

The Effect of Domestic Research and Development, R&D Spillover and Human Capital on Energy Poverty

Abolfazl Shahabadi*¹ Atieh Faraji²

1. Professor of Economics, Department of Economics, Faculty of Social and Economic Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran, Email: a.shahabadi@alzahra.ac.ir. **Orcid:** [0000-0002-9316-8296](https://orcid.org/0000-0002-9316-8296)

2. M.A in Economics, Department of Economics, Faculty of Social and Economic Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran, Email: farajiatieh@yahoo.com. **Orcid:** [0009-0000-0672-3187](https://orcid.org/0009-0000-0672-3187)

Introduction

Energy poverty and lack of access to energy services are measured by indicators such as the share of energy costs in the household expenditure basket, access to water, access to electricity and gas for heating and lighting the home, heating water and preparing food, and the quality of access to energy and its services. It is one of the important dimensions of poverty in households experiencing multidimensional poverty, which empirical evidence shows that a large number of people in developing countries and some people in developed countries are struggling with, and their health is negatively affected by very low energy consumption, the use of dirty or polluting fuels, and a long time to collect fuel to meet basic needs (Ministry of Cooperatives, Labor and Social Welfare, 1400). Therefore, identifying the structural and institutional factors that create energy poverty is very important and necessary.

On the other hand, the construction of facilities and the provision of technical equipment necessary for the production of various forms of energy require knowledge. In such a way that developed countries that have more knowledge and capital have more ability to produce energy and face less energy poverty. However, developing countries that lack knowledge and lack capital have less ability to produce energy and face more energy poverty. The present study emphasizes the role of knowledge as a reserve of accumulated information and skills and attempts to examine and determine the impact of domestic research and development activities, foreign research and development spillovers, and human capital as components of knowledge production and application on energy poverty. With the argument that increasing domestic research and development activities, greater spillover of foreign research and development, and human capital development through helping to discover new energy sources, building modern and advanced equipment, improving energy production and transmission methods, and increasing the qualitative level of exploitation of current energy sources and producing renewable energies can make a significant contribution to reducing energy poverty. In addition, increasing domestic research and development activities, greater spillover of foreign research and development,

* Corresponding Author: Abolfazl Shahabadi

E-mail: a.shahabadi@alzahra.ac.ir

Address: Department of Economics, Faculty of Social and Economic Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.

and human capital development through improving the efficiency of energy carrier consumption can also play an effective role in reducing energy consumption by the wealthy, facilitating access to energy for the less wealthy and reducing energy poverty (Khoshkalam Khosrowshahi, 2017).

The present study, which examines the impact of domestic research and development activities, foreign research and development spillovers, and human capital on reducing energy poverty, is of great importance and necessity due to the increasing importance of the role of the knowledge-based economy in the process of energy production, distribution, and consumption. Presenting the results in the form of policy recommendations can be fruitful for policymakers in planning to strengthen the factors that reduce energy poverty and eliminate the factors that increase energy poverty in selected countries - especially selected developing countries - and increase social welfare.?

Methodology

The present study is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of nature and method. In terms of implementation, it has used multivariate regression analysis, panel data model, and generalized moments method to examine the interactive effect of institution and technological readiness on technology spillover. The research model is a dynamic panel data model and its mathematical expression is as follows:

$$\ln(\text{CEPI}_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{CEPI}_{it-1}) + \beta_2 \ln(\text{IRD}_{it}) + \beta_3 \ln(\text{FRD}_{it}) + \beta_4 \ln(\text{HC}_{it}) + \beta_5 \ln(\text{GG}_{it}) + \beta_6 \ln(\text{EI}_{it}) + U_{it} \quad (1)$$

Findings

Table 1. Results of the research model estimation

Dependent variable: Energy poverty	Pre-innovation-oriented countries		Innovation-oriented countries	
	coefficient	t-statistic	coefficient	t-statistic
<i>Ln</i> CEPI (-1)	*0.261	11.870	*0.186	8.091
<i>Ln</i> IRD	**0.036-	3.524-	**0.022-	3.908-
<i>Ln</i> FRD	**0.048-	-3.963	**0.042-	4.125-
<i>Ln</i> HC	**0.079-	-3.116	**0.102-	-3.861
<i>Ln</i> GG	*0.081-	-7.459	**0.039-	-4.071
<i>Ln</i> EI	***0.012-	-2.424	**0.053-	-2.896
Sargan test statistic	3.452	0.535	4.176	0.629
AR(1)	-3.06	0.000	-3.17	0.000
AR(2)	-0.23	0.554	-0.28	0.616
Number of obs	374		425	
Number of groups	22		25	
Obs per group	17		17	

The estimated results in the table above show that domestic research and development with estimated coefficients of 0.036 and 0.022, foreign research and development spillovers with estimated coefficients of 0.048 and 0.042, human

capital with estimated coefficients of 0.079 and 0.102, good governance with estimated coefficients of 0.081 and 0.039, and capital intensity with estimated coefficients of 0.012 and 0.053 have a negative and significant effect on energy poverty in the selected pre-innovation-oriented and innovation-oriented countries, respectively.

Discussion and Conclusion

Therefore, based on the results obtained, it is suggested that: Pre-innovation-oriented countries should strengthen the motivation for research and development in all economic sectors in general and the energy sector in particular by providing material and moral support to knowledge-based companies and domestic researchers and researchers, so that in light of the application of the results of this research, production methods can be improved, energy consumption can be reduced, and per capita income can be increased, ultimately leading to the reduction of energy poverty. Also, by strengthening trade relations and increasing imports of intermediate and capital goods from innovation-oriented countries, they should use their research and development results to strengthen their own innovation and development systems so that the production of new, diverse, and advanced technology-based products can be increased, and this can lead to the reduction of energy poverty through increasing total factor productivity and growth in national income. In addition, by reducing the burden of theoretical education and increasing technical and vocational education based on labor market needs, they should increase their human capital to stimulate economic growth, reduce unemployment, optimize energy consumption, and ultimately reduce energy poverty.

Funding: There is no funding support

Conflict of Interest: Authors declare no conflict of interest

Authors' Contributions: All authors participated in the conceptualization and writing of the article, approved the content of the article, and agreed on all aspects of the work.

تأثیر فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر فقر انرژی

ابوالفضل شاه‌آبادی*^۱ عطیف فرجی^۲

۱. استاد گروه اقتصاد دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران، ایمیل: a.shahabadi@alzahra.ac.ir. شناسه ارکید: [0000-0002-9316-8296](https://orcid.org/0000-0002-9316-8296)

۲. کارشناسی ارشد اقتصاد، گروه اقتصاد دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران، ایمیل: farajiatieh@yahoo.com. شناسه ارکید: [0009-0000-0672-3187](https://orcid.org/0009-0000-0672-3187)

چکیده

فقر انرژی که به محرومیت از دسترسی به میزان انرژی پاک و مقرون به صرفه اشاره دارد بر توسعه انسانی و رفاه اجتماعی تأثیر معناداری دارد. به همین دلیل بررسی عوامل موثر بر فقر انرژی با هدف امکان سیاست‌گذاری صحیح در جهت کاهش آن مهم و ضروری می‌نماید. در این راستا، تحقیق حاضر با رویکرد داده‌های تابلویی و به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته به بررسی تأثیر تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر فقر انرژی در دو گروه از کشورهای منتخب در مرحله توسعه ماقبل نوآرمحوری و نوآرمحوری طی دوره ۲۰۲۱-۲۰۰۲ پرداخته است. نتایج نشان داد تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی با ضرایب تخمینی متفاوت بر فقر انرژی در هر دو گروه از کشورهای منتخب تأثیر منفی و معناداری دارند. به علاوه، تأثیر متغیرهای کنترلی حکمرانی خوب و شدت سرمایه بر فقر انرژی در هر دو گروه از کشورهای منتخب منفی و معنادار است.

کلید واژه‌ها: فقر انرژی، تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی، سرمایه انسانی، شدت سرمایه.

طبقه‌بندی موضوعی: Q43, P48, O32, J32, C33.

ایمیل: a.shahabadi@alzahra.ac.ir

* نویسنده مسئول: ابوالفضل شاه‌آبادی

آدرس: دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، گروه اقتصاد دانشگاه الزهراء، تهران.

۱- مقدمه

امروزه، یکی از مشکلات اساسی جوامع بشری -خاصه کشورهای درحال توسعه- فقر است که خود نمودی از توسعه‌نیافتگی اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است و ثبات سیاسی، همبستگی اجتماعی و سلامت جسمی و روحی ملت‌ها را تهدید می‌کند و موجب افزایش مرگ‌ومیر به خصوص در کودکان و مادران، کاهش متوسط طول عمر، افت کارایی انسان‌ها و تنزل بهره‌وری آنها می‌شود (آقایی و رضاقلی‌زاده، ۱۳۹۷). در این بین، یکی از ابعاد مهم فقر در خانوارهایی که دچار فقر چندبعدی هستند، فقر انرژی و عدم دسترسی^۱ به خدمات انرژی است که با شاخص‌هایی مانند سهم هزینه انرژی از سید هزینه خانوار، دسترسی به آب، دسترسی برق و گاز برای گرم کردن و روشنایی منزل، گرم کردن آب و تهیه غذا و همچنین، کیفیت دسترسی به انرژی و خدمات آن اندازه‌گیری می‌شود و شواهد تجربی نشان می‌دهد تعداد زیادی از افراد در کشورهای درحال توسعه و برخی از افراد در کشورهای توسعه‌یافته با آن دست به‌گریبان هستند و تندرستی آنها تحت تأثیر منفی مصرف بسیار کم انرژی، استفاده از سوخت‌های کثیف یا آلاینده و مدت زمان طولانی برای جمع‌آوری سوخت برای تأمین نیازهای اساسی قرار دارد (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، ۱۴۰۰). از این‌رو، شناسایی عوامل ساختاری و نهادی ایجاد فقر انرژی بسیار مهم و ضروری است.

از سویی، احداث تأسیسات و تهیه تجهیزات فنی لازم برای تولید اشکال مختلف انرژی به دانش نیاز دارد. به‌طوری که کشورهای توسعه‌یافته که از دانش و سرمایه بیشتری برخوردارند، توانایی بیشتری در تولید انرژی داشته و با فقر انرژی کمتری مواجه‌اند. اما، کشورهای درحال توسعه دچار کمبود دانش و فقدان سرمایه، توانایی کمتری در تولید انرژی دارند و با فقر انرژی بیشتری مواجه‌اند. تحقیق حاضر بر نقش دانش به‌عنوان ذخیره‌ای از انباشت اطلاعات و مهارت‌ها تأکید دارد و سعی نمود تأثیر فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی را به‌عنوان مؤلفه‌های تولید و کاربرد دانش بر فقر انرژی بررسی و تعیین نماید. با این استدلال که افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، سرریز بیشتر تحقیق و توسعه خارجی و توسعه سرمایه انسانی از مجرای کمک به کشف منابع جدید انرژی، ساخت تجهیزات مدرن و پیشرفته و بهبود روش‌های تولید و انتقال انرژی و افزایش سطح کیفی بهره‌برداری از منابع انرژی فعلی و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند سهم بسزایی در کاهش فقر انرژی داشته باشد. ضمن این که افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، سرریز بیشتر تحقیق و توسعه خارجی و توسعه سرمایه انسانی از طریق بهبود کارایی مصرف‌کننده‌های انرژی نیز در کاهش مصرف انرژی توسط اقشار برخوردار نقش موثری

^۱ بر این اساس، بهبود دسترسی تنها یکی از عوامل در تلاش برای کاهش فقر انرژی است. زیرا، فقر انرژی از فقر سوخت متمایز است که تنها به مسئله مقرون به صرفه بودن توجه دارد.

