فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هجدهم / شماره ۷۶/ بهار ۱۴۰۲ / صفحات ۲۵۴-۲۲۳

اثر رشد سبز بر آلودگی محیط‌زیست در ایران با تاکید بر انرژی هسته‌ای (۲۰۲۰-۲۰۰۰)

پروانه کمالی دهکردی[1]
عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور ، parvanehkamali@pnu.ac.ir
عبدالخالق غبیشاوی
کارشناسی ارشد برنامه ریزی و توسعه اقتصادی، ghobeyshavik@yahoo.com
فرشته عبدالهی
کارشناسی ارشد برنامه ریزی و توسعه اقتصادی، Fereshteh_abdollahi_64@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۷

چکیده

در طول چند دهه گذشته، ترغیب برنامه‌های توسعه اقتصادی ایران یک سری عوارض جانبی مانند کاهش منابع، خالی شدن ذخایر اقتصادی و به‌دنبال آن تخریب‌های محیط‌زیست را به همراه داشته است فرایندی که توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی را به یک چالش بزرگ تبدیل کرده است. از این رو هدف پژوهش حاضر بررسی اثر رشد سبز بر آلودگی محیط‌زیست در ایران با تاکید بر انرژی هسته‌ای طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۵ می‌باشد. تاکید بر انرژی هسته‌ای با این پیش فرض می‌باشد که انرژی هسته‌ای، بهره‌وری انرژی را در فرایند تولید افزایش خواهد داد و نه تنها از هرز روی منابع جلو گیری می‌شود بلکه تا حد زیادی از آسیب‌های زیست محیطی خواهد کاست. مطابق با یافته‌های تخمین مدل خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی[2] افزایش انرژی هسته‌ای باعث کاهش آلودگی محیط‌زیست می‌شود، که نشان می‌دهد افزایش مصرف انرژی هسته‌ای در اقتصاد ایران به بهبود کیفیت محیط‌زیست خواهد انجامید. از آنجا که مطابق نتایج جمعیت باعث تحریک انتشار کربن می‌شود. لازم است برنامه ریزان و سیاست گذاران سرمایه انسانی و آموزش جمعیت به استفاده بهینه از انرژی در راستای حفاظت از محیط‌زیست را مورد توجه قرار دهند.

طبقه‌بندی JEL: Q13، P28، Q51، Q56.
کلید واژه‌ها: رشد سبز، انرژی هسته‌ای، آلودگی زیست محیطی.

---

۱. نویسنده مسئول

2. ARDL

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

۱- مقدمه

سازمان ملل توسعه را فرایندی برای بهبود اوضاع اقتصادی،اجتماعی و فرهنگی مناطق میداند. توسعه پایدار علاوه بر این به مسئله پایداری،حفظ محیطزیست و صیانت از سهم نسلهای آینده توجه دارد. لذا امروزه بررسی تأثیر انتشارات گلخانه‌ای، به ویژه دی اکسیدکربن(CO_2)، به یک موضوع مهم برای جهان تبدیل شده است. در دوران پیش از صنعتی شدن، غلظت دی اکسیدکربن حدود ۲۸۰ppm بوده که امروزه به طور قابل توجهی افزایش یافته و به سطحی بالاتر از ppm ۴۰۰ رسیده است. این افزایش پیامدهای شدیدی برای رفاه اکولوژیکی و زیست‌محیطی دارد و توسعه صنعتی مداوم این موضوع را با سرعتی بی‌سابقه تشدید می‌کند(خان و اوزترک[1]،۲۰۲۱). بنابراین، دستیابی به اهداف کربن خنثی ضروری و نیاز به پاسخی مشترک از طریق محیطزیست و استراتژی‌های اقتصادی دارد(چنگ و همکاران،A۲۰۲۱) علاوه بر این، حل مشکل تغییرات اقلیمی و اثرات نامطلوب آن مستلزم هماهنگی اساسی میان کشورها است. در سال ۱۹۸۰، برنامه محیطزیست سازمان ملل متحد (UNEP) برای توسعه پایدار با دو سازمان جهانی دیگر برگزار شد. نشست زمین در ریودوژانیرو برگزار و اعلامیه بسیار معروف "اعلامیه ریو در مورد محیطزیست و توسعه" در سال ۱۹۹۲ منتشر شد. پس از آن، ۱۹۶ کشور در کنفرانس پاریس در دسامبر ۲۰۱۵ گرد هم آمدند و پیمان تاریخی پاریس برای حفظ دما زیر ۲ درجه سانتی‌گراد و تلاش برای رساندن آن به ۱,۵ درجه سانتی گراد را به امضا رساندند(وانگ و همکاران[2]،۲۰۲۱). ایران نیز به این دو قرارداد پیوست و از آن زمان تاکنون تلاش‌هایی را در راستای رشد سبز انجام داده است.

ایده رشد سبز از منطقه آسیا و اقیانوسیه سرچشمه گرفته است. رشد سبز ایده هماهنگ کردن رشد و پایداری اکولوژیکی را در عین ارتقاء بهره وری زیست محیطی رشد و افزایش هم افزایی بین اقتصاد و محیطزیست فراهم می‌کند(دنیش[3]، ۲۰۲۰) امروزه تلاش برای رشد سبز امری ضروری است، اما هیچ کس نمی تواند از قبل مطمئن باشد که چنین مسیری امکان پذیر است. آنچه مسلم است اینکه بدون برخی پیش نیازهای کلیدی رشد سبز ممکن نیست. این امر مستلزم سرمایه‌گذاری هنگفت در

1 Khan and Ozturk
2. Wang et al
3. Danish

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

فناوری‌های سبز موجود و پیشرفت فناوری‌های جدید، از جمله برای انتشار گازهای گلخانه‌ای است. همچنین نیاز به تغییر رفتار از سوی تمام کشورها دارد و اقتصادها باید برای مقابله با پیامدهای تغییرات آب و هوایی که دیگر قابل اجتناب نیست، سازگار شوند (لنارتز و همکاران[1]،۲۰۲۱).

تحلیلگران سیاست‌های زیست محیطی معمولاً تصور می‌کنند که توسعه منابع انرژی پاک، یعنی انرژی هسته‌ای و انرژی‌های تجدیدپذیر (آبی، خورشیدی، بادی، زیست توده و زمین گرمایی)، به کاهش انتشار کربن کمک می‌کند و راه حل‌هایی برای مشکل تغییر اقلیم و امنیت انرژی ارائه می‌دهد. در واقع، سهم منابع انرژی پاک در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای قابل توجه است. طی ۵۰ سال گذشته، نیروگاه‌های هسته‌ای به کاهش قابل توجهی در میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید شده کمک کرده‌اند. با این حال، انرژی هسته‌ای به عنوان منبع انرژی با انتشار کم کربن ممکن است با خطر حوادث هسته‌ای (مانند حوادث چرنوبیل و فوکوشیما) و اثرات نامطلوب زیست محیطی زباله‌های رادیواکتیو منتهی شود. این ریسک سبب شده تا برخی از کشورها استفاده از انرژی هسته‌ای را محدود کنند(به عنوان مثال، آلمان تصمیم گرفته است تا سال ۲۰۲۲ نیروگاه‌های هسته‌ای را حذف کند و اسپانیا نیز قصد دارد تا سال ۲۰۳۰ همین کار را انجام دهد)(پیلاتوسکا و گیس[2]،۲۰۲۱). اما با توجه به آمار موجود نسبت بهره‌برداری از واحدهای تجدیدپذیر به میزان قابل توجهی کمتر از واحدهای سوخت فسیلی و ظرفیت نصب واحد تجدیدپذیر نیز بیشتر از نیروگاه‌های سوخت فسیلی است. در این فضا، انرژی هسته‌ای ممکن است جایگزین بهتری باشد زیرا نیروگاه‌های هسته‌ای به طور مداوم تولید می‌کنند و فاکتورهای ظرفیت بسیار نزدیک به ۱۰۰ درصد را آشکار می‌کنند(مایکلیدس و مایکلیدس[3]،۲۰۲۰). اخیراً کاهش انتشار کربن از طریق تولید انرژی و سایر فعالیت‌های صنعتی توجه زیادی را به خود جلب کرده است. انرژی هسته‌ای به عنوان منبع انرژی غیر کربنی که الکتریسیته تولید می‌کند، اهمیت قابل توجهی در سیستم‌های تولید انرژی جهانی پیدا کرده است. انتظار می‌رود انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی هسته‌ای به‌عنوان منابع انرژی پاک، انتشار کربن را به میزان قابل‌توجهی کاهش دهند و در آینده به کربن‌زدایی سیاره کمک کنند(سعیدی و

1. Lenaerts et al
2. Piłatowska & Geise
3. Michaelides & Michaelides

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

عمری[1]،۲۰۲۰). با این حال، با در نظر گرفتن افزایش ۱٫۵ درجه سانتی گراد دمای جهانی سیاره به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای، زمان زیادی را برای انتظار توسعه فناوری بیشتر مرتبط با انرژی باقی نمی‌گذارد. بنابراین، تغییر به سمت منابع انرژی پاک نیاز فوری است(دنیش و همکاران[2]،۲۰۲۱) علاوه بر این، انرژی هسته‌ای می‌تواند در دستیابی به اهداف توسعه پایدار و طراحی استراتژی‌های زیست محیطی بهتر عمل کند. مطمئناً فن‌آوری مرتبط با انرژی هسته‌ای نه تنها به رشد اقتصادی کمک می‌کند، بلکه به بهبود اجتماعی و زیست محیطی پایدار نیز کمک می‌کند. علاوه بر این، تولید انرژی هسته‌ای هزینه‌های کمتری دارد، امنیت انرژی را تضمین می‌کند و آلودگی ناشی از تولید انرژی از منابع متعارف را کاهش می‌دهد. با توجه به این پیش‌زمینه و بر اساس دانش نویسندگان، هیچ مطالعه تجربی برای بررسی نقش رشد سبز و انرژی هسته‌ای در انتشار دی اکسید کربن در ایران انجام نشده است. بنابراین مطالعه‌ای از کشوری در حال توسعه مانند ایران برای شناخت رفتار رشد سبز و انرژی هسته‌ای در کاهش آلودگی محیط‌زیست و دیدگاه اقتصادی ضروری است. یافته‌های مطالعه برای ارائه توصیه‌های سیاستی خاص و همچنین جهت‌گیری‌های تحقیقاتی جالب خواهد بود. علاوه بر این، نتایج مطالعه می‌تواند برای دستورالعمل‌های سیاست‌های اجرایی سایر کشورهای در حال توسعه استفاده شود.در ادامه به طرح مبانی نظری پیرامون موضوع پرداخته می‌شود،پس از آن پیشینه پژوهش، چارچوب نظری پژوهش، مدل و نهایتاً بحث و نتیجه گیری آورده شده است.

