نموذج تصادفي داينمي لتشغيل نظام خزن منفرد (دراسة حالة)

أ.د. كامل علي عبد المحسن أيمن رافع محمدتوفيق
قسم هندسة السدود والموارد المائية / كلية الهندسة / جامعة الموصل

المستخلص

تتضمن هذه الدراسة اعتماد نموذج للبرمجة الداينمية التصادفية(Stochastic Dynamic Programming (SDP)لغرض التوصل الى سياسة التشغيل المثلى لنظام خزن منفرد (سد القائم المقترح على وادي الخوصر في محافظة نينوى شمال العراق والذي هو في مرحلة التخطيط) ومقارنة النتائج مع تلك التي تم استنتاجها من نموذجاً أخر للبرمجة الداينمية المحددة(Deterministic Dynamic Programming (DDP)). تطلب الأمر تهيئة برنامجين حاسوبيين بلغة(MATLAB)الأول لـ(DDP) والثاني لـ(SDP)وجرى تشغيلهما للتوصل الى أفضل سياسة تشغيل متمثلة بحالات الخزين والإطلاق للخزان المعني.

أظهرت النتائج بان نموذج البرمجة الداينمية التصادفية يعطي نتائج اقرب للواقع لأنه يأخذ بنظر الاعتبار التغاير في طبيعة الجريان الشهري الوارد إلى الخزان. وقد اعتمد النموذج(SDP)على سلسلة ماركوف في إيجاد مصفوفة الاحتمال الانتقالية للتعبير عن الطبيعة التصادفية للجريان مما يعطي مرونة عالية لمشغل الخزان للتعامل مع طيف واسع من ظروف التشغيل المتمثلة بالجريان الوارد الى الخزان. فيما وجد بأن السياسة المستحصلة من النموذج(DDP)تفتقر الى تلك المرونة .

أضف الى ذلك، فقد تم تصميم مخطط بسيط (Nomograph)من مخرجات النموذج التصادفي يوضح كيفية التعامل مع حالات الجريان الداخل الى الخزان اضافة الى حالة الخزان المتمثلة بالخزين الابتدائي لغرض استخدامه من قبل المشغل في إعطاء القرار المتمثل بالإطلاق الامثل لكمية المياه.

Stochastic Dynamic Programming Model for Single Reservoir System Operation (Case Study)

Dr. K. A. Al-MohseenA. R.M. Tawfiiq
Dams and Water resources Engineering Department / College of Engineering/ Mosul University

Abstract

The present research aims to study the feasibility of using a Stochastic Dynamic Programming model "SDP" to calculate the optimal operating policy for a single reservoir system.

The study required to write two computer codes; one is for Deterministic Dynamic Programming "DDP" and the other is for Stochastic Dynamic Programming "SDP" using MATLAB platform.

A comparison study has been conducted between the optimal operating policies obtained from the two models. The results revealed that the SDP outputs were more realistic than those obtained by DDP, as the first gives the reservoir operator more flexibility to deal with the variation of the inflow to the reservoir, while the second is not.

Additionally, a simple nomographhas been introduced to assist the operator of the reservoir to manage a wide variety of inflow scenarios.

Keywords: Stochastic Dynamic Programming, Deterministic Dynamic Programming, Optimal operating policies.

أستلم:2012 – 9 - 2 **قبل:2013- 2 - 14**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المقدمة

تدل جميع المؤشرات على أن الواقع المائي للعراق سيشهد في المستقبل القريب انتقال من حالة الشحة الى حالة الندرة. كما ويتزايد الطلب على كميات مضمونة من المياه بنوعية مقبولة وبكلفة معقولة سواءاً للاستخدامات البشرية او الزراعية او الصناعية. أضف الى ذلك فان العقود القليلة الاخيرة قد اتسمت بوجوب الإيفاء بالحد الأدنى من المتطلبات البيئية وذلك للمحافظة على نظام بيئي صحي متنوع ومستدام ومحاولة الحد من مخاطر الفيضانات وتداعيات الجفاف والتشجيع على انتاج الطاقة الكهرومائية.

إن العاملين في مجال إدارة الموارد المائية يواجهون التحديات لبلوغ هذه الاهداف المتعددة والمتناقضة في بعض الاحيان، كما أن اللاتأكدية (Uncertainty) التي تلازم كميات التجهيز والطلب على المياه نتيجة التغيرات المناخية تضيف تعقيدا وتحديا جديداً لمهنة ادارة الموارد المائية.

إن اللاتوافق بين التجهيز والطلب زماناً ومكاناً يحتم بناء منشآت خزنية وإيجاد سياسة تشغيل مثلى لهذه المنشآت لتحقيق الأهداف المنوطة بها ولهذا فإن عملية تشغيل الخزانات تلعب دورا مهما في التخطيط لإدارة أنظمة الموارد المائية، كما أن نظام تشغيل خزان ما، هو مجموعة القواعد التي تحدد كمية المياه التي يتم حفظها في الخزان أو إطلاقها منه في ظل الظروف المختلفة للجريان الوارد إليه**[1]**.

لقد كان للبرمجة بمختلف أشكالها دورا مهما في ايجاد سياسات التشغيل المثلى للخزانات المائية، بل وتطورت هذه المفاهيم بتطبيقاتها الواسعة على الموارد المائية بشكل عام وعلى تشغيل الخزانات بشكل خاص.

تناولت العديد من الدراسات ومنها **[2]**تطبيق نماذج البرمجية الدينمية على الخزانات باعتبار أن مدخلات هذه النماذج (الجريان الوارد) محددة على أساس معدلاتها وعدم الأخذ بنظر الاعتبار الاختلاف الحاصل في هذه المدخلات والناتج من كون متغير الجريان ذا صفة عشوائية وليست محددة. ولكي يكون التعبير عن هذه المتغيرات اقرب للواقع يجب ان يعبر عنه باحتمالية حدوث تأخذ صفات النظام الفيزيائي الذي يولده بنظر الاعتبار وهذا ما يدعى بالتصادفية (Stochasticity)

.

وقد أفاد**[3]**بان النماذج المحددة والمستخدمة لتشغيل الخزانات عادة ما تعطي تقديرات متواضعة للكلف، ولغرض تلافي هذا الأمر تبرز الحاجة الى اعتماد نماذج تصادفية(Stochastic Models) والتي وان كانت اشد تعقيدا في بنائها الرياضي، إلا أن تبنيها مبررا نظرا لاقترانها بفوائد اقتصادية إضافية تتأتي من المرونة التي تلازم السياسات التشغيلية المشتقة من هذه النماذج ، كما أن إهمال اللاتأكدية في النماذج المحددة يعني إهمال الواقع. سرد**[4]** آخر ما توصل إليه الباحثين في المجال النظري والتطبيقي لتقنيات تحليل النظم والامثلية لغرض الحصول على سياسة التشغيل والادارة الناجحة لأنظمة الخزن المائية، كما اوضح بأن الجريان الداخل الى الخزان يمكن اعتباره خاضعاً لمفهوم ماركوف. وقد اعتمد**[5]**على الفعاليات الماركوفية في ايجاد احتماليات حالات الخزين لنظام خزن واقعي وذكر بأن الفعاليات الماركوفية(MarcovProcess)لها استخدامات في المجالات الهندسية بشكل عام و في مجال انظمة الموارد المائية بشكل خاص حيث تستعمل لوصف السلاسل الزمنية للجريان.

