



تعیین درجه اهمیت عوامل موثر بر مصارف خانگی گاز طبیعی در شهرکرد با استفاده از مدل شبکه عصبی

آذر طاهری قهفرخی^۱، عباس قلی پور^۲، دکتر مجید نیلی احمد آبادی^۳، دکتر احمد رضا شکرچی زاده اصفهانی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - گرایش مدیریت سیستم و بهره‌وری 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 دهقان،
کارشناس ارشد تحلیل سیستمها شرکت ملی گاز شرکت گاز استان چهارمحال و بختیاری؛ a.gholipour@nigc-chbgas.ir

^۳ عضو هیات علمی گروه مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد؛ nili2536@gmail.com

^۴ عضو هیات علمی گروه مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد؛ ahmad_shekar2@hotmail.com

چکیده

پیش بینی تقاضا از جمله مواردی است که اجرای موفق آن می تواند باعث افزایش کارایی سازمان و صرفه جویی در منابع شود. این امر در سیستم های توزیع گاز که از قابلیت ذخیره سازی کمتری برخوردارند اهمیت بیشتری دارد. انجام یک پیش بینی مناسب نیازمند شناسایی و تعیین میزان اهمیت عوامل مربوط به تقاضا 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. در این تحقیق بمنظور تعیین اهمیت عوامل موثر بر مصارف خانگی شهرکرد، از مدل شبکه عصبی و نرم افزار SPSS Clementine استفاده شده و مدلی که دارای بیشترین قابلیت اطمینان می باشد طراحی گردیده است. این مدل، شبکه عصبی دینامیک نام دارد و با اطمینان ۹۵/۸٪ قادر به پیش بینی تقاضا می باشد. نتایج تحقیق نشان می دهند که متوسط دما، دمای موثر، حداکثر و حداقل دما، سال شروع مصرف متوسط، قیمت گاز، ظرفیت متوسط کنتورهای گاز، متوسط تعداد واحد، تعداد مصرف کننده و سطح زیر بنای ساختمان در مصرف گاز خانگی به ترتیب دارای بیشترین اهمیت می باشند.

کلمات کلیدی

مدلسازی، مدل شبکه عصبی، گاز طبیعی، مصارف خانگی، شهرکرد.

Ranking the Variables Importance for House Hold Natural Gas Consumption in Shahrekord with Neural Network Model

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. A proper forecasting needs Detection and Ranking of The variable importance and presenting a model that do the job with the best accuracy is necessary.

In this study to determine factors affecting domestic gas consumption detect the neural network model and software SPSS Clementine is used and the model has been designed with maximum reliability. In this model, the neural network is dynamic and confidently 95.8% to be able to forecast demand. Research results show that average temperature, effective temperature, maximum and minimum temperature, average start year of consumption, gas price, average capacity of gas meters, the average number of units of domestic gas consumers and average construction area were the most important requirements, average start year of consumption, Price, average Counter size, average number of units of a consumer, count of consumers, and average construction area have orderly the most significance.

KEYWORDS

Modeling, Neural network model, 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. (کازیلان ۲۰۰۹) این مقوله در مناطق سردسیر اهمیت ویژه ای دارد. استان چهارمحال 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 آنها برای انجام برخی کارها که به صورت مرسوم توسط علم آمار انجام می شود، استفاده نمود همانطور که لی و اوپانگ^۲ (۲۰۰۹) بیان کردند، «شبکه عصبی می تواند از مثال ها یاد بگیرد و در میان داده ها، 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 های هوشمند بسیار وسیع بوده و به سرعت در حال گسترش هستند. یکی از مزایای مهم شبکه های عصبی این است که نیازی به فرموله سازی فرآیند تصمیم گیری ندارند. به این ترتیب، شبکه های عصبی بهتر می تواند با پیچیدگی و عدم اطمینان نسبت به روش های سنتی عمل کنند، چراکه این سیستم ها به گونه ای طراحی شده اند که بیشتر شبیه به عملکرد قضاوت انسان باشند. استفاده از شبکه های عصبی در مقایسه با مدل های سنتی برای سیستم پشتیبان تصمیم گیری، شامل صرفه جویی در زمان و هزینه خواهد بود (زیدان و همکاران، ۲۰۱۱). اولین کارهای مربوط به شبکه های عصبی به سال ۱۹۴۷ برمی گردد، زمانی که یک فیزیولوژیست اعصاب به نام وارن مککلوج^۳ و یک ریاضیدان به نام والتر پیتس^۴ رساله شان را به نام نحوه عملکرد احتمالی نرون ها منتشر نمودند. تفسیر آن ها از شبکه عصبی آن بود که از اتصال مجموعه ای از واحدهای تصمیم گیری دوتایی^۵، می توان شبکه ای با قابلیت حل هر مسأله محاسباتی ایجاد نمود.

