فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی شماره ۸۵
سال بیست و ششم، بهار ۱۳۹۷، صفحه ۱۸۷-۱۵۱

تجزیه شدت انرژی در بخش‌های اقتصادی ایران: رویکرد ترکیبی تحلیل تجزیه شاخصی و تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید

شبنم لطفی
دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی
sh.lotfi8@gmail.com
علی فریدزاد
استادیار و عضو هیئت علمی گروه اقتصاد انرژی، دانشگاه علامه طباطبائی (نویسنده مسئول)
afaridzad@yahoo.com
علی اصغر سالم
استادیار و عضو هیئت علمی گروه اقتصاد نظری، دانشگاه علامه طباطبائی
salem207@yahoo.com

در این مطالعه با استفاده از ترکیب روش‌های تحلیل تجزیه شاخصی و تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید با رویکرد ضربی و در دو شکل تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای به تجزیه عوامل مؤثر بر شدت انرژی در قالب آثار تولیدی، ساختاری، شدت انرژی بخشی، تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی، جانشینی نیروی کار با انرژی و جانشینی سرمایه با انرژی برای سه‌بخش اقتصادی کشور، صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در دوره زمانی سال های ۱۳۹۱-۱۳۸۵، و به تفکیک انرژی‌های مصرفی نفت خام و فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق پرداخته شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که شدت انرژی در طول دوره زمانی مورد بررسی در سه بخش صنعت، حمل و نقل و کشاورزی افزایش داشته است و در این میان به تفکیک بخش های اقتصادی، اثر جانشینی نیروی کار با انرژی و به تفکیک بخش های اقتصادی و انرژی مصرفی، اثر تولیدی بیشترین سهم را در توضیح عوامل مؤثر بر تغییرات کل شدت انرژی داشته اند. اثر جانشینی نیروی کار با انرژی بیشترین سهم را در توضیح عوامل مؤثر بر اثر شدت انرژی بخشی داشته است و اثر تغییرات کارایی فنی در طی دوره مورد بررسی در کل موجب کاهش مصرف انرژی شده است و اثر تغییرات کارایی فنی، پایین‌ترین سهم را در توضیح رشد مصرف کل و شدت انرژی داشته است. همچنین نتایج نشان می دهد مقایسه تحلیل زمانی زنجیره‌ای نتایج واقعی‌تر و قابل اعتمادتری را در اختیار سیاستگذاران قرار می‌دهد.

طبقه‌بندی JEL: C43، 43Q، 10Q، 60L
واژگان کلیدی: اثر ساختاری، اثر تولیدی، اثر شدت انرژی، تحلیل تجزیه شاخصی، تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۰

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

۱. مقدمه

نهاده تولیدی انرژی به‌عنوان افزایش تولید و رشد اقتصادی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، محسوب می‌شود. پس از اجرای طرح هدفمندی یارانه حامل‌های انرژی، مصرف انرژی در سیاستگذاری‌های کلان از اهمیت بسیاری برخوردار است. لذا، بهبود در کارایی مصرف انرژی و کاهش شدت انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی ضروری می‌باشد. استفاده از شاخص شدت انرژی به شکل نسبت مصرف انرژی به ازای هر واحد فعالیت اقتصادی با اشکالات زیادی مواجه است، چرا که شدت انرژی توسط عواملی مانند ترکیب فعالیت‌های صنعتی، تغییرات تکنولوژی، قیمت انرژی، جانشینی حامل های انرژی، تغییر در مدیریت تقاضای انرژی، تغییرات ساختاری اقتصادی از جمله سیاست‌های توسعه صنعتی و تغییرات تقاضای مصرف‌کننده تحت تأثیر قرار می‌گیرد (فریدزاد، ۱۳۹۴). این عوامل تأثیرگذار می‌توانند بر صورت و مخرج کسر شدت انرژی به شکل‌های مختلف مؤثر باشند. لذا پژوهشگران به‌منظور تبیین بهتر اجزای شدت انرژی، تجزیه این نسبت را پیشنهاد داده‌اند.

یکی از روش‌های تجزیه نسبت شدت انرژی، روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA)[1] می‌باشد که قادر است شاخص شدت انرژی را به سه اثر ساختاری، تولیدی و شدت انرژی بخشی[2]، تجزیه نماید شاخص تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA)[3] شدت انرژی بخشی را به چهار اثر تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی، جانشینی نیروی کار با انرژی (تغییرات در نسبت نیروی کار به انرژی) و جانشینی سرمایه با انرژی (تغییرات در نسبت سرمایه به انرژی) تجزیه می‌کند ترکیب این دو روش تجزیه (روش تحلیل تجزیه شاخصی و روش تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید) به‌طور هم‌زمان ویژگی‌های متعددی را مورد توجه قرار می‌دهد از جمله اینکه هیچ نوع عامل باقیمانده یا پسماند یا

1. Index Decomposition Analysis (IDA)

۲. منظور شدت انرژی بخش‌های اقتصادی می‌باشد.

3. Production.Theoretical Decomposition Analysis (PDA)

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

شرح داده نشده‌ای در تغییرات شدت انرژی وجود ندارد. روش تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) به تنهایی با محدودیت‌هایی مواجه است که شامل ارائه نتیجه‌گیری مبهم و معکوس در اثر ساختاری و تولیدی می‌باشد. پیوند روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) با روش تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) می‌تواند علاوه بر رفع محدودیت‌های روش تجزیه مبتنی بر تولید، شدت انرژی را در قالب هفت اثر ساختاری، تولیدی، شدت انرژی بخشی، تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی، جانشینی نیروی کار با انرژی و جانشینی سرمایه با انرژی مورد بررسی قرار دهد. این مدل (ترکیب روش تحلیل تجزیه شاخصی و روش تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید) قادر است در سطح بخش‌های اقتصادی به‌کار گرفته شود. نوآوری این پژوهش نسبت به پژوهش‌های گذشته در کشور این است که پژوهش‌های پیشین عوامل مؤثر بر تغییرات شدت انرژی را تنها به سه اثر تولیدی، اثر ساختاری و اثر شدتی تجزیه کرده‌اند، اما پژوهش حاضر با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل تجزیه شاخصی و تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید عوامل مؤثر بر تغییرات شدت انرژی را به هفت اثر تولیدی، اثر ساختاری، اثر شدت انرژی بخشی، تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی، جانشینی نیروی کار با انرژی (تغییرات در نسبت نیروی کار به انرژی) و جانشینی سرمایه با انرژی (تغییرات در نسبت سرمایه به انرژی) در سه بخش اقتصادی صنعت، حمل و نقل و کشاورزی و به تفکیک انرژی‌های مصرفی نفت خام و فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق تجزیه کرده است، لذا پژوهش حاضر به‌صورت دقیق‌تر و با جزئیات بیشتری تغییرات شدت انرژی را تجزیه می‌نماید.

از این رو، مطالعه حاضر با هدف تحلیل و تجزیه عوامل مؤثر بر شدت انرژی از طریق روش ترکیبی یاد شده، به بررسی تغییرات شدت انرژی بین سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۵ برای بخش‌های اقتصادی ایران می‌پردازد. مصرف نهایی انرژی در سال ۱۳۸۸، ۱۰۳۳.۸ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است که بعد از اصلاح قیمت حامل‌های انرژی در سال ۱۳۸۹، مصرف انرژی در سال ۱۳۹۰ به ۱۰۶۰.۱ میلیون بشکه معادل نفت خام رسیده است. پژوهش حاضر با محوریت دو پرسش اساسی ارائه شده است. اول آن که، تغییرات کل شدت انرژی در طی دوره مورد بررسی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی به چه صورت می‌باشد. این که در بخش‌های مورد بررسی، کدامیک از عوامل تأثیر بیشتری بر اثر شدت انرژی بخشی دارد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

بنابراین، مطالعه حاضر در شش بخش سازماندهی شده است. در بخش دوم به ارائه مبانی نظری تحلیل تجزیه عؤامل مؤثر بر شدت انرژی اختصاص یافته است. در بخش سوم، روش شناسی پژوهش در خصوص تحلیل تجزیه عؤامل مؤثر بر شدت انرژی با استفاده از ترکیب روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) و تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) با تکنیک ضربی اثبات و ارائه شده است. در بخش چهارم، به بررسی مطالعات تجربی صورت گرفته در این زمینه پرداخته شده است. در بخش پنجم، نتایج حاصل از به‌کارگیری روش پژوهش ارائه شده است. در این بخش به‌تفصیل تغییرات شدت انرژی در بخش‌های اقتصادی کشور برای کل انرژی و به تفکیک حامل‌های انرژی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در پایان نتیجه‌گیری و پیشنهادات سیاستی این مطالعه ارائه خواهد شد.

۲. مبانی نظری: تجزیه عوامل مؤثر بر شدت انرژی

بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که دو روش کلی و عمومی برای تجزیه شدت انرژی مورد استفاده قرار گرفته است. روش اول، تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) بر مبنای جداول داده- ستانده (I-O) می‌باشد و با استفاده از اطلاعاتی مانند ضرایب داده - ستانده و تقاضای نهایی ساخته می‌شود و به‌دلیل اینکه جدول داده - ستانده در بسیاری از کشورها هر سال تهیه نمی‌شود، در کشورهایی که این جدول برای دوره‌های نزدیک تشکیل نمی‌شود، قابل استفاده نیست. این روش از حجم اطلاعات بیشتر و مدل‌های اقتصادی پیچیده‌تری در مقایسه با سایر روش‌ها استفاده می‌کند. روش تحلیل تجزیه ساختاری وابستگی‌های مستقیم و غیرمستقیم همه بخش‌های اقتصادی را در نظر می‌گیرد (غنی کسب، ۱۳۹۳).

روش دوم، تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) بر مبنای تئوری عدد شاخص می‌باشد. در تحلیل تجزیه شاخصی ستانده هر بخش در تجزیه اقتصادی به‌کار می‌رود (اللهیاری ثانی،۱۳۹۱). این روش به حجم داده‌های کمتری نسبت به جدول داده ستانده نیاز دارد و هر ساله می‌توان آن را تهیه نمود. در مطالعات انجام شده، بیشتر از این روش استفاده شده است. تحلیل تجزیه شاخصی جزئیات بیشتری را در مورد دوره‌های زمانی و کشورهای مورد بررسی مشخص می‌کند.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

تحلیل تجزیه شاخصی به دو روش، تحلیل تجزیه شاخصی بر پایه شاخص لاسپیرز و تحلیل تجزیه شاخصی بر پایه شاخص دیویژیا تقسیم می‌شود. شاخص دیویژیا شامل دیویژیای میانگین حسابی (AMDI) و دیویژیای میانگین لگاریتمی (LMDI) می‌باشد (غنی کسب، ۱۳۹۳).

روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA)[1] اولین بار توسط توروانگر (۱۹۹۱)[2] جهت محاسبه و تجزیه شدت انتشار دی‌اکسیدکربن استفاده شد. پس از آن در سال ۱۹۹۸ به‌طور فنی در تجزیه و تحلیل شدت انرژی مورد استفاده قرار گرفت. در بسیاری از پژوهش‌های داخلی و بین‌المللی روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) در برخی مواقع دارای مقادیر باقیمانده و پسماند می‌باشد.

