اولین کنفرانس ملی
مهندسی صنایع و سیستم ها
دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد - ۲۹و۳۰ آذر ۹۱- IESC 2012

پیش بینی مصارف خانگی گاز طبیعی در شهرکرد

با استفاده از تلفیق مدل شبکه عصبی و سری زمانی

آذر طاهری قهفرخی [۱]، عباس قلی پور [۲]، دکترمجید نیلی احمد آبادی[۳]، دکتر احمد رضا شکرچی زاده اصفهانی[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع – گرایش مدیریت سیستم و بهره وری دانشگاه آزاد اسلامی - واحد نجف آباد;
کارشناس برنامه ریزی و کنترل پروژه، شرکت ملی گاز شرکت گاز استان چهارمحال و بختیاری ؛ zr.taheri@gmail.com
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع – گرایش مهندسی مالی دانشگاه آزاد اسلامی – واحد دهاقان،
کارشناس ارشد تحلیل سیستمها شرکت ملی گاز شرکت گاز استان چهار محال و بختیاری ؛ a.gholipour@nigc-chbgas.ir
[۳] عضو هیات علمی گروه مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی واحدنجف آباد ؛ nili2536@gmail.com
[۴] عضو هیات علمی گروه مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی واحدنجف آباد ؛ ahmad_shekar2@hotmail.com

چکیده

پیش بینی تقاضا از جمله مواردی است که اجرای موفق آن می تواند باعث افزایش کارآیی سازمان و صرفه جویی در منابع شود. این امر در سیستم های توزیع گاز که از قابلیت ذخیره سازی کمتری برخوردارند اهمیت بیشتری دارد. در این تحقیق یک مدل تلفیقی از شبکه عصبی و سری های زمانی (آنالیز روند و ARIMA) به منظور پیش بینی مصارف گاز خانگی شهرکرد برای ۵ سال آتی ارائه شده است . روند انجام کار بدین صورت بود که بمنظور تعیین اهمیت عوامل موثر بر مصارف گاز خانگی شهرکرد، از مدل شبکه عصبی استفاده شده و مدلی با بیشترین قابلیت اطمینان ، طراحی گردید. این مدل، شبکه عصبی دینامیک نام دارد و با اطمینان ۹۵/۸% قادر به پیش بینی تقاضا می باشد. سپس عوامل با اهمیت به روش سری زمانی برای دوره های آتی پیش بینی شده و در نهایت در مدل شبکه عصبی منتخب قرار گرفته و پیش بینی مصارف برای سالهای ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۵ حاصل گردید . نتایج نشان می دهند که میزان تقاضای گاز طبیعی در شهرکرد تا سال ۱۳۹۵ به میزان ۱۷٪ نسبت به سال ۱۳۹۰ افزایش خواهد داشت و پیک مصرف ماهانه نیز ۸٪ افزایش می یابد .

کلمات کلیدی

مدلسازی، شبکه عصبی، سری زمانی ، پیش بینی ، گاز طبیعی، مصارف خانگی، شهرکرد.

Forecasting House Hold Natural Gas Consumption in Shahrekord with Integrated Model of Neural Network and Time Series

A. Taheri Gh. , A. Gholipour, Dr M. Nili A., Dr A. Shekarchizade E.

ABSTRACT

Demand forecasts, including the successful implementation can increase efficiency and save organization resources. This case in gas distribution systems that have less storage capacity is more significant. In this study, an integrated model of neural network and time series (trend analysis and ARIMA) is proposed to forecast domestic gas consumption for the next 5 years. This work was carried out to determine the factors affecting the domestic gas consumption, using neural network models, a model with high reliability was designed. In this model, the neural network is dynamic and with confidently 95.8% to be able to forecast demand. After that the factors conditions forecasted with time series models and finally located the neural network model and consumption of the years 2012 to 2016

نویسنده مسئول مقاله: آذر طاهری قهفرخی، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
تلفن همراه: 09133033308 ، تلفن تماس: 18308831830

forecasted. Research results show 8% increasing in peak monthly consumption and 17% increasing the level of yearly demand in 2016 comparing with 2011.

KEYWORDS

Modeling, Neural network, Time Series, Fore Cast, Natural gas, Household consumption, Shahrekord.

۱- مقدمه

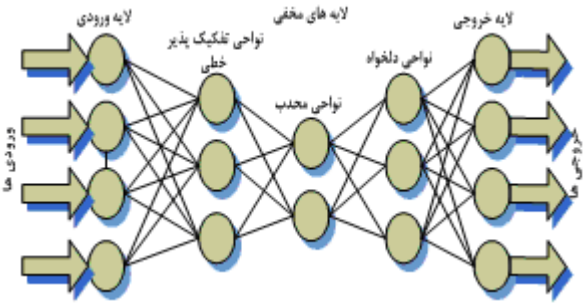
گاز طبیعی به عنوان سوختی پاک با قابلیت کاربری بسیار آسان و داشتن ارزش حرارتی بالا به عنوان یکی از مهمترین منابع انرژی و یکی از مهمترین فراورده هایی است که برای تامین رفاه اجتماعی و پیشرفت اقتصادی هر کشور مطرح است. کشور ما با دارا بودن ذخایر عظیم گاز، در منطقه و در کل دنیا نسبت به سایر کشورها دارای امتیازات ویژه ای است، اما باید به این مسئله نیز توجه شود که بهره برداری و رشد بی رویه مصرف داخلی و عدم توسعه ظرفیت در بخش تولید گاز طبیعی منجر به تحمیل هزینه های فراوان پنهان و آشکاری مخصوصاً به نسل های آینده خواهد شد و به میزان زیاد منجر به از دست دادن این منبع می شود. طبق آمار بدست آمده در کشور، در هر روز افراد زیادی متقاضی استفاده از گاز هستند و صرفاً شرکت ملی گاز نیز مسئول پاسخگویی به این نیازهاست. یکی از مشکلاتی که این شرکت با آن مواجه است، عدم اطلاع دقیق از میزان تقاضای هر دوره است. از طرفی این شرکت داده های زیادی در اختیار دارد که می توان از آنها برای پیش بینی تقاضای گاز استفاده کرد.. هدف اصلی یک سیستم توزیع انرژی، توزیع کارآمد و قابل اطمینان انرژی از منبع به مشتری می باشد.(کازیلاسلان ۲۰۰۹) این مقوله در مناطق سردسیر اهمیت ویژه ای دارد. استان چهار محال و بختیاری یکی از سردترین استانهای ایران می باشد که در ناحیه کوهستانی واقع شده است. با توجه به شرایط ویژه جغرافیایی این استان، تامین انرژی مورد نیاز مردم این استان دارای اهمیت بسیار زیادی می باشد. مصرف کننده های گاز خانگی استان چهارمحال و بختیاری حدود ۹۳٪ از کل مصرف کنندگان گاز این استان می باشند و ۵۲٪ از مصارف گاز طبیعی در استان را به خود اختصاص می دهند. شهرستان شهرکرد ۴۷/۶٪ از مشترکین خانگی کل استان را تحت پوشش قرار داده و حائز رتبه اول تعداد مصرف کنندگان استان در میان کل شهرستان ها می باشد و شهر شهرکرد بیشترین تعداد مشترک در این شهرستان را دارا می باشد (سایت آمار و گزارشات شرکت ملی گاز). با توجه به موارد فوق الذکر و اهمیت پایداری و ثبات تامین گاز طبیعی در این شهر (که هم جزء مناطق سردسیر بوده و هم به عنوان بزرگترین شهر استان چهارمحال و بختیاری که بیشترین تعداد مصرف کننده خانگی را دارا است)، اطلاعات مربوط به مشترکین خانگی شهرکرد مورد بررسی واقع گردید.

