

Original Article

Investigating the effect of crude oil price on investment in renewable energy production in selected oil-producing countries

Vida Varahrami *

<https://doi.org/10.71849/ECO.2025.1210291>

Received:
25/06/2025

Accepted:
17/06/2025

Keywords:
Investment, Renewable
Energy, Oil Price

JEL Classification:
E56, Q32, E52

Abstract

Pollution from fossil fuels and the consequent challenges of global warming have accelerated the global shift toward renewable energy, prompting many countries to prioritize sustainable development and environmentally friendly energy sources. This study examines the effect of crude oil prices on investment in renewable energy production in selected oil-producing countries, using panel data from 2015 to 2024. The results indicate that oil prices significantly influence renewable energy investment, reflecting the dependence of oil-producing economies on oil revenues and their sensitivity to price fluctuations. The positive coefficient of crude oil prices suggests that these countries invest in renewable energy alongside oil exports. In addition, financial credits and research and development (R&D) spending both exhibit positive effects on renewable energy investment, underscoring the importance of financial resources and technological innovation. Based on these findings, the study recommends that revenues from oil sales be strategically allocated to renewable energy projects to support sustainable energy transitions in oil-producing countries.

* Associate Professor, Department of Economics, Shahid Beheshti university, Tehran, Iran (Corresponding Author), vida.varahrami@gmail.com

How to Cite: Varahrami, V. (2025). Investigating the effect of crude oil price on investment in renewable energy production in selected oil-producing countries. *Economic Modeling*, 19(70): 1-16.



1. Introduction

In examining the impact of crude oil prices on the development of renewable energy, two main approaches can be identified. The first suggests that rising oil prices encourage investment in renewable energy, whereas the second posits that declining oil prices stimulate investment in fossil fuel-based power plants, as the fossil fuel industry is already technologically advanced and lower oil prices reduce the cost of electricity generation from such sources. From this perspective, even oil-importing countries may exhibit a greater inclination toward fossil fuels when prices fall, thereby weakening incentives to invest in renewables. The present study adopts the first approach and investigates the relationship between crude oil prices and investment in renewable energy production in selected oil-producing countries. Specifically, it addresses the question of how fluctuations in oil prices influence renewable energy investment, while also considering the role of research and development (R&D) expenditures and financial credits. The novelty of this study lies in its focus on the combined effect of crude oil prices, R&D spending, and financial credits on renewable energy investment in oil-rich economies—an area that has received limited attention in the existing literature.

2. Research method and data

Oil prices and investment in renewable energy are closely interrelated. Oil prices are shaped by multiple factors, including global demand and supply dynamics as well as government policies, while investment in renewable energy is increasingly pursued as an alternative to fossil fuels in order to reduce dependence on oil and mitigate climate change. Rising oil prices tend to strengthen incentives for investment in renewable energy, as higher energy costs burden economies, whereas greater investment in renewables can reduce oil demand and exert downward pressure on oil prices. Thus, the relationship between oil prices and renewable energy investment is bidirectional, influenced by both economic and environmental considerations, including the broader transition toward a green economy. Building on the framework developed by Papiz et al. (2019), this study employs a panel data model to examine the period 2015–2024 across selected oil-producing countries (Iran, Saudi Arabia, Kuwait, and Qatar).

3. Analysis and discussion

The findings of this study indicate that financial credits exert a significant and positive effect on investment in renewable energy. Similarly, the coefficient of oil prices is both significant and positive, suggesting a direct relationship between oil price fluctuations and renewable energy investment in the selected oil-producing countries during the study period. In other words, as oil prices rise, investment in renewable energy also increases. Research and development (R&D) expenditures likewise demonstrate a positive and significant effect, implying that greater R&D spending contributes to higher levels of renewable energy investment. Specifically, a one-unit increase in R&D expenditure, *ceteris paribus*, leads to a 0.23-unit increase in renewable energy investment. By contrast, the variables representing grant investments and bids for

manufacturing renewable energy equipment are found to be statistically insignificant within the model.

4. Conclusion

In this study, drawing on the model developed by Papiz et al. (2019) and using data from 2015 to 2024 for selected oil-producing countries (Iran, Saudi Arabia, Kuwait, and Qatar), the determinants of investment in renewable energy were examined. The results show that crude oil prices play a significant role in shaping investment in renewable energy in oil-rich economies. Specifically, increases in crude oil prices are associated with higher levels of investment in renewable energy, as countries seek to diversify their energy portfolios and reduce vulnerability to oil price volatility. This finding is consistent with the evidence reported in previous studies, which likewise confirm the positive relationship between oil prices and renewable energy investment.

Funding

There is no funding support.

Declaration of Competing Interest

The author has no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article.

Acknowledgments

We thank anonymous reviewers for their useful comments greatly contributing to improve our work.



