

العنوان:	التنقيب عن البيانات باستخدام الخوارزميات الجينية
المؤلف الرئيسي:	الزيود، مازن سالم حمد
مؤلفين آخرين:	الخالدي، جهاد قبيل(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2008
موقع:	المفرق
الصفحات:	1 - 75
رقم MD:	587097
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة آل البيت
الكلية:	كلية الأمير الحسين بن عبد الله لتكنولوجيا المعلومات
الدولة:	الاردن
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	قواعد البيانات ، الخوارزميات ، تخزين و استرجاع المعلومات ، تكنولوجيا المعلومات ، الذكاء الاصطناعي
رابط:	<a href="http://search.mandumah.com/Record/587097">http://search.mandumah.com/Record/587097</a>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

جامعة آل-البيت



عمادة البحث العلمي والدراسات العليا

كلية الأمير الحسين بن عبد الله لتكنولوجيا المعلومات

قسم الحاسوب

رسالة ماجستير بعنوان

التنقيب عن البيانات باستخدام الخوارزميات الجينية

# Data Mining Using Genetic Algorithms

إعداد

مازن سالم حمد الزيود

0420901003

المشرف

الدكتور جهاد قبيل الخالدي

الثقيب عن البيانات باستخدام الخوارزميات الجينية

## Data Mining Using Genetic Algorithms

إعداد

مازن سالم حمد الزبيود

0420901003

المشرف

الدكتور جهاد قبيل الخالدي

التوقيع	مشرفا/ رئيسا	أعضاء لجنة المناقشة
_____		• د. جهاد قبيل الخالدي
_____	عضو	• أ.د. عدنان الصمادي
_____	عضو	• د. مأمون ربابعة
_____	عضو	• د. غسان كنعان
_____		

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في علم الحاسوب في كلية الأمير الحسين بن عبد الله لتكنولوجيا المعلومات في جامعة آل-البييت.

نوقشت وأوصي بإجازتها بتاريخ / / 200م

الإهداء

إلى الذي علمني معنى الحياة وعنوان الكفاح..... والدي

إلى ملكة طفولتي وأميرة شبابي رمز العطاء ..... والدتي.

إلى رونق حياتي وسر سعادتي ..... إخواني

## كلمة شكر

أتقدم بخالص شكري وعظيم امتناني إلى جامعة آل-البييت ممثلة برئيسها وأعضاء هيئة التدريس وأخص بالشكر الدكتور جهاد قبيل الخالدي الذي كان له أكبر الأثر في إخراج هذه الرسالة أملاً أن أكون قد حققت الهدف المرجو منها. وكما أتقدم بالشكر والعرفان لأعضاء لجنة المناقشة على الوقت والجهد الذي بذلوه لقراءة ومناقشة هذه الرسالة والى كل من قدم لي يد العون والمساعدة.

مازن سالم حمد الزيود  
0420901003

رقم الصفحة	الموضوع
أ	الغلاف الداخلي
ب	الإهداء
ج	الشكر
د	المحتويات
ز	فهرس الاشكال
ط	فهرس الجداول
ي	الملخص
<b>الفصل الأول</b>	
<b>الفصل التمهيدي</b>	
2	1 تعريف المشكلة والاهداف
2	1-1 التعريف
3	2- أهمية الدراسة
4	3- اهداف الدراسة
<b>الفصل الثاني</b>	
<b>الدراسات السابقة</b>	
6	1-2 استخدام الخوارزميات الجينية في تحسين الانتاجية
6	2-2 استخدام نظام خبير للوصول الى قواعد التنقيب عن البيانات
7	3-2 استخدام الخوارزميات الجينية لاستخلاص قواعد المعرفة
7	4-2 تقنيات الحساب العصري
8	5-2 دراسة حول الخوارزميات الجينية
8	1-5-2 الخوارزميات الجينية ليست محسن لغايات عامة
8	2-5-2 الخوارزميات الجينية مختلفة جدا
8	3-5-2 بماذا يمكن ان تكون الخوارزميات الجينية مناسبة
<b>الفصل الثالث</b>	
<b>الخوارزميات الجينية</b>	
11	1-3 مقدمة عن الخوارزميات التطورية
11	2-3 ميزات الخوارزميات التطورية
12	3-3 معاملات الخوارزميات التطورية
12	1-3-3 الاختيار
12	2-3-3 التهجين
13	3-3-3 الطفرة
13	4-3-3 اعادة الدمج
14	5-3-3 نماذج المجتمع – بالتوازي مع تنفيذ الخوارزميات التطورية
14	6-3-3 تطبيق استراتيجيات متعددة مختلفة والمنافسة بين المجتمعات الفرعية
15	4-3 مقدمة عن الخوارزميات الجينية