۲-مبانی نظری

۲-۱- رشد سبز

در طول دهه گذشته، یک ادعای مکرر این بوده است که مدل‌های اقتصادی سنتی نیاز به اصلاح دارند تا بتوانند تغییرات آب و هوایی، معضلات محیط‌زیستی، کمبود آب و غیره را بررسی و در عین حال به چالش‌های کلیدی اجتماعی و اقتصادی بپردازند. اقتصاد سبز یا رشد سبز توسط چندین سازمان بین المللی علاوه بر برنامه محیط‌زیست ملل متحد[3] مورد بررسی قرار گرفته شده است. رشد سبز برای اولین بار در پنجمین کنفرانس

1. Saidi &. Omri
2. Danish
3. UNEP

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

وزیران کمیسیون اقتصادی و اجتماعی آسیا و اقیانوسیه سازمان ملل متحد[1] در مورد محیط‌زیست و توسعه در آسیا و اقیانوسیه که در سال ۲۰۰۵ در سئول برگزار شد، وارد بحث‌های بین دولتی شد (کمیسیون اقتصادی و اجتماعی آسیا و اقیانوسیه[2]،۲۰۰۶). این کنفرانس رشد سبز را به عنوان پیش‌نیاز برای ایجاد اقتصاد سبز در نظر می‌گیرد(کمیسیون اقتصادی و اجتماعی آسیا و اقیانوسیه[3]،۲۰۰۷) .بحران مالی جهانی در ۲۰۰۹-۲۰۰۸ این بحث را بیشتر نمود که نتیجه این نگرانی‌ها به چشم‌انداز «اقتصاد سبز» منتهی شد. علاوه بر این، در سال ۲۰۱۵، کشورهای سراسر جهان دستور کار ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار و ۱۷ هدف آن را تصویب کردند. این اهداف تشخیص می‌دهند که پایان دادن به فقر جهانی باید همراه با استراتژی‌هایی باشد که رشد اقتصادی را ایجاد می‌کند. اما در کنار آن، طیفی از نیازهای اجتماعی مختلف از جمله آموزش، بهداشت، حمایت اجتماعی و ایجاد شغل را برطرف می‌کند و در عین حال با آلودگی‌های محیطی نیز مقابله می‌کند. بنابراین، اهداف توسعه پایدار پیوند واقعی بین سیستم اکولوژیکی و سیستم اقتصادی ایجاد می‌کند. آنها همچنین نیاز به گذار به اقتصاد سبز را تقویت می‌کند تحولی اساسی به سمت شیوه‌های تولید و مصرف پایدارتر است.(سودرهلم[4]،۲۰۲۰)

در ساده ترین بیان، اقتصاد سبز یا کم کربن، دارای پیامدهای اقتصادی و اجتماعی فراگیر است. در اقتصاد سبز، رشد درآمد و اشتغال توسط سرمایه‌گذاری‌های دولتی و خصوصی هدایت می‌شود که انتشار کربن و آلودگی را کاهش می‌دهد، بهره‌وری انرژی و منابع را افزایش می‌دهد و مانع از بین رفتن تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی می‌شود (برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد[5]،۲۰۱۱) نکته مهم این است که اقتصاد سبز می‌تواند

1. UN ESCAP
2. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Green Growth at a Glance. The Way Forward for Asia and the Pacific; United National Publications: Bangkok, Thailand, 2006.
3. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Sustainable Infrastructure in Asia: Overview and Proceedings of the Seoul Initiative Policy Forum on Sustainable Infrastructure; United National Publications: Bangkok, Thailand, 2007.
4. Söderholm
5. United Nations Environment Programme (UNEP). Towards a GREEN Economy. Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. A Synthesis for Policy Makers. 2011. Available online: https: //sustainabledevelopment.un.org/content/documents/126GER_synthesis_en.pdf (accessed on 8 January 2018)

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

به اندازه اقتصاد فعلی یا حتی بیشتر رشد کند، البته به شیوه‌ای پایدارتر و فراگیرتر و با آسیب‌های کمتر.

بر اساس تعریف سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[1] در سال ۲۰۲۰، رشد سبز نشان می‌دهد که آیا رشد اقتصادی با استفاده کارآمدتر از سرمایه طبیعی، سبزتر می‌شود یا خیر. به بیانی دیگر، شاخص رشد سبز پیشرفت به سمت یک اقتصاد پایدار و سبزتر را رصد می‌کند. دستیابی به رشد سبز به سادگی مستلزم استفاده از دارایی‌های طبیعی در جهت رشد اقتصادی به شیوه‌ای پایدار است (طویه و همکاران[2]،۲۰۲۱). هدف حرکت به سمت اقتصادی است که منجر به رفاه انسان و کاهش نابرابری بین مردم در بلندمدت شود و نسل‌های آینده را در معرض خطرات زیست‌محیطی قرار ندهد (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۸).

بانک جهانی نیز در گزارش خود با عنوان «رشد سبز فراگیر: مسیر توسعه پایدار»، رشد سبز را به عنوان راهی برای بهبود استانداردهای زندگی در کشورهای در حال توسعه پذیرفته است، که خواهان سنجش بهتر عملکرد اقتصادی با در نظر گرفتن ارزش سرانه طبیعی است(ولا و همکاران[3]،۲۰۲۰).

در سرتاسر جهان، انطباق اقتصاد سبز با اقتصادهای ملی و برنامه‌های دولت به اشکال بسیار متفاوتی منتج شده است. دث[4](۲۰۱۵) بین چهار گفتمان مختلف برای اقتصاد سبز تمایز قائل می‌شود: تاب آوری سبز، رشد سبز، تحول سبز و انقلاب سبز. گفتمان‌های تحول سبز و انقلاب به دنبال به چالش کشیدن رشد اقتصادی به‌عنوان پایه اقتصاد هستند، در حالی که تاب‌آوری سبز بر طرح‌های تاب‌آوری در سطح جامعه محلی تمرکز دارد، که به‌عنوان فنی‌تر دیده می‌شوند، بدون توجه به هرگونه نیاز برای تغییر اساسی‌تر. رشد سبز رایج ترین شکل اقتصاد سبز در سطح جهان است و همسوترین شکل با گفتمان‌های اقتصادی نئوکلاسیک به شمار می‌آید. آنچه در هر چهار گفتمان در مورد اقتصاد سبز مشترک است و آن را در تقابل با گفتمان توسعه پایدار قرار می‌دهد، نقش دولت به عنوان بازیگر اصلی است. از دولت‌ها انتظار می‌رود با حذف یارانه‌های مضر برای محیط‌زیست، ایجاد استانداردهای سبزتر برای تدارکات عمومی، تشویق سرمایه‌گذاری و

1. OECD
2. Tawiah et al
3. Vuola et al
4. Death

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

اصلاح، شرایط مساعدی را ایجاد کنند که در آن سرمایه‌گذاری‌ها به سمت صنایعی هدایت شود که انتشار گازهای گلخانه‌ای کمتری تولید می‌کنند، از منابع طبیعی به نحو احسن استفاده می‌کنند و از تخریب محیط‌زیست جلوگیری می‌کنند. شکست‌های بازار درخواست برای چنین مداخله دولتی ناشی از اذعان به این است که بازار غیرقابل تنظیم، به تنهایی خود را به سمت مسیر سبزتر اصلاح نخواهد کرد(ولا و همکاران،۲۰۲۰).

۲-۲- انرژی هسته‌ای

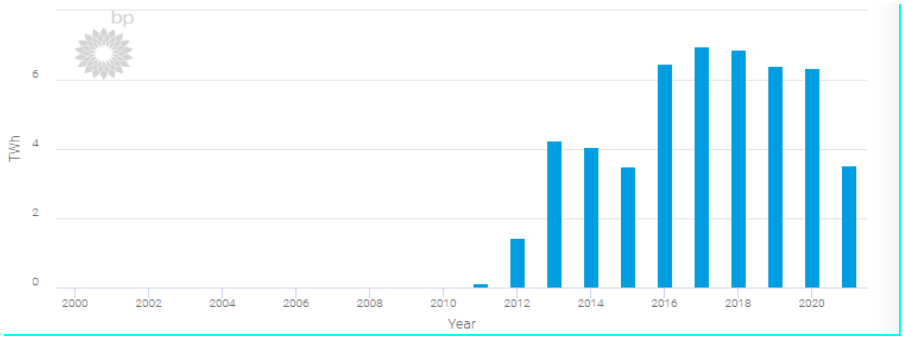
انرژی هسته‌ای یکی از جایگزین‌های باثبات است، زیرا منبعی بدون کربن به شمار می‌آید. با این حال، دانشگاهیان و سیاست‌گذاران در مورد اجرای این نوع انرژی در مقیاس بزرگ ملاحظاتی دارند. این نگرانی‌ها از نگرانی‌های ایمنی در نیروگاه‌های پردازش انرژی هسته‌ای تا نگرانی‌های مربوط به تکثیر و دفع زباله‌های رادیواکتیو و هزینه‌های مرتبط با آن را شامل می‌شود. در حالی که این نگرانی‌ها مشروع است، مزایای انرژی هسته‌ای به نظر میرسد بیشتر از معایب آن باشد، به‌ویژه برای یک کشور در حال توسعه که تقاضای انرژی در آن‌ها رو به افزایش است(اوزگور و همکاران[1]،۲۰۲۱).

برخلاف استخراج سوخت‌های فسیلی، انرژی‌های تجدیدپذیر و هسته‌ای می‌توانند اهرمی برای یکپارچگی منطقه‌ای از طریق اشتراک دانش، اتصال به شبکه جهانی یا سایر مشارکت‌ها باشند. تعهدات در مذاکرات بین المللی آب و هوایی نیز پیوستن ایران در جامعه بین المللی را تقویت می‌کند. به نوعی دور شدن از سوخت‌های فسیلی حتی می‌تواند اهمیت استراتژیک ایران را کاهش دهد، زیرا هدف اصلی تحریم‌ها به صفر رساندن صادرات سوخت‌های فسیلی است. در سطح جهانی، انتظار می‌رود که انتقال انرژی به دور از سوخت‌های فسیلی باعث کاهش نفوذ ژئوپلیتیکی ایران شود. اگر جهشی ناگهانی به سمت پایداری جهانی اتفاق بیفتد، درآمدهای ایران به شدت کاهش می‌یابد. به طور قطع، اگر برعکس، در بلندمدت ذخایر ایران کاهش یابد، کشور باید خود را با آن سازگار کند. در حالی که می‌تواند منابع فسیلی را برای ساختن یک سیستم انرژی جدید سرمایه‌گذاری کند(مینیر[2]، ۲۰۲۰).

1. Ozgur et al
2. Minier

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

به عنوان بخشی از توافق پاریس، ایران متعهد شده است تا ۴ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را تا سال ۲۰۳۰ کاهش دهد. اهداف فعلی بر اساس برنامه «چشم‌انداز ۲۰۲۵»، به ترتیب ۵ گیگاوات و ۷٫۵ گیگاوات انرژی تجدیدپذیر تا سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ است. همچنین قرار است تا سال ۲۰۲۲ سالانه ۱ گیگاوات به ظرفیت اضافه شود که در مجموع ۴٫۵ گیگاوات برق بادی و ۵۰۰ مگاوات انرژی خورشیدی را شامل می‌شود. همانگونه که در شکل(۱) قابل مشاهده است تامین انرژی کشور از طریق انرژی هسته‌ای از سال ۲۰۱۱ افزایش یافته است. این روند از ۰٫۱۱ در سال ۲۰۱۱ به ۴٫۲۶ تراوات ساعت(TWh) در سال ۲۰۱۳ رسیده است که علت آن می‌تواند آغاز به کار غنی‌سازی سوخت فردو و افزایش تعداد سانتریفیوژهای اختصاص داده شده به تولید اورانیوم غنی شده ۲۰ درصد در کارخانه غنی سازی فردو تا ۳۴۸ باشد. سپس در سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ میزان تامین انرژی هسته‌ای سیری نزولی به خودگرفته زیرا در سال ۲۰۱۴ برنامه اقدام مشترک اجرایی می‌شود و ایران تولید اورانیوم ۲۰ درصد غنی‌شده را به حالت تعلیق در می‌آورد و شروع به رقیق کردن یا تبدیل ذخایر اورانیوم خود می‌کند. مجدداً در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ روندی افزایشی و به ترتیب به ۶٫۴۷ و ۶٫۹۶ تراوات ساعت رسیده است، علت این افزایش شروع غنی سازی اورانیوم در ژانویه ۲۰۱۶ در طرح غنی سازی سوخت(FEP) می‌باشد. در نهایت از سال ۲۰۱۸ روند کاهشی شروع شده و از ۶٫۸۹ تراوات ساعت به ۳٫۵۴ تراوات ساعت در سال ۲۰۲۱ رسیده است.



