علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۹۹

بررسی روابط متقابل بین انرژی تجدیدپذیر- توسعه پایدار- انتشار دی‌اکسید کربن در ایران: رویکرد خودرگرسیون برداری بیزین

داود بهبودی[۱]

پرویز محمدزاده[۲]

سها موسوی[۳*]

soha750@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۶ **تاریخ پذیرش:۹۶/۹/۱۴**

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به محدود بودن منابع انرژی فسیلی و مشکلات ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای، توجه بیش از پیش به انرژی‌های تجدیدپذیر ضرورت دارد، زیرا از این طریق می‌توان به اهداف توسعه پایدار دست یافت. بنابراین هدف پژوهش حاضر، بررسی روابط بین انرژی‌های تجدیدپذیر، انتشار دی‌اکسید کربن و توسعه پایدار در ایران و مقایسه با انرژی‌های تجدید ناپذیر است.

روش بررسی: در این تحقیق، روابط متقابل پویا در الگوی توسعه پایدار- انرژی- آلاینده دی‌اکسید کربن با استفاده از روش خودرگرسیون برداری بیزین (BVAR) در ایران طی دوره ۱۹۸۰- ۲۰۱۳ بررسی شده است. شاخص تولید ناخالص داخلی (GDP) اغلب برای بیان رشد اقتصادی و توسعه پایدار در مطالعات استفاده می‌شود، اما این شاخص برای ارزیابی توسعه ناکارآمد است. یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی توسعه پایدار، شاخص پس‌انداز خالص تعدیل شده (GS) است. برای این منظور، در مطالعه حاضر از این شاخص به عنوان شاخص توسعه پایدار استفاده شده است.

یافته‌ها: نتایج حاکی از آن است که تأثیر ایجاد تکانه مثبت در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر توسعه پایدار در ایران مثبت است. همچنین، شوک مثبت وارده به مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر موجب افزایش انتشار آلاینده دی‌اکسید کربن (CO_2) به میزان متفاوت می‌شود. به‌علاوه، اثر رشد شاخص توسعه پایدار بر مصرف انرژی تجدیدپذیر مثبت و بر مصرف انرژی تجدید ناپذیر منفی است.

بحث و نتیجه‌گیری: پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران ترویج سیاست‌های متنوع‌سازی عرضه انرژی به‌ویژه انرژی‌های تجدیدپذیر را در اولویت قرار دهند.

واژه‌های کلیدی: انرژی تجدیدپذیر، آلاینده دی‌اکسید کربن، توسعه پایدار، خودرگرسیون برداری بیزین (BVAR).

۱- استاد، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی ، دانشکده اقتصاد، مدیریت و بازرگانی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲- دانشیار، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و بازرگانی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۳- دکتری، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و بازرگانی، دانشگاه تبریز.* (مسوول مکاتبات).

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.2, April, 2020

Investigation of Interrelationship between Renewable Energy- Sustainable Development- Co_2 Emmision in Iran: Bayesian VAR Approach

Davood Behboudi [1]
Parviz Mohammadzadeh [2]
Soha Moosavi [3*]
soha750@gmail.com

Admission Date:December 5, 2017 Date Received: May 27, 2017

Abstract

Background and Objective: Due to the limitation of fossil energy resources and problems caused by greenhouse gas emissions, it is essential to focus on renewable energy resources, because it can be used to achieve sustainable development goals. Thus, the purpose of this research is to investigate relations among renewable energy, CO_2 emissions and sustainable development and compared to non-renewable energy in Iran.

Method: In this study, dynamic interrelationships in the sustainable development-energy- CO_2 emissions nexus is examined by applying bayesian vector autoregression (BVAR) in Iran over the period 1980-2013. Gross Domestic Product (GDP) is the indicator commonly used to measure economic growth and sustainable development, but this indicator is inefficient for evaluating development. One of the most prominent alternative indicators for sustainable development is the Index of Genuine Savings (GS). For this purpose, in this study GS is used as an indicator of sustainable development.

Findings: Results reveal that the impact of creating positive shock on renewable and non-renewable energy consumption on sustainable development in Iran is positive. Also, positive shock on renewable and non-renewable energy consumption causes an increase in CO_2 emission. Moreover, the impact of an increase in sustainable development is positive on renewable energy consumption and is negative on non-renewable energy consumption.

Discussion and Conclusion: It is suggested that policy makers prioritize the promotion of energy supply diversification policies, especially renewable energy.

Keywords*:* Renewable Energy, CO_2 Emission, Sustainable Development, Bayesian Vector Auto Regression (BVAR).

1- Professor, Economic Development and Planning Departement, Faculty of Economics, Management and Business, Tabriz University
2- Associate Professor, Economic Development and Planning Departement, Faculty of Economics, Management and Business, Tabriz University
3- PhD, Economic Development and Planning Departement, Faculty of Economics, Management and Business, Tabriz University *(Corresponding Author)

مقدمه

انرژی یکی از مهم‌ترین عوامل توسعه اقتصادی محسوب می‌شود اما دست‌یابی به توسعه پایدار بدون حفاظت محیط زیست و بهبود شرایط اقتصادی امکان‌پذیر نیست (۱). اگر کشوری وابسته به انرژی باشد هرگونه سیاست‌های اصلاح ساختاری با هدف کاهش مصرف انرژی ممکن است باعث کاهش رشد اقتصادی شود (۲). صرفه‌جویی در مصرف انرژی در کنار توسعه و به‌کارگیری فناوری‌های جایگزین، به‌ویژه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند نقش بسزایی را در کنترل و کاهش مصرف حامل‌های انرژی فسیلی و به تبع آن کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی و رسیدن به توسعه پایدار ایفا کند (۳). توسعه پایدار را می‌توان به عنوان یک فرایند یا سیر تکاملی مطرح کرد زیرا منظور از توسعه پایدار، توسعه اقتصادی همراه با حفاظت زیست‌محیطی و احترام به عدالت اجتماعی (در بین یک نسل و در بین نسل‌های متفاوت) است. برخلاف باور عمومی، توسعه پایدار تنها به آگاهی زیست‌محیطی محدود نمی‌شود، بلکه هدف آن برقراری تعادل بهتر بین بعدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است (۴).

با توجه به این‌که رشد و توسعه اقتصادی از اهداف اصلی سیاست‌گذاران اقتصادی محسوب می‌شود، جایگزینی منابع انرژی اولیه‌ای که آلاینده‌های کم‌تری در محیط‌زیست انتشار می‌دهند، به یک مساله در مقوله رشد اقتصادی تبدیل شده است. بر این اساس اکثر کشورهای جهان با تلاش برای تشویق مردم و نهادهای اقتصادی به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در راستای اهداف آژانس بین‌المللی انرژی گام برمی‌دارند (۵). در ایران نیز طبق قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی، دستگاه‌های مختلف، از جمله وزارت نیرو و وزارت نفت، موظف به حمایت از گسترش بکارگیری منابع تجدیدپذیر انرژی شده‌اند. شواهد نشان می‌دهدکه هرچند پتانسیل ایران برای استفاده از منابع تجدیدپذیر بسیار زیاد است، اما تاکنون به نحو شایسته‌ای مورد بهره‌برداری قرار نگرفته است (۶).