15	5-3 تعريف بالخوارزميات الجينية
16	6-3 نقاط رئيسية
16	7-3 كيفية عمل الخوارزميات الجينية
16	8-3 الخوارزميات الجينية كـ (pseudo code)
17	9-3 مشكلات تخص الخوارزميات الجينية
18	10-3 مشكلات حجم المجتمع
18	11-3 دالة اللياقة
18	12-3 معاملات الخوارزميات الجينية
18	1-12-3 الطفرة
19	2-12-3 معامل التداخل
20	3-12-3 القلب واعداد التجميع
21	13-3 تطبيقات الخوارزميات الجينية
21	14-3 حقول من تعلم الآلة
21	1-14-3 تجميع البيانات
22	2-14-3 التحقيق المتقاطع
24	15-3 التنقيب عن البيانات
24	16-3 ما هو التنقيب عن البيانات
25	17-3 التنقيب عن البيانات من الناحية التاريخية
25	18-3 ظهور التنقيب عن البيانات
25	19-3 التنقيب في سجلات مركز مواد تموينية
26	20-3 عملية التنقيب عن البيانات
27	21-3 خطوات التنقيب عن البيانات
28	22-3 الجهات المهتمة بالتنقيب عن البيانات
29	23-3 كيف يعمل التنقيب عن البيانات
30	24-3 العناصر الرئيسية في التنقيب عن البيانات
30	25-3 اكتشاف المعرفة في قواعد البيانات
31	1-25-3 الخطوة المعنية باكتشاف المعرفة في قواعد البيانات بشكل عام
31	26-3 تطبيقات على التنقيب عن البيانات
الفصل الرابع	
النظام المقترح	
34	1-4 مقدمة
34	2-4 الطريقة
34	1-2-4 طريقة البحث المعتمدة
38	3-4 تحليل النظام المقترح
38	1-3-4 دراسة المتطلبات
39	2-3-4 المستخدمون للنظام
39	1-2-3-4 نموذج حالة الاستخدام
39	3-3-4 التعريف بالمتطلبات العملية
40	4-3-4 مواصفات العمليات
46	5-3-4 تصميم النظام
46	1-5-3-4 مخططات تسلسل الاحداث والتعاون
52	2-5-3-4 مخططات الاحداث
56	4-4 التطبيق
56	1-4-4 كيفية استخدام هذا البرنامج



الفصل الخامس	
النتائج	
62	1-5 مقدمة
62	2-5 مزايا النظام المقترح
62	3-5 نتائج النظام
62	1-3-5 نتائج عملية تشغيل النظام
66	2-3-5 نتائج عملية التزاوج الاختياري
71	4-5 نتائج البحث والعمل المستقبلي
72	المصادر والمراجع
75	الملخص باللغة الانجليزية

الصفحة	الشكل
20	الشكل (3 - 1) تطبيق عملية التداخل Crossover
21	الشكل (3 - 2) القلب واعداء التجميع
35	الشكل (1-4) مراحل التطوير التكراري والتزايدي
37	الشكل (4 - 2) المعلومات المجدولة لسلع المركز التموييني
39	الشكل (4 - 3) نموذج حالة الاستخدام
46	الشكل (4-4) تسلسل الاحداث لعملية التشغيل
47	الشكل (5-4) التعاون في العمليات لعملية التشغيل
48	الشكل (6-4) تسلسل الاحداث لعملية الاغلاق
48	الشكل (7-4) التعاون في العمليات لعملية الاغلاق
49	الشكل (8-4) تسلسل الاحداث لعملية المسح
49	الشكل (9-4) التعاون في العمليات لعملية المسح
50	الشكل (10-4) تسلسل الاحداث لعملية التزاوج الاختياري
51	الشكل (11-4) التعاون في العمليات لعملية التزاوج الاختياري
51	الشكل (12-4) تسلسل الاحداث لعملية تحديث قاعدة البيانات
52	الشكل (13-4) التعاون في العمليات لعملية تحديث قاعدة البيانات
53	الشكل (14-4) الاحداث لعملية التشغيل
54	الشكل (15-4) الاحداث لعملية الاغلاق
54	الشكل (16-4) الاحداث لعملية المسح
55	الشكل (17-4) الاحداث لعملية التزاوج الاختياري
56	الشكل (18-4) الاحداث لعملية تحديث قاعدة البيانات
57	الشكل (19-4) الواجهة الرئيسية للنظام
58	الشكل (20-4) ناتج تنفيذ عملية التشغيل

