مجلة العلوم الاقتصادية والادارية المجلد 13 /ع46/ لسنة 2007

طريقة مقترحة لانشاء تصاميم القطاعات غير الكاملة المتزنة "BIBD" بتوظيف الخوارزمية الجينية (الوراثية) "Genetic Algorithm,(GA)"

أ. كمال علوان خلف
قسم الاحصاء/ كلية الادارة والاقتصاد
جامعة بغداد

سهام دنخا خوشابا

1. المقدمة:

ان تصاميم القطاعات غير الكاملة المتزنة Balanced Incomplete Block Design (BIBD) تضم المعلمات، t :عدد المعالجات، b :عدد القطاعات، k :عدد الوحدات (القطع) التجريبية ضمن القطاع الواحد أو عدد المعالجات التي ستكون ضمن القطاع الواحد، r :عدد التكرار أو عدد مرات ظهور المعالجة الواحدة في القطاعات، وهنا يكون (t > k) بمعنى ان القطاع الواحد لا يستوعب جميع المعالجات وإن (b > r) اي ان المعالجة الواحدة لا تظهر في جميع القطاعات. و N :تمثل عدد القطع (الوحدات) التجريبية بجميع القطاعات وهي تحدد أيضاً من خلال (tr=kb)،... و λ :عدد مرات ظهور معالجتين سوية في قطاعات التجربة اذ ان $[\lambda(t-1)=r(k-1)]$ وأن قيمة λ تكون دائماً عدداً صحيحاً. إن BIBD طورت في مجال إنتقاء وتحسين عملية تهجين النباتات بحيث يؤخذ بنظر الاعتبار جميع المقارنات حول زوج من المعالجات بشكل متساوي، وان اي معالجة تظهر مرة واحدة في القطاع او لا تظهر {اي تظهر اما مرة واحدة من المرات او صفر من المرات} ومن هنا يمكن التعبير عن هذا التصميم ببناء مصفوفة تدعى بمصفوفة الحدث (Incidence Matrix) او مصفوفة التصميم (Design Matrix) وهي المصفوفة التي تمثل توزيع المعالجات على القطاعات غير الكاملة لحالات مختلفة كثيرة و لقيم مختلفة من المعلماتات والتي يرمز لها بالرمز M وإن عناصرها m_{ij} حيث

$$m_{ij} = \begin{cases} \text{إذا ظهرت المعالجة i في القطاع j} \\ \text{إذا لم تظهر المعالجة i في القطاع j} \\ 0 \end{cases}$$

وفي هذه الحالة سيكون التصميم ثنائياً (Binary Design).

ان هذه التصاميم يتم انشاءها او تكوينها بطرائق عدة تعتمد فهماً عميقاً لبعض قوانين ونظريات في الرياضيات المتقدمة، (من هذه الطرق: 1. طريقة الاستبدال الحلقي 2. طريقة الهندسة المحدودة 3. طريقة فروق المجموعات 4. طريقة جزء القطاع 5. طريقة تقاطع القطاع 6. طريقة مكمل التصميم 7. طريقة M)، ولازال الطريق مفتوحاً للبحث والتحري عن طرائق جديدة أخرى لانشاء هذا النوع من التصاميم. ومنها محاولتنا هذه في طرح طريقة مقترحة للانشاء بتوظيفنا خطوات متتابعة لبناء ما يسمى بالخوارزمية الجينية (الوراثية)، من المعلوم ان عمر المجتمعات دائماً محدود، وقوانين المجتمع الجيني تحمل فقط صفات تقريبية، اذا كان حجم اي مجتمع كبيراً واذا كان عمر المجتمع محدوداً فانه غالباً ما تكون جميع المعلمات الجينية غير معلومة، ومن الممكن تخمينها من المشاهدات المأخوذة بشكل عشوائي Randomly من المجتمع أو باستخدام تصميم التجارب بشكل خاص، وبصورة عامة ليس معلمات الجينات فقط تكون غير معلومة وانما نمط الوراثة ايضاً يكون غير معلوم، وفي هذه الحالات من الممكن عمل او وضع فرضيات، اي بناء بعض النماذج (الاساليب) ومحاولة جعل البيانات التجريبية ملائمة (مطابقة) لهذه النماذج، التي يتم معها استخدام النظريات الاحصائية في عمليات التقدير (التخمين) وإختبار الفرضيات بالاعتماد على كيفية جمع البيانات كما في التصاميم التجريبية التي تعكس مختلف اساليب "تقنيات المعاينة".

وكما هو معلوم بالارتباط الوثيق بين العلوم الثلاثة الرياضيات ولاحصاء والحاسبات فقد انطلقنا من هذا الترابط الوثيق لايجاد طريقة حديثة لبناء تصميم القطاعات غير الكاملة المتزنة فافترضنا تقديم طريقة امثلية بناء باستخدام تقنية جديدة تواكب التطورات التكنولوجية الحديثة في البرمجة ولغاتها وتوجهنا نحو توظيف الخوارزمية الجينية باعتبارها احد افضل التقنيات الحديثة التي تقدم افضل الحلول لمشكلات الامثلية.

2. الهدف:

اقتراح طريقة جديدة لبناء مصفوفة الحدث او لانشاء تصاميم القطاعات غير الكاملة المتزنة بتوظيف الخوارزمية الجينية (الوراثية).

3. الخوارزمية الجينية (الوراثية) :

هي احدى طرق البحث المتقدمة والتي تعتمد على الاختيار الطبيعي (الانتخاب الطبيعي "Natural Selection") المعروف في علم الاحياء.تقوم آلية الخوارزميات الجينية على مبدأ دمج بين التوليد العشوائي للانماط والحلول للمشاكل مع إجراء عملية تقييم لهذه الحلول واختيار الحلول الافضل بالاعتماد على دالة التقييم (دالة الملائمة Fitness function).

لتطبيق الخوارزمية الجينية اولاً نوجد التمثيل المناسب للمشكلة المدروسة وأشهر طرق التمثيل هي استخدام السلاسل الثنائية (Binary) لتمثيل قيم المتغيرات التي تعبر عن حلّ المشكلة المعطاة، كما في الشكل رقم (1) ادناه:

0	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1

شكل رقم (1) تمثيل قيم المتغيرات على شكل سلسلة ثنائية

وبعد ذلك لابد من طرق لمعالجتها.

