

پایداری، توسعه و محیط زیست، دوره اول، شماره ۳، پاییز ۹۹

## تأثیر انرژی هسته ای بر کیفیت محیط زیست: رهیافت داده های پانل

پروانه سلاطین<sup>\*۱</sup>

[p\\_salatin@iauec.ac.ir](mailto:p_salatin@iauec.ac.ir)

نیلوفر غفاری صومعه<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۰۸

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۲۴

### چکیده

در دهه های اخیر افزایش تقاضا برای انرژی به منظور رشد اقتصادی، افزایش و منابع قابل دسترس به خصوص منابع سوخت های فسیلی به شدت کاهش یافته است. استفاده بی رویه و روزافزون از حامل های مختلف انرژی مانند نفت، گاز، زغال سنگ توجه کشورهای را به دو مشکل مهم یعنی پایان پذیری سوخت های فسیلی و هم چنین آلاینده های زیست محیطی بیش از پیش جلب کرده است. از این رو یکی از مهم ترین اولویت های سیاست انرژی، متنوع سازی منابع انرژی و نیز یافتن یک منبع انرژی امن، ارزان و عاری از انتشار گازهای گلخانه ای است. از این رو انرژی هسته ای دارای اهمیت است. در این راستا هدف اصلی این مقاله بررسی میزان تاثیرگذاری مصرف انرژی هسته ای بر کیفیت محیط زیست در گروه کشورهای منتخب می باشد.

تحقیق حاضر از نظر هدف یک تحقیق کاربردی، از نظر روش مطالعه علی و از نظر روش تحقیق و ماهیت و شیوه نگرش پرداختن به مسأله استنباطی است. نتایج حاصل از برآورد مدل به روش اثرات ثابت در گروه کشورهای منتخب در دوره زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۴ نشان می دهد، مصرف انرژی هسته ای تاثیر منفی و معناداری بر انتشار  $CO_2$  به عنوان شاخص نشان دهنده کیفیت محیط زیست دارد.

واژه های کلیدی: انرژی هسته ای،  $CO_2$ ، پانل دیتا.

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فیروزکوه، گروه اقتصاد، فیروزکوه، ایران \* (مسئول مکاتبات).  
۲- دانشجوی دکتری گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.

## **Nuclear energy and Environmental Quality Approach to Data Integration**

**Parvaneh Salatin<sup>۱\*</sup>**

[p\\_salatin@iauec.ac.ir](mailto:p_salatin@iauec.ac.ir)

**Niloufar Ghaffari Somea<sup>۲</sup>**

### **Abstract**

In recent decades, demand for energy to achieve economic growth has increased, and accessible resources, especially resources of fossil fuels, have sharply decreased. Uncontrolled and ever-increasing consumption of various energy carriers such as oil, gas, and coal has more than ever attracted the attention of countries to two important issues, namely non-renewability of fossil fuels and environmental pollution. Thus, one of the most important priorities in energy policies is diversification of energy resources and also finding an energy resource which is safe, cheap and free of greenhouse gases. Nuclear energy, therefore, is important. In this regard, the main objective of this paper is analyzing the effect of nuclear energy consumption on environmental quality in the set of selected countries.

This is an applied research by objective, a causal research by study method, and an inferential research by methodology.

Results from model estimation by the method of fixed effects in the selected countries in the 2004-2014 period show that nuclear energy consumption has a negative and meaningful effect on CO<sub>2</sub> emission as an indicator of environmental quality.

**Keywords:** Nuclear energy, CO<sub>2</sub>, Panel data.

---

<sup>۱</sup>- Department of Economics, Firoozkooh Vbranch, Islamic Azad University, Firoozkooh, Iran. \*(Corresponding Author).

<sup>۲</sup>- Ph.D. student of industrial engineering, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran., Tehran, Iran.