بررسی روابط بین مصرف انرژی، انتشار CO_2 و رشد و توسعه اقتصادی از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی آغاز شد، در این زمان دولت‌مردان دریافتند که شناخت روابط علت و معلولی بین مصرف انرژی، کیفیت محیط زیست و رشد و توسعه اقتصادی، گام نخست در تبیین بهینه سیاست‌های انرژی است (۷). رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی بر پایه چهار فرضیه متفاوت استوار است: رشد، حفظ منابع طبیعی، بازخورد و بی‌طرفی. فرضیه حفظ منابع طبیعی بر وجود رابطه علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی دلالت دارد. بر اساس این فرضیه سیاست‌های صرفه‌جویی منابع را می‌توان بدون هیچ‌گونه تأثیری بر رشد اقتصادی اجرا کرد. فرضیه رشد نشان‌دهنده رابطه علیت یک‌طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی است. بر این اساس، کاهش مصرف انرژی ممکن است به کاهش رشد اقتصادی منجر شود. فرضیه بازخورد بیان‌گر وجود رابطه علیت دوطرفه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی بوده و بر همبستگی مشترک بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی دلالت دارد. از این رو، سیاست-های گسترش مصرف انرژی به‌طور مثبت بر رشد اقتصادی اثرگذار است و بالعکس. فرضیه بی‌طرفی عدم وجود رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را نشان می‌دهد و بیان می-کند که شوک مصرف انرژی بر رشد اقتصادی تأثیری ندارد. به عبارت دیگر، سیاست‌های صرفه‌جویی و یا توسعه انرژی بر رشد اقتصادی بی‌تأثیر است (۸). در ادامه، تعدادی از مطالعات انجام شده داخلی و خارجی در زمینه رابطه رشد اقتصادی و توسعه پایدار با مصرف انرژی ارایه شده است.

آنتوناکاکیس و همکاران (۹) به مطالعه رابطه بین مصرف حامل-های انرژی و رشد اقتصادی در ۱۰۶ کشور منتخب طی سال-های ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۱ با استفاده از تکنیک خودرگرسیون برداری پانلی (PVAR) پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که رابطه علیت دوطرفه‌ای بین کل مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد که بیان‌گر فرضیه بازخورد است؛ با این حال، شواهد آماری معنی‌داری مبنی بر لزوم استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای دست‌یابی به رشد بالاتر گزارش نشده است. گسپر و همکاران (۱۰) رابطه انرژی-رشد را با استفاده از دو رویکرد رشد اقتصادی و توسعه پایدار در ۲۰ کشور اروپایی طی دوره ۱۹۹۵-

۲۰۱۴ و با بکارگیری تکنیک هم‌انباشتگی پانلی مقایسه کرده‌اند. در تحقیق مذکور، شاخص تولید ناخالص داخلی (GDP) در رویکرد رشد اقتصادی و شاخص رفاه اقتصادی پایدار (ISEW) در رویکرد توسعه پایدار در مدل وارد شده و نتایج با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج تحقیق حاکی از تأیید فرضیه بازخورد منفی بین توسعه پایدار و مصرف انرژی و فرضیه حفظ منابع طبیعی بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی است.

بلید و یوسف (۱۱) به بررسی رابطه محیط زیست- مصرف برق- رشد اقتصادی در کشور الجزایر پرداخته‌اند. نتایج بیان‌گر وجود رابطه علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف برق تجدیدناپذیر است. همچنین، مصرف انرژی تجدیدپذیر بر بهبود کیفیت زیست‌محیطی تأثیرگذار است، با این وجود تولید برق تجدیدپذیر در سطحی که بتواند در برنامه کاهش آلودگی نقش داشته باشد قرار ندارد. در تحقیقی دیگر، مزقانی و بن‌حداد (۷) با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری پارامترهای متغیر در طول زمان (TVP-VAR)، روابط پویا بین تولید ناخالص داخلی، مصرف برق و انتشار CO_2 را برای دوره ۱۹۷۱-۲۰۱۰ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج توابع عکس‌العمل آنی در مطالعه آن‌ها نشان‌دهنده تأثیر مثبت شوک تولید ناخالص داخلی نفتی بر مصرف برق و انتشار CO_2 است. همچنین، نوسانات مصرف برق به صورت منفی بر سطح تولید ناخالص داخلی نفتی و انتشار CO_2 اثرگذار است.

امری (۱۲) روابط بین مصرف انرژی، جریان سرمایه‌گذاری خارجی و تولید را در ۷۵ کشور منتخب طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۰ مورد مطالعه قرار داده است. نتایج تحقیق حاکی از وجود رابطه علیت دوطرفه بین تولید ناخالص داخلی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، و همچنین رابطه علیت دوطرفه بین تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر است. کوان و همکاران (۱۳) به مطالعه روابط بین مصرف برق، رشد اقتصادی و انتشار CO_2 در کشورهای گروه BRICS طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۱۰ پرداخته‌اند. نتایج علیت پانلی بیان‌گر تأیید فرضیه بازخورد برای کشور روسیه و فرضیه حفظ منابع طبیعی در کشور آفریقای جنوبی است. به‌علاوه، فرضیه خنثایی که نشان‌دهنده عدم وجود رابطه علیت بین رشد اقتصادی و مصرف برق است، برای سه کشور برزیل، هند و چین به دست آمده است.

سبری و بن صلحا (۱۴) در تحقیق خود، وجود روابط علیت بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدیدپذیر را در کشورهای BRICS در دوره ۱۹۷۱-۲۰۱۰ به روش ARDL بررسی کرده‌اند. نتایج نشان‌دهنده وجود رابطه علیت دوطرفه و یا فرضیه بازخورد بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدیدپذیر است. یو (۱۵) با استفاده از تکنیک خودرگرسیون برداری ساختاری (SVAR) و توابع عکس‌العمل آنی به مطالعه روابط بلندمدت بین مصرف انرژی و توسعه پایدار در کشور چین پرداخته است. نتایج تحقیق بیان‌گر این است که افزایش شدت مصرف انرژی موجب کاهش توسعه پایدار شده، اما مصرف انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر سبب افزایش توسعه پایدار می‌شود.