۲- ادبیات تحقیق

پیش بینی تقاضای گاز نیازمند داشتن یک مدل مناسب می باشد تا احتمال ریسک های حاصل از تنظیم قراردادهای خدمات بهره برداری، تنظیم قراردادهای خرید گاز، بازنگری ظرفیت ایستگاههای موجود و سایر پارامترهای موثر در توزیع گاز همچون ظرفیت خطوط انتقال و شبکه ها و... در طول زمان به حداقل برساند یک پیش بینی مناسب نیازمند شناسایی و تعیین درجه اهمیت عوامل مربوطه است و ارائه مدلی مناسب که بتواند این عوامل را شناسایی و الگوی تغییرات را با بالاترین قابلیت اطمینان معین کند و درجه اهمیت عوامل را معین کند از ملزومات امر می باشد. مدلهایی که برای این امر قابل استفاده اند را می توان به مدلهای کلاسیک (روشهای آماری) و مدلهای غیر کلاسیک یا ابتکاری تقسیم بندی نمود. شبکه های عصبی مصنوعی از جمله مدل های غیر کلاسیک می باشند. با پیشرفت کامپیوتر و دانش هوش مصنوعی، سیستم های هوشمند نوینی ارائه شده است که می توان از انها برای انجام برخی کارها که به صورت مرسوم توسط علم آمار انجام می شود، استفاده نمود همان‌طور که لی و اویانگ (۲۰۰۹ Lee and Ou-Yang) بیان کردند، «شبکه عصبی می‌تواند از مثال‌ها یاد بگیرد و در میان داده‌ها، روابط دقیق عملکردی را متوجه شود. حتی اگر روابط اساسی مجهول و توصیف آن مشکل باشد». بدلیل تفاوت اساسی موجود بین این روش ها و روش های متداول آماری، آنها را می توان به صورت جداگانه طبقه بندی کرد. دامنه استفاده از این سیستم ها ی هوشمند بسیار وسیع بوده و به سرعت در حال گسترش هستند. یکی از مزایای مهم شبکه‌های‌عصبی این است که نیازی به فرموله سازی فرآیند تصمیم‌گیری ندارند. به این ترتیب، شبکه‌های-عصبی بهتر می‌تواند با پیچیدگی و عدم اطمینان نسبت به روش‌های سنتی عمل کنند، چراکه این سیستم‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که بیشتر شبیه به عملکرد قضاوت انسان باشند. استفاده از شبکه‌های عصبی در مقایسه با مدل‌های سنتی برای سیستم پشتیبان تصمیم-گیری، شامل صرفه جویی در زمان و هزینه خواهد بود (زیدان و همکاران، ۲۰۱۱).اولین کارهای مربوط به شبکه‌های عصبی به سال۱۹۴۷ برمی گردد، زمانی که یک فیزیولوژیست اعصاب به نام وارِن مککلوچ (McCulloch) و یک ریاضیدان به نام والتر پیتس(Pitts) رساله‌شان را به نام نحوه عملکرد احتمالی نرون‌ها منتشر نمودند. تفسیر آن‌ها از شبکه عصبی آن بود که از اتصال مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری دوتایی(Binary) ، می‌توان شبکه‌ای با قابلیت

حل هر مسأله محاسباتی ایجاد نمود.

