-- پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران-------
سال نهم، شماره ۳۳، زمستان ۱۳۹۸، ۴۲-۲۱

Jiee.atu.ac.ir
Dol: 10.22054/Jiee.2021.42822.1661

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۷
ISSN: ۲۴۲۳-۵۹۵۴
eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۳۷

به‌کارگیری رهیافت ترکیبی شاخص میانگین لگاریتمی دیویژیا و شاخص جداسازی (Decoupling) در تجزیه مصرف انرژی بخش کشاورزی ایران

حمید آماده* | دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی

مهری هاشمی | دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه علامه طباطبائی

چکیده

در این مقاله مصرف انرژی در بخش کشاورزی با استفاده از شاخص دیویژیا میانگین لگاریتمی به سه عامل اثر ساختاری، اثر فعالیت و اثر شدت انرژی در دوره زمانی ۱۳۹۳ـ۱۳۸۵ برحسب میلیون بشکه معادل نفت خام تجزیه شده است. همچنین با استفاده از ترکیب شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی و شاخص جداسازی، به تحلیل ارتباط بین رشد تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در این بخش پرداخته شده است. نتایج نشان داده که مصرف انرژی در دوره زمانی مورد بررسی در بخش کشاورزی افزایش داشته است. از بین عوامل، اثر «فعالیت» و «ساختاری» به ترتیب بیشترین سهم و اثر «شدت انرژی» کمترین سهم را در توضیح تغییرات مصرف انرژی این بخش داشته‌اند. همچنین نتایج حاصل از کاربرد شاخص جداسازی نشان داده بخش کشاورزی طی دوره مورد مطالعه سه حالت جداسازی منفی قوی، جداسازی ضعیف و جداسازی منفی گسترده را تجربه کرده است. در بخش کشاورزی تغییر کل مصرف انرژی ناشی از تغییرات حجم تولید که در قالب اثر فعالیت و به‌کارگیری صنایع با انرژی‌بری بالا که در قالب اثر ساختاری بیان شده‌اند، به ترتیب بیشترین قدرت توضیح‌دهندگی را در تجزیه مصرف انرژی و جداسازی دارند. اما سهم استفاده بهینه از انرژی که در قالب اثر شدت بیان شده است، کمتر است. این نتیجه بیانگر این نکته است که استفاده از صنایع با انرژی‌بری بالا نسبت به عدم استفاده بهینه از انرژی نقش بیشتری در تغییرات کل مصرف انرژی و تغییرات شاخص جداسازی دارد.

کلیدواژه‌ها: شاخص LMDI، اثر فعالیت، اثر ساختاری، اثر شدت انرژی، شاخص جداسازی

طبقه‌بندی JEL: C43 , Q40 , Q10

* نویسنده مسئول: amadeh@gmail.com

۱. مقدمه

جهان امروز، جهان توسعه اقتصادی و صنعتی است. روند این توسعه در طول دهه‌های اخیر شتاب بیشتری گرفته است. انرژی به عنوان کالایی که بیشترین سهم را در تجارت جهان دارد، برای فعالیت‌های بشر از اهمیت فراوانی برخوردار است. تحولات اقتصادی در قرن اخیر با کاربرد انرژی در ارتباط بوده است، اما در دهه هفتاد میلادی، تکانه‌های نفتی همراه با رکود اقتصادی در غرب سبب شد نقش انرژی در تحولات اقتصادی جایگاه ویژه‌ای پیدا کند و در دهه هشتاد میلادی ارتباط بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کانون توجه تحلیلگران قرار گیرد.[۱] ایران به عنوان کشوری رو به رشد و برخوردار از منابع انرژی غنی و گسترده و وجود مخازن بزرگ نفتی و توان بالقوه انرژی یکی از مصداق‌های الگوی رشد با فشار بر منابع طبیعی به شمار می‌رود.[۲] در ایران فراوانی نسبی منابع انرژی باعث شده است مصرف سرانه و شدت انرژی (میزان انرژی مصرفی برای تولید مقدار معینی از کالا و خدمات) در مقایسه با کشورهایی با ساختار مشابه و منابع انرژی کمتر، بیشتر باشد. البته با توجه به فراوانی و غنای منابع انرژی ایران، کشور می‌تواند در صنایع و فعالیت‌های اقتصادی انرژی‌بر دارای مزیت باشد و حتی ممکن است تا حدودی شدت زیاد انرژی منطقی به نظر برسد. ولی آمار و اطلاعات نشان می‌دهد شدت انرژی در کشور در مقایسه با اغلب کشورهای عضو اوپک بیشتر است.[۳] بخش کشاورزی یکی از بخش‌های مصرف‌کننده انرژی است.[۴] همچنین انرژی به عنوان نهاده مصرفی در بخش کشاورزی از اهمیت خاصی برخوردار است. بررسی مصرف انرژی در بخش کشاورزی، نشان می‌دهد همراه با افزایش تولید و ارزش افزوده مصرف انواع حامل‌های انرژی شامل فراورده‌های نفتی و برق، افزایش یافته است. براساس ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۳، سهم قابل توجهی از انرژی مصرفی در بخش کشاورزی به ترتیب از برق و فرآورده‌های نفتی تأمین می‌شود. در سبد انرژی بخش کشاورزی سهم برق ۴۱/۳ درصد، فرآورده‌های نفتی ۳۸/۶ درصد و گاز طبیعی ۲۰/۱ درصد است. مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش کشاورزی بعد از بخش حمل‌ونقل و صنعت قرار دارد. آگاهی از عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی و تجزیه

---

۱. نصرنیا و اسماعیلی، (۱۳۸۶)

۲. براتی ملایری و جعفری، (۱۳۸۷)

۳. ترازنامه انرژی کشور، (۱۳۹۳)

۴. زارع مهرجردی و همکاران، (۱۳۸۹)

این عوامل می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های مربوط به صرفه‌جویی در مصرف انرژی و استفاده کارا از آن مفید باشد. رشد اقتصادی و مصرف انرژی در کنار رشد مجموعه اقتصاد، تحقق می‌یابد و رابطه تنگاتنگی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد. در سطح بخشی نیز این رابطه تنگاتنگ بین مصرف انرژی بخش اقتصادی با رشد تولید ناخالص داخلی وجود دارد، هرچند ممکن است در مرحله خاصی روند معکوس رخ داده و کاهش مصرف انرژی در طول رشد اقتصادی (یا رشد تولید ناخالص داخلی) مشاهده شود که در این صورت مشخص نمودن بازه‌ای که این روند معکوس مشاهده می‌شود حائز اهمیت است، چرا که به واسطه آن می‌توان دلایل و راه‌حل‌های سیاستی مناسب را ارائه نمود. این امر مستلزم جداسازی رشد تولید ناخالص داخلی از مصرف انرژی است که با استفاده از شاخص جداسازی[1] امکان‌پذیر است. در این راستا در این مقاله نقش عوامل مختلف در تغییرات مصرف انرژی با استفاده از شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی (LMDI)[2] با رویکرد جمعی زنجیره‌ای، همچنین رابطه بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در بخش کشاورزی ایران با استفاده از شاخص جداسازی تجزیه شده است. مقاله حاضر به دو پرسش اساسی می‌پردازد. اول، کدام اثر بیشترین نقش را در تغییرات مصرف انرژی بخش کشاورزی دارد و دوم، در چه مقطع زمانی مصرف انرژی روندی متمایز از رشد تولید ناخالص داخلی در این بخش را پیموده است. پس با توجه به نقش بخش کشاورزی در توسعه اقتصادی کشور و با توجه به اهمیت نهاده انرژی در توسعه این بخش، هدف این مقاله بررسی سهم اثرهای ساختاری، فعالیت و شدت در مصرف انرژی در بخش کشاورزی با استفاده از شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی و جداسازی روند رشد مصرف انرژی از روند رشد تولید ناخالص داخلی در این بخش با استفاده از شاخص جداسازی است.