از مطالعات محدودی که در داخل کشور در این خصوص انجام شده است می‌توان به مطالعه فطرس، آقازاده و جبرئیلی (۱۶) اشاره کرد که به بررسی رابطه بین مصرف انرژی (تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر) و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۹ با استفاده از تکنیک هم‌انباشتگی پانلی پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ضریب میزان اثرگذاری مصرف انرژی تجدیدناپذیر بر رشد اقتصادی بیش‌تر از مصرف انرژی تجدیدپذیر می‌باشد.

در مجموع، مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد که مطالعات خارجی محدودی در زمینه بررسی رابطه مصرف انرژی تجدیدپذیر و توسعه پایدار وجود داشته و نیز مطالعه‌ای در این خصوص در داخل کشور مشاهده نشده است. به‌علاوه، مشکلی که در بخش قابل توجهی از این مطالعات مشاهده می‌شود این است که از GDP به عنوان شاخصی برای ارزیابی رشد اقتصادی و توسعه پایدار به طور هم‌زمان استفاده شده است. باید توجه داشت که GDP کاربردهای فراوانی دارد اما در ارزیابی توسعه پایدار، شاخصی ناکارآمد است (۱۰). به‌علاوه، GDP توانایی سنجش آسیب‌های زیست‌محیطی و رفاه اجتماعی را ندارد (۱۷). بر اساس استدلال همیلتون، پس‌انداز

خالص تعدیل شده (GS)[1] دربرگیرنده تمام انواع سرمایه و بیان‌گر کاهش سرمایه فیزیکی و طبیعی است (۱۵). همچنین، در اغلب این مطالعات از داده‌های مصرف کل انرژی استفاده شده است.

در مطالعه حاضر، تلاش شده است تا کاستی‌های موجود در مطالعات گذشته برطرف شود. مهم‌ترین جنبه‌های نوآوری در این تحقیق به شرح زیر است: اول، از شاخصی کارآمد برای بیان توسعه پایدار استفاده شده است؛ دوم، مصرف انرژی به دو گروه انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تفکیک شده تا بررسی شود که روابط بین توسعه پایدار، آلودگی هوا و مصرف انرژی با استفاده از انواع متفاوت انرژی چگونه است؛ و سوم، از روش خودرگرسیون برداری بیزین[2] (BVAR) استفاده شده است تا روابط متقابل پویا بین مصرف انواع انرژی- توسعه پایدار- انتشار CO_2 بررسی شود.

روش تحقیق

مدل ارایه شده در این تحقیق، با الهام از مطالعات صورت گرفته توسط آنتوناکاکیس و همکاران (۹) و یو (۱۵) به صورت رابطه ۱ تعریف می‌شود:

$$\begin{bmatrix} GS_t \\ EC_t \\ CO_{2_t} \end{bmatrix}' = z_t'C + \sum_{j=1}^{p} \left(\begin{bmatrix} GS_{t-1} \\ EC_{t-1} \\ CO_{2_{t-1}} \end{bmatrix}' A_j \right) + \begin{bmatrix} \varepsilon_t^{GS} \\ \varepsilon_t^{EC} \\ \varepsilon_t^{CO_2} \end{bmatrix}' \quad (۱)$$

در رابطه ۱، GS_t شاخص توسعه پایدار سرانه بر حسب دلار، EC_t شاخص مصرف انرژی (به تفکیک تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر) سرانه معادل کیلوگرم نفت و CO_{2_t} شاخص انتشار آلاینده CO_2 سرانه بر حسب متریک تن است. داده‌های سالانه مربوط به متغیرهای مدل برای ایران در طی دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۳ از آمارهای منتشره بانک جهانی (۱۸) جمع‌آوری شده است. تمامی متغیرها به صورت لگاریتمی در مدل وارد شده‌اند. بردار z_t' بردار اجزای ثابت و ε_t اجزای خطای مدل هستند. شاخص توسعه پایدار بر اساس کتاب داده‌های سبز بانک جهانی (۱۹) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$GS_t = GNS_t - Ncd_t - Fcd_t - Env_t + Edu_t \quad (۲)$$

در رابطه ۲، GS_t شاخص توسعه پایدار، GNS_t پس‌انداز ناخالص ملی، Ncd_t هزینه کاهش منابع طبیعی، Fcd_t هزینه کاهش سرمایه فیزیکی، Env_t هزینه آلودگی زیست‌محیطی و Edu_t هزینه آموزش است. تمامی این متغیرها به صورت سرانه و بر حسب دلار می‌باشند.

در این پژوهش جهت بررسی تأثیر متغیرهای مدل بر یکدیگر روش خودرگرسیون برداری بیزین بکار گرفته شده است. یکی از مزیت‌های اصلی این روش این است که مشکل اساسی مدل‌های خودرگرسیون برداری نامقید که همان تعدد پارامتر است را به نحو مناسبی مرتفع می‌سازد. این روش خصوصا در مواردی که محدودیت داده وجود دارد (هم‌چون اقتصاد ایران) کاربرد ویژه‌ای در انقباض مدل‌های خودرگرسیون برداری و رفع عدم اطمینان این مدل‌ها دارد (۲۰). همچنین، تأثیر مصرف انرژی به تفکیک تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر توسعه پایدار برآورد شده و نتایج با یکدیگر مقایسه می‌شوند. بنابراین، برآوردها در تحقیق حاضر شامل ۲ مدل به شرح زیر است:

۱. توسعه پایدار و مصرف انرژی تجدیدپذیر (GS و EC-RE).

۲. توسعه پایدار و مصرف انرژی تجدیدناپذیر (GS و EC-NRE).

تمامی مدل‌های بیزین سه جزء اساسی دارند: تابع چگالی پیشین[3]، تابع راست‌نمایی[4] و تابع چگالی پسین[5]. با استفاده از انواع مختلف تابع پیشین می‌توان به نتایج متفاوتی دست یافت. بنابراین انتخاب تابع پیشین مناسب در مدل‌های بیزین اهمیت فراوانی‌دارد(۲۱). توابع پیشین‌متعددی‌درمدل‌های خودرگرسیون برداری بیزین به کار گرفته شده‌اند که در ادامه معرفی می‌شوند.