در سال ۱۹۴۹ دونالد هب^۶ کتابی با عنوان «سازماندهی رفتار» منتشر نمود و آموزش را در شبکه های عصبی (فقط از نظر روانشناسی) معرفی کرد. برنارد ویدرو^۷ (۱۹۵۹) دو مدل عصبی به نام های آدالین^۸ و مادالین^۹ 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

² Lee and Ou-Yang

³ McCulloch

⁴ Pitts

⁵ Binary

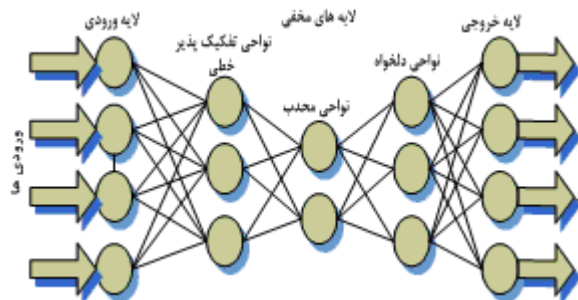
⁶ Donald Hob

⁷ Widrow

⁸ Adaptive Linear Elements (ADALINE)

⁹ Multiple Adaptive Linear Elements (MADALINE)

است می‌توان مقادیر وزن‌ها را طوری تنظیم کرد که خطا در شبکه یا حداقل پرسپترون‌های مجاور توزیع شود. در همین سال، یک زیست‌شناس اعصاب به نام فرانک رزنبلات^{۱۰} (۱۹۶۲) از دانشگاه کورنل^{۱۱} شروع به کار بر روی پرسپترون نمود. در سال ۱۹۷۴ معرفی الگوریتم آموزش پس انتشار خطا توسط پل وریس^{۱۲} انجام شد. در سال ۱۹۸۴، اتفاقات زیادی موجب علاقه دوباره به شبکه‌عصبی شد. جان هپفیلد^{۱۳} 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^{۱۴} از یک شبکه‌هایبرد چند لایه استفاده کردند که در آن هر لایه استراتژی حل مساله مختلفی داشت. شبکه‌های عصبی از این شروع مجدد پژوهش‌ها در ابتدای دهه ۹۰ تا به حال، پیشرفت‌های 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 می‌کند داده‌ها چگونه باید بین نرونهای ورودی، مخفی و خروجی جریان داشته باشد. توپولوژی پیشخور و توپولوژی بازگشتی، یک شبکه پیشخور نامیده می‌شود در صورتی که بتوان شیوه‌ای یافت که بر طبق آن تمامی گره‌های شبکه را شماره‌گذاری کرده طوری که هیچ اتصالی میان گره‌ای با عدد بزرگ به گره‌ای با عدد کوچکتر وجود نداشته باشد. تمامی اتصالات از یک گره با یک عدد کوچک به گره‌هایی با اعداد بزرگتر است. شبکه را بازگشتی می‌نامند در صورتی که چنین شماره‌گذاری وجود نداشته باشد. (یائو^{۱۵}، ۱۹۹۹). در شبکه‌های پیشخور جریان داده‌ها در شبکه یکطرفه است. یکی از ساختارهای خاص برای شبکه‌های پیشخور که مورد توجه محققین زیادی واقع شده است، ساختار پرسترون چند لایه است. (شکل ۱) 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

تصمیم‌گیری درست باشد. معمولا دو لایه مخفی برای حل هر گونه مساله‌ای کافی است. البته تعداد لایه‌های بیشتر