فالخوارزمية الجينية 1. تتعامل مع الرموز (code) لمجموعة من المعلمات (parameters) وليس مع المعلمات نفسها. 2. لاتبدأ البحث من نقطة واحدة وأنما من مجموعة من النقط. 3. تعطي معلومات جيدة غير متحيزة وليس مشتقة أو مُعَرفة بشكل تقريبي. 4. تستخدم قوانين الأحتمالية و ليس قوانين محددة .

فبإذن تختلف الخوارزمية الجينية عن الخوارزميات التقليدية أو الأعتيادية بأنها تبدأ بالبحث بعدد من الحالات (States) بينما في البحث التقليدي تبدأ بحالة ابتدائية – (Initial State) واحدة فقط لا غير.

ان علم الحاسبات يتطرق عادة للخوارزميات التقليدية و هي خوارزميات تعتمد على تلقين الكمبيوتر خطوة خطوة ماذاعليه أن يفعل ليحل المشكلة، أي أنها خوارزميات تحليلية تفترض معرفة المبرمج مسبقاً طريقة حل المشكلة، ولكن في الخوارزميات الجينية (الوراثية) لا يكون هناك تصور لطريقة حل المشكلة، كل ما نملكه هو الهدف الذي علينا الوصول له و يقوم البرنامج بتطوير الحل عبر توليد أجيال من الحلول وتكثيرها والانتخاب فيما بينها كما هو حال التطورالبيولوجي. ولغرض الاحاطة في مسألة توظيف الخوارزمية الجينية (الوراثية) لانشاء تصاميم القطاعات غير الكاملة المتزنة قد نحتاج الى تعريف لبعض المفاهيم الاساسية ومنها:

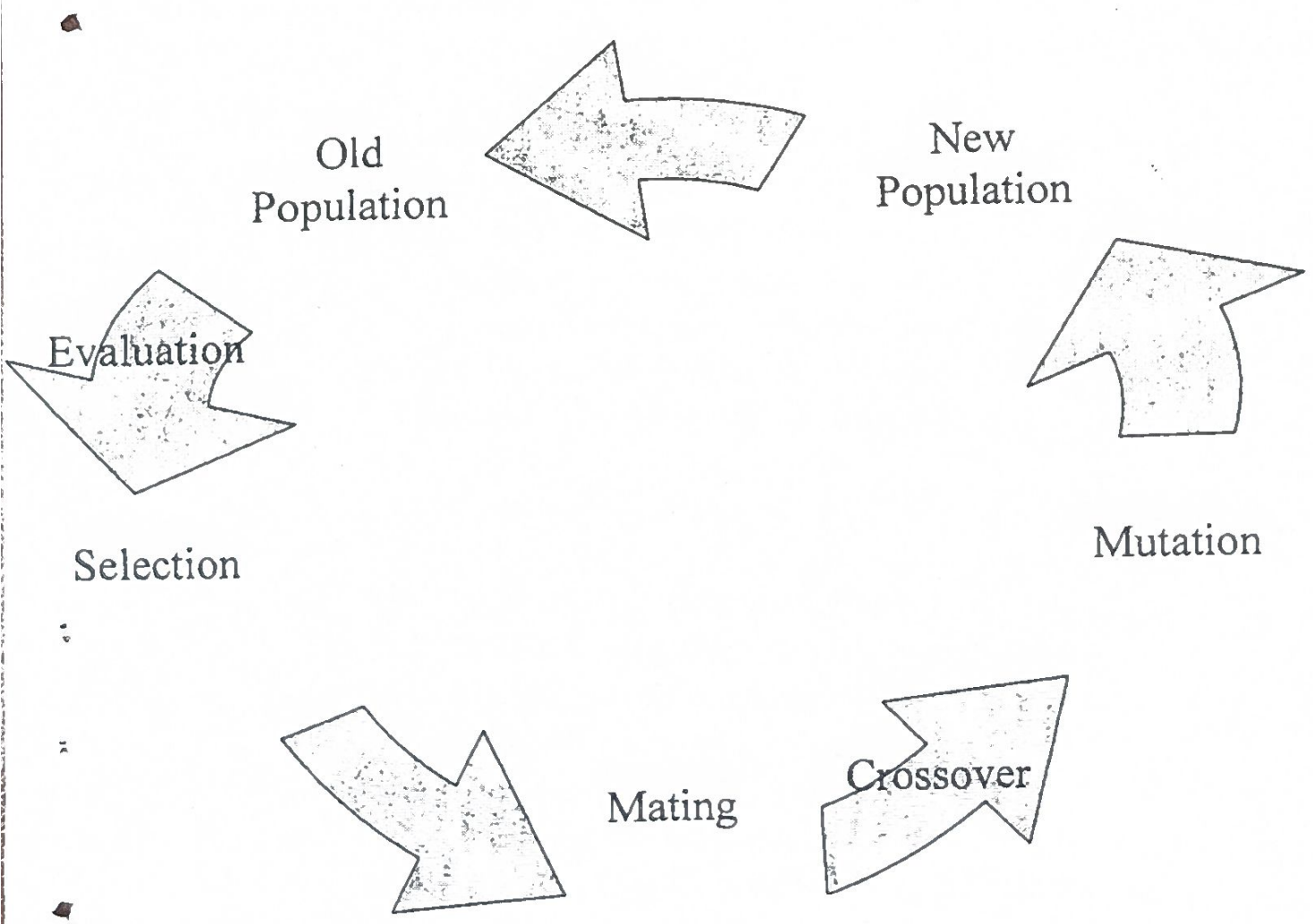
1) الكروموسوم Chromosome : وهو عبارة عن متجه رمزي (String)على شكل Bit ثنائي (0,1). والكروموسوم يتكون من عدد من الجينات (Genes) وهو يمثل حل من الحلول الجزئية للمشكلة المعطاة .
2) المجتمع Population : عدد من الكروموسومات المطلوبة، وكيفية تنظيم الـit داخل الكروموسوم.
3) المجتمع الإبتدائي Initial Population : مجموعة الكروموسومات يجرى توليدها عشوائياً، ويُطلق على مجموعة الحلول الكلية تسمية فضاء البحث.
4) عملية Evaluation :عملية تخمين أو حساب مقياس الدقة أو مقدار الدقة لتقييم الكروموسومات بالاعتماد على دالة الملائمة (Fitness) وعلى أساسه تتوقف الخوارزمية ويتوقف الحل عندما تصبح قيمة المقياس لكل كروموسوم أو لواحد من الكروموسومات مقاربة أو مطابقة للقيمة المثبتة أو المعرفة للمشكلة .
5) قيمة الأصلحية Fitness Score : كل كروموسوم يحقق قيمة يطلق على هذه القيمة، قيمة
الأصلحية يتم حسابها من خلال تطبيق دالة على جميع الكروموسومات المكونة للمجتمع.
6) دالة الأصلحية Fitness Function :هي الدالة التي تطبق على جميع الكروموسومات المكونة للمجتمع لإيجاد قيمة الأصلحية .
7) الاختيار Selection (Reproduction) : أختيار عدد من الكروموسومات لتوليد الجيل
التالي و يتم الأختيار بناءً على قيم الملائمة(الأصلحية) التي تم حسابها سابقاً. {لغرض نقل الكروموسومات بعامل التزاوج (التعابر) "Crossover Operator" وعامل الطفرة "Mutation Operator" لغرض انتاج الجيل الجديد الافضل الى الاجيال اللاحقة}. يتم اختيارها كآباء Parents، ثم يطبق على الآباء عملية الأختيار بعدة طرق.

