‌جویی‌هایی باشد که در مقیاس‌های بزرگتر تولید مقدور خواهد بود. بهمنظور بررسی بیشتر این موضوع، چنانچه به جای شدت انرژی (صرف انرژی به ازای یک واحد محصول)، کل مصرف انرژی را در مدل بالا جایگزین کنیم، این رابطه مثبت می‌شود (جدول شماره ۴). بدیهی است که وقتی با افزایش تولید، مقدار کل مصرف انرژی افزایش یابد اما مصرف انرژی به ازای تولید یک واحد محصول (شدت انرژی) کاهش یابد معنای آن افزایش کارایی در مصرف انرژی است.

<sup>۲۴</sup>.pooled or Panel

## نتیجه‌گیری

شناسایی عوامل مؤثر برافزایش مصرف انرژی برای برنامه‌ریزی جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی از ضرورت بالایی برخوردار است. در این مقاله تأثیر قیمت انرژی، تکنولوژی و تولید ناخالص داخلی بر شدت انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج و یافته‌های مطالعه نشان می‌دهد که قیمت انرژی تأثیر منفی قابل توجهی بر شدت انرژی دارد. این تأثیر حاکی از آن است که قیمت پایین انرژی سبب حرکت ساختار فعالیت‌ها به سمت صنایع انرژی بر بهمنظور بهره‌مندی از رانت‌های ناشی از یارانه‌های انرژی می‌شود و همچنین وجود یارانه‌های انرژی و به تبع آن پایین بودن قیمت انرژی عامل مهمی در افت بهره‌وری خواهد بود؛ بنابراین، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش شدت انرژی، در واقع ارتقای بهره‌وری در مصرف انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های تولید است.

با توجه به خروجی مدل بین شدت انرژی و تولید ناخالص داخلی رابطه‌ی منفی وجود دارد لذا تأثیر افزایش درآمد بر شدت انرژی توسط کاهش درآمد جبران نمی‌گردد و این مطلب مؤید کارایی است. بدین معنی که گرچه درآمد کاهش یافته است اما افت مصرف انرژی بیشتر بوده و لذا هر واحد GDP با مصرف انرژی کمتری تولید شده است. در کشورهای اوپک، شدت انرژی همچنان بالاست و به دلیل مشکلات ساختاری، علمی و تکنیکی از جمله استفاده از فناوری‌های قدیم و سنتی در این کشورها، امکان صرفه‌جویی انرژی در فرآیندهای مختلف تولید، توزیع و مصرف وجود ندارد و این مسئله باعث رشد روزافزون مصرف انرژی در این گروه کشورها نسبت به کشورهای توسعه‌یافته گردیده است. اما به‌حال باید از اقدامات مفید کشورهای توسعه‌یافته جهت کاهش شدت انرژی استفاده نمود.

با توجه به نتایج بدست آمده توصیه می‌شود:

با توجه به اینکه با افزایش ارزش افزوده (اثر مقیاس) مصرف انرژی افزایش اما شدت انرژی کاهش می‌یابد، بهتر است حتی الامکان از صنایع با مقیاس بزرگ استفاده شود.

اصلاح قیمت انرژی و کاهش یارانه‌های پنهان انرژی همراه با برنامه‌ریزی و سیاست‌های مناسب.

افزایش بهره‌وری تکنولوژی تولید و نوسازی تجهیزات تولید بهمنظور کاهش مصرف انرژی.

از آنجایی که شاخص قیمت سایر نهاده‌ها بر شدت انرژی اثر مستقیم دارد، می‌توان انتظار داشت با اعمال سیاست‌های مناسب از طریق کاهش قیمت سایر نهاده‌ها، به جایگزینی آن‌ها با نهاده انرژی در تولید اقدام کرد.

## مراجع

- [۱] عmadzadeh, M. and Hmikanian, 1382, تحلیلی از روند شدت انرژی در کشورهای OECD، فصلنامه پژوهشنامه بازگانی، شماره ۲۸، پاییز، صفحات ۱۱۸-۹۵.
- [۲] Behboudi, D. and Hmikanian, 1389, تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۶، سال هفتم، پاییز، صفحات ۱۳۰-۱۰۵.
- [۳] وزارت نفت/اوپک و مجتمع انرژی/ مدیریت کل اوپک و نمایندگی جمهوری اسلامی ایران در مجتمع انرژی [www.mop.ir](http://www.mop.ir) سایت باشگاه اندیشه و [www.opec.org](http://www.opec.org).
- [۴] اشرف زاده، ح، مهرگان، ن، ۱۳۸۷، اقتصادسنجی پانل دیتا، تهران: مؤسسه تحقیقات تعاون دانشگاه تهران، ۱۵۴ صفحه، صفحات ۱۳۵-۱۳۶.
- [۵] Hsiao (2003), Analysis of Panel Data, 2nd Edition, Cambridge University Press, Ch. 4, PP. 1-4.
- [۶] Baltagi, Badi H. (2005), Econometric Analysis of Panel Data, third edition, John Wiley and Sons, 366 pages

