تحقيق امثلية خوارزمية مستعمرة النمل في تصميم نظام التوزيع مع تطبيق عملي

أ.م.د. فارس طاهر حسن/ كلية الادارة والاقتصاد / جامعة بغداد
الباحث/ أماني صديق سعيد

المستخلص :

ان خوارزمية نظام النمل (A S A) من أوائل إصدارات خوارزميات مستعمرة النمل المستوحاة من سلوك افراد النمل الطبيعي في المستعمرة الواحدة في البحث عن الطعام والتي تعتبر نموذج من نماذج ذكاء السرب (S I) والذي ينتمي الى حقل الذكاء الاصطناعي (A I) ، تُستخدم هذه الخوارزمية لايجاد الحلول المثلى او التي تقترب من الامثلية لمسائل الامثلية التوافقية (C O P) والتي يصعب إيجاد الحلول لها باستخدم الطرائق التقليدية المعروفة مثل البرمجة الخطية والبرمجة غير الخطية وغيرها .

تم تطبيق وتوظيف هذه الخوارزمية في مجال إدارة الموارد المائية وذلك على سد وخزان حديثة والذي يعد من اهم السدود في العراق ، لغرض إيجاد نظام ذو كفاءة عالية لادارة السد وذلك بتحديد حجوم الخزن المثلى الشهرية للمياه داخل السد وحجوم التصاريف المثلى الشهرية للمياه الى خارج السد . وقد كانت مدة الدراسة خمسة سنوات مائية متألفة من ستين شهرا (٦٠) ابتداءاً من(١/تشرين الأول/٢٠٠٧) ولغاية(٣٠/أيلول/٢٠١٢) وكانت هذه البيانات سلاسل زمنية لحجوم الطلب الشهرية على المياه ، وحجوم التدفق الشهرية على المياه وحجوم التبخر الشهرية على المياه وحجوم الخزن الشهرية للمياه . وقد تم اقتراح نظام لادارة السد يضمن حجوم خزن شهرية داخل الخزان ضمن الحدود التصميمية وكذلك يضمن عدم الوصول الى عجز في المياه والذي يؤدي الى استخدام الوحدات التوربينية لتشغيل السد وهذا التشغيل الأمثل يؤدي الى الترشيد في استهلاك الطاقة الكهربائية وإمكانية توليد الطاقة الكهرومائية بشكل اكفأ من الوضع الحالي للسد. وقد تم عمل برنامج لتطبيق هذه الخوارزمية باستخدام الحزمة البرامجية (Matlab) .

المصطلحات الرئيسية للبحث / الامثلية – خوارزمية مستعمرة النمل – تشغيل خزان – نظام.

مجلة العلوم
الاقتصادية والإدارية
المجلد ٢١ العدد ٨٦
الصفحات ٦٤٦ـ ٦٧٤

*البحث مستل من رسالة ماجستير

١- المقدمة : [6]

تُعد خوارزميات مستعمرة النمل (A C As) Ant Colony Algorithms احد نماذج ذكاء السرب Swarm Intelligence Models اذ يشير هذا المصطلح الى النماذج التوافقية المستوحاة بواسطة انظمة الاسراب الطبيعية والتي يمكن درجها ضمن حقل الذكاء الاصطناعي ،ان امثلية خوارزميات مستعمرة النمل Ant Colony Optimization Algorithms (ACOAs) تعد من الخوارزميات التطويرية وهي تقنية حديثة جدا تستخدم لايجاد الحلول التي تخص مشاكل الامثلية التوافقية أي الامثلية المركبة (Combinatorial Optimization Problems) مثل المشاكل التي تخص التحكم بالتوزيع (Distribution Control Problems) .

فكرة هذه الخوارزمية مستوحاة من سلوك النمل الحقيقي في المستعمرة الواحدة في البحث عن الطعام وكيفية محاولة النمل ايجاد اقصر الطرق بين مستعمرتة (عشه) ومصدر الطعام حيث يقوم اولا باكتشاف مصدر الطعام وذلك بارسال عدد من النمل للبحث عن الطعام فيقوم النمل في بداية الامر باتخاذ مسارات عشوائية في البحث عن الطعام واثناء سير النملة تقوم بافراز مادة كيميائية تدعى مادة الفيرمون (Pheromone) وهي مادة قابلة للتبخر تفرزها النملة في طريق الذهاب والاياب حيث تساعدها هذه المادة للتعرف على الطريق الذي أتت منه لكي تتخذه طريقا للعودة حيث ان النمل لايمتلك حاسة الابصار وان هذه المادة تعد دليلا يسترشد به النمل في حالة اتخاذ هذا المسار كطريق لبقية النمل(افراد المستعمرة) للوصول الى مصدر الطعام ولتوضيح ذلك: ان النمل الذي يعود الى العش محملا بالطعام اسرع من غيره الشئ الذي يعطي اشارة الى ان المسار الذي اتخذه هو اقصر المسارات وهذا يكون في بداية تحديد مكان الطعام .

ان مادة الفيرمون تساعد النمل على استكشاف الطريق للعودة حيث يكون طريق العودة هو نفس طريق الذهاب ، وهذه المادة تساعد ايضا أفراد النمل الاخر على اكتشاف الطريق من العش الى المصدر عن طريق شم هذه المادة الكيميائية المتطايرة (اي القابلة للتبخر) وكلما كان تركيز هذه المادة في مسار معين عاليا كلما كان هذا المسار جيدا مما يجعل باقي النمل ينجذب طريق الذهاب والاياب بين العش والمصدر ، ولهذا تعد مادة الفيرمون المتحكم او المؤشر الرئيسي الذي يعتمد عليه النمل الحقيقي في اختيار المسار (ونقصد بالنمل الحقيقي هو النمل الموجود في الطبيعة) ،حيث اثبتت التجارب ان النمل الحقيقي يسلك المسار الذي يكون فيه تركيز الفيرمون عالي بغض النظر عن طول هذا المسار

٢- هدف البحث :

يهدف البحث الى تصميم نظام لغرض إيجاد الامثلية في إدارة وتنظيم عمل خزان سد حديثة وذلك باتخاذ القرارات التي تخص حجم المياه المخزونة داخل الخزان في كل شهر وفي ضوئها يتم احتساب حجوم التصريف الشهرية مع الاخذ بنظر الاعتبار الموازنة بين حجم الطلب على المياه الشهري وحجم التصريف الشهري أي تقليص الفرق بينهم قدر الإمكان (جعل عجز التجهيز بالنسبة للطلب اقل ما يمكن) ،هذه الدراسة تم تطبيقها في مدة زمنية محددة (ستون شهر). يضمن النظام المقترح حجوم خزن داخل الخزان في كل شهر بحيث تكون ضمن الحدود التصميمية للخزان .

ويتضمن الهدف المذكور انفا تقديم خوارزمية مستعمرة النمل بوصفها واحدة من احدث الخوارزميات وأكثرها تطورا في تحقيق الامثلية وذلك لقدرتها على إعطاء نتائج مثلى او اقرب ما تكون من الامثلية ولاسيما عند استخدامها في المسائل التوافقية المعقدة .

٣- نبذة تاريخية :

في عام ٢٠٠٢ ، قدم الباحث Merkle D. واخرون ، في بحثهم الموسوم "امثلية مستعمرة النمل لجدولة مشروع مقيد بالموارد الاولية " THE RESOURCE–Constrained Project Scheduling Problem ومختصرها(RCPSP) ، مشكلة جدولة مشروع مقيد المورد ، وهي مشكلة تحقيق امثلية لتقليص المدة الزمنية لجدولة أنشطة المشروع مع ضمان تحقيق قيود الاسبقية المعطاة بين الأنشطة وبشكل مقبول، وكذلك متطلبات الأنشطة المجدولة لكل مورد من الموارد الأولية ولكل وحدة وقت بحيث لا تتجاوز هذه المتطلبات قيود القدرة لكافة أنواع الموارد الاولية ، وتعد هذه المشكلة(RCPSP) هي مشكلة جدولة عامة وتشمل عدة مشاكل هي : Jop Shop و Flow Shop وكذلك Open Shop [10] .

في عام ٢٠٠٥ قدم الباحث R. M. Jalali واخرون ، بحثهم الموسوم "تشغيل خزان باستخدام خوارزميات امثلية مستعمرة النمل" ، لاقتراح خوارزميات امثلية مستعمرة النمل ACOAs في مسألة تشغيل خزان Dez الواقع في ايران ، حيث طبق الباحثون ثلاث أنواع من خوارزميات (ACO) وهي Ant System , The Ant Colony System Iteration– Best واخيرا Ant Colony System global –best وتم استخراج النتائج وتبين ان الخوارزمية Ant Colony System global –best هي التي حققت افضل نتائج مثلى . وأوصى الباحثون بضرورة ضبط قيم معلمات الخوارزمية وكذلك ضبط التناغم بين هذه المعلمات بشكل يحقق افضل النتائج حيث تبين من خلال التطبيق مدى حساسية هذا النموذج لقيم المعلمات. وان هذه الدراسة يمكن تطبيقها في حالة تعدد الخزانات أي وجود خزانين او اكثر[9] [8] .

وفي العام نفسه قدم الباحث ABBASI H. واخرون بحثا بعنوان "التصميم الأمثل لنظام نقل المياه بواسطة خوارزميات مستعمرة النمل" ،وذلك من اجل تصميم نظام امثل يضمن تخفيض تكاليف الانشاء والصيانة وكلف متطلبات الطاقة وغيرها من التكاليف [5] .

وفي السنة نفسها أيضا ، في مجال انظمة الطاقة الكهربائية، قدم الباحث Daniel L.C. واخرون في بحثهم الموسوم "إعادة تشكيل شبكة توزيع لتقليص الخسائر باستخدام خوارزمية نظام مستعمرة النمل " دراسة لاعادة تشكيل شبكة توزيع الطاقة الكهربائية للحد من الخسائر في نظم التوزيع وهي وسيلة مهمة جدا لتوفير الطاقة وذلك باستخدام خوارزمية نظام مستعمرة النمل[7] .

عام ٢٠٠٦ قدم الباحث Montgomery J. واخرون بحثا بعنوان "تمثيل حل لمشاكل جدولة محل عمل Job Shop باستخدام امثلية مستعمرة النمل " [11].

عام ٢٠٠٩ قدم الباحث Showkat F. F. بحثا بعنوان" استخدام منهج امثلية مستعمرة النمل لحل مشكلة جدولة مشروع مقيد بقيود الوقت مع وجود بدائل للانشطة " في مشكلة جدولة– اعادة جدولة أنشطة مشروع ، هناك اكثرمن طريقة (بدائل) متوفرة ، لتنفيذ هذه الأنشطة وكل طريقة تستغرق فترة زمنية معينة للتنفيذ ،مع متطلبات معينة من الموارد، إضافة الى وجود الاعتمادية بين هذه الطرائق لتنفيذ الانشطة [12] .

٤- الجانب النظري :

ان خوارزمية النمل المستخدمة في هذه الدراسة هي Ant System algorithm (ASA) والتي تعد من أوائل الإصدارات حيث ان هناك أصدارات عديدة لخوارزمية النمل وقد صممت وطورت من اجل ان تكون اكثر ملاءمة لحل مختلف المسائل ولاسيما المسائل التي تخص الامثلية التوافقية.[6]

قبل الدخول في تفاصيل الخوارزمية لابد من التعرف على بعض المفاهيم والمسميات المهمة في تطبيق هذه الخوارزمية :

a) **افراد النمل الاصطناعي** :-

كل فرد من افرد النمل الاصطناعي يمثل تجربة حل حيث يقوم كل فرد ببناء حل تجريبي ممكن واحد فقط .

b) b (**التكرارات** Iterations:-

داخل الخوارزمية عدد محدد من التكرارات يجب تحديده في مرحلة التهيئة ولكل تكرار عدد محدد من افراد النمل الاصطناعي هذا العدد ثابت في كل التكرارات وهو يساوي حجم التكرار نفسه .

c) **الخطوة** Step: -

الخطوة هي الانتقال من عقدة الى أخرى اثناء بناء حل معين وهذه الخطوة تعدا جزء من ذلك الحل ويمكن تمثيلها بالاضلاع (او الاقواس او الحافات او الوصلات او الاسهم) وكل ضلع يرتبط بعقدتين عقدة في بدايته وعقدة في نهايته (الاضلاع في بعض مسائل البائع المتجول مثلا قد تمثل المسافة بين مدينتين او الوقت او كلفة الوقوف المطلوبة بين مدينتين) .

d) **العقد** Nodes:-

العقد في الرسم البياني عادة تمثل المجال الذي يتم اختيار مكونات الحل منه (فضاء الحل) وهي عبارة عن نقاط اتخاذ قرار (تمثل قيمة لمتغير قرار) .

e) **مجموعة العقد الممكن اختيارها** :

يتم تعريفها او تصنيفها حسب المشكلة فعلى سبيل المثال ممكن ان تمثل مجموعة فئات حجوم الخزن للفترة الزمنية التي تلي الفترة الحالية في إدارة السدود والخزانات المائية التي نحن بصدد دراستها ،اما في مشكلة البائع المتجول Traveling Salesman Problem(T S P) تكون العقد عبارة عن المدن المجاورة بشرط ان تكون هذه المدن لم تتم زيارتها لحد الان ، بينما في مشكلة تقسيم وتقطيع الصورة (Image Segmentation problem) تكون العقد المجاورة عبارة عن ثمانية وحدات من البكسل pixel المتصلة او المحيطة بكل بكسل على المشبك المربع الثنائي الابعاد .

f) **الجولة** Tour:-

هي مجموعة مكونات الحل التي يختارها كل فرد من افراد النمل الاصطناعي اثناء بناء الحل الخاص بذلك الفرد ، ويتم بناء الجولة على شكل خطوات ، كل خطوة هي انتقال من عقدة الى أخرى (بشرط العقدة الجديدة تنتمي الى مجموعة العقد الممكن اختيارها) ، حيث يتم اتخاذ قرار بخصوص اختيار مكونات الحل ، وكما ان الجولة تبدأ بعقدة فانها أيضا تنتهي بعقدة .

g) **الدورة** Run :-

تعرف الدورة بانها كل مرة يتم فيها تنفيذ الخوارزمية واستخراج النتائج ، ويرمز لعدد الدورات بـ(R)، ان تنفيذ الخوارزمية لعدة دورات يتيح للخوارزمية استخراج قيم افضل للنتائج ،كما تساعد على التأكد فيما اذا كانت القيمة التي يتم بوصفها افضل قيمة هي بالفعل افضل قيمة ، وكذلك القيم المحددة للمعلمات هل هي افضل القيم ام لا .