پژوهشی

بررسی اثر قیمت نفت خام بر سرمایه‌گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در منتخبی از کشورهای نفتی

ویدا ورهرامی*

<https://doi.org/10.71849/ECO.2025.1210291>

چکیده

آلودگی‌های ناشی از سوخت‌های فسیلی و گرم شدن سطح زمین، به استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر منجر شده است. لذا در سال‌های اخیر، کشورها به دنبال دستیابی به توسعه پایدار و به کارگیری انرژی‌های دوستدار محیط‌زیست بوده و بدین روی بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر در اولویت اکثر کشورها قرار گرفته است. این مطالعه به بررسی اثر قیمت نفت خام بر سرمایه‌گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب نفتی می‌پردازد. روش مورد استفاده در این تحقیق، روش داده‌های تابلویی و داده‌های مورد استفاده مربوط به مقاطع زمانی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که در بین کشورهای منتخب نفتی اثر قیمت نفت خام بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر معنادار بوده و می‌توان گفت که به دلیل وابستگی زیاد کشورهای نفتی به درآمد نفت، حساسیت این کشورها برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر متأثر از قیمت نفت است. طبق برازش انجام‌شده، ضریب قیمت نفت خام مثبت و معنادار بود که نشان می‌دهد این کشورها در کنار صادرات نفت به دنبال سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر نیز هستند. اعتبارات مالی دارای ضریب اثرگذار بر سرمایه‌گذاری در انرژی تجدیدپذیر بوده و مخارج تحقیق و توسعه نیز با ضریب مثبت و معنادار، دارای ضریب اثرگذار بر سرمایه‌گذاری در انرژی تجدیدپذیر است. این متغیرها نشان می‌دهند که مخارج تحقیق و توسعه و اعتبارات مالی در کشورهای منتخب نفتی به افزایش سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر منجر شده است. لذا در این کشورها توصیه می‌شود، درآمدهای حاصل از فروش نفت صرف سرمایه‌گذاری در بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر شود.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۰۴/۰۴

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۴/۲۵

واژگان کلیدی:

سرمایه‌گذاری، انرژی‌های
تجدیدپذیر، قیمت نفت

طبقه‌بندی JEL:

E56, Q32, E52

۱. مقدمه

نگرانی از مصرف بیش از اندازه سوخت‌های فسیلی و پیامدهای آن بر سلامتی انسان‌ها و آلودگی محیط‌زیست، و عدم دستیابی به توسعه پایدار به‌صورت روزافزون در حال گسترش است. علاوه بر خطرات بالقوه این قبیل سوخت‌ها بر سلامت انسان و محیط‌زیست، افزایش گاه و بیگاه قیمت سوخت‌های فسیلی از دهه‌های قبل باعث تمایل اکثر کشورها در استفاده از انرژی‌های جایگزین شده است. در کنار همه این موارد اثر افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی بر تجمیع گازهای گلخانه‌ای در جو زمین و اثر آن بر تشدید گرمایش زمین باعث انعقاد پیمان کیوتو در سال ۱۹۹۷ و موارد مشابه آن در سال‌های بعد، مبنی بر کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای توسط کشورهای صنعتی و کمک به کشورهای در حال توسعه به کاهش تولید گازهای مذکور گردید. همه این موارد و نگرانی‌ها و به‌خصوص افزایش قیمت جهانی نفت باعث شد که از اواخر قرن بیستم و به مرور، اکثر کشورها و به‌خصوص کشورهای توسعه یافته به سمت تحقیق و بررسی به قصد تجاری‌سازی و بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر حرکت کنند. که به مراتب آلودگی کمتری ایجاد می‌کنند. با این همه در سال‌های گذشته همواره سایه سوخت‌های فسیلی و قیمت آن بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر سنگینی کرده است. لذا با توجه به اهمیت موضوع سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، بررسی عوامل موثر بر آن به‌خصوص قیمت نفت، جز ضرورت تحقیق حاضر است. در مورد ایران، به‌عنوان یک کشور نفتی نیز، با توجه به آلودگی‌های بالای زیست‌محیطی به نظر می‌رسد باید به دنبال جایگزین انرژی‌های تجدیدپذیر به جای انرژی‌های فسیلی باشد، لذا دانستن اثر قیمت نفت بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران می‌تواند موثر باشد.

در زمینه تاثیرگذاری قیمت نفت خام بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، دو رویکرد قابل ارائه است؛ در رویکرد اول افزایش قیمت نفت، کشورها را به سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر تشویق می‌کند و در رویکرد دوم کاهش قیمت‌های جهانی نفت موجب افزایش سرمایه‌گذاری در توسعه ظرفیت نیروگاه‌های با سوخت فسیلی می‌شود، زیرا که صنعت انرژی‌های فسیلی در دنیا به یک پیشرفت نسبی رسیده و با کاهش قیمت نفت، هزینه‌های تولید برق از نیروگاه‌هایی که انرژی‌های فسیلی مصرف می‌کنند کاهش می‌یابد. در نتیجه با این نگاه حتی در کشورهای وارد کننده نفت، همزمان با کاهش قیمت نفت، تمایل به استفاده از انرژی‌های فسیلی بیش از تجدیدپذیر خواهد بود و انگیزه سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش خواهد یافت. (در مطالعه حاضر، رویکرد اول بررسی می‌شود).

در این مطالعه سعی شده که رابطه بین قیمت نفت خام و سرمایه‌گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب نفتی راستی‌آزمایی شود. در این پژوهش تلاش خواهد شد تا به این سوال که میان قیمت نفت خام و سرمایه‌گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب نفتی چه رابطه‌ای وجود دارد پاسخ داده شود. نوآوری مطالعه حاضر نسبت به مطالعات انجام شده در این زمینه، از این منظر است که تاکنون مطالعه‌ای که در کشورهای منتخب نفتی به طور خاص به بررسی اثر نفت خام بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر در کنار عواملی همچون مخارج تحقیق و توسعه در این انرژی‌ها و اعتبارات مالی تخصیص یافته به انرژی تجدیدپذیر در کشورهای منتخب پردازد، انجام نشده است. در ادامه به بیان ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش، روش‌شناسی پژوهش، تحلیل نتایج و پیشنهادها پرداخته می‌شود.