- تابع پیشین مینسوتا[6]

1- Genuine Saving
2- Bayesian Vector Auto Regression Approach

3- Prior density function
4- Likelihood function
5- Posterior density function
6- Minnesota

در این نوع تابع پیشین فرض می‌شود که ماتریس Σ یک ماتریس قطری است. در این صورت هر یک از معادلات VAR را می‌توان به صورت جداگانه و به روش OLS تخمین زد. تنها وظیفه محقق در این روش، تعیین تابع اولیه برای α (بردار ضرایب مدل) است که به صورت رابطه (۳) درنظر گرفته می‌شود.

$$\alpha \sim N(\underline{\alpha}_{Min}, \underline{V}_{Min}) \quad (۳)$$

- تابع پیشین توأمان طبیعی[1]

این نوع توابع به گونه‌ای هستند که باعث می‌شوند توزیع تابع پیشین، راستنمایی و پسین از یک خانواده باشد. تابع پیشین توأمان طبیعی به شکل زیر است:

$$a|\Sigma \sim N(\underline{\alpha}, \Sigma \otimes \underline{V}) \quad (۴)$$

$$\Sigma^{-1} \sim W(\underline{S}^{-1}, \underline{v}) \quad (۵)$$

به گونه‌ای که $\underline{\alpha}$ ، $\underline{V}$ ، $\underline{v}$ و $\underline{S}$ ابرپارامترهایی[2] هستند که محقق انتخاب می‌کند.

- تابع پیشین ویشارت مستقل[3]

تابع پیشین مستقل ویشارت یک تابع پیشین کلی برای مدل VAR است که این تابع را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$p(\beta, \Sigma^{-1}) = p(\beta)p(\Sigma^{-1}) \quad (۶)$$

$$\beta \sim N\left(\underline{\beta}, \underline{V_\beta}\right) \quad (۷)$$

$$\Sigma^{-1} \sim W(\underline{S^{-1}}, \underline{v}) \quad (۸)$$

- تابع پیشین SSVS-Wishart

تابع پیشین SSVS را می‌توان به صورت یک تابع پیشین سلسله مراتبی به صورت رابطه (۹) تعریف کرد.

$$\alpha|\gamma \sim N(0, DRD) \quad (۹)$$

به گونه‌ای که ماتریس R ماتریس همبستگی پیشین بوده که برای سادگی بیش‌تر، معمولا برابر با ماتریس I درنظر گرفته می‌شود و بیان‌گر این باور اولیه است که میان ضرایب مدل همبستگی وجود ندارد و D یک ماتریس قطری است که عناصر (j,j)ام آن برابر با d_j است (رابطه ۱۰).

$$d_j = \begin{cases} k_{0j} & if \quad \gamma_j = 0 \\ k_{1j} & if \quad \gamma_j = 1 \end{cases} \quad (۱۰)$$

- تابع پیشین SSVS-full

در این روش، علاوه بر ضرایب مدل، واریانس اجزای خطا نیز دارای توزیع پیشین SSVS هستند. با در نظر گرفتن Ψ به عنوان یک ماتریس بالامثلثی معکوس، ماتریس واریانس-کوواریانس اجزای خطا را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\Sigma^{-1} = \Psi'\Psi \quad (۱۱)$$

با توجه به تابع پیشین SSVS، مجذور هر یک از عناصر قطر اصلی Ψ دارای توزیع پیشین گامای استاندارد بوده و عناصر بالای قطر اصلی این ماتریس، توزیع سلسله‌مراتبی همانند توزیع پیشین α خواهد داشت.

یافته‌ها

در این تحقیق، در ابتدا ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون-های ریشه‌واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته (ADF) و فیلیپس-پرون (PP) مورد بررسی قرار گرفته‌اند که نتایج در جدول ۱ ارایه شده است.

1- Natural conjugate
2- Hyperparameters
3- Independent Wishart

جدول ۱- نتایج آزمون‌های ایستایی متغیرهای مدل

Table 1. Results of stability tests of variables

سطح	ADF(احتمال)	PP(احتمال)	تفاضل مرتبه اول	ADF(احتمال)	PP(احتمال)
GS	-۰/۸۸ (۰/۹۴)	-۰/۸۸ (۰/۹۴)	D(GS)	-۴/۸۷ (۰/۰۰)	-۴/۸۳ (۰/۰۰)
EC-re	-۲/۶۸ (۰/۲۴)	-۲/۲۳ (۰/۴۵)	D(EC-re)	-۵/۵۱ (۰/۰۰)	-۱۱/۱۱ (۰/۰۰)
EC-nre	-۳/۰۵ (۰/۱۳)	-۳/۰۴ (۰/۱۳)	D(EC-nre)	-۷/۲۷ (۰/۰۰)	-۸/۰۱ (۰/۰۰)
CO_2	-۳/۱۰ (۰/۱۲)	-۳/۰۸ (۰/۱۲)	D(CO_2)	-۶/۳۳ (۰/۰۰)	-۶/۸۰ (۰/۰۰)

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول ۱ بیان‌گر ناایستایی متغیرهای مدل در سطح و ایستایی تفاضل مرتبه اول آن‌ها است. در صورت وجود رابطه هم‌جمعی میان متغیرها، باید از مدل VECM استفاده کرد. اما از آنجا که مدل VECM را با تغییر پارامترها می‌توان به شکل یک مدل VAR معادل نوشت، چنان‌چه رابطه هم‌جمعی میان متغیرهای مدل وجود داشته باشد، می‌توان یک مدل VAR با متغیرهای ناایستا را برآورد کرده و به نتایج معتبری رسید (۲۲). برای بررسی وجود رابطه هم‌جمعی میان متغیرها و تعیین تعداد بردارهای هم‌گرایی از آزمون یوهانسن- جوسیلیوس استفاده شده است. نتایج آزمون هم‌جمعی در جدول ۲ درج شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون هم‌جمعی

Table 2. Results of cointegration test

تعداد بردارهای هم‌جمعی	مقدار آماره λ_{Trace}	مقادیر بحرانی (۰/۰۵)	احتمال
GS, EC-re, CO_2			
r =0	۲۴/۸۹ *	۲۴/۲۷	۰/۰۴۱
r ≤1	۹/۸۴	۱۲/۳۲	۰/۱۲۵
r ≤2	۳/۸۷	۴/۱۲	۰/۰۵۸

* نشان‌دهنده رد فرضیه صفر است. منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۲ نشان‌دهنده وجود یک رابطه هم‌جمعی میان متغیرهای مدل است. همچنین به روش مشابه وجود رابطه هم-جمعی میان متغیرهای مدل با در نظر گرفتن انرژی تجدید ناپذیر مورد تأیید قرار گرفته است. برای تعیین طول وقفه بهینه مدل می‌توان مدل را به ازای وقفه‌های مختلف برآورد کرده و بر اساس معیارهای اطلاعاتی، وقفه بهینه مدل را تعیین کرد. بر این اساس، طول وقفه بهینه الگوی انرژی (تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر)- انتشار CO_2- توسعه پایدار با استفاده از نرم‌افزار Stata، ۱ تعیین شده است.