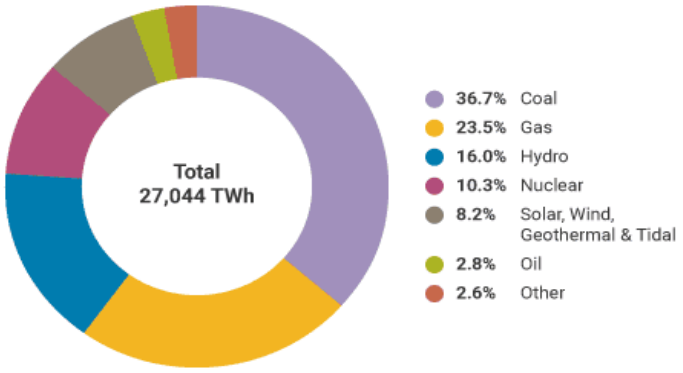
شکل ۱. میزان تامین انرژی کشور از انرژی هسته‌ای

Source: BP Statistical Review of World Energy(2022) [1]

1.https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/energy-charting-tool-desktop.html.html#/results/et/nucl-gene/unit/TWh/regions/IRN/view/bar

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

تاثیر انرژی هسته‌ای بر محیط‌زیست یکی از عوامل مهم برای سنجش مناسب بودن این نوع انرژی برای توسعه پایدار است، انرژی هسته‌ای به عنوان یک انرژی پاک نسبت به سوخت‌های فسیلی آسیب کمتری برمحیط‌زیست دارد. این منبع دومین منبع انرژی کم کربن در جهان است (۲۹ درصد از کل انرژی در سال ۲۰۱۷). بیش از ۵۰ کشور از انرژی هسته‌ای در حدود ۲۲۰ راکتور تحقیقاتی استفاده می‌کنند[1]. به دلیل مزایای فراوان انرژی هسته ای، برخی از کشورهای ثروتمند غربی شروع به توسعه و تلاش برای ساخت نیروگاه‌های بیشتری می‌کنند. تصویر زیر تولید برق جهانی بر اساس منبع ۲۰۲۲ را نشان می‌دهد و انرژی هسته‌ای ۱۰,۳ درصد از آن است.



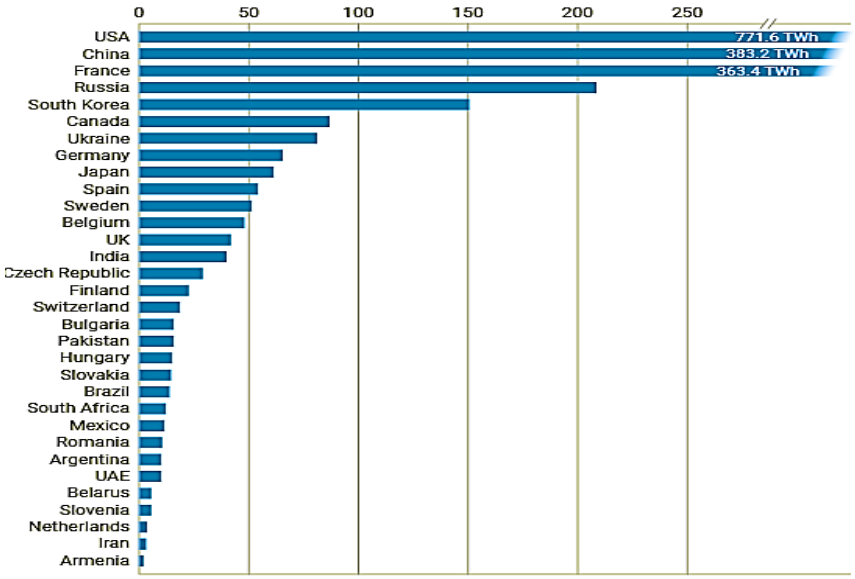
شکل۲. کل TWh جهان در سال ۲۰۱۹

منبع: آژانس انرژی بین المللی(۲۰۲۲)

۱۳ کشور در سال ۲۰۲۰ حداقل یک چهارم برق خود را از طریق هسته‌ای تولید کردند. فرانسه حدود ۷۰ درصد برق خود را از انرژی هسته‌ای تامین می‌کند، در حالی که اوکراین، اسلواکی، بلژیک و مجارستان حدود نیمی از برق خود را از انرژی هسته‌ای تامین می‌کنند. در این میان ایران در رده ۳۱ جهان در تولید برق توسط انرژی هسته‌ای قرار دارد. ایران دارای یک رآکتور هسته‌ای واحد با ظرفیت خالص ۰,۹ گیگاوات در سال ۲۰۲۱ است که ۱,۰ درصد از برق کشور را تولید می‌کند (انجمن هسته‌ای جهانی[2]،۲۰۲۲)

1.Nuclear Power in the World Today. https://www.world-nuclear.org/information-library/currentand-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx
2. world nuclear association. https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]



شکل۳. تولید برق از انرژی هسته‌ای

منبع: IAEA PRIS(۲۰۲۱)

با توجه به تقاضای زیاد نیروگاه‌های قدیمی زغال سنگ در جهان، تولید برق از این منبع آلودگی هوا را تشکیل می‌دهد که می‌تواند دلیل قوی برای افزایش سهم انرژی هسته‌ای باشد. انرژی هسته‌ای یک منبع انرژی پاک با انتشار صفر است، به این معنی که این انرژی نه تنها آلاینده‌ای ایجاد نمی کند، بلکه می‌تواند به طور مستقیم برای تولید انرژی‌های دیگر استفاده شود. از طریق شکافت نیرو تولید می‌کند که فرآیند شکافتن اتم‌های اورانیوم برای تولید انرژی است. گرمای آزاد شده توسط شکافت برای ایجاد بخاری استفاده می‌شود که توربین را برای تولید برق بدون محصولات جانبی مضر ساطع شده از سوخت‌های فسیلی به عنوان باران اسیدی، به عنوان انرژی فسیلی می‌چرخاند. در همین حال انرژی هسته‌ای در تولید برق پاک تر است. شکافت هسته‌ای انرژی را بدون انتشار گازهای گلخانه‌ای مانند دی اکسید کربن فراهم می‌کند[1]. بنابراین انرژی هسته‌ای از نظر تاثیر بر کیفیت هوا بدون شک مزایای بیشتری دارد. مشکل بعدی دفع زباله است. ضایعات احتراق سوخت‌های فسیلی (FFC) ضایعاتی هستند که از سوزاندن سوخت‌های فسیلی (به عنوان مثال زغال سنگ،

1. Fossil Fuels. Sustainability And Efficiency Of Nuclear Energy Vs. May 4, 2020. https://conservationfolks.com/nuclear-vs-fossil-fuels/

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

نفت، گاز طبیعی) تولید می‌شوند[1]. تعداد بسیاری از پسماندهای صنعتی تولید شده توسط سوخت‌های فسیلی در هنگام تصفیه بسیار دست و پا گیر و دردسرساز هستند و حذف نادرست آن پسماندها اثرات جدی ایجاد می‌کند. به عنوان مثال، زباله‌های ریخته شده در دریا به صخره‌های مرجانی آسیب می‌رساند، به بسیاری از موجودات دریایی آسیب می‌رساند و حتی آنها را از بین می‌برد. زباله‌های روی زمین نیز مضر هستند. زباله‌های سمی نه تنها خاک را از بین می‌برند، بلکه به گیاهان اطراف نیز آسیب می‌رسانند. اما زباله‌های تولید شده توسط انرژی هسته‌ای مضرات کمتری دارند. سوخت هسته‌ای بسیار متراکم است، بنابراین انرژی هسته‌ای زباله‌ای بسیار کوچکتر از سوخت فسیلی ایجاد می‌کند. ایالات متحده نمونه خوبی برای دفع زباله‌های هسته‌ای است، تمام سوخت هسته‌ای استفاده شده تولید شده توسط صنعت انرژی هسته‌ای ایالات متحده در ۶۰ سال گذشته می‌تواند در زمین فوتبال در عمق کمتر از ۱۰ یارد جای بگیرد[2] و اگر دولت از آنها بخواهد زباله‌های سوخت نیروگاه هسته‌ای دوباره پردازش و بازیافت می‌شود(فنگ[3]،۲۰۲۱).

دومین مزیت انرژی هسته‌ای بهره وری آن است، انرژی هسته‌ای در حال حاضر یکی از کارآمدترین انواع انرژی موجود امروزی است. گاز طبیعی به طور متوسط ۵۰ درصد انرژی تولید می‌کند در حالی که زغال سنگ تقریباً ۵۹ درصد انرژی تولید می‌کند. نیروی باد با راندمان پایین ۳۲ درصد کار می‌کند[4].[۸] در مقایسه با سایر انرژی‌های پاکی که امروزه مردم استفاده می‌کنند، هیچ یک از آنها به اندازه انرژی هسته‌ای کارآمد نخواهد بود. به دلیل چگالی بالای سوخت هسته‌ای، انرژی هسته‌ای می‌تواند از سوخت کمتری برای تولید انرژی بیشتر استفاده کند و در بسیاری از موارد کارآمدتر از سوخت‌های فسیلی است. یک گلوله اورانیوم شش گرم حاوی انرژی معادل ۱۷۰۰۰ فوت مکعب گاز طبیعی، ۱۴۹ پوند نفت یا در یک تن زغال سنگ است. انرژی هسته‌ای در مقایسه با مصرف سوخت آن بسیار بالاتر است. یک کارخانه حتی می‌تواند سوخت کل شهر را تامین کند[5].