در سال ۱۹۴۹ دونالد هب (Donald Hob) کتابی با عنوان «سازماندهی رفتار» منتشر نمود و آموزش را در شبکه‌های عصبی (فقط از نظر روانشناسی) معرفی کرد. برنارد ویدرو (Widrow۱۹۵۹) دو مدل عصبی به نام های آدالین (Adaptive Linear Elements (ADALINE)) و مادالین (Multiple Adaptive Linear Elements (MADALINE)) را ارائه نمودند. نام این دو مدل از استفاده آنها از عناصر خطی تطبیقی چندگانه گرفته شده است. ویدرو و هف (۱۹۶۰)، قانونی را برای به روز کردن وزن ها (آموزش) در شبکه عصبی ارائه دادند. ایده این قانون آن بود که وقتی یک پرسپترون فعال شده دارای خطای بزرگی است می توان مقادیر وزن‌ها را طوری تنظیم کرد که خطا در شبکه یا حداقل پرسپترون های مجاور توزیع شود. در همین سال، یک زیست شناس اعصاب به نام فرانک رزنبلات (Rosenblatt۱۹۶۲) از دانشگاه کُرنل (Cornell) شروع به کار بر روی پرسپترون نمود. در سال ۱۹۷۴ معرفی الگوریتم آموزش پس انتشار خطا توسط پل وربس (Werbos) انجام شد. در سال ۱۹۸۴، اتفاقات زیادی موجب علاقه دوباره به شبکه‌عصبی شد. جان هپفیلد(Hopfield) مقاله‌ای در آکادمی ملی علوم ارائه نمود. هدف هپفیلد ارایه مدل ساده‌ای از مغز نبود بلکه ایجاد ابزاری با کارایی بیشتر با استفاده از خطوط دوطرفه بین نرون‌ها بود. تا قبل از آن، نرون‌ها فقط در یک مسیر به هم اتصال داشتند. در همان زمان، ریلی و کوپر(Reilly And Cooper) از یک شبکه هایبرید چند لایه استفاده کردند که در آن هر لایه استراتژی حل مساله مختلفی داشت. شبکه-های عصبی از این شروع مجدد پژوهش‌ها در ابتدای دهه ۹۰ تا به حال، پیشرفت های زیادی به چشم دیده است. مدل‌های مختلف و روش‌های آموزش متنوعی معرفی و توسعه داده شدند و شبکه‌های عصبی در کاربردهای برای تشخیص الگو، تقریب توابع و مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی خطی و غیرخطی و ...مورد استفاده قرار گرفتند. نحوه چیدمان واحدهای پردازشی و اتصالات میان آنها توپولوژی شبکه نام دارد و تاثیر ژرفی بر قابلیتهای پردازشی شبکه عصبی خواهد داشت. بطور کلی ۲ توپولوژی برای شبکه وجود دارد که بیان می کند داده ها چگونه باید بین نرونهای ورودی، مخفی و خروجی جریان داشته باشد. توپولوژی پیشخور و توپولوژی بازگشتی، یک شبکه پیشخور نامیده می شود در صورتی که بتوان شیوه ای یافت که بر طبق آن تمامی گره های شبکه را شماره گذاری کرده طوری که هیچ اتصالی میان گره ای با عدد بزرگ به گره ای با عدد کوچکتر وجود نداشته باشد. تمامی اتصالات از یک گره با یک عدد کوچک به گره هایی با اعداد بزرگتر است. شبکه را بازگشتی می نامند در صورتی که چنین شماره گذار ای وجود نداشته باشد. (یااو (yao)، ۱۹۹۹). در شبکه‌های پیشخور جریان داده ها در شبکه یکطرفه است. یکی از ساختار های خاص برای شبکه های پیشخور که مورد توجه محقیقن زیادی واقع شده است، ساختار پرسترون چند لایه است. (شکل۱) معمولا وزنهای این گونه از شبکه‌ها توسط الگوریتمهای کاهش گرادیانی بخصوص الگوریتم معروف پس انتشار خطا، آموزش می‌بینند. هدف انسان یا ماشین از آموزش شبکه تخصیص وزنهای صحیح به هر اتصال است طوری که شبکه قادر به



شکل (۱): پرسپترون چند لایه

تصمیم گیری درست باشد. معمولا دو لایه مخفی برای حل هر گونه مساله ای کافی است. البته تعداد لایه های بیشتر ممکن است دقت شبکه در تصمیم گیری را بالا ببرد. لایه خروجی نیز، مقادیر خروجی شبکه را به دنیای خارج می فرستد. کندال (Kendal) و همکاران، (۲۰۰۷). بر طبق قضیه کولموگروف(Kolmogorov Theorem) "هر آنچه که با شبکه چهار لایه و بیشتر انجام شود، با شبکه‌ای با حداکثر سه لایه نیز قابل حصول است"، از این قضیه می توان چنین استنباط نمود که پرسپترون با حداکثرسه لایه برای تشخیص هر گونه الگویی در داده ها کافی است، شبکه های تک لایه‌ای براحتی الگوهای تفکیک پذیر خطی را تشخیص می دهند، شبکه های دو لایه‌ای براحتی در فضاهای محدب قادر به تشخیص الگو هستند و شبکه های با حداکثر سه لایه هر الگویی را در هر فضایی براحتی تشخیص می‌دهد(بیاله(Beale) ، ۱۹۹۸). شبکه های بازگشت کننده همانطوری که از نامشان پیداست، اتصالاتی دو طرفه را میان واحد های پردازشی شبکه فراهم می کنند. زیر مجموعه ای از نرونها به عنوان واحدهای پردازشی ورودی در نظر گرفته شده اند و به آنها مقادیر ورودی خاصی تخصیص داده می شود. سپس داده ها تا رسیدن نرونها به تعادل در میان نرونهای متصل مجاور به عقب و جلو گردش می کنند. شبکه های بازگشتی به دو زیر گروه شبکه های کاملا بازگشت کننده و بازگشت کننده محدود تقسیم می شوند.(بیگاس(Bigus)، ۱۹۹۶) شبکه های پیش خور در حال حاضر در مسایل زیادی کاربرد دارند و موفقیتهای زیادی را هم کسب نموده اند. مزیت اصلی این شبکه ها نسبت به سایرین، قابلت تعمیم ذاتی آن است. یعنی این

شبکه ها قادر هستند الگوهایی مشابه (ولی نه لزوما یکسان) با آن چیزی را که فرا گرفته اند شناسایی کنند. مدل شبکه های پیش خور مشکلاتی را به همراه دارد. که باعث بحث و چالشهایی مهم در این زمینه شده است. شاید یکی از مهمترین این چالشها این است که هیچ تضمینی وجود ندارد که مدل برای مساله موجود کارایی خوبی داشته باشد یا به عبارتی بهترین کارایی خود را داشته باشد. معرفی روشی نظام مند که این روش منجر به کارایی خوب مدلهای شبکه شود، برای فرآیند مدلسازی شبکه های می تواند تا حدی بر طرف کننده این مشکل باشد. تا به حال روشهایی نیز برای این مساله ارایه شده است که تمرکز این روشها روی تمام جنبه های شبکه، از قبیل جمع آوری داده های آموزشی، پیش و پس پردازش داده ها،استفاده از انواع مختلف از توابع فعال سازی، ارایه شیوه ای برای وزن دهی اولیه، ارایه الگوریتم آموزش دهنده برای بهبود کاهش تابع خطا در شبکه و... بوده است تمام آنچه که گفته شد باعث کارایی شبکه می شود ولی مهمترین آنها که توجه ای روز افزون به آن نیز می شود، طراحی شبکه‌ها، یا به عبارتی ترکیبی مناسب از تمامی موارد فوق است. این مطلب از آنجا نشات می گیرد یافتن مدل مناسب اولا کارایی را بالا می برد در ثانی تا کنون هیچ روش تئوریک مناسبی در این زمینه ارایه نشده است(واسنیاکاس (Vosniakos) ، ۲۰۰۷). طراحی یکی از جنبه های مهم شبکه محسوب می شود. در واقع یکی از اهداف مهم روشهای طراحی شبکه، یافتن کوچکترین ساختاری از شبکه است که این ساختاردر عین مینیمال بودن بصورت زیادی قادر به برازش تابعی که توسط داده های آموزشی به آن داده می شود نیز باشد. برای انجام چنین مساله‌ای الگوریتمهای انتخاب ساختار باید توازنی میان پیچیدگی شبکه در حال ساخت و میزان خوب بودن آن شبکه در برازش تابعی که قرار است تخمین زده شود، باشند. طراحی یک شبکه را می‌توان ترکیبی مناسبی از پارامترهای شبکه و الگوریتم آموزش دهنده شبکه دانست، که این تنظیمات کاملا به مساله ای که در حال حل است بستگی دارد(لائوزیریتاوارن (Laosiritaworn) ، ۲۰۰۹).

