

اختبار الأداء المستقبلي لمنظومة خزن شمالي الفتحة في توليد الطاقة الكهرومائية

يوسف هاشم العقيلي، مدرس مساعد

د. كامل علي عبدالمحسن، استاذ

قسم هندسة الموارد المائية – جامعة الموصل

استلم 2012/3/28، قبل للنشر 2012/5/28، نشر على الانترنت 2013/4/18

الخلاصة

تم إجراء دراسة على منظومة خزن شمالي الفتحة التي هي جزء من حوض نهر دجلة (العراق) بهدف تحري إمكانية المنظومة المستقبلية في توليد الطاقة الكهرومائية. استخدمت تقنيات الـ (SIMULINK) التي توفرها برمجيات الـ (Matlab) لغرض تمثيل المنظومة بوحداتها (خزان سد الموصل، وخزان سد دوكان، وخزان سد بخمة، وخزان سد مكحول). تم تقييم الأداء المستقبلي المتوقع (الاعتمادية) لمنظومة الخزن عندما تتعرض لمدخلات مستقبلية متوقعة باستخدام نموذج تصادفي لتوليد سلاسل زمنية لبيانات الجريان الداخل إلى المنظومة، تم تطبيق نموذج (Thomas-Fiering) لانجاز مهمة توفير أنماط مختلفة من المدخلات لتوليد الطاقة الكهرومائية من منظومة الخزن تحت الدراسة. وبشكل عام وجد أن الإمكانية السنوية لحوض شمالي الفتحة الثانوي لغرض توليد الطاقة الكهرومائية يصل إلى (20000GW-hr)، وإذا علمنا أن حاجة القطر من الكهرباء كقدرة هي بحدود (12GW)، فإننا سنستدل على أن منظومة خزن شمالي الفتحة المتكاملة التي تنتج بحدود (1.1GW)، ستغطي حوالي (10%) من الطلب الكلي على الطاقة الكهربائية للقطر، الذي يعتبر ذا أهمية بالغة خاصة في الوقت الحاضر. الكلمات الدالة: منظومة الخزن، المحاكاة، توليد الطاقة الكهرومائية، الاعتمادية.

Evaluation Of Future Performance of Northern Fatha Storage System In Hydropower Generation

Abstract

A study of the Northern Fatha Reservoir System within the Tigris River Basin (Iraq) has been carried out with the aim of exploring the capability of the system to generate hydroelectric power. A simulation model using SIMULINK technique in the Matlab platform is built to mimic the system and its components (Mosul reservoir, Dokan reservoir, Bakhma reservoir, and Makhool reservoir) The reliability of the system under different future scenarios of inputs is also been studied by means of a stochastic model used to generate inflow time series. Thomas-Fiering model was selected for this purpose, which provided a wide spectrum of inputs (inflows) to generate hydropower from the reservoir system under study.

Generally, the annual capability of the Northern Fatha sub basin for energy generation reaches 20000GW-hr. Knowing that the country needs is around 12GW of power, and the integrating power production of the basin under study was about 1.1GW, this would cover around 10% of the total demand, which is clearly significant.

Key words: Reservoir system, Simulation, Hydropower generation, Reliability.

قائمة الرموز

Q_{i+1} التصريف خلال الشهر (i+1).
 \bar{Q}_{j+1} المعدل الشهري للتصريف خلال الشهر (j+1)

b_j انحدار المستقيم الذي يعبر عن العلاقة بين
 التصريف في الشهر (j+1) مع تلك الواردة
 في الشهر (j).

Q_i التصريف خلال الشهر (i).

\bar{Q}_j المعدل الشهري للتصريف خلال الشهر (j).

t_i دالة عشوائية طبيعية.

σ_{j+1} الانحراف المعياري للتصريف في الشهر (j+1)

r_j معامل الارتباط بين التصريف في الشهر (j)
 والشهر (j+1).

Y_t التصريف الشهري بعد تحويله إلى حالة
 التوزيع الطبيعي.

X_t التصريف الشهري المرصود.

$-1 \leq \lambda \leq 1$ حدود قيمة λ

$Y_t = \log(X_t)$ فان $\lambda = 0$ عندما

المقدمة

إن من الأهمية بمكان بناء نموذج للمحاكاة لمنظومة
 خزن مائي وفحص أدائها الحالي بالاعتماد على الجريان
 المرصود والوارد إلى هذه المنظومة، غير أنه من المهم
 أيضاً معرفة مدى الاعتمادية على الأداء المستقبلي المتوقع
 لهذا النموذج وعلى المدى المتوسط على أقل تقدير، غير
 أنه من المعروف أن الجريان المرصود (المقاس) والوارد
 إلى وحدات منظومة الخزن لا يمثل إلا جزءاً محدوداً من
 طيف البيانات المتوقع حدوثها مستقبلاً، وبناء على ذلك
 فإن الأمر يتطلب استخدام أحد أنواع النماذج التصادفية
 (Stochastic Models) لغرض تهيئة سلاسل جريان
 افتراضية بحيث تضم على الأقل معظم طيف الجريان
 المتوقع خاصة إذا ما أريد دراسة أداء منظومة الخزن
 المتوقع مستقبلاً. إن هذه السلاسل الافتراضية ستتمكن
 مشغل المنظومة من دراسة رد فعل المنظومة على

