

Nonlinear Effects of Urbanization and Human Capital on Energy Consumption in Different Sectors of Economy in Iran

*Monireh Dizaji (Ph.D.)^{*1}*

Arash Ketabforoush Badri[†]

Abstract

Scrutiny of energy consumption behavioural patterns in various economic sectors represent an essential step in energy consumption planning and management. Delineation of determinants of energy demand is highly significant in Iran which is a country with rich energy resources, abundant oil and gas supplies, heavy minerals and potential resources. Therefore, using Panel Data Methods, this study explored the effects of urbanization and human capital on energy consumption in Iranian agriculture, industry and services sectors over a 17-year period between 1996 and 2016. The results showed that human capital, workforce productivity, interactive effect of human capital on workforce productivity and the squared value of economic sectors had negative effects while the added value had positive impacts on energy consumption during the specified period. The results of the analyses indicated that human capital and workforce productivity in economic sectors had negative significant interactive effects on energy consumption at the critical value of .01 implying that an increase in human capital and corresponding workforce enhancement will facilitate economizing on energy consumption. Moreover, the estimated coefficients of added value and squared added value of economic activities revealed an inverse U-shaped relationship between added values of economic sectors and energy consumption.

Key Words: Energy Consumption, Human Capital, Panel Data, Urbanization,

1. Assistant Professor, Department of Economics, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran, dizaji@iaut.ac.ir

2. Ph.D. Student of Monetary Economics, Department of Economics, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran, arashkbadri@gmail.com.

«مدیریت بهره‌وری»

سال سیزدهم - شماره چهل و نه - تابستان ۱۳۹۸

ص: ۱۹۴ - ۱۶۹

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۲۸

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۲۱

نوع مقاله: پژوهشی

doi 10.30495/QJOPM.2019.666894

بررسی اثر سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار بر مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران

دکترمنیره دیزجی^{۱*}آرش کتابفروش بدری^۲

چکیده

بررسی رفتار مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد، گامی اساسی و مهم برای برنامه‌ریزی و مدیریت مصرف انرژی است. با توجه به این که ایران دارای منابع غنی و گسترده انرژی، مخازن بزرگ نفتی و گاز طبیعی، معادن عظیم زیرزمینی و پتانسیل بالقوه انرژی است، تعیین عوامل موثر بر مصرف انرژی می‌تواند در تبیین سیاست‌های بخش انرژی، کمک مؤثری کند. به همین منظور این مطالعه به بررسی آثار سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار بر مصرف انرژی در بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات ایران با بهره‌گیری از روش داده‌های تابلویی در بازه زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ پرداخته است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که سرمایه انسانی، بهره‌وری نیروی کار، اثر تقاطعی سرمایه انسانی در بهره‌وری نیروی کار و مجذور ارزش افزوده بخش-های اقتصادی دارای تأثیر منفی و ارزش افزوده تأثیر مثبت بر مصرف انرژی در بازه زمانی مورد بررسی داشته‌اند. به طوری که بر اساس نتایج تخمین مدل، آثار متقابل متغیرهای سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار در بخش‌های اقتصادی تأثیر منفی و معنی‌دار در سطح بحرانی یک درصد بر مصرف انرژی داشته است که این ضریب تلویحاً این واقعیت را بیان می‌دارد که با افزایش سرمایه انسانی و لذا بهبود بهره‌وری نیروی کار، مسیر صرفه‌جویی در مصرف انرژی هموار می‌گردد. همچنین ضرایب برآورد شده برای متغیرهای ارزش افزوده و مجذور ارزش افزوده فعالیت‌های اقتصادی، بیان‌کننده یک رابطه به شکل U معکوس مابین ارزش افزوده بخش‌های اقتصاد و مصرف انرژی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سرمایه انسانی، بهره‌وری نیروی کار، مصرف انرژی، داده‌های تابلویی.

۱- استادیار، گروه اقتصاد، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران (نویسنده مسؤل) dizaji@iaut.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری گروه اقتصاد، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

مقدمه

انسان از دیر باز در اندیشه استفاده مفید، کارا و ثمربخش از توانایی‌ها، امکانات و منابع در دسترس خود بوده است. در عصر کنونی این امر بیش از هر زمان دیگری مورد توجه جدی می‌باشد. استفاده منطقی از منابع فکری و فیزیکی نیروی انسانی کمک شایانی به بهبود بهره‌وری می‌کند و به کارگیری افراد ماهر و متخصص و دارای مهارت‌های مختلف در زمینه‌های متعدد، می‌تواند به کیفیت بهتر و کمیت بیشتر تولید بینجامد. بدون اغراق می‌توان گفت که این ذهن، فکر و قدرت بدنی نیروی انسانی بوده که تحولات عظیمی در به کارگیری ماشین آلات، مواد و انرژی و ... ایجاد کرده است.

از طرفی دیگر به دلیل محدودیت و کمیابی منابع به خصوص عامل انرژی و همچنین نقش و اهمیت گسترده این عامل کمیاب در زنجیره عرضه هم به عنوان کالای نهایی برای مصرف‌ندگان و هم به عنوان نهاده تولیدی در تولید محصولات، بررسی عوامل تاثیرگذار بر تقاضای انرژی در دهه‌های اخیر مورد توجه بسیاری از سیاستگذاران و برنامه ریزان قرار گرفته است. در ایران نیز گرچه عرضه منابع انرژی به تقاضاکنندگان داخلی به دلیل دارا بودن منابع و ذخایر متنوع انرژی با قیمت‌های نازلی صورت می‌گیرد، اما به دلیل لزوم درک پایان‌پذیر بودن این منابع خدادادی و نیز جلوگیری از به وجود آمدن بحران تقاضای انرژی در آینده، بررسی عوامل تعیین کننده تقاضای انرژی از اهمیت خاصی برخوردار است. نگاهی به ترازنامه انرژی نشان می‌دهد که مصرف انرژی در ایران همچون سایر کشورهای درحال توسعه و توسعه یافته دارای روند صعودی می‌باشد به گونه‌ای که مصرف انرژی در ایران از ۵۹۷/۳ معادل میلیون بشکه نفت خام در سال ۱۳۷۶ به ۹۵۷ معادل میلیون بشکه نفت خام در سال ۱۳۸۶ افزایش یافته است (سایت مرکز آمار ملی ایران). این افزایش به دلیل رشد جمعیت شهرنشین، صنایع وابسته به انرژی، استفاده از وسایط نقلیه و سایر فعالیت‌های روزمره زندگی بشری بوده که نیازمند به انرژی است و مصرف انرژی و حامل‌های انرژی از جمله نفت خام، بنزین، گاز طبیعی، برق و غیره افزایش یافته است.

سازمان‌های موجود در هر جامعه با استفاده از منابع محدودی که در اختیار دارند، به گونه‌ای به رفع نیازهای فردی و گروهی افراد جامعه می‌پردازند و از آنجا که منابع تولید همواره با یک ویژگی یعنی کمیابی مواجه هستند، اغلب اصلی‌ترین هدف سازمان‌ها استفاده بهینه از عوامل تولید و رسیدن به اثربخشی است. این عوامل شامل زمین، سرمایه، نیروی

انسانی، فناوری و مدیریت است. در این بین نیروی انسانی ارزشمندترین دارایی سازمان‌ها به شمار می‌آیند. عملکرد انسان در درون سازمان انعکاسی از دانش، مهارت و ارزش‌های او است.

