

## تأمین مالی کارایی انرژی: مورد اقتصاد ایران

حسن درگاهی\*

کاظم بیابانی خامنه\*\*

تاریخ پذیرش  
۹۴/۸/۲۷

تاریخ دریافت  
۹۴/۳/۲۰

### چکیده

محدودیت نقدینگی کارگزاران اقتصادی با اختلال در بهینه یابی منجر به انتخاب سطحی غیربهینه از متغیرهای تصمیم گیری می شود. در ادبیات اقتصاد انرژی نیز یکی از دلایل بروز شکاف کارایی انرژی به محدودیت های اعتباری و نواقص بازارهای سرمایه مربوط می شود. زیرا توسعه مالی علاوه بر رفع محدودیت های نقدینگی و انباشت بیشتر سرمایه، با تسریع پیشرفت فناوری می تواند تأثیر چشمگیری بر کارایی انرژی داشته باشد. در این پژوهش نقش اعتبارات بانکی، به عنوان شاخصی از توسعه مالی، بر بهبود کارایی انرژی اقتصاد ایران، با مطالعه دوره ۱۳۵۳-۱۳۹۱ بررسی می شود. نتایج برآورد الگوهای پژوهش نشان می دهند که توسعه مالی و اعطای اعتبارات به طور مستقیم و از طریق رفع محدودیت های اعتباری با کاهش شدت انرژی و در نتیجه بهبود کارایی انرژی همراه بوده اما این اثربخشی از کانال بهبود بهره وری کل عوامل تولید نیست. به عبارت دیگر در دوره مورد بررسی، توسعه مالی از کانال بهبود فناوری منجر به افزایش کارایی انرژی در اقتصاد ایران نشده است.

**کلید واژه ها:** شدت انرژی، شکاف کارایی انرژی، توسعه مالی، آزمون کران ها.

طبقه بندی JEL: Q43, E44, O16

\* h-dargahi@sbu.ac.ir

\* دانشیار گروه اقتصاد دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی

\*\* biabany@outlook.com

\*\* کارشناس ارشد گروه اقتصاد دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی

## ۱. مقدمه

بهبود کارایی انرژی<sup>۱</sup> به عنوان یکی از اصلی ترین و مؤثرترین راهبردهای مرتبط با امنیت انرژی، رقابت پذیری و توسعه فناوریانه شناخته می شود. ارتقاء کارایی با اتخاذ سیاست های حفاظت انرژی<sup>۲</sup> به دسترسی انرژی بیشتر جهت فعالیت های اقتصادی و کاهش زیان های اقتصادی برآمده از کمبود عرضه انرژی ختم می گردد. اصلی ترین فایده کارایی انرژی کاهش میزان منابع انرژی مورد نیاز برای به دست آوردن خدمات انرژی<sup>۳</sup> است که نقش مهمی در امنیت انرژی، پس انداز منابع مالی و کاهش تأثیرات زیست محیطی مصرف انرژی دارد. کاهش فقر، بهبود سمت عرضه، کاهش تلفات فنی تولید، افزایش درآمد قابل تصرف به موجب کاهش هزینه های انرژی، بهبود بهره وری صنعتی و همچنین تحول و کارآمدی بودجه عمومی کشورها از جمله منافع اصلی بهبود کارایی انرژی هستند. در تعریف اقتصادی، کارایی انرژی نشان دهنده میزان خدمات انرژی مهیا شده به ازای یک واحد نهاد انرژی و بیشینه ظرفیت بهره مندی ممکن از هر واحد انرژی مصرف شده است. کارایی عمدتاً برآمده از یک فرآیند فناوریانه است که به حجم انباره تجهیزات مصرف کننده انرژی و نرخ جانشینی این تجهیزات با تجهیزات انرژی-کارا بستگی دارد. اغلب رشد کارایی انرژی همراه با به کارگیری یک روش کارا تر از تولید و مصرف انرژی به خاطر توسعه های فنی حاصل می شود. گزینش های کارایی انرژی اساساً تصمیمات سرمایه گذاری در فناوری های صرفه جویی انرژی است که پیامد آن هزینه های سرمایه اولیه بالا و کاهش هزینه های آتی انرژی است که البته با نا اطمینانی قابل توجهی همراه است. در ساده ترین حالت هزینه های اولیه ناهمسانی میان هزینه های خرید و نصب لوازم انرژی-کارا و هزینه های خرید و به کارگیری لوازم مشابه دیگری است که همان خدمات را با مصرف انرژی بیشتر ارائه می کند. در نتیجه تصمیم انجام سرمایه گذاری در کارایی انرژی نیازمند مقایسه هزینه های اولیه آن در مقابل ارزش صرفه جویی انتظاری آتی است.

در ادبیات اقتصادی، شاخص بهینه نبودن کارایی انرژی تحت عنوان شکاف کارایی

---

1 . Energy Efficiency  
2 . Energy Conservation  
3 . Energy Services

انرژی<sup>۱</sup> یا پارادوکس انرژی مطرح می‌شود. منظور از شکاف کارایی انرژی ناهمسانی میان کارایی انرژی بالفعل با اندازه بهینه آن است (جفی و استاوینز<sup>۲</sup>، ۱۹۹۴). یا به عبارتی دیگر شکاف کارایی انرژی، ناهمسانی موجود میان میزان انرژی که خانوار و بنگاه‌ها مصرف می‌کنند با میزان بهینه آن است. انتظار داریم که پیامد نهایی وجود شکاف کارایی انرژی به کاهش کارایی و متعاقب آن افزایش شدت انرژی<sup>۳</sup> ختم شود. از دیگر سو شکاف کارایی انرژی را می‌توان مسئله‌ای مرتبط با شدت و چگونگی نفوذ و بهره‌گیری از فناوری‌های انرژی-کارا دانست.

نفوذ و به‌کارگیری تکنولوژی، نقش تعیین‌کننده‌ای در کارایی انرژی دارد. اما بهترین و نوآورانه‌ترین تکنولوژی‌ها تا زمانی که استفاده‌کنندگان نداشته باشند نمی‌توانند تاثیری بر تصمیمات و تقاضای انرژی بگذارند. برای به‌کارگیری تکنولوژی‌های توسعه‌یافته و انرژی‌اندوز نیاز به منابع سرمایه‌ای است. اختراعات و ابداعات کارایی انرژی برای تبدیل شدن به یک محصول یا فرآیند تجاری، نیازمند تحقیقات علمی و مهندسی است که به منابع مالی بسیاری نیاز دارد. نفوذ و بکارگیری تکنولوژی، فرآیند جایگزینی یک محصول با تکنولوژی‌های جدیدتر است که ممکن است بسیار هزینه‌بر باشد. زیرا عواملان اقتصادی باید درباره تکنولوژی‌های جدید اطلاعات کسب کنند، بابت خرید تجهیزات هزینه پردازند و آنها را تأمین مالی کنند و همچنین این تکنولوژی‌های جدید را با ویژگی‌های خاص خود منطبق سازند.

یکی از دلایل اصلی بروز پدیده شکاف کارایی، وجود محدودیت‌های اعتباری<sup>۴</sup> و نواقص بازار سرمایه<sup>۵</sup> است. دسترسی محدود به نقدینگی و منابع مالی مانعی متداول و مهم برای سرمایه‌گذاری در کارایی انرژی هم برای بنگاه‌ها و هم خانوار است، محدودیت اعتباری که به عنوان محدودیت نقدینگی نیز شناخته شده است، می‌تواند توضیحی برای

---

1 . The Energy Efficiency Gap

2 . Jaffe and Stavins

3 . Energy Intensity

4 . Credit Constraints

5 . Capital Markets Imperfections

عدم کارایی انرژی باشد (گولو و اتو<sup>۱</sup>، ۱۹۹۶). دسترسی محدود به اعتبار حتی ممکن است که برخی مصرف کنندگان را از خرید لوازم و تجهیزات با کارایی انرژی بیشتر یا به طور کلی سرمایه گذاری در بهبود کارایی انرژی به خاطر هزینه های اولیه بالای این سرمایه گذاری ها منصرف کند. بعلاوه شکاف کارایی انرژی اغلب به شکل مقایسه نرخ تنزیل بازار و نرخ های تنزیل ضمنی<sup>۲</sup> بالا نشان داده می شود که توسط مصرف کننده هنگام تصمیم گیری در گزینش لوازمی با هزینه و کارایی انرژی گوناگون لحاظ می شود (هاوسمن<sup>۳</sup>، ۱۹۷۹). بسیاری از محققین معتقدند نرخ های تنزیل بالایی که سرمایه گذاران برای بهبود کارایی انرژی خود در نظر می گیرند شواهدی از شکست بازار و نواقص بازارهای مالی است که در نهایت این نقص بازار مالی منجر به دسترسی محدود به اعتبار جهت سرمایه گذاری در فناوری های انرژی اندوز می شود. بنابراین عدم دسترسی به منابع مالی و محدودیت های اعتباری یکی از مهم ترین موانع بازاری عدم سرمایه گذاری در پروژه های کارایی انرژی است. توسعه بازارهای مالی یکی از راه های اصلی جهت رفع این مشکل و کاهش نرخ های تنزیل از طریق تشویق کارگزاران اقتصادی برای منظور کردن آینده نگری در تصمیمات خود است (پندر<sup>۴</sup>، ۱۹۹۶). استرن<sup>۵</sup> (۲۰۱۲) به احتمال گزینش های ناکارای خانوار و بنگاه ها به خاطر شکست بازار و به ویژه محدودیت های نقدینگی بازارهای سرمایه اشاره کرده و مدل سازی تأثیر محدودیت های نقدینگی بر کارایی انرژی را با افزودن متغیری دربرگیرنده و نشان دهنده «عمق»<sup>۶</sup> بازارهای سرمایه و بانکداری پیشنهاد می کند.

