



جامعة الموصل

كلية الهندسة

التنبؤ بالتصريف اليومي لنهر الزاب الكبير باستخدام تقنيات الشبكات العصبية الاصطناعية والتحويل المويجي المتقطع

رسالة ماجستير تقدمت بها:

ريام يونس أحمد الحمداني

إلى

مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم في هندسة

السدود والموارد المائية /هيدرولوجي

بإشراف

أ.م.د. عبد الوهاب محمد يونس

2023 م

1444 هـ

المستخلص

التنبؤ المستقبلي بالتصريف اليومي للنهر هو أحد العوامل الأكثر أهمية في إدارة الموارد المائية مثل التخطيط المسبق للسيطرة على الفيضان أو مواجهة خطر الجفاف في أغلب بلدان العالم. بالإضافة إلى ذلك، فإن عناصر الدورة الهيدرولوجية بشكل عام والتصارييف اليومية للأنهار بشكل خاص تعتبر من العمليات المعقدة وتمثل هذه العلاقات غير الخطية تحدياً كبيراً للباحثين في بناء نماذج محاكاة متطورة وحديثة بهدف التنبؤ بالقيم المستقبلية لتلك العناصر.

تم في هذه الدراسة تقديم نوعين من الشبكات العصبية الاصطناعية لتطبيق نماذج التنبؤ بالتصريف اليومي لنهر الزاب الكبير، النوع الأول هو الشبكة العصبية ذات التغذية الأمامية والانتشار العكسي للخط (FFBP) Feed Forward Back Propagation، والثاني هي الشبكة العصبية متعددة الطبقات (متعددة البريسبيترون) (MLP) (Multilayer Perceptron).

وقد تم تطبيق النماذج بالاعتماد على بيانات السلسلة الزمنية اليومية لتصارييف نهر الزاب الكبير للفترة من 2012-2021 والمسجلة في محطة أسكي كلك ضمن محافظة أربيل شمال العراق. قسمت تلك البيانات إلى قسمين الأول هي للتدريب والتحقق من أداء الشبكات وتضمنت التصارييف اليومية للسنوات 2012-2018، أما القسم المتبقي والذي لم يسبق للشبكات التعرف عليه هو لتقييم واختبار قدرة النماذج على التنبؤ وتوقع القيم المستقبلية وشملت بيانات السنوات 2019-2021.

إضافة إلى ما سبق، تم اعتماد ثلاثة من المعايير الإحصائية الشائعة وهي معامل التحديد بين القيم الحقيقية والمتوقعة (R^2)، جذر مربع معدل الخطأ (RMSE) والنسبة المئوية للخطأ النسبي المطلق (MAE) لتقييم كفاءة أداء النماذج والمقارنة الإحصائية بينها لاختيار النموذج الأفضل.

إن تطبيق وتطوير النماذج المقترحة تم بطريقتين، الأولى هي تطبيق نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية التقليدية المتمثلة بنموذج الشبكة العصبية أمامية التغذية وذات الانتشار العكسي للخط (ANN-FFBP)، والثاني هو نموذج الشبكة العصبية متعددة الطبقات (متعدد البريسبيترون) (ANN2-MLP)، وأظهرت النتائج بالاعتماد على معامل التحديد R^2 المستخدم في تقييم أداء النماذج التقليدية تفوق نموذج (ANN2-MLP) حيث إن قيمة هذا المعامل كانت (0.91) بينما كانت قيمته (0.86) لنموذج الشبكة (ANN1-FFBP)، كذلك انخفض مقدار (RMSE) من (69.9 م³/ثا) للنموذج الأول إلى (51.7 م³/ثا) عند استخدام النموذج الثاني. أما الطريقة الثانية فكانت بتطبيق نماذج الشبكات العصبية بنوعها المذكورة سابقاً مع استخدام تقنية التحويل المويجي المتقطع (DWT) (Discrete Wavelets Transformation). إن الغرض الأساس من استخدام هذه التقنية