سرمایه انسانی موجودی شایستگی‌ها، دانش، ویژگی‌های اجتماعی و شخصیتی شامل خلاقیت، تجسم در توانایی برای انجام کاری جهت تولید ارزش اقتصادی است. سرمایه انسانی دید اقتصادی جامعی از انسان فعال در اقتصاد است، در حالی که تلاشی برای کسب پیچیدگی بیولوژیکی، اجتماعی، روانشناسی و فرهنگی است به طوری که در آثار متقابل اقتصادی یا صریح با هم تقابل دارند (فرهادی و باستانی، ۱۳۸۴: ۲۹۵). اهمیت سرمایه انسانی به عنوان یکی از منابع جدید تولید ثروت از دهه ۱۹۵۰ وارد مباحث اقتصادی گردید (رانینگ و کیرنی^۱، ۱۹۹۸: ۱۶). آنچه در جریان توسعه صنعتی جوامع مشهود است، همانا نقش ارتقای دانش بشر و توسعه سرمایه انسانی در تولید کالاها و خدمات است. تولید بیشتر با اتکا به دو منبع عمده سرمایه‌ای (سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی) صورت می‌گیرد، هر چند سرمایه فیزیکی نیز خود تبلور کار گذشته انسان است ولی به لحاظ نقش آموزش در توسعه، مشارکت منابع انسانی در فرایند تولید و صدور کالاها و خدمات در مقایسه با منابع مادی از اهمیت خاصی برخوردار است (پورعبادالهیان و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۹۳). مفهوم سرمایه انسانی نسبتاً در کشورهای مازاد کار حایز اهمیت است. این کشورها طبیعتاً به دلیل نرخ تولد بالا تحت شرایط اقلیمی معین صاحب نیروی کار زیادی هستند. کارگران مازاد این کشور (نیروی انسانی) منبع انسانی موجود، فراوان‌تر از منابع انسانی قابل دسترس و ملموس است (جونز^۲، ۲۰۱۴: ۳۷۵۷). این منبع انسانی می‌تواند به سرمایه انسانی با ورودی‌های مؤثر آموزش، سلامت و ارزش‌های اخلاقی تبدیل شود. تبدیل منابع انسانی ردیفی به منابع انسانی فوق‌العاده پر سود با این ورودی‌ها فرایند تبدیل سرمایه انسانی است. مسئله‌ی کم‌یابی سرمایه ملموس در کشورهای مازاد نیروی کار می‌تواند توسط تسریع نرخ تشکیل سرمایه انسانی با سرمایه‌گذاری خصوصی و عمومی در بخش‌های آموزش و سلامت به صورت بین‌المللی حل شود. سرمایه مالی ملموس ابزار مؤثری در ترقی رشد اقتصادی کشور می‌باشد. سرمایه انسانی غیر قابل لمس، از طرفی دیگر ابزاری برای رشد توسعه جامع ملل می‌باشد به این علت که سرمایه انسانی به طور مستقیمی به توسعه انسانی مرتبط است هنگامی که توسعه انسانی

1 . Ronning and Kerney

2 . Jones

وجود دارد، پیشرفت کمی و کیفی ملل اجتناب ناپذیر است (جانگ و مرسینییر^۱، ۲۰۰۸: ۲۰۱۰). در این زمینه سؤالی که مطرح می‌شود این است که با توجه به نظریات جدید و لحاظ نقش اساسی سرمایه انسانی در رشد و توسعه اقتصادی و بهبود عملکرد سازمان ها، سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار چه تاثیری بر مصرف انرژی می‌گذارد؟

در ایران ساختار فعالیت‌های اقتصادی در هر سه بخش کشاورزی، صنعت و خدمات بر مبنای فراوانی انرژی و ارزان بودن آن طراحی شده است. یکی از اهداف طرح هدفمندی یارانه ها که از ۱۳۸۹ در کشور اجرا شده، موضوع واقعی نمودن قیمت حامل‌های انرژی و منطقی کردن مصرف آن بوده است. همان طور که انتظار می‌رفت، فرآیندهای تولید در بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات هنوز نتوانسته‌اند خود را با تغییرات اعمال شده در قیمت حامل‌های انرژی تطبیق داده و دچار مشکلات متعددی در فعالیت‌های اقتصادی خود شده‌اند. بنابراین توجه ویژه به مصرف انرژی هر بخش و میزان تاثیرگذاری آن می‌تواند نقش موثری را در مدیریت مصرف انرژی و اعمال سیاست‌های مختلف داشته باشد (علوی راد و کانور، ۱۳۹۳: ۲).

انرژی به عنوان نیروی محرکه، در بیش تر فعالیت‌های تولیدی و خدماتی از جایگاه ویژه ای برخوردار بوده و در مجموع نقش موثری در رشد و توسعه اقتصادی کشورها ایفا می‌کند (بهبودی و همکاران، ۱۳۸۸: ۳). برخی از صاحب‌نظران، مانند برنندت و وود^۲ (۱۹۷۵) در زمینه انرژی استدلال می‌کنند که انرژی (E) و سرمایه (K) با هم ترکیب شده و عامل تولید G را ایجاد می‌کنند که پس از ترکیب آن با نیروی کار (L)، محصول (Q) به دست می‌آید، که فرم کلی این تابع را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$Q = f [G(K,E),L] \quad (۱)$$

در چارچوب مکتب نئوکلاسیک نیز، استرن و سلولند^۳ (۲۰۰۴) رابطه بین مصرف انرژی و فعالیت‌های اقتصادی را به صورت تابع زیر تبیین کرده‌اند:

$$(Q_{1,...}, Q_m) = f [A, X_1, \dots, X_n, E_1, \dots, E_p] \quad (۲)$$

-
- 1 . Jung and Mercenier
 - 2 . Berndt and Wood
 - 3 . Stern and Cleveland

که در آن Q_i تولید کالاها و خدمات، X_i ، نهاده‌های تولیدی از قبیل سرمایه، نیروی کار، E_i ، حامل‌های متفاوت انرژی مانند نفت، برق و زغال سنگ و A ، وضعیت تکنولوژی یا شاخص بهره‌وری کل عوامل است.

در تابع مذکور، رابطه بین انرژی و تولید کل، به وسیله عواملی از قبیل جانشینی بین انرژی و دیگر نهاده‌ها، تغییرات تکنولوژی، تغییر ترکیب عوامل انرژی و تغییر ترکیب محصول تولیدی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در برخی نظریه‌های جدید، هر چند که عامل انرژی در کنار سایر عوامل تولید وارد مدل شده است، ولی اهمیت آن در مدل‌های مختلف، یکسان نیست.

از سوی دیگر، برخی معتقدند انرژی در طبیعت مقدار ثابتی دارد، جبران پذیر بوده و قابل تبدیل به ماده است و از بین نمی‌رود. بنابراین، در مدل‌های بیوفیزیکی رشد که توسط آیرس و نایر^۱ بیان شده است، تولید کالاهای اقتصادی نیازمند صرف مقادیر فراوان انرژی در تولید است، لذا انرژی تنها و مهم‌ترین عامل رشد است. نیروی کار و سرمایه نیز عوامل واسطه‌ای هستند که برای بکارگیری، به انرژی نیاز دارند (استرن و سلولند، ۲۰۰۴). به این ترتیب اگر تولید را تابعی از نهاده‌های سرمایه، کار و انرژی در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$Q = f(K, L, E) \quad (۳)$$

در رابطه بالا، Q محصول ناخالص داخلی، K نهاده سرمایه، L نهاده نیروی کار و E نهاده انرژی است. هم‌چنین فرض شده است که بین میزان استفاده از این نهاده‌ها و سطح تولید رابطه مستقیم وجود دارد. به عبارت دیگر، افزایش در هر یک از نهاده‌های مذکور موجب افزایش تولید می‌شود، به بیان ریاضی داریم:

$$\frac{\partial Q}{\partial E} > 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial L} > 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial K} > 0 \quad (۴)$$

نهاده E می‌تواند توسط مجموعه‌ای از عوامل نظیر نفت، گاز، برق، زغال سنگ و غیره که به حامل انرژی مشهور هستند، تامین شود.

در نظریات نئوکلاسیک، انسان به عنوان یکی از نهاده‌های تولید در چرخه تولید کالا و خدمات مورد توجه بوده و سرمایه فیزیکی را عامل تشکیل‌دهنده ثروت کشور می‌دانستند. اما، منتقدین نظریات نئوکلاسیک، انسان را مبدا توسعه معرفی می‌کنند؛ نظریه‌های تازه رشد

1 . Ayres and Nair(1984)