1. Fossil Fuel Combustion Waste. https://archive.epa.gov/epawaste/nonhaz/industrial/special/fossil/web/html/index.html
2.Reasons Why Nuclear is Clean and Sustainable APRIL 30, 2020 https://www.energy.gov/ne/articles/3-reasons-why-nuclear-clean-and-sustainable
3. Feng
4. Know the Efficiency of Nuclear Power Posted. May 8, 2015. https://www.esgi.net/2015/05/08/know-efficiency-of-nuclear-power-energy-staffing-jobs/
5. Sustainability And Efficiency Of Nuclear Energy Vs. Fossil Fuels May 4, 2020. https://conservationfolks.com/nuclear-vs-fossil-fuels/

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

در کل، انرژی هسته‌ای به عنوان یک فناوری کم آلاینده، محیطی بکر را تضمین می‌کند و از این رو رفاه انسان را افزایش می‌دهد. انرژی هسته‌ای کارایی و سازگاری بیشتری را فراهم می‌کند و توسعه می‌دهد. بنابراین دسترسی به انرژی کم هزینه، قابل اعتماد و بدون کربن را برای کشورهای صنعتی و در حال توسعه را فراهم می‌کند. ۶۰ گیگاتن از انتشار کربن در طول ۵۰ سال گذشته به دلیل استفاده از انرژی هسته‌ای کاهش یافته است. این نوع انرژی در حین کار، مقدار زیادی انرژی را بدون انتشار مقدار قابل توجهی آلاینده منتقل می‌کند[۱]. استفاده از نیروگاه‌های هسته ای، انرژیی قابل اعتماد، در راستای ثبات اقتصادی و مقاوم سازی یک کشور در برابر آب و هوا با محافظت از آن در برابر تغییرات آب و هوایی مقرون به صرفه است. هزینه‌های سرمایه اولیه نیروگاه‌ها بالا و هزینه‌های عملیاتی آنها کم است(احمد و همکاران[۲]،۲۰۲۲). در نتیجه، هزینه‌های مرتبط با انرژی هسته‌ای در طول چند دهه گذشته در اکثر موارد ثابت بوده و پیش‌بینی آن آسان بوده است. این به دلیل این واقعیت است که ساختار هزینه نیروگاه‌های هسته‌ای باعث می‌شود تغییرات در انرژی هسته‌ای نسبتاً غیر قابل توجه باشد[۳]. انرژی هسته‌ای همچنین ممکن است برای نصب مجدد منابع انرژی تجدید ناپذیر به روشی قابل پیش بینی، ایمن، ایمن و از نظر اقتصادی پایدار استفاده شود. از این رو، انرژی هسته‌ای یک جزء اساسی در انتقال کلی انرژی خواهد بود (ناپ و وس[۴]،۲۰۱۸).

۲-۳- دی اکسید کربن

دی اکسید کربن یکی از گازهای گلخانه‌ای است که گرما را جذب می‌کند و به مرور زمان آن را به تدریج منعکس می‌کند. دی اکسید کربن به طور طبیعی در سنگ‌های زیرزمینی وجود دارد و در اثر تجزیه تنفسی و آب‌های سطح اقیانوس در جو آزاد می‌شود. انتشار دی اکسید کربن از اقیانوس‌ها با دی اکسید کربن موجود در اتمسفر در تعادل است و حدود ۳۰ درصد دی اکسید کربن توسط اقیانوس‌ها جذب شده و در جو

1. IAEA. Climate Change and Nuclear Power; IAEA: Vienna, Austria, 2018.
2. Ahmed et al
3. World Nuclear Association. World Nuclear Performance Report 2020 (RNo: 2020/008); World Nuclear Association: London, UK, 2020.
4. Knapp & Pevec

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

آزاد می‌شود (الصارحان و همکاران[1]، ۲۰۲۱). این سبب شده است تا سیاره زمین گرم و راحت باشد ولی اخیراً دمای جهانی افزایش یافته و منجر به آینده‌ای بالقوه خطرناک شده است. افزایش دی اکسید کربن در جو یکی از دلایل افزایش دما است (ابهوتا و تاباکوف[2]،۲۰۲۰). قبل از اینکه انسان به طور قابل توجهی بر آب و هوا تأثیر بگذارد، یک تعادل طبیعی در محیط از نظر انتشار دی اکسید کربن وجود داشت. انتشار گازهای گلخانه‌ای برای سایر فعالیت‌های حیاتی استفاده می‌شود و دی اکسید کربن به طور مداوم برای حفظ تعادل اکولوژیکی بازیافت می‌شود. از جمله این فعالیت‌ها می‌توان به فتوسنتز گیاهان، جذب اقیانوس، تشکیل فسیل، اصلاح خاک، احیای جنگل‌ها و تجزیه مواد آلی اشاره کرد. افزایش فعالیت‌های صنعتی رویکرد تعادلی را برای انتشار در نظر نمی‌گیرد(الصارحان و همکاران، ۲۰۲۱). بنابراین، سطوح دی اکسید کربن ساطع شده از آن فعالیت‌ها، مانند استفاده از سوخت‌های فسیلی، تولید برق، تولید سیمان، حمل و نقل و جنگل زدایی، با سطوح موجود انتشار دی اکسید کربن از منابع طبیعی رقابت می‌کند(کورهونن و همکاران[3]،۲۰۲۰). کشورهای در حال توسعه همانند ایران دارای نرخ آلودگی بالایی هستند در مقابل کشورهای توسعه یافته بیشترین سهم را در انتشار دی اکسید کربن دارند اما با نرخی رو به کاهش(دانگلیس و همکاران[4]، ۲۰۱۹). در کشورهای در حال توسعه انتشار دی اکسید کربن رو به افزایش است، زیرا در این کشورها محیطزیست اولویت برنامه ریزان و سیاست گذاران نیست. به عنوان مثال در برخی از کشورها دولت با اولویت قرار دادن گردشگری قصد افزایش اشتغال، درآمد و توسعه اقتصادی کشور را دارد(پاراماتی و همکاران[5]، ۲۰۱۷). این ویژگی مشابه اکثر کشورهای در حال توسعه است که در آن نهادهای ضعیفی برای اجرای قوانین زیست محیطی وجود دارد.

1. Alsarhan et al
2. Ebhota & Tabakov
3. Korhonen et al
4. De Angelis et al
5. Paramati et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

۲-۴- انرژی هسته‌ای، رشد سبز و انتشار دی اکسید کربن

انرژی هسته‌ای به عنوان یکی از ابزارهای کاهش انتشار کربن ذکر شده است(لی و همکاران، ۲۰۱۷). آژانس بین المللی انرژی(۲۰۱۵) انرژی هسته‌ای وانرژی‌های تجدیدپذیر، بهبود بهره‌وری انرژی را به عنوان ابزارهایی برای کاهش دمای جهانی زیر ۲ درجه سانتیگراد پیشنهاد می‌کند. این پیش‌بینی بیان می‌کند که استفاده از انرژی هسته‌ای تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۱۵ درصد از افزایش انتشار دی اکسیدکربن سالانه خواهد کاست. آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (۲۰۰۰) همچنین بر اهمیت انرژی هسته‌ای در کاهش انتشار کربن و دستیابی به توسعه پایدار در کشورهای در حال توسعه تاکید می‌کند.

در طول قرن گذشته، میانگین دمای جهان بین ۰,۴ درجه سانتیگراد تا ۰,۸ درجه سانتیگراد افزایش یافته است و پیش بینی می‌شود که تا سال ۲۱۰۰ بین ۱,۴ تا ۵,۸ درجه سانتیگراد افزایش یابد (لائو و همکاران[1]،۲۰۱۹). در دهه‌های اخیر، تغییرات اقلیمی مشکلاتی مانند ذوب شدن سریع یخ‌های قطبی، افزایش سطح دریاها، کاهش دسترسی به آب شیرین، شرایط آب و هوایی سنگین، گسترش سریع بیماری‌ها و از دست دادن تنوع زیستی را ایجاد کرده است. به عنوان یک عامل مسئول برای تغییرات آب و هوا و گرم شدن کره زمین، افزایش سطح انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHGs) در سراسر جهان مد نظر قرار گرفته می‌شود. به طور خاص، در میان انتشار گازهای گلخانه‌ای، انتشار دی اکسید کربن (CO_2) تولید شده توسط احتراق سوخت فسیلی به عنوان یک عامل کلیدی در افزایش گرمایش جهانی پذیرفته شده است (بیک[2]،۲۰۱۶). افزایش شدت انتشار دی اکسید کربن و پیچیدگی‌های گرمایش جهانی، اهمیت تمرکز بر گزینه‌های تولید انرژی جایگزین را افزایش داده است. نگرانی‌های جدی در مورد مصرف سوخت فسیلی، موضوع امنیت انرژی و چالش‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای توجه به منابع انرژی پاک را در میان تحلیلگران عمومی و سیاسی نیز جلب کرده است. گزینه‌های انرژی پاک(انرژی هسته‌ای و انرژی‌های تجدیدپذیر) به عنوان منبع انرژی جایگزین و ابزارهای موثر برای مبارزه با خطرات تغییر آب و هوا ظاهر شده‌اند(دونگ و

1. Lau et al
2. Baek

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

همکاران[1]،۲۰۱۸). بعنوان بخشی از استراتژی سیاست جدید انرژی، بسیاری از کشورها بر افزایش سهم عرضه انرژی هسته‌ای برای تنوع بخشیدن به عرضه انرژی، کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی وارداتی با قیمت‌های متغیر، افزایش ثبات و امنیت انرژی تمرکز می‌کنند (آژانس انرژی اتمی[2]،۲۰۱۹).

انرژی هسته‌ای پتانسیل قابل توجهی برای پاسخگویی به تقاضای فزاینده انرژی و مبارزه سریع با مشکلات آلودگی محیطی دارد. بنابراین، رشد چشمگیر انرژی هسته‌ای منجر به افزایش علاقه در بین محققان شده است. به ویژه انرژی هسته‌ای پس از اعلام «توافق پاریس» موقعیت مطلوب تری پیدا کرده است(محمود و همکاران[3]،۲۰۱۹). توافق پاریس امضاکنندگان را متعهد می‌سازد که انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را به میزان قابل توجهی پایین آورند تا گرمایش جهانی را کاهش دهند. بسیاری از محققان بر این باورند که

انرژی هسته‌ای به عنوان راه‌حلی برای مقابله با مشکل امنیت انرژی و گرمایش جهانی است(مورگان و همکاران[4]،۲۰۱۸).

از سوی دیگر رشد سبز نیز، رشد اقتصادی پایدار از نظر محیط‌زیست، به عنوان یک استراتژی مهم برای دستیابی به توسعه پایدار در نظر گرفته می‌شود. دستیابی به رشد اقتصادی با پایداری زیست محیطی از اهداف مهم سیاست دولت‌ها در سراسر جهان تلقی می‌شود. برای دستیابی به رشد سبز، انتشارات مبتنی برمصرف انرژِی هسته‌ای مورد نیاز است که از طریق نوآوری در زنجیره تامین و تولید پاکتر همراه با فناوری‌های سبز امکان پذیر است (ویبی و یامنو[5]، ۲۰۱۶). علاوه بر این، رشد سبز را می‌توان از طریق نوآوری در تولید انرژی از طریق فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست ارتقا داد(سو و همکاران[6]، ۲۰۲۰؛ عمر و همکاران[7]، ۲۰۲۰a). این فرایند می‌تواند به تولید کارآمد انرژی و حفظ منابع طبیعی کمک کند که نتیجه آن انتشار کم دی اکسیدکربن است. به عنوان یک استراتژی ممکن برای کاهش انتشار دی اکسیدکربن و همچنین صرفه جویی

1. Dong et al
2. International atomic energy agency
3. Mahmood et al
4. Morgan et al
5. Wiebe and Yamano
6. Su et al
7. Umar et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

در انرژی، رشد سبز به طور گسترده برای کنترل زوال محیطی استفاده می‌شود (لینگ گوو و همکاران[1]، ۲۰۱۷؛ سندبرگ و همکاران[2]، ۲۰۱۹). علاوه بر این، در کاهش انتشار دی اکسیدکربن و ارتقای رشد اقتصادی سبز، ترویج فناوری سبز نقش اجتناب‌ناپذیری دارد (سوهاگ و همکاران[3]، ۲۰۱۹؛ یین و همکاران[4]، ۲۰۱۵). به عبارتی رشد سبز نیاز به یک موتور سبز دارد. بهبود عملکرد زیست محیطی تحول انرژی و مصرف، سنگ بنای هر گونه تلاش برای رشد سبز است[5]. معیارهای معمول برای انرژی سبز شامل موارد زیر است:

امنیت بالای تامین انرژی، آلودگی هوای محلی/منطقه‌ای کم، انتشار کم گازهای گلخانه‌ای (GHG)، تهدید کم برای تنوع زیستی و انسان، سلامت/امنیت، هزینه‌های تولید رقابتی، شدت مواد کم(کاهش، استفاده مجدد، بازیافت)، حجم کم زباله، آلودگی صوتی/بصری کم و پتانسیل نوآوری بالا. با توجه به این معیارها، انرژی هسته‌ای به خوبی می‌تواند به عنوان یک فناوری انرژی سبز واجد شرایط باشد. با این حال، بسیاری با انرژی هسته‌ای به دلیل ضایعات رادیواکتیو طولانی مدت، خطر حوادث شدید با اثرات طولانی مدت، نگرانی‌های مربوط به گسترش سلاح‌ها و عدم پذیرش عمومی آن مخالف هستند. (رونگر[6]،۲۰۱۲)

۳- پیشینه پژوهش

مطالعات متعدد ارتباط تجربی بین انرژی هسته‌ای و تجدیدپذیر، رشد سبز و تخریب محیطزیست را نشان می‌دهد. اما این مطالعات اغلب به بررسی زوجی این متغیرها پرداخته اند. لذا در ادامه ما نیز بر همین اساس مطالعات را طبقه بندی می‌کنیم:

پیوند انرژی هسته‌ای و محیطزیست

برخی از تحقیقات به بررسی ایجاد نیروگاه‌های هسته‌ای بر کیفیت محیطزیست پرداخته‌اند. دنیش و همکاران[7](۲۰۲۲) اثرات انرژی هسته‌ای را بر انتشار دی

1. Guo et al
2. Sandberg et al
3. Sohag et al
4. Yin et al
5. OECD 2011
6. Rogner
7. Danish et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

اکسیدکربن مبتنی بر تولید و مصرف در عصر جهانی شدن برای کشورهای سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) بررسی می‌کنند. نتایج آنها نشان می‌دهد که انرژی هسته‌ای برای کاهش انتشار دی اکسیدکربن مبتنی بر تولید مفید است. با این حال، مشخص شده است که انرژی هسته‌ای انتشار دی اکسیدکربن مبتنی بر مصرف را که در سطح بین‌المللی معامله می‌شود کاهش نمی‌دهد. وو و همکاران[1](۲۰۲۲)، در پژوهش خود علیت یک طرفه بین استفاده از انرژی هسته‌ای و انتشار کربن دی اکسید در چین را شناسایی کردند. بر اساس آنها ادعا می‌کنند که با استفاده از انرژی هسته‌ای، چین می‌تواند انتشار گازهای گلخانه‌ای را کنترل کند تا به اهداف انتشار جهانی برسد. پاتا و سامور [2](۲۰۲۲) نیز برای کشور فرانسه طی سال‌های ۱۹۷۷ تا ۲۰۱۷ اثر انرژی هسته‌ای بر کیفیت محیط‌زیست را بررسی کردند. نتایج تحلیل تجربی آنها نشان می‌دهد که انرژی هسته‌ای انتشار دی اکسیدکربن را کاهش می‌دهد. محمود[3](۲۰۲۲) به بررسی نقش انرژی هسته‌ای بر انتشار دی اکسیدکربن و آزمایش منحنی کوزنتس زیست محیطی (EKC) در ۲۸ کشور تولید کننده برق هسته‌ای از ۱۹۹۶-۲۰۱۹ می‌پردازد. نتایج وی نشان می‌دهد که انرژی هسته‌ای تأثیر منفی بر انتشار دی اکسیدکربن در کشورهای با درآمد بالا و کل کشورها دارد. با این حال، انرژی هسته‌ای نمی تواند بر انتشار دی اکسیدکربن در کشورهای با درآمد پایین و متوسط تأثیر بگذارد. علاوه بر این صدیق و همکاران[4](۲۰۲۲) به بررسی اثرات ردپای زیست محیطی مصرف انرژی هسته‌ای در حضور فناوری زیست محیطی و جهانی شدن ده کشور بزرگ ردپای اکولوژیکی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ می‌پردازد. یافته‌ها اثرات منفی قابل توجه مصرف انرژی هسته ای، فناوری مرتبط با محیط‌زیست را بر ردپای اکولوژیکی نشان می‌دهد. در ایران نیز مطالعات امیرنیا و همکاران(۱۴۰۱)، سلاطین و غفاری صومعه(۱۳۹۹)، فلاحی و همکاران(۱۳۹۷) و مشکانی و همکاران(۱۳۹۶) به ارتباط منفی میان انرژی هسته‌ای و انتشار دی اکسید کربن رسیده اند.

1. Wu et al
2. Pata & Samour
3. Mahmood
4. Sadiq et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

پیوند رشد سبز و محیط‌زیست

پیرامون ارتباط میان رشد سبز و محیط‌زیست کشورها همواره در جستجوی روش‌های نوین برای دستیابی به یک وضعیت برد-برد در رشد اقتصادی بوده‌اند و کاهش انتشار کربن از طریق رشد سبز راه‌حلی امکان‌پذیر در نظر گرفته اند. در این میان معدود مطالعاتی ارتباط بین رشد سبز و محیط‌زیست را مورد بررسی قرار دادند که در ادامه ی بحث به آنها پرداخته می‌شود. ژائو و همکاران[1](۲۰۲۲) تأثیر بالقوه رشد سبز چین بر انتشار دی اکسید کربن را با استفاده از داده‌های پانل استانی از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۸ بررسی می‌کنند. یافته‌های آنها حاکی از آن است که رشد سبز چین بر انتشار دی اکسید کربن به طور قابل توجهی تاثیر منفی دارد. دانگ و همکاران[2](۲۰۲۲) نیز در پژوهش خود یک شاخص توسعه سبز ایجاد می‌کنند و سپس اثر رشد سبز بر انتشار دی اکسید کربن را بررسی می‌کنند. نتایج آنها نشان می‌دهد که رشد سبز همبستگی منفی با انتشار دی اکسیدکربن در چین دارد، به این معنی که با تسریع در گذار سبز، اقتصاد می‌تواند به کاهش اثر گلخانه‌ای کمک کند. هائو و همکاران[3](۲۰۲۱)، در پژوهش خود به نقش رشد سبز در ارتقای محیط‌زیست پایدار در کشورهای G7 طی سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۷ با استفاده از مدل CS-ARDL می‌پردازند. یافته‌های نظری و تجربی نشان می‌دهد که هر دو الگوی خطی و غیرخطی برای رشد سبز باعث کاهش انتشار دی اکسید کربن می‌شود. علاوه بر این چین و همکاران[4](۲۰۲۱)، در پژوهش خود رابطه بین رشد سبز و انتشار کربن در ایالات متحده با وجود نقش نوآوری‌های زیست محیطی، مالیات‌های زیست محیطی و انرژی سبز را مورد بررسی قرار می‌دهند. یافته‌ها تأثیر معنادار و منفی رشد سبز، توان دوم رشد سبز، نوآوری زیست‌محیطی و مالیات‌های زیست‌محیطی را در تعیین انتشار دی‌اکسید کربن برای اقتصاد ایالات متحده نشان می‌دهد.

مطابق با مطالعات موجود کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌تواند به کاهش اثرات مخرب تغییرات آب و هوایی کمک کند، اما تنها در صورتی که کره زمین به سرعت

1. Zhao et al
2. Dong et al
3. Hao et al
4. Chien et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

سوخت‌های فسیلی را از بین ببرد. به منظور پاسخگویی به تقاضای جهان برای انرژی ایمن، قابل اعتماد و ارزان، انرژی هسته‌ای به دلیل ردپای کربن کم و افزایش سریع آن برای استفاده گسترده، گزینه‌ای مناسب است. این مطالعه به سیاست گذاران و نهادهای دولتی کمک می‌کند تا اهمیت استفاده از انرژی هسته‌ای را که می‌تواند به حل یکی از بزرگترین چالش‌های پیش روی بشر کمک کند، درک کنند. اهمیت مصرف انرژی هسته‌ای در کاهش ردپای کربن، تحقیقاتی را ایجاب می‌کند که ارتباط بلندمدت بین مصرف انرژی هسته‌ای، رشد سبز و کیفیت محیط‌زیست را بررسی کند. علاوه بر این، ضروری است که بدانیم توضیح انرژی‌های تجدیدپذیر پتانسیل ایجاد یک محیط‌زیست پایدار را با کاهش میزان انتشار دی اکسیدکربن منتشر شده در محیط دارد. استفاده از انرژی هسته‌ای در دستور کار کربن‌زدایی، همراه با پیشرفت‌های فنی و منابع طبیعی، پیامدهای اکولوژیکی مثبتی خواهد داشت و برای یک محیط پایدار بلندمدت مفید خواهد بود، همانطور که در تحقیق حاضر بحث شده است. از این رو، تحقیقات تجربی بیشتری برای تعیین اینکه آیا استفاده از منابع انرژی هسته‌ای در بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و سایر بخش‌ها برای اقلیم جهانی مفید است یا خیر، مورد نیاز است.

۴- چارچوب نظری پژوهش

در تحقیق حاضر جهت بررسی تاثیر رشد سبز و انرژی هسته‌ای بر آلودگی زیست محیطی در ایران طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۰ از مطالعات تجربی مختلفی الهام گرفته شده است. در مطالعات دنیش و همکاران[1](۲۰۲۱)، سارکودی و ادامز(۲۰۱۸)، لائو و همکاران[2](۲۰۱۹) و هائو و همکاران[3](۲۰۲۰) تاثیر مصرف انرژی هسته‌ای بر انتشار دی اکسید کربن را مورد بررسی قرار داده‌اند. مطالعه هائو و همکاران (۲۰۲۰) نیز از رشد سبز جهت بررسی تاثیر انرژی بر آلودگی زیست محیطی استفاده نموده‌اند. لذا الگوی مورد بررسی به صورت رابطه(۱) می‌باشد:

رابطه(۱)

$$CO_{2_t} = \gamma_1 + \gamma_2 greengdp_t + \gamma_3 nue_t + \gamma_4 pop_t + \varepsilon_t$$

1. Danish et al
2. Lau et al
3. Hao et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

در رابطه (۱)، $greengdp$ نشان دهنده رشد سبز است. رشد سبز بر اساس اصل اقتصاد سبز با افزودن هدف صریح پیشبرد رشد و توسعه اقتصادی به معیارهای تعریف شده برای اقتصاد سبز استوار است، به این معنا که رشد باید نابرابری اجتماعی را کاهش دهد، تغییرات آب و هوایی را کاهش دهد و از تخریب محیط‌زیست و استفاده ناپایدار از منابع طبیعی جلوگیری کند. داده‌های مربوط به رشد سبز از گزارش شاخص رشد سبز[1] استخراج شده‌اند.

nue انرژی هسته‌ای را نشان می‌دهد و آمار مربوط به آن از بولتون انرژی جهانی[2] در سال ۲۰۲۱ استخراج شده است. با توجه به آن که اغلب محققین انرژی هسته‌ای را جزو انرژی‌های پاک در نظر می‌گیرند لذا انتظار براین است استفاده از این انرژی سبب کاهش آلودگی زیست محیطی گردد.

pop نشان دهنده جمعیت کل کشور است که آمار و اطلاعات آن از پایگاه بانک جهانی استخراج شده است. جمعیت بالا ممکن است تأثیر نامطلوبی بر کیفیت محیط داشته باشد. افزایش جمعیت از طریق افزایش تقاضای انرژی بر کیفیت محیط‌زیست تأثیر می‌گذارد. با توجه به گسترش شهرها در کنار افزایش بی رویه جمعیت، منابع آب، تصفیه فاضلاب، سیستم‌های فاضلاب و زهکشی و تامین برق به طور مشترک بر کیفیت محیط تأثیر می‌گذارند. از سوی دیگر، بیان می‌شود که رشد جمعیت ممکن است باعث نوآوری تکنولوژیکی شود که به نوبه خود ممکن است تأثیر منفی بر محیط‌زیست را کاهش دهد. لذا اثر متغیر جمعیتی بر آلودگی زیست محیطی مورد بحث است.

