

بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران

محمدرضا زارع مهرجردی *

مریم ضیاء آبادی **

تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۱۷

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۶

چکیده

جهان امروز، جهان توسعه اقتصادی و صنعتی است. روند این توسعه در طول دهه‌های اخیر شتاب بیشتری گرفته است. انرژی به عنوان مهمترین کالای تجاری، که بیشترین سهم را در تجارت جهان دارد. برای فعالیتهای بشر از اهمیت فراوانی برخوردار است. ایران به عنوان کشوری رو به رشد و برخوردار از منابع انرژی غنی و گسترده و وجود مخازن بزرگ نفتی، معادن عظیم زیرزمینی و توان بالقوه انرژی یکی از مصداقهای الگوی رشد با فشار بر منابع طبیعی به شمار می‌رود. بخش کشاورزی نیز یکی از بخشهای مصرف‌کننده انرژی است. انرژی به عنوان نهاده مصرفی در بخش کشاورزی از اهمیت خاصی برخوردار است. بررسی مصرف انرژی در بخش کشاورزی، نشان می‌دهد که طی سالهای مختلف همراه با افزایش تولید و ارزش افزوده مصرف انواع حاملهای انرژی شامل فرآورده‌های نفتی و برق، افزایش یافته است. بنابراین در این مطالعه ابتدا با شبکه عصبی مصنوعی ضرایب اهمیت عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی محاسبه شد. سپس با استفاده از الگوی خود توضیح برداری (VAR)^۱ مصرف انرژی در بخش کشاورزی پیش‌بینی شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در هر دو روش شبکه عصبی و اقتصادسنجی متغیرهای شدت مصرف انرژی، سهم بخش کشاورزی در اقتصاد و تولید ناخالص داخلی بر مصرف انرژی در این بخش تأثیر مثبت زیادی دارد.

واژگان کلیدی: انرژی در ایران، بخش کشاورزی، شبکه عصبی مصنوعی، الگوی خود توضیح

برداری، رابطه انرژی و کشاورزی.

طبقه‌بندی JEL: Q1, Q43, Q49

* استادیار بخش اقتصاد کشاورزی و پژوهشگر پژوهشکده باغبانی دانشگاه شهید باهنر کرمان.
** کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی

مقدمه

جهان امروز، جهان توسعه اقتصادی و صنعتی است. روند این توسعه در طول دهه‌های اخیر شتاب بیشتری گرفته است. انرژی به عنوان مهمترین کالای تجاری، که بیشترین سهم را در تجارت جهان دارد برای فعالیتهای بشر از اهمیت فراوانی برخوردار است. سیر تحولات اقتصادی در قرن اخیر با کاربرد گوناگون 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 (نصرنیا و اسماعیلی، ۱۳۸۶). ایران به عنوان کشوری رو به رشد و برخوردار از منابع انرژی غنی و گسترده و وجود مخازن بزرگ نفتی، معادن عظیم زیرزمینی و توان بالقوه انرژی یکی از مصداقهای الگوی رشد با فشار بر منابع طبیعی به شمار می‌رود (براتی ملایری و حوری جعفری، ۱۳۸۷). در ایران فراوانی نسبی منابع انرژی باعث شده است که مصرف سرانه و شدت انرژی (میزان انرژی مصرفی برای تولید مقدار معینی از کالاها و خدمات) در مقایسه با کشورهایی با ساختارهای مشابه و منابع انرژی کمتر، بیشتر باشد. البته با توجه به فراوانی و غنای منابع انرژی ایران، کشور می‌تواند در صنایع و فعالیتهای اقتصادی انرژی بر دارای مزیت باشد و حتی ممکن است تا حدودی شدت زیاد انرژی منطقی به نظر برسد. ولی آمار و اطلاعات نشان می‌دهد که شدت انرژی در کشور در مقایسه با اغلب کشورهای عضو اپک بیشتر است (تراز نامه انرژی، ۱۳۸۱). بخش کشاورزی نیز یکی از بخشهای مصرف کننده انرژی است. انرژی به عنوان نهاده مصرفی در بخش کشاورزی از اهمیت خاصی برخوردار است. بررسی مصرف انرژی در بخش کشاورزی، نشان می‌دهد که طی سالهای مختلف همراه با افزایش تولید و ارزش افزوده مصرف انواع حاملهای انرژی شامل فرآورده‌های نفتی و برق، افزایش یافته است.

با توجه به اهمیت انرژی، هدف این مطالعه بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی و پیش‌بینی مصرف انرژی در بخش کشاورزی با استفاده از داده‌های سری زمانی ۸۵-۱۳۵۳ است.

ادبیات موضوع

مسیح و مسیح^۱ (۱۹۹۷) با استفاده از الگوهای تصحیح خطای برداری به بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی، قیمتها و درآمد واقعی در دو کشور کره و تایوان پرداختند. قیمت به این دلیل وارد الگو شده است که بر درآمد و مصرف انرژی در این دو کشور تأثیر مهمی دارد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که نرخ تغییر قیمتها باعث تغییر در مصرف انرژی می‌شود که خود باعث تغییر در رشد اقتصادی می‌گردد. چنگ و لای^۲ (۱۹۹۷)، با استفاده از آزمون علیت گرنجری هشیائو، رابطه یکطرفه از تولید ناخالص ملی به مصرف انرژی را در دوره زمانی ۱۹۹۳ تا ۱۹۵۵ برای کشور تایوان نتیجه گرفتند. او و لی^۳ (۲۰۰۴) به بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کره با استفاده از داده‌های سالانه برای دوره ۱۹۷۰-۹۹ پرداخته‌اند. آنها از یک الگوی تصحیح خطای برداری^۴ چهار متغیره، شامل تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی، اشتغال و سرمایه برای نشان دادن رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی استفاده، و بیان کردند که رابطه علی دو طرفه بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در بلندمدت برقرار است. کرومپتون پی و یان روی وو^۵ (۲۰۰۵) نیز در مقاله‌ای با عنوان مصرف انرژی در چین: روند گذشته و مسیر آینده، مصرف انرژی را در کشور چین، با استفاده از شیوه تصحیح خطای برداری تجزیه و تحلیل کرده‌اند. مهرزاد زمانی (۲۰۰۷)، رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی، ارزش افزوده بخش کشاورزی و بخش صنعت را مورد بررسی قرار داده است. او با استفاده از یک الگوی تصحیح خطای برداری نشان داد که رابطه بلندمدت یکسویه از تولید ناخالص داخلی به مصرف کل انرژی برقرار است و یک رابطه دو سویه بین تولید ناخالص داخلی و مصرف گاز طبیعی وجود دارد. وی هم‌چنین نشان داد که رابطه بلندمدت بین ارزش افزوده بخش کشاورزی و کل انرژی در این بخش وجود دارد.

