مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (4) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (4) 2018

استخدام الشبكات العصبونية في التنبؤ قصير الأمد بالحمل الكهربائي في محافظة طرطوس

الدكتور علاء الدين حسام الدين*
الدكتور كارلو مقدسي**
عصام سهيل سلمان***

(تاريخ الإيداع 29 / 5 / 2018. قُبِل للنشر في 29/ 7 / 2018)

□ ملخّص □

تعد التغذية الكهربائية الموثوقة والمستمرة ضرورية في ظل وظائف المجتمع الحالي المعقدة. نتيجةً للاستهلاك المتزايد وتوسع شبكات التوزيع الكهربائية، فإن نظم القدرة الكهربائية تعمل بشكل قريب من حدودها الفنية، وبالتالي تتزايد احتمالية حدوث حالات التحميل الزائد، فشل التجهيزات والتعتيم. أكثر من ذلك، فإننا نواجه مشكلة أخرى تتجسد في عدم القدرة على تخزين الطاقة الكهربائية بشكل فعال وبالتالي يجب أن يتم توليد الطاقة الكهربائية عند الحاجة لها فقط.

ونظراً لما يواجهه العالم من نضوب الموارد النفطية والصعوبات المرتبطة بتأمين مصادر أخرى لتوليد الطاقة الكهربائية فإن عملية التنبؤ بالحمل الكهربائي تشكل عاملاً حاسماً في منظومة القدرة الكهربائية سواء من الناحية الاقتصادية، أو من الناحية الفنية على مستويي التشغيل والتخطيط.

يقدم هذا البحث منظومة تنبؤ بالحمل الكهربائي قصير الأمد بالاعتماد على الشبكات العصبونية، مع محاكاة ضمن بيئة ماتلاب بالإضافة إلى واجهة بيانية للمنظومة اعتماداً على بيانات الأحمال السابقة ومحددات الطقس في محافظة طرطوس.

الكلمات المفتاحية: التنبؤ بالحمل قصير الأمد – الشبكة العصبونية.

* أستاذ– قسم هندسة الطاقة الكهربائية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
**أستاذ– قسم هندسة الطاقة الكهربائية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
***طالب دراسات عليا (ماجستير)– قسم هندسة الطاقة الكهربائية– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (4) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (4) 2018

Using artificial neural networks for short term electrical load forecasting in Tartous province

Dr. Alaa Alden Housam Alden*
Dr. Karlo Makdese**
Essam Sohil Salman***

(Received 29 / 5 / 2018. Accepted 29 / 7 / 2018)

□ ABSTRACT □

A reliable and continuous supply of electrical energy is necessary for the functioning of today's complex society. Because of the increasing consumption and the extension of existing electrical transmission networks and these power systems are operated closer and closer to their limits accordingly the possibilities of overloading, equipment failures and blackout are also increasing, furthermore, we have an additional obstacle which is that electrical energy cannot be stored efficiently, so, electrical energy should be generated only when it's needed.

Due to the fact that world is facing a lack of oil reserves and the difficulties related to have alternative sources to generate electrical power, then, electrical load forecasting is considered as a crucial factor in electrical power system either from economical or technical point of view on both planning and operating levels.

This research introduces a short term electrical load forecasting system by using artificial neural networks with a simulation in Matlab environment in addition to an interface for the system and all that is depending on previous load data and weather parameters in Tartous province.

Key Words: short term forecasting – neural network

* **Professor, Department of electrical power engineering, faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen university, Lattakia, Syria**
****Professor, Department of electrical power engineering, faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen university, Lattakia, Syria**
*****Postgraduate Student, Department of electrical power engineering, faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen university, Lattakia, Syria**

مقدمة:

نظراً للانخفاض المتزايد في الاحتياطات النفطية حول العالم والصعوبات التقنية المرتبطة بتوليد الطاقة من مصادر أخرى، سواء أكانت صعوبات تقنية، أو اقتصادية، (كما في أنظمة الطاقة الشمسية، أو الريحية، نظراً لارتفاع كلفتها التأسيسية) أو المخاوف المرتبطة بالصحة والسلامة العامة (كما في حالة مفاعلات الطاقة النووية)، وبالتالي لا بد من تحقيق الاستثمار الأمثل للموارد المتاحة لتوليد الطاقة الكهربائية، وأحد أهم عوامل هذا الاستثمار هو تحقيق تنبؤ دقيق بالحمل الكهربائي يضمن لنا معرفة مسبقة باستطاعة التوليد اللازمة، بالإضافة إلى أهميته في جدولة عمليات الصيانة الدورية لمنشآت التوليد القائمة وتأمين معلومات مستقبلية حول التوسع المتوقع اللازم في منشآت التوليد لمواكبة نمو الحمل.

