

استخدام الشبكة العصبية الاصطناعية في التشغيل الأمثل لمحطات التوليد الكهرومائية للفترة الطويلة

د. ماجد صالح الحافظ* د. عبدالباري رؤوف سليمان** د. أزهر سعيد الفهادي*

• قسم الهندسة الكهربائية / كلية الهندسة. ** قسم الحاسبات / كلية هندسة الالكترونيات / جامعة الموصل

الخلاصة

يعرف توزيع الحمل في منظومة تحوي محطات توليد حرارية ومحطات توليد كهرومائية بالتوزيع الأمثل للحمل، وتكون دالة الهدف للبحث تقليل كلفة توليد الكهرباء الكلية مع اخذ المحددات الكهربائية والهيدرولوجية بنظر الاعتبار. يتم هذا التوزيع بخطوتين الأولى إيجاد جزء التوليد الكهرومائي ثم إيجاد قيمة التوليد الحراري. يهتم البحث بالجزء الأول. تم في هذا البحث استخدام تقنية الشبكة العصبية الاصطناعية لإيجاد التوزيع الأمثل للمياه الواردة على أشهر السنة. أخذت محطة سد الموصل الرئيسية كمثال لتطبيق الدراسة. تم اختيار ستة معطيات لتكون متغيرات الدخل للشبكة العصبية الاصطناعية، تمثل أهم المؤثرات التي يجب ملاحظتها وهي كمية المياه الشهرية الواردة وكمية المياه الشهرية اللازمة للأغراض المختلفة وتسلسل الشهر في السنة وكمية المياه الواردة في السنة التالية وكمية المياه المخزونة وكلفة الأحمال الكهربائية الشهرية. اختبرت الشبكة العصبية الاصطناعية بقيم تمثل كميات المياه الواردة خلال 65 سنة (1931 - 1995). وجد بان هذه التقنية تمكن من استغلال كامل المياه الواردة لغالبية السنوات (ضمن محددات التوزيع) على الرغم من التذبذب الكبير في كميات المياه الواردة لهذه السنوات. كذلك فان هذه التقنية تأخذ بنظر الاعتبار حالة المياه في السنة السابقة واللاحقة بالإضافة إلى سنة الدراسة، أي أن توزيع المياه يحسن من استغلالها على مدى ثلاث سنوات.

Optimal Hydrothermal dispatch for Long Term Using ANN

Dr. M. S. Al-Hafid Dr. A. B. R. Sulaiman Dr. A. S. Al-Fahadi

Abstract:

The optimal hydrothermal scheduling is the distribution of load among the generating stations. The objective function for the problem is to minimize total generating cost considering the electrical and hydrological constraints. This problem is usually solved in two stages. The first is to find the hydropower generation share, then to find the thermal generation share. This research concerns the first stage. This work uses the Artificial Neural Network (ANN) to find the optimal scheduling of the monthly water discharge over the year. The main power station of Mosul dam is considered as an application example for this study. Six input variables are chosen to be the input to the ANN. They are monthly inflow water, monthly demand water, number of the month in a year, expected next year water inflow, available stored water (water from the past year). The ANN is trained and tested by the available water flow data over the past 65 years (1931- 1995). It is found that this technique enables the utilization of whole inflow water for most of the years (within considered constraints) in spite of the great fluctuation of inflow water for these years. Besides, this technique takes into account the status of the water for last year and next year in addition to the year under study. This means that the water distribution improves the utilization of available water over three years

1- المقدمة :

تساهم السدود في زيادة كفاءة استغلال الموارد المائية، بتنظيم المياه في نهر معين وخرن الفائض منها لدرء الفيضان، واستخدام المياه المخزونة وقت الشحة. تحقق السدود عدد من الأهداف الأخرى بالإضافة إلى الري. حيث تقام محطات التوليد الكهرومائية لتوليد الطاقة الكهربائية. لتحقيق أقصى استفادة من السدود يجب الموازنة والتنسيق بين المتطلبات والمحددات المختلفة وذلك عن طريق التحكم بتوزيع التصريف على أشهر السنة، ومنها توليد الكهرباء. يعرف توزيع الحمل في منظومة تحوي محطات توليد حرارية ومحطات توليد كهرومائية بالتوزيع الأمثل للحمل، ويقصد به تقليل كلفة توليد الكهرباء الكلية. تحل مسألة الامتثالية عادة لمديتين، قصيرة وطويلة. تمتد المدة الطويلة بين شهر إلى سنة، من جهة ثانية فإن المدة القصيرة تمتد بين عدة ساعات إلى عدة أيام.

تمثل مسألة التوزيع الأمثل إحدى المسائل المهمة والمعقدة. استخدمت طرق برمجة مختلفة لحل هذه المسألة منها الطرق الخطية وغير الخطية [1,2,3]. حديثاً استخدمت تقنية الخوارزمية الجينية للوصول إلى التوزيع الأمثل للمياه على أشهر السنة [4,5].

تمثل المصادر (1-5) نماذج للبحوث المنشورة حول حل المسألة بالطرق التقليدية وتقنية الخوارزمية الجينية. تمتاز تقنية الشبكة العصبية الاصطناعية بالسهولة والدقة والاستفادة من الخبرة في مسألة التطبيق، بالإضافة إلى إمكانية الاستفادة من نفس الشبكة العصبية الاصطناعية المصممة عند تغير معطيات الإدخال مثل الاحتياجات المائية أو كمية المياه الواردة . . . الخ.