-
1. Masih and Masih
 2. Cheng & Lai
 3. Oh & Lee
 4. Vector error correction model
 5. Crompton & Wu

یانگ^۱ (۲۰۰۰) رابطه علیت بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی را با استفاده از داده‌های سری زمانی ۱۹۹۷-۱۹۵۴ مورد آزمون قرار داده است. نتایج آزمون علیت گرنجر حاکی است که رابطه دو طرفه بین مصرف کل انرژی و تولید ناخالص داخلی وجود دارد. رنوکا ماهادوان و جان آسافو ادجایه^۲ (۲۰۰۷) در مقاله‌ای تحت عنوان «مصرف انرژی، رشد اقتصادی و قیمت‌ها» به بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی حقیقی این کشورها پرداخته‌اند. اجرای الگوی ترکیبی تصحیح خطا با استفاده از داده‌های مربوط به دوره ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۲ نشان‌دهنده این است که در کشورهای صادرکننده توسعه‌یافته در کوتاه‌مدت و بلندمدت بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی رابطه علیت دو جانبه وجود دارد. در کشورهای صادرکننده در حال توسعه، صرفاً مصرف انرژی رشد اقتصادی را، آن‌هم فقط در کوتاه‌مدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. در کشورهای واردکننده اعم از توسعه‌یافته و در حال توسعه در کوتاه‌مدت و بلندمدت، بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی برقرار رابطه علیت دو جانبه است. سرانجام اینکه در کشورهای واردکننده، فقط در کشورهای توسعه‌یافته رابطه علیت یک طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد.

زینگک جون زائو و یانروی وو^۳ (۲۰۰۷)، تقاضا برای واردات انرژی از جمله نفت خام کشور چین را با استفاده از شیوه VECM مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. نتایج این مقاله حاکی است که رشد تولیدات صنعتی و گسترش بخش حمل و نقل، واردات انرژی این کشور را تحت تأثیر قرار داده است و چین بدون توجه به قیمت جهانی نفت خام و انرژی ناچار به واردات آنها از خارج است. زیبایی و طرازکار (۱۳۸۳) در مطالعه‌ای روابط کوتاه-مدت و بلندمدت بین ارزش افزوده و مصرف انواع حاملهای انرژی را در بخش کشاورزی با استفاده از آزمون همجمعی یوهانسون و جوسلیوس در چارچوب الگوی خود توضیح برداری برای دوره ۷۹-۱۳۴۶ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که رابطه علی

-
1. Yang
 2. Renuka and Adjaye
 3. Xingjun, and Wu

بلندمدت از ارزش افزوده به مصرف برق و فراورده‌های نفتی وجود دارد. سهیلی (۱۳۸۱) با استفاده از یک الگوی تصحیح خطای برداری به بررسی روابط پویا بین تولید ناخالص داخلی، قیمت انرژی و تقاضای انرژی در اقتصاد ایران پرداخته است. وی برای تقاضای فراورده‌های نفتی، برق و گاز طبیعی سه الگوی جداگانه تخمین زده است. در الگو هر سه متغیر تولید ناخالص داخلی، مقدار مصرف یکی از حاملهای انرژی ذکر شده و قیمت آن حامل به صورت درونزا در نظر گرفته شده است.

مبانی نظری

پیش‌بینی را هنر و علم خبر دادن از حوادث آینده تعریف کرده‌اند. فرایند پیش‌بینی معمولاً شامل گرفتن اطلاعات تاریخی گسترش آن به آینده به کمک انواعی از الگوهای ریاضی است. از آنجا که پیش‌گویی وقایع آینده در فرایند تصمیم‌گیری نقش مهمی ایفا می‌کند، پیش‌بینی برای بسیاری از سازمانها و نهادها حائز اهمیت است. برخی از اقتصاددانان در تبیین وضع موجود بر الگوهای مبتنی بر نظریه‌های اقتصادی تأکید دارند. هر چند این الگوها ابزار مناسبی برای سیاستگذاری اقتصادی به شمار رفته است در زمینه پیش‌بینی چندان موفق نبوده‌اند. از این رو ریاضیدانان اقتصاد کاربرد ی بر آن شدند تا بدون توجه به نظریه‌های اقتصادی پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی را به عهده خودشان واگذار کنند و برای پیش‌بینی از روشهایی به نام سری زمانی بهره جویند؛ زیرا متغیرهای اقتصادی تمام اطلاعات مربوط به خود را در بردارد و می‌توان قویترین منبع برای توضیح هر متغیر را خود متغیر دانست (محمدی و همکاران، ۱۳۸۷).

روش تحقیق

روشهای مختلفی برای پیش‌بینی وجود دارد. در این مطالعه از روش شبکه عصبی مصنوعی و هم‌چنین روش اتورگرسیو برداری به منظور پیش‌بینی مقدار مصرف انرژی در بخش کشاورزی استفاده شده است.

الف- شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی الگوهای محاسباتی است که می‌تواند رابطه میان ورودیها و خروجیهای یک سامانه فیزیکی را با شبکه‌ای از گره‌ها، که همگی با هم متصل است، تعیین کند که در آن میزان فعالیت هر یک از این اتصالات با اطلاعات تاریخی تنظیم می‌شود (فرآیند یادگیری) و در نهایت الگو خواهد توانست قوانین مرتبط میان ورودیها و خروجیها را کشف کند؛ هر چند این قوانین غیرخطی و پیچیده باشد (دلاور، ۱۳۸۴).