تفترض النماذج التي تصف سلاسل الجريان بان حالة الجريان في الزمن(t)يخضع لاحتمال مشروط يعتمد على الجريان في الزمن(t-1)ويمكن التعبير عن النماذج الماركوفية بمصفوفة الاحتمال الانتقالية التي تربط بين حالات الجريان لأشهر السنة المتتابعة.

اما**[6]**فقد ذكر بان النماذج التصادفية صممت لمعالجة العشوائية المتأصلة في عمليات الجريان بدلا من النماذج الهيدرولوجية المحددة، وبين بانه يمكن التوصل الى حلول ترشح من النماذج التصادفية اعتماداً على مفهوم ماركوف. كماتبنى**[7]**النماذج التصادفية في ايجاد سياسات التشغيل المثلى لنظام خزن منفرد وذكر بان النماذج التصادفية تستخدم لإيجاد سياسات التشغيل المثلى للخزانات بالاعتماد على حجم الخزين الحالي وحجم الجريان الوارد الى نظام الخزن. وهذه السياسات يمكن ان تحدد بالاعتماد على فعالية ماركوف. قد بين **[8]**انه وعلى الرغم من كون النماذج التصادفية اكثر تعقيدا من الناحية الرياضية الا انها اكثر دقة من النماذج المحددة.

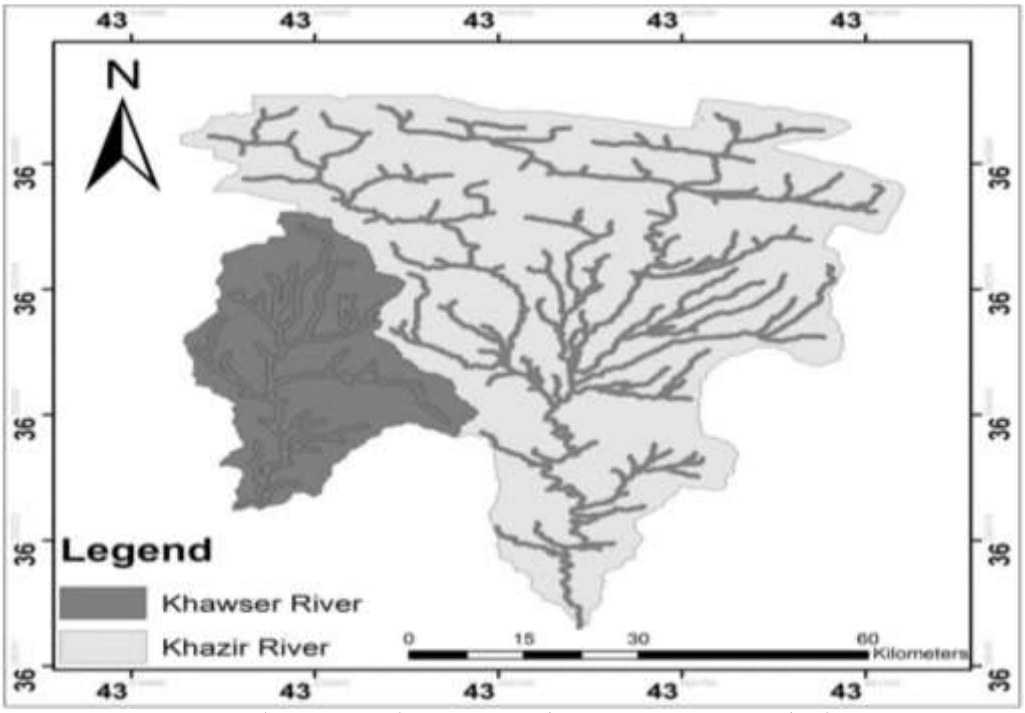
تم في هذا البحث استنباط نموذجين حاسوبيين لإيجاد سياسات التشغيل المثلى لخزان مائي الاول باعتماد النموذج المحددDDP،والثاني يتبنى النموذج التصادفي SDP حيث تم العمل بالنموذجين على الاساس الشهري نظراً لتوفر بيانات الجريان الوارد الى الخزان على الاساس الشهري.

موقع الدراسة

تضمنت الدراسة الحالية تطبيق النماذج المقترحة على خزان سد القائم المخطط إنشاءه على وادي الخوصر وعلى بعد18كم شمال مدينة الموصل إذ يعتبر من أهم الروافد الموسمية التي تصب في نهر دجلة شمال شرق المدينة ، تبلغ مساحةالجابية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الخاصة بحوض نهر الخوصر أعلى موقع سد القائم المقترح بـ640كم^2. تم الحصول على بيانات الشهرية للجريان الوارد الى الخزان عن طريق مماثلة حوض نهر الخوصر مع حوض نهر الخازر وكما اقترحته الدراسة المبينة في**[9]**. استخدمت البيانات المتوفرة للفترة من 1943- 1993والخاصة بنهر الخازر (من دائرة ري اربيل) في استنباط المعدل الشهري للبيانات الخاصة بنهر الخوصر حيث تم الاعتماد على هذه البيانات فقط لعدم وجود قراءات للفترة من1994 ولغاية 2004. يوضح الشكل (1)ادناه تجاور الحوضين مما يسهل تطبيق فرضية تماثلهما. لقد اختير خزان سد القائم (كدراسة حالة) لإيجاد السياسات التشغيلية المثلى له باستخدام النموذجين DDPوSDP.



الشكل (1) خارطة رقمية تمثل جابيتي نهر الخازر ونهر الخوصر

النماذج الرياضية

أ- نموذج البرمجة الداينمية المحددةDDP

تم تهيئة نموذج تشغيل خزان سد القائم باستخدام البرمجة الداينمية المحددة ذات الاتجاه الخلفي وباستخدام المعدل الشهري للجريان الوارد الى نظام الخزن لغرض إيجاد سياسة التشغيل المثلى له لكي تشكل هذه السياسة المستنبطة قاعدة مقارنة مع نظيرتها التي سيتم اشتقاقها باستخدام البرمجة الداينمية التصادفيةSDP.
تتمثل دالة الهدف الخاصة بالبرمجة الداينمية المحددة بالمعادلة ادناه:-

$$f_t^n(S_t, R_t) = \min[D_t(S(i), R(j)) + f_{t+1}^{n-1}(S_{t+1})] \quad \ldots\ldots(1)$$

إذ أن :

$$D_t(S(i), R(j)) = (S(i) - TS)^2 + (R(j) - TR)^2 \quad \ldots\ldots(2)$$

وطبقاً للمحددات :

$$S_{t+1} = S_t + I_t - R_t \quad \ldots\ldots(3)$$
$$R_t \geq d_t \quad \ldots\ldots(4)$$
$$D_s \leq S_t \leq A_s + D_s \quad \ldots\ldots(5)$$

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

حيث
TS :-كمية المياه التي يؤمل بقاؤها في الخزان وبوحدة (مليون متر مكعب).
TR :-كمية المياه التي يؤمل ضمان إطلاقها شهرياً من الخزان وبوحدة (مليون متر مكعب).
f_t^n:- مجموع الابتعاد والاقتراب عن الأهداف (TS & TR)في كلا المرحلتين الحالية والتالية.
n:-عدد الدورات.
t:- عدد المراحل (الأشهر) (stages).
D_t:-مجموع مربع اقل حيود عنTS & TR.
S(i):- حالات الخزين (i=1,k) .
R(j):- حالات الاطلاق (j=1,kk) .
S_t:- حجم الخزين الابتدائي في الفترة الزمنية (t)وبوحدة (مليون متر مكعب).
S_{t+1} :- حجم الخزين في الفترة الزمنية (t+1)وبوحدة(مليون متر مكعب).
R_t :- حجم الاطلاق في الفترة الزمنية (t)وبوحدة (مليون متر مكعب).
I_t :-الجريان الوارد الى الخزان خلال الفترة(t)مطروحاً منه التبخر في ذلك الشهر لمساحة سطحية للخزان تقابل الخزين الميت وبوحدة (مليون متر مكعب) .
d_t:- متطلبات أسفل الخزان في الفترة الزمنية(t).
A_s:- الخزين الفعال وبوحدة (مليون متر مكعب).
D_s:- الخزين الميت وبوحدة (مليون متر مكعب).