تهدف الدراسة الحالية إلى حل مسألة التوزيع الأمثل للمياه باستخدام تقنية الشبكة العصبية الاصطناعية للمدة الطويلة، وسيتبعها (إن شاء الله) في بحث لاحق تطبيق التقنية للمدة القصيرة . استخدمت المعطيات المتوفرة للمحطة الرئيسية لسد الموصل للتحقق من إمكانية تطبيق التقنية المقترحة.

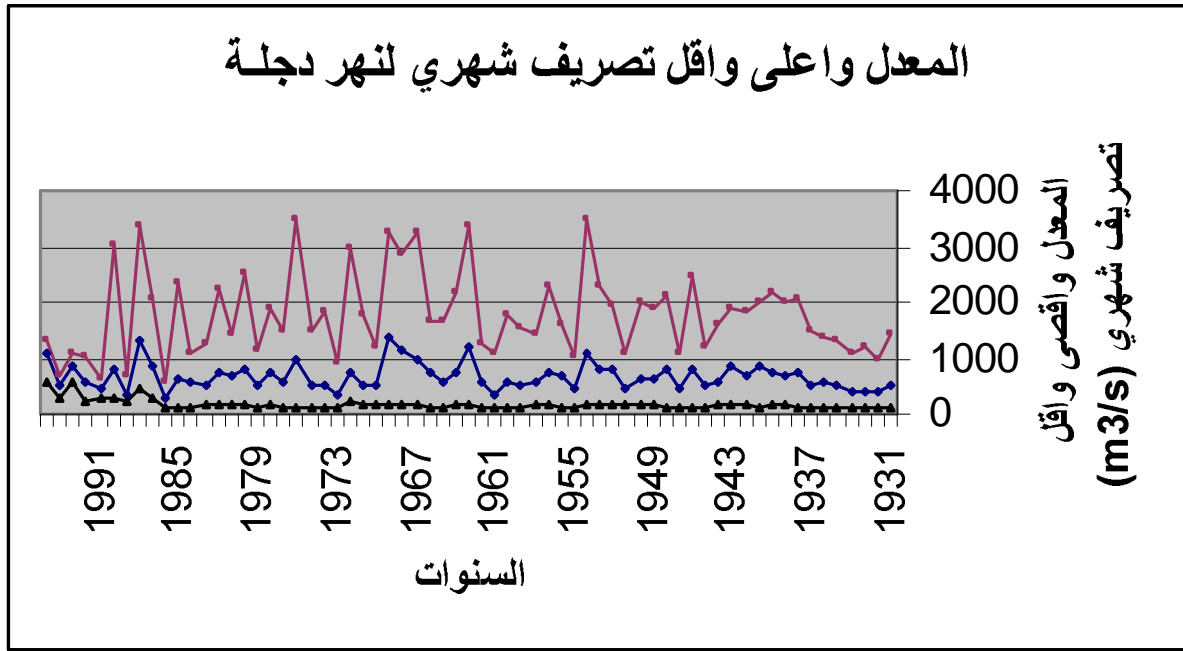
2- المتطلبات والمحددات :

يمثل نهر دجلة وسد الموصل نموذج للسدود والأنهار التي تحتاج إلى سيطرة مبرمجة للاستفادة من المياه لتلبية الأهداف المختلفة. تتذبذب كمية المياه التي يحملها نهر دجلة عند سد الموصل بين سنة وأخرى. يمثل الشكل رقم (1) المعدل السنوي لتصريف نهر دجلة للسنوات (1931-1995) وكذلك أقل وأقصى معدل تصريف شهري لنفس الفترة [6,7]. يتضح من الشكل أن أقل معدل تصريف سنوي ينخفض ليكون $270 \text{ m}^3/\text{s}$ من جهة ثانية يرتفع معدل أقصى تصريف سنوي ليصل إلى $1375 \text{ m}^3/\text{s}$.

يختلف معدل التصريف الشهري لنهر دجلة بين شهر وآخر في نفس السنة. ويتضح من الشكل رقم (1) إن أقل معدل تصريف شهري هو $98 \text{ m}^3/\text{s}$ وأقصى معدل تصريف شهري في نفس السنة هو $2430 \text{ m}^3/\text{s}$. في حين يبلغ أقل معدل تصريف شهري لهذه السنوات $88 \text{ m}^3/\text{s}$ وأقصى معدل تصريف شهري هو $3510 \text{ m}^3/\text{s}$. إن هذا التذبذب الكبير في معدل التصريف الشهري والسنوي يحد من إمكانية الاستفادة من مياه النهر ويتطلب تنظيم إطلاق مياه السد للوصول إلى أقصى استفادة من المياه المتاحة وضمن المتطلبات المتعددة التالية:

أ- متطلبات الكميات المائية:

تمثل هذه المتطلبات كمية المياه الواردة موزعة على أشهر السنة ومتطلبات الإطلاق لأشهر السنة للأغراض المختلفة (الري والصناعة والأغراض المنزلية. . . الخ). كذلك تمثل هذه المتطلبات أقل وأقصى تصريف، بالإضافة إلى مواصفات الخزان مثل أقل وأقصى ارتفاع للماء في الخزان . . . الخ.



الشكل رقم 1 : المعدل وأقل وأقصى تصريف شهري لنهر دجلة للسنوات 1931-1995.

