عوامل تعیین‌کننده شدت مصرف انرژی و انتشارکربن در بخش کشاورزی

سیدنعمت اله موسوی*[۱]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۳/۳۱

چکیده

این مطالعه با هدف شناخت و تحلیل عوامل موثر بر شدت مصرف انرژی و انتشار کربن در بخش کشاورزی ایران صورت گرفت. برای این منظور از داده‌های بخش کشاورزی برای دوره‌ی ۱۳۹۱- ۱۳۵۳ استفاده شد. عوامل موثر بر شدت مصرف انرژی و انتشار کربن شامل تولید ناخالص داخلی سرانه، قیمت انرژی، سرمایه سرانه نیروی کار و رشد سرمایه می‌باشد. یافته‌ها نشان داد که تولید ناخالص سرانه و سرمایه سرانه‌ی نیروی کار مهم‌ترین عوامل در تعیین شدت انرژی در بخش کشاورزی بوده و موجب کاهش شدت استفاده از انرژی در بخش کشاورزی می‌شوند. همچنین نتایج نشان داد که افزایش درآمد سرانه، زمینه‌ی کاهش شدت انتشار دی‌اکسیدکربن را فراهم می‌کند؛ اما افزایش انباشت سرمایه نیز موجب افزایش انتشار دی اکسیدکربن می‌شود.

طبقه‌بندی *JEL*: *Q1,Q4*

واژه‌های کلیدی: شدت انرژی، شدت کربن، بخش کشاورزی، ایران.

۱- دانشیار گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، مرودشت، ایران.

* نویسنده‌ی مسئول مقاله: mousavi_sn@yahoo.com

پیشگفتار

میزان مصرف انرژی ایران در دوره ۹۱-۱۳۴۶ از ۴۹/۶ میلیون بشکه نفت خام به ۱۱۸۱/۱ میلیون بشکه افزایش یافته که رشد سالانه آن برابر با ۷/۳٪ است(وزارت نیرو، ۱۳۸۷). این در حالی است که در این مدت تولید ناخالص داخلی ایران به‌طور متوسط سالانه ۳/۲٪ رشد یافته است(وزارت نیرو، ۱۳۸۷). یعنی رشد مصرف انرژی بیش از رشد ارزش افزوده بوده است. یکی از دلایل احتمالی می‌تواند جایگزینی انرژی به‌جای نهاده‌های سرمایه و نیروی کار باشد. یارانه کل انرژی بر حسب مقادیر اسمی از ۸۲۵۴۰/۵ میلیارد ریال در سال ۱۳۷۸ به ۵۳۰۱۵۵/۱ میلیارد ریال در سال ۱۳۸۷ افزایش یافته است(وزارت نیرو، ۱۳۸۷) که بالغ بر ۲۳٪ و بسیار فراتر از رشد قیمت‌های اقتصاد رشد داشته و نیز بیانگر افزایش مقدار واقعی یارانه انرژی می‌باشد. در سال ۲۰۰۷ ایران در میان کشورهای پرداخت کننده یارانه به انرژی در بالاترین سطح قرار داشته است. میزان یارانه پرداختی بیش از ۵۵ میلیارد دلار بوده است که بیش از ۳۵ میلیارد دلار از یارانه پرداختی تنها به فرآورده‌های نفتی تعلق دارد(آژانس بین‌المللی انرژی[1]، ۲۰۰۸).

مقایسه الگوی مصرف جهانی انرژی نیز حاکی است که ایران از انرژی با بهره وری پایین استفاده می‌کند. متوسط میزان انرژی مصرفی به ازاء ۱۰۰۰ دلار تولید در ایران ۱۷۶ کیلوگرم معادل نفت خام است، در حالی که در بسیاری از کشورها این رقم کمتر از ۱۰۰ است(پایگاه اطلاعاتی سازمان ملل[2]، ۲۰۱۱). بر حسب میزان انتشار آلودگی نیز می‌توان به نتیجه مشابهی دست یافت. متوسط میزان انتشار دی‌اکسیدکربن جهان به ازاء هر واحد درآمد بر حسب دلار کمتر از ۰/۵ کیلوگرم است در حالی که این رقم برای ایران در سطح ۰/۷۶ کیلوگرم قرار دارد(پایگاه اطلاعاتی سازمان ملل، ۲۰۰۹). یافته‌های مطالعه سازمان جهانی محیط زیست حاکی از آن است که ۹۰٪ از منشاء آلودگی دی‌اکسیدکربن در ایران انرژی می باشد(برنامه توسعه سازمان ملل متحد، ۲۰۱۰). البته از سوی دیگر نقش مثبت انرژی در تولید توسط مطالعات متعدد مورد تاکید قرار گرفته است. به‌عنوان مثال آرمن و زارع(۱۳۸۴) دریافتند که میان مصرف کل انرژی و رشد اقتصادی یک رابطه علی یک طرفه از مصرف انرژی به سوی رشد اقتصادی وجود دارد. آماده و همکاران(۱۳۸۸) نیز نشان دادند که در کوتاه مدت میان مصرف کل انرژی و تولید ناخالص کل اقتصاد یک رابطه علی یک طرفه از سوی مصرف انرژی به سوی تولید ناخالص وجود دارد. این رابطه در بلندمدت نیز برای برخی از حامل‌های انرژی احراز گردید. یافته‌های مهرآرا(۲۰۰۷) بیانگر این بود که یک رابطه‌ی علیت یک طرفه‌ی قوی از تولید ناخالص داخلی سرانه به مصرف انرژی سرانه در کشورهای صادرکننده‌ی نفت

1 International Energy Agency
2 UN Data http://data.un.org

وجود دارد. اثر مثبت انرژی بر تولید در امریکا(استرن، ۱۹۹۳)؛ گروهی از کشورهای آسیایی شامل هند، پاکستان و اندونزی(ماشی ، ۱۹۹۶)؛ تایوان (یانگ، ۲۰۰۰)؛ پاکستان(عقیل و بوت، ۲۰۰۱)؛ کره جنوبی(گلاشر، ۲۰۰۲؛ اوه و لی، ۲۰۰۴)؛ ترکیه(اردل و همکاران، ۲۰۰۸) و همچنین در کشورهای آرژانتین، ایتالیا، آلمان، فرانسه، ترکیه و ژاپن(سویتاس و ساری، ۲۰۰۳) نیز احراز شده است. مطالعات مرور شده نشان می‌دهد که انرژی یک نهاده حایز اهمیت و تعیین‌کننده در تولید است و هر شوکی در جهت کاهش مصرف آن حداقل در کوتاه‌مدت با کاهش تولید همراه خواهد بود. البته یقینا این به معنی توصیه توزیع یارانه‌ای انرژی نیست. زیرا توزیع یارانه‌ای خود یک تحریف محسوب می‌گردد و با منطق اقتصادی سازگار نیست.