اصول محاسباتی شبکه‌های عصبی مصنوعی

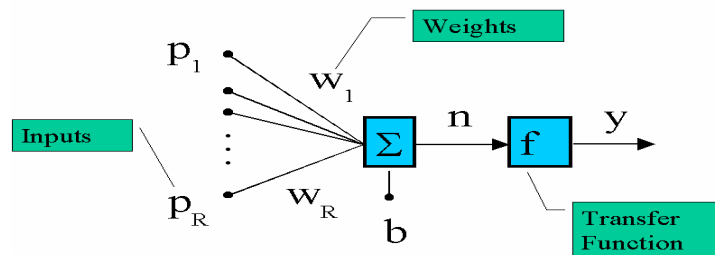
هر شبکه عصبی از نرونهاي مصنوعی تشکیل شده است. نرون یا گره کوچکترین واحد پردازش اطلاعات است که اساس عملکرد شبکه‌های عصبی را تشکیل می‌دهد. هر یک از نرونها، ورودیها را دریافت، و پس از پردازش روی آنها، یک سیگنال خروجی تولید می‌کند؛ لذا هر نرون در شبکه به عنوان مرکز پردازش و توزیع اطلاعات عمل می‌کند و ورودی و خروجی مخصوص به خود را دارد. شکل (۱) نمایش ساختار یک نرون تک ورودی است، که در آن عددهای p و a ، به ترتیب ورودی و خروجی نرون است. میزان تأثیر p ها بر a با مقدار عدد w تعیین می‌شود. ورودی دیگر مقدار ثابت ۱ است که در جمله اریب b ضرب، و سپس با wp جمع می‌شود. این حاصل جمع ورودی خالص n^1 برای تابع تبدیل یا فعال‌سازی محرک $f(\cdot)$ است. بدین ترتیب خروجی نرون به صورت معادله زیر تعریف می‌شود (طراز کار، ۱۳۸۴):

$$a = f(wp + b)$$

عوامل w و b قابل تنظیم است و تابع محرک f نیز به وسیله طراح انتخاب می‌شود. براساس انتخاب f و نوع الگوریتم یادگیری، عوامل w و b تنظیم می‌شود. در واقع یادگیری به این معنی است که w و b طوری تغییر کند که رابطه ورودی و خروجی نرون با هدف خاصی مطابقت کند. (طراز کار، ۱۳۸۴).

1. Net Input

2. Transfer or Activation Function



شکل (۱): الگوی پایه یک نرون

در مقایسه الگوی شبکه عصبی با الگوهای رگرسیونی می توان این گونه اظهار کرد که ورودیهای شبکه عصبی همان متغیر مستقل و خروجیهای آن متغیر وابسته است. وزنهای مختلف شبکه نیز مشابه عوامل الگوی رگرسیون و جمله اریب نیز همان عرض از مبدأ یا جمله ثابت در الگوی رگرسیون است. در صورتی که وقفه های متغیر وابسته را به مجموعه ورودیها اضافه کنیم، در آن صورت شبکه ای مشابه با الگوی اتو رگرسیو خطی^۱ (AR) یافت می شود. برای بهره برداری واقعی از توانایی شبکه های عصبی در بخشهایی از شبکه از توابع فعال سازی غیرخطی استفاده می کنند. به صورت مطلوب، تابع فعال سازی باید پیوسته و مشتق پذیر و یکنواخت باشد؛ زیرا این مسئله عمل پیدا کردن ضرایب مقتضی الگوریتم بهتر را آسان می کند (روشن، ۱۳۸۳).

انواع الگوهای شبکه عصبی مصنوعی

شبکه های عصبی مصنوعی، الگوهای مختلفی دارد که مبتنی بر جهت ورود اطلاعات و پردازش آنها به انواع زیر تقسیم می شود (جین^۲، ۱۹۹۹):

- ۱- شبکه های عصبی پیشرو^۳ - شبکه های بازگشتی^۱ - شبکه های توابع پایه شعاعی^۲
- ۴- شبکه های پرسپترون چند لایه^۳. از آنجا که برای این پژوهش از شبکه های عصبی پیشرو استفاده شد در ادامه به شرح مختصری از آن پرداخته می شود.

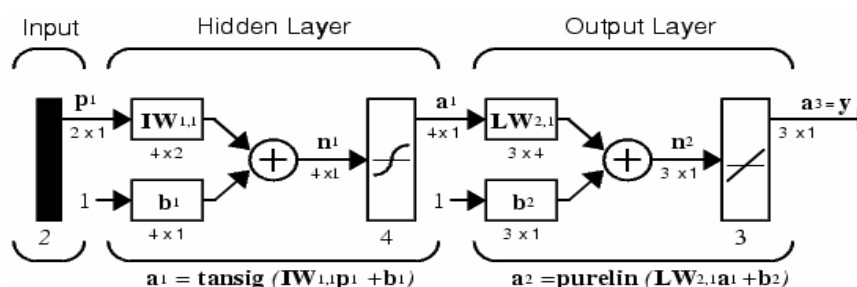
1 Atuo Regressive

2.Jain

3.Feed-forward neural networks

شبکه عصبی پیشرو

در این شبکه‌ها گره‌ها در لایه‌های متوالی قرار گرفته، و ارتباط آنها یکطرفه است. زمانی که یک الگوی ورودی به شبکه اعمال می‌شود، اولین لایه اندازه‌های خروجی خود را محاسبه می‌کند و در اختیار لایه بعدی قرار می‌دهد. لایه بعدی این اندازه‌ها را به عنوان ورودی دریافت اندازه‌های خروجی را به لایه بعدی منتقل می‌کند. هر گره فقط به گره‌های لایه بعدی سیگنال منتقل می‌کند (دلاور، ۱۳۸۴).



شکل (۲): شبکه عصبی پیشرو

ب- الگوی خود توضیح برداری (VAR)

امروزه رهیافت VAR به یک روش رایج در تحلیلهای سیاست اقتصادی تبدیل شده است. این رهیافت، روشی ساده و قوی برای توصیف تأثیرات متقابل چندین متغیر فراهم می‌کند. این روش توانایی شناسایی تأثیرات اقتصاد کلان از تصمیمات سیاسی و عکس‌العمل باز خورد مقامات سیاسی به نوسانات اقتصادی را دارد. از نقاط قوت الگوهای VAR نیاز محدود به محدودیتهای تشخیص است که از نقاط ضعف آن نیز هست (نوفرستی، ۱۳۷۸: ص ۱۰۸).

