# شبیه‌سازی تابع تقاضای برق بخش کشاورزی با استفاده از الگوریتم انبوه ذرات(pso)

مجتبی بهمنی*[۱]، امین قاسمی‌نژاد[۲]، علی‌اکبر کریمیان[۲]، حکیمه آرامش[۲]

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۳/۱۱

**چکیده**

در چند دهه‌ی اخیر با پیشرفت فناوری تولید و کارایی مصرف انرژی، انرژی‌هایی با کیفیت بالا مانند الکتریسیته، جایگزین سوخت‌های با کیفیت پایین مانند زغال سنگ شده است. برق به‌عنوان یکی از نهاده‌های تولید در بخش‌های اقتصادی به‌خصوص بخش کشاورزی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین پیش‌بینی مصرف و تامین به موقع انرژی الکتریکی مورد نیاز این بخش می‌تواند باعث افزایش تولیدات کشاورزی، افزایش صادرات غیر نفتی و در نهایت تسریع نرخ رشد اقتصادی کشور گردد. در این مقاله، ابتدا با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات(pso) به شبیه‌سازی تابع تقاضای برق در بخش کشاورزی برای دوره‌ی ۱۳۸۵-۱۳۵۷ در قالب معادلات خطی و نمایی پرداخته شده و سپس بر اساس معیارهای موجود، مدل برتر انتخاب شده است. در این مقاله تابع تقاضای برق در بخش کشاورزی تابعی از قیمت واقعی برق در بخش، ارزش افزوده‌ی بخش، تعداد مشترکین برق در بخش و مصرف دوره‌ی قبل می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تقاضای برق در بخش کشاورزی با قیمت واقعی برق، رابطه‌ی غیر مستقیم و با ارزش افزوده بخش، تعداد مشترکین و مصرف دوره‌ی قبل رابطه‌ی مستقیم دارد.

**طبقه‌بندی *JEL*:** *C15,C51,C61,Q11,Q1*

**واژه‌های کلیدی:** تابع تقاضای برق، بخش کشاورزی، الگوریتم انبوه ذرات، شبیه‌سازی.

۱- استادیار دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۲- کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان.

* نویسنده‌ی مسئول مقاله: amin.ghasemieco@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

## پیشگفتار

قسمت اعظم برق مصرفی بخش کشاورزی، مربوط به الکتروپمپ‌های مورد استفاده در چاه‌های آب است و درصد کمتری از انرژی، صرف گرم کردن فضای گلخانه‌ها، دامداری‌ها و سایر اماکن کشاورزی می‌شود. حامل‌های برق و نفت گاز با دارا بودن سهم تقریبا ۹۹ درصدی از کل مصرف انرژی در بخش، از مهم‌ترین حامل‌های انرژی مصرفی در بخش کشاورزی به‌شمار می‌روند. افزایش مصرف انرژی از یک‌سو و تغییر در سهم انواع حامل‌های انرژی از سوی دیگر، معرفی یک مدل کلی برای برآورد تقاضای انرژی در این بخش را بیشتر از هر چیزی ضروری می‌سازد. با پیچیده شدن مسایل و اهمیت یافتن سرعت رسیدن به پاسخ، دیگر روش‌های کلاسیک جواب‌گوی حل بسیاری از مسائل نیست. از این‌رو بیشتر از الگوریتم‌های جستجوی تصادفی برای حل مسایل بهینه‌سازی استفاده می‌شود. به‌طوری‌که استفاده از الگوریتم‌های تکاملی و الگوریتم‌های جستجوی ابتکاری در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است. الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات(PSO) نخستین بار در سال ۱۹۹۵ توسط کندی و ابرهارت با الهام از رفتار پرندگان و ماهی‌ها معرفی شد. این الگوریتم قدرتمند بر پایه‌ی فیزیولوژیکی تاثیرات و یادگیری اجتماعی می‌باشد. همچنین این الگوریتم از اجتماعی از ذرات تشکیل شده که در فضای مساله حرکت می‌کنند. هر ذره بهترین موقعیت جمعیت که تاکنون کشف شده است را می‌بیند و به سمت بهترین موقعیتی که تاکنون خودش کشف کرده و بهترین موقعیتی که تاکنون توسط ذرات دیگر پیدا شده، شتاب می‌گیرد. اعضا رفتار ساده‌ای را دنبال می‌کنند اما نتیجه‌ای که حاصل می‌شود، کشف مناطق بهینه در فضای جستجو است.