تهيئة مدخلات النموذجDDP

لغرض استنباط المعدل الشهري للتصريف المار بنهر الخوصر من بيانات نهر الخازر تطلب الأمر إيجاد معامل السيح السطحي الذي يعتمد على نوع التربة و الغطاء النباتي ورطوبة التربة الابتدائية فضلاً عن خصائص العاصفة المطرية.
بينت الدراسات السابقة التي تناولت تحديد معامل السيح السطحي لحوض نهر الخوصر اختلافاً واضحاً في تحديد هذه القيمةإذ اعتمد**[9]**قيمة لمعامل السيح السطحي مقدارها0.5. في حين استنتج**[10]**معادلة لحساب معامل السيح السطحي لهذاالحوض وذكر بأن هذا المعامل يتراوح بين(0.022 - 0.366)ولعمق مطر يتراوح(10.5 – 44.5) ملم. أما**[11]**فقدذكر بأن قيمة معامل السيح السطحي تتراوح(0.02 – 0.11)ولعمق مطر يتراوح(9 – 19)ملم.
تم في هذه الدراسة تبني الفرضية التالية :ان الحوض المغذي لخزان سد القائم يقع على خط مطري مقداره400 ملم تقريباًوقد افترضنا بأن10عواصف مطرية ستعطي هذا العمق السنوي على أساس أن كل عاصفة تعطي40 ملم كمعدل. وباستخدام العمق40 ملم والمعادلة التي توصل إليها**[10]**تم اعتماد القيمة0.35كمعامل سيح لحوض التغذية والتي تعتبرقيمة معقولة قدر تعلق الامر بهذه الدراسة. اذ يمكن تغيير قيمة هذا المعامل بسهولة في النماذج المقترحة اذا ما تطلب الامر ذلك.
تمثل المعادلة(6)طريقة ايجاد المعدل السنوي للتصريف المار بنهر الخوصر.

$$Q_1 = (r_c * A_r * A_t * 10^6)/(365 * 24 * 3600) \quad \text{..... (6)}$$

$$ratio = \frac{Q_1}{Q_2} \quad \text{..... (7)}$$

$$Q_f = Q_{av} * ratio \quad \text{..... (8)}$$

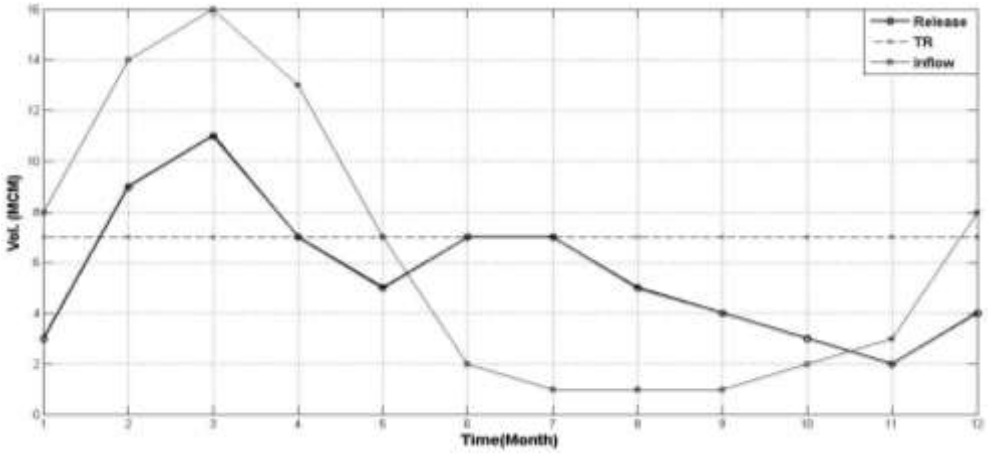
حيث
Q_1:- المعدل السنوي للتصريف المار بنهر الخوصر (m^3/sec).
r_c:- معامل السيح السطحي الخاص بحوض نهر الخوصر.
A_r:- المعدل السنوي للأمطار الساقطة على مدينة الموصل(m).
A_t:-مساحة الجابية الخاصة بحوض نهر الخوصر(km^2).
Q_2:-المعدل السنوي للتصريف المار بنهر الخازر(m^3/sec).
Q_{av}:-المعدل الشهري للتصريف المار بنهر الخازر(m^3/sec).
Q_f:-المعدل الشهري للتصريف المار بنهر الخوصر(m^3/sec).
ولغرض تثبيت سعة الخزين المثلى للخزان تم الاعتماد على البرمجة الخطية كما أعتمد على معدل الجريان الشهري الوارد الى الخزان ولمتطلبات الريالشهرية المثبتة على أساس ري مساحة قدرها4000 هكتار**[9]**وبالاعتماد على معادلة الموازنة المائية**[12]**.ولقد اتضحان حجم الخزين الفعّال الأمثل لهذه المعطيات هي23MCM(علما ان سعة الخزين الميت هي22 MCM) **[9]**.وإن حجم الخزين الفعال هذا هو الذي سيتم العمل عليه في هذه الدراسة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

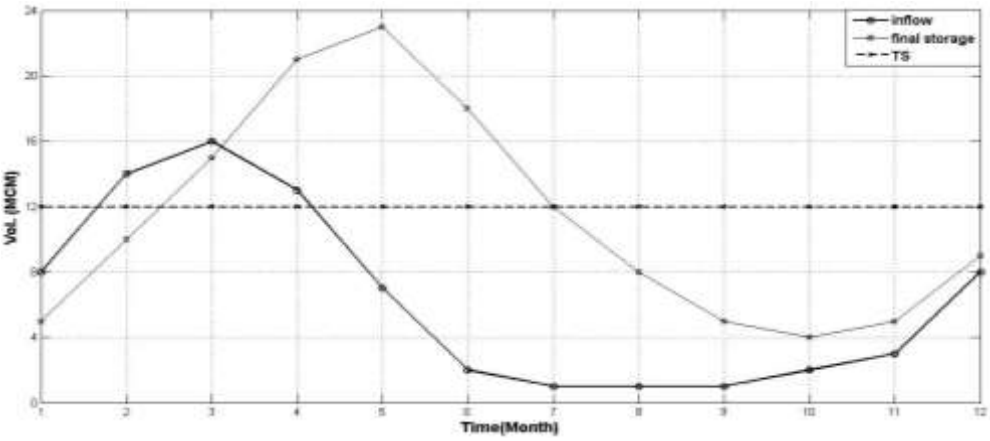
لقد برزت بعض التساؤلات حول تحديد كل من كمية المياه التي يؤمل ضمان إطلاقها شهرياً من الخزان(Target Release (TR)وكمية المياه التي يؤمل بقاؤهاشهرياً في الخزان(Target Storage (TS)حيث تمإجراء تحليل الحساسية على هذه المتغيرات وذلك باستخدام النموذجDDPوبالاعتماد على أعلى طلب في الجزء السفلي وعلى نصف حجم الخزين الفعّال كقيم اوليةوقد حدد قيمة كل من(TS=12 MCM & TR=7 MCM).ولم يتم سرد النتائج الخاصة بتحليل الحساسية نظراً لمحدودية المكان المتاح للبحث.