می‌تواند داشته باشد و دسترسی افراد کمتر برخوردار به انرژی را تسهیل و فقر انرژی را کاهش می‌دهد (خوشکلام خسروشاهی، ۱۳۹۶).

تحقیق حاضر با موضوع بررسی تأثیر فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر کاهش فقر انرژی به دلیل اهمیت فزاینده نقش اقتصاد دانش‌بنیان در فرایند تولید، توزیع و مصرف انرژی از اهمیت و ضرورت بالایی برخوردار است و ارائه نتایج حاصله در قالب توصیه‌های سیاستی می‌تواند برای سیاست‌گذاران در انجام برنامه‌ریزی برای تقویت عوامل کاهش فقر انرژی و رفع عوامل فزاینده فقر انرژی در کشورهای منتخب- مخصوصاً کشورهای منتخب در حال توسعه- مثمر ثمر باشد و رفاه اجتماعی را افزایش دهد.

۲- ادبیات پژوهش

۲-۱- پیشینه نظری

۲-۱-۱- فقر انرژی

به اعتقاد بوردمن^۱ (۱۹۹۱) اگر خانواری ۱۰ درصد از درآمد خود را صرف خرید انرژی برای پخت و پز، گرمایش و سرمایش منزل کند، این خانوار دچار فقر انرژی است. در تعریف دیگر آمده؛ خانوارهایی که نتوانند خانه خود را به اندازه کافی گرم نگه دارند، دچار فقر انرژی هستند (هیلز^۲، ۲۰۱۲). البته این تعریف بیشتر متناسب با شرایط کشورهای توسعه‌یافته است که به دلیل نگرانی از مرگ‌ومیر بیش از حد در زمستان و ضعف سلامت ناشی از سرمای خانه‌های مسکونی، فقر انرژی ترکیبی از تعامل درآمد ناکافی و کارایی انرژی در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل، ملاک بررسی و شناسایی فقر انرژی در این کشورها، استطاعت مالی خانوار برای خرید انرژی است. به عبارتی، در این کشورها، به دلیل قیمت بالای انرژی، فقر انرژی به صورت چندبعدی مورد بررسی قرار می‌گیرد. اما، در یک تعریف گسترده‌تر، فقر انرژی را می‌توان به صورت «ناتوانی خانوار در خرید انرژی موردنیاز برای تأمین گرمایش و سرمایش منزل خود و به‌مخاطره افتادن سلامت و تندرستی خانوار به‌دلیل عدم دسترسی به سوخت مورد نیاز برای پخت‌وپز از منظر استطاعت مالی» تعریف نمود (رابینسون^۳، ۲۰۱۹). در تعریف جامع‌تری که توسط بانک توسعه آسیایی ارائه شده و تمام شاخص‌های مرتبط با فقر انرژی و آب را در خود دارد، فقر انرژی به‌صورت فقدان انتخاب‌های کافی در دسترسی به خدمات انرژی کافی، مقرون به صرفه، قابل اعتماد، با کیفیت عالی، ایمن و سازگار با محیط زیست برای حمایت از توسعه اقتصادی و انسانی تعریف شده است» (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، ۱۳۹۹).

-
1. Boardman
 2. Hills
 3. Robinson

۲-۱-۱-۱- شاخص‌های سنجش فقر انرژی

الف. سهم هزینه انرژی از سبد هزینه خانوار گروه اول از شاخص‌های اندازه‌گیری فقر انرژی، سهم هزینه‌های انرژی از سبد مصرف خانوار را بررسی می‌کند که می‌تواند برای سبد انرژی همه خانوارها باشد یا به تفکیک سهم از سبد انرژی خانوارها به تفکیک دهک‌های درآمدی یا تفکیک مناطق جغرافیایی باشد.

ب. شاخص‌های فنی سنجش فقر انرژی در شاخص‌های فنی، فقط دسترسی و ضریب دسترسی بخش‌های مختلف به انواع انرژی اندازه‌گیری می‌شود که معیار چندان دقیقی نیست. زیرا کیفیت دسترسی به منابع انرژی را اندازه‌گیری نمی‌کند.

پ. شاخص‌های اقتصادی سنجش فقر انرژی با توجه به مفهوم امنیت عرضه شاخص‌های گروه سوم به برآورد کیفیت دسترسی به انرژی می‌پردازند. به عبارت دیگر، دسترسی به انرژی به تنهایی معیار مناسبی برای ارزیابی فقر انرژی نیست و باید کیفیت دسترسی به انرژی (عرضه اثبات و بدون قطعی) نیز بررسی شود. برای این منظور شاخص‌های مختلفی وجود دارد که در بین آنها دفعات قطع سیستم^۱ و مدت زمان قطع سیستم^۲ از بقیه رایج‌ترند. شاخص دفعات قطع سیستم؛ عبارت است از مجموع تعداد قطعی‌های مشترکان در یک سیستم به تعداد کل مشترکان در دوره زمانی مورد مطالعه؛ شاخص متوسط زمان قطعی سیستم نیز مجموع زمان قطعی‌های مشترکان در یک سیستم به تعداد کل مشترکان در دوره زمانی مورد مطالعه است (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، ۱۳۹۹).

۲-۱-۱-۲- عوامل مؤثر بر فقر انرژی

با توجه به لزوم حرکت اقتصاد به سمت اقتصاد دانش‌بنیان جهت دستیابی به رشد اقتصادی مستمر و پایدار برای کاهش انواع فقر، هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و سرمایه انسانی به‌عنوان دو مشخصه اقتصاد دانش‌بنیان بر فقر انرژی است که در ادامه تبیین و تشریح شده است:

الف- تأثیر فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی بر فقر انرژی

در دهه‌های اخیر، از فعالیت‌های تحقیق و توسعه در کنار سایر نهاده‌ها نظیر سرمایه و نیروی کار به‌عنوان یکی از منابع اصلی رشد تولید یاد شده است. در چارچوب اقتصاد دانش‌بنیان نیز فعالیت‌های تحقیق و توسعه علاوه بر نهاده تولید، یکی از سرمایه‌گذاری‌ها و منابع اصلی رشد اقتصادی است که در پایداری اقتصادهای امروزی سهم بسزایی می‌تواند داشته باشد (دقیقی اصلی و همکاران، ۱۳۹۲).

1. System Average Interruption Frequency Index

2. System Average Interruption Duration Index

زیرا، چگونگی به‌کارگیری عوامل و منابع رشد اقتصادی (کار، سرمایه و فناوری) در فرآیند توسعه مهم است و اقتصادهای توسعه‌یافته‌تر از طریق تغییرات فنی و افزایش کارایی سعی می‌کنند سطح کیفی منابع فیزیکی و انسانی خود را ارتقاء داده و شدت به‌کارگیری آنها را کاهش دهند. در این بین، مخارج تحقیق و توسعه داخلی با کمک به استفاده کارا تر از منابع فیزیکی و انسانی در کنار افزایش مهارت استفاده از فناوری، اصلاح روش‌های تولید و جذب فناوری پیشرفته خارجی، بستر افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید و تولید خوب به جای تولید بد را در بخش‌های مختلف اقتصادی فراهم می‌سازد و از مجرای رشد نوآوری، افزایش رقابت‌پذیری محصولات تولیدی و در نهایت رشد اقتصادی موجب افزایش درآمد سرانه و سطح برخورداری آحاد جامعه می‌گردد قدرت آنها در خرید منابع انرژی مورد نیاز افزایش داده و فقر انرژی را کاهش می‌دهد (شاه‌آبادی و امیری، ۱۳۹۳). ضمن این‌که مخارج تحقیق و توسعه داخلی با ارتقای کیفیت و بهره‌وری در بخش ساخت و بهره‌برداری از مستحقات انرژی، انتقال انرژی به بخش‌های تولیدی و خانوار را با هدررفت کمتر و ارزان قیمت‌تر فراهم می‌آورد و این با کاهش قیمت انرژی برای مصرف‌کننده نهایی و صرفه‌جویی در مصرف منابع انرژی، دسترسی عمومی به انرژی را به‌صورت آسان‌تر و کم هزینه‌تر ممکن می‌سازد و فقر انرژی را کاهش می‌دهد. در نهایت این که فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی، امکان برنامه‌ریزی صحیح برای تأمین انرژی مورد نیاز در مناطق مختلف یک کشور بر اساس مطالعات فنی، اقتصادی و زیست محیطی را فراهم نموده و با تنوع بخشی به حامل‌های انرژی مورد استفاده برای تولید حرارت، انجام کار، روشنایی در بخش‌های مختلف خانگی، صنعت، تجاری و عمومی سبب کاهش فقر انرژی می‌شود (گازوفسکا و همکاران^۱، ۲۰۲۱).

ب- تأثیر سرریز تحقیق و توسعه خارجی بر فقر انرژی

افزایش جمعیت و نگرانی درباره گسترش فقر انرژی، در کنار مسائل زیست محیطی و تغییرات آب و هوایی، جوامع را به سمت استفاده کارا تر از منابع انرژی‌های متعارف و همچنین انرژی‌های تجدیدپذیر سوق داده است (آمو و فاگبنلو^۲، ۲۰۱۳). از این‌رو در کشورهای توسعه‌یافته صنعتی همگام با پیشرفت فناوری، این مهم در دستور کار دولت‌ها و شرکت‌ها قرار گرفته و به پیشرفت‌هایی زیادی نیز در این زمینه نائل شده‌اند (سرمستی امامی، ۱۳۹۰). اما، در کشورهای درحال توسعه، سهم فعالیت‌های تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی اندک است و همواره بین آنها و کشورهای توسعه‌یافته شکاف قابل توجهی از نظر فناوری به‌عنوان ستاده فعالیت‌های تحقیق و توسعه وجود دارد (شاه‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۶). به‌همین دلیل، کشورهای درحال توسعه و حتی کشورهای توسعه‌یافته با انجام سرمایه‌گذاری مشترک، قراردادهای لیسانس، قراردادهای کلید در دست، قراردادهای بیع متقابل،

1. Guzowska et al
2. Amoo & Fagbenle

واردات محصولات با فناوری پیشرفته، استخدام نیروی کار بین‌المللی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای واسطه‌ای می‌توانند نسبت به جذب ایده‌ها و فناوری‌های جدید ناشی از تحقیق و توسعه خارجی در بخش تولید انرژی‌های اقدام کنند و با فراهم‌سازی انرژی پاک و مقرون به‌صرفه، فقر انرژی را کاهش دهند. به‌علاوه، سرریز تحقیق و توسعه خارجی با تقویت سیستم ابداع و نوآوری، عرضه محصولات و خدمات جدید و استفاده از شیوه‌های نوین تولید و توزیع از یک طرف به افزایش عرضه کل، رشد درآمد سرانه، کاهش تورم و کاهش بیکاری می‌انجامد. از سوی دیگر، امکان استفاده موثرتر از منابع انرژی و افزایش بهره‌وری در این بخش را فراهم می‌کند و برآیند این تأثیرات کاهش فقر انرژی در جامعه است (تینگ و همکاران، ۲۰۱۱).