سازماندهی مقاله به این ترتیب است که در ادامه و در بخش دوم، مبانی نظری و پیشینه پژوهش بررسی شده است و روش‌شناسی پژوهش در خصوص تحلیل تجزیه عوامل مؤثر بر مصرف انرژی با استفاده از روش شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی با تکنیک جمعی در رویکرد زنجیره‌ای و همچنین جداسازی مصرف انرژی از رشد تولید ناخالص داخلی با استفاده از شاخص جداسازی در بخش سوم آورده شده است. در بخش چهارم، نتایج حاصل از به‌کارگیری روش پژوهش و پیشنهادات سیاستی ارائه شده است.

1. Decoupling Index
2. Logarithmic Mean Divisia Indx (LMDI)

۲. مبانی نظری

در تجزیه و تحلیل سهم اثرها در مصرف انرژی دو رویکرد متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرد که هر کدام مزایا و معایبی دارند. رویکرد اول، تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) است که بر مبنای جداول داده ـ ستانده و با استفاده از اطلاعاتی مانند ضرایب داده ـ ستانده و تقاضای نهایی عمل می‌کند. این رویکرد به دلیل اینکه جدول داده ـ ستانده هر ساله در بسیاری از کشورها تهیه نمی‌شود در کشورهایی که این جدول برای دوره‌های نزدیک تشکیل نمی‌شود، قابل استفاده نیست.[۱] رویکرد دوم، تحلیل تجزیه شاخص (IDA) است که برای اولین‌بار به منظور محاسبه و تجزیه شدت وضعیت انتشار دی‌اکسیدکربن در سال ۱۹۹۱ مورد استفاده قرار گرفت. پس از آن در سال ۱۹۹۸ به طور فنی در تجزیه و تحلیل شدت انرژی مورد استفاده قرار گرفت و تقریباً براساس اطلاعات موجود تا میانه سال ۲۰۱۱ انواع روش‌های آن در ۳۲۰ مقاله بین‌المللی مورد استفاده قرار گرفته است.[۲] (لطفی، ۱۳۹۶). روش IDA ساده است و نیاز به داده‌های زیادی ندارد و به همین دلیل در مقایسه با SDA به طور گسترده‌تر استفاده می‌شود. این روش به دو روش شاخص لاسپیرز و شاخص دیویژیا تقسیم‌بندی می‌شود. دو روش لاسپیرز و دیویژیا با دو تکنیک جمعی و ضربی قابلیت تجزیه مصرف انرژی را دارند. اما شاخص دیویژیا که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است نسبت به روش لاسپیرز از دو نظر محاسبات و کاربرد از اولویت برخوردار است. از میان روش‌ها، روش تحلیل تجزیه با شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی (LMDI) توسط آنگ (۲۰۰۴) به عنوان بهترین روش محاسبه معرفی شده است. این تکنیک در مقایسه با سایر روش‌ها به دلیل ویژگی‌هایی از قبیل استقلال زمانی، انعطاف‌پذیری محاسباتی و امکان محاسبه مقادیر منفی و صفر از اولویت‌های محاسباتی و کاربردی برخوردار است.[۳] و به همین دلیل در این مقاله از این شاخص استفاده شده است. این روش قادر است مصرف انرژی را به سه اثر شدت انرژی، ساختاری و فعالیت تجزیه نماید.

براساس کایمن و برایان[۴] شدت انرژی میزان مصرف انرژی به ازای هر واحد فعالیت (تولید یا ارزش افزوده) را نشان می‌دهد که معیار مناسبی در تعیین روند کارایی انرژی

---

۱. لطفی (۱۳۹۶)

۲. لطفی (۱۳۹۶)

۳. لطفی (۱۳۹۶)

4. Caiman and Brian (2010)

است و اثر شدت انرژی تغییرات مصرف انرژی به ازاء تغییر شدت انرژی را اندازه‌گیری می‌کند. اثر ساختاری به تغییر در مصرف انرژی حاصل از تغییر در ترکیب یا سهم فعالیت‌های اقتصادی در سطح کلان دلالت دارد و یا به تغییر در ساختار طبیعت محصولات تولیدی از نظر میزان انرژی‌بری در سطح بنگاههای تولیدی دلالت دارد. به عبارتی، تأثیرپذیری میزان مصرف انرژی در یک بخش از میزان تغییرات رشد بخش، تغییرات تکنولوژی موجود و ایجاد تغییر در تجهیزات مصرف‌کننده انرژی در قالب اثر ساختاری بیان می‌شود. اثر فعالیت یا اثر تولیدی نیز مربوط به تغییر در کل مصرف انرژی به واسطه افزایش در تولید و حجم فعالیت‌ها می‌باشد.[۱]

با توجه به اینکه انرژی به عنوان یکی از عوامل تولید محسوب می‌گردد، مصرف انرژی به طور مستقیم بر رشد اقتصادی یا رشد تولید ناخالص داخلی بخش اقتصادی تأثیرگذار خواهد بود. در صورتی که مصرف انرژی به عنوان یک عامل تولید افزایش یابد، می‌تواند موجب افزایش رشد اقتصادی شود. اما باید توجه داشت افزایش مصرف انرژی، آثار غیر مستقیم منفی را نیز به دنبال دارد. درواقع تولید و مصرف انرژی، تنها به هزینه کاهش سرمایه‌گذاری و نیروی کار در سایر بخش‌ها و کاهش تولید آن‌ها امکان‌پذیر است. علاوه بر این با افزایش مصرف انرژی بهره‌وری آن کمتر می‌شود و هم‌زمان تولید سایر بخش‌ها با نرخ بیشتری کاهش می‌یابد. بدین ترتیب ممکن است افزایش بیش از حد مصرف انرژی اثرات بسیار کم و حتی منفی بر رشد اقتصادی داشته باشد. یعنی ممکن است رشد اقتصادی در مرحله خاصی روندی معکوس با مصرف انرژی را نشان دهد. در این حالت گفته می‌شود بین رشد اقتصادی یا رشد تولید ناخالص داخلی آن بخش و مصرف انرژی جداسازی رخ داده است. در کشورهای صادرکننده حامل‌های انرژی مانند ایران چنین نتیجه‌ای کاملاً محتمل است. درواقع افزایش بیشتر مصرف انرژی در کشور، تنها به هزینه کاهش صادرات و درآمدهای نفتی میسر خواهد بود. با کاهش درآمدهای نفتی نیز، واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای کاهش می‌یابد که اثر منفی بر رشد عمومی اقتصاد بر جای می‌گذارد. ارتباط تنگاتنگ رشد تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی موجب می‌شود جداسازی بین این دو متغییر بتواند نقش مهمی در تحلیل روند مصرف انرژی و رشد بخش اقتصادی و به تبع آن نقش مهمی در سیاست‌گذاری‌های بخش انرژی ایفا کند.

---

۱. پورعبادالهان کویچ و همکاران، (۱۳۹۴)

ژانگ[1] برای اولین‌بار از مفهوم جداسازی برای کشف ارتباط بین انتشار کربن دی‌اکسید و رشد اقتصادی در چین استفاده کرد. سپس این مفهوم در سال ۲۰۰۲ توسط سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (OECD) به عنوان یک شاخص معرفی شد. سپس در سال ۲۰۰۳ مفاهیم جداسازی اولیه و جداسازی ثانویه معرفی شدند. منظور از جداسازی اولیه، جداسازی مصرف منابع طبیعی از رشد اقتصادی و منظور از جداسازی ثانویه، جداسازی آلودگی محیط زیست از مصرف منابع طبیعی است. اگر این دو نوع جداسازی هم‌زمان اتفاق بیافتد، گفته می‌شود جداسازی دوگانه اتفاق افتاده است. براساس نظریه جداسازی که جاکنیز (۲۰۰۳) ارائه داد، تاپیو[2] شاخص جداسازی تاپیو را در سه حالت تعریف کرد. این سه حالت شامل عدم جداسازی، جداسازی و جداسازی منفی است. سپس تاپیو این سه حالت را به هشت حالت جزئی‌تر تفکیک کرد.[3]

در حال حاضر دو نوع شاخص جداسازی برای کشف ارتباط بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از این شاخص‌ها، شاخص جداسازی تاپیو است. شاخص جداسازی تاپیو نشان‌دهنده میزان مصرف انرژی در مقایسه با تغییرات GDP است. این شاخص نشان می‌دهد اگر یک درصد GDP تغییر کند، مصرف انرژی چند درصد تغییر می‌کند. اگر مقدار این شاخص برابر واحد باشد به این معنی است که تغییر مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی همگام است. اگر مقدار این شاخص کوچک‌تر از یک باشد، گویای این است که رشد مصرف انرژی آهسته‌تر از رشد تولید ناخالص داخلی است و به طور کلی نشان‌دهنده جداسازی است اگر این شاخص بزرگ‌تر از یک باشد به این معنی است که رشد مصرف انرژی سریع‌تر از رشد تولید ناخالص داخلی است. علامت مثبت و منفی هم گویای افزایش یا کاهش رشد این دو متغیر است. شاخص جداسازی دوم براساس روش IDA به دست می‌آید که می‌تواند براساس شاخص دیویژیا یا شاخص لاسپیرز باشد.