۲. ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش

کشورهای مختلف دنیا به دنبال ایجاد یک توسعه پایدار هستند و ایجاد توسعه پایدار به صورت معمول به انرژی نیاز دارد، این انرژی باید تضمین‌کننده نیازها برای استخراج مواد اولیه مورد مصرف آنها در صنایع و خدمات باشد. به عبارتی می‌توان گفت که نیاز به پایداری بخش‌های مختلف انرژی سبب شده است که همواره کشورهای مختلف از کشورهای توسعه‌یافته تا کشورهای در حال توسعه به دنبال جایگزین‌هایی برای نفت باشند. معمولاً تأثیر شوک‌های برون‌زا، شرایط اقتصادی کشورهای مختلف را تحت تأثیر قرار می‌دهند، و این موضوع الگوی مشخصی از آنها را در اختیار قرار می‌دهد. پیامدهای شوک‌های تغییرات غیرقابل پیش‌بینی قیمت نفت خام معمولاً به حدی زیاد است که می‌تواند کشورهای مختلف را دچار مشکلات سیاسی نماید. همچنین این سوخت با انتشار گازهای گلخانه‌ای همراه هست که به معنی گرم شدن زمین و کاهش کیفیت زیست‌بوم خواهد بود. این موضوعات سبب شده سرمایه‌گذاری‌های زیادی بر روی تحقیق و توسعه در جهت تولید انرژی‌های تجدیدپذیر صورت گیرد. در این زمینه می‌توان انرژی‌های تجدیدپذیر را انرژی‌هایی دانست که از سوخت‌های فسیلی تولید نمی‌شوند و توانایی خلق پایدار آنها وجود دارد. به عبارتی می‌توان تضمین کرد که در هر شرایطی و با ایجاد شکل‌های مختلف اتفاقات سیاسی و طبیعی بتوان این انرژی را مورد بهره‌برداری و تولید قرار داد. این موضوع سبب شده است که انرژی تجدیدپذیر به عنوان یکی از مولفه‌های اثرگذار بر شرایط اقتصادی کشورها در نظر گرفته شود.

گرم شدن زمین در سال‌های اخیر سبب شده که آلودگی سوخت‌های فسیلی ناشی از تولید گازهای گلخانه‌ای به شدت مورد توجه قرار گیرد. به عبارتی می‌توان گفت امروزه کشورها به دنبال تولیداتی از انرژی هستند که سطوح تولید گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهد و همچنین علاوه بر کاهش سطوح تولید گازهای گلخانه‌ای بتواند هزینه‌های تمام شده انرژی را نیز تحت تأثیر قرارداد و بهینه نماید. برای این منظور معمولاً کشورها پروژه‌های خود را به سمت انرژی‌های سبز که به صورت تجدیدپذیر هستند حرکت می‌دهند. این انرژی‌ها روش‌های کارآمدی را برای امنیت تولید محصول ایجاد می‌کنند. علاوه بر این هزینه‌های تولید شده هر واحد از این انرژی‌ها به شدت کمتر از سوخت‌های فسیلی بوده و استهلاك تجهیزات آن نیز ناچیز است. در سال‌های اخیر وقوع نواوری با محوریت فناوری سبب شده که انرژی تجدیدپذیر به صورت بسیار موثر و با هزینه‌های بسیار کمتر تولید شود.

مطالعات استنادی از سال ۲۰۱۴ نشان می‌دهد که رویکردهای جدید انرژی تجدیدپذیر به سرعت در حال افزایش است و همواره مسیرهای انتقال انرژی مورد مطالعه کمی قرار گرفته است. مهمترین انرژی‌های معرفی شده در این زمینه به انرژی‌های زیست توده انرژی‌های حرارتی، خورشیدی، زمین گرمایی و آب سطحی بر می‌گردد. استراتژی‌های جهانی بر این موضوع تاکید دارند که با ایجاد انرژی‌های سبز تجدیدپذیر می‌توان یک رونق بزرگ اقتصادی را خلق کرد. انرژی‌ها در این حالت می‌توانند به سرعت تولید و بازیابی شوند. حتی این انرژی‌ها می‌توانند با استفاده از فناوری‌های نوین چندباره تولید شوند. این موضوع تقاضا برای نفت در بازارهای آتی را تحت تأثیر قرار داده و مصرف آن را کاهش خواهد داد.

قیمت نفت و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر با هم در تعامل هستند. قیمت نفت به عوامل متعددی، از جمله تقاضا و عرضه، سیاست‌های دولت بستگی دارد. سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان یک جایگزین برای سوخت‌های فسیلی با هدف کاهش وابستگی به نفت و مقابله با تغییرات آب و هوایی در حال افزایش است.

قیمت بالای نفت می‌تواند انگیزه بیشتری برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر ایجاد کند زیرا هزینه‌های انرژی برای اقتصاد افزایش می‌یابد. از طرف دیگر افزایش سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند با کاهش تقاضا برای نفت همراه شده و قیمت نفت را تحت فشار قرار دهد. به طور خلاصه قیمت نفت و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر به هم مرتبط هستند، به طوری که عوامل مختلفی در تعیین قیمت نفت نقش دارند و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر نیز به دلایل مختلفی از جمله نگرانی در مورد محیط زیست، کاهش وابستگی به نفت و توسعه اقتصاد سبز صورت می‌گیرد. سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، نیازمند مبالغ بسیار زیادی است که استفاده از مشارکت بخش خصوصی و انواع روش‌های تامین مالی اعم از فروش اوراق قرضه، استقراض از خارج و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را شامل می‌شود. ازسویی ناکارایی در بحث تامین مالی در برخی کشورهای درحال توسعه، آنها را متمایل به تامین مالی از طریق بازارهای مالی بین‌المللی کرده است.