## زمینه و هدف

آغاز موج توجه عمومی به مسائل زیست محیطی در دهه ۱۹۶۰ به وقوع پیوست و تمرکز عمده این توجهات بر روی آلودگی‌های صنعتی به واسطه رشد مصرف انرژی‌های فسیلی آلاینده محیط زیست بوده است. برخی از طرفداران محیط زیست از دیدگاه شکست بازار با تجارت آزاد و رشد اقتصادی مخالفت کرده و خواستار تغییر منابع مصرفی انرژی‌ها در مسیر رشد اقتصادی کشورها هستند، اما برخی دیگر معتقدند برای دست‌یابی به محیط زیست سالم‌تر و ریشه‌کن کردن فقر، رشد اقتصادی لازم است (۱). افزایش مصرف انرژی به منظور رشد اقتصادی، عامل اصلی افزایش گرمای زمین از طریق انتشار گاز دی اکسید کربن در اتمسفر بوده است. از این رو یکی از مهم‌ترین اولویت‌های سیاست انرژی، متنوع سازی منابع انرژی و نیز یافتن یک منبع انرژی امن، ارزان و عاری از انتشار گازهای گلخانه ای است. در این میان انرژی هسته‌ای می‌تواند جواب‌گو باشد چرا که اولاً عدم ثبات قیمت نفت و وابستگی واردات نفتی بسیاری کشورها را کاهش می‌دهد و در وهله دوم از انتشار گازهای گلخانه‌ای جلوگیری می‌کند (۲). طرفداران انرژی هسته‌ای معتقدند که انرژی هسته‌ای بر پایه حقایق نظیر تقاضای فزاینده انرژی و تهی شدن منابع فسیلی در دهه‌های آینده، انتشار در حد صفر آلاینده‌های زیست محیطی انرژی اتمی و پایین بودن هزینه اجتماعی نسبت به سایر گزینه‌های سوخت قرار داشته و جهان فردا برای تأمین بخش قابل توجهی از مصرف انرژی خود چاره‌ای جز استفاده از انرژی هسته‌ای نخواهد داشت. مطالب فوق نشان می‌دهد که جهان باید به سمت انرژی‌های نو و جایگزین کردن سوخت‌های غیر فسیلی حرکت کند. در این راستا، این مقاله در قالب

داده‌های پانل ایستا (SPD)<sup>۱</sup> به بررسی میزان تاثیرگذاری مصرف انرژی هسته‌ای بر کیفیت محیط زیست در گروه کشورهای منتخب در دوره زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۴ و آزمون فرضیه زیر پرداخته است:

مصرف انرژی هسته‌ای تاثیر منفی و معناداری بر انتشار CO<sub>2</sub> به عنوان شاخص نشان دهنده کیفیت محیط زیست در گروه کشورهای منتخب دارد.

ابزار گردآوری اطلاعات مورد نیاز با استفاده از گزارشات و آمارهای منتشر شده منابع اطلاعاتی و سایت‌های اینترنتی از جمله WDI<sup>۲</sup> و سایت انجمن جهانی هسته‌ای<sup>۳</sup> می‌باشد. جامعه آماری این مطالعه منتخبی از کشورهای مصرف کننده انرژی هسته‌ای می‌باشد. لازم به ذکر است در انتخاب کشورهای منتخب، کشورهای انتخاب شده‌اند که داده‌های آماری متغیرهای مورد استفاده در این مقاله در دوره زمانی مورد بررسی در دسترس بود.

گروه کشورهای منتخب شامل آمریکا، کانادا، مکزیک، آرژانتین، برزیل، بلژیک، جمهوری دومینیکن، فنلاند، فرانسه، آلمان، مجارستان، لیتوانی، هلند، رومانی، روسیه، اسپانیا، سوئد، سوازیلند، اکراین، ایران، آفریقای جنوبی، چین، هند، ژاپن، پاکستان می‌باشند. در ادامه پس از بررسی مبانی نظری و سابقه پژوهش، ساختار مدل مورد استفاده معرفی و برآورد می‌شود و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه می‌گردد.

انرژی هسته‌ای انرژی گرمایی آزاد شده حاصل از شکافت اتم اورانیوم است که از آن برای تولید بخار آب و گرداندن توربین‌های برق استفاده می‌شود. اورانیوم معدنی طی فرآیندی در تاسیسات فرآوری باید به گاز هگزا فلوراید تبدیل شود و سپس با تزریق به شبکه‌ای

1- Static Panel Data

2- World Development Indicator.

3- BP Statistical Review of world Energy June.

گازهای گلخانه‌ای ایفا می‌کند، زیرا وقتی انرژی هسته-ای تولید می‌شود، هیچ چیزی از نظر عرفی نمی‌سوزد و به عبارت دیگر اکسید نمی‌شود و گازهای سمی و مضر تولید نمی‌گردد (۴). در این راستا یک روش برای به حداقل رساندن نوسانات قیمت انرژی‌های فسیلی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش و رواج تولید انرژی‌های هسته‌ای می‌باشد (۱،۵۶).

انرژی هسته‌ای یک منبع سوخت جایگزین مناسب برای منابع فسیلی می‌باشد. ولی ذکر این نکته ضروری است که درست است انرژی هسته‌ای آلودگی‌های کربنی به وجود نمی‌آورد ولی آلودگی‌های هسته‌ای و نگهداری پسماند مواد رادیواکتیو تولید شده در این نیروگاه‌ها خود مشکل بسیار با اهمیتی است که باید مورد توجه قرار گیرد (۱،۷،۸). بسیاری از مطالعات بر این باورند که استفاده از انرژی هسته‌ای به عنوان انرژی‌های بدون ایجاد کربن، می‌تواند یک راه‌حل بزرگ برای گرمایش جهانی و امنیت انرژی برای تمام کشورهای دنیا باشد (۹،۱۰).