در زمینه‌ی تقاضای انرژی مطالعات متعددی در داخل و خارج صورت گرفته است که از جمله می‌توان به مطالعه‌ی ابراهیم حیدری(۱۳۸۳) تحت عنوان پیش بینی تقاضای انرژی در اقتصاد ایران بر اساس روش تجزیه اشاره کرد. در این مطالعه تقاضای انرژی بخش صنعت، کشاورزی، خدمات و حمل و نقل را با روش تجزیه و برای یک دوره‌ی ۱۵ ساله در قالب(نرخ رشد تولید بالا، پایین و روند) پیش‌بینی کرده است. نتایج پیش‌بینی تقاضای برق و گاز طبیعی نشان می‌دهد که در هر سه گزینه در طول سال‌های مورد پیش‌بینی، مصرف ناشی از عوامل ساختاری و شدت انرژی تشدید می‌شود. محمدرضا زارع مهرجردی و مریم ضیاآبادی(۱۳۸۷) با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی، اهمیت عوامل موثر بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی را محاسبه کرده و سپس با استفاده از الگوی خودتوضیح برداری(VAR) مصرف انرژی در بخش کشاورزی را پیش‌بینی کردند که نتایج تحقیقات ایشان نشان می‌دهد که در هر دو روش شبکه‌ی عصبی و اقتصادسنجی متغیرهای شدت مصرف انرژی سهم بخش کشاورزی در اقتصاد و تولید ناخالص داخلی بر مصرف انرژی در این بخش

Archive of SID

www.SID.ir

تاثیر مثبت زیادی دارد. در این مقاله از داده‌های سری زمانی ۱۳۸۵-۱۳۸۳ استفاده شده است. عباسی‌نژاد و صادقی(۱۳۷۸) در مطالعه‌ی خود به بررسی پایداری تقاضای انرژی یا قیمت‌ها و سطح فعالیت‌های اقتصادی در ایران پرداخته‌اند. در این پژوهش پس از برآورد تابع تقاضای حامل‌های مختلف انرژی از جمله برق، این توابع الگوسازی شدند. نتایج حاکی از آن است که کشش‌های قیمتی و درآمدی برق در ایران به مراتب کمتر از سایر حامل‌های انرژی می‌باشند. همچنین کشش‌های درآمدی و قیمتی در کوتاه‌مدت کمتر از واحد و در بلندمدت بزرگ‌تر از واحد هستند. لذا مطالعه‌ی حاضر بر آن است که با معرفی متغیرهای تاثیرگذار بر مصرف انرژی(برق و گازوییل) که عمده‌ترین منابع انرژی مصرفی در بخش کشاورزی می‌باشند، به برآورد تابع تقاضای گازوییل و برق در بخش کشاورزی بپردازد. حسین مهرابی بشرآبادی و سمیه نقوی(۱۳۹۰) با استفاده از الگوی تصحیح خطای برداری توابع تقاضای گازوییل و برق در بخش کشاورزی را در طی دوره‌ی زمانی ۱۳۸۶-۱۳۵۳ و ۱۳۸۶-۱۳۶۵ برآورد کرده و عوامل موثر بر تقاضای آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و تاثیر این عوامل موثر بر تقاضای گازوییل و برق در کوتاه‌مدت و بلندمدت را با استفاده از الگوی تصحیح خطای برداری با هم مقایسه کردند.