النتائج المستحصلة من نموذجDDP

تم إيجاد سياسات التشغيل المثلى للخزان تحت الدراسة بتطبيق نموذج البرمجة الداينميةالمحددةDDPوبالاعتماد على المعدل الشهري للتصريف المار بنهر الخوصر، وبتثبيت كل من(TS=12MCM & TR=7MCM). يبين الشكل(2)السياسة التشغيلية المثلى للخزان ممثلا بالإطلاقات لخزين ابتدائي فعال مقداره صفر. في حين ان الشكل(3)يمثل نفس السياسات التشغيلية ممثلةً بحالات الخزين. ومن الشكلين3و2ونظراً لعمل النموذج المحدد على اساس معدل الجريان الشهري فيمكن ملاحظة تقارباً واضحاً في الكميات (سواء كانت اطلاقاً ام خزيناً) التي تقع فوق وتحت خطي الاطلاق والخزين المأمولينTS،TR.



الشكل(2)السياسة التشغيلية المثلى معبراً عنها بحالات الاطلاقلخزان سد القائم ولخزين ابتدائي فعّال مقدار هصفر وباستخدامDDP.



الشكل(3)السياسة التشغيلية المثلى معبراً عنها بحالات الخزين النهائي لخزان سد القائم ولخزين ابتدائي فعّال مقداره صفر وباستخدامDDP.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ب- نموذج البرمجة الداينمية التصادفيةSDP

أما النموذج SDPفقد تطلب إعداد مصفوفة الاحتمالية الانتقالية (Probability Transition Matrix)للجريان الشهري الوارد إلى الخزان ،إذ تم تقسيم الجريان في كل شهر الى عدد مناسب من التقسيماتوبالاعتماد على مدى التصاريف المسجلة (أعلى وأقل قيمة للتصريف) حيث تم اقتراح أربع في البحث الحالي (زيادة التقسيمات تحتاج الى حسابات أكثر في حين قلة التقسيمات ستفوت الفرصة على وصف طبيعة الجريان).

$$P_{t,t+1} = \begin{array}{c|cccc} i \backslash j & 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline 0 & p_{00} & p_{01} & p_{02} & p_{03} \\ 1 & p_{10} & p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ 2 & p_{20} & p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ 3 & p_{30} & p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{array}$$

يدعى هذا النوع من المصفوفات بمصفوفة الاحتمالية الانتقالية لسلسلة ماركوف من الدرجة الأولى، اذ ان العنصر الذي ترتيبه (i,j) يمثل قيمة الاحتمالية p_{ij}وهي احتمالية انتقال التصريف من الحالة (i)في الفترة الزمنية (t) إلى الحالة (j) في الفترة الزمنية القادمة(t+1)**[10،13]**.

اذ ان :

$$p_{ij} = n_{ij} / \sum n_{ij} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

حيث

n_{ij} :- عدد مرات انتقال التصريف من الحالة (i) في الشهر(t) إلى الحالة(j)في الشهر (t+1).

$\sum n_{ij}$:- المجموع الكلي لعدد مرات انتقال التصريف من الحالة (i) في الشهر (t)إلى الشهر (t+1).

بالإمكان وصف نموذج البرمجة الداينمية التصادفية وبالاعتماد على مصفوفة الاحتمالية الانتقالية للجريان بدالة الهدف التالية :

$$f_t^n(S_t, I_t, R_t) = Min\left[D_t(S_t, I_t, R_t) + \sum_k (p_{I_t, I_{t+1}} * f_{t+1}^{n-1}(S_{t+1}))\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

حيث :

k:- الحالات التي يمكن أن يكون عليها الجريان في كل شهر.

ولتطبيق النموذجSDPتم حساب احتمالية انتقال التصريف من الحالة(i) إلى الحالة(j)لكل من اشهر السنة حيث تمثل هذه المصفوفة جوهر الفرق بينSDPو DDP. فعلى سبيل المثال فقد كانت مصفوفة الاحتمالية الانتقالية الخاصة بشهري كانون الثاني وشباط هي:-

$$P_{1,2} = \begin{array}{c|cccc} & 10 & 20 & 30 & 46 \\ \hline 6 & 0.4783 & 0.3478 & 0.1304 & 0.0435 \\ 12 & 0.2941 & 0.5294 & 0.1765 & 0 \\ 18 & 0.2500 & 0.2500 & 0.3750 & 0.1250 \\ 38 & 0.5000 & 0 & 0.5000 & 0 \end{array}$$

ولغرض توضيح كيفية الحصول على المصفوفة اعلاه نأخذ مثلاً 0.5294 والتي تمثل احتمالية قيمة الجريان التي مقدارها (20)في شهر شباط مشروطة بكون الجريان كان (12)في شهر كانون الثاني. حيث تم الحصول على هذه الاحتمالية بتطبيق المعادلة (9) وكما مبين ادناه :

$$n_{12,20} = 9$$

$$\sum n_{12,j} = 17$$

$$p_{12,20} = {}^{9}/_{17} = 0.5294$$

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تم استخدام هذه المصفوفات في إيجاد السياسات التشغيلية المثلى لخزان سد القائم بتطبيق نموذج البرمجة الدايمية التصادفية SDP وبعد تحديد كل من (TS & TR) لتطبيقها في معادلة (2) ولعدة محاولات. وكما مبين في الجدول-1 اذ ان أقل مربع حيد عن (TR) عند ثبوت (TS) والمساوية (11 MCM) هو المعيار في اختيار قيمة TR.

الجدول-1 يوضح طريقة تحديد (TR) ولعدة محاولات بثبوت قيمة (TS=11 MCM)

TR	Min. square deviation
7	3765
8	3557
9	3440
10	**3416**
11	3484

أما الجدول -2 فيبين المحاولات التي اجريت لتحديد قيمة (TS) عند ثبوت (TR=10 MCM).

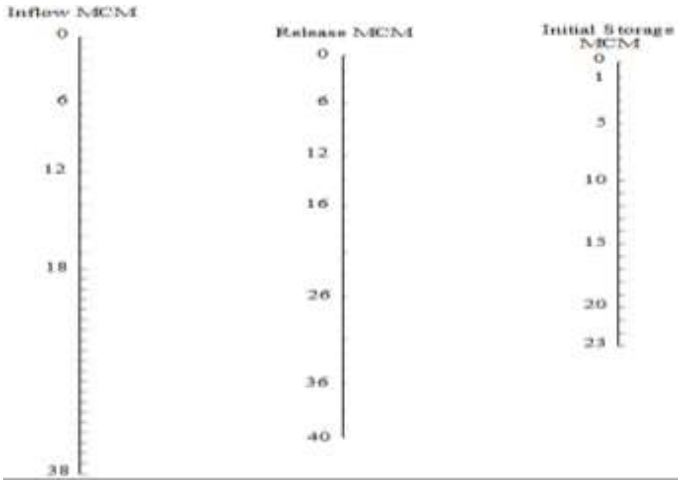
الجدول-2 يوضح طريقة تحديد (TS) ولعدة محاولات بثبوت قيمة (TR=10 MCM)

TS	Min. square deviation
11	**3416**
12	3423
13	3433

وبذلك فقد وقع الاختيار على كل من (TR=10 MCM& TS=11 MCM).