سهم بخش کشاورزی از مصرف انرژی از ۸/۵٪ در سال ۱۳۴۶ به حدود ۴٪ در سال ۱۳۹۱ کاهش یافته است. اما مقدار مطلق آن از ۴/۴ میلیون بشکه نفت خام به ۴۷/۶ میلیون بشکه افزایش یافته است که افزون بر ۵/۴٪ رشد نشان می‌دهد(وزارت نیرو، ۱۳۹۱). سهم پایین بخش کشاورزی به معنی اهمیت پایین حامل های انرژی در این بخش نمی‌باشد. زیرا این بخش تامین کننده تقاضای واسطه بخش صنایع وابسته به کشاورزی است که در صنعت ایران بسیار حایز اهمیت است. افزون بر این بخش کشاورزی در حال حاضر حدود ۹٪ از تولید و ۲۱٪ از اشتغال کل اقتصاد ایران را در بر می‌گیرد و حدود ۳۰٪ از جمعیت نیز در بخش کشاورزی و روستایی ساکن هستند(پایگاه اطلاعاتی سازمان ملل، ۲۰۰۹). در خصوص نقش انرژی در تولید بخش کشاورزی به‌عنوان مثال هژبر کیانی و همکاران(۱۳۷۹) نشان دادند که انرژی بر تولید بخش کشاورزی اثر مثبت دارد. نتایج مطالعه زیبایی و طرازکار(۱۳۸۳) نیز نشان داد که برق در تولید بخش کشاورزی نهاده حایز اهمیتی است. همچنین در مطالعه آماده و همکاران(۱۳۸۸) اثر علی مصرف انرژی برق بر روی تولید بخش کشاورزی در کوتاه مدت و بلندمدت مورد تایید قرار گرفت. کاهش سهم بخش کشاورزی ناشی از شتاب گرفتن مصرف انرژی در سایر بخش‌های اقتصاد ایران است. البته سهم بخش کشاورزی از یارانه حامل‌های انرژی فراتر از ۷٪ است. به بیان دیگر علیرغم آنکه بخش کشاورزی حدود ۴٪ انرژی را مصرف می‌کند، اما بیش از ۷٪ از یارانه‌های انرژی را دریافت می‌کند(وزارت نیرو، ۱۳۸۷). این مطلب به‌طور تلویحی حاکی از سطح بالاتر پرداخت یارانه به بخش کشاورزی یا سطح پایین‌تر قیمت حامل های انرژی در بخش کشاورزی می‌باشد. به همین ترتیب انتظار می‌رود که پرداخت قیمت یکسان برای حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد به معنی افزایش بیشتر قیمت این حامل‌ها در بخش کشاورزی باشد. کشاورزی در مقایسه با سایر بخش‌ها یک بخش با شدت مصرف انرژی پایین محسوب می‌شود. زیرا سهم آن از تولید اقتصاد ایران حدود ۹٪ است، در حالی که تنها ۴٪ از انرژی را مصرف می‌کند(بانک مرکزی ایران، ۱۳۸۷).

علیرغم اثر مثبت انرژی بر تولید اما از توزیع یارانه‌ای آن نیز حمایت نمی‌شود. هرچند پرداخت یارانه به انرژی در بسیاری از کشورهای جهان نیز معمول است. یکی از اهداف بسیار مهم این سیاست، دسترسی گروه های کم درآمد به کالاهای مدرن انرژی بر است(لیو و لی، ۲۰۱۱). هدف مهم دیگر حمایت از تولیدات داخلی در مقابل رقابت خارجی و ممانعت از کاهش اشتغال می‌باشد (لین و جیانگ، ۲۰۱۱). اما در حال حاضر در سطح جهانی اعتقاد بر این است که هدف دسترسی گروه های کم درآمد به کالاهای انرژی بر تحقق نیافته است(داب، ۲۰۰۳؛ گانگوپادیای و همکاران، ۲۰۰۵؛ کبده، ۲۰۰۶). در خصوص ایران نیز یافته‌های برخی مطالعات همانند باستانزاد و نیلی (۱۳۸۴) حاکی از آن است که افزایش یارانه انرژی باعث افزایش رشد اقتصادی در ایران نشده است. اغلب مطالعات در خصوص انرژی و یارانه حامل‌های انرژی به پیامدهای آن در حوزه شدت انرژی و شدت انتشار دی اکسید کربن نپرداخته اند. اخیرا الگوی شدت استفاده از انرژی و عوامل موثر بر آن مورد توجه قرار گرفته است. به‌طور ساده شدت مصرف انرژی عبارت از میزان انرژی مصرفی به ازاء هر واحد تولید می‌باشد. اخیرا نه تنها توزیع یارانه‌ای انرژی با هدف دسترسی به اهداف یاد شده مورد تردید قرار گرفته است، بلکه مطالعات تلاش دارند پیامدهای مثبت ناشی از آزادسازی قیمت انرژی را ارزیابی نمایند. در همین راستا نتایج مطالعه هرریاس و همکاران(۲۰۱۳) نشان داد که آزادسازی در حوزه سرمایه‌گذاری خارجی و واردات موجب بهبود کارایی مصرف انرژی در چین شده است. افزون بر این مشخص گردید اگر سرمایه‌گذاری محدود به بخش انرژی شود، نقش سرمایه‌گذاری خصوصی در افزایش کارایی مصرف انرژی بیش از پیش برجسته و نمایان می‌شود. در حال حاضر از مهم‌ترین موارد تاکید در مطالعات مرتبط با شدت انرژی، تلاش برای شناسایی عوامل موثر بر شدت استفاده از انرژی است. به‌عنوان مثال وو(۲۰۱۲) در چین نشان داد که افزایش درآمد می‌تواند منجر به افزایش کارایی استفاده از انرژی شود. از سوی دیگر افزایش قیمت انرژی می‌تواند بر شدت مصرف انرژی اثر منفی داشته باشد. همچنین این مطالعه کاهش شدت انرژی در چین را به‌طور عمده ناشی از بهبود کارایی مصرف آن می‌داند و معتقد است که در آینده چین می‌تواند با تغییر ساختار تولید هنوز بر کاهش شدت انرژی همت گمارد. عامل مهم دیگر در این مطالعه تفاوت منطقه‌ای عنوان شده است. تفاوت منطقه‌ای توسط بامپاتسو و همکاران(۲۰۱۳) نیز در قالب ارزیابی کارایی برای کشورهای عضو اتحادیه اروپا مورد بررسی قرار گرفته و مشخص گردید که میان اعضاء اتحادیه اروپا از نظر کارایی تولید تفاوت وجود دارد. چانگ(۲۰۱۴) معتقد است که در اتحادیه اروپا میان شدت انرژی و تولید رابطه U شکل وجود دارد. همچنین راسخی و سلمانی(۱۳۹۲) رابطه میان شدت انرژی و کارایی اقتصادی را در میان گروهی از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه U معکوس ارزیابی نمودند. به‌طور مشابه سانگ و ژنگ(۲۰۱۲) فراتر از متغیرهای مرتبط با کارایی

و ساختار تولید، متغیر درآمد را در تبیین شدت انرژی موثر می‌داند. در حالی که برای قیمت نقش اندکی به دست آمد. در این مطالعه نیز مشابه مطالعه وو(۲۰۱۲) شدت استفاده از انرژی در هر بخش به کارایی استفاده از انرژی در آن بخش و همچنین به سهم بخش از تولید تفکیک گردید. مشخص گردید که بیش از ۹۰٪ از این کاهش شدت انرژی ناشی از بهبود کارایی استفاده از انرژی بوده است. در این مطالعه نیز نقش درآمد در تغییر شدت استفاده از انرژی بالا ارزیابی گردید.