گسترش ریاضی برای استخراج الگوی اصلی به صورت زیر معرفی می‌شود:

1. Recurrent networks
2. radial basis function networks
3. Multilayer perceptron networks

شاخصی مانند W در نظر گرفته می‌شود که در هر زمان مقداری را به خود می‌گیرد. فرض می‌شود این شاخص را می‌توان به حاصلضرب n عامل تجزیه کرد (حیدری، ۱۳۸۳). x_i را عامل I نامیده، بنابراین:

$$W = \prod_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

فرض شود در فاصله زمانی $t = 0$ تا $t = T$ از x_i به x_i^T تغییر می‌کند، به همین دلیل W^0 به W^T تغییر می‌کند. طبق روش جمعی تجزیه کامل، تغییر در W برابر است با مجموع تأثیرات ناشی از تغییر در عوامل در نظر گرفته شده، بنابراین:

$$\Delta W = W^T - W^0 = \prod_i^n x_i^T - \prod_i^n x_i^0 = \sum_i^n x_{i-effect} \quad (2)$$

برای ساده شدن آن رابطه (۲) می‌توان چنین نوشت:

$$\prod_i^n x_i^T = \prod_i^n (x_i^0 + \Delta x_i) = (x_1^0 + \Delta x_1)(x_2^0 + \Delta x_2) \dots (x_n^0 + \Delta x_n)$$

اگر بسط بالا تجزیه شود و نتیجه در رابطه (۲) قرار گیرد، جمله $\prod_i^n x_i^0$ از میان می‌رود (چون قرینه آن در بسط بالا قرار دارد). بنابراین با تجزیه عبارت بالا حاصل رابطه (۲) که جمع تأثیرات عوامل بر شاخص اصلی است، مشخص می‌شود. بنابراین مجموع تأثیرات عوامل بر شاخص W را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$\sum_i^n x_{i-effect} = \sum_i^n (\prod_i^n x_i^0 / x_i^0) \Delta x_i + \sum_{j \neq i} (\prod_i^n x_i^0 / x_j^0 x_i^0) \Delta x_j \Delta x_i + \sum_{k \neq j \neq i} (\prod_i^n x_i^0 / x_k^0 x_j^0 x_i^0) \Delta x_k \Delta x_j \Delta x_i + \dots + \prod_i^n \Delta x_i \quad (3)$$

کل تأثیرات عوامل مؤثر بر شاخص W را می‌توان به دو مجموعه اثر تفکیک کرد:
 ۱- تأثیرات مستقیم (DE): برابر با جمع تأثیرات مستقیم و جداگانه عوامل است. اثر مستقیم عامل x_i که در شرایط ثابت بودن سایر عوامل تعریف می‌شود به صورت زیر است:

$$x_{i-effect}^D = (\Pi_i^n x_i^0 / x_i^0) \Delta x_i$$

به همین دلیل مجموع تأثیرات مستقیم عوامل برابر است با:

$$DE = \sum_i^n x_{i-effect}^D = \sum_i^n (\Pi_i^n x_i^0 / x_i^0) \Delta x_i \quad (۴)$$

همان گونه که ملاحظه می شود DE برابر با جمله اول رابطه ۳ است.

۲- اثر پسمانده (RE): این اثر برابر با حاصل جمع تأثیرات ناشی از تغییرات همزمان

عوامل است؛ یعنی عبارت ۳ منهای جمله اول آن:

$$RE = \sum_{j \neq i} (\Pi_i^n x_i / x_j^0 x_i^0) \Delta x_j \Delta x_i + \sum_{k \neq j \neq i} (\Pi_i^n x_i / x_k^0 x_j^0 x_i^0) \Delta x_k \Delta x_j \Delta x_i + \dots + \Pi_i^n \Delta x_i \quad (۵)$$

همان گونه که پیداست، تعداد Δx ها در جمله اول دو تاست و به طور متوالی در جملات بعدی یکی یکی اضافه می شود تا اینکه جمله آخر تماماً به حاصل ضرب Δx ها تبدیل می شود. بر اساس قاعده لاسپیرز برای محاسبه سهم هر عامل در هر جمله از اثر پسمانده، آن جمله به طور مساوی بین عواملی که تغییرات آنها (Δ) در آن جمله ظاهر شده است، تقسیم می شود (جمله بر تعداد Δx ها تقسیم می شود) از این رو سهم x_i در اثر پسمانده برابر است با:

$$x_{i-effect}^{RE} = \frac{1}{2} \sum_{j \neq i} (\Pi_i^n x_i / x_j^0 x_i^0) \Delta x_j \Delta x_i + \frac{1}{3} \sum_{k \neq j \neq i} (\Pi_i^n x_i / x_k^0 x_j^0 x_i^0) \Delta x_k \Delta x_j \Delta x_i + \dots + (\Pi_i^n \Delta x_i) / n \quad (۶)$$

با توجه به مراتب بالا اثر x_i یا $x_{i-effect}$ به صورت زیر بیان می شود:

$$x_{i-effect} = \frac{\Pi_i^n x_i^0}{x_i^0} \Delta x + \frac{1}{2} \sum_{j \neq i} (\Pi_i^n x_i / x_j^0 x_i^0) \Delta x_j \Delta x_i + \frac{1}{3} \sum_{k \neq j \neq i} (\Pi_i^n x_i / x_k^0 x_j^0 x_i^0) \Delta x_k \Delta x_j \Delta x_i + \dots + \Pi_i^n \Delta x_i / n \quad (۷)$$

در نهایت با جمع زدن اثر x_i ها، کل تغییر در w مشخص می شود؛ یعنی:

$$\sum_i x_{i-effect} = \Delta w \quad (۸)$$

یا می توان نوشت:

$$\sum_i x_{i-effect} = w^T - w^0$$

بنابراین:

$$w^T = w^0 + \sum_i x_{i-effect} \quad (9)$$

این یک فکر اساسی برای الگوی پیش‌بینی است. حال با توجه به این قاعده الگوی مورد استفاده در تحقیق به صورت زیر معرفی می‌شود (حیدری، ۱۳۸۳):

بنابراین اگر E کل مصرف انرژی بخشهای تولیدی در سطح کلان و E_i میزان مصرف نهایی انرژی در بخش i ام باشد، خواهیم داشت (حیدری، ۱۳۸۳):

$$E = \sum_{i=1}^n E_i \quad (10)$$

با در نظر گرفتن عواملی از جمله تولید ناخالص داخلی و شدت انرژی به عنوان عوامل مهم مؤثر بر مصرف نهایی انرژی در بخشهای تولیدی اقتصاد می‌توان نوشت:

$$E = \sum_i (E_i / Q_i) \cdot (Q_i / GDP) \cdot GDP \quad (11)$$

در اینجا Q_i ارزش افزوده بخش i ام، GDP تولید ناخالص داخلی کشور است. I_i را شدت انرژی بخش i ام و S_i را سهم بخش مزبور در تولید ناخالص داخلی در نظر می‌گیریم به عبارت دیگر:

$$I_i = E_i / Q_i \quad S_i = Q_i / GDP \quad (12)$$

با جایگزاری دو کسر بالا در رابطه (۱۰) می‌توان نوشت:

$$E = \sum_i I_i \cdot S_i \cdot GDP \quad (13)$$

عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در اینجا شامل GDP، S و I (مثل x ها در معادله ۱) که به جای x ها در معادله ۹ با توجه به رابطه بالا، می‌توان تغییر در مصرف انرژی بین دو سال مشخص را به سه اثر تجزیه کرد: ۱- اثر شدت انرژی (I) ۲- اثر تغییر ساختاری در اقتصاد (S) ۳- اثر تولیدی (GDP) بنابراین با توجه به معادله شماره (۹) می‌توان نوشت:

$$E^T = E^0 + I_{effect} + S_{effect} + GDP_{effect} \quad (14)$$

یکی دیگر از عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در اقتصاد قیمت انرژی است (هوندروینیس^۱، ۲۰۰۴ و سهیلی، ۱۳۸۶). بنابراین عوامل مؤثر در مصرف انرژی در این مطالعه شامل P, GDP, S, I می‌باشند که I بیانگر شدت انرژی در بخش کشاورزی، S بیانگر تغییرات ساختاری در اقتصاد و GDP اثر تولیدی اقتصاد و P قیمت انرژی در بخش کشاورزی است. کل انرژی در بخش کشاورزی از دو منبع انرژی فراورده‌های نفتی و برق تامین می‌شود. بنابراین برای محاسبه قیمت انرژی در بخش کشاورزی از مجموع حاصلضرب سهم فراورده‌های نفتی و برق در قیمت آنها استفاده شده است. بنابراین در تحقیق این مصرف انرژی در بخش کشاورزی بر اساس مطالعات تجربی تابعی از شدت انرژی در این بخش، سهم بخش کشاورزی در اقتصاد، قیمت انرژی در این بخش و تولید ناخالص داخلی است. در ادامه بوسیله شبکه عصبی و الگوی اتورگرسیو برداری به پیش‌بینی مصرف انرژی در این بخش پرداخته شده است.

برآورد الگو

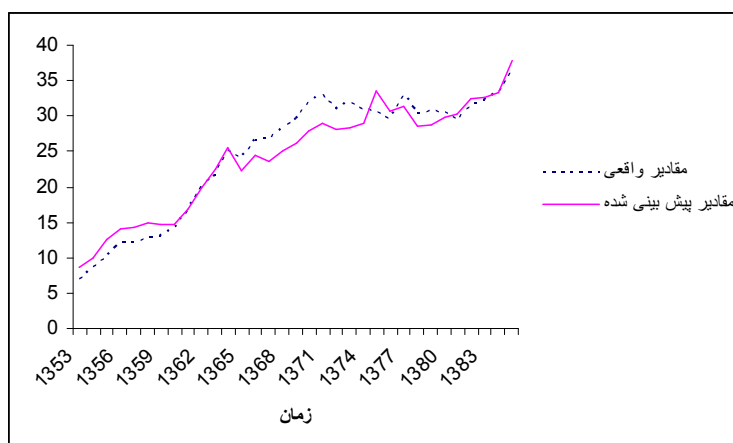
برای پیش‌بینی مصرف انرژی در بخش کشاورزی با استفاده از شبکه عصبی ضرایب اهمیت متغیرهای الگو مشخص شده است. ضرایب اهمیت هر یک از عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی در جدول شماره (۱) نشان داده شده است. نتایج بررسی با شبکه عصبی با ۲۱۲ لایه نشان می‌دهد که متغیرهای شدت مصرف انرژی در بخش کشاورزی و سهم بخش کشاورزی از اقتصاد و همچنین تولید ناخالص داخلی بیشترین اثر را بر مصرف انرژی در ایران دارند و قیمت انرژی در این بخش اثری روی مصرف انرژی آن ندارند.

جدول شماره (۱): نتایج الگوی شبکه عصبی در مورد متغیرهای مؤثر بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی

| متغیر | ضریب اهمیت |
|--|------------|
| شدت مصرف انرژی (بشکه به میلیون ریال تولید بخش) | ۰,۴۲۹ |
| سهم بخش کشاورزی | ۰,۳۵۴ |
| تولید ناخالص داخلی | ۰,۲۱۷ |
| قیمت انرژی | ۰,۰۰۰ |
| $R^2 = ۰,۹۷۷۲$ | |

مأخذ: یافته های پژوهش

شایان ذکر است که ضرایب اهمیت بیشتر از ۰,۲ نشاندهنده این است که متغیر مورد نظر به طور یقین بر متغیر وابسته تأثیر گذار است. بنابراین بر اساس جدول مشاهده می شود که متغیرهای شدت مصرف انرژی و سهم بخش کشاورزی در اقتصاد و تولید ناخالص داخلی بر مصرف انرژی تأثیر بسیار زیادی دارد؛ اما قیمت انرژی بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی تأثیری ندارد. که این نتیجه با نمودار شماره (۱) نیز قابل مشاهده است. به عبارت دیگر این نمودار نشان می دهد که اندازه های پیش بینی شده با اندازه های واقعی و هم جهت بسیار نزدیک است.



نمودار شماره (۱): اندازه های واقعی و پیش بینی شده مصرف انرژی در بخش کشاورزی

بنابراین با توجه به این توضیح‌دهندگی بالای متغیرها در ادامه با الگوی اتورگرسیون برداری میزان مصرف در بخش کشاورزی مورد پیش‌بینی قرار می‌گیرد. به کارگیری روشهای متعارف اقتصادسنجی در برآورد ضرایب الگو با استفاده از داده‌های سری زمانی بر این فرض استوار است که متغیرهای الگو پایا است؛ لذا قبل از برآورد الگو، پایایی متغیرها مورد بررسی قرار گرفت؛ برای این منظور از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته استفاده شده است که نتایج آن در جدول شماره (۲) آورده شده است.