متکی بر انسان است. به این معنا که سرمایه‌گذاری بر روی انسان را معتبرترین شرط حرکت به سمت توسعه بهینه اقتصادی می‌دانند و تأکید می‌کنند که توسعه‌یافتگی بدون کاهش نابرابری‌ها و محرومیت‌ها، به دست نخواهد آمد. سولو، جونز و شومپتر از جمله این منتقدین بودند (هیکن و اولنی^۱، ۲۰۱۱: ۶۵۴). در سال ۱۹۵۴ لوئیس مفهوم توسعه اقتصادی را همراه با تراکم نامحدود نیروی کار وارد مباحث اقتصادی نمود. اما اصطلاح سرمایه انسانی به علت جنبه‌های منفی آن (که به عنوان عامل تولیدی همانند ماشین‌آلات و ابزاری تولیدی مورد استفاده قرار می‌گرفت) تا زمان سیسیل پینگو(یعنی تا سال ۱۹۵۶) که برای اولین بار به ارائه آن پرداخت مورد مطالعه چندانی قرار نگرفت. بعد از آن استفاده از اصطلاح سرمایه انسانی در پژوهش‌های جدید نتوکلاسیک‌ها در پژوهش‌های مینسر^۲ مشاهده شد. وی در مقاله‌ای در مجله اقتصاد سیاسی در سال ۱۹۵۸ به بررسی سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی و توزیع درآمدهای شخصی پرداخت. سپس شولتز^۳ به توسعه این موضوع کمک شایانی نمود. اما باید سرمایه انسانی را مدیون تلاش‌های گری بیکر^۴ دانست او در سال ۱۹۶۳ با انتشار کتابی به همین نام سرمایه انسانی را وارد نظریه‌های اقتصادی نمود که کتاب او مرجع استاندارد بسیاری از پژوهش‌های انجام گرفته در این زمینه است. در حقیقت ویژگی‌های کیفی افراد سرمایه آنها هستند. سرمایه انسانی، نه سرمایه فیزیکی و نه سرمایه مالی محسوب می‌شود بلکه سرمایه انسانی به عنوان دانش، مهارت، خلاقیت و سلامت فرد تعریف شده است (بیکر، ۲۰۰۲، ۱۲). بیکر به این موضوع اشاره می‌کند که سرمایه انسانی، سرمایه فیزیکی و سرمایه مالی همه به نحوی از اشکال سرمایه محسوب می‌شوند اما تفاوت آنها از این جا ناشی می‌شود که یک فرد را نمی‌توان از مهارت، سلامت و ارزش‌هایش جدا کرد در حالی که این امکان در مورد دارایی‌ها و اموال فرد وجود دارد. این بدان معناست که پایدارترین و تجدیدپذیرترین سرمایه همان سرمایه انسانی است. براساس نظر شولتز در سال ۱۹۷۱ تحصیلات رسمی و آموزش ابزاری مهم و حتی لازم و حیاتی برای بهبود ظرفیت‌های تولید هستند. هم‌چنین او سرمایه‌گذاری بر روی سرمایه انسانی را به عنوان معیارهای ثبت نام آموزشی می‌داند.

-
- 1 . Hickman and Olney
 - 2 . Mincer
 - 3 . Schulz
 - 4 . Becker

تعاریف متعددی از سرمایه انسانی مطرح شده که هر یک خواص و ویژگی‌های متفاوتی را از سرمایه انسانی مورد تأکید قرار می‌دهند. سازمان ملل متحد (۱۹۹۷) سرمایه انسانی را ثروت مولد مجسم در کار، مهارت و دانش معرفی می‌کند. در اغلب موارد موفقیت سازمانی به افرادی بستگی دارد که سطح بالاتری از شایستگی‌ها را دارا هستند در چنین شرایطی است که این افراد تبدیل به سرمایه‌های با ارزشی برای سازمان می‌شوند. به عبارت دیگر سرمایه انسانی را می‌توان به عنوان یکی از عوامل تولیدی که می‌تواند ارزش افزوده بالایی را برای سازمان و اجتماع داشته باشد قلمداد کرد. لسلی^۱ (۲۰۰۴) در یک تعریف جدیدی سرمایه انسانی را مجموعه‌ای از ویژگی‌ها، تجارت زندگی، دانش، خلاقیت، نوآوری و انرژی معرفی می‌نماید که افراد آن را جهت سرمایه‌گذاری در کار خود انتخاب می‌کنند. سرمایه انسانی عبارت است از سرمایه‌گذاری بر روی منابع انسانی جهت افزایش بازدهی آن‌ها که این هزینه‌ها با هدف بهره‌برداری در آینده انجام خواهد شد. از این‌رو است که بورود و تومولو^۲ (۲۰۰۴) بر این اعتقاد هستند که سازمان یادگیرنده سرمایه‌گذاری بر روی افراد را انتخاب می‌کنند به این خاطر که افراد در واقع سرمایه‌های انسانی با ارزشی می‌باشند که دارای کیفیت‌های متفاوتی هستند. به طور کلی می‌توان گفت که سرمایه سازمانی مجموعه‌ای منسجم از ویژگی‌های کیفی تحصیلی مهارتی و فرهنگی افراد سازمانی است که سبب ایجاد ارزش افزوده برای سازمان گردد.

در جهان متلاطم امروزی شرکت‌های پیشرو بیش از هر دوره و زمان دیگری به اهمیت و توجه به کارکنان خود پی برده‌اند آن‌ها دریافته‌اند که چگونه می‌توان با تأکید بیشتر بر حفظ و توسعه سرمایه انسانی خود در بالاترین نقطه اقتصاد جهانی جای گرفت. سرمایه انسانی کلیدی برای رشد اقتصادی جوامع محسوب می‌شود و یک سرمایه مهم و ضروری می‌باشد که سازمان در جهت رشد و توسعه اقتصادی کمک می‌کند و از این نظر می‌توان آن را با سرمایه‌ها و دارایی‌های فیزیکی سازمان مقایسه کرد. از آنجا که توانایی و مهارت افراد به عملکرد بهتر و بهره‌وری سازمان کمک می‌کند انجام هرگونه هزینه در آموزش و توسعه آن نوعی سرمایه‌گذاری بلند مدت محسوب می‌شود که سازمان تا مدت‌ها می‌تواند از نتایج آن بهره‌مند شود. دلیل این امر این است که در محیط متغیر و شدیداً رقابتی امروزی تنها با

1 . Leslie

2 . Burud and Tumolo

کمک نیروی انسانی خلاق و نوآور است که می‌توان به مزیت رقابتی دست یافت. در نتیجه سازمان‌ها باید به سازمان‌هایی پویا و یادگیرنده تبدیل شوند تا کارکنان آنها با توانایی‌هایی که از خود بروز می‌دهند قابلیت انطباق با تغییرات را در عرصه رقابت داشته باشند. بنابراین توجه به اهمیت سرمایه انسانی نتایجی را به همراه خواهد داشت. از دیدگاه سالامون^۱ سرمایه‌گذاری بر روی سرمایه انسانی به عنوان یکی از اجزای اساسی سازمان شناخته شده و سبب ارتقا کارکنان می‌شود؛ رومر^۲ بیان می‌کند که با سرمایه‌گذاری بر روی منابع انسانی، کارکنان دانش و مهارت‌های لازم را برای خلق محصولات و خدمات جدید به دست می‌آورند، همچنین سرمایه انسانی را سبب رشد اقتصاد ملی می‌داند؛ اسنل^۳ معتقد است که سرمایه‌گذاری بر روی سرمایه انسانی بر بهره‌وری کارکنان در محیط کار تاثیر گذار است؛ رگر^۴ اشاره می‌کند سرمایه‌گذاری بر روی سرمایه انسانی باعث توانایی درونی شرکت در کسب مزیت رقابتی می‌شود؛ ویناکر^۵ بیان می‌کند که این نوع از سرمایه‌گذاری سبب بهره‌وری در اقتصاد ملی می‌گردد (آذر و کاوه^۶، ۲۰۱۵: ۲۱۲).

اهمیت فهم سرمایه انسانی در ایجاد توسعه اقتصادی بلندمدت ملل را نمی‌توان نادیده گرفت. انتظار می‌رود که سیاست‌های اقتصاد کلان همه ملت‌ها به سمت توسعه انسانی و توسعه اقتصادی متمرکز می‌شود. سرمایه انسانی ستون فقرات توسعه انسانی و توسعه اقتصادی در هر ملت است (لوکاس^۷، ۲۰۱۵: ۸۶). سرمایه انسانی برای رشد انبوه حول دوره زمانی طولانی است. رشد سرمایه ملموس پولی به علت شوک‌های چرخه کسب و کار همیشه خطی نیست. در طی دوره موفقیت، سرمایه پولی در نرخ نسبتاً بالاتری رشد می‌یابد، در حالی که در طی دوره بحران اقتصادی و تنزل، کاهش سرعت سرمایه پولی وجود دارد. از طرفی دیگر، سرمایه انسانی به طور یکسانی افزایش نرخ رشد در یک دوره زمانی طولانی دارد، زیرا بنیان این سرمایه انسانی توسط ورودی‌های آموزشی و سلامت بنا شده است (جونز،