60	الشكل (4-21) ناتج عملية تجديد قاعدة البيانات
63	الشكل (1-5) نتائج تشغيل النظام
63	الشكل (2-5) نتائج تشغيل النظام
64	الشكل (3-5) نتائج تشغيل النظام
64	الشكل (4-5) نتائج تشغيل النظام
65	الشكل (5-5) نتائج تشغيل النظام
65	الشكل (6-5) نتائج تشغيل النظام
67	الشكل (7-5) نتائج عملية التزاوج الاختياري
67	الشكل (8-5) نتائج عملية التزاوج الاختياري
68	الشكل (9-5) نتائج عملية التزاوج الاختياري
69	الشكل (10-5) نتائج عملية التزاوج الاختياري
69	الشكل (11-5) نتائج عملية التزاوج الاختياري
70	الشكل (12-5) مقارنة بين نتائج للنظام المقترح والتنفيذ اليدوي

## فهرس الجداول

الصفحة	الجدول
41	الجدول (1-4) عملية تشغيل التنقيب عن البيانات
42	الجدول (2 - 4) عملية مسح المعلومات
43	الجدول (3 - 4) عملية اغلاق النظام
44	الجدول (4 - 4) عملية التزاوج الاختياري
45	الجدول (5 - 4) عملية تجديد قاعدة البيانات
70	الجدول (1-5) نتائج التجارب للنظام المقترح والنظام اليدوي

## الملخص

يعد التنقيب عن البيانات من أكثر حقول تكنولوجيا المعلومات أهمية نظراً لتزايد البيانات بشكل هائل جداً وصعوبة استخراج معلومات مهمة من هذا الكم، والتنقيب عن البيانات أصبح مستخدماً في الكثير من المجالات وهذه المجالات تتضمن شركات البطاقات الائتمانية والبنوك و التسويق والصناعة وشركات الهاتف وغيرها الكثير. وبشكل عام تنقسم طرق التنقيب عن البيانات إلى قسمين، الأول هو استخدام الإحصاءات، والثاني والذي يعد أحد أهم حقول الذكاء الاصطناعي هو حقل تعلم الآلة (Siddhartha, 2002).

ومن خلال هذه الدراسة سنقوم باستخدام الخوارزميات الجينية في عملية استخراج البيانات والتنقيب عنها من قاعدة بيانات تمثل مبيعات لمركز تمويني. وهناك عدد من المزايا التي تجعل من الخوارزميات الجينية مناسبة لحل المشكلات الصعبة والكبيرة، حيث أن الخوارزميات الجينية صممت خصيصاً لتقديم أفضل أداء مع المتغيرات غير الخطية ومع البيانات التي تحتوي على أخطاء بالإضافة إلى مقدرتها الكبيرة على البحث في مجموعة كبيرة من الأمثلة المقيدة بقواعد معينة بحثاً عن الحل الأمثل. (Mustafa, 2003)، (Binti Abdullah, et. al, 2003).

يتميز النظام المقترح ببناء نظام جديد للتنقيب عن البيانات، وقد قمنا من خلال هذه الدراسة بتطوير عملية تداخل بحيث تأخذ أفضل عناصر من كروموسومين، ويراعى فيها ان يتمكن المستخدم من التحكم في طول الكروموسوم وعملية التزاوج بين أشهر يحددها المستخدم، وإيجاد عدد من الكروموسومات من خلال عملية التزاوج وظهور كروموسومات جديدة. ونقدم خوارزميه جينية مبنية لغايات تحسين اتخاذ القرارات.

# الفصل الأول

## المقدمة

## 1. تعريف المشكلة والأهداف:

### 1.1. التعريف:

يعد التنقيب عن البيانات من أكثر حقول تكنولوجيا المعلومات أهمية نظراً لتزايد البيانات بشكل هائل جداً وصعوبة استخراج معلومات مهمة من هذا الكم، والتنقيب عن البيانات أصبح مستخدماً في الكثير من المجالات وهذه المجالات تتضمن شركات البطاقات الائتمانية والبنوك و التسويق والصناعة وشركات الهاتف وغيرها الكثير (Siddhartha, 2002).