السيناريوهات المختلفة للمدخلات المتوقعة، غير أنه لا بد
 من الأخذ في الحسبان أن السلاسل الافتراضية الناتجة من
 النماذج التصادفية يجب أن تحافظ على الأقل على المعالم
 الإحصائية الرئيسة الثلاثة الأولى للجريان المرصود وهي
 (المعدل، والانحراف المعياري، ومعامل الارتباط بين
 قراءتين لمديتين زمنييتين متتاليتين)، وبعبارة أخرى أداء
 النموذج التصادفي سيُعد قاصراً ولا يعول على ما ينتجه
 من سلاسل جريان.

استعراض بعض الدراسات السابقة

قام (Anderson)^[1] بتناول موضوع تحليل السلاسل
 الزمنية بشكل عام ولغرض التنبؤ بشكل خاص، وركز
 على نموذج (Box and Jenkins) العام (ARIMA)
 الذي يشتمل على مركبة الارتباط الذاتي (AR) والمعدل
 المتحرك (MA) بشكل تكاملي. وقد وجد بأن نموذج
 (ARIMA) بإمكانه التعبير بشكل جيد عن بعض
 الفعاليات الهيدرولوجية ومن ضمنها سلاسل الجريان في
 الأنهر والتي هي موضوع اهتمام البحث الحالي. كما طور
 (Pereira et.al)^[2] نموذج لتوليد التدفقات الشهرية
 لمنظومة توليد الطاقة الكهرومائية في البرازيل المؤلفة من
 مجموعة من الخزانات الكبيرة التي لها قدرة خزن عالية.
 ووضع (Kim and Heo)^[3] قواعد التشغيل الشهرية
 لمنظومة الخزن الواقعة في أعلى نهر (Han) في كوريا،
 والذي يضم ثلاثة خزانات رئيسة والتي تلعب دوراً مهماً في
 درء الفيضان، إذ استخدم الباحث في هذه الدراسة نموذج
 (ARMA(1,1)) لتوليد بيانات شهرية للجريان. كما
 استخدم (Naggar)^[4] نموذجي (Thomas-Fiering) و
 (ARMA(1,1)) لتوليد تصريف للجريان الشهري لسلسلة
 بطول زمني مقداره (700) سنة لخمسة انهار في العراق
 (دجلة، والزاب الكبير، والزاب الصغير، والعظيم، وديالى)،
 ثم استخدم هذه التصريف المولدة بوصفها مدخلات
 لنموذج محاكاة لغرض تشغيل منظومة خزانات دجلة
 والفرات. واستخدم (الماموسي)^[5] النماذج التصادفية
 (ARIMA) و (Thomas-Fiering) لتوليد التصريف
 لمحطتي أسكي كلك ومنكوبة على نهري ألزاب الأعلى
 والخازر بوصفها مثالا للأنهار دائمة الجريان، ومحطة

الطاقة الكهرومائية، وري أجزاء كبيرة من منطقة الجزيرة، وتنمية الثروة السمكية، وتطوير القطاع السياحي في القطر العراقي. في حين يقع خزان بخمة المقترح على نهر الزاب الكبير ضمن محافظة اربيل على بعد (50Km) من مدينة شقلاوة، تبلغ مساحة حوض التغذية مقدم السد (16600Km^2) . يتضمن تصميم السد (6) وحدات لتوليد الطاقة الكهرومائية بسعة قصوى مقدارها (1536MW). إن الغايات الأساسية من إنشاء المشروع هي: توليد الطاقة الكهرومائية، والسيطرة على الفيضانات، والري إذ تبلغ المساحة القابلة للإرواء (2.26) مليون دونم، وتنمية السياحة والثروة السمكية. بينما يقع سد دوكان على نهر الزاب الصغير شمال غرب مدينة السليمانية بمسافة تقدر بـ (60Km). تم في عام 1982 إنشاء محطة لتوليد الطاقة الكهرومائية وتم تشغيلها في العام الذي تلاه بقدرة (400MW)، ومما يجدر ذكره أن خزان سد دوكان وخزونه للمياه يؤمن إرواء أراض تزيد مساحتها على مليون دونم، وأهمها أراضي مشروع ري كركوك. يقع سد مكحول المقترح على نهر دجلة شمال منطقة الفتحة بحوالي (10Km). إن الغرض الأساسي من إنشاء السد هو خزن المياه الواردة من الخزانات الواقعة أعلى السد في أثناء موسم الفيضان وتنظيم إطلاقها، إذ يتم استغلال الخزين لتوليد الطاقة الكهرومائية وتلبية المتطلبات المائية أسفل السد ضمن الحدود المسموح بها، وتبلغ سعة التوليد المقترحة لخزان مكحول (316MW). إن أحد المحددات الرئيسية المتعلقة بكمية الاطلاقات من سد مكحول هي أن لا تتجاوز $(12000\text{m}^3/\text{sec})$ ويطرح منها تصريف قدره $(9000\text{m}^3/\text{sec})$ إلى بحيرة الثرثار، أما التصريف المتبقي $(3000\text{m}^3/\text{sec})$ تمر عن طريق سدة سامراء للحفاظ على مدينة بغداد من خطر الفيضان^[6].