¹⁰ Rosenblatt

¹¹ Cornell

¹² Werbos

¹³ Hopfield

¹⁴ Reilly And Cooper

¹⁵ yao

ممکن است دقت شبکه در تصمیم گیری را بالا ببرد. لایه خروجی نیز، مقادیر خروجی شبکه را به دنیای خارج می فرستد (کندال و همکاران^{۱۶}، ۲۰۰۷). بر طبق قضیه کولموگروف^{۱۷} "هر آنچه که با شبکه چهار لایه و بیشتر انجام شود، با شبکه ای با حداکثر سه لایه نیز قابل حصول است"، از این قضیه می توان چنین استنباط نمود که پرسپترون با حداکثر سه لایه برای تشخیص هر گونه الگویی در داده ها کافی است، شبکه های تک لایه ای براحتی الگوهای تفکیک پذیر خطی را تشخیص می دهند، شبکه های دو لایه ای براحتی در فضاهای محدب قادر به تشخیص الگو هستند و شبکه های با حداکثر سه لایه هر الگویی را در هر فضایی براحتی تشخیص می دهد (بیاله^{۱۸}، 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 نرون ها 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 نرون ها به تعادل در میان نرون های متصل مجاور به عقب و جلو گردش می کنند. شبکه های بازگشتی به دو زیر گروه شبکه های کاملاً بازگشت کننده و بازگشت کننده محدود تقسیم می شوند. (بیگاس^{۱۹} ۱۹۹۶) شبکه های پیش خور در حال حاضر در مسایل زیادی کاربرد دارند و موفقیت های زیادی را هم کسب نموده اند. مزیت اصلی این شبکه ها نسبت به سایرین، قابلیت تصمیم ذاتی آن است. یعنی این شبکه ها قادر هستند الگوهای مشابه (ولی نه لزوماً 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 چالش هایی مهم در این زمینه شده است. شاید یکی از مهمترین این چالش ها 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 روش هایی نیز برای این مساله ارایه شده است که تمرکز این روش ها 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 شبکه ها، یا به عبارتی ترکیبی مناسب از تمامی موارد فوق است. این مطلب از آنجا نشأت می گیرد یافتن مدل مناسب اولاً کارایی را بالا می برد در ثانی تا کنون هیچ روش تئوریک مناسبی در این زمینه ارایه نشده است (واسنیاکاس^{۲۰}، ۲۰۰۷). طراحی یکی از جنبه های مهم شبکه محسوب می شود. در واقع یکی از اهداف مهم روش های طراحی شبکه، یافتن کوچکترین ساختاری از شبکه است که این ساختار در عین مینیمال بودن بصورت زیادی قادر به برازش تابعی که توسط داده های آموزشی به آن داده می شود نیز باشد. برای انجام چنین مساله ای الگوریتم های انتخاب ساختار باید توازن 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 می توان ترکیبی مناسبی از پارامترهای شبکه و الگوریتم آموزش دهنده شبکه دانست، که این تنظیمات کاملاً به مساله ای که در حال حل است بستگی دارد (لائوزیریتاوارن^{۲۱}، ۲۰۰۹). به نظر می رسد مطالعاتی 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 و دیگران (۱۳۸۷) برآورد میزان بار مصرفی شهر تهران را

¹⁶ Kendal et al.

¹⁷ Kolmogorov Theorem

¹⁸ Beale

¹⁹ Bigus

²⁰ Vosniakos

²¹ Laosiritaworn

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 الگوریتم 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 شود 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 متغیرهای 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 ۸۳/۱۱/۱ تا ۸۷/۱۱/۲۹ بوده و نتایج حاکی از آن است که روش پیشنهادی نسبت به سایر الگوها دارای خطای کمتری است پس از روش پیشنهادی شبکه عصبی - تبدیل موجک، شبکه عصبی پیش خور و ARIMA در اولویت های بعدی هستند. اراکات 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 متغیرهای 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 الگوریتم 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 متغیرهای موثر در تقاضای گاز طبیعی در خانوارهای شهری معرفی نموده اند و از قیمت سایر حاملهای انرژی صرف نظر کرده اند.