شاخص جداسازی تاپیو زمانی مؤثرتر عمل می‌کند که با روش‌های ارزیابی دیگر مانند روش تجزیه ترکیب شود، یعنی در استفاده از شاخص دوم نیز از شاخص تاپیو استفاده شود. به عبارتی با استفاده از شاخص تاپیو جداسازی بین مصرف انرژی و رشد تولید

1. Zhang, (2000)
2. Tapio, Petri (2005)
3. Dong et al., (2016)

ناخالص داخلی به دست می‌آید، سپس با استفاده از روش IDA که یک روش تجزیه است، عوامل مؤثر حاکم بر حالت‌های جداسازی تعریف می‌شود و حالت‌های جداسازی براساس این عوامل جداسازی مشخص می‌شود. درواقع بدون ترکیب شاخص جداسازی با شاخص IDA نمی‌توان حالت‌های جداسازی را براساس عوامل مؤثر بر مصرف انرژی تحلیل کرد و شاخص جداسازی به تنهایی فقط حالت‌های جدسازی تحلیل می‌کند.

مفهوم عوامل جداسازی یک اصطلاح کلی است و به همه فعالیت‌هایی که به طور مستقیم و غیر مستقیم باعث کاهش مصرف انرژی می‌شوند اشاره دارد. این عوامل شامل اقدامات افزایش بهره‌وری انرژی، حرکت به سمت فعالیت‌هایی با مصرف انرژی کمتر و تغییر الگوی مصرف انرژی و غیره است.[۱] مطالعات تجربی گسترده‌ای در زمینه تجزیه مصرف انرژی در داخل و خارج کشور صورت گرفته است ولی مطالعات داخلی در زمینه جداسازی فقط در حوزه محیط زیست بوده است. در ادامه به جدیدترین و مهم‌ترین این مطالعات که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته‌اند اشاره می‌شود.

کلیمنت و پاردو[۲] با استفاده از روش جداسازی تاپیو رابطه بین تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در اقتصاد اسپانیا را با در نظر گرفتن چندین عامل جداسازی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد مصرف انرژی اولیه به عنوان یک عامل تعیین‌کننده نقش مهمی در رشد اقتصادی ایفا می‌کند. دو فریتاس و کانِکو[۳] ابتدا شاخص جداسازی را براساس عوامل تأثیرگذار گرفته شده از شاخص تجزیه تعریف کردند و سپس جداسازی بین نرخ رشد فعالیت‌های اقتصادی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی کشور برزیل را طی دوره ۲۰۰۹ـ۲۰۰۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد بخش تولید و حمل‌ونقل و در وهله دوم بخش صنعت، مصرف‌کنندگان اصلی منابع تجدیدپذیر هستند و همچنین شدت انرژی، فعالیت‌های اقتصادی و فشار جمعیتی یکی از علل اصلی افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای است. وانگ و همکاران[۴] ترکیبی از شاخص جداسازی و روش LMDI را برای تجزیه و تحلیل سهم عوامل مؤثر برمصرف برق در چین طی دوره ۲۰۰۹ـ۱۹۹۱ مورد استفاده قرار دادند که نتایج نشان داد با رشد اقتصادی مصرف برق در چین افزایش یافته و بیش از ۷۰ درصد از کل برق مصرفی طی دوره ۲۰۰۹ـ۱۹۹۱ توسط صنایع ثانویه

---

۱. علی‌زاده، (۱۳۹۵)

2. Climent, and Pardo, (2007)
3. De Freitas and Kaneko, (2011)
4. Wang et al. (2013)

بوده است. اثر فعالیت اقتصادی بیشترین سهم را در افزایش مصرف برق و اثر شدت انرژی نقش مهمی در کاهش مصرف برق داشته است. تأثیر سهم بخش برق یکی دیگر از عوامل مهم در رشد سریع تقاضای برق بوده است. علی‌زاده (۱۳۹۵) در مقاله‌ای با عنوان «تجزیه‌ای در جداسازی انتشار دی‌اکسیدکربن از رشد اقتصادی در زیربخش‌های صنعتی ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۱ـ۱۳۸۴» عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن را بیان کرده و با استفاده از شاخص LMDI اثر تغییر هریک از این عوامل را بر تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن مورد بررسی قرار داد. همچنین با استفاده از شاخص جداسازی به تحلیل ارتباط بین انتشار دی‌اکسیدکربن و رشد اقتصادی در زیربخش‌های صنعتی ایران پرداخت. نتایج نشان داد تغییرات اثر فعالیت، اثر ساختاری، اثر ضریب انتشار و اثر ترکیب سوخت‌های مصرفی به ترتیب بیشترین نقش را در افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن طی دوره مورد بررسی دارد در حالی که تغییرات اثر شدت انرژی مهم‌ترین عامل کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن است.

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در زمینه تجزیه مصرف انرژی همچنین مطالعاتی در خصوص رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی چه در سطح بخش‌های اقتصادی و چه در سطح زیربخش‌های صنعتی و صنایع انرژی‌بر در داخل و خارج کشور صورت گرفته است. از آنجا که تجزیه مصرف انرژی با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی امکان‌پذیر نیست، مطالعات داخلی در رابطه با این موضوع با استفاده از شاخص دیویژیا به تجزیه مصرف انرژی و عوامل مؤثر بر آن در بخش‌های اقتصادی پرداخته‌اند. این مطالعات بر تکنیک تجزیه جمعی یا ضربی متمرکز بوده‌اند. مطالعاتی که به بررسی رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی پرداخته‌اند از روش‌های اقتصادسنجی بهره گرفته و سعی کرده‌اند با استفاده از روش تودا و یاماموتو[1] علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را بررسی کنند. هیچ‌یک از این مطالعات داخلی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی را از نظر جداسازی ارتباط بین رشد تولید ناخالص داخلی هر بخش و مصرف انرژی مورد ارزیابی قرار نداده‌اند. لذا مطالعه حاضر از دو منظر نسبت به مطالعات قبلی متفاوت است: الف) عوامل مؤثر بر مصرف انرژی به طور خاص در بخش کشاورزی و با استفاده از روش شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی و به‌کارگیری تکنیک تجزیه جمعی و به صورت زنجیره‌ای (سری زمانی) برای دوره زمانی ۱۳۹۳ـ ۱۳۸۵ تجزیه شده و مشخص شده است که هر اثر چه نقشی در مصرف انرژی در طول دوره مورد مطالعه دارد. ب) با استفاده از شاخص

1. Toda and Yamamoto

جداسازی این فرایند از نظر جداسازی مصرف انرژی از رشد تولید ناخالص داخلی در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار گرفته است. در این بخش شاخص LMDI در رویکرد جمعی زنجیره‌ای با شاخص جداسازی ترکیب شده تا به واسطه آن بتوان تحلیل دقیق‌تری از روند تغییر دو متغیر رشد تولید ناخالص داخلی بخش مورد مطالعه و مصرف انرژی آن ارائه داد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

در روش شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی تغییرات مصرف انرژی در قالب سه اثر شدت، ساختاری و فعالیت مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین با استفاده از شاخص جداسازی به تحلیل ارتباط بین رشد مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی در بخش کشاورزی پرداخته می‌شود.