به گزارش آژانس بین‌المللی انرژی هسته‌ای (۲۰۰۲) در حال حاضر نیروگاه‌های هسته‌ای نقش عمده‌ای در کاهش میزان گازهای گلخانه‌ای تولید شده توسط بخش تولید الکتریسیته در کشورها سازمان توسعه و همکاری اقتصادی (OECD<sup>۵</sup>) داشته است. ادعای بزرگ‌تر این است که بدون انرژی هسته‌ای، نیروگاه‌های تولید الکتریسیته در کشورهای OECD در حدود یک سوم بیش‌تر از مقدار کنونی تولید گازهای گلخانه‌ای می‌کردند. برآورد صورت گرفته توسط آژانس انرژی هسته-ای (۲۰۰۲) نشان می‌دهد، نیروگاه‌های هسته‌ای سالانه از انتشار ۱۷۰۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن جلوگیری می‌کنند، که این مقدار در حدود ۱۰ درصد از کل تولید گازهای گلخانه‌ای CO<sub>2</sub> در استفاده از انرژی در کشورهای OECD است. علاوه بر این، اتحادیه اروپا

از سانتریفیوژهای غنی‌گردد و قابل استفاده شود. البته فقط اورانیوم نیست که با آن می‌توان انرژی هسته‌ای تولید کرد، مثلاً از پولوتونیم یا دیگر رادیواکتیوها نیز می‌توان انرژی هسته‌ای تولید نمود. این انرژی در دسته انرژی‌های نیمه پاک و غیر قابل تجدید تقسیم بندی می‌شود. از این رو زباله‌ها و پس مانده‌های آن هزاران سال در محیط زیست باقی مانده و برای سلامت موجودات زنده بسیار خطرناک است. لازم به ذکر است انرژی هسته‌ای به تمامی انرژی‌های دیگر قابل تبدیل است ولی هیچ انرژی به انرژی هسته‌ای قابل تبدیل نیست. به نظر اقتصاددانان اکولوژیست مانند آیرس و نایر<sup>۱</sup>، انرژی عامل اصلی و تنها عامل تولید است و کار و سرمایه عوامل واسطه‌ای هستند که برای به کارگیری نیازمند انرژی هستند، یکی از مهم‌ترین مطالعات مدل-های بیوفیزیکی توسط کلوند<sup>۲</sup> انجام شده است که رابطه تنگاتنگ بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی را نشان می‌دهد دیگر اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برنت و دنیسون<sup>۳</sup> مخالف نظر اقتصاددانان اکولوژیست می‌باشند. نئوکلاسیک‌ها معتقدند انرژی از طریق تأثیری که بر عامل کار و سرمایه می‌گذارد به طور غیر مستقیم بر رشد اقتصادی مؤثر است و به طور مستقیم بر رشد اقتصادی اثر ندارد با این حال برخی از نئوکلاسیک‌ها مانند همیلتون و هریسون<sup>۴</sup> نقش مهم‌تری برای انرژی قائل هستند (۳). استفاده بیش از حد از موهبت‌های طبیعی (سوخت‌های فسیلی) علاوه بر این که سبب از بین رفتن آن‌ها می‌شود، منجر به آلودگی‌های زیست محیطی نیز خواهد شد. لذا این عوامل و بسیاری از عوامل دیگر سبب می‌شود که کشورها به فکر جایگزین-هایی برای این منابع باشند. گسترش انرژی هسته‌ای در جهان، نقش مهمی در کاهش آلودگی و کاهش انتشار

1- Ayres and Nair

2- Klvdn

3- Brent and Denison

4- Hamilton and Harrison

(۲۰۰۶) معتقد است که اروپا قادر به ایجاد هیچ تأثیر قابل توجهی در کاهش انتشار بدون تکیه بر انرژی هسته‌ای نمی‌باشد با توجه به موارد ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که انرژی هسته‌ای یک منبع سوخت جایگزین مناسب برای منابع فسیلی می‌باشد.

