

## مدل سازی بار الکتریکی و پیش بینی بار کوتاه مدت با استفاده از شبکه های عصبی ESN

میلاذ ساسانی<sup>۱</sup>، شهرام جوادی<sup>۲</sup>، فرداد فرخی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی برق- الکترونیک، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران ایران

<sup>۲</sup> استاد راهنما، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران ایران

<sup>۳</sup> استاد مشاور، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران ایران

### چکیده

پیش بینی مصرف و تقاضای انرژی الکتریکی از مهمترین ابزارهای تصمیم گیری در شرکت های توزیع برای برنامه ریزی عقد قراردادهای خرید انرژی الکتریکی است. این پایان نامه به مدل سازی مصرف بار الکتریکی در شبکه توزیع همدان با استفاده از شبکه های عصبی ESN می پردازد. در فصول اول به بررسی عوامل موثر بر مصرف انرژی الکتریکی و مواد و روش پیش بینی میزان مصرف برق که شبکه های عصبی مصنوعی هستند می پردازد. داده های هواشناسی از قبیل حداقل دمای روزانه، میانگین دمای روزانه، حداکثر دمای روزانه، حداقل دمای نقطه شبنم، میانگین دمای نقطه شبنم، حداکثر دمای نقطه شبنم، حداکثر درصد رطوبت، میانگین درصد رطوبت و حداقل درصد رطوبت از ایستگاه های هواشناسی همدان جمع آوری شده اند. با بررسی این پارامترها و انرژی الکتریکی مصرفی روزانه ثبت شده در شرکت توزیع استان همدان، و با استفاده از تحلیل های آماری، پارامترهای موثر بر میزان مصرف برق روزانه شناسایی شده است. با استفاده از شبکه های عصبی ESN مدل سازی این بار الکتریکی با پارامترهای شناسایی شده انجام شده و به پیش بینی بار الکتریکی پرداخته می شود

**واژه های کلیدی:** مدل سازی بار الکتریکی، بار کوتاه مدت، شبکه های عصبی ESN.

## مقدمه

پیش بینی بار الکتریکی یکی از مهمترین مسائل در برنامه ریزی بهینه در صنعت برق است. در پیش بینی غیردقیق بار الکتریکی در صورتی که بار پیش بینی شده از بار واقعی بیشتر باشد منجر به تخصیص غیر ضروری منابع مالی و انسانی برای جوابگویی شبکه به تقاضای برق می شود. در حالت پیش بینی کمتر بار الکتریکی از میزان واقعی، شبکه دچار کمبود منابع شده و تقاضای مصرف برق را در آینده جوابگو نخواهد بود. در حالت کلی عدم دقت در پیش بینی بلند مدت بار الکتریکی منجر به کاهش شدید سود بلند مدت شرکت های توزیع و حتی جریمه ناشی از پیش بینی نیاز مصرف می شود. از سوی دیگر پیش بینی خاموشی های برنامه ریزی نشده می تواند برای جلوگیری از زیان های مالی ناشی از خطا که منجر به خرابی تجهیزات می شود و همچنین هزینه انرژی توزیع نشده در کنار افزایش قابلیت اطمینان و رضایت مشترکین برای شرکت های توزیع بسیار سودمند باشد.

## ادبیات پژوهش

افزایش جمعیت و مشترکین جدید نیز با توجه به میزان و نوع مصرف می تواند در پیش بینی مصرف تأثیر بگذارد. در چند سال گذشته با به اجرا درآمدن طرح هدفمندسازی یارانه ها و تغییرات در تعرفه های انرژی الگوی مصرف مشترکین در هر چهار نوع خانگی، تجاری، صنعتی و کشاورزی دستخوش تغییراتی شده است. از سوی دیگر با رکود اقتصادی ناشی از تحریم ها مشکلاتی که در این زمینه برای صنعت کشور پیش آمده است کارخانجات صنعتی در بسیاری از موارد با رکود، تعطیلی و کار کردن با ظرفیت پایین تری مواجه هستند.