در سطح بین‌المللی نیز فارلا و همکاران(۱۹۹۸)، ضمن ارائه‌ی یک روش خاص مجزاسازی اثرات تغییر در کل شدت انرژی، آن را برای اقتصاد هلند به‌کار گرفته و نشان دادند که در طول دوره‌ی مطالعه(۱۹۹۰-۱۹۸۰) اثر شدت خالص، عمده تغییرات شدن انرژی را تغییر می‌دهد. لازم به توضیح است که در طول دوره‌ی مذکور تغییر در شدت انرژی تماما منفی بوده است. کاواکلی اقلو و همکاران(۲۰۰۹) در مطالعه‌ای میزان مصرف انرژی الکتریکی در کشور ترکیه را مدل‌سازی نموده‌اند. در این مطالعه از شبکه‌ی عصبی چند لایه پرسپترون استفاده نموده و نتایج مطالعه نشان داد که با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی، می‌توان میزان مصرف برق را مدل‌سازی و پیش‌بینی نمود. مورات وسیلان(۲۰۰۶) با استفاده از شبکه‌ی عصبی پیش خور، میزان تقاضای انرژی بخش حمل و نقل را پیش‌بینی نمودند. متغیرهای ورودی شامل متغیرهای اقتصادی- اجتماعی از جمله تولید ناخالص ملی، مسافت طی شده و متغیر میزان مصرف انرژی در بخش حمل و نقل می‌باشد. داده‌های مورد استفاده‌ی مطالعه شامل دوره‌ی ۲۰۰۱-۱۹۷۰ می‌باشد، در نهایت مقایسه‌ی نتایج پیش‌بینی‌های شبکه‌ی عصبی مصنوعی و داده‌های واقعی مزبور به داده‌های آزمایشی نشان داد که شبکه‌های عصبی مصنوعی روشی مناسب برای پیش‌بینی میزان مصرف انرژی در بخش حمل و نقل می‌باشند. داربلی وسلاما(۲۰۰۰) طی یک مطالعه میزان مصرف کوتاه‌مدت برق در جمهوری چک را با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی و روش ARIMA پیش‌بینی نموده و نتایج نشان داد

Archive of SID

www.SID.ir

که در مدل‌های تک متغیره تفاوت معنی‌داری بین متغیرهای خطی و غیر خطی وجود ندارد. با این حال در مدل‌های چند متغیره، روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی برتر از مدل خطی عمل می‌کند.

انگ،گوه لیو(۱۹۹۲) تقاضای برق خانگی در سنگاپور طی سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۷۲ را برآورد کردند. در این برآورد، متوسط مصرف سرانه‌ی برق در بخش خانگی، تابعی از محصول ناخالص داخلی سرانه، قیمت واقعی برق برای مصرف‌کنندگان خانگی، متوسط حداکثر درجه حرارت روزانه یا متوسط میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت روزانه، مصرف سرانه‌ی برق با وقفه‌ی یک ساله و متغیرهای مجازی در نظر گرفته شده است. در مطالعه‌ی دیگر هوتاکر و همکاران(۱۹۷۴) تحت عنوان تجزیه و تحلیل تقاضای پویای بنزین و برق خانگی، تابع تقاضای برق خانگی که تابعی از قیمت واقعی برق خانگی، درآمد و مصرف با وقفه برق است را برای ۴۸ منطقه‌ی ایالات متحده آمریکا طی سال‌های ۱۹۷۱-۱۹۶۰ برآورد کرده‌اند.