برای انتخاب تابع پیشین مناسب برای برآورد مدل از نرم‌افزار Matlab استفاده شده است. یکی از روش‌های مقایسه کارایی مدل‌های مختلف و انتخاب بهترین و دقیق‌ترین تابع پیشین در مدل‌های خودرگرسیون برداری بیزین، پیش‌بینی خارج از نمونه است. برای بررسی دقیق‌تر میزان دقت پیش‌بینی مدل‌های مختلف از شاخص RMSE[1] استفاده می‌شود که به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{\tau=\tau_0}^{T-h}\left[y_{i,\tau+h}^{0}-E\left(y_{i,\tau+h}|\mathrm{Data}_{\tau}\right)\right]^2}{T-h-\tau_0+1}} \quad (۱۲)$$

در جدول ۳، مقدار شاخص RMSE برای توابع پیشین مختلف و افق‌های پیش‌بینی متفاوت آورده شده است. با توجه به ستون آخر جدول، مدل BVAR با استفاده از تابع پیشین SSVS-

1- Root Mean Square Error

Full پیش‌بینی‌های دقیق‌تری نسبت به سایر روش‌ها ارایه می‌کند. بنابراین به دلیل خطای پیش‌بینی کم‌تر، از روش بیزین با تابع پیشین SSVS-Full در مدل اول (انرژی تجدیدپذیر) استفاده خواهد شد. همچنین بر اساس نتایج بدست آمده از تکرار محاسبات فوق، در مدل دوم (انرژی تجدید ناپذیر) استفاده از تابع پیشین ویشارت مستقل از دقت بیش‌تری برخوردار است.

جدول ۳- شاخص RMSE پیش‌بینی مدل (GS, EC-re, CO_2) با توابع پیشین مختلف

Table 3. RMSE index prediction of model (GS, EC-re, CO_2) by different prior function

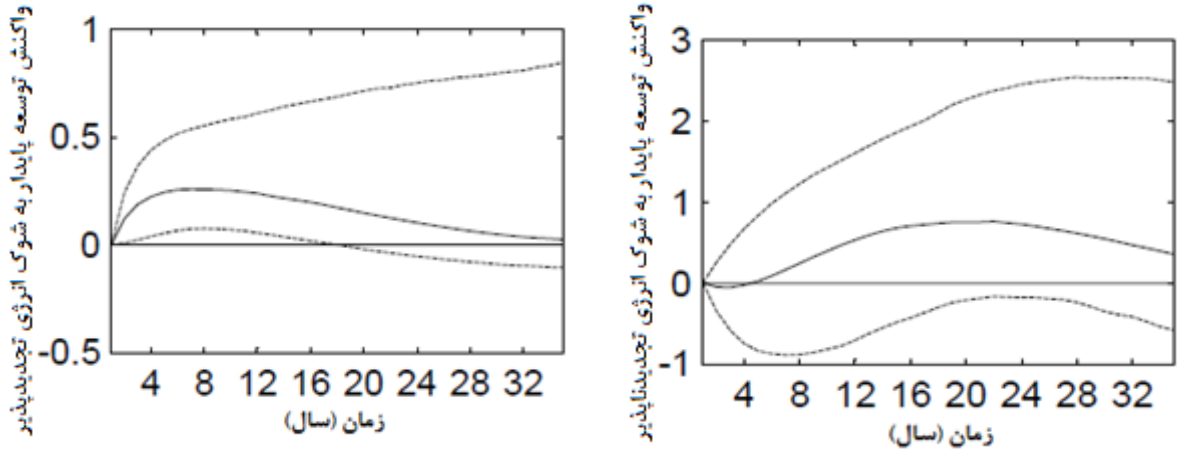
نوع تابع پیشین	h =۱	h =۲	h =۳	h =۴	متوسط ۱ تا ۴ دوره	شاخص نسبی
پراکنده	۰/۱۰۶	۰/۱۵۱	۰/۱۶۲	۰/۱۲۰	۰/۱۳۵	۰/۴۸
مینسوتا	۰/۰۹۹	۰/۱۴۰	۰/۱۶۶	۰/۱۴۸	۰/۱۳۸	۰/۴۹
توأمان طبیعی	۰/۰۹۲	۰/۱۶۷	۰/۲۵۳	۰/۲۹۹	۰/۲۰۲	۰/۷۳
نرمال- ویشارت مستقل	۰/۱۴۵	۰/۲۵۶	۰/۳۳۵	۰/۳۷۳	۰/۲۷۷	۱
SSVS-Wishart	۰/۰۵۳	۰/۱۱۳	۰/۱۷۵	۰/۱۱۸	۰/۱۱۵	۰/۴۲
SSVS-Full	۰/۰۶۴	۰/۱۳۱	۰/۱۷۱	۰/۰۹۱	۰/۱۱۴	۰/۴۱

منبع: یافته‌های تحقیق

در مدل‌های خودرگرسیون برداری برای بررسی تأثیر ایجاد یک شوک در یک متغیر خاص و واکنش سایر متغیرهای مدل از توابع عکس‌العمل آنی[1] استفاده می‌شود. بررسی توابع عکس العمل آنی، در واقع همان مطالعه زمان‌بندی اثر تکانه‌ها می‌باشد. در این توابع، اثر ایجاد یک شوک به اندازه یک انحراف معیار در یک متغیر بر سایر متغیرهای موجود در مدل، مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای محاسبه توابع عکس‌العمل آنی در اقتصادسنجی بیزین، روش‌های شبیه‌سازی پسین بکار گرفته می‌شود. به منظور بررسی معناداری توابع عکس‌العمل، نوارهای اطمینان با استفاده از شبیه‌سازی نمونه‌گیری گیبس[2] محاسبه شده‌اند. معناداری در توابع عکس‌العمل آنی به این معنا است که عکس‌العمل متغیرهای مربوطه به لحاظ آماری صفر نباشد و این مسئله زمانی رخ می‌دهد که نوارهای اطمینان در یک سوی محور افقی قرار گیرند (۲۳).

همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود تأثیر شوک مصرف انرژی بر توسعه پایدار، صرفنظر از نوع انرژی، مثبت است؛ به عبارت دیگر، افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر موجب رشد و بهبود توسعه پایدار در ایران می‌شود. ایجاد یک تکانه در مصرف انرژی تجدیدپذیر موجب افزایش توسعه پایدار از دوره اول شده و پس از به حداکثر رسیدن در دوره ۶ به آرامی میرا می‌شود. همچنین، اثر افزایش مصرف انرژی تجدید ناپذیر بر توسعه پایدار پس از ۵ دوره ظاهر شده و در دوره ۲۰ به اوج خود رسیده و سپس به تدریج میرا می‌شود. نتیجه بدست آمده با نتایج مطالعاتی که تأثیر شوک مثبت انرژی تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر بر رشد اقتصادی را در کشورهای مختلف بررسی کرده‌اند مطابقت دارد (۷، ۹ و ۱۵). به دلیل اینکه رشد اقتصادی و به دنبال آن افزایش پس‌انداز ناخالص ملی از مولفه‌های تأثیرگذار بر توسعه پایدار به شمار می‌رود، عواملی که موجب رشد سریع اقتصادی شوند می‌توانند در کوتاه مدت کشور را در مسیر ارتقای توسعه پایدار قرار دهند. اما باید توجه داشت که در بلندمدت توجه یک جانبه به رشد اقتصادی و مصرف بی‌رویه انرژی‌های فسیلی در کشور به دلیل هزینه کمتر نصب و راه‌اندازی نسبت به انرژی‌های تجدیدپذیر پیامدهای زیست‌محیطی مخربی خواهد داشت که توسعه پایدار را با مشکل مواجه می‌کند.