با توجه به نقش بالای انرژی در انتشار کربن جعفری صمیمی و محمدی خیاره(۱۳۹۳) به بررسی رابطه علی میان متغیرهای تولیدناخالص داخلی، انتشار کربن و انرژی پرداختند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که انرژی و کربن در کوتاه مدت و بلندمدت اثر معنی‌داری بر تولید ناخالص داخلی ندارد. اما تولید ناخالص داخلی علت مصرف انرژی در کوتاه مدت و بلندمدت می باشد.

در ایران اصلاح الگوی مصرف انرژی به دنبال کاهش یا حذف یارانه آن به وقوع خواهد پیوست. تاکنون مطالعات متعددی به پیامدهای کاهش یارانه حامل های انرژی مانند تغییرات تولید و سطح قیمت‌ها پرداخته اند؛ در حالی که اثر آن بر الگوی مصرف انرژی و یا شدت مصرف انرژی به‌ویژه در بخش کشاورزی همواره مغفول مانده است. انرژی از جهت انتشار دی اکسید کربن به‌عنوان مهم‌ترین آلاینده نیز حایز هامیت است. ۹۰٪ از منشاء آلودگی دی‌اکسیدکربن در ایران انرژی می‌باشد(UNDP[1], ۲۰۱۰). در این مطالعه عوامل تعیین کننده شدت مصرف انرژی و شدت انتشار کربن در بخش کشاورزی تحلیل شده است که مهم‌ترین وجه تمایز آن نسبت به مطالعات مشابه در حوزه کشاورزی است. بر اساس مطالب فوق مهم‌ترین هدف مطالعه حاضر را می‌توان شناسایی عوامل تعیین کننده شدت استفاده از انرژی و شدت انتشار کربن عنوان نمود.

مبانی نظری و روش تحقیق

شدت انرژی از ساده‌ترین معیارهای بیانگر کارایی مصرف انرژی است که به‌صورت میزان انرژی مصرفی به ازاء هر واحد درآمد تعریف می‌شود. در مطالعات متعدد عوامل متعددی به‌عنوان منابع تعیین کننده شدت انرژی مورد استفاده قرار گرفته است. به‌عنوان مثال وو(۲۰۱۲) این عوامل را به‌صورت زیر ارایه نموده است:

$$\log I_t = f(Income, \mathrm{Price}, KLratio, KLratio^2, Kgrowth, Kgrowth^2, Time) \qquad (۱)$$

وی متغیرهای فوق را به‌صورت لگاریتمی مورد استفاده قرار داده است. *Income* که در رابطه فوق به‌صورت درآمد سرانه مورد استفاده قرار گرفته است، نشان‌دهنده سطح توسعه اقتصادی عنوان شده است. *Price* قیمت حامل‌های انرژی می‌باشد که متغیر سیاستی است و افزایش آن به دنبال افزایش هزینه‌های تولید می‌تواند موجب افزایش کارایی مصرف انرژی شود. *KLratio* نسبت

1 United Nations Development Program

سرمایه- نیروی کار است. این متغیر معمولا به‌عنوان معیاری از سطح تکنولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرد و انتظار می‌رود با بهبود تکنولوژی میزان شدت انرژی کاهش یابد. متغیر دیگر میزان تغییرات انباشت سرمایه یا سرمایه‌گذاری است($Kgrowth$) که می‌تواند به‌عنوان معیاری از جایگزینی تکنولوژی قدیم با تکنولوژی جدید باشد. متغیر $Time$ نیز تغییرات در طول زمان را شامل می‌شود.

الگوی دیگری نیز برای مطالعه شدت انرژی توسط سانگ و ژنگ(۲۰۱۲) ارایه شده است که در آن متغیر درآمد سرانه نیز به‌صورت مجذور آن مورد استفاده قرار گرفته است. بر این اساس در این مطالعه برای تخمین عوامل تعیین‌کننده شدت انرژی در بخش کشاورزی از الگوی تلفیقی به‌صورت زیر استفاده شد:

$$\log I_t = f(Income, Income^2, \Pr ice, KLratio, KLratio^2, Kgrowth, Kgrowth^2, Time) \quad (۲)$$

همچنین قیمت حامل‌های انرژی برحسب سهم آنها در مصرف به‌صورت متوسط وزنی محاسبه شده است. آنچه حایز اهمیت است این که در تمامی انواع معادلات ارایه شده متغیر قیمت که به‌عنوان متغیر سیاست‌گذاری مورد توجه است، حضور دارد. پیامد مهم دیگر که در بخش مقدمه نیز به آن اشاره شد، کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشد. لذا همزمان معادلات مربوط به شدت انرژی، تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن نیز مورد بررسی قرار گرفت. اندرسون و کارپستم(۲۰۱۳) شدت انتشار دی‌اکسیدکربن یا شدت کربن را با استفاده از متغیرهای مشابه مورد استفاده برای تحلیل شدت انرژی مورد ارزیابی قرار دادند. تصریح مورد استفاده برای شناسایی عوامل موثر بر شدت انتشار دی‌اکسیدکربن (CI) بصورت زیر است:

$$\log CI_t = f(Income, Income^2, \Pr ice, KLratio, KLratio^2, Kgrowth, Kgrowth^2, Time) \quad (۲)$$

البته با توجه به افزایش سهم مصرف برق در سال های اخیر و همچنین با عنایت به کمتر آلاینده بودن آن، از متغیر سهم برق نیز به‌عنوان متغیر کنترلی بهره گرفته شده است. در معادلات ارایه شده متغیر درآمد یا تولید سرانه به‌صورت درون زا در نظر گرفته شده است. حال آن که این متغیر خود توسط متغیرهای دیگر مدل مانند سرمایه و نیروی کار تعیین می‌شود که به‌عنوان متغیر توضیحی مورد استفاده قرار گرفته اند. لذا این به معنی وجود ارتباط میان متغیرهای درآمد سرانه و نسبت سرمایه- نیروی کار خواهد بود. نمونه‌ای از چنین برخورد با متغیرها در مطالعه هالکاس و پایزاناس(۲۰۱۳) و و سانگ و ژنگ(۲۰۱۲) نیز مورد تاکید قرار گرفته است. همچنین وو(۲۰۱۲) ضمن درون‌زا عنوان نمودن متغیر درآمد سرانه از روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) برای تخمین معادلات استفاده نموده است. این شرایط منجر به ایجاد مساله همزمانی میان دو متغیر فوق خواهد شد. لذا در این مطالعه ابتدا درون زایی متغیر درآمد سرانه مورد ارزیابی قرارگرفت.