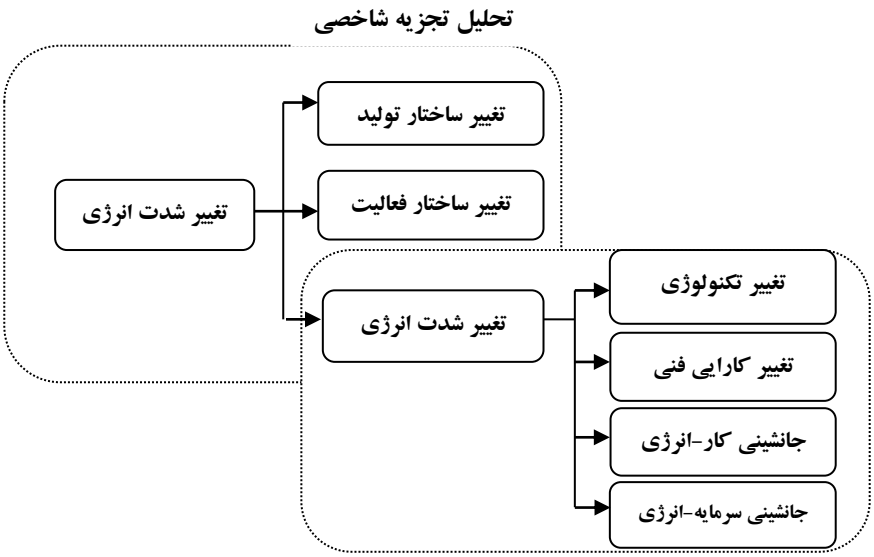
بر اساس مطالعه آنگ و ژانگ (۲۰۰۰)[3] مقادیر باقیمانده عمدتاً خود را در اثر شدت انرژی بخشی نمایان می‌سازند، اثر شدت انرژی بخشی به چهار اثر جانشینی انرژی با سایر نهاده‌های تولیدی، تغییرات کارایی فنی و تغییرات تکنولوژی تجزیه می‌شود که در بسیاری از مطالعات به آن توجه نشده است. روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) به لحاظ دوره زمانی به دو شکل دو دوره‌ای (بر اساس سال مبنا و سال نهایی) و زنجیره‌ای (سال‌های میانی نیز در کنار سال مبدأ و مقصد در نظر گرفته می‌شوند) محاسبه می‌شود. روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) قادر است شدت انرژی را به سه اثر ساختاری، تولیدی و شدت انرژی بخشی، تجزیه نماید. اثر ساختاری: به تغییر در مصرف انرژی حاصل از تغییر در ترکیب یا سهم فعالیت‌های اقتصادی دلالت دارد (کایمن و برایان[4]، ۲۰۱۰). اثر تولیدی: به تغییر در کل مصرف انرژی به واسطه افزایش در تولید و حجم فعالیت‌های اقتصادی گفته می‌شود (کایمن و برایان، ۲۰۱۰). اثر شدت انرژی: میزان مصرف انرژی به ازای هر واحد فعالیت (تولید یا ارزش‌افزوده) را نشان می‌دهد (کایمن و برایان، ۲۰۱۰).

لین و دیو[5] (۲۰۱۴) پیشنهاد می‌کنند که اثر شدت انرژی بخشی مجدداً با روش دیگری تجزیه شود تا تصویر واقع‌بینانه‌تر و با جزئیات بیشتری از عوامل مؤثر بر شدت انرژی ارائه شود یکی از

1. Index Decomposition Analysis (IDA)
2. Torvanger
3. Ang and Zhang
4. Caiman and Brian
5. Lin and Du

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

این روش‌ها، روش تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) است که اثر شدت انرژی بخشی را به چهار اثر تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی، جانشینی نیروی کار با انرژی و جانشینی سرمایه با انرژی تجزیه می‌کند.



نمودار ۱. چارچوب تجزیه ترکیب یافته

مبانی نظری روش تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست و تابع تولید مسافت می‌باشد. شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست، بهره‌وری کل را به دو جزء تغییرات تکنولوژی و تغییرات کارایی تفکیک کرده است. تابع تولید مسافت حداکثر تولید را با فرض نهاده ورودی و تکنولوژی داده شده مشخص می‌کند. تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) اولین بار توسط ژو و آنگ[1] (۲۰۰۸) مطرح شد که چارچوبی برای تجزیه انتشار دی‌اکسیدکربن (CO_2)

1. Zhou and Ang

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

مبتنی بر تئوری تولید ارائه دادند. روش تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) با محدودیت‌هایی که شامل ارائه نتیجه‌گیری مبهم و معکوس در اثر ساختاری و اثر تولیدی می‌باشد مواجه است. همچنین بر مبنای روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) عوامل مؤثر بر تغییرات شدت انرژی در قالب سه اثر ساختاری، تولیدی و شدت انرژی بخشی مورد بررسی قرار می‌گیرد. اما برخی عوامل اساسی (مانند تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی، جانشینی انرژی با نیروی کار و جانشینی انرژی با سرمایه) که از دیگر عوامل مؤثر و قابل شناسایی در تغییر شدت انرژی هستند در چارچوب تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) نمی‌تواند مورد سنجش قرار بگیرد، لذا پیوند روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) با روش تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) می‌تواند شدت انرژی را در قالب هفت اثر ساختاری، تولیدی، شدت انرژی بخشی، تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی، جانشینی نیروی کار با انرژی و جانشینی سرمایه با انرژی مورد بررسی قرار دهد و همچنین هیچ نوع عامل پسماند یا باقیمانده یا شرح داده نشده‌ای در تغییرات شدت انرژی نخواهیم داشت.

۳. روش تجزیه شدت انرژی از طریق ترکیب روش‌های تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) و تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA)

در اولین مرحله از تجزیه، از روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) برای اثر ساختاری، تولیدی و شدت انرژی بخشی استفاده می‌شود. در دومین مرحله، تغییرات شدت انرژی بخشی از طریق روش تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) به تغییرات تکنولوژیکی، تغییرات کارایی فنی، جانشینی نیروی کار با انرژی و جانشینی سرمایه با انرژی تفکیک خواهد شد جامعه آماری مورد مطالعه در این پژوهش، ایران در سطح زیربخش‌های اقتصادی صنعت، حمل و نقل و کشاورزی می‌باشد. متغیرهای پژوهش شامل ارزش افزوده رشته فعالیت‌های اقتصادی کشور به قیمت‌های ثابت در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در دوره مورد بررسی بر حسب میلیارد ریال، جمع ارزش افزوده رشته فعالیت‌ها در دوره مورد بررسی بر حسب میلیارد ریال، کل انرژی مصرفی بخش صنعت، حمل و نقل و کشاورزی بر حسب میلیون بشکه معادل نفت خام، مصرف از انرژی نفت خام و فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و کل برق در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

کشاورزی بر حسب میلیون بشکه معادل نفت خام، شاغلان بر حسب جنس، سن و گروه‌های عمده فعالیت و موجودی سرمایه خالص به قیمت‌های ثابت ۱۳۸۳ بر حسب میلیارد ریال می‌باشد. که این اطلاعات با استفاده از مرکز آمار ایران، بانک مرکزی و ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۳ به‌دست می‌آیند. بر اساس مطالعه لین و دیو (۲۰۱۴)[1] فرض می‌کنیم، کل اقتصاد شامل M بخش مختلف، J تعداد انواع مختلف انرژی در حال استفاده می‌باشد.

جدول ۱. تعریف متغیرهای n منطقه[2] در زمان t

نام متغیر	تعریف
Y_t^n	تولید انبوه
$Y_{i,t}^n$	تولید از بخش i
$E_{i,t}^n$	کل انرژی مصرفی از بخش i
$E_{ij,t}^n$	مصرف از انرژی j در بخش i
I_t^n	کل شدت انرژی
$I_{i,t}^n$	شدت انرژی برای بخش i
$S_{i,t}^n$	سهم تولید از بخش i در تولید انبوه
$F_{ij,t}^n$	سهمی از انرژی j در کل انرژی مصرفی در بخش i

مأخذ: لین و دیو (۲۰۱۴)

1. Lin and Du

۲. این رویکرد می‌تواند در سطح استان‌ها و مناطق مختلف به‌کار گرفته شود. با این وجود در این مطالعه تنها در یک منطقه و در ایران (یک کشور) اهداف پژوهش حاضر پیگیری خواهد شد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

کل شدت انرژی به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$I_t^n = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{J} \frac{E_{i,t}^n}{Y_{i,t}^n} \times \frac{Y_{i,t}^n}{Y_t^n} \times \frac{E_{ij,t}^n}{E_{i,t}^n} = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{J} I_{i,t}^n \times S_{i,t}^n \times F_{ij,t}^n \qquad (۱)$$

با توجه به مطالعه آنگ[1] (۲۰۰۴)، اشکال ضربی تجزیه تغییرات شدت انرژی بین زمان t,τ به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$D_{tot}^n = \frac{I_t^n}{I_\tau^n} = \exp\left\{\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{J} \frac{L(I_{i,t}^n \times S_{i,t}^n \times F_{ij,t}^n \text{ و } I_{i,\tau}^n \times S_{i,\tau}^n \times F_{ij,\tau}^n)}{L(\frac{I_t^n}{I_\tau^n})} \times Ln\frac{I_{i,t}^n}{I_{i,\tau}^n}\right\}$$

$$\times \exp\left\{\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{J} \frac{L(I_{i,t}^n \times S_{i,t}^n \times F_{ij,t}^n \text{ و } I_{i,\tau}^n \times S_{i,\tau}^n \times F_{ij,\tau}^n)}{L(\frac{I_t^n}{I_\tau^n})} \times Ln\frac{S_{i,t}^n}{S_{i,\tau}^n}\right\}$$

$$\times \exp\left\{\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{J} \frac{L(I_{i,t}^n \times S_{i,t}^n \times F_{ij,t}^n \text{ و } I_{i,\tau}^n \times S_{i,\tau}^n \times F_{ij,\tau}^n)}{L(\frac{I_t^n}{I_\tau^n})} \times Ln\frac{F_{ij,t}^n}{F_{ij,\tau}^n}\right\} \qquad (۲)$$

$$D_{tot}^n = D_{sei}^n \times D_{str}^n \times D_{ec}^n \qquad (۳)$$

معادله (۲) تغییرات کلی شدت انرژی را نشان می‌دهد D_{sei}^n اثر شدت انرژی بخشی و D_{str}^n اثر ساختاری و D_{ec}^n اثر تولیدی را بیان می‌کند. معادله (۳) میانگین لگاریتمی می‌باشد. به‌منظور بررسی بیشتر عوامل مؤثر بر تغییرات شدت انرژی بخشی، روش تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) در مرحله دوم به‌کار می‌رود. برای بخش i تکنولوژی تولید به‌صورت زیر بیان می‌شود:

1. Ang

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

$$L(X,Y)=\frac{(X-Y)}{(Lnx-LnY)} \qquad Y_{i,t}^{n}\} \tag{۴}$$

می‌تواند تولید کند

$$T_{i,t}=\{(L_{i,t}^{n},K_{i,t}^{n},E_{i,t}^{n},Y_{i,t}^{n}):(L_{i,t}^{n},K_{i,t}^{n},E_{i,t}^{n})$$

به‌طور کلی، بخش‌های مختلف اقتصادی از انواع مختلفی از تکنولوژی تولید استفاده می‌کنند.

تکنولوژی تولید بخش i به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$T_{i,t}=\{(L_{i,t},K_{i,t},E_{i,t},Y_{i,t}):\sum_{n=1}^{N}L_{i,t}^{n}\le L_{i,t},\quad \sum_{n=1}^{N}K_{i,t}^{n}\le K_{i,t},\quad \sum_{n=1}^{N}E_{i,t}^{n}\le E_{i,t},$$

$$\sum_{n=1}^{N}Y_{i,t}^{n}\ge Y_{i,t}\quad n=1,\dots,N\} \tag{۵}$$

تابع تولید مسافت شفارد در زمان t به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$D_{i,t}^{n}(L_{i,t}^{n},K_{i,t}^{n},E_{i,t}^{n},Y_{i,t}^{n})=\inf\{\alpha:(L_{i,t}^{n},K_{i,t}^{n},E_{i,t}^{n},\frac{Y_{i,t}^{n}}{\alpha})\in T_{i,t}\} \tag{۶}$$

$$D_{i,t}^{n}(L_{i,t}^{n},K_{i,t}^{n},E_{i,t}^{n},Y_{i,t}^{n})=\min\{\alpha:(L_{i,t}^{n},K_{i,t}^{n},E_{i,t}^{n},\frac{Y_{i,t}^{n}}{\alpha})\in T_{i,t}\}$$

معادله (۶) حداکثر تولید $Y_{i,t}^{n}$ با فرض نهاده ورودی و تکنولوژی داده شده را نشان می‌دهد.