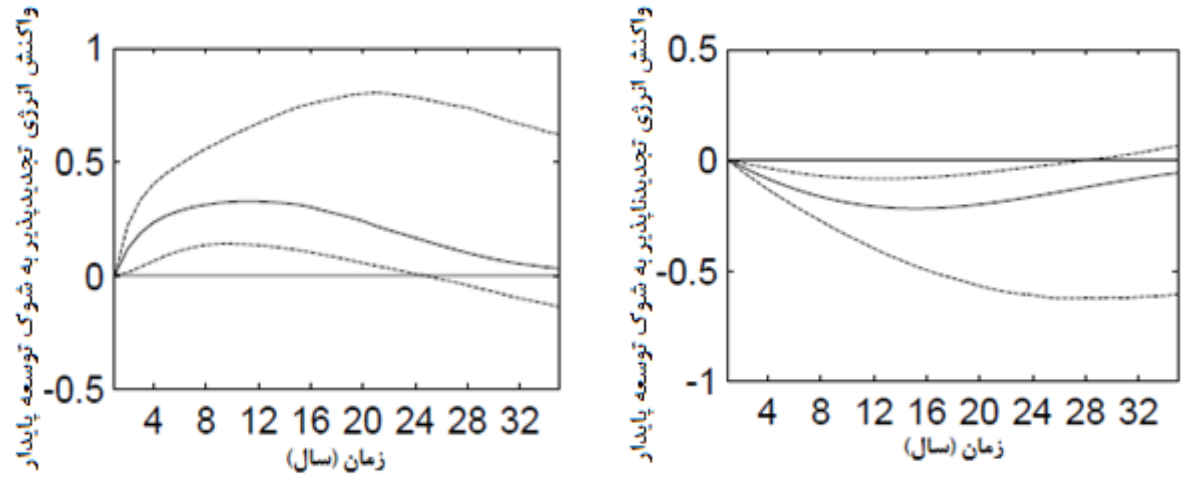
1- Impulse Response Function
2- Gibbs sampeling simulation



نمودار ۱-واکنش توسعه پایدار به شوک وارد بر مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در طول زمان

Figure 1.Response of sustainable development to shock of renewable and non-renewable energy over the time

بر اساس نمودار ۲، اثر شوک مثبت توسعه پایدار بر مصرف انرژی تجدیدپذیر مثبت و بر مصرف انرژی تجدید ناپذیر منفی است. همچنین، عکس‌العمل مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به شوک توسعه پایدار ماندگار نبوده و به تدریج میرا می‌شود. نتایج مطالعات انجام شده در خصوص مصرف انرژی و رشد اقتصادی حاکی از آن است که شوک مثبت رشد اقتصادی تأثیر مثبت بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر داشته است (۷ و ۹). نتایج بدست آمده از رابطه توسعه پایدار و مصرف انرژی متفاوت است، در رشد اقتصادی توجهی به اثرات زیان‌بار زیست‌محیطی مصرف منابع انرژی نمی‌شود و افزایش رشد اقتصادی موجب رشد سرمایه فیزیکی و در نتیجه سرمایه‌گذاری بیش‌تر در بهره‌برداری از منابع انرژی به‌ویژه انرژی‌های فسیلی می‌شود؛ اما شوک مثبت توسعه پایدار و دست‌یابی به مراحل بالاتر توسعه پایدار در کشور موجب می‌شود تمرکز بر کیفیت محیط زیست و رفاه اجتماعی که از مؤلفه‌های دیگر توسعه پایدار هستند افزایش یافته و برنامه‌ریزی در جهت تشویق سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی بیش‌تر شود.

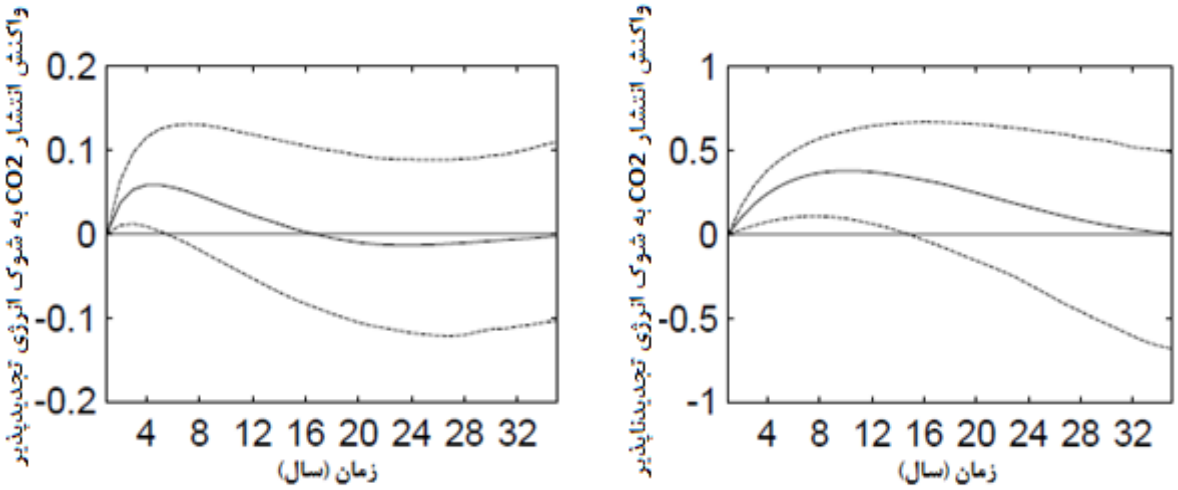


نمودار ۲-واکنش مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به شوک وارد بر توسعه پایدار در طول زمان

Figure 2. Response of renewable and non-renewable energy to shock of sustainable development over the time

در نمودار ۳ اثر توزیعی شوک‌های وارده به متغیرهای مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر بر آلودگی CO_2 نشان داده شده است. بر اساس این نمودار می‌توان نتیجه گرفت که افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر در ابتدا موجب افزایش انتشار آلاینده

دی‌اکسید کربن می‌شود اما با گذشت ۳ دوره و رسیدن به نقطه حداکثر، آلودگی هوا کاهش یافته و پس از ۱۵ دوره میرا می‌شود؛ این در حالی است که افزایش مصرف انرژی تجدید ناپذیر سبب تشدید آلودگی هوا شده و این تأثیر پس از ۳۳ دوره از بین می‌رود.