أهمية البحث ومجاله وأهدافه:

أ. أهمية البحث:

تتجلى أهمية البحث في اختيار مدخلات منظومة التنبؤ الأكثر ارتباطاً بالحمل الكهربائي في المنطقة المدروسة، بحيث نحصل على أعلى دقة تنبؤ ممكنة. فالدقة المنخفضة ستسبب إما زيادة في التوليد، ينتج عنها إسراف في الطاقة الكهربائية المنتجة بدون مردود حقيقي، مما يؤدي إلى ضياع في الموارد، أو ستسبب نقصاً في التوليد ينتج عنه انخفاض في الاستطاعة المولدة مقارنةً بالاحتياج الفعلي للأحمال مما سيؤدي إلى فرض قيود على توزيع الطاقة.

ب. مجال البحث:

سيركز البحث على النقاط الآتية فقط:

- ☒ التنبؤ قصير الأمد بالحمل الكهربائي.
- ☒ استخدام الشبكات العصبونية الاصطناعية كطريقة تنبؤ
- ☒ تحليل نماذج الحمل لمدينة طرطوس بغية تحديد واختيار متغيرات الدخل الأكثر تعلقاً بسلوك الحمولات في مدينة طرطوس

ج. أهداف البحث:

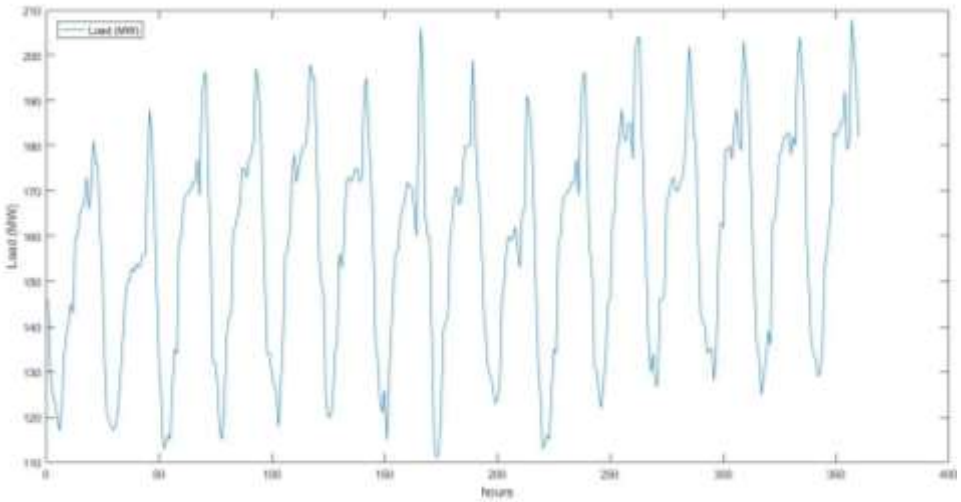
يهدف البحث إلى تصميم نموذج دقيق للتنبؤ قصير الأمد بالحمل الكهربائي لمدينة طرطوس باستخدام الشبكات العصبونية الاصطناعية وذلك وفقاً للخطوات التالية:

- ☒ اقتراح هيكلية منظومة للتنبؤ بالحمولات باستخدام الشبكات العصبونية الاصطناعية من حيث تحديد واختيار متغيرات الدخل الأكثر تعلقاً بسلوك الحمولات وذلك في بيئة ماتلاب Matlab.
- ☒ تدريب النموذج المقترح بإعطائه نماذج دخل وخرج كافية وصالحة، وذلك باستخدام خوارزمية الانتشار الخلفي (back propagation algorithm BPA).
- ☒ اختبار النموذج على بيانات لم يدرب عليها مسبقاً وقياس دقة التنبؤ باستخدام معيار متوسط خطأ النسبة المئوية بالقيمة المطلقة (MAPE- Mean Absolute Percentage Error).