بر این اساس هدف از این تحقیق بررسی نقش توسعه بخش مالی در بهبود کارایی انرژی بوده و به این پرسش خواهیم پرداخت که آیا توسعه مالی از هر دو کانال ارتقاء فناوری و رفع محدودیت های اعتباری منجر به کاهش شکاف کارایی انرژی و به تبع آن بهبود کارایی و کاهش شدت انرژی در اقتصاد ایران می شود؟ به این جهت در بخش بعدی

- 
- 1 . Golove and Eto
  - 2 . Implicit Discount Rates
  - 3 . Hausman
  - 4 . Pender
  - 5 . Stern
  - 6 . Depth

نگاهی به مبانی نظری و پیشینه پژوهش خواهیم داشت، سپس الگوهای پیشنهادی پژوهش معرفی گردیده و با استفاده از داده‌های اقتصاد ایران در دوره ۱۳۵۳-۱۳۹۱ و با بهره‌گیری از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی و آزمون کران‌ها الگوهای تحقیق برآورد و در آخر نتایج آن تفسیر خواهد شد.

## ۲. مبانی نظری

بروز شکاف در کارایی انرژی بالفعل و بالقوه که نهایتاً به عدم کارایی انرژی و افزایش مصرف انرژی یک اقتصاد منجر می‌شود می‌تواند برآمده از عوامل بسیاری نظیر انگیزه‌های مجزا یا مسئله کارگزار-کارفرما<sup>۱</sup>، اطلاعات ناقص<sup>۲</sup>، قیمت انرژی پایین و غیر واقعی، اختلال مالی، هزینه‌های قیمت‌گذاری نشده و کالاهای قیمت‌گذاری نشده باشد که باعث عدم تخصیص بهینه منابع و اتخاذ تصمیمات غیر بهینه می‌گردد. این موارد برخی به علت شکست بازار و نواقص آن و برخی دیگر به دلایل غیربازاری مرتبط است (جفی و استاوینز ۱۹۹۴، کلمیک و والورتون ۲۰۱۳، لینارس و لاباندیرا<sup>۳</sup> ۲۰۱۰، گیلینگام و پالمر<sup>۴</sup> ۲۰۱۳) که در این تحقیق به تأثیر محدودیت‌های اعتباری و نواقص بازارهای مالی بر بروز این پدیده پرداخته می‌شود. ادبیات شکاف کارایی انرژی نشان می‌دهد که دسترسی محدود به سرمایه می‌تواند توانایی بنگاه‌ها را در اجرای پروژه‌های کارایی انرژی مختل کند. در یک چارچوب رقابت کامل اگر تمام فرصت‌های سرمایه‌گذاری [با سودآوری اقتصادی] تأمین مالی شود مصرف انرژی بنگاه‌ها نیز در سطح بهینه اقتصادی خواهد بود. اما اگر دسترسی به منابع مالی محدود و محیط اطلاعات ناقص برقرار شود بنگاه‌ها میان چندین پروژه سرمایه‌گذاری تحلیل هزینه فایده‌ای انجام می‌دهند که می‌تواند سرمایه‌گذاری‌های کارایی انرژی را از گزینه‌های انتخابی بنگاه‌ها حذف کند. در نتیجه موانع مالی بالقوه می‌توانند حداقل بخشی از شکاف میان سرمایه‌گذاری‌های بهینه در کارایی انرژی و سطح

- 1 . The Principal-agent or Split-incentive Problem
- 2 . Imperfect Information
- 3 . Linares and Labandeira
4. Gillingham and Palmer

سرمایه گذاری انتخاب شده توسط بنگاه را توضیح دهد (باگایوف و نجمان<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴).

یکی از دلایل مهمی که به تأمین مالی ناکافی پروژه های سرمایه گذاری در کارایی انرژی منتهی می شود، عدم شناخت کافی و کمبود اطلاعات سیستم مالی از خصوصیات و ویژگی های پروژه های کارایی انرژی است که در نهایت علاقه مندی کمتر بخش مالی از اعطای اعتبارات و سرمایه گذاری در این پروژه ها (که عموماً نیاز شدیدی نیز به اعتبارات دارند) را منجر می شود. رویکرد متداول بانک ها و مؤسسات مالی در اعطای اعتبارات مبتنی بر وثیقه است. اما ارزش وثیقه ای تجهیزات کارایی انرژی اغلب بسیار ناچیزتر از دیگر انواع دارایی ها است. نقطه تمایز پروژه های کارایی انرژی، جریان نقدی است که پس از نصب تجهیزات انرژی-کارا برای سرمایه گذار ایجاد می شود. در واقع پروژه های سرمایه گذاری در کارایی انرژی هزینه های عملیاتی سرمایه گذار را کاهش داده و سرمایه گذار از محل صرفه جویی های ایجاد شده برآمده از آن، توانایی بازپرداخت بدهی را خواهد یافت. چنانچه که بانک ها و مؤسسات مالی این ناهمسانی مهم میان پروژه های سرمایه گذاری عادی و پروژه های کارایی انرژی را تشخیص ندهند و تفکیک لازم را میان آن ها قائل نشوند، شاهد تأمین مالی کمتر پروژه های کارایی انرژی خواهیم بود. مهم ترین دلایل وجود عدم تقارن اطلاعاتی و در نتیجه تأمین مالی ناکافی پروژه های کارایی انرژی توسط نظام مالی یک اقتصاد را این گونه می توان برشمرد: شناخت ناکافی فرصت های بازرگانی و مزایای اقتصادی پروژه های کارایی انرژی، ناتوانی مؤسسات مالی و سیستم بانکی در ارزیابی ریسک ها و انجام ممیزی های انرژی، ناتوانی محاسبات مهندسی مورد نیاز جهت اطمینان از صحت اجرای پروژه ها و نا اطمینانی از برقراری صرفه جویی های پایدار. به عبارتی می توان این گونه استدلال نمود که وجود عدم تقارن اطلاعاتی ریسک اعتباری، وام دهندگان را قادر نمی سازد که قرض گیرندگان با ریسک های اعتباری خوب و بد را تفکیک کنند. در چارچوب کارایی انرژی، کمبود اطلاعات قرض دهنده در خصوص نتیجه سرمایه گذاری های کارایی انرژی ممکن است به سهمیه بندی اعتباری<sup>۲</sup> منجر شود.

---

1. Bagayev and Najman

2. Credit Rationing

در نتیجه سرمایه گذاری‌های با پیامد صرفه جویی انرژی بالا (که عموماً حتی ریسک را کاهش می‌دهند) ممکن است انجام نگیرد زیرا قرض دهندگان نمی‌توانند آن‌ها را از سرمایه گذاری‌های با پیامد (عایدات) کمتر تفکیک کنند (گلینگام و پالمر، ۲۰۱۳).

بلوم اشتاین و دیگران<sup>۱</sup> (۱۹۸۰) از اولین محققینی بودند که محدودیت نقدینگی و دسترسی به تأمین مالی را به عنوان مانع بازاری توصیف کردند که سرمایه گذاری‌های کارایی انرژی را کم می‌کند. خریداران تجهیزات ممکن است هنگام محدودیت دسترسی به اعتبار محصولاتی با کارایی انرژی کمتر را گزینش کنند زیرا در این حالت نرخ تنزیل ضمنی<sup>۲</sup> بالاتر از سطوح عمومی بازار است که نتیجه آن سرمایه گذاری کمتر در کارایی انرژی خواهد بود. گولو و اتو<sup>۳</sup> (۱۹۹۶) موردی از اطلاعات نامتقارن را توصیف کردند که مصرف کنندگان قادر به انتقال اطلاعات به وام دهندگان در خصوص اطمینان نسبی از صرفه جویی‌های برآمده از کارایی انرژی در هزینه‌های عملیاتی نیستند. آن‌ها پیامد محدودیت اعتباری را در نرخ بهره کمتری می‌دانند که مصرف کنندگان نسبت به وام دهندگان منظور خواهد کردند و در نتیجه سرمایه گذاری کمتری در کارایی انرژی به وقوع خواهد پیوست. بری<sup>۴</sup> (۱۹۸۴) شواهدی نشان می‌دهد که درصد کمی از بهسازی‌های خانگی به منظور صرفه جویی انرژی از طریق وام تأمین مالی می‌شوند. موسسه جانسون (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که تنها ۷ درصد از ساختمان‌های تجاری برای بهسازی از تأمین مالی به وسیله بدهی استفاده کرده‌اند. والاس و دیگران (۲۰۱۱) نیز تعداد مشتریان خانگی که از فرصت‌های تأمین مالی برای بهینه سازی تجهیزات انرژی بر استفاده کرده‌اند را ۱۷ درصد گزارش می‌کند. به عبارتی این موارد ممکن است شواهدی باشند که نقش مؤثر محدودیت اعتباری در سرمایه گذاری‌های کارایی انرژی را نشان دهند. ارزشمندی مسئله تأمین مالی کارایی انرژی به اندازه‌ای بوده که سازمان ارزیابی کارایی انرژی<sup>۵</sup> (EVO)

---

1. Blumstein et al

۲. بر اساس هزینه سرمایه و هزینه عملیاتی صرفه جویی شده ناشی از پروژه‌های اجرا شده و اجرا نشده محاسبه می‌شود.

3. Golove and Eto

4. Berry

5. Energy Valuation Organization

سازمان ملل متحد، در سال ۲۰۰۹ اقدام به تهیه پروتکلی تحت عنوان «پروتکل جهانی تأمین مالی کارایی انرژی»<sup>۱</sup> نمود که بر پایه آن ظرفیت‌های اقتصادی و تجاری بالقوه، پیچیدگی‌های خاص، مزایا و ریسک‌های تأمین مالی پروژه‌های کارایی انرژی را به بانک‌ها و مؤسسات مالی معرفی کند.

## ۲-۱. نقش مالیه و بخش مالی

توسعه مالی به طوری فراگیر اشاره به تصمیمات کشوری دارد که اجازه و زمینه فعالیت‌های مالی مانند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)، فعالیت‌های بانکداری و گسترش بازارهای سهام را مهیا می‌سازد. توسعه بازارهای مالی می‌تواند با کاهش ناکارایی‌های اقتصادی رشد اقتصادی را تسریع کند. توسعه مالی نه تنها باعث افزایش عرضه سرمایه می‌شود که حتی تخصیص منابع مالی را نیز بهبود می‌دهد.

