

## نموذج حاسوبي للتنبؤ بتصارييف منحنى الانحسار لهيدروكراف الجريان الداخل لبحيرتي دوكان ودربنديخان

انس محمود محمد رشيد، مدرس

مركز بحوث السدود والموارد المائية، جامعة الموصل

### الخلاصة

يتناول البحث استنباط نموذج تحليل افتراضي لتحليل منحنى الانحسار لمعدلات التصارييف الشهرية الداخلة لبخيرة سد دوكان على نهر الزاب الصغير وبخيرة سد دربنديخان على نهر ديالى، وذلك بتقسيم منحنى الانحسار إلى عدة أقسام ومن ثم إيجاد المعادلات الرياضية التي تحكم كل قسم باستخدام الرياضيات المحددة، مع استخدام سلسلة ماركوف في إيجاد المصفوفة الاحتمالية الانتقالية لأقسام منحنى الانحسار. تم استنباط برنامج حاسوبي بلغة فيجول بيسك بواجهة تطبيق مرئية في نظام أكسل لتوليد منحنى الانحسار بالاعتماد على قيمة ذروة التصريف فقط. وقد بينت نتائج البحث أن منحنى الانحسار للتصارييف الداخلة لبحيرتي سدي دوكان ودربنديخان يتكون من خمسة أقسام كل قسم يخضع لمعادلة انحدار آسية، كما بين التحليل الإحصائي وجود دقة عالية في تقدير تصارييف منحنى الانحسار بواسطة البرنامج الحاسوبي حيث لم يتجاوز معدل نسبة الخطأ 8% لسد دوكان و9% لسد دربنديخان.

الكلمات الدالة: منحنى الانحسار، سلسلة ماركوف، دوكان، دربنديخان، فيجول بيسك.

## *A Computer Model to Predicating a Recession Curve Discharges for the Inflow Hydrograph to Dokan and Derbendikan Lakes*

### Abstract

The aim of this research is invention probabilistic approach to analyze the recession curve for mean monthly inflows to lakes of Dokan dam at Lesser Zab river and Derbendikan dam at the Diyalah river by dividing the recession curve to many class interval and finding the mathematical equations which controls each class interval by using finite mathematics, and using Markov chain to calculated the transition probability matrix for the classes intervals. A computer program in Visual basic language with visual application interface in Excel software which be developed to generate recession curve. The results indicated that recession curve consist of five class intervals and each class interval have a power regression equation, the statistical analysis indicated a good confidence to use a computer program to generate the recession curve because that average of relative percentage error wasn't greater than 8 % for Dokan dam and 9% for Derbendikan dam.

**Keywords:** Recession curve, Markov chain, Dokan, Derbendikan, Visual basic.

$Q_{Generated}$  = الجريان المتوقع.

ER% = النسبة المئوية للخطأ.

$\bar{x}$  و  $\bar{y}$  = متوسطا العينة.

n = حجم العينة.

STE = الخطأ القياسي.

المقدمة

قائمة الرموز

$Q_t$  = التصريف عند الزمن t.

$P_{ij}$  = الاحتمالية الانتقالية.

$n_{ij}$  = عدد اشهر.

$Q$  = التصريف المحسوب.

$Q_{observed}$  = الجريان المقاس.

يطلق مصطلح هيدروكراف الجريان على المخطط الذي يربط الزمن بالتصريف ويتكون هيدروكراف الجريان بشكل رئيسي من ثلاثة أجزاء رئيسية، الجزء الأول والذي يمثل الطرف الصاعد من الهيدروكراف ويبدأ مع بداية موسم السقيط ولحين الوصول إلى ذروة التصريف والتي تمثل الجزء الثاني من هيدروكراف الجريان يليها الجزء الثالث والذي يمثل الطرف الهابط من الهيدروكراف يسمى منحني الانحسار ويبدأ من ذروة التصريف إلى نهاية الهيدروكراف قبل بدأ موسم السقيط ثانية واغلب مصادر مياهه تأتي من الخزن الجوفي للجابية والجريان القاعدي، حيث تشكل خصائص الجابية المورفولوجية والخزنية العامل الرئيسي لخصائص منحني الانحسار. أن تحليل السلسلة الزمنية أو السجلات التي تمثل القياسات الحقلية لتصاريف الأنهار يتطلب فصل الهيدروكراف إلى أجزائه الثلاث ومن ثم تحليل كل جزء بما ينسجم مع خصائصه الهيدرولوجية والرياضية والشكل (1) يوضح مخطط توضيحي لسلسلة زمنية للجريان.