اطلاعات مورد استفاده در این مطالعه شامل داده‌های سری‌زمانی مربوط به بخش کشاورزی است. متغیرهای مطالعه شامل میزان مصرف انرژی در بخش کشاورزی، انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش کشاورزی به‌عنوان معیاری از آلودگی، درآمد سرانه، موجودی سرمایه، سرمایه‌گذاری، نیروی‌کار، جمعیت، تولید بخش کشاورزی و قیمت وزنی انرژی می‌باشد. داده‌ها از منابع اطلاعاتی مختلف همانند پایگاه اطلاعاتی وزارت نیرو، سازمان ملل، بانک مرکزی، مرکز آمار ایران و FAO جمع‌آوری شد. دوره مطالعه نیز شامل سال‌های ۹۱-۱۳۵۳ می‌باشد.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه داده‌های مورد استفاده سری زمانی بودند، ابتدا رفتار آماری آنها به لحاظ ایستایی با استفاده از آزمون ریشه واحد ارزیابی گردید. مشخص شد که تمامی متغیرهای مورد استفاده ایستا می‌باشند. لذا از شکل اصلی متغیرها در برآورد معادلات استفاده گردید. همچنین نتایج حاصل از آزمون درون‌زایی متغیر درآمد سرانه نشان داد که این متغیر درون‌زا است و لذا همانند مطالعه وو (۲۰۱۲) از روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) برای تخمین معادلات استفاده شد. یافته‌های مطالعه شامل دو الگو است. در الگوی نخست عوامل تعیین کننده شدت انرژی ارایه شده است. در الگوی دوم همان عوامل مورد استفاده در تحلیل شدت انرژی برای بیان رفتار شدت کربن یا دی اکسیدکربن مورد استفاده قرار گرفته است. لازم به ذکر است که در مورد هر یک از الگوها نیز چهار تصریح ارایه شده است که تفاوت آنها در استفاده از جملات توان دوم متغیرهای درآمد سرانه، نسبت سرمایه – نیروی کار و رشد سرمایه است.

شدت انرژی

در جدول (۱) تصریح های مورد استفاده برای شدت انرژی در بخش کشاورزی ارایه شده است. در تصریح اول به جز متغیر رشد سرمایه سایر متغیرها دارای اثر معنی دار بر شدت استفاده از انرژی در بخش کشاورزی هستند. افزون بر این علامت متغیرها مبتنی بر انتظار است. لازم به ذکر است که متغیر تولید یا درآمد سرانه بعنوان متغیر بیانگر سطح توسعه اقتصادی مورد استفاده قرار گرفته است و مطابق انتظار علامت این متغیر منفی است. انتظار می‌رود با افزایش تولید سرانه به میزان ۱ درصد شدت استفاده از انرژی بیش از ۱ درصد کاهش یابد. قیمت انرژی نیز مطابق انتظار اثر منفی بر شدت استفاده از انرژی دارد و البته ضریب به‌دست آمده برای این منغیر در سطح پایینی قرار دارد. به‌گونه‌ای که در ازاء ۱ درصد افزایش قیمت انرژی کاهش شدت استفاده از انرژی در بخش کشاورزی تنها ۰/۰۵ درصد است. متغیر نسبت سرمایه- نیروی کار به‌عنوان معیاری از تکنولوژی می تواند تلقی شود. در اینجا اثر مثبت این متغیر بر شدت استفاده از انرژی به معنی آن است که

تکنولوژی مورد استفاده در بخش کشاورزی تمایل به افزایش استفاده از انرژی دارد. بر اساس ضریب به‌دست آمده انتظار می رود که در ازای ۱ درصد افزایش نسبت سرمایه- انرژی شدت استفاده از انرژی در بخش کشاورزی ۰/۲۱ درصد افزایش یابد. متغیر رشد سرمایه اثر معنی‌داری ندارد و البته جهت آن مثبت است. اما از اهمیت آماری پایینی برخوردار است. متغیر دیگر متغیر روند زمانی است که می‌توان آن را نماینده متغیرهایی دیگری دانست که در طول زمان تغییر یافته‌اند. ضریب به‌دست آمده برای این متغیر در سطح بسیار پایینی قرار دارد و انتظار می‌رود که در ازاء هر دوره شدت استفاده از انرژی تنها ۰/۰۲ درصد افزایش یابد. وقفه متغیر وابسته را می‌توان اثر توام با تاخیر سایر متغیرهای الگو نیز تلقی نمود. ضریب این متغیر در سطح بالایی به‌دست آمده است. لذا می‌توان گفت که بخشی از اثر سایر متغیرها با تاخیر توسط این متغیر بروز نموده است.

در تصریح دوم متغیرهای سرمایه- نیروی کار و همچنین رشد سرمایه با توان دوم مورد استفاده قرار گرفته و در واقع وجود رابطه غیرخطی بررسی شده است. مهم‌ترین تفاوت این تصریح نسبت به تصریح قبل اثر متغیر سرمایه است. در حالی که در تصریح اول اثر مثبت نشان داد که در این تصریح شدت انرژی با نسبت سرمایه- نیروی کار دارای رابطه U شکل است. محاسبه نقطه عطف نشان داد که بخش کشاورزی هنوز با نقطه عطف فاصله زیادی دارد و لذا افزایش نسبت سرمایه- نیروی کار با کاهش شدت انرژی همراه خواهد بود. برخلاف متغیر سرمایه سرانه نیروی کار اما رشد سرمایه بر شدت استفاده از انرژی در بخش کشاورزی اثر معنی دار ندارد.

تولید ناخالص سرانه همانند تصریح اول قادر است امکان کاهش شدت استفاده از انرژی را فراهم نماید. افزون بر این در مقایسه با تصریح اول ضریب به‌دست آمده برای این متغیر در سطح بالاتری قرار دارد و انتظار می‌رود در ازاء افزایش تولید سرانه به میزان ۱ درصد شدت استفاده از انرژی بیش از ۱/۳ درصد کاهش یابد. ضریب متناظر برای متغیر قیمت انرژی نیز در سطح ۰/۰۸ درصد قرار دارد که هر چند در مقایسه با تصریح اول مقدار بزرگ تری را نشان می‌دهد، اما رقم آن چندان بالا نمی‌باشد.

تصریح سوم با تصریح اول قابل مقایسه است و تنها تفاوت آن استفاده از توان دوم متغیر تولید ناخالص سرانه است. یعنی امکان اثرگذاری غیرخطی متغیر تولید سرانه نیز بررسی شده است. بر اساس نتایج تصریح سوم وجود چنین رابطه غیرخطی پذیرفته شده است. افزون بر این اثر متغیر تولید ناخالص سرانه تا سطح بالایی افزایش یافته است. به این ترتیب مشاهده می‌شود که میان تولید ناخالص سرانه و شدت استفاده از انرژی رابطه U شکل وجود دارد. ارزیابی نقطه عطف برای متغیر تولید ناخالص نیز حاکی از فاصله زیاد شرایط کنونی با نقطه عطف می‌باشد. لذا می‌توان گفت که در شرایط کنونی افزایش تولید یا درآمد سرانه منجر به کاهش شدت انرژی در بخش کشاورزی

خواهد شد. قیمت انرژی نیز همانند دو تصریح قبل اثر محدود و البته منفی بر شدت استفاده از انرژی نشان می دهد. به‌گونه‌ای که در ازاء ۱ درصد افزایش قیمت واقعی انرژی با فرض ثابت بودن سایر عوامل، شدت استفاده از انرژی کمتراز ۰/۱ درصد کاهش خواهد یافت. متغیر نسبت سرمایه- نیروی کار همانند تصریح اول اثر مثبت بر شدت استفاده از انرژی را نشان داده و ضریب آن در مقایسه با تصریح اول اندکی افزایش را نشان می‌دهد. به‌گونه‌ای که افزایش این متغیر به میزان ۱ درصد می‌تواند حدود یک سوم درصد افزایش در شدت استفاده از انرژی را به همراه داشته باشد. در حالی که متغیر رشد سرمایه در این تصریح نیز از اثرگذاری معنی‌دار بازمانده است. البته جهت آن مثبت نشان می دهد اما این اثر فاقد اهمیت آماری است.