لغرض حل أي مشكلة (مسألة) من مشاكل الامثلية التوافقية بواسطة خوارزمية مستعمرة النمل من الضروري تمثيل هذه المشكلة بمكوناتها والخيارات المتاحة لها على شكل رسم بياني لكي يسهل تصور الحلول الممكنة وكذلك يسهل تصوير عملية اختيار المكونات لكل حل والانتقال من مكون الى اخر وكل ذلك يكون ضمن المجال المحدد للمسألة (فضاء البحث للمسألة) الى ان يتم بناء ذلك الحل بشكل كامل ولذلك فان اول خطوة لحل مسألة معينة باستخدام خوارزمية مستعمرة النمل هو ان تُمثل مساحة الحل (فضاء الحل) بواسطة رسم بناء بياني موجه G(N,E) وذلك لكي يتمكن النمل من بناء الحلول على هذا الرسم في الخطوات اللاحقة ، بحيث يكون الرسم مكون من :-

N : مجموعة العقد حيث تمثل العقد نقاط اتخاذ القرار ، i=1,2,.......,N

E: مجموعة الاضلاع (الاقواس،الوصلات،الحافات) ، e=1,2,......,E [6] .

٤-١ قاعدة الانتقال من عقدة الى أخرى داخل الحل الواحد :- [6]

تقوم كل نملة بتوليد حل تجريبي ممكن واحد فقط بواسطة الحركة العشوائية للانتقال خلال العقد المجاورة في الرسم البياني . يساق النمل بواسطة قاعدة احتمالية للاختيار المتعاقب لمكونات الحل ، ان الحل المتولد من قبل كل نملة يتم انجازه عندما تكون جميع مكونات الحل قد اختيرت من قبل تلك النملة بمعنى اخر عندما تكمل النملة جولة كاملة (tour or path) على الرسم البياني للبناء يكون الحل قد تم بناؤه .

$$P_{ij}^{k}(t)=\begin{cases}\dfrac{[\tau_{ij}(t)]^{\alpha}*[\eta_{ij}(t)]^{\beta}}{\sum_{l\in\mathcal{N}_i^k}[\tau_{il}(t)]^{\alpha}*[\eta_{il}(t)]^{\beta}} , & j\in\mathcal{N}_i^k\\ 0 , & j\notin\mathcal{N}_i^k\end{cases} \quad ----(1-4)$$

P_{ij}^{k}(t) = دالة احتمالية ذات توزيع متقطع ، وتمثل القيمة الاحتمالية لانتقال فرد النمل الاصطناعي رقم k من العقدة الحالية i الى العقدة j داخل التكرار t .

$\mathcal{N}_i^k$ هي مجموعة العقد المسموح الانتقال اليها من قبل النملة رقم k عند العقدة الحالية رقم i.

ان فرد النمل الاصطناعي غير مسموح له الانتقال الى العقدة التي لاتنتمي الى مجموعة العقد المسموح الانتقال اليها ، ولهذا فان احتمال الانتقال الى عقدة لاتنتمي الى هذه المجموعة يساوي صفرا :-

$$P_{ij}^{k}(t) = 0 \ , \forall \ j \notin \mathcal{N}_i^k$$

$\tau_{ij}(t)$ كثافة الفيرمون على الضلع (i,j) في التكرار t .

$\eta_{ij}(t)$ هي دالة المعلومات الارشادية والتي سيتم الحديث عنها لاحقا .

l يرمز الى احدى العقد المسموح الانتقال اليها من العقدة الحالية i .

α و β هي معلمتان للتحكم بالاهمية النسبية لكمية الفيرمون ولقيمة دالة المعلومات الارشادية على التوالي ، وسيتم الحديث عن هذه المعلمتين بالتفصيل لاحقا .

ان امثلية خوارزمية مستعمرة النمل (ACOA) المستخدمة في هذا البحث هي ذات مجال (نطاق) متقطع ،حيث يقوم فرد النمل الاصطناعي بالاختيار الاحتمالي لمكون الحل (العقدة) الذي ينتمي الى مجموعة مكونات الحل المسموح بها (العقد المسموح بها) ، واضافته الى الحل الجزئي الحالي أي الذي يجري بناءه حاليا طبقا للمعادلة رقم (٤-١) المذكور انفا ، وهذا يعني اخذ عينات من التوزيع الاحتمالي المتقطع ،أي ان هذه المعادلة تؤدي الى اختيار العقد في الرسم البياني للمشكلة بشكل احتمالي ،حيث يتم بناء كل حل وذلك بالانتقال من عقدة الى أخرى قد تم اختيارها عن طريق هذا التوزيع الاحتمالي، وعبارة اخرى ان المجال او النطاق المحدد لمتغيرات القرار لهذا التوزيع هو مجال من النوع المتقطع .

وتسمى معادلة رقم (٤-١) قاعدة اختيار الفعل النسبي العشوائي Random Proportional Action Choice rule

(ان القاعدة المذكورة انفا (معادلة رقم (٤-١)) توجه حركة النمل من خلال سياسة القرار العشوائية على المستوى المحلي التي تعتمد بالاساس على معلومات الفيرمون والمعلومات الارشادية .

وبشكل عام فان قاعدة انتقال الحالة في كل عقدة تجهز طريق مباشر للموازنة ما بين استكشاف اضلاع جديدة ، وبين استغلال المعرفة السابقة والمتراكمة الخاصة بالمشكلة .

٤-٢ المعلومات الارشادية Heuristic Information :-[6]

ويرمز لها بالرمز $[\eta_{ij}]^{\beta}$ وتعرف بانها قيمة المعلومات التاريخية او الحدسية heuristic value للضلع الذي يحوي العقدتين i و j وهو موزون بالمعلمة β . وهذه المعلومات تخص المسار الذي يقدم معلومات مسبقة مجهزة بواسطة مصدر مختلف اخر غير افراد النمل ويختلف تمثيلها بحسب المشكلة، وهي دالة غير متزايدة في كلفة الحركة من العقدة i الى العقدة j وغالبا لاتتغير خلال تنفيذ الخوارزمية . على سبيل المثال، إذا كان الهدف هو تقليل التكلفة، فالرغبة في ضلع ما قد يمكن تعيينها بحيث تساوي معكوس التكلفة المرتبطة بذلك الضلع (مثلا الاضلاع ذات التكلفة ألارخص تكون هي المرغوب فيها اكثر أوذات المسافة ألاقصرهي المرغوب فيها اكثر) ، سيتم تعيين η يساوي معكوس طول الضلع .

وبأخذ هاتين الخاصيتين بالحسبان ، فان خوارزميات ACO توضح بشكل فعال الكشف عن مجريات الأمور باستخدام المعلومات التي تم تعلمها (ممثلة بكثافة الفيرمون) فضلا عن وجود تحيز نحو دمج الاضلاع التي هناك رغبة او استحسان وتفضيل لها اكبر (اي ان قيمة η أكبر) . وللتوضيح اكثر فان دالة المعلومات الارشادية لكل ضلع من اضلاع الرسم البياني قيمة ، و,تشترك مع الفيرمون في احتساب قاعدة الانتقال من عقدة الى أخرى لبناء الحل التجريبي الممكن لذلك يجب تحديد صيغتها في مرحلة التهيئة (وصيغة الدالة تختلف بحسب المشكلة قيد الدراسة) ويجب تحديد قيمها لكل الاضلاع في الرسم بشرط تحقيق القيود المحددة للمشكلة أي في حالة عدم تحقيق القيود لضلع معين فلن يتم احتساب دالة المعلومات الارشادية الخاصة بهذا الضلع ومن ثم فان العقدة التالية التي يتصل بها هذا الضلع سوف تستثنى من مجموعة العقد المسموح بها والتي تكون مرشحة للانتقال الى احداهن في تلك المرحلة اثناء بناء الحل التجريبي الممكن .

٤-٣الفيرمون :- [6]

تتمثل كمية مادة الفيرمون (المادة العطرية القابلة للتبخر او التطاير) داخل الخوارزمية للضلع (i , j) بالرمز τ_{ij} حيث ان لكل ضلع في الرسم يمتلك كمية من مادة الفيرمون علما ان قيمة اثر الفيرمون في البداية تماما وفي كل الاضلاع يساوي صفرا (τ_{ij} =0)، ،ولهذا سوف نحدد في البداية قيمة افتراضية ابتدائية صغيرة موحدة لجميع الاضلاع وهي $\tau_\circ$ ، تستخدم كمية الفيرمون على الاضلاع (مع دالة المعلومات الارشادية) في احتساب قاعدة الانتقال من عقدة لاخرى اثناء بناء الحل التجريبي الممكن ،وهناك اصدار حديث لـ (ACO) تكون عملية التحديث فقط للفيرمون الخاص بالاضلاع التي تم اجتيازها من قبل الافراد (النمل الاصطناعي) الذين قاموا ببناء افضل الحلول.

$\tau(t)$ هو معلومات الفيرمون او قيمة كثافة (تركيز)الفيرمون value intensity trail ، ولهذا فان $[\tau_{ij}(t)]^{\alpha}$= كثافة (تركيز) الفيرمون في القوس او الضلع الذي يحوي العقدتين i و j في التكرار رقم t ، وهذا موزون (مرجح) بواسطة المعلمة α .

تحديث كثافة اثر الفيرمون : يكون تحديث قيمة كثافة اثر الفيرمون على شكلين :-

a.التحديث المحلي اوالموضعي لكمية الفيرمون The Local Updating Rule :

تحديث الفيرمون المحلي يشمل جانبين الجانب الأول هو النقصان نتيجة التبخر والجانب الثاني هو الزيادة أي إضافة كمية من الفيرمون ، ويقصد بعبارة (المحلي ،الموضعي Locally) هو ان تحديث الفيرمون يكون لكل ضلع يتم اجتيازه اثناء بناء الحل أي لكل خطوة داخل الحل التجريبي الممكن الواحد وبعبارة أخرى بينما يقوم احد افراد النمل الاصطناعي ببناء جولته، يقوم أيضا بتحديث كمية الفيرمون في الاضلاع التي قام بزيارتها وذلك بتطبيق قاعدة التحديث المحلي وهي :

$$\tau_{ij(t)} \xleftarrow{step} \delta\tau_{ij(t)} + (1-\delta)\tau_\circ ----(2-4)$$

τ_o = قيمة أولية صغيرة ومتساوية في كل الاضلاع

$\tau_{ij(t)}$ = القيمة الحالية للفيرمون في القوس (i,j) عند التكرار t .

δ = معلمة التضبيط ، ١≥δ≥ ٠

والسهم $\xleftarrow{step}$ يشير الى الخطوة التالية .

ان هذه المعادلة تزود الضلع أي القوس (i,j) بتركيز الفيرمون الجديد الخاص به بحيث لو استخدم هذا الضلع مرة أخرى في حلول لاحقة سوف يكون تركيز الفيرمون يساوي المعادلة رقم (٤−٢) في اعلاه.

