Flood Routing by Linear Muskingum Method in Tigris River using Computer Programs

استتباع الفيضان بطريقة مسكنجهام الخطية في نهر دجلة باستخدام برامج حاسوبية

م.م. حيدر حسين علوان – كلية الهندسة – قسم الهندسة المدنية – جامعة كربلاء

المستخلص

يعد فيضان النهر هاجس خطر لدى اغلب الناس والدول التي تمر بها الانهار ومنها العراق، مما يعطي الاندفاع للتفكير في طرق وآليات استتباع الفيضان وتخمين التصاريف المتوقعة في النهر.

استتباع الفيضان ينقسم الى قسمين هيدروليكي وهيدرولوجي ولكل واحد شروطه وخصائصه. في هذا البحث تم اختيار الاستتباع الهيدرولوجي للفيضان. ان إحدى أهم هذه التقنيات أو الطرق للاستتباع هي الطريقة الخطية واللاخطية لمسكنجهام.

تم اختيار محطة القياس بيجي على نهر دجلة كمنطقة للدراسة (Case Study) بسبب توفر البيانات الخاصة بالمحطة فيما يخص الجريان الداخل والخارج ولفترة استدامة ثابتة.

طبقت طريقة مسكنجهام الخطية واللاخطية في الاستتباع باستخدام برنامج حاسوبي بلغة **(Mat Lab 13 -version 6.5- Release)** وهي لغة حديثة ومتطورة وتعمل في بيئة Windows. لكل طريقة تم عمل برنامجين حاسوبيين الاول لحساب القيم (K,X,m) والثاني لحساب التصريف المتوقع الخارج من المحطة. تم ادخال البيانات الخارجة من البرنامج الأول للطريقة اللاخطية في برنامج احصائي **SPSS** لحساب معامل الارتباط الخطي لها، كذلك استحداث طريقة جديدة (دمج للطريقتين) وفصلها في برنامج اخر واستعمال البرنامج الاحصائي، مع ادراج المخططات الاحصائية ومخططات الجريان المقارن.

نتائج طريقة مسكنجهام الخطية هي اكثر قبول وواقعية من الطريقة اللاخطية وكذلك في حال استخدامها بالطريقة الثالثة (طريقة دمج الطريقتين) حيث تم استبعاد اغلب نتائج الطريقة اللاخطية عند استخدامها بالطريقة الثالثة.

Abstract

Flood subject represents a danger subject for many people and countries which have rivers like Iraq, thus to thought in ways of flood routing & assess out flow discharge river.

Flood routing divided into two kinds, hydraulic & Hydrology. Each one of them has properties & features. One of the most important method of routing is the Linear and Non-Linear Muskingham flood routing method.

Baiji station has been selected as a case study because outflow & inflow discharges data for a constant period are available.

Linear and Non-Linear Muskingham Method is applied using modern computer language **(Mat Lab – Version 6.5 – Release 13**). It working with Windows environmental. For each method, we do two programs: the first is to calculate the variables (X,K,m) and the second is to calculate outflow from the Baiji station. Results of the first program for Non-Linear is analyzed in statistical program **(SPSS)** to calculate linear correlation factor. Also a new method are created (Mixing method) between Linear & Non-Linear, then separate it in another program & use statistical program for it. With insert all necessary statistical graphs and discharges comparisons graphs.

Results of Linear Muskingham method is better than Non-Linear & more adequate and close to real data, also when it is used in the third method, it was the best. Results for Non-Linear has been canceled when it use in third method.

1. المقدمة

يعد فيضان النهر هاجس خطر لدى اغلب الناس والدول التي تمر بها الانهار ومنها العراق، مما يعطي الاندفاع للتفكير في آلية استتباع الفيضان وتخمين التصاريف المتوقعة في النهر.

إحدى أهم هذه التقنيات أو الطرق للاستتباع هي الطريقة الخطية واللاخطية لمسكنجهام وهاتين الطريقتين تشترك بشرط واحد هو وجود بيانات للجريان الداخل والخارج خلال مقطع النهر المختار لمعرفة تخمين التصاريف المتوقعة المستقبلية، كذلك هناك طريقة مسكنجهام –كانج[1] والتي تستخدم نظرية الموجة الكينماتية وهي طريقة توقع التصاريف المستقبلية بدون الحاجة الى بيانات قديمة للجريان الداخل والخارج. في هذا البحث سيتم اعتماد الطريقة الخطية واللاخطية لمسكنجهام بسبب تواجد التصاريف الداخلة والخارجة لمحطة القياس بيجي[2].

2. النظام الهيدرولوجي لاستتباع الفيضان في النهر

ان استتباع الفيضان هو التقنية التي تستخدم في حساب تأثير نظام الخزين والنظام الحركي على شكل وحركة موجة الفيضان. تنقسم هذه التقنية الى قسمين[3]:

1. الاستتباع الهيدروليكي والذي يعتمد على مبدأ حفظ الكتلة وحفظ الزخم.
2. الاستتباع الهيدرولوجي بالاعتماد على مفهوم الخزين (وهو موضوع هذا البحث).

ونجد أن أغلب طرق الاستتباع الهيدرولوجية تعتمد على الفرضيات التالية :

أ. يقسم النهر الى عدد من الأجزاء، كل جزء يكون قصير نسبيا وله خواص فيزيائية ثابتة واستتباع الفيضان يكون متعاقب من مقطع الى مقطع وعموماً المقطع الصغير هو الأفضل.

ب. التصريف المعطى مساوي الى فترات الزمن المتساوية أو فترات الاستتباع وضمن فترة الزيادة أو النقصان للجريان الداخل والخارج يفرض بأن تغيره خطياً وفترة الاستتباع القصيرة هي مفضلة لكن حسابها يأخذ جهد.

ج. الجريان الداخل والخارج كلاهما يؤخذ كقياس للخزين الموجود في المقطع.

د. الجريان في وصلة النهر يزداد موضعياً من جريان الرافد، الماء الجوفي، المطر، أو أي سقيط ويتناقص محلياً نتيجة التبخر او التسرب. يهمل التبخر او التسرب اذا كانت كميته قليلة، لأن كميته قليلة، أما أذا كانت كميته كبيرة نزيد أو نقلل من حالة الجريان الداخل.

3. مبدأ الاستتباع الهيدرولوجي

أن الصيغ التحليلية للإستتباع الهيدرولوجي يتضمن معادلة الاستمرارية أو معادلة الخزين المتوازن وعلاقة الخزين بالتصريف[4].

$$\frac{ds}{dt} = I - Q \quad \text{----------(بدون تبخر، او ماء جوفي، أو سقيط)----------} \quad (1)$$

$$S = K.f(I,Q) \quad \text{----------} \quad (2)$$

$\frac{ds}{dt}$: تغير الخزين مع الزمن.

I : الجريان الداخل Inflow

Q : الجريان الخارج outflow

K : معامل الخزن storage coefficient

يمكن أن تكتب المعادلة أعلاه كما يلي[5] :-

$$S = K\left[XI^m + (1-X)Q^m\right] \quad \text{----------} \quad (3)$$

X : معامل يعرف الوزن النسبي المعطى للجريان الداخل والخارج ضمن الجزء المأخوذ من النهر (Reach).

m : الرقم الصافي الذي يوضح العلاقة الغير خطية بين التصريف والخزن.

K : ثابت يعبر عن نسبة بين الخزين والتصريف وله وحدات الزمن وهو في الحقيقة يقيس التأخير أو هو زمن الجريان خلال جزء النهر المأخوذ.

قيمة معامل X اللابعدية تتراوح من (صفر) للخزين الموجود في الخزان إلى (0.5) للخزين الأسفيني الكامل (wedge storage). عندما قيمة X = 0 الجريان الداخل يكون غير مؤثر بينما عند تساوي تأثير الجريان الداخل والخارج تكون القيمة X = 0.5 [6].

لنموذج طريقة مسكنجهام حجم خزين الفيضان في النهر يتركب من الخزين المنشوري والخزين الأسفيني[1].

أ- الخزين المنشوري prism storage (sp)

هو حجم الخزن الذي يمكن تحقيقه لو حصل تصريف غير منتظم (فيضان) وهذا يعني الخزن المتكون بواسطة مستوى وهمي موازٍ لقعر القناة يرسم عند مقطع التصريف الخارج، كما مبين في الشكل (1).

ب- الخزن الإسفيني wedge storage

يقصد به حجم الخزن المتكون بين سطح الماء الحقيقي وبين السطح العلوي للخزن المنشوري وعند تثبيت العمق في مقطع ما في مؤخرة النهر يكون الخزن المنشوري ثابتاً في حين يتغير الخزن الأسفيني من قيمة موجبة في مقدمة الفيضان إلى قيمة سالبة خلال الفيضان المنحسر، مبين في الشكل (1).