ب- متطلبات محطة توليد الكهرباء والمنظومة الكهربائية:

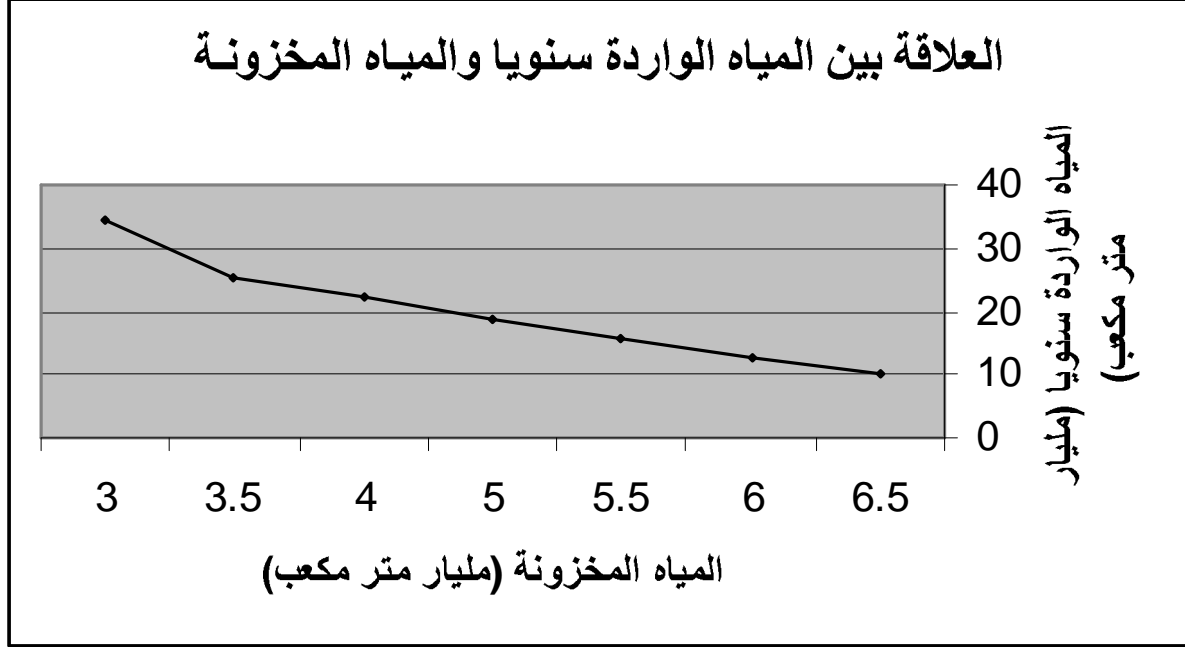
تمثل متطلبات محطة توليد الكهرباء أقل وأقصى كمية إطلاق للمياه وأقل وأعلى ارتفاع للمياه في السد. وتمثل متطلبات المنظومة الكهربائية مقدار الأحمال موزعة على أشهر السنة وكلفة تزويد هذه الأحمال موزعة على أشهر السنة كذلك.

ج- هدف الدراسة:

يؤدي تذبذب المياه في أشهر السنة والسنوات المتعاقبة (عند غياب تنظيم المياه المطلقة) إلى استحالة الاستفادة من كميات كبيرة من المياه الواردة في سنة معينة، وذلك لأنها أكثر أو أقل من الاحتياجات المختلفة وإمكانية محطة توليد الكهرباء والتي تقع بين $300 \text{ m}^3/\text{s}$ - $1100 \text{ m}^3/\text{s}$.

يهدف البحث الحالي إلى تنظيم المياه المطلقة من سد الموصل لتفي بالمتطلبات والمحددات المذكورة سابقاً، وبما يحقق تزويد الأحمال الكهربائية ذات الكلفة العالية (تقليل الكلفة الكلية لتوليد الكهرباء). يأخذ البحث بنظر الاعتبار التذبذب الكبير للمياه الواردة لأشهر السنة وفي السنوات المتعاقبة. يحدد البحث البدء بكمية مياه مخزونة تتناسب مع كمية المياه الواردة في سنة الدراسة. كذلك يأخذ بنظر الاعتبار الإبقاء على كمية مياه مخزونة إلى السنة التي تلي سنة الدراسة، لمعالجة وضع المياه الواردة لتلك السنة. يوضح الشكل رقم 2 العلاقة بين المياه المخزونة وكمية المياه الواردة في أي من سنوات الدراسة. يتضح من الشكل إن كمية المياه المخزونة تزداد كلما قلت كمية المياه الواردة في سنة

الدراسة. أي إن البحث يستفاد من مياه السنة السابقة لسنة الدراسة وكذلك يوفر كمية مياه مناسبة لحالة المياه في السنة التي تلي سنة الدراسة، بالإضافة إلى توزيع المياه لسنة الدراسة.



الشكل رقم 2 : العلاقة بين المياه المخزونة والمياه السنوية الواردة.

3- الشبكة العصبية الاصطناعية :

تعرف الأنظمة الذكية (Intelligent systems) بأنها التي تتعلم ويتحسن أداؤها بالتدريب [9, 8]. تمثل تقنية الشبكة العصبية الاصطناعية إحدى هذه الطرق الذكية. إن نظرية الشبكات العصبية الاصطناعية معروفة بشكل جيد. وهي تستخدم لحل معضلات في تخصصات مختلفة. دربت الشبكات العصبية الاصطناعية لتتجزدالات مركبة في مجالات تطبيق مختلفة وتشمل تمييز النماذج، وتصنيف الكلام، ومنظومات السيطرة والإشراف. ويمكن تدريب الشبكات العصبية هذه الأيام لتحل مسائل كتلك التي يصعب حلها باستخدام طرق البرمجة التقليدية.

حاولت جهود كثيرة في حقل تحليل أنظمة القدرة، منذ أواسط عقد الثمانينات من القرن الماضي، بعيداً عن منهجية التمثيل الرياضي التقليدي والتي تأتي من حقول بحوث العمليات ونظرية السيطرة والتحليلات العددية باتجاه التقنية الأقل صرامة من الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence AI).