واسطه‌های مالی نقش مهمی در کاهش مشکلات برآمده از اطلاعات نامتقارن دارند. بانک‌ها نیز مزیت‌های بیشتری در نظارت بر مشتریان خود داشته و هزینه‌های نظارتی کمتری را متقبل می‌شوند. ابداعات مالی و فناوری‌های ایجادشده برآمده از توسعه مالی، عدم تقارن اطلاعاتی را کاهش داده و به نظارت بهتر و گزینش مناسب‌ترین پروژه‌های سرمایه‌گذاری منجر می‌شود (تاوانسند ۱۹۷۹، بایر و دیگران<sup>۲</sup> ۲۰۰۴). آزادسازی مالی در فرآیند توسعه مالی مشارکت در ریسک را بهبود می‌دهد که باعث کاهش هزینه‌های مشارکت شده و سرمایه‌گذاری را افزایش می‌دهد (بکارت و دیگران<sup>۳</sup> ۲۰۰۱، ۲۰۰۵). فرانکل و رومر<sup>۴</sup> (۱۹۹۹) اشاره کردند که بازارهای مالی توسعه‌یافته می‌توانند به جذب سرمایه‌های خارجی مستقیم و تسریع رشد اقتصادی کمک کنند.

توسعه فناوری و ابداعات فناورانه یکی از کانال‌های اصلی بهبود توسعه و رشد اقتصادی است. تادسی<sup>۵</sup> (۲۰۰۷) نشان می‌دهد که یک کانال مهم تأثیر توسعه مالی بر رشد

1 . International Energy Efficiency Financing Protocol (IEEFP)

2 . Bayer et al

3 . Bekaert et al

4 . Frankel and Romer

5 . Tadesse

از طریق تسهیل ابداعات فناورانه و روش های تولید کم هزینه است که می تواند بهره وری را بهبود دهد. اما فرآیند بهبود فناوری و دستیابی به ابداعات و فناوری های نوین نیازمند سرمایه گذاری های ریسکی و وسیع است. شومپتر (۱۹۱۲) اعتقاد داشت که بانک های با عملکرد مطلوب باعث بهبود ابداعات فناورانه از طریق تشخیص و تأمین مالی کارآفرینان مستعد موفقیت -در پیاده سازی محصولات و فرآیندهای تولید نوآورانه- می شود. مطابق با دیدگاه شومپتری مالیه و توسعه<sup>۱</sup> نقش واسطه گری مالی<sup>۲</sup> بر دگرگونی های فناورانه نمایان می شود. بنابراین می توان بیان کرد که بانکداری قوی و بازارهای سرمایه توسعه یافته می توانند توسعه فناورانه را از چندین مسیر بهبود دهند. رابطه میان بازارهای مالی و گزینش های فناورانه توسط هیکس<sup>۳</sup> (۱۹۶۹) نشان داده شد. هیکس بیان کرد که شرط لازم توسعه صنایع، بهره گیری از فناوری است که خود نیازمند سرمایه گذاری بزرگ مقیاس در سرمایه های غیر نقد است. بازارهای مالی امکانات تشریک ریسکی را برای سرمایه گذاران مهیا می کند که بهره گیری از این فناوری ها را از نظر اقتصادی میسر می سازد. از نظر هیکس انقلاب صنعتی با کشف فناوری های ویژه و جدیدی همراه نبوده بلکه ابداعات فناورانه پیش از انقلاب صنعتی به وجود آمده بودند، اما بهره گیری و دسترسی کامل به آن ها در مقیاس اقتصادی نیازمند سرمایه گذاری های بزرگ مقیاس برای دوره های طولانی به شکل سرمایه های غیر نقد بوده که بازارهای مالی سرمایه گذارانی را برای سرمایه گذاری در عملی شدن و دستیابی به این فناوری ها مهیا نمود.

بازارهای سرمایه و نهادهای مالی توسعه یافته بهره گیری از فناوری های با دوره طولانی بازدهی را از طریق کاهش ریسک های نقدشوندگی سرمایه گذاران کاهش می دهند (بنسیونگا و دیگران ۱۹۹۵)<sup>۴</sup>. بنسیونگا و اسمیت (۱۹۹۱) نشان دادند که واسطه گری های مالی از طریق تأمین ابزاری برای کاهش ریسک نقدشوندگی رشد حقیقی را بهبود می دهند. بانک ها به پس انداز کنندگان ریسک گریز اجازه نگهداری سپرده های بانکی را

1 . Schumpeterian View of Finance and Development

2 . Financial Intermediation

3 . Hicks

4 . Bencivenga et al

به جای دارایی‌های نقد (و غیرمولد) می‌دهند و از این روی منابع مالی برای سرمایه‌های مولد در دسترس قرار می‌گیرند. همچنین با حذف سرمایه‌گذاری‌های با تأمین مالی شخصی، از نگه‌داری سرمایه نقد به جهت نیازهای نقدینگی کارآفرینان جلوگیری می‌شود. مطالعاتی نیز نشان می‌دهند که یک بازار ثانویه توسعه یافته و با نقدشوندگی بالا سرمایه‌گذاری در پروژه‌های بلندمدت با بهره‌وری بیشتر اما غیر نقد را افزایش خواهد داد (لوین ۲۰۰۱). از سوی دیگر، به واسطه امکانات مشارکت و پوشش ریسک که توسط بخش مالی مهیا می‌شود، بازارهای مالی جذب فناوری‌های تخصصی و بهره‌وری را بهبود می‌دهد. از این رو کشورهای با بخش بانکداری و بازارهای سرمایه بالغ می‌توانند نرخ‌های بالای توسعه‌های فن‌آوری را تحقق بخشیده و از طریق افزایش بهره‌وری به رشد اقتصادی کمک کنند. سن پائول<sup>۱</sup> (۱۹۹۲) مدلی را ارائه نمود که در آن بازارهای مالی بر تصمیمات فناورانه بنگاه‌ها اثرگذار بوده و گزینش‌های فناوری ریسکی‌تر و البته بهره‌ورتر را ممکن می‌کند. بازارهای سرمایه از طریق متنوع‌سازی مالی حاشیه اطمینان ریسک را ایجاد می‌کنند. بدون این گونه بازارهایی کارگزاران اقتصادی تنها می‌توانند از طریق گزینش فناوری‌های با بهره‌وری و تخصص کمتر (متنوع‌سازی فناورانه) ریسک را محدود سازند. در روش‌شناسی کوپر و جان<sup>۲</sup> (۱۹۸۸) نیز یک رابطه مکمل استراتژیکی میان بازارهای مالی و فناوری وجود دارد زیرا هر دو ابزاری برای متنوع‌سازی هستند (سن پائول ۱۹۹۲).

بعلاوه، توسعه فناوری معمولاً با کاهش هزینه‌های واقعی در فرآیند تولید همراه است. تادسی<sup>۳</sup> (۲۰۰۷) شواهدی می‌یابد که در کشورهای با بخش بانکی توسعه یافته، صنایع نرخ‌های بالاتر قابل ملاحظه‌ای را در کاهش هزینه‌های واقعی تجربه کرده‌اند. این شواهد همچنین سازگار با این تصور است که توسعه مالی به وسیله ایجاد دسترسی به سرمایه خارجی وسیع در هزینه‌های پایین و از طریق تشویق ابداعات فناورانه بهره‌وری را بهبود می‌دهد. کومین و نندا<sup>۳</sup> (۲۰۱۴) نیز با بررسی ۵۵ کشور شواهدی می‌یابند که بازارهای

1 . Saint-Paul

2 . Cooper and John

3 . Comin and Nanda

مالی توسعه یافته اصطکاک‌های مرتبط بانفوذ و به کارگیری فناوری‌های جدید را کاهش می‌دهد. به این صورت که تعمیق بخش بانکداری باعث تسهیل نفوذ فناوری‌های سرمایه‌بر می‌شود و این اثر به‌ویژه در دوره‌های نزدیک به زمان اختراع و ابداع برقرار است، درحالی‌که بازارهای سرمایه تعمیق یافته ممکن است به آزمایش‌های اولیه برای غلبه بر موانع اولیه نفوذ و به کارگیری فناوری‌های جدید کمک کند.

برخی تحقیقات نیز بر تأثیرات مفید توسعه مالی برای حمایت از فناوری‌های مدرن حافظ محیط زیست تأکید دارند (بیردسال و ویلر ۱۹۹۳، فرانکل و رز<sup>۱</sup> ۲۰۰۲). بعلاوه توسعه مالی اثر مستقیمی بر مصرف انرژی و همچنین آلایندگی کربن دی‌اکسید دارد (سادورسکی<sup>۲</sup> ۲۰۱۰، شهباز و لین<sup>۳</sup> ۲۰۱۲، تامازیان و دیگران<sup>۴</sup> ۲۰۰۹) سیستم مالی می‌تواند با ارتقای کیفیت سرمایه‌گذاری‌ها منجر به استفاده از فناوری‌های با بهره‌وری بیشتر انرژی و آلایندگی کمتر شود. عملکرد بخش مالی از سه کانال می‌تواند بر مصرف انرژی اثر بگذارد، اثر مستقیم، اثر کسب و کار و اثر ثروتی (سادورسکی<sup>۵</sup> ۲۰۱۱). بخش مالی از طریق رفع محدودیت‌های اعتباری و ممکن نمودن دریافت وام از جانب خانوار اثر مستقیمی بر مصرف انرژی دارد زیرا این امر می‌تواند با تقاضای بیشتر خانوارها برای کالاها و لوازم مصرف‌کننده انرژی همراه باشد. ضمن اینکه همان‌گونه که اشاره شد رفع محدودیت‌های اعتباری ممکن است با افزایش کارایی انرژی نیز همراه باشد، زیرا در این وضعیت خانوار می‌تواند کالاها و لوازم مصرفی با کارایی بیشتر انرژی را جایگزین انباره وسایل قدیمی و انرژی بر کنند. اثر کسب و کار کانال دوم اثرگذاری بخش مالی بر مصرف انرژی است. تأمین ارزان و آسان و تخصیص کارای سرمایه نتیجه توسعه بخش مالی است (ورگلر<sup>۶</sup> ۲۰۰۰، پنگ و وو<sup>۷</sup> ۲۰۰۹). بنگاه‌ها از طریق دسترسی آسان‌تر و با هزینه کمتر به سرمایه

---

1 . Frankel and Rose

2 . Sadorsky

3 . Shahbaz and Lean

4 . Tamazian et al

5 . Sadorsky

6 . Wurgler

7 . Pang and Wu

مالی توانمند خواهند بود به گسترش کسب و کار و واحدهای تولید خود بپردازند (سادورسکی ۲۰۱۰) و حتی تجهیزات انرژی اندوز را جایگزین فناوریهای قدیمی کنند. مسئله دیگر در فرآیند توسعه مالی افزایش احتمال جذب سرمایههای خارجی به سبب بهبود قوانین و نهادهای اقتصادی و حقوقی کشورهای در حال توسعه است (هرمس و لنسینک<sup>۱</sup> ۲۰۰۳). توسعه مالی به موجب کاهش ریسک مالی و هزینههای استقراض، ایجاد شفافیت بیشتر بین قرض گیرنده و قرض دهنده دسترسی به سرمایه مالی، جریانات سرمایه گذاری فرامرزی و جدیدترین تجهیزات با بهره‌وری انرژی بیشتر را ممکن ساخته و می‌تواند تقاضا برای انرژی را متأثر کند.