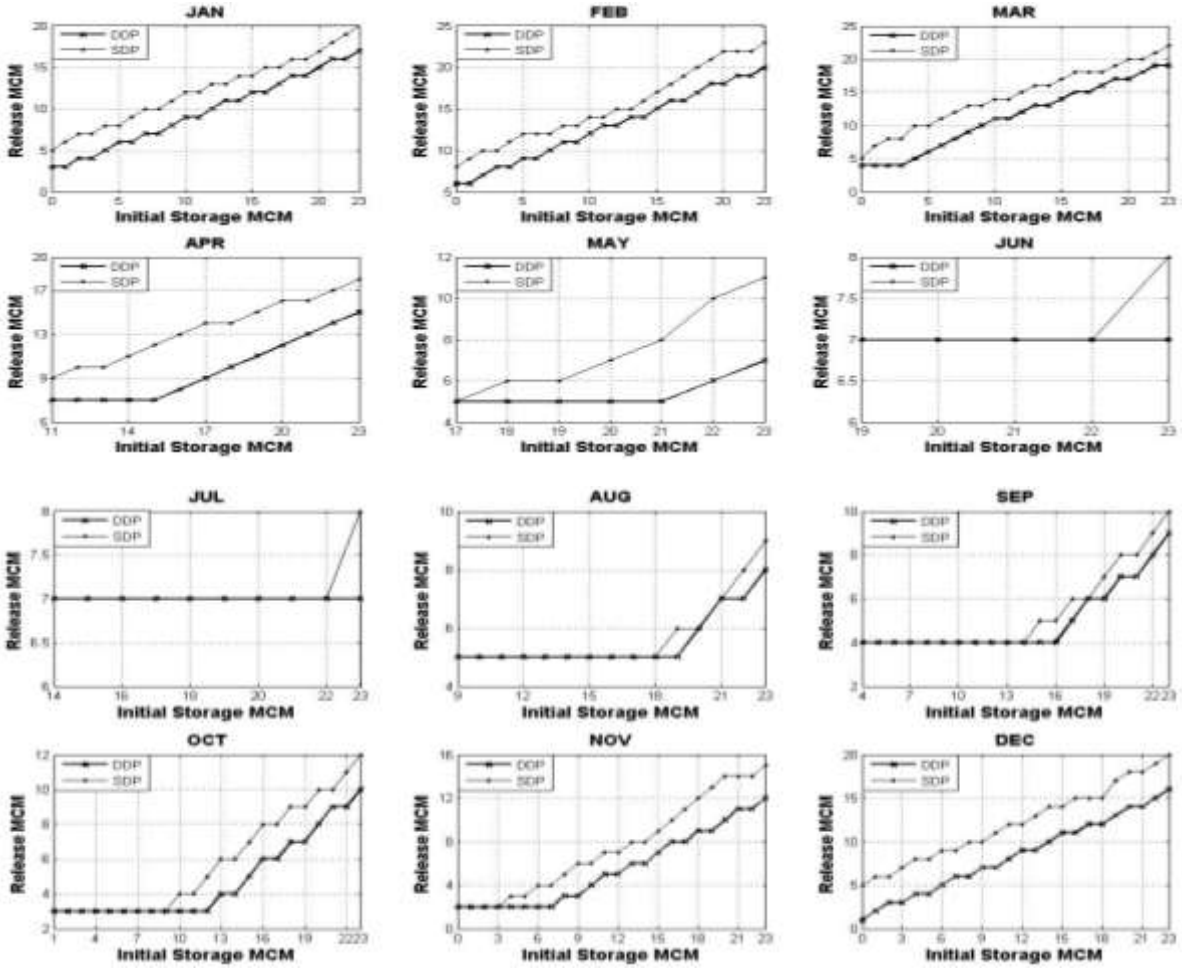
النتائج المستحصلة من نموذج SDP

لقد تم التوصل الى سياسات التشغيل المثلى لخزان سد القائم ولجميع اشهر السنة بتطبيق النموذج SDP. ونظراً لضخامة النتائج الجدولية المستحصلة والتي تعبر عن سياسات تشغيل الخزان لمجموعة من الخزين الابتدائي والبالغة 22 خزيناً ابتدائياً ولأربع حالات من الجريان فقد تم التعبير عن هذه النتائج بمخطط بسيط (Nomograph) ويبين الشكل(4) هذا المخطط لشهر كانون الثاني فقط حيث يبين انه وبمعرفة الخزين الابتدائي والجريان الوارد الى الخزان يمكن تحديد كمية المياه المراد اطلاقها والتي تمثل السياسة التشغيلية المثلى للخزان. ولغرض التعرف على سياسات التشغيل لجميع اشهر السنة فالأمر يتطلب بناء 12 مخططاً بالاعتماد على سياسات التشغيل التي يتم التوصل اليها بتطبيق النموذج المعني، فيما يعتبر الامر اكثر سهولة من استخدام الجداول الطويلة.



الشكل(4)يوضح مخطط بسيط (Nomograph)لسياسات التشغيل المثلى لخزان سد القائم ولشهر كانون الثاني فقط

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل(5)يبين سياسات الاطلاق لخزان سد القائم التي تم التوصل اليها بتطبيق النموذجينSDP & DDP

ان الشكل (5) اعلاهيبين مقارنة بين سياستي التشغيل التي تم احتسابها بالنموذجين SDP & DDP متمثلين بعملية الاطلاق من الخزان. ان ما يلاحظ من الشكل هو امكانية الحصول على سياسة تشغيل اكثر مرونة وامكانية رفع سقف الاطلاق من الخزان باستخدام النموذج SDP مقارنة مع تلك السياسة التشغيلية المحسوبة باستخدام النموذجDDP.

الاستنتاجات

يمكن القول بان النماذج التصادفية تعطي مرونة اكبر في تشغيل الخزان اكثر من نظيرتها المحددة وذلك لأنها تأخذ التغاير في الجريان الوارد الى الخزان بنظر الاعتبار.

إن تحديد كمية الخزين المأمول (TS)وكمية المياه المطلقة التي يؤمل إطلاقها من الخزان بشكل مستمر (TR)هي من المسائل المهمة والضرورية والتي حاول هذا البحث تحديد كل منهما بالاعتماد على تحليل الحساسية والذي تم إجرائه بعد بناء نموذج رياضي يعتمد البرمجة الدينمية سواءاً تلك المحددة او التصادفية. أضف الى ذلك، فان السياسات التي تم التوصل إليها بالاعتماد على النموذج التصادفي تعطي قيم اكبر للتصريف الخارج من السد عند مقارنتها مع نموذج البرمجة الدينمية المحددةحيث تمت المقارنة بين النموذجين بتثبيت قيمة الجريان الداخل للخزان واستنتاج قيمة التصريف الخارج من السد وكما مبين في الشكل (5) اعلاه، كما أن قيمة (TR) المستنتجة من النموذج التصادفي هي أكبر من قيمة(TR)المستنتجة من النموذج المحدد نظراً لاعتماد الأخير على معدل التصريف الوارد فقط

كما امكن بناء مخطط بسيط(Nomograph)لمخرجات النموذج التصادفي والمتمثلة بسياسات التشغيل للخزان تحت الدراسة ولمدى واسع من قيم الجريان الوارد وهذا يساعد المشغل في سهولة تحديد حجم الماء المطلوب اطلاقه.