مدل سری زمانی ARIMA

روش ARIMA عبارتست از یک الگوی میانگین متحرک تلفیق شده با یک مدل خود رگرسیو که بر داده های یک سری زمانی اعمال می گردد. این مدل دارای ۳ جزء می باشد: خود رگرسیو ، مرتبه انباشتگی و میانگین متحرک . ساختمان مدل بنیادی این مدل نیز مشتمل بر ۴ مرحله می باشد که عبارتند از : توجیه و شناسایی مدل ، برآورد شاخص ، تشخیص و دریافت مدل و تایید پیش بینی و منطقی بودن مدل .

مطالعات داخلی انجام شده در زمینه تقاضای گاز طبیعی

به نظر می رسد مطالعات داخلی که مربوط به تقاضای گاز با استفاده از شبکه عصبی بوده اند بسیار محدود می باشند و که تعدادی از آنها عبارتند از : تحقیق آذری ودیگران (۱۳۸۷) برآورد میزان بار مصرفی شهر تهران را برای پیش بینی بار مصرفی روزانه و ماهانه با استفاده از مدل شبکه عصبی چند لایه و در نظر گرفتن متغیرهای ابرناکی، سرعت باد، بارندگی، مصرف گاز ۵ روز قبل از روز پیش بینی و دمای موثر روزانه حاصل از (دمای حداقل و حداکثر روزانه) و شبکه عصبی با آلگوریتم پس انتشار خطا با پرسپکترون دارای دو لایه مخفی و ۱۵ گره برای پیش بینی روزانه و از دمای موثر ماه که از میانگین دمای موثر روزانه حاصل می شد برای پیش بینی ماهانه استفاده نمودند. ذوالفقاری (۱۳۸۸) به طراحی روشی نوین برای پیش بینی کوتاه مدت گاز طبیعی در بخش خانگی، با تلفیق مدل های خطی و غیر خطی پرداخته است. دمای هوا، ساعات تاریکی،تقاضای مصرف روزانه گاز متغیر های مستقل و تقاضای روزانه گاز طبیعی پیش بینی تقاضا گاز برای ده روز آینده متغیر پیش بینی پژوهش حاضر بوده است. داده های دوره زمانی مورد استفاده از ۸۳/۱۱/۱تا۸۷/۱۱/۲۹ بوده و نتایج حاکی از ان است که روش پیشنهادی نسبت به سایر الگو ها دارای خطای کمتری است پس از روش پیشنهادی شبکه عصبی _ تبدیل موجک، شبکه عصبی پیش خور و ARIMA در اولویت های بعدی هستند..ارکات و دیگران (۱۳۸۹) به ارائه یک مدل شبکه عصبی مصنوعی چند لایه با الگوریتم پس انتشار خطا جهت پیش بینی میزان مصرف هفتگی گاز شهر ایلام پرداخته است. دمای موثر هفتگی و تعداد مشترکین هفتگی گاز متغیر های مستقل مدل و پیش بینی مصرف هفتگی گاز متغیر وابسته مدل می باشد مدل شبکه عصبی سه لایه با توپولوژی (۱-۸-۶-۲) با الگوریتیم پس انتشار خطا توابع فعال سازی سیگموئید در لایه های پنهان و تابع همانی در لایه خروجی با ۵۵۰۰ تکرار بوده است. همچنین در زمینه سایر مطالعات انجام شده در زمینه تقاضای گاز می توان به موارد زیر اشاره نمود:

لطفعلی پورو باقری (۱۳۸۲) در مطالعه خود با عنوان "تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی مصارف خانگی شهر تهران"قیمت گاز طبیعی، درآمد سرانه، درجه حرارت و تعداد خانوارها را به عنوان متغیر های موثر در تقاضای گاز طبیعی در خانوارهای شهری معرفی نموده اندو از قیمت سایر حاملهای انرژی صرفنظر کرده اند.

کشاورز حداد و میرباقری جم (۱۳۸۶) در تحقیقی با عنوان"بررسی تابع تقاضای گاز طبیعی (خانگی و تجاری) در ایران"از روشهای سری های زمانی لگاریتم طبیعی تقاضای گاز خانگی و تجاری را با مولفه های روند و فصلی مرتبط نمودند. مرادی و متقیان (۱۳۸۶) در تحقیق خود با عنوان"طراحی و کاربرد مدل تقاضای انرژی در مقیاس شهری"مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی در ساختمانها را به تعداد خانوار، آب و هوا (و داده های مربوط به کارایی، ضریب اتلاف حرارتی ساختمان(منتسب به هر خانوار) وابسته نموده اند. محمود زاده و پور

دیهیمی (۱۳۸۸) به بررسی روند مصرف گاز طبیعی خانگی (استان همدان) پرداخته با استفاده از میانگین هندسی در ۷۸-۸۶مصرف گاز خانگی ۵/۹٪رشد داشته است عادات مصرفی،تعدادمشترکین، متوسط دما، درامد سرانه،قیمت گاز،قیمت برق متغیر های مستقل و مصرف سرانه گاز متغیر پیش بینی پژوهش بوده است و نتیجه حاصله اینکه سه عامل اصلی و تاثیر گذار بر مصرف گاز (عادات مصرفی،تعداد مشترکین،متوسط دما) می باشند. در این تحقیق ۹ مدل شبکه عصبی در نرم افزار SPSS Clementine برای تعیین اهمیت عوامل موثر بر مصارف گاز خانگی شهرکرد مورد بررسی واقع شده و در نهایت مدلی که دارای بیشترین قابلیت اطمینان می باشد انتخاب گردیده است. یکی از تفاوتهای اساسی این تحقیق نسبت به مطالعات قبلی انجام شده در نظر گرفتن اطلاعات مربوط به مشخصات ساختمان (مساحت زیر بنا) و ظرفیت کنتور و سال اشتراک متوسط مصرف کنندگان در کنار مشخصات آب و هوایی و قیمت گاز می باشد که تاثیر این موارد تا کنون در کنار هم مورد بررسی قرار نگرفته است.