تتلخص تقنية الشبكة العصبية الاصطناعية بثلاث خطوات، الأولى تكوين الشبكة العصبية الاصطناعية والثانية تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية المكونة والثالثة اختبار الشبكة العصبية الاصطناعية. يتم عادة تقسيم المعطيات المتوفرة إلى جزئين يستخدم الأول لتدريب الشبكة العصبية الاصطناعية والثاني لاختبار الشبكة العصبية الاصطناعية. تصبح الشبكة العصبية الاصطناعية جاهزة بعد التأكد من نتائج الاختبار.

تم في هذا البحث استخدام الشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) في الحصول على التوزيع الأمثل للمياه على أشهر السنة واعتماداً على البيانات للسنوات 1931 - 1995 المتوفرة لدينا. يمكن اعتماد بيانات سنوات قبل أو

بعد هذا التاريخ عند توفرها، كما يمكن إعادة التدريب عند حصول تغير كبير في البيانات مثل تغير كمية المياه الواردة أو الاحتياجات المائية أو كلفة توليد الكهرباء . . . الخ .

1.3 الشبكة العصبية المقترحة:

تم استخدام شبكة عصبية نوع الانتشار العكسي (Back propagation) ذات طبقتين. تحتوي الطبقة الأولى (Hidden layer) على 20 عقدة (Neurons). وتحتوي الطبقة الثانية (Output layer) على عقدتين عصبيتين. حيث أن عدد الإخراج المطلوب في التطبيق، هو الذي يحدد عدد العقد في هذه الطبقة. يوضح الشكل رقم 3 المخطط الكتلي للشبكة العصبية الاصطناعية المصممة. تمثل معلومات الدخل ستة متغيرات. اختيرت هذه المتغيرات لتمثل المؤثرات المهمة التي يجب ملاحظتها عند تقرير كمية المياه المطلقة في شهر معين. وهي كالآتي:

أ – كمية المياه الشهرية الواردة:

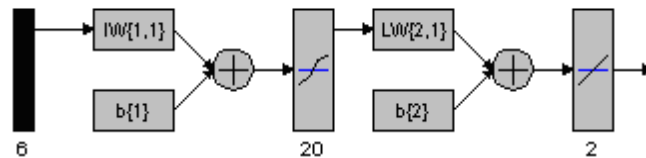
تمثل كمية المياه الواردة أهم العوامل المؤثرة. تختلف كمية المياه الواردة بين شهر وآخر. تكون المياه الواردة في شهر نيسان أعلى كمية مياه شهرية عادةً، تليها كمية المياه الواردة في شهر أيار. بينما تكون أقل كمية مياه واردة في شهر أيلول وتزيد عنها بقليل كمية المياه الواردة في شهر آب.

ب – كمية المياه الشهرية للأغراض المختلفة :

تشمل هذه القيمة كمية المياه اللازمة للأغراض المختلفة مثل الري والصناعة والأغراض المنزلية. . . الخ. وهي من العوامل المهمة المحددة لكمية المياه المطلقة، والتي يجب إن تليها. تحدد هذه الاحتياجات مسبقاً ويتم الالتزام بها عند توزيع المياه على أشهر السنة.

ج – تسلسل الشهر في السنة :

يمثل تسلسل الشهر في السنة احد العوامل التي تساهم في زيادة التوفيق بين كمية المياه الواردة مع كمية المياه المطلقة وأشهرهما. حيث يتم زيادة الخزن في بعض أشهر السنة وتقليله في أشهر أخرى. يمكن أن تختلف كمية المياه المطلقة بالرغم من تساوي كمية المياه الواردة وكمية المياه المخزونة بالاعتماد على تسلسل الشهر وذلك بالاستفادة من الخبرة في معرفة أشهر الخزن وأشهر التفريغ.



الشكل رقم 3 : المخطط الكتلي للشبكة العصبية الاصطناعية المصمم.

د - كمية المياه الواردة في السنة التالية :

تؤثر كمية المياه المتوقعة للسنة التي تلي سنة الدراسة في كمية المياه المخزونة (وبالتالي كمية المياه المطلقة) وذلك لمعالجة أي خلل في المياه الواردة لتلك السنة. لذا يجب الحصول على توقعات صحيحة لكمية المياه السنوية الواردة. تم اعتماد معطيات السنة اللاحقة ضمن المعلومات المتوفرة لفترة الدراسة، ولكن بصورة عامة يتم إيجاد كمية المياه المتوقعة ضمن إدارة الموارد المائية. إن معرفة كمية المياه وكذلك توقع كمية الأمطار يمثل أهمية خاصة ضمن إدارة الموارد المائية ولدرء الحوادث نتيجة للفيضانات وغيرها. وهي تحسب في دول متعددة مثل روسيا وأمريكا وكندا وألمانيا وغيرها.

تحوي التوقعات نسبة من الخطأ تختلف بين طريقة حساب وأخرى وكذلك مدى ملائمة الطريقة لحالة معينة. لذا فإن عدم الدقة تؤخذ بنظر الاعتبار ولكن في الجزء الثاني من البحث والمتعلق بالتوزيع لفترة قصيرة (بحث مرسل للنشر).

هـ - كمية المياه المخزونة:

تمثل هذه القيمة كمية المياه المخزونة في بحيرة السد عند بدء الشهر. وتبدأ السنة بكمية مياه محالة من السنة السابقة تلائم كمية المياه المتوقعة لسنة الدراسة. هذه القيمة هي إحدى المحددات التي يجب ملاحظتها لعدم تجاوز إمكانيات الخزن الدنيا والعليا للسد، لذا فهي إحدى قيم الخرج للبرنامج.