3. تصميم منظومة التنبؤ:

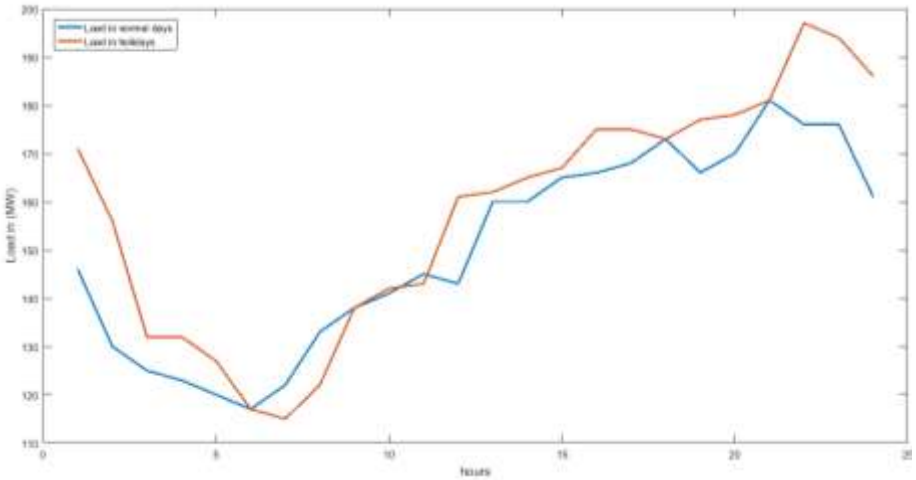
استخدمت في هذا البحث بيانات ذروة الحمل الساعي للطاقة الكهربائية المستهلكة في مدينة طرطوس من تاريخ 1-7-2010 وحتى تاريخ 31-7-2010 والتي تم الحصول عليها من المؤسسة العامة لاستثمار الطاقة الكهربائية، والتابعة لوزارة الكهرباء في الجمهورية العربية السورية، حيث تم استخدام البيانات المتعلقة بالأسبوعين الأولين في تدريب المنظومة، بينما استخدمت بيانات الأسبوعين الآخرين بغية اختبار المنظومة وتقييم أدائها.

بعد دراسة بيانات الحمل سنلاحظ وجود قابلية تكرار في تابع الحمل خلال أسبوع واحد إذ سيتكرر هذا التابع في الأسابيع اللاحقة باستثناء بعض التغيرات البسيطة كما هو مبين في الشكل (1).



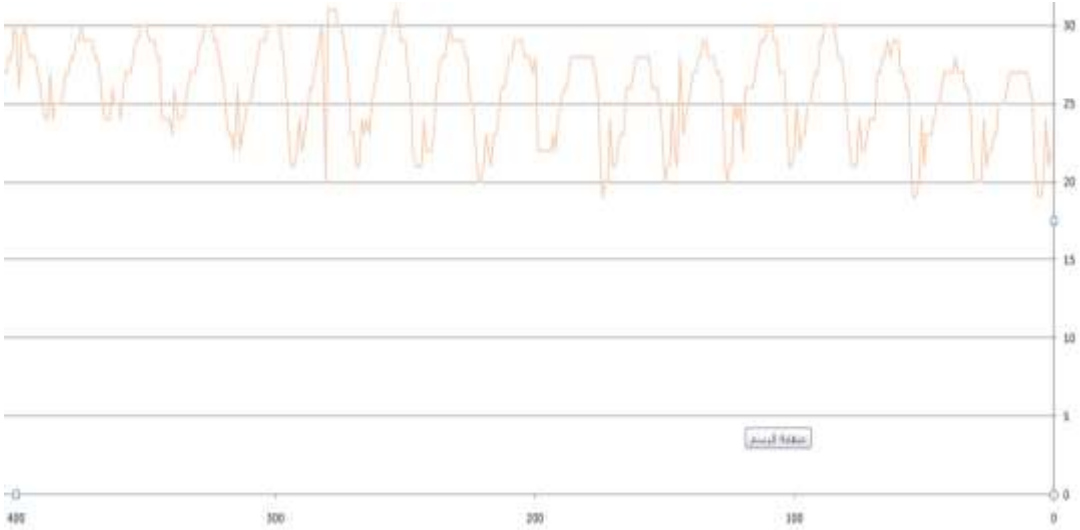
الشكل (1) مخطط الحمل الساعي لمحافظة طرطوس في الأسبوعين الأولين من شهر تموز 2010

كما يمكن بعد دراسة البيانات الإحصائية المتوافرة أن نلاحظ تباين واضح في كمية الاستهلاك بين أيام الأسبوع العادية وأيام العطل الرسمية (كيومي الجمعة والسبت) كما هو مبين في الشكل (2) الذي يظهر تابع الحمولة خلال يومين أحدهما يوم عمل نظامي والآخر هو يوم عطلة.

