

## تطبيق الخوارزمية الجينية في تقليل وقت الانتظار وتحسين جودة الخدمات الصحية في قسم الأشعة / مستشفى الواسطي التعليمي

أ.د. حامد سعد نور الشمرتي<sup>1</sup> ، سعاد عبدالحسين موسى<sup>2</sup>

### المستخلص

تعرف الخوارزمية الجينية بأنها خوارزمية جينية ذكية يمكن استخدامها لإيجاد حل المسائل المعقدة وتحسينها ، إذ تطرقت الدراسة الى تطبيق مفهوم الخوارزمية الجينية (GA) لتقليل وقت انتظار المراجعين وتحسين جودة الأداء لدى قسم الأشعة /مستشفى الواسطي التعليمي ، إذ إن العمل يكون مقسما بحسب تسلسل المراجع ووقت وصوله الى قسم الأشعة ، إذ تم جمع البيانات لكل من (وقت الوصول ، وقت الخدمة ، وقت المغادرة) لكل مراجع بالدفائق ، وأنموذج صف الانتظار ذي قناة الخدمة الواحدة بحسب طبيعة القسم المذكور أنفاً  $M|M|1$ . إذ تم اختبار البيانات ووجد أنها تتوزع التوزيع الإحصائي المناسب لطبيعة البيانات وعند اختبارها وجد أن التوزيع الاحتمالي لوحدة الوصول هو بواسون أما التوزيع الاحتمالي لوحدة الخدمة هو التوزيع الأسّي، وتم إيجاد مقاييس الإنجاز أو خصائص التشغيل وتفسيرها وأستعمال برنامج MATLAB وبرنامج Win QSB للحصول على النتائج المطلوبة.

وقد تم تطبيق الخوارزمية الجينية وتوظيف خواصها ومضمون خطواتها ، وبيّنت النتائج انها اعطت حلولاً ذات مقبولة ودقة عالية يستند إليها الباحث في اتخاذ قراره وبناء ما هو يتناسب مع الواقع الصحي والنهوض به.

الكلمات المفتاحية : الخوارزمية الجينية ، نظام الانتظار، الطفرة الوراثية

### The Application of Genetic Algorithm to Reduce Waiting Time and Improve the Quality of Health Services in the Radiology Department / Al-Wasiti Teaching Hospital

Prof. Dr. Hamed Saad Nour Al-Shamrti<sup>1</sup> , Souad Abdul-Hussein Musa<sup>2</sup>

### Abstract

The genetic algorithm is defined as a smart genetic algorithm that can be used to find and improve complex problems, as the study touched on the application of the concept of the Genetic Algorithm (GA) to reduce the waiting time of the auditors and improve the quality of performance at the Radiology Department / Al-Wasiti Teaching Hospital, as the work is divided according to a sequence The references and their arrival time to the radiology department, where data were collected for (arrival time, service time, departure time) for each reviewer in minutes, and the one-channel waiting-line model according to the nature of the aforementioned section  $M|M|1$ . Where the data was tested and found It distributes the appropriate statistical distribution for the nature of the data, and when tested, it was found that the probability distribution of access units is Poisson, while the probability distribution of service units is an exponential distribution, and it was found to find performance measures or operating characteristics and their interpretation and using the MATLAB program and the Win QSB program to obtain the required results.

The genetic algorithm has been applied, its properties and the content of its steps have been applied. The results showed that it gave acceptable and high-accuracy solutions on which the researcher relies in making his decision and building what is commensurate with the health reality and its advancement.

**Keywords:** genetic algorithm, waiting system, genetic mutation

### انتساب الباحثين

<sup>1</sup> كلية ادارة الاعمال، جامعة البیان،

العراق، بغداد، 10001

<sup>2</sup> كلية الادارة والاقتصاد، الجامعة

المستنصرية، العراق، بغداد، 10001

<sup>1</sup>Hamed.Saad@albayan.edu.iq

<sup>2</sup>Souadabdelhusseinmusa@gmail.com

### <sup>2</sup> المؤلف المراسل

### معلومات البحث

تاريخ النشر : كانون الأول 2022

### Affiliation of Authors

<sup>1</sup> College of Business Administration, Al-Bayan University, Iraq, Baghdad, 10001

<sup>2</sup> College of Business and Economics, Al-Mustansiriya University, Iraq, Baghdad, 10001

<sup>1</sup>Hamed.Saad@albayan.edu.iq

<sup>2</sup>Souadabdelhusseinmusa@gmail.com

### <sup>2</sup> Corresponding Author

### Paper Info.

Published: Dec. 2022

الخوارزمية هي محاكاة لنظرية داروين الشهيرة في الارتقاء والتطور التي وضعها عام 1859 ، كما تعتمد الخوارزمية الجينية على آلية الانتقاء الطبيعي ونظام الجينات الطبيعية.