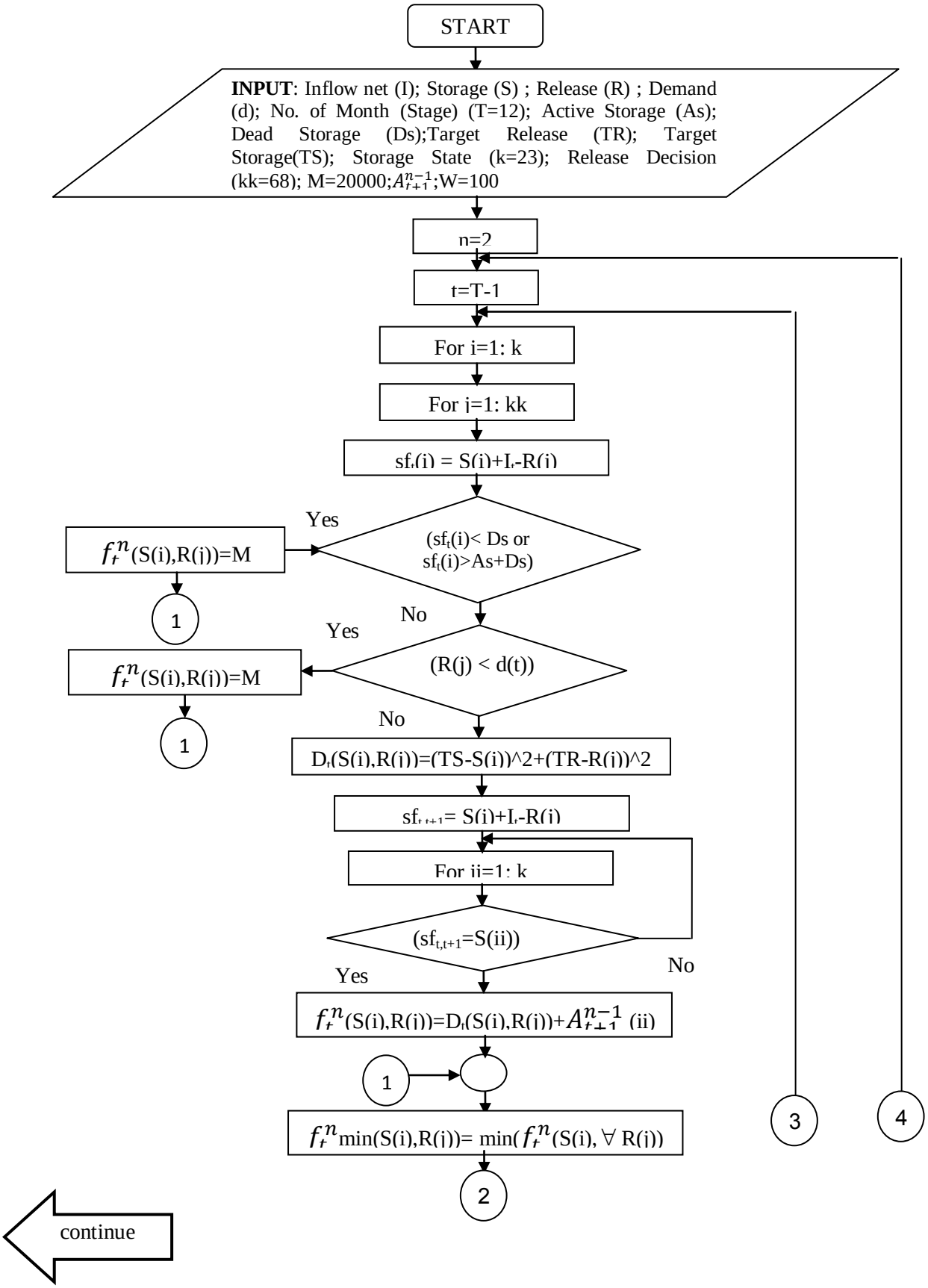
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المصادر

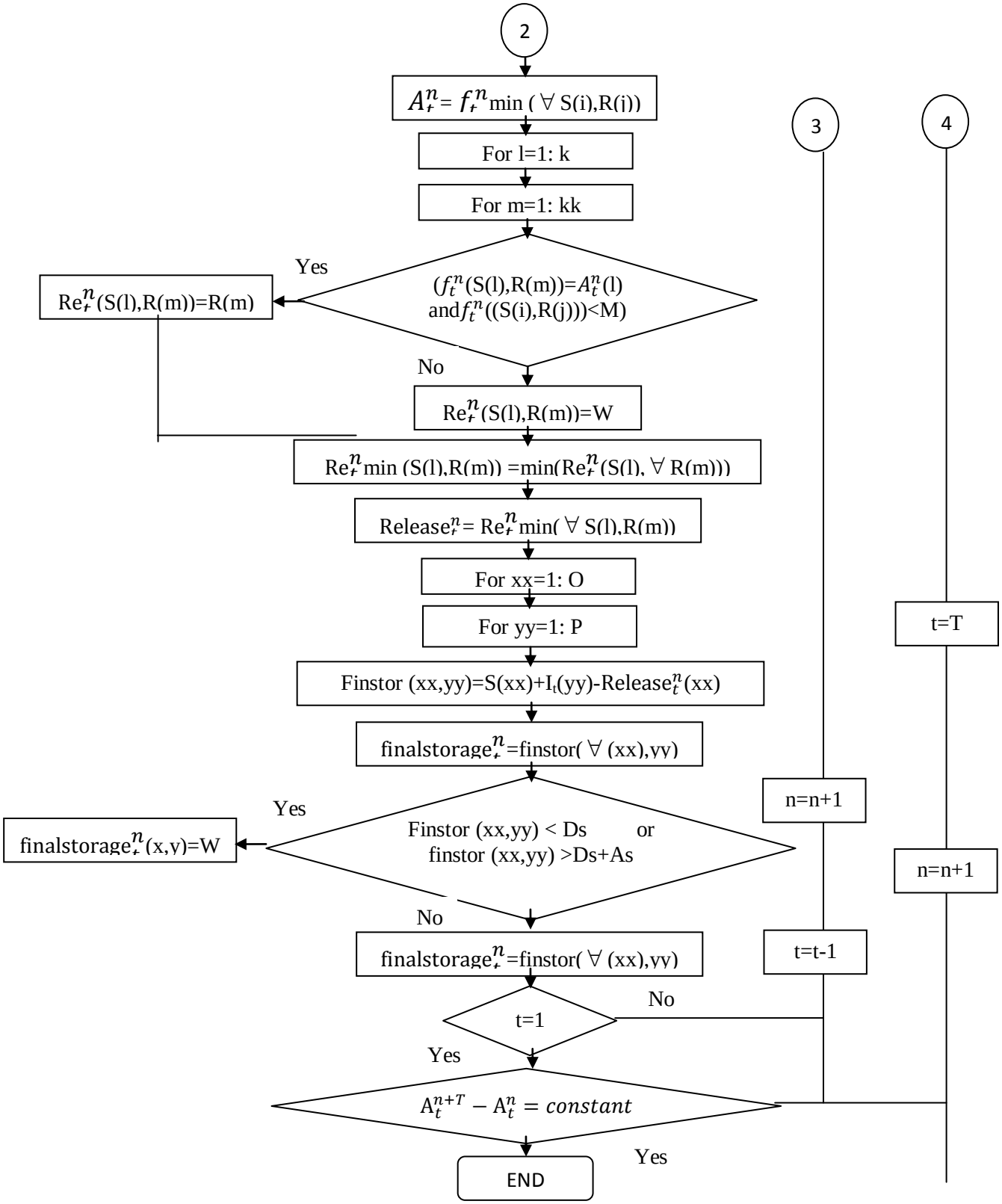
1. Xue-Zhen Li, Li-ZhongXu, Yan-Guo Chen, "**Implicit stochastic optimization with data mining for reservoir system operation**", In International Conference on Machine Learning and Cybernetics, ICMLC 2010, Qingdao, China, July 11-14, 2010, Proceedings. pages 2410-2415, IEEE, 2010.
2. الطائي، عدي يوسف ذنون،"**التشغيل الأمثل لخزانات مائية متعددة لتعظيم القدرة الكهربائية**"، رسالة ماجستير، قسم الموارد المائية، كلية الهندسة، جامعة الموصل،2006.
3. Loucks DP, J.R. Stedinger and D.A. Haith. "**Water resources systems planning and analyses**", Printice-Hall, New Jersey,1981.
4. Yeh, W. W-G., "Reservoir management and operation models : A state-of-the-art review.", Water Resources . Res. 12(21), 1797-1818,1985.
5. Al-Mohseen, K. A., "**Probabilities of Storage States of Real Time Reservoir System**", Journal of Al-Rafidain Engineering, Vol.(14), No.(3),2006.
6. Labadie, J. W., "**Optimal Operation of Multi-Reservoir Systems: State-of-the-Art Review**", ASCE, Journal of Water Resources Planning and Management, Vol. 130, No. 2,2004.
7. Lee, H. L., E. Brill, and J. C. Liebman, **'' Reliability of Reservoir Operation Under Hydrologic Uncertainty** ", Water Resource Center Research Report No. 207, University of Illinois, Urbana,1987.
8. Yakowitz, S. ,**''Dynamic Programming Application in Water Resources**". Water Resource Res.,18(4), 673-696,1982 .
9. Sogreah Consulting Engineer, "**Al-Qaim Dam planning Rep.**", Ministry of Irrigation , General Establishment Of Studies And Designs, 1982.
10. Alsadiq, Abdulghany A. H. and Rsheed, A. M. "**Surface Runoff Simulation Model for Khoser River Basin**", proceeding of the kick-off workshop of the (International Association of hydrological science (IAHS)),2002.
11. Mohammad, M. E. "**A conceptual Model for Flow and Sediment Routing for a Watershed Northern Iraq**", PhD, thesis, University of Mosul, Iraq,2005.
12. ألجبوري، كامل وحاجم، أحمد، "**السعة المثلى لخزانات السدود**"، المؤتمر الهندسي الثاني، كلية الهندسة العسكرية، بغداد - العراق، 1994.
13. رشيد ، انس محمود ، "**نموذج حاسوبي للتنبؤ بتصاريف منحني الانحسار لهيدروكراف الجريان الداخل لبحيرتي دوكان و دربنديخان**" ، مجلة تكريت للعلوم الهندسية، المجلد (17)، العدد (2)،2010.