وعادة ما يشبه الخزن المنشوري بخزان ويعبر عنه كدالة للتصريف الخارج $S_p = f(Q)$ أما الخزن الأسفيني S_w فيعبر عنه $S_W = f(I)$ وعندها يمكن التعبير عن الخزن الكلي في النهر كما في المعادلة (3) وحيث أن K و X معاملات و m = أس ثابت.

تفرض قيمة m = 1 في القنوات الطبيعية[6].

لذا تصبح المعادلة (3) كما يلي :

$$S = K [XI + (1-X) Q] \text{ ----------(4)}$$

خلال تقدم موجة الفيضان فأن الجريان الداخل يزيد عن الجريان الخارج لينتج الخزين الأسفيني. وخلال الانحسار فأن الجريان الخارج يزيد عن الجريان الداخل ينتج عنه الخزين الأسفيني السالب بالاضافة إلى أن الخزين المنشوري يكون حجمه ثابت على طول مقطع النهر كما في الشكل (1)[5].

لتطبيق نظام الاستتباع الهيدرولوجي فإنه مبدئياً يعتمد على خطوتين أساسيتين هما المعايرة والتنبأ وطريقة المعايرة تتركز على تشخيص الحدود K وX وm. في بعض الاحيان تؤخذ m مساوية الى (1) بافتراض ان القناة من النوع الاعتيادي[9].

أما طريقة التنبأ فهي بسيطة وتطبيق مباشر لمعادلة الاستتباع التي ينتج عنها تركيب لمعادلة الاستمرارية (1) ومعادلة (3).

4. طريقة مسكنجهام في الاستتباع

تقسم طريقة مسكنجهام للاستتباع الى قسمين:

أ. طريقة مسكنجهام الخطية

تعتمد هذه الطريقة على وجود الهيدروغرافات المقاسة للجريان الداخل والخارج خلال وصلة النهر المراد استتباع الفيضان فيها وتخمين التصاريف المتوقعة فيها.

لتطبيق نظام الاستتباع الهيدرولوجي بطريقة مسكنجهام الخطية فإنه مبدئياً يعتمد على خطوتين أساسيتين هما المعايرة والتنبأ وطريقة المعايرة تتركز على تشخيص الحدود K وX اما الحد m فيؤخذ مساوي الى (1). خطوات الحل تتلخص بما يأتي:

1. حساب قيمة (X): تحسب بفرض أربعة قيم لـ(X) محصورة بين (0-0.5) ولكل قيمة من قيم (X) تستخرج قيمة (K) وهي تسمى **طريقة هايسلت** حيث يتم في هذه الطريقة تخمين أفضل خط مستقيم بين كل من [($\mathbf{S_2}$-S_1)) و$(X(I_2-I_1) + (1-X)$ $(Q_2 - Q_1)$ *] اعتماداً على معامل الارتباط الخطي والذي يحسب من العلاقة التالية[10]:

$$R = \frac{n\sum a*b - \sum a*\sum b}{\sqrt{\left[n\sum a^2 - \left(\sum a\right)^2\right]*\left[n\sum b^2 - \left(\sum b\right)^2\right]}} \text{ ----------(5)}$$

حيث أن :

$$a = s = S_2 - S_1 = \left(\frac{I_2 + I_1}{2}\right)\Delta t - \left(\frac{Q_2 + Q_1}{2}\right)\Delta t \text{ ----------(6)}$$

$$b = (X(I_2-I_1) + (1-X) * (Q_2 - Q_1) \text{ ----------(7)}$$

حيث أن $_{2،1}$ عند t_1 و t_2.

2. حساب قيمة **(K)** من معكوس العلاقة التالية[10] :

$$B = \frac{n\sum a*b - \sum a *\sum b}{n\sum a^2 - \left(\sum a\right)^2}$$

$$K = \frac{1}{B} \text{ ----------(8)}$$

3. بعد اختيار قيمة (X) من خلال افضل قيمة لـ(R)، وبالتالي حساب قيمة (K) وتوفر بيانات الجريان الداخل، نفرض قيمة أولية لـ (Q_1) وتفرض على مرحلتين الاولى مساوية لقيمة الجريان الأولي الداخل، والثانية مساوية للجريان الخارج المرصود.

4. نطبق المعادلة الآتية لحساب التصريف الخارج المتوقع :

$$Q_2 = C_o I_2 + C_1 I_1 + C_2 Q_1 \text{ ----------(9)}$$

حيث أن :

$$C_o = \frac{-KX + 0.5\Delta t}{K - KX + 0.5\Delta} \ , \ C_1 = \frac{KX + 0.5\Delta t}{K - KX + 0.5\Delta}, C_2 = \frac{K - KX - 0.5\Delta t}{K - KX + 0.5\Delta}$$

I_1 = Discharge Inflow (m^3/sec).

I_2 = Discharge Inflow (m^3/sec).

Q_1 = Discharge Outflow (m^3/sec).

Q_2 = Discharge Outflow (m^3/sec).

ب. طريقة مسكنجهام اللاخطية :

أن طريقة مسكنجهام اللاخطية هي المعادلة (3). التي أسها m هو غير ضروري أن يكون مساوي إلى الواحد. وبإعادة ترتيب المعادلة (3) نسبة الى التصريف الخارج لزمن t و Q_t ويمكن أن يعبر عن مصطلح خزين القناة S_t والجريان الداخل I_t كما في المعادلة (10)[11] :

$$Q_t = \left(\frac{1}{1-X}\right)\left(\frac{S_t}{K}\right)^{1/m} - \left(\frac{X}{1-X}\right)I_t \text{ ----------(10)}$$

من المعادلتين (10) (1) ينتج نموذج حالة التغير المتركب موضح بصيغة المعادلة الآتية :

$$\frac{ds}{dt} = SS_t = -\left(\frac{1}{1-X}\right)\left(\frac{S_t}{K}\right)^{1/m} + \left(\frac{X}{1-X}\right)I_t \text{ ----------(11)}$$

الجريان الخارج من مقطع النهر يمكن ان ينتج بحل المعادلة (10) ومعادلة (11) على التوالي وخطوات الحل تتضمن ما يلي:

1. هيدروغراف الجريان الداخل الى جزء النهر المأخوذ لوصف عدة فترات من الزمن.
2. حساب قيم (X,K,m) من خلال تطبيق طريقة النقطتين (Two Point Method)[12] تتلخص هذه الطريقة بفرض اربعة قيم لـ(X) محصورة بين (0-0.5) ولكل قيمة من قيم (X) أي أن قيمة (X) تستخرج هنا بطريقة المحاولة والخطأ من خلال رسم العلاقة بين [(**S**) و(X(I) + (1-X) Q)] والذي يرسم ليعطي منحني خط مستقيم. اما الحدود K و m فتوجد باختيار موقع مناسب لنقطتين وأخذ الخط الافضل لتغطية البيانات وتتلخص خطوات التطبيق بالاتي:

أ. فرض قيمة لـ(X) تتراوح بين (0-0.5) ولأربع محاولات.

ب. رسم العلاقة بين [(**S**) و(X(I) + (1-X) Q)] حيث S = I-Q.

ج. إيجاد معامل التحديد (R^2) للعلاقة أعلاه.

د. اختيار افضل علاقة على أساس أعلى قيمة لمعامل التحديد (R^2).

هـ. اختيار اكثر من موقع مناسب لثلاث نقاط وإيجاد معامل التحديد لهذه النقاط (R^2) واخذ الأكثر ملائمة على اساس اعلى معامل تحديد.

و. تطبيق المعادلات الاتية على افضل نقطتين من الثلاث نقاط المذكورة اعلاه:

$$S_1 = K[XI_1+(1-X)Q_1]^m \text{ ----------(12)}$$

$$S_2= K[XI_2 + (1-X)Q_2]^m \text{ ----------(13)}$$

قيمة الأس (m) يمكن ان توجد بحساب المعادلتين (12) و(13) كما يأتي:

$$\log\left(\frac{S_2}{S_1}\right) = m.\log\left(\frac{XI_2 + (1-X)Q_2}{XI_1 + (1-X)Q_1}\right) \text{----------(14)}$$

بعدها المعامل (K) يمكن ان يوجد باستخدام قيمة m المحسوبة من خلال تطبيق معادلة (12) او (13).

3. تفرض قيمة الخزن البدائية (S_1) ومعدل الجريان الداخل البدائية (I_1) فان معدل زمن تغير حجم الخزين في مقطع النهر عند الخزين الابتدائي (SS_1) يمكن ان تحسب من المعادلة (11).
4. خزين القناة لمرحلة الزمن القادم (S_2) يقدر أو يقرب كما في المعادلة :

$$S_2 \approx S_1 + SS_1\Delta t \text{----------(15)}$$

5. قيمة الجريان الخارج للمراحل المتتالية يمكن أن تحسب بحل معادلة (11) وباستخدام القيمة التالية للجريان الداخل وخزين النهر لنفس المرحلة.
6. الخطوات (2-4) تعاد على التوالي حتى يحصل على آخر خطوة.