پیشینه پژوهش

مطالعات داخلی

سلمان الرکابی و همکاران (۱۴۰۳) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل CS-ARDL و داده‌های پانل برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ آثار توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب خاورمیانه بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در مراحل اولیه توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تخصیص ناکارآمد منابع و انتقال صنایع آلاینده، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را کاهش می‌دهد، ولی در سطوح پیشرفته‌تر هدایت منابع به سمت پروژه‌های پایدار و استفاده از فناوری‌های نوین به افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر منجر می‌شود. کیفیت نهادی و مصرف انرژی فسیلی اثر مثبتی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر دارد ولی وابستگی به فناوری‌های سنتی تاثیری منفی بر جای می‌گذارد.

رئسی و رکانی و همکاران (۱۴۰۳)، به دلیل اهمیت توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در مصرف انرژی تجدیدپذیر، به بررسی تأثیر این دو عامل بر مصرف انرژی تجدیدپذیر با استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه توزیعی طی دوره زمانی ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۹ می‌پردازند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که توسعه مالی در کوتاه‌مدت بدون وقفه به میزان ۰/۱۸ درصد مصرف انرژی تجدیدپذیر را افزایش می‌دهد و کشش این عامل در بلندمدت ۰/۰۹ درصد است به این معنا که یک درصد افزایش در توسعه مالی در بلندمدت، مصرف انرژی تجدیدپذیر را ۰/۰۹ درصد افزایش می‌دهد. همچنین افزایش یک درصد در سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، مصرف انرژی تجدیدپذیر را در کوتاه‌مدت ۰/۲۳ درصد افزایش می‌دهد و در بلندمدت کشش مصرف انرژی تجدیدپذیر نسبت به سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در سطح خطای ۵ درصد به لحاظ اماری معنادار، مثبت و برابر ۰/۱۵ است. بنابراین تأثیر هر دو عامل توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت مثبت و معنادار است.

فراحتی و همکاران (۱۴۰۳)، در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر روش‌های تأمین مالی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در ۲۶ کشور در حال توسعه طی دوره زمانی ۲۰۱۹-۲۰۰۸ پرداخته‌اند، به طوری که مصرف انرژی تجدیدپذیر سرانه متغیر وابسته و نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به تولید ناخالص داخلی، نسبت ارزش کل سهام مبادله شده به



تولید ناخالص داخلی، مخارج تحقیق و توسعه، نرخ شهرنشینی، تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار کربن دی اکسید به عنوان متغیرهای توضیحی در نظر گرفته شدند، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهند که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارند، درحالی که توسعه بازار مالی تأثیر معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ندارد.

عسگری و همکاران (۱۴۰۳)، با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی در بازه زمانی ۲۰۱۸-۲۰۰۴، به طور کلی عوامل تعیین کننده مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک را در سه دسته، شامل عوامل اقتصادی- اجتماعی (نظیر درآمد، قیمت نفت خام و شدت انتشار کربن)، عوامل سیاسی (نظیر حکمرانی خوب) و عوامل خاص یک کشور (نظیر سرمایه انسانی) طبقه‌بندی کرده‌اند. به طوری که یک واحد افزایش در شاخص حکمرانی خوب، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را به میزان ۰/۱۰ درصد افزایش می‌دهد و همچنین یک درصد افزایش در سرمایه انسانی، شدت انتشار کربن دی اکسید و درآمد (GDP)، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را به ترتیب ۰/۷۶ درصد، ۰/۷۵ درصد و ۱/۰۷ درصد افزایش می‌دهد. آنها همچنین نشان دادند که قیمت نفت خام اثر معناداری بر روی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک ندارد و گران بودن استقرار صنایع تجدیدپذیر و وابستگی صنایع این کشورها به درآمدهای نفتی را علت آن دانستند.

اویسی و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای به بررسی اثر تغییرات بهره‌وری بخش‌های اقتصادی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر، انرژی گرمایی، رشد و توسعه اقتصادی با روش برآورد توابع تولید به روش تانگ و پنگ در چارچوب سناریوسازی می‌پردازند. نتایج نشان داد بخش‌های نه گانه اقتصاد کل و میزان بهره‌وری آنها در بازه زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ بین ۳/۱۷۵ تا ۴/۵۹ است. همچنین در بخش‌های اقتصاد، صنعت و معدن و برق (نیروگاه‌ها) و ساختمان حتی با افزایش ۳۰ درصدی کران پایین بهره‌وری اقتصاد در بازه عملکردی (۳/۱۷۵) قرار دارند.

شوالپور و کاویانی (۱۳۹۷) در تحقیقی تأثیر نوسانات قیمت نفت بر ظرفیت برق بادی در کشورهای درحال توسعه را با تأکید بر نقش یادگیری و صرفه‌های ناشی از مقیاس بررسی کردند. برای این منظور با استفاده از روش رگرسیون غلتان و اطلاعات سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵، نرخ‌های یادگیری فنی سالیانه محاسبه شد و سپس با استفاده از روش رگرسیون داده‌های تابلویی و مدل خودرگرسیون برداری مبتنی بر داده‌های تابلویی، به بررسی تأثیر تغییرات و شوک‌های قیمت نفت بر ظرفیت نصب شده انرژی بادی، در کشورهای در حال توسعه پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات قیمت نفت در بلندمدت تأثیر مثبت، ولی اندک بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای درحال توسعه دارد. شوک قیمت نفت اگر چه در کوتاه‌مدت و به واسطه انگیزه کشورهای درحال توسعه برای انتقال فناوری‌های با مقیاس بالاتر موجب توسعه انرژی تجدیدپذیر می‌شوند، ولی در بلندمدت نمی‌تواند تضمین کننده توسعه انرژی تجدیدپذیر در این کشورها باشد.