۳-۱. روش تجزیه

در مطالعات پیشین روش‌های تجزیه متنوعی به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند (آنگ و همکاران)[1]، که هدف اصلی بیشتر این مطالعات بررسی و تجزیه و تحلیل مصرف و شدت انرژی و رابطه علی بین این دو متغیر بوده است. اما شاخص‌های به کار برده شده در این مطالعات دارای مشکلاتی در تجزیه عوامل مؤثر در تغییر مصرف انرژی هستند. از جمله این مشکلات می‌توان به وجود جمله پسماند در الگوی مذکور که مقدار آن در شاخص لاسپیرز نسبتاً بزرگ نیز است، اشاره نمود.

در الگوی تجزیه فرض بر این است که تغییر مصرف انرژی از سال ۰ تا سال T که به آن اثر کل[2] نیز گفته می‌شود، به چهار اثر شدت، ساختار و فعالیت و اثر پسماند[3] قابل تجزیه است. بر این اساس می‌توان الگوی تجزیه را به صورت رابطه (۱) نمایش داد.

$$\Delta E_{tot} = \Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int} + \Delta E_{rsd} \qquad (۱)$$

که در آن ΔE_{tot}: اثر کل، ΔE_{int}: اثر شدت، ΔE_{str}: اثر ساختاری، ΔE_{act}: اثر فعالیت و ΔE_{rsd}: اثر پسماند است. در تمام روش‌های تجزیه مجموع سه اثر شدت، ساختاری و فعالیت دقیقاً برابر با اثر تغییرات کل نبوده و لذا همانند رابطه (۱)، اثر پسماند نیز به الگو اضافه می‌گردد. به منظور رفع نواقص شاخص‌های لاسپیرز و دیویژیا، آنگ[4] روش جدیدی

1. Ang et al. (1998)
2. Total Effect
3. Residual Effect
4. Ang, B. W. (2005)

پیشنهاد نمودند. مزیت این روش صفر بودن اثر پسماند ($\Delta E_{rsd} = ۰$) و همچنین امکان محاسبه شاخص در صورت وجود داده‌های با مقدار صفر است و به همین دلیل جز الگوهای تجزیه کامل قرار می‌گیرد. الگوی تجزیه کامل را می‌توان به صورت رابطه (۲) نشان داد.

$$\Delta E_{tot} = \Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{int} \quad (۲)$$

براساس روش تجزیه کامل تغییرات کل مصرف انرژی در هر بخش در بازه زمانی مشخص بین دو سال به سه اثر شدت انرژی، ساختاری و فعالیت قابل تفکیک است و برخلاف رابطه (۱)، اثر پسماند در این الگو وجود ندارد. روش پیشنهادی آنگ تا حدود زیادی شبیه به شاخص دیویژیا است، با این تفاوت که به جای تابع میانگین وزنی از تابع میانگین لگاریتمی استفاده می‌کند و به آن شاخص دیویژیا با میانگین لگاریتمی گفته می‌شود. براساس این شاخص، اثر فعالیت که نشان‌دهنده تغییرکل مصرف انرژی هر بخش در اثر افزایش حجم فعالیت و تولید بخش مذکور می‌باشد را می‌توان به صورت رابطه (۳) بیان نمود.

$$\Delta E_{act} = \sum_{i=1}^{n} L\left(E_i^T, E_i^0\right) \times Ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right) \quad (۳)$$

که در آن، E_i^T و E_i^0 به ترتیب نشان‌دهنده مقدار مجموع مصرف انواع انرژی در بخش i ام، برای سال‌های t و ۰ بوده و Q^T و Q^0 نیز نشان‌دهنده تولید ناخالص داخلی در سال‌های T و ۰ است. همچنین $L\left(E_i^T, E_i^0\right)$ می‌توان به صورت رابطه (۴) نشان داد.

$$L\left(E_i^T, E_i^0\right) = \frac{E_i^T - E_i^0}{Ln\left(\frac{E_i^T}{E_i^0}\right)} \quad (۴)$$

دومین اثر در الگوی تجزیه کامل اثر ساختاری است که نشان‌دهنده تغییر در مصرف انرژی ناشی از تغییر در ترکیب یا سهم فعالیت‌های اقتصادی است و براساس شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی به صورت رابطه (۵) نشان داده می‌شود.

$$\Delta E_{str} = \sum_{i=1}^{n} L\left(E_i^T, E_i^0\right) \times Ln\left(\frac{S^T}{S^0}\right) \quad (۵)$$

در رابطه (۵) S^T و S^0 به ترتیب بیانگر سهم بخش i ام در تولید برای سال‌های T و ۰ بوده و از تقسیم ارزش افزوده بخش مورد نظر بر تولید ناخالص داخلی در همان سال به دست می‌آید. از آنجا که شدت انرژی، مصرف نهایی انرژی به ازاء هر واحد فعالیت را نشان می‌دهد، اثر شدت انرژی نیز تغییرات مصرف انرژی ناشی از تغییر در شدت انرژی را

اندازه‌گیری می‌کند و مقدار منفی آن بین دو سال بیانگر کاهش در مصرف به واسطه کاهش در شدت انرژی و به بیانی دیگر صرفه‌جویی در مصرف انرژی و مقدار مثبت آن بیانگر افزایش در شدت انرژی و تشدید مصرف است. اثر شدت انرژی سومین اثر در الگوی تجزیه کامل بوده و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به صورت رابطه (۶) نشان داده می‌شود.

$$\Delta E_{int} = \sum_{i=1}^{n} L\left(E_i^T, E_i^0\right) \times Ln\left(\frac{I^T}{I^0}\right) \qquad (۶)$$

در رابطه (۶)، I^T و I^0 به ترتیب نشان‌دهنده شدت انرژی در سال‌های T و ۰ برای بخش iام است، که از تقسیم مقدار مصرف انرژی در بخش iام بر ارزش‌افزوده بخش مذکور به دست می‌آید (طرازکار، ۱۳۸۷). در این مقاله به منظور بررسی روند تغییر مصرف انرژی در بخش کشاورزی و تجزیه آن به اثرات سه‌گانه طی دوره ۱۳۹۳ـ۱۳۸۵ با استفاده از روش شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی، از روابط (۳) تا (۶) استفاده شد. اطلاعات مورد نیاز مطالعه نیز از ترازنامه انرژی و مرکز امار ایران جمع‌آوری گردید.

۲-۳. شاخص جداسازی

براساس تعریف تاپیو، شاخص جداسازی بین سال مبنا (سال صفر) و سال هدف (سال T)، یعنی D^T به صورت نسبت درصد تغییر انرژی استفاده شده به درصد تغییر تولید ناخالص داخلی (GDP) تعریف می‌شود.

$$D^T = \frac{\delta E^T}{\delta Q^T} = \frac{\dfrac{E^T - E^0}{E^0}}{\dfrac{Q^T - Q^0}{Q^0}} \qquad (۷)$$

که در آن T: سال، δE^T: درصد تغییر مصرف انرژی، δQ: درصد تغییر GDP، E^T: مصرف انرژی در سال T، E^0: مصرف انرژی در سال ۰، Q^T: GDP در سال T، Q^0: GDP در سال ۰ است. معادله (۷) را می‌توان به صورت زیر نیز بیان کرد:

$$D^T = \frac{\delta E^T}{\delta Q^T} = \frac{\dfrac{E^T - E^0}{E^0}}{\dfrac{Q^T - Q^0}{Q^0}} = \frac{\dfrac{\Delta E^T}{E^0}}{\dfrac{\Delta Q^T}{Q^0}} = \frac{Q^0}{E^0 \times \Delta Q^T} \times \left(E^T - E^0\right) \qquad (۸)$$