تعتبر عملية تقدير التصاريف ضمن منحني الانحسار من المسائل المهمة في هندسة الموارد المائية وخصوصاً ضمن موضوع إدارة الموارد المائية وإدارة السدود. أن تقدير التصاريف الداخلة إلى بحيرات السدود بعد ذروة الفيضان إلى نهاية تشغيل السدود من حيث إدارة الخزين والتصاريف المطلقة من السدود بما ينسجم مع تحقيق الموازنة المائية السنوية وتوفير كافة المتطلبات المائية للإغراض المختلفة بدون حدوث عجز مائي خلال السنة وذلك من خلال التنبؤ بالتصاريف الداخلة للبحيرة بعد الذروة وخصوصاً في موسم الصيف.

يعتبر تحليل منحني الانحسار من المواضيع ذات التطبيقات الواسعة في مجال علم المياه، مثل تحليل ترددات التصاريف المنخفضة وتحليل الهيدروكراف

والتنبؤ<sup>[1]</sup>. أن نماذج المطر-السيح تتطلب خصائص منحني الانحسار للحوض المائي لإكمال البيانات الضرورية للنمذجة<sup>[2]</sup>. إضافة إلى أنه فصل الجريان القاعدي عن الجريان الكلي يرتبط ارتباطاً مباشراً بخصائص منحني الانحسار<sup>[3]</sup>.

توجد العديد من البحوث والدراسات في مجال تحليل منحني الانحسار لغرض الوصول إلى صيغ تحليلية ذات كفاءة عالية في التحليل. الباحث Sargent<sup>[4]</sup> وضع نموذج افتراضي لتحليل منحني الانحسار وذلك بتقسيم المنحني إلى قسمين علوي وسفلي من خلال حساب النسبة بين تصريف اليوم  $Q_t$  وتصريف اليوم السابق  $Q_{t-1}$  بصيغة  $(Q_t/Q_{t-1})$  فإذا كانت النسبة اقل من 0.9 معنى هذا حدوث الجزء العلوي من منحني الانحسار وما عدا ذلك يتكون الجزء السفلي من منحني الانحسار. الباحثان (Akosy & Bayazit)<sup>[5]</sup> وضعوا نموذج افتراضي لتحليل منحني الانحسار وذلك بحساب النسبة  $(Q_t/Q_{t-1})$  أولاً ومن ثم تقسيم منحني الانحسار إلى عدة أقسام بالاعتماد على النسبة  $(Q_t/Q_{t-1})$  حيث يتم اخذ المعدل الموزون لكل النسب في كل قسم وتثبيت قيمة ثابتة للنسبة  $(Q_t/Q_{t-1})$  في كل قسم يرمز لها بـ  $K$ . كما قام الباحثان (Akosy & Bayazit)<sup>[6]</sup> بتحليل منحني الانحسار للتصاريف اليومية ووضع نموذج محاكاة للتنبؤ بالتصاريف اليومية وذلك بتقسيم منحني الانحسار إلى قسمين علوي يخضع للمعادلة الرياضية  $Q_t = Q_0(\text{Exp}(-b_1 t))$  وقسم سفلي يخضع للمعادلة الرياضية  $Q_t = Q_t^* \text{Exp}(-b_2(t-t^*))$  حيث  $b_1$  و  $b_2$  ثوابت منحني الانحسار  $t$  تمثل الزمن بعد الذروة واعتبر معدل التصريف الشهري الحد الفاصل بين القسم العلوي والقسم السفلي لمنحني الانحسار. في هذا البحث سيتم استنباط نموذج افتراضي لتحليل منحني الانحسار للتصاريف الداخلة لبحيرتي

لآخر على طول منحني الانحسار يتم احتساب الاحتمالية الانتقالية (Transition probabilities) لسلسلة ماركوف [8] وذلك بإيجاد المصفوفة الاحتمالية لقيم  $P$  لمنحني الانحسار والتي تمثل نسبة الجزء الخاضع لمعادلة رياضية معينة إلى الأجزاء الكلية لمنحني الانحسار في كل صف من صفوف المصفوفة الاحتمالية لماركوف وكما مبين في المعادلة (1).

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} & P_{2n} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{34} & P_{3n} \\ P_{41} & P_{42} & P_{43} & P_{44} & P_{4n} \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & P_{n4} & P_{nn} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(1)$$

ولإنشاء المصفوفة الاحتمالية للانتقال من جزء لآخر في الشكل (3) نلاحظ أن المنحني لا يمكن أن ينتهي بالمعادلة 3 بعد المعادلة 1 مباشرة لذلك تكون قيمة الاحتمالات  $P_{13}$  و  $P_{14}$  و  $P_{1n}$  صفراً في صف الاحتمالية الأول. أما في صف الاحتمالية الثاني فنلاحظ من الشكل (3) إن الجزء الأول يكون قد انتهى ليبدأ الجزء الثاني بالمعادلة 2 وينتهي بالمعادلة 3 لذلك تكون قيمة الاحتمالات ( $P_{21} = P_{2n} = 0$ ) وهكذا نستنتج بنفس الطريقة مصفوفة الاحتمالات الانتقالية لماركوف.