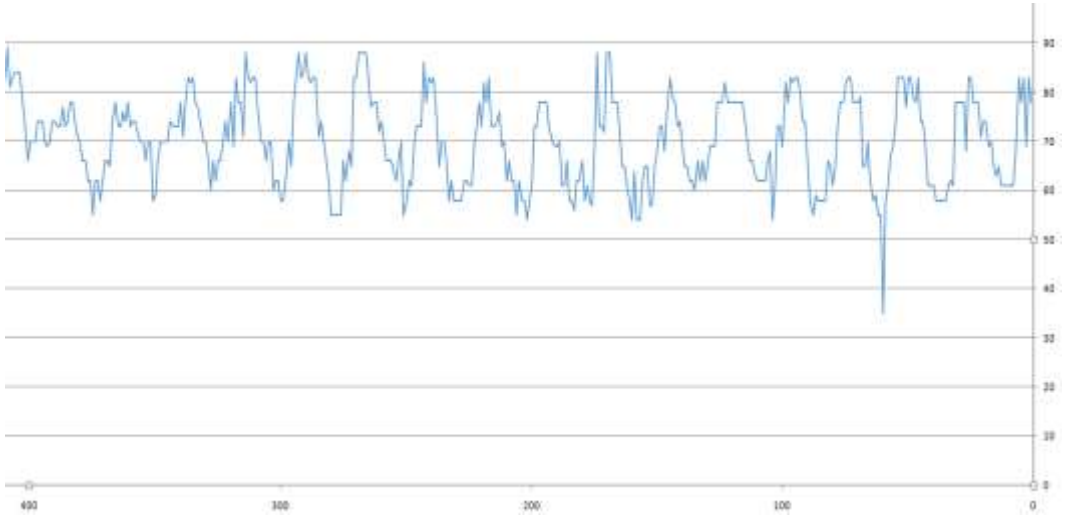


الشكل(2): مخطط الحمل الساعي ليومين في شهر تموز 2010 أحدهما يوم عطلة والآخر يوم عمل

محددات الطقس: بعد تحليل نموذج الأحمال تم اختيار درجة الحرارة كما في الشكل (3) والرطوبة النسبية المطلقة الشكل (4) كأكثر عوامل الطقس تأثيراً حيث تم إدخال درجة حرارة ورطوبة نسبية في كل ساعة وهذا ما يميز هذا البحث عن الأبحاث السابقة التي اعتمدت درجة حرارة وسطية لفترة النهار ودرجة حرارة وسطية لفترة الليل.