ج- تأثیر سرمایه انسانی بر فقر انرژی

گسترش آموزش -مخصوصاً آموزش عالی- با ارتقای سطح مهارت افراد و تخصص‌تر نمودن نیروی کار سبب افزایش بهره‌وری و بازدهی آنها می‌شود و شرایط مناسب‌تری جهت استخدام در بنگاه‌های تولیدی و بخش دولتی پیش روی افراد قرار می‌دهد (مفته و همکاران، ۲۰۱۶). سپس، استخدام افراد تحصیل کرده و متخصص از مجرای کمک به رشد فناوری، تسهیل جذب فناوری و افزایش بهره‌وری نیروی کار و سرمایه موجب رشد اقتصادی بیشتر و انتقال منحنی عرضه کل به سمت پایین می‌شود. از این‌رو، افزایش تحصیلات، نه‌تنها به‌طور ذاتی ارزش دارد؛ بلکه به دلیل تأثیراتی که در تقویت بهره‌وری دارد، به بالا رفتن درآمد فرد و رهایی او از فقر انرژی کمک می‌کند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۲). ضمن این که بهبود آموزش و توسعه سرمایه انسانی از طریق تربیت نیروی انسانی متخصص و آموزش دیده جهت مدیریت و کار در شرکت‌های تولیدکننده انرژی و سازمان‌های متولی این امر می‌تواند به رشد بهره‌وری، تنوع‌بخشی و افزایش تولید انرژی در جامعه کمک نماید و فقر انرژی را کاهش دهد. درنهایت، افزایش سرمایه انسانی سبب ارتقاء آگاهی عمومی، تسهیل پذیرش اجتماعی کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر و تسریع در پیشبرد پروژه‌های این حوزه شده که در کاهش فقر انرژی بی‌تأثیر نخواهد بود (موسوی شفائی و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین، بحث را این‌گونه می‌توان جمع‌بندی کرد که سرمایه‌انسانی دو بعد جسمی (مادی) و فکری دارد. بعد مادی با سرمایه‌گذاری در تغذیه، بهداشت، درمان و ورزش ایجاد می‌شود و بعد فکری در اثر نهادینه شدن دانش به‌وسیله آموزش و یادگیری تجربی در انسان ایجاد خواهد شد. در این رویکرد، تأثیر سرمایه انسانی از بعد آموزش بر فقر انرژی از دو ناحیه قابل تصور است. نخست با فرض ثبات سایر شرایط، افزایش سرمایه انسانی، با افزایش بهره‌وری، توان تولید و درآمد افراد را افزایش داده و خرید انرژی را برای آنها تسهیل می‌کند و فقر انرژی را کاهش می‌دهد. دیگر این‌که افزایش سرمایه انسانی از ناحیه آموزش، از طریق تسهیل

فرایند جذب دانش و فناوری داخلی و خارجی سبب تنوع‌بخشی به سبد سوخت مصرفی و کاهش فقر انرژی می‌شود.

۲-۱-۱-۳- سایر عوامل موثر بر فقر انرژی

کیفیت حکمرانی: به فرایند قانون‌گذاری، اجرای قوانین، ارزیابی، نظارت و کاربست بازخوردها با اعمال قدرت مشروع به‌منظور دستیابی به هدف مشترک برای همه کنش‌گران و ذینفعان در چارچوب ارزش‌ها و هنجارها در یک سازمان یا کشور حکمرانی گویند که با توجه به نحوه میدان دادن به نظام ارزشی ذینفعان، حکمرانی مدل‌های مختلفی دارد که حکمرانی خوب از آن جمله است که توسط سازمان‌های بین‌المللی از اواخر دهه ۱۹۸۰ وارد ادبیات توسعه شده و بر اساس معیارهای خاص، حکمرانی را حاصل تعامل و ارتباط متقابل دولت و کنشگران جامعه مدنی (سازمان‌های غیردولتی، بخش خصوصی، گروه‌های ذی‌نفوذ و رسانه‌ها) جهت نیل به توسعه در هر کشوری می‌داند. معیارهای حکمرانی خوب نیز از نظر این سازمان‌ها شامل مشارکت، حاکمیت قانون، شفافیت، پاسخ‌گویی، وفاق عمومی، حقوق مساوی، اثربخشی و کارایی و مسئولیت‌پذیری است. درباره تأثیر حکمرانی خوب بر فقر انرژی می‌توان گفت تحقق حکمرانی خوب از طریق طراحی الگوی بهینه تخصیص و اتخاذ سیاست‌های بازتوزیعی مناسب موجب انتقال کارای سرریزهای رشد به اقشار آسیب‌پذیر و مناطق کمتر توسعه‌یافته می‌شود و از مجرای توزیع متعادل‌تر درآمد، فرصت‌ها و منابع (از جمله منابع انرژی)، دسترسی آحاد جامعه به منابع انرژی پاک و مقرون به صرفه را تسریع و تسهیل نموده و فقر انرژی را کاهش می‌دهد (جیندرا و واز، ۲۰۱۹).

شدت سرمایه‌آ: برای ارزیابی موفقیت اقتصادی دو روش رشد و بازده تولید وجود دارد که دومی اغلب صحیح‌تر است. زیرا بازده تولید این امکان را می‌دهد که هزینه‌های رشد اقتصادی تخمین زده شود. در این بین، شدت سرمایه یکی از شاخص‌های بازده تولید است که در دوران رونق صنعتی ظاهر شد و به‌طور خلاصه توضیح می‌دهد که تولید سرمایه‌بر یا کاربر است. به عبارتی، شدت سرمایه نسبت موجودی سرمایه فیزیکی به نیروی کار است و افزایش آن، به معنی استفاده از فناوری سرمایه‌بر و جدیدتر است. بنابراین، با حذف بعضی مشاغل و ایجاد مشاغل جدید به‌ویژه مشاغل مبتنی بر فناوری، حذف یا کاهش مشاغل سخت و ایجاد مشاغل آسان، افزایش مشاغل در بخش‌های اطلاعات و خدمات و کاهش در بخش تولید، ناپایدار شدن مشاغل و تغییرات سریع آنها همراه است و می‌تواند بر بازار نیروی کار، نرخ بیکاری و در نهایت فقر انرژی اثرات متفاوت و متضادی بگذارد (ماتیوزویسیوته و همکاران، ۲۰۱۷). زیرا از یک‌سو، افزایش شدت سرمایه از مجرای رشد بهره‌وری نیروی کار و افزایش

1. Jindra & Vaz
2. Capital Intensity
3. Matuzeviciute et al

بهره‌وری کل عوامل تولید سبب رشد درآمد سرانه و افزایش توانایی خرید حامل‌های انرژی در جامعه شده و فقر انرژی را کاهش می‌دهد. همچنین، افزایش شدت سرمایه و کاربرد فناوری‌های جدید و دوستدار محیط زیست از مجرای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در بخش‌های تولیدی، دسترسی خانوار به انرژی پاک و مقرون به صرفه را تسهیل نموده و فقر انرژی را کاهش می‌دهد. یا این که افزایش شدت سرمایه با کاهش هزینه‌های تولید و انتقال منحنی عرضه کل به سمت پایین از مجرای کاهش قیمت‌ها به‌طور عام و قیمت حامل‌های انرژی به‌طور خاص سبب کاهش فقر انرژی می‌شود. از سویی، افزایش شدت سرمایه با حذف برخی مشاغل مبتنی بر استفاده از نیروی کار ساده و غیرماهر می‌تواند استطاعت افراد بیکار شده در دسترسی به انرژی پاک را کاهش داده و فقر انرژی را افزایش دهد.

۲-۲- پیشینه تجربی

امروزه فقر انرژی به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده رشد اقتصادی و شاخص سنجش میزان دستیابی نظام‌های سیاسی به آرمان‌ها و اهداف مدنظر از اهمیت بالایی در کشورهای مختلف برخوردار است. لذا مطالعات متعددی درباره سنجش فقر انرژی و شناسایی عوامل مؤثر بر آن انجام شده است. ولی تاکنون درباره تأثیر انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر فقر انرژی مطالعه جامعی در داخل و خارج از کشور انجام نشده است. با این توضیح، برخی از مهم‌ترین تحقیقات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع فقر انرژی در ادامه مرور می‌گردد.

خان و قاردالو^۱ (۲۰۲۳) به بررسی رابطه فقر انرژی و سرمایه انسانی در ۱۰۸ اقتصاد در حال توسعه طی دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۹ پرداخته‌اند. نتایج وجود یک رابطه مثبت بین آموزش و دسترسی به برق در اقتصادهای مورد مطالعه را تأیید نمود. علاوه بر این، تأثیر توسعه مالی و درآمد بر کاهش فقر انرژی تأیید شد که پیامدهای سیاستی مهمی برای کشورهای در حال توسعه دارد.

یولاه و همکاران^۲ (۲۰۲۱) برای اولین بار با استفاده از داده‌های سطح کلان به اندازه‌گیری فقر انرژی در پاکستان پرداخته و تأثیر آن بر رشد اقتصادی این کشور را طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ بررسی کرده‌اند. برای این منظور، از چهار بعد خدمات انرژی، انرژی پاک، حکمرانی انرژی و مقرون به صرفه بودن انرژی برای محاسبه فقر انرژی استفاده شد. نتایج نشان داد اگرچه فقر انرژی به‌طور کلی در طول دوره انتخابی در پاکستان کاهش یافته است. اما وابستگی به عرضه انرژی آلوده برای رفع نیازهای فزاینده انرژی افزایش یافته است. در مرحله بعد، این نظریه رشد نئوکلاسیک که فقر انرژی و سرمایه انسانی عامل تعیین‌کننده رشد اقتصادی هستند مورد آزمون قرار گرفت که نتایج نشان داد فقر انرژی و رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت ارتباط منفی و معناداری دارند و این مکمل ادبیات در این زمینه است.

1. Khan & Ghardallou

2. Ullah et al

رافی و همکاران^۱ (۲۰۲۱) با استفاده از داده‌های سطح خانوار، فقر انرژی چندبعدی در هند را اندازه‌گیری و تأثیر آن بر توسعه سرمایه انسانی را بررسی کرده‌اند. با این توضیح که در محاسبه فقر انرژی هم کمیت (محرومیت از انرژی) و هم کیفیت (دسترسی و مقرون به صرفه بودن طیف وسیعی از اشکال انرژی) در نظر گرفته شد. در نهایت نتایج نشان داد فقر انرژی بر سلامت و پیشرفت تحصیلی کودکان به عنوان شاخص‌های منتخب توسعه انسانی تأثیر منفی و معناداری دارد.

پیووار^۲ (۲۰۲۱) نقش نهادهای مشورتی در مقابله با فقر انرژی در مناطق روستایی لهستان را ارزیابی کرده‌اند. نتایج نشان داد موضوع فقر انرژی به ندرت به‌عنوان بخشی از دوره‌های آموزشی در موسسات مشاوره‌ای مطرح می‌شود. به‌ویژه در بحث صرفه‌جویی مصرف برق در بخش خانوار/کشاورزی، نظارت و تجزیه و تحلیل مصرف انرژی و انتخاب دستگاه‌های فنی از نظر بهره‌وری انرژی در حاشیه قرار دارد. همچنین، کارشناسان مشارکت در تأمین مالی فعالیت‌ها، بهره‌وری انرژی را راهکار ترجیحی برای مبارزه با فقر انرژی در بخش کشاورزی در مناطق روستایی عنوان کرده‌اند.

کارپینسکا و اسمچ^۳ (۲۰۲۱) پویایی فقر انرژی در ۱۷ کشور اروپایی بر اساس داده‌های طولی خانوار حاصل از نظرسنجی اتحادیه اروپا درباره درآمد و شرایط زندگی در دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۱۵ مورد بررسی قرار داده‌اند. این مطالعه به دنبال دستیابی به دو هدف بود. نخست، بررسی شانس خانوارها در خروج از فقر انرژی در هر کشور که نتایج نشان داد احتمال ماندن در فقر انرژی در اتحادیه اروپا به طور متوسط ۵۱/۵ درصد است و ناهمگونی زیادی در این زمینه بین کشورها وجود دارد. به‌گونه‌ای که خانوارهای بلغارستانی، یونانی، رومانی و لیتوانی بیشتر به تله فقر انرژی نزدیک هستند. هدف دوم، شناسایی عوامل موثر بر کاهش مصرف انرژی خانوارها جهت رهایی از فقر انرژی بود که نتایج نشان داد عوامل جمعیت‌شناختی، فنی و اقتصادی-اجتماعی محرک‌های فرار از فقر انرژی هستند.