محاكاة منظومة الخزن

تم بناء نموذج لمحاكاة منظومة خزن شمالي الفتحة باستخدام تقنيات (SIMULINK)، التي توفرها برامجيات (Matlab) والتي تستخدم لمحاكاة الأنظمة بمختلف أنواعها، وتتمثل هذه التقنية بمجموعة من القوالب الجاهزة (Icons) الذي يمثل كل منها إيعازاً خاصاً، إذ يتم ربط

المضيق على نهر العظيم بوصفها مثالا للأنهاج الموسمية.

يتضح من استعراض بعض من البحوث السابقة أن هنالك العديد من المحاولات التي أجريت لغرض توليد بيانات للجريان، غير أنه لم يتم التركيز فيها على التفاصيل التي تدلل على أن السلاسل المولدة تنحدر من المجتمع الإحصائي نفسه بوصفه نتاجاً للنظام الذي كانت معطياته السلاسل المرصودة المستخدمة في التوليد، وبهذا يشير الباحثين هنا إلى الحاجة لردم هذه ألوهه باعتبار أن السلاسل المولدة يجب أن يتم التأكد من معالمها ومطابقتها مع معالم السلاسل المرصودة إذا ما أُريد التعويل على مخرجات نماذج التوليد هذه. فضلاً عن ذلك فإن هذه الدراسة تؤكد على المطابقة النسبية للمعالم الإحصائية التي تم احتسابها لبيانات الجريان المولدة مع نظيراتها العائدة لبيانات الجريان المرصودة، لغرض التأكد من أن النموذج ملائم ويعول عليه في توليد بيانات جديدة للجريان.

منظومة خزن شمالي الفتحة

تقع منظومة خزن شمالي الفتحة على حوض نهر دجلة والمتمثلة بأربعة خزانات (الموصل، وبخمة، ودوكان، ومكحول)، حيث يرتبط خزان سد بخمة الواقع على الزاب الكبير بصورة متوازية مع خزان سد دوكان الواقع على الزاب الصغير ثم يرتبطان بدورهما على التوالي مع خزان سد الموصل الواقع على نهر دجلة، لترتبط بعد ذلك الخزانات الثلاثة على التوالي مع خزان سد مكحول الواقع أسفل المنظومة على نهر دجلة وكما موضح في الشكل (1). ومن المهم أن نعلم أن خزاني الموصل ودوكان هما في الخدمة الفعلية حالياً بيد أن خزاني بخمة ومكحول لا يزالان في مرحلة التخطيط والتصميم، مما يسهل عملية التحوير في تصميمهما إذا تطلب الأمر ذلك. وفيما يأتي سرد موجز لأهم الملامح التصميمية لكل من هذه الخزانات.

يقع خزان سد الموصل على نهر دجلة شمالي مدينة الموصل بحوالي (50Km)، حيث تبلغ مساحة حوض التغذية مقدم الخزان (50200Km^2) . يُعد خزان سد الموصل متعدد الأغراض إذ يستخدم لدرء الفيضان، وتوليد

تُعد الهدف الرئيس من إنشاء هذا الخزان، كما وتم إضافة المياه الناتجة من السبخ السطحي من أسفل الخزان ولغاية التقائه بنهر دجلة.

- تشغيل خزان مكحول بالاعتماد على مجموع الجريانات الواردة من الخزانات الثلاثة الواقعة قبله، مع تحديد حجم اطلاقات بما لا يزيد على $(12000\text{m}^3/\text{sec})$ ، بحيث يضمن كذلك أعلى توليد للطاقة الكهرومائية.

وبعد عملية التشغيل والمعايرة أعلاه أجريت عملية توليد سلاسل للجريان الشهري الوارد إلى كل وحدة من وحدات المنظومة.

النموذج التصادفي المستخدم

أشار (Kattagoda)^[10] إلى الكثير من النماذج التصادفية كنماذج (Marcov) ذات الرتب المختلفة ونماذج الانحدار الذاتي ذات الوسط المتحرك (Auto Regressive Moving Average Models) ، التي تُدعى بنموذج (ARMA) وبالنموذج الشامل (Integrated Auto Regressive Moving Average Models) (ARIMA) ، إلا أن الصعوبة في اختيار وتبني أي من هذه النماذج يكمن في فهم آلية الفعالية التي يكون نتاجها السلسلة الزمنية المراد نمذجتها، ففي حين أن نماذج (ARMA) تصلح لنمذجة السلاسل الزمنية المستقرة (Stationary) (عدم تغير المعالم الإحصائية للفعالية مع الزمن). فإن نماذج (ARIMA) تكون ناجعة في نمذجة السلاسل الزمنية غير المستقرة (Non-Stationary) (تغير المعالم الإحصائية للفعالية مع الزمن). لقد أثبت نموذج (Thomas-Fiering) إمكاناته العالية في نمذجة السلاسل الزمنية للجريان الشهري للكثير من الأنهار^[11]. ويُعد نموذج (Thomas-Fiering) أحد صور نماذج ماركوف من الرتبة الأولى، وقد أوصى (Clarke)^[12] باستخدام هذا النموذج عند نمذجة السلاسل الزمنية للجريان في الأنهر وتوليدها، عندما تكون النمذجة على الأساس الشهري بشكل خاص. وبناءً على ذلك فقد اختير نموذج (Thomas-Fiering) في هذا البحث لتوليد سلاسل زمنية للجريان