گسترش فعالیت‌های بازار سهام می‌تواند تنوع ریسک را هم برای بنگاه‌ها و هم مصرف‌کننده‌ها افزایش دهد، که عامل مؤثری در تولید ثروت خواهد بود. از این رو اثر ثروتی کانال سوم است. توسعه بازارهای سهام ضمن بهبود اطمینان اقتصادی برای بنگاه‌ها و خانوار، سرمایه موجود برای سرمایه‌گذاری پروژه‌ها را افزایش می‌دهد و جایگزینی برای تأمین مالی از طریق بدهی خواهد بود. دو دلیل عمده نظری وجود دارد که چرا افزایش فعالیت‌های بازار سهام می‌تواند سرمایه‌گذاری و فعالیت‌های اقتصادی را تحریک نماید. دلیل نخست، اثر سطح<sup>۲</sup> نام دارد. توسعه بازارهای سهام همراه با افزایش مقرراتی مانند استانداردهای حسابداری و گزارشگری است و در نهایت باعث افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران خواهد شد که این خود جذب سرمایه‌گذاران خارجی را در پی دارد. توسعه مالی همچنین می‌تواند منجر به بهبود منافع سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی شود و نقش مهمی در مدرنیزه شدن اقتصاد و بهبود رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه دارد. دلیل دوم به اثر کارایی<sup>۳</sup> اشاره دارد که دلالت بر افزایش تنوع و نقدینگی دارد که خود باعث هدایت منابع به پروژه‌های با بازدهی بیشتر می‌شود. از این روی انتظار می‌رود با توسعه بازار سهام، سرمایه‌گذاری بیشتر و رشد اقتصادی، تقاضای انرژی را نیز تحت تأثیر قرار دهد (سادورسکی ۲۰۱۰).

---

1. Hermes and Lensink  
2. Level Effect  
3. Efficiency Effect

### ۳. پیشینه پژوهش

در سال های اخیر رابطه میان بخش مالی و مصرف انرژی مبحثی مورد توجه در شاخه اقتصاد انرژی بوده است. در واقع بعد از نظر کارانفیل<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) که متغیرها و شاخصه های مالی را نیز برای تکمیل رابطه رشد اقتصاد و مصرف انرژی معرفی نمود، مطالعات تجربی قابل توجهی در این حوزه آغاز شد. در همین راستا، سادورسکی (۲۰۱۰) با بررسی ۲۲ کشور با اقتصادهای درحال ظهور تأیید می کند که توسعه بازارهای سهام باعث افزایش تقاضای انرژی آنها می شود هرچند که این اثر در بلندمدت کمتر می شود. سادورسکی (۲۰۱۱) این رابطه را برای ۹ کشور اروپایی با اقتصادهای درحال گذار و در حال ظهور نیز تأیید کرده و بیان می کند که در اقتصادهای درحال گذار متغیرهای توسعه بانکی، و در اقتصادهای درحال ظهور تأثیر بازار سهام بر مصرف انرژی قابل توجه تر است. المولالی و لی<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) با استفاده از روش هم انباشتگی پانلی یک علیت بلندمدت مثبت و یک طرفه از توسعه مالی به مصرف انرژی در کشورهای عضو شورای همکاری های خلیج فارس گزارش می کنند. زرن و کاک<sup>۳</sup> (۲۰۱۴) نیز با مطالعه هفت کشور صنعتی از قبیل مالزی، فلیپین، ترکیه، هند و مکزیک بیان می کنند که توسعه مالی باعث استفاده کارا تر از منابع انرژی شده و هزینه های مصرف انرژی را کاهش می دهد و از این طریق به رشد تقاضای انرژی کمک می کند. با این حال مطالعاتی که رابطه توسعه مالی و شاخصه های مالی را با کارایی انرژی یا شدت انرژی بررسی کرده اند انگشت شمار هستند. کانتوره<sup>۴</sup> (۲۰۱۱) با بررسی کارایی انرژی در بخش کارخانه ای ۲۴ کشور درحال توسعه گزارش می کند که رابطه شدت انرژی بنگاه ها و دسترسی آنها به اعتبارات در برخی از کشورها معنادار و در برخی دیگر بی معنی است. باگایوف و نجمان (۲۰۱۴) اثر توسعه مالی محلی و کشوری را بر شدت انرژی بنگاه های کارخانه ای ۲۹ کشور آسیای مرکزی و اروپای شرقی بررسی کرده و شواهدی می یابند که دسترسی مالی حداقل بخشی از شکاف کارایی انرژی را

1 . Karanfil

2 . Al-mulali and Lee

3 . Zeren and Koc

4 . Cantore

توضیح می‌دهد و نتیجه می‌گیرند که بهبود فرصت‌های مالی می‌تواند کارایی انرژی بنگاه‌ها را افزایش دهد.

در ایران ابراهیمی و جیدرقی (۱۳۹۱) به بررسی توسعه بازارهای مالی و مصرف انرژی پرداخته و با مطالعه کشورهای عضو گروه D8 اثر توسعه بانک‌ها و بورس اوراق بهادار را بر مصرف انرژی، معنا دار و مثبت یافتند. مطالعات دیگری نیز نظیر اولادی و دیگران (۱۳۹۱)، محمدزاده و دیگران (۱۳۹۲)، اسدی و اسماعیلی (۱۳۹۲) و صادقی و دیگران (۱۳۹۳) در ایران در خصوص تاثیر توسعه مالی بر مصرف انرژی صورت گرفته که همگی اثر مثبتی از توسعه مالی بر مصرف انرژی گزارش می‌کنند. با این حال، تاکنون مطالعه‌ای به ارزیابی نقش توسعه مالی و اعطای اعتبارات بانکی در تغییرات شدت و کارایی انرژی ایران نپرداخته است. اهمیت تحقیق حاضر به این دلیل است که توسعه مالی محرکی برای رشد اقتصادی است و دور از انتظار نیست که طبق مبانی نظری ارائه شده در بخش پیشین، با توسعه مالی و رشد بیشتر اقتصادی مصرف انرژی افزایش یابد. اما باید توجه داشت که شدت انرژی وقتی کاهش خواهد یافت که به تبع توسعه مالی، رشد اقتصادی از رشد مصرف انرژی بیشتر شود. بنابراین اگرچه توسعه مالی ممکن است به طور مطلق با افزایش مصرف انرژی همراه باشد، اما اگر توسعه مالی با بهبود فناوری، تغییر شیوه‌های تولید و رفع محدودیت‌های نقدینگی کارگزاران اقتصادی همراه باشد در نهایت کارایی انرژی بهبود خواهد یافت که حتی می‌تواند افزایش مصرف انرژی رخ داده را خنثی نماید.

#### ۴. الگوهای پژوهش و داده‌ها

در این پژوهش دو الگو را معرفی و برآورد خواهیم نمود. در الگوی اولف متغیر تحت بررسی شدت مصرف نهایی انرژی است که به عنوان شاخصی پولی از کارایی انرژی در مطالعات اقتصادی به کار گرفته می‌شود. در الگوی دوم، متغیر وابسته بهره‌وری کل عوامل تولید است که از طریق این الگو اثر توسعه مالی بر ارتقاء فناوری و به عبارتی تأثیر توسعه بخش مالی بر کارایی انرژی از کانال بهره‌وری کل عوامل تولید ارزیابی خواهد شد. علت بهره‌گیری از متغیر TFP به این خاطر است که تغییرات این متغیر به عنوان دگرگونی‌های

مرتبط با فناوری تلقی می‌شوند. بر این اساس دو الگوی تحقیق به فرم زیر خواهند بود:

$$EI = f(GDP, RP, TFP, Credit, DUM) \quad (۱)$$

$$TFP = f(TR, SG, Credit, DUM) \quad (۲)$$

که در آن، EI شدت انرژی (برابر نسبت مصرف نهایی انرژی به میلیون بشکه معادل نفت خام به تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶)، GDP تولید ناخالص داخلی سرانه (درآمد سرانه به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶)، RP قیمت نسبی انرژی (برابر است با شاخص قیمت انرژی تقسیم بر شاخص ضمنی تولید ناخالص داخلی) و TFP بهره‌وری کل عوامل تولید است که با لحاظ نمودن انرژی، سرمایه و نیروی کار در تابع تولید و با استفاده از روش شاخص مالم کوئیست محاسبه شده است. TR شاخص درجه باز بودن اقتصادی (برابر با مجموع صادرات غیرنفتی و کل واردات تقسیم بر هزینه ناخالص ملی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶)، SG نسبت مخارج عمرانی دولت به تولید ناخالص داخلی، Credit نسبت مانده تسهیلات بانکها و موسسات اعتباری به بخش غیردولتی به تولید ناخالص داخلی و DUM متغیر مجازی است که مقدار آن برای دوره ۵۷-۱۳۵۳ برابر یک و سالهای دیگر صفر است. در الگوهای فوق متغیر مورد توجه نسبت اعتبارات اعطایی بخش بانکی است که در ادبیات اقتصادی به عنوان شاخصی از توسعه مالی به کار می‌رود و دیگر متغیرهای مستقل به عنوان متغیرهای کنترلی وارد مدل شده اند تا بتوان صحت تصریح الگوها را تأمین و از تورش ناشی از حذف متغیرهای مهم جلوگیری نمود.