جدول شماره (۲): نتایج ریشه واحد با استفاده از آزمون دیکی فولر

| متغیر | درجه پایایی | وقفه بهینه | آماره ADF | نوع الگوی |
|-------|-------------|------------|-----------|---------------------------|
| dE | I(1) | ۰ | -۶,۰۴۴۷ | باعرض از مبدأ و بدون روند |
| dI | I(1) | ۰ | -۵,۳۸۸۱ | باعرض از مبدأ و بدون روند |
| dS | I(1) | ۰ | -۵,۲۱۸۵ | باعرض از مبدأ و بدون روند |
| dGDP | I(1) | ۰ | -۳,۱۳۸۱ | باعرض از مبدأ و بدون روند |
| dP | I(1) | ۰ | -۳,۱۳۵۰ | باعرض از مبدأ و بدون روند |

مقدار بحرانی آماره دیکی فولر در سطح ۱ درصد برابر با $-۳,۶۶۱۶$ ، در سطح ۵ درصد برابر با $-۲,۹۶۰۴$ و در سطح ۱۰ درصد برابر با $-۲,۶۱۹۱$ است. طبق آزمون ریشه واحد انجام شده، تمام این متغیرها فوق ایستا از درجه یک است؛ بنابراین به منظور برآورد الگوی اتورگرسیون برداری ابتدا باید تعداد وقفه بهینه الگو تعیین شود.

نتایج آزمون وقفه بهینه در جدول شماره (۳) آورده شده است.

جدول شماره (۳): نتایج آزمون وقفه بهینه

| Lag | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
|-----|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| 0 | -584.4437 | NA | $2.26e^{+10}$ | 38.02863 | 38.25991 | 38.10402 |
| 1 | -410.6098 | 280.3772* | 1562472.* | 28.42644* | 29.81417* | 28.87880* |
| 2 | -387.8662 | 29.34653 | 2071803. | 28.57202 | 31.11619 | 29.40135 |

مأخذ: نتایج پژوهش

بر اساس همه ضابطه‌ها (معیار آکائیک، شوارتز بیزین، حنان کوئین و نسبت درست‌نمایی) وقفه بهینه الگوی یک است.

بنابراین با تعیین درجه ایستایی و وقفه بهینه در ادامه برای پیش‌بینی از الگوی Var استفاده شده است. متغیرهای الگو به صورت لگاریتمی، و عبارت است از:

$$E_i = \text{میزان مصرف انرژی در بخش کشاورزی (میلیون بشکه معادل نفت خام)}$$

$$I_i = \text{شدت مصرف انرژی (بشکه به میلیون ریال تولید بخش)}$$

$$GDP = \text{تولید ناخالص داخلی (میلیارد ریال)}$$

$$P = \text{قیمت انرژی در بخش کشاورزی (لیتر/ریال)}$$

نتایج تخمین الگوی VAR در جدول شماره (۴) بیان شده است.

جدول شماره (۴): نتایج تخمین الگوی VAR در مورد مصرف انرژی در بخش کشاورزی

| نام متغیر | E(-1) | I(-1) | S(-1) | GDP(-1) | P(-1) | C |
|--|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| ضریب | -۰,۰۳۷۶۵۷ | ۱۹,۱۱۳۸۴ | ۱۶۲,۰۳۵۴ | ۹,۱۶e-۰۵ | -۰,۰۰۰۱۵۷ | -۳۱,۸۶۷۱۳ |
| آماره t | -۰,۱۳۹۷۵ | ۳,۳۶۶۹۲ | ۳,۴۹۶۳۰ | ۲,۹۲۶۶۴ | -۰,۸۰۱۰۸ | -۳,۲۶۰۷۲ |
| R ² = 0.977 F=228.8564 | | | | | | |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتیجه تخمین VAR شدت مصرف انرژی بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی اثر مثبتی دارد. شدت مصرف انرژی میزان مصرف انرژی به ازای یک واحد تولید را نشان می‌دهد. شدت انرژی میزان مصرف انرژی (اولیه یا نهایی) برای حصول یک واحد تولید ناخالص داخلی است که عمدتاً به واحد بشکه نفت خام به میلیون ریال بر حسب قیمت‌های داخلی بیان می‌شود. طی سالهای ۸۵-۱۳۵۳ تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶، از ۱۱۴۷۷۶ میلیارد ریال در سال ۱۳۵۳ به ۳۹۹۳۳۴ میلیارد ریال در سال ۱۳۸۵ افزایش یافته است (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۷). وضعیت آینده شاخص شدت مصرف انرژی دارای رابطه تابعی بسیار نزدیکی با سیاست‌های بهبود بازده انرژی توسط بخش انرژی کشور دارد؛ از جمله این سیاست‌ها که از برنامه اول توسعه تا کنون مد نظر سیاست‌گذاران بوده است و به پیگیری و دنبال کردن آنها در آینده نیز تأکید می‌شود، عبارت است از: تعدیل قیمت انرژی، افزایش مستمر قیمت انرژی در طول سالهای برنامه، سیاست‌های غیر قیمتی از جمله ممیزی انرژی، برچسب انرژی، سیاست‌های تشویقی و همچنین تلاش در جهت توسعه بازار تجهیزات کارآمد. حال اگر چنانچه این سیاست‌ها در سالهای آینده نیز هم‌چنان که تأکید می‌شود، ادامه یابد، می‌توان انتظار داشت که شدت انرژی در بخش‌های اقتصادی پیوسته کاهش یابد. بنا به مسیر زمانی شدت‌های انرژی می‌توان گفت مصرف فراورده‌های نفتی کاهش تدریجی خود را ادامه می‌دهد، اما شدت مصرف برق غالباً روند صعودی خود را با تغییرات کاهنده ادامه می‌دهد. سهم بخش کشاورزی (S) نیز بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی تأثیری مثبت دارد؛ به عبارت دیگر این متغیر نشان‌دهنده ساختار اقتصادی کشور است که نشان می‌دهد سهم بخش نیز بر مصرف انرژی این بخش تأثیر می‌گذارد. تولید ناخالص داخلی نیز بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی تأثیر مثبت دارد. انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های تولید بر تولید اثر گذار است؛ بنابراین افزایش تولید، بیانگر افزایش استفاده از انرژی نیز در بخش کشاورزی است؛ اما متغیر قیمت انرژی در بخش کشاورزی بر مصرف انرژی در این بخش تأثیر منفی بسیار کوچکی دارد که این تأثیر از لحاظ آماری معنی‌دار نیست که نشان می‌دهد مصرف انرژی در بخش

کشاورزی تابعی از قیمت آن نیست؛ زیرا انرژی در بخش کشاورزی بشدت تحت حمایت دولت قرار داشته است؛ به عبارت دیگر قیمت انرژی در بخش کشاورزی بویژه انرژی فسیلی (فراورده‌های نفتی) بسیار کم است به گونه‌ای که بر مصرف انرژی در این بخش تأثیری ندارد که این نتیجه با ضرایب به دست آمده از شبکه عصبی نیز مورد تأیید قرار گرفته است. بنابراین می‌توان گفت هر دوی روشهای پیش‌بینی مصرف انرژی در بخش کشاورزی نتیجه یکسانی را ایجاد می‌کند.