قنبری و دیگران(۱۳۸۷) با استفاده از روند متغیرهای تاثیرگذار بر تقاضای انرژی بخش حمل و نقل زمینی ایران با استفاده از الگوریتم ژنتیک، دو فرم از معادلات تقاضای انرژی غیر خطی بنزین و نفت گاز بخش حمل و نقل زمینی ایران شبیه‌سازی و بر اساس آن اقدام به پیش‌بینی نموده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که فرم درجه دوم تابع تقاضای بنزین بخش حمل و نقل زمینی و فرم نمایی تابع تقاضای نفت گاز بخش حمل و نقل زمینی با معیارهای کارایی شبیه سازی بهتر، نتایج بهتری را در پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش حمل و نقل زمینی ایران فراهم کرده و می‌تواند در پروژه‌های بخش انرژی ایران به‌کار برده شوند. عصاری و دیگران(۱۳۸۹) به بررسی تقاضای گاز طبیعی در ایران با استفاده از ساختار صنعت و شرایط اقتصادی ایران با استفاده از الگوریتم ژنتیک به دو شکل(نمایی و خطی) پرداخته‌اند و تقاضای گاز طبیعی برای ایران تا سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شده است.

الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات یکی از الگوریتم‌های قدرتمند و پرطرفدار برای بهینه‌سازی است که بیشتر به‌خاطر سرعت همگرایی نسبتا بالایی که دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این الگوریتم با وجود عمر کمی که دارد، توانسته است در حوزه‌های کاربردی بسیاری از الگوریتم‌های قدیمی‌تر مانند الگوریتم ژنتیک پیشی گرفته و به‌عنوان انتخاب اول محسوب شود.

در حوزه‌ی مطالعات داخلی الگوریتم بهینه‌سازی ذرات به‌صورت معدود در زمینه‌ی موضوعات مرتبط با اقتصاد مورد استفاده قرار گرفته است که در این مطالعات داخلی تنها می‌توان به مطالعه‌ی امامی میبدی و دیگران(۱۳۸۸) اشاره نمود که با استفاده از خط سیر شاخص‌های کلان اقتصادی، دو فرم از معادلات تقاضای انرژی غیر خطی با استفاده از الگوریتم بهینه سازی ذرات شبیه‌سازی و بر اساس آن اقدام به پیش‌بینی نموده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که فرم درجه دوم نتایج

Archive of SID

www.SID.ir

بهتری را در مشاهده داده‌ها فراهم کرده و با یک ضریب همبستگی بالاتر می‌تواند در پروژه‌های بخش انرژی ایران به‌کار برده شود.

در این مقاله با هدف بررسی عوامل موثر بر تقاضای برق در بخش کشاورزی، اقدام به شبیه‌سازی تابع تقاضای برق به فرم‌های خطی و نمایی شده است. سپس با استفاده از معیارهای ارزیابی عملکرد مدل‌های رقیب، بهترین مدل گزینش و از آن برای بررسی عوامل اثرگذار بر تقاضای برق در بخش کشاورزی استفاده شده است.

## مواد و روش‌ها

الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات(PSO)[1] اولین بار در سال ۱۹۹۵ توسط ابرهارت و کندی بر اساس رفتار اجتماعی دسته‌های پرندگان و ماهی‌ها طراحی و مدل شد. این الگوریتم یک تکنیک بهینه‌سازی است که بر پایه‌ی جمعیتی از پاسخ‌های اولیه عمل می‌کند. الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات(PSO) یکی از مهم‌ترین و بهترین الگوریتم‌هایی است که در حوزه‌ی هوش مصنوعی معرفی شده است. این روش در بسیاری موارد شبیه به تکنیک‌های محاسباتی تکاملی مانند الگوریتم‌های ژنتیک عمل می‌کند. در این الگوریتم هر ذره نماینده‌ی یک جواب مساله است که به‌طور تصادفی در فضای مساله در حرکت می‌باشد. تغییر مکان هر ذره در فضای جستجو تحت تاثیر خود و همسایگانش است. بنابراین موقعیت ذرات دیگر روی چگونگی حرکت و جستجوی ذره اثر می‌گذارد. اساس کار الگوریتم بر این اصل استوار است که هر ذره مکان خود را در فضای جستجو با توجه به بهترین مکانی که تاکنون در آن قرار گرفته و بهترین مکانی که در کل همسایگی‌اش وجود دارد، تنظیم می‌کند. موقعیت اولیه‌ی هر ذره به‌صورت تصادفی در فضای جستجو با یک توزیع یکنواخت در محدوده تعریف مساله تعیین می‌شود.