ادبیات ابزارهای اقتصاد سنجی مختلفی را برای تخمین بلندمدت و کوتاه مدت پیشنهاد می‌کند. روش خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی (ARDL) ترجیح ما در این پژوهش است. این روش قادر است پویایی بلندمدت و کوتاه‌مدت را به‌طور هم‌زمان از طریق تبدیل خطی ساده، بدون توجه به ترتیب انباشتگی I(0) یا I(1) تخمین بزند. دوم، ARDL برای داده‌های با حجم کوچک مناسب‌تر است و فرآیند تولید داده‌ها را به‌صورت عمومی به اختصاصی مدیریت می‌کند و وقفه‌های کافی را ارائه می‌دهد. سوم، رویکرد ARDL مسائل مربوط به داده‌های سری زمانی نامانا را به حداقل می‌رساند. بنابراین، برآوردهای استخراج شده از طریق ARDL به اندازه کافی بی‌طرفانه و قابل

1. GREEN GROWTH INDEX .https://gggi-simtool-demo.herokuapp.com/
2. bp Statistical Review of World Energy July 2021

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

اعتماد هستند تا برای اهداف سیاست‌گذاری استفاده شوند. لذا مدل تخمینی ARDL را می‌توان به صورت رابطه(۲) بیان نمود:

رابطه ۲

$$\Delta CO_{2_t} = \gamma_1 + \gamma_2 CO_{2_{t-i}} + \gamma_3 greengdp_{t-i} + \gamma_4 nue_{t-i} + \gamma_5 pop_{t-i} + \beta_1 \sum_{i=1}^{t} \Delta CO_{2_{t-i}} + \beta_2 \sum_{i=1}^{t} \Delta greengdp_{t-i} + \beta_3 \sum_{i=1}^{t} \Delta nue_{t-i} + \beta_4 \sum_{i=1}^{t} \Delta pop_{t-i} + \varepsilon_t$$

به طور کلی، فرم تصحیح خطا مدل ARDL شامل مشخصات دینامیکی پیچیده، مانند وقفه‌های متعدد و اولین تفاضل‌ها است. این باعث می‌شود که تفسیر اثرات - به ویژه تغییرات کوتاه مدت و بلندمدت - در رگرسیون‌ها پیچیده تر شود. برای مقابله با این مشکل، شبیه سازی دینامیکی انواع مدل‌های ARDL از جمله مدل تصحیح خطا معرفی شده است(دنیش و همکاران،۲۰۲۱). پس از تایید هم انباشتگی بین پارامترها، مطالعه از رویکرد ARDL استفاده می‌کند. پس از شناسایی پیوندهای بلندمدت، ارتباط کوتاه مدت با استفاده از مدل تصحیح خطا (ECM) توسعه یافته توسط انگل گرنجر[1](۱۹۸۷) برای ارزیابی ضرایب کوتاه مدت و ضریب تصحیح خطا (ECT) بررسی می‌شود. این کار با ادغام ECM در چارچوب ARDL برای رابطه(۳) به شرح زیر انجام می‌شود.

رابطه (۳)

$$\Delta CO_{2_t} = \gamma_1 + CO_{2_{t-i}} + greengdp_{t-i} + nue_{t-i} + pop_{t-i} + \beta_1 \sum_{i=1}^{t} \Delta CO_{2_{t-i}} + \beta_2 \sum_{i=1}^{t} \Delta greengdp_{t-i} + \beta_3 \sum_{i=1}^{t} \Delta nue_{t-i} + \beta_4 \sum_{i=1}^{t} \Delta pop_{t-i} + \rho ECT_{t-1} + \varepsilon_t$$

که در آن سرعت تعدیل با ρ و عبارت تصحیح خطا با ECT_{t-1} نشان داده می‌شود.

1. Engle and Granger

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

۵-آزمون مانایی

هنگامی که تجزیه و تحلیل هم انباشتگی بر روی داده‌های سری زمانی انجام می‌شود، بررسی اینکه آیا داده‌های سری زمانی تجزیه و تحلیل شده مانا هستند برای جلوگیری از مشکل «رگرسیون کاذب» ضروری است(مک دونالد، ۱۹۹۸). دو روش استاندارد آزمون ریشه واحد، دیکی-فولر تعمیم یافته(ADF) (دیکی و فولر، ۱۹۷۹؛ دیکی و فولر، ۱۹۸۱) و فیلیپس-پرون (PP) (فیلیپس و پرون، ۱۹۸۶؛ فیلیپس، ۱۹۸۷)، برای آزمون مانایی استفاده می‌شود. از سوی دیگر با توجه به بحران‌های جهانی، داده‌های سری زمانی ممکن است حاوی نقاط شکست ساختاری باشد. آزمون‌های ریشه واحد سنتی(مانند ADF و PP) نقاط شکست ساختاری را نادیده می‌گیرند، در نتیجه منجر به قضاوت نادرست نتایج آزمون مانایی می‌شوند. از این رو، در این تحقیق از آزمون ریشه واحد زیوت- اندریوز[1] (۱۹۹۲) نیز به عنوان معیار برای انتخاب نقطه جهش ساختاری و تعیین تمام متغیرهایی که الزامات مدل ARDL را برآورده می‌کنند، استفاده می‌کنیم. بر اساس نتایج، متغیرهای انتشار دی اکسیدکربن(CO_2) و جمعیت(pop) بدون تفاضل گیری مانا ولی متغیرهای رشد سبز ($greengdp$) و انرژی هسته‌ای(nue) در تفاضل مرتبه اول خود مانا شده‌اند.

جدول ۱. نتایج آزمون مانایی

متغیر	ADF	PP	Z-A	TBS
CO_2	-۳,۸۳ (۰,۰۱۲۵)	-۳,۶۵ (۰,۰۱۷۶)	-۳,۹۴ (۰,۰۰۵۵)	۲۰۱۵
$greengdp$	۱,۰۷ (۰,۹۹۴۷)	-۰,۸۷ (۰,۷۶۷۵)	-۲,۷۵ (۰,۳۶۸۴)	۲۰۱۵
$\Delta greengdp$	-۵,۱۸ (۰,۰۰۱۸)	-۵,۲۱ (۰,۰۰۱۲)	-۵,۴۳ (۰,۰۴۳)	۲۰۱۷
nue	-۲,۲۲۶ (۰,۲۰۷۴)	-۲,۳۵ (۰,۱۶۹۲)	-۵,۴۵ (۰,۱۴۲۵)	۲۰۰۹
Δnue	-۳,۱۱ (۰,۰۴۹۰)	-۳,۱۲ (۰,۰۴۸۲)	-۴,۲۰ (۰,۰۴۸۵)	۲۰۱۰
pop	-۶,۹۸ (۰,۰۰۰۱)	-۱۲,۰۵ (۰,۰۰۰۰)	-۴,۰۳ (۰,۰۴۱۲)	۲۰۱۴

منبع: یافته‌های محقق

1. Zivot & Andrews

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

۶- آزمون کرانه‌ها

در مطالعه حاضر از آزمون کرانه‌های ARDL برای به دست آوردن هم انباشتگی بین سری‌ها استفاده شده است(پسران و همکاران[1]، ۲۰۰۱). آزمون کرانه‌ها به دلایل زیر بر سایر آزمون‌های هم انباشتگی ارجحیت دارد. در مرحله اول، زمانی که سری‌ها دارای یکپارچگی هستند، می‌توان از آن استفاده کرد. ثانیاً، به طور قابل توجهی قابل اعتمادتر است، به ویژه برای نمونه‌هایی با حجم کوچک (آدبایو و آکینزولا[2]، ۲۰۲۱). ثالثاً، برآوردهای دقیقی از مدل بلند مدت ارائه می‌دهد. آزمون کرانه‌ها از توزیع F پیروی می‌کند و مقادیر بحرانی آن توسط (پسران و تیمرمن[3]، ۲۰۰۵) پیشنهاد شده است. فرضیه صفر و فرضیه‌های جایگزین به ترتیب عدم هم انباشتگی و شواهدی از هم انباشتگی را نشان می‌دهند. اگر آماره F بیشتر از مقادیر بحرانی کران بالا و پایین باشد، فرضیه صفر پذیرفته نمی‌شود. با توجه به نتایج جدول(۲) مقدار عددی آماره F آزمون بیشتر از کرانه بالا در سطح یک درصد است لذا وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها تایید می‌شود.

جدول۲. نتایج آزمون کرانه‌ها

آماره -F	سطح احتمال	I(0)	I(1)
۱۴,۴۳	٪۱	۳,۴۲	۴,۴۸
	٪۵	۲,۴۵	۳,۶۳
	٪۱۰	۲,۰۱	۳,۱

منبع: یافته‌های محقق

۷- برآورد مدل

پس از مشخص شدن وجود رابطه هم انباشتگی، گام بعدی آشکارسازی رابطه تعادل بلندمدت بین متغیرها با استفاده از مدل ARDLاست. جدول(۳) به نتایج برآوردهای بلندمدت و ضریب تصحیح خطا مدل را گزارش می‌کند. بر این اساس، انرژی هسته‌ای در بلندمدت تاثیر منفی بر آلودگی زیست محیطی دارد. به عبارتی افزایش استفاده از