حال این سوال پیش می آید که با بهبود شرایط اقتصادی که با سیاست گذاری جدید دولت در شرف انجام است و با رونق اقتصادی مورد انتظار، صنایع مذکور چه سهمی از مصرف برقی را که در گذشته داشته اند باز می یابند و یا انتظار می رود چه میزان مصرف با ایجاد صنایع جدید در طی دوره یک سال ایجاد شود. این سوالات با تحلیل آمارها و پیش بینی های اقتصاددانان و با استفاده از روش های هوشمند سازی و عصبی قابل مطالعه هستند (بکالی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۴).

در روش پیشنهادی از سیستم شبکه های عصبی<sup>۲</sup> برای پیش بینی بار الکتریکی استفاده می شود. در این روش ابتدا پارامترهای تأثیرگذار در روند تغییرات بار الکتریکی سالهای گذشته شناسایی شده و سپس با استفاده از شبکه های عصبی مدل پیش بینی ساخته می شود. براساس داده های سالهای گذشته پارامترهای مدل بهینه سازی شده و در نهایت یک مدل غیرخطی عصبی ارائه می شود.

با توجه به تجدید ساختار صنعت برق کشور و همچنین به وجود آمدن بازارهای رقابتی برق و بورس انرژی، شرکت های توزیع برای تامین تقاضای محدوده جغرافیایی خود و عقد قراردادهای مربوطه نیازمند تخمین سالانه میزان تقاضا برای انرژی الکتریکی هستند. مبلغ قراردادهای عقد شده رابطه مستقیمی با تقاضای تخمین زده شده دارد. با توجه به تغییر تعرفه های انرژی و همچنین طرح های هدفمند سازی یارانه ها و تغییر قیمت حامل های انرژی، الگوی مصرف برق در مصرف کنندگان سالانه در حال تغییر است. رابطه این پارامترها با تغییر میزان مصرف بار سالانه در بخش های مختلف مصرف از جمله مصارف خانگی، تجاری، کشاورزی و صنعتی بسیار متفاوت است و نیازمند مطالعه ی دقیق می باشد. (لورت<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸)