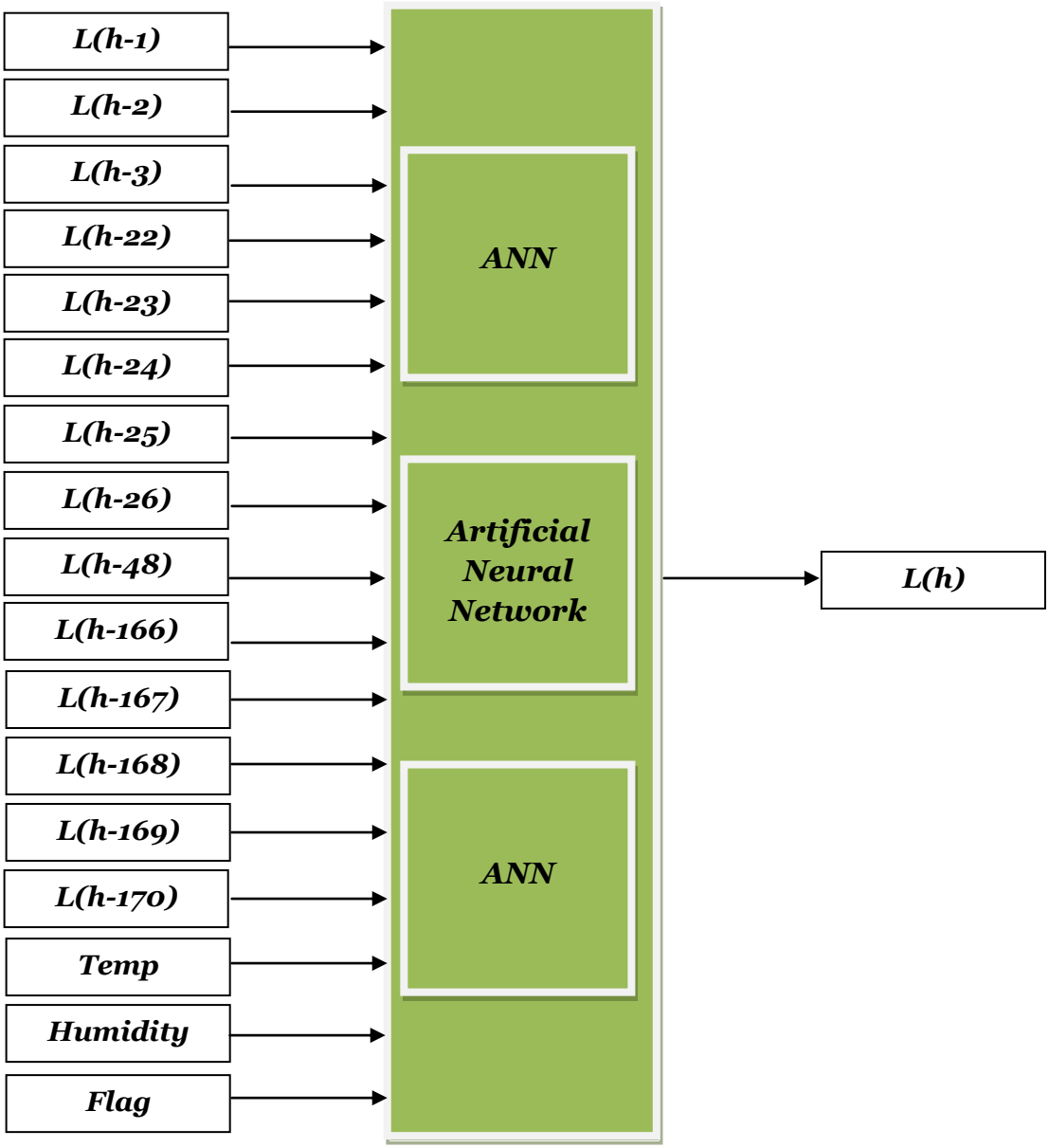


الشكل (3): درجات الحرارة في كل ساعة في الأسبوعين الأولين من شهر تموز 2010



الشكل (4): الرطوبة النسبية في كل ساعة في الأسبوعين الأولين من شهر تموز 2010

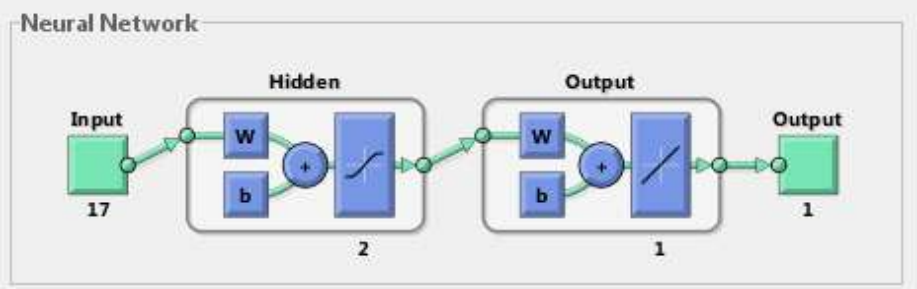
بناءً على ما سبق تم تصميم منظومة تنبؤ بالحمل الكهربائي وفقاً للشكل (5) حيث سيتم استخدام شبكة عصبونية ذات سبعة عشر مدخلاً تمثل القيم الأكثر تأثيراً بالحمل الكهربائي المراد التنبؤ به:



الشكل (5): منظومة التنبؤ المقترحة.