کارپینسکا و اسمچ (۲۰۲۱) مشخصات خانوارهای دچار فقر انرژی در لهستان را طی دوره ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷ تعیین و عوامل موثر بر رهایی از آن را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد فقر انرژی در لهستان گذرا است. به‌علاوه، کاهش فقر انرژی باید در چارچوب سیاست‌نوسازی، اشتغال‌زایی و کمک‌های اجتماعی دنبال شود.

دریسچر و جانسن^۴ (۲۰۲۱) عوامل موثر بر پایداری و پویایی فقر انرژی را در آلمان بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد در حالی که خانوارهایی که از نظر انرژی بر اساس یک شاخص مبتنی بر هزینه در یک دوره فقیر هستند، ۱۹/۸ درصد احتمال دارد که در دوره بعدی از لحاظ انرژی فقیر باشند، اما تداوم فقر انرژی خوداظهاری به میزان معناداری کمتر است. در مرحله بعد، از یک تابع شناسایی و

1. Rafi et al

2. Piwowar

3. Karpinska & Śmiech

4. Drescher & Janzen

رگرسیون لجستیک چند جمله‌ای برای تمایز بین فقر انرژی مزمن و گذرا استفاده شد که یافته‌ها نشان داد فقر انرژی بیشتر حالت گذرا دارد. تفاوت بین عوامل تعیین‌کننده وضعیت فقر انرژی نیز عمدتاً به ترکیب خانوارها، تراکم جمعیت، وضعیت نیروی کار، معیارهای بهره‌وری انرژی به ویژه سیستم گرمایش برمی‌گردد.

مندوزا و همکاران^۱ (۲۰۱۹) بروز و شدت فقر انرژی در ۱۷ منطقه و ۸۱ استان فیلیپین را با استفاده از یک شاخص ترکیبی برای مقطع زمانی ۲-۱۶-۲۰۱۱ اندازه‌گیری کرده‌اند. نتایج نشان داد فقر انرژی چندبعدی در دوره مورد بررسی کاهش یافته و در بین هفت شاخص، بیشترین محرومیت خانوارها در تمام مناطق مربوط به شاخص دسترسی مداوم به وسایل ارتباطی و آموزشی با ۹۰/۴ درصد بوده است. به علاوه، فقر انرژی چندبعدی و بروز فقر با درآمد ارتباط معناداری دارد و افزایش فقر به محرومیت بیشتر خانواده می‌انجامد.

فومین و کیمورا^۲ (۲۰۱۹) میزان فقر انرژی در کامبوج را برای سال ۲۰۱۵ اندازه‌گیری و تأثیر بالقوه آن بر رفاه اجتماعی را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد فقر انرژی خانوار با نوع سوخت مصرفی و مصرف کم انرژی پاک غیرقابل کنترل از طرف خانوار ارتباط دارد. به علاوه، فقر انرژی بر رفاه خانوار تأثیر معناداری دارد. از جمله این که در خانوارهای دچار فقر انرژی احتمال ابتلا به مشکلات تنفسی، هزینه بالای مراقبت‌های پزشکی و ترک تحصیل بیشتر است و فرصت‌های درآمدی کمتر است.

بریدج^۳ (۲۰۱۷) به بررسی تأثیرات فردی و خانوادگی فقر انرژی بر توسعه انسانی در خانوارهای روستایی نیکاراگوئه در دوره زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۵ پرداخته و نتیجه گرفته است که دسترسی به برق بر آموزش تأثیر مثبت و معناداری دارد. اما، بر سلامت تأثیری ندارد. همچنین، دسترسی به برق بر درآمد حاصل از کشاورزی در نیکاراگوئه تأثیر مثبت و معناداری دارد.

همچنین، اروکیزا و همکاران^۴ (۲۰۱۹)، بناتس و همکاران^۵ (۲۰۱۹)، تینتاسیس و همکاران^۶ (۲۰۱۹) و بسیاری از مطالعات دیگر به مرور ادبیات و رویکردهای مختلف مرتبط با فقر انرژی پرداخته و شاخص‌های فقر انرژی را در کشورهای مختلف اندازه‌گیری کرده‌اند.

از مطالعات داخلی نیز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

هاشمی و همکاران (۱۴۰۲) آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت مصرف انرژی در بخش صنعت بر نابرابری را در ایران طی سال‌های ۱۳۶۱ تا ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج به دست آمده نشان داد که در بلندمدت مصرف فراورده‌های نفتی، گاز طبیعی، سوخت‌های جامد در بخش صنعت تأثیر منفی معنادار

-
1. Mendoza et al
 2. Phoumin & Kimura
 3. Bridge
 4. Urquiza et al
 5. Bonatz et al
 6. Ntaintasis et al

و مصرف برق در بخش صنعت تأثیر مثبت و معناداری در ضریب جینی دارد. در بلندمدت مصرف سوخت‌های جامد و برق در بخش صنعت تأثیر منفی و معناداری در شاخص سهم ۱۰٪ ثروتمندترین به ۱۰٪ فقیرترین دارد. همچنین در بلندمدت تأثیر مصرف فراورده‌های نفتی و برق تأثیر مثبت معناداری در متوسط درآمد شهری روستایی داشته است.

صادقی‌حسنوند و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی اثرات افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر شاخص‌های رفاه، فقر و توزیع درآمد خانوار شهری و نیز ارتباط این شاخص‌ها با هم طی دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۶۷ پرداخته‌اند. نتایج نشان داد تغییرات جبرانی در دوره زمانی مورد مطالعه مثبت بوده است. یعنی افزایش قیمت موجب کاهش رفاه خانوارها شده است. زیان‌های رفاهی محاسبه شده با سهم حامل‌ها در بودجه خانوار، کشش و نوسانات قیمت مرتبط است. نتایج محاسبه خط فقر نیز نشان داد؛ خط فقر در دوره مورد بررسی همواره افزایشی بوده است. وضعیت شاخص شکاف نسبی فقر و توزیع درآمد بعد تعدیل قیمت نسبت به دوره قبل از آن بهتر شده است. بررسی رابطه شاخص رفاهی با شاخص شکاف فقر و شاخص توزیع در یک مدل حد آستانه نشان داد؛ قبل از تعدیل قیمت با افزایش شاخص شکاف نسبی فقر و شاخص توزیع درآمد، زیان رفاهی افزایش می‌یابد؛ اما بعد از تعدیل قیمت رابطه منفی شده و این می‌تواند بیانگر آن باشد که کاهش شاخص‌های نابرابری لزوماً به معنای بهبود وضعیت اقتصادی جامعه نیست.

آقایی و رضاقلی‌زاده (۱۳۹۷) با استفاده از داده‌های سالانه دوره زمانی ۱۳۶۳ تا ۱۳۸۹ به بررسی تأثیر مصرف حامل‌های مختلف انرژی بر پدیده فقر در ایران پرداخته‌اند. نتایج نشان داد حامل‌های مختلف انرژی بر نابرابری تأثیر متفاوتی دارند، به طوری که در دوره مورد مطالعه، مصرف بنزین باعث افزایش نابرابری و مصرف گاز طبیعی و برق موجب کاهش نابرابری شده است. تأثیر حامل‌های نفت کوره، نفت سفید و گازوئیل بر نابرابری نیز با توجه به شاخص‌های نابرابری متفاوت است. از سوی دیگر، تأثیر مصرف حامل‌های مختلف انرژی بر کاهش فقر در ایران طی دوره مورد بررسی مثبت بوده است. البته، مصرف گاز طبیعی و برق بیشترین تأثیر را در کاهش فقر داشته‌اند. بنابراین، تأثیر مستقیم مصرف حامل‌های انرژی بر فقر تأیید و تأثیر غیرمستقیم تمام حامل‌های انرژی بر فقر از طریق کاهش نابرابری تأیید نشد. اما با توجه به تأثیر مثبت مصرف تمام حامل‌های انرژی بر رشد اقتصادی، تأثیر غیرمستقیم آنها بر کاهش فقر از طریق افزایش رشد اقتصادی تأیید شد.

آقایی و رضاقلی‌زاده (۱۳۹۵) تأثیر مستقیم و غیرمستقیم مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران شامل صنعت، کشاورزی و خدمات بر فقر و نابرابری را طی دوره زمانی ۱۳۶۳ تا ۱۳۸۹ مورد بررسی قرار داده‌اند. یافته‌ها نشان داد مصرف انرژی در بخش خدمات به طور مستقیم بر فقر تأثیر دارد و آن را کاهش داده است. اما، تأثیر غیرمستقیم مصرف انرژی بر کاهش فقر از طریق کاهش نابرابری در بخش خدمات مورد تأیید قرار نگرفت. از سوی دیگر، مصرف انرژی بخش‌های صنعت و کشاورزی تنها به صورت غیرمستقیم (از طریق کاهش نابرابری) به کاهش فقر منجر شده است.

همچنین، مصرف انرژی در هر سه بخش صنعت، کشاورزی و خدمات از طریق تأثیر مثبت و معنی‌دار بر رشد اقتصادی، به‌طور غیرمستقیم سبب کاهش فقر شده است. بررسی تحقیقات پیشین نشان می‌دهد تعیین عوامل موثر بر فقر انرژی در داخل کشور مسبوق به سابقه نیست و مطالعات انجام شده بیشتر به محاسبه فقر انرژی و تأثیر مصرف انرژی و قیمت حامل‌های انرژی بر فقر و توسعه انسانی پرداخته‌اند. در خارج از کشور نیز اغلب مطالعات انجام شده به اندازه‌گیری شاخص فقر انرژی چندبعدی و تأثیر آن بر رشد اقتصادی و سرمایه انسانی در سطح کلان و درآمد و رفاه خانوار در سطح خرد پرداخته‌اند. در معدود مطالعات خارجی انجام شده با محوریت شناسایی تعیین‌کننده‌های فقر انرژی نیز از نقش نهادهای مشورتی، تراکم جمعیت، وضعیت نیروی کار و بهره‌وری انرژی به‌عنوان عوامل موثر بر فقر انرژی یاد شده و صرفاً در مطالعه کارپینسکا و اسمچ (۲۰۲۱) به‌صورت کلی به نقش عوامل جمعیت‌شناختی، فنی و اقتصادی-اجتماعی به‌عنوان محرک‌های فرار از فقر انرژی اشاره شده است. اما از تأثیر متغیرهای مستقل تحقیق حاضر یعنی تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و سرمایه انسانی بر فقر انرژی سخنی به میان نیآورده است. این در صورتی است که تبیین چرایی و چگونگی فقر انرژی با هدف ارائه راهکار جهت مقابله با آن بالاخص در کشورهای درحال توسعه ایجاب می‌کند نقش تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و سرمایه انسانی به‌عنوان سرمنشأ خلق دانش، انجام نوآوری و ابداع فناوری که ساختار حاکم بر اقتصاد-بالاخص بخش انرژی- را در دهه‌های اخیر دگرگون ساخته‌اند بر فقر انرژی در دو گروه از کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته با شرایط متفاوت به لحاظ میزان فقر انرژی و سطح فعالیت‌های تحقیق و توسعه و سرمایه انسانی بررسی و تعیین شود.