و - كلفة الأحمال الكهربائية الشهرية:

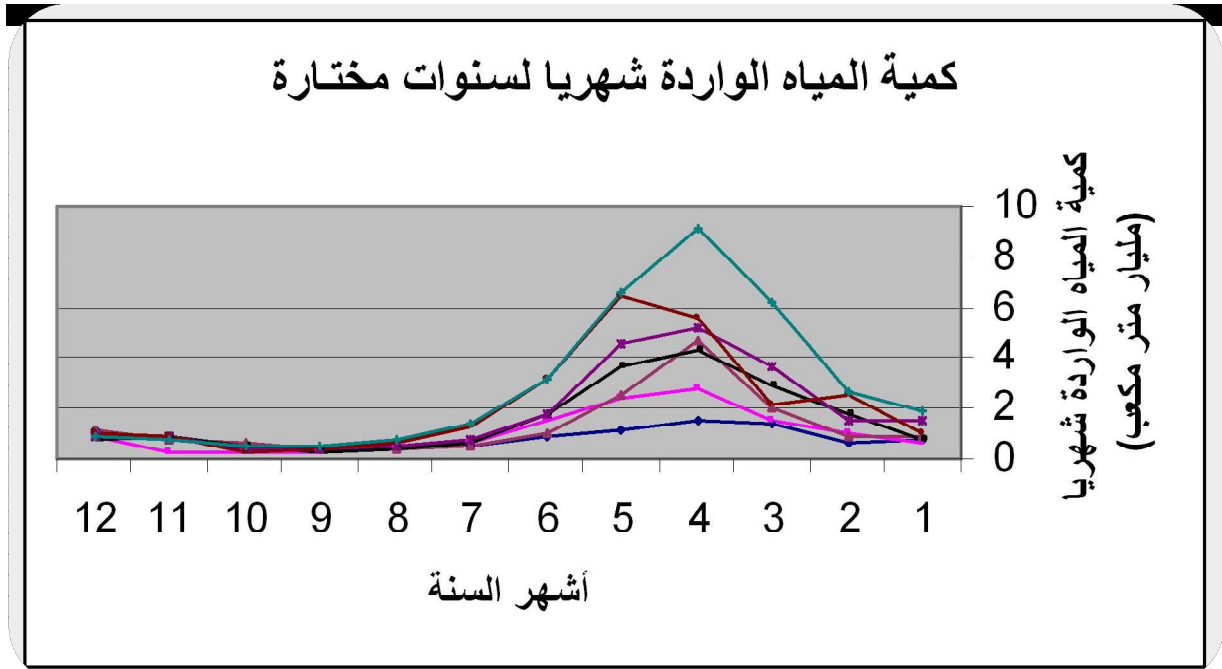
يختلف الحمل الكهربائي باختلاف أشهر السنة وذلك بسبب تأثر الظروف المناخية. وتسجل أعلى الأحمال صيفا وشتاء. تكون اقل الأحمال في فصلي الربيع والخريف. كذلك تتنوع مصادر الطاقة الكهربائية من مصادرها الأولية. تختلف كلفة إنتاج الطاقة الكهربائية باختلاف مصادرها. تمثل المحطات الكهرومائية أرخص مصادر الطاقة الكهربائية في منظومة الطاقة الكهربائية العراقية. تليها المحطات الحرارية ثم المحطات الغازية. لأجل إحلال الطاقة الكهرومائية بديلا عن أعلى المصادر كلفة، اخذ هذا العامل بنظر الاعتبار.

تتكون متغيرات الخرج من قيمتين، القيمة الأولى هي كمية المياه الشهرية المطلقة. هذه القيمة هي الهدف الأساس للبحث، وهي تختلف كما يلاحظ من النتائج لكمية المياه الشهرية الواردة، وهي تقع ضمن المحددات المختلفة المذكورة سابقا. أما القيمة الثانية فهي كمية المياه المخزونة في بحيرة السد في نهاية الشهر. وضعت هذه القيمة للتأكد من كون المياه المخزونة في بحيرة السد تقع ضمن الحدود المسموح بها للخزن في بحيرة السد.

2.3 - إعداد البيانات :

تختلف كمية المياه الواردة في سنوات متعاقبة كما تختلف كمية المياه الواردة في أشهر سنة معينة. يوضح الشكل رقم 4 كمية المياه الواردة لأشهر السنة لبعض سنوات الدراسة. تمثل كمية المياه السنوية مدى واسع يقع بين $10.12 \times 10^9 \text{ m}^3$ - $34.37 \times 10^9 \text{ m}^3$. رسمت كمية المياه الواردة لسبع سنوات، تمثل القيمة الأولى كمية المياه الواردة $10.12 \times 10^9 \text{ m}^3$ ، القيمة الثانية $12.58 \times 10^9 \text{ m}^3$ ، القيمة الثالثة $15.86 \times 10^9 \text{ m}^3$ ثم $18.73 \times 10^9 \text{ m}^3$ ثم $22.1 \times 10^9 \text{ m}^3$ ثم $25.33 \times 10^9 \text{ m}^3$ وأخيرا $34.37 \times 10^9 \text{ m}^3$ يشمل هذا المدى الواسع مدى التذبذب السنوي للمياه الواردة لمدة 65 سنة، تمتد بين سنتي 1931 - 1995. اخذ هذا المدى ليشمّل البحث

المدى الحقيقي لتذبذب المياه في نهر دجلة، ليتم الوصول إلى حل حقيقي لهذه المشكلة. استخدمت هذه البيانات لتكون البيانات المستخدمة لتدريب الشبكة العصبية الاصطناعية.