ونگ بیان نمود که با در نظر گرفتن تکنولوژی تولید در دوره زمانی t، به‌عنوان یک مرجع تغییر شدت انرژی بخش i بین زمان t و τ، می‌توانیم تغییرات کل شدت انرژی را به‌شرح زیر تجزیه نمائیم:

$$\frac{I_{i,t}^{n}}{I_{i,\tau}^{n}}=\frac{\dfrac{E_{i,t}^{n}}{[\dfrac{Y_{i,t}^{n}}{D_{i,t}^{n}(L_{i,t}^{n},K_{i,t}^{n},E_{i,t}^{n},Y_{i,t}^{n})}]}}{\dfrac{E_{i,\tau}}{[\dfrac{Y_{i,\tau}}{D_{i,t}^{n}(L_{i,\tau}^{n},K_{i,\tau}^{n},E_{i,\tau}^{n},Y_{i,\tau}^{n})}]}}\times[\frac{D_{i,t}^{n}(L_{i,t}^{n},K_{i,t}^{n},E_{i,t}^{n},Y_{i,t}^{n})}{D_{i,\tau}^{n}(L_{i,\tau}^{n},K_{i,\tau}^{n},E_{i,\tau}^{n},Y_{i,\tau}^{n})}]^{-1}\times[\frac{D_{i,\tau}^{n}(L_{i,\tau}^{n},K_{i,\tau}^{n},E_{i,\tau}^{n},Y_{i,\tau}^{n})}{D_{i,t}^{n}(L_{i,\tau}^{n},K_{i,\tau}^{n},E_{i,\tau}^{n},Y_{i,\tau}^{n})}]^{-1}$$

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

$$PEIC_{i,t}^{n} \times TECE_{i}^{n} \times TCE_{i}^{n}(\tau) \qquad (۷)$$

معادله (۷) شدت انرژی بخش i را نشان می‌دهد $PEIC_{i,t}^{n}$ اثر مشترک نشأت گرفته از تغییرات در نسبت نیروی کار و سرمایه به انرژی می‌باشد و $TECE_{i}^{n}$ تغییرات تکنولوژی است که بهبود تکنولوژی شدت انرژی را کاهش می‌دهد و TCE_{i}^{n} تغییرات کارایی فنی می‌باشد که بهبود کارایی فنی شدت انرژی را کاهش می‌دهد. در معادله (۶) تابع تولید مسافت، همگن خطی در تولید می‌باشد و با استفاده از این ویژگی $PEIC_{i,t}^{n}$ به‌صورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$PEIC_{1,t}^{n} = \frac{E_{1,t}^{n} \times D_{1,t}^{n}(L_{1,t}^{n}, K_{1,t}^{n}, E_{1,t}^{n}, 1)}{E_{1,\tau}^{n} \times D_{1,t}^{n}(L_{1,\tau}^{n}, K_{1,\tau}^{n}, E_{1,\tau}^{n}, 1)} \qquad (۸)$$

بر اساس مطالعه ژو و آنگ[1] (۲۰۰۸) و ونگ (۲۰۱۱ و ۲۰۰۷)[2] فرض می‌شود که تکنولوژی تولید دارای بازده ثابت به مقیاس است، بنابراین تابع تولید مسافت همگن از درجه (۱-) در نهاده‌های ورودی می‌باشد و ونگ (۲۰۰۷)[3] بیان نمود که بر اساس این ویژگی معادله(۸) به‌صورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$PEIC_{t}^{i} = \frac{D_{t}^{i}(l_{i,t}, k_{i,t}, 1, 1)}{D_{t}^{i}(l_{i,\tau}, k_{i,\tau}, 1, 1)} \qquad (۹)$$

معادله (۹) اثر مشترک نشأت گرفته از تغییرات در نسبت نیروی کار و سرمایه به انرژی را توصیف می‌کند.

1. Zhou and Ang
2. Wang
3. Wang

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

$$PEIC_{i,t}^{n}=\sqrt{\frac{D_{i,t}^{n}(l_{i,t}^{n},k_{i,t}^{n},۱,۱)}{D_{i,t}^{n}(l_{i,\tau}^{n},k_{i,t}^{n},۱,۱)}\times\frac{D_{i,t}^{n}(l_{i,t}^{n},k_{i,\tau}^{n},۱,۱)}{D_{i,t}^{n}(l_{i,\tau}^{n},k_{i,\tau}^{n},۱,۱)}}\times\sqrt{\frac{D_{i,t}^{n}(l_{i,t}^{n},k_{i,t}^{n},۱,۱)}{D_{i,t}^{n}(l_{i,t}^{n},k_{i,\tau}^{n},۱,۱)}\times\frac{D_{i,t}^{n}(l_{i,\tau}^{n},k_{i,t}^{n},۱,۱)}{D_{i,t}^{n}(l_{i,\tau}^{n},k_{i,\tau}^{n},۱,۱)}}$$

$$=LESE_{i,t}^{n}\times KESE_{i,t}^{n} \qquad (۱۰)$$

$$l_{i,t}^{n}=\frac{L_{i,t}^{n}}{E_{i,t}^{n}} \text{ و } k_{i,t}^{n}=\frac{K_{i,t}^{n}}{E_{i,t}^{n}}$$

نسبت کار به انرژی و سرمایه به انرژی می‌باشد.

در معادله (۱۰) $LESE_{i,t}^{n}$ و $KESE_{i,t}^{n}$ اثرات تغییرات نسبت کار به انرژی و نسبت سرمایه به انرژی را به‌ترتیب توصیف می‌کنند.

$$if\ l_{i,t}^{n}>l_{i,\tau}^{n},then\ LESE_{i,t}^{n}\le 1;if\ k_{i,t}^{n}>k_{i,\tau}^{n},then\ KESE_{i,t}^{n}\le 1.$$

این خواص نشان می‌دهد که با افزایش نسبت‌های کار و سرمایه به انرژی شدت انرژی در حال کاهش است.

جایگزینی معادله (۱۰) به‌جای معادله (۷) معادله زیر را می‌دهد:

$$\frac{I_{i,t}^{n}}{I_{i,\tau}^{n}}=LESE_{i,t}^{n}\times KESE_{i,t}^{n}\times TCE_{i}^{n}(\tau)\times TECE_{i}^{n} \qquad (۱۱)$$

وقتی تکنولوژی تولید در زمان τ به‌عنوان مرجع استفاده می‌شود تغییرات شدت انرژی بین۲ دوره به‌صورت زیر تجزیه می‌شود:

$$\frac{I_{i,t}^{n}}{I_{i,\tau}^{n}}=LESE_{i,\tau}^{n}\times KESE_{i,\tau}^{n}\times TCE_{i}^{n}(t)\times TECE_{i}^{n} \qquad (۱۲)$$

بنابراین تجزیه نهایی از مرحله دوم به‌صورت معادله (۱۳) بیان می‌شود:

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

$$\frac{I_{i,t}^{n}}{I_{i,\tau}^{n}} = \sqrt{[LESE_{i,\tau}^{n} \times LESE_{i,t}^{n}]} \times \sqrt{[KESE_{i,\tau}^{n} \times KESE_{i,t}^{n}]} \times [TCE_{i}^{n}(t) \times TCE_{i}^{n}(\tau)] \times TECE_{i}^{n}$$

$$= LESE_{i}^{n} \times KESE_{i}^{n} \times TCE_{i}^{n} \times TECE_{i}^{n} \qquad (۱۳)$$

معادله (۱۳) را به‌جای D_{sei}^{n} (تغییر شدت انرژی بخشی) جایگزین می‌کنیم.

$$D_{sei}^{n} = \exp\{\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{J} \frac{L(I_{i,t}^{n} \times S_{i,t}^{n} \times F_{ij,t}^{n} \text{ و } I_{i,\tau}^{n} \times S_{i,\tau}^{n} \times F_{ij,\tau}^{n})}{L(\frac{I_{t}^{n}}{I_{\tau}^{n}})} Ln(LESE_{i}^{n} \times KESE_{i}^{n} \times TEC_{i}^{n} \times TECE_{i}^{n})\}$$

$$= \exp(\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{J} \frac{L(I_{i,t}^{n} \times S_{i,t}^{n} \times F_{ij,t}^{n} \text{ و } I_{i,\tau}^{n} \times S_{i,\tau}^{n} \times F_{ij,\tau}^{n})}{L(\frac{I_{t}^{n}}{I_{\tau}^{n}})} Ln\, LESE_{i}^{n})$$

$$\times \exp(\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{J} \frac{L(I_{i,t}^{n} \times S_{i,t}^{n} \times F_{ij,t}^{n} \text{ و } I_{i,\tau}^{n} \times S_{i,\tau}^{n} \times F_{ij,\tau}^{n})}{L(\frac{I_{t}^{n}}{I_{\tau}^{n}})} Ln\, KESE_{i}^{n})$$

$$\times \exp(\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{J} \frac{L(I_{i,t}^{n} \times S_{i,t}^{n} \times F_{ij,t}^{n} \text{ و } I_{i,\tau}^{n} \times S_{i,\tau}^{n} \times F_{ij,\tau}^{n})}{L(\frac{I_{t}^{n}}{I_{\tau}^{n}})} Ln\, TEC_{i}^{n})$$

$$\times \exp(\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{J} \frac{L(I_{i,t}^{n} \times S_{i,t}^{n} \times F_{ij,t}^{n} \text{ و } I_{i,\tau}^{n} \times S_{i,\tau}^{n} \times F_{ij,\tau}^{n})}{L(\frac{I_{t}^{n}}{I_{\tau}^{n}})} Ln\, TECE_{i}^{n})$$

$$= D_{le}^{n} \times D_{ke}^{n} \times D_{tc}^{n} \times D_{tec}^{n} \qquad (۱۴)$$

معادله (۱۴) تغییرات شدت انرژی بخشی را توصیف می‌کند و نشان می‌دهد که ۴ نیروی محرک وجود دارد. برای مثال، D_{le}^{n} جانشینی کار با انرژی، D_{ke}^{n} جانشینی سرمایه با انرژی، D_{tc}^{n}

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

تغییرات تکنولوژیکی و D_{tec}^{n} تغییرات کارایی فنی می‌باشد. تجزیه نهایی به‌شرح زیر ارائه می‌شود:

$$D_{tot}^{n} = D_{le}^{n} \times D_{ke}^{n} \times D_{tc}^{n} \times D_{tec}^{n} \times D_{str}^{n} \times D_{ec}^{n} \quad (۱۵)$$

معادله (۱۵) تمام مکانیسم‌های تغییرات شدت انرژی را توصیف می‌کند، هر یک از ۶ اجزاء با ارزش کمتر از یک، به کاهش شدت انرژی کمک می‌کند.

٤. مروری بر مطالعات تجربی

مطالعات تجربی گسترده‌ای در زمینه تجزیه شدت انرژی در سطح داخلی و بین‌المللی صورت گرفته است که در ادامه به جدیدترین و مهم‌ترین این مطالعات که به این پژوهش یاری رسانده‌اند، اشاره می‌شود.

ژانگ و لاهر (۲۰۱۴)[1] با استفاده از روش تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) به این نتیجه رسیده‌اند که در طی سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۲ در چین، به‌نظر می‌رسد که تغییرات در ساختار تولید، مصرف انرژی را در بسیاری از مناطق بهبود داده است و بهبود بهره‌وری انرژی منجر به کاهش قابل توجه در شدت انرژی می‌شود.

ذنگ و همکاران (۲۰۱۴)[2] به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی با استفاده از روش تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) در چین پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که تغییر در ساختار تولید منجر به تغییر اقتصاد چین به صنایع وابسته به انرژی می‌شود.

فرناندز ، لنداجو و پرسنو (۲۰۱۳) [3] به بررسی شاخص شدت انرژی در کشورهای اروپایی با استفاده از شاخص دیویژیا پرداخته‌اند و استراتژی‌های پیشنهادی آن‌ها شامل ارتقا و انطباق با

1. Zhang and Lahr
2. Zeng et al.
3. Fernandez et al.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

تکنیک‌های کارآمدتر، نوآوری، بهبود استفاده از فناوری، تحقیق و توسعه و جایگزینی برای انرژی با کیفیت بالاتر می‌باشد.