هو تحليل السلسلة الزمنية الأصلية إلى سلاسل فرعية متمثلة بالمعاملات التفصيلية والتقريبية (Approximation & Details Coefficients)، حيث استخدمت دالة المويجات (Daubechies) برتبة (db5) وعلى خمسة مستويات في تحليل إشارة السلسلة الزمنية، ومن ثم نمذجة تلك المعاملات الناتجة باستخدام الشبكة العصبية (FFBP) للحصول على النموذج المدمج (WANN1- FFBP)، كذلك الحال لنموذج الشبكة العصبية متعددة الطبقات المدمج بتقنية التحويل المويجي المتقطع (WANN2- MLP)، حيث تشير النتائج إلى تفوق النموذج الأخير على جميع النماذج السابقة وبمعامل تحديد قدره 0.97 وبأقل قيمة لجذر معدل مربع الخطأ قدره 12.21 م/3. كما تم التحري عن تأثير التصارييف السابقة على كفاءة أداء النماذج من خلال استخدام أنماط دخل مختلفة، حيث تبين أن أفضل معامل تأخيرا زمنيا كان باستخدام ثلاثة أيام سابقة وقد أعطى أعلى قيمة لمعامل الارتباط وأقل قيمة لجذر معدل مربع الخطأ مقارنة بالتأخيرات الأخرى. فضلاً عما سبق، قدمت الدراسة الحالية اختبار قدرة النماذج المقترحة على التنبؤ بالقيم العظمى والصغرى لتصاريف نهر الزاب الكبير وتشير النتائج إلى أن التنبؤ بالقيم القصوى هي أكثر تطابقاً مع القيم المرصودة وبخطأ نسبي كلي قدره 7 % باستخدام النموذج (WANN2- MLP) مقارنة مع تنبؤات النماذج الأخرى فيما نجد أن التطابق أضعف نسبياً في حالة التنبؤ بالقيم الدنيا للتصاريف وبخطأ نسبي كلي قدره 13% باستخدام النموذج نفسه، كما قدمت الدراسة مقارنة إحصائية بين الخواص الهيدرولوجية مثل (المعدل، القيمة العظمى، القيمة الصغرى، الانحراف المعياري، معامل الالتواء) لسلاسل البيانات الحقيقية وذلك المتنبأ بها باستخدام النماذج المقترحة، ويلاحظ من النتائج أن القيم مقاربة جداً لتلك الحقيقية المسجلة وبنسبة خطأ قليلة جداً.

University of Mosul
College of Engineering



**The Use of Artificial Neural Network and Wavelet
Transformation Technique for Flow Prediction
(Case Study): Great Zab River**

Ryam Younus Ahmad Al-Hamadany

M.Sc. Thesis in

Dams & Water Resource Engineering / Hydrology

Supervised by:

Dr. Abdel Wahab Mohammed Younes

2023 A.D

1444 A.H

Abstract

The daily discharge forecasting is one of the most important factors in water resources management, such as planning and control of floods or face the risk of drought, etc. In addition, the elements of the hydrological cycle such as the daily discharge of the river are complex processes, and non-linear relationships represent a major challenge for researchers in building modern simulation models in order to predict future values of those elements.

In this study, two types of (ANNs) were used for daily discharge of the Great Zab River. The first type is the Feed Forward Back Propagation (FFBP) neural network, and the second one is the multilayer neural network. Perceptron (MLP), and the models were applied based on the daily time series data of the discharges of the Great Zab River for the period from 2012-2021 and recorded at the Eski Kalek station within the Erbil governorate in northern Iraq.

In addition, the coefficient of determination (R^2), the root square error rate (RMSE), and the percentage absolute relative error (MAE) were used to evaluate the performance efficiency of the models. The statistical comparison between them to choose the best model. The application and development of the proposed models were carried out in two ways, the first is the application of traditional artificial neural network models represented by the Feed Forward Back Propagation Neural Network (ANN1-FFBP). The second one is the neural network model Multi- Layer Perceptron Neural Network (ANN2-MLP).

The results from the first application showed, that the ANN2-MLP was the most accurate model comparison when using the second model.

The second method was applied using two types of neural networks were adopted as inputs to Discrete Wavelets Transformation (DWT) technique. The main purpose of using this technique is to analyze the original time series into sub-series represented by the Approximation and Details Coefficients. During using this technique, the Daubechies wavelet function was used in the order of (db5) and on five levels in analyzing the time series signal.

The results show that (WANN2-MLP) is the most accurate model among the others with determined coefficient 0.97 and a minimum RMSE value of 12.21 m³/sec.

In addition, the effect of previous discharges on the performance efficiency of the models was investigated through the use of different input patterns. The results from this investigation showed that, the best time index pattern was using the previous three days and it gave the highest value of (R) and the lowest value of (RMSE) compared to other delays. Moreover, the current study presented a test of the ability of the proposed models to predict the maximum and minimum values of the discharges of the Great Zab River. The results indicated that the prediction of the maximum values is more consistent with the observed values and with a total relative error of 7% using the WANN2-MLP model compared with the predictions of other models. The congruence is relatively weaker in the case of predicting the minimum values of the discharges and with a total relative error of 13% using the same model. It is noted from the results that the values are very close to the real ones recorded with a very small error rate.