5. وصف منطقة الدراسة

تم اختيار محطة القياس بيجي على نهر دجلة كمنطقة للدراسة (Case Study) بسبب توفر البيانات الخاصة بالمحطة فيما يخص الجريان الداخل والخارج ولفترة استدامة ثابتة، مما يمكننا من تطبيق طريقة مسكنجهام في الاستتباع.

6. تطبيق طرق الاستتباع على محطة القياس بيجي (Case Study) ضمن نهر دجلة

بعد توفر بيانات هيدروغراف الجريان الداخل والخارج في محطة القياس بيجي الواقعة على نهر دجلة الموضحة بالجدول (1)، نطبق طرق الاستتباع لتخمين التصاريف المتوقعة:

أ. طريقة مسكنجهام الخطية

تم عمل برنامجين حاسوبيين بلغة **(Mat Lab -version 6.5- Release 13)** وهي لغة حديثة ومتطورة وتعمل في بيئة Windows وبانسيابية عالية مما يمكننا من اختصار كثير من الايعازات في لغات البرمجة القديمة.

البرناج الأول : يختص بإيجاد قيمة (X و K) من خلال فرض أربعة قيم مختلفة للـ (X) (راجع الجدول (2)) تتراوح بين (0-0.5) وإيجاد (K) المقابل لكل قيمة، علما بان (m) فرضت مساوية الى الواحد، كما موضح خطوات عمل البرنامج بالمخطط الانسيابي الشكل (2).

البرنامج الثاني: حساب التصريف الخارج المتوقع من محطة القياس بيجي (من خلال تطبيق المعادلة (9)) بالاعتماد على معطيات البرنامج الأول (X,K) ووجود بيانات الجريان الداخل ((Inflow (I) وبفرض التصريف الاولي الخارج (Q_1) مساوي الى التصريف الداخل (I_1) في الحالة الاولى ومساوي الى التصريف الخارج المرصود في المحطة ($Q_{observed}$) في الحالة الثانية ومقارنة نتائج الحالتين مع النتائج الاصلية، كما موضح خطوات عمل البرنامج بالمخطط الانسيابي الشكل (3).

ب. طريقة مسكنجهام اللاخطية

تم عمل برنامجين حاسوبيين بلغة **(Mat Lab -version 6.5- Release 13) :**

البرنامج الأول : تم عمل هذا البرنامج لحساب [**(S)** و(X(I) + (1-X) Q)] لجميع قيم بيانات هيدروغراف الجريان الداخل والخارج لمحطة القياس في بيجي ولأربع قيم من (X) تتراوح بين (0-0.5)، كما موضح خطوات عمل البرنامج بالمخطط الانسيابي الشكل (4). ثم ادخال النتائج لكل قيمة من قيم (X) في برنامج احصائي **(SPSS Version 14)** لحساب معامل التحديد (R^2) واختيار قيمة (X) المقابلة لأعلى معامل تحديد (R^2).

بعد اختيار قيمة (X) المقابلة لأعلى (R^2) باستخدام البرنامج الاحصائي SPSS نختار افضل موقع لثلاث نقاط من خلال ملاحظة قيمة (R^2) لهذه النقاط الثلاثة لتخمين افضل خط مستقيم يمر بهذه النقاط الثلاث، ومنه نستخرج قيمة (m,K) من خلال تطبيق المعادلتين (10،12).

البرنامج الثاني: تم عمل هذا البرنامج لإيجاد قيم التصاريف الخارجة المتوقعة من محطة القياس بيجي، بالاعتماد على معطيات البرنامج الأول (X) وحساب (K,m) ووجود بيانات الجريان الداخل ((Inflow (I) وبفرض قيمة الخزن الاولي (S_1) مساوي الى التصريف الداخل (I_1) في الحالة الاولى ومساوي الى التصريف الخارج المرصود في المحطة ($Q_{observed}$) في الحالة الثانية ومقارنة نتائج الحالتين مع النتائج الاصلية، كما موضح بالمخطط الانسيابي الشكل (5).

7. النتائج

أ. نتائج طريقة مسكنجهام الخطية

من خلال تشغيل البرنامج الأول ظهرت النتائج الموضحة بالجدول (2) والتي تبين بان أفضل قيمة للـ (X) هي (0.2)، أما نتائج البرنامج الثاني فهي موضحة بالجدول (3)، من خلال هذه النتائج تم رسم الشكل (6) للمقارنة بين التصاريف المرصودة من محطة القياس في بيجي وبين التصاريف المستخرجة من البرنامج الثاني.

ب. نتائج طريقة مسكنجهام اللاخطية

يوضح الجدول (4) نتائج تشغيل البرنامج الاول لاختيار افضل قيمة لـ(X). تم تجميع نتائج البرنامج الاول لاستخدامها في برنامج SPSS الاحصائي، حيث رسمت المخططات (7،8،9،10) على أساس اعتبار قيمة الخزين (S) قيمة حقيقية تؤخذ سالبة او موجبة، ورسمت المخططات (11،12،13،14) على اعتبار قيمة الخزين (S) قيمة مطلقة موجبة، ومن خلال هذه المخططات والتي تم ايجاد معامل الارتباط لكل علاقة كما موضح على المخطط، أظهرت النتائج بان أفضل قيمة لـ(X) مساوية لـ (0.2) في الشكل (10).

تم اخذ بيانات الشكل (10) وتحليلها في البرنامج الإحصائي SPSS لأفضل ثلاث نقاط على خط مستقيم واحد وايجاد قيمة معامل التحديد (R^2) وقيم الحدود (m,K) كما مبين بالجدول (5)، وبالاستفادة من هذه المعطيات وادخالها في البرنامج الثاني لحساب التصريف المتوقع من محطة القياس في بيجي، لم تظهر نتائج منطقية للتصريف المخمن.

ج. الطريقة الثالثة (مسكنجهام الخطية واللاخطية) دمج الطريقتين

تم في هذا البحث التطرق الى موضوع جديد وهو دمج الطريقتين اعلاه وذلك بالاستفادة من بعض نتائج البرنامج الاول لطريقة مسكنجهام الخطية وفصلها في برنامج آخر يبرمج بلغة (Mat Lab) خاص لحساب (S، a، b) المعادلتين (5،6)، حيث يوضح المخطط الانسيابي الشكل (15) خطوات عمل البرنامج.

تجمع نتائج البرنامج وتحلل في برنامج SPSS مع اعتبار حالتين لقيمة (S) الحقيقية والمطلقة، النتائج موضحة بالأشكال (16،17،18،19) لقيم (S) الحقيقية والاشكال (20،21،22،23) لقيم (S) المطلقة، نتائج البرنامج الاحصائي تشير الى ان افضل قيمة لـ(x) هي (0.2) بالنسبة لقيم (s) الحقيقية الشكل (17) أما لقيم (s) المطلقة فتساوي (0.4) موضحة بالشكل (21).

تم أخذ بيانات الشكلين (17) و (21) وادخالهما في البرنامج الاحصائي SPSS لمعرفة افضل خط مستقيم يمر بثلاث نقاط اعتمادا على قيمة معامل التحديد، واستخراج قيمة (k) و(m) باستخدام طريقة النقطتين والنتائج موضحة بالجدول (6)و (7).

باستخدام القيم (X،K،m) من نتائج الجدولين(6) و(7) في طريقة مسكنجهام الخطية واللاخطية، تم الحصول على نتائج للتصريف المحسوب من قبل البرنامج الثاني (Mat Lab) لكلا الطريقتين (الخطية واللاخطية) ومقارنة هذه النتائج مع التصريف المرصود في محطة القياس (بيجي) مبينة في الاشكال (24،25،26،27،28،29).

9. مناقشة النتائج

أ. طريقة مسكنجهام الخطية

أفضل قيمة لـ(X) مساوية لـ (0.2) حسب جدول النتائج (2) وهي نتيجة منطقية ومقبولة وذلك لمقابلتها اعلى R^2، كذلك فان المخطط الشكل (6) التصريف المحسوب على اساس فرض Q1= I1 قريب من الفرضية الثانية $Q1=Q1_{observed}$ وهذان التصريفان قريبان من التصريف الحقيقي المرصود في محطة القياس بيجي.

ب. طريقة مسكنجهام اللاخطية

لم تظهر نتائج للتصريف الخارج المحسوب من البرنامج الثاني الخاص بحساب التصريف بالرغم من الحصول على القيم (m،K،X) حسب الجدول (5).