آنگ (۲۰۰۴)[1] در مهم‌ترین مقاله خود روش‌های مختلف تحلیل تجزیه را با یکدیگر مقایسه کرد و نتیجه گرفت روش شاخص لگاریتم میانگین دیویژیا (LMDI) از سایر روش‌های موجود به لحاظ سیاستگذاری از کارایی بالاتری برخوردار است.

ونگ (۲۰۰۷) به بررسی تجزیه تغییرات بهره‌وری انرژی: با استفاده از رویکرد تابع فاصله پرداخته است وی در مطالعه خود به این نتیجه رسیده است که برای تجزیه تغییرات بهره‌وری انرژی در ۲۳ کشور OECD در دوره مورد بررسی، تغییرات تکنولوژیکی مهم‌ترین منبع است و افزایش در نسبت سرمایه به انرژی و اهمیت رو به رشد در انرژی مصرفی برق نیز به آن کمک می‌کند.

ونگ (۲۰۱۱)[2] به بررسی رشد بهره‌وری انرژی در چین برای استان‌های پکن و شانگهای با استفاده از روش تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) پرداخته است. وی در مطالعه خود به این نتیجه رسیده است که تغییرات در ساختار صنعت در دوره زمانی مورد بررسی کمک منفی به کاهش شدت انرژی کرده است.

رشیدی‌زاده و جهانگرد (۱۳۹۰) به تجزیه و تحلیل شدت انرژی در فعالیت‌های اقتصاد ایران پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از روش تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) نشان می‌دهند که در بیشتر صنایع اثر شدت از اثر ساختار تأثیرگذارتر بوده و در اکثر موارد اثر شدت در جهت افزایش شدت انرژی حرکت کرده است.

اللهیاری ثانی (۱۳۹۱) به بررسی و تحلیل منابع مصرف انرژی در اقتصاد کشورهای ایران، اندونزی و نروژ با استفاده از روش تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) پرداخته است و به این نتیجه رسیده است که مصرف انرژی در ایران بیش از مصرف انرژی در کشورهای نروژ و اندونزی بوده است عامل ضریب شدت انرژی بیشترین تأثیر را در افزایش مصرف انرژی در این سه کشور داشته است.

1. Ang
2. Wang

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

حیدری و صادقی (۱۳۸۲) به تحلیل و تجزیه کارایی انرژی در اقتصاد ایران پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) نشان می‌دهند که عدم کارایی انرژی در اقتصاد ایران در دوره مورد نظر ناشی از بالا بودن اثر شدت خالص بوده و اثر ساختاری، پایین‌ترین سهم را در توضیح رشد مصرف کل و شدت انرژی داشته است.

شریفی و همکاران (۱۳۸۷) به تجزیه شدت انرژی در صنایع ایران پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) نشان می‌دهند که در نه صنعت مورد بررسی، مهم‌ترین اثر در تغییرات مصرف انرژی، ناشی از خود مصرف انرژی است و اثر ساختاری سهم ضعیفی در تغییرات شدت انرژی داشته است.

ابونوری و نیکبان (۱۳۸۸) به بررسی عوامل مؤثر بر شدت مصرف انرژی به روش دیویژیا (مطالعه موردی سیمان تهران) پرداخته‌اند. آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که مهم‌ترین عامل تغییرات شدت انرژی در صنعت سیمان تهران را در دوره مربوطه، اثر تولیدی و اثر شدتی مصرف انرژی می‌دانند.

بهبودی و میهن اصلانی‌نیا و سجودی(۱۳۸۹) به بررسی تجزیه شدت انرژی و عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) نشان می‌دهند که تغییرات ساختاری اقتصاد و کاهش بهره‌وری انرژی و همچنین قیمت‌های انرژی از عوامل بسیار مهم توضیح‌دهنده تغییرات شدت انرژی هستند.

گلی و اشرفی (۱۳۸۹) به بررسی شدت انرژی کشور و تجزیه آن با استفاده از شاخص ایده‌آل فیشر در ایران پرداخته‌اند. آن‌ها در مطالعه خود به این نتیجه رسیده‌اند که عمده تغییرات شدت انرژی را ناشی از آثار شدتی انرژی می‌دانند در حالی‌که تغییرات ساختار و یا حجم فعالیت‌های تولیدی در دوره مربوطه تغییرات شدت انرژی را توضیح نمی‌دهند.

جهانگرد و تجلی (۱۳۹۰) به تجزیه شدت انرژی‌بری در صنایع کارخانه‌ای ایران پرداخته است. او با استفاده از روش تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) به این نتیجه رسیده است که در کل صنعت، اثر شدت نسبت به اثر ساختار سهم بیشتری در تغییرات اثر کل دارد و در بیشتر صنایع نیز

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

اثر شدت از اثر ساختار تأثیرگذارتر بوده و در برخی موارد نیز هر دو اثر، مؤثر بوده‌اند و در بیشتر موارد اثر شدت در جهت کاهش شدت انرژی‌بری حرکت کرده است.

آرمن و تقی‌زاده (۱۳۹۲) به بررسی تحولات شدت انرژی و عوامل مؤثر بر آن در صنایع فلزات اساسی با استفاده از رویکرد تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) پرداخته‌اند. آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که اثر ساختاری تأثیر چندانی بر شدت انرژی ندارد و اثر شدتی در جهت کاهش شدت انرژی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی حرکت کرده است.

فریدزاد (۱۳۹۴) به بررسی تحلیل تجزیه شدت انرژی در صنایع انرژی‌بر ایران با استفاده از روش شاخص لگاریتم میانگین دیویژیا (LMDI) با تأکید بر رویکرد زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای پرداخته است. وی در مطالعه خود به این نتیجه رسیده است که شدت انرژی در طول دوره زمانی مورد بررسی در بخش صنعت افزایش یافته است و اثر شدت انرژی و اثر تولیدی به‌ترتیب بیشترین سهم را در توضیح عوامل مؤثر بر شدت انرژی داشته‌اند و مقایسه تحلیل زمانی زنجیره‌ای نتایج واقعی‌تر و قابل اعتمادتری را در اختیار سیاستگذاران قرار می‌دهد.

مشاهده می‌شود عمده مطالعات داخلی از رویکرد تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) بهره برده‌اند در حالی که سایر روش‌های تجزیه شدت انرژی به‌ویژه رویکرد تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) و ترکیب آن با رویکرد تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) مورد استفاده قرار نگرفته است. در پژوهش حاضر به‌طور همزمان ترکیبی از دو شاخص تحلیل تجزیه شاخصی (IDA) و تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید (PDA) به‌کار گرفته شده است که تاکنون در پژوهش‌ها و مطالعات داخلی مورد توجه پژوهشگران قرار نگرفته است.

۵. بررسی و تحلیل نتایج

در ادامه، بر اساس آمارهای مصرف انرژی سه بخش اقتصادی کشور، شدت انرژی بین دوره زمانی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این میان از دو نوع تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای جهت تجزیه علل تغییرات شدت انرژی در کشور در بخش‌های اقتصادی بهره گرفته می‌شود.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

۵-۱. تحلیل تجزیه دو دوره‌ای شدت انرژی (۱۳۸۵-۱۳۹۱)

جدول۲. تجزیه دو دوره‌ای ضربی شدت انرژی به تفکیک بخش‌های اقتصادی
با استفاده از رویکرد ترکیبی IDA& PDA

	صنعت	حمل و نقل	کشاورزی
تغییرات کل	۱/۳۵۶۳	۰/۹۸۷۳	۱/۱۲۱
اثر تولیدی	۱/۰۰۶۶	۰/۹۹۹۳	۱/۰۰۲۹
اثر ساختاری	۱/۰۱۱۴	۱/۲۶۲۳	۱/۰۲۴۴
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۳۳۲	۰/۷۸۲۶	۱/۰۹۱
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۸۳۴۲	۰/۷۵۴۷	۰/۹۲۲۸
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۵۹۶۶	۱/۰۳۶۹	۱/۱۸۲۳
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

در جدول(۲) تغییرات کل شدت انرژی در دو بخش صنعت و کشاورزی به‌جز بخش حمل و نقل بزرگتر از یک بوده و نشان می‌دهد که شدت انرژی در دو بخش صنعت و کشاورزی به‌جز بخش حمل و نقل در سال ۱۳۹۱ نسبت به سال مبنای ۱۳۸۵ افزایش یافته است. بیشترین تأثیر بر شدت انرژی بخشی در بخش صنعت و کشاورزی را جانشینی نیروی کار با انرژی و در بخش حمل و نقل تغییرات کارایی فنی داشته است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

جدول ۳. تجزیه دو دوره‌ای ضربی شدت انرژی
به تفکیک بخش‌های اقتصادی و انرژی مصرفی رویکرد IDA&PDA

	صنعت	حمل و نقل	کشاورزی
نفت خام و فرآورده‌های نفتی			
تغییرات کل	۰/۵۶۳۹	۰/۸۵۳۹	۰/۸۰۳۵
اثر تولیدی	۰/۴۱۶۳	۰/۸۶۴۷	۰/۷۱۶۸
اثر ساختاری	۱/۰۱۱۶	۱/۲۷۰۲	۱/۰۲۵
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۳۳۹	۰/۷۷۷۴	۱/۰۹۳۶
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۸۳۱۵	۰/۷۴۹	۰/۹۲۰۸
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۶۱۰۳	۱/۰۳۷۹	۱/۱۸۷۶
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱
گاز طبیعی			
تغییرات کل	۱/۸۳۵۹	۱۱/۴۵۰۶	۱۳/۸۶۶۸
اثر تولیدی	۱/۳۵۵۳	۱۱/۵۹۴۲	۱۲/۳۶۹۷
اثر ساختاری	۱/۰۱۱۶	۱/۲۷۰۲	۱/۰۲۵
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۳۳۹	۰/۷۷۷۴	۱/۰۹۳۶
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۸۳۱۵	۰/۷۴۹	۰/۹۲۰۸
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۶۱۰۳	۱/۰۳۷۹	۱/۱۸۷۶
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱
برق			
تغییرات کل	۱/۲۸۱۸	۱/۹۰۶۶	۱/۵۵
اثر تولیدی	۰/۹۴۶۲	۱/۹۳۰۵	۱/۳۸۲۶
اثر ساختاری	۱/۰۱۱۶	۱/۲۷۰۲	۱/۰۲۵
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۳۳۹	۰/۷۷۷۴	۱/۰۹۳۶
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۸۳۱۵	۰/۷۴۹	۰/۹۲۰۸
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۶۱۰۳	۱/۰۳۷۹	۱/۱۸۷۶
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

در جدول(۳) تغییرات کل شدت انرژی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی با انرژی مصرفی نفت خام و فرآورده‌های نفتی کمتر از یک می‌باشد که نشان می‌دهد که مصرف نفت خام و فرآورده‌های نفتی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در طی دوره مورد بررسی کاهش یافته است اما در بخش صنعت این کاهش مصرف بیشتر می‌باشد. تغییرات کل شدت انرژی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی با انرژی مصرفی گاز طبیعی بیشتر از یک می‌باشد که نشان می‌دهد که مصرف گاز طبیعی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در طی دوره مورد بررسی افزایش یافته است، اما در بخش کشاورزی این افزایش مصرف گاز به شدت بالا می‌باشد. تغییرات کل شدت انرژی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی با انرژی مصرفی برق بیشتر از یک می‌باشد.

بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی با انرژی مصرفی نفت خام و فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق به‌ترتیب جانشینی نیروی کار با انرژی، تغییرات کارایی فنی و جانشینی نیروی کار با انرژی می‌باشد. در تجزیه دو دوره‌ای ضربی شدت فرآورده، گاز طبیعی و برق به تفکیک بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی، در بخش‌های صنعت و کشاورزی اثر تولیدی و در بخش حمل و نقل تغییرات کارایی فنی بیشترین تأثیر را در تغییرات کل شدت فرآورده داشته‌اند. در بخش‌های حمل و نقل و کشاورزی اثر تولیدی و در بخش صنعت جانشینی نیروی کار با انرژی بیشترین تأثیر را در تغییرات کل شدت گاز طبیعی و برق داشته‌اند.