ومن الجدير بالذكر ان ليست كل انواع خوارزمية النمل يستخدم اجراء التحديث المحلي ،حيث ان خوارزمية النمل الإصدار المسمى Ant System (AS) ، فهذا الإصدار (AS) لايستخدم التحديث المحلي بل يكتفي فقط باجراء التحديث العالمي .

b. التحديث العالمي او الشمولي The Global Updating Rule : [6] [8] [9]

ان التوقيت الذي يتم فيه اجراء التحديث العالمي داخل الخوارزمية يختلف بحسب نوع او اصدار خوارزمية النمل ، ففي خوارزمية نظام النمل Ant System (AS) ، يتم اجراء التحديث العالمي لجميع الحلول داخل التكرار الواحد أي بعد الانتهاء من إنجازها بشكل كامل وقبل البدء بتكرار جديد .

اما في خوارزمية نظام النمل−افضل عالميا. (ACS_{gb}) Ant Colony System – Global Best (على سبيل المثال) يكون تحديث اثر الفيرمون على الحل الذي يخص فرد النمل الاصطناعي ذو افضل أداء خلال جميع التكرارات السابقة .

ان التحديث العالمي (الشمولي) :− هو تحديث الفيرمون عالميا (Globaly) ويشمل الجانبين التبخر والاضافة، والمقصود هنا بالعالمي حيث يكون التحديث للحل الأفضل على مستوى جميع التكرارت التي تم إنجازها الى حد هذه اللحظة من تنفيذ الخوارزمية اويكون التحديث لجميع الحلول وقبل البدء بتكرار جديد ، عند الانتهاء من الجولة بواسطة جميع افراد النمل في المستعمرة الواحدة فسنقوم بتحديث الأثر بالشكل العالمي وكالتالي :

$$\tau_{ij}(t+1) \xleftarrow{iteration} (1-\rho) * \tau_{ij}(t) + \sum_{k=1}^{m} \Delta\tau_{ij} \ , \quad \forall\, i,j \in A - - - (3-4)$$ [9]

حيث ان :

يقصد بالسهم iteration في المعادلة رقم (3−4) التكرار اللاحق

ρ = معلمة تمثل معدل التبخر (معدل خسارة الفيرمون) Evaporation Rate ،

حيث ان $0 \le \rho \le 1$

$(1-\rho)$ = معامل إصرار (استمرار او ثبات) الفيرمون $0 \le \rho \le 1$

A = جميع اضلاع الرسم البياني الخاص بالمشكلة .

m = عدد افراد النمل داخل التكرار الواحد .

$\Delta\tau_{ij}^{k}$ (t) = مقدار الفيرمون المضاف من قبل النملة رقم k للضلع الذي يحتوي على العقدتين i و j في التكرار رقم t ، ويحتسب كالتالي :

$$\Delta_{ij}^{k}(\mathrm{t})=\begin{cases}\frac{Q}{C^{k}(t)} & \text{if } (\mathrm{i,j})\in T^{k}(t) \\ 0 & \text{other wise}\end{cases} \qquad ---(4a-4)$$

$C^{k}(t)$ = قيمة الكلفة الكلية للجولة التي قام بها فرد النمل الاصطناعي رقم k في التكرار رقم t
وفي هذه الدراسة ممكن تمثيل الكلفة الكلية للجولة بدالة الهدف للجولة نفسها .

$T^{k}(\mathrm{t})$= الجولة رقم k في التكرار t، أي كل الاضلاع التي تمت زياتها من قبل فرد النمل الاصطناعي رقم k في التكرار رقم t .

Q = ثابت يتم اختيار قيمته بالاعتماد على نوع وطبيعة التطبيق وسيتم عد قيمته في هذه الدراسة تساوي واحد [8] [9] [13 page42] ، بحيث تكون المعادلة اعلاه كالتالي :

$$\Delta_{ij}^{k}(\mathrm{t})=\begin{cases}\frac{1}{C^{k}(t)} & \text{if } (\mathrm{i,j})\in T^{k}(t) \\ 0 & \text{other wise}\end{cases} \qquad ---(4\mathrm{b}-4)$$

٤-٤ دالة المطابقة Fitness Function :[8] [9]

هي مقياس لجودة الحل الذي تم توليده (بناؤه) ، و لكل حل تجريبي قيمة معينة لدالة المطابقة يتم احتسابها بعد الانتهاء من بنائه ، وتختلف صيغة هذه الدالة بحسب المشكلة قيد الدراسة كما ويجب تحديد صيغتها في مرحلة التهيئة ، وبواسطة هذه الدالة يتم المقارنة بين الحلول لاستخراج افضل حل على مستوى التكرارات السابقة من اجل اجراء التحديث العالمي عليه ومن ثم استخراج الحل الأمثل على مستوى جميع التكرارات .

٤-٥ دالة الهدف : [8] [9]

يتم تحديد صيغة دالة الهدف في مرحلة التهيئة وفي كثير من المسائل تكون معتمدة على صيغة دالة المطابقة كان تكون اصغر دالة مطابقة يتم الحصول عليها بواسطة تنفيذ الخوارزمية .

٤-٦ إيجاد الحل الأمثل لادارة السدود والخزانات المائية :

يتناول هذا البحث مسألة إيجاد منظومة جيدة لادارة احد السدود والخزانات المهمة ،حيث تشمل هذه الإدارة تحديد حجم المياه في الخزان لكل فترة وكذلك حجم التصريف (الاطلاق) الى خارج الخزان في كل فترة ، وكل ذلك يكون على طول فترة محدد من الفترات , وفي ضوء حجوم الطلب على المياه وحجوم التدفق للمياه الى الخزان و معدلات حجم تبخر المياه على طول هذه الفترة.

٤-٧ الشروع والتهيئة في استخدام خوارزمية مستعمرة النمل في هذه المسألة :

❖ تحديد المتغيرات [8] [9]

في معالجة أية مسألة لابد من تحديد المتغيرات الخاصة بها وهنا لدينا متغير يمثل حجم المياه في الخزان الذي سنرمز له بالحرف S ، ويعتبر هذا المتغير هو متغير قرار ، وهناك متغيرات أخرى مرتبطة مع هذا المتغير و هي : متغير حجم الطلب على المياه الخاص بالفترات الجزئية أي الاعمدة D(h) ومتغير حجم تدفق المياه الخاص بالفترات الجزئية I(h) ومتغير خاص بمعدل حجم تبخر المياه لكل شهر $loss_{ij}(h)$ ومتغير اخر (متغير معتمد) هو متغير حجم التصريف R(h) ، حيث ان h يمثل رقم العمود (رقم الفترة الزمنية الجزئية) .

h=1,2,...,Nh ، و Nh يمثل الفترة الزمنية الكلية.

❖ مفهوم الامثلية التوافقية في هذه المسألة واهمية الرسم البياني لها :

في خوارزمية مستعمرة النمل فان أي حل من الحلول التجريبية الممكنة والتي تقدمها الخوارزمية يكون عبارة عن عدد محدد من الخطوات وان عملية بناء أي حل يعني اختيار مكونات الحل في كل خطوة ،وبداية كل خطوة تمثل بداية فترة ، ونهايتها تمثل نهاية الفترة أي ان كل خطوة تبدأ بعقدة حالية وتنتهي بعقدة جديدة وان عدد الخطوات لكل حل يساوي Nh من الفترات الجزئية (الاعمدة).

ان مكونات الحل في كل خطوة تتمثل باختيار المكونات الخاصة بها والتي تتمثل بـ : فئة حجم الخزن للمياه الخاصة بالعمود الجديد (الفترة الجديدة) ، وعلى هذا الاساس يتم اتخاذ القرار حول حجم المياه التي يتم تصريفها لذلك العمود) [8] [9].

ان معيار جودة وامثلية الحل (وكما تم ذكره في الموضوع (٤-٤)) هي ان تكون قيمة مجموع مربعات انحراف قيم حجم الطلب عن قيم حجم التصريف اقل ما يمكن للفترة الكلية للحل (Nh عقدة حيث ان كل عقدة تنتمي لعمود معين يتم اختيارها بالتعاقب أي حسب تسلسل الاعمدة) [9] [8]، وبعبارة أخرى فان الحل الأمثل في هذه المسألة يتطلب وجود حالة من التوافق بين مكونات الخطوة الواحدة،إضافة الى وجود توافق بين كل خطوات الحل الواحد أي ان تتوافق مكونات الحل الواحد مع بعضها بعضا بحيث تجعل معيار الامثلية باقل قيمة ممكنة .

ومما تقدم يتبين ان هذه المسألة يمكن بل ومن الانسب عدها مسألة امثلية توافقية ولهذا فان تمثيلها وعرضها برسم بياني يكون مناسبا جدا ولاسيما اننا سوف نستخدم احدى خوارزميات مستعمرة النمل.

❖ انشاء رسم بياني للمسألة : [9] [8]

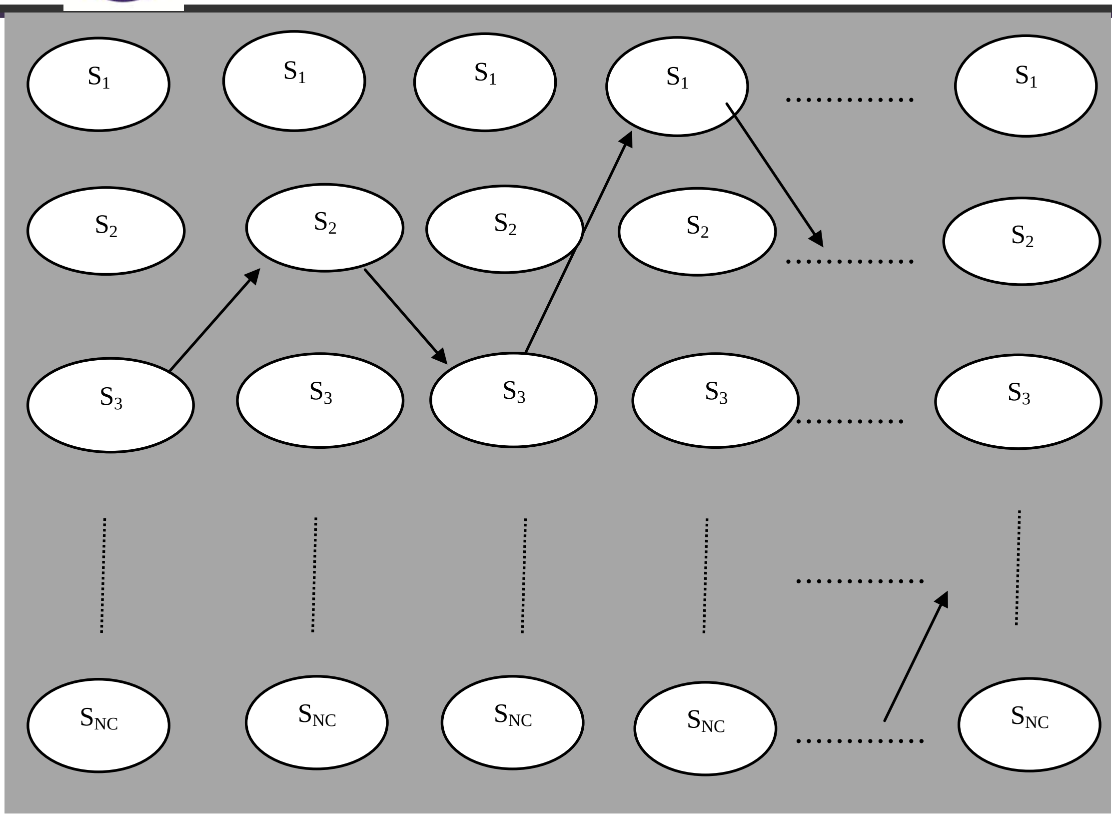
ان مثل هذه المسألة وكما ذكرنا تعد من المسائل الامثلية التوافقية والتي عند حلها باستخدام خوارزمية مستعمرة النمل يكون من المناسب جدا تمثيلها برسم بياني موجه يتكون من عدد من العقد والاضلاع G(N,E)، حيث ان العقد (عموديا في الرسم) تمثل فئات الاحجام المختلفة للخزن .

وان فئات الحجم تم تحديدها بحيث تتراوح بين اقصى حجم للمياه يمكن تخزينه في الخزان (أي اقصى حجم خزن تصميمي للخزان) وبين ادنى حجم للمياه يمكن تخزينه (أي الحجم التشغيلي التصميمي) في الخزان ولهذا فان اعلى فئة حجم ستساوي اقصى حجم ممكن للخزن وان اصغر فئة خزن ستساوي ادنى حجم للمياه واما الفئات المتبقية ستكون بين هاتين الفئتين علما ان الفرق بين اي فئتين متتاليتين يكون متساوي .