۳- مدل پیشنهادی تحقیق

در این تحقیق متغیرهای مربوط به دما (ماکزیمم، مینیمم و متوسط و دمای موثر که از فرمول مقابل استخراج گردید :

$$T_{ef} = \left(\frac{t_{\min} + 4t_{mean} + t_{\max}}{6}\right)$$

، قیمت گاز و تعداد مصرف کننده، متوسط سال اشتراک مصرف کنندگان، متوسط تعداد واحد ها برای هر مصرف کننده، متوسط ظرفیت کنتور مصرف کنندگان، متوسط زیر بنای واحد های مصرف کنندگان به عنوان متغیرهای مستقل و کل مصارف خانگی گاز شهرکرد به صورت داده های ماهانه در دوره زمانی۱۳۸۴/۱۰/۱ الی ۱۳۹۱/۰۴/۳۱ به عنوان متغیر وابسته تعریف شده و مورد تجزیه و تحلیل واقع شده اند. در مورد جامعه آماری و نحوه نمونه گیری و حجم نمونه ذکر این نکته ضروری است که در این تحقیق داده های وابسته به مشترکین از دو منبع اطلاعاتی اطلاعات مشترکین و سیستم قبوض مشترکین استخراج گردید. مشترکین خانگی (با کد ۴۰) در حوزه شهرکرد(۰۱) انتخاب گردید. در سیستم قبوض ابتدا فایل اطلاعاتی سیستم NC به فایل Excel تبدیل شد. برای تبدیل تاریخ قرائت پیشین و فعلی و محاسبه روز و ماه و سال اولیه و ثانویه و تعداد روز گذشته از سال اولیه و ثانویه و در نهایت فاصله دو قرائت فرمول نویسی انجام شد. و در نهایت مصارف روزانه گاز محاسبه گردید. سپس از سال و ماه و روز اولیه و ثانویه و مصارف روزانه برای محاسبه مصارف ماهانه گاز استفاده شد. در نهایت پس از محاسبه مصارف ماهانه مربوط به هر قبض با جمع بندی داده ها و استفاده از برنامه Access برای مدیریت و جمع بندی داده ها مصارف ماهانه هر مشترک محاسبه گردید و مجددا" در یک فایل Excel ریخته شد. تعداد مشترکین در هر ماه و متوسط مصارف ماهانه و سایر داده های لازم از این فایل استخراج گردید و برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS Clementine برای انجام محاسبات استفاده شده است.

به منظور تعیین مهمترین و با اهمیت ترین متغیر ها برای متغییر وابسته اصلی ما که همان مصرف کل می باشد با توجه به داده های در دسترس ما که عبارتند از متغیرهای مربوط به دما (ماکزیمم، مینیمم و متوسط و دمای موثر که از فرمول مقابل استخراج گردید :

$$T_{ef} = \left(\frac{t_{\min} + 4t_{mean} + t_{\max}}{6}\right)$$

، قیمت گاز و تعداد مصرف کننده، متوسط سال اشتراک مصرف کنندگان، متوسط تعداد واحد ها برای هر مصرف کننده، متوسط ظرفیت کنتور مصرف کنندگان، متوسط زیر بنای واحد های مصرف کنندگان به عنوان متغیرهای مستقل با توجه به مدل شبکه عصبی : برای این منظور از نرم افزار SPSS Clementine استفاده شد و چند مدل شبکه عصبی متفاوت مورد بررسی قرار گرفت. در اینجا لازمست ابتدا توضیحاتی درباره نرم افزار ارائه شود و سپس در مورد مدل های مورد استفاده توضیحاتی ارائه گردد :

جدول (۱): خلاصه وضعیت مدل های شبکه عصبی بررسی شده

نام مدل	Simple Quick	Expert Quick 1	Expert Quick 2	Simple Dynamic	Expert Dynamic	Expert Dynamic	Simple multiple	Expert Multiple	Expert Multiple
تعداد نرون لایه ورودی	۹	۹	۹	۹	۹	۱۰	۹	۹	۱۰
تعداد لایه پنهان	۱	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲
تعداد نرون لایه پنهان ۱	۱:۳	۱:۲۰	۱:۲۰	۱:۲	۱:٤	۱:۲	۱:۷	۱:۲۷	۱:۲۲
تعدادنرون لایه پنهان ۲	-	۲:۱۵	۲:۱۵	۲:۲	۲:۵	۲:۲	۲:۵	۲:٦	۲:۱٤
تعداد نرون لایه پنهان ۳	-	-	۳:۱۰	-	-	-	-	-	-
تعداد نرون لایه خروجی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
صحت مدل	۹۳/۱۷۱	۹۳/۷۹۵	۹٤/۵۹۹	۹٤/۲٤۵	۹٤/۸۱	۹۵/۸	۹۳/٤۱۱	۹۳/۵۵۵	۹۵/۵۵۵

نرم افزار SPSS Clementine : این نرم افزار یکی از ابزارهای داده کاوی معمول و پر طرفدار است که از سال ۱۹۹۳ مورد استفاده تجاری برای داده کاوی پیدا کرد. این نرم افزار قادر است بسیاری از مدلهای داده کاوی را توسعه داده و از آنها برای تحلیل فرایند و بهبود تصمیم گیری استفاده نماید.

مدل های شبکه عصبی بررسی شده در نرم افزار SPSS Clementine : ۹ مدل دراین نرم افزار مورد بررسی واقع شده که

توضیحات مربوطه ارائه می گردد.

مدلSimple Quick : در این مدل آموزش شبکه عصبی بر اساس مدلی با کمترین تعداد لایه مخفی انجام می شود و کوچکترین لایه های مخفی ایجاد می شوند به گونه ای که موجب افزایش سرعت شبکه عصبی و افزایش قدرت تعمیم پذیری می شود.