مطالعات خارجی

کارلایلر پاتا و بالسیلار (۲۰۲۴)^۱، به بررسی تأثیر عدم قطعیت سیاست آب و هوا و قیمت نفت بر منابع تجدیدپذیر با استفاده از مدل حداقل مربعات افزوده باقیمانده (RALS) بر منابع تجدید پذیر مدرن مانند خورشید، باد، زمین گرمایی

^۱ Karlilar Pata & Balcilar

و سوخت‌های زیستی در ایالات متحده می‌پردازند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که ارتباط مثبتی بین تولید صنعتی، انرژی خورشیدی، باد و زیست توده وجود دارد، به عبارت دیگر استفاده از تولید صنعتی تاثیر مثبتی بر افزایش تقاضا برای انرژی‌های تجدیدپذیر مدرن در ایالات متحده دارد. هزینه‌های بالاتر برای نفت نیز انگیزه استفاده از جایگزین‌های مدرن انرژی را فراهم می‌کند، به عبارت دیگر در واکنش به افزایش قیمت نفت، ایالات متحده تقاضای خود را برای انرژی بادی و سوخت زیستی افزایش داده و اتکای خود را به منابع مبتنی بر سوخت فسیلی کاهش می‌دهد. از این رو نفت محرک مهمی برای استفاده از سوخت‌های بادی و زیستی است، با این حال هیچ تاثیری بر انرژی خورشیدی ندارد. همچنین عدم قطعیت سیاست پیرامون تغییرات آب و هوایی تاثیر مثبتی بر استفاده از انرژی خورشیدی، باد و سوخت زیستی دارد و این به نوبه خود منجر به سرمایه‌گذاری بیشتر در تحقیق و توسعه برای این منابع می‌شود و در نتیجه افزایش متناظر در انرژی‌های تجدیدپذیر مدرن را به همراه دارد.

وانگ و همکاران (۲۰۲۳)^۱، با هدف بررسی تاثیر کارایی مالی و نوآوری زیست محیطی بر انرژی‌های تجدیدپذیر و با بکارگیری مدل FMOLS برای کشورهای عضو OECD طی سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۰۱، نشان دادند که کارایی مالی و نوآوری زیست محیطی همبستگی مثبت بلندمدتی با مصرف انرژی تجدیدپذیر دارد.

ژونگ و بازیلین^۲ (۲۰۱۸) در تحقیقی سرمایه‌گذاری شرکت‌های بین‌المللی نفت و گاز را در انرژی‌های تجدیدپذیر بررسی کردند. در حال حاضر شرکت‌های بین‌المللی نفت و گاز بازیگران مهمی در بازار انرژی‌های تجدیدپذیر هستند. سرمایه‌گذاری در سیستم‌ها و فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر به سرعت در حال تغییر است. تغییرات در حوزه سرمایه‌گذاری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر آثار کلان اقتصادی نیز دارد. تغییرات در اقتصاد انرژی‌های تجدیدپذیر یک فرصت هیجان‌انگیز برای کشف‌های نوآورانه و رقابت پویا در بحث استخراج و انتقال انرژی است.

حسین شاه و همکاران^۳ (۲۰۱۸) در تحقیقی چگونگی اثرگذاری قیمت نفت خام و عوامل اقتصاد کلان و سیاست‌ها را بر روی بازار انرژی تجدیدپذیر بررسی کردند. این تحقیق بر روی سه کشور (نروژ و انگلستان) صادرکننده نفت خام و آمریکا واردکننده نفت خام متمرکز است. براساس نتایج تحقیق با استفاده از الگوی خودتوضیح‌برداری در کشورهای آمریکا و نروژ رابطه قوی بین قیمت نفت و انرژی تجدیدپذیر وجود دارد اما در انگلستان هیچ رابطه‌ای وجود ندارد. این نتایج منعکس‌کننده این واقعیت است که ایالات متحده به عنوان واردکننده نفت کمتر از دیگر کشورها از انرژی تجدیدپذیر استفاده می‌کند. همچنین تغییرات در سرمایه‌گذاری انرژی تجدیدپذیر منعکس‌کننده عوامل دیگر در بازار مانند قیمت است. بنابراین در کشورهایی که در آنها حمایت کمی از بخش‌های انرژی تجدیدپذیر وجود دارد سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر وابسته به جایگزین‌های مانند نفت و جنبه‌های اقتصاد کلان است. آزمون علیت گرنجر نشان می‌دهد که قیمت نفت خام و نرخ بهره و تولید ناخالص داخلی هر کدام اثر نسبتاً قوی بر سرمایه‌گذاری بر روی انرژی‌های تجدیدپذیر دارند. قیمت نفت تاثیر قابل توجهی بر سرمایه‌گذاری انرژی تجدیدپذیر به ویژه در آمریکا دارد.