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_{22} & P_{23} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_{33} & P_{34} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{44} & P_{4n} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & P_n \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2)$$

ولكون مجموع الاحتمالات في كل صف ضمن المصفوفة يساوي 1 لذلك تصبح مصفوفة الاحتمالات بالشكل الآتي.

سدي دوكان ودرينديخان وذلك بتقسيم منحني الانحسار إلى عدة أقسام ومن ثم إيجاد المعادلات الرياضية التي تحكم كل قسم باستخدام الرياضيات المحددة (Finite Mathematics) مع استخدام سلسلة ماركوف في إيجاد الاحتمالية الانتقالية لكل قسم من أقسام منحني الانحسار.

### موقع الدراسة

يقع موقع الدراسة في الجزء الشمالي من العراق ويشمل بحيرتي سدي دوكان ودرينديخان. أنشئ سد دوكان على نهر الزاب الصغير وهو الرافد الثاني لنهر دجلة من حيث الأهمية ويصب في نهر دجلة شمال مدينة بيجي بعد مروره بمنطقة التون كوبري وهو من أهم الموارد المائية في منطقة كركوك إذ تعتبر مياهه مصدر مهم لمياه الشرب والزراعة في المنطقة، تقع بحيرة دوكان على مسافة 60 كيلومترا شمال غرب مدينة السليمانية وعلى بعد 100 كيلومتر من مدينة كركوك وبسعة خزنه تبلغ 4.5 مليار متر مكعب، بينما تقع بحيرة درينديخان على نهر ديالى وهو الرافد الثالث لنهر دجلة داخل العراق من حيث الأهمية وتعتبر مياهه مصدر مهم للشرب والزراعة في كل من محافظتي السليمانية وديالى وتبلغ سعة البحيرة الخزنه 1.35 مليار متر مكعب والشكل (2) يوضح موقع الدراسة.

### النموذج الرياضي

تم استنباط نموذج تحليل افتراضي لتحليل منحني الانحسار باستخدام الرياضيات المحددة [7] وذلك بتقسيم منحني الانحسار إلى عدة أجزاء يخضع كل جزء إلى معادلة رياضية محددة بحيث تكون نسبة الخطأ أقل ما يمكن في تقدير التصريف على طول منحني الانحسار وكما مبين في الشكل (3). حيث تمثل قيمة  $t$  أي وقت (الزمن) بعد الذروة على طول منحني الانحسار. ونتيجة للانتقال من جزء

بتقسيم منحنى الانحسار إلى عدة أقسام بالاعتماد على قيم التصريف واختيار أفضل حالة للتقسيم بحيث تكون نسبة الخطأ اقل ما يمكن في تخمين التصريف. تكون مخرجات البرنامج الحاسوبي المعادلة الخاصة بحساب التصريف لكل قسم من أقسام منحنى الانحسار بالإضافة إلى المصفوفة الاحتمالية الانتقالية لماركوف. بعد اكتمال المخرجات يقوم البرنامج بتوليد منحنيات الانحسار ومقارنة المنحنيات المقاسة مع المنحنيات الناتجة من البرنامج الحاسوبي وإيجاد الفروقات بين الاثنين ومن ثم تعديل ثوابت المعادلات باستخدام أداة الأمثلية Solver ضمن كود برمجي خاص بلغة فيجول بيسك بنظام أكسل وتعاد هذه الخطوة لحين التوصل إلى قيم الثوابت النهائية، ويوضح الشكل (4) المخطط الانسيابي للبرنامج الحاسوبي بينما يوضح الشكل (5) واجهة البرنامج بلغة فيجول بيسك بنظام أكسل لتوليد منحنى الانحسار للتصارييف الداخلة لبحيرتي سدي دوكان ودرينديخان وذلك باستخدام مجموعة من أدوات التحكم التي تسهل استخدام البرنامج من قبل أي مستخدم. يقوم البرنامج بتوليد منحنى الانحسار بعد إدخال قيمة ذروة التصريف فقط.