که در آن T: سال، ΔE^T: تغییر مصرف انرژی بین سال‌های ۰ و T، ΔQ^T: تغییر GDP بین سال‌های ۰ و T است. همان طورکه پیش‌تر بیان شد، شاخص جداسازی یک تکنیک

مناسب برای شکستن اتصال یا ارتباط بین رشد تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی بخش یا بخش‌های مورد مطالعه است. این شاخص رابطه بین مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی هر بخش را براساس عوامل مؤثر بر مصرف انرژی آن بخش که از تجزیه جمعی زنجیره‌ای منتج می‌شود، تجزیه و تحلیل می‌کند. درواقع با استفاده از شاخص LMDI مبتنی بر رویکرد جمعی زنجیره‌ای، عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی بخش یا بخش‌های مورد مطالعه، شناسایی و تجزیه می‌شود و سپس با به‌کارگیری نتایج این رویکرد، شاخص جداسازی رابطه بین رشد تولید ناخالص داخلی همان بخش یا بخش‌های مورد مطالعه با مصرف انرژی این بخش‌ها را براساس عوامل مؤثر بر مصرف انرژی، جداسازی و تجزیه می‌کند. به عبارتی گفته می‌شود که عوامل مؤثر بر مصرف انرژی بخش iام چه سهمی در ارتباط بین رشد تولید ناخالص داخلی این بخش و مصرف انرژی این بخش ایفا می‌کند و یا در روند مصرف انرژی همراه با رشد تولید ناخالص داخلی کدام عامل بیشترین قدرت توضیح‌دهندگی را دارد. لازم به ذکر است که شاخص جداسازی به دو صورت قابل محاسبه است. در روش اول این شاخص براساس تعریفی که توسط تاپیو ارائه شده است محاسبه می‌شود. معادله (۷) تعریف تاپیو از شاخص جداسازی را نشان می‌دهد که در این معادله از تقسیم درصد تغییر مصرف انرژی در هر دوره به درصد تغییر رشد تولید ناخالص داخلی هر بخش در آن دوره، شاخص جداسازی بدون در نظر گرفتن عوامل مؤثر بر مصرف انرژی حاصل می‌شود. در روش دوم این شاخص از طریق رویکرد جمعی شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی محاسبه می‌شود که این روش کاربرد بیشتری داشته و نتایج منسجم‌تری در رابطه با رشد هر بخش و مصرف انرژی آن بخش ارائه می‌کند. در این روش صورت کسر که در روش اول بیان شد از طریق رویکرد جمعی شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی تجزیه می‌شود تا به واسطه آن بتوان جداسازی ارتباط بین مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی هر بخش را به کمک عوامل مؤثر حاکم بر مصرف انرژی هر بخش انجام داد که در معادلات (۹) و (۱۰) این مقاله همین روش اعمال شده است. با وجود اینکه اعداد به دست آمده برای شاخص جداسازی در هر دو روش یکسان است، اما روش دوم تحلیل دقیق‌تری ارائه می‌دهد. لذا برای بررسی حالت‌های جدسازی براساس عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی استفاده از تجزیه جمعی زنجیره‌ای شاخص دیویژیا الزامی می‌باشد و بدون استفاده از تجزیه جمعی نمی‌توان

سهم عوامل مؤثر بر مصرف انرژی را در بررسی حالت‌های جداسازی تحلیل کرد. مصرف انرژی در سال T به صورت زیر بود:

$$E^T = \sum_i E_i = \sum \frac{E_i}{Q_i} \times \frac{Q_i}{Q} \times Q = \sum I_T \times S_T \times Q \quad (۹)$$

سه اثر شدت انرژی، ساختاری و فعالیت بر مصرف انرژی در سال T و سال صفر مؤثر است که در این معادله و معادله (۱۰) نشان داده شده است بنابراین:

$$D^T = \frac{Q^0}{E^0 \times \Delta Q^T} \times (\sum_i I^T \times S^T \times Q^T - \sum_i I^0 \times S^0 \times Q^0) \quad (۱۰)$$

باتوجه به رابطه انرژی که در معادله (۹) مشخص شده است تئوری LMDI شاخص جداسازی بین سال مبنا و سال مقصد را به سه فاکتور تجزیه می‌کند.

$$D^T = \Delta D_{int}^T \times \Delta D_{str}^T \times \Delta D_{act}^T \quad (۱۱)$$

که در آن ΔD_{int}^T: اثر شدت انرژی، ΔD_{str}^T: اثر ساختاری اقتصادی و ΔD_{act}^T: اثر فعالیت (اثر تولیدی) است. هرکدام از این اثرات به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\Delta D_{int}^T = \frac{Q^0}{E^0 \times \Delta Q^T} \sum \frac{E_i^T - E_i^0}{Ln(E_i^T) - Ln(E_i^0)} \times Ln\left(\frac{I^T}{I^0}\right) \quad (۱۲)$$

$$\Delta D_{str}^T = \frac{Q^0}{E^0 \times \Delta Q^T} \sum \frac{E_i^T - E_i^0}{Ln\left(E_i^T\right) - Ln\left(E_i^0\right)} \times Ln\left(\frac{S^T}{S^0}\right) \quad (۱۳)$$

$$\Delta D_{act}^T = \frac{Q^0}{E^0 \times \Delta Q^T} \sum \frac{E_i^T - E_i^0}{Ln\left(E_i^T\right) - Ln\left(E_i^0\right)} \times Ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right) \quad (۱۴)$$

همان‌طورکه ملاحظه می‌گردد در بخش دوم معادلات شاخص جداسازی از معادلات تجزیه جمعی زنجیره‌ای شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی استفاده می‌شود تا بتوان روند شاخص جداسازی را براساس عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی تحلیل کرد. این در حالی است که بدون ترکیب شاخص دیویژیا با شاخص جداسازی صرفاً می‌توان حالت‌های جداسازی را بدون در نظر گرفتن سهم عوامل تحلیل نمود.

جدول زیر ضوابط و معیارهای جداسازی ارائه شده توسط تاپیو را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول میبایست با استفاده از δE و δQ، D را که همان شاخص جداسازی است به دست آورده و با توجه به اینکه D در کدام یک از این حالت‌های هشتگانه قرار می‌گیرد می‌توان حالت جداسازی را تعیین کرد. در ادامه این سه حالت به شکل جزئی‌تر در هشت حالت توضیح داده خواهد شد. علامت مثبت و منفی هم گویای افزایش یا کاهش رشد این دو متغیر است.

جدول (۱): حالت‌های جداسازی براساس شاخص جداسازی

D^T	δQ	δE	حالت	
$D>$ ۱/۲	+	+	جداسازی منفی گسترده (۱)	جداسازی منفی
$D<$ ۰	-	+	جداسازی منفی قوی (۲)	
۰/۸ $\geq D>$ ۰	-	-	جداسازی منفی ضعیف (۳)	
۰/۸$\geq D>$۰	+	+	جداسازی ضعیف (۴)	جداسازی
$D<$ ۰	+	-	جداسازی قوی (۵)	
$D>$ ۱/۲	-	-	جداسازی بازگشتی (۶)	
۱/۲$\geq D>$۰/۸	+	+	عدم جداسازی (اتصال) گسترده (۷)	عدم جداسازی
۱/۲ $\geq D>$ ۰/۸	-	-	عدم جداسازی (اتصال) بازگشتی (۸)	

منبع: ژانگ و همکاران (۲۰۱۴)

با توجه به جدول (۱) و با توجه به تغییرات دو مؤلفه رشد تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی می‌توان هشت حالت مختلف را تصور نمود که عبارتند از:

جدول(۲): توضیح حالت‌های جداسازی

حالت	مفهوم
(۱)	با رشد مصرف انرژی رشد تولید ناخالص داخلی هم افزایش یافته است اما نرخ رشد مصرف انرژی سریع‌تر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی است.
(۲)	مصرف انرژی افزایش یافته اما رشد تولید ناخالص داخلی کاهش یافته است.
(۳)	با کاهش مصرف انرژی، رشد تولید ناخالص داخلی هم کاهش یافته اما نرخ رشد مصرف انرژی آهسته‌تر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی است.
(۴)	مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی افزایش یافته است اما، نرخ رشد مصرف انرژی آهسته‌تر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی است.
(۵)	مصرف انرژی کاهش و رشد تولید ناخالص داخلی افزایش یافته است.
(۶)	مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی کاهش یافته است اما، نرخ مصرف انرژی سریع‌تر از نرخ رشد منفی تولید ناخالص داخلی ا است.
(۷)	با افزایش رشد تولید ناخالص داخلی مصرف انرژی زیاد شده است و سرعت افزایش هر دو یکسان است.
(۸)	با کاهش رشد تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی هم کاهش یافته و نرخ کاهش هر دو یکسان است.