ج. الطريقة الثالثة (مسكنجهام الخطية واللاخطية) دمج الطريقتين

تم الحصول في هذه الطريقة على مخططات للتصريف (الهيدروغراف) الاشكال (24،25،26،27،28،29).

الشكل (24) مخطط التصريف الخارج المقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.4)، (K=34.55)، حيث تم تطبيق طريقة مسكنجهام الخطية (البرنامج الثاني) ونلاحظ بان النتائج متقاربة مع التصريف الحقيقي وهي مقبولة بسبب قربها من النتائج الحقيقية.

الشكل (25) مخطط للتصريف الخارج بالمقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.2)، (K=3.68)، حيث تم تطبيق طريقة مسكنجهام الخطية (البرنامج الثاني) ونلاحظ بان النتائج متقاربة مع التصريف الحقيقي وهي مقبولة.

الشكل (26) مخطط للتصريف الخارج بالمقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.4)، (K=1114.2)، حيث تم تطبيق طريقة مسكنجهام الخطية (البرنامج الثاني) ونلاحظ بان النتائج متباعدة مع التصريف الحقيقي وهي غير مقبولة.

الشكل (27) مخطط للتصريف الخارج بالمقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.4)، (K=34.55)، (m=0.91)، حيث تم تطبيق طريقة مسكنجهام اللاخطية (البرنامج الثاني)، نلاحظ التصريف المحسوب اكبر من التصريف الحقيقي وهذه مفيدة من ناحية عامل الامان في التنبيه الى ان يكون هناك تصاريف مستقبلية ضمن النهر وهو مخطط جيد ولا بأس بالاخذ به مع وجود نقاط شاذة.

الشكل (28) مخطط للتصريف الخارج بالمقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.4)، (K=8.56)، (m=1.17)، حيث تم تطبيق طريقة مسكنجهام اللاخطية (البرنامج الثاني)، نلاحظ بأن التصريف المحسوب عالي جدا وبعيد من التصريف الحقيقي الخارج من المحطة وهذا غير مقبول ولا يعمل به.

الشكل (29) مخطط للتصريف الخارج بالمقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.2)، (K=3.68)، (m=1.368)، حيث تم تطبيق طريقة مسكنجهام اللاخطية (البرنامج الثاني)، نلاحظ بأن التصريف المحسوب عالي جدا وبعيد من التصريف الحقيقي الخارج من المحطة وهذا غير مقبول ولا يعمل به.

10. الاستنتاجات

من خلال عمل خمسة برامج حاسوب بلغة (Mat Lab) لتطبيق طريقة مسكنجهام الخطية واللاخطية وطريقة اخرى عبارة عن دمج للطريقتين نستنتج الاتي :

أ. نتائج طريقة مسكنجهام الخطية اكثر قبول من اللاخطية وقريبة من النتائج الحقيقية.

ب. لم نحصل على نتائج منطقية لطريقة مسكنجهام اللاخطية وبالتالي فلا نستطيع المقارنة، فمن الممكن استنتاج ان هذه الطريقة لا تعطي نتائج في بعض الاحيان. وقد تم الحصول على نتائج ولكن باستخدام الطريقة الثالثة لثلاث تطبيقات، اثنان غير مقبولة وواحدة مقبولة وفيها عامل امان جيد ونستطيع الاستنتاج ان هذه الطريقة طريقة متحفظة في الاستخدام بسبب عدم تطابق اغلب النتائج المستخرجة مع النتائج الحقيقية.

ج. نتائج الطريقة الثالثة متفاوتة فهي ناجحة بتطبيقها على طريقة مسكنجهام الخطية ومتحفظة مع مسكنجهام اللاخطية.

د. من الممكن اعتماد هذا البرنامج (مسكنجهام الخطية) لتخمين تصاريف متوقع حدوثها خلال مقطع النهر لمختلف قيم التصاريف الداخلة، وهي طريقة عملية وسريعة تمكننا من تحليل واعداد الوسائل الممكنة للسيطرة على الفيضان.

هـ. لا يحتاج تطبيق البرامج الى وقت طويل وجهد حسابي معقد بل الى قليل من الوقت.

11. التوصيات

اعتماداً على الدراسة التي أجريت لمحطة بيجي، من الممكن إعطاء التوصية التالية :

1. استخدام قيمة لـ (Δt) أقل من القيمة المأخوذة أثناء عملية الحسابات في البرنامج والمساوية لـ (12 ساعة) وذلك لضمان حصول دقة أفضل للنتائج المحسوبة بحيث تكون تلك النتائج أكثر واقعية.

12. المصادر

1. Chow, V.T., 1959 **" Open Channel Hydraulics"**, McGraw-Hill Book Company Inc, New York.
2. Al-Fourat Center for Studies and Designs of Irrigation Projects, 1995, **"Hydropower Optimization Project Report"**.
3. Linsley, Ray K, 1982**, " Hydrology for Engineers"** New York**.**

4. Ponce, V.M.,1989, "Engineering Hydrology, Principles and Practices", San Diego State University.
5. Chow, V.T., Maidment, D.R. and Mays, L.W., 1988, "Applied Hydrology", McGraw-Hill Book Company Inc, New York.
6. Koussis, A.D., 1978, **"Theoretical Estimation of Flood Routing Parameters"**, J.Hydraulics Div., ASCE, Vol.104, No. Hyl, pp.109-115.
7. Linsley, R.K., Kohler, M.A.and Panlhus, J.L.H., 1975, **"Applied Hydrology"** Mc Graw – Hill Publishing Company**.**
8. حسن، محمد سليمان، 1992، **"الهيدرولوجيا الهندسية"**، جامعة الموصل.
9. Linsley, R.K., Kohler, M.A.and Panlhus, J.L.H., 1975, "Hydrology for Engineers", 2nd ed, Mc Graw – Hill Book Company, New York.
10. Hayslett, H.T., 1981, **"Statistics",** London
11.Singh, P.and Panagiotis, D., 1987, "Analysis of Non-linear Muskingum Flood Routing". J.Hydraulics Eng., ASCE, vol.113, No.1, pp. 61-79.
12. Gill, M.A., 1978, "Flood Routing by the Muskingum Method",J. Hydrology, ASCE, Vol. 36, pp. 353-363.

جدول (1) هيدروغراف الجريان الداخل والخارج المرصود عند محطة القياس بيجي

Time (hr)	Inflow (m^3/sec)	Observed Outflow (m^3/sec)	Time (hr)	Inflow (m^3/sec)	Observed Outflow (m^3/sec)
0	3350	2900	204	9500	9800
12	3450	2900	216	10200	10250
24	3760	3150	228	9800	10514
36	3760	3400	240	9290	11000
48	3785	3500	252	965	10000
60	3715	3700	264	7850	9180
72	3965	3800	276	7555	8300
84	4115	3900	288	7300	7800
96	5430	4050	300	7250	7700
108	7200	4400	312	7050	7600
120	12020	5445	324	7050	7505
132	10920	9000	336	6850	7380
144	9820	11500	348	6650	7200
156	9585	11000	360	6500	6900
168	9170	10200	372	6175	6600
180	8950	9500	384	5675	6200
192	9150	9400	396	5175	6000

جدول (2) نتائج تشغيل البرنامج الاول بلغة (Mat Lab) لطريقة مسكنجهام الخطية

X	R^2	K	C_0	C_1	C_2
0.2	0.702	37.148	-0.04	0.376	0.664
0.3	0.648	37.257	-0.1607	0.5357	0.6250
0.35	0.612	37.161	-0.2322	0.6303	0.6019

0.4	0.574	37.16	-0.3131	0.7374	0.5757

جدول (3) نتائج تشغيل البرنامج الثاني بلغة (Mat Lab) لطريقة مسكنجهام الخطية هيدروغراف الجريان المحسوب الخارج عند محطة القياس (بيجي)

Time (hr)	Computed out flow (m^3/sec) Q1 = I1	Computed out flow (m^3/sec) Q1 = $Q1_{observed}$	Time (hr)	Computed out flow (m^3/sec) Q1 = I1	Computed out flow (m^3/sec) Q1 = $Q1_{observed}$
0	3350	2900	204	9123	9123
12	3346	3047	216	9222	9222
24	3369	3170	228	9567	9566
36	3500	3368	240	9665	9665
48	3586	3499	252	9872	9872
60	3656	3598	264	6604	6604
72	3666	3627	276	7034	7034
84	3760	3735	288	7220	7219
96	3827	3810	300	7249	7249
108	4295	4284	312	7257	7257
120	5078	5071	324	7187	7187
132	7455	7450	336	7149	7149
144	8663	8660	348	7057	7057
156	9061	9059	360	6926	6926
168	8254	9252	372	6796	6796
180	9234	9234	384	6607	6607
192	9131	9130	396	6314	6313