### تحليل ومناقشة النتائج

تم في البحث تحليل السلسلة الزمنية للتصارييف الداخلة لبحيرتي سدي دوكان ودرينديخان باستخدام النموذج الحاسوبي وتبين أن منحنى الانحسار يتكون من خمسة أجزاء لكلا النهرين مما يعني تشابه الخواص الهيدرولوجية والمورفولوجية لكلا النهرين، يمتلك كل جزء في منحنى الانحسار معادلة خاصة في تقدير معدل التصريف الشهري، وتبين من نتائج البرنامج الحاسوبي أن أفضل صيغة رياضية للمعادلات والتي أعطت اقل نسبة خطأ في تقدير التصريف هي معادلة انحدار آسية وكما مبين في المعادلة (5).

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & 1-P_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_{22} & 1-P_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_{33} & 1-P_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{44} & 1-P_{44} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots (3)$$

يتم حساب قيم الاحتمالية الانتقالية  $P_{ij}$  للانتقال من  $i$  إلى  $j$  لمنحنى الانحسار الذي يمتلك عدد أشهر مقدارها  $n_{ij}$  باستخدام المعادلة الآتية.

$$P_{ij} = n_{ij} / \sum_j n_{ij} \quad i, j = 1, 2, 3 \dots (4)$$

يتم توليد منحنيات الانحسار المستقبلية بالاعتماد على تصريف الذروة فقط والمعادلات المكونة لتصارييف منحنى الانحسار وبانتقال منظم يعتمد على المصفوفة الاحتمالية لماركوف. يتم حساب معدل تصريف الشهر الأول من منحنى الانحسار بالاعتماد على تصريف الذروة والمعادلة الأولى في منحنى الانحسار، يعقبها حساب معدل تصريف الشهر الثاني باستخدام المعادلة الثانية وتصريف الشهر الأول ومن ثم معدل تصريف الشهر الثالث باستخدام المعادلة الثالثة وتصريف الشهر الثاني وهكذا لبقية تصارييف منحنى الانحسار.

### البرنامج الحاسوبي

تم استنباط برنامج حاسوبي لتطبيق النموذج الرياضي في تحليل منحنى الانحسار وإيجاد المصفوفة الاحتمالية الانتقالية لماركوف. تم استخدام لغة فيجول بيسك ضمن نظام أكسل وذلك بإنشاء واجهة تطبيق مرئية في أعداد البرنامج الحاسوبي الخاص بالتحليل. تقوم فكرة التحليل على إدخال السلسلة الزمنية للتصارييف بشكل معدلات شهرية للتصارييف إلى نظام أكسل فيقوم البرنامج بتحديد منحنيات الانحسار ضمن السلسلة الزمنية للتصارييف ومن ثم يحدد البرنامج عدد منحنيات الانحسار ويحللها باستخدام النموذج الافتراضي الموضح في فقرة النموذج الرياضي، بعد هذه الخطوة يقوم البرنامج

الأمطار في شهر تشرين الأول والشكل (8) يوضح مقارنة بين منحنى الانحسار المقاس ومنحنى الانحسار الذي تم توليده باستخدام البرنامج الحاسوبي للتصارييف الداخلة لبحيرة سد دوكان سنة 1994 كنموذج للمقارنة.

الجدول (2) يوضح تحليل إحصائي للنتائج يشمل (معدل نسبة الخطأ، أعلى نسبة خطأ، أقل نسبة خطأ، معامل الارتباط (Correlation coefficient) والخطأ القياسي (Standard error). حيث يلاحظ أن معدل نسبة الخطأ في تقدير تصارييف منحنى الانحسار تبلغ 8% لسد دوكان و 9% لسد درينديخان، ويتم حساب مقدار نسبة الخطأ باستخدام المعادلة (7).

$$ER\% = \frac{Q_{observed} - Q_{Generated}}{Q_{observed}} * 100 \dots (7)$$

حيث  $ER\%$  = النسبة المئوية للخطأ،  $Q_{observed}$  = الجريان المقاس،  $Q_{Generated}$  = الجريان المتوقع.

يعتبر الخطأ القياسي من الدلائل الإحصائية المهمة في الأبحاث التي توجد فيها مقارنات بين قيم مقاسه حقيقياً وقيم محسوبة أو متوقعة حاسوبياً حيث تعطي مقدار الخطأ المتوقع في تقدير القيم المحسوبة أي هو ببساطة إرجاع الخطأ القياسي لقيمة  $y$  المتوقعة لكل قيمة  $x$  في خط الانحدار وهو عبارة عن مقياس لمقدار الخطأ عند التوقع لقيمة  $y$  لـ  $x$  المفردة، يبلغ الخطأ القياسي في تقدير تصارييف منحنى الانحسار لسد دوكان 48 بينما يبلغ مقداره 38 لسد درينديخان ويتم استخدام المعادلة الآتية في حساب مقدار الخطأ القياسي.