8) التعابر Crossover: مزاوجة أو خلط الحلول المتبقية (الحلول الأكثر كفاءة) لإنتاج حلول
جديدة وهذه تدخل تحت الفحص والتنقيح لمعرفة مدى كفاءتها واقترابها من الحل الأمثل،
فإن ثبتت كفاءة الحل الجديد فإنه يبقى و إلا يتم إهماله، وهكذا تتم عمليات التزاوج والانتقاء حتى تصل العملية إما لعدد معين من التكرارات (يقرره مستخدم النظام) أو تصل الحلول الناتجة أو إحداها إلى نسبة كفاءة أو نسبة خطأ ضئيلة (يحددها المستخدم أيضا) أو حتى الحل الأفضل.

9) الطفرة الوراثية Mutation Operator : في هذه المرحلة يجرى التغير على الكروموسوم نفسه أي تغير قيمة أحد الـ (Bits) فقط من (0) الى (1) أو العكس.

10) الجيل الجديد (المجتمع الجديد) New Generation: يمثل الحلول الجديدة، وقد يظهر في الجيل الجديد نسخ متعددة من الكروموسومات الجيدة الموجودة في الجيل الذي يسبقه.

بعد اتمام الطفرة الوراثية يجب حساب مقياس الدقة مرة أخرى فإذا وجدنا الحل، يتوقف العمل؛ وفي حالة عدم وصولنا الى الحل يتم إعادة عمل عينة جديدة من العينة السابقة (Reproduction) وأيضاً يقوم بحساب مقياس الدقة ومطابقته مع النتيجة في حالة عدم الوصول الى الحل تجرى الدورة من جديد وهكذا والشكل رقم (2) يبين دورة حياة الخوارزمية الجينية البسيطة .



شكل رقم (2) دورة حياة الخوارزمية الجينية البسيطة

فيما يلي توضيح للهيكل الأساسي لخوارزمية الجينية :

1. توليد حشد من الأفراد عشوائيا .
2. تقييم ملائمة كل فرد في الحشد .
3. انتخاب الوالدين بالاعتماد على مدى ملائمتهم .
4. تطبيق التصالب بين الأبوين لتشكيل الذرية .
5. إدخال طفرات على الذرية .
6. انتخاب حشد جديد من الآباء و الذرية .
7. كرر العملية من الخطوة رقم اثنين حتى الانتهاء .

في كل دورة نتأكد من مقياس الدقة هل وصل الى الحل المطلوب فاذا لم يصل الى الحل المطلوب في الحل يُولد من جديد (Generation). بعد جميع الخطوات أعلاه تعيد الخوارزمية الجينية دورتها الجينية ولغاية التوصل الى الحل الأمثل.

4. الطريقة المقترحة :