هر ذره به‌صورت چند بعدی(بسته به طبیعت مساله) با دو مقدار $v_i^d(t)$ , $x_i^d(t)$ که به‌ترتیب معرف وضعیت مکانی و سرعتی مربوط به بعد $d$ ام از $i$ امین ذره هستند، تعریف می‌شوند. در زمان‌های بعد موقعیت هر ذره بر مبنای تجربه خودش و نیز همسایگانش تعیین می‌شود. اگر $x_i^d(t)$ موقعیت بعد $d$ ام ذره‌ی $i$ در زمان $t$ باشد، موقعیت بعدی ذره از جمع موقعیت بعد $d$ ام ذره‌ی $i$ در زمان $t$ با سرعت ذره‌ی $i$ به‌دست می‌آید. ذرات از طریق بردار سرعت هدایت می‌شوند. در بردار سرعت هم، نتیجه‌ی تجربه‌ی اجتماعی ذره‌های همسایه و هم تجربه‌ی فردی هر ذره دخیل است. هر ذره سرعت خود را با ترکیب خطی از جز فردی که نشان‌دهنده‌ی استفاده از دانش و تجربه‌ی شخصی است و جز اجتماعی که بیانگر تجربیات همسایه‌ها می‌باشد، به‌روزرسانی می‌کند.

1 Particle swarm optimization Algorithm

Archive of SID

www.SID.ir

در جز فردی بهترین موقعیت ذره‌ی $pbest$ که ذره تا آن لحظه به آن دست یافته و در جز اجتماعی بهترین موقعیتی که کل ذرات $gbest$ به آن دست یافته‌اند، لحاظ می‌شود.
هر ذره برای رسیدن به بهترین جواب سعی می‌کند تا موقعیت خود را با استفاده از اطلاعات و روابط زیر تغییر دهد:
موقعیت کنونی $x_{ij}(t)$، سرعت کنونی $v_{ij}(t)$، فاصله بین موقعیت کنونی و $pbest$، فاصله‌ی موقعیت کنونی و $gbest$. بدین صورت سرعت هر ذره طبق رابطه‌ی زیر تغییر می‌کند:

$$v_{ij}(t+1)=w\,v_{ij}(t)+c_1.r_1\left(Pbest_{ij}(t)-x_{ij}(t)\right)+c_2.r_2\left(gbest_j(t)-x_{ij}(t)\right) \quad (۱)$$

که در آن $v_{ij}(t)$، بعد j ام هر ذره در تکرار t ام است، $c_1, c_2$ ثابت‌های مثبتی هستند که برای وزن‌دهی به اجزا خودی و جمعی استفاده می‌شود و ضرایب شتاب نامیده می‌شوند. $r_1, r_2$ اعداد تصادفی با توزیع بین صفر و یک بوده ($r_{1i}(t), r_{2i}(t) \simeq u(0,1)$) که خاصیت تصادفی بودن الگوریتم را حفظ می‌کنند. w پارامتر وزن اینرسی می‌باشد.
موقعیت جدید هر ذره از مجموع موقعیت گذشته و سرعت جدید به‌دست می‌آید که برطبق رابطه‌ی زیر تعیین می‌شود.

$$x_{ij}(t+1)=x_{ij}(t)+v_{ij}(t+1) \quad (۲)$$

## نتایج و بحث

### شبیه‌سازی تابع تقاضای برق

در این بخش ابتدا به معرفی متغیرهای در نظرگرفته شده برای تقاضای برق بخش کشاورزی و بیان شکل‌های خطی و نمایی به‌کار گرفته شده، پرداخته و سپس با بیان نتایج تخمین و استفاده از معیارهای ارزیابی مدل‌های رقیب، مدل بهینه برای بررسی عوامل تاثیرگذار بر تابع تقاضای برق بخش کشاورزی انتخاب شده است.
در این مطالعه از داده‌های سالانه‌ی برق بخش کشاورزی در دوره‌ی ۱۳۸۵-۱۳۵۷ استفاده شده است. با توجه به ماهیت شبیه‌سازی، تابع تقاضای برق بخش کشاورزی با به‌کار بردن فرم‌های خطی و نمایی به‌صورت زیر مدل‌سازی شده‌اند:

$$C_t = w_1 P_{elec} + w_2 AGR + w_3 N + w_4 C_{t-1} + w_5 \quad (۳)$$

$$C_t = w_1 P_{elec}^{W_6} + w_2 AGR^{W_7} + w_3 N^{W_8} + w_4 C_{t-1}^{W_9} + w_5 \quad (۴)$$

در روابط فوق $C_t$: مقدار برق مصرفی بخش کشاورزی(برحسب مگاوات ساعت)، $P_{elec}$ : قیمت واقعی برق مصرفی بخش کشاورزی(برحسب مگاوات ساعت/ریال)، agr : ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی

Archive of SID

www.SID.ir

به قیمت ثابت(برحسب میلیارد ریال)، N: تعداد مشترکین برق بخش کشاورزی و $C_{t-1}$: مقدار مصرف دوره‌ی قبل برق در بخش کشاورزی(برحسب مگاوات ساعت) می‌باشد.

تابع تقاضای برق شبیه‌سازی شده خطی و نمایی به‌صورت زیر ارایه شده است:

مدل خطی:

$$C_t = -0.1681P_{elec} + 0.002AGR + 0.2043N + 0.7514C_{t-1} + 0.4909 \quad (۵)$$

مدل نمایی :

$$C_t = -0.6438P_{elec}^{0.3671} - 0.1229AGR^{-0.7601} + 0.6080N^{0.7877} + 0.4045C_{t-1}^{0.3148} + 0.8 \quad (۶)$$

برای برآورد این مدل با الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات از نرم‌افزار MATLAB به‌منظور برنامه‌نویسی الگوریتم استفاده شده است. پارامترهای استفاده شده در الگوریتم PSO برای تخمین ضرایب، در جدول ۱ ارائه شده است.

برای ارزیابی عملکرد توابع شبیه‌سازی شده از چهار معیار میانگین انحراف معیار(MSE)، جذر میانگین انحراف معیار(RMSE)، میانگین درصد خطای مطلق(MAPE) و میانگین خطای مطلق(MAE) استفاده شده است. این معیارها به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(E_i^{observed} - E_i^{simulated}\right)^2}{n}$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{E_i^{observed} - E_i^{simulated}}{E_i^{observed}}\right|}{n}$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left|E_i^{observed} - E_i^{simulated}\right|}{n}$$

در روابط فوق n نشانگر تعداد مشاهدات است.

نتایج شبیه‌سازی توابع فوق توسط الگوریتم PSO در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به جدول ۲ نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که مدل‌نمایی تقاضای برق بخش کشاورزی به‌طور کلی دقیق‌تر از مدل خطی عمل کرده و خطای پیش‌بینی کمتری داشته است و لذا تابع تقاضای برق با فرم‌نمایی برای بررسی عوامل اثرگذار تقاضای برق بخش کشاورزی انتخاب می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

## نتیجه‌گیری:

در این مطالعه ابتدا با استفاده از الگویتم انبوه ذرات(pso) تقاضای برق بخش کشاورزی در دو شکل تبعی خطی و نمایی برآورد گردیده و سپس بر اساس معیارهای ارزیابی مدل برتر انتخاب شد. نتایج مدل برتر نشان می‌دهد که بین قیمت و مقدار تقاضای برق رابطه‌ی عکس وجود دارد. به‌دلیل اینکه مصرف سوخت‌های فسیلی تاثیر مضر و منفی بر سلامت انسان دارد، آلودگی‌های زیست محیطی ایجاد کرده و طبق تحقیقات انجام شده هزینه‌ی پمپاژ آب در بخش کشاورزی توسط پمپ‌های دیزلی چندین برابر پمپ‌های برقی است. لذا می‌توان نتیجه گرفت که برق جانشین مناسبی برای فراورده‌های نفتی مورد استفاده در بخش کشاورزی بوده و هرچه قیمت آن کاهش یابد، مصرف آن افزایش خواهد یافت.