هذه القوالب بشكل منطقي لكي يمثل النموذج النظام المراد دراسته بشكل واقعي. ومن الجدير بالذكر إن هذه التقنية تُعد جديدة التطبيق في موضوع الموارد المائية بشكل عام وتشغيل أنظمة الخزن بشكل خاص^[7]، أضف إلى ذلك فإن تقنية (SIMULINK) بإمكانها الاستفادة من الإمكانيات العالية لبرامجيات (Matlab)، التي تركز أساساً على معالجة المتجهات والمصفوفات رياضياتياً وبشكل عالي الكفاءة. ولغرض معرفة المزيد عن آلية عمل هذه التقنية يمكن الرجوع إلى مكتبة (SIMULINK) المرفقة ببرامجيات (Matlab)^[8]. يركز البحث الحالي على موضوع الأداء المستقبلي للمنظومة من ناحية توليد الطاقة الكهرومائية وليس على نموذج المحاكاة المستخدم لتقييم هذا الأداء وذلك لغرض معرفة تفاصيل نموذج المحاكاة المستخدم^[9]. يوضح الشكلان (3,2) مخططاً لنموذج المحاكاة لخزانات المنظومة مع بعضها والنظام الثانوي لأحد وحدات منظومة الخزن باستخدام تقنية (SIMULINK).

تم تشغيل نموذج المحاكاة لمدة (26) شهراً، والممتدة من آب 1986 إلى أيلول 1988، وهي تمثل المدة لتشغيل خزاني الموصل ودوكان معاً بشكل فعلي (بالاعتماد على البيانات التشغيلية) مع إضافة خزاني بخمة ومكحول، وكما هو موضح في الشكل (2) وذلك لمعايرة نموذج المحاكاة والتحقق من دقة نتائجه وذلك بمقارنتها بالبيانات المرصودة، وقد تمت عملية المحاكاة بالشكل الآتي:

- تشغيل خزان الموصل بالاعتماد على البيانات المرصودة (الجريان الوارد، وحجم الاطلاقات من الخزان) مع إضافة المياه الناتجة من السبخ السطحي من أسفل الخزان إلى منطقة الفتحة بتبني الطريقة التي تعتمد على إنتاجية الوحدة الواحدة من السبخ^[9].
- تشغيل خزان دوكان بالاعتماد على البيانات المرصودة (الجريان الوارد، وحجم الاطلاقات من الخزان) مع إضافة المياه الناتجة من السبخ السطحي من أسفل الخزان ولغاية التقائه بنهر دجلة.
- تشغيل خزان بخمة بالاعتماد على الجريان الفعلي الوارد إلى الخزان وتحديد حجم اطلاقات تضمن الحصول على أعلى توليد للطاقة الكهرومائية التي

الإحصائية المحسوبة أعلاه لغرض توليد عشرة سلاسل بطول السلسلة المرصودة نفسه، وبالغلة (816) شهراً. يبين الشكل (4) المخطط العام لنموذج (Thomas-Fiering) باستخدام تقنيات (SIMULINK).

اختبار مدى ملائمة نموذج التوليد

لغرض اختبار مدى ملائمة النموذج وصلاحيته في توليد السلاسل الشهرية للجريان تم استخدام برنامج (SPSS.10) لاحتساب المعالم الإحصائية الرئيسية الأربعة، الأولى للجريان المرصود (المعدل، والانحراف المعياري، ومعامل الارتباط بين شهرين متتاليين، ومعامل الالتواء)، كذلك تم احتساب المعالم الإحصائية نفسها للسلاسل العشرة المولدة. يسرد الجدول (1) النتائج المستحصلة ويقارن بين المعالم الإحصائية للجريان المرصود والمولد ولمحطة قياس تصريف الموصل فقط لغرض التوضيح.

وبناء على تلك النتائج فقد اعتبر النموذج ملائم ويمكن أن يُعول عليه في توليد التصاريح الشهرية للجريان.