عدد الاعمدة يساوي Nh وهو طول الفترة الكلية كل عمود يحتوي على فئات الحجم نفسها أي ان الاعمدة لها العقد وعددها في كل عمود يساوي NC من العقد أي ان بيانات كل عمود تخص فترة زمنية معينة جزئية (يقصد بالجزئية أي هي جزء من الفترة الزمنية الكلية Nh) وان كل فترة تمتلك قيم معينة لمتغيرات الطلب والتدفق والتبخر ،الأسهم في الرسم (باتجاه واحد من اليسار الى اليمين) تستخدم لبناء الحل التجريبي لكل فرد من افراد النمل الاصطناعي وذلك بالانتقال من الفئة الحالية للحجم في عمود معين (أي في فترة زمنية جزئية معينة) الى فئة حجم اخرى موجودة في العمود الذي يلي العمود الحالي مباشرة بالنسبة لذلك الحل الذي يتم بناؤه، وبشرط تحقيق قيود الاستمرارية (وهي قيود المسألة) التي سوف يتم شرحها في فيما يأتي ،وسميت بقيود الاستمرارية لان عند تحققها يتم الاستمرارية في بناء الحل الواحد بالانتقال من عقدة الى أخرى .

كل عقدة أي كل فئة حجم في الرسم البياني تمثل نقطة اتخاذ قرار ،لتكن s_i تمثل فئة الحجم الاولي i في عمود معين ، $i = 1,2\ 3,4,\ldots,NC$ ، s_i يمثل العقدة الأولية للضلع (i,j)

لتكن s_j تمثل فئة الحجم التالي (حجم المياه المقرر اختياره) j في العمود التالي والمجاور، $j = 1,2$ $3,4,\ldots,Nh$ ، s_j يمثل العقدة النهائية للضلع (i,j)



الشكل رقم (١) يمثل الرسم البياني للمسألة المتكون من فئات الحجوم المتمثلة بالعقد ، العقد المرتبطة بالاضلاع تمثل مثال لخطوات حل تجريبي ،العقد في كل عمود تمثل فئات حجم الخزن المتاحة لكل عمود أي لكل فترة جزئية

❖ كيفية حساب حجم التصريف وتحديد قيود المسألة :_[9] [8]

ان عملية الانتقال من فئة حجم الى فئة حجم أخرى على طول الفترة الكلية Nh تتطلب اتخاذ قرار يخص تحديد حجم المياه المخزونة ومن ثم تحديد حجم التصريف و لكل فترة وهذا القرار يتطلب حساب قاعدة الانتقال معادلة رقم (٤-١) ولهذا يجب ان نقوم بما يلي :

أولا القيام بحساب حجم التصريف :

$$R_{ij}(h) = S_i - S_j + I(h) - loss_{ij}(h) \quad ----(5\text{-}4)$$

حيث ان :

$R_{ij}(h)$= حجم التصريف في الفترة الجزئية رقم h عند الانتقال من فئة حجم رقم i الى فئة حجم رقم j .

S_i = فئة حجم المياه رقم i المخزونة في الخزان .

S_j = فئة حجم المياه رقم j المخزونة في الخزان .

I(h) = حجم التدفق خلال الفترة الجزئية (العمود) رقم h .

$loss_{ij}(h)$ = معدل حجم تبخر المياه الحاصل خلال الفترة الزمنية الجزئية رقم h وعند الانتقال من فئة حجم خزن رقم i الى فئة حجم خزن رقم j .

حيث ان الفئة رقم i تابعة للفترة الجزئية (أي العمود) رقم h وان الفئة رقم j تابعة للفترة الجزئية (العمود) رقم

. h+1

ويما ان هناك طلب على المياه في كل فترة جزئية ،اذن يجب ان يكون هناك تصريف لكل فترة زمنية جزئية (أي لكل عمود) ولذلك فان حجم المياه التي يتم تصريفها لكل فترة زمنية جزئية يكون اكبر من الصفر كما في القيد الاتي :

$R_{ij}(h) > 0$ - - - -(6a−4)

ويما ان قيمة حجم التصريف تتأثر بفئة الحجم التالي التي تم اختيارها كما هو موضح في معادلة استخراج حجم التصريف رقم (٤−٥) التي تم ذكرها لهذا فيجب حساب حجوم التصريف لجميع الفئات الموجودة في العمود الذي تم اختياره و التي تحقق شروط الاستمرارية أي الفئات التي لاتحقق هذه الشروط تستثنى من حساب حجم التصريف ،وعلى سبيل المثال الشكل التالي يوضح احتساب حجم التصريف :

ان من المعروف، ان لكل خزان حجم تصميمي معين وقدرة معينة لاستيعاب المياه بمعنى ان حجم المياه الممكن خزنها يجب ان لاتتجاوز الحد الأقصى المسموح به للخزن ولا تقل عن حجم تشغيلي للمياه في الخزان (وهو اقل حجم فعال للخزن) ، حيث ان حجم المياه اذا زاد عن الحد الأقصى سيؤدي ذلك الى حصول فيضان في الخزان مما يؤدي الى خسارة المياه وحدوث اضرار جانبية فادحة (مثل تلف المحاصيل اوغرق المناطق الواقعة بالقرب من الخزان وما يترتب على ذلك من اضرار اخرى، فضلا عن الاضرار الفنية التي قد تحصل للخزان نفسه، واما في حالة تدني حجم المياه في الخزان الى اقل من الحجم التشغيلي فسيكون هذا الحجم غير فعال مما يشير الى عدم كفاءة الخزان ، ولهذا فمن الضروري ان تكون فئات حجوم الخزن المستخدمة في هذه الدراسة محصورة بين اقصى حجم تصميمي للمياه وبين الحجم التشغيلي الفعال التصميمي للمياه وكما في القيدين الاتيين :

$S_{min} \leq S_i \leq S_{max}$ - - - - -(6b−4)

$S_{min} \leq S_j \leq S_{max}$ - - - - -(6c−4)

S_{max} = اقصى حجم ممكن للخزن (ويمثل قيمة اعلى فئة حجم للخزن في هذه الدراسة)

S_{min} = ادنى حجم ممكن للخزن (ويمثل قيمة ادنى فئة حجم للخزن في هذه الدراسة)

القيد الاتي :

$I(t) > S_i - S_j - loss_{ij}(t)$ ------(6d−4)

هذا القيد رقم (6d−4) يشير الى انه لايمكن الانتقال الى حجم خزن اكبر الا في حالة ان يكون التدفق اكبر من الفرق بين (حجم الخزن الحالي وحجم الخزن التالي ومعدل التبخر للمياه) .

[8] [9] $S_1 = S_{Nh+1}$ - - - - -(6e−4)

القيد (6e−4) يشير ان فئة الخزن للشهر رقم Nh+1 هي الفئة نفسها التي تم اختيارها للشهر رقم h=1 (التابعة للعمود الأول) أي هي نفس عقدة البدء للحل الحالي وهذا يعني ان كل حل ينتهي بنفس عقدة البدء الخاصة به ، وهذا يمكننا من حساب حجم التصريف للشهر الأخير من الفترة الكلية للحل (أي حجم التصريف للشهر رقم h=Nh) ، حيث ان كل خطوة في الحل تتطلب تحديد فئة حجم الخزن التالية (أي فئة حجم الخزن للشهر التالي) وللتوضيح اكثر فان حساب حجم التصريف للشهر رقم h=Nh يكون بالشكل التالي :

$$R_{ij}(h=Nh) = S_i - S_j + I(h=Nh) - loss_{ij}(h=Nh)$$

حيث ان : S_i تابعة للشهر الحالي رقم h=Nh

S_j تابعة للشهر التالي رقم Nh+1

❖ تحديد صيغة لدالة المعلومات الارشادية : [8] [9]

دالة المعلومات الارشادية تتم صياغتها هنا هي معكوس مربع الفرق بين حجم التصريف للمياه و حجم الطلب على المياه ، أي يتم تحديدها لهذه المشكلة على اعتبار المعيار هو ادنى عجز في التجهيز

$$\eta_{ij}(h) = 1/\left(\left[R_{ij}(h) - D(h)\right]^2 + c\right) - - - - (7-4)$$

$\eta_{ij}(t)$ = قيمة المعلومات الارشادية في حالة الانتقال من فئة حجم مياه في الخزان فئة i الى فئة حجم المياه في الخزان فئة j ، يتم حساب المعلومات الارشادية لكل فئات الخزن التي تحقق قيود الاستمرارية .

c = قيمة صغيرة لتفادي القسمة على صفر في حالة تساوي الطلب مع الاطلاق (التصريف) أي في حالة $R_{ij}(h) = D(h)$.

i=1,2,...NC, j=1,2,....NC ,h=1,2,...,Nh

h= رقم الفترة الزمنية الجزئية (رقم العمود).

❖ دالة المطابقة Fitness Function :

انطلاقا من هدفنا الأساسي في استخدام هذه الخوارزمية وهو الإدارة الجيدة للخزان والمتمثلة باتخاذ القرار حول حجم المياه التي يتم خزنها في الخزان لكل فترة (عمود) وكذلك حجم المياه التي يتم تصريفها لكل فترة ، و يكون هذا كله على ضوء حجم المياه الواردة (المتدفقة) الى الخزان وحجم المياه المطلوب تزويديها من قبل الخزان خلال كل فترة فضلا عن معدل حجم التبخر الحاصل في المياه لكل فترة.

ان الموازنة الجيدة ما بين الطلب على المياه والتصريف الفعلي للمياه لفترة هواهم مؤشر على كفاءة إدارة الخزان ، ولهذا فان الفرق بين الطلب والتصريف لعمود معين يجب ان يكون صغيرا الى اقصى حد ، هذه الدراسة سوف تكون لسلسلة زمنية محددة هي Nh فترة أي اننا نحاول تقليص الفرق بين الطلب والتصريف لفترة زمنية طولها ستين عمودا وليس لعمود واحد فقط وهذا يتطلب اتخاذ قرار بخصوص حجم المياه التي يتم تصريفها في كل فترة على طول كامل الفترة (Nh). [8] [9]

وبعبارة أخرى فاننا سوف نعتبر ان (مجموع مربع الانحراف المعياري لكمية المياه المطلوبة عن كمية المياه التي يتم تصريفها) هو المؤشر الحقيقي الذي نستدل به على كفاءة أي حل من الحلول التجريبية الممكنة عند تنفيذ الخوارزمية وسوف نعده (هذا الانحراف المعياري) هو دالة المطابقة داخل الخوارزمية أي انه يمثل معيار الامثلية ، اذن دالة المطابقة هي عبارة عن مجموع مربع الانحراف المعياري Total Sequare Deviation (TSD) لكمية المياه المطلوبة في الفترة عن كمية المياه التي يتم تصريفها في نفس الفترة ،حساب دالة المطابقة لكل فرد من افراد النمل (أي لكل حل تجريبي ممكن) وذلك بعد الانتهاء من بناء الحل واستيفاء جميع مكوناته ، فمثلا دالة المطابقة للنملة رقم ***k*** (أي للحل التجريبي الممكن رقم ***k***) يكون كالتالي :

$$TSD^k = \sum_{h=1}^{Nh} [R^k(h) - D(h)]^2 \quad ----(7a-4)$$ [8] [9]

$R^k(h)$ = التصريف في الفترة h تم اعتماده من قبل فرد النمل الاصطناعي رقم ***k*** .

$D(h)$ = حجم الطلب على المياه خلال الفترة الجزئية (العمود) رقم h .

Nh = الفترة الكلية وتساوي العدد الكلي للاعمدة

h = رقم العمود (رقم الفترة الجزئية) ، h= $1,2,\ldots\ldots, Nh$

ان أهمية دالة المطابقة تكمن في انها تقيس مدى جودة الحل الذي أنجزته النملة رقم ***k***

حيث انه كلما كانت قيمة هذه الدالة صغيرة كلما عظمت جودة الحل كونها تقيس مقدار مجموع الفروقات الحاصلة ما بين الطلب على المياه والتجهيز(التصريف) وكلما كان الفرق قليل كلما كانت ادارة الخزان جيدة وفعالة لقدرة الخزان على تلبية الحاجة للمياه بشكل مرضي خلال الفترة الكلية(Nh) والذي يمثل جولة واحدة حيث كل فرد من النمل يقوم بأداء جولة واحدة طولها يساوي طول الفترة الكلية (Nh) لينجز لنا حلا تجريبيا واحدا ممكننا .

ولتحديد مدى (او نطاق) معين لقيم دالة المطابقة ،نستخدم نموذج للتطبيع (Normalized form) وذلك بالقسمة على اعظم طلب حاصل على طول الفترة الزمنية الكلية للمياه ويرمز له D_{max} وكما يأتي :

$$TSD^k = \sum_{t=1}^{NT} [(R^k(t) - D(t))/D_{max}]^2 \quad ---(7b-4)$$

[8] [9]

❖ تحديد صيغة لدالة الهدف : [8] [9]

ان دالة الهدف هنا ممكن تمثيلها بانها اصغر مجموع مربع انحراف معياري (اصغردالة مطابقة) :

Objective function = Min $TSD^k \quad ----(8a-4)$

$$\text{Min } TSD^k = \text{Min } [\sum_{t=1}^{NT} \left[\frac{R^k(t)-D(t)}{D_{max}}\right]^2 \;] ---(8b-4)$$

أي ان فرد النمل الاصطناعي رقم ***k*** (الحل التجريبي الممكن رقم ***k***) الذي يمتلك اصغر دالة مطابقة هو الذي يمثل الحل الأمثل .