$$STE = \sqrt{\frac{1}{(n-2)} \left[ \sum (y - \bar{y})^2 - \frac{[\sum (y - \bar{y})(y - \bar{y})]^2}{\sum (x - \bar{x})^2} \right]} \dots (8)$$

حيث  $\bar{x}$  و  $\bar{y}$  هما متوسطا العينة و  $n$  هو حجم العينة، بينما بين مقدار معامل الارتباط وجود تطابق جيد بين القيم المقاسة والقيم المتوقعة من خلال

$$Q = a(Q_{t-1})^b \dots (5)$$

حيث أن  $Q$  = التصريف المحسوب عند الزمن (الشهر)  $t$ ،  $a$  و  $b$  = ثوابت،  $Q_{t-1}$  = التصريف عند الزمن  $(t-1)$ . ويوضح الجدول (1) القيم المثلى للثوابت  $a$  و  $b$  وقيمة  $r^2$  للمعادلات المكونة لمنحنى الانحسار للتصارييف الداخلة لبحيرتي سدي دوكان ودرينديخان.

ولتكوين مصفوفة الاحتمالات الانتقالية لماركوف لمنحنى الانحسار للمعادلات المكونة لمنحنى الانحسار يكون من الضروري تحديد قيم الاحتمالات  $(P11, P22, P33, P44)$ . وقد تم احتساب المصفوفة الاحتمالية الانتقالية لماركوف لانتقال المعادلات في منحنى الانحسار والتي تمثل قيم  $P$  كما تم توضيحها في فقرة النموذج الرياضي. والمعادلة (6) تمثل المصفوفة الاحتمالية لمنحنى الانحسار للتصارييف الداخلة لسدي دوكان ودرينديخان.

$$P = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.25 & 0.75 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.33 & 0.67 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots (7)$$

يوضح الشكل (٦) مقارنة بين القيم المقاسة (Observed) والقيم المتوقعة (Predicated) للتصارييف الداخلة لبحيرتي سدي دوكان ودرينديخان، حيث يلاحظ وجود تطابق جيد بين القيم المقاسة والقيم المحسوبة. ويوضح الشكل (7) مقارنة بين القيم المقاسة والقيم المتوقعة التي تم توليدها باستخدام البرنامج الحاسوبي للتصارييف الداخلة لبحيرتي سدي دوكان ودرينديخان ولكل قيم تصارييف منحنيات الانحسار الداخلة في التحليل، وقد لوحظ من تد ١٤ السلسلة الزمنية للتصارييف أن ذروة التصريف لكلا النهرين تحدث غالباً في شهر نيسان أو أحياناً أواخر آذار ويبدأ منحنى الانحسار من شهر أيار إلى شهر أيلول ثم تبدأ الزيادة في التصارييف مع بدأ موسم

منحنى الانحسار ومن ثم تطوير الإدارة والموازنة المائية السنوية للسدين.

تطبيق البرنامج الحاسوبي ويتم استخدام المعادلة (9) في حساب معامل الارتباط.