1. Solomon(1992)

2. Romer(1990)

3. Snell(1999)

4. Regger(1995)

5. Vinaker(2000)

6. Azar and Kaveh

7. Lucas

۲۰۱۴: ۳۷۶۱). نسل فعلی توسط ورودی‌های مؤثر آموزش و سلامت به طور کیفی توسعه یافته است. نسل آینده به وسیله تحقیق توسعه یافته‌تر در زمینه آموزش و سلامت متعهد شده توسط نسل فعلی دارای مزیت بیشتری است. علاوه بر این، ورودی‌های آموزشی و سلامت آثار سودمندی را در نسل آینده ایجاد می‌کند و نسل آینده ناظر بر نسل فعلی است. اضافه بر این، میزان تشکیل سرمایه انسانی در نسل آینده بیشتر از میزان تشکیل سرمایه انسانی در نسل فعلی را می‌داند. این مورد رشد انباشته تشکیل سرمایه انسانی به وجود آمده توسط کیفیت ناظر نیروی انسانی در نسل موفق نسبت به نسل اسبق است (لوکاس، ۲۰۱۵: ۸۶). دیدگاه‌های مختلفی در خصوص سرمایه انسانی وجود دارد. دیدگاه اول در نوشته‌های شولتز (۱۹۶۱) به جنبه‌های منحصر به فرد افراد توجه دارد. در این دیدگاه سرمایه انسانی وابسته به دارایی‌های و توانمندی‌ها نیروی انسانی است. این دیدگاه درست در مقابل مفهوم نیروی کار در دیدگاه کلاسیک می‌باشد. تمرکز دیدگاه دوم بر روی سرمایه انسانی است و به روندهای آن تأکید دارد. در این دیدگاه دانش، مهارت دو عنصر کلیدی می‌باشند که به اهمیت این دو موضوع در طول فعالیت‌های آموزشی توجه می‌شود مانند تحصیلات رسمی و مهارت‌های فنی و حرفه‌ای، این دیدگاه در نظریات و پژوهش‌های محققان چون فینوته و سیلکونه^۱ در سال ۲۰۰۲ و آلن^۲ در ۲۰۰۸ مشهود است. دیدگاه سوم سرمایه انسانی را به مثابه چشم انداز تولید مدار می‌داند. در این خصوص فرانک و برنانکی^۳ (۲۰۰۷) سرمایه انسانی را ترکیبی از عواملی مانند آموزش، تجربه، تحصیلات، هوش، انرژی، عادات کاری، ابتکار عمل فرد که ارزش و تولید نهایی کارکنان تحت تاثیر قرار می‌دهد، می‌دانند.

در نتیجه سرمایه انسانی را می‌توان به طور همزمان شامل هر دو مفهوم دانست یعنی اینکه سرمایه انسانی هم ابزاری برای تولید می‌باشد و هم چنین ایجاد ارزشی خاص و درون‌زا برای سازمان می‌کند که این به معنای خود تولیدی برای سرمایه انسانی می‌باشد. به طور خلاصه می‌توان گفت سرمایه انسانی مترادف با دانش جاسازی شده در تمام سطوح، فردی، سازمانی و یا یک ملت است (آذر و کاوه، ۲۰۱۵: ۲۱۲). تلاش برای بهبود و استفاده مؤثر و کارآمد از منابع گوناگون چون نیروی کار، سرمایه، مواد، انرژی و اطلاعات، هدف تمامی

1 . Finote and Silikone

2 . Allen

3 . Frank and Bernanke

مدیران سازمان‌های اقتصادی و واحدهای تولیدی صنعتی و مؤسسات خدماتی می‌باشد. وجود ساختار سازمانی مناسب، روش‌های اجرایی کارآمد، تجهیزات و ابزار کار سالم، فضای کار متعادل و از همه مهم‌تر نیروی انسانی واجد صلاحیت و شایسته از ضروریاتی می‌باشند که برای نیل به بهره‌وری مطلوب باید مورد توجه مدیران قرار گیرد. مشارکت کارکنان در امور و تلاش‌های هوشیارانه و آگاهانه آنان همراه با انضباط کاری می‌تواند بر میزان بهره‌وری و تعمیر برای بهبود بهره‌وری بویژه در یک محیط متلاطم و توأم با ناامنی تأثیر گذارد. روح فرهنگ بهبود بهره‌وری باید در کالبد سازمان دمیده شود که در آن میان نیروی انسانی هسته مرکزی را تشکیل می‌دهد. یکی از مهم‌ترین اهداف در هر سازمان ارتقای سطح بهره‌وری آن است و با توجه به اینکه انسان در ایجاد بهره‌وری نقشی محوری دارد درخواست‌های او در سازمان اثری کلیدی بجا می‌گذارد (زین الدینی، ۱۳۹۳). البته در خصوص سوابق پژوهش در حد جستجوی محققان مطالعه‌ای در زمینه تأثیر سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار بر مصرف انرژی در ایران انجام نیافته است، فلذا در این قسمت سعی شده است به تعدادی از مطالعات انجام یافته پرداخته شود.

ایران‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی رابطه ابعاد چابکی سازمانی و بهره‌وری کارکنان شرکت بیمه دانا در استان آذربایجان شرقی پرداخته‌اند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که بین چابکی سازمانی و ابعاد آن (انعطاف‌پذیری، پاسخ‌گویی، تغییر فرهنگ، سرعت در کار، یکپارچگی و پیچیدگی کم، کیفیت بالا و تولید سفارشی، شایستگی‌های اصلی) و بهره‌وری نیروی انسانی کارکنان شرکت بیمه دانا در استان آذربایجان شرقی، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. دل‌انگیزان و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر ساختار صنعتی بر شدت مصرف انرژی در صنایع کارخانه‌ای در ایران را طی دوره زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ بررسی کرده‌اند. نتایج حاکی از اثر مثبت هزینه تحقیق و توسعه داخلی، قیمت نهاده نیروی کار و قیمت نهاده انرژی و اثر منفی سرمایه انسانی، تعداد نیروی کار، انباشت سرمایه فیزیکی و سهم مالکیت خصوصی بر شدت مصرف انرژی است. آقایی و رضاقلی‌زاده (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای بر اساس مدل تصحیح خطای پانل چند متغیره (PECM) و آزمون‌های هم‌انباشتگی و علیت پانل به بررسی رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت بین مصرف انرژی و رشد ارزش‌افزوده در بخش‌های مختلف اقتصادی ایران، با در نظر گرفتن قیمت انرژی طی دوره زمانی ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹ پرداخته‌اند. نتایج به دست آمده بیانگر این است که افزایش (کاهش) مصرف انرژی در بخش‌های مختلف کشور

منجر به افزایش (کاهش) رشد ارزش افزوده در آنها می‌شود، در نتیجه با توجه به این رابطه دو سویه، فرضیه بازخورد در این تحقیق مورد تأیید قرار می‌گیرد.

ناجی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی رابطه بین صنعتی شدن و مصرف انرژی بخش صنعت در ایران در دوره زمانی ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۷ با بهره‌گیری از روش ARDL پرداخته‌اند. نتایج برآورد الگوی پویای بلندمدت، وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای مدل را نشان می‌دهد. بر اساس این الگو، صنعتی شدن در ایران، تأثیر منفی و معنی‌داری بر کارایی انرژی دارد. همچنین تأثیر نسبت موجودی سرمایه و نیز نیروی کار به ازای هر واحد انرژی بر کارایی انرژی مثبت و معنی‌دار است. جهانگرد و شیشوانی (۱۳۹۳) در یک پژوهش آثار مستقیم و غیرمستقیم سرمایه انسانی را بر رشد فعالیت‌های اقتصادی ایران در دوره زمانی ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵ با استفاده از الگوی داده و ستانده مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نتایج پژوهش آنها نشان می‌دهد که اثر سرمایه انسانی به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر رشد اقتصادی در اکثر فعالیت‌ها مثبت و معنی‌دار می‌باشد و بیشترین اثر مستقیم و غیرمستقیم سرمایه انسانی مربوط به بخش آب و برق و گاز می‌باشد. فطرس و ترکمنی (۱۳۹۳) در یک مطالعه رابطه بین مصرف انرژی، مصرف الکتریسیته و توسعه انسانی در ایران را در دوره زمانی ۱۳۵۰ تا ۱۳۹۰ با رویکرد آزمون باند تجزیه و تحلیل کرده‌اند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که در کوتاه مدت و بلندمدت مصرف سرانه انرژی روی شاخص توسعه انسانی تأثیر منفی و معنی‌داری دارد؛ اما مصرف سرانه الکتریسیته تأثیر مثبت و معنی‌داری روی شاخص توسعه انسانی در کوتاه مدت و بلندمدت دارد. ایران‌زاده و پاکدل (۱۳۹۳) به بررسی نقش پیاده‌سازی مدیریت دانش بر افزایش بهره‌وری نیروی انسانی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز پرداخته‌اند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که هر یک از هفت عامل پیاده‌سازی مدیریت دانش (شناسایی دانش، کسب دانش، توسعه دانش، تسهیم دانش، نگهداری دانش، استفاده از دانش، و در نهایت ارزیابی مدیریت دانش) بر افزایش بهره‌وری کارکنان مؤثر می‌باشد. علوی راد و کانور (۱۳۹۳) تأثیر مصرف انرژی بر ارزش افزوده بخش‌های اقتصادی کشاورزی، صنعت و خدمات در ایران در دوره ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۹ را با بهره‌گیری از روش تخمین‌زننده‌های حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده FMOLS و حداقل مربعات پویا DOLS بررسی کرده و نشان می‌دهند که یک رابطه‌ی بلندمدت هم‌جمعی میان

مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی واقعی بدون نفت وجود دارد. متیو و همکاران^۱ (۲۰۱۸) به بررسی مصرف برق و توسعه سرمایه انسانی و اثرات آن‌ها بر رشد اقتصادی در نیجریه در دوره زمانی ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۶ با بهره‌گیری از روش حداقل مربعات معمولی پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان داد که توسعه انسانی تاثیر ناچیزی بر رشد اقتصادی نیجریه دارد، در حالی که مصرف برق به طور قابل ملاحظه با رشد اقتصادی ارتباط دارد. بشیر و همکاران^۲ (۲۰۱۸) رابطه علیت بین سرمایه انسانی، مصرف انرژی، انتشار CO² و رشد اقتصادی را بر اساس شواهد تجربی از اندونزی در دوره ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۷ با استفاده از روش VECM بررسی کرده و نشان می‌دهند که یک رابطه علی بلندمدت بین مصرف انرژی و سرمایه انسانی وجود دارد. علی و همکاران^۳ (۲۰۱۶) تاثیر مصرف انرژی زیست توده^۴ را بر رشد اقتصادی کشورهای جنوب صحرای آفریقا با بهره‌گیری از روش تخمین زنده‌های حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده FMOLS و حداقل مربعات پویا DOLS بررسی کرده‌اند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که مصرف انرژی زیست توده، سرمایه و سرمایه انسانی تاثیر مثبت و معنی‌داری بر رشد اقتصادی داشته است. باتجاریا و همکاران^۵ (۲۰۱۶) تاثیر مصرف انرژی های تجدیدپذیر را بر رشد اقتصادی ۳۸ کشور منتخب توسعه‌یافته در بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۲ مورد بررسی قرار داده و بر این موضوع تأکید دارند که در بلندمدت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تاثیر مثبت و معنی‌داری بر رشد اقتصادی کشورهای مورد بررسی دارد. آذر و کاوه^۶ (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی نقش سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی در بهبود بهره‌وری کارکنان سازمان‌ها پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که توجه ویژه به سرمایه انسانی در محیط سازمان موجب افزایش بهره‌وری کارکنان در محیط سازمان می‌شود. اعظم و همکاران^۷ (۲۰۱۵) رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در ۵ کشور عضو گروه آستان^۷ اندونزی، مالزی، تایلند، سنگاپور و فیلیپین در بازه زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۲ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج بررسی‌ها بیانگر این است که یک رابطه معنی‌دار و بلندمدت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در

-
- 1 . Matthew et al.
 - 2 . Bashir et al.
 - 3 . Ali et al.
 - 4 . Biomass Energy
 - 5 . Bhattacharya et al.
 - 6 . Azam et al.
 - 7 . ASEAN

کشورهای مورد بررسی وجود دارد. آلالی و همکاران^۱ (۲۰۱۵) به بررسی تاثیر مصرف انرژی و سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در ۱۳۰ کشور صادر کننده نفت و توسعه یافته در بازه زمانی ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۹ با استفاده از روش داده‌های تابلویی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه انسانی و مصرف انرژی در کشورهای مورد بررسی تاثیر مثبت و معنی‌داری بر رشد اقتصادی داشته است. لین و مبارک^۲ (۲۰۱۴) به بررسی رابطه بین انرژی‌های تجدید پذیر و رشد اقتصادی در کشور چین در بازه زمانی ۱۹۷۷ تا ۲۰۱۱ با استفاده از روش ARDL پرداخته‌اند. نتایج نشان‌دهنده این است که یک رابطه دوسویه بین انرژی‌های تجدید پذیر و رشد اقتصادی چین وجود دارد. با توجه به مطالب یاد شده، مطالعه حاضر می‌کوشد تا به بررسی آثار سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار بر مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران در بازه زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ با بهره‌گیری از روش داده‌های تابلویی بپردازد.

ابزار و روش

جامعه آماری و مدل پژوهش

جامعه آماری در این پژوهش کلیه بخش‌های اقتصادی در ایران می‌باشد. نمونه آماری هم شامل ۳ بخش صنعت، خدمات و کشاورزی می‌باشد که به روش غیر تصادفی انتخاب شده‌اند. شیوه تجزیه و تحلیل با استفاده از روش اقتصادسنجی داده‌های تابلویی، تجزیه و تحلیل اطلاعات درباره زمانی مورد مطالعه ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ و تخمین مدل نیز به کمک نرم‌افزار Eviews9 صورت می‌گیرد. مدل مورد بررسی به صورت زیر می‌باشد:

$$EC_{it} = f(HC_{it}, LP_{it}) \quad (1)$$

$$EC_{it} = f(HC_{it}, HC_{it} * LP_{it}) \quad (2)$$

$$EC_{it} = f(G_{it}, G^2_{it}) \quad (3)$$

که در آن EC ، میزان مصرف سوخت‌های فسیلی در ۳ بخش کشاورزی، صنعت و خدمات به صورت میلیون بشکه معادل نفت خام می‌باشد، HC ، به صورت نسبت تعداد

1 . Alaali

2 . Lin and Moubarak

شاغلین تحصیل کرده به کل شاغلان بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات تعریف می‌شود، LP، بهره‌وری نیروی کار بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات، HC*LP، حاصل ضرب نسبت تعداد شاغلان تحصیل کرده به کل شاغلین بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات در بهره‌وری نیروی کار بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات تعریف می‌شود، G، عبارت است از مابه‌التفاوت ارزش دریافتی‌ها و ارزش پرداختی‌ها یا به عبارتی مابه‌التفاوت ارزش ستانده و ارزش داده فعالیت‌های اقتصادی، G^2 ، مجذور مابه‌التفاوت ارزش دریافتی‌ها و ارزش پرداختی‌ها یا به عبارتی مابه‌التفاوت ارزش ستانده و ارزش داده فعالیت‌های اقتصادی می‌باشند. اطلاعات مربوط به متغیرهای مذکور از جداول آماری بانک مرکزی و مرکز آمار ایران استخراج شده‌اند.

مدل داده‌های تابلویی

داده‌های تابلویی اطلاعات آگاهی دهنده بیشتر، تنوع یا تغییر پذیری بیشتر، همخطی کمتر بین متغیرها، درجات آزادی و کارایی بیشتر را فراهم می‌کند، در حالی که سری‌های زمانی گرفتار همخطی می‌باشند. در داده‌های تابلویی با توجه به اینکه ترکیبی از سری‌های زمانی و مقطعی می‌باشند، بعد مقطعی موجب اضافه شدن تغییر پذیری یا تنوع بسیار زیادی می‌شود که با در دست داشتن این اطلاعات می‌توان برآوردهای معتبرتری انجام داد. مزیت عمده در این داده‌ها این است که داده‌های گروهی یعنی داده‌های مرکب از یک سری زمانی از نمونه‌های مقطعی بالقوه از نظر اطلاعات غنی تر از نمونه مقطعی (N) خواهد بود و اگر صرفاً از سری‌های زمانی استفاده شود تنها به اندازه مشاهدات (T) خواهد بود، اما با تلفیق این دو تعداد داده‌ها به اندازه تعداد مقاطع ضرب در تعداد مشاهدات (N.T) افزایش خواهد یافت که این امر می‌تواند منجر به برآوردهای کاراتری از پارامترها شود. در محاسبه واریانس جامعه با توجه به مشاهدات مربوط به سری زمانی، واریانس به دست آمده از مشاهدات بر تعداد داده‌ها منهای تعداد پارامترها (K) تقسیم می‌شود.

$$\hat{\delta}_i^2 = \frac{\delta_i^2}{N-K} \quad (5)$$

در حالی که در داده‌های گروهی داریم:

$$\widehat{\delta}_i^2 = \frac{\delta_i^2}{NT-N-K} \quad (۶)$$

که معمولاً در این حالت مخرج بزرگتر شده و بنابراین واریانس محاسبه شده ($\widehat{\delta}_i^2$) کوچکتر از واریانس (δ^2) به دست آمده صرفاً از داده‌های سری زمانی می‌باشد و بنابراین کارایی تخمین افزایش می‌یابد. به همین قیاس چنانچه آزمون F (آزمون معنی‌دار بودن کل رگرسیون) را در دو حالت یعنی سری زمانی و تلفیقی مقایسه کنیم، در مدل سری زمانی تنها خواهیم داشت:

$$F = \frac{(RSS_r - RSS_{ur})/N-1}{RSS_{ur}/N-K} \quad (۷)$$

به صورت زیر محاسبه می‌گردد: F در صورتی که مدل تلفیقی

$$F = \frac{(RSS_r - RSS_{ur})/N-1}{RSS_{ur}/NT-N-K} \quad (۸)$$

به وضوح مشخص است که مقدار F در مدل تلفیقی می‌تواند بزرگتر از مدل سری زمانی باشد و لذا احتمال معنی‌دار بودن کل رگرسیون یعنی وجود متغیرهای توضیحی در مدل تلفیقی بیشتر خواهد بود.