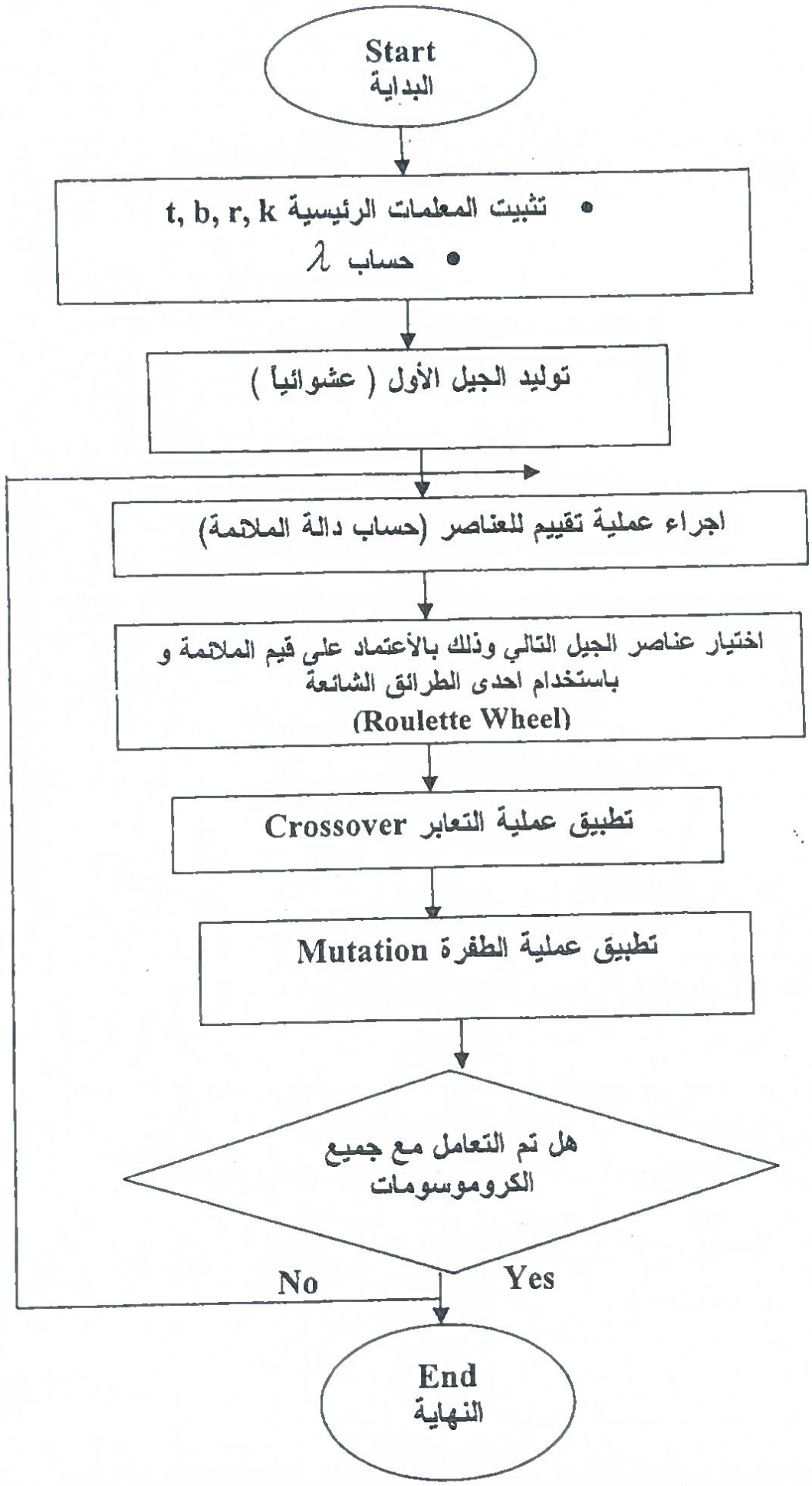
ان الهدف كما ذكرنا هو اقتراح طريقة جديد لانشاء مصفوفة الحدث اي ايجاد طريقة جديد لا نشاء تصميم القطاعات غي الكامل المتزنة ، اذ يتم توزيع المعالجات على القطاعات فعند ظهور المعالجة في مصفوفة الحدث وفي قطاع معين نرمز له واحد (1) وإذا لم تظهر المعالجة في ذلك القطاع نرمز له صفر (0) ولتحقيق الموازنة في التصميم يجب توفر الشرطين اللذين سبق و ان تم ذكرهما في الفقرة المقدمة وهما:

1. $N = t\,r = b\,k$
2. $\lambda\,(t-1) = r\,(k-1)$

ان الطريقة المقترحة مختلفة تماما عن جميع الطرائق والأساليب التي عملت لانشاء هذا التصميم، اذ انها تعتبر من افضل التقنيات التي تتعامل مع مشكلات الأمثلية، ان فكرة الخوارزميات الجينية تكمن في توليد الجيل الأول (بعض الحلول) للمشكلة عشوائيا، ثم يتم فحص هذه الحلول ومقارنتها ببعض المعايير التي يضعها مصمم الخوارزمية، والخطوة التالية هي مزاوجة أو خلط الحلول المتبقية (الحلول الأكثر كفاءة) لإنتاج حلول جديدة على غرار ما يحصل في الكائنات الحية وذلك بمزج مورثاتها (جيناتها) بحيث يحمل الكائن الجديد صفات هي عبارة عن مزيج من صفات والديه. الحلول الناتجة من التزاوج تدخل هي أيضا تحت الفحص والتنقيح لمعرفة مدى كفاءتها واقترابها من الحل الأمثل، فإن ثبتت كفاءة الحل الجديد فإنه يبقى وإلا يتم إهماله، وهكذا تتم عمليات التزاوج والانتقاء الى ان تصل الحلول الناتجة إلى نسبة كفاءة أو نسبة خطأ ضئيلة أو الحل الأفضل. بعدها تتم اجراء عملية الطفرة ثم بعدها يجب انهاء البرنامج اذا حصلنا على عدد ثابت من الأجيال والوصول الى الحل. وأفضل الحلول فقط هي التي تبقى أما الحلول الأقل كفاءة فيتم إهمالها عملا بالقاعدة البيولوجية "البقاء للأصلح".

وكما نعلم ان الخوارزمية الجينية هي احدى اساليب علم الذكاء الصناعي وان علم الذكاء الصناعي عامة هو طريقة للتفكير (أي خوارزميات) بكيفية جعل الحاسوب يقوم بحل المشكلات، لذا فإن برامج و أنظمة الذكاء الصناعي يتم برمجتها بأي لغة من لغات البرمجة. إلا أنه توجد بعض لغات البرمجة المخصصة لكتابة برامج بما فيها من تسهيلات للمبرمج، حيث يقوم المبرمج باعداد خطوات تمثيل البيانات وتقوم اللغة بعملية البحث.