از این رو در صورت رفع موانع و مسایل سیاسی و نیز دارا بودن تکنولوژی مناسب و رعایت کامل اصول ایمنی مربوط به گسترش انرژی هسته‌ای در جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه و جهان سوم، این انرژی در دهه‌های آینده نقش مهمی در کاهش آلودگی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ایفا خواهد نمود. به طور معمول منابع انرژی بدون کربن راه‌حل اصلی برای مواجه شدن با گرم شدن کره زمین و امنیت جهانی انرژی می‌باشد. انرژی هسته‌ای در بیش‌تر کشورهای صنعتی به سبب منافع ذاتی‌اش مانند، هزینه‌های پایین سوخت، مصرف کم سوخت، پراکندگی یکنواخت منابع عظیم انرژی هسته‌ای از نظر جغرافیایی (در مقایسه با نفت) امکان ذخیره کردن سوخت برای بلند مدت، جذابیت‌های مربوط به تکنولوژی پیشرفته مورد توجه است. علاوه بر این انرژی هسته‌ای در کشورهای فرانسه، سوئد، ژاپن، سوئیس، کره جنوبی، بلژیک و آلمان تکنولوژی‌های متنوعی مانند تولید برق از انرژی هسته‌ای به بارآورده و سبب امنیت عرضه شده است. از مزیت‌های انرژی هسته‌ای این است که به دلیل منابع فراوان اورانیوم در جهان نگرانی مربوط به اتمام منابع وجود ندارد و همچنین یک نیروگاه هسته‌ای به آسانی می‌تواند سوخت مورد نیاز چند سال را در خود جای دهد و هزینه استخراج اورانیوم تنها ۲ تا ۳ درصد از هزینه‌های تولید انرژی هسته‌ای است (۱۱).

#### پیشینه تحقیق

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۶ صورت پذیرفت، بررسی ارتباط علت و معلولی میان مصرف انرژی هسته‌ای، انتشار CO<sub>2</sub>، انرژی‌های تجدید پذیر و تولید ناخالص داخلی پرداخته شد. نتایج در ۹ کشور توسعه یافته در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۳ نشان می‌دهد میان تولید ناخالص داخلی و

مصرف انرژی تجدید پذیر در کوتاه مدت یک رابطه علیت یک طرفه و در بلند مدت یک رابطه علیت دوطرفه وجود دارد. همچنین میان تولید ناخالص داخلی و انتشار CO<sub>2</sub> یک رابطه علیت یک طرفه وجود دارد و ارتباطی میان تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی هسته‌ای وجود ندارد (۱۲). همچنین در مطالعه‌ای صنعت برق هسته‌ای کشور چین از دستاوردهای بزرگ این کشور در طول سه دهه گذشته بوده است. کشور چین با چالش‌های جدی هم‌چون حفاظت از محیط زیست و مشکلات ناشی از استفاده سوخت‌های فسیلی مواجه بوده است از این رو اقداماتی را برای ترویج صنعت انرژی هسته‌ای برای تحقق بخشیدن به توسعه پایدار انجام داده است (۱۳). در سال ۲۰۱۵، ارتباط میان مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی در ۱۵ کشور OECD بررسی شد. نتایج در دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۸۰ نشان می‌دهد در ده کشور از پانزده کشور OECD ارتباط علت و معلولی میان مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی وجود ندارد. اگرچه در ۵ کشور دیگر، رابطه علیت معناداری میان مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی وجود دارد (۱۴). در بررسی یازده نیروگاه هسته‌ای در سواحل شرق چین که به منظور خنک کردن راکتورها با استفاده از آب دریا ساخته شده‌اند، یک سیستم ارزیابی پراکندگی اقیانوسی براساس یک پایگاه داده ثابت هارمونیک جزر و مدی توسعه یافته است. این سیستم می‌تواند جریان جزر و مدی بدون هزینه محاسباتی بزرگ به منظور محاسبه زمان واقعی پراکندگی آلاینده در اقیانوس را پیش‌بینی کند. دامنه محاسبه شده و فاز حداکثر خطا از ۱۰ درصد و ۲۰ درصد تجاوز نمی‌کند. تعدادی از شبیه‌سازی‌های فرضی با توجه به متفاوت بودن زمان انتشار آلاینده‌ها برای شش سایت هسته‌ای در چین انجام شده است. بنابراین به سرعت می‌توان به بررسی پراکندگی آلاینده‌ها از یک حادثه هسته‌ای پرداخت (۱۵). تجزیه و تحلیل اقتصادی ارتباط میان انرژی و محیط زیست در کشور ژاپن نشان می‌دهد که تمرکز اصلی این تحلیل ترکیب تولید برق در سال ۲۰۳۰، به ویژه سهم برق از انرژی هسته‌ای می‌باشد. گزینه‌های آرایه شده

نتایج به دست آمده از بررسی تأثیر رشد مصرف انرژی هسته ای بر رشد اقتصادی در دو گروه کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، در دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۹۱ حاکی از تأثیر مثبت رشد مصرف انرژی هسته‌ای بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه یافته و عدم تأثیر رشد مصرف انرژی هسته‌ای بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه می‌باشد (۲۱).