داده‌های مورد نیاز پژوهش از بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و ترازنامه انرژی وزارت نیرو استخراج شده و دوره مورد مطالعه بازه سالهای ۱۳۵-۱۳۹۱ است. فرم تبعی الگوهای پژوهش به شکل خطی بوده و به دلیل سری زمانی بودن داده و خواص مطلوبی که معادلات لگاریتمی-لگاریتمی در اقتصادسنجی سری زمانی دارند از تمامی متغیرها لگاریتم طبیعی گرفته شده است.

پیش از برآورد الگوها باید درجه مانایی متغیرهای به کار برده شده را شناسایی نمود. به این منظور از آزمون‌های ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم یافته و زیووت-اندریوز (که شکست ساختاری را نیز در آزمونها لحاظ می‌کند) استفاده شد. نتایج نشان می‌دهند که

متغیرهای پژوهش همگی در سطح مانا نبوده و برخی در تفاضل مرتبه اول مانا هستند، به عبارتی با هر دو نوع متغیرهای  $I(0)$  و  $I(1)$  مواجه هستیم.<sup>۱</sup> بنابراین برای برآورد الگوها از روش خودرگرسیون برداری با وقفه‌های توزیعی<sup>۲</sup> (ARDL) ارائه شده توسط پسران و شین (۱۹۹۸) استفاده خواهیم نمود که امکان برآورد رابطه تعادلی بلندمدت و کوتاه مدت را در این وضعیت به خوبی فراهم می‌آورد. اما پیش از برآورد رابطه بلندمدت و کوتاه مدت باید با استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی مناسب از وجود رابطه بلندمدت باثبات میان متغیرهای الگو اطمینان یافت که به این منظور از آزمون کران‌ها که توسط پسران، شین و اسمیت (۲۰۰۱) ارائه شده است بهره خواهیم برد.

## ۵. نتایج پژوهش

### ۵-۱. آزمون وجود رابطه بلندمدت

قبل از برآورد الگوها ابتدا باید با استفاده از آزمون کران‌ها از وجود رابطه بلندمدت باثبات میان متغیرها اطمینان حاصل نمود. در روش ارائه شده توسط پسران، شین و اسمیت<sup>۳</sup> (۲۰۰۱)، فرضیه صفر آزمون «عدم وجود رابطه بلندمدت پایدار میان  $x_t$  و  $y_t$ » تعریف می‌شود و توزیع حدی آزمون وابسته به فرض  $I(1)$  یا  $I(0)$  بودن متغیرها است. اما هنگامی که متغیرهای مستقل از یک فرآیند  $I(1)$  و  $I(0)$  پیروی می‌کنند، دو مقادیر مجانبی بحرانی کران‌های ارائه شده توسط روش فوق آزمونی را برای وجود بردار هم‌انباشتگی ارائه می‌کنند. در صورتی که آماره به دست آمده از آزمون باند از کران بالای مقادیر بحرانی<sup>۴</sup> ارائه شده توسط پسران و دیگران (۲۰۰۱) بزرگتر باشد فرضیه صفر رد شده و در نتیجه یک رابطه بلندمدت باثبات را میان متغیرها می‌توان پذیرفت. در صورتی که آماره

۱ نتایج آزمون ADF در پیوست گزارش شده است.

2 . Autoregressive Distributed Lag Models

3 . Pesaran, Shin and Smith

۴. نرایان (۲۰۰۴) اذعان دارد هنگامی که با نمونه‌های کوچک مواجه باشیم، مقادیر بحرانی ارائه شده برای کران‌ها توسط پسران و دیگران (۲۰۰۱) نمی‌تواند معیار مناسبی برای نتیجه‌گیری باشد زیرا آنها بر اساس نمونه‌های بزرگ تهیه شده‌اند. در نتیجه وی مقادیر بحرانی مناسب را برای نمونه‌های کمتر از ۸۰ مشاهده ارائه نمود.

آزمون کمتر از کران پایین باشد فرضیه صفر پذیرفته شده و اگر این آماره میان دو کران قرار گیرد، نمیتوان نتیجه‌ای قاطع از آزمون باند مبنی بر وجود یا عدم وجود رابطه هم انباشتگی میان متغیرها گرفت و می‌بایست از درجه مانایی متغیرهای تحت بررسی پیش از تصمیم‌گیری در خصوص بردار هم انباشتگی اطمینان حاصل کرد. در صورتی که رابطه هم انباشتگی معناداری توسط آزمون باند تشخیص داده شود، گام بعدی انتخاب تصریح مناسب و بهینه برای مدل ARDL بر اساس روش ارائه‌شده توسط پسران و شین (۱۹۹۸) است تا به این ترتیب مدل پویا تخمین زده شده و بتوان رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت میان متغیرها را به دست آورد. نتایج آزمون کران‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- آزمون وجود رابطه بلندمدت باثبات

| الگوی بهره‌وری کل عوامل تولید |      | الگوی شدت انرژی |      |                       |
|-------------------------------|------|-----------------|------|-----------------------|
| ۹۹ درصد                       |      |                 |      | سطح معناداری          |
| I(0)                          | I(1) | I(0)            | I(1) | کران بالا و پایین     |
| ۴/۴۸                          | ۵/۷۰ | ۴/۰۳            | ۵/۴۶ | مقادیر بحرانی         |
| ۱۷/۴۰                         |      | ۷/۴۰            |      | آماره F آزمون کران‌ها |

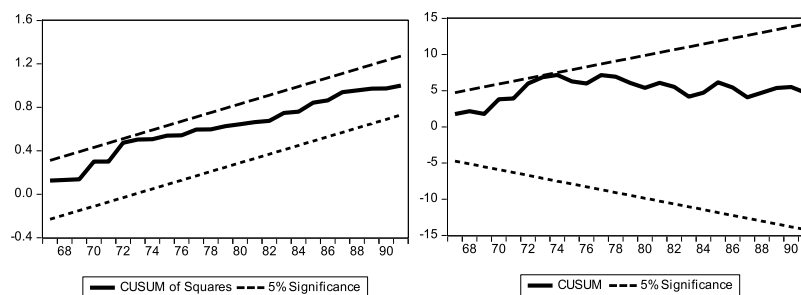
از آنجا که مقدار آماره آزمون باند در هر دو الگو از کران بالای آزمون در سطح اطمینان ۹۹ درصد بزرگتر است در نتیجه فرضیه صفر آزمون مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت باثبات رد شده و فرضیه مقابل تایید می‌گردد. اکنون با اطمینان از کاذب نبودن رگرسیون‌ها روابط بلندمدت و کوتاه مدت الگوهای پژوهش را می‌توانیم برآورد نماییم. اما پیش از این کار با استفاده از آزمون‌های تشخیصی صحت تصریح مناسب الگوها و ثبات ساختاری آن‌ها را ارزیابی می‌کنیم. برای این منظور از آزمون‌های خودهمبستگی بروش-پاگان<sup>۱</sup>، آزمون ناهمسانی واریانس وایت<sup>۲</sup>، آزمون نرمالیتی جاک-براک<sup>۳</sup> و آزمون

1 . Breusch-Godfrey Serial Correlation  
2 . White Heteroskedasticity Test  
3 . Jarque-Bera

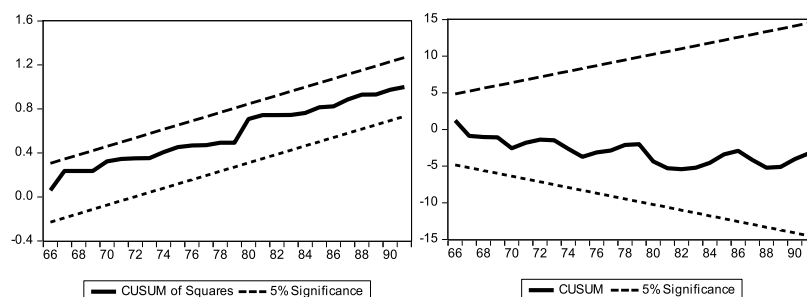
ریست رمزی<sup>۱</sup> بهره می‌بریم. همچنین با استفاده از آزمون‌های CUSUM و CUSUMSQ ثبات ساختاری مدل را ارزیابی خواهیم نمود. نتایج این آزمون‌ها در جدول ۲، و اشکال ۱ و ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون‌های تشخیصی نشان می‌دهند که فروض کلاسیک رگرسیون برقرار بوده و الگوها ثبات ساختاری را دارا هستند بنابراین رگرسیون‌ها به درستی تصریح شده‌اند.

جدول ۲- آزمون‌های تشخیصی صحت تصریح الگوها

| الگوی بهره‌وری کل عوامل تولید |             | الگوی شدت انرژی |             | نوع              |
|-------------------------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|
| احتمال                        | آماره آزمون | احتمال          | آماره آزمون |                  |
| ۰/۴۶                          | ۰/۵۲        | ۰/۷۵            | ۰/۰۹        | همبستگی سریالی   |
| ۰/۰۹                          | ۱۶/۱۲       | ۰/۹۰            | ۴/۷۸        | ناهمسانی واریانس |
| ۰/۴۵                          | ۱/۵۸        | ۰/۶۷            | ۰/۷۹        | نرمال بودن       |
| ۰/۹۵                          | ۰/۰۰۳       | ۰/۲۰            | ۱/۵۷        | ریست رمزی        |



شکل ۱- آزمون‌های ثبات ساختاری الگوی شدت انرژی



شکل ۲- آزمون‌های ثبات ساختاری الگوی بهره‌وری کل عوامل تولید

## ۲-۵. نتایج برآورد روابط بلندمدت

در جدول ۲ و ۴ نتایج برآورد روابط بلندمدت دو الگوی مورد مطالعه گزارش شده است. رابطه بلندمدت الگوی شدت انرژی نشان می‌دهد که درآمد سرانه، قیمت نسبی انرژی و بهره‌وری کل عوامل تولید که به عنوان متغیرهای کنترلی وارد الگو شده اند به ترتیب اثر مثبت، منفی و منفی بر شدت انرژی دارند و به عبارتی با فرض ثبات سایر شرایط، با رشد درآمد سرانه شدت انرژی افزایش یافته و با افزایش قیمت نسبی انرژی و بهره‌وری کل، شدت انرژی کاهش می‌یابد. متغیری که در این پژوهش مورد توجه است تسهیلات و اعتبارات اعطایی سیستم بانکی به بخش خصوصی نسبت به تولید ناخالص داخلی است که با نام «اعتبارات» نشان داده شده و شاخصی از توسعه مالی به ویژه سیستم بانکی است. ضریب این متغیر در الگوی شدت انرژی برابر  $0.071$  - است و آماره  $t$  آن نشان می‌دهد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد مخالف صفر و منفی است. از آنجا که متغیرها لگاریتمی هستند ضرایب همان کشش متغیر وابسته نسبت به تغییرات متغیر مستقل است. بنابراین در بلندمدت یک درصد رشد اعتبارات اعطایی (که با شاخص نسبت اعتبارات اعطا شده به GDP اندازه‌گیری شد) باعث کاهش  $0.071$  درصدی شدت انرژی (یا افزایش کارایی انرژی) در اقتصاد ایران می‌شود.<sup>۱</sup>

۱. دو معادله تحت بررسی با استفاده از روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای 2SLS نیز در سطح داده‌ها برآورد شدند (در پیوست گزارش شده است) که نتایجی مشابه با مدل ARDL بدست آمد. تنها با این تفاوت که در این حالت متغیر اعتبارات در معادله TFP از نظر آماری هم معنادار نیست.