کشاوری 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 ۷۸-۸۶ مصرف گاز خانگی ۵/۹٪ رشد داشته است عادات مصرفی، تعداد مشترکین، متوسط دما، درآمد سرانه، قیمت گاز، قیمت برق متغیرهای 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 تفاوت های 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- داده ها و روش شناسی تحقیق

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

$T_{ef} = \left(\frac{t_{\min} + 4t_{\text{mean}} + t_{\max}}{6} \right)$ ، 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 زمانی ۱۳۸۴/۱۰/۱ 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. با توجه به تنوع ماه و سال و فواصل متفاوت قرائت قبوض استفاده از فرمول های ساده و حتی فرمولی با داشتن if ۷ برای بدست آوردن جواب مناسب مکفی نبود. در نهایت برای داده های سالانه ای که در یک فایل بودند برای شرایط متفاوت ماه و سال و فاصله قرائت از یک روز تا دو سال یک فایل فرمول با ۳۰۰ ردیف فرمول برای تبدیل داده های قرائت شده به ماهانه استفاده گردید و فرمولها با اعمال فیلتر روی ماه و سال اول و دوم که در ابتدا فرمول نویسی های اولیه برای محاسبه آنها انجام شده بود اعمال گردید. 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 مجدداً 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 متغیر 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: $T_{ef} = \left(\frac{t_{\min} + 4t_{\text{mean}} + t_{\max}}{6} \right)$ ، 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 مدل‌های 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 لایه ورودی	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
تعداد لایه پنهان	۱	۲	۳	۲	۳	۳	۲	۲	۲
تعداد خروجی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تعداد لایه خروجی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تعداد لایه ورودی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تعداد لایه پنهان	۱	۲	۳	۲	۳	۳	۲	۲	۲
تعداد خروجی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تعداد لایه خروجی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تعداد لایه ورودی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تعداد لایه پنهان	۱	۲	۳	۲	۳	۳	۲	۲	۲
تعداد خروجی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تعداد لایه خروجی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

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.

مدل‌های شبکه عصبی بررسی شده در نرم افزار SPSS Clementine : ۹ مدل در این نرم افزار مورد بررسی واقع شده که توضیحات مربوطه ارائه می‌گردد.

مدل Simple Quick : در این مدل آموزش شبکه عصبی بر اساس مدلی با کمترین تعداد لایه مخفی انجام می‌شود و کوچکترین لایه‌های مخفی ایجاد می‌شوند به گونه‌ای که موجب افزایش سرعت شبکه عصبی و افزایش قدرت تعمیم پذیری می‌شود.

مدل Expert Quick 1 : در این روش تعداد لایه مخفی می‌تواند 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 می‌کند و لی ساختار ابتدایی با افزایش یا کاهش واحد‌ها در حین آموزش شبکه تغییر می‌کند 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 می‌شود. در این حالت روش حل بر مبنای حالت پیش فرض تعیین شده است.

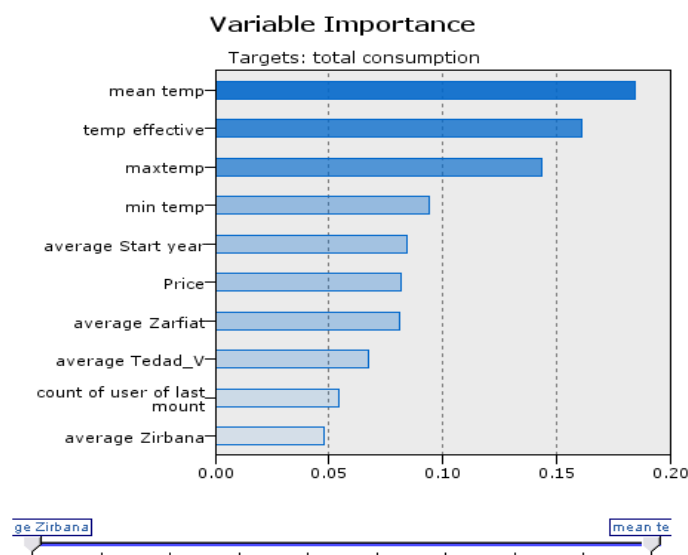
مدل Expert Dynamic 2 : در این روش ساختار ابتدایی با انتخاب حالت Expert در روش Dynamic تعیین می‌شود. در این حالت روش حل بر مبنای حالت صحت بالای ۹۵٪ تعیین شده است.