منبع: ژو و بای (۲۰۱۶)[1]

1. Yanfang Zhou, Yanping Bai (2016)

٤. نتایج و بحث

براساس آمارهای مصرف انرژی بخش کشاورزی و همچنین تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶، مصرف انرژی بین دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۳ از طریق تجزیه جمعی زنجیره‌ای شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی تحلیل شد. در مرحله بعد روند رشد مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی این بخش از نظر جداسازی بین این دو متغیر براساس شاخص جداسازی بررسی شد که نتایج آن در ادامه آورده شده است.

٤-١. تحلیل تجزیه جمعی زنجیره‌ای مصرف انرژی (۱۳۹۳ـ ۱۳۸۵)

بر مبنای جدول (۳)، با توجه به ارقام مثبت ردیف تغییرات کل، مصرف انرژی در بخش کشاورزی در کل دوره مورد مطالعه افزایش یافته و حتی پس از سال ۱۳۸۸ که قانون هدفمندی یارانه حامل‌های انرژی به اجرا درآمده است، علیرغم منفی بودن اثر شدت که نشان‌دهنده بهینه‌سازی مصرف انرژی است، باز هم مصرف انرژی به دلیل افزایش تولید در بخش کشاورزی و استفاده از صنایع و تکنولوژی با انرژی‌بری بالا افزایش یافته است. کاهش مصرف انرژی در دوره زمانی ۱۳۸۸ـ۱۳۸۷ از طریق اثر شدت تغییرات محسوس‌تری را نشان می‌دهد و حتی مصرف انرژی را بر مبنای جدول (۳) برای بخش کشاورزی تا ۴ میلیون بشکه معادل نفت خام کاهش داده است هرچند اثر ساختاری و سپس اثر فعالیت باعث افزایش مصرف انرژی به میزان ۴/۸۱ و ۱/۱۴ میلیون بشکه معادل نفت خام شده است. بیشترین مقدار افزایش مصرف انرژی ناشی از اثر شدت، اثر ساختاری و اثر فعالیت به ترتیب در سال‌های، ۱۳۸۷ـ۱۳۸۶، ۱۳۸۹ـ ۱۳۸۸، ۱۳۹۲ـ۱۳۹۱، ۱۳۹۱ـ۱۳۹۰ و ۱۳۸۸ـ۱۳۸۷ بوده است.

جدول (۳): تجزیه زنجیره‌ای جمعی مصرف انرژی بخش کشاورزی طی دوره ۱۳۹۳ـ۱۳۸۵

سال	۱۳۸۶ـ۱۳۸۵	۱۳۸۷ـ۱۳۸۶	۱۳۸۸ـ۱۳۸۷	۱۳۸۹ـ۱۳۸۸	۱۳۹۰ـ۱۳۸۹	۱۳۹۱ـ۱۳۹۰	۱۳۹۲ـ۱۳۹۱	۱۳۹۳ـ۱۳۹۲
تغییرات کل	۰/۸	۴/۳	۱/۴	۲/۲	۰/۳	۱/۸	۲	۰/۷
اثرشدت	ـ۰/۲۵	۹/۳۷	ـ۴/۵۵	ـ۰/۹۳	ـ۰/۹۳	۰۹/۴۶	۰/۴۱	ـ۱/۹۵
اثرساختاری	ـ۱/۲۳	ـ۵/۶۷	۴/۸۱	۰/۷۰	ـ۰/۵۵	۳/۶۵	۲/۲	۱/۶۴
اثرفعالیت	۲/۲۸	۰/۶	۱/۱۴	۲/۴۳	۱/۷۸	ـ۲/۳	ـ۰/۶۲	۱/۰۱

منبع: نتایج پژوهش

براساس جدول (۴)، طی دوره ۱۳۹۳ـ ۱۳۸۵ مصرف انرژی مجموعاً به اندازه ۱۳/۵۰ میلیون بشکه معادل نفت خام افزایش یافته است که سهم هریک از آثار به ترتیب اثر ساختاری، فعالیت و اثر شدت شامل۵/۵۶، ۶/۳۲ و ۱/۶۲ میلیون بشکه معادل نفت خام است.

جدول (٤): تجمیع تجزیه زنجیره‌ای جمعی مصرف انرژی بخش کشاورزی طی دوره ۹۳ ـ ۱۳۸۵

تغییرات کل	اثر ساختاری	اثر فعالیت	اثر شدت
۱۳/۵	۵/۵۶	۶/۳۲	۱/۶۲

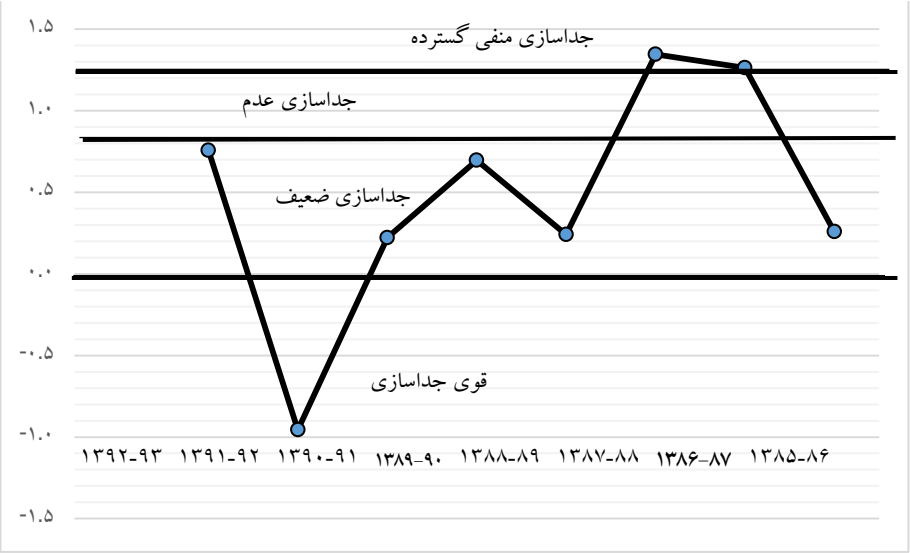
منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طورکه در جدول (۴) ملاحظه می‌شود، اثر فعالیت و سپس اثر ساختاری بیشترین مشارکت را با روند تغییر مصرف انرژی در بخش کشاورزی طی دوره مورد بررسی داشته و تغییر مصرف انرژی تا حدود زیادی در اثر تغییرات فعالیت در این بخش بوده است که نشان‌دهنده افزایش تولید در بخش کشاورزی، به دلیل مصرف انرژی است. پس از آن تغییر مصرف انرژی تا حدود زیادی در اثر تغییرات ساختاری در این بخش بوده است که این امر نشان‌دهنده به‌کارگیری تجهیزات با انرژی‌بری بالا می‌باشد. با توجه به اینکه شدت انرژی شاخص وابستگی تولید به نهاده‌های انرژی است و به عواملی از جمله فناوری، کارآمدی تجهیزات مصرف‌کننده انرژی، آگاهی بیشتر مصرف‌کنندگان نسبت به اهمیت انرژی و همچنین مدیریت مصرف انرژی مربوط می‌شود. پس هرگونه بهبودی در این عوامل، منجر به کاهش شدت انرژی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی در یک سطح مشخص تولید خواهد بود. درواقع اثر شدت انرژی برآیند تغییرات مذکور روی مصرف انرژی را با فرض ثبات سطح تولید و ساختار مصرف‌کنندگان انرژی اندازه‌گیری می‌کند و معیار مناسبی در تعیین روند کارایی انرژی است. در این مقاله تأثیر اثر شدت نسبت به دو اثر دیگر ناچیز و در اغلب موارد منفی است که این نشان‌دهنده کارایی انرژی و بهبود بهره‌وری انرژی در این بخش می‌باشد.