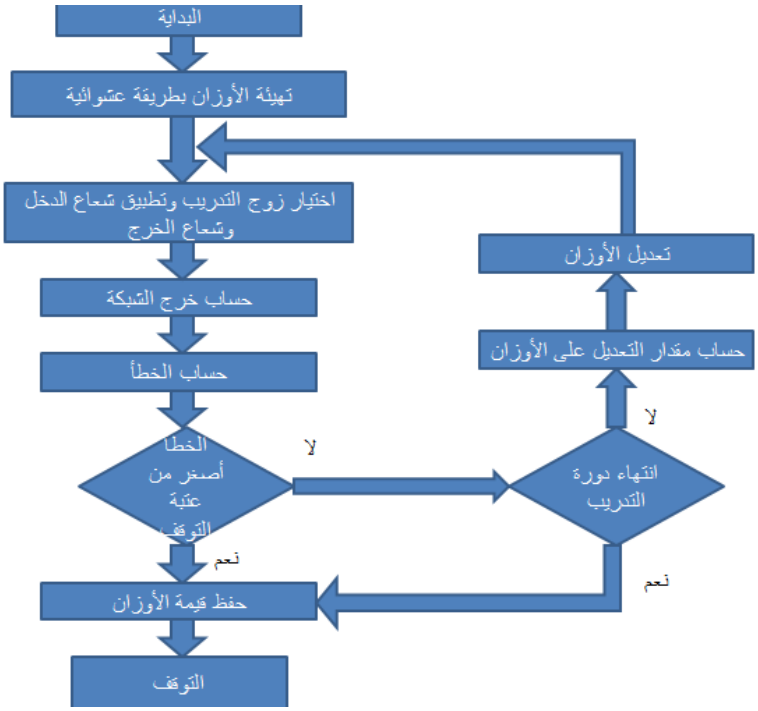
4. تدريب منظومة التنبؤ:

أ. **هيكلية الشبكة:** تم اختيار البنية المعمارية للشبكة العصبونية كما في الشكل (6) بحيث تكون مؤلفة من 17 دخلاً وطبقة خفية تحوي على عصبونين وطبقة خرج مكونة من عقدة خرج واحدة.



الشكل (6): البنية المعمارية للمنظومة

ب. تم استخدام خوارزمية الانتشار الخلفي المبينة في الشكل (7) من أجل تحديث أوزان الشبكة حيث تعد هذه الخوارزمية الأكثر ملاءمة لحل مشاكل التنبؤ وهي تستخدم أسلوب التعلم الإشرافي.



الشكل (7): المخطط الصندوقي لخوارزمية الانتشار الخلفي.

5. تقييم دقة منظومة التنبؤ:

1. تم تقييم واختبار أداء منظومة التنبؤ بالحمل عبر إعطائها نماذج دخل لم تدرب عليها من قبل، وتم مراقبة القيم المتنبأ بها ومقارنتها بالقيمة الحقيقية للحمل.
2. تم اختيار معيار متوسط خطأ النسبة المئوية بالقيمة المطلقة بغية تحديد مدى دقة عملية التنبؤ. ويعدّ هذا المعيار الأكثر شيوعاً واستخداماً، ويعرّف بالعلاقة التالية:

$$MAPE = \frac{\left| X_t = X_f \right|}{X_t} * \sum \frac{1}{N} * 100$$

6. الواجهة الرسومية:

يبين الشكل (8) واجهة رسومية خاصة بالمنظومة المقترحة بحيث يتم إدخال بيانات الأحمال السابقة وفقاً لكل مدخل بالإضافة إلى قيم درجة الحرارة والرطوبة و تبيان فيما إذا كان اليوم المراد التنبؤ بالحمل في ساعة معينة منه هو يوم عمل أو يوم عطلة.

بعد القيام بعملية التنبؤ يمكن إدخال القيمة الحقيقية للحمل وحساب خطأ النسبة المئوية المطلقة لعملية التنبؤ التي تم إجراؤها بواسطة المنظومة.