## منابع و مأخذ

- [۱] اشرف زاده، حمیدرضا و نادر مهرگان (۱۳۸۷)، اقتصادسنجی پانل دیتا، تهران: مؤسسه تحقیقات تعاون دانشگاه تهران، ۱۵۴ صفحه، صفحات ۱۳۶-۱۳۵.
- [۲] بهبودی، داود، اسلامی نیا، نسیم مهین و سکینه سجودی (۱۳۸۹)، «تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۶، سال هفتم، پاییز، صفحات ۱۳۰-۱۰۵.
- [۳] سیف، اله مراد (۱۳۸۷)، «شدت انرژی: عوامل تأثیرگذار و تخمین یکتابع پیشنهادی»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۱۸، سال پنجم، پاییز، صفحات ۲۰۱-۱۷۷.
- [۴] عباسی نژاد، حسین و داریوش واپی نجار (۱۳۸۳)، «بررسی بهرهوری و بهرهوری انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و تخمین کشش نهادهای و قیمتی انرژی در بخش صنعت و حمل و نقل با روش TSLS»، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۶، پائیز، صفحات ۱۳۷-۱۱۳.
- [۵] عmadزاده، مصطفی، صدری، مهدی، شریفی، علی مراد و رحیم دلالی اصفهانی (۱۳۸۲)، «تحلیلی از روند شدت انرژی در کشورهای OECD»، فصلنامه پژوهشنامه بازارگانی، شماره ۲۸، پاییز، صفحات ۱۱۸-۹۵.
- [۶] کلانتری، باقر و عباس عرب مazar (۱۳۷۱)، «برآورد موجودی سرمایه ۱۳۶۷-۱۳۳۸ اقتصاد»، مجله علمی پژوهشی دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، سال اول، شماره ۱.
- [۷] Baltagi, Badi H. (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*, third edition, Johan Wiley and Sons, 366 pages
- [۸] Baumann, Florian (2008), Energy Security as multidimensional concept, Center for Applied Policy Research (C•A•P), Research Group on European Affairs, No.1, March 2008, PP. 4-14
- [۹] Breitung, J. & W. Meyer (1994), “Testing for Unit Roots in Panel Data: Are Wages on Different Bargaining Levels Cointegrated?”, *Applied Economics*, No. 26, PP. 353-361.
- [۱۰] Cole, M. A. (2006), “Does Trade Liberalization Increase National Energy Use”, *Economics Letters*, Vol. 92, No. 1, PP. 108-112.
- [۱۱] Fisher-Vanden, K. Jefferson, G.H. Liu, H. & Q. Tao (2004), “What is Driving China's Decline in Energy Intensity”, *Resource and Energy Economics*, Vol. 26, pp. 77-97.
- [۱۲] Frankel, J. A. and K. Rose (1996), “Currency Crashes in Emerging Markets: an Empirical Treatment”, *Journal of International Economics*, Vol. 41.
- [۱۳] Hang, Leiming and Meizeng, Tu (2007), “The Impacts of Energy Prices on Energy Intensity: Evidence from China”, *Energy Policy*, Vol. 35, PP. 2978-2988.
- [۱۴] Hsiao (2003), *Analysis of Panel Data*, 2nd Edition, Cambridge University Press, Ch. 4, PP. 1-4.
- [۱۵] Irawan, Tony, Hartono, Djoni and Noer Azam Achsani (2010), “An Analysis of Energy Intensity in Indonesian Manufacturing”, Department of Economics Padjadjaran University, Working Paper in Economics and Development Studies, No. 201007.
- [۱۶] Kumar, A. (2003), “Energy Intensity: A Quantitative Exploration for Indian Manufacturing”, SSRN Paper No. 468440.
- [۱۷] Liu, C. P. and G. Y. Han (2008), “Determinants of Aggregate Energy Intensity with Consideration of Intra industry Trade”, *Industrial Electronics and Applications*, PP. 716-719
- [۱۸] Metcalf, Gilbert E. (2008), “An Empirical Analysis of Energy Intensity and Its Determinants at the State Level”, *The Energy Journal*, Vol. 29, No. 3, PP. 1-26.
- [۱۹] OPEC Annual Statistical Bulletin
- [۲۰] Papadogonas, T. & J. Mylonakis (2007), “Energy Consumption and Firm Characteristics in the Hellenic Manufacturing Sector”, *International Journal of Energy Technology and Policy*, Vol. 5: 1, pp. 89-96.
- [۲۱] Papadogonas, Theodore A. Floutsakos, Michalis G. and John Mylonakis (2005), “Firm Size and National Environmental Policies, Evidence from Greece”, *International Journal of Environmental Technology and Management*, Vol. 5, Number 4, PP. 426-431(6)

- [۲۲] Sahu, Santosh and K. Narayanan (2009), “Determinants of Energy Intensity in Indian Manufacturing Industries: A Firm Level Analysis”, MPRA Paper, No. 21646.
- [۲۳] Shi, X. and K. R. Polenske (2005), “Energy Prices and Energy Intensity in China: A Structural Decomposition Analysis and Econometric Study”, 06-006 Working Paper, MIT CEEPR.
- [۲۴] Vanden K. F. Jeferson, G. H. Hangmei, L. & T. Quan (2002), “What is Driving China's Decline in Energy Intensity”, P. 787.
- [۲۵] Wing Sue, I. (2008), “Explaining the Declining Energy Intensity of the U. S. Economy”, Energy Economics, No. 30, PP. 21-49
- [۲۶] [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org).