$$Correl(x, y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} \quad (9)$$

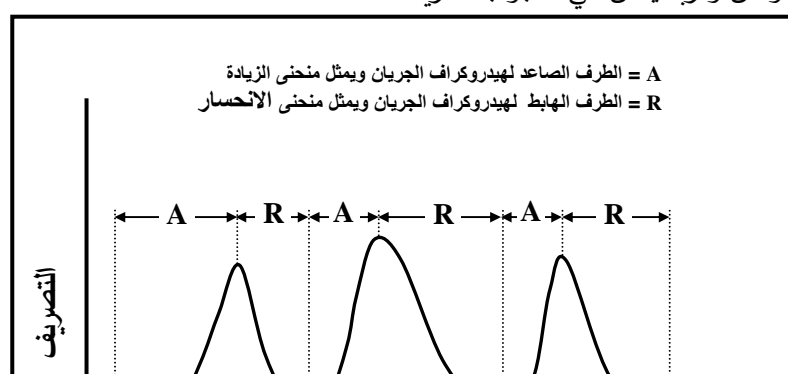
#### الاستنتاجات

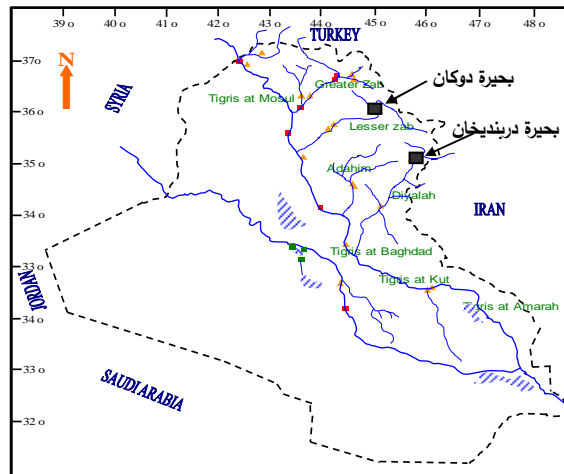
يعد تحليل منحنى الانحسار لهيدروكراف الجريان من المسائل الهيدرولوجية المعقدة وذلك لوجود العديد من العوامل الهيدرولوجية التي تؤثر على سلوك منحنى الانحسار مثل خصائص الجريان القاعدي والتغذية الجوفية والجريان السطحي وتأثير موسم الجريان وغيرها، كل ذلك يعقد عملية التحليل واستنباط نموذج رياضي يسهل عملية التنبؤ بمنحنى الانحسار، لذلك ومن خلال ملاحظة دقة نتائج البحث بمقارنة تصارييف منحنى الانحسار المقاسة والمحسوبة يتبين أن النموذج الرياضي الذي تم استنباطه في البحث والذي يقوم على مبدأ الرياضيات المحددة وسلسلة ماركوف من خلال تقسيم منحنى الانحسار إلى سلسلة من التصارييف المتعاقبة يحكم كل تصريف فيها معادلة رياضية معينة يعد أسلوب ممتاز في تحليل منحنى الانحسار لتصارييف الأنهار حيث لم تتجاوز نسبة الخطأ 10% لكلا النهرين.

أن استخدام اللغات البرمجية الحديثة التي تمنح إنشاء واجهات تنفيذ مرئية ذات عناصر تحكم سهلة الاستخدام من قبل أي مستخدم تساعد وبشكل كبير على استنباط برامج حاسوبية ذات أهداف تخصصية معينة ومنها برنامج توليد منحنى الانحسار للتصارييف الداخلة لبحيرتي سدي دوكان ودرينديخان الذي تم استنباطه في البحث والذي يمكن أن تستفيد منه إدارتي سدي دوكان ودرينديخان في التنبؤ بتصارييف

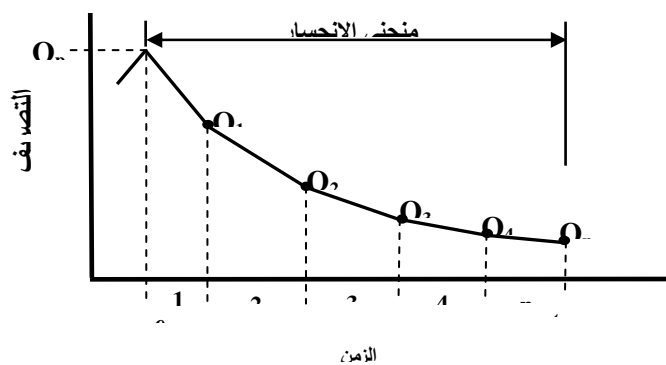
#### المصادر

1. Tallaksen, L., "M. A Review of Base Flow Recession Analysis" J. Hydrol., Vol. 165, PP. 349-370, 1995.
2. Kelman, J., "A Stochastic Model for Daily Stream Flow. J. Hydrol., Vol. 47, PP. 235-249, 1980.
3. Wittenberg, H., "Base Flow Recession and Recharge as Nonlinear Storage Processes" Hydrol. Processes 13, PP. 715-126, 1999.
4. Sargent, D. M., "A Simplified Model for the Generation of Daily Stream Flows" J. Hydrol., Vol. 24, No.4, PP. 509-527, 1979.
5. Akosy, H. & Bayazit M., "Probabilistic Approach to Modeling of Recession Curves" IAHS Publ., Vol. 46, No 2, PP. 269-285, 2001.
6. Akosy, H. & Bayazit M., "A Daily Intermittent Stream Flow Simulator", Turk J. Engin. Environ Sci., Vol. 24, PP.265 – 276, 2000.
7. Daniel P. & Maynard T., "Finite Mathematics", McGraw. Hill Book Company Inc., New York, N.Y. Fourth Edition. PP. 345-406, 1996
8. Akosy, H., Using Markov Chains for Non-perennial Daily Stream Flow Data Generation", Journal of Applied Statistics, Vol. 31, No. 9, PP.1083–1094, 2004.