۳- روش پژوهش

این تحقیق از تحلیل رگرسیون چندمتغیره برای بررسی تأثیر تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی بر فقر انرژی در کشورهای منتخب طی دوره ۲۰۲۱-۲۰۰۲ استفاده شده است. جامعه آماری تحقیق شامل ۵۰ کشور برتر تولیدکننده علم در جهان مبتنی بر گزارش سال ۲۰۲۱ نظام رتبه‌بندی سایماگو^۱ منتشره توسط دانشگاه گرانادا اسپانیا است که از بین آنها، کشورهای تایوان، ترکیه و هنگ کنگ به علت نبود برخی از داده‌های آماری به‌صورت سیستماتیک حذف و ۴۶ کشور باقیمانده در دو گروه کشورهای واقع در سطح توسعه ماقبل نوآورمحوری^۲ و

1. SCImago

۲. آرژانتین، آفریقای جنوبی، اسلواکی، اندونزی، اوکراین، ایران، برزیل، پاکستان، تایلند، چین، روسیه، رومانی، شیلی، عربستان سعودی، کرواسی، کلمبیا، لهستان، مالزی، مجارستان، مصر، مکزیک و هند

کشورهای واقع در سطح توسعه نوآور محوری^۱ دسته‌بندی شده‌اند. ملاک تعیین سطح توسعه کشورها نیز گزارش سال ۲۰۱۹-۲۰۲۰ رقابت‌پذیری جهانی^۲ بود که کشورها را با استفاده از دو معیار تولید ناخالص داخلی سرانه و وابستگی به منابع طبیعی و معدنی؛ در سه سطح اصلی توسعه عامل محور^۳، کارایی محور^۴، نوآور محور^۵ دسته‌بندی نموده است.

مدل این تحقیق نیز از نوع داده‌های تابلویی پویاست که وقفه متغیر وابسته (فقر انرژی)، به صورت متغیر مستقل در طرف راست ظاهر می‌شود تا به درک بهتر محقق از روابط بین متغیرها کمک کند. زیرا، بسیاری از روابط اقتصادی به طور طبیعی پویا هستند. به طور مشخص، فقر انرژی یک کشور در دوره جاری قابل تسری به دوره بعد نیز هست که به معنای پویایی فرایند فقر انرژی در طول زمان است. اما، در مدل تابلویی پویا به واسطه اضافه شدن متغیر وابسته باوقفه، امکان استفاده از روش‌های تخمین معمولی مانند حداقل مربعات معمولی^۶، حداقل مربعات متغیر مجازی^۷ و حداقل مربعات تعمیم‌یافته^۸ وجود ندارد. چون، جزء اخلاص با متغیر وابسته با وقفه همبستگی پیدا می‌کند و نتایج تخمین دچار تورش می‌شود. بنابراین، آرانو و باند^۹ (۱۹۹۱) تخمین زنده‌ای با عنوان گشتاورهای تعمیم‌یافته^{۱۰} پیشنهاد دادند که ضمن رفع مشکل همبستگی متغیر مستقل با جزء اخلاص، درون‌زایی متغیرها و ناهمسانی واریانس مدل را نیز رفع می‌کند. این تخمین‌زن در هر دو حالت اثرات ثابت و تصادفی کارایی دارد و به آزمون هاسمن نیاز ندارد، زیرا، در مدل‌های تابلویی پویا بین جز اخلاص و متغیرهای توضیحی ارتباط وجود دارد. به علاوه، این روش اغلب هنگامی به کار می‌رود که تعداد متغیرهای برش مقطعی (N) بیشتر از تعداد زمان و سال‌ها (T) باشد (N>T) که در مقاله حاضر این‌گونه است و تعداد کشورها (۲۵ و ۲۲) از تعداد سال‌ها (۲۰) بیشتر است. همچنین، کلیه متغیرها به صورت لگاریمی لحاظ شده‌اند تا تفسیر ضرایب به آسانی صورت پذیرد. زیرا، فرم لگاریمی نشان-دهنده درصد تغییر در متغیر وابسته به ازای درصد تغییر در متغیر توضیحی است. با این توضیحات، با الهام از مطالعات دریسچر و جانسن (۲۰۲۱)، کارپینسکا و اسمج (۲۰۲۱) مدل تحقیق به شرح رابطه زیر برای کشور t در زمان t برآورد می‌شود:

۱. آلمان، آمریکا، اتریش، اسپانیا، استرالیا، انگلستان، ایرلند، ایتالیا، بلژیک، پرتغال، جمهوری چک، دانمارک، ژاپن، سنگاپور، سوئد، سوئیس، فرانسه، فنلاند، کانادا، کره جنوبی، نروژ، نیوزیلند، هلند و یونان

2. Global Competitiveness Index
3. Factor-Driven Stage
4. Efficiency Driven- Stage
5. Innovation -Driven Stage
6. Ordinary Least Squares
7. Last Squares Dummy Variable
8. Generalized least squares
9. Arellano & Bond
10. Generalized Method of Moments

$$\ln(\text{CEPI}_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{CEPI}_{it-1}) + \beta_2 \ln(\text{IRD}_{it}) + \beta_3 \ln(\text{FRD}_{it}) + \beta_4 \ln(\text{HC}_{it}) + \beta_5 \ln(\text{GG}_{it}) + \beta_6 \ln(\text{EI}_{it}) + U_{it} \quad (1)$$

در رابطه بالا، اندیس t معرف زمان است.

اندیس i معرف کشورهای منتخب است.

عبارت \ln پیش از علامت اختصاری متغیرها نشانه استفاده از لگاریتم طبیعی آنها است.

β_0 نماد عرض از مبدأهای ویژه هر مقطع است.

U_{it} جمله خطا است.

CEPI_{it}^1 شاخص فقر انرژی کشور i در سال t و متغیر وابسته مدل است. منظور از فقر انرژی نیز فقدان انتخاب‌های کافی در دسترسی به خدمات انرژی کافی، مقرون به صرفه، قابل اعتماد، با کیفیت عالی، ایمن و سازگار با محیط زیست برای حمایت از توسعه اقتصادی و انسانی فقر انرژی است (بانک توسعه آسیایی^۲، ۲۰۱۷) که برای اندازه‌گیری آن به صورت زیر عمل شده است:

$$\text{WAEPI}_{X,\text{year}} = \sum (W_1 * \text{Access to electricity}_n + W_2 * \text{Access to clean fuels}_n + W_3 * \text{TFEC}_{\text{pcn}} + W_4 * \text{TPES}_{\text{pcn}}) \quad (2)$$

در رابطه بالا: WAEPI^3 شاخص فقر انرژی است که میانگینی موزون از چهار شاخص دسترسی به الکتریسته، دسترسی به سوخت پاک، TFEC^4 سرانه کل مصرف نهایی انرژی، TPES^5 سرانه کل عرضه اولیه انرژی است. بنابراین داریم:

$$\sum_{i=1}^4 W_i = 1$$

$$\text{CEPI for a country} = 100 - \text{WAEPI} \quad (3)$$

در رابطه بالا: CEPI^6 شاخص فقر انرژی چندبعدی، X کشور و n متغیر نرمال شده است (خانا و همکاران^۷، ۲۰۱۹).

CEPI_{it-1} شاخص فقر انرژی کشور i در یک سال قبل از t است (متغیر وابسته باوقفه) است که به‌عنوان متغیر توضیحی در سمت راست معادله ظاهر شده است.

-
1. Composite Energy Poverty Index
 2. Asian Development Bank
 3. Weighted Average of the four Energy Poverty Indicators
 4. Total Final Energy Consumption Per Capita
 5. Total Primary Energy Supply Per Capita
 6. Composite Energy Poverty Index
 7. Khanna et al

IRDit¹، FRDit² و HCit³ به ترتیب انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرریز تحقیق و توسعه خارجی و سرمایه انسانی کشور i در سال t و متغیرهای توضیحی تحقیق هستند که برابر سازوکار تشریح شده در قسمت مبانی نظری، انتظار می‌رود بر فقر انرژی تأثیر منفی داشته باشند.

IRDit⁴ انباشت تحقیق و توسعه داخلی کشور i در سال t و یکی از متغیرهای توضیحی تحقیق است که برابر سازوکار تشریح شده در قسمت مبانی نظری انتظار می‌رود بر فقر انرژی تأثیر منفی داشته باشد. با این توضیح که تحقیق و توسعه داخلی، حاصل عملکرد دانشگاه‌ها و مؤسسات داخلی فعال در زمینه تحقیق و توسعه است که به منظور تولید کالاها و خدمات جدید در اختیار مؤسسات و بنگاه‌های تولیدی قرار می‌گیرد. البته در این تحقیق از داده‌های انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی به‌عنوان مفهوم عملیاتی این متغیر در مدل استفاده شده که طبق فرمول گرلیچز⁵ (۱۹۸۸) به صورت زیر محاسبه شده است:

$$S_0^d = \frac{R\&D_0}{(g + \delta)} \quad (۴)$$

که در آن $R\&D$ بیانگر هزینه تحقیق و توسعه، δ بیانگر نرخ استهلاک که به پیروی از کو و همکاران^۶ (۱۹۹۵) ۵ درصد در نظر گرفته شده است، g بیانگر لگاریتم متوسط رشد سالانه مخارج تحقیق و توسعه، برای سال مورد بررسی است:

$$g = \frac{\log\left(\frac{R\&D_{t=n}}{R\&D_{t=1}}\right)}{n} \quad (۵)$$

که در آن $R\&D$ میزان سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه و مقادیر عددی ۱ و n به ترتیب نشانگر سال پایه و آخرین سالی است که آمار مربوط برای هر کشور قابل دسترسی است. مقدار انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی در هر سال از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$S_t^d = (1 - \sigma)S_{t-1}^d + R\&D_t \quad (۶)$$

همچنین موجودی سرمایه اولین سال دوره نیز با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$R\&D_0 = \frac{R\&D_{t-1}}{g+\delta} \quad (۷)$$

در رابطه بالا، g متوسط نرخ رشد سرمایه‌گذاری طی دوره مورد نظر است.

FRDit⁷ سرریز تحقیق و توسعه خارجی کشور i در سال t و یکی دیگر از متغیرهای توضیحی تحقیق است که برابر سازوکار تشریح شده در قسمت مبانی نظری انتظار می‌رود بر فقر انرژی تأثیر منفی

-
1. domestic Research and Development
 2. Foreign Research and Development
 3. Human Capital
 4. Domestic Research and Development
 5. Griliches
 6. Coe et al
 7. Foreign Research and Development

داشته باشد. با این توضیح سرریز تحقیق و توسعه خارجی حاصل عملکرد دانشگاه‌ها و مؤسسات خارجی فعال در زمینه تحقیق و توسعه است که از کانال واردات کالاهای واسطه‌ای، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مهاجرت معکوس نخبگان در اختیار مؤسسات و بنگاه‌های تولیدی دیگر کشورها قرار می‌گیرد. البته در این تحقیق با توجه به این‌که بیشتر تحقیق و توسعه خارجی -مخصوصاً در کشورهای در حال توسعه- از طریق واردات کالا و نهاده‌های واسطه‌ای و سرمایه‌ای از شرکای تجاری به داخل کشور سرریز می‌شود، از رابطه کو و هلپمن^۱ (۱۹۹۵) به شرح زیر برای محاسبه انباشت سرریز سرمایه تحقیق و توسعه خارجی استفاده شده است:

$$S_i^f = \sum_{j=1}^{j=51} \frac{m_{ij}}{m_i} \cdot S_j^d \quad (۸)$$

که در آن m_{ij} بیانگر جریان واردات کالای کشور i از شریک تجاری j و توسعه‌یافته m_i کل واردات کشور i از شرکا تجاری توسعه‌یافته مورد مطالعه $m_i = \sum_{i,j} m_{ij}$ است. در نهایت، S_j^d انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی هر یک از شرکا تجاری توسعه یافته است.