در جمع‌بندی بخش ادبیات موضوع می‌توان گفت که نوآوری مطالعه حاضر نسبت به مطالعات ذکر شده از این منظر است که تاکنون مطالعه‌ای در کشورهای منتخب نفتی به طور خاص به بررسی اثر نفت خام بر سرمایه‌گذاری در

^۱ Wang et al^۲ Zhong, Minjia و Bazilian, Morgan^۳ Hossein Shah, et al.



انرژی‌های تجدیدپذیر در کنار عواملی همچون مخارج تحقیق و توسعه در این انرژی‌ها و اعتبارات مالی تخصیص یافته به انرژی تجدیدپذیر در کشورهای منتخب پردازد، انجام نشده است.

۳. روش‌شناسی پژوهش

مدل این مطالعه برگرفته از مطالعه پاپیز و همکاران^۱ (۲۰۱۹) است. داده‌های مورد بررسی در این تحقیق مرتبط به سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ مربوط به کشورهای نفتی منتخب (ایران، عربستان، کویت و قطر)^۲ است. بر این اساس رابطه رگرسیونی قابل برازش برای این مدل به صورت زیر خواهد بود:

$$Pes_{it} = c + \alpha_0 Price_{it} + \alpha_1 Grant_{it} + \alpha_2 Sui_{it} + \alpha_3 Fit_{it} + \alpha_4 RD_{it} \quad (۱)$$

در رابطه (۱) Pes : میزان سرمایه‌گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، (دلار)

$Price$: قیمت نفت خام (نفت خام برنت، قیمت اسمی است)^۳

$Grant$: مزایده‌های ساخت تجهیزات تولید انرژی‌های تجدیدپذیر (ارزش دلاری مزایده‌های برگزار شده)

Sui : کمک‌های بلاعوض سرمایه‌گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر (دلار)

Fit : اعتبارات مالی تخصیص‌یافته به تولید انرژی‌های تجدیدپذیر (دلار)

RD : مخارج کل تحقیق و توسعه در راستای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر (دلار)

داده‌های مورد نظر از سایت‌های انرژی کشورهای مورد نظر به تفکیک، سایت بین‌المللی انرژی (IEA)، آژانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر (IRENA) و شبکه اطلاعات و داده‌های انرژی (Energy Information Network) استخراج شده است.

برازش

برای برازش رابطه (۱) ابتدا آزمون پایایی در مورد متغیرها انجام می‌شود که تمام متغیرها با استفاده از آزمون لوین، لین و چو پایا در سطح هستند. نتایج آزمون پایایی در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون پایایی متغیرها

وضعیت	مقدار احتمال	آماره	متغیر
I(O) (پایا در سطح)	۰/۰۰۰	۴/۳۲۴	Pes
I(O) (پایا در سطح)	۰/۰۰۰	۳/۶۷۵	$Price$
I(O) (پایا در سطح)	۰/۰۰۰	۳/۲۵۱	Fit

^۱ Papiez et al

^۲ علت انتخاب این کشورها، امکان دسترسی به آمار متغیرهای مورد بررسی در این کشورهاست.

^۳ جهت بررسی از کانال مستقیم وارد مدل شده است.

وضعیت	مقدار احتمال	آماره	متغیر
I(O) (پایا در سطح)	۰/۰۰۰	۳/۷۸۸۵	Grant
I(O) (پایا در سطح)	۰/۰۰۰	۴/۴۵۵	Sui
I(O) (پایا در سطح)	۰/۰۰۰	۴/۲۸۵	RD

مأخذ: نتایج تحقیق

در ادامه باید به تعیین پل یا غیرپل بودن مدل پرداخت. لذا از آزمون F لیمر استفاده می‌شود. فرضیه صفر این آزمون بیانگر برابر بودن تمام عرض از مبداهاست و فرضیه مقابل بیانگر متفاوت بودن حداقل یکی از عرض از مبداها است که استفاده از داده‌های تابلویی را میسر می‌کند. براساس نتایج جدول ۲، فرضیه صفر رد می‌شود لذا می‌توان از داده‌های تابلویی استفاده کرد.

جدول ۲. نتایج مربوط به آزمون F لیمر

مقدار آماره F	سطح احتمال
۷/۵۴۲	۰/۰۰۰

مأخذ: نتایج تحقیق

در مرحله بعد با استفاده از آزمون هاسمن به بررسی روش برآورد پرداخته می‌شود. فرضیه صفر آزمون هاسمن برقراری اثرات تصادفی و فرضیه مقابل، اثرات ثابت است. در جدول ۳ نتایج آزمون هاسمن آورده شده است.

جدول ۳. نتایج مربوط به آزمون هاسمن

مقدار آماره	احتمال آماره
۴/۳۲۵	۰/۲۸۳

مأخذ: نتایج تحقیق

طبق نتایج جدول ۳، فرض صفر آزمون هاسمن پذیرفته شده و مدل دارای اثرات تصادفی است. در مدل داده‌های تابلویی، بررسی ثبات واریانس جملات خطا اهمیت زیادی دارد، زیرا وجود ناهمسانی واریانس باعث عدم اعتبار ضرایب برآورد شده می‌شود. برای بررسی این مورد از آزمون والد استفاده می‌شود. هدف آزمون والد بررسی این است که آیا واریانس خطاها در مدل، اثرات ثابت یکنواخت دارد یا دچار واریانس ناهمسانی شده است. خودهمبستگی جملات خطا نیز موجب برآورد نادرست ضرایب و کاهش اعتبار مدل می‌شود. برای بررسی این موضوع، از آزمون وولدریج استفاده می‌شود. نتایج این دو آزمون در جدول ۴ درج شده است.