تصریح چهارم در واقع ترکیب تصریح‌های دوم و سوم است و البته تصریح اول را نیز در بر می‌گیرد. به این ترتیب که در این تصریح از مجذور هر سه متغیر تولید ناخالص سرانه، نسبت سرمایه- نیروی کار و همچنین رشد سرمایه استفاده شده است. همان‌طور که در جدول زیر مشاهده می‌شود مجذور جملات تولید ناخالص سرانه و سرمایه سرانه نیروی کار حایز اهمیت آماری هستند اما رشد سرمایه فاقد اهمیت آماری ارزیابی شده است. در این تصریح مجددا وجود رابطه U شکل شدت انرژی با متغیرهای تولید(درآمد) ناخالص سرانه و سرمایه سرانه نیروی کار یا نسبت سرمایه- نیروی کار مورد تایید قرار گرفته است. افزون بر این مقادیر نقطه عطف نیز مشابه تصریح های پیشین به دست آمد. به این معنی که در حال حاضر افزایش درآمد و نسبت سرمایه- نیروی کار بر شدت استفاده از انرژی در بخش کشاورزی اثر منفی دارد. متغیر قیمت انرژی همانند تصریح‌های قبل بر شدت استفاده از انرژی در بخش کشاورزی اثر منفی دارد و در مقایسه با سایر تصریح‌ها این اثر در سطح بالاتری قرار گرفته است و انتظار می‌رود که با افزایش قیمت واقعی انرژی به میزان ۱۰ درصد شدت استفاده از انرژی ۱/۳ درصد کاهش یابد.

بر حسب ضریب خوبی برازش، تصریح‌های ارایه شده دارای شباهت زیادی بوده و قادرند بیش از ۸۲ درصد از تغییرات در شدت استفاده از انرژی را تبیین نمایند. با توجه به لزوم عنایت به رابطه غیرخطی و همچنین در نظرگرفتن ضریب خوبی برازش تصریح چهارم را می توان بر سایر تصریح‌ها برتری داد.

شدت کربن

در این بخش نقش عوامل منتخب مطالعه بر شدت کربن یا همان تراکم دی اکسیدکربن ارایه شده است. لازم به ذکر است که شدت کربن تنها انتشار دی اکسیدکربن ناشی از مصرف سوخت را شامل نمی شود؛ بلکه دی اکسیدکربن منتشر شده از سایر فعالیت‌های کشاورزی را نیز در بر می‌گیرد. زیرا در خصوص کشاورزی بخش مهمی از انتشار دی اکسیدکربن منشا غیرانرژی دارد.

همانند تصریح‌های به‌دست آمده برای شدت انرژی در اینجا نیز مشاهده می‌شود که در تصریح اول افزایش تولید ناخالص سرانه بر شدت کربن یا انتشار دی اکسیدکربن اثر منفی دارد. به‌گونه‌ای که انتظار می‌رود که ۱درصد افزایش در تولید ناخالص سرانه که به‌عنوان معیاری از سطح توسعه مورد استفاده قرار گرفته است، منجر به کاهش شدت کربن به میزان ۰/۵۵ درصد شود. این امر می‌تواند از طریق تقاضای بیشتر برای کالاهای حاوی آلاینده کمتر و کاهش تقاضا برای کالاهای حاوی آلاینده بیشتر به موازات توسعه اقتصادی حاصل شود. قیمت انرژی نیز همانند تصریح‌های شدت انرژی اثر محدودی بر کاهش شدت کربن دارد. به گونه‌ای که انتظار می‌رود به دنبال افزایش قیمت واقعی انرژی به میزان ۱۰ درصد شدت کربن تنها ۰/۲۵ درصد کاهش یابد. در حالی که مشاهده شد که متغیر سرمایه سرانه موجب افزایش شدت استفاده از انرژی می‌شود(جدول ۱). اما در اینجا مشاهده می‌شود که به‌طور جزیی می‌تواند در کاهش شدت کربن نقش داشته باشد. این تفاوت در جهت اثرگذاری را می‌توان به تغییر در ترکیب حامل‌های انرژی نسبت داد. به این معنی که افزایش سرمایه سرانه نیروی کار در تصریح اول در جهت افزایش حامل‌های انرژی و تغییر ترکیب حامل‌ها به نفع حامل‌های کمتر آلاینده می‌باشد. متغیر رشد سرمایه نیز علیرغم اثر نامحسوس بر شدت استفاده از انرژی در اینجا موجب رشد شدت کربن خواهد شد. ضریب به‌دست آمده برای این متغیر هم از نظر اندازه و هم از نظر اهمیت آماری حایز اهمیت بالا می‌باشد. به‌گونه‌ای که در ازاء ۱ درصد رشد، سرمایه می‌تواند حدود ۶ درصد به افزایش شدت کربن مساعدت نماید. از میان متغیرهای مورد استفاده در این تصریح دو متغیر روند زمانی و سهم برق فاقد اهمیت آماری لازم هستند. در مورد روند زمانی مقدار ضریب بسیار پایین نیز مشهود است. متغیر سهم برق علامت مورد انتظار را نشان می‌دهد، اما از ضریب بسیار پایین و اهمیت آماری پایین برخوردار است. در این تصریح با توجه به خودهمبستگی میان جملات اخلال از وقفه مرتبه اول استفاده شد که منجر به کاهش خودهمبستگی گردید. می‌توان گفت که بخشی از اثر متغیرها با تاخیر بر شدت کربن ظاهر می‌شود. در تصریح دوم در مقایسه با تصریح اول وجود رابطه غیرخطی متغیرهای سرمایه سرانه نیروی کار و همچنین رشد سرمایه بررسی شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در مورد متغیر سرمایه سرانه نیروی کار این رابطه غیرخطی حایز اهمیت آماری و U شکل است. بر حسب ضریب به‌دست آمده نقطه عطف در سطح بسیار بالایی قرار داشته و از وضعیت فعلی بسیار دور است. اثر منفی و معنی‌دار متغیر سرمایه سرانه نیروی کار پیش‌تر بر شدت انرژی نیز احراز گردید(جدول ۱). برخلاف متغیر سرمایه سرانه نیروی کار در خصوص رشد سرمایه نه تنها رابطه غیرخطی بلکه وجود رابطه میان این متغیر و شدت کربن مورد تردید است. ضرایب به‌دست آمده برای این متغیر از اهمیت آماری بسیار پایینی برخوردار هستند. پیش‌تر در خصوص نقش متغیر رشد سرمایه در شدت

استفاده از انرژی نیز تا حدودی نتایج مشابه مشاهده گردید. متغیر تولید ناخالص سرانه همانند تصریح اول بر شدت انتشار دی اکسیدکربن اثر منفی دارد. به گونه ای که در ازای ۱ درصد افزایش تولید ناخالص سرانه شدت کربن حدود یک سوم درصد کاهش خواهد یافت. اثر متغیر قیمت انرژی نیز بر شدت کربن همانند تصریح قبل در سطح پایینی قرار دارد و می توان گفت افزایش قیمت انرژی نقش بسیار کمی در کاهش شدت کربن دارد. همچنین متغیر سهم برق در مورد این تصریح نیز اثر معنی‌داری بر شدت کربن نشان نداده است. همچنین نقش متغیر با وقفه به نصف آن در تصریح قبل کاهش یافته است.