جدول (4) نتائج البرنامج الاول بلغة (Mat Lab) لطريقة مسكنجهام اللاخطية

Time (hr)	X=0.2	X=0.3	X=0.35	X=0.4	S
0	2990	3035	3058	3080	450
12	3010	3065	3093	3120	550
24	3272	3333	3363	3394	610
36	3472	3508	3526	3544	360
48	3557	3585	3600	3614	285
60	3703	3705	3705	3706	15
72	3833	3850	3858	3866	165
84	3943	3965	3975	3986	215
96	4326	4464	4533	4602	1380
108	4960	5240	5380	5520	2800
120	6760	7418	7746	8075	6575
132	9384	9576	9672	9768	1920
144	11164	10996	10912	10828	-1680
156	10717	10576	10505	10434	-1415
168	9994	9891	9839	9788	-1030
180	9390	9335	9307	9280	-550
192	9350	9325	9313	9300	-250

204	9740	9710	9695	9680	-300
216	10240	10235	10233	10230	-50
228	10371	10300	10264	10228	-714
240	10658	10487	10401	10316	-1710
252	8193	7289	6838	6386	-9035
264	8914	8781	8714	8648	-1330
276	8151	8076	8039	8002	-745
288	7700	7650	7625	7600	-500
300	7610	7565	7542	7520	-450
312	7490	7435	7408	7380	-550
324	7414	7369	7346	7323	-455
336	7274	7221	7195	7168	-530
348	7090	7035	7007	6980	-550
360	6820	6780	6760	6740	-400
372	6515	6472	6451	6430	-425
384	6095	6042	6016	5990	-525
396	5835	5753	5711	5670	-825

جدول (5) نتائج برنامج SPSS لطريقة مسكنجهام الغير خطية باستخدام (x = 0.2)

S = (I-Q)	XI+(1-X)Q	R^2	m	K
165	3833	0.969	17.56	1.952×10^{-61}
215	3943			
1380	4326			
2800	4960	0.51	Neglect	Neglect
6575	6760			
1920	9384			

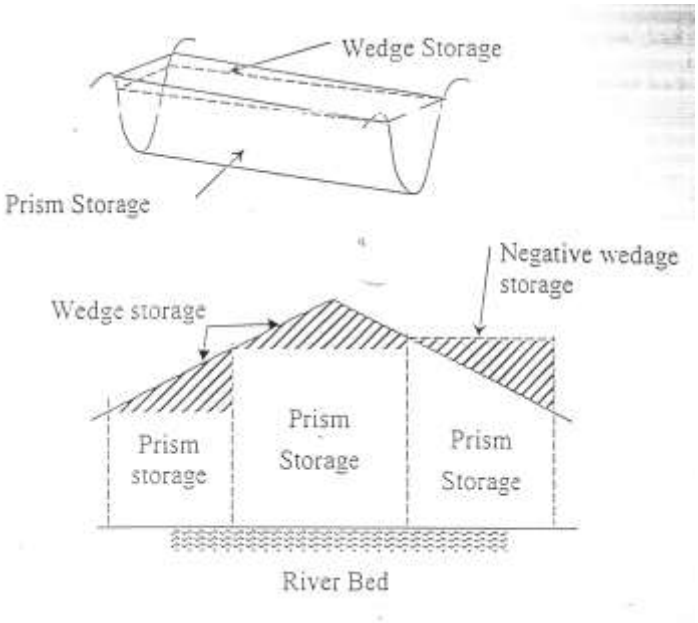
جدول (6) نتائج الطريقة الثالثة (مسكنجهام الخطية واللاخطية) باستخدام برنامج SPSS (x = 0.2)

الحقيقية (S2-S1)	$X(I_2-I_1)+(1-X)(Q_2-Q_1)$	R^2	m	K
2280	110	0.948	1.368	3.681
9570	383			
25080	634			
1800	146	0.2	Neglect	Neglect
1080	130			
2280	110			
25080	634	0.69	Neglect	Neglect
26250	1800			
50970	2624			

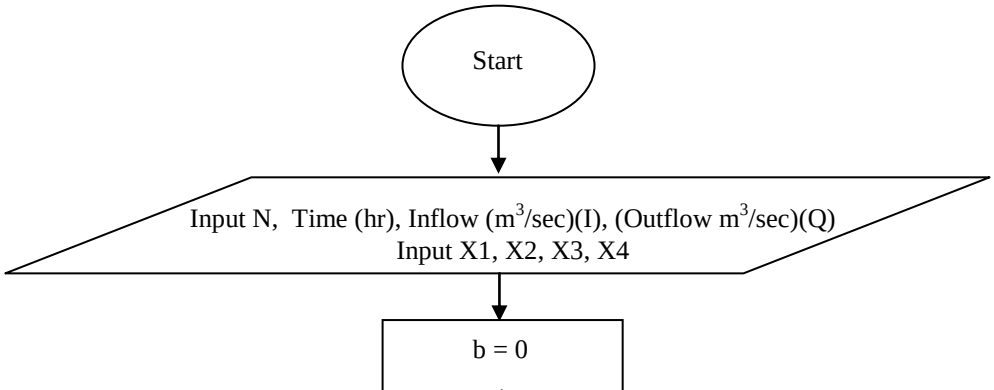
جدول (7) نتائج الطريقة الثالثة (مسكنجهام الخطية واللاخطية) باستخدام برنامج SPSS (x = 0.4)

(المطلقة)(S2-S1)	$X(I_2-I_1)+(1-X)(Q_2-Q_1)$	R^2	m	K
2280	120	0.886	1.17	8.566

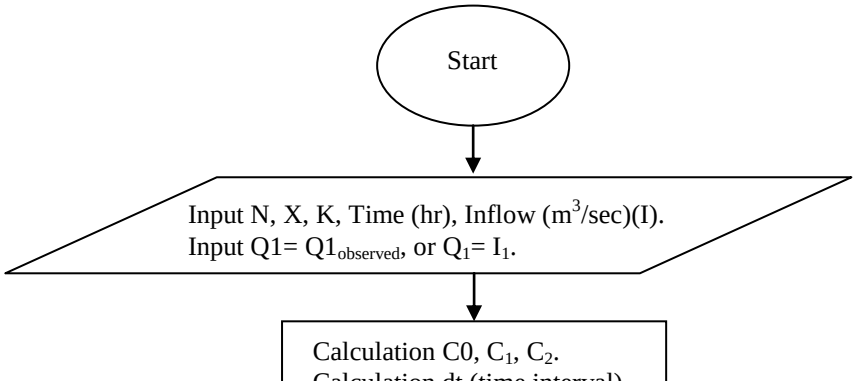
9570	616			
25080	918			
64470	3930	0.775	0.91	34.55
62190	2262			
12450	646			
12450	646	0.884	0.373	1114.17
7470	402			
5700	80			



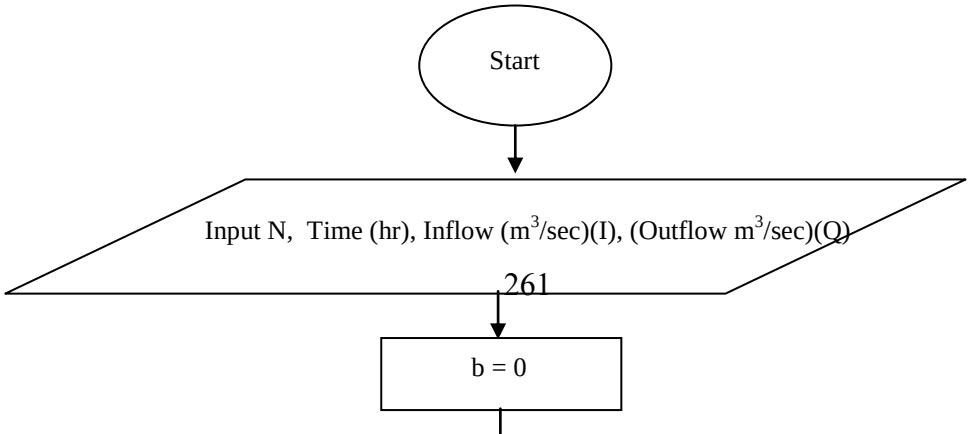
الشكل (1) انواع الخزن في القناة



الشكل (2) مخطط انسيابي للبرنامج الاول لطريقة مسكنجهام الخطية باستخدام لغة (Mat Lab)