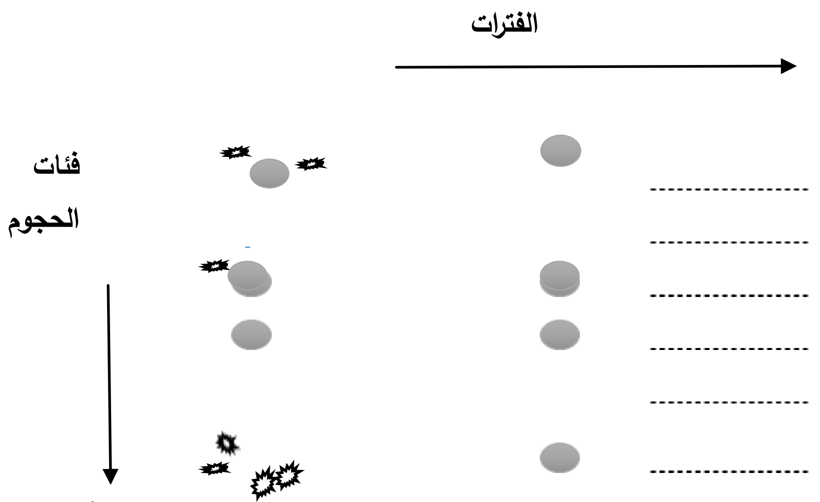
❖ تحديد عدد افراد النمل الاصطناعي (عدد الحلول التجريبية الممكنة) في كل تكرار وتحديد عدد التكرارت في كل دورة وتحديد عدد الدورات .

❖ تحديد قيم معلمات الخوارزمية المناسبة لهذه المسألة ،حيث ان لكل مسألة قيم معينة للمعلمات تؤثر بشكل كبير في الحصول على نتائج جيدة وخاصة فيما يتعلق بقيمة دالة المطابقة (معيار الامثلية) وقيمة دالة الهدف ، والمعلمات هي : معلمة التحكم بأهمية الفيرمون النسبية α ، ومعلمة التحكم بأهمية المعلومات الارشادية النسبية β، ومعلمة معدل تبخر الفيرمون ρ ،وعدد افراد النمل في كل تكرار وعدد التكرارات في الدورة الواحدة .

❖ التوزيع العشوائي لافراد النمل الاصطناعي :

يتم توزيع افراد النمل الاصطناعي في بداية كل تكرار على عقد البدء في الرسم البياني ويكون التوزيع بشكل عشوائي منتظم ،هذا التوزيع يجهز كل فرد بعقدة البدء الخاصة بحله التجريبي الممكن ، ويضمن هذا التوزيع التنوع في مكونات الحلول ومن ثم الحصول على حلول مختلفة ،ولكن هناك بعض المسائل لاتتطلب تحديد عقد البدء لافراد النمل الاصطناعي بل تكتفي بعقدة بدء موحدة لجميع الافراد الا انها تقتضي وجوب تنفيذ اجرء التحديث المحلي الخاص بالفيرمون [8,page10].

وفي هذه الدراسة فقبل البدء والشروع ببناء الحلول التجريبية الممكنة ،في بداية كل تكرار يتم توزيع افراد النمل (المحدد عددهم مسبقا) توزيعا عشوائيا منتظماً على عقد العمود الأول في الرسم البياني أي على مختلف فئات حجوم الخزان التابعة للعمود رقم واحد ، هذا التوزيع يحدد عقدة البدء التي يبدأ بها فرد النمل الاصطناعي حله التجريبي الممكن أي ان هذه العقدة هي عقدة بداية جولته ،الشكل التالي يوضح مثال للتوزيع العشوائي لافراد النمل الاصطناعي على عقد البدء.

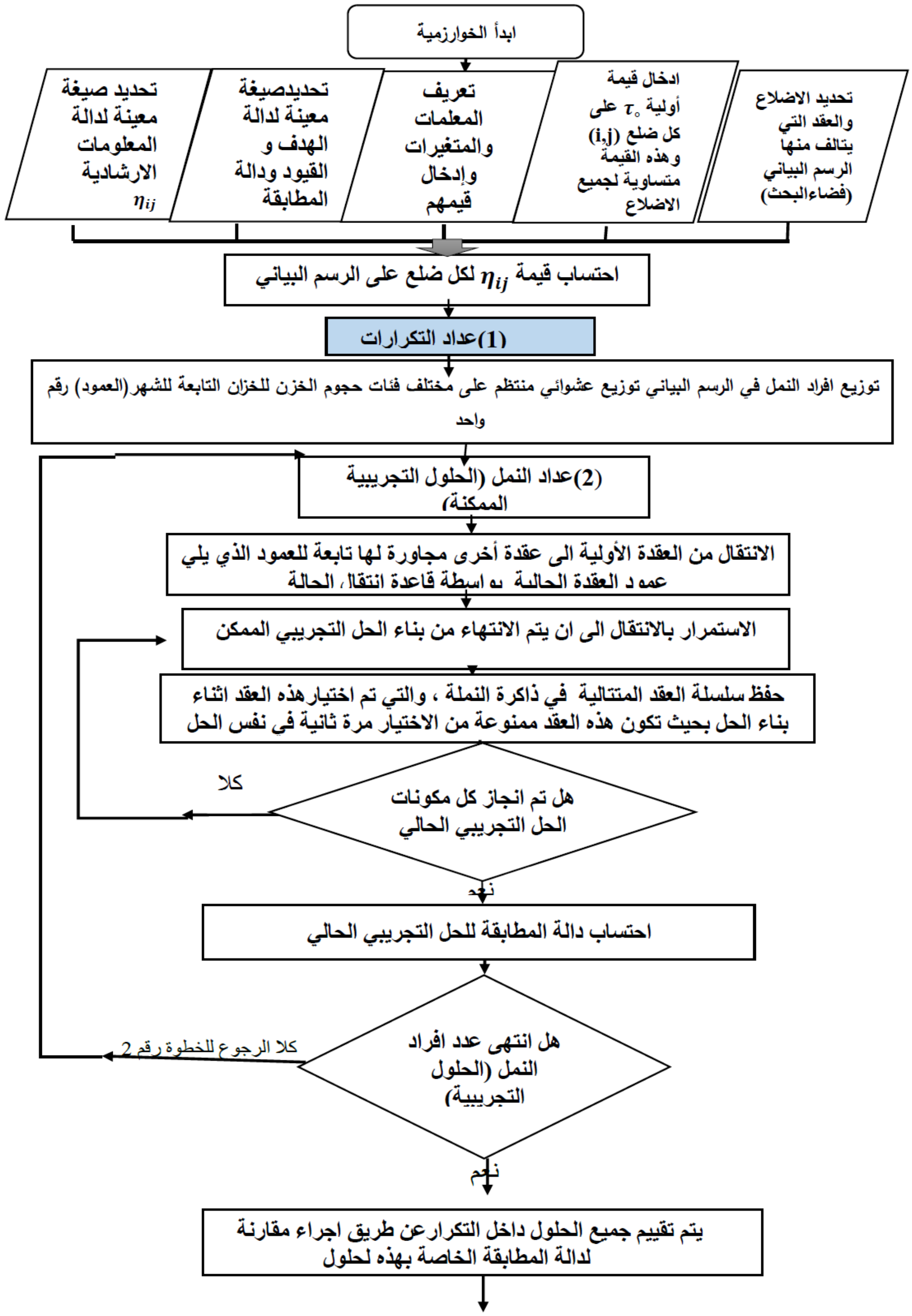


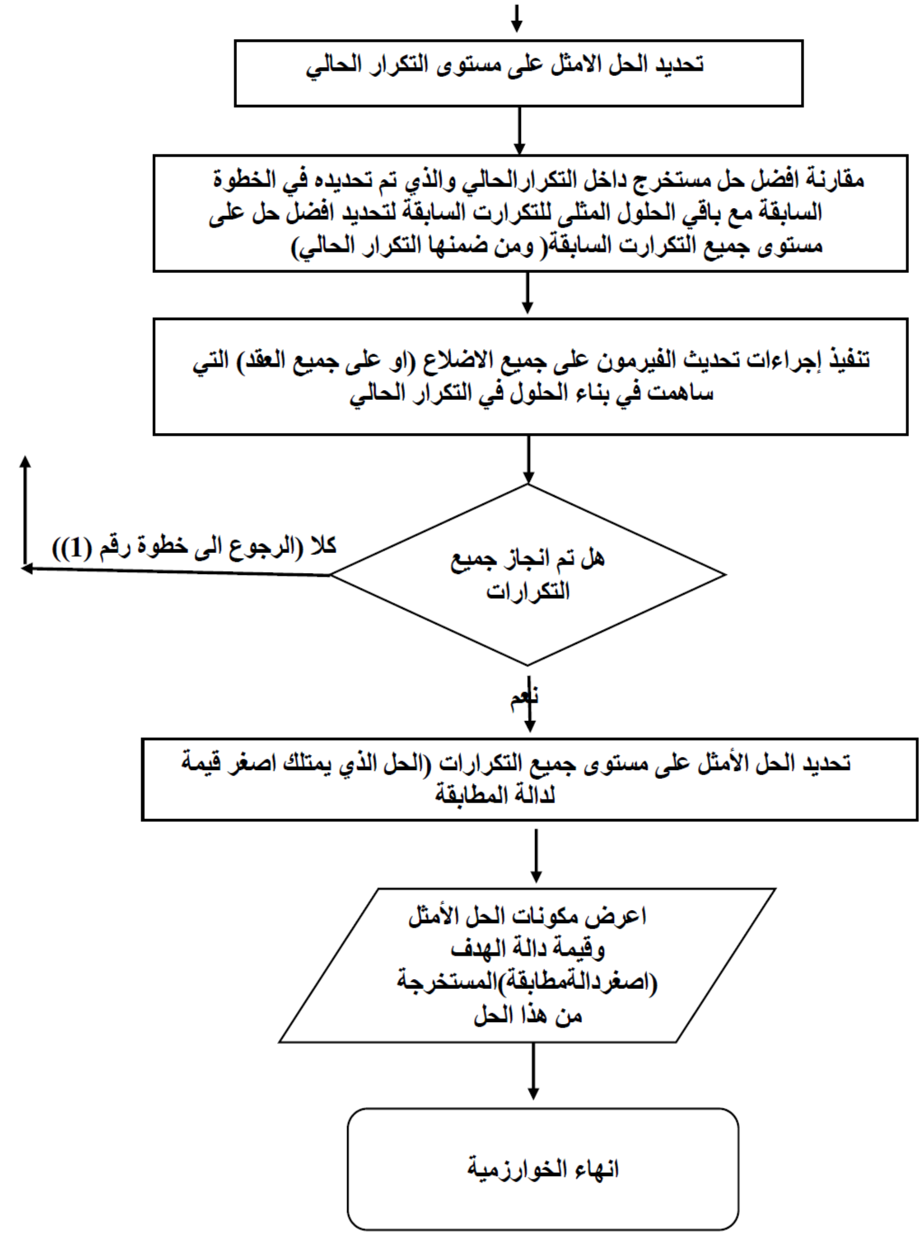
الشكل رقم (٢) المذكور انفا يوضح توزيع عشوائي لافراد النمل الاصطناعي على فئات حجم الخزن المختلفة التابعة للعمود رقم واحد والتي تمثل عقد البدء لبناء الحلول في بداية كل تكرار، الشكل يمثل فرد النمل الاصطناعي ، والشكل يمثل فئة حجم الخزن.

٤-٨ **طريقة بناء الحلول** :

ان بناء الحلول داخل الخوارزمية يتم بشكل متتالي فمثلا بعد الانتهاء من بناء الحل رقم واحد $k=1$ ، نبدأ ببناء الحل رقم $k=2$ وهكذا داخل التكرار الواحد، أي ان الحل التالي يبدأ بعد الانتهاء من حساب دالة المطابقة للحل الحالي وتحديث الفيرمون لجميع اضلاعه .