تصریح سوم در مقایسه با تصریح اول از مجذور متغیر تولید(درآمد) سرانه نیز استفاده می‌کند. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، مجذور متغیر تولید ناخالص سرانه از اهمیت آماری نیز برخوردار است و نشان دهنده رابطه غیرخطی متغیر تولید ناخالص سرانه و شدت کربن است. این تصریح نشان‌دهنده رابطه U شکل میان شدت کربن و تولید ناخالص سرانه است که نقطه عطف آن به مراتب از مقادیر فعلی بالاتر است. نتیجه جالب توجه دیگر در این تصریح ضریب معنی‌دار متغیر سهم برق برخلاف دو تصریح قبل است. البته ضریب آن در سطح پایینی قرار دارد و انتظار می رود با افزایش سهم برق در تامین انرژی بخش کشاورزی به میزان ۱ درصد، ۰/۰۵ درصد کاهش شدت کربن حادث شود. قیمت انرژی نیز همانند تصریح اول دارای ضریب بسیار پایینی است. البته علامت آن مورد انتظار و همچنین حایز اهمیت آماری است. انتظار می‌رود که با افزایش قیمت واقعی به میزان ۱ درصد، شدت کربن تنها ۰/۰۳ درصد کاهش یابد. همچنین نقش متغیر سرمایه سرانه نیروی کار نسبت به تصریح اول افزایش یافته و بر اساس ضریب به‌دست آمده در ازاء ۱۰ درصد افزایش سرمایه سرانه، شدت انتشار دی اکسیدکربن می‌تواند حدود ۱/۲ درصد کاهش یابد. برخلاف اثر کاهشی سرمایه سرانه نیروی کار، رشد سرمایه بر شدت انتشار دی‌اکسیدکربن اثر مثبت نشان می‌دهد. البته ضریب آن از تصریح اول کمتر است. بر اساس ضریب به‌دست آمده برای این متغیر، انتظار می‌رود با افزایش رشد سرمایه به میزان ۱ درصد شدت کربن بیش از ۳ درصد افزایش یابد. در تصریح اول از همین الگو این ضریب حدود ۶ درصد بود. ضریب متغیر روند زمانی نیز همانند تصریح‌های قبل فاقد اهمیت آماری است و به لحاظ قدر مطلق در سطح بسیار پایینی قرار دارد. لازم به ذکر است که به‌منظور کاهش سطح خودهمبستگی میان جملات اخلال از وقفه مرتبه اول متغیر شدت کربن نیز استفاده شد که همان‌طور که آماره‌های Q نیز نشان می‌دهد، سطح خودهمبستگی بسیار کاهش یافته است. ضریب متغیر با وقفه در حدود ۰/۳ و حایز اهمیت آماری است.

در تصریح چهارم جدول (۲) از تمامی متغیرها استفاده شده است. ضرایب تولید ناخالص داخلی همانند تصریح سوم وجود رابطه غیرخطی میان این متغیر با شدت کربن را نشان می‌دهد. این رابطه به صورت U شکل می‌باشد، اما نقطه عطف پیشنهادی این تصریح کمتر از تصریح سوم است و بر این اساس می‌توان گفت که اقتصاد ایران در حال عبور از این نقطه آستانه یا نقطه عطف می‌باشد. به این معنی که از این پس شدت کربن با افزایش تولید ناخالص سرانه افزایش خواهد یافت. اثر متغیر قیمت واقعی انرژی در مقایسه با تصریح های قبل اندکی تقویت شده است؛ اما هنوز هم علیرغم آنکه جهت آن مبتنی بر انتظار است، می توان آن را حایز اهمیت کم عنوان نمود. زیرا آن‌گونه که از یافته‌ها مشخص است ۱۰ درصد افزایش در قیمت متغیر قیمت انرژی تنها ۰/۴ درصد کاهش در شدت کربن را به همراه دارد. سرمایه سرانه نیروی کار نیز رابطه غیرخطی با شدت کربن نشان می‌دهد. این رابطه همانند رابطه تولید ناخالص سرانه به‌صورت U شکل است. بر اساس ضرایب به‌دست آمده هنوز بخش کشاورزی از نقطه عطف عبور نکرده است و افزایش سرمایه سرانه نیروی کار می‌تواند موجب کاهش شدت کربن شود. در خصوص متغیر رشد سرمایه نمی‌توان رابطه غیرخطی آن با متغیر شدت کربن را پذیرفت. پیش‌تر در تصریح‌های قبل نیز رابطه خطی و مستقیم آن با متغیر شدت کربن مشاهده شد. در تصریح دوم حتی وجود رابطه میان دو متغیر شدت کربن و رشد سرمایه تایید نشد. بر اساس یافته‌های تصریح چهارم می‌توان گفت که ۱ درصد افزایش در رشد سرمایه می‌تواند بیش از ۱/۷ درصد رشد در شدت کربن را به همراه داشته باشد. روند زمانی در تصریح‌های پیشین اثر معنی‌داری نشان نداد اما در این تصریح دارای اثر منفی جزیی می‌باشد. همچنین متغیر سهم برق همواره فاقد اهمیت آماری است.

برحسب ضریب خوبی برازش میان تصریح‌ها تفاوت چندانی وجود ندارد. تصریح‌های ارایه شده در جدول (۲) قادرند بیش از ۹۳ درصد از تغییرات در شدت انتشار کربن را تبیین نمایند. با تبعیت از اصل ساده بودن مدل حتی می‌توان تصریح اول را انتخاب نمود. در خصوص علت این انتخاب می‌توان به عدم مساعدت معنی‌دار جملات مجذور متغیر رشد سرمایه و همچنین ضریب بسیار پایین متغیر سرمایه سرانه نیز اشاره نمود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این مطالعه با هدف تحلیل عوامل موثر بر شدت انرژی در بخش کشاورزی صورت گرفت. افزون بر شدت انرژی، نقش عوامل منتخب بر شدت انتشار کربن یا دی‌اکسیدکربن نیز مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس یافته‌ها می‌توان گفت در بخش کشاورزی شدت انرژی به‌طور محسوس از تولید ناخالص سرانه و انباشت سرمایه سرانه نیروی کار متاثر می‌شود و قیمت انرژی نیز اثر محدود دارد.

این در حالی است که رشد سرمایه فاقد اثر معنی‌دار است. مشخص شد که هر دو متغیر یاد شده با شدت انرژی در بخش کشاورزی رابطه غیرخطی دارند که به‌صورت U شکل می‌باشد. یافته‌های مشابهی در مطالعه چانگ(۲۰۱۴) در اروپا نیز مشاهده می‌شود. اما راسخی و سلمانی(۱۳۹۲) این رابطه را برای گروهی از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته به‌صورت U معکوس می‌دانند. محاسبه مقادیر نقطه عطف برای متغیرهای تولید(درآمد) سرانه و نسبت سرمایه- نیروی کار نشان داد که بخش کشاورزی ایران در شرایط کنونی استفاده از انرژی یا شدت انرژی با نقطه عطف فاصله زیادی دارد و لذا افزایش تولید ناخالص سرانه که به‌عنوان متغیر توسعه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است و انباشت سرمایه سرانه نیروی کار در حال حاضر موجب کاهش شدت استفاده از انرژی در بخش کشاورزی خواهد شد. این نتیجه مطالعه با یافته‌های وو(۲۰۱۲) در چین همخوانی دارد. این یافته می‌تواند به معنی جایگزینی سرمایه به جای انرژی و لذا بیان‌کننده رابطه جانشینی میان آنها باشد. بر این اساس پیشنهاد می‌شود که سرمایه‌گذاری بیشتر در بخش کشاورزی تشویق شود.