داده‌های تلفیقی امکان طراحی الگوهای رفتاری پیچیده‌تری نسبت به داده‌های مقطعی و سری زمانی صرفاً را فراهم می‌کند. برای مثال به وسیله داده‌های ترکیبی امکان بهتری برای بررسی و مدل‌سازی کارایی تکنیکی وجود دارد. این نوع از داده‌ها امکان بیشتری برای شناسایی و اندازه‌گیری آثاری را فراهم می‌کند که به وسیله فقط آمارهای مقطعی و یا سری زمانی به سادگی قابل شناسایی نیست. داده‌های تلفیقی از واحدهای کوچکی مثل افراد، شرکت‌ها و خانوارها گردآوری می‌شوند. خیلی از متغیرها را می‌توان در مقیاس کوچک با دقت بیشتری اندازه‌گیری نمود و انحراف‌های ناشی از تجمع افراد یا شرکت‌ها حذف می‌شوند. امتیاز دیگری که برای تلفیق کردن داده‌ها می‌توان در نظر گرفت این است که استفاده از مشاهدات مقطعی ممکن است منجر به برآوردهای آریبی از پارامتر شود. چنانچه از این برش‌های مقطعی طی زمان نمونه‌گیری شود و به اصطلاح داده‌های گروهی فراهم شود برآوردهای نااریب و سازگاری امکان‌پذیر است.

بحث و نتیجه گیری

بررسی پایایی متغیرها

یکی از روش‌هایی که می‌توان از ایجاد رگرسیون کاذب جلوگیری کرد، اطمینان از پایایی متغیرهاست. جهت بررسی مانایی متغیرها آزمون‌های مختلفی نظیر لوین، لین و چو (LLC)، فیشر-دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)، فیلیپس-پرون (PP) و غیره وجود دارند. در این پژوهش از آزمون لوین، لین و چو (LLC) که یکی از مهم‌ترین آزمون‌های ریشه واحد در داده‌های تابلویی می‌باشد، استفاده شده است. نتایج حاصل از بررسی پایایی متغیرهای پژوهش در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول شماره (۱): نتایج پایایی متغیرهای مدل با استفاده از آزمون لوین، لین و چو

متغیرهای مستقل	آماره t	احتمال
EC	-۱/۷۹۵۱	۰/۰۳۶۳
HC	-۲/۵۸۱۸	۰/۰۰۴۹
LP	-۱/۸۵۷۳	۰/۰۳۱۶
HC*LP	۰/۳۰۹۸	۰/۶۲۱۶
DHC*LP	-۱/۸۳۹۸	۰/۰۳۲۹
G	۱/۰۷۱۱	۰/۸۵۸۰
DG	-۴/۵۸۳۴	۰/۰۰۰۰
G2	-۰/۲۸۶۱	۰/۳۸۷۴
DG2	-۳/۶۶۶۶	۰/۰۰۰۱

همان‌طور که از نتایج بر می‌آید تمامی متغیرها به غیر از یک متغیر در سطح پایا هستند و متغیر ناپایا با یک‌بار تفاضل‌گیری پایا شده که با نماد D نشان داده شده است. لازم به ذکر است که به دلیل پایا بودن برخی متغیرها بعد از تفاضل‌گیری و یا $I(1)$ بودن آن‌ها، بایستی وجود روابط تعادلی بلندمدت مورد آزمون قرار گیرد که بدین منظور از آزمون پدرونی استفاده شده است.

آماره‌های آزمون پدرونی (۲۰۰۴ و ۱۹۹۹) به طور مجانبی توزیع نرمال استاندارد دارند. در بین این آزمون‌ها، تنها آزمون نسبت واریانس آزمون یک‌طرفه و دامنه راست بوده و سایر

آزمون‌ها نیز یک طرفه دامنه چپ می‌باشند. از این‌رو، برای تمامی آن‌ها با فرض سطح اطمینان ۵ درصد، مقدار بحرانی $(-1/64)$ است. به عبارت دیگر، اگر آماره آزمون کمتر از $-1/64$ باشد، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود همجمعی رد خواهد شد. پدرونی نشان داده است که به لحاظ توان آزمون، آزمون ADF گروهی توان بیشتری داشته و بعد از آن آزمون ADF پانل بیشترین توان را دارا است. برای مدل‌های برآوردی، آزمون همجمعی پدرونی انجام شده و نتایج آن در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج آزمون بیانگر این است که یک هم‌انباشتگی قوی و یک ارتباط بلندمدت میان متغیرها وجود دارد.

جدول شماره ۲: نتایج آزمون هم‌انباشتگی پدرونی

نوع آزمون	آماره	احتمال
Panel PP-Statistic	-۵/۳۷۲۱	۰/۰۰۰۰
Group PP-Statistic	-۴/۹۲۱۳	۰/۰۰۰۰
Panel ADF-Statistic	-۴/۱۷۵۲	۰/۰۰۰۰
Group ADF-Statistic	-۳/۹۷۸۰	۰/۰۰۰۰

نتایج آزمون اف و هاسمن

جهت استفاده از روش داده‌های تابلویی در برآورد مدل، ابتدا لازم است تا نوع روش تخمین جهت نوع خاص داده‌های ترکیبی - مقطعی تعیین شود. در برآورد روش داده‌های تابلویی دو حالت کلی مطرح می‌شود. در حالت اول عرض از مبدأ برای کلیه مقاطع یکسان است که در این صورت مدل داده‌های تلفیقی^۱ می‌باشد. حالت دوم عرض از مبدأ برای تمام مقاطع متفاوت است که به این حالت داده‌های تابلویی^۲ گفته می‌شود. برای شناسایی دو حالت فوق از آزمونی به نام اف-لیمر (F-لیمر) استفاده می‌شود. آزمون هاسمن هم انتخاب بین دو روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی را روشن می‌سازد. نتایج حاصل از این دو آزمون برای مدل‌های مورد بررسی در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. طبق جدول ۳ نتایج به دست آمده از آزمون‌های اف - لیمر و هاسمن برای تخمین مدل‌ها، حالت داده‌های تابلویی و روش رگرسیون با اثرات ثابت را به عنوان روش مناسب تخمین معرفی می‌کند.

1. Pool data

2. Panel data

جدول شماره ۳: نتایج آزمون F لیمر و هاسمن برای مدل‌های مورد بررسی

مدل نوع آزمون	مدل اول		مدل دوم		مدل سوم	
	آماره	احتمال	آماره	احتمال	آماره	احتمال
F لیمر	۸۰/۴۶۷۸	۰/۰۰۰۰	۱۴۶/۴۲۱۲	۰/۰۰۰۰	۸۱/۱۰۷۴	۰/۰۰۰۰
هاسمن	۹۰/۳۲۱۴	۰/۰۰۰۰	۱۰۳/۵۴۲۳	۰/۰۰۰۰	۱۶۲/۲۱۴۹	۰/۰۰۰۰

نتایج تخمین مدل اول

نتایج تخمین مدل اول بر اساس الگوی سنجی داده‌های تابلویی و به روش اثرات ثابت برای دوره ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول شماره ۴: نتایج تخمین مدل اول

متغیرهای توضیحی	مقدار ضریب	انحراف معیار	مقدار آماره t	احتمال
C	-۰/۵۰۱۰	-۰/۰۸۲۳	۶/۰۷۰۳	۰/۰۰۰۰
HC	-۰/۵۵۷۱	-۰/۱۱۱۰	-۵/۱۹۴۸	۰/۰۰۰۰
LP	-۰/۵۰۶۰	-۰/۱۷۵۴	-۲/۸۸۴۴	۰/۰۰۵۵
$R^2=۰/۹۲۴۰$		$Adjusted R^2=۰/۹۱۸۷$		$DW=۲/۳۴$

همان طور که ملاحظه می‌شود تاثیر سرمایه انسانی بر مصرف انرژی منفی است. به طوری که می‌توان گفت هر چه میزان سرمایه انسانی افزایش می‌یابد، مصرف انرژی نیز کاهش خواهد یافت. با بهبود وضعیت توسعه انسانی و افزایش افراد متخصص در حوزه‌های مختلف میزان استفاده بهینه از انرژی بهبود می‌یابد، بنابراین مصرف انرژی کاهش می‌یابد. همچنین تاثیر بهره‌وری نیروی کار بر مصرف انرژی نیز منفی است. بدین مفهوم که هر چه بهره‌وری نیروی کار افزایش یابد، مصرف انرژی کاهش خواهد یافت. بنابراین می‌توان گفت بهبود بهره‌وری نیروی کار تاثیر معنی‌داری بر مصرف انرژی بخش‌های مختلف خواهد داشت.