جدول ۲- رابطه بلندمدت الگوی شدت انرژی

| متغیر وابسته: شدت انرژی |             |                 |                   |          |             |
|-------------------------|-------------|-----------------|-------------------|----------|-------------|
| متغیر مستقل             | درآمد سرانه | قیمت نسبی انرژی | بهره‌وری کل عوامل | اعتبارات | عرض از مبدأ |
| مقدار ضریب              | ۰/۵۰        | -۰/۱۰           | -۱/۶۱             | -۰/۰۷۱   | ۱۳/۸۱       |
| آماره t                 | ۱۲/۷۲       | -۳/۸۵           | -۱۳/۴۳            | -۲/۶۶    | ۲۸/۱۶       |
| احتمال                  | ۰/۰۰۰       | ۰/۰۰۰           | ۰/۰۰۰             | ۰/۰۱     | ۰/۰۰۰       |

جدول ۳- رابطه بلندمدت الگوی بهره‌وری کل عوامل تولید

| متغیر وابسته: بهره‌وری کل عوامل تولید |                   |                    |          |             |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------|----------|-------------|
| متغیر مستقل                           | مخارج عمرانی دولت | درجه بازبودن تجاری | اعتبارات | عرض از مبدأ |
| مقدار ضریب                            | ۰/۱۲              | ۰/۴۰               | -۰/۳۰    | ۳/۰۹        |
| آماره t                               | ۲/۲۵              | ۵/۹۹               | -۴/۷۳    | ۱۷/۹۲       |
| احتمال                                | ۰/۰۳۰             | ۰/۰۰۰              | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰       |

از سوی دیگر مطابق با ادبیات اقتصادی می‌دانیم که اثر توسعه مالی بر رشد اقتصادی علاوه بر انباشت بیشتر سرمایه فیزیکی، از طریق ارتقای کارایی سرمایه و همچنین بهبود ابداعات و فناوری است. کانال اخیر اثرگذاری توسعه مالی بر کارایی و شدت انرژی را از طریق بهبود فناوری و ارتقاء بهره‌وری کل عوامل تولید نشان می‌دهد که این کانال اثر غیرمستقیم توسعه مالی بر کارایی انرژی است. نتایج الگوی TFP نشان می‌دهد که تأثیر متغیر اعتبارات بر بهره‌وری کل معنادار نیست. بنابراین می‌توان استنباط کرد که در اقتصاد ایران، تأثیر توسعه مالی بر شدت انرژی از کانال بهبود بهره‌وری کل و ارتقا سطح فناوری نبوده و اثر اعتبارات بر شدت انرژی تنها از طریق تأمین سرمایه و رفع محدودیت‌های

اعتباری است. ضریب متغیرهای کنترلی نسبت مخارج عمرانی دولت به GDP و درجه باز بودن تجاری نیز مثبت و معنادار به دست آمده است. در ادبیات نیز شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهند رشد اعتبارات اعطایی و توسعه بخش بانکی در بیشتر موارد تنها با انباشت بیشتر سرمایه و تسهیل دسترسی به سرمایه همراه بوده و تأثیری بر بهبود ابداعات و توسعه فناوری ندارد (ریوخا و والوف<sup>۱</sup> ۲۰۱۴). برخی از اقتصاددانان نیز اریب ریسک‌گریزی بانک‌ها را برای نوآوری و رشد مضر می‌دانند. بعلاوه دلایل دیگری نیز برای این مسئله ارائه شده است. به‌طور مثال، مطالعاتی وجود دارند که به اهمیت کیفی خدمات مالی و اعتبارات به جای کمیت آن‌ها تأکید دارند و نقش واسطه‌گری مالی را کلیدی تر از رشد اعطای اعتبارات می‌دانند. از سوی دیگر شواهد تجربی دیگری اثرات مخربی برای رشد اعتبارات نشان می‌دهند به طوری که ممکن است رشد سریع اعتبارات نه تنها نشانه‌ای از تعمیق مالی نباشد بلکه باعث شکنندگی مالی، بی‌ثباتی‌های اقتصاد کلان و رونق ناپایدار اعتباری شده و اتکاء سیستم بانکی بر منابع مالی ناپایدار نیز بیشتر شود (هانسن و سولا<sup>۲</sup> ۲۰۱۳). آرکاند و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) نیز برای تأثیر مثبت توسعه مالی بر رشد اقتصادی یک سطح آستانه‌ای از حجم اعتبارات شناسایی می‌کنند که حجم بیشتر اعتبارات به تأثیر منفی بر رشد ختم می‌شود. دلیل دیگر این است که ممکن است بیشترین دریافت کنندگان اعتبارات و خدمات بانکی، بخش‌های ساختمان و مسکن، خدمات و خانوار باشند. در این حالت بخش عمده‌ای از اعتبارات اعطا شده در مسیر بهبود فناوری سرمایه‌گذاری نبوده و کارآفرینان اقتصادی سهم کمتری در دریافت اعتبارات دارند (بک و همکاران<sup>۴</sup> ۲۰۱۳).

### ۳-۵. نتایج برآورد روابط کوتاه مدت

در جداول (۵) و (۶) روابط کوتاه مدت الگوهای پژوهش گزارش شده‌اند.

---

1 . Rioja and Valev  
2 . Hansen and Sull  
3 . Arcand et al  
4 . Beck et al

جدول ۵ - رابطه کوتاه مدت الگوی شدت انرژی

| متغیر وابسته: شدت انرژی                                                 |        |         |        |
|-------------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|
| متغیر مستقل                                                             | ضریب   | آماره t | احتمال |
| درآمد سرانه                                                             | ۰/۴۹   | ۴/۷۷    | ۰/۰۰۰  |
| بهره‌وری کل عوامل تولید                                                 | -۱/۴۵  | -۱۰/۹۲  | ۰/۰۰۰  |
| قیمت نسبی انرژی                                                         | -۰/۰۳  | -۳/۰۱   | ۰/۰۰۵  |
| اعتبارات                                                                | -۰/۰۷  | -۳/۲۷   | ۰/۰۰۲  |
| متغیر مجازی                                                             | -۰/۰۰۴ | -۰/۲۷   | ۰/۷۸۸  |
| ضریب تصحیح خطا                                                          | -۰/۳۳  | -۵/۴۸   | ۰/۰۰۰  |
| عرض از مبدا                                                             | ۰/۰۰۰۴ | ۰/۱۲    | ۰/۹۴   |
| ضریب تعیین تعدیل شده: ۰/۹۲ * آماره F: ۶۷/۱۶ * آماره دوربین-واتسون: ۲/۱۲ |        |         |        |

جدول ۶ - رابطه کوتاه مدت الگوی بهره‌وری کل عوامل تولید

| متغیر وابسته: بهره‌وری کل عوامل تولید                                   |       |         |        |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|---------|--------|
| متغیر مستقل                                                             | ضریب  | آماره t | احتمال |
| مخارج عمرانی دولت                                                       | -۰/۱۲ | -۲/۸۵   | ۰/۰۰۷  |
| وقفه اول مخارج عمرانی دولت                                              | -۰/۱۳ | -۲/۸۴   | ۰/۰۰۸  |
| وقفه دوم مخارج عمرانی دولت                                              | ۰/۰۵  | ۱/۳۴    | ۰/۱۸۹  |
| درجه باز بودن تجاری                                                     | ۰/۱۵  | ۵/۹۴    | ۰/۰۰۰  |
| اعتبارات                                                                | -۰/۱۵ | -۴/۱۲   | ۰/۰۰۰  |
| متغیر مجازی                                                             | ۰/۱۴  | ۵/۹۲    | ۰/۰۰۰  |
| ضریب تصحیح خطا                                                          | -۰/۵۳ | -۹/۱۲   | ۰/۰۰۰  |
| عرض از مبدا                                                             | ۰/۰۰۷ | ۱/۶۴    | ۰/۱۱۰  |
| ضریب تعیین تعدیل شده: ۰/۸۴ * آماره F: ۲۷/۴۰ * آماره دوربین-واتسون: ۲/۰۹ |       |         |        |

در الگوی شدت انرژی ضریب تصحیح خطا نشان می‌دهد که در هر دوره ۳۳ درصد از واگرایی از تعادل تصحیح می‌شود و به عبارتی پس از وقوع شوک در هر یک از متغیرهای توضیحی حدود ۳ دوره (سال) تا رسیدن به تعادل بلندمدت زمان لازم خواهد بود. این

سرعت در الگوی TFP حدود ۲ سال است. ضریب تعیین تعدیل شده در الگوی شدت انرژی و TFP برابر ۹۲ درصد و ۸۴ درصد به دست آمده که توانایی بالای الگوها را در توضیح تغییرات متغیرهای وابسته نشان می‌دهد.