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

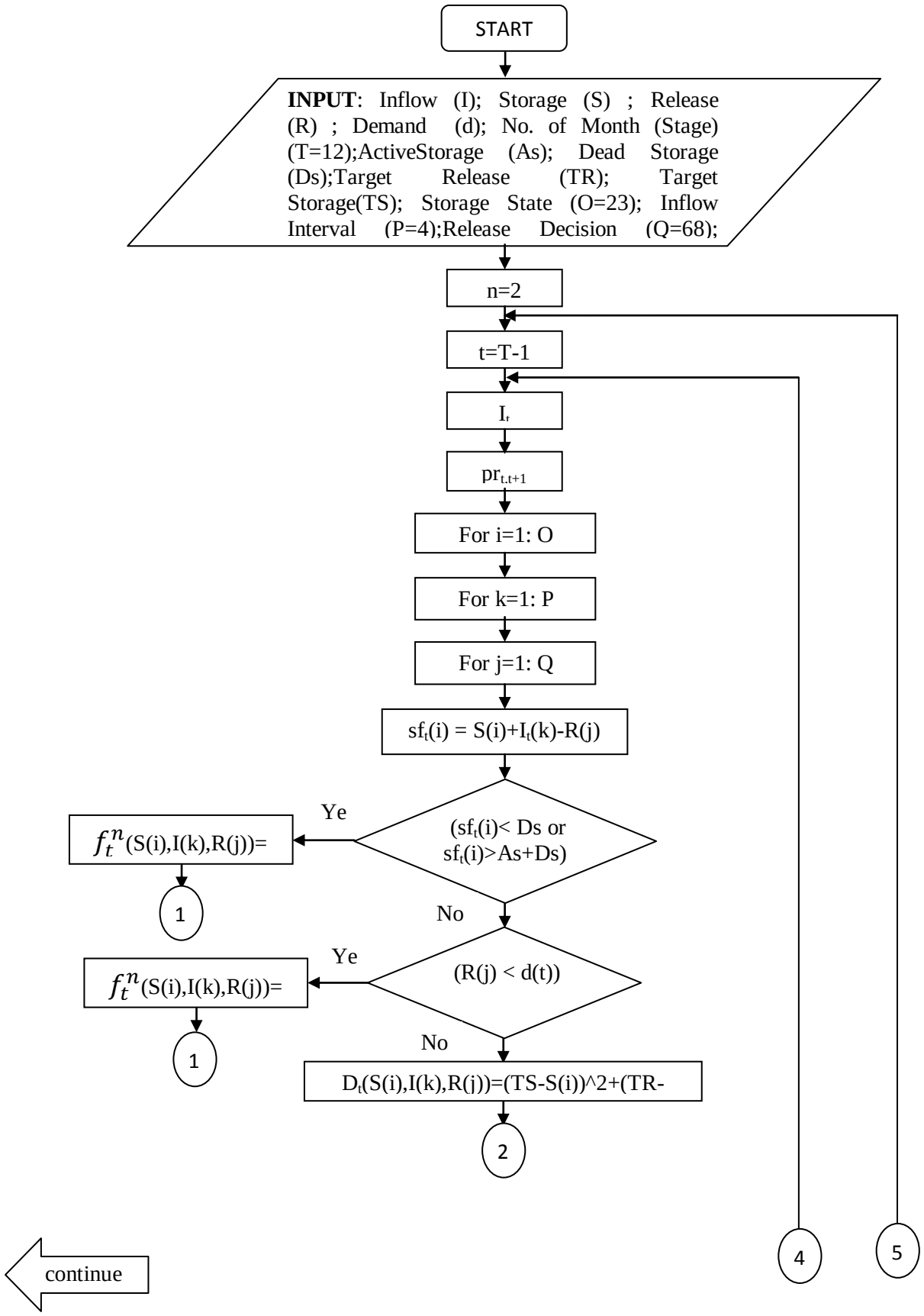


www.manaraa.com

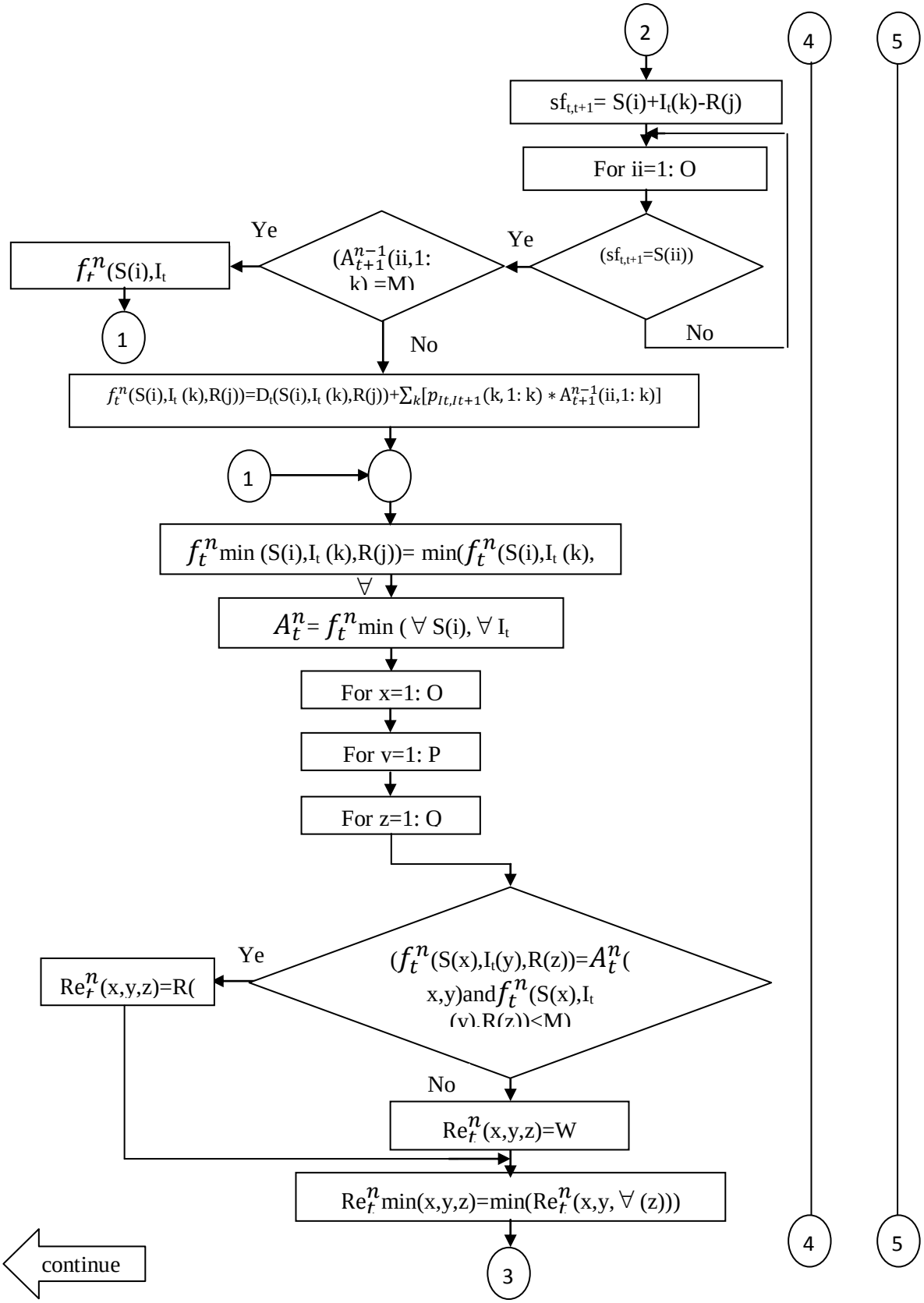


المخطط الانسيابي للبرمجة الداينمية المحددة DDP