نتایج تخمین مدل دوم

نتایج تخمین مدل دوم بر اساس الگوی سنجی داده‌های تابلویی و به روش اثرات ثابت برای دوره ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول شماره ۵: نتایج تخمین مدل دوم

متغیرهای توضیحی	مقدار ضریب	انحراف معیار	مقدار آماره t	احتمال
C	۰/۶۵۰۵	۰/۳۴۹۲	۱/۸۶۲۸	۰/۰۶۷۵
HC	-۰/۲۹۴۵	۰/۰۵۳۳	-۵/۴۵۴۷	۰/۰۰۰۰
HC*LP	-۰/۵۳۷۷	۰/۰۷۳۹	-۷/۲۶۹۹	۰/۰۰۰۰
$R^2=۰/۹۴۵۷$		$\text{Adjusted } R^2=۰/۹۴۱۹$		$DW=۲/۱۰$

در مدل دوم نیز ضریب برآورد شده برای متغیر سرمایه انسانی منفی است. پس می‌توان گفت با بهبود وضعیت سرمایه انسانی، مصرف انرژی نیز کاهش خواهد یافت. ضریب برآورد شده برای متغیر HC*LP هم منفی است، به عبارتی دیگر رابطه تعاملی یا اثر متقابل بین سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار تاثیر منفی بر مصرف انرژی در بخش‌های مورد مطالعه داشته است. این ضریب تلویحاً این واقعیت را بیان می‌دارد که یک تغییر کوچک در استفاده کارآمد از انرژی توسط منابع انسانی (با توجه به محدودیت منابع) می‌تواند با کاهش در مصرف انرژی، مسیر صرفه‌جویی در مصرف انرژی را هموار سازد.

نتایج تخمین مدل سوم

نتایج تخمین مدل بر اساس الگوی سنجی داده‌های تابلویی و به روش اثرات ثابت برای دوره ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ برای مدل سوم در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول شماره ۶: نتایج تخمین مدل سوم

متغیرهای توضیحی	مقدار ضریب	انحراف معیار	مقدار آماره t	احتمال
C	۱/۷۲۷۱	۰/۲۰۱۶	۸/۵۶۳۷	۰/۰۰۰۰
G	۱/۱۱E-۱۱	۵/۳۱E-۱۲	۲/۰۹۸۶	۰/۰۴۰۲
G ²	-۸/۹۲E-۲۳	۲/۴۹E-۲۳	-۲/۵۸۳۳	۰/۰۰۰۷
$R^2=۰/۹۷۳۷$		$\text{Adjusted } R^2=۰/۹۷۱۹$		$DW=۲/۴۰$

ضرایب برآورد شده برای متغیرهای مابه‌التفاوت ارزش ستانده و ارزش داده فعالیت‌های اقتصاد و مجذور آن، بیان‌کننده یک رابطه به شکل U معکوس است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مثبت بودن ضریب متغیر ارزش افزوده بخش‌ها نشان از افزایش مصرف انرژی به ازای هر واحد افزایش در ارزش افزوده بخش‌ها می‌باشد. این ضریب تلویحاً این واقعیت را

بیان می‌دارد که افزایش ارزش افزوده بخش‌ها از سویی انگیزه مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از سوی دیگر به طور مستقیم زیرساخت‌ها و توسعه انسانی را متأثر می‌کند و همچنین برنامه‌های مربوط به صرفه‌جویی و بهبود فناوری در مصرف انرژی به صورت غیرمستقیم عاملی در جهت کاهش مصرف انرژی به شمار می‌روند. ضریب به دست آمده برای متغیر مجذور ارزش افزوده بخش‌ها منفی و معنی‌دار می‌باشد. این ضریب عمدتاً حکایت از روند نزولی میان ارزش افزوده بخش‌ها و مصرف انرژی دارد. به عبارت دیگر، این ضریب مربوط به آن بخش از منحنی U شکل معکوس است که بعد از نقطه ماکزیمم و در مسیر نزولی قرار دارد. این منحنی بیان می‌کند که در مراحل ابتدایی که ارزش افزوده بخش‌ها خیلی بزرگ نیست، وجه عرضه‌کنندگی کالاها توسط بخش‌ها غالب می‌شود و این مرحله همراه با افزایش مصرف انرژی می‌باشد. زمانی که ارزش افزوده بخش‌ها از سطح حداکثر عبور می‌کند وجه کاهش ذخایر انرژی و اثر انقباضی تولید بخش‌ها غالب می‌شود و مصرف انرژی کاهش می‌یابد و بیانگر این امر می‌باشد که ارزش افزوده بخش‌ها تا یک حد معینی می‌تواند منجر به افزایش در مصرف انرژی گردد و پس از رسیدن به اندازه مطلوب تولیدات، با افزایش ارزش افزوده بخش‌های تولیدی و بهبود فناوری‌ها در اقتصاد نه تنها شاخص مصرف انرژی افزایش نمی‌یابد بلکه منجر به کاهش در اندازه این شاخص می‌گردد.

بحث و نتیجه گیری

در سال‌های اخیر به دلیل پیچیدگی و تحولات روز افزون جامعه جهانی، عامل انرژی نقش اساسی در اقتصاد و سیاست هر ملت ایفا می‌کند و پیگیری دقیق دورنمای بخش انرژی و اتخاذ استراتژی مناسب از ارکان اصلی حفظ ثبات و قدرت سیاسی اقتصادی هر کشور است. امروزه، شرایط اقتصادی و بازرگانی ضرورت وجود یک طرح بهینه‌سازی در مصرف منابع مختلف انرژی را هشدار می‌دهد. مصرف روز افزون انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد و همچنین نبود استانداردهای مصرف انرژی و قوانین و مقررات مدون جامع در این زمینه، اجرای پروژه‌های مختلف تدوین معیار مصرف انرژی و همچنین مدیریت انرژی را امری ضروری می‌نماید. در این راستا به کارگیری پیشرفته‌ترین تکنولوژی‌هایی که متضمن بیشترین بازدهی از کمترین میزان انرژی باشند در مدیریت انرژی موثر است. از ابعاد دیگر، مدیریت انرژی، افزایش آگاهی ملت‌ها و ترویج الگوی صحیح مصرف و نیز تأمین سهم