HCit^۲ سرمایه انسانی کشور i در سال t و سومین متغیر توضیحی تحقیق است که برابر سازوکار تشریح شده در قسمت مبانی نظری انتظار می‌رود بر فقر انرژی تأثیر منفی داشته باشد. با این توضیح که مفهوم سرمایه انسانی بیان می‌کند خصوصیات کیفی انسان نوعی سرمایه محسوب شده و مکمل سرمایه فیزیکی است. زیرا، به دلیل پیچیده‌تر شدن فرآیند تولید کالاها و خدمات در جهان، وجود نیروی کار غیرماهر دیگر مزیت به شمار نمی‌آید و کشورهایی موفق خواهند بود که از نیروی کار آموزش‌دیده برخوردار باشند. زیرا، نیروی کار آموزش‌دیده با انجام حجم بیشتری از کار در واحد زمان، علاوه بر بهره‌وری بالای خود موجب کارایی بیشتر گروه نیز می‌شود. همچنین، افراد تحصیل‌کرده، بهره‌وری نهایی سرمایه، تجهیزات و تأسیسات تولیدی را نیز افزایش می‌دهند و قادرند در شرایط مساوی اختراع، اکتشاف و نوآوری بیشتری انجام دهند. مضافاً سرمایه انسانی می‌تواند قانون بازده نزولی تولید را به تعویق اندازد و با تخصیص بهینه منابع کمیاب موجب بازده صعودی نسبت به مقیاس شود. در این پژوهش از متوسط کل سال‌های تحصیل ۳ در افراد بالای ۲۵ سال مستخرج از داده‌های بارو و لی^۴ به‌عنوان جایگزین شاخص سرمایه انسانی در مدل استفاده نموده است. همچنین، به‌منظور تقویت قدرت توضیح‌دهندگی تغییر رفتار متغیر وابسته توسط مدل و رعایت اصل عدم همخطی بین متغیرهای توضیحی، برخی از مهم‌ترین عوامل موثر بر فقر انرژی با توجه به مبانی نظری تحقیق و به پیروی از مطالعات تجربی، به شرح زیر در مدل تحقیق لحاظ شده‌اند.

-
1. Coe & Helpman
 2. Human Capital
 3. Avg. Years of Total Schooling (% of population aged 25 and over)
 4. <http://www.barrolee.com>

GGit¹ حکمرانی خوب کشور i در سال t است که به پیروی کارپینسکا و اسمچ (۲۰۲۱) و جیندرا و واز (۲۰۱۹) در مدل تحقیق لحاظ شده و برابر سازوکار بیان شده در قسمت مبانی نظری انتظار می‌رود بر فقر انرژی تأثیر منفی داشته باشد.

Elit² شدت انرژی کشور i در سال t است که به پیروی از کارپینسکا و اسمچ (۲۰۲۱) و دریسچر و جانسن (۲۰۲۱) در مدل تحقیق منظور شده و برابر سازوکار بیان شده در قسمت مبانی نظری می‌تواند بر فقر انرژی تأثیر منفی یا مثبت داشته باشد. مراجع آماری متغیرهای تحقیق نیز به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱: پایگاه آماری متغیرهای پژوهش

نام متغیر	شاخص جایگزین	نام پایگاه آماری	آدرس پایگاه آماری
فقر انرژی	میانگین موزون محرومیت از چهار شاخص الکتریسته، سوخت پاک، سرانه کل مصرف نهایی انرژی و سرانه کل عرضه نهایی انرژی	بانک جهانی	www.worldbank.org
تحقیق و توسعه داخلی	انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی	بانک جهانی	www.worldbank.org
سرریز تحقیق و توسعه خارجی	سرریز فناوری از طریق واردات کالاهای واسطه‌ای	بانک جهانی	www.worldbank.org
سرمایه انسانی	متوسط سال‌های تحصیل در افراد بالای ۲۵ سال	مجموعه داده های بار و لی	http://www.barrolee.com
حکمرانی خوب	میانگین حسابی شاخص حکمرانی خوب	بانک جهانی	https://databank.worldbank.org/source/worldwide-governance-indicators
شدت سرمایه	انباشت سرمایه فیزیکی به اشتغال افراد بالای ۱۵ سال	بانک جهانی	www.worldbank.org

۴- یافته‌ها

۴-۱- آمار توصیفی متغیرها

تجزیه و تحلیل داده‌ها، فرآیندی است که طی آن، داده‌ها جمع‌آوری، تلخیص، طبقه‌بندی و پردازش می‌شود تا به صورت اطلاعاتی روشن، خوانا، مستدل و تفسیرپذیر درآیند و برای آزمون فرضیه‌های

1. Good Governance
2. Energy Intensity

آماري مورد استفاده قرار گيرند تا در نهايت به كشف روابط موجود در پديده‌هاي مورد بررسي بيانجامد. از اين‌رو، تجزيه و تحليل داده‌هاي آماري جمع‌آوري شده از نمونه‌هاي تحقيق، مرحله مهمي از فرايند تحقيق است كه به دو صورت توصيفي و استنباطي انجام مي‌شود.

در بخش آمار توصيفي، شاخص‌هاي مركزي از جمله ميانگين، ميانه و شاخص پراكنندگي انحراف معيار محاسبه شده است كه نتايج به تفكيك دو گروه از كشورهاي منتخب در جداول ۱ ارائه شده است. همان‌گونه كه در اين جدول ملاحظه مي‌شود، ميانگين فقر انرژي در كشورهاي ماقبل نوآورمحوري از كشورهاي نوآورمحور بيشتر است. در مقابل، ميانگين سه شاخص اقتصاد دانش‌بنيان يعني تحقيق و توسعه داخلي و خارجي و سرمايه انساني كه مي‌توانند موجب کاهش فقر انرژي شوند در كشورهاي ماقبل نوآورمحوري كمتر از كشورهاي نوآورمحور است.

جدول ۱: آمارهاي توصيفي متغيرها

كشورهاي ماقبل نوآورمحوري						
متغيرها شاخص‌ها	فقر انرژي	انباشت تحقيق و توسعه داخلي	سرريز تحقيق و توسعه خارجي	سرمايه انساني	حكمراني خوب	شدت سرمايه
بيشينه	۸۵/۲۱	۲۰۰۲/۸۴	۲۲۲/۰۳	۱۳/۳۰	۰/۷۷	۱۱۸۲۰۱/۰۰
كمينه	۱۲/۷۴	۱/۸۳	۰/۹۸	۴/۴۵	۰/۰۰	۲۵۹۸/۰۰
ميانگين	۳۰/۸۲	۸۹/۶۰	۱۹/۹۴	۹/۲۴	۰/۳۵	۳۳۵۶۲/۷۱
ميانه	۲۴/۶۸	۱۸/۷۰	۹/۶۰	۹/۳۵	۰/۳۲	۲۷۰۴۰/۵۰
انحراف معيار	۱۶/۶۳	۲۴۱/۱۳	۳۲/۸۵	۲/۲۰	۰/۱۸	۲۶۵۰۴/۸۸
كشورهاي نوآورمحور						
متغيرها شاخص‌ها	فقر انرژي	انباشت تحقيق و توسعه داخلي	سرريز تحقيق و توسعه خارجي	سرمايه انساني	حكمراني خوب	شدت سرمايه
بيشينه	۲۳/۴۶	۷۹۲۱/۹۷	۲۷۷/۷۷	۱۳/۹۹	۰/۹۷	۵۸۵۱۵۳/۰۰
كمينه	۳/۸۱	۲۰/۵۲	۳/۲۴	۶/۸۶	۰/۴۳	۷۴۸۳۱/۰۰
ميانگين	۱۷/۳۸	۶۴۶/۷۶	۴۲/۵۰	۱۱/۷۶	۰/۸۰	۲۲۷۹۸۴/۱۰
ميانه	۱۷/۷۱	۲۰۶/۸۰	۲۷/۲۵	۱۱/۹۰	۰/۸۴	۲۲۴۵۲۲/۰۰
انحراف معيار	۳/۳۶	۱۴۳۳/۴۱	۴۶/۹۲	۱/۳۰	۰/۱۳	۹۰۴۲۶/۹۵

ماخذ: يافته‌هاي تحقيق

۴-۲- آمار استنباطي متغيرها

در آمار استنباطي سعي مي‌گردد با انجام آزمون‌هاي مختلف بر داده‌هاي گردآوري شده از نمونه آماري و برآورد مدل، درباره فرضيه‌هاي تحقيق نتيجه‌گيري شود. لذا از آن‌جا روش‌هاي معمول

اقتصادسنجی بر فرض ایستایی متغیرها استوار است و استفاده از داده‌های نایستا و عدم استقلال میانگین، واریانس و کواریانس متغیرها از زمان موجب می‌شود آزمون‌های F ، t و استنتاج آماری معتبر نباشد و احتمال تشکیل رگرسیون کاذب به وجود آید؛ پیش از تخمین مدل باید ایستایی متغیرها بررسی شود تا از کاذب نبودن رگرسیون برآوردی اطمینان حاصل شود. در این تحقیق از روش لوین، لین و چو^۱ برای این منظور استفاده شد که در آن فرضیه H_0 (سری زمانی دارای ریشه واحد) در مقابل فرضیه H_1 (ایستایی سری زمانی) مورد آزمون قرار گرفت و نتایج به شرح جدول ۲ نشان داد، فرضیه H_0 در سطح اطمینان ۹۵ درصد برای کلیه متغیرهای مدل رد می‌شود. به عبارتی، کلیه متغیرها در سطح ایستا بوده و احتمال کاذب بودن رگرسیون برآوردی منتهی است.

جدول ۲: آزمون ایستایی متغیرها

کشورهای منتخب نوآورمحوری				کشورهای منتخب نوآورمحور			
متغیر	مقدار بحرانی (۰/۰۵)	احتمال پذیرش صفر	نتیجه	متغیر	مقدار بحرانی (۰/۰۵)	احتمال پذیرش صفر	نتیجه
CEPI	-۶/۰۸۵	۰/۰۰	I(0)	CEPI	-۷/۴۸۲	۰/۰۰	I(0)
IRD	-۶/۱۰۵	۰/۰۰	I(0)	IRD	-۵/۴۰۰	۰/۰۰	I(0)
FRD	-۵/۹۱۳	۰/۰۰	I(0)	FRD	-۷/۰۲۳	۰/۰۰	I(0)
HC	-۷/۴۱۴	۰/۰۰	I(0)	HC	-۶/۲۴۴	۰/۰۰	I(0)
GG	-۱۲/۷۹۹	۰/۰۰	I(0)	GG	-۹/۳۷۸	۰/۰۰	I(0)
EI	-۹/۸۱۴	۰/۰۰	I(0)	EI	-۱۰/۴۳۴	۰/۰۰	I(0)

ماخذ: یافته‌های تحقیق

همچنین، قبل از برآورد مدل باید از قابلیت ترکیب داده‌های مقاطع مختلف (کشورها) اطمینان حاصل شود که در این تحقیق از آزمون F لیمر برای این منظور استفاده شد. با این توضیح که در این آزمون، فرضیه H_0 (یکسان بودن عرض از مبدأها یا همگن بودن مقاطع) در مقابل فرضیه H_1 (متفاوت بودن عرض از مبدأها و ناهمگن بودن مقاطع) بررسی می‌شود که نتایج به شرح جدول ۳ نشان داد در هر دو حالت تخمین مقدار F محاسباتی از مقدار جدول بیشتر است. بنابراین، فرضیه H_0 رد و اثرات گروه پذیرفته می‌شود. به عبارتی، تخمین مدل به صورت داده‌های ترکیبی تأیید گردید.