جدول ۴. نتایج آزمون‌های واریانس ناهمسانی و خودهمبستگی

مقدار آماره	آماره آزمون	آزمون
۰/۰۷	۳/۹۳	واریانس ناهمسانی
۰/۱۶	۸/۲۳	خودهمبستگی

ماخذ: نتایج تحقیق

ضرایب برازش رابطه ۱ در جدول ۵ ذکر شده است.

جدول ۵. نتایج مربوط به برآورد رابطه (۱) با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی

احتمال	ضرایب (آماره)	
۰/۰۰۲	۳/۵۵۲	C
۰/۰۰۰	۵/۲۱۱ (۲/۹۱۹)	α_0
۰/۸۵۲	۰/۵۱ (۰/۷۲۲)	α_1
۰/۷۷۳	۰/۰۹ (۰/۶۵۲)	α_2
۰/۰۰۰	۱/۱۴ (۶/۳۳۰)	α_3
۰/۰۰۰	۰/۲۳ (۵/۹۳۱)	α_4
	۰/۹۳	R^2

آماره داخل پرانتز، t است.

ماخذ: نتایج تحقیق

با توجه به جدول ۵ می‌توان گفت که اعتبارات مالی دارای ضریب اثرگذار (۱/۱۴) بر سرمایه‌گذاری در انرژی تجدیدپذیر بوده و این ضریب معنادار است. لذا افزایش یک واحد اعتبارات مالی با فرض ثبوت سایر شرایط منجر ۱/۱۴ واحد افزایش سرمایه‌گذاری در انرژی تجدیدپذیر می‌شود. قیمت نفت نیز دارای ضریب معنادار و مثبت بر سرمایه‌گذاری در انرژی تجدیدپذیر در کشورهای منتخب نفتی طی دوره مورد بررسی است. ضریب قیمت نفت نشان می‌دهد که ارتباط هم جهت بین این متغیر و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب نفتی وجود دارد. این موضوع به این معنی است که با گران‌تر شدن قیمت نفت احتمال سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورها افزایش می‌یابد. لذا اگر قیمت نفت یک واحد افزایش یابد با فرض ثبات سایر شرایط سرمایه‌گذاری در انرژی تجدیدپذیر ۵/۲۱۱ واحد افزایش می‌یابد.

مخارج تحقیق و توسعه نیز دارای دارای ضریب اثرگذار مثبت بر سرمایه‌گذاری در انرژی تجدیدپذیر است. این متغیر نشان می‌دهد که افزایش مخارج تحقیق و توسعه در کشورهای منتخب نفتی به افزایش سرمایه‌گذاری در انرژیهای تجدیدپذیر منجر شده است. لذا اگر مخارج تحقیق و توسعه یک واحد افزایش یابد، با فرض ثبات سایر شرایط سرمایه‌گذاری در انرژی تجدیدپذیر ۰/۲۳ واحد افزایش می‌یابد. طبق نتایج برازش، در مدل حاضر، متغیرهای کمک‌های بلاعوض سرمایه‌گذاری و مزایده‌های ساخت تجهیزات تولید انرژی‌های تجدیدپذیر بی‌معنا هستند. بنابراین افزایش قیمت نفت باعث افزایش سرمایه‌گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. یافته‌های این مطالعه با پژوهش شوالپور و کاویانی (۱۳۹۷) همخوانی داشته، همچنین یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که دستیابی به سوخت‌های فسیلی به خصوص در کشورهای تولید کننده نفت، معمولاً انگیزه برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر را تحت تاثیر قرار می‌دهد و با نوسانات قیمت نفت، ظرفیت تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند تحت تاثیر قرار گیرد. لذا باید سیاستگذاری‌های مناسب در این زمینه انجام شود.

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

قیمت نفت خام یکی از شاخص‌های مهم در توسعه اقتصادی کشورها محسوب می‌شود به نحوی که معمولاً از قیمت نفت به عنوان یکی از پارامترهای مهم برای تعیین شاخص انواع سرمایه‌گذاری در بخش توسعه اقتصادی کشورها یاد می‌شود. قیمت نفت خام را با توجه به این موضع می‌توان براساس مولفه‌های زیادی مورد بررسی قرار داد. اما آنچه مهم است، این است که قیمت نفت خام در نهایت می‌تواند به صورت بالقوه هزینه فرصت سرمایه‌گذاری در سایر انرژی‌های جایگزین آن را تعیین کند. همچنین می‌توان گفت که قیمت نفت خام تحت تاثیر شرایط و عوامل جدید و همچنین شرایط اقتصادی کشورها می‌تواند تغییر کند. به نظر می‌رسد که قیمت نفت خام می‌تواند به عنوان یک استاندارد و معیار برای تعیین سرمایه‌گذاری در تولید سایر انواع انرژی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. این موضوع سبب شده است که سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر به قیمت نفت وابسته باشد و معمولاً افزایش قیمت نفت در سطوح بالاتر سبب تقویت سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود.

در مطالعه حاضر با استفاده از مدل برگرفته از مطالعه پاییز و همکاران (۲۰۱۹) و داده‌های مرتبط به سالهای ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ مربوط به کشورهای منتخب نفتی (ایران، عربستان، کویت و قطر)، متغیرهای موثر بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که اثر قیمت نفت خام بصورت معمول بر روی سرمایه‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای دارای منابع نفتی موثر است، یافته‌های این مطالعه با تحقیقی که توسط حسین‌شاه و همکاران (۲۰۱۸) و ژونگ و بازیلین (۲۰۱۸) انجام دادند، همخوانی دارد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که قیمت نفت خام معمولاً سبب تغییر در سطوح سرمایه‌گذاری در سایر انواع انرژی می‌شود و معمولاً با افزایش قیمت نفت خام میزان سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر می‌شود. در مطالعات مذکور نیز این نکته تایید شده است.