تقييم أداء المنظومة باستخدام التصاريح المرصودة والسلاسل المولدة

تم استخدام نموذج محاكاة المنظومة الخزنانية [9] والموضح مخططه في الشكل (2)، إذ تم في هذه المرحلة تشغيل الخزانات بصورة افتراضية خلال مدة (68) سنة من تشرين الأول 1931 إلى أيلول 1999، وذلك لغرض معرفة القدرة المولدة من كل خزان باستخدام الجريان المرصود وسلاسل الجريان المولدة. وبذلك فقد تم تشغيل نموذج المحاكاة إحدى عشرة مرة، حيث تم في المرحلة الأولى تشغيل النموذج باستخدام الجريان المرصود والوارد إلى خزانات الموصل، وبخمة ودوكان، في حين تم في المرحلة الثانية تشغيل النموذج عشر مرات باستخدام السلاسل المولدة وبصورة متتابعة، وعلى اعتبار أن حجم الواردات إلى خزان مكحول مساو إلى حجم الاطلاقات الشهرية من الخزانات الثلاثة أنفة الذكر. وبما أن الخزانات تعمل بصورة افتراضية خلال هذه المدة، فقد تم تحديد حجم الاطلاقات من الخزانات بالاعتماد على توفير حجم

الشهري الوارد إلى وحدات منظومة خزن شمالي الفتحة والمعادلة (1) تبين الصيغة الرياضية لهذا النموذج.

$$Q_{i+1} = \bar{Q}_{j+1} + b_j(Q_i - \bar{Q}_j) + t_i \sigma_{j+1} (1 - r_j^2)^{1/2} \dots (1)$$

كما انه يتعين التذكر بأن معظم (إن لم يكن جميع) النماذج التصادفية المستخدمة لتوليد الجريان مبنية على فرضية أن الجريانات المرصودة والمستخدم لبناء النموذج تخضع للتوزيع الطبيعي لذا يجب التحقق وضمان هذه الحالة قبل البدء بخطوات بناء نموذج التوليد وإذا لم يتحقق ذلك فيتم اللجوء إلى طريقة التحويل (Transformation)، إذ تُعد طريقة (Box-Cox) والمبينة في المعادلة (2) إحدى الطرائق المعتمدة لتحويل الجريانات المرصودة إلى التوزيع الطبيعي [10] التي تم استخدامها هنا والمعطاة بالمعادلة:

$$Y_i = (X_i^\lambda - I) / \lambda \dots \dots \dots (2)$$

تتوفر تصاريح مرصودة ومسجلة لكل من نهر دجلة في محطة الموصل ومحطة قياس التصريف في أسكي كلك على الزاب الأعلى ومحطة منكوبة على الزاب الأسفل ولمدة (816) شهراً من تشرين الأول 1931 إلى أيلول 1999، تم توليد مجموعة من سلاسل الجريان ويتم مقارنتها إحصائياً مع السلاسل المرصودة لمعرفة مدى صلاحية النموذج المعتمد في توليد التصاريح الشهرية للجريان.

تطبيق نموذج (Thomas-Fiering)

بالاعتماد على القيم الناتجة من عملية التحويل والخاضعة للتوزيع الطبيعي تم استخدام برنامج الـ (SPSS) لاحتساب المعالم الإحصائية المستخدمة في نموذج (Thomas-Fiering) الموضحة صيغته في المعادلة (1)، والتي تشمل كل من (المعدل والانحراف المعياري لكل شهر على حدة، معامل الارتباط ومعامل الانحدار بين كل شهرين متتاليين). في حين استخدمت تقنيات (SIMULINK) لغرض تمثيل نموذج (Thomas-Fiering) وذلك بالاعتماد على المعالم

2. لقد وجد أن سلاسل الجريان المولدة باستخدام نموذج (Thomas-Fiering) تحافظ على المعالم الإحصائية الرئيسة للبيانات المرصودة المستخدمة في توليدها، وبهذا يمكن التعويل عليها في استقراء الأداء المستقبلي لمنظومة الخزن من ناحية توليد الطاقة الكهرومائية.
3. إن وحدات منظومة الخزن تحت الدراسة تستطيع تغطية (1.1GW) من الحاجة الفعلية للكهرباء لعموم القطر العراقي أي ما يعادل (10%) تقريباً وهي كمية لا يستهان بها خاصة في الوقت الحاضر.

المصادر

- 1- Anderson, O. D., "Time Series Analysis and Forecasting : The Box-Jenkins approach", Printed in Great Britain by Page Bros (Norwich) Ltd, pp 12-14, 1976.
- 2- Pereira, M. V. F., Oliveira. G. C., Costa, C. C. G. and Kelman, J., "Stochastic Streamflow Models for Hydroelectric Systems", Water Resources Research, Vol. 20, No. 3, pp 379-390, 1984.
- 3- Kim, T. and Heo, J-H., "Application of Implicit Stochastic Optimization in the River Han", Yahoo Search: Application of Implicit Stochastic Optimization in the River Han, 1997.
- 4- Naggar, O. M., "Development of Decision Support Systems in Water Resources", ph. D. Thesis, College of Engineering, Water Resources Department, University of Baghdad, 1999.
- 5- الماموسي، فواز، تقييم أداء بعض النماذج التصادفية في توليد التصاريح للأشهر الموسمية والدائمة الجريان"، رسالة ماجستير، قسم الموارد المائية، كلية الهندسة، جامعة الموصل، 2007.
- 6- Al-Gazzal, AW. M. Y., "Optimal Water Utilization From Tigris Basin Reservoirs North of Fatha For Hydroelectric Power Generation", Ph.D. Thesis, College of Engineering, Water Resources Department, University of Mosul, 2002.
- 7- عبد المحسن، كامل علي، "نموذج رياضي لتشغيل مبخرة العزيرية باستخدام تقنيات SIMULINK"، مجلة