شكل رقم 4 العلاقة بين كمية المياه الواردة شهريا لسنوات مختارة.

تحسب الكمية المثالية التي تقع ضمن المحددات وتحقق الهدف بتقليل كلفة توليد الكهرباء وبالاستفادة من الخبرة المكتسبة من التشغيل ولجميع سنوات الدراسة (65 سنة). تقسم المعطيات المتوفرة إلى جزئين يستخدم الجزء الأول في تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية، ويستخدم الجزء الثاني في اختبار الشبكة العصبية الاصطناعية.

3.3- تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية :

تستخدم دوال تدريب متعددة في برنامج Matlab / Neural Network تصل في عددها إلى أكثر من عشرة. أعطت دالة التدريب (trainlm) Levenberg – Maruardt أفضل النتائج عند تطبيقها، لذا اعتمدت للاستخدام في تدريب الشبكة المكونة.

نظرا لتنوع معطيات الإدخال فان تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية يحتاج إلى معالجة المعطيات قبل إدخالها للتدريب. تنتوع طرق معالجة البيانات قبل إدخالها. تم اختيار احدها للمعالجة والتي تعطي قيم بين -1 و +1 أي جعل القيم قياسية. ثم بعد ذلك معالجة النتائج بدوال بعد المعالجة لإعادة النتائج إلى قيمها الأصلية.

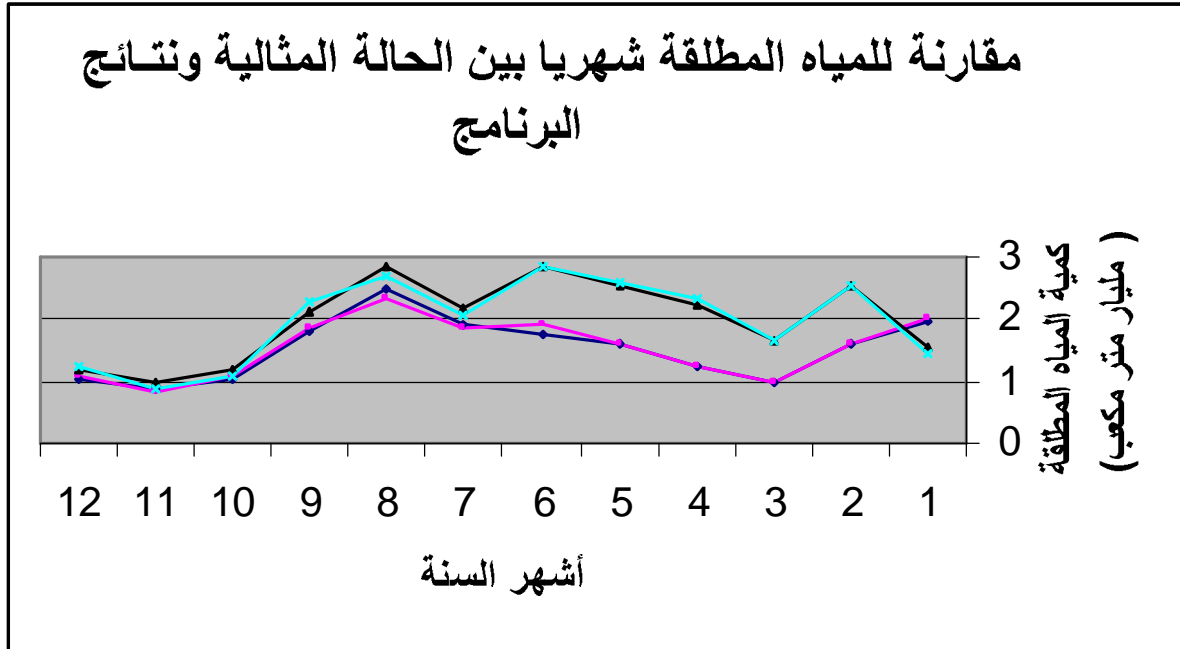
استخدمت المعطيات في فقرة إعداد البيانات والموضحة في الفقرة السابقة. تغطي البيانات المستخدمة في تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية المدى المتوقع لتذبذب كمية المياه السنوية. كذلك استخدمت كمية المياه الشهرية للسنوات المختارة للدراسة، وذلك للوصول إلى تمثيل حقيقي لكميات المياه الشهرية والسنوية. يوضح

الملحق 1 جدول بنماذج من بيانات التدريب لسنتين. يبلغ مجموع المياه الواردة للسنة الأولى ($18.73 \times 10^9 \text{ m}^3$)، وللسنة الثانية ($25.329 \times 10^9 \text{ m}^3$).

4.3- اختبار الشبكة العصبية الاصطناعية :

استخدمت معطيات ضمن المدى المتوقع لتذبذب كمية المياه الشهرية والسنوية (وهو مدى تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية) في اختبار الشبكة العصبية الاصطناعية. تعطي الشبكة العصبية الاصطناعية قيمتين في معطيات الإخراج، هما كمية المياه المطلقة شهريا وكمية المياه المخزونة في نهاية كل شهر.

يوضح الشكل رقم 5 مقارنة بين كمية المياه المطلقة شهريا وفق نتائج البرنامج وكمية المياه الشهرية المثالية لسنتين استخدمتا لاختبار الشبكة العصبية الاصطناعية. المنحنيان في الأعلى يمثلان حالة سنة غزيرة جدا بالمياه ($34.37 \times 10^9 \text{ m}^3$). يمثل المنحنيان في الأسفل سنة شحيحة جدا بالمياه ($10.12 \times 10^9 \text{ m}^3$).