۵-۲. تحلیل تجزیه زنجیره‌ای شدت انرژی (۱۳۹۱-۱۳۸۵)

روش دقیق‌تر ارزیابی تغییرات شدت انرژی، تجزیه سالانه تغییرات شدت انرژی و در نهایت تجمیع این تغییرات است. در تجزیه ضربی شدت انرژی که به‌طور سالانه محاسبه شده است و در جدول(۴) نتایج آن ارائه شده است، مشاهده می‌شود که تغییرات کل شدت انرژی در دوره‌های زمانی مختلف متفاوت است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

جدول ۴. تجزیه زنجیره‌ای ضربی شدت انرژی به تفکیک بخش‌های اقتصادی
با استفاده از رویکرد ترکیبی IDA&PDA

	۱۳۸۶-۱۳۸۵	۱۳۸۷-۱۳۸۶	۱۳۸۸-۱۳۸۷	۱۳۸۹-۱۳۸۸	۱۳۹۰-۱۳۸۹	۱۳۹۱-۱۳۹۰
صنعت						
تغییرات کل	۱/۱۴۳	۱/۰۵۴۶	۰/۹۹۴۱	۱/۰۳۳۶	۱/۰۰۳۱	۱/۰۹۱۴
اثر تولیدی	۱/۰۰۰۸	۱	۱	۱/۰۰۰۸	۰/۹۹۹۶	۱
اثر ساختاری	۱/۰۱۵	۱/۰۳۲۴	۱/۰۳۹۳	۰/۹۹۱۱	۰/۹۹	۰/۹۴۶۴
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۱۲۵۱	۱/۰۲۱۴	۰/۹۵۶۴	۱/۰۴۲	۱/۰۱۳۵	۱/۱۵۳۱
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۱/۰۱۹۲	۰/۸۷۳۸	۰/۹۷۱۵	۰/۹۲۳۶	۰/۹۲۹	۱/۱۲۰۲
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۱۰۳۹	۱/۱۶۸۸	۰/۹۸۴۵	۱/۱۲۸۱	۱/۰۹۱	۱/۰۲۹۳
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
حمل و نقل						
تغییرات کل	۰/۹۳۵۸	۱/۰۳۰۵	۱/۰۶۸	۰/۸۹۲۱	۰/۹۷۹۲	۱/۰۹۷۲
اثر تولیدی	۰/۹۹۹۹۵	۰/۹۹۹۴	۱/۰۰۰۲	۰/۹۹۹۷	۱/۰۰۰۱	۱
اثر ساختاری	۱/۰۴۴۴	۱/۰۶۵۷	۱/۰۳۶۲	۰/۹۷۵۳	۱/۰۱۸۵	۱/۱۰۸۵
اثر شدت انرژی بخشی	۰/۸۹۶	۰/۹۶۷۵	۱/۰۳۰۴	۰/۹۱۴۹	۰/۹۶۱۳	۰/۹۸۹۷
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۹۱۶۲	۰/۹۶۶۷	۰/۹۱۳	۱/۰۲۷۱	۰/۹۲۳۷	۰/۹۷۶۲
جانشینی نیروی کار با انرژی	۰/۹۷۷۹	۱/۰۰۰۸	۱/۱۲۸۵	۰/۸۹۰۷	۱/۰۴۰۶	۱/۰۱۳۸
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
کشاورزی						
تغییرات کل	۰/۹۶۰۹	۱/۰۹۷۵	۱/۰۰۶۲	۰/۹۹۴۶	۰/۹۷۰۶	۱/۰۹۴۱
اثر تولیدی	۰/۹۹۹۹۱	۱/۰۰۰۰۳	۱	۰/۹۹۹۹	۱/۰۰۲	۰/۹۹۷۸
اثر ساختاری	۰/۹۶۷۵	۰/۸۶۶۹	۱/۱۱۹۵	۱/۰۱۵۴	۰/۹۸۸۲	۱/۰۸۷۶
اثر شدت انرژی بخشی	۰/۹۹۳۲	۱/۲۶۵۸	۰/۸۹۸۷	۰/۹۷۹۵	۰/۹۸	۱/۰۰۸۱
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۱/۲۷۲۴	۱/۰۲۴۵	۰/۸۸۰۳	۰/۸۴۳۲	۰/۹۳۱۴	۱/۰۲۱۳
جانشینی نیروی کار با انرژی	۰/۷۸۰۵	۱/۲۳۵۵	۱/۰۲۰۹	۱/۱۶۱۶	۱/۰۵۲۲	۰/۹۸۷
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

هر چند با نگاهی عمیق‌تر به نتایج جدول(۴) در می‌یابیم که در طی دوره‌های۱۳۸۶-۱۳۸۵، ۱۳۸۷-۱۳۸۶، ۱۳۸۹-۱۳۸۸، ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در بخش صنعت بیشترین تأثیر بر شدت انرژی بخشی ناشی از جانشینی نیروی کار با انرژی، در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷، ۱۳۹۱-۱۳۹۰ ناشی از تغییرات کارایی فنی بوده است. تغییرات کل شدت انرژی در بخش صنعت در همه دوره‌ها بجز دوره ۱۳۸۸-۱۳۸۷ بزرگتر از یک می‌باشد. بیشترین تأثیر بر تغییرات کل در بخش صنعت در دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵، ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ اثر شدت انرژی بخشی و در دوره‌های ۱۳۸۷-۱۳۸۶، ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و ۱۳۹۰-۱۳۸۹ جانشینی نیروی کار با انرژی داشته است.

در بخش حمل و نقل در طی دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵، ۱۳۸۷-۱۳۸۶، ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ بیشترین تأثیر بر شدت انرژی بخشی ناشی از تغییرات کارایی فنی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و ۱۳۸۹-۱۳۸۸ ناشی از جانشینی نیروی کار با انرژی بوده است.

در بخش کشاورزی بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی در طی دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶ ناشی از جانشینی نیروی کار با انرژی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷، ۱۳۸۹-۱۳۸۸، ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ ناشی از تغییرات کارایی فنی بوده است. بیشترین تأثیر بر تغییرات کل شدت انرژی در بخش کشاورزی در طی دوره ۱۳۸۶-۱۳۸۵ جانشینی نیروی کار با انرژی و در طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۸۶ اثر شدت انرژی بخشی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ اثر ساختاری و در طی دوره‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و ۱۳۹۰-۱۳۸۹ تغییرات کارایی فنی را داشته است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

جدول ۵. تجزیه زنجیره‌ای ضربی شدت فرآورده در بخش صنعت با استفاده از رویکرد IDA&PDA

	۱۳۸۶-۱۳۸۵	۱۳۸۷-۱۳۸۶	۱۳۸۸-۱۳۸۷	۱۳۸۹-۱۳۸۸	۱۳۹۰-۱۳۸۹	۱۳۹۱-۱۳۹۰
			نفت خام و فرآورده‌های نفتی			
تغییرات کل	۱/۰۰۷	۱/۱۰۶۱	۰/۸۶۰۳	۰/۸۳۹۴	۰/۶۴۷۶	۱/۰۸۲۵
اثر تولیدی	۰/۸۸۱۶	۱/۰۴۸۸	۰/۸۶۵۴	۰/۸۱۲۷	۰/۶۴۵۳	۰/۹۹۱۸
اثر ساختاری	۱/۰۱۵	۱/۰۳۲۴	۱/۰۳۹۳	۰/۹۹۱	۰/۹۹	۰/۹۴۶۴
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۱۲۵۳	۱/۰۲۱۴	۰/۹۵۶۴	۱/۰۴۲	۱/۰۱۳۶	۱/۱۵۳۱
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۱/۰۱۹۲	۰/۸۷۳۸	۰/۹۷۱۵	۰/۹۲۳۵	۰/۹۲۸۸	۱/۱۲۰۲
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۱۰۴	۱/۱۶۸۸	۰/۹۸۴۴	۱/۱۲۸۳	۱/۰۹۱۳	۱/۰۲۹۳
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

در جدول(۵) تغییرات کل شدت فرآورده بجز دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷، ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و ۱۳۹۰-۱۳۸۹ بزرگتر از یک می‌باشد که نشان‌دهنده افزایش مصرف انرژی می‌باشد. بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی در طی دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵، ۱۳۸۷-۱۳۸۶، ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و ۱۳۹۰-۱۳۸۹ جانشینی نیروی کار با انرژی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ تغییرات کارایی فنی داشته است.

جدول ۶. تجزیه زنجیره‌ای ضربی شدت گاز طبیعی در بخش صنعت با استفاده از رویکرد IDA&PDA

	۱۳۸۶-۱۳۸۵	۱۳۸۷-۱۳۸۶	۱۳۸۸-۱۳۸۷	۱۳۸۹-۱۳۸۸	۱۳۹۰-۱۳۸۹	۱۳۹۱-۱۳۹۰
گاز طبیعی						
تغییرات کل	۱/۲۶۰۲	۱/۰۳۴	۱/۰۵۱	۱/۱۱۴۴	۱/۱۰۱۴	۱/۰۹۲
اثر تولیدی	۱/۱۰۳۲	۰/۹۸۰۵	۱/۰۵۷۲	۱/۰۷۹	۱/۰۹۷۵	۱/۰۰۰۵
اثر ساختاری	۱/۰۱۵	۱/۰۳۲۴	۱/۰۳۹۳	۰/۹۹۱	۰/۹۹	۰/۹۴۶۴
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۱۲۵۳	۱/۰۲۱۴	۰/۹۵۶۴	۱/۰۴۲	۱/۰۱۳۶	۱/۱۵۳۱
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۱/۰۱۹۲	۰/۸۷۳۸	۰/۹۷۱۵	۰/۹۲۳۵	۰/۹۲۸۸	۱/۱۲۰۲
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۱۰۴	۱/۱۶۸۸	۰/۹۸۴۴	۱/۱۲۸۳	۱/۰۹۱۳	۱/۰۲۹۳
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

در جدول(۶) تغییرات کل شدت گاز طبیعی در همه دوره‌ها بزرگتر از یک می‌باشد که نشان‌دهنده افزایش مصرف انرژی در همه دوره‌ها می‌باشد. بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی در طی دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵، ۱۳۸۷-۱۳۸۶، ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و ۱۳۹۰-۱۳۸۹ را جانشینی نیروی کار با انرژی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ تغییرات کارایی فنی داشته است.

جدول ۷. تجزیه زنجیره‌ای ضربی شدت برق در بخش صنعت با استفاده از رویکرد IDA&PDA

	۱۳۸۶-۱۳۸۵	۱۳۸۷-۱۳۸۶	۱۳۸۸-۱۳۸۷	۱۳۸۹-۱۳۸۸	۱۳۹۰-۱۳۸۹	۱۳۹۱-۱۳۹۰
برق						
تغییرات کل	۱/۰۰۲۹	۱/۰۳۹۷	۱/۰۳۷۲	۱/۰۲۳۸	۱/۰۵۵۵	۱/۰۹۶۵
اثر تولیدی	۰/۸۷۸	۰/۹۸۵۹	۱/۰۴۳۳	۰/۹۹۱۳	۱/۰۵۱۸	۱/۰۰۴۷
اثر ساختاری	۱/۰۱۵	۱/۰۳۲۴	۱/۰۳۹۳	۰/۹۹۱	۰/۹۹	۰/۹۴۶۴
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۱۲۵۳	۱/۰۲۱۴	۰/۹۵۶۴	۱/۰۴۲	۱/۰۱۳۶	۱/۱۵۳۱
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۱/۰۱۹۲	۰/۸۷۳۸	۰/۹۷۱۵	۰/۹۲۳۵	۰/۹۲۸۸	۱/۱۲۰۲
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۱۰۴	۱/۱۶۸۸	۰/۹۸۴۴	۱/۱۲۸۳	۱/۰۹۱۳	۱/۰۲۹۳
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

در جدول (۷) تغییرات کل شدت برق در همه دوره‌ها بزرگتر از یک می‌باشد که نشان‌دهنده افزایش مصرف انرژی می‌باشد. بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی در طی دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵، ۱۳۸۷-۱۳۸۶، ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و ۱۳۹۰-۱۳۸۹ جانشینی نیروی کار با انرژی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ تغییرات کارایی فنی داشته است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