مدل Expert Quick 1 : در این روش تعداد لایه مخفی می تواند افزایش یابد. این مدل با دو لایه مخفی در حالت آموزش Quick انتخاب شد.

مدل Expert Quick2: در این روش تعداد ۳ لایه مخفی در روش Quick انتخاب شد.

مدل Simple Dynamic: این مدل ابتدا یک ساختار ساده اولیه ایجاد می کند و لی ساختار ابتدایی با افزایش یا کاهش واحد ها در حین آموزش شبکه تغییر می کند تا به یک ساختار اپتیمم دست پیدا کنیم.

مدل Expert Dynamic 1 : در این روش ساختار ابتدایی با انتخاب حالت Expert در روش Dynamic تعیین می شود. در این حالت روش حل بر مبنای حالت پیش فرض تعیین شده است.

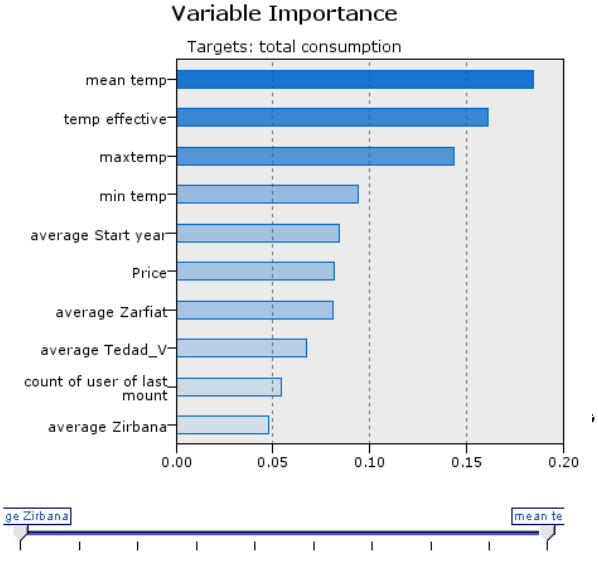
مدل Expert Dynamic 2 : در این روش ساختار ابتدایی با انتخاب حالت Expert در روش Dynamic تعیین می شود. در این حالت روش حل بر مبنای حالت صحت بالای ۹۵٪ تعیین شده است.

مدل Simple Multiple: در این روش ترکیبی از چند شبکه عصبی با توپولوژی های مختلف ایجاد می شود. مقدار دقیق وابسته به داده های قسمت آموزش شبکه می باشد.

مدل Expert Multiple 1 : در این روش ساختار ابتدایی با انتخاب حالت Expert در روش Multiple تعیین می شود. در این حالت روش حل بر مبنای حالت پیش فرض تعیین شده است.

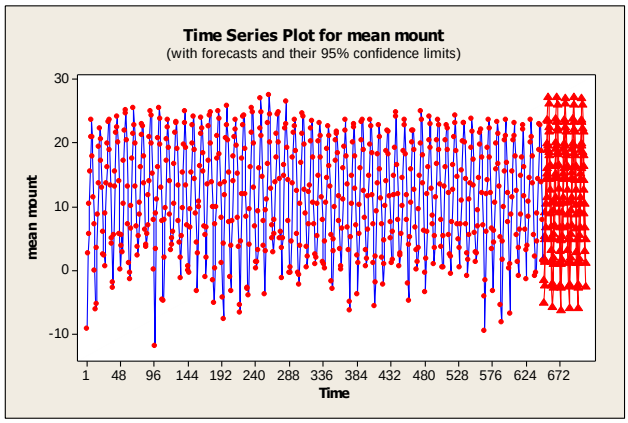
مدل Expert Multiple 2: در این روش ساختار ابتدایی با انتخاب حالت Expert در روش Multiple تعیین می شود. در این حالت روش حل بر مبنای حالت صحت بالای ۹۵٪ تعیین شده است.

با توجه به اطلاعات مندرج در جدول ۱ مدل Expert Dynamic با ۱۰ لایه نرون ورودی و داشتن دو لایه پنهان که در لایه مخفی اول ۱:۲ نرون و در لایه مخفی دوم ۲:۲ نرون می باشد دارای بهترین جواب بوده و صحت ۹۵/۸ را خواهد داشت. ضمناً وزن یا اهمیت متغیرهای موثر در پیش بینی با این روش به صورت زیر می باشد:



شکل (۲): اولویت بندی اهمیت متغیر ها ی موثر بر مصارف ماهانه گاز

به منظور پیش بینی گاز مصرفی لازمست ابتدا برای هر متغیر مستقل مدلی مناسب جستجو نموده و سپس با پیش بینی متغیر های مستقل ، متغیر وابسته را که همان مصارف گاز خانگی می باشد پیش بینی نمود. چند پارامتر موثر اولیه مشخصه های آب و هوایی می باشند . به منظور داده های ماهانه دما از سال ۱۹۵۶ تا ۲۰۱۱ (شامل ۶۴۸ داده برای هر مشخصه) در نرم افزار MINITAB مورد بررسی قرار گرفت و مدل ARIMA برای تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شد. برای انتخاب بهترین مدل ARIMA چند ضریب لازمست تعیین شود . پس از انتخاب ضرایب و مقایسه پارامتر های مربوط به خطا های مربوط به باقیمانده حاصل از پیش بینی و واقعیت همچون SS (مجموع مربعات خطا) ، MS (متوسط مربعات خطا) بهترین مدل را انتخاب نموده و بر اساس آن پیش بینی های لازم را انجام می دهیم . ضرایب مربوطه طبق جدول ۲ تعیین می شوند . A,B,C,D,E,F ضرایبی هستند که لازمست اعداد صحیح باشند و می توانند بین ۱ تا ۵ تغییر کنند. برای مشخص کردن این مدل ضرایب را به صورت ARIMA(A,B,C)(D,E,F) نشان می دهیم . پس از بررسی چند مدل ، مدل ARIMA(1,0,1)(5,1,2) با داشتن بیشترین صحت و کمترین خطا برای متوسط دمایی حاصل گردید.



شکل (۳):نمودار متوسط دمایی ماهانه همراه با پیش بینی ARIMA

این روش برای سایر مقادیر دمایی (دمای موثر ، دمای ماکزیمم و دمای مینیمم) نیز اجرا شد و مقادیر پیش بینی شده مورد استفاده قرار گرفت .