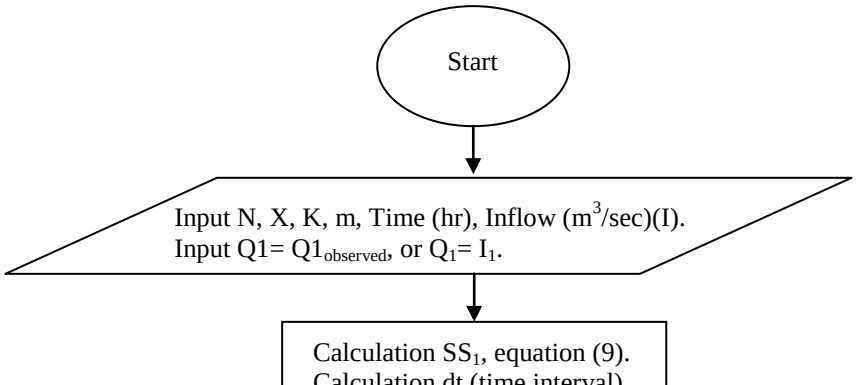


الشكل (3) مخطط انسيابي للبرنامج الثاني لطريقة مسكنجهام الخطية باستخدام لغة (Mat Lab)

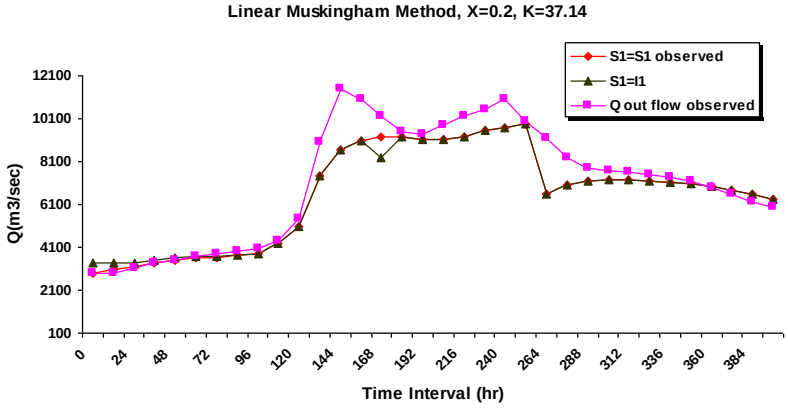


Input X1, X2, X3, X4

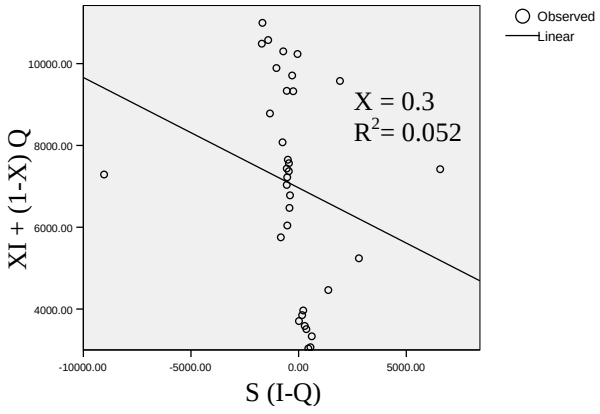
الشكل (4) مخطط انسيابي للبرنامج الاول لطريقة مسكنجهام اللاخطية باستخدام (Mat Lab)



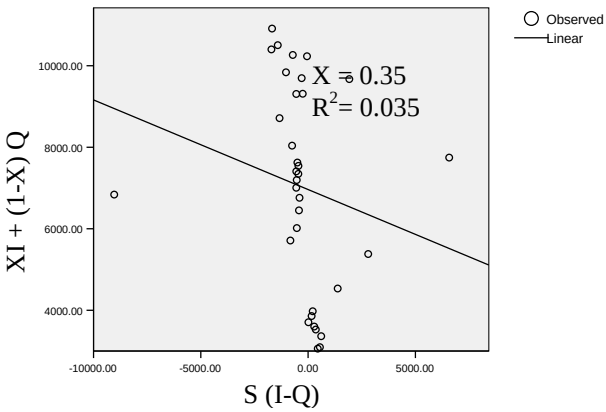
الشكل (5) مخطط انسيابي للبرنامج الثاني لطريقة مسكنجهام اللاخطية باستخدام لغة (Mat Lab)



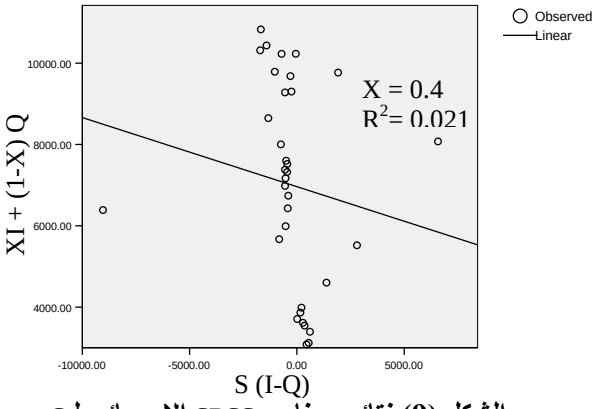
الشكل (6) التصاريف المحسوبة من البرنامج الثاني لطريقة مسكنجهام الخطية



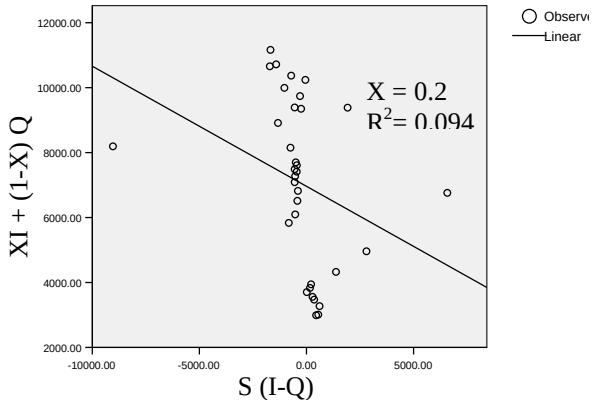
الشكل (7) نتائج برنامج SPSS الاحصائي لـS الحقيقية، X=0.3



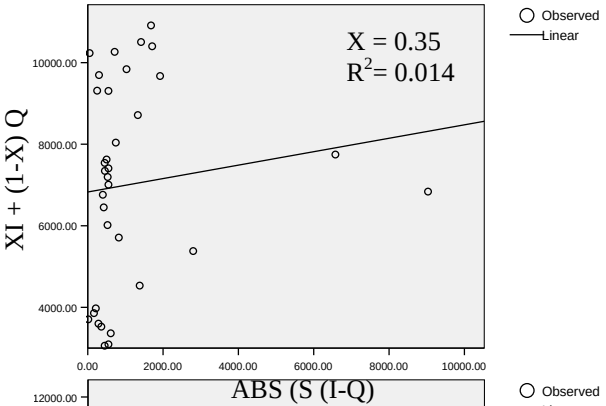
الشكل (8) نتائج برنامج SPSS الاحصائي لـS الحقيقية، X=0.35

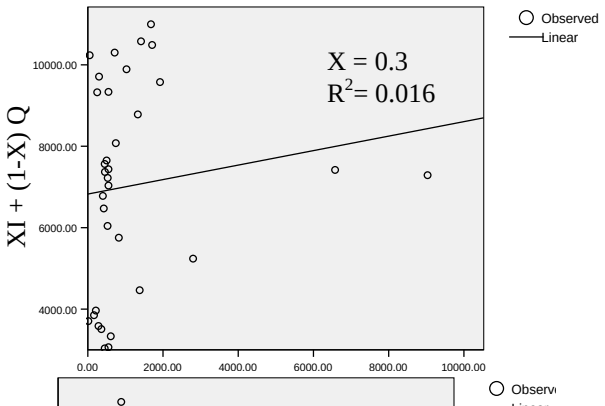


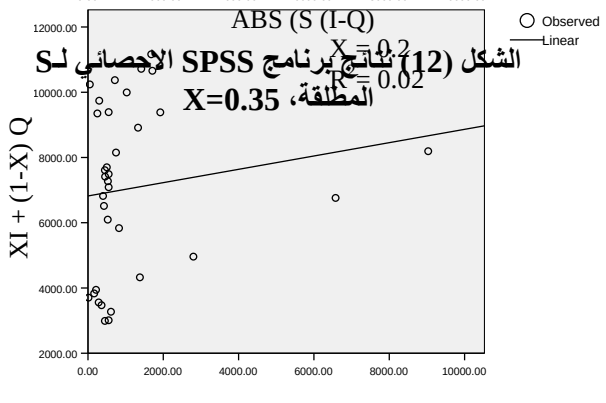
الشكل (9) نتائج برنامج SPSS الاحصائي لـS الحقيقية، X=0.4