جدول ۸. تجزیه زنجیره‌ای ضربی شدت فرآورده در بخش حمل و نقل با استفاده از رویکرد IDA&PDA

	۱۳۸۶-۱۳۸۵	۱۳۸۷-۱۳۸۶	۱۳۸۸-۱۳۸۷	۱۳۸۹-۱۳۸۸	۱۳۹۰-۱۳۸۹	۱۳۹۱-۱۳۹۰
نفت خام و فرآورده‌های نفتی						
تغییرات کل	۰/۹۲۳۸	۱/۰۱۲۳	۱/۰۳۴۶	۰/۸۴۲۹	۰/۹۶۴۴	۱/۰۸۵۶
اثر تولیدی	۰/۹۸۷۱	۰/۹۸۱۶	۰/۹۶۸۸	۰/۹۴۴۹	۰/۹۸۵	۰/۹۸۹۴
اثر ساختاری	۱/۰۴۴۴	۱/۰۶۵۷	۱/۰۳۶۳	۰/۹۷۵۲	۱/۰۱۸۵	۱/۱۰۸۵
اثر شدت انرژی بخشی	۰/۸۹۵۹	۰/۹۶۷۵	۱/۰۳۰۴	۰/۹۱۴۷	۰/۹۶۱۳	۰/۹۸۹۷
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۹۱۶۲	۰/۹۶۶۷	۰/۹۱۲۸	۱/۰۲۷۲	۰/۹۲۳۷	۰/۹۷۶۲
جانشینی نیروی کار با انرژی	۰/۹۷۷۹	۱/۰۰۰۸	۱/۱۲۸۷	۰/۸۹۰۴	۱/۰۴۰۶	۱/۰۱۳۸
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

در جدول(۸) تغییرات کل شدت فرآورده در همه دوره‌ها بجز ۱۳۸۶-۱۳۸۵، ۱۳۸۹-۱۳۸۸، ۱۳۹۰-۱۳۸۹ بزرگتر از یک می‌باشد که نشان‌دهنده افزایش مصرف انرژی می‌باشد. بیشترین تأثیر بر شدت انرژی بخشی در طی دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵، ۱۳۸۷-۱۳۸۶، ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ تغییرات کارایی فنی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و ۱۳۸۹-۱۳۸۸ جانشینی نیروی کار با انرژی داشته است.

جدول ۹. تجزیه زنجیره‌ای ضربی شدت گاز طبیعی در بخش حمل و نقل با استفاده از رویکرد IDA&PDA

	۱۳۸۶-۱۳۸۵	۱۳۸۷-۱۳۸۶	۱۳۸۸-۱۳۸۷	۱۳۸۹-۱۳۸۸	۱۳۹۰-۱۳۸۹	۱۳۹۱-۱۳۹۰
گاز طبیعی						
تغییرات کل	۱/۸۸۰۹	۱/۷۳۱	۱/۸۲۱۴	۱/۵۲۲۳	۱/۰۸۳۴	۱/۱۷۰۵
اثر تولیدی	۲/۰۰۹۹	۱/۶۷۸۶	۱/۷۰۵۷	۱/۷۰۶۵	۱/۱۰۶۵	۱/۰۶۶۸
اثر ساختاری	۱/۰۴۴۴	۱/۰۶۵۷	۱/۰۳۶۳	۰/۹۷۵۲	۱/۰۱۸۵	۱/۱۰۸۵
اثر شدت انرژی بخشی	۰/۸۹۵۹	۰/۹۶۷۵	۱/۰۳۰۴	۰/۹۱۴۷	۰/۹۶۱۳	۰/۹۸۹۷
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۹۱۶۲	۰/۹۶۶۷	۰/۹۱۲۸	۱/۰۲۷۲	۰/۹۲۳۷	۰/۹۷۶۲
جانشینی نیروی کار با انرژی	۰/۹۷۷۹	۱/۰۰۰۸	۱/۱۲۸۷	۰/۸۹۰۴	۱/۰۴۰۶	۱/۰۱۳۸
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

در جدول (۹) تغییرات کل شدت گاز طبیعی در همه دوره‌ها بزرگتر از یک می‌باشد که نشان می‌دهد مصرف انرژی در همه دوره‌ها افزایش یافته است. بیشترین تأثیر بر شدت انرژی بخشی در طی دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵، ۱۳۸۷-۱۳۸۶، ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ تغییرات کارایی فنی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و ۱۳۸۹-۱۳۸۸ جانشینی نیروی کار با انرژی داشته است.

جدول ۱۰. تجزیه زنجیره‌ای ضربی شدت برق در بخش حمل و نقل با استفاده از رویکرد IDA&PDA

	۱۳۸۶-۱۳۸۵	۱۳۸۷-۱۳۸۶	۱۳۸۸-۱۳۸۷	۱۳۸۹-۱۳۸۸	۱۳۹۰-۱۳۸۹	۱۳۹۱-۱۳۹۰
برق						
تغییرات کل	۰/۹۴۰۴	۱/۳۷۸۸	۱/۱۸۲۳	۱/۰۰۲۲	۱/۱۲۲۵	۱/۱۰۵۳
اثر تولیدی	۱/۰۰۴۹	۱/۳۳۷۱	۱/۱۰۷۲	۱/۱۲۳۵	۱/۱۴۶۴	۱/۰۰۷۴
اثر ساختاری	۱/۰۴۴۴	۱/۰۶۵۷	۱/۰۳۶۳	۰/۹۷۵۲	۱/۰۱۸۵	۱/۱۰۸۵
اثر شدت انرژی بخشی	۰/۸۹۵۹	۰/۹۶۷۵	۱/۰۳۰۴	۰/۹۱۴۷	۰/۹۶۱۳	۰/۹۸۹۷
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۹۱۶۲	۰/۹۶۶۷	۰/۹۱۲۸	۱/۰۲۷۲	۰/۹۲۳۷	۰/۹۷۶۲
جانشینی نیروی کار با انرژی	۰/۹۷۷۹	۱/۰۰۰۸	۱/۱۲۸۷	۰/۸۹۰۴	۱/۰۴۰۶	۱/۰۱۳۸
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

در جدول (۱۰) تغییرات کل شدت برق در همه دوره‌ها بجز دوره ۱۳۸۶-۱۳۸۵ بزرگتر از یک می‌باشد که نشان می‌دهد مصرف انرژی افزایش یافته است. بیشترین تأثیر بر شدت انرژی بخشی در طی دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵، ۱۳۸۷-۱۳۸۶، ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ تغییرات کارایی فنی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ و ۱۳۸۹-۱۳۸۸ جانشینی نیروی کار با انرژی داشته است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

جدول ۱۱. تجزیه زنجیره‌ای ضربی شدت فرآورده در بخش کشاورزی با استفاده از رویکرد IDA&PDA

	۱۳۸۶-۱۳۸۵	۱۳۸۷-۱۳۸۶	۱۳۸۸-۱۳۸۷	۱۳۸۹-۱۳۸۸	۱۳۹۰-۱۳۸۹	۱۳۹۱-۱۳۹۰
نفت خام و فرآورده‌های نفتی						
تغییرات کل	۰/۹۴۰۴	۱/۰۵۲۸	۰/۹۸۴۱	۰/۹۴۹۹	۰/۸۲۶۱	۱/۰۵۰۷
اثر تولیدی	۰/۹۷۸۷	۰/۹۵۹۲	۰/۹۷۸	۰/۹۵۵	۰/۸۵۳	۰/۹۵۸۲
اثر ساختاری	۰/۹۶۷۴	۰/۸۶۶۹	۱/۱۱۹۶	۱/۰۱۵۴	۰/۹۸۸۲	۱/۰۸۷۷
اثر شدت انرژی بخشی	۰/۹۹۳۲	۱/۲۶۵۹	۰/۸۹۸۷	۰/۹۷۹۵	۰/۹۸	۱/۰۰۸۱
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۱/۲۷۳۱	۱/۰۲۴۵	۰/۸۸۰۲	۰/۸۴۳۱	۰/۹۳۱۲	۱/۰۲۱۳
جانشینی نیروی کار با انرژی	۰/۷۸۰۱	۱/۲۳۵۶	۱/۰۲۰۹	۱/۱۶۱۷	۱/۰۵۲۳	۰/۹۸۷
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

در جدول (۱۱) تغییرات کل شدت فرآورده در همه دوره‌ها به‌جز دوره‌های ۱۳۸۷-۱۳۸۶، ۱۳۹۱-۱۳۹۰ کوچکتر از یک بوده است که نشان می‌دهد مصرف انرژی کاهش یافته است. بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی در طی دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶ جانشینی نیروی کار با انرژی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷، ۱۳۸۹-۱۳۸۸، ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ تغییرات کارایی فنی داشته است.

جدول ۱۲. تجزیه زنجیره‌ای ضربی شدت گاز طبیعی در بخش کشاورزی با استفاده از رویکرد IDA&PDA

	۱۳۸۶-۱۳۸۵	۱۳۸۷-۱۳۸۶	۱۳۸۸-۱۳۸۷	۱۳۸۹-۱۳۸۸	۱۳۹۰-۱۳۸۹	۱۳۹۱-۱۳۹۰
گاز طبیعی						
تغییرات کل	۳/۴۴۸۳	۱/۳۴۳	۱/۶۲۲۸	۱/۱۳۵۸	۱/۲۵۰۸	۱/۲۹۸۵
اثر تولیدی	۳/۵۸۸۶	۱/۲۲۳۶	۱/۶۱۲۷	۱/۱۴۱۹	۱/۲۹۱۴	۱/۱۸۴۲
اثر ساختاری	۰/۹۶۷۴	۰/۸۶۶۹	۱/۱۱۹۶	۱/۰۱۵۴	۰/۹۸۸۲	۱/۰۸۷۷
اثر شدت انرژی بخشی	۰/۹۹۳۲	۱/۲۶۵۹	۰/۸۹۸۷	۰/۹۷۹۵	۰/۹۸	۱/۰۰۸۱
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۱/۲۷۳۱	۱/۰۲۴۵	۰/۸۸۰۲	۰/۸۴۳۱	۰/۹۳۱۲	۱/۰۲۱۳
جانشینی نیروی کار با انرژی	۰/۷۸۰۱	۱/۲۳۵۶	۱/۰۲۰۹	۱/۱۶۱۷	۱/۰۵۲۳	۰/۹۸۷
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

در جدول (۱۲) تغییرات کل شدت گاز طبیعی در همه دوره‌ها بزرگتر از یک بوده و نشان می‌دهد که مصرف انرژی افزایش یافته است، اما در دوره ۱۳۸۶-۱۳۸۵ تغییرات کل شدت گاز طبیعی به شدت باعث افزایش مصرف انرژی شده است که به دلیل اثر تولیدی بوده است. بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی در طی دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶ جانشینی نیروی کار با انرژی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷، ۱۳۸۹-۱۳۸۸، ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ تغییرات کارایی فنی داشته است.