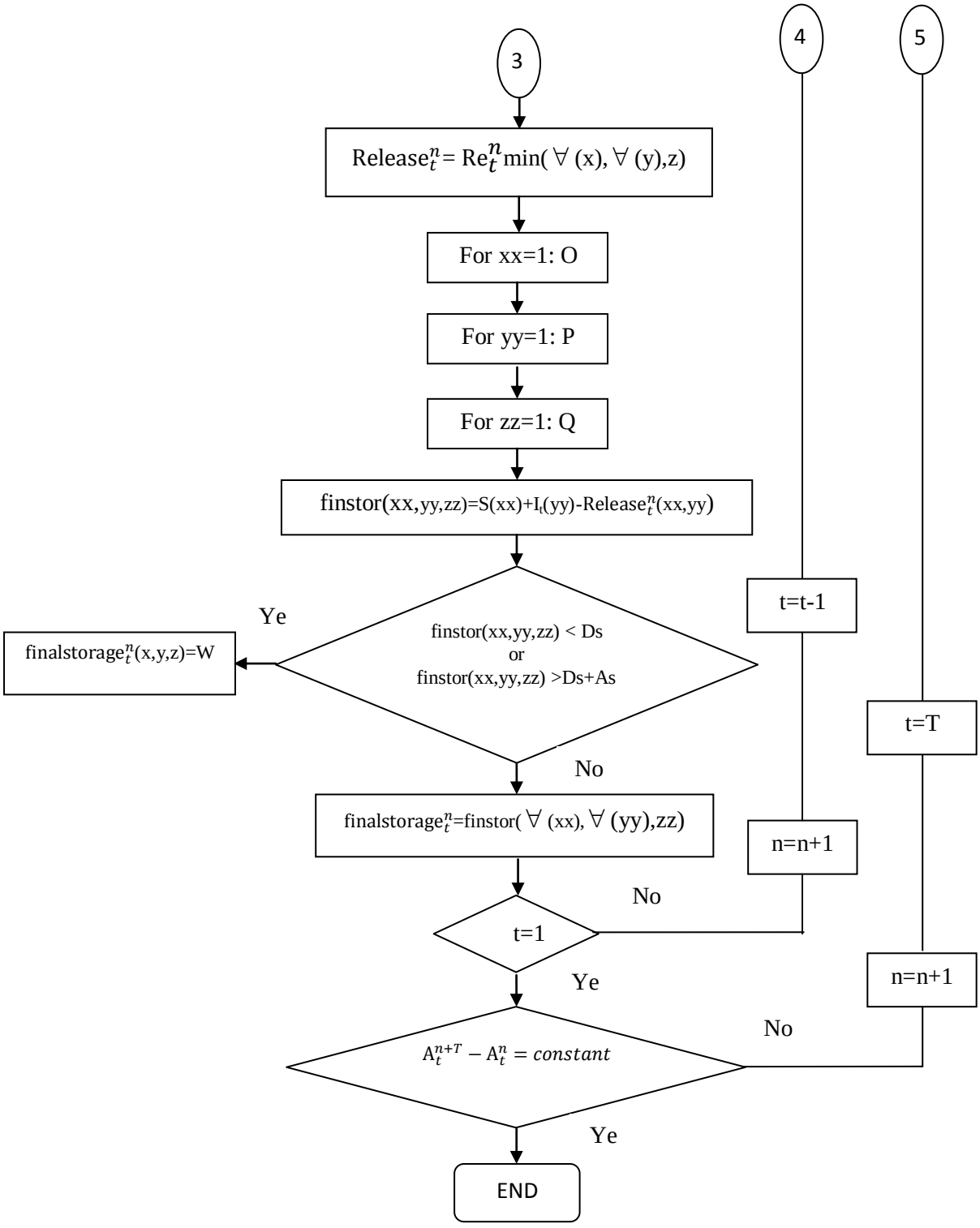
www.manaraa.com



www.manaraa.com



www.manaraa.com



المخطط الانسيابي لنموذج البرمجة الداينمية التصادفيةSDP

www.manaraa.com