وبشكل عام تنقسم طرق التنقيب عن البيانات إلى قسمين، الأول هو استخدام الإحصاءات، والثاني والذي يعد أحد أهم حقول الذكاء الاصطناعي هو حقل تعلم الآلة ويفترض استخدام مجموعة من البيانات التدريبية والتي من خلالها يتعلم نظام التنقيب عن البيانات كيفية استخراج المعلومات المهمة (Siddhartha, 2002).

وتعلم الآلة هو من حقول الذكاء الاصطناعي الأكثر أهمية حيث أنه هو السبب الرئيسي لظهور هذا المجال. ويتضمن هذا الحقل مجموعة من الأجزاء ومنها الشبكات العصبية والخوارزميات الجينية. وفي الشبكات العصبية يتم الربط بين مجموعة من الطبقات وفي كل طبقة مجموعة من عصبيات تتصل مع بعضها البعض وتتم عملية التعلم من خلال خوارزمية تقوم على تغيير الأوزان بين هذه العصبيات (Lugar, 2002).

أما الخوارزميات الجينية فتعتمد على مجموعة من الكروموسومات التي تحمل مقدار من اللياقة يحدد مدى كفاءتها وتقوم بالتزاوج لإخراج كروموسومات أفضل (Lugar, 2002).

ومن خلال هذه الدراسة سنقوم باستخدام الخوارزميات الجينية في عملية استخراج البيانات والتنقيب عنها من قاعدة بيانات تمثل مبيعات لمركز تمويني. وهناك عدد من المزايا التي تجعل من الخوارزميات الجينية مناسبة لحل المشكلات الصعبة والكبيرة، حيث أن الخوارزميات الجينية صممت خصيصاً لتقدم أفضل أداء مع المتغيرات غير الخطية ومع البيانات التي تحتوي على أخطاء بالإضافة إلى مقدرتها الكبيرة على البحث في مجموعة كبيرة من الأمثلة المقيّدة بقواعد معينة بحثاً عن الحل الأمثل كما أن لها المقدرة على تحويل القواعد إلى عبارات رقمية. (Mustafa, 2003)، (Binti Abdullah, et.al, 2003).

## 2. أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في تعريف بالتنقيب عن البيانات، ماهيته، أهميته، والطرق المستخدمة في تطبيقه وسيقوم البحث بتوضيح مجمل زوايا هذا الحقل من حقول تكنولوجيا المعلومات. تقوم هذه الدراسة أيضاً بالتعريف بالخوارزميات الجينية، ماهيتها، أهميتها، طرقها وكيفية استخدامها في الحقول الأخرى.

ومن خلال هذه الدراسة سنعرف ونشرح الجانب الرئيسي منها، ألا وهو استخدام الخوارزميات الجينية في التنقيب عن البيانات وتطبيقها على أرض الواقع من خلال برنامج محاكاة (Simulation) يقوم على تحسين المبيعات والتنظيم في المراكز التموينية.

## 3. اهداف الدراسة:

سنقدم هذه الدراسة مساهمات في مجال استخدام الخوارزميات الجينية في التنقيب عن البيانات وذلك من خلال ما يلي:



أولاً: سنقوم بتطبيق الخوارزميات الجينية على قاعدة بيانات تم استحداثها لهذه

الغاية.

ثانياً: معرفة مدى ملائمة وكفاءة الخوارزميات الجينية في التنقيب عن

البيانات.

ثالثاً: بناء نظام جديد ذو فاعلية في التنقيب عن البيانات يراعى فيه أن يتمكن

المستخدم من التحكم في طول الكروموسوم وعمل تزاوج بين أشهر معينة في السنة،

بالإضافة إلى إيجاد كروموسومات جديدة من خلال إيجاد عدد من الكروموسومات

العشوائية بالإضافة إلى عمليات تغيير (Mutation).

# الفصل الثاني

## الدراسات السابقة

يتم في هذا الفصل عرض بعض الدراسات السابقة، التي بعضها أستخدم الخوارزميات الجينية في اكتشاف قواعد منطقية وتحسين الإنتاجية، وغيرها أتجه إلى حقول مثل تعلم الآلة ومن هذه الدراسات ما يلي:

## **2.1. استخدام الخوارزميات الجينية في تحسين الإنتاجية ( Optimization of Production Systems using Genetic Algorithms)**

تحدث هذه الدراسة عن كيفية استخدام الخوارزميات الجينية في تحسين الإنتاجية حيث تجد ترتيب لعناصر شرطية (Condition Elements) CEس حسب قواعد نظام الإنتاج (Production System) PS مما يؤدي إلى نظام أنتاج على كفاءة عالية بالنسبة للوقت (Mustafa, 2003).