بین ارزش افزوده بخش کشاورزی و تقاضای برق رابطه‌ی مستقیم وجود دارد. از آنجایی که برق در بخش کشاورزی یک سوخت تمیز می‌باشد، انتظار می‌رود تا با افزایش درآمد کشاورزان، پیشرفت تکنولوژی و استفاده‌ی بیشتر کشاورزان از پمپ‌های برقی مصرف برق افزایش یابد. متغیر تعداد مشترکین برق رابطه‌ی مثبت با میزان تقاضای برق در بخش کشاورزی دارد. چرا که افزایش تعداد مشترکین به‌منزله‌ی افزایش تعداد چاه‌های مجهز به پمپ‌های الکتریکی می‌باشد که موجب افزایش میزان مصرف برق در این بخش خواهد شد. بین مصرف برق و مصرف دوره‌ی قبل آن رابطه‌ی مثبت وجود دارد و این نشان‌دهنده‌ی آن است که این متغیر نقش تاثیرگذاری در برآورد و پیش‌بینی تقاضای برق بخش کشاورزی خواهد داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

## فهرست منابع


1. Assari M. Alah assareh E. Behrang M. Ganbarzedeh A.2010.applied genetic algorithms and artificial neural networks to estimate the natural gas consumption in Iran،Journal of Energy Conversion.1(1)25:-31(in Persian)
2. Ebrahimi M. 2012. The use of artificial neural networks and time-series approach to predict electrical energy consumption in agriculture. journal of Agricultural Economics Researches. 4(1), 27-42. (in Persian)
3. Emami Meybodi A ، Mohsen Kh. Aazami A.2009. Simulation of energy demand function in Iran using pso algoritm، Quarterly of Energy economics studies.6(20):141-159،(in Persian)
4. Ganbari A. Khezri M. Aazami A. 2008. Simulation of Gas and Gasoil demand function in iran's transport , using genetic، algorithms.value Economics.5(2):157-177،(in persian)
5. Heydari E. 2005. Prediction of energy demand in Iran economics with decomposition model. Journal of economic researches. 69: 47-56.(in Persian)
6. Hojabr kiani K, Varedi SH. 2000. Investigating of coefficient of energy importance in Iranian agricultural sector production. Agricultural economics and development. (in Persian
7. Kiumars S.2007. Impact of production tecnology improvement in agriculture on long term energy demand in this sector. Agricultural economics and development.15(60)، (in Persian)
8. Mehrabi boshrabadi H, Naghavi S. 2011. Estimation of energy demand function in agriculture of Iran. journal of Agricultural Economics Researches. 3(2): 147-162. (in Persian)
9. Menhaj M, Kazemi A, Shakoori ganjavi H, Taghi zadeh M. 2009. Prediction of energy demand in transport sector using neural networks: a case study in Iran. Management researches in Iran،14:203-220(in Persian)
10. Ministry of Energy(various years)، the energy balance of Iran ،Tehran،Ministry of Energy
11. Mousavi N, Mokhtari Z, Faraj zadeh Z. 2010. Prediction of energy carriers consumptions in Iranian agricultural sector using ARIMA & ARCH patterns. Quarterly of Energy economics studies. 27:181-195. (in Persian)