۲-٤. تحلیل شاخص جداسازی

جداسازی حاصل تقسیم درصد تغییرات مصرف انرژی به درصد تغییرات تولید ناخالص داخلی است که صورت این کسر را با استفاده از شاخص LMDI تجزیه کرده تا به واسطه آن بتوان با ترکیب این دو شاخص نتایج جداسازی را تحلیل نمود. از آنجا که تمرکز این

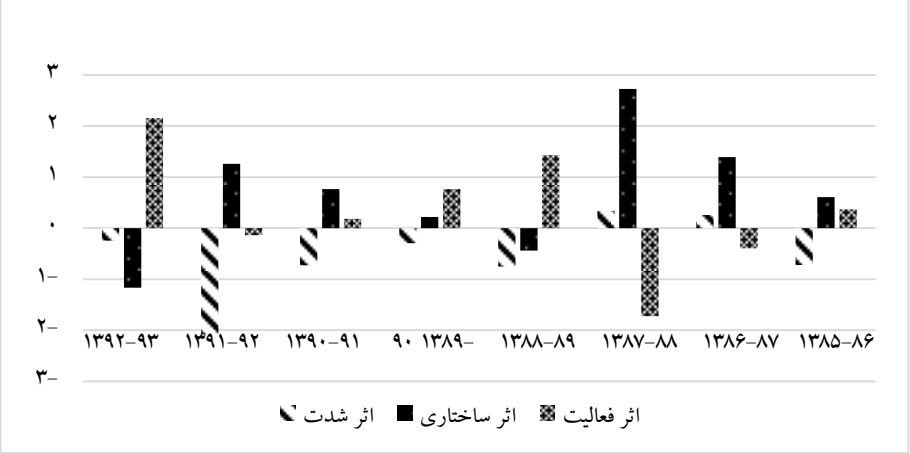
مقاله بر بخش کشاورزی است، در به‌کارگیری این شاخص نیز از متغیرهای رشد تولید ناخالص داخلی بخش کشاورزی و مصرف انرژی در این بخش استفاده می‌شود. پس از محاسبه این شاخص با توجه به نتایج به دست آمده در جدول (۳) و همچنین با توجه به جدول (۱) که حالت‌های جداسازی معرفی شده توسط تاپیو می‌باشد به ارائه و تفسیر حالت‌های جداسازی در این بخش در طی دوره مورد مطالعه می‌پردایم. جداسازی بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی بخش کشاورزی طی دوره ۱۳۹۳ـ ۱۳۸۵ در نمودار (۱) ارائه شده است. سه حالت جداسازی ضعیف، جداسازی منفی قوی و جداسازی منفی گسترده در این بخش مشاهده می‌شود.



نمودار(۱): جداسازی بین رشد تولید ناخالص داخلی و رشد مصرف انرژی
در بخش کشاورزی طی دوره ۹۳ ـ ۱۳۸۵
منبع: یافته‌های پژوهش

طی دوره ۱۳۸۷ـ۱۳۸۶ همراه با کاهش رشد تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی افزایش یافته است و وضعیت این دو متغیر جداسازی منفی قوی را برای این دوره رقم زده است. با توجه به رقم اثر شدت در این دوره در جدول (۳) می‌توان گفت، بیشتر بودن نرخ رشد مصرف انرژی در این دوره بیشتر به علت استفاده غیر بهینه از انرژی بوده است. از این رو همان‌طور که از نمودار (۲) پیداست اثر شدت نقش و سپس اثر فعالیت نقش مثبت و اثر ساختاری نقش منفی در توسعه جداسازی دارند. به عبارتی اثر ساختاری در این دوره

که مبین استفاده از صنایع با انرژی‌بری بالا می‌باشد، سعی در کاهش مصرف انرژی همراه با کاهش رشد تولید ناخالص داخلی داشته اما اثر شدت و اثر فعالیت سهم اثر ساختاری را خنثی کرده و در نهایت منجر به افزایش مصرف انرژی شده است.



نمودار(۲): تجزیه جداسازی بین رشد تولید ناخالص داخلی و رشد مصرف انرژی در بخش کشاورزی طی دوره ۹۳ ـ ۱۳۸۵
منبع: یافته‌های پژوهش

طی سال‌های **۱۳۹۱ـ۱۳۹۰** و **۱۳۹۲ـ۱۳۹۱**، شاهد جداسازی منفی گسترده در بخش کشاورزی هستیم به این معنی که در این سال‌ها در بخش کشاورزی رشد مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی هر دو مثبت بوده اما نرخ رشد مصرف انرژی سریع‌تر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی است. در این دوره اثر فعالیت باعث کاهش مصرف انرژی شده اما سهم اثر ساختاری و اثر شدت انرژی در مجموع تأثیر اثر فعالیت را خنثی کرده و منجر به رشد بیشتر مصرف انرژی نسبت به رشد تولید ناخالص داخلی شده است. با این تفاسیر در این دوره‌ها اثر ساختاری و اثر شدت انرژی نقشی مثبت و اثر فعالیت نقشی منفی در توسعه جداسازی داشته‌اند.

در بقیه سال‌ها، که بیشترین تعداد دوره‌های مورد مطالعه را شامل می‌شود، جداسازی ضعیف به وقوع پیوسته است به این معنی که در این سال‌ها همراه با رشد مثبت تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی هم رشد داشته است اما نرخ رشد مصرف انرژی آهسته‌تر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی است. در این سال‌ها اثر فعالیت و سپس اثر ساختاری باعث افزایش مصرف انرژی شده و اثر شدت با کاهش مصرف انرژی روند افزایش مصرف را کند کرده و

منجربه وقوع جداسازی ضعیف شده است. اثر فعالیت و اثر ساختاری (در اغلب دوره‌ها) نقش منفی اما اثر شدت نقش مثبت در توسعه جداسازی داشته‌اند.

۵. نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده حاکی از روند غیر هم زمان رشد دو متغیر تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در بخش کشاورزی است که نشان می‌دهد قدرت توضیح‌دهندگی اثر شدت انرژی در روند تغییرات مصرف انرژی بخش کشاورزی در اغلب دوره‌ها اندک بوده است، به این معنی که در اغلب دوره‌ها اثر شدت باعث کاهش مصرف انرژی شده است و این نشان‌دهنده موفقیت سیاست‌های صرفه‌جویی مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش کشاورزی است. از طرفی طی سال‌های اخیر، حمایت‌های مالی از کشاورزان، کمرنگ شدن نقش واسطه‌گری، عوامل طبیعی و تبدیل کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن باعث افزایش بهره‌وری این بخش شده، که تأثیر زیادی در کاهش مصرف انرژی بخش کشاورزی و در پی آن کاهش شدت انرژی داشته است. همچنین حرکت از کشاورزی سنتی به کشاورزی مدرن در قالب اثر ساختاری نیز ظاهر شده که به واسطه آن اثر ساختاری، با اختلاف اندک بعد از اثر فعالیت بیشترین مشارکت را با روند تغییر مصرف انرژی در این بخش دارد و بیشتر قدرت توضیح‌دهندگی را در روند تغییرات مصرف انرژی دارد. لازم است با ورود تکنولوژی و تجهیزات جدید، به مصرف انرژی آن‌ها نیز توجه شده و از فناوری‌های با مصرف انرژی کمتر به جای فناوری‌های با مصرف بالا استفاده شود. دولت نیز باید به تأمین درست و به موقع انرژی بخش کشاورزی، به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید در این بخش، توجه نماید. همچنین در ایران با توجه به پتانسیل‌های استفاده از انرژی خورشیدی، انرژی بادی، انرژی زمین‌گرمایی، انرژی بیومس، بیوگاز و ... امکانات عظیمی در جهت جایگزینی انرژی فسیلی و اصلاح ساختارهای تولید وجود دارد که تحقق این امر مستلزم یک برنامه‌ریزی دقیق علمی و بلندمدت است که در راستای آن می‌توان با استفاده از تکنولوژی‌های جدیدتر و کاراتر همراه با افزایش تولید در بخش کشاورزی، شدت انرژی را کاهش داده و مصرف انرژی در این بخش را بهینه کرد.