ومن مساوئ هذه الدراسة هي أمكانيه عدم مطابقة العناصر الشرطية لنظام الإنتاج نتيجة لظفره جينية او تداخل غير مرغوب وقد قمنا من خلال هذه الدراسة بتطوير عمليه تداخل بحيث تأخذ أفضل عناصر من كروموسومين.

## **2.2. استخدام نظام خبير للوصول إلى قواعد التنقيب عن البيانات ( Accessing Data Mining Rules through Expert Systems)**

في هذه الدراسة تم استخدام نظام خبير للوصول إلى قواعد التنقيب عن البيانات عن طريق إعطاء النظام الخبير هذه القواعد ليقوم بتحليلها بشكل متسلسل، وكيف أن مختلف أنواع قواعد التنقيب عن البيانات يمكن تحويلها إلى معرفة بالنسبة إلى النظام الخبير (Basilis, 2002).

عدم مقدرة النظام الخبير على التأقلم مع انواع مختلفه من البيانات وحصره في  
 حيز محدد اما الخوارزميات الجينية فلها القابليه لذلك.

### 2.3. استخدام الخوارزميات الجينية لاستخلاص قواعد المعرفة (GAs Rule for Knowledge Discovery)

هذه الدراسة تقدم أسلوب جديد لاستخلاص القواعد المهيكلة واكتشاف المعرفة  
 من خلال استخدام الخوارزميات الجينية ويعتمد على استخدام تعلم الرموز لاستنتاج  
 المستقبل كمعالجة مسبقة ومعالجة الرموز الجزئية لاستنتاج القواعد كمعالجة لاحقة )  
 (Binti Abdullah,et.al, 2003). يقدم هذا البحث امكانيه توقع المستقبل ولكن لا يقدم  
 امكانيه تحسينه وفي البحث الحالي سنقدم طريقه لتطوير الانتاجيه.

### 2.4. تقنيات الحساب العصري (Evolutionary Computation for database Marketing)

هذه الدراسة تستخدم تقنيات الحساب العصري (Evolutionary Computing)  
 EC مثل الخوارزميات الجينية وبرامجها في التنقيب عن البيانات وبشكل خاص لحل  
 مشكلة التسويق باستخدام قواعد البيانات، بداية بإعطاء مقدمة موجزة عن البحث  
 باستخدام الجينات (Genetic Search) ومن ثم تقدم لنا نظرة سطحية عن مجالين يفيد  
 بهما استخدام (EC) ألا وهما:

أولاً: تطوير نماذج محسنة تركز على أعماق محددة للبحث فيها.

ثانياً: نماذج تحسن نفسها بشكل متزامن لتحقيق عدد من الأهداف ( Siddhartha,

يرتكز هذا البحث على مجال التسويق باستخدام البحث الجيني اما البحث الحالي فيطور خوارزميه جينية لتطوير الأرباح بشكل مباشر.

## 2.5.دراسة حول الخوارزميات الجينية (What are Genetic Algorithms good at?)

توضح هذه الدراسة مزايا وإيجابيات الخوارزميات الجينية

### 2.5.1. الخوارزميات الجينية ليست محسن لغايات عامة:

وفي هذا الجزء تبين الدراسة أن ال GAs لا تستخدم بشكل عام بل تبنى لحالات خاصة، حيث أنها تعتمد على قيم حقيقة أعتماداً على النظام والمشكلة التي تواجهه ولهذا السبب تختلف الخوارزمية من حالة إلى حالة. (Peter, 1999)

### 2.5.2. الخوارزميات الجينية مختلفة جداً:

إن الخوارزميات الجينية تختلف تبعاً للحالة التي يتم معالجتها ولا يمكن تطبيقها على حالات كثيرة مختلفة وحتى تكلفة بناء نظام يستخدمها تختلف تبعاً للخوارزمية المستخدمة في إنتاج الكروموسومات وقياس معدل اللياقة (fitness) لها وإيجاد الأكثر كفاءة (Peter, 1999).

### 2.5.3. بماذا يمكن أن تكون الخوارزميات الجينية مناسبة:

وفي هذا الجزء نتحدث الدراسة عن المجالات التي يمكن أن نستخدم

الخوارزميات الجينية فيها وتلقي النظر على بعض هذه المجالات (Peter, 1999).