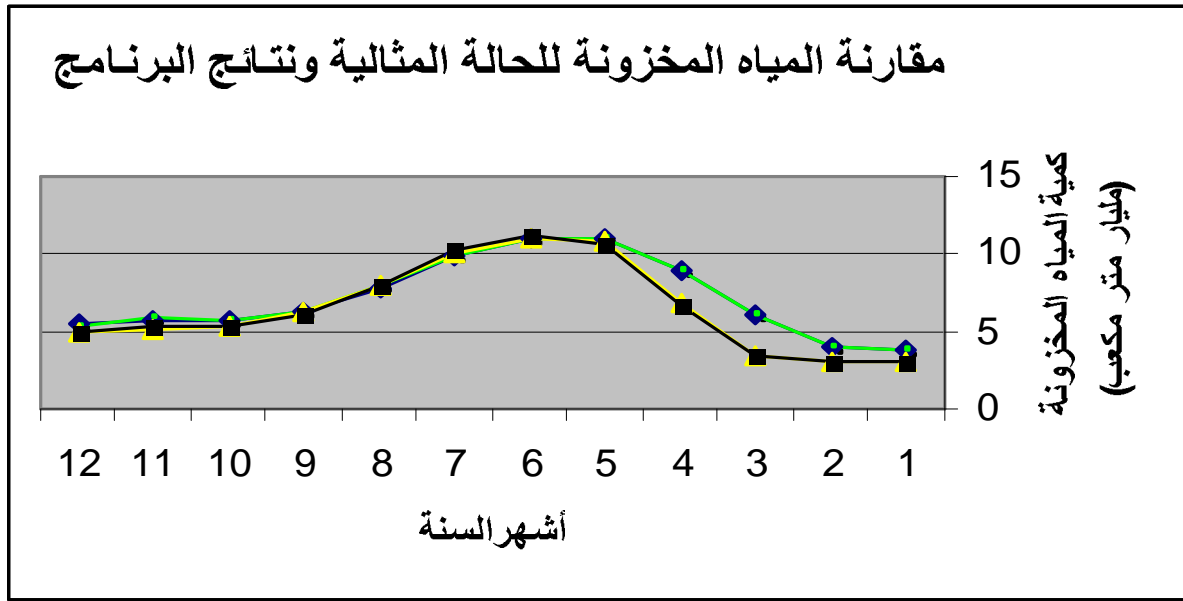
الشكل رقم 5 مقارنة بين المياه المطلقة شهريا للحالة المطلوبة مع نتائج البرنامج.

يوضح الشكل رقم 6 مقارنة بين كمية المياه المخزونة في بحيرة السد لأشهر نفس السنتين السابقتين المستحصلة من البرنامج ومن النتائج المثالية. المنحنيان في الأعلى يمثلان حالة سنة غزيرة جدا بالمياه (34.37 m^3). يمثل المنحنيان في الأسفل سنة شحيحة جدا بالمياه ($10.12 \times 10^9 \text{ m}^3$).

يتضح من الشكل 5 و 6 أن الطريق المثالية لتشغيل السد (إطلاق المياه شهريا) تؤدي إلى تشابه كمية مياه مخزونة في نهاية الشهر وإطلاق كمية مياه تعتمد على متغيرات الإدخال. يتضح من الشكلين 5 و 6 إن نتائج الاختبار للبرنامج والحالة تكون متقاربة بشكل كبير. من جهة أخرى تعطي الشبكة العصبية الاصطناعية نتائج دقيقة 100% عند اختبارها بمعطيات استخدمت في تدريبها.

4- النتائج والمناقشة :

يؤدي تذبذب كمية المياه الشهرية والسنوية الى عدم الإيفاء بالمتطلبات الشهرية والسنوية للاحتياجات المختلفة. تمثل أولى سنوات الدراسة مثال على سنة شحيحة المياه ($10.12 \times 10^9 \text{ m}^3$). تقل كمية المياه الشهرية الواردة في عدة أشهر عن الاحتياجات المطلوبة. كذلك فان هذه المياه تقل عن كمية المياه المطلوبة لتشغيل محطة توليد الكهرباء البالغة $300 \text{ m}^3/\text{s}$. تم معالجة التذبذب بإعادة توزيع وخرن المياه لأشهر السنة ليتم الاستفادة من كامل المياه وضمن الاحتياجات والمحددات والمتطلبات المختلفة. كذلك أضيفت $2.498 \times 10^9 \text{ m}^3$ محالة من السنة السابقة.



الشكل رقم 6 : مقارنة بين المياه المخزونة شهريا للحالة المطلوبة مع نتائج البرنامج.

تمثل آخر سنوات الدراسة مثال على سنة غزيرة المياه ($34.37 \times 10^9 \text{ m}^3$). يبلغ وارد المياه الشهري لأحد أشهر هذه السنة ($9.098 \times 10^9 \text{ m}^3$)، وهي كمية تقترب من الكمية السنوية الواردة لبعض السنوات شحيحة المياه. بالرغم من ذلك فان كمية المياه الشهرية الواردة لعدة أشهر تقل عن الحاجة المائية للأغراض المختلفة. عند ملاحظة كمية المياه الواردة لأشهر هذه السنة، يتضح إن ($1.725 \times 10^9 \text{ m}^3$) لا يمكن الاستفادة منها في توليد الكهرباء لكونها تقل عن الحد الأدنى ($300 \text{ m}^3/\text{s}$). أما المتبقي لبقية الأشهر فان ($19.23 \times 10^9 \text{ m}^3$) فقط يمكن الاستفادة منها، تمثل هذه الكمية 55.94% من كمية المياه السنوية الواردة. عند استخدام البرنامج فان الإطلاق لجميع أشهر السنة يقع ضمن الحدود والمتطلبات المختلفة. كذلك فان كمية ($2.05 \times 10^9 \text{ m}^3$) تبقى للاستفادة منها للسنة التالية. يتم الاستفادة من ($26.57 \times 10^9 \text{ m}^3$) لهذه السنة، بما يجعل المجموع ($28.62 \times 10^9 \text{ m}^3$)، أي أن نسبة 83.28% من المياه الواردة يتم الاستفادة منها.