٦. تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

۷. منابع

براتی ملایری، عقیل و حوری جعفری، حامد (۱۳۸۷)، «بررسی مصرف انرژی در بخش‌های مصرف‌کننده نهایی»، فصلنامه بررسی مسائل اقتصاد انرژی، سال اول، شماره ۱، صفحات ۹۷ـ۵۶.

پورعبادالهان کویچ، محسن، و همکاران (۱۳۹۴)، «تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی در زیربخش‌های صنعتی ایران، مقایسه روش‌های لاسپیرز و دیویژیا»، فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد، دوره ۲، شماره ۴، صفحات ۷۰ـ ۴۹.

زارع مهرجردی، محمدرضا و ضیاء آبادی، مریم (۱۳۸۹)، «بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران»، مجله توسعه و سرمایه، سال سوم، شماره ۵، بهار و تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۱۵۳ـ۱۳۳.

طرازکار، محمدحسن (۱۳۸۷)، «تجزیه انرژی مصرفی بخش کشاورزی ایران، همایش ملی سوخت، انرژی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز.

علی‌زاده، الهام (۱۳۹۵)، «تجزیه‌ای در جداسازی انتشار دی‌اکسیدکربن از رشد اقتصادی در زیربخش‌های صنعتی ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۱ـ۱۳۸۴»، چهارمین کنفرانس ملی مدیریت، اقتصاد و حسابداری، ۲۳ اردیبهشت ۱۳۹۵، دانشگاه تبریز.

غنی‌کسب، نسرین (۱۳۹۳)، «تجزیه مصرف انرژی و انتشار کربن دی‌اکسید در پالایشگاه‌های ایران با استفاده از شاخص لگاریتم میانگین دیویژیا»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی، دانشکده اقتصاد.

فریدزاد، علی (۱۳۹۴)، «تحلیل تجزیه شدت انرژی در صنایع انرژی بر ایران با استفاده از روش شاخص لگاریتم میانگین دیویژیا با تأکید بر رویکرد زمانی دو دوره‌ای و زنجیره‌ای»، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال چهارم، شماره ۱۵، تابستان ۱۳۹۴، صفحات ۱۱۷ـ۸۷.

لطفی، شبنم (۱۳۹۶)، « تجزیه شدت انرژی در بخش‌های اقتصادی ایران: رویکرد ترکیبی تحلیل تجزیه شاخصی و تحلیل تجزیه مبتی بر تولید»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی.

نصرنیا، فاطمه و اسماعیلی، عبدالکریم (۱۳۸۶)، «رابطه علی بین انرژی با اشتغال، سرمایه‌گذاری و ارزش افزوده در بخش کشاورزی»، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی مشهد دانشگاه فردوسی مشهد، کد ۲۴۴، مشهد.

References

Ang, B. W. (2004), “Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method?”, Energy Policy, Vol. 32, pp.1131-1139.

Ang, B. W. (2005), "The LMDI Approach to Decomposition Analysis: a practical Guide", Energy Policy, Vol. 33, pp. 867-871.

Ang, B.W; Zhang, F.Q. and Choi, K. (1998), "Factorizing change in energy and environmental indicators through decomposition", Energy, Vol. 23, pp. 489-495.

Caiman, j. Cahill and Brain, P.OGallachoir (2010). Monitoring Energy Efficiency Trends in European Industry: Which Top-Down Method Should be Used? Energy Policy, Vol.38, pp.6910-6918.

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

Climent, F. and Pardo, A. (2007), "Decoupling factors on the energy-output linkage: the Spanish case", Energy Policy, Vol. 35, pp. 522-528.

De Freitas, L. and Kaneko, S. (2011), "Decomposing the Decoupling of CO2 Emissions and Economic Growth in Brazil", Ecological Economics, Vol. 70, pp. 59-14694.

Dong, B. M. Zhang, H. Mu, and Su, X. (2016), "Study on Decoupling Analysis Between Energy Consumption and Economic Growth in Liaoning Province", Energy Policy, Vol.97, pp. 414-420.

Ming Zhang; Yan Song, Bin Su, and Sun, Xiumei (2015), "Decomposition the Decoupling Indicator Between the Economic Growth and Energy Consumption in China", Energy Efficiency, Vol. 8, pp. 1231-1239.

OECD. (2002), Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth. Sustainable Development. SG/SD (2002) .1/Final. Website: http://www. olis.oecd.org/oils/2002doc.nsf/ LinkTo/sg-sd (2002)1-final accessed on August 28, 2010.

Tapio, Petri (2005), "Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road in Finland Between 1970 and 2001", Transport Policy, Vol. 12, pp. 137-151.

Wang, Wenwen and Lin, Rui. and Zhang, Ming and Li, Huanan (2013), "Decomposing the Decoupling of Energy-Related CO2 Emissions and Economic Growth in Jiangsu Province", Energy for Sustainable Development, Vol. 17, pp. 62-71.

Yanfang, Zhou. And Yanping, Bai (9016), "Decoupling Economic Growth from Energy Consumption: An Analysis of Beijing, China", journal of Residuals Science & Technology, Vol. 13, No. 7.

Zhang, Z. X. (2000), "Decoupling China's carbon emissions increase from economic growth: an economic analysis and policy implications", World Development, Vol. 28, pp. 739-752.

-- Iranian Energy Economics ------
9(33), 2
Jiee.atu.ac.ir
Dol: 10.22054/Jiee.2021.42822.1661

ATU PRESS

Original Reserch Accepted: 17/June/2019 Received: 14/May/2019 ISSN: 2423-5954 eISSN: 2476-6437

Using Combined Approach of Logarithmic Mean Divisia Index and Decoupling Index for Decomposition of Energy Consumption in Agricultural Sector of Iran

Hamid Amadeh* Corresponding Author, Associate Professor of the Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University

Mehri Hashemi Corresponding Author, Associate Professor, Private Law Department, Tehran University

Abstract

This study has decomposed affecting factors on energy consumption in the agriculture sector (MBOE) by using Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI) to three structural effects, activity effects, and energy intensity effects during 2006-2014. Also, it's investigated the relationship between GDP growth and energy consumption of the agriculture sector by combining Mean Logarithmic Divisia Index with the decoupling index. The results show that energy consumption of the agriculture sector has increased during that period. Activity effect and structural effect respectively, have the most share in explaining the changes in energy consumption among the mentioned effects, and the intensity effect has a smaller role in explaining the changes in energy consumption. Additionally, the results of applying the decoupling index indicated that the agriculture sector experienced three conditions, including strong negative decoupling, weak decoupling, and expansive negative decoupling during the period of study. In the agriculture sector, after activity effect, i.e., the change of total energy consumption of each sector due to increase of production, the structural effect, i.e., utilize of the energy-intensive industries, not only has more explanatory power than efficient use of energy in the changes in energy consumption but also has the most share in the trend of changes in GDP and changes in energy consumption of aforementioned sector. But the share of effective energy consumption expressed in terms of the intensity effect is less. This conclusion suggests that the use of energy-intensive industries has a greater role in total energy consumption changes and decoupling index changes than an inefficient use of energy.

Keywords: Activity Effect, Structural Effect, Energy Intensity Effect, Logarithmic Mean Divisia Index, Decoupling Index

JEL Classification: Q10, Q40, C43

* amadeh@gmail.com