هذا البحث هو بحث نظري أكثر منه علمياً تطبيقياً حيث يقدم معلومات عن

الخوارزميات الجينية اما في بحثنا هذا فنقدم خوارزميه جينية مبنيه لغايات تحسين اتخاذ

القرارات.

## الفصل الثالث

# الخوارزميات الجينية

### 3,1 مقدمة عن الخوارزميات التطورية:

الخوارزميات التطورية Evolutionary Algorithms هي برامج كمبيوترية تحاكي آلية التطور البيولوجي، من تكاثر وطفرة و انتخاب طبيعي، بهدف الوصول إلى حلول مثلى للمشاكل التقنية (Ashlock, 2008).

ان الخوارزميات العادية هي خوارزميات تعتمد على تلقين خطوات متتالية لحل المشكلة، أي أنها خوارزميات تحليلية تقترض معرفة المبرمج مسبقاً طريقة حل المشكلة، ولكن في الخوارزميات التطورية لا يكون هناك تصور لطريقة حل المشكلة، كل ما نملكه هو الهدف الذي علينا الوصول له ويقوم البرنامج بتطوير الحل عبر توليد أجيال من الحلول و تكثيرها و الانتخاب فيما بينها كما هو حال التطور البيولوجي (Back, 1996).

كان علماء الأحياء هم أول من بدأ باستخدام الخوارزميات التطورية في محاولتهم فحص بعض العوامل و المتغيرات في نظرية التطور فقاموا ببناء برامج كمبيوتر تحاكي آلية التطور ولم يكن في تصورهم أن هذه البرامج ستجد لها تطبيقات في مجالات بعيدة عن علم الأحياء، مثل هندسة الطيران وصناعة البترول وعلوم الصيدلة والطب. تستخدم الخوارزميات التطورية لحل العديد من المشاكل التقنية في الأبحاث العلمية والصناعة (Back, 1996).

### 3,2 ميزات الخوارزميات التطورية

1. خوارزمية البحث التطوري تبحث في مجموعة من النقاط بشكل متوازي، وليس فقط نقطة واحدة.
2. خوارزمية البحث التطوري لا تحتاج إلى مشتقات المعلومات أو غيرها من المعارف المساعدة، فقط وظيفة الهدف Objective Function وما يقابلها من مستويات اللياقة Fitness للتأثير على اتجاهات البحث.
3. خوارزميات البحث التطورية تستخدم قواعد الانتقال الإحتمالية لا القطعية منها.



4. الخوارزميات التطورية بصفة عامة أكثر وضوحاً للتطبيق، لأنها لا وجود لأي قيود لتعريف وظيفة الهدف.

5. خوارزميات البحث التطورية يمكن أن توفر عدد من الحلول الممكنة لمشكلة معينة، والإختيار النهائي للمستخدم (Ashlock, 2008).

### 3,3 معاملات الخوارزميات التطورية

#### 3,3,1 الإختيار Selection

الإختيار يحدد الأفراد الذين سيتم إختيارهم للتزاوج (التهجين) (Recombination)، وكم عدد أبناء كل فرد مختار ينتج. وتتمثل الخطوة الأولى في اللياقة Fitness عن طريق:

1. إحالة اللياقة التناسبية Proportional Fitness Assignment

2. رتبة القائم على إحالة اللياقة.

3. ترتيب متعدد الأهداف.

الإختيار الفعلي يتم في الخطوة التالية، ويتم إختيار الوالدين وفقاً للياقته عن

طريق إحدى الخوارزميات التالية: (Ashlock, 2008)

1. الإختيار بعجلة الروليت Roulette-Wheel Selection

2. أخذ عينات عشوائية عالمية Stochastic Universal Sampling

3. الإختيار المحلي Local Selection

4. إختيار البتر Truncation Selection

5. إختيار البطولة Tournament Selection .

#### 3,3,2 التهجين Recombination

التهجين ينتج أفراد جديدة تجمع الصفات والمعلومات الواردة من الآباء

(الآباء – تزاوج المجتمع)، ويتوقف ذلك على تمثيل المتغيرات من الأفراد، ويمكن

تطبيق الخوارزميات التالية:

1. عرض الجميع All Presentation

1.1. التهجين المنفصل (المتقطع).

2. تهجين القيم الحقيقية Real valued Recombination

2.1. التهجين الوسيط.

2.2. خط التهجين.