جدول ۱۳. تجزیه زنجیره‌ای ضربی شدت برق در بخش کشاورزی با استفاده از رویکرد IDA&PDA

	۱۳۸۶-۱۳۸۵	۱۳۸۷-۱۳۸۶	۱۳۸۸-۱۳۸۷	۱۳۸۹-۱۳۸۸	۱۳۹۰-۱۳۸۹	۱۳۹۱-۱۳۹۰
برق						
تغییرات کل	۰/۹۴۰۴	۱/۱۸۳۷	۰/۹۸۱۴	۱/۰۶۶۷	۱/۱۹۹۳	۱/۱۰۸۷
اثر تولیدی	۰/۹۷۸۷	۱/۰۷۸۵	۰/۹۷۵۴	۱/۰۷۲۴	۱/۲۳۸۳	۱/۰۱۱۱
اثر ساختاری	۰/۹۶۷۴	۰/۸۶۶۹	۱/۱۱۹۶	۱/۰۱۵۴	۰/۹۸۸۲	۱/۰۸۷۷
اثر شدت انرژی بخشی	۰/۹۹۳۲	۱/۲۶۵۹	۰/۸۹۸۷	۰/۹۷۹۵	۰/۹۸	۱/۰۰۸۱
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۱/۲۷۳۱	۱/۰۲۴۵	۰/۸۸۰۲	۰/۸۴۳۱	۰/۹۳۱۲	۱/۰۲۱۳
جانشینی نیروی کار با انرژی	۰/۷۸۰۱	۱/۲۶۵۶	۱/۰۲۰۹	۱/۱۶۱۷	۱/۰۵۲۳	۰/۹۸۷
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

در جدول (۱۳) تغییرات کل شدت برق در همه دوره‌ها بجز دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵، ۱۳۸۸-۱۳۸۷ بزرگتر از یک می‌باشد که نشان می‌دهد مصرف انرژی افزایش یافته است. بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی در طی دوره‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵ و ۱۳۸۷-۱۳۸۶ جانشینی نیروی کار با انرژی و در طی دوره‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷، ۱۳۸۹-۱۳۸۸، ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و ۱۳۹۱-۱۳۹۰ تغییرات کارایی فنی داشته است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

جدول ۱۴. مقایسه نتایج تجزیه شدت انرژی در روش دو دوره‌ای و زنجیره‌ای
به تفکیک بخش‌های اقتصادی و انرژی

	دو دوره‌ای			زنجیره‌ای		
	صنعت	حمل و نقل	کشاورزی	صنعت	حمل و نقل	کشاورزی
نفت خام و فرآورده‌های نفتی						
تغییرات کل	۰/۵۶۳۹	۰/۸۵۳۹	۰/۸۰۳۵	۰/۹۲۳۸	۰/۹۷۷۲	۰/۹۶۷۳
اثر تولیدی	۰/۴۱۶۳	۰/۸۶۴۷	۰/۷۱۶۸	۰/۸۷۴۲	۰/۹۷۶۱	۰/۹۴۷
اثر ساختاری	۱/۰۱۱۶	۱/۲۷۰۲	۱/۰۲۵	۱/۰۰۲۳	۱/۰۴۱۴	۱/۰۰۷۵
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۳۳۹	۰/۷۷۷۴	۱/۰۹۳۶	۱/۰۵۱۹	۰/۹۵۹۹	۱/۰۲۰۹
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۸۳۱۵	۰/۷۴۹	۰/۹۲۰۸	۰/۹۷۲۸	۰/۹۵۳۸	۰/۹۹۵۵
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۶۱۰۳	۱/۰۳۷۹	۱/۱۸۷۶	۱/۰۸۴۳	۱/۰۰۸۷	۱/۰۳۹۶
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
گاز طبیعی						
تغییرات کل	۱/۸۳۵۹	۱۱/۴۵۱	۱۳/۸۶۷	۱/۱۰۸۸	۱/۵۳۴۹	۱/۶۸۳۲
اثر تولیدی	۱/۳۵۵۳	۱۱/۵۹۶	۱۲/۳۷	۱/۰۵۲۹	۱/۵۴۵۶	۱/۶۷۳۷
اثر ساختاری	۱/۰۱۱۶	۱/۲۷۰۲	۱/۰۲۵	۱/۰۰۲۳	۱/۰۴۱۴	۱/۰۰۷۵
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۳۳۹	۰/۷۷۷۴	۱/۰۹۳۶	۱/۰۵۱۹	۰/۹۵۹۹	۱/۰۲۰۹
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۸۳۱۵	۰/۷۴۹	۰/۹۲۰۸	۰/۹۷۲۸	۰/۹۵۳۸	۰/۹۹۵۵
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۶۱۰۳	۱/۰۳۷۹	۱/۱۸۷۶	۱/۰۸۴۳	۱/۰۰۸۷	۱/۰۳۹۶
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
برق						
تغییرات کل	۱/۲۸۱۸	۱/۹۰۶۶	۱/۵۵	۱/۰۴۲۶	۱/۱۲۱۹	۱/۰۸
اثر تولیدی	۰/۹۴۶۲	۱/۹۳۰۵	۱/۳۸۲۶	۰/۹۹۲۵	۱/۱۲۱	۱/۰۵۹
اثر ساختاری	۱/۰۱۱۶	۱/۲۷۰۲	۱/۰۲۵	۱/۰۰۲۳	۱/۰۴۱۴	۱/۰۰۷۵
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۳۳۹	۰/۷۷۷۴	۱/۰۹۳۶	۱/۰۵۱۹	۰/۹۵۹۹	۱/۰۲۰۹
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۸۳۱۵	۰/۷۴۹	۰/۹۲۰۸	۰/۹۷۲۸	۰/۹۵۳۸	۰/۹۹۵۵
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۶۱۰۳	۱/۰۳۷۹	۱/۱۸۷۶	۱/۰۸۴۳	۱/۰۰۸۷	۱/۰۳۹۶
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

در جدول (۱۴) تغییرات کل شدت فرآورده که شامل آثار تولیدی، ساختاری، شدت انرژی بخشی، تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی و جانشینی نیروی کار و سرمایه با انرژی می‌باشد در سه بخش صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در دو روش تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای کاهش یافته است که بیشترین تأثیر بر تغییرات کل شدت فرآورده در دو بخش صنعت و کشاورزی اثر تولیدی و در بخش حمل و نقل تغییرات کارایی فنی در دو روش تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای داشته است. بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی در تجزیه شدت فرآورده در دو بخش صنعت و کشاورزی جانشینی نیروی کار با انرژی و در بخش حمل و نقل تغییرات کارایی فنی داشته است.

تغییرات کل شدت گاز طبیعی که شامل آثار تولیدی، ساختاری، شدت انرژی بخشی، تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی و جانشینی نیروی کار و سرمایه با انرژی می‌باشد در سه بخش صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در دو روش تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای افزایش یافته است. بیشترین تأثیر بر تغییرات کل شدت گاز طبیعی در بخش صنعت جانشینی نیروی کار با انرژی و در دو بخش حمل و نقل و کشاورزی اثر تولیدی در دو روش تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای داشته است. بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی در تجزیه شدت گاز طبیعی در دو بخش صنعت و کشاورزی جانشینی نیروی کار با انرژی و در بخش حمل و نقل تغییرات کارایی فنی در دو روش تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای داشته است.

تغییرات کل شدت برق که شامل آثار تولیدی، ساختاری، شدت انرژی بخشی، تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی و جانشینی نیروی کار و سرمایه با انرژی می‌باشد در سه بخش صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در دو روش تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای افزایش یافته است که بیشترین تأثیر بر تغییرات کل شدت برق در بخش صنعت جانشینی نیروی کار با انرژی و در دو بخش حمل و نقل و کشاورزی اثر تولیدی در دو روش تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای داشته است. بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی در تجزیه شدت برق در دو بخش

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

صنعت و کشاورزی جانشینی نیروی کار با انرژی و در بخش حمل و نقل تغییرات کارایی فنی در دو روش تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای داشته است.

جدول ۱۵. مقایسه نتایج تجزیه شدت انرژی در روش دو دوره‌ای و زنجیره‌ای به تفکیک بخش‌های اقتصادی

	دو دوره‌ای			زنجیره‌ای		
	صنعت	حمل و نقل	کشاورزی	صنعت	حمل و نقل	کشاورزی
تغییرات کل	۱/۳۵۶۳	۰/۹۸۷۳	۱/۱۲۱	۱/۰۵۳۳	۱/۰۰۰۴	۱/۰۲۰۶
اثر تولیدی	۱/۰۰۶۶	۰/۹۹۹۳	۱/۰۰۲۹	۱/۰۰۰۲	۰/۹۹۹۸	۰/۹۹۹۹
اثر ساختاری	۱/۰۱۱۴	۱/۲۶۲۳	۱/۰۲۴۴	۱/۱۰۰۲۳	۱/۰۴۱۴	۱/۰۰۷۵
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۳۳۲	۰/۷۸۲۶	۱/۰۹۱	۱/۰۵۱۹	۰/۹۵۹۹	۱/۰۲۰۸
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۸۳۴۲	۰/۷۵۴۷	۰/۹۲۲۸	۰/۹۷۲۸	۰/۹۵۳۸	۰/۹۹۵۵
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۵۹۶۶	۱/۰۳۶۹	۱/۱۸۲۳	۱/۰۸۴۲	۱/۰۰۸۷	۱/۰۳۹۶
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

در جدول (۱۵) تغییرات کل شدت انرژی که شامل آثار تولیدی، ساختاری، شدت انرژی بخشی، تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی و جانشینی نیروی کار و سرمایه با انرژی می‌باشد در تحلیل زمانی دو دوره‌ای در بخش‌های صنعت و کشاورزی افزایش یافته و در بخش حمل و نقل کاهش یافته است، اما تغییرات کل شدت انرژی در تحلیل زمانی زنجیره‌ای در سه بخش صنعت، حمل و نقل و کشاورزی افزایش یافته است. بیشترین اثر بر تغییرات کل شدت انرژی در دو بخش صنعت و کشاورزی جانشینی نیروی کار با انرژی و در بخش حمل و نقل تغییرات کارایی فنی در تحلیل زمانی دو دوره‌ای داشته است و بیشترین اثر بر تغییرات کل شدت انرژی در دو بخش صنعت و کشاورزی جانشینی نیروی کار با انرژی و در بخش حمل و نقل اثر ساختاری در تحلیل زمانی زنجیره‌ای داشته است. بیشترین اثر بر شدت انرژی بخشی در دو بخش صنعت و کشاورزی جانشینی نیروی کار با انرژی و در بخش حمل و نقل تغییرات کارایی فنی در دو روش تحلیل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای داشته است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

جدول ۱۶. مقایسه نتایج تجمیع شده تجزیه شدت انرژی در روش دو دوره‌ای و زنجیره‌ای

	تجزیه ضربی			
	به تفکیک بخش‌های اقتصادی		به تفکیک بخش‌های اقتصادی و انرژی مصرفی	
	دو دوره‌ای	زنجیره‌ای	دو دوره‌ای	زنجیره‌ای
تغییرات کل	۱/۱۵۴۸	۱/۰۲۴۷	۳/۷۹۰۳	۱/۱۵۹۹
اثر تولیدی	۱/۰۰۲۹	۰/۹۹۹۹	۳/۵۰۸۴	۱/۱۳۷۸
اثر ساختاری	۱/۰۹۹۳	۱/۰۱۷	۱/۱۰۲۲	۱/۰۱۷
اثر شدت انرژی بخشی	۱/۰۶۸۵	۱/۰۱۰۸	۱/۰۷	۱/۰۱۰۹
تغییرات تکنولوژی	۱	۱	۱	۱
تغییرات کارایی فنی	۰/۸۳۷۲	۰/۹۷۴	۰/۸۳۳۷	۰/۹۷۴
جانشینی نیروی کار با انرژی	۱/۲۷۱۹	۱/۰۴۴۱	۱/۲۷۸۶	۱/۰۴۴۲
جانشینی سرمایه با انرژی	۱	۱	۱	۱

مأخذ: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج تجمیع شده تجزیه شدت انرژی در روش دو دوره‌ای و زنجیره‌ای در جدول(۱۶)، مشاهده می‌شود که تغییرات کل شدت انرژی، افزایش مصرف انرژی را هم به تفکیک بخش‌های اقتصادی و هم به تفکیک بخش‌های اقتصادی و انرژی مصرفی و هم از لحاظ زمانی به‌صورت دو دوره‌ای و زنجیره‌ای نشان می‌دهد.

٦. نتیجه‌گیری و پیشنهادات سیاستی

در این مطالعه با استفاده از رویکرد ترکیبی دو روش تحلیل تجزیه شاخصی و تحلیل تجزیه مبتنی بر تولید به شکل ضربی و دو شکل زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای در سه بخش اقتصادی صنعت، حمل و نقل و کشاورزی و به تفکیک انرژی‌های مصرفی نفت خام و فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق در خصوص تغییرات شدت انرژی در بین سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۵ مورد بحث و بررسی قرار گرفتند.