اثر متغیر قیمت انرژی در نگاه اول با توجه به ضریب پایین آن حاکی از پتانسیل پایین کاهش شدت انرژی در اثر افزایش قیمت انرژی می‌باشد. اما اگر به حجم بالای یارانه پرداختی به حامل‌های انرژی توجه شود، مشخص خواهد شد که حذف یارانه افزایش قیمت بسیار بالایی را در پی دارد و لذا امکان کاهش محسوس برای شدت انرژی فراهم خواهد نمود. افزایش تدریجی قیمت حامل‌های انرژی از نگاه کاهش شدت استفاده از انرژی نیز قابل توصیه است.

یافته‌های به‌دست آمده برای تصریح شدت انتشار دی اکسیدکربن نشان داد که به موازات توسعه اقتصادی و افزایش درآمد سرانه زمینه کاهش شدت انتشار دی اکسیدکربن نیز فراهم می‌شود، اما افزایش انباشت سرمایه نیز موجب افزایش شدت انتشار خواهد شد. این در حالی است که اثر افزایش انباشت سرمایه بر شدت انرژی چندان حایز اهمیت ارزیابی نشد. لذا این به معنی تغییر در ترکیب حامل‌های انرژی به نفع حامل‌های حاوی آلاینده بیشتر است. یعنی با افزایش تراکم سرمایه در بخش کشاورزی علیرغم عدم افزایش شدت استفاده از انرژی اما با تغییر در ترکیب حامل‌ها، زمینه افزایش انتشار دی اکسیدکربن فراهم می‌شود. لذا پیشنهاد می‌شود که به تغییر در ترکیب حامل‌های انرژی نیز توجه شود.

فهرست منابع:

۱. آرمن، ع. و ر. ا. زارع (۱۳۸۴). بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سال های ۱۳۴۶-۱۳۸۱. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی. سال هفتم. شماره ۲۴:۱۴۳-۱۱۷.

۲. آماده، ح. قاضی، م. و ز. عباسی‌فر. (۱۳۸۸). بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی و اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران. مجله تحقیقات اقتصادی. شماره ۸۶: ۳۸-۱.

۳. باستانزاد، ح و ف. نیلی (۱۳۸۴). تحلیل سیاستی قیمت گذاری حامل های انرژی در اقتصاد ایران. تحقیقات اقتصادی. ۶۸: ۲۲۶-۲۰۱.

۴. بانک مرکزی ایران. (۱۳۸۷). پایگاه اطلاعاتی بانک مرکزی. باطلاعات سری‌های زمانی. http://tsd.cbi.ir/Display/Content.aspx

۵. جعفری صمیمی، ا. و م. محمدی خیاره (۱۳۹۳). رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت بین انتشار دی اکسیدکربن، مصرف انرژی و رشد اقتصادی: شواهد جدید در ایران. فصلنامه پژوهش-های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار). سال چهاردهم. ۲: ۲۰-۱.

۶. راسخی، س. و پ. سلمانی (۱۳۹۲). رابطه شدت انرژی و کارایی اقتصادی در کشورهای منتخب با استفاده از الگوی گشتاور تعمیم یافته :کاربردی از تحلیل پنجر های پوششی داده‌ها. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی. سال بیست و یکم. ۶۷: ۲۴-۵.

۷. زیبایی منصور و محمد حسن طرازکار. ۱۳۸۳. بررسی روابط کوتاه مدت و دراز مدت ارزش افزوده و مصرف انرژی در بخش کشاورزی، فصلنامه بانک و کشاورزی، شماره ششم، ص: ۱۷۱-۱۵۷.

۸. وزارت نیرو. دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی. (۱۳۸۷) بانک اطلاعات انرژی. ترازنامه انرژی. http://pep.moe.org.ir/Homepage.aspx?site=pep.moe.org&tabid=7314&lang=fa-IR

۹. هژبر کیانی، ک. و ش، واردی ۱۳۷۹. بررسی ضریب اهمیت انرژی در تولید بخش کشاورزی در ایران. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۳۰.

10. Andersson, F. A., Karpestam, P. 2013. CO2 emissions and economic activity: Short-and long-run economic determinants of scale, energy intensity and carbon intensity. Energy Policy, 61: 1285–1294.
11. Ang, B. W. (2005). The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide. Energy Policy, 33: 867–871.

12. Ang, B. W., Liu, F.l., Chew, E. p. (2003). Perfect decomposition techniques in energy and environmental analysis. Energy Policy, 31: 1561–1566.
13. Aqeel, A. and Butt, M. S. 2001. The relationship between energy consumption and economic growth in Pakistan. Asia-Pacific Development Journal. 8: 101-110.
14. Bampatsou, C., Papadopoulos, S., Zervas, V. 2013. Technical efficiency of economic systems of EU-15 countries based on energy consumption. Energy Policy, 55: 426–434
15. Chang, M. C. (2014). Energy intensity, target level of energy intensity, and room for improvement in energy intensity: An application to the study of regions in the EU. Energy Policy, 67: 648–655.
16. Dube, I., 2003. Impact of energy subsidies on energy consumption and supply in Zimbabwe. Do the urban poor really benefit? Energy Policy, 31, 1635–1645.
17. Erdal, G. et al. 2008. The causality between energy consumption and economic growth in Turkey. Energy Policy. 36: 3838-3842.
18. Gangopadhyay, S., Ramaswami, B., Wadhwa, W., 2005. Reducing subsidies on household fuels in India: how will it affect the poor? Energy Policy, 33 (18), 2326–2336.
19. Glashur, Y. U. 2002. Energy and national income in Korea: Futher evidence on the role of omitted variables. Energy Economics. 24: 355-365.
20. Halkos, G. E. and Paizanos , E. A. (2013). The Effect of Government Expenditure on the Environment: An Empirical Investigatio, Ecological Economics 91, 48–56.
21. Herrerias, M. J., Cuadros, A., Orts, V. 2013. Energy intensity and investment ownership across Chinese provinces. Energy Economics, 36: 286–298.
22. IEA, 1999. World Energy Outlook Insights, Looking at Energy Subsidies: Getting the Prices Right. OECD, Paris.
23. Kebede, B., 2006. Energy subsidies and costs in urban Ethiopia: the cases of kerosene and electricity. Renewable Energy, 31, 2140–2151.