به عنوان توصیه سیاستی برای افزایش انگیزه جهت سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای تولید کننده نفت پیشنهاد می‌شود که بودجه درآمدهای نفتی به صورت مستقل تعریف شود و به هیچ وجه در داخل کشور برای امورات مصرفی مورد بهره‌برداری قرار نگیرد، نروژ نمونه خوبی برای کشورهایی مانند ایران در این زمینه خواهد



بود. همچنین ایجاد صندوق مشترک سرمایه‌گذاری بر انرژی‌های تجدیدپذیر در بین کشورهای تولیدکننده نفت منطقه‌ای، سبب می‌شود صرفه جویی حاصل از مقیاس برای کشورها رخ داده و اثرات قیمت نفت خام بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر را بهره‌ور سازد. از سوی دیگر با توجه به ارتباط موثر افزایش قیمت نفت بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، کشورها باید تمهیدات لازم برای انجام این سرمایه‌گذاری‌ها را مهیا کنند.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سپاسگزاری

نویسنده از داوران ناشناس که در بهبود کیفیت مقاله کمک کرده‌اند تشکر می‌کند.

ORCID

Vida Varahrami  <https://orcid.org/0000-0002-1869-8852>

منابع

- اویسی، محمد، همایونی فر، مسعود، مصطفوی، سید مهدی و ناجی میدانی، علی اکبر (۱۴۰۰). اثر تغییرات بهره‌وری بخش‌های اقتصادی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر، تجدیدناپذیر، انرژی گرمایی، رشد و توسعه اقتصادی. فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، (۵۴)، ۱۵، ۸۶-۶۷.
- رئیسی ورکانی، محدثه، خاقانی، مریم و ورهرامی، ویدا (۱۴۰۳). تأثیر توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران. فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، (۲)، ۴، ۱۴۳-۱۰۳.
- سلمان الرکابی، حسین عبدالحمز، صادقی، سید کمال و محمدزاده، پرویز (۱۴۰۳). تفکیک آثار مقیاس و تکنیکی توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر: شواهدی از کشورهای خاورمیانه. فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، (۶۸)، ۱۸، ۲۸-۱.
- شوالپور، سعید و کاویانی، الهه (۱۳۹۷). تأثیر نوسانات قیمت نفت بر ظرفیت برق بادی در کشورهای درحال توسعه با تأکید بر نقش یادگیری فنی و صرفه‌های ناشی از مقیاس. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۷، ۵۱-۲۵.
- عسگری، مرضیه، خورسندی، مرتضی و قاسمی، عبدالرسول (۱۴۰۳). عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۱-۱۲.
- فراهتی، محبوبه، سلیمی، لیلا و قلی زاده ارات بنی، مهدی (۱۴۰۳). روش‌های تأمین مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای درحال توسعه. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۱۳، ۷۶-۴۹.
- Asgari, M., Khorsandi, M., & Ghasemi, A. (2024). Factors affecting the consumption of renewable energy in OPEC member countries using Panel data. *Iranian Energy Economics*, 1-12. (in Persian)
- Farahati, M., Salimi L., & Gholizadeh E. M. (2024). Financing methods and consumption of renewable energies in developing countries. *Iranian Energy Economics*, 50 (13), 49-76. (in Persian)
- Hussain, S. I., Charlie, H., & Bruce M. (2018). How do oil prices, macroeconomic factors and policies affect the market for renewable energy?. *Applied Energy*, 215, 87-97.
- Karlilar, P. S., & Balcilar, M. (2024). Identifying the influence of climate policy uncertainty and oil prices on modern renewable energies: novel evidence from the United States. *Clean Technologies and Environmental Policy*. <https://doi.org/10.1007/s10098-024-02969-x>
- Oveisi, M., Homayounifar, M., Mostafavi, S. M., & Najimeidani, A. A. (2021). The effects of changes in the productivity of economic sectors on the consumption of renewable and nonrenewable energy, thermal energy, economic growth and development. *Economic Modelling*, 15(54), 67-84. (in Persian)
- Papież, M., Sławomir Ś., & Katarzyna, F. (2018). Determinants of renewable energy development in the EU countries. A 20-year perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 918-934.
- Raeisi, V. M., Khaghani, M., & Varahrami, V. (2024). The effect of financial development and foreign direct investment on the consumption of renewable energy in Iran. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 4(2), 103-143. (in Persian)
- Alrikabi, S., Abdulhamzah, H., Sadegi S. K., & Mohammadzadeh, P. (2024). Decomposing and technical effects of financial development and foreign direct investment on renewable energy consumption: evidence from Middle Eastern economic. *Economic Modelling*, 18(68), 1-28. (in Persian)
- Shavalpour, S., & Kaviani, E. (2018). The effect of oil price fluctuations on wind power capacity developing countries based on technological learning and economies of scale. *Iranian Energy Economics*, 7, 25-51. (in Persian)



- Wang, Q., Hu, S., Ge, Y., & Li, R. (2023). Impact of Eco-innovation and financial efficiency on renewable energy – evidence from OECD countries. *Renewable Energy*, 217, 119232.
- Zhong, M., & Bazilian, M. D. (2018). Contours of the energy transition: Investment by international oil and gas companies in renewable energy. *The Electricity Journal*, 1, 48-91.