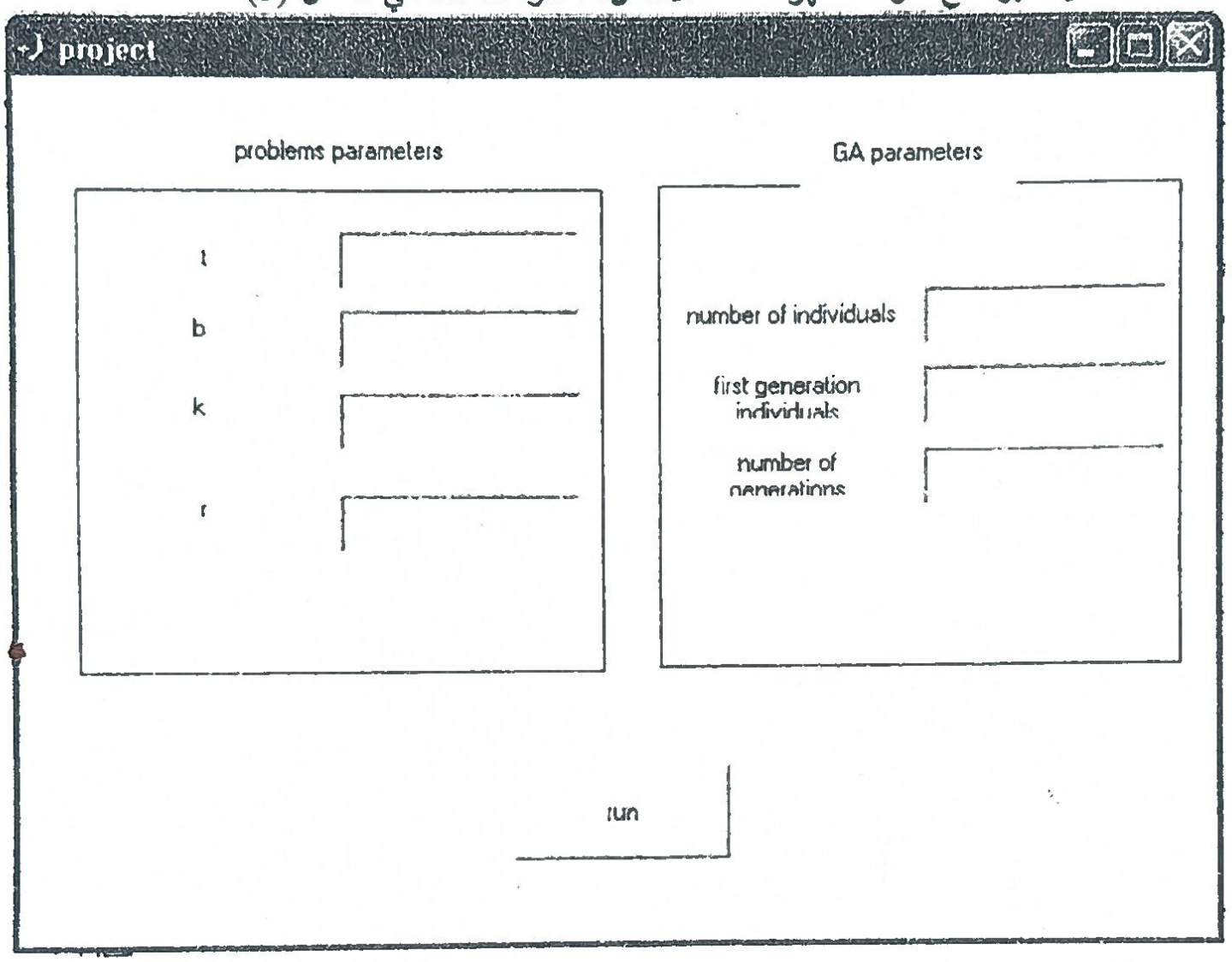
ولقد تم اختيار لغة البرمجة (Matlab)، أحدى لغات البرمجة لكتابة البرنامج الخاص بهذا البحث لتكون لغة البرنامج التطبيقي لما لهذه اللغة من ميزات تتناسب مع المتطلبات الرياضية والأحصائية فيما لها قابلية في التعامل مع المتجهات والمصفوفات، حيث نستطيع من خلالها التعامل مع المتسلسلات كمتجه (n*1) ومع تعدد المتجهات يمكن ربطهم بمصفوفة (n*m).وقد تم كتابة الخوارزمية والمخططات الأنسيابية لخارطة سير عمليات بناء مصفوفةالحدث. فقد تم بناء نظام يقوم بعملية إنشاء مصفوفة الحدث يتكون هذا النظام من عدد من المراحل، اما فكرة الحل تتمثل بتمثيل المشكلة ككروموسومات، ولقد تم كتابة المخطط الانسيابي رقم (1) في ادناه الذي يبين تسلسل عمل الخوارزمية الجينية لانشاء التصميم.



المخطط الانسيابي رقم (1) لتسلسل عمل الخوارزمية الجينية المقترحة لانشاء التصميم

5. النتائج والمناقشة:

عند تنفيذ البرنامج سوف تظهر شاشة الأدخال للمعلومات كما في الشكل (3)

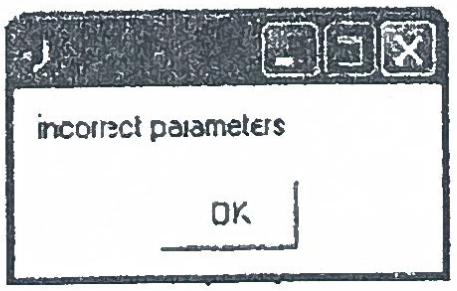


شكل رقم (3) نافذة لادخال المعلومات

نلاحظ ان هذه الشاشة تقسم الى قسمين هما:

1. معلمات المسألة "Problems parameters" أو معلمات التصميم الذي نود بناءه أي (t, b, k, r) و تقع في الجانب الايسر من النافذة (الشاشة).

عندما تكون المعلمات غير مطابقة لشروط التوازن سوف تظهر رسالة كما في الشكل (4) ادناه



شكل رقم (4) نافذة أو رسالة تبين ان المعلمات غير صحيحة

2. المعلمات الخاصة بالخوارزمية الجينية "GA parameters" التي نود ادخالها وتقع في الجانب الايمن من النافذة و ان معلماتها هي:

i. عدد الكروموسومات (المجتمع الكلي " الحالة العامة") "number of individuals" الذي سوف يتم انتقائه من كروموسومات الجيل الأول .
ii. عدد كروموسومات الجيل الأول (الحالة الخاصة) "first generation individuals".
iii. عدد الأجيال "number of generations" .

وعند الضغط على مفتاح "run" سوف تظهر اولاً نافذة الانتظار "wait bar" وبعدها عندما يصل شريط الانتظار الى النهاية سوف نحصل على النتائج مع رسم بياني ، يبين في الرسم البياني إن المحور الافقي يمثل عدد التوليدات "Generation number" و المحور العمودي يمثل نسبة الملائمة "The fitness percentage" و ان المنحني يبين تطور ال"fitness" بمرور الزمن أي بتقدم عدد الاجيال حتى نصل الى الاعلى نسبة نجاح "Max-fitness"، اما ما يميز هذا البرنامج أيضاً هو انه في كل مرة نعمل "run"، نحصل على مصفوفة عناصرها موزعة بشكل جديد أي توزيع المعالجات على القطاعات بشكل مختلف عن التنفيذ الذي سبقه، كما إنه عند تغيير المعالم الجينية المدخلة تختلف نسبة النجاح الذي نحصل عليه، وتستمر بالتوليد الى ان تصل نسبة النجاح 100%.