## ۶. نتیجه‌گیری

در تئوری اقتصادی دلایل بروز ناکارایی در مصرف انرژی با ادبیات شکاف کارایی انرژی توضیح داده می‌شود که بیانگر بهینه نبودن تصمیمات کارگزاران اقتصادی در انتخاب فناوری‌ها و تصمیمات مصرف انرژی است. این وضعیت در دو حالت شکست بازار و بروز موانع بازاری حادث شده و هرچقدر شکست و موانع بازاری مستحکم‌تر باشند شکاف میان کارایی انرژی بهینه و پیامد تصمیمات کارگزاران اقتصادی عمیق‌تر خواهد بود. بروز شکاف کارایی انرژی و فاصله گرفتن کارایی بالفعل اقتصاد با کارایی بهینه به بهره‌مندی اقتصادی کمتر از منابع انرژی منجر شده و پیامد آن رشد شدت انرژی، کاهش امنیت انرژی، هدر رفتن منابع اقتصادی و تخریب محیط زیست ناشی از آلاینده‌های مصرف انرژی بیشتر خواهد بود. یکی از دلایل وقوع شکاف کارایی انرژی به محدودیت‌های اعتباری و نواقص بازارهای مالی نسبت داده می‌شود. در ادبیات این موضوع دسترسی محدود کارگزاران اقتصادی به منابع مالی منجر به افزایش نرخ تنزیل ضمنی می‌شود که آن‌ها در تصمیمات خود لحاظ می‌کنند. هنگامی که خانوار یا بنگاه‌ها نتوانند از عهده سرمایه‌گذاری و پرداخت هزینه‌های بهبود کارایی انرژی برآیند دیگر منافع آتی ناشی از کارایی انرژی نیز برای آن‌ها اهمیتی نخواهد داشت. بنابراین اولین نقش یک سیستم مالی و توسعه آن در بهبود کارایی انرژی می‌تواند از کانال رفع محدودیت‌های اعتباری و اعطای اعتبارات به خانوار یا بنگاه‌ها باشد. دیگر کانال تأثیر توسعه سیستم مالی بر کارایی انرژی از طریق تسهیل ابداعات فناورانه و روش‌های تولید کم‌هزینه است. یک بخش مالی توسعه یافته قادر است که اطلاعات لازم برای شناخت بهترین فرصت‌های سرمایه‌گذاری را فراهم آورده و حتی ریسک ناشی از پروژه‌های ابداعات فناوری را توزیع و مدیریت کند. همچنین توسعه مالی با تأمین سرمایه غیر نقد و کاهش ریسک‌های نقدشوندگی همراه

است. شواهدی نیز نشان می‌دهند که کشورهای با بخش مالی بالغ می‌توانند به نرخ‌های بالایی در توسعه فناوری دست یابند. با وجود آن که در سالهای اخیر نقش بالقوه شاخصه‌های مالی در مصرف انرژی مورد توجه محققین بوده، اما تاکنون تنها دو مطالعه منتشر شده به بررسی اثر اعطای اعتبارات و توسعه مالی بر کارایی و شدت انرژی در سطح بنگاه‌ها پرداخته‌اند. در این راستا هدف از تحقیق حاضر بررسی نقش توسعه مالی و اعتبارات اعطاشده به بخش خصوصی در بهبود کارایی انرژی در سطح اقتصاد کلان است. به این منظور با استفاده از داده‌های اقتصاد ایران در دوره ۱۳۵۳-۱۳۹۱ و با بهره‌گیری از روش خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی الگوهای پیشنهادی تحقیق برآورد و نتایج روابط بلندمدت و کوتاه مدت آن‌ها مورد تفسیر قرار گرفت.

نتایج الگوها در دوره مورد بررسی نشان می‌دهد که اگر چه اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی از طریق کاهش محدودیت‌های اعتباری به بهبود کارایی انرژی کمک کرده، اما این امر از کانال ارتقاء فناوری و تغییر شیوه‌های تولید و به طور کلی افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید نبوده است. بنابراین لزوم بازنگری در تأمین مالی بنگاه‌ها به منظور افزایش کارایی انرژی ضروری است. شواهد تجربی در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته حاکی از آن است که اتکای عمده بنگاه‌ها به نظام بانکی به منظور بهبود فناوری و TFP چندان نتیجه بخش نبوده بلکه در این رابطه توسعه بازار سرمایه نقش مهمی می‌تواند ایفا کند.

### منابع:

- ابراهیمی م، آل مرادجیدرقی، م. (۱۳۹۱). "توسعه بازارهای مالی و مصرف انرژی در کشورهای گروه D8". *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۱۵۹-۱۷۴، شماره ۶۱
- اسدی، علی و اسماعیلی، سیدمیشم؛ (۱۳۹۲). "بررسی وجود رابطه‌ی پویا میان مصرف انرژی و توسعه‌ی مالی در ایران"، *سیاست‌های راهبردی و کلان*، پاییز ۱۳۹۲، سال اول- شماره ۳
- اولادی، مهدی مرادپور، ابراهیمی، محسن، ترکمان احمدی معصومه؛ (۱۳۹۱). "توسعه بازار مالی و تقاضای انرژی در ایران (طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۵۹)"، *اقتصاد انرژی ایران*،

دوره ۲، زمستان ۵، زمستان ۱۳۹۱

- صادقی سید کمال، رنج پور رضا، مختارزاده خانقاهی نصرت؛ (۱۳۹۳). "مدل سازی رابطه بین مصرف برق و توسعه مالی در اقتصاد ایران"، *اقتصاد انرژی ایران (اقتصاد محیط زیست و انرژی)*، بهار ۱۳۹۳، دوره ۳، شماره ۱۰.

- محمدزاده پرویز، بهبودی داود؛ (۱۳۹۲). "رابطه میان مصرف انرژی و توسعه مالی در ایران"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*؛ ۱۰ (۳۹): ۷۷-۱۰۴.

- Al-Mulali, U., & Lee, J. Y. (2013). "Estimating the Impact of the Financial Development on Energy Consumption: Evidence from the GCC (Gulf Cooperation Council) Countries". *Energy*, 60, 215-221.
- Arcand, J. L., Berkes, E., & Panizza, U. (2012). *Too much finance?*, International Monetary Fund.
- Bagayev, I., & Najman, B. (2014). "Money to fill the gap? Local financial development and energy intensity in Europe and Central Asia". [http://mpira.ub.uni-muenchen.de/55193/1/MPRA\\_paper\\_55193.pdf](http://mpira.ub.uni-muenchen.de/55193/1/MPRA_paper_55193.pdf)
- Bekaert, G., Harvey, C. R., & Lundblad, C. (2001). "Emerging Equity Markets and Economic Development". *Journal of Development Economics*, 66(2), 465-504.
- Bekaert, G., Harvey, C. R., & Lundblad, C. (2005). "Does Financial Liberalization Spur Growth?" *Journal of Financial Economics*, 77(1), 3-55.
- Berry, L. (1984). "The Role of Financial Incentives in Utility-Sponsored Residential Conservation Programs: A Review of Customer Surveys". *Evaluation And Program Planning* 7: 131-41.
- Blumstein, C., Krieg, B., Schipper, L., & York, C. (1980). "Overcoming Social and Institutional Barriers to Energy Conservation". *Energy*, 5(4), 355-371.
- Cantore, N. (2011). *Energy Efficiency in Developing Countries for the Manufacturing Sector*. United Nations Industrial Development Organization.
- Comin, D., & Nanda, R. (2014). *Financial Development and the Diffusion of Technologies*.
- Cooper, R., & John, A. (1988). "Coordinating Coordination Failures in Keynesian Models". *The Quarterly Journal of Economics*, 441-463.
- Frankel, J. A., & Romer, D. (1999). "Does Trade Cause Growth?" *American Economic Review*, 379-399.
- Frankel, J. A., & Rose, A. K. (2005). "Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Causality". *Review of Economics and Statistics*, 87(1), 85-91.
- Gillingham, K., & Palmer, K. (2013). "Bridging the Energy Efficiency

- Gap". *Resources for the Future* Discussion Paper, 13-02.
- Golove WH, Eto J.H (1997) "Market Barriers to Energy Efficiency: A Critical Reappraisal of the Rationale for Public Policies to Promote Energy Efficiency". Lawrence Berkeley National Laboratory, California (See [Http://Eetd.Lbl.Gov/EA/EMP/Reports/38059.Pdf](http://Eetd.Lbl.Gov/EA/EMP/Reports/38059.Pdf))
  - Hansen, N. J. H., & Sulla, O. (2013). "Credit Growth in Latin America", *International Monetary Fund*. No. 13/106.
  - Hausman, J. A. (1979). "Individual Discount Rates and the Purchase and Utilization of Energy-Using Durables". *The Bell Journal of Economics*, 33-54.
  - Hermes, N., & Lensink, R. (2003). "Foreign direct investment, financial development and economic growth". *The Journal of Development Studies*, 40(1), 142-163.
  - Hicks, J. R. (1969). *A Theory of Economic History*. OUP Catalogue.
  - Jaffe, A. B., & Stavins, R. N. (1994). "The Energy-Efficiency Gap What Does It Mean?" *Energy Policy*, 22(10), 804-810.
  - Karanfil, F. (2009). "How Many Times Again Will We Examine the Energy-Income Nexus Using A Limited Range of Traditional Econometric Tools?" *Energy Policy*, 37(4), 1191-1194.
  - Linares, P., & Labandeira, X. (2010). "Energy Efficiency: Economics and Policy". *Journal of Economic Surveys*, 24(3), 573-592.
  - Pang, J., & Wu, H. (2009). "Financial markets, financial dependence, and the allocation of capital". *Journal of Banking & Finance*, 33(5), 810-818.
  - Pender, J. L. (1996). "Discount Rates and Credit Markets: Theory and Evidence from Rural India". *Journal of Development Economics*, 50(2), 257-296.
  - Pesaran, M. H., Shin, Y. (1998). "An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis". In *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century. The Ragnar Frisch Centennial Symposium* (S. Ström, Ed.), 371-413. Cambridge University Press,
  - Pesaran, M.H., Shin, Y., Smith, R.J. (2001). "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships". *Journal of Applied Econometrics* 16 289-326.
  - Rioja, F., & Valev, N. (2014). "Stock markets, banks and the sources of economic growth in low and high income countries". *Journal of Economics and Finance*, 1-19.
  - Sadorsky, P. (2010). "The Impact of Financial Development on Energy Consumption in Emerging Economies". *Energy Policy*, 38(5), 2528-2535.
  - Saint-Paul, G. (1992). "Technological Choice, Financial Markets and Economic Development". *European Economic Review*, 36(4), 763-781.
  - Shahbaz, M., & Lean, H. H. (2012). "Does Financial Development Increase Energy Consumption? The Role of Industrialization and Urbanization in Tunisia". *Energy Policy*, 40, 473-479.
  - Stern, D. I. (2012). "Modeling International Trends in Energy Efficiency".