مدل Simple Multiple: در این روش ترکیبی از چند شبکه عصبی با توپولوژی‌های مختلف ایجاد می‌شود. مقدار دقیق وابسته به داده‌های قسمت آموزش شبکه می‌باشد.

مدل Expert Multiple 1 : در این روش ساختار ابتدایی با انتخاب حالت Expert در روش Multiple تعیین می‌شود. 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 می‌شود.

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 ۲:۱ 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 متغیرهای موثر بر مصارف ماهانه گاز

۴- نتیجه گیری

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 ۲:۱ 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 لازمست ابتدا برای هر متغیر مستقل مدلی مناسب جستجو نموده و سپس با پیش بینی متغیرهای مستقل، متغیر وابسته را که همان مصارف گاز خانگی می باشد پیش بینی نمود. 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- منابع

[۱] 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 نوآوری و کارآفرینی

- [۲] 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
- [۳] پیکتن، فیلیپ، (میرصالحی، میر مجتبی، تقی زاده کاخکی، حسین)، شبکه های عصبی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ دوم، ۱۳۸۸
- [۴]
- [۵] 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
- [۶] 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
- [۷] 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
- [۸] منهاج، محمدباقر؛ هوش محاسباتی (جلد اول: مبانی شبکه های عصبی)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ویرایش اول، ۱۳۷۹
- [۹] مرادی محمد، متقیان رضا، طراحی و کاربرد مدل تقاضای انرژی در مقیاس شهری، ۱۳۸۶، ششمین همایش ملی انرژی
- [۱۰] محمود زاده، محمود، پوردیهیمی، شیرین، بررسی روند مصرف گاز طبیعی خانگی، ۱۳۸۸، ماهنامه نفت، گاز و پتروشیمی، شماره ۶۳، صفحات ۴۳-۴۶
- [۱۰۰] Beale, R., Jackson, T. *Neural Computing: An Introduction*, IOP Publishing Ltd. 1998
- [۱۰۱] Bigus, J.P. *Data mining with neural networks: Solving Business Problems from Application Development to Decision Support*, McGraw-Hill. 1996
- [۱۰۲] Fausett, L.V, *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*, Prentice-Hall. 1994
- [۱۰۳] Gil. S. and Deferrari, J. *Generalized Model of Prediction of Natural Gas Consumption*. *Energy Resources Technology*, Vol. 126, PP.90-98, 2004
- [۱۰۴]
- [۱۰۵] Gorucu, F.B., Geris, P.U., Gumrah, F. *Artificial Neural Network Modeling for Forecasting Gas Consumption*. *Energy Sources*, 26(3), 299-307, 2004
- [۱۰۳] Guide, 2007 Integral Solutions Limited., Clementine® 12.0 User's

<http://Agmg.nigc.ir> [۱۸]

http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network]03[

Kendal, S.L. and Creen, M, *An Introduction to Knowledge Engineering*, Springer – Verlag London]11[
ltd.2007

Kizilaslan, Recep, Karlik, Bekir, “*Combination of Neural Networks Forecasters for Monthly Natural*]10[
Gas”, Consumption Prediction, 2009AllBusiness.com

Laosiritaworn, W. and Chotchaithanakorn, N. ‘*Artificial Neural Networks Parameters Optimization with* [۲۲]
Design of Experiments: An Application in Ferromagnetic Materials Modeling’, Chiang Mai Journal of
Science, Vol. 36, No.1, pp.83-91.2009

Vosniakos, G.C., Benardos, P.G. ‘*Optimizing Feed forward Artificial Neural Network Architecture*’,]12[
Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol.20, No.3, pp. 365–382,2007

Yao, X. ‘*Evolving Artificial Neural Network*’, Proceedings of the IEEE, Vol. 87, No. 9, pp. 1423-]13[
1447,1999