المتطلبات المائية الشهرية بصورة دائمة وضمان إنتاج أعلى طاقة كهرومائية ممكنة. ومن خلال تشغيل نموذج المحاكاة بالطريقة الموضحة أعلاه، وبذلك تم احتساب معدل القدرة المولدة في الشهر الواحد للجريان المرصود والسلاسل المولدة وكذلك معدل الطاقة السنوية المولدة من الخزانات الأربعة وكما هو مبين في الجدول (2).

وبالاعتماد على النتائج التي تم الحصول عليها يمكن القول أن السلاسل المولدة قد نجحت في توليد الطاقة الكهرومائية المتوقعة من المنظومة وبصورة فاعلة. فإذا علم أن الإمكانية النظرية في توليد الطاقة الكهرومائية لحوض شمالي الفتحه تبلغ $(20 \times 10^6 \text{ MW-hr})$ خلال السنة الواحدة أي ما يعادل قدرة مقدارها (2280MW) وأن معدل الطاقة الكهرومائية المولدة من خزان سد الموصل هي $(2.4 \times 10^6 \text{ MW-hr})$ خلال السنة الواحدة [13]، أي ما يعادل (12%) من الإمكانية الكلية لتوليد هذا الحوض. من ملاحظة كميات التوليد المحسوبة سواءً من التصاريح المرصودة أو السلاسل المولدة، التي وصل معدلها إلى $(9.5 \times 10^6 \text{ MW-hr})$ ، نستنتج أنه وبإكمال إنشاء وحدات المنظومة المتمثلة بخزاني بخمة ومكحول وتشغيلها بشكل مناسب فإنه يمكن الحصول على نصف إمكانية الحوض في توليد الطاقة الكهرومائية. ومن المعروف أن حاجة القطر العراقي من القدرة الكهربائية بشكل إجمالي هي في حدود (12000MW)، لذلك فإن هذه المنظومة تستطيع تغطية (1100MW) أي أنها بإمكانها تلبية حوالي (10%) من احتياجات القطر من الطاقة الكهربائية.

الاستنتاجات

1. تبين أن تقنيات (SIMULINK) التي توفرها برمجيات (Matlab) التي تُعد من التقنيات الحديثة المستخدمة بنجاح في كثير من المجالات الهندسية المختلفة، قد أثبتت بلاءً حسناً في محاكاة منظومة الخزن المائي وكذلك في بناء النموذج التصادفي (Thomas-Fiering) لغرض توليد بيانات للجريان المتوقع وروده مستقبلاً.

11- Thomas, H . A. and Feiring, M . B., "Mathematical Synthesis of Streamflow Sequences for the Analysis of River Basins by Simulation", In Design of water resources systems, A. Mass, ed, Harvard University press, Cambridge, Mass, pp. 459-493, 1962.

12- Clarke, R. T., "Mathematical Models in Hydrology", Fao Irrigation and Drainage, Paper 19, pp 54-59, 1984.

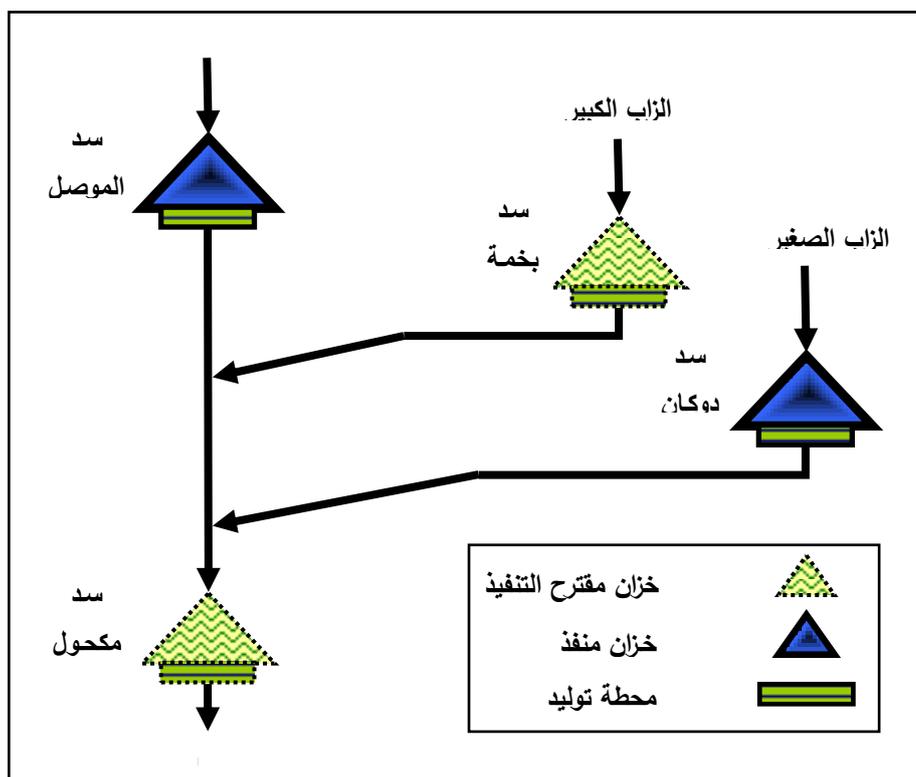
13- HPRU., "Basic Outline of the Scheme of the Hydropower Resources Utilization in Iraq", Electrical Energy Commission, Ministry of Heavy Industry of Iraq, 1987.