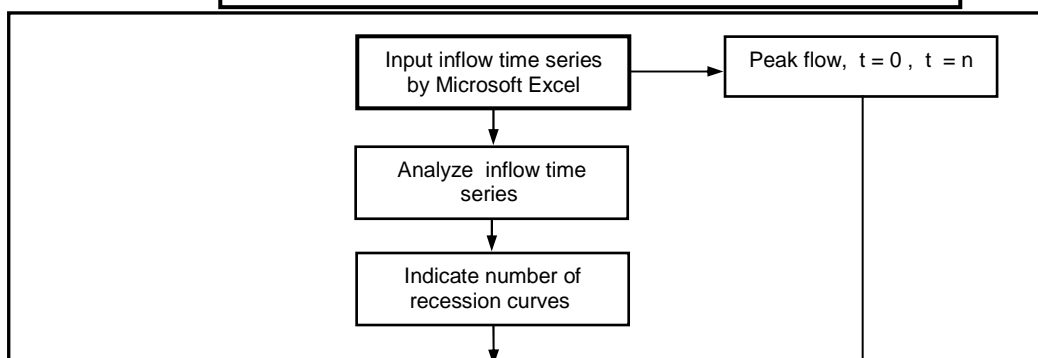


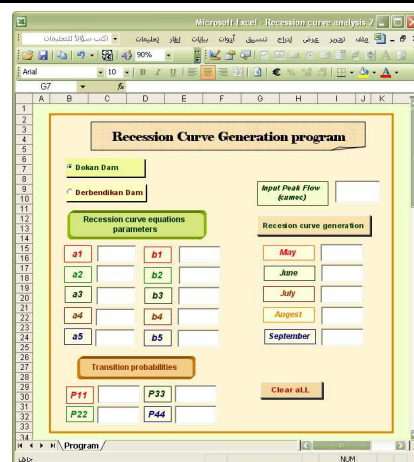


شكل (2): موقع الدراسة

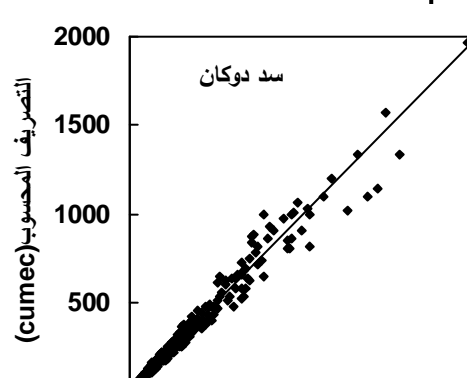
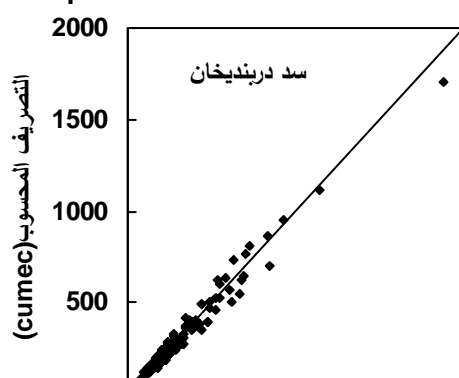


شكل (3): مخطط يوضح نموذج التحليل الافتراضي لمنحنى الانحسار.