نمودار ۳- واکنش انتشار CO_2 به شوک وارد بر مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در طول زمان

Figure 3. Response of CO_2 emmision to shock of renewable and non-renewable energy over the time

بحث و نتیجه‌گیری

در حال حاضر، به دلیل افزایش تغییرات آب و هوایی و گرم شدن زمین، دست‌یابی به توسعه پایدار در کشورها از اهمیت بسزایی برخوردار است. از این رو، در این پژوهش، روابط پویا بین توسعه پایدار، مصرف انرژی (به تفکیک انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر) و انتشار آلاینده CO_2 در ایران طی دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۳ بررسی شده است. همچنین از روش خودرگرسیون برداری بیزین (BVAR) و توابع عکس‌العمل آنی برای بررسی اثرات شوک‌های وارده به هر متغیر بر سایر متغیرهای مدل استفاده شده است. نتایج تحقیق حاکی از آن است که بر اساس معیار RMSE، استفاده از تابع پیشین SSVS-Full برای بررسی تأثیر مصرف انرژی تجدیدپذیر بر توسعه پایدار و تابع پیشین نرمال- ویشارت مستقل برای بررسی رابطه بین مصرف انرژی تجدید ناپذیر و توسعه پایدار نسبت به سایر توابع پیشین در روش BVAR مناسب‌تر است. نتایج توابع عکس‌العمل آنی را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

بر اساس نتایج نمودار ۱، شوک مثبت انواع انرژی (انرژی تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر) تأثیر مثبت بر توسعه پایدار در ایران دارد. اما نکته قابل توجه این است که عکس‌العمل توسعه پایدار به شوک انرژی تجدید ناپذیر در طول دوره مورد بررسی بی‌معنا می‌باشد، درحالی‌که عکس‌العمل توسعه پایدار به انرژی تجدیدپذیر از دوره ۱ تا ۱۵ معنادار و مثبت بوده و بعد از آن بی‌معنا شده است که حاکی از حساسیت سریع و بدون وقفه توسعه پایدار به مصرف انرژی تجدیدپذیر است. همچنین براساس نمودار ۲، واکنش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به شوک مثبت توسعه پایدار متفاوت است. با ارتقای توسعه پایدار در کشور، مصرف انرژی تجدیدپذیر افزایش و مصرف انرژی تجدیدناپذیر کاهش می‌یابد.

بنابراین، با جمع‌بندی نمودارهای ۱ و ۲ می‌توان نتایج را بدین‌گونه تحلیل کرد که هرچند مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر موجب افزایش توسعه پایدار در کشور می‌شود اما بهبود و ارتقای توسعه پایدار موجب می‌شود که گرایش به استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر کاهش یافته و انرژی‌های تجدیدپذیر جایگزین آن شود. در مجموع، برای دست‌یابی به توسعه پایدار به‌ویژه در کشورهایی مانند ایران که در حال

توسعه محسوب می‌شوند، استفاده از انواع انرژی (تجدیدپذیر و فسیلی) ضرورت دارد و نمی‌توان تنها با استفاده از منابع تجدیدپذیر و چشم‌پوشی از منابع تجدیدناپذیر به دلیل آسیب-های زیست‌محیطی آن، به توسعه پایدار دست یافت. استفاده از منابع تجدیدپذیر با محدودیت همیشه در دسترس نبودن منابع انرژی (مانند باد و خورشید) و مشکل عدم توانایی ذخیره‌سازی در مقیاس بزرگ مواجه است که باعث به‌وجود آمدن مسایلی هم‌چون ظرفیت پایین بهره‌گیری از این منابع و کاهش ثبات عرضه انرژی می‌شود. این مسایل، لزوم وجود ظرفیت‌های تولیدی پشتیبان که وابسته به انرژی‌های تجدیدناپذیر است را آشکار می‌کند. به طور کلی، استفاده از انرژی پاک، انتخاب مناسب‌تری برای افزایش پایداری است، اما اگر دولت بر رشد سریع اقتصادی و افزایش پس‌انداز ناخالص ملی اصرار داشته باشد، انرژی تجدیدناپذیر به دلیل هزینه‌های پایین‌تر آن بیش‌تر انتخاب خواهد شد. همان‌طورکه در محاسبه شاخص توسعه پایدار در بخش ۴ مشاهده شد، پس‌انداز ناخالص ملی مهم‌ترین مؤلفه توسعه پایدار است. بنابراین در کوتاه‌مدت و در مراحل ابتدایی توسعه توجه به این مؤلفه و تلاش بر رشد آن از اهمیت فراوانی برخوردار است که مصرف انواع انرژی (تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر) در دست‌یابی به این مهم بسیار تأثیرگذار است. اما پس از رشد پس‌انداز ناخالص ملی و حرکت به سوی توسعه پایدار و بهبود نسبی آن، توجه به سایر مؤلفه‌های توسعه پایدار هم‌چون کاهش منابع طبیعی به‌ویژه منابع انرژی تجدیدناپذیر و میزان انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی ضرورت دارد. بنابراین، رشد شاخص توسعه پایدار در بلندمدت موجب گرایش به افزایش سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد مصرف آن می‌شود.

از سوی دیگر، همان‌طورکه در نمودار ۳ مشاهده می‌شود افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، افزایش انتشار آلاینده دی‌اکسید کربن را نیز در پی دارد، لذا افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر در عین حال که موجب بهبود توسعه پایدار در ایران می‌شود آلودگی هوا را نیز در پی خواهد داشت، اما آلودگی ناشی از مصرف انرژی تجدیدپذیر در مقایسه با انرژی تجدیدناپذیر کم‌تر بوده و در زمان کوتاه‌تری از بین خواهد رفت. همان‌گونه که در بخش‌های پیشین اشاره شد منابع انرژی تجدیدپذیر آلودگی کم‌تری در مقایسه با انرژی تجدید ناپذیر ایجاد می‌کنند، اما نمی‌توان گفت که منابع تجدیدپذیر منابعی با تولید آلاینده صفر هستند. لذا با توجه به نمودار فوق، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر از جهت تأثیر بر آلودگی هوا بر منابع تجدیدناپذیر ارجحیت دارد.