كذلك تم حساب مكمل المصفوفة للاستفادة منها في حالات معينة تكون مكمل المصفوفة الأصلية فيها مطابقة لشروط الاتزان.

1. التجربة الأولى :

كانت التجربة بالمعالم التالية كما في الجدول رقم (1):

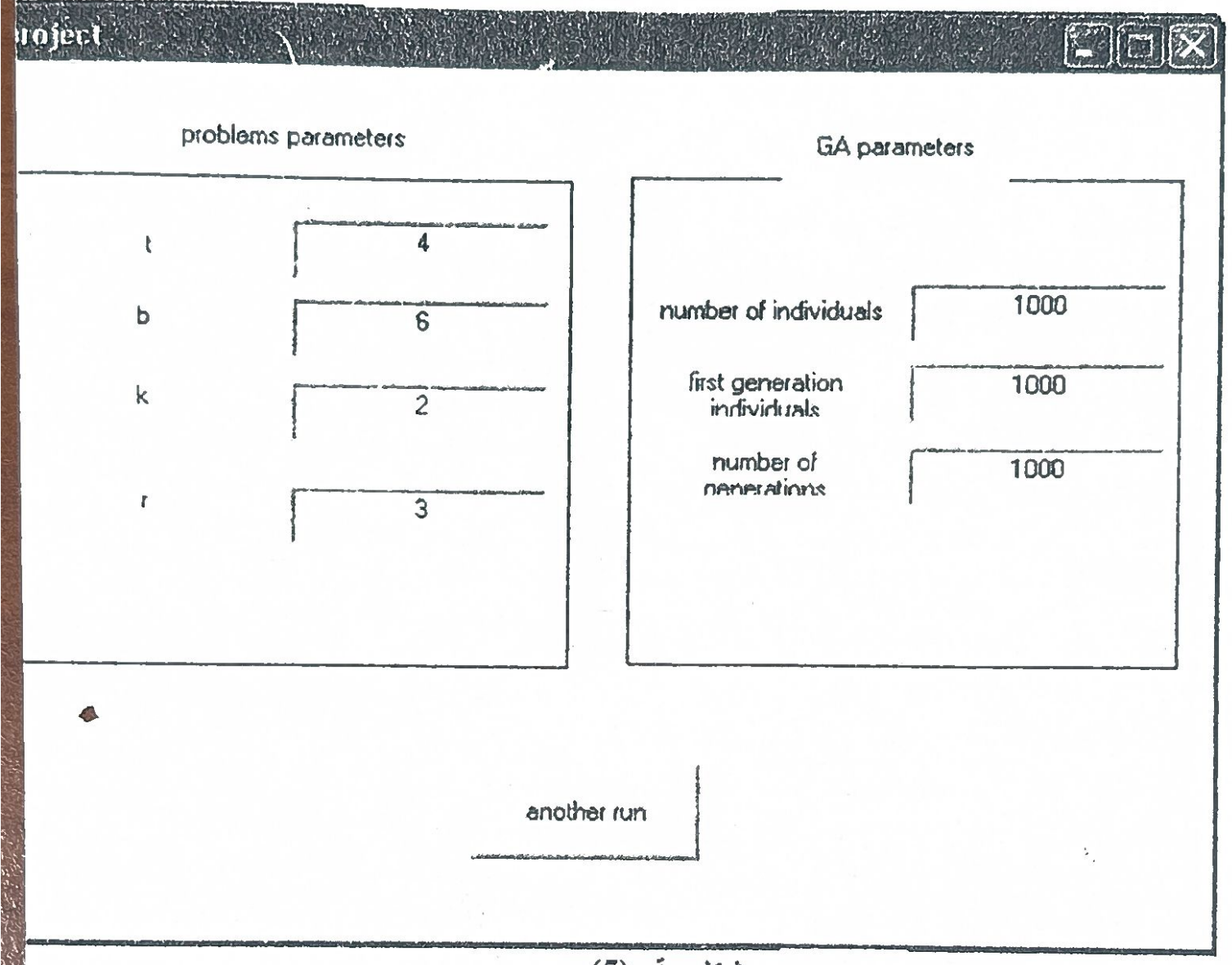
Parameters			
t	b	k	r
4	6	2	3

جدول رقم (1)

وتم استخدام المعالم الجينية التالية كما في الجدول رقم (2):

number of individuals	First generation individuals	number of generation
1000	1000	1000