ارتباط میان مصرف انرژی هسته‌ای، رشد اقتصادی و انتشار CO<sub>2</sub> را در دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۸۵ بررسی شد و نتایج نشان می‌دهد که انرژی هسته‌ای اثر معکوس و معناداری در انتشار CO<sub>2</sub> دارد. اما نتایج علیت گرنجری هیچ علیتی را از طرف مصرف انرژی هسته‌ای به انتشار CO<sub>2</sub> نشان نمی‌دهد. همچنین نتایج علیت گرنجری بیانگر یک رابطه علیت دوطرفه میان مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی است. نتایج بردارهای همگرایی بلند مدت نیز نشان می‌دهند که مصرف انرژی و نفت اثری معکوس و معناداری بر یکدیگر دارند (۲۲). همچنین بررسی تأثیر رشد اقتصادی، تجارت و توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست در ایران نشان می‌دهد، در دوره زمانی ۱۳۴۹-۱۳۹۰، توسعه مالی و رشد اقتصادی سبب افزایش تخریب محیط زیست می‌شوند لذا افزایش درجه باز بودن تجاری در ایران سبب کاهش تخریب محیط زیست می‌گردد. ضریب جمله تصحیح خطا نشان می‌دهد که در هر دوره ۵۱ درصد از عدم تعادل تعدیل شده و به سمت روند بلند مدت خود نزدیک می‌شود. آزمون‌های ثبات ساختاری نیز نشان‌دهنده با ثبات بودن ضرایب تخمین در طول دوره مورد مطالعه می‌باشد (۲۳).

در مطالعه‌ای، به بررسی میزان تأثیرگذاری بلند مدت توسعه اقتصادی و توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست کشورهای منتخب عضو اوپک پرداختند. نتایج تجربی به دست آمده در دوره زمانی ۱۹۷۳-۲۰۰۷ نشان دهنده تأثیر منفی و معنادار شاخص‌های توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن، به عنوان معیاری برای کیفیت محیط زیست می‌باشد (۲۴).

در سال ۱۳۹۱ مطالعه بسیار جامعی در مورد نیروگاه‌های هسته‌ای انجام و هزینه برق فسیلی و هسته‌ای را مقایسه شد. نتایج نشان می‌دهد در صورتی که هزینه‌های خارجی شامل

توسط دولت بهبود بهره‌وری انرژی، افزایش انرژی تجدیدپذیر و کاهش انتشار گاز CO<sub>2</sub> است. در این مطالعه گزینه‌های دیگری معرفی شده است که این گزینه‌ها سهم کمتری از انرژی تجدیدپذیر در عرضه برق با قیمت پایین‌تر را دارند. تجزیه و تحلیل اقتصادی ارائه شده در این مطالعه به سیاست‌گذاری آینده در انرژی و محیط زیست ژاپن کمک کرده است (۱۶). در مطالعه‌ای بررسی ارتباط میان مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی در چند کشور توسعه یافته انجام شد و رابطه‌ای علی یک سویه از مصرف انرژی هسته‌ای به رشد اقتصادی در ژاپن، هلند و سوئیس را نشان داده شد. در حالی که در کانادا و سوئد رابطه‌ای علی یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی هسته‌ای وجود دارد، همچنین یک رابطه علیت دو طرفه در کشورهای فرانسه، اسپانیا و آمریکا وجود دارد (۱۷). در سال ۲۰۱۰ در ۱۶ کشور صنعتی، رابطه علیت میان مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی را در کوتاه مدت و بلند مدت بررسی نمودند و به شواهدی از وجود رابطه‌ای علی دو سویه میان مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی در کوتاه مدت و رابطه‌ای علیت یک سویه از مصرف انرژی هسته‌ای به رشد اقتصادی در بلند مدت پی بردند (۱۸). در بررسی‌های انجام شده، ارتباط میان مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی در دوره زمانی ۱۹۹۷-۲۰۰۲ دریافتند که مصرف انرژی هسته‌ای بر رشد اقتصادی تأثیرگذار می‌باشد ولی رشد اقتصادی بر مصرف انرژی هسته‌ای تأثیر گذار نیست (۱۹).

در مطالعه‌ای اثر سیاست‌های اقتصادی دولت بر کیفیت محیط زیست را در ۷ کشور ایران، سوریه، الجزایر، مصر، اردن، مراکش و تونس از منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA)، در دوره زمانی ۱۹۹۷-۲۰۰۷ آزمون کنند. آن‌ها میزان انتشار دی اکسید کربن و غلظت ذرات معلق در هوا را به منزله شاخص‌های نشان دهنده آلودگی هوا در نظر گرفتند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد، سرمایه‌گذاری‌های دولت‌ها یک عامل مهم و تأثیرگذار در تعیین مقدار انتشار دی اکسید کربن بوده است (۲۰).