پیش بینی تعداد مصرف کننده : در این مرحله داده های ماهانه از دی ماه ۱۳۸۴ (ژانویه ۲۰۰۶) تا تیر ماه ۱۳۹۱ مورد تحلیل قرار گرفت . با توجه به محدود بودن تعداد داده (۷۹ داده) مدل با استفاده از روش ARIMA قابل تخمین نبود به همین دلیل از روش آنالیز روند در سری های زمانی استفاده شد. برای تعیین مدل مناسب جهت پیش بینی از معیار متوسط مجذور انحرافات MSD(Mean Square Deviation) استفاده شده است . در این بررسی ابتدا ۴ مدل خطی(Linier) ، درجه ۲ (Qudratic)، نمایی (Exponential) و تابع منحنی S (S-Curve) مورد بررسی قرار گرفت و MSDآنها با هم مقایسه شد. در جدول زیر نتایج ۴ مدل اجرا شده با هم مقایسه شد.

جدول (۳): مقایسه نتایج برازش مدلهای مختلف بر داده های ماهانه تعداد مصرف کننده گاز خانگی در شهرکرد

منحنیS	نمایی exponential	درجه۲(Quadratic)	خطی (Linier)	مدل
۱۵۵۶۸۴	۱۷۵۹۸۷	۱۱۷۸۷۰	۱۲۲۲۹۳	MSD

ملاحظه می شود که مدل درجه ۲ MSD کمتری دارد و قابل اعتماد تر می باشد بنابراین از این مدل برای پیش بینی استفاده می شود .نتایج اجرای این مدل در نرم افزار Minitab در ذیل مشاهده می گردد.

Trend Analysis for count of user

```
Data      count of user
Length    79
NMissing  0

Fitted Trend Equation

Yt = 31210 + 219.10*t + 0.1430*t**2

Accuracy Measures

MAPE       1
MAD      281
MSD   117870
```

جدول (۲): داده های مورد نیاز برای تعیین یک مدل ARIMA

	Non Seasonal)غیر فصلی)	Seasonal(فصلی)
Auto Regrssive	A	D
Difference	B	E
Moving Average	C	F

که نتیجه آن به قرار ذیل می باشد.

ARIMA Model: mean mount

```
Final Estimates of Parameters

Type          Coef    SE Coef      T      P
AR   1      0.3514     0.1000   3.51  0.000
SAR  12    -0.6784     0.5776  -1.17  0.241
SAR  24     0.0362     0.0522   0.69  0.488
SAR  36     0.0235     0.0520   0.45  0.651
SAR  48    -0.0674     0.0524  -1.28  0.199
SAR  60    -0.0417     0.0744  -0.56  0.576
MA   1     -0.0284     0.1067  -0.27  0.790
SMA  12     0.2559     0.5710   0.45  0.654
SMA  24     0.6859     0.5453   1.26  0.209
Constant  -0.016646   0.006626  -2.51  0.012

Differencing: 0 regular, 1 seasonal of order 12
Number of observations:  Original series 648, after differencing 636
Residuals:    SS =  1962.16 (backforecasts excluded)
              MS =  3.13  DF = 626
```

سالهای نزدیک به سال ۱۳۹۰ همپوشانی نسبتا" کاملی با داده های واقعی نشان می دهد. بر اساس پیش بینی حاصل شده میزان تقاضای گاز طبیعی در شهرکرد تا سال ۱۳۹۵ به میزان ۱۷٪ نسبت به سال ۱۳۹۰ افزایش خواهد داشت و پیک مصرف ماهانه نیز ۸٪ افزایش می یابد .

۴- نتیجه و جمع بندی

در این تحقیق ۹ مدل شبکه عصبی در نرم افزار SPSS Clementine برای تعیین اهمیت عوامل موثر بر مصارف گاز خانگی شهرکرد مورد بررسی واقع شده و در نهایت مدلی که دارای بیشترین قابلیت اطمینان می باشد انتخاب گردیده است. این مدل، شبکه عصبی دینامیک خبره دارای ۱۰ لایه نرون ورودی و دو لایه پنهان می باشد که در لایه مخفی اول ۱:۲ نرون و در لایه مخفی دوم این شبکه ۲:۲ نرون وجود دارد و دارای قابلیت اطمینان ۹۵/۸% می باشد. نتایج نشان میدهد دماهای متوسط، موثر، حداکثر و حداقل، سال شروع مصرف متوسط، قیمت، ظرفیت متوسط کنتور، متوسط تعداد واحد، تعداد مصرف کننده و متوسط زیر بنا به ترتیب دارای بیشترین اهمیت می باشند. به منظور پیش بینی گاز مصرفی برای هر متغیر مستقل مدل سری زمانی مناسبی طراحی شد و سپس با پیش بینی متغیر های مستقل، متغیر وابسته را که همان مصارف گاز خانگی می باشد پیش بینی گردید . آنچه در این تحقیق مورد تاکید می باشد اهمیت انتخاب مدل مناسب است که این انتخاب لازمست مبتنی بر یک یا چند معیار باشد.

۵- مراجع

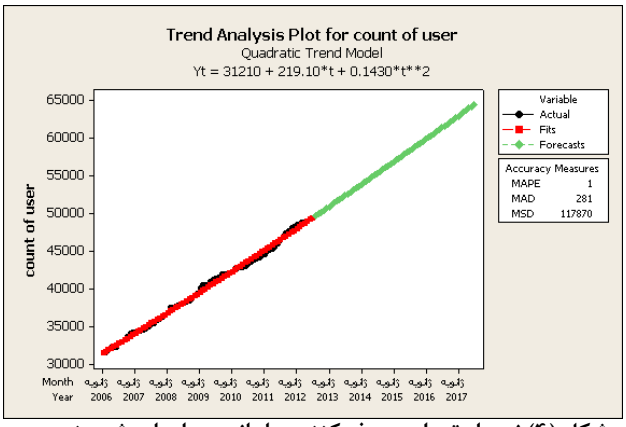
[۱] Kizilaslan, Recep, Karlik, Bekir, "*Combination of Neural Networks Forecasters for Monthly Natural Gas*", Consumption Prediction, 2009AllBusiness.com