در طی دوره مورد بررسی تغییرات کارایی فنی موجب کاهش مصرف انرژی و جانشینی نیروی کار با انرژی موجب افزایش مصرف انرژی هم در دو دوره‌ای و هم در زنجیره‌ای شده است. بدون اطلاعات سال‌های میانی نتیجه گرفته می‌شود که تمامی عوامل تولیدی، ساختاری،

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

شدت انرژی بخشی و جانشینی نیروی کار با انرژی از عوامل تقویت‌کننده شدت انرژی در سه بخش صنعت، حمل و نقل و کشاورزی هستند، اما تغییرات کارایی فنی از عوامل کاهش‌دهنده شدت انرژی در سه بخش اقتصادی می‌باشد و تغییرات کارایی فنی، پایین‌ترین سهم را در توضیح رشد مصرف کل و شدت انرژی داشته است. تغییرات تکنولوژی و جانشینی سرمایه با انرژی در طی دوره مورد بررسی مصرف انرژی را در سه بخش اقتصادی تغییر نداده‌اند. از لحاظ زمانی هم در دو دوره‌ای و هم زنجیره‌ای بیشترین تأثیر بر اثر شدت انرژی بخشی را جانشینی نیروی کار با انرژی داشته است. بر اساس نتایج تجمیع شده به تفکیک بخش‌های اقتصادی، جانشینی نیروی کار با انرژی و به تفکیک بخش‌های اقتصادی و انرژی مصرفی اثر تولیدی بیشترین سهم را در توضیح عوامل مؤثر بر تغییرات کل شدت انرژی داشته‌اند. روش زنجیره‌ای نتایج دقیق‌تر و قابل اعتمادتری را در اختیار سیاستگذران مدیریت مصرف بهینه انرژی و برنامه‌ریزان انرژی کشور قرار می‌دهد. تغییرات کل مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و کشاورزی بجز بخش حمل و نقل در روش دو دوره‌ای افزایش یافته است که بیشترین سهم را در افزایش تغییرات کل مصرف انرژی در بخش‌های صنعت و کشاورزی در روش دو دوره‌ای، جانشینی نیروی کار با انرژی داشته است و بیشترین سهم را در کاهش تغییرات کل مصرف انرژی در بخش حمل و نقل در روش دو دوره‌ای، تغییرات کارایی فنی داشته است. بیشترین سهم را در افزایش شدت انرژی بخشی در دو بخش صنعت و کشاورزی در روش دو دوره‌ای، جانشینی نیروی کار با انرژی داشته است و بیشترین سهم را در کاهش شدت انرژی بخشی در بخش حمل و نقل در روش دو دوره‌ای، تغییرات کارایی فنی داشته است. تغییرات کل مصرف انرژی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در روش زنجیره‌ای افزایش یافته است. بیشترین سهم را در افزایش تغییرات کل مصرف انرژی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در روش زنجیره‌ای به‌ترتیب جانشینی نیروی کار با انرژی، اثر ساختاری و جانشینی نیروی کار با انرژی داشته است. بیشترین سهم را در افزایش شدت انرژی بخشی در بخش‌های صنعت و کشاورزی در روش زنجیره‌ای، جانشینی نیروی کار با انرژی داشته است. بیشترین سهم را در کاهش شدت انرژی بخشی در بخش حمل و نقل در روش زنجیره‌ای را تغییرات کارایی فنی داشته است. تغییرات کل مصرف انرژی نفت خام و فرآورده‌های نفتی در

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در روش‌های دو دوره‌ای و زنجیره‌ای کاهش یافته است که بیشترین سهم را در کاهش تغییرات کل مصرف انرژی نفت خام و فرآورده‌های نفتی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در روش دو دوره‌ای و زنجیره‌ای به‌ترتیب اثر تولیدی، تغییرات کارایی فنی و اثر تولیدی داشته است. تغییرات کل مصرف انرژی گاز طبیعی و برق در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در روش‌های دو دوره‌ای و زنجیره‌ای افزایش یافته‌است که بیشترین سهم را در افزایش تغییرات کل مصرف انرژی گاز طبیعی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در روش دو دوره‌ای و زنجیره‌ای به‌ترتیب جانشینی نیروی کار با انرژی، اثر تولیدی و اثر تولیدی داشته است. بیشترین سهم را در افزایش و کاهش اثر شدت انرژی بخشی، به‌ترتیب جانشینی نیروی کار با انرژی و تغییرات کارایی فنی در سه بخش اقتصادی صنعت، حمل و نقل و کشاورزی با انرژی‌های مصرفی نفت خام و فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق داشته است. تمام بررسی‌ها نشان می‌دهد که افزایش قیمت حامل‌های انرژی که در آذر ماه ۱۳۸۹ اعلام گردید بر سطح عمومی قیمت‌ها تأثیر مثبت داشت. اصلاح قیمت حامل‌های انرژی همچنین بر سطح رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت تأثیر منفی داشت. باید توجه داشت که از دلایل مهم اجرای طرح، تخصیص نامناسب منابع انرژی و بالا بودن شاخص شدت انرژی (نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی) در کشور است. با توجه به فقدان اثر سیگنال‌های قیمتی حامل‌های انرژی و رقابتی نبودن بازار کالا و خدمات، انتظار می‌رود بخش‌های اقتصادی به‌جای پرداختن به مسأله بهره‌وری انرژی و استفاده از تجهیزات سرمایه‌ای با کارایی بالاتر به‌دلیل افزایش هزینه‌های تولید در مقایسه با پرداخت هزینه‌های انرژی به نگهداشت تجهیزات پر مصرف انرژی در دست خود اقدام کرده و در نهایت به افزایش مصرف انرژی دامن می‌زنند و به اصطلاح انرژی در بلندمدت جایگزین عامل سرمایه خواهد شد افزایش مصرف انرژی پیامدهای سیاستی به همراه دارد. بنابراین نیاز است تا سیاستگذاران اقدامات عملی را در این خصوص صورت دهند. آموزش مدیران ارشد و مدیران فنی در بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی در امر بهینه‌سازی مصرف انرژی با ارائه دستورالعمل‌ها و اجرای قوانین مناسب و ارائه مشوق‌های مالیاتی، مشوق‌های

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

صادراتی و مانند آن می‌تواند به کاهش در مصرف انرژی در این بخش‌های اقتصادی کمک شایانی کند و همچنین جهت کمک به بهره‌وری انرژی و کاهش شدت انرژی، افزایش توان تجهیزات در بهبود بهره‌وری انرژی و ارائه تسهیلات ارزان قیمت به‌منظور انتقال از فناوری‌های با انرژی‌بری بالا به سمت فناوری‌های با انرژی‌بری پایین‌تر است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

منابع

آرمن، عزیز و سمیرا تقی‌زاده (۱۳۹۲)، "بررسی تحولات شدت انرژی و عوامل مؤثر بر آن در صنایع فلزات اساسی "، *دومین همایش ملی انرژی‌های نو و پاک، همدان*، شرکت هم‌اندیشان محیط زیست فردا.

ابونوری، عباسعلی و آزاده نیکبان (۱۳۸۸)، "عوامل مؤثر بر شدت مصرف انرژی به روش دیویژیا (مطالعه موردی سیمان تهران)"، *فصلنامه مدلسازی اقتصادی*، سال سوم، شماره ۱، صص ۹۲-۷۷.

اللهیاری ثانی، نگین (۱۳۹۱)، *بررسی و تحلیل منابع مصرف انرژی در اقتصاد کشورهای ایران، اندونزی و نروژ با استفاده از روش تحلیل تجزیه ساختاری*، وزارت علوم تحقیقات و فناوری، دانشگاه علامه طباطبایی، دانشکده اقتصاد.

بهبودی، داوود ؛ میهن اصلانی‌نیا، نسیم و سکینه سجودی (۱۳۸۹)، "تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران"، *مطالعات اقتصاد انرژی*، دوره ۷، شماره ۲۶، صص ۱۳۰-۱۰۵.

جهانگرد، اسفندیار و هدیه تجلی (۱۳۹۰)، "تجزیه شدت انرژی‌بری در صنایع کارخانه‌ای ایران"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، شماره ۳۱، صص ۵۸-۲۵.

حیدری، ابراهیم و حسین صادقی (۱۳۸۲)، "تحلیل و تجزیه کارایی انرژی در اقتصاد ایران "، شماره ۱۵، صص ۱۶۲-۱۲۱.

رشیدی‌زاده، مریم و اسفندیار جهانگرد (۱۳۹۰)، " تجزیه و تحلیل تغییر شدت انرژی در فعالیت‌های اقتصاد ایران با رویکرد تحلیل تجزیه ساختاری"، فصلنامه اقتصاد کاربردی، دوره ۲، شماره ۳، صص ۹۱-۶۷.

شریفی، علی مراد ؛ صادقی، مهدی ؛ نفر، مهدی و زهرا دهقان شبانی (۱۳۸۷)، "تجزیه شدت انرژی در صنایع ایران"، پژوهش‌های اقتصادی ایران، دوره ۱۰، شماره ۳۵، صص ۱۰۹-۷۹.

غنی کسب، نسرین (۱۳۹۳)، *تجزیه مصرف انرژی و انتشار CO_2 در پالایشگاه‌های ایران با استفاده از شاخص لگاریتم میانگین دیویژیا*، وزارت علوم تحقیقات و فناوری، دانشگاه علامه طباطبایی، دانشکده اقتصاد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]

فریدزاد، علی (۱۳۹۴)، "تحلیل تجزیه شدت انرژی در صنایع انرژی‌بر ایران با استفاده از روش شاخص لگاریتم میانگین دیویژیا با تاکید بر رویکرد زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای"، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال چهارم، شماره ۱۵، صص ۱۱۷-۸۷.

گلی، زینت و یکتا اشرفی (۱۳۸۹)، "بررسی شدت انرژی کشور و تجزیه آن با استفاده از شاخص ایده‌آل فیشر در ایران"، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال هجدهم، شماره ۵۴، صص ۵۴-۳۵.

Ang, Bw. and F. Zhang (2000), "A Survey of Index Decomposition Analysis in Energy and Environmental Studies", *Energy*, Vol. 25, pp.1149-1176.

Ang, Bw. (2004), "Decomposition Analysis for Policymaking in Energy: Which is the Preferred Method?", *Energy policy*, Vol. 32, pp. 1131-1139.

Caiman, J. Cahill and P.O'Gallacho'ir Brian (2010), "Monitoring Energy Efficiency Trends in European Industry: Which Top-Down Method Should be Used?", *Energy Policy*, Vol. 38, PP. 6910-6918.

Fernandez Gonzlez, P.; Landajo, M. and M. Presno (2013), "The Divisia Real Energy Intensity Indices: Evolution and Attribution of Percent Changes in 20 European Countries From 1995 to 2010", *Energy*, Vol. 58, pp. 340-349.

Lin, Boqiang. and Kerui. Du (2014), "Decomposing Energy Intensity Change: A Combination of Index Decomposition Analysis and Production-theoretical Decomposition Analysis", *Applied Energy*, Vol. 129, pp. 158-165.

Wang, C. (2007), "Decomposing Energy Productivity Change: a Distance Function Approach", *Energy*, Vol. 32, pp. 1326-1333.

Wang, C. (2011), "Sources of Energy Productivity Growth and its Distribution Dynamics in China", *Resour Energy Econ*, Vol. 33, pp. 279-292.

Zeng, Lin.; Xu, Ming.; Liang, Sai; Zeng, Siyu. and Tianzhu Zhang (2014), "Revisiting Drivers of Energy Intensity in China During 1997-2007: A Structural Decomposition Analysis", *Energy policy*, Vol. 67, pp. 640-647.

Zhang, Haiyan. and Michaell Lahr (2014), "China's Energy Consumption Change from 1987 to 2007: A Multi-regional Structural Decomposition Analysis", *Energy policy*, Vol. 67, pp. 682-693.

Torvanger, Asbjqrn (1991), "Manufacturing Sector Carbon Dioxide Emissions in Nine OECD Countries, 1973-87: A Divisia Index Decomposition to Changes in Fuel Mix, Emission Coefficients, Industry Structure, Energy Intensities and International Structure", *Energy Economics*, Vol. 13, PP. 168-186.

Zhou, P. and BW. Ang (2008), "Decomposition Of Aggregate CO2 Emissions: a Production-Theoretical Approach", *Energy Econ*, Vol. 30, PP. 1054-1067.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-12-01]