به عنوان شاخص سرمایه انسانی،  $CO_2^5$  انتشار دی اکسید کربن به عنوان شاخص کیفیت محیط زیست،  $U$  جمله خطای معادله و  $t.i$  نشان دهنده کشور و زمان می‌باشند. به منظور تخمین معادله (۱) ابتدا لازم است تا نوع روش تخمین جهت نوع خاص داده‌های پانل تعیین شود. بنابراین ابتدا برای تعیین وجود (عدم وجود) عرض از مبدأ جداگانه برای هر یک از کشورهای از آماره  $F$  استفاده شد. با توجه به میزان آماره  $F$  محاسبه شده در جدول (۱) با سطح اطمینان بالای ۹۹ درصد فرضیه صفر آزمون مبنی بر استفاده از روش حداقل مربعات معمولی رد می‌شود. در نتیجه رگرسیون مقید (حداقل مربعات معمولی) دارای اعتبار نمی‌باشد و باید عرض از مبدأهای مختلفی (روش اثرات ثابت یا تصادفی) را در مدل لحاظ نمود. سپس برای آزمون این که مدل با بهره‌گیری از روش اثرات ثابت یا تصادفی برآورد گردد، از آزمون هاسمن استفاده شد. انجام این آزمون با استفاده از نرم افزار  $EVEIWS$  8 انجام شد. با توجه به میزان آماره  $X^2$  به دست آمده از انجام محاسبات برای این رگرسیون در جدول (۱) فرضیه صفر مبنی بر استفاده از روش تصادفی رد می‌شود. از این رو اثرات ثابت برای تخمین مدل تایید می‌شود که نتایج مربوط به آن در جدول (۱) ارایه شده است.

انتشار گازهای گلخانه ای در نظر گرفته شود تولید برق هسته‌ای بر برق فسیلی برتری دارد (۲۵). در بررسی انجام شده بر میزان تاثیرگذاری رشد اقتصادی و قیمت نفت بر مصرف انرژی هسته ای در ۲۸ کشور مصرف کننده انرژی هسته‌ای، نتایج در دوره زمانی ۱۹۸۰-۲۰۰۹ نشان می‌دهد رشد اقتصادی اثر مثبت و قیمت نفت تاثیر منفی بر مصرف انرژی هسته‌ای دارد. لذا کشورهای مصرف کننده انرژی هسته‌ای به جای جانشین سازی انرژی هسته‌ای با نفت، به طور مکمل از آن دو استفاده می‌کنند (۲۶).

#### روش بررسی

با توجه به متغیرهای مختلف تاثیرگذار بر کیفیت محیط زیست برای بررسی میزان تاثیرگذاری مصرف انرژی هسته ای بر  $CO_2$  به عنوان شاخص نشان دهنده کیفیت محیط زیست در گروه کشورهای منتخب با تعدیلاتی از معادله (۱) استفاده شده است.

(۱)

$$\begin{aligned} CO_{2it} &= \beta_0 + \beta_1 UNCLEAR_{it} \\ &+ \beta_2 GSIZECONLCU_{it} \\ &+ \beta_3 SCHOOL_{it} \\ &+ \beta_4 LGDPCOLCU_{it} \end{aligned}$$

در این معادله،  $UNCLEAR^1$  مصرف انرژی هسته-ای،  $GSIZECONLCU^2$  اندازه دولت،  $LGDPCOLCU^3$  لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی به عنوان شاخص نشان دهنده رشد اقتصادی،  $SCHOOL^4$  نرخ ناخالص ثبت نام در مقطع متوسطه

1- Unclear energy

2- Government size =(General government consumption expenditure (constant lcu) / GDP(constant lcu))

3- Log GDP(constant LCU)

4- School enrollment,secondry (% gross)

5-  $CO_2$  emissions (kg per 2011 PPP \$ of GDP)

جدول ۱- نتایج برآورد تأثیر مصرف انرژی هسته‌ای بر کیفیت محیط زیست در گروه کشورهای منتخب

(متغیر وابسته: CO<sub>2</sub>)

متغیرهای توضیحی	ضرایب {آماره t} (P-value)
UNCLEAR	-۰,۰۰۰۴۸۳ {-۳,۸۸۹۸۴۳} (۰,۰۰۰۱)
GSIZECONLCU	۰,۲۲۵۰۰۱ {۳,۴۵۵۵۶۲} (۰,۰۰۰۷)
SCHOOL	-۲,۶۴E-۰۵ {-۶,۰۸۴۵۱۳} (۰,۰۰۰۰)
LGDPCLCU	-۰,۱۶۷۸۱۶ {-۷,۰۳۱۴۹۸} (۰,۰۰۰۰)
C	۵,۱۰۴۱۳۱ {۷,۶۵۵۲۶۱} (۰,۰۰۰۰)
R <sup>2</sup>	۰,۹۸۱۳۲۸
F <sub>test</sub>	F(۲۴,۱۶۸) = ۳۰۹,۳۳۶۲۴۸ p-value = (۰/۰۰۰۰)
H <sub>test</sub>	CHISQ(۲۴) = ۷۵۰,۷۴۶۴۲۸ p-value = (۰/۰۰۰۰)