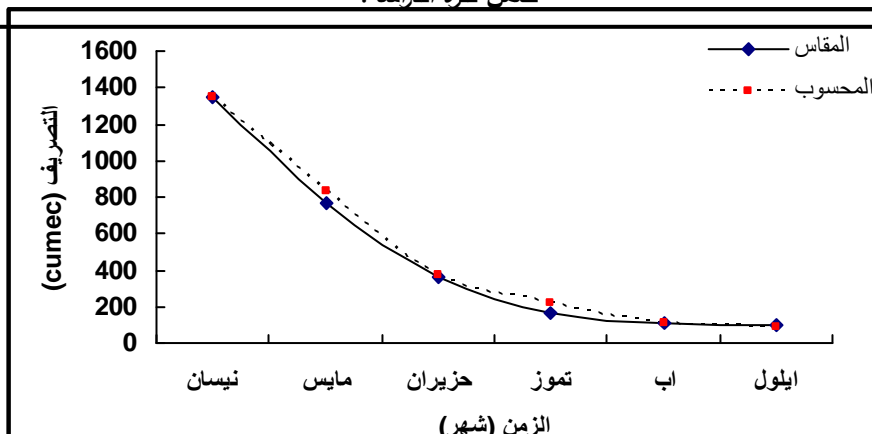
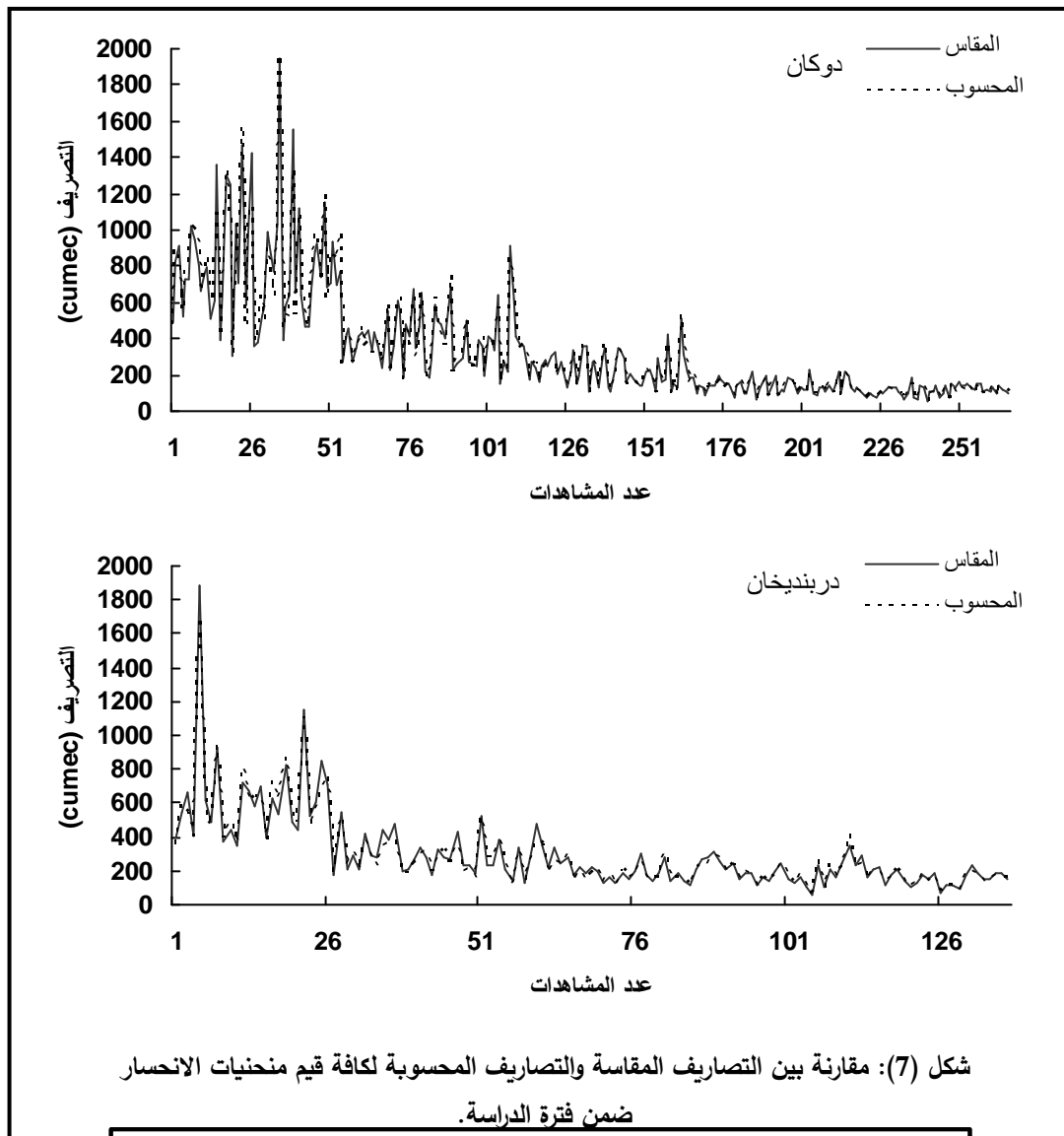




شكل (5): واجهة برنامج توليد منحنى الانحسار بلغة فيجول بيسك بنظام أكسل.







جدول (1): القيم المثلى لثوابت معادلات تصارييف منحنى الانحسار

لسدي دوكان ودرينديخان

سد درينديخان			سد دوكان			
$r^2$	b	a	$r^2$	b	a	
0.92	0.795	2.42	0.89	0.803	2.579	$Q_1$
0.87	0.78	1.88	0.94	0.813	1.678	$Q_2$
0.89	0.81	1.98	0.92	0.970	0.725	$Q_3$
0.95	0.89	1.59	0.9	0.767	2.097	$Q_4$
0.94	0.833	1.85	0.٩	0.82	1.77	$Q_5$

جدول (2) التحليل إحصائي للنتائج

درينديخان	دوكان	
0.985	0.984	معامل الارتباط
38	46	الخطأ القياسي
2٠%	21%	أعلى نسبة خطأ
0%	0%	أقل نسبة خطأ
9%	8%	معدل نسبة الخطأ