جدول ۳: نتایج آزمون F لیمر

حالت تخمین	آماره F	احتمال	نتیجه
کشورهای ماقبل نوآورمحوری	۱۰۴/۶۴۵	۰/۰۰	مدل به صورت داده‌های تابلویی

کشورهای نوآورمحور	۱۲۵/۱۵۹	۰/۰۰	مدل به صورت داده‌های تابلویی
-------------------	---------	------	------------------------------

منبع: یافته‌های پژوهش

در نهایت، مدل تحقیق به‌روش گشتاورهای تعمیم‌یافته به تفکیک دو گروه از کشورهای منتخب برآورد و نتایج برآوردی در جدول ۴ درج شده است. البته، به‌منظور اطمینان از مناسب بودن روش گشتاورهای تعمیم‌یافته برای برآورد مدل، دو آزمون انجام شده است. نخست آزمون سارگان انجام شد که مقدار بزرگتر از ۵ درصد احتمال آماره سارگان نشان داد عدم همبستگی ابزارها با اجزای اخلال را نمی‌توان رد کرد و ابزارهای مورد استفاده در تخمین مدل در هر دو حالت تخمین از اعتبار لازم برخوردارند. سپس آزمون همبستگی پسمانده مرتبه اول AR(1) و مرتبه دوم AR(2) انجام شد که نتایج نشان داد ضریب خودرگرسیون مرتبه اول AR(1) معنی‌دار است و ضریب خودرگرسیونی مرتبه دوم AR(2) معنی‌دار نیست. لذا، در هر دو حالت تخمین تورش تصریح وجود ندارد و نتایج برآوردی قابل اطمینان است.

جدول ۴: نتایج برآورد مدل به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته

متغیر وابسته: فقر انرژی	کشورهای ماقبل نوآورمحوری		کشورهای نوآورمحور	
	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
متغیرهای توضیحی ▼				
log CEPI (-1)	۰/۲۶۱*	۱۱/۸۷۰	۰/۱۸۶*	۸/۰۹۱
log IRD	-۰/۰۳۶**	-۳/۵۲۴	-۰/۰۲۲**	-۳/۹۰۸
log FRD	-۰/۰۴۸**	-۳/۹۶۳	-۰/۰۴۲**	-۴/۱۲۵
log HC	-۰/۰۷۹**	-۳/۱۱۶	-۰/۱۰۲**	-۳/۸۶۱
log GG	-۰/۰۸۱*	-۷/۴۵۹	-۰/۰۳۹**	-۴/۰۷۱
log EI	-۰/۰۱۲***	-۲/۴۲۴	-۰/۰۵۳**	-۲/۸۹۶
Sargan Test Statistic	۳/۴۵۲	۰/۵۳۵	۴/۱۷۶	۰/۶۲۹
AR(1)	-۳/۰۶	۰/۰۰۰	-۳/۱۷	۰/۰۰۰
AR(2)	-۰/۲۳	۰/۵۵۴	-۰/۲۸	۰/۶۱۶
Number of Obs	۳۷۴		۴۲۵	
Number of Groups	۲۲		۲۵	
Obs per Group	۱۷		۱۷	

یافته‌های پژوهش (نشانه‌های *، ** و *** به ترتیب سطوح معناداری ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ است)

نتایج برآوردی به‌شرح جدول بالا نشان داد تحقیق و توسعه داخلی بر فقر انرژی در هر دو گروه از کشورهای منتخب تأثیر منفی و معناداری دارد و یک درصد افزایش تحقیق و توسعه داخلی به ترتیب موجب کاهش ۰/۰۳۶ و ۰/۰۲۲ درصدی فقر انرژی در کشورهای منتخب ماقبل نوآورمحوری و

نوآورمحور شده است. همچنین، تأثیر سرریز تحقیق و توسعه خارجی بر فقر انرژی در هر دو گروه از کشورهای منتخب منفی و معنادار است و یک درصد بهبود در این مؤلفه به ترتیب موجب کاهش ۰/۰۴۸ و ۰/۰۴۲ درصدی فقر انرژی در کشورهای منتخب در مرحله ماقبل نوآورمحوری و نوآورمحور شده است. به علاوه، تأثیر سرمایه انسانی بر فقر انرژی در هر دو گروه از کشورهای منتخب منفی و معنادار است و یک درصد افزایش سرمایه انسانی به ترتیب موجب کاهش ۰/۰۷۹ و ۰/۱۰۲ درصدی فقر انرژی در کشورهای منتخب ماقبل نوآورمحوری و کشورهای نوآورمحور شده است. تأثیر حکمرانی خوب بر فقر انرژی نیز در هر دو گروه از کشورهای منتخب منفی و معنادار است و یک درصد بهبود در کیفیت نهاد حکمرانی به ترتیب موجب کاهش ۰/۰۸۱ و ۰/۰۳۹ درصدی فقر انرژی در کشورهای منتخب ماقبل نوآورمحوری و نوآورمحور شده است. تأثیر شدت سرمایه بر فقر انرژی نیز در هر دو گروه از کشورهای منتخب منفی و معنادار است و یک درصد افزایش شدت سرمایه به ترتیب موجب کاهش ۰/۰۱۲ و ۰/۰۵۳ درصدی فقر انرژی در کشورهای منتخب ماقبل نوآورمحوری و نوآورمحور شده است. در نهایت این که متغیر وابسته باوقفه (فقر انرژی یک سال قبل) بر فقر انرژی در هر دو گروه از کشورهای منتخب تأثیر مثبت و معناداری دارد.

۵- بحث و نتیجه گیری

تأثیر منفی و معنادار تحقیق و توسعه داخلی بر فقر انرژی در هر دو گروه از کشورهای منتخب می تواند از آنجا ناشی شود که افزایش تحقیق و توسعه داخلی به عنوان نهاده تولید سبب استفاده کارا تر از منابع فیزیکی و انسانی، اصلاح روش های تولید و رشد بهره وری کل عوامل در صنایع مختلف شده و مصرف انرژی آنها را کاهش داده است. همچنین، بهره وری بخش ساخت و بهره برداری از مستحذات انرژی را افزایش داده و زمینه انتقال انرژی با هدررفت کمتر و قیمت ارزان تر به بخش های تولیدی و خانوار را فراهم نموده است. به علاوه، با کمک به تولید محصولات جدید مبتنی بر فناوری پیشرفته، تقویت قدرت رقابت پذیری آنها و افزایش سهم از بازار داخلی و خارجی، موجب رشد درآمد سرانه و سطح برخورداری جامعه شده است. لذا، برآیند این تأثیرات از یک سو، افزایش کمی منابع انرژی در دسترس، رشد تولید انرژی های نو و تنوع بخشی به حامل های انرژی؛ از سوی دیگر، رشد درآمد سرانه و افزایش توانایی خرید انرژی در اقشار مختلف بوده که در نهایت موجب کاهش فقر انرژی شده است. ضمناً این نتیجه با نتایج مطالعات گازوفسکا و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد هزینه تحقیق و توسعه داخلی به کاهش فقر کمک نموده است مطابقت دارد. اما، ضریب تخمینی این شاخص در کشورهای ماقبل نوآورمحوری بزرگتر است که نشان می دهد مخارج تحقیق و توسعه در کشورهای نوآورمحور که نزدیک به حد بالاتر توسعه قرار دارند، سرمایه گذاری تحقیق و توسعه بازده کمتری داشته است. اما در کشورهای ماقبل نوآورمحوری این سرمایه گذاری بازده بالاتری داشته و فقر انرژی را با ضریب بزرگتری کاهش داده است.

تأثیر منفی و معنادار سرریز تحقیق و توسعه خارجی بر فقر انرژی در هر دو گروه از کشورهای منتخب نیز نشان داد جذب ایده‌ها و فناوری‌های جدید و پیشرفته به‌عنوان نتیجه تحقیق و توسعه خارجی از طریق واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای از یک سو امکان عرضه محصولات جدید مبتنی بر شیوه‌های نوین و کارا در بخش‌های مختلف اقتصادی شده و بهره‌وری کل عوامل و درآمد سرانه را افزایش داده است. از یک طرف، سبب مدیریت کارآمدتر عوامل کمیاب تولید و از جمله استفاده موثرتر از منابع انرژی شده است. بنابراین، دسترسی به منابع انرژی پاک و مقرون به صرفه را در جامعه تسهیل و تسریع نموده است. ضمناً این نتیجه با نتایج مطالعه تینگ و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد که نشان داد هزینه تحقیق و توسعه خارجی بر فقر تأثیر منفی دارد. اما، ضریب تخمینی این شاخص در کشورهای ماقبل نوآورمحوری بزرگتر است. زیرا کشورهای ماقبل نوآورمحوری بیشتر از ایده‌های شکل گرفته در کشورهای نوآورمحور تقلید می‌کنند و وابستگی بیشتری به فناوری‌های وارداتی از کشورهای نوآورمحور دارند. بنابراین سرریز تحقیق و توسعه خارجی در کشورهای ماقبل نوآورمحوری آثار مثبت بیشتری داشته و با ضریب بزرگتری فقر انرژی را کاهش داده است.

تأثیر منفی و معنادار سرمایه انسانی بر فقر انرژی در هر دو گروه از کشورهای منتخب نیز چنین قابل توجهی است که رشد تحصیلات و افزایش مهارت نیروی کار به درک و شناسایی فرصت‌های مناسب کاری و بهره‌برداری حداکثری از آنها کمک نموده و درآمد افراد را افزایش می‌دهد. همچنین، بنگاه‌های بخش خصوصی و سازمان‌های دولتی بیشتر نیروی کار ماهر و متخصص که بهره‌وری و بازدهی بالاتری دارند را استخدام می‌کنند و این از مجرای کاهش بیکاری و افزایش سطح درآمد سبب کاهش فقر انرژی شده است. به‌علاوه، افزایش تحصیلات و مهارت افراد با کمک به رشد فناوری، تسهیل جذب فناوری و افزایش بهره‌وری کل عوامل در بخش‌های مختلف زمینه‌ساز انتقال منحنی عرضه کل و همچنین عرضه انرژی به سمت پایین و کاهش سطح عمومی قیمت‌ها شده و فقر انرژی را کاهش داده است. ضمناً این نتیجه با نتایج مطالعات دریسچر و جانسن (۲۰۲۱) و کارپینسکا و اسمچ (۲۰۲۱) مطابقت دارد که نشان دادند سرمایه انسانی بر فقر تأثیر منفی دارد. اما، ضریب تخمینی این شاخص در کشورهای نوآورمحور بزرگتر است. زیرا، در این کشورها بین عرضه و تقاضای نیروی کار از نظر مهارت، و تخصص مطابقت بیشتری دارد و این تأثیرگذاری سرمایه انسانی بر افزایش درآمد سرانه و کاهش فقر انرژی را افزایش داده است.

تأثیر منفی و معنادار حکمرانی خوب بر فقر انرژی در هر دو گروه از کشورهای منتخب نیز نشان می‌دهد بهبود نهاد حکمرانی و تعامل و سازنده آن با کنش‌گران جامعه مدنی به طراحی الگوی تخصیص بهینه و اتخاذ سیاست‌های بازتوزیعی کمک نموده و از مجرای توزیع متعادل‌تر درآمد و فرصت‌ها و منابع (از جمله منابع انرژی)، دسترسی آحاد جامعه به منابع انرژی پاک و مقرون به صرفه را تسریع و تسهیل نموده و فقر انرژی را کاهش داده است. ضمناً این نتیجه با نتیجه مطالعات کارپینسکا و اسمچ (۲۰۲۱) و جیندرا و واز (۲۰۱۷) مطابقت دارد. اما، ضریب آن در کشورهای

منتخب ماقبل نوآورمحوری بزرگتر است. زیرا نهاد حکمرانی در این کشورها از کیفیت به مراتب پایینی برخوردار است و بهبود آن واجد آثار مثبت بیشتری بوده و فقر انرژی را با ضریب بزرگتری کاهش داده است.