منبع: یافته‌های تحقیق

#### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از برآورد معادله (۱) در گروه کشورهای منتخب مصرف‌کننده انرژی هسته‌ای به روش اثر ثابت در دوره زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۴ در جدول (۱) نشان می‌دهد:

- مصرف انرژی هسته‌ای تأثیر منفی و معناداری بر انتشار CO<sub>2</sub> به عنوان شاخص نشان

دهنده کیفیت محیط زیست دارد. بنابراین فرضیه مربوط به ارتباط منفی و معنادار میان مصرف انرژی هسته‌ای و انتشار CO<sub>2</sub> به عنوان شاخص نشان‌دهنده کیفیت محیط زیست در گروه کشورهای منتخب را نمی‌توان رد کرد. گسترش انرژی هسته‌ای در جهان نقش مهمی در کاهش



بهبتر موجب کاهش تخریب محیط زیست می شود.

- مقدار ضریب تعیین نشان می‌دهد که بیش از نود درصد از تغییرات انتشار CO<sub>2</sub> به عنوان شاخص نشان‌دهنده کیفیت محیط زیست در گروه کشورهای منتخب توسط متغیرهای مستقل مدل توضیح داده شده است.

با توجه به نتایج حاصل از این مقاله پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد.

- کاهش حجم و اندازه دولت و ایجاد شرایط لازم برای مشارکت بیش تر بخش غیر دولتی
- افزایش آگاهی‌های عمومی اقلشار مختلف مردم برای پیش‌گیری از آلودگی محیط زیست

#### منابع

۱- امیر تیموری، سمیه و صادق، خلیلیان، ۱۳۸۸، بررسی رشد اقتصادی و میزان انتشار گاز در کشورهای عضو اوپک CO<sub>2</sub> رهیافت منحنی زیست محیطی کوزنتس، فصلنامه علوم محیطی، سال هفتم، شماره اول.

2- Lee, chien-chiang, yi-bin chiu, 2010, nuclear energy consumption, oil price, and economic growth: Evidence from highly industrialized countries.

۳- ابراهیم پور، راضیه، ۱۳۸۷، بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد تبریز.

۴- حجت، سید سعید، ۱۳۸۵، انرژی هسته ای روشی مناسب جهت تقابل با اثر گلخانه ای. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست.

5- Adamantiades, A., Kessides, I., 2009. Nuclear power for sustainable development: current status and future prospects. Energy Policy 37, 5149-5166.

آلودگی و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای دارد. زیرا وقتی انرژی هسته‌ای تولید می‌گردد، هیچ چیزی از نظر عرفی نمی‌سوزد و به عبارت دیگر اکسید نمی‌شود و گازهای سمی و مضر تولید نمی‌شود.

- اندازه دولت تاثیر مثبت و معناداری بر انتشار CO<sub>2</sub> به عنوان شاخص نشان‌دهنده کیفیت محیط زیست، در گروه کشورهای منتخب دارد. با بزرگ شدن اندازه دولت (افزایش تعداد کارمندان و ارگان های دولتی)، آلودگی محیط زیست افزایش می‌یابد..

- نرخ ناخالص ثبت نام در مقطع متوسطه به عنوان شاخص سرمایه انسانی تاثیر منفی و معناداری بر انتشار CO<sub>2</sub> به عنوان شاخص نشان‌دهنده کیفیت محیط زیست دارد. میزان آگاهی شهروندان و التزام آن‌ها به مراعات ملاحظات زیست محیطی می‌تواند به عنوان یک ابزار کنترلی در حوزه انتشار آلودگی به حساب آید.

- لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی به عنوان شاخص نشان‌دهنده رشد اقتصادی تاثیر منفی و معناداری بر انتشار CO<sub>2</sub> به عنوان شاخص نشان‌دهنده کیفیت محیط زیست در گروه کشورهای منتخب دارد. در سطوح پایین رشد اقتصادی، مقدار و شدت تخریب محیط زیست در اثر فعالیت‌های اقتصادی بیشتر است. زیرا فعالیت های کشاورزی و شدت استخراج منابع و به دنبال آن صنعتی شدن سبب تخلیه منابع و تولید ضایعات می‌شود اما در سطوح بالاتر رشد اقتصادی، تغییرات ساختاری و حرکت ساختار صنعتی به سمت خدمات و استفاده از تکنولوژی‌هایی با کارایی بیشتر و هم‌چنین افزایش تقاضای مردم برای داشتن محیط زیست