Archive of SID

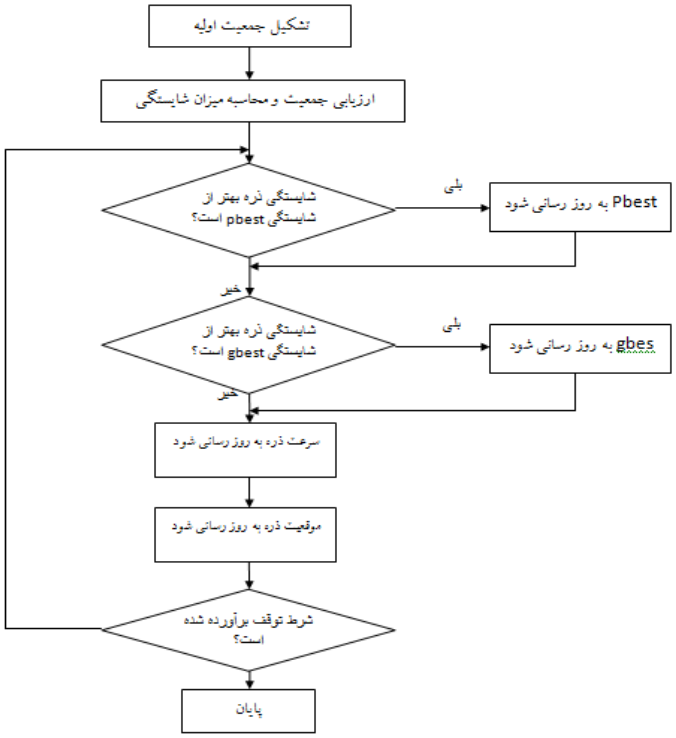
www.SID.ir

12. Zare Mehrjardi M, Ziaabadi M. 2010. Investigating the Factors Affecting Energy Consumption in the Iranian Agricultural Sector. 5:133-153. (in Persian)
13. Ang B.W. (1998). Decomposion of industrial energy consumption, Energy Economics ,16(3):163-174 .
14. Ang B.W. Goh T.N. Liu X.Q.(1992). Residential Electricity Demand in Singapore. Energy .17(1)..37-46 .
15. Arimah, B.C.(1993) . Electricity consumption in Nigeria . Opec Review.. International Journal Of Forecasting, 16: 71-83.
16. Darbelly G. S. Slama M.(2000). Forecasting the short-term demand for electricity, do neural networks stand a better chance?, International Journal Of Forecasting, 16: 71-83.
17. Farla J.Cuelenaere R. Blok K . (1998). Energy efficiency and structural change in the nether land
18. Kavaklioglu K., Ceylan H., Ozturk H.K., Canyurt, O.E(. (2009). Modeling and prediction of Turkey's electricity consumption using Artificial Neural Networks, Energy Conversion andManagement, 50: 2719–2727.
19. Murat YS. ceylan H.(2005). use of artificial neural networks for transport energy demand modeling, Energy policy ,1(34).
20. Murat YS, Ceylan H.( 2006). Use of artificial neural networks for transport energy demand modeling. Energy Policy, 34: 3165–72.
21. Sun J.W. (2001). Energy demand in fifteen Europran Union countries by 2010-A Forecasting model based on decomposition approach, ENERGY ,26:549-500.

Archive of SID

www.SID.ir

## پیوست‌ها




**شکل۱- فلوچارت الگوریتم انبوه ذرات.**

**جدول ۱- پارامترهای مورد استفاده در الگوریتم.**

| الگوریتم PSO | |
|---|---|
| پارامتر | اندازه |
| اندازه ذرات (n) | ۱۰۰ |
| وزن اینرسی(w) | ۰.۹۹۵ |
| ماکزیمم تعداد تکرار(t) | ۱۰۰ |

**جدول ۲- نتایج مدل‌های برآورد شده با الگوریتم PSO.**

| معیار | مدل خطی | مدل نمایی |
|---|---|---|
| MSE | ۲۳.۹۲۶۹ | ۵.۱۸۹۱ |
| RMSE | ۴.۸۹۱۵ | ۲.۲۷۷۹ |
| MAPE | ۲.۸۱۵۲ | ۰.۶۴۸۲ |
| MAE | ۴.۱۸۶۳ | ۱.۷۰۵۷ |

Archive
www.SID.ir