در نهایت تأثیر منفی و معنادار شدت سرمایه بر فقر انرژی در هر دو گروه از کشورهای منتخب را می‌توان چنین توجیه نمود که افزایش شدت سرمایه، به معنی استفاده از فناوری سرمایه‌بر و جدیدتر در فرایند تولید است که از مجرای ایجاد مشاغل جدید مبتنی بر فناوری بر بازده نیروی کار و درآمد او افزوده و فقر انرژی را کاهش داده است. همچنین، افزایش شدت سرمایه با کاربرد فناوری‌های جدید و دوستدار محیط زیست همراه شده و از مجرای صرفه‌جویی در مصرف انرژی نیز دسترسی به انرژی پاک و مقرون به صرفه را تسهیل نموده و فقر انرژی را کاهش داده است. ضمناً این نتیجه با نتیجه مطالعات کارپینسکا و اسمچ (۲۰۲۱) و دریسچر و جانسن (۲۰۲۱) مطابقت دارد. اما، ضریب تخمینی این متغیر در کشورهای منتخب نوآورمحور بزرگتر است. زیرا از نیروی کار ماهر و متخصص‌تری برخوردارند و این به آنها امکان می‌دهد از سرمایه‌های خود به نحو کاراتری استفاده کنند. در نتیجه تأثیرات منفی شدت سرمایه بر فقر انرژی بیشتر شده است. بنابراین، با توجه به نتایج حاصله پیشنهاد می‌شود:

کشورهای ماقبل نوآورمحوری با حمایت مادی و معنوی از شرکت‌های دانش بنیان و محققان و پژوهشگران داخلی، انگیزه تحقیق و توسعه در کلیه بخش‌های اقتصادی به‌طور عام و بخش انرژی به‌طور خاص تقویت کنند تا در پرتو کاربردی‌سازی نتایج این تحقیقات، شیوه‌های تولید اصلاح، مصرف انرژی کاهش و درآمد سرانه افزایش پیدا کند و در نهایت به کاهش فقر انرژی بیانجامد. همچنین، با تقویت روابط تجاری و افزایش واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای از کشورهای نوآورمحور، از نتایج تحقیق و توسعه آنان در جهت تقویت سیستم ابداع و نوآوری خود استفاده کنند تا تولید محصولات جدید، متنوع و مبتنی بر فناوری پیشرفته افزایش پیدا کند و از مجرای افزایش بهره‌وری کل عوامل و رشد درآمد ملی به کاهش فقر انرژی بیانجامد. به‌علاوه، با کاهش بار آموزش‌های نظری و افزایش آموزش‌های فنی و حرفه‌ای مبتنی بر نیاز بازار کار نسبت به افزایش سرمایه انسانی خویش اقدام کنند تا رشد اقتصادی تحریک، بیکاری کاهش، مصرف انرژی بهینه و در نهایت فقر انرژی کاهش یابد.

تأمین مالی: نویسندگان اعلام کردند که هیچ حمایت مالی برای این پژوهش وجود ندارد.

تضاد منافع: نویسندگان اعلام کردند که هیچ تضاد منافع برای این پژوهش وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان: همه نویسندگان در مفهوم‌سازی و نگارش مقاله مشارکت داشتند و محتوای مقاله را تأیید کردند و در مورد تمام جنبه‌های کار توافق داشتند.

منابع

- Aghaei, M., & Rezaghoizadeh, M. (2016). Investigation the direct and indirect impact of energy consumption in selective sectors on poverty and inequality in Iran. *Iranian Energy Economics*, 1(51), 5-19. (in Persian). https://jeee.atu.ac.ir/article_7303.html
- Aghaei, M., & Rezaghoizadeh, M. (2018). Consumption of different kinds of energy carriers, economic growth, inequality and poverty in Iran. *Iranian Journal of Economic Research*, 23(74), 97-189. (in Persian). https://ijer.atu.ac.ir/article_8827.html
- Amoo, O. M., & Fagbenle, L. R. (2013). Renewable municipal solid waste pathways for energy generation and sustainable development in the Nigerian context. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 4(1): 1-17.
- Arellano, M. & Bond, S. (1991). Some tests of specification for Panel Data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297.
- Barro, R. J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2): 407-443.
- Boardman, B. (1991). Fuel poverty: From cold homes to affordable warmth. Belhaven Press, London.
- Bonatz, N., Ru, G., Wenhao, W., & Linjing, L. (2019). A comparative study of the interlinkages between energy poverty and low carbon development in China and Germany by developing an energy poverty index. *Energy and Buildings*, 183: 817-831.
- Bridge, B. (2017). Individual and household-level effects of energy poverty on human development. PhD. Dissertation, University of New Mexico.
- Coe, D. T., & Helpman, E. (1995). International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39(5): 859-887.
- Coe, D. T., Helpman, E., & Hoffmaister, A. W. (1995). North-South R&D spillovers. *NBER Working Paper*, WP5048.
- Daghighi Asli, A., Pejouyan, J., & Haj Mousavi, S. (2013). Studying the effect of research and development expenditures in the higher education sector on economic growth in European Union countries. *Financial Economics*, 7(24): 73-100. (in Persian). https://journals.iau.ir/article_512499.html
- Drescher, K., & Janzen, B. (2021). Determinants, persistence and dynamics of energy poverty: An empirical assessment using German household survey data. *Energy Economics*, 102, 1-31.
- Griliches, Z. (1984). R&D, patents, and productivity. in NBER Books from National Bureau of Economic Research, Inc, 339-374.

- Guzowska, M. K., Kryk, B., Michalak, D., & Szyja, P. (2021). R&D spending in the energy sector and achieving the goal of climate neutrality. *Energies*, 14, 7875. <https://doi.org/10.3390/en14237875>.
- Hashemi Dizaj, A., Hazeri, H., & Ezati, M. (2023). Short-term and long-term effects of energy consumption in the industrial sector on the inequality of urban and rural areas. *Geography and Human Relationships*, 6(1), 401-433. (in Persian). https://www.gahr.ir/article_177468.html
- Hills, J. (2012). Getting the measure of fuel poverty: Final report of the Fuel Poverty Review. CASEreport (72). Centre for Analysis of Social Exclusion, London School of Economics and Political Science, London, UK.
- Jindra, C., & Vaz, A. (2019). Good governance and multidimensional poverty: A comparative analysis of 71 countries. *International Journal of Policy, Administration, and Institutions*, 32(4), 657-675.
- Karpinska, L., & Smiech, S. (2021). Breaking the cycle of energy poverty. *Will Poland make it? Energy Economics*, 94(C), <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.105063>.
- Karpinska, L., & Smiech, S. (2021). Escaping energy poverty: A comparative analysis of 17 European countries. *Energies*, 14, 1-16.
- Khan, M., & Ghardallou, W. (2023). Human capital and energy poverty relationship: Empirical evidence from developing economies. *Renewable Sustainable Energy*, 15(3), 035904.
- Khoshkalam Khosroshahi, M. (2017). Economic impacts of adopting non-price energy consumption policies. *Journal of Economic Modeling Research*, 8(29), 37-72. (in Persian). <http://jemr.khu.ac.ir/article-1-1541-fa.html>
- Matuzeviciute, Kristina., Butkus, M., & Karaliute, A. (2017). Do technological innovations affect unemployment? Some empirical evidence from European countries. *Economies*, 5(48), 1-19.
- Mefteh, H., Bouhajeb, M., & Smaoui, F. (2016). Higher education, graduate unemployment, poverty and economic growth in Tunisia, 1990- 2013. *Atlantic Review of Economics*, 1(1), 1-22.
- Mendoza, C. B., Cayonte, D. D. D., Leabres, M. S., & Manaligod, L. R. A. (2019). Understanding multidimensional energy poverty in the Philippines. *Energy Policy*, 133(C). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110886>.
- Ministry of Cooperatives, Labor and Social Welfare. (2020). Investigating the situation of energy poverty, inefficiency in resource allocation and influential factors. (in Persian). <https://iran-bssc.ir/wp-content/uploads/2021/04>
- Ministry of Cooperatives, Labor and Social Welfare. (2021). Energy and water poverty in Iran. (in Persian). <https://soobazar.com/reports/>
- Mousavi Shafae, S. M., Noorollahi, Y., Rezayan Ghayahbashi, A., Yousefi, H., & Rezayan, A. H. (2016). Human security and challenges to the development of renewable energies in Iran, with emphasis on environmental security. *Journal of Environmental Sciences and Technology*, 18(3), 213-233. (in Persian). <https://srb.sanad.iau.ir/en/Article/839750>

- Ntaintasis, E., Mirasgedis, S., & Tourkolias, C. (2019). Comparing different methodological approaches for measuring energy poverty: Evidence from a survey in the region of Attika, Greece. *Energy Policy*, 125(C): 160-169.
- Phoumin, H., & Kimura, F. (2019). Cambodia's energy poverty and its effects on social wellbeing: Empirical evidence and policy implications. *Energy Policy*, 132(C), 283-289.
- Piwowar, A. (2021). The problem of energy poverty in the activities of agricultural advisory centres in Poland. *PLoS ONE*, 16(10): e0258366. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258366>.
- Robinson, C. (2019). Energy poverty and gender in England: A spatial perspective. *Geoforum*, 104(C): 222-233. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718519301460>
- Rafi, M., Naseef, M., & Prasad, S. (2021). Multidimensional energy poverty and human capital development: Empirical evidence from India. *Energy Economics*, 101(C), 1-15.
- Sadeghi Hassanvand, V., Amin Rashti, N., Damankeshideh, M., & Mehrabian, A. (2020). The effect of price adjustment of energy carriers, distribution indices and poverty on welfare index of urban society (Case Study Iran). *Research and Economic Policies*, 28(94), 67-99. (in Persian). http://qjerp.ir/browse.php?a_id=2648&sid=1&slc_lang=fa&ftxt=0
- Salehi, M. J., Ebadi, J. & Mozafari, G. (2013). The effects of human capital inequality in male and female on economic growth in different areas of the world. *Quarterly Journal of Research and Planning in Higher Education*, 19(3), 41-62. (in Persian). https://journal.irphe.ac.ir/article_702818.html
- Sarmasti Emami, M. R. (2011). A study of solar energy harvesting devices and their applications. The First Specialized Scientific Conference on Wind and Sun, Tehran: March 20. (in Persian). <https://civilica.com/doc/136573>
- Shahabadi, A., & Amiri, M. (2014). The effect of domestic R&D stock and R&D stock spillovers on total factor productivity growth of agriculture sector in Iran. *Applied Economic Studies in Iran*, 3(9), 93-114. (in Persian). https://aes.basu.ac.ir/article_788.html
- Shahabadi, A., Mousavi, M. H., & Shayganmehr, S. (2017). The impact of technology spillover through foreign direct investment and product import on the production share of renewable energies in total energy. *The Journal of Technology Development Management*, 5(2), 99-122. (in Persian). https://jtdm.irost.ir/article_666.html
- Ting, Y., Yin, L. R., & Ying, Z. Y. (2011). Analysis of the FDI effect on energy consumption intensity in Jiangsu Province. *Energy Procedia Volume*, 5(1): 100-104.
- Ullah, S., Khan, M., & Yoon, S. M. (2021). Measuring energy poverty and its impact on economic growth in Pakistan. *Sustainability*, 13, 1-19.
- Urquiza, A., Amigo, C., Billi, M., Calvo, R., Labraña, J., Oyarzún, T., & Valencia, F. (2019). Quality as a hidden dimension of energy poverty in

middle-development countries. Literature review and case study from Chile.
Energy and Buildings, DOI: 10.1016/j.enbuild.2019.109463.

در حال انتشار (In Press)