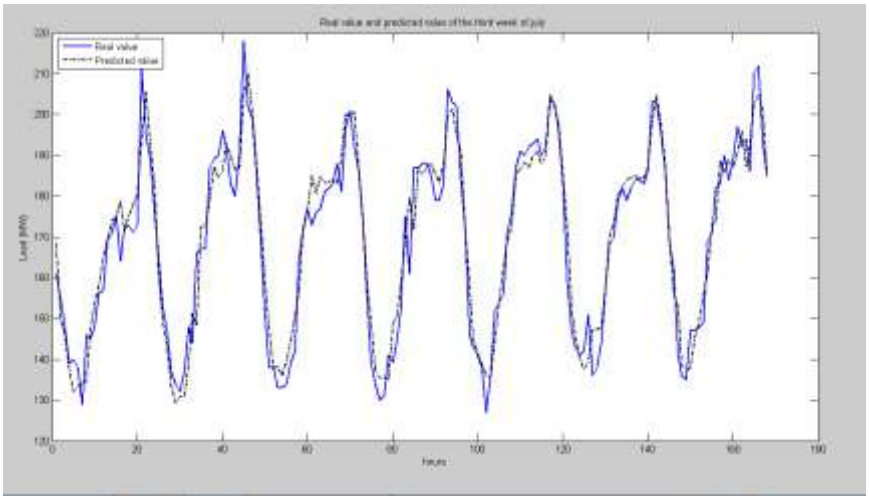
الشكل(8) واجهة رسومية للمنظومة المقترحة.

النتائج والمناقشة:

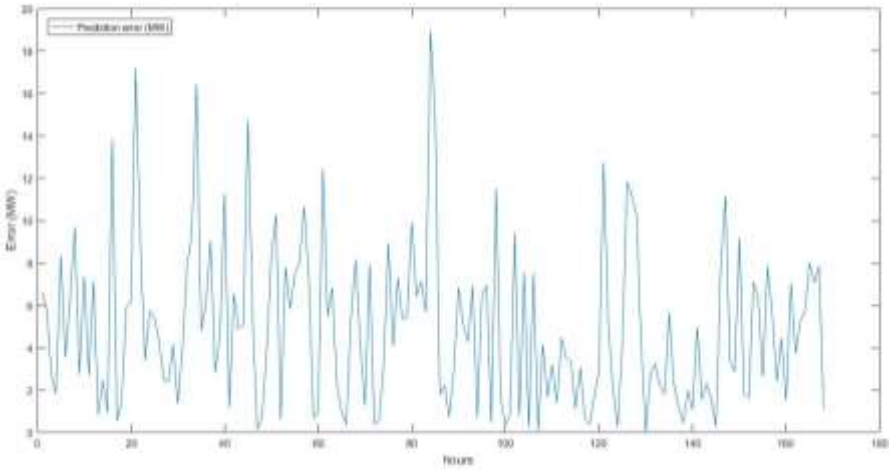
1. تم تنفيذ محاكاة عملية بناءً على الدراسة النظرية الواردة أعلاه اعتماداً على معطيات ذروة الحمل الساعي للطاقة الكهربائية المستهلكة في مدينة طرطوس المنتشرة زمنياً من تاريخ 1-7-2010 وحتى تاريخ 22-7-2010. إذ تم استخدام بيانات الأيام الخمسة عشر الأولى لغرض تدريب منظومة التنبؤ في حين استخدمت بيانات بقية الأيام لغرض الاختبار وتقييم دقة التنبؤ.

2. تم حساب متوسط خطأ النسبة المئوية بالقيمة المطلقة فكان مساوياً % 2.9976. وهي قيمة صغيرة ومقبولة في التطبيقات العملية.

3. يظهر الشكل (9) القيم الحقيقية والقيم المتنبأ بها للأسبوع الثالث من شهر تموز. في حين يظهر الشكل (10) الفرق بين القيم الحقيقية للحمل والقيم المتنبأ بها عند استخدام الشبكة العصبونية الاصطناعية لتقوم بتقدير وتنبؤ قيم الحمل.