1. Pesaran et al
2. Adebayo and Akinsola
3. Pesaran and Timmermann

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

انرژی هسته‌ای، انتشار دی اکسیدکربن را کاهش می‌دهد زیرا از یک سو استفاده از انرژی هسته‌ای و جایگزین نمودن آن با انرژی‌های سنتی در فرایند تولید صنایع و کارخانه‌ها، سبب کاهش آلودگی زیست محیطی شده و انتشار دی اکسید کربن را کاهش می‌دهد و از سوی دیگر این امکان وجود دارد که در طول مراحل اولیه استفاده از انرژی هسته ای، ظرفیت ذخیره سازی این انرژی در مقایسه با انرژی سنتی مبتنی بر سوخت فسیلی نسبتاً کم باشد. همچنین منابع هسته‌ای مبتنی بر فناوری نیاز به سرمایه گذاری‌های اولیه بزرگی دارند. علاوه بر این، استدلال شده است که این هزینه‌های اولیه بالای انرژی‌های هسته‌ای می‌تواند به قیمت‌های بالاتر برای انرژی‌های هسته‌ای منجر شود، در حالی که هزینه تولید یک واحد انرژی از منابع انرژی تجدید ناپذیر ارزان تر از منابع انرژی هسته‌ای در مراحل اولیه مصرف انرژی هسته‌ای می‌باشد. با این حال، در مراحل بعدی مصرف انرژی هسته ای، انتظار می‌رود که هزینه‌های تولید انرژی هسته‌ای با افزایش سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه و فناوری‌های انرژی هسته‌ای و تجدیدپذیر کاهش یابد. بنابراین انتظار می‌رود که اثر کاهشی بر مصرف انرژی هسته‌ای تسلط یابد و در صورت استفاده کشورها از سطوح بالاتر مصرف انرژی هسته ای، منجر به انتشار کربن کمتر شود. مطابق با نتایج، افزایش جمعیت نیز سبب افزایش انتشار دی اکسیدکربن شده است. با افزایش جمعیت بهره‌برداری از منابع طبیعی، معدنی و انرژی از یک سو افزایش و از سوی دیگر توانایی محیط برای جذب زباله‌های ناشی از فعالیت‌های بشری کاهش می‌یابد و لذا آلودگی زیست محیطی افزایش می‌یابد. در نهایت رشد سبز نیز سبب افزایش انتشار دی اکسیدکربن و آلودگی محیطزیست شده است. یک اصل اساسی در رشد سبز این است که بازارها هم بخشی از مشکل و هم راه حل هستند. طرفداران رشد سبز استدلال می‌کنند که تا زمانی که محاسبات را درست انجام دهیم - مالیات بر کربن، یارانه انرژی پاک، یا برچسب قیمت برای طبیعت - بازارها می‌توانند پایداری محیطزیست را تقویت کنند. اما مقابله با مشکلات زیست محیطی از طریق بازار مستلزم حدس و گمان‌های زیادی بدون نتیجه تضمین شده است. همچنین برخی از مداخلات پایدار صرفاً سرمایه گذاری‌های جذابی برای بخش خصوصی نیستند مثلا در حفظ اکوسیستم‌ها یا تامین مالی زیرساخت‌های عمومی برای وسایل نقلیه الکتریکی سود کمی به دست می‌آید. در همین حال، خطرات زیست محیطی مانند کاهش منابع

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

طبیعی یا تغییرات آب و هوایی شدید ممکن است به طور فزاینده‌ای برای بخش خصوصی جذاب شود. یا با توجه به آن که بسیاری از شرکت‌ها ریسک گریز هستند و نمی‌خواهند اولین حرکت‌کننده باشند، در مورد استفاده از کیسه‌های پلاستیکی، ممنوعیت لیوان‌های پلاستیکی یا معرفی برچسب‌های کربنی تمایل نشان نمی‌دهند و عدم وجود قوانین و مقررات سخت گیرانه در این زمینه سبب افت کیفیت محیط‌زیست می‌شود.

ضریب تصحیح خطا نیز در جدول ۳ مقدار عددی منفی ۰,۲۲ را نشان می‌دهد و حاکی از آن است که در هر دوره در حدود ۲۲درصد از عدم تعادل‌ها تصحیح و مدل به سمت تعادل بلندمدت حرکت می‌کند. به عبارت دیگر در حدود ۴سال و ۴ماه زمان لازم است تا به تعادل بلندمدت اولیه برسد.

جدول ۳. نتایج برآورد مدل

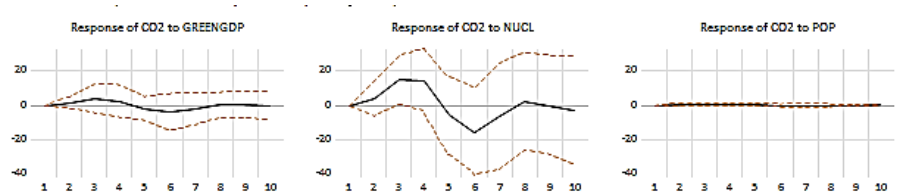
متغیرها	ضریب	انحراف معیار	آماره-t	احتمال
مدل بلندمدت				
NUCL	-13362.56	0.001749	-7638919.	0.0000
POP	102.9538	9.70E-06	10608373	0.0000
GREENGDP	71.22335	1.84E-05	3872448.	0.0000
ECM				
CointEq(-1)*	-0.225187	0.026273	-8.571179	0.0000

منبع: یافته‌های محقق

۸-اثر تکانه‌ای ناشی از واکنش متغیرها

بر اساس نتایج حاکی از شوکهای وارده و همانطور که در نمودار ذیل قابل مشاهده است، میتوان بیان نمود که افزایش جمعیت تاثیر مثبت بر انتشار دی اکسید کربن دارد ولی ارتباط انرژی هسته‌ای و انتشار دی اکسید کربن مطابق نمودار (ب) سینوسی و ارتباط انرژی هسته‌ای و تولید سبز نیز سینوسی می‌باشد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]



(ج) (ب) (الف)

شکل۲. بررسی اثر تکانه‌ای ناشی از واکنش متغیرها

منبع: یافته‌های محقق

۹- آزمون‌های تشخیصی

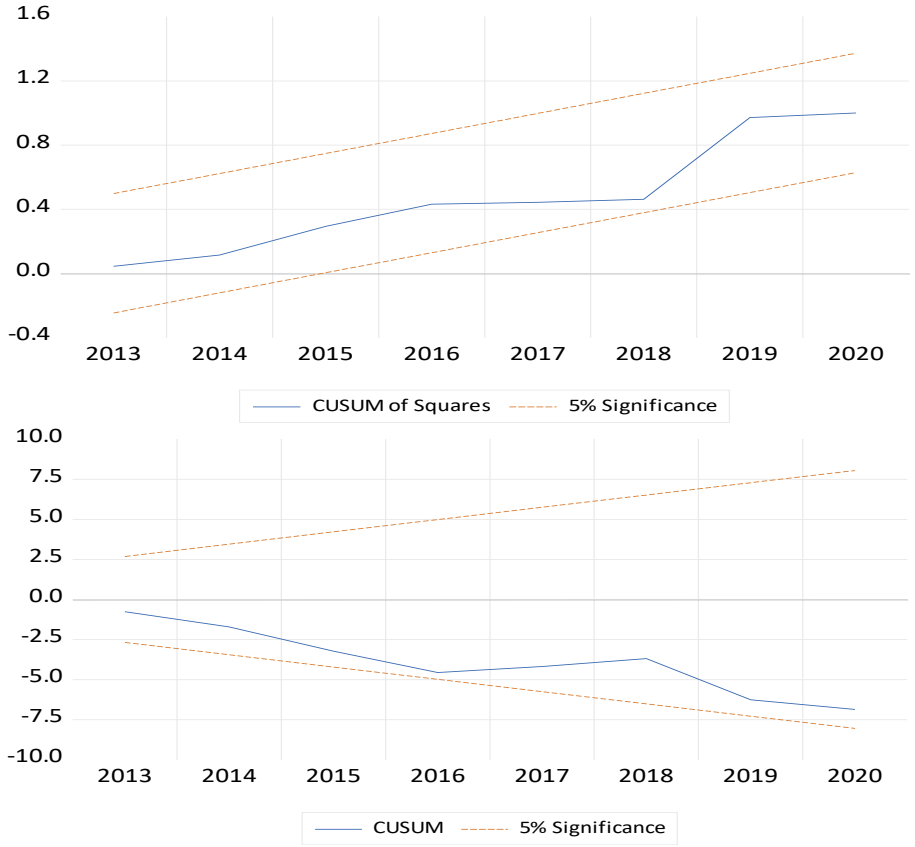
نتایج آزمون‌های تشخیصی تأیید می‌کنند که پدیده‌های خودهمبستگی و ناهمسانی مشکل‌ساز نیستند و مدل مشکل نرمال نبودن داده‌ها را ندارد. همچنین آزمون رمزی تصریح درست مدل را مورد تایید قرار می‌دهد. علاوه بر این از آزمون‌های CUSUM و CUSUMQ برای آزمون و تأیید پایداری ساختار مدل استفاده می‌شود (شکل ۲). نتایج آزمون نشان می‌دهد که مجموع خطاهای باقیمانده و مربع آن در سطح بحرانی ۵ درصد پایدار هستند. بنابراین، معادله رگرسیون دارای ویژگی‌های آماری خوبی است و نتایج برآورد شده قابل اعتماد هستند.

جدول ۴. نتایج آزمون‌های تشخیصی

آزمون نرمالیتی	آزمون ناهمسانی	آزمون خودهمبستگی	آزمون رمزی
۰,۸۰۳۷	۰,۴۶۰۱	۰,۷۳۰۳	۰,۳۸۱۶

منبع: یافته‌های محقق

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]



شکل۳. بررسی ثبات و پایداری مدل.نرم افزار ایویوز۱۲

منبع: یافته‌های محقق

۱۰- نتیجه گیری

پژوهش حاضر مکمل پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه رشد سبز، انرژی هسته‌ای و آلودگی زیست محیطی است و ارتباط میان رشد سبز، انرژی هسته‌ای و آلودگی زیست محیطی را در ایران طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰ نشان می‌دهد. نتایج برآورد مدل خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی حاکی از آن است که جمعیت و رشد سبز اثر مثبت بر انتشار دی اکسیدکربن داشته اند ولی انرژی هسته‌ای انتشار دی اکسیدکربن را کاهش می‌دهد. بنابراین، پیشنهادات زیر با توجه به نتایج فوق برای بهبود کیفیت محیطزیست و ارتقای توسعه انرژی هسته‌ای پیشنهاد می‌شود:

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

- منابع انرژی پاک مانند انرژی هسته‌ای برای کاهش گازهای گلخانه‌ای حیاتی است. علاوه بر این، انرژی هسته‌ای می‌تواند نوسازی بخش انرژی در ایران را تسهیل کند. گنجاندن انرژی هسته‌ای وابستگی به انرژی‌های سنتی و مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش می‌دهد. در نتیجه، با این اقدام می‌توان انتشار دی اکسیدکربن را کاهش داد.
- سیاست گذاران باید از خطرات احتمالی و مسائل امنیتی تولید انرژی هسته‌ای آگاه باشند و تدابیر امنیتی در نیروگاه‌های هسته‌ای برای جلوگیری از بلایا اتخاذ کنند.
- دولت باید با ایجاد یک ساختار سیاستی مستحکم که تقاضای بلندمدت برای کاهش آلودگی گازهای گلخانه‌ای را فراهم می‌کند و فعالانه اجرای فناوری‌های نوظهور را که به اقتصاد کم کربن کمک می‌کنند تشویق کند، زیرا این امر نه تنها کشور را در مسیری پایدار نگه می‌دارد، بلکه حفظ محیط‌زیست را برای نسل‌های آینده تضمین می‌کند.
- دولت می‌بایست سیاست‌های قوی‌تری را برای افزایش کارایی انرژی و اصلاح الگوی مصرف انرژی برای به حداقل رساندن اتلاف انرژی آغاز کند. این امر امنیت انرژی را افزایش داده و کاهش انتشار کربن را بدون تأثیر مخرب بر رشد اقتصادی تضمین می‌کند.
- ایران باید استاندارد انتشار را برای صنایع تعیین کند و باید استراتژی‌های نظارت بر انتشار را برای اطمینان از رعایت آن اعمال کند.
- سیاست‌گذاران باید بر سرمایه گذاری بیشتر در فناوری‌های زیست محیطی، مانند فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و هزینه‌های بیشتر برای تحقیق و توسعه در بخش انرژی پاک با عملکرد اقتصادی بهتر تمرکز کنند. انتظار می‌رود این فرآیند باعث کاهش آلودگی و ترویج رشد سبز شود.
- علیرقم موارد فوق و با توجه به مسئله برجام و تحریمهای تحمیلی بین الملل علیه اقتصاد ایران از طرفی و ساختار اقتصادی آسیب پذیر کشور،انجام تحلیل هزینه-فایده برای دستیابی به انرژِی هسته‌ای از ضرورت‌های بسیار حائز اهمیت در این راستا می‌باشد.
- از آنجا که ارتباط رشد جمعیت و انتشار کربن مطابق نتیجه این مطالعه مثبت می‌باشد لذا سرمایه گذاری انسانی و آموزش‌های لازم در خصوص مسائل زیست محیطی می‌تواند تا حد زیادی از انتشار کربن ناشی از رشد جمعیت کاسته و به بهبود کیفیت محیط‌زیست کمک کند.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