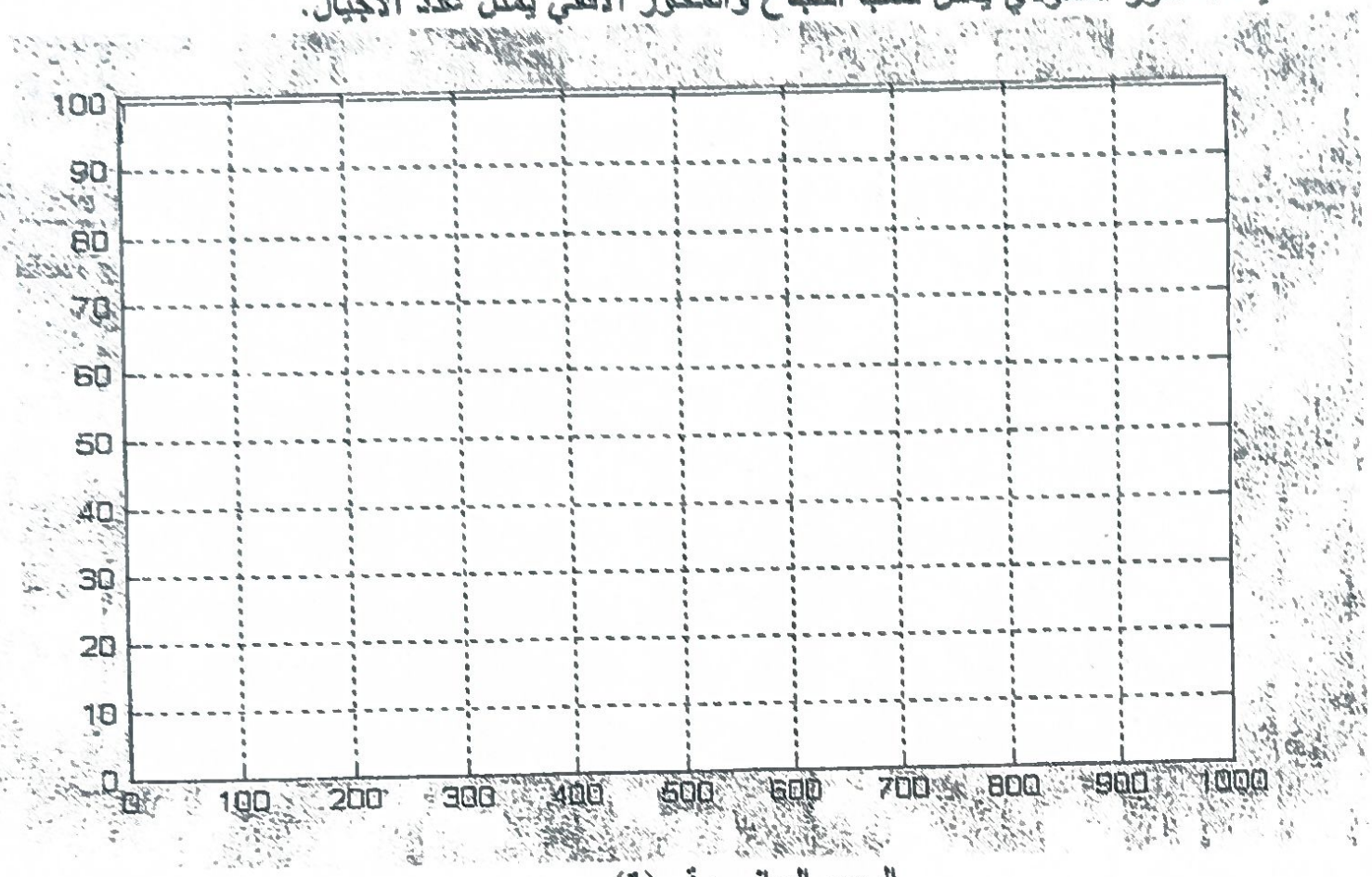
جدول رقم (2)



شكل رقم (5)

نلاحظ ظهور ما يلي:

1. الحصول على الرسم البياني رقم (1) والذي يبين ان نسبة النجاح تساوي (100%) حيث المحور العمودي يمثل نسب النجاح والمحور الافقي يمثل عدد الاجيال.



الرسم البياني رقم (1)

2. قيمة λ . $(\lambda = 1)$
3. المصفوفة التي تم انشالها حسب المدخلات (معالم التصميم) .كما في الشكل (3.4) ادناه حيث بامعان النظر على الأعمدة نلاحظ ظهور ستة اعمدة اي قطاعات (b) وفي كل عمود عدد اثنين من القطع التجريبية (k) المتمثلة بعدد ظهور عدد اثنين من الواحدات في كل عمود ، كذلك ظهور اربعة صفوف تعني اربعة معالجات (t) وان ظهور في كل صف ثلاث واحدات تعني تكرار كل معالجة (r) وكذلك نميز من الشكل (6) ان ظهور اي زوج من المعالجات معاً مساوية للواحد حيث ظهور المعالجة (a) مع المعالجة (b) مرة واحدة وهكذا لاي زوجين من المعالجات فاذا اخذنا المعالجة (b) مثلاً مع (d) نجد انه يساوي الواحد وهكذا ... الخ .

```
lambda = 1
success percentage  = 100
t=4   b=6   r=3   k=2
= sol
1    0    1    0    0    1
0    0    1    1    1    0
1    1    0    1    0    0
0    1    0    0    1    1
```

شكل رقم (6)

4. مكمل المصفوفة ونلاحظ فيه المعالم التالية وكما موضح أيضاً كما في الشكل (7):

```
the complement of the obtained matrix is

= ans
0    1    0    1    1    0
1    1    0    0    0    1
0    0    1    0    1    1
1    0    1    1    0    0
```

شكل رقم (7)

اي حقق ما يلي كما في الجدول (3):

Parameters			
t_c	b_c	k_c	r_c
4	6	2	3

جدول رقم (3)

حيث ان (c) المرافقة للمعالم تشير الى ان هذه المعالم هي معالم لتـــصميم مكمـــل التـــصميم الاصلي.

$$t_c = t$$
$$= 4$$
$$b_c = b$$
$$= 6$$
$$k_c = t - k$$
$$= 4 - 2 = 2$$
$$r_c = b - r$$
$$= 6 - 3 = 3$$

ومن ملاحظة اعلاه يتبين انه يمكن للمستخدم اختيار احدى التصميمين إما التصميم الأصلي أو التصميم المكمل للتصميم الأصلي لانهما يملكان المعالم نفسها التي تخص التجربة .
وكذلك نلاحظ اذا عملنا "another run" سوف نحصل على نتائج مختلفة كما في الشكل (8)؛ في الحقيقة إنها ليست نتائج مختلفة انما يظهر فيها اعادة ترتيب تسلسل ظهور القطاعات فالقطاع الثالث في الشكل (6) اصبح هنا في الشكل رقم (8) القطاع الاول وهكذا لباقي القطاعات . وهذا في حقيقته لا يؤثر على دقة نتائج التجربة .

```
= lambda
1
= success percentage
100
t=4  b=6  r=3  k=2
= sol
1  0  1  0  0  1
1  0  0  1  1  0
0  1  0  1  0  1
0  1  1  0  1  0
```

شكل رقم (8)

2- التجربة الثانية :

كانت التجربة بالمعالم التالية كما في الجدول رقم (3.24) :

Parameters			
t	b	k	r
9	36	2	8

جدول رقم (4)

وتم استخدام المعالم الجينية التالية كما في الجدول رقم(5):

number of individuals	First generation individuals	number of generation
250	1000	40000

جدول رقم (5)

نلاحظ ظهور الاتي :

ولا نستفاد من المتمم للمصفوفة الاصلية لاختلاف المعلمات .