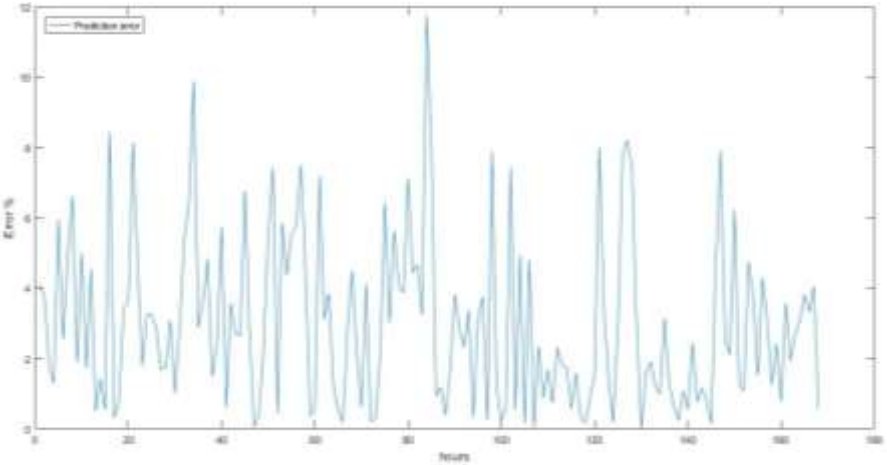


الشكل (9) القيم الحقيقية والقيم المتنبئ بها للأسبوع الثالث من شهر تموز 2010



الشكل (10) الفرق بين القيم الحقيقية للحمل والقيم المتنبئ بها

4. يظهر الشكل (11) النسبة المئوية للخطأ الناتج عن عملية التنبؤ.



الشكل (11) النسبة المئوية للفرق بين القيم الحقيقية للحمل والقيم المتنبئ بها.

الاستنتاجات والتوصيات:

توصلنا من خلال البحث إلى تصميم منظومة تنبؤ ذات أداء عال وذلك عبر استخدام شبكة عصبية صنعية ذات طبقة خفية واحدة بسبعة عشر عصبون دخل وعصبونين خفيين وعقدة خرج واحدة. استطاعت المنظومة المقترحة تحقيق تنبؤ بقيمة متوسط خطأ نسبة مئوية بالقيمة المطلقة مساو إلى 2.9976% وهي قيمة صغيرة ومقبولة في التطبيقات العملية، مما أظهر أن المنظومة المقترحة ذات كفاءة عالية جداً ودرجة دقة تنبؤ جيدة ويمكن الاعتماد عليها في تقدير الطلب على الطاقة.

يمكن في الأبحاث اللاحقة إدخال تقنيات الخوارزمية الوراثية لتحسين دقة التنبؤ بالمنظومة.

المراجع:

[1] PAPALEXOPOULOS AD, HESTERBERG TC. *A regression-based approach to short-term system load forecasting.* IEEE Trans Power Syst 5(4): 1990;1535–1544

[2] SATOH R, TANAKA E, HASEGAWA J. *Daily load forecasting using a neural network combined with regression analysis.* In: Proc Int Conf Intelligent System Application to Power Systems, vol. 2, Montpellier, France, 5–9 September 1994; 345–352

[3] WANG Y, DAWA GU, JIANPING XU, JING LI, *Back propagation neural network for short-term electricity load forecasting with weather features*, IEEE, CSDL, Wuhan, China, 2009

[4] SKOLTHANARAT S, LEWLOMPHAISARL U, TUNGPIMOLRUT K**,** *Short-term load forecasting algorithm and optimization in smart grid operations and planning*, IEEE NECTEC, sustech, Oregon, USA, 2014

[5] GHOMI M, GOODARZI M, GOODARZI M . *Peak load forecasting of electric utilities for west province of Iran by using neural network without weather information.* Iran. IEEE. 2010

[6] LIU CHENGSHUI, YI HONGMEI**,** *research on power system load forecasting model based on data mining technology*, China, IEEE, 2010

[7] LIHONG MA, SHUGONG ZHOU, MING LIN**,** *Support vector machine optimized with genetic algorithm for short-term load forecasting*, China, IEEE, 2008.

[8] HUSSAM ALDEEN ALAA ALDEEN, BAHLOUL MOHAMMAD**,** *short term load forecasting for Lattakia city using artificial neural networks*, Tishreen university magazine, 2013

[9] ADRIAN A. HOPGOOD, *Artificial Intelligence: Hype or Reality* ,IEEE, 0018-9162, 2003

[10] E. S. BRUNETTE, R. C. FLEMMER AND C. L. FLEMMER , *A Review of Artificial Intelligence*, Palmerston North, New Zealand, IEEE, 978-1-4244-2713-0, 2009.

[11] KIT PO WONG, *Artificial intelligence and neural network applications in power systems*, IEEE 2nd conference on advanced power system control, operation and management, university of western Australia, Australia, 1993.