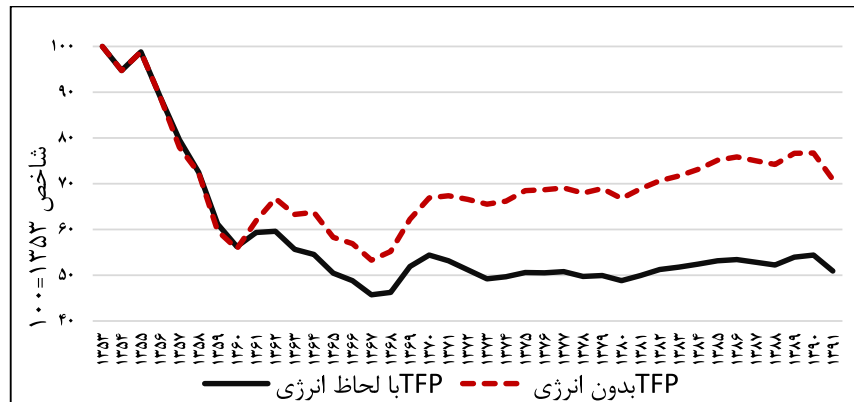
- Energy Economics*, 34(6), 2200-2208.
- Tadesse, S. (2007). "Financial Development and Technology". *William Davidson Institute Working Paper Number 879*
  - Tamazian, A., & Bhaskara Rao, B. (2010). "Do Economic, Financial and Institutional Developments Matter For Environmental Degradation? Evidence from Transitional Economies". *Energy Economics*, 32(1), 137-145.
  - Wurgler, J. (2000). "Financial markets and the allocation of capital". *Journal of Financial Economics*, 58(1), 187-214.
  - Zeren, F., & Koc, M. (2013). "The Nexus between Energy Consumption and Financial Development with Asymmetric Causality Test: New Evidence from Newly Industrialized Countries. International", *Journal of Energy Economics and Policy*, 4(1), 83-91.

## پیوست

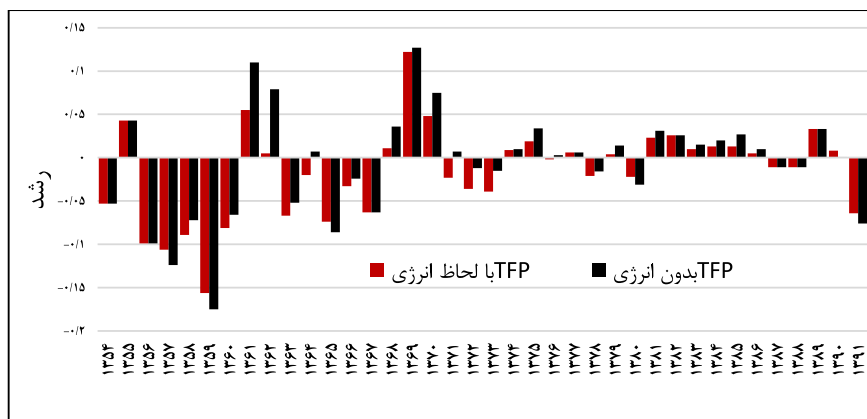
### محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از شاخص مالِم کوئیست

بهره‌وری کل عوامل تولید بخشی از تولید است که با مقدار نهاده‌های به کار رفته در فرآیند تولید توضیح داده نمی‌شود در نتیجه میزان آن بستگی به میزان بهینگی تکنولوژی تولید، چگونگی کارایی و شدتی دارد که از هر یک از نهاده‌ها در فرآیند تولید استفاده می‌شود. بر این اساس افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید به معنی آن است که به ازاء مقدار ثابتی از نهاده‌ها، تولید افزایش یافته است. بنابراین اگر هنگام محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید تنها به نیروی کار و سرمایه توجه داشته باشیم، هر گونه رشدی در تولید که به دلیل تغییر موجودی سرمایه و عرضه نیروی کار نباشد در تعریف بهره‌وری کل عوامل تولید جای خواهد گرفت. در این حالت وضعیتی را فرض کنیم که این رشد تولید به دلیل مصرف انرژی بیشتر با بکارگیری همان میزان از نهاده‌های دیگر حاصل شده باشد. مشخص است که در این حالت تغییر در مقدار فیزیکی مصرف انرژی نیز جزئی از TFP برآوردی محاسبه شده است، که در واقع بیش برآوردی از TFP را منجر می‌شود. زیرا این رشد تولید نه به دلیل بهبود بهره‌وری کل یا بهبود فناوری بلکه به سبب تغییر در مقدار مصرف انرژی حاصل شده است. به این جهت در این پژوهش بهره‌وری کل عوامل تولید با منظور کردن نیروی کار، سرمایه و انرژی محاسبه شده تا به این طریق از وقوع این تورش برآورد جلوگیری کنیم. در واقع برآورد TFP با لحاظ کردن مصرف انرژی در فرآیند تولید این امکان را می‌دهد که شیوه و نحوه تولید ارزش افزوده از منابع انرژی را نیز در بهره‌وری کل

عوامل تولید لحاظ کنیم. TFP برآوردی از این روش اکنون قادر است که تغییرات فناورانه‌ی مرتبط با انرژی و شیوه‌ی بهره‌گیری تولید از منابع انرژی را نیز نشان دهد. در نمودار ذیل بهره‌وری کل عوامل تولید در دو حالت که با استفاده از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست بر اساس تحلیل پوششی داده‌ها DEA بدست آمده را نشان می‌دهد. قابل ذکر است مزیت اصلی شاخص مالم کوئیست نسبت به روش‌های دیگر، محاسبه TFP بدون نیاز به ملحوظ کردن فرم تبعی مشخص برای تابع تولید است.



نمودار ۱- روند بهره‌وری کل عوامل تولید



نمودار ۲- رشد بهره‌وری کل عوامل تولید

جدول ۱- آزمون ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم یافته

| متغیر                   | نوع آزمون در سطح داده ها      |                   |                          | نوع آزمون در تفاضل مرتبه اول داده ها |                   |                          |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------------|
|                         | بدون عرض<br>از مبدأ و<br>روند | با عرض<br>از مبدأ | با عرض از<br>مبدأ و روند | بدون عرض<br>از مبدأ و<br>روند        | با عرض<br>از مبدأ | با عرض از<br>مبدأ و روند |
| شدت انرژی               | ۱/۹۴                          | -۴/۹۷             | -۲/۲۵                    | -۳/۵۷                                | -۴/۲۸             | -۵/۴۳                    |
| قیمت نسبی انرژی         | -۰/۶۷                         | -۲/۲۵             | -۲/۰۲                    | -۵/۸۰                                | -۵/۷۶             | -۴/۹۹                    |
| درآمد سرانه             | -۰/۱۷                         | -۱/۱۶             | -۲/۲۲                    | -۳/۶۴                                | -۳/۲۰             | -۳/۷۶                    |
| بهره‌وری کل<br>عوامل    | -۲/۲۰                         | -۲/۹۵             | -۲/۵۰                    | -۳/۵۲                                | -۳/۷۱             | -۳/۹۸                    |
| اعتبارات                | ۰/۴۰                          | -۱/۱۷             | -۱/۵۶                    | ۰/۴۰                                 | -۱/۱۷             | -۱/۵۶                    |
| درجه باز بودن<br>تجاری  | -۱/۰۲                         | -۱/۴۱             | -۲/۲۶                    | -۶/۳۶                                | -۶/۵۳             | -۶/۵۳                    |
| مخارج عمرانی            | -۱/۹۵                         | -۲/۰۶             | -۱/۷۱                    | -۵/۳۶                                | -۵/۶۹             | -۵/۸۳                    |
| مقدار بحرانی<br>(۵درصد) | -۱/۹۵                         | -۲/۹۴             | -۳/۵۳                    | -۱/۹۵                                | -۲/۹۴             | -۳/۵۳                    |

جدول ۲- نتایج برآورد معادلات با روش 2SLS

| متغیر وابسته : شدت انرژی               |       |         |             |
|----------------------------------------|-------|---------|-------------|
| متغیر مستقل                            | ضریب  | آماره t | ارزش احتمال |
| درآمد سرانه                            | ۰/۶۸  | ۱۸/۷۹   | ۰/۰۰۰۰      |
| بهره‌وری کل عوامل                      | -۱/۹۲ | -۱۹/۹۱  | ۰/۰۰۰۰      |
| قیمت نسبی انرژی                        | -۰/۱۱ | -۴/۴۸   | ۰/۰۰۰۰      |
| اعتبارات                               | -۰/۰۹ | -۲/۷۲   | ۰/۰۰۰۱      |
| متغیر مجازی                            | -۰/۰۴ | ۱/۰۷    | ۰/۲۸۷۰      |
| عرض از مبدأ                            | ۱۴/۸۰ | ۴۲/۹۶   | ۰/۰۰۰۰      |
| متغیر وابسته : بهره‌وری کل عوامل تولید |       |         |             |
| متغیر مستقل                            | ضریب  | آماره t | ارزش احتمال |
| درجه باز بودن تجاری                    | ۰/۱۱  | ۳/۰۵    | ۰/۰۰۳۲      |
| مخارج عمرانی دولت                      | ۰/۱۵  | ۲/۶۱    | ۰/۰۱۱۱      |
| اعتبارات                               | -۰/۰۲ | -۰/۶۳   | ۰/۵۲۴۵      |
| متغیر مجازی                            | ۰/۳۴  | ۷/۷۶    | ۰/۰۰۰۰      |
| عرض از مبدأ                            | ۳/۲۴  | ۱۵/۸۰   | ۰/۰۰۰۰      |

\* پسماندهای هر دو معادله طبق نتایج آزمون ADF،  $I(0)$  هستند.