- sustainable energy reviews, vol 59, pp 1369 – 1383.
- 14- Burcu & Ayes, 2015, Nuclear energy consumption-economic growth nexaus in OECD, *Procedia economics and Finance*, Volume 30, 586-597.
- 15- Byung-II Min & Raúl Perriñez & Kihyun Park & In-Gyu Kim and Kyung-Suk Suh, 2014 " Assessment in marine environment for a hypothetic nuclear accident based on the database of tidal harmonic constants ", *Marine Pollution Bulletin*, vol 87, pp 269 – 275.
- 16- Takashi Homma and Keigo Akimoto, 2013. " Analysis of Japan's energy and environment strategy after the Fukushima nuclear plant accident ", *Energy Policy*, vol 62, pp 1216 – 1225.
- 17- Menyah, K., Wolde-Rufael, Y. (2010) CO2 emissions, nuclear energy, renewable energy and economic growth in the US. *Energy Policy* 38, 2911–2915.
- 18- Apergis, N., Payne, J.E., 2010. A panel study of nuclear energy consumption and economic growth. *Energy Economics* 32, 545- 549.
- 19- Yoo, seung hoon, Jung, Kun oh. 2005, Nuclear energy consumption and economic growth in Korea; *Progress in Nuclear Energy*, Volum46: 101-109.
- ۲۰- شهاب، محمد رضا و ناصر صدرآبادی، سیده مروه ۱۳۹۳، " بررسی اثر سیاست های اقتصادی دولت بر کیفیت محیط زیست در کشورهای منتخب"، *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره شانزدهم، شماره دو، صص ۱۳۹-۱۵۰.
- ۲۱- امامی، کریم و اکبری، مهناز ۱۳۹۲، " بررسی تاثیر رشد مصرف انرژی هسته ای بر رشد اقتصادی
- 6- Toth, F.L., Rogner, H.H., 2006. Oil and nuclear power: past, present, and future. *Energy Economics* 28, 1–25.
- 7- Vaillancourt, K., Labriet, M., Loulou, R., Waaub, J., 2008. The role of nuclear energy in long- term climate scenarios: an analysis with the World-TIMES model. *Energy Policy* 36, 2086–2097.
- 8- Ferguson, C.D., 2007. *Nuclear Energy: Balancing Benefits and Risks*. Council of Foreign Relations, CRS No. 28.
- 9- Elliot, D., 2007. *Nuclear or Not? Does Nuclear Power Have a Place in Sustainable Energy Future?* Palgrave Macmillan, Houndmills, Basingstoke.
- 10- Wolde-Rufael, Y., 2010. Bounds test approach to cointegration and causality between nuclear energy consumption and economic growth in India. *Energy Policy* 38, 52–58.
- ۱۱- مصطفی پور، منوچهر (۱۳۸۵)، بررسی رابطه مصرف برق و رشد اقتصادی در ایران (۱۳۸۱-۱۳۵۷)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.
- 12-Kais, S and Mounir Ben Mbarek (2016) "Nuclear energy, renewable energy, CO2 emissions, and economic growth for nine developed countries: Evidence from panel Granger causality tests" Department of Economics, University of Sfax.
- 13-Ming Zeng & Shicheng Wang & Jinhui Duan & Jinghui Sun & Pengyuan Zhong and Yingjie Zhang, 2016 " Review of nuclear power development in China: Environment analysis, historical stages, development status, problems and countermeasures ", *Renewable and*

- کشورهای منتخب"، فصلنامه علوم اقتصادی، سال هفتم، شماره بیست و پنجم، صص ۲۰۶-۲۱۹.
- ۲۲- عنادی، مریم (۱۳۹۲)، بررسی رابطه بین مصرف انرژی هسته ای، رشد اقتصادی و انتشار CO<sub>2</sub> در کشورهای منتخب، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲۳- لطفعلی پور، محمد رضا، فلاحی، محمد علی و اسماعیل پور مقدم، هادی، ۱۳۹۳، اثر رشد اقتصادی، تجارت و توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست در ایران، پژوهشهای رشد و توسعه اقتصادی، سال چهارم، شماره پانزدهم، ۶۳.
- ۲۴- اصغرپور، حسین، بهبودی، داود و محمدی خانقاهی، رباب (۱۳۹۲)، "اثر توسعه اقتصادی و توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست در کشورهای منتخب عضو ایک"، اقتصاد محیط زیست و انرژی، سال دوم، شماره شش، صص ۱-۲۶.
- ۲۵- شجاعی، معصومه، غازی، ساناز، مهتاب بیرانوند (۱۳۹۱)، "انجام مطالعات اقتصادی و زیست محیطی نیروگاه های فسیلی و هسته ای"، فصلنامه علوم اقتصادی، سال هفتم، شماره بیست و دوم.
- ۲۶- محمدوند ناهیدی، محمد رضا و علی پور، حامد. ۱۳۸۹، "تأثیر رشد اقتصادی و قیمت نفت روی مصرف انرژی هسته ای"، علوم اقتصادی، دوره چهارم، شماره دوازدهم، صص ۹-۲۶.