٤-٩ المخطط الانسيابي رقم (١) لخوارزمية مستعمرة النمل (AS) Ant System داخل الدورة الواحدة




تحديد الحل الامثل على مستوى التكرار الحالي
مقارنة افضل حل مستخرج داخل التكرارالحالي والذي تم تحديده في الخطوة السابقة مع باقي الحلول المثلى للتكرارت السابقة لتحديد افضل حل على مستوى جميع التكرارت السابقة(ومن ضمنها التكرار الحالي)
تنفيذ إجراءات تحديث الفيرمون على جميع الاضلاع (او على جميع العقد) التي ساهمت في بناء الحلول في التكرار الحالي
هل تم انجاز جميع التكرارات
كلا (الرجوع الى خطوة رقم (1))
نعم
تحديد الحل الأمثل على مستوى جميع التكرارات (الحل الذي يمتلك اصغر قيمة لدالة المطابقة
اعرض مكونات الحل الأمثل وقيمة دالة الهدف (اصغردالةمطابقة)المستخرجة من هذا الحل
انهاء الخوارزمية

٥- الجانب التطبيقي :-

٥-١ مقدمة

يعد سد حديثة واحد من اكبر واهم خزانات العراق وقد تم الحصول على بيانات هذا السد من وزارة الموارد المائية قسم التخطيط والمتابعة شعبة السياسات البيئية وكانت البيانات عبارة عن سلسلة زمنية لخمس سنوات مائية (أي ستون شهرا) الى كل من:

١- حجم المياه المخزونة في الخزان لكل شهر مقاسة بوحدات المليون متر مكعب (mcm).

٢- حجم المياه الواردة (حجم التدفق للمياه الداخلة) الى الخزان لكل شهر مقاسة بوحدات المليون متر مكعب بالثانية (mcm/sec.).

٣- حجم المياه المطلوب تصريفها من الخزان الى خارج الخزان لكل شهر مقاسة بوحدات المليون متر مكعب بالثانية (mcm/sec.).

٤- حجم المياه المتبخرة داخل الخزان لكل شهر مقاسة بوحدات المليون متر مكعب (mcm).

وتعرف السنة المائية على انها عبارة عن اثنا عشر شهرا بداية هذه السنة ونهايتها تختلف عن السنة الاعتيادية (الميلادية) وذلك لانها تبدأ من بداية الشهر العاشر لسنة معينة وتنتهي بنهاية الشهر التاسع للسنة القادمة أي التي تليها . السلسلة الزمنية للبيانات هي خمس سنوات مائية أي مايساوي ستون (٦٠) شهرا ابتداءا من ١/تشرين الاول سنة ٢٠٠٧ والى ٣٠/ايلول/ ٢٠١٢ .

وقد تم تطبيق خوارزمية مستعمرة النمل لغرض إيجاد افضل نظام إدارة لهذا السد .

٥-٢ البرنامج المستخدم لبرمجة خطوات الخوارزمية وتطبيقها على المسألة قيد البحث :

تم تنفيذ خوارزمية مستعمرة النمل (AS) Ant System وذلك باستخدام برنامج الماتلاب (Matlab) حيث تمت برمجة خطواتها بالشكل الذي يتناسب مع المسألة قيد البحث وتم استخراج النتائج .

٥-٣ تهيئة المسألة لانشاء الرسم البياني الخاص بها :

تم تصنيف فئات حجوم الخزن الى عشر فئات ابتداء من اقصى حجم خزن ويساوي ٨٣٠٠mcm الى حجم الخزن التشغيلي التصميمي ويساوي ٨١٢٣mcm ، وبذلك سوف يكون لدينا مصفوفة تتكون من (عشر صفوف NC=10) و(٦٠عمود Nt=60) ، وهذا يسهل رسم المسألة والشروع في تطبيق الخوارزمية، ويكون الرسم على شكل عقد وكل عقدة تمثل فئة حجم خزن وكما تم شرحه بشكل مفصل في الموضوع (٤-٧).

وقد تم تقسيم فئات الحجوم الى (١٠ فئات) لغرض الوصول الى الحل الأمثل والذي يمتلك اقل مربع انحراف معياري كلي، علما بان الفروقات بين اي فئتين متتاليتين متساوية، وكل فئة ممكن ان تمثل الحجم الفعلي للمياه في الخزان في شهر معين ،حيث يكون الفرق بين كل فئتين متتاليتين يساوي19.666 mcm وهذا الفرق يجعل مجال الحل المتاح متنوع (أي فضاء الحل المتمثل بهذه الفئات) ومن ثم نحصل على نتائج اقل قيم لمربع الانحراف المعياري الكلي لحجم الطلب عن حجم التصريف وكذلك قيم اكثر دقة وواقعية لحجوم التصريف وحجوم الخزن .

ان هذا الفرق بين الفئات (أي بين كل فئتين متتاليتين) ليس فرقا كبيرا بحيث يقيد الخوارزمية ويحصرها في فضاء حل محدود أي عدد الفئات المرشحة للاختيار في كل خطوة من الحل الواحد يكون قليل يؤدي ذلك الى تكرار اختيارها في اكثر من حل ومن جهة ثانية فان الفرق بين الفئات ليس صغيرا جدا بحيث يكون التاثير ضعيف أي يجعل نتائج الحلول تصبح قريبة الى التشابهة .

٥-٤ دراسة تأثير قيم المعلمات على قيمة مربع الانحراف المعياري الكلي (TSD) :

تم تنفيذ البرنامج لعدة مرات وذلك لاختبار افضل قيم للمعلمات والتي تمكننا من الحصول على ادنى قيمة للـ(TSD) ،الاختبار يكون عن طريق تثبيت قيم جميع المعالم باستثناء معلمة واحدة يتم تغيير قيمتها لمعرفة تأثيرها على قيمة الـ(TSD)

معلمات الخوارزمية التي سيتم اختبار تأثير قيمها هي :

١- α و β ، ان α هي معلمة ترجيح تسيطر على الأهمية النسبية للفيرمون ، اما β فهي معلمة ترجيح تسيطر على ألاهمية النسبية للمعلومات الارشادية .

تم اخذ قيمة المعلمة β في الاختبار بحيث تكون دائما اكبر من قيمة المعلمة α وذلك لأننا وفي هذه المسألة تحديدا نريد ان نعطي وزنا اكبر اي تأثيرا اكبر للمعلومات الارشادية في عملية اختيار المسارات المناسبة اثناء بناء الحل ، حيث ان $\beta = 2,3,4$ ، $\alpha = 1,2,3$ ، $\alpha < \beta$

٢- ρ هو معدل تبخر الفيرمون حيث ان $0 < \rho < 1$

تم اختبار قيمتين للمعلمة ρ (الخاصة بمعدل تبخر الفيرمون) وهي في حالة $\rho=0.75$ و $\rho= 0.9$ وتعد هذه القيمتين قيم كبيرة وذلك لأننا نريد ان نجعل عملية تبخر الفيرمون سريعة نوعا ما وذلك لكي نزيد من عملية استكشاف مسارات جديدة لم يتم بعد تجربتها اثناء بناء الحلول والحيلولة دون تكرار نفس المسارات بسبب بطأ تبخر الفيرمون الخاص بالمسارات التي سبق اختيارها في الحلول السابقة والتي ربما تكون مسارات غير جيدة .

٣- m هو عدد افراد النمل (عدد الحلول التجريبية) داخل كل تكرار ، وتم اجراء الاختبار في حالة عدد افراد النمل داخل كل تكرار $m = 25 , 50 , 75 , 100$.

٤- T هو عدد التكرارات في كل دورة ، تم اجراء الاختبار في حالة عدد التكرارات في كل دورة $T = 5, 10$.

٥- R عدد الدورات ، الدورة هي كل مرة يتم فيها تنفيذ الخوارزمية واستخراج اصغر قيمة لـ(TSD) ، وقد تم تحديده في هذه المسألة بحيث $R=10$.

في كل مرة يتم فيها تنفيذ الخوارزمية معناه اننا قمنا بتنفيذ دورة كاملة وفي كل دورة يتم تحديد اصغر مربع انحراف معياري على مستوى جميع الحلول داخل جميع التكرارات الخاصة بهذه الدورة و قد تم تنفيذ الخوارزمية لعشر دورات (عشر مرات) وان القيم المثبتة في حقول الجداول (الحقول المظللة) هي قيم اصغر مربع انحراف معياري كلي والمستخرجة بواسطة تنفيذ الخوارزمية و هي ايضا اقل قيمة تم الحصول عليها عند تنفيذ الخوارزمية لعشر دورات .

اي ان كل قيمة في كل حقل مظلل تم وضعها على أساس انها اقل قيمة للـ(TSD) تم الحصول عليها من تنفيذ الخوارزمية لعشر دورات متتالية وفقا لقيم المعلمات التي تم اختيارها عند اجراء الاختبار والخاصة بكل حقل . هناك حقول تركت فارغة في جداول الاختبار الواردة فيما يأتي كون ان قيمة α اكبر من قيمة β اومساوية لها وهذه الحالة قد تم استبعادها في هذه المسألة للأسباب التي تم ذكرها في النقطة رقم (١) من نفس الموضوع في المذكور انفا .

تم تحديد قيمة ثابتة لكل من : الـ(c) وهو الثابت الخاص بمعادلة المعلومات الارشادية (معادلة رقم $(7-4)$) ، ذو قيمة صغيرة يستخدم للحيلولة دون القسمة على صفر بحيث $c=0.1$. وكذلك تحديد قيمة ثابتة لـ(τ_o) $\tau_o=1$ و هي قيمة أولية صغيرة للفيرمون ومتساوية لكل الاضلاع (كما جاء في الموضوع رقم (٤-٣) .

جدول رقم (1-5) الخاص باختبار قيم معلمات الخوارزمية وتأثيرها على قيمة الـ (TSD)

	T = 5 , R =10						T = 10 , R =10					
	m = 25			m = 75			m = 25			m = 75		
	$\rho = 0.75$			$\rho = 0.75$			$\rho = 0.75$			$\rho = 0.75$		
	قيم β			قيم β			قيم β			قيم β		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
قيم α	TSD			TSD			TSD			TSD		
1	1.2557	1.3004	1.4869	1.2557	1.3011	1.4869	1.2557	1.3004	1.4869	1.2557	1.3021	1.4869
2		1.3039	1.4869		1.3021	1.4869		1.2557	1.4869		1.3021	1.4869
3			1.5446			1.5446			1.4869			1.409
	$\rho = 0.9$			$\rho = 0.9$			$\rho = 0.9$			$\rho = 0.9$		
قيم α	TSD			TSD			TSD			TSD		
1	1.2557	1.3898	1.4869	1.2557	1.3898	1.4869	1.2557	1.3004	1.4869	1.2557	1.3004	1.4869
2		1.3021	1.4869		1.3011	1.4869		1.4869	1.4869		1.3004	1.4869
3			1.4869			1.4869			1.4869			1.4869
	m = 50			m = 100			m = 50			m = 100		
	$\rho = 0.75$			$\rho = 0.75$			$\rho = 0.75$			$\rho = 0.75$		
قيم α	TSD			TSD			TSD			TSD		
1	1.2557	1.3039	1.4869	1.2557	1.3021	1.4869	1.2557	1.3004	1.4869	1.2557	1.3004	1.4869
2		1.3004	1.4869		1.3004	1.4869		1.2557	1.4869		1.2557	1.4869
3			1.5446			1.5446			1.3999			1.4016
	$\rho = 0.9$			$\rho = 0.9$			$\rho = 0.9$			$\rho = 0.9$		
قيم α	TSD			TSD			TSD			TSD		
1	1.2557	1.3898	1.4869	1.2557	1.3898	1.4869	1.2557	1.3092	1.4869	1.2557	1.3004	1.4869
2		1.3122	1.4869		1.3028	1.4869		1.3021	1.4869		1.3004	1.4869
3			1.4869			1.4869			1.4869			1.4016

نلاحظ من القيم المثبتة في حقول الجدول $(5-1)$ الخاص بنتائج الاختبارات مايلي:

١. ان اصغر قيمة لمربع الانحراف المعياري التي تم الحصول عليها هي 1.2557 وقد تم الحصول عليها (من الجدول رقم $(5-1)$ في اول حقل مظلل) وفيما يأتي نستعرض قيم الـ (TSD) في كل دورة والخاصة في الحالة التي تكون فيها قيم المعلمات هي $\alpha=$١ و $\beta=$٢ و $\rho=0.75$ و $m=25$ و T=5 والتابعة لجدول الاختبار رقم $(5-1)$ الخاصة بأول حقل مظلل من هذا الجدول :

جدول رقم (٥-٢)
وهو جزء من جدول الاختبار رقم (٥-١) في حالة $\rho=0.75$ و $m=25$ و $T=5$

	قيم β		
	2	3	4
قيم α	TSD		
1	1.2557	1.3004	1.4869
2		1.3039	1.4869
3			1.5446

جدول رقم (٥-٣) نتائج الدورات الخاصة بالحقل الأول
في حالة $\alpha=١$ و $\beta=٢$ و $\rho=0.75$ و $m=25$ و $T=5$

رقم الدورة (R)	قيمة الـ(TSD)
١	1.2574
٢	1.2557
٣	1.2557
٤	1.2557
٥	1.2577
٦	1.2557
٧	1.2557
٨	1.2557
٩	1.2557
١٠	1.2557

٢. على الرغم من الاستمرار في اجراء الاختبارات والمدرجة في الجدول رقم (5-1) ، وذلك بإعطاء قيم اكبر لعدد افراد النمل أي عدد الحلول التجريبية في كل تكرار او إعطاء قيم اكبر لعدد التكرارات او كليهما معا، فضلا عن تغيير قيمة معدل التبخر للفيرمون ρ وتغيير قيم α و β ، الا ان اصغر قيمة لمربع الانحراف المعياري الكلي كانت في كل جدول تساوي 1.2557 أي نفس القيمة المستخرجة من الجدول رقم(5-2)، مما يؤكد ان هذه القيمة المستخرجة هي فعلا ادنى قيمة للـ(TSD) .