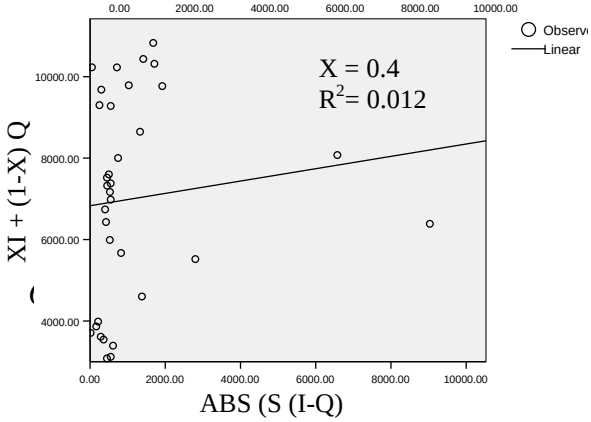


الشكل (10) نتائج برنامج SPSS الاحصائي لـS الحقيقية، X=0.2







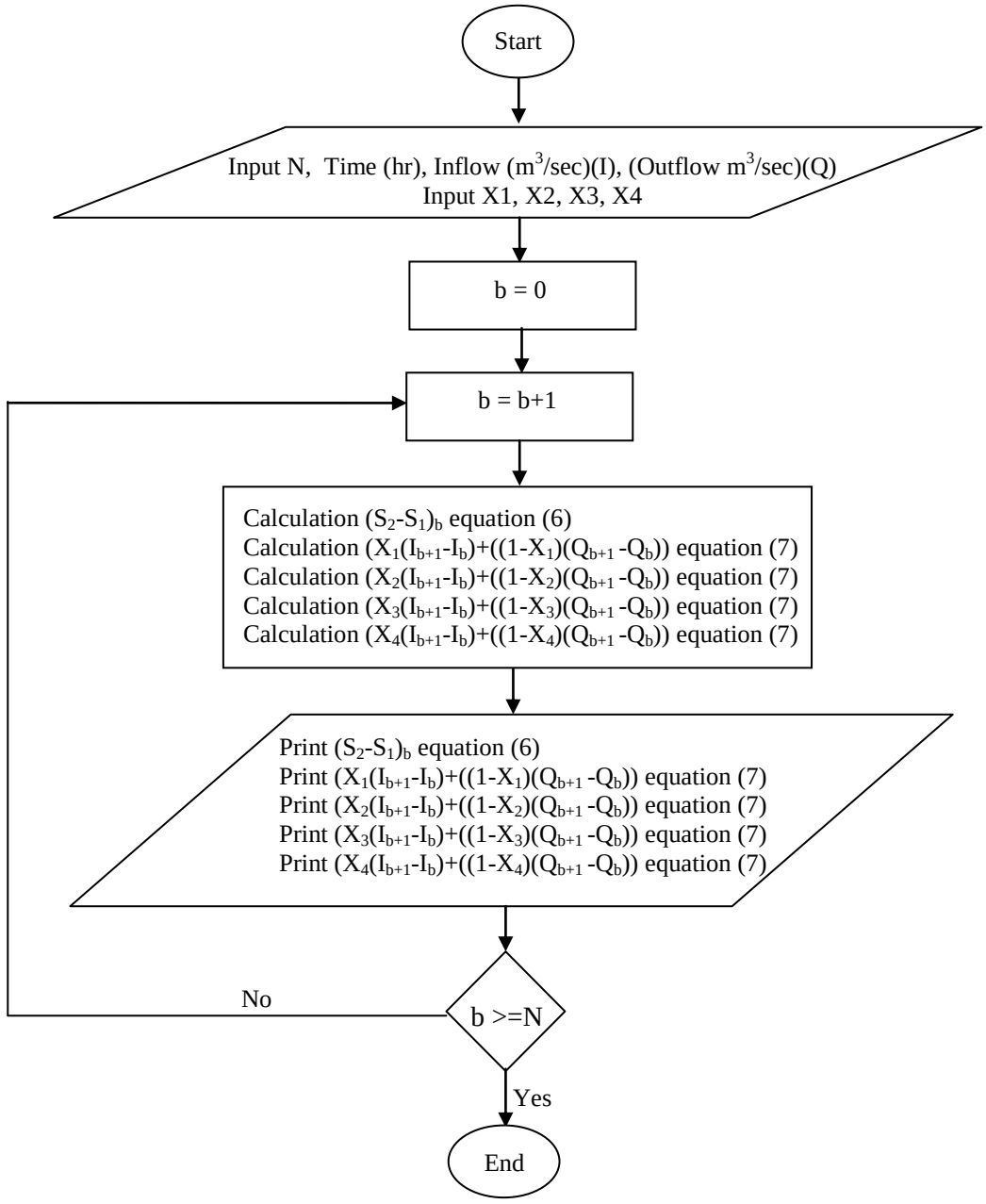


الشكل (12) نتائج برنامج SPSS الاحصائي لـS المطلقة، X=0.35

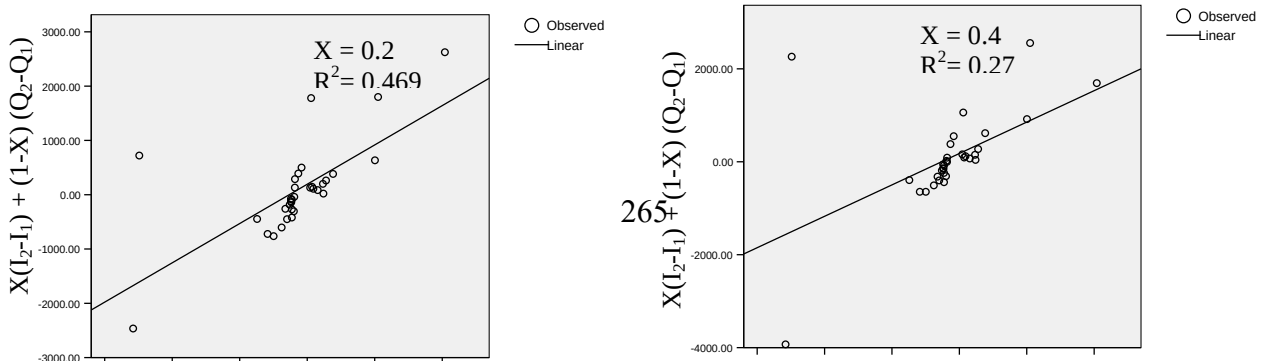
ABS (S (I-Q)

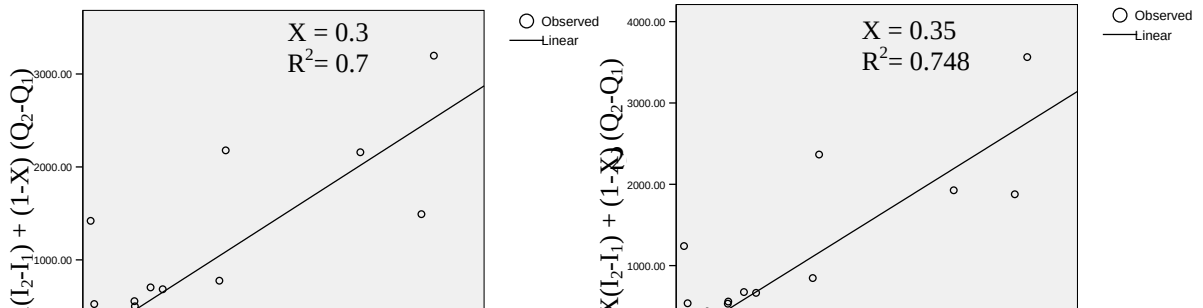
الشكل (13) نتائج برنامج SPSS الاحصائي لـS المطلقة، X=0.4

الشكل (14) نتائج برنامج SPSS الاحصائي لـ S المطلقة (X=0.2)

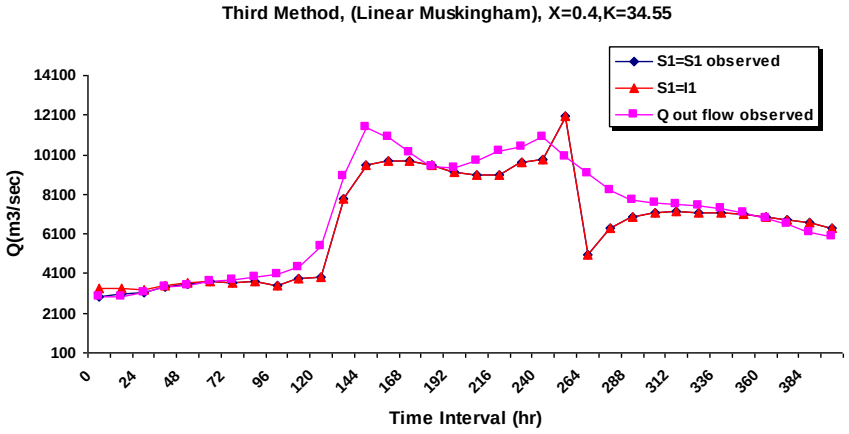


الشكل (15) مخطط انسيابي للبرنامج الخاص بالطريقة الثالثة باستخدام لغة (Mat Lab)