هندسة الرافدين، المجلد 16، العدد 3، الصفحات 14-24، 2008.

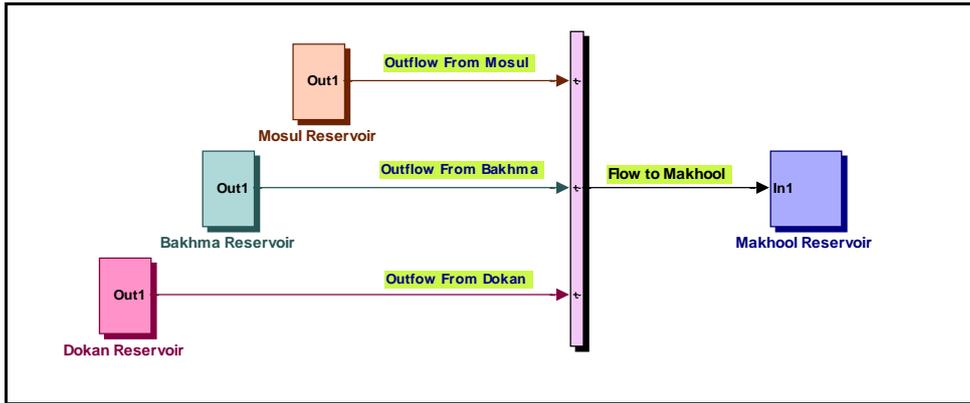
8- Matlab Manual, "Simulink Library", MathWorks,U.S.A., 2004.

9- العقيلي، يوسف هاشم، "نموذج محاكاة لمنظومة خزن على نهر دجلة"، رسالة ماجستير، قسم الموارد المائية، كلية الهندسة، جامعة الموصل، 2009.

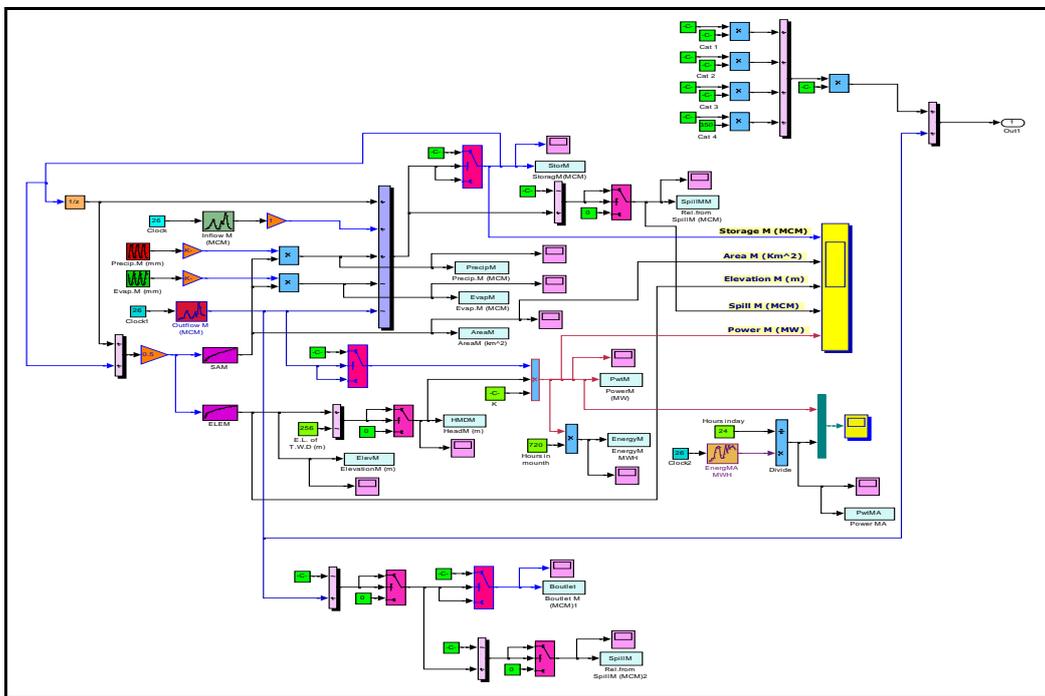
10- Kottagoda, N . T., "Stochastic water resources technology", John Wiley and sons , New York, pp. 111-127, 1980.