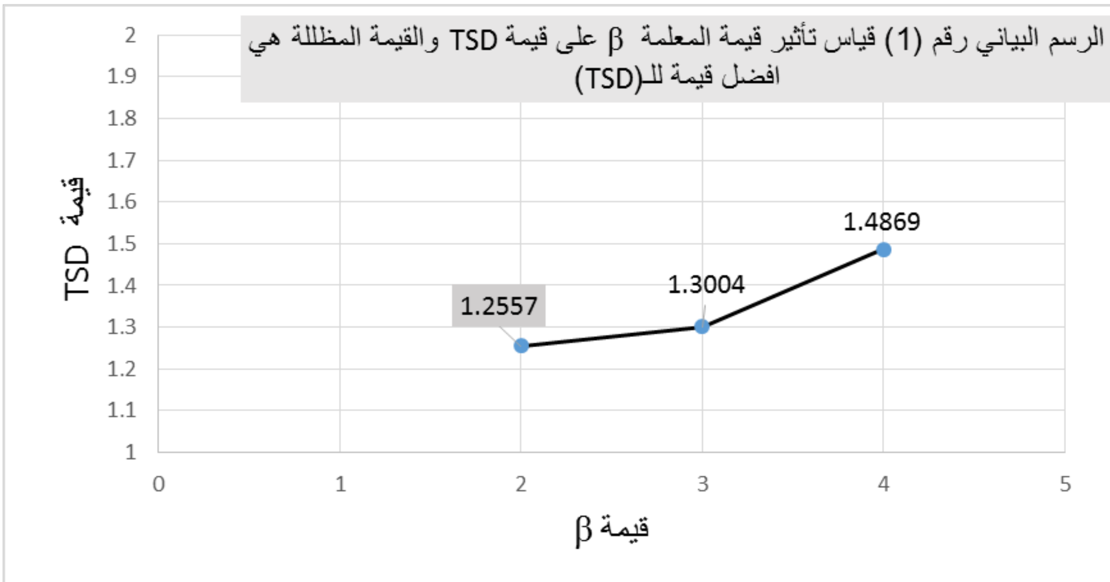
٥-٥ دراسة تأثير قيمة المعلمة β على النتائج والحل الأمثل واختيار قيم α و β :

تعد المعلمة β من اهم المعلمات ذات التأثير الكبير على قيمة مربع الانحراف المعياري الكلي لقيم الطلب عن التصريف(TSD) لأنها تسيطر على الأهمية النسبية لقيمة دالة المعلومات الارشادية ، على اعتبار قيمة المعلمة α = ١ والمعلمة ρ =0.75 بالاعتماد على الاختبار الذي تم اجراؤه انفا ، أي ان قيم الـ(TSD) وفي هذه المسألة تتأثر وبشكل اساسي بقيمة β بينما بالنسبة لقيمة α وρ فتأثيرهما يظهر فقط عند ازدياد قيمة المعلمة β (أي عندما β= ٣ او ٤)، ولتسليط الضوء اكثر على القيمة المثلى لـ (β) نلاحظ في الجدول الاتي ان في حالة قيمتها تساوي ٢ فان قيمة TSD تساوي 1.2557،اما بالنسبة لباقي القيم (أي في حالة β =٣ او ٤) فان قيمة الانحراف المعياري تبدأ بالتزايد ولهذا سوف لن يتم اختيار أي واحدة من هذه القيم :

جدول رقم (٥-4) يوضح تأثير قيمة β على الـ(TSD)

قيمة TSD	قيمة β
1.2557	٢
1.3004	٣
1.4869	٤

والرسم البياني التالي يوضح تأثير قيمة β على قيمة TSD :



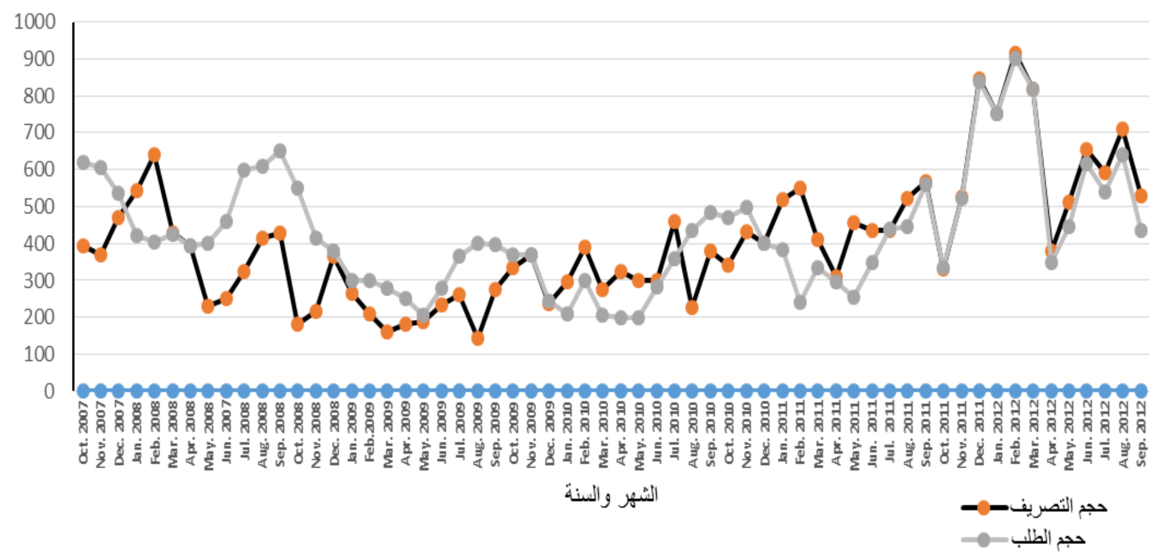
وكما ذكرنا انفا فان القيم التي سيتم استخدامها للمعلمات والتي كان لها تأثير في الحصول على نتائج مثلى هي كالاتي:

جدول رقم (٥-5) يوضح قيم المعلمات التي تم استخدامها في تنفيذ الخوارزمية للحصول على افضل النتائج

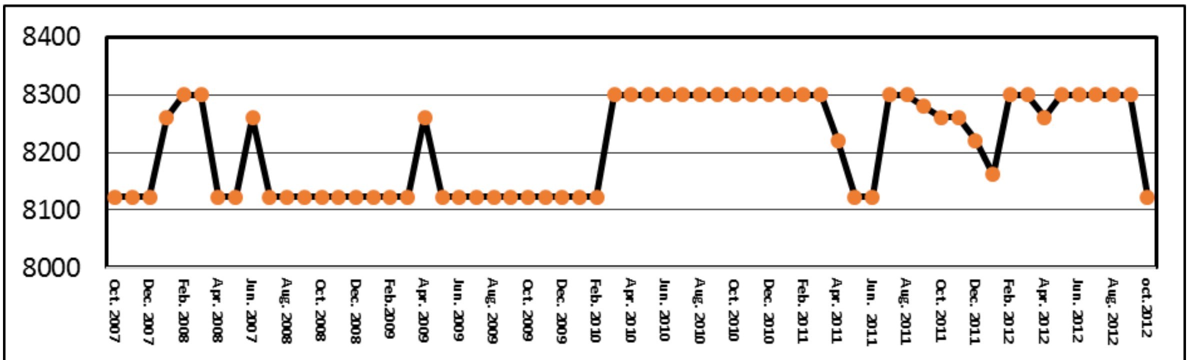
T	m	ρ	β	α	المعلمة
5	25	0.75	٢	١	قيمة المعلمة

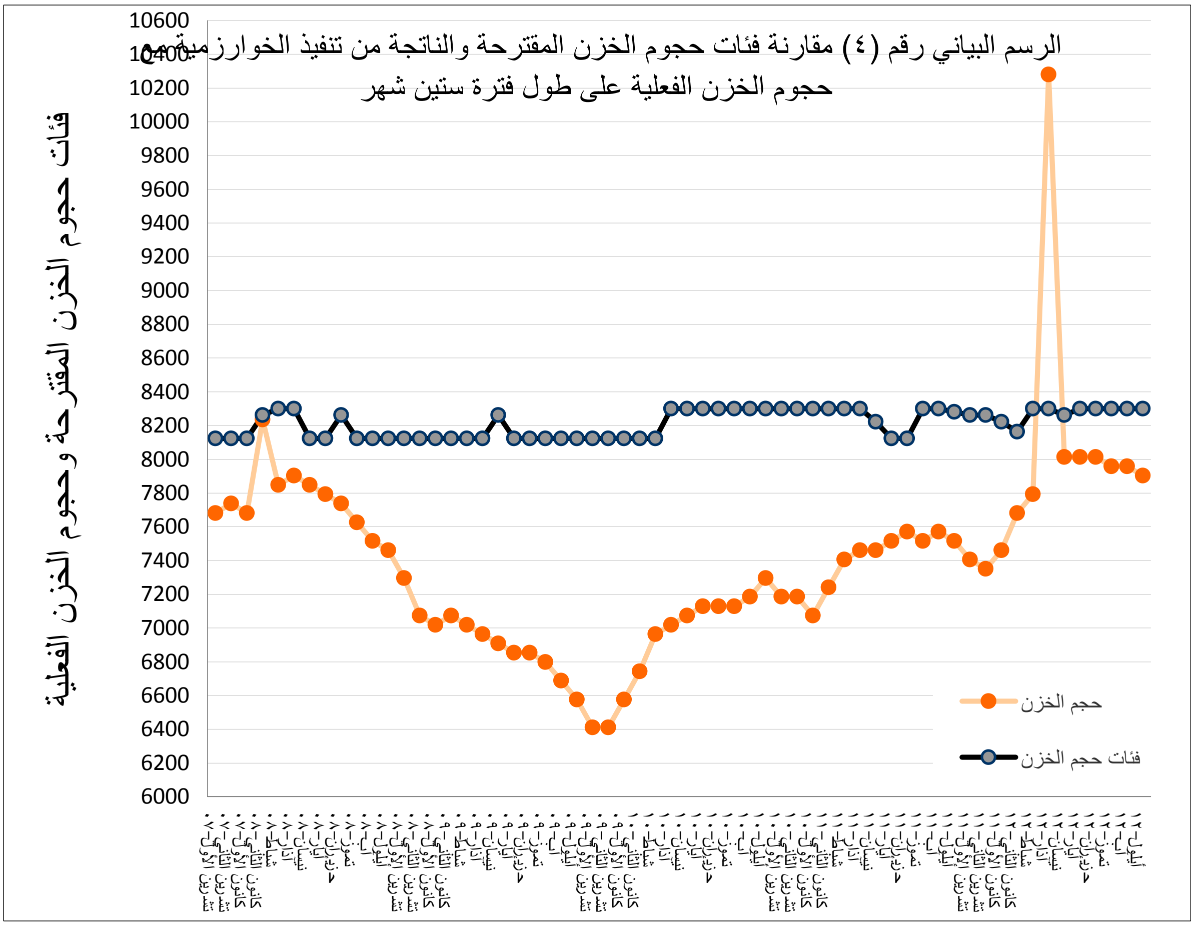
٥-٦ النتائج الخاصة بحجوم التصريف وفئات حجوم الخزن المستخرجة :

الرسم البياني رقم (2) يوضح حجوم التصريف المستخرجة باستخدام الخوارزمية وحجوم الطلب الحاصلة شهريا على طول فترة ستين شهر



الرسم البياني رقم (3) الخاص بفئات حجوم الخزن الشهرية على طول فترة ستين شهر





٥-٧ الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

١. تم اختبار قيم المعلمات الخاصة بالخوارزمية وقد تم تنفيذ الخوارزمية لعشر دورات في كل اختبار وتحديد القيم المناسبة لها والتي تؤدي الى الحصول على افضل النتائج وبالشكل الذي يتناسب مع طبيعة المسالة قيد الدراسة والبيانات الخاصة بها (الجداول (5-1) و(5-2) و(5-3)) ، وكانت قيم المعلمات التي تم اعتمادها في الخوارزمية لهذه الدراسة هي كالتالي :

$\alpha=1, \beta=2 , \rho=0.75 , \quad m=25 , T=5$

٢. مربع الانحراف المعياري الكلي لحجم الطلب عن حجم التصريف = 1.2557mcm /sec. وان هذه القيمة هي اصغر قيمة تم الحصول عليها ، ان اصغر قيمة لمربع الانحراف المعياري تمثل قيمة دالة الهدف الخاصة بهذه الدراسة و ان الحل الذي يمتلك اصغر قيمة لدالة الهدف هو الحل الذي يعطي اقل فروقات بين حجوم الطلب على المياه وحجوم التصريف ويعد هو الحل الأمثل ،ولهذا فان قيمة دالة الهدف للحل الأمثل تساوي $Min\ TSD^k = 1.2557mcm/sec$.