<sup>۱</sup> Becalli

<sup>۲</sup> Neural Networks

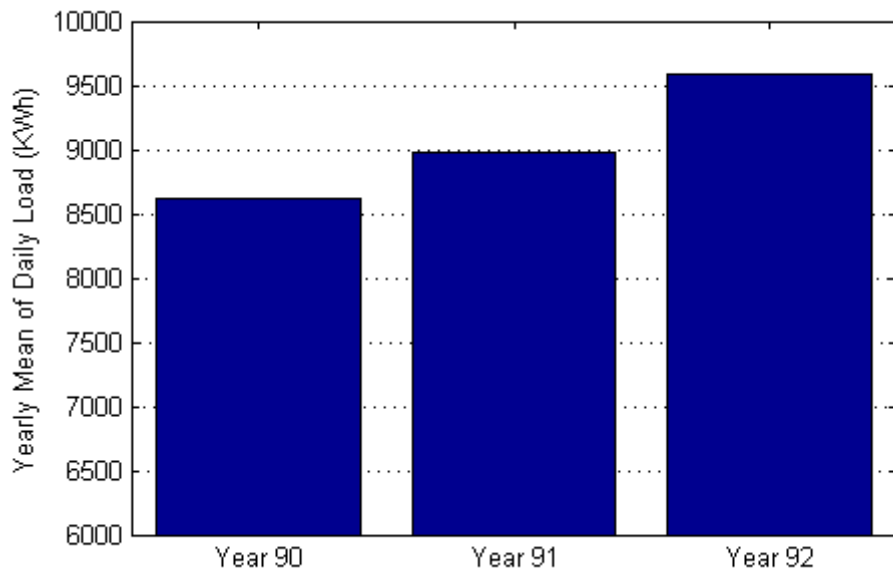
<sup>۳</sup> Lauret

## روش تحقیق

داده های مورد نیاز برای انجام این تحقیق از شرکت توزیع برق استان همدان بدست می آید. با استفاده از داده های هواشناسی موجود در منطقه نیز مدلی برای پیش بینی میزان مصرف بار الکتریکی توسعه داده می شود. تمامی کارهای نرم افزاری در محیط نرم افزار MATLAB انجام خواهد شد. با توجه به اینکه مقدار بار به صورت واقعی توسط شرکت توزیع برق استان همدان ثبت شده است لذا با مقایسه خروجی های پیش بینی با داده های واقعی اعتبار سنجی لازم انجام می شود.

## تجزیه و تحلیل داده ها

در شکل زیر نمودار مقایسه میزان میانگین مصرف برق را در سال های ۹۰، ۹۱ و ۹۲ مشاهده می کنید. همانطور که نشان داده شده است میزان مصرف روزانه الکتریسیته در استان همدان در طی این سه سال به صورت پیاپی رشد داشته است.



شکل ۱: میانگین سالانه میزان مصرف روزانه برق در استان همدان در سال های ۹۰ تا ۹۲

میزان رشد بار از سال ۹۰ به ۹۱ برابر با ۴.۲٪ و از سال ۹۱ به ۹۲ مقدار ۶.۷٪ بدست آمده است. این مقادیر با کسر کردن مقدار مصرف بار در دو سال پیاپی و تقسیم آن بر سال اول آن بدست آمده است.

جدول ۱: میانگین و مجموع کل بار مصرفی پیش بینی شده برای سال ۹۴ با استفاده از مدل سال های ۹۰ تا ۹۳

مدل مورد استفاده	میانگین مصرف بار روزانه MWh	مجموع کل مصرف بار روزانه TWh
مدل سال ۹۰	۹۹۱۸	۳.۶۲۰
مدل سال ۹۱	۹۹۴۰	۳.۶۲۸
مدل سال ۹۲	۱۰۰۲۸	۳.۶۶۰
مدل سال ۹۳ (۱۱ ماه اول)	۱۰۲۳۲	۳.۴۳۸

## نتیجه گیری

مدل سازی و پیش بینی انرژی مصرفی و تقاضای انرژی الکتریکی از مهمترین ابزارهای تصمیم گیری در شرکت های توزیع برای برنامه ریزی عقد قراردادها و خرید انرژی الکتریکی است. در این پروژه عوامل موثر بر مصرف انرژی الکتریکی و مواد و روش پیش بینی میزان مصرف برق که شبکه های عصبی مصنوعی هستند بررسی شدند. داده های هواشناسی از قبیل حداقل دمای روزانه، میانگین دمای روزانه، حداکثر دمای روزانه، حداقل دمای نقطه شبنم، میانگین دمای نقطه شبنم، حداکثر دمای نقطه شبنم، حداکثر درصد رطوبت، میانگین درصد رطوبت و حداقل درصد رطوبت از ایستگاه های هواشناسی همدان جمع آوری شدند. با بررسی این پارامترها و انرژی الکتریکی مصرفی روزانه ثبت شده در شرکت توزیع استان همدان، و با استفاده از تحلیل های آماری، پارامترهای موثر بر میزان مصرف برق روزانه به تفکیک ماه و سال شناسایی شدند. در این پروژه میزان بار مصرفی روزانه در سال ۹۴ خورشیدی با استفاده از مدل های توسعه یافته با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی پیش بینی شده است. چهار مدل مختلف با استفاده از شبکه های عصبی برای پیش بینی رفتار بار در سال ۹۴ توسعه یافته است. این مدل ها هر کدام با استفاده از بار مصرفی ثبت شده، داده های هواشناسی و همچنین پارامترهای تقویمی مربوط به سال های ۹۰ تا ۹۳ توسعه داده شده اند. با استفاده از این مدل ها و شبیه سازی رفتار اتمسفر با شرایطی مشابه هریک از سال های ۹۰ تا ۹۳ و پارامتر های تقویمی مربوط به سال ۹۴ بار مصرفی روزانه در طول سال ۹۴ پیش بینی شده است.