يؤدي استخدام البرنامج إلى الاستفادة من جميع المياه الشهرية والسنوية الواردة على المدى المتوقع لتذبذب المياه الواردة للأشهر والسنوات، عدا بعض الاستثناءات البسيطة، وضمن المحددات و المتطلبات المختلفة. يتم ذلك بتوزيع الخزن والإطلاق على أشهر السنة باستخدام طريقة الشبكة العصبية الاصطناعية.

5- الاستنتاجات :

إن تذبذب المياه الشهرية والسنوية الواردة هي إحدى المشاكل الكبيرة التي تواجه الفنيين والمختصين عند محاولة الاستفادة منها. تم بناء شبكة عصبية اصطناعية لمعالجة هذه المشكلة وتوزيع المياه الشهرية والسنوية الواردة على أشهر السنة بما يحقق أقصى استفادة منها للأهداف المختلفة.

استخدمت المعلومات المتوفرة عن كمية المياه الشهرية والسنوية الواردة في نهر دجلة عند مدينة الموصل، والمعلومات المتوفرة عن سد الموصل، في اختبار الطريقة المقترحة. وأعطيت نتائج ورسمت منحنيات متعددة لإثبات وإظهار إمكانيات الطريقة المقترحة.

توفر التقنية المقترحة إمكانية إستغلال كامل المياه المتوفرة على مدار أشهر السنة، ضمن المحددات. كذلك فإن التقنية المقترحة توازن وتنسق بين المياه الواردة من السنة السابقة مع كمية المياه المتوقعة للسنة اللاحقة، أي أن توزيع المياه يأخذ بنظر الاعتبار ثلاث سنوات.

ملحق رقم 1 نماذج من قيم الإدخال

المياه الشهرية الواردة	الاحتياجات الشهرية	تسلسل الشهر	المياه الواردة السنة التالية	المياه المخزونة	كلفة الطاقة (%)
0.819	0.67	1	15.8	3.834	297
1.79	0.726	2	15.8	4.028	242
2.946	0.937	3	15.8	5.991	159
4.251	1.037	4	15.8	9.000	201
3.696	1.071	5	15.8	11.100	242
1.778	1.166	6	15.8	11.100	344
0.691	1.34	7	15.8	9.898	446
0.348	1.61	8	15.8	7.784	580
0.303	1.166	9	15.8	6.275	427
0.463	1.071	10	15.8	5.724	239
0.863	0.777	11	15.8	5.732	201
0.782	0.67	12	15.8	5.500	239
1.018	0.67	1	18.7	2.95	297
2.531	0.726	2	18.7	2.95	242
2.201	0.937	3	18.7	3.475	159
5.547	1.037	4	18.7	6.803	201
6.508	1.071	5	18.7	10.789	242
3.162	1.166	6	18.7	11.100	344
1.224	1.34	7	18.7	10.136	446
0.608	1.61	8	18.7	7.898	580
0.412	1.166	9	18.7	6.215	427
0.262	1.071	10	18.7	5.304	239
0.860	0.777	11	18.7	5.177	201
0.996	0.67	12	18.7	5.000	239
25.329					

ملاحظة: قيم كميات المياه مليار متر مكعب.

6- المراجع :

- 1- ماجد صالح الحافظ و د. باسل محمد سعيد "الاستغلال الأمثل للسدود لإنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الحاسبة الالكترونية" 1994. المؤتمر العلمي الثالث لمركز بحوث السدود والموارد المائية، موصل- العراق.
- 2- H. Dura, C. Pench, and J. Diaz "Optimal operation of multi reservoir system using an aggregation decomposition approach", 1985. IEEE Trans., Vol. PAS-104, PP 2086-2092.
- 3- V. R. Sherkat, R. Campo, and K. Moslehisk, 1985. "Stochastic long term hydrothermal operation for multi reservoir system" IEEE Trans., Vol. PAS-104,.
- 4- E. Gil, J. Buston and H. Rudnick "Short term hydrothermal generation scheduling model using a genetic algorithm", 2003. IEEE Trans. On Power system, Vol.18, No. 4, PP 1256-1264.
- 5- C. E. Zoumas, A. G. Bakirtzis, J. B. Theocharis and V. Petridis, 2004. "A genetic algorithm solution approach to the hydrothermal coordination problem" IEEE Trans. On Power system, Vol.19, No. 2, PP 1356-1364.
- 6- Ministry of Irrigation "Discharges for selected gauging stations in Iraq" Baghdad, Iraq.
- 7- فانتن محمود شهاب العبيدي "دراسة هيدرولوجية لمناسيب وتصاريح نهر دجلة" 1996. رسالة ماجستير، قسم هندسة الموارد المائية، جامعة الموصل.
- 8- Warwick, A. Ekwue and R. Aggarwal, 1997. "Artificial intelligence techniques in power systems" IEE Power Engineering Series 22, London.
- 9- The Math Work Inc., Neural Network Toolbox use with Matlab, 2002, MA, USA