به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که گرایش به پیشرفت اقتصادی و افزایش پس‌انداز ناخالص ملی به عنوان مؤلفه اصلی توسعه پایدار ممکن است منجر به اتخاذ سیاست‌هایی هم‌چون افزایش نامحدود مصرف انرژی شود که دست‌یابی به توسعه پایدار را در بلندمدت با مشکل مواجه می‌کند. لذا پیشنهاد می-شود سیاست‌گذاران، ترویج سیاست‌های متنوع‌سازی عرضه انرژی به‌ویژه انرژی‌های تجدیدپذیر را در اولویت قرار دهند. بر اساس نتایج تحقیق و لزوم استفاده از منابع تجدیدناپذیر در دست‌یابی به توسعه پایدار در کشور توجه به این نکته ضروری است که حرکت به سمت جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر با منابع تجدیدناپذیر در کشور باید به آهستگی و با شیب ملایم صورت گیرد. کاهش یک‌باره استفاده از منابع فسیلی نه‌تنها کمکی به توسعه کشور نمی‌کند بلکه با توجه به هزینه بالای نصب و راه‌اندازی فناوری‌های تجدیدپذیر و سهم ناچیز این منابع در سبد انرژی کشور موجب کاهش رشد اقتصادی و به تبع آن کاهش توسعه پایدار می‌شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران، سیاست‌های تشویقی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر به‌ویژه تأسیس صندوق انرژی تجدیدپذیر به منظور اعطای وام برای راه‌اندازی نیروگاه‌های تجدیدپذیر و حمایت از سرمایه‌گذاران خصوصی را مدنظر قرار دهند تا در بلندمدت امکان جایگزینی بیش از پیش این منابع با منابع فسیلی فراهم شود.

علاوه بر این، بر اساس مباحث ذکر شده، GDP معیار مناسبی برای سنجش تغییرات مالی است اما برای مقابله با چالش‌های پیش روی جوامع در آینده کارآمد نیست. بنابراین پیشنهاد می-شود سیاست‌گذاران در تصمیم‌گیری‌های کلان خود از شاخص

پس‌انداز خالص تعدیل شده استفاده کنند. پذیرش GS به عنوان یک شاخص کلان اقتصادی می‌تواند سیاست‌گذاران را به سمت اجرای سیاست‌های حفاظت از محیط زیست، توجه بیش-تر به منابع طبیعی و افزایش رفاه جامعه سوق دهد. همچنین، محاسبه و استفاده از مفهوم "Green GDP" می‌تواند به عنوان یکی دیگر از معیارهای کارآمد در برنامه ریزی متداول رشد اقتصادی مدنظر قرار گیرد.

Referene

1. Baris, K., Kucukali, S., 2012. Availability of renewable energy sources in Turkey: Current situation, potential, government policies and the EU perspective. Energy Policy, vol. 42, pp. 377-391.
2. Lotfalipour, M., Mahdavi Adeli, M., 2016. Study on the Relationship between Energy Consumption, Economic Growth and Export Industry in Iran (Analysis Based on Panel Data). Economic Growth and Development Research, Vol. 6(24), pp. 17-38. (In Persian)
3. Taklif, A., Mohammadi, T., Bakhtiar, M., 2016. Development of Renewable Energy and it's Role on the Future of Power Sector in Iran. Economic Growth and Development Research, Vol. 7(25), pp. 147-159. (In Persian)
4. Omri, E., Chtourou, N., Bazin, D., 2015. Solar thermal energy for sustainable development in Tunisia: The case of the PROSOL project. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 41, pp. 1312-1323.
5. Maji, I.K., 2015. Does Clean Energy Contribute to Economic Growth? Evidence from Nigeria. Energy Reports, vol. 1, pp. 145–150.
6. Elahi, SH., Gharibi, J., Majidpoor, M., Anvari, A., 2015. The Diffusion of Renewable Energy Technologies: Grounded Theory Approach. Innovation Management, vol. 4(2), pp. 33-56. (In Persian)
7. Mezghani, I., Haddad, H. B., 2016. Energy consumption and economic growth: An empirical study of the electricity consumption in Saudi Arabia. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 75, pp. 145-156.
8. Apergis, N., Payne, J. E., 2012. Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: evidence from apanel error correction model, Energy Economics, vol. 34, pp. 733-738.
9. Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., Filis, G., 2017. Energy consumption, CO_2 emmissions and economic growth: An ethical dilemma. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 68, pp. 808-824.
10. Gaspar, J., Marques, A. C., Fuinhas, J. A., 2017. The traditional energy-growth nexus: A comparison between sustainable development and economic growth approaches, Ecological Indicators, vol. 75, pp. 286-296.
11. Belaid, F., Yussef, M., 2017. Environmental degradation, renewable and non-renewable electricity consumption, and economic growth: Assessing the evidence from Algeria. Energy Policy, vol. 102, pp. 277-287.
12. Amri, F., 2016. The relationship amongst energy consumption, foreign direct investment and output in developed and developing Countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 64, pp. 694-702.
13. Cowan, WN., Chang, T., Inglesi-Lotz, R., Gupta, R., 2014. The nexus of electricity consumption, economic growth and CO_2 emissions in the

BRICS countries. Energy Policy, vol. 66, pp. 359-68.
14. Sebri, M., Ben-Salha, O., 2014. On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO 2 emissions and trade openness: fresh evidence from BRICS countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 39, pp. 14-23.
15. You, J., 2011. China's energy consumption and sustainable development: Comparative evidence from GDP and genuine savings. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 15, pp. 2984-2989.
16. Fetros, M., Aghazadeh, A., Jabraili, S., 2012. Study on the Relationship between renewable and non-renewable energy on Economic Growth in developing countries. Energy Economics Review, vol. 9(32), pp. 51-72. (In Persian)
17. Li, G., Fang, C., 2014. Global mapping and estimation of ecosystem services values and gross domestic product: A spatially explicit integration of national 'green GDP'accounting. Ecological Indicators, vol. 46, pp. 293-314.
18. World Bank.,, 2015. World Development Indicators, https://data.worldbank.org/products/wdi.
19. World Bank., 2006. Development Economics Dept. Development Data Group, & World Bank. http:www.siteresources.worldbank.org/ESSDNETWORK/Resources/LGDB2006.pdf.
20. Sahebhonar, H., Nadri, K., 2014. The Economic Analysis of the Oil Revenues Increase Impact on Income Distribution with a BVAR Approach: Case Study of Iran. Iranian Energy Economics, vol. 3(9), pp. 115-149. (In Persian)
21. Koop, G., Korobilis, D., 2010. Bayesian multivariate time series methods foe empirical macroeconomics. Manuscript available at http://personal.strath.ac.uk/gary.koop/.
22. Selover, D., Round, D., 1996. Business cycle transmission and interdependance between Japan and Australia. Journal of Asian Economics Elsevier, vol. 7(4), pp. 562-602.
23. Lange, K., 2010. Advanced Optimization Topics. Numerical Analysis for Statisticians. Springer New York, pp. 297-332.