## منابع

1. Badri, A., Z. Ameli, and A. Motie Birjandi. "Application of artificial neural networks and fuzzy logic methods for short term load forecasting." *Energy Procedia* 14 (2012): 1883-1888.
2. Becalli, M., Cellura, M., Lo Brano, V., Marvuglia, A., Forecasting daily urban electric load profiles using artificial neural networks. *Energy Conversion and Management* 45, 2879-2900. 2004.
3. Gonzalez-Romera, E., Jaramillo-Moran, M.A., Carmona-Fernandez, D, Monthly electric energy demand forecasting based on trend extraction. *IEEE Transactions on Power Systems* 21 (4), 1946-1953. 2006.
4. Gross G, Galiana FD. Short-term forecasting. *Proc IEEE* 1987; 75(12): 1558-73.
5. Guan, Che, et al. "Very short-term load forecasting: wavelet neural networks with data pre-filtering." *Power Systems, IEEE Transactions on* 28.1 (2013): 30-41.
6. Hernandez, Luis, et al. "Short-term load forecasting for microgrids based on artificial neural networks." *Energies* 6.3 (2013): 1385-1408.
7. Hippert, H.S., Pedreira, C.E., Souza, R.C., 2001. Neural networks for short-term load forecasting: A review and evaluation. *IEEE Transactions on Power Systems* 16 (1), 44-55.
8. KoChia-Nan, and Cheng-Ming Lee. "Short-term load forecasting using SVR (support vector regression)-based radial basis function neural network with dual extended Kalman filter." *Energy* 49 (2013): 413-422.
9. Lauret, P., Fock, E., Randrianarivony R.N., Manicom-Ramsamy, J., Bayesian neural network approach to short time load forecasting, *Energy Conversion and Management* 49 (2008) 1156-1166

10. Niu, Dong-xiao, Hui-feng Shi, and Desheng Dash Wu. "Short-term load forecasting using bayesian neural networks learned by Hybrid Monte Carlo algorithm." *Applied Soft Computing* 12.6 (2012): 1822-1827.
11. Reddy, S. Surender, and James A. Momoh. "Short term electrical load forecasting using back propagation neural networks." *North American Power Symposium (NAPS), 2014.* IEEE, 2014.

# Electric Load Modeling and Predicting the Short-Term Load Using the Neural Network ESN

Milad Sasani <sup>1</sup>, doctor Shahram Javadi <sup>2</sup>, Fardad farokhi <sup>3</sup>

1. MA of Electrical Electronics Engineering, Faculty of Engineering Islamic Azad University Central Tehran Branch, Tehran, Iran
2. Supervisor, Faculty of Engineering Islamic Azad University Central Tehran Branch, Tehran, Iran
3. Advisor, Faculty of Engineering Islamic Azad University Central Tehran Branch, Tehran, Iran

---

## Abstract

Anticipated demand for electrical energy distribution companies of the most important tools for planning decisions in contracts and purchase of electric energy. This thesis taking charge of the distribution network modeling using neural networks ESN deals Hamedan. Meteorological data such as the daily minimum temperature, mean daily temperature, maximum daily temperature, minimum temperature, dew point, the average dew point temperature, maximum temperature, dew point, maximum moisture, average moisture content and a minimum percentage of moisture from weather stations Hamadan Collection have become. By analyzing these parameters and daily electrical energy distribution company in the province, and using statistical analysis, parameters which affect the daily power consumption is detected. ESN using neural network modeling parameters identified conducted this charge has been paid to the electrical load forecasting.

**Keywords:** electric load modeling, short-term load, the neural network ESN

---