٣. ان فئات حجوم الخزن المقترحة باستخدام الخوارزمية(الرسم البياني رقم (٤)) لاتتجاوز الحد الاستيعابي الأقصى التصميمي للخزن ولا تتدنى دون الحجم التشغيلي وهذا ماتم تحديده عند تنفيذ الخوارزمية أي ضمن الحدود التصميمية للخزن حيث ان هذه الحدود تضمن عدم حدوث فيضان في الخزان من جهة و الى تجنب الانخفاض الكبير(العجز) في منسوب المياه داخل الخزان من جهة أخرى ،في حين ان اغلب حجوم الخزن الفعلية للخزان (الخاصة بالبيانات)هي دون الحجم التشغيلي مما يتطلب استخدام الوحدات التوربينية بشكل دائم باستثناء شهر كانون الثاني ٢٠٠٨ (في السنة المائية الأولى) والذي يبلغ حجم الخزن فيه (8233.688 mcm) ان هذا الحجم هو الحجم الوحيد الذي يعتبر ضمن الحدود التصميمية للخزن أي ما بين الحجم الاستيعابي التصميمي الاقصى للخزن وحجم الخزن التشغيلي كذلك نلاحظ وجود حجم خزن فعلي ذو قيمة عالية في شهر اذار٢٠١٢ (في السنة المائية الخامسة) والذي يبلغ (10278.3mcm) والذي يتجاوز حجم الاستيعاب التصميمي للخزن مما قد يعرض الخزان الى حدوث فيضان يؤدي الى هدر في المياه فضلا عن حدوث خسائر فنية في الخزان والسد او حدوث غرق للأراضي اوالمدن المجاورة للخزان.

٤. نلاحظ في الرسم البياني رقم (2) الخاص بحجوم التصريف وحجوم الطلب الشهرية ان هناك اختلافات بين حجم التصريف وحجم الطلب في كثير من الشهور الخاصة بالفترة الكلية قيد الدراسة (ستين شهر) وبمعنى اخر ان توزيع التصريف على طول الفترة الكلية يختلف عن توزيع الطلب على طول هذه الفترة مع وجود فرق بين حجم الطلب الكلي وحجم التصريف الكلي أي ان حجم الطلب الكلي يزيد عن حجم التصريف الكلي بمقدار يساوي (1367.57 mcm) ،الا ان هذا الفرق الحاصل بين الطلب والتجهيز فضلا عن طريقة توزيع كمية التصريف على طول الفترة الكلية والناتجة باستخدام هذه الخوارزمية هي في الحقيقة تعطي او تقترح نظام جديد لادارة الخزان بحيث يجعل حجم المياه داخل الخزان لايتجاوز الحد الأقصى للخزن (الحجم الاستيعابي الاقصى التصميمي) ولا يتدنى ليصبح اقل من الحجم الفعال التشغيلي (أي لايتدنى الى الحجم الميت للخزن) طوال فترة ستين شهر .

٥. نلاحظ في الرسم البياني رقم (3) ان اول فئة حجم خزن والتي تمثل عقدة البدء للحل تساوي 8123mcm ، و ان اخر فئة حجم خزن أيضا تساوي ٨١٢٣mcm وهي خاصة بالشهر الذي يلي الفترة الكلية قيد الدراسة (أي الشهر رقم $Nh+1=61$)، حيث ان كل حل يجب ان ينتهي بنفس عقدة البدء الخاصة به وهذا بحسب القيد رقم (6e−4) ، مع العلم انه ليس شرطا ان يكون حجم التصريف للفئة الخاصة بالشهر رقم (٦١) يساوي حجم التصريف للشهر رقم (١) في الحل الواحد .

٦. ضمان وجود كمية من المياه (كمية جيدة) مخزونة في الخزان على طول الفترة الكلية المحددة لاستخدامها وقت الضرورة او في الحالات الطارئة او لدعم مشاريع أخرى كاستغلال هذه المياه في مجال الزراعة او مجال السياحة .

٧. تجنب حدوث فيضان في الخزان الذي بدوره يؤدي الى هدر في المياه و غرق أراضي زراعية او القرى اوالمدن المجاورة ، إضافة الى تلف في معدات وأجهزة السد والخزان .

٨. ترشيد استهلاك الوحدات التوربينية المستخدمة لغرض رفع المياه واستخراجها من الخزان من اجل تلبية

الطلب على المياه ،مما يساعد على التوفير في الطاقة الكهربائية .

٩. ان ضمان وجود كمية جيدة من المياه داخل الخزان على طول فترة زمنية محددة من الممكن ان يستغل لتوليد الطاقة الكهرومائية بشكل اكبر مما هو عليه الان.

التوصيات :

١. تم تطبيق خوارزمية مستعمرة النمل في هذه الدراسة على سد حديثة والذي يعد واحد من اهم واكبر السدود في العراق حيث تم اقتراح نظام جديد لادارة عمل السد ، وبما ان هذا السد هو ليس السد الوحيد الموجود في العراق (بلاد وادي الرافدين) لهذا ومن اجل رسم رؤى استراتيجية مستقبلية لادارة السدود والتي بدورها تؤثر بشكل مباشر في الثروة المائية للبلد وكيفية الحفاظ عليها واستغلالها بالشكل الأمثل ، نوصي بتطبيق هذه الدراسة على جميع السدود والخزانات الموجودة في العراق مثل سد حمرين الواقع على نهر ديالى وسد الموصل الواقع على نهر دجلة وغيرها من السدود لجعل هذه السدود تعمل كمنظومة واحدة من اجل رسم خطط مستقبلية لادارة الموارد المائية بشكل امثل وكذلك لاتاحة الفرصة امام مشاريع جديدة وفي مختلف الميادين .

٢. نوصي بإعادة دراسة حجم الطلب الشهري الفعلي للمياه من خلال عمل دراسة حول الجهات الأكثر حاجة للمياه والجهات الأقل حاجة لها وكمية المياه اللازم تصريفها فعليا لكل جهة وذلك من اجل تسهيل عملية تطبيق النظام المقترح .

٣.ان خوارزمية مستعمرة النمل المستخدمة في هذه الدراسة والتي تسمى نظام النمل ((Ant System(A S) تعد من أوائل الإصدارات التي لاقت نجاحا في استخدامها وتطبيقها في عدة مسائل (مثل مسألة البائع المتجول) وهناك إصدارات عديدة ظهرت مؤخرا تخص هذه الخوارزمية نوصي باستخدام الإصدارات ألاخرى للخوارزمية وتطبيقها في هذا المجال (مجال الموارد المائية) وذلك للاستفادة اكثر من إمكانية هذه الخوارزمية في تقديم حلول مثلى او اقرب الى ان تكون مثلى في مسائل الامثلية التي يصعب حلها بالطرائق الكلاسيكية كالبرمجة الخطية والبرمجة غير الخطية والبرمجة الديناميكية وغيرها من بلطرائق.

٤. نوصي باستخدام خوارزمية مستعمرة النمل في مجالات ومسائل الامثلية التوافقية المختلفة والتي يصعب إيجاد الحلول لها بالطرق التقليدية وعلى سبيل المثال وليس الحصر: مجال شبكات الاتصالات ومسائل التخصيص التربيعي ومسألة جدولة مشروع مقيد بالموارد الأولية .

٥. ان هذه الخوارزمية لا تستخدم فقط لايجاد حلول للمشاكل وانما تستخدم لتحسين وتطوير عمل الأنظمة القائمة أي الموجودة فعلا على ارض الواقع ولذلك وعلى سبيل المثال يمكن استخدامها لاغراض تحسين شبكة انابيب توزيع المياه لمدن كبيرة مثل مدينة بغداد .

٦. نوصي باستخدام التقنيات والخوارزميات الأخرى التي تنتمي لحقل ذكاء الاسراب والمستوحاة من سلوك الكائنات في الطبيعة مثل خوارزمية مستعمرة النحل الاصطناعي وغيرها وتوظيفها بشكل اكبر وذلك في استخراج الحلول المثلى لمختلف مسائل الامثلية التوافقية.

المصادر :- The References :-

الموقع الرسمي لوزارة الموارد المائية في العراق على شبكة الانترنت .

١) ذكاء اسراب الحشرات ،مجلة العلوم الكويتية ، (مايو ٢٠٠١) مجلد ١٧ ، الترجمة العربية لمجلة Scientific American, March 2000.

٢) موسوعة السدود في العراق ملحق رقم ١/ وزارة الموارد المائية في العراق.

٣) موقع على شبكة الانترنت: عبدالدائم الكحيل للاعجاز في القران والسنة .

5) ABBASI H., AFSHAR A., JALALI M. R., June 16-18, (2005) ,"Optimum Design of Water Conveyance System by Ant Colony Optimization Algorithms", Department of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, IRAN, Proceedings of the 6th WSEAS Int. Conf. on Evolutionary Computing, Lisbon, Portugal, (pp347-352).

6) Ahmed.H,Glasgow.J.(2012). "Swarm Intelligence: Concepts, Models and Applications". School of Computing ,Queen's University,Kingston, Ontario, Canada K7L3N6.

7) Daniel, L. C., Khan, I. H. , Ravichandran, S. , Anna University,(2005) , "Distribution Network Reconfiguration For Loss Reduction Using Ant Colony System Algorithm" ,Indicon, Annual IEEE.

8) Jalali M. R. , Afshar A. , Mariño M. A. , Hon M. ASCE ,(2005) ," Reservoir Operation by Ant Colony Optimization Algorithms" , Iranian Journal of Science and Technology, Shiraz, Iran, In Press. Ninth International Water Technology Conference, Sharm El-Sheikh .

9) Jalali M. R. , Afshar A. , Mariño M. A. , (2006) ," Reservoir Operation by Ant Colony Optimization Algorithms" , Iranian Journal of Science And Technology, Transaction B,Engineering, Vol. 30, No. B1,Printed in The Islamic Republic of Iran, Shiraz University.

10) Merkle D., Middendorf M. ; Schmeck H., (2002) ,"Ant colony optimization for resource-constrained project scheduling", Karlsruhe Univesity,Germany, Evolutionary Computation, IEEE Transactions on (Volume:6 , Issue: 4) .

11) Montgomery J. , Fayad C. , Petrovic S. ,(2006), "Solution Representation for Job Shop Scheduling Problems in Ant Colony Optimisation", Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence Lecture Notes in Computer Science Volume 4150, 2006, pp 484-491

12) Showkat F. F. , (2009) ,"Time-Constrains Project Scheduling Problem With Activities Alternatives, Ant Colony Optimization Approach" , Al-Nahrain University, ,Journal of Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq ,Vol.12 (1), March, pp.134-142.

13) Saleh D. M. , (2012) , "Thesis : Enhancement of Network Routing Using Ant Colony Algorthims", Iraqi Commission for Computer and Informatics, Central Library Theses,University of Technology, Baghdad,Iraq.

Ant Colony Optimization Algorithm for Design of Distribution System with Practical Application

ABSTRACT

The Ant System Algorithm (ASA) is a member of the ant colony algorithms family in swarm intelligence methods (part of the Artificial Intelligence field), which is based on the behavior of ants seeking a path and a source of food in their colonies. The aim of This algorithm is to search for an optimal solution for Combinational Optimization Problems (COP) for which is extremely difficult to find solution using the classical methods like linear and non-linear programming methods.

The Ant System Algorithm was used in the management of water resources field in Iraq, specifically for Haditha dam which is one of the most important dams in Iraq. The target is to find out an efficient management system for the dam that ensures optimal monthly water storage and drainage volumes. The water study duration was for five years starting from first of October 2007 until September 30th, 2012. The data for these five years represents time series for monthly volumes of water demand, drainage, evaporation and storage. A new management system was proposed for Haditha dam that ensures a monthly storage volumes within the designed storage capacity of the reservoir and ensures no shortage with water availability that causes the usage of the dam turbine units. These results are optimal generation of hydroelectric energy and rationalization of electricity. The algorithm was developed and executed using Matlab software.

Keywords: **Optimization – Ant colony Algorithm – Reservoir Operation - System**