تجزیه واریانس

برای تعیین سهم بی‌ثباتی ایجاد شده در مصرف انرژی در بخش کشاورزی، توسط هر یک از متغیرهای الگو از تجزیه واریانس استفاده می‌شود.

جدول شماره (۵): تجزیه واریانس

| Period | S.E. | E | I | S | GDP | P |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 1.351439 | 100.0000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 2 | 1.723319 | 87.22147 | 0.038204 | 8.943069 | 3.437103 | 0.360151 |
| 3 | 2.011876 | 73.57501 | 0.065752 | 17.09415 | 8.574312 | 0.690769 |
| 4 | 2.248616 | 62.95000 | 0.359495 | 22.29701 | 13.61122 | 0.782278 |
| 5 | 2.441242 | 55.12493 | 0.913807 | 25.33142 | 17.92152 | 0.708318 |
| 6 | 2.595770 | 49.42511 | 1.574866 | 26.99826 | 21.36769 | 0.634080 |
| 7 | 2.718072 | 45.29303 | 2.179599 | 27.80839 | 23.99228 | 0.726712 |
| 8 | 2.814161 | 42.29970 | 2.615392 | 28.06612 | 25.89525 | 1.123542 |
| 9 | 2.890248 | 40.10460 | 2.837455 | 27.95259 | 27.18288 | 1.922465 |
| 10 | 2.952631 | 38.42981 | 2.867678 | 27.57611 | 27.94770 | 3.178707 |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به جدول مربوط به تجزیه واریانس، سطر اول جدول نشان می‌دهد که در دوره اول ۱۰۰٪ واریانس خطا در متغیر مصرف انرژی در بخش کشاورزی توسط خود این متغیر توجیه می‌شود و در دوره دوم ۸۷٫۲۲٪ واریانس خطا در رشد بخش کشاورزی توسط خود این متغیر و ۰٫۳۸٪ توسط شدت مصرف انرژی، ۸٫۹۴٪ توسط متغیر سهم بخش کشاورزی و ۳٫۴۳٪ توسط متغیر تولید ناخالص داخلی و ۰٫۳۶٪ توسط قیمت انرژی توجیه

می شود. هر چه به دوره های بعدی می رویم، متغیرها درصد بیشتری از واریانس خطا را توجیه می کند.

تابع عکس العمل

در این توابع اثر هر انحراف معیار تکانه متغیرها بر متغیر وابسته دیده شده است.

جدول شماره (۶): تابع عکس العمل

| Period | E | I | S | GDP | P |
|--------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | 1.351439 (0.16893) | 0.000000 (0.00000) | 0.000000 (0.00000) | 0.000000 (0.00000) | 0.000000 (0.00000) |
| 2 | 0.874036 (0.19919) | -0.033684 (0.18270) | 0.515358 (0.21746) | 0.319493 (0.12591) | -0.103421 (0.12975) |
| 3 | 0.622678 (0.22229) | 0.039075 (0.24777) | 0.652929 (0.26290) | 0.494956 (0.17045) | -0.131393 (0.17647) |
| 4 | 0.452625 (0.23527) | 0.124562 (0.28470) | 0.659915 (0.28935) | 0.584092 (0.19368) | -0.107677 (0.20305) |
| 5 | 0.319897 (0.24217) | 0.190480 (0.30865) | 0.618279 (0.30596) | 0.616312 (0.20570) | -0.051568 (0.22069) |
| 6 | 0.212168 (0.24358) | 0.227277 (0.32297) | 0.556311 (0.31356) | 0.609670 (0.20928) | 0.022608 (0.23158) |
| 7 | 0.126241 (0.24040) | 0.234333 (0.32965) | 0.485090 (0.31408) | 0.576862 (0.20676) | 0.104711 (0.23738) |
| 8 | 0.060937 (0.23364) | 0.214707 (0.33061) | 0.410165 (0.30936) | 0.527489 (0.20047) | 0.187856 (0.23979) |
| 9 | 0.015048 (0.22447) | 0.172921 (0.32784) | 0.335161 (0.30105) | 0.468995 (0.19253) | 0.267610 (0.24035) |
| 10 | -0.013099 (0.21430) | 0.113918 (0.32339) | 0.262802 (0.29070) | 0.407134 (0.18483) | 0.341360 (0.24040) |

مأخذ: یافته های پژوهش

با توجه به جدول مربوط به توابع عکس العمل آنی اگر شوک مثبتی بر متغیرهای مصرف انرژی در بخش کشاورزی، شدت مصرف انرژی، سهم بخش کشاورزی، تولید ناخالص داخلی وارد شود در طول دوره تأثیرات شوک وارد شده میرا است و نوسانات به سمت تعادل حرکت می کند.

نتیجه گیری

نتیجه بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی (و پیش‌بینی مصرف انرژی) با الگوی شبکه عصبی مصنوعی حاکی است که متغیرهای شدت مصرف انرژی، سهم بخش و تولید ناخالص داخلی بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی تأثیر بسیار زیاد دارد؛ اما متغیر قیمت انرژی در بخش کشاورزی بر مصرف انرژی در این بخش بی‌تأثیر است. برآورد الگوی خود توضیح برداری نیز نتیجه الگوی شبکه عصبی را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که متغیرهای شدت مصرف انرژی، سهم بخش کشاورزی و تولید ناخالص داخلی (به صورت منفی) بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران تأثیر معنی‌داری دارد؛ اما متغیر قیمت بر مصرف انرژی در این بخش تأثیر معنی‌داری ندارد. در سالهای اخیر در بخش کشاورزی حمایت مالی از کشاورزان، کم‌رنج شدن نقش واسطه‌گری، عوامل طبیعی و تبدیل کشاورزی سنتی به کشاورزی مانیستی باعث افزایش بهره‌وری این بخش شده، که تأثیر زیادی در کاهش مصرف انرژی بخش کشاورزی و در پی آن کاهش شدت انرژی داشته است به طوری که شدت مصرف انرژی در بخش کشاورزی از ۰,۹۰۸۹۸۸ (بشکه به میلیون ریال تولید بخش) در سال ۱۳۷۰ به ۰,۵۶۶۳۴۸ (بشکه به میلیون ریال تولید بخش) در سال ۱۳۸۵ کاهش یافته است. این حمایتها تولید ناخالص بخش کشاورزی را افزایش داده ولی مصرف سوخت عمده این بخش کشاورزی (نفت گاز) از رشد زیادی برخوردار است. این امر به دلیل فرسودگی فناوریهای مورد استفاده در این بخش و قیمت کم سوخت بوده است که انگیزه‌های کاهش مصرف را از بین می‌برد. پرداخت یارانه برای نهاده‌های تولید به طور اعم و حاملهای انرژی به طور اخص در راستای تحقق اهداف ناظر بر تقویت جریان رشد اقتصادی، افزایش اشتغال و کنترل سطح عمومی قیمتها و در نهایت برقراری عدالت اجتماعی توسط دولتها انجام می‌پذیرد. از آنجایی که قیمت انرژی در بخش کشاورزی با توجه به اهمیت این بخش در تولید غذا و امنیت غذایی به شدت تحت حمایت دولت قرار دارد، قیمت انرژی بر میزان مصرف انرژی در این بخش تأثیری ندارد. از آنجا که شدت انرژی، میزان مصرف نهایی انرژی به ازای هر واحد فعالیت (تولید یا ارزش افزوده) را نشان می‌دهد، اثر شدت خالص انرژی، تغییرات مصرف ناشی از تغییر در