[۲] http;//Agmg.nigc.ir

[۳] ثقه الاسلامی، ناصر، کریمی، هجیر، اخوت، احمد، وطن خواه، غلامحسین؛ **اصول و کاربرد شبکه های عصبی در صنایع نفت و گاز**، مرکز نشر جهش، تهران،چاپ اول، ۱۳۸۸

[۴] پیکتن، فیلیپ، (میرصالحی، میر مجتبی، تقی زاده کاخکی، حسین)، **شبکه های عصبی**، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ دوم، ۱۳۸۸

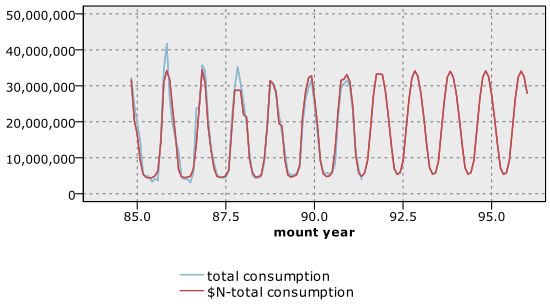
[۵] منهاج، محمدباقر؛ **هوش محاسباتی** (جلد اول: مبانی شبکه های عصبی)،



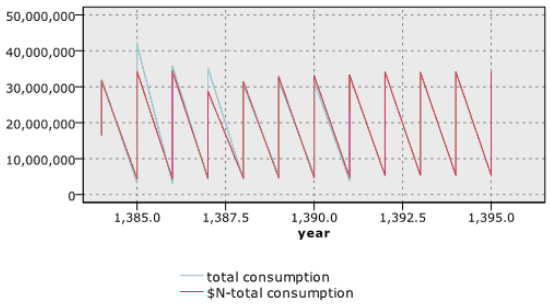
شکل (۴):نمودار تعداد مصرف کننده ماهانه همراه با پیش بینی

برای سایر پارامترهای موثر همچون سال شروع مصرف متوسط ، قیمت ، ظرفیت متوسط کنتور ، متوسط تعداد واحد و متوسط زیر بنا نیز با توجه به تعداد کم داده در دسترس امکان استفاده از مدل ARIMA و برازش مناسب حاصل نشد و به همین دلیل از همان روش آنالیز روند که در پیش بینی تعداد مصرف کننده نیز مورد استفاده قرار گرفت استفاده شد و مراحل انتخاب هر یک از ۴ مدل موجود در نرم افزار نیز طبق روال ذکر شده انجام شد.

پس از جمع آوری کلیه داده های پیش بینی شده مدل مذکور در نرم افزارSPSS Clementine اجرا شدکه نتیجه آن در نمودار زیر حاصل شده است :



شکل (۴) مصارف ماهانه گاز طبیعی در دو حالت واقعی و پیش بینی و نحوه همپوشانی داده ها



شکل (۵) مصارف ماهانه گاز طبیعی در دو حالت واقعی و پیش بینی و نحوه همپوشانی داده ها

با توجه به نمودار های فوق پیش بینی حاصل از شبکه عصبی در

انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ویرایش اول، ۱۳۷۹

[۶] Fausett, L.V,*Fundamentals of Neural Networks:Architectures,Algorithms,and Applications,* Prentice-Hall.1994

[۷] Gorucu, F.B., Geris, P.U., Gumrah, F. *Artificial Neural Network Modeling for Forecasting Gas Consumption.* Energy Sources ,26(3),299-307,2004

[۸] Gil. S. and Deferrari, J. *Generalized Model of Prediction of Natural Gas Consumption.Energy Resources Technology*, Vol. 126, PP.90-98,2004

[۹] Yao, X. '*Evolving Artificial Neural Network*', Proceedings of the IEEE, Vol. 87, No. 9, pp. 1423-1447,1999

[۱۰] Kendal, S.L. and Creen, M, *An Introduction to Knowledge Engineering*, Springer – Verlag London ltd.2007

[۱۱] Beale, R., Jackson, T. *Neural Computing: An Introduction*, IOP Publishing Ltd.1998

[۱۲] Bigus,J.P. *Data mining with neural networks: Solving Business Problems from Application Development to Decision Support*, McGraw-Hill.1996

[۱۳] Vosniakos, G.C., Benardos, P.G. '*Optimizing Feed forward Artificial Neural Network Architecture*', Engineering Applications of Artificial Intelligence,Vol.20, No.3, pp. 365–382,2007

[۱۴] Laosiritaworn,W. and Chotchaithanakorn, N. '*Artificial Neural Networks Parameters Optimization with Design of Experiments: An Application in Ferromagnetic Materials Modeling*', Chiang Mai Journal of Science, Vol. 36, No.1, pp.83-91.2009

[۱۵] آذری احمد، شریعتی نیاسر مجتبی، البرزی محمود و بختیاری افشین، **برآورد میزان بار گاز مصرفی شهر تهران با استفاده از فناوری شبکه های عصبی**، ۱۳۸۷، نشریه دانشکده فنی، دوره ۴۲، شماره ۸، از صفحه ۹۶۱ تا ۹۶۸

[۱۶] ارکات، جمال، فاروقی، هیوا، حیدری، حسینعلی، **ارائه یک مدل شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش بینی میزان مصرف هفتگی گاز شهر ایلام**، ۱۳۸۹، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت نو آوری و کارآفرینی

[۱۷] لطفعلی پور محمد رضا، باقری احمد، **تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی مصارف خانگی شهر تهران**، ۱۳۸۲، فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران، شماره ۱۶،صفحات ۱۳۳-۱۵۱

[۱۸] کشاورز حداد، غلامرضا، میر باقری جم، محمد، **بررسی تابع تقاضای گاز طبیعی (خانگی و تجاری) در ایران**، ۱۳۸۶، فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران، شماره ۳۲،صفحات ۱۳۷-۱۶۰

[۱۹] مرادی محمد، متقیان رضا، **طراحی و کاربرد مدل تقاضای انرژی در مقیاس شهری**، ۱۳۸۶، ششمین همایش ملی انرژی

[۲۰] محمود زاده، محمود، پوردیهیمی، شیرین، **بررسی روند مصرف گاز طبیعی خانگی**، ۱۳۸۸، ماهنامه نفت، گاز و پتروشیمی، شماره ۶۳،صفحات ۴۳-۴۶

[۲۱] http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network

[۲۲] Integral Solutions Limited., Clementine® 12.0 User's Guide, 2007