کمتری از انرژی‌های فسیلی است. توجه به تقاضای روزافزون انرژی و محدودیت ذخایر انرژی فسیلی، اهمیت استفاده بهینه از انرژی را در سرتاسر جهان مشخص نموده است. در واقع بررسی رفتار مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد، گامی اساسی و مهم برای برنامه‌ریزی انرژی است. با توجه به این که ایران دارای منابع غنی و گسترده انرژی، مخازن بزرگ نفتی و گاز طبیعی، معادن عظیم زیرزمینی و پتانسیل بالقوه انرژی است، تعیین عوامل موثر بر مصرف انرژی می‌تواند در تبیین سیاست‌های بخش انرژی، کمک مؤثری کند. با توجه به اهمیت این موضوع، هدف مطالعه حاضر بررسی اثر سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار بر مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران است. به همین منظور در پژوهش حاضر آثار سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار بر مصرف انرژی در بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات ایران با بهره‌گیری از روش داده‌های تابلویی در بازه زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج بررسی‌ها نشان داد که سرمایه انسانی، بهره‌وری نیروی کار، حاصل ضرب سرمایه انسانی در بهره‌وری نیروی کار و مجذور ارزش افزوده دارای تاثیر منفی و ارزش افزوده دارای تاثیر مثبت بر مصرف انرژی در بازه زمانی مورد بررسی بوده‌اند. نتایج به دست آمده از تحقیق، مطابق با نتایج مطالعات فطرس و ترکمنی (۱۳۹۳)، ناجی میدانی و همکاران (۱۳۹۴)، آذر و کاوه (۲۰۱۵) و هیگمن و اونلی (۲۰۱۱) می‌باشد. به طوری که بر اساس نتایج تخمین مدل، اثر متقابل متغیرهای سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار بخش‌های اقتصادی تأثیر منفی و معنی‌دار در سطح بحرانی یک درصد بر مصرف انرژی داشته است. این ضریب تلویحاً این واقعیت را بیان می‌دارد که یک تغییر کوچک در استفاده کارآمد از انرژی توسط منابع انسانی (با توجه به محدودیت منابع) می‌تواند با کاهش در مصرف انرژی، مسیر صرفه جویی در مصرف انرژی را هموار سازد. همچنین ضرایب برآورد شده برای متغیرهای ارزش افزوده و مجذور ارزش افزوده فعالیت‌های اقتصادی، بیان‌کننده یک رابطه به شکل U معکوس ما بین ارزش افزوده بخش‌های اقتصاد و مصرف انرژی می‌باشد. به عبارت دیگر در مراحل اولیه با افزایش تولید بخش‌های مختلف اقتصاد، مصرف انرژی افزایش می‌یابد ولی با بهبود فناوری در تولیدات، با افزایش ارزش افزوده بخش‌های اقتصادی می‌توان شاهد صرفه‌جویی و کاهش در مصرف انرژی شد. همچنین برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی بر اساس نتایج به دست آمده، پیشنهاد می‌شود؛ بهره‌گیری بهینه از سرمایه انسانی برای بهبود فناوری و هدایت بخش‌های تولیدی به سمت تولید فناوری‌های نوین در راستای

کاهش مصرف انرژی صورت گیرد. همچنین با آموزش و آگاه‌سازی نیروی انسانی در زمینه اهمیت و نحوه کاهش مصرف انرژی با تولید محصولات کم مصرف در حوزه انرژی و نیز با بهبود بهره‌وری نیروی کار می‌توان گام‌های موثری در جهت بهبود وضعیت مدیریت مصرف انرژی بخش‌های مختلف اقتصادی برداشت. شایان ذکر است، در این پژوهش سعی شد که تاثیر سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار بر مصرف انرژی در بخش‌های اقتصادی مورد بررسی قرار گیرد و در این راستا عمده‌ترین محدودیتی که وجود داشت، محدودیت و مشکلات آماری بود؛ بنابراین بازه زمانی پژوهش از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ انتخاب شد. تشکر و قدردانی:

این مقاله از طرح تحقیقاتی با عنوان " بررسی آثار غیر خطی نسبت شهرنشینی و سرمایه انسانی بر مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران " که با بودجه پژوهشی و حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به انجام رسیده است، استخراج شده است.

References

- Aghayi, M., Rezagholozadeh, M. (2015), Energy Consumption and Value Added Growth in Different Sectors of Iran's Economy: Co-integration Approach and Panel Error Correction. *Journal of Economic and Regional Development*, 22(9), 31-67, (In Persian).
- Alaali, F., Roberts, J., & Taylor, K. (2015), The Effect of Energy Consumption and Human Capital on Economic Growth: An Exploration of Oil Exporting and Developed Countries. *Sheffield Economics Research Papers Series*, 1-23.
- Alavi Raad, A., & Kanour, R. (2014), Effect of Energy Efficiency on Value Added of Agricultural, Industrial and Service Economies in Iran: An Analysis Based on the Co-Panel Panel Approach. *Agricultural Economics Research*, 6(3), 1-19.
- Ali, H. S., Law, S. H., Yusop, Z., & Chin, L. (2016), Dynamic Implication of Biomass Energy Consumption on Economic Growth in Sub-Saharan Africa: Evidence from Panel Data Analysis. *Geo Journal*, 16, 1-10.
- Azam, M., Khan, A. Q., Bakhtyar, B., & Emirullah, C. (2015), The Causal Relationship between Energy Consumption and Economic Growth in the ASEAN-5 Countries. *Energy Reviews*, 47, 732-745.
- Azar, M., & Kaveh, K. (2015), Evaluating the Importance of Human Resources Investment in the Productivity of Employees in Companies. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5, 211-213, (In Persian).

- Bashir, A., Thamrin, K.M., Farhan, M., Mukhlis, T. & Pratama, D. (2018), The Causality between Human Capital, Energy Consumption, CO2 Emissions, and Economic Growth: Empirical Evidence from Indonesia, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(2), 98-104.
- Becker, G. S. (2002), *The Age of Human Capital. Education in the Twenty-First Century*.
- Burud, S., & Tumolo, M. (2004), *Leveraging the New Human Capital: Adaptive Strategies, Results Achieved, and Stories of Transformation*. CA: Davies-Black Publishing.
- Bhattacharyaa, M., Reddy Paramatib, S., Ozturkc, I., & Bhattacharyad, S. (2016), The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from Top 38 Countries. *Applied Energy*, 162(15), 733-741.
- Delangizan, S., Rezaee, E. & Baharipour, S. (2016), The Effect of Industrial Structure on Energy Consumption in Industrial and Industrial Industries, *Policy Studies and Energy Planning*, 2(3), 133-168, (In Persian).
- Farhadi, A., & Bastani, A. (2005), Investigating the Degree of Openness of the Economy and the Growth of Productivity in Selected Countries, Including Iran, with Emphasis on the Law of the Fourth Plan. *First National Conference on Productivity and Development*, (In Persian).
- Fotros, M., & Torkamani, E. (2014), Energy Consumption, Electricity Consumption and Human Development in Iran. *Journal of Applied Economic Studies*, 3(10), 127-144, (In Persian).
- Frank, R. H., & Bernanke, B. S. (2007), *Principles of Microeconomics* (3rd ed.). New York: McGraw- Hill/Irwin.

- Hickman, D. C., & Olney, W.W. (2011), Globalization and Investment in Human Capital. *ILRREVIEW*, 64(4).
- Lin, B., & Moubarak, M. (2014), Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus for China. *Energy Reviews*, 40, 111-117.
- Jahanghard, E., & Shishvani, M.(2014), Investigating the Direct and Indirect Impact of Human Capital on the Growth of Iran's Economic Activities. *Journal of Applied Economics*, 4, 37-48, (In Persian).
- Iranzadeh, S., Alsadat Mesbahi, N., Shokri, R., & Ebrahimi, A. (2016), A Study of the Relation between Organizational Agility Dimensions and the Productivity of Dana Insurance Company Employees in East Azarbaijan Province. *Quarterly Journal of Productivity Management*, 10(38), 146-117, (In Persian).
- Iranzadeh, S., & Pakdel, M. (2014), Investigating the Role of Knowledge Management Implementation in Labor Productivity in Islamic Azad University Tabriz Branch. *Quarterly Journal of Productivity Management*, 8(28), 51-74, (In Persian).
- Jones, B. F. (2014), The Human Capital Stock: A Generalized Approach. *American Economic Review*, 1-23.
- Jung, J., & Mercenier, J. (2008), A Simple Model of Offshore Outsourcing, Technology Upgrading and Welfare, *THEMA Working Paper*.
- Leslie, A. W. (2004), Performemce Management,getting It Right from Start, *SHRM Research Quartely*.
- Lucas, R. (2015), Human Capital and Growth. *American economic Review*, 105(5), 85-88.
- Matthew, O.A., Ede, C.U., Osabohien, R., Ejemeyovwi, J., Fasina, F.F. & Akinpelumi, D. (2018), Electricity Consumption and Human Capital Development in Nigeria: Exploring the Implications for Economic

- Growth, International Journal of Energy Economics and Policy, 8(6), 8-15.
- Naji Meydani, A., Mahdi Adeli, M., & Arabshahi Deloyi, M. (2015), Investigating the Relationship Between Industrialization and Energy Efficiency in the Industrial Sector in Iran. Journal of Economic Policy, 7(13), 27-56, (In Persian).
- Pourebadolahn, M., Asgharpour, H., Fallahi, F., & Abdi, H. (2012), The Effect of Human Capital on the Export of Industrial Goods in Iran. Journal of Monetary and Financial Economics, 19(3), 189-216, (In Persian).
- Ronning, A., & Kearney, M. L. (1998), Graduate Prospects in a Changing Society. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Schultz, T. W. (1971), Investment in Human Capital. New York. The Free Publishing.
- Stern, D. I., & Celeveland C. J. (2004), Energy and Economic Growth. Rensselaer Working Papers, 0410.
- Zanynodini, M. (2014), The Study of the Effect of Quality of Working Life on Human Resource Efficiency of State Banks of Fars Province, Articles of the International Conference on Humanities and Behavioral Studies.