24. Lin, B., Jiang, Z., 2011. Estimates of energy subsidies in China and impact of energy subsidy reform. Energy Economics, 33, 273–283.
25. Liu, W., Li, H., 2011. Improving energy consumption structure: A comprehensive assessment of fossil energy subsidies reform in China. Energy Policy, 39, 4134–4143.
26. Mehara, M. 2007. Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries. Energy Policy. 35: 2939-2945.
27. Oh, W. and Lee, K. 2004. Causal relationship between energy consumption and GDP revisited: the case of Korea. 1970-1999. Energy Econ. 26: 51-59.
28. Song, F., Zheng, X. 2012. What drives the change in China's energy intensity: Combining decomposition analysis and econometric analysis at the provincial level. Energy Policy, 51: 445–453
29. Soytas, U. and Sari, R. 2003. Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets. Energy Econ. 25: 33-37.
30. Stern, D. I. 2000. A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macrieconomy. Energy Economics. 22: 267-283.
31. UN data, 2011. < http://data.un.org>.
32. UNDP (United Nations Development Program), 2010. Department of Environment. Iran second National Communication to United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). National Climate Change Office, Department of Environment. Tehran.
33. Wu,Y. 2012. Energy intensity and its determinants in China's regional economies. Energy Policy 41, 703–711.
34. Yang, H. Y. 2000. A note on the causal relationship between energy and Gdp in Taiwan. Energy Economics. 22: 309-377.

پیوست‌ها

جدول (۱): نتایج حاصل از تصریح عوامل موثر بر شدت انرژی بخش کشاورزی

متغیر	تصریح اول	تصریح دوم	تصریح سوم	تصریح چهارم
عرض از مبدأ	۴/۶۴۶***	۲۱/۵۸۹***	۱۲/۶۷۳***	۲۵/۷۴۱***
	(۱/۴۷۹)#	(۳/۶۲۹)	(۰/۵۱۱)	(۱/۴۵۸)
تولید ناخالص سرانه	-۱/۰۱۸***	-۱/۳۱۰***	-۳/۲۴۶***	-۰/۸۹۱***
	(۰/۳۱۹)	(۰/۳۴۹)	(۰/۴۶۷)	(۰/۲۳۲)
مجذور تولید ناخالص سرانه	-	-	۰/۸۱۵***	۰/۱۹۹***
	-	-	(۰/۲۲۱)	(۰/۰۵۷)
قیمت انرژی	-۰/۰۵۳*	-۰/۰۸۳**	-۰/۰۸۰*	-۰/۱۲۸***
	(۰/۰۲۸)	(۰/۰۳۰)	(۰/۰۴۶)	(۰/۰۲۲)
سرمایه سرانه نیروی کار (سرمایه –نیروی کار)	۰/۲۰۹*	-۵/۱۲۵**	۰/۳۳۹**	-۷/۵۱۸***
	(۰/۱۱۲)	(۲/۰۳۴)	(۰/۱۳۵)	(۰/۷۴۰)
مجذور سرمایه سرانه نیروی کار	-	۰/۷۲۳**	-	۱/۰۷۱***
	-	(۰/۲۷۷)	-	(۰/۰۹۹)
رشد سرمایه	۱/۸۷۸	-۲۷/۱۳۷	۱/۷۵۰	-۳۴/۳۱۶
	(۸/۷۴۶)	(۲۲/۳۵۸)	(۵/۰۶۵)	(۲۲/۶۹۱)
مجذور رشد سرمایه	-	۳۲۰۹	-	۳۵۳۶
	-	(۲۳۱۵)	-	(۲۴۶۹)
روند زمانی	۰/۰۲۱*	۰/۰۲۶*	۰/۰۱۱	-۰/۰۰۸
	(۰/۰۱۱)	(۰/۰۱۳)	(۰/۰۱۰)	(۰/۰۱۶)
وقفه مرتبه اول شدت انرژی	۰/۶۱۲***	-	-	-
	(۰/۱۲۱)	-	-	-
آماره ها				
R^2	۰/۸۳۵	۰/۸۸۴	۰/۸۲۷	۰/۸۸۴
Q(1)	۰/۰۳(۰/۸۵)	۰/۸۵(۰/۳۶)	۰/۱۶(۰/۶۹)	۰/۳۱(۰/۵۷)
Q(2)	۰/۱۰(۰/۹۵)	۰/۸۸(۰/۶۵)	۰/۲۱(۰/۹۰)	۱/۳۶(۰/۵۰)

مأخذ : یافته های تحقیق #: مقادیر داخل پرانتز انحراف معیار می‌باشد.

جدول (۲): نتایج حاصل از تصریح عوامل موثر بر شدت دی اکسیدکربن در بخش کشاورزی

متغیر	تصریح اول	تصریح دوم	تصریح سوم	تصریح چهارم
عرض از مبدأ	۰/۰۹۸	۰/۰۴۸	۰/۴۵۳***	۰/۱۹۱
	(۰/۱۵۸)#	(۰/۱۴۳)	(۰/۱۳۸)	(۰/۲۱۲)
تولید ناخالص سرانه	-۰/۵۵۷***	-۰/۳۲۶**	-۰/۹۸۸***	-۰/۴۳۹**
	(۰/۰۸۴)	(۰/۱۴۱)	(۰/۱۲۱)	(۰/۱۶۴)
مجذور تولید ناخالص سرانه	-	-	۰/۱۵۱***	۰/۱۴۴***
	-	-	(۰/۰۴۸)	(۰/۰۵۲)
قیمت انرژی	-۰/۰۲۵***	-۰/۰۲۲***	-۰/۰۳۳***	-۰/۰۴۰***
	(۰/۰۰۷)	(۰/۰۰۸)	(۰/۰۱۰)	(۰/۰۰۹)
سرمایه سرانه نیروی کار (سرمایه –نیروی کار)	-۰/۰۷۲**	-۰/۱۰۲***	-۰/۱۱۹***	-۰/۱۲۰*
	(۰/۰۳۲)	(۰/۰۳۰)	(۰/۰۳۵)	(۰/۰۶۸)
مجذور سرمایه سرانه نیروی کار	-	۰/۰۰۹*	-	۰/۰۲۲***
	-	(۰/۰۰۶)	-	(۰/۰۰۸)
رشد سرمایه	۵/۹۵۹***	۲/۲۷۶	۳/۲۸۸***	۱/۷۱۲***
	(۱/۱۶۱)	(۲/۳۵۶)	(۰/۸۲۶)	(۰/۲۷۲)
مجذور رشد سرمایه	-	۳۹۴	-	۲۷/۱۳۰
	-	(۰/۲۹۸)	-	(۲۱/۷۰۷)
روند زمانی	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	-۰/۰۱۶*
	(۰/۰۰۴)	(۰/۰۰۶)	(۰/۰۰۳)	(۰/۰۰۸)
سهم برق	-۰/۰۳۹	-۰/۰۲۵	-۰/۰۵۲**	-۰/۰۲۲
	(۰/۰۳۰)	(۰/۰۲۴)	(۰/۰۲۴)	(۰/۰۳۵)
وقفه مرتبه اول شدت کربن	-۰/۲۲۱***	-۰/۱۰۰**	-۰/۲۷۲***	-
	(۰/۰۶۴)	(۰/۰۴۳)	(۰/۰۸۶)	-
آماره ها				
R^2	۰/۹۷۳	۰/۹۶۲	۰/۹۳۵	۰/۹۷۰
Q(1)	۲/۵۲(۰/۱۲)	۰/۰۳(۰/۸۶)	۰/۱۴(۰/۷۰)	۰/۱۴(۰/۷۱)
Q(2)	۲/۵۲(۰/۹۲)	۱/۶۰(۰/۴۵)	۰/۳۸(۰/۸۲)	۰/۲۶(۰/۸۷)

مأخذ : یافته های تحقیق #: مقادیر داخل پرانتز انحراف معیار می‌باشد.