شدت انرژی را اندازه گیری می کند. مقدار منفی این اثر بین دو سال بیانگر کاهش در مصرف بواسطه کاهش در شدت انرژی بوده است و صرفه جویی در مصرف انرژی را نشان می دهد. شدت انرژی شدیداً تحت تأثیر شیوه بهره برداری از منابع و همچنین نوع تجهیزات مصرف کننده انرژی قرار دارد. بنابراین اثر شدت انرژی در مطالعات اقتصاد انرژی در زمینه بررسی رفتار صرفه جویی نقش کلیدی دارد.

منابع و مأخذ

- براتی ملایری، عقیل و حوری جعفری، حامد، (۱۳۸۷)، بررسی وضعیت مصرف انرژی در بخشهای مصرف کننده نهایی، فصلنامه بررسی مسائل اقتصاد انرژی، سال اول، شماره ۱، ص ۵۶-۹۷.
- تراز نامه انرژی سال ۱۳۸۱، ص ۹۱ تا ۹۶ و ۱۶۶ تا ۱۷۲.
- حیدری، ابراهیم، (۱۳۸۳)، پیش بینی تقاضای انرژی در اقتصاد ایران بر اساس روش تجزیه، فصلنامه تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۹، ص ۲۷-۵۶.
- دلاور، محمودرضا، (۱۳۸۴)، تحلیل و ارائه الگوی نوسانات تراز آب دریاچه ارومیه و آنالیز ریسک مناطق ساحلی، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه آبیاری، تهران: دانشگاه تربیت مدرس.
- روشن، رضا، (۱۳۸۳)، پیش بینی تورم ایران به کمک الگوهای $ARIMA$, $GHARCH$, $ARCH$ و شبکه های عصبی و مقایسه کارایی الگوهای مذکور، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم اداری، اقتصاد، دانشگاه زاهدان.
- زیبایی، منصور و طراز کار، محمد حسن، (۱۳۸۳)، بررسی روابط کوتاه مدت و دراز مدت ارزش افزوده و مصرف انرژی در بخش کشاورزی، فصلنامه بانک و کشاورزی، شماره ۶، ص ۱۵۷ تا ۱۷۱.
- سهیلی، کیومرث، (۱۳۸۱)، روابط پویای بین متغیرهای کلان مؤثر بر تقاضای انرژی در ایران (کاربرد از الگوی تصحیح خطای برداری)، فصلنامه پژوهش دانشگاه امام صادق، شماره ۱۵، ص ۱۱۱ تا ۱۳۹.
- سهیلی، کیومرث، (۱۳۸۶)، الگوهای تقاضا و تحلیل دینامیک تقاضای انرژی در ایران، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی، سال هفتم، شماره دوم.
- طراز کار، محمد حسن، (۱۳۸۴)، پیش بینی قیمت برخی محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

- محمدی، حمید، موسوی، سید نعمت الله و عزیزی، جعفر، (۱۳۸۷)، پیش بینی قیمت محصولات کشاورزی: مطالعه موردی پیاز، سیب زمینی و گوجه فرنگی، فصلنامه پژوهشها و سیاستهای اقتصادی، سال شانزدهم. شماره ۴۵، ص ۸۷ تا ۱۱۹.
- نصرنیا، فاطمه و اسماعیلی، عبدالکریم، (۱۳۸۶)، رابطه علی بین انرژی با اشتغال، سرمایه گذاری و ارزش افزوده در بخش کشاورزی، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی مشهد دانشگاه فردوسی مشهد، کد ۲۴۴، مشهد.
- نوفرستی، محمد، (۱۳۷۸)، ریشه واحد و هم جمعی در اقتصاد سنجی، موسسه خدمات فرهنگی رسا.

- Cheng, B. S., Lai, T. W., (1997). An Investigation of Co-integration and Causality between Energy Consumption and Economic Activity in Taiwan. *Energy Economics* 19, 435-444.
- Crompton, P. Wu, Y., (2005). Energy Consumption in China: Past Trends and Future Directions *Energy Economics*, Vol. 27, pp: 195-208.
- Hondroyannis, G., (2004). Estimating Residential demand for Electricity in Greece, *Energy Economic*, 26, pp: 319-334.
- Masih, A. M. M. and Masih, R. (1997). On the Temporal Causal Relationship between Energy Consumption, Real Income and Prices: Some new Evidence from Asian Energy Dependent NICs based on a Multivariate Cointegration/Vector Error Correction Approach. *Journal of Policy Modeling*, No.19 (4), pp.417-440.
- Mahadevan. R., Asafu- Adjaye, J., (2007). Energy Consumption, Economic Growth and Prices: A Reassessment using Panel VECM for Developing countries: *Energy policy* 35, 2481-2490.
- Zhao, X., Wu, Y., (2007). Determinants of Chinas Energy Import: An Empirical Analysis; *Energy Policy* 35, 4235-4246.
- Yang, H. Y., (2000). A Note on the Causal Relationship between Energy and GDP in Taiwan. *Energy Economics* 22, 309-317.
- Oh, W., Lee, K., (2004). Energy Consumption and economic Growth in Korea: Testing the Causality Relation; *Journal of policy Modeling* 26, 973-981.
- Zamani. M., (2007). Energy Consumption and economic activities in Iran. *Energy economics* 29. pp: 1135-1140.