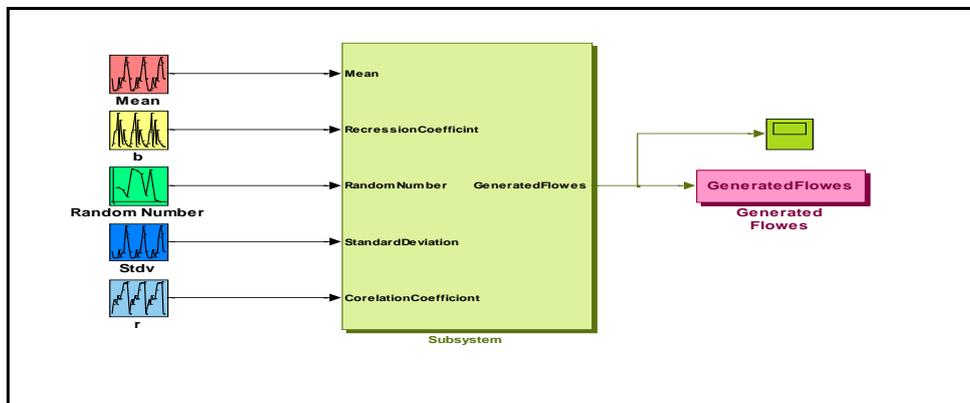
الشكل (1): رسم تخطيطي لمنظومة الخزن تحت الدراسة



الشكل (2): مخطط نموذج المحاكاة لمنظومة خزن شمالي الفتحة باستخدام تقنية SIMULINK



الشكل (3): المخطط الثانوي (Subsystem) لنموذج المحاكاة لإحدى وحدات المنظومة



الشكل (4): مخطط نموذج (Thomas-Fiering) باستخدام تقنيات الـ (SIMULINK)

الجدول (1): بعض المعالم الإحصائية للتصاريف الشهرية المرصودة خلال السنوات (1999-1931) والتصاريف المولدة لمحطة قياس الموصل

معامل الارتباط بين التصريف المولد وتصريف الشهر الذي يليه	معامل الارتباط بين التصريف المرصود وتصريف الشهر الذي يليه	معامل الالتواء للتصاريف المولدة	معامل الالتواء للتصاريف المرصودة	الانحراف المعياري للتصاريف المولدة	الانحراف المعياري للتصاريف المرصودة	المعدل للتصاريف المولدة	المعدل للتصاريف المرصودة	المعالم الإحصائية الأشهر
0.363	0.344	2.3379	1.3545	226.22	198.38	481.84	493.81	تشرين الأول
0.432	0.592	2.8357	2.6121	411.03	455.34	727.13	771.79	تشرين الثاني
0.412	0.636	2.7638	2.3848	794.95	813.78	1152.59	1193.68	كانون الأول
0.677	0.585	1.7181	1.5779	875.96	827.79	1464.26	1441.47	كانون الثاني
0.556	0.5	1.0486	0.8939	848.67	843.30	1873.19	1850.38	شباط
0.586	0.595	1.6432	1.6001	1489.44	1379.86	3146.29	3059.07	آذار
0.808	0.771	0.8721	0.9183	1738.72	1722.03	4507.54	4499.28	نيسان
0.910	0.909	1.0220	1.0145	1834.65	1853.70	4072.24	4073.85	أيار
0.951	0.951	0.7860	0.9374	721.77	734.02	1754.59	1756.96	حزيران
0.926	0.926	0.6121	0.7296	278.26	286.12	772.47	771.07	تموز
0.960	0.957	0.6792	0.5279	141.78	141.40	447.25	445.15	آب
0.081	0.173	0.8131	0.5418	104.34	101.50	362.66	360.97	أيلول

الجدول (2): معدل الطاقة السنوية المولدة من الخزانات بالـ(MW-hr) باستخدام التصاريح المرصودة خلال السنوات (1999-1931) والتصاريح المولدة لمدة 816 شهراً

التصاريح الخزانات	الموصل	بخمة	دوكان	مكحول	مجموع معدل الطاقة السنوية من وحدات المنظومة
المرصودة	2370588	4081323	866559	2207206	9525676
السلسلة المولدة الأولى	2308676	4132941	858368	2213235	9513220
السلسلة المولدة الثانية	2312353	4214559	850985	2248676	9626573
السلسلة المولدة الثالثة	2280735	4253235	810676	2232500	9577146
السلسلة المولدة الرابعة	2501470	4309117	873235	2262647	9946469
السلسلة المولدة الخامسة	2388529	4239559	848779	2235147	9712014
السلسلة المولدة السادسة	2375147	4327059	867559	2255882	9825647
السلسلة المولدة السابعة	2386323	4211912	857617	2250147	9705999
السلسلة المولدة الثامنة	2328970	4006765	866529	2222941	9425205
السلسلة المولدة التاسعة	2363382	4355294	899397	2260441	9878514
السلسلة المولدة العاشرة	2330147	4112794	881897	2244556	9569394
معدل السلاسل المولدة	2357573	4216323	861504	2242617	9678018