منابع

- امیرنیا, آرام, زراء نژاد, منصور, عبداللهیان, حمیدرضا, & سعیدیان, سهیل. (۱۴۰۱). تاثیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی و شهرنشینی بر انتشار دی-اکسیدکربن درکشورهای منتخب عضو اوپک : با رویکرد اقتصادسنجی فضایی. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، (), doi: 10.22054/jiee.2022.67935.1923
- بهبودی، داوود؛ برقی گلعذانی، اسماعیل؛ ممی پور، سیاب.(۱۳۹۳). بررسی تاثیر رشد اقتصادی بر آلودگی محیط‌زیست در کشورهای نفتی. پژوهشنامه اقتصاد کلان. شماره ۱۷.
- سلاطین, پروانه, غفاری صومعه, نیلوفر. (۱۳۹۹). تاثیر انرژی هسته‌ای بر کیفیت محیط‌زیست: رهیافت داده‌های پانل. پایداری، توسعه و محیط‌زیست, ۱(۳), ۵۴-۶۵.
- کریمی مشکانی, محمد؛ سلاطین, پروانه ؛ معماری پناه, مریم. (۱۳۹۶). بررسی عوامل موثر بر آلودگی هوا با تاکید بر انرژی هسته ای. پژوهش‌های محیط‌زیست, ۸(۱۶), ۴۱-۵۲.
- Ahmed, N.; Mahboob, F.; Hamid, Z.; Sheikh, A.A.; Ali, M.S.e.; Glabiszewski, W.; Wysoki ´nska-Senkus, A.; Senkus, P.; Cyfert, S. Nexus between Nuclear Energy Consumption and Carbon Footprint in Asia Pacific Region: Policy toward Environmental Sustainability. Energies 2022, 15, 6956. https://doi.org/10.3390/en15196956.
- Adebayo, T. S., & Akinsola, G. D. (2021). Investigating the Causal Linkage Among Economic Growth, Energy Consumption and CO2 Emissions in Thailand: An Application of the Wavelet Coherence Approach. International Journal of Renewable Energy Development, 10(1), 17-26. https://doi.org/10.14710/ijred.2021.32233
- Alsarhan, L.M.; Alayyar, A.S.; Alqahtani, N.B.; Khdary, N.H. Circular Carbon Economy (CCE): A Way to Invest CO2 and Protect the Environment, a Review. Sustainability 2021, 13, 11625. https://doi.org/10.3390/su1321 11625
- Cheng, T., Yan, C., Yan, Y., 2021a. Improved inference for fund alphas using highdimensional cross-sectional tests. J. Empir. Finance 61, 57–81. https://doi.org/ 10.1016/j.jempfin.2020.12.002
- Danish; Ulucak, R. How do environmental technologies affect green growth? Evidence from BRICS economies .
- Danish, Recep Ulucak, Seyfettin Erdogan, The effect of nuclear energy on the environment in the context of globalization:

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

Consumption vs production-based CO2 emissions,Nuclear Engineering and Technology,2021,ISSN 1738-5733, https://doi.org/10.1016/j.net.2021.10.030.ci. Total Environ. 2020, 712, 136504.

- De Angelis EM, Di Giacomo M, Vannoni D (2019) Climate change and economic growth: the role of environmental policy stringency. Sustainability 11:2273.
- Danish, Recep Ulucak, Seyfettin Erdogan, The effect of nuclear energy on the environment in the context of globalization: Consumption vs production-based CO2 emissions, Nuclear Engineering and Technology, Volume 54, Issue 4, 2022, Pages 1312-1320, ISSN 1738-5733, https://doi.org/10.1016/j.net.2021.10.030.
- Dong, Kangyin & Wang, Bo & Zhao, Jun & Taghizadeh-Hesary, Farhad, 2022. "Mitigating carbon emissions by accelerating green growth in China," Economic Analysis and Policy, Elsevier, vol. 75(C), pages 226-243.
- Ebhota, W.S.; Tabakov, P.Y. Development of domestic technology for sustainable renewable energy in a zero-carbon emission -driven economy. Int. J. Environ. Sci. Technol. 2020, 18, 1253–1268.
- Feng, LuDa. (2021). Research on Nuclear Energy and Fossil Fuels in China. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 621. 012068. 10.1088/1755-1315/621/1/012068.
- Hao,Lin-Na & Umar,Muhammad & Khan, Zeeshan & Ali,Wajid.(2021). Green growth and low carbon emission in G7 countries: How critical the network of environmental taxes, renewable energy and human capital is? Science of the Total Environment. Volume 752, 15 January 2021, 141853
- Hassan, Salah-Ud-Din khan Danish, M. Awais Baloch, Z.H. Tarar. Is nuclear energy a better alternative for mitigating CO2 emissions in BRICS countries? An empirical analysis Nucl. Eng. Technol., 52 (2020), pp. 2969-2974, 10.1016/j.net.2020.05.016
- Khan, M., Ozturk, I., 2021. Examining the direct and indirect effects of financial development on CO2 emissions for 88 developing countries. J. Environ. Manag. 293, 112812. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112812

[Downloaded from iesj.ir on 2025-08-01]

- Korhonen, J.; Honkasalo, A.; Seppälä, J. Circular economy: The concept and its limitations. Ecol. Econ. 2018, 143, 37–46.
- Knapp, V.; Pevec, D. Promises and limitations of nuclear fission energy in combating climate change. Energy Policy 2018, 120, 94–99
- Lenaerts, K., S. Tagliapietra and G.B. Wolff (2021) 'Can climate change be tackled without ditching economic growth?', Working Paper 10/2021, Bruegel
- Michaelides, E.E. & D.N. Michaelides. Impact of nuclear energy on fossil fuel substitution Nucl. Eng. Des., 366 (2020), Article 110742, 10.1016/j.nucengdes.2020.110742
- Minier, Quentin.(2020). Opportunities for alternative energies depolyment in Iran. https://www.sciencespo.fr/kuwait-program/wp-content/uploads/2021/02/Quentin-MINIER-Opportunities-for-alternative-energies-deployment-in-Iran.pdf
- Mahmood H. Nuclear energy transition and CO2 emissions nexus in 28 nuclear electricity-producing countries with different income levels. PeerJ. 2022 Jul 25;10:e13780. doi: 10.7717/peerj.13780. PMID: 35910772; PMCID: PMC9332342.
- OECD (2020) OECD work on green growth. https://issuu.com/oecd.publishing/docs/gg_brochure_2019_web
- OECD (2018) What is green growth, and how can it help deliver sustainable development?. http://www.oecd.org/greengrowth/whatisgreengrowthandhowcanithelpdeliversustainabledevelopment.htm
- Ozgur,Onder & Yilanci,Veli & Kongkuah, Maxwell.(2021). Nuclear energy consumption and CO2 emissions in India: Evidence from Fourier ARDL bounds test approach. Nuclear Engineering and Technology. https://doi.org/10.1016/j.net.2021.11.001
- Paramati SR, Shahbaz M, Alam MS (2017) Does tourism degrade environmental quality? A comparative study of Eastern and Western European Union. Transp Res Part D: Transp Environ 50:1–13
- Pata, Uğur & Samour, Ahmed. (2022). Do renewable and nuclear energy enhance environmental quality in France? A new EKC approach with the load capacity factor. Progress in Nuclear Energy. 149. 104249. 10.1016/j.pnucene.2022.104249.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

- Piłatowska, M.; Geise, A. Impact of Clean Energy on CO2 Emissions and Economic Growth within the Phases of Renewables Diffusion in Selected European Countries. Energies 2021, 14, 812. https://doi.org/10.3390/en14040812
- Söderholm, P. The green economy transition: the challenges of technological change for sustainability. Sustain Earth 3, 6 (2020). https://doi.org/10.1186/s42055-020-00029-y
- Sadiq, Muhammad & Wen, Fenghua & Dagestani, Abd Alwahed. (2022). Environmental footprint impacts of nuclear energy consumption: The role of environmental technology and globalization in ten largest ecological footprint countries. Nuclear Engineering and Technology. 54. 10.1016/j.net.2022.05.016.
- Tawiah, V., Zakari, A. & Adedoyin, F.F. Determinants of green growth in developed and developing countries. Environ Sci Pollut Res 28, 39227–39242 (2021). https://doi.org/10.1007/s11356-021-13429-0
- Vuola Marketta, Mika Korkeakoski , Noora Vähäkari , Michael B. Dwyer , Nicholas J. Hogarth , Jari Kaivo-oja , Jyrki Luukkanen , Eliyan Chea , Try Thuon and Keophousone Phonhalath.(2020). What is a Green Economy? Review of National-Level Green Economy Policies in Cambodia and Lao PDR. Sustainability 2020, 12, 6664; doi:10.3390/su12166664.
- Wang Y-l (2021) Research on the Relationship .between Green Energy Use, Carbon Emissions and Economic Growth in Henan Province. Front. Energy Res. 9:701551. doi: 10.3389/fenrg.2021.701551
- Wang,, K.-H., Umar, M., Akram, R., Caglar, E., 2021. Is technological innovation making world “Greener”? An evidence from changing growth story of China. Technological Forecasting and Social Change 165, 120516. doi:10.1016/j.techfore. 2020.120516.
- Wu J, Fu Q, Sial MS, Pavel C—D, Samad S and Matac LM (2022) Causal relationship between nuclear energy, carbon-di-oxide emission and economic growth. Empirical evidence from China. Front. Energy Res. 10:993818. doi: 10.3389/fenrg.2022.993818

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]

Investigating the Effect of Green Growth on Environmental Pollution in Iran With Emphasis on Nuclear Energy

Parvaneh kamali dehkordi [1]
Assitance Professor of Economic, Payam-e-Nour, University, parvanehkamali@gmail.com

AbdolKhalegh Ghobeyshavik
M.A of Programing Economic Development, ghobeyshavik@yahoo.com

Fereshteh Abdollahi
M.A of Programing Economic Development, Fereshteh_abdollahi_64@yahoo.com

Received: 2022/08/13 Accepted: 2023/02/06

Abstract

During the past few decades, the encouragement of Iran's economic development programs has brought a series of side effects such as the reduction of resources, the depletion of economic reserves and the subsequent destruction of the environment, In this process, sustainable economic and social development has become a big challenge. Therefore, the aim of the present study is to investigate the effect of green growth on environmental pollution in Iran with emphasis on nuclear energy during the period of 2000-2020. Emphasis on nuclear energy is based on the assumption that nuclear energy will increase energy efficiency in the production process and not only prevent waste on resources, but also prevent environmental damages to a large extent. According to the findings of the auto regression model with distribution breaks (ARDL), population and green growth have a positive effect on carbon dioxide emissions, but nuclear energy reduces carbon dioxide emissions. The findings of this research introduce the factors that provide green growth, and these findings enable policy makers to focus more on some of the country's economic activities that lead to green growth. And plan.

JEL Classification: Q13;P28;Q51,Q56.
Keywords: Green Growth, Nuclear Energy, Environmental Pollution.

1. Corresponding Author

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-08-01]