GA Parameter = 250,1000,40000

Lambda = 1

Success percentage = 100

t=9 b=36 r=8 k=2

Sol =

Columns 1 through 36

```
1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1
0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0
1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0
0 1 1 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0
```

6. الإستنتاجات

1. إن الخوارزمية الجينية بصفتها تقنية مقترحة حديثة لانشاء مصفوفة الحدث في تصميم القطاعات غير الكاملة المتزنة العشوائية تحقق الدقة في الانجاز والتقليل في الوقت والجهد والمال المبذول، وهي ستكون أحد البدائل المتاحة للباحثين في اختيار الطريقة الملائمة لدراستهم.
2. دائماً وفق هذه الطريقة نصل الى نسبة نجاح بانشاء مصفوفة الحدث مئة بالمئة دائماً مهما كان عدد المعالجات وعدد القطاعات (اي حجم المصفوفة).
3. إن هذه الطريقة تختلف عن الطرق السابقة بانها تعطي النتيجة النهائية للبناء، اي تعطي لمستخدم هذه الطريقة الصورة الكاملة التي سيتوزع فيها المعالجات على القطاعات (مصفوفة الحدث) وفق شروط الاتزان للتصميم.
4. لقد تبين بانه كلما كان توليد حجم المجتمع الاولي كبير كلما كان ظهور النتائج بشكل قريب من القيمة المعطاة.

5. ان الخوارزميات الجينية هي أسلوب لحل المعضلات الرياضية والهندسية مبنية على محاكاة أسلوب الجينات لتكاثر الكائنات الحية. ويستفاد منها في تطوير البرامج وتطوير المعادلات الرياضية، وفي تحليل البيانات والشبكات العصبية، كذلك في أمنية البيانات وفي حقول التشفير، وبحوث العمليات وغيرها من المجالات الاخرى.
6. ان الخوارزمية الجينية لها مرونة في التعامل مع مقاييس الاصلحية وكذلك بالسماح للوصول للامثلية كذلك تستطيع ان تقدم تصاميم ذات انجاز متفوق وجميعها عشوائية.
7. تتوقف الخوارزمية الجينية في حالة الحصول على الحل النهائي أي عندما تكون نسبة نجاحه عالية جداً (100%)، أو عندما تكون قريبة منه اي أكبر من (97%) وممكن اعتماد التصميم الذي نحصل عليه من هذا الاخير مع إجراء بعض التعديلات المحدودة البسيطة يدوياً فنحصل على النتيجة (المصفوفة) المرغوبة بما يخدم المستفيد؛ كما ورد في المتن في احدى النتائج التي تم التوصل لها .
8. الخوارزميات الجينية هي طريقة لحل مشكلات معقدة للوصول الى الحل الأفضل أو قريباً منه. إذن لدينا مشكلة لها عدد كبير جداً من الحلول أكثرها خاطيء وبعضها صحيح، وهنالك دائماً الحل الأفضل والذي يصعب غالباً الوصول اليه.

7. التوصيات

1. نوصي باشاعة استخدام الخوارزمية الجينية حيث تعتبر تغييراً في الحركة الجديدة في علم الحاسبات و نظرا للترابط الوثيق بين علم الحاسبات (الخوارزمية الجينية) وعلم الأحصاء في مجالات عديدة للتوصل الى حلول للمشاكل التي تبحث عن الامثلية في استخدام طرق الاساليب الاحصائية، و بالتالي فان هذا يتطلب تطوير المناهج الدراسية و خصوصاً ما يتعلق بالبرامج واللغات الخاصة بالحاسوب. وعليه نوصي بعمل دورات في هذا المجال لطلبة قسم الاحصاء خاصة.
2. لغرض الوصول للنجاح بنسبة مائة بالمائة نوصي بتكرار عملية التنفيذ لعدد من المرات.
3. نوصي بمحاولة استخدام الخوارزمية لانشاء تصميم القطاعات غير الكاملة المتزنة جزئياً (P.B.I.B.D.) و كذلك محاولة استخدامها مع التصاميم الاخرى.

8. المصادر

1. حسين، علي ناصر. دراسة إحصائية في تحليل التغاير لبعض تصاميم التجارب غير الكاملة المتزنة. رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الادارة والاقتصاد بجامعة بغداد، (2002).
2. خوشابا، سهام دنخا .توظيف الخوارزمية الوراثية في انشاء تصاميم القطاعات غير الكاملة المتزنة. رسالة ماجستيرفي الاحصاء مقدمة الى كلية الادارة والاقتصاد بجامعة بغداد(2006).
3. فؤاد، اركان انطوان. استخدام الشبكات العصبية والخوارزميات الجينية في تحليل الشفرات الكلاسيكية التعويضية البسيطة. رسالة للحصول على الدبلوم العالي في تطبيقات علوم الحاسبات الإلكترونية– امنية البيانات مقدمة الى المركز القومي للحاسبات الاكترونية – معهد الدراسات العليا للحاسوب والمعلوماتية، (1998).
4. Goldberg, David E.. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., (1989).
5. http://ar.wikipedia.org/wiki/Genetic_algorithm
6. حسن ، حسن عبد الهادي . تطبيق الخوارزمية الجينية في تنظيم تتابع العملية الصناعية في ورش الإنتاج . رسالة دكتوراه كلية الإدارة و الإقتصاد قسم إدارة الأعمال جامعة البصرة ، (2005) .
7. Al-Juboori, Nihad Ahmed Salman. AI Controller for Air Traffic System. A dissertation submitted to the College of Engineering of Al- Nahrain University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctorate of philosophy in computer engineering, (March 2005).
8. Gen, Mitsuo and Cheng Runwei. Genetic Algorithms and Engineering Optimization. John Wiley & Sons, Inc., (2000).
9. http://www.solver.com/gabasics.htm
10. http://www.wisegeek.com/what-is-a-genetic-algorithm.htm?referrer=adwords_campaign=geneticalgorithm_ad=019281&_content_kw=what%20is%20genetic%20algorithm&433182803
11. http://computer-news.ws/comp.ai.genetic/
12. Abady, Abdul Kareem Oglah. Stream Ciphers Analysis Using Genetic Techniques. A thesis submitted to the Institute of Higher Education for Computer and Information. M. Sc. degree in computer science, (September 2000).