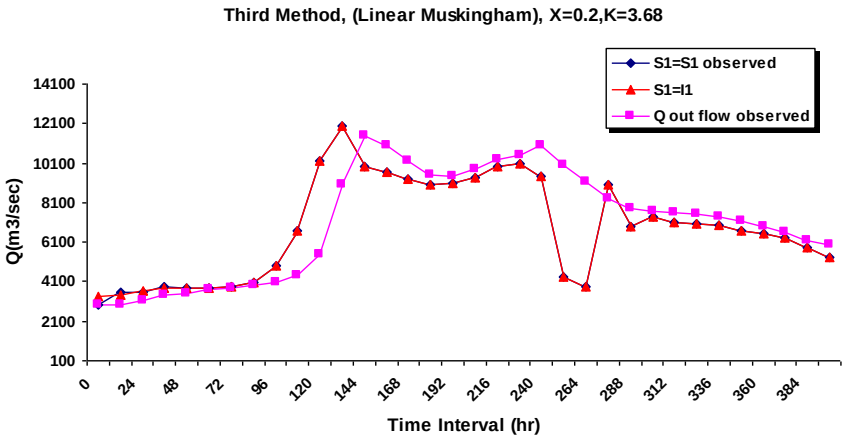



X = 0.3
R^2= 0.7
Observed
Linear
$X(I_2-I_1) + (1-X)(Q_2-Q_1)$
3000.00
2000.00
1000.00
X = 0.35
R^2= 0.748
Observed
Linear
4000.00
3000.00
2000.00
1000.00

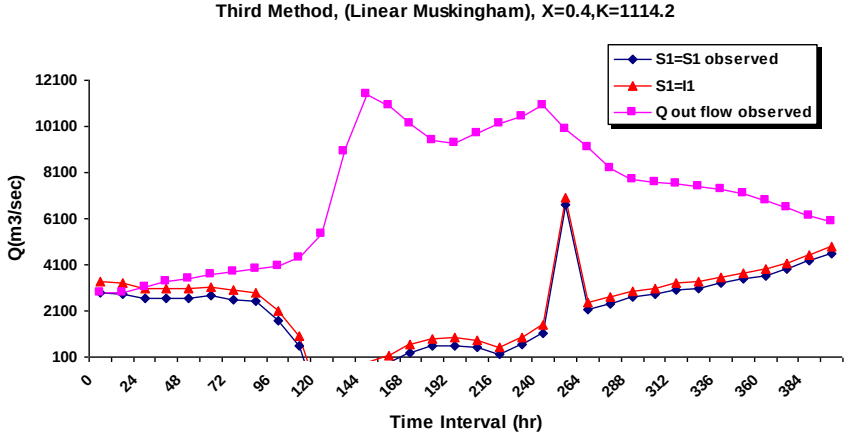
الشكل (23) نتائج برنامج SPSS الاحصائي
لـ S2-S1 (X=0.3) المطلقة (الطريقة الثالثة)



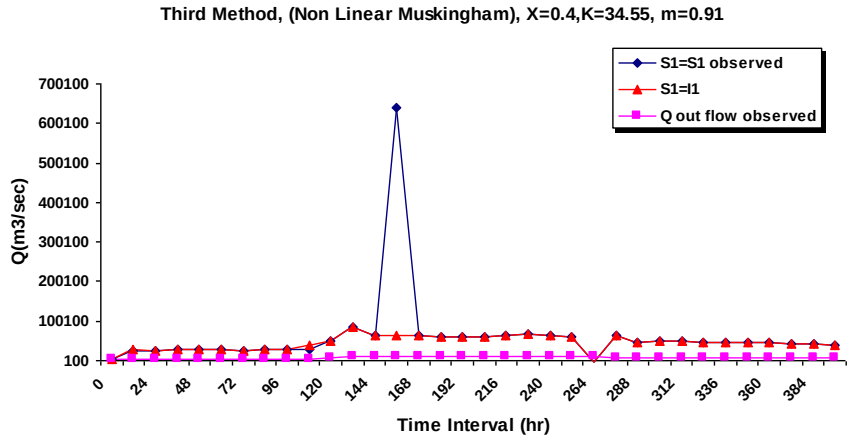
الشكل (24) مخطط للتصريف الخارج بالمقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.4)، (K=34.55)،
مسكنجهام الخطية (البرنامج الثاني)



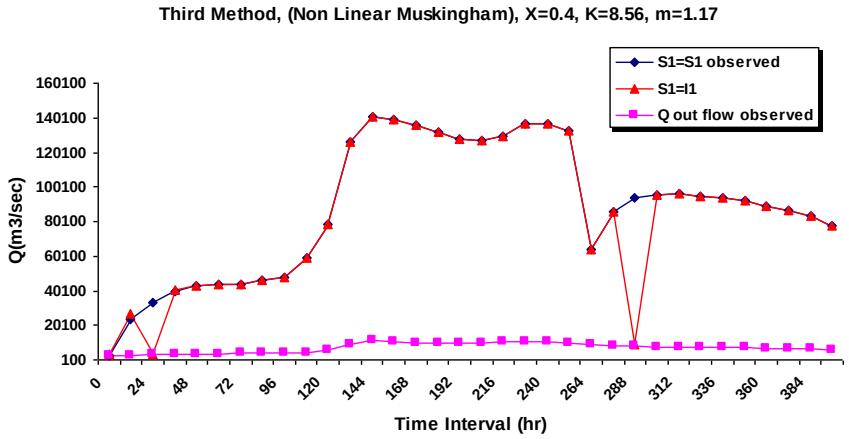
الشكل (25) مخطط للتصريف الخارج بالمقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.2)، (K=3.68)،
مسكنجهام الخطية (البرنامج الثاني)



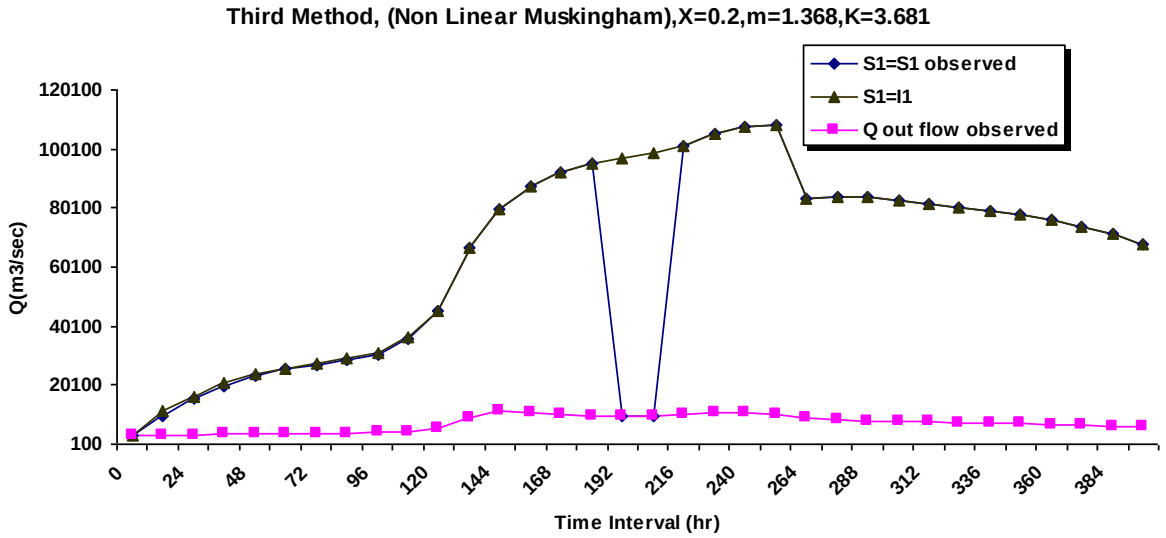
الشكل (26) مخطط للتصريف الخارج بالمقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.4)، (K=1114.2)، مسكنجهام الخطية (البرنامج الثاني)



الشكل (27) مخطط للتصريف الخارج بالمقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.4)، (K=34.55)، (m=0.91) مسكنجهام اللاخطية (البرنامج الثاني)



الشكل (28) مخطط للتصريف الخارج بالمقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.4)، (K=8.56)، (m=1.17) مسكنجهام اللاخطية (البرنامج الثاني)



الشكل (29) مخطط للتصريف الخارج بالمقارنة مع التصريف الحقيقي باستخدام الطريقة الثالثة (X=0.2)، (K=3.68)، (m=1.368) مسكنجهام اللاخطية (البرنامج الثاني)