### ثانيا : منهجية وتفصيل الخوارزمية الجينية:

ان التطور التكنولوجي الواسع والكبير في مجال الحاسبات الالكترونية دفع الكثير من الباحثين الى الاعتماد على اسلوب خوارزميات الذكاء الاصطناعي ومن بين هذه الخوارزميات الخوارزمية الجينية التي نجحت في تحقيق الامثلية والتوصل الى حلول جيدة ومنطقية ودقيقة .

كما هو معروف ان الخوارزمية الجينية تعدّ واحدة من طرق البحث المبينة على آلية الانتقاء (الاختيار) الطبيعي وعلم الوراثة الطبيعي. تصنف الخوارزمية الجينية كواحدة من الخوارزميات التطورية (Evolutionary Algorithm) والمبينة على اساس محاكاة عمل الطبيعة من منظور العالم دارون. تستخدم هذه الخوارزمية كطريقة بحث عشوائي لغرض إيجاد حلول مثلى او قريبة من المثلى عن طريق تحقيق مبدأ الامثلية واستخدام آليات أحيادية طبيعية مثل الوراثة والتزاوج والطفرة الوراثةية وتعدّ هذه الخوارزمية من التقنيات الحديثة الهامة في مجال البحث عن الحل الامثل من بين مجموعة من الحلول المتوفرة عن طريق تحرير الصفات الجيدة لعمليات التوليد المتعاقب وإنتاج ذرية مثلى وتكرار الدورات الوراثةية لتحسين الذرية باطوار وانماط حديثة.

الخوارزمية الجينية تنفذ عن طريق استخدام برامج محاكاة حاسوبية من خلال استخدام اصغر عنصر في الخوارزمية وهي الكروموسومات كافراد في عملياتها للوصول الى الحل الامثل. هناك عدة طرق لتمثيل الكروموسومات وأهمها التمثيل او الترميز الثنائي (Binary) والذي يستخدم فقط الارقام (1,0) والمستخدم في هذه الدراسة .

اما التطور (Evolutionary) فإنّه يبدأ عادة من اختيار الكروموسومات من المجتمع الاولي (الابتدائي) (Initial Population) وبشكل عشوائي وهذا الاختيار سيتكرر من جيل الى آخر وفي كل جيل تحتسب قيمة المفاضلة عن طريق دالة المفاضلة (Fitness Function) لكل الكروموسومات وبشكل منفرد ومنفصل عن الاخر وبالاعتماد على قيمة هذه الدالة يتم اختيار الكروموسومات.

ان عملية الاختيار (selection) تطبق على جميع الاجيال المتعاقبة اذ يتم اختيار مجموعة من الكروموسومات على وفق نسبة معينة وفي هذه الدراسة تكون نسبة الاختيار 0.5 لغرض إنتاج وتوليد

### المقدمة (Introduction):

ظهرت الكثير من المشكلات بسبب الاختناقات الحاصلة في مؤسسات الدولة عموماً والمؤسسات الصحية بشكل خاص ، مما أدى الى ظهور مشكلات تعيق عجلة التطور في المجالات كافة، ويمكن لهذه المشكلات أن تؤثر في قرار المؤسسة وعملها مما دفعها لإيجاد الحلول العملية التي تعتمد على تحليل البيانات والمعلومات المتوفرة تحليلاً كيميا ورياضياً للحصول على القرارات ذات الكفاءة والمراضية للأداء المؤسسي لخدمة المجتمع . وبسبب التغيير الحاصل للمؤسسات الخدمية ، دفع المؤسسات لتقديم الخدمة للزبائن بالوقت المناسب وتجنب الآثار السلبية عن التأخير والعوامل التي تؤثر في جودة الخدمات ولغرض الوصول الى الخدمة المراضية بأقل التكاليف ووقت اقل فقد تم تطبيق الخوارزمية الجينية على صفوف الانتظار للحصول على أفضل النتائج والتقليل من صف الانتظار (الطابور) إذ تتميز الخوارزمية الجينية بدقة عالية وكفاءة وسرعة في الأداء.

يوفر مستشفى الواسطي التعليمي الرعاية الطبية والخدمية لعدد كبير من المرضى في مختلف التخصصات الطبية ونظراً إلى ازدياد اعداد المراجعين والمرضى على مختلف الاقسام - ومن بينها قسم الأشعة - كونه مستشفى تحويلياً رئيساً لعدد من المدن والمناطق المجاورة لمدينة بغداد مما يترتب عليه الازدحام والتأثير في الخدمات المقدمة. ولأن مدة الانتظار للمراجعين والمرضى تعد من العوامل التي تحدد جودة الخدمات الصحية وان اغلب الشكاوى تكون بسبب الحصول على مواعيد متأخرة لذا فإنّ هذا البحث سيحاول تسليط الضوء على ملاحظة صفوف الانتظار بعد المحاكاة للخوارزمية الجينية وملاحظة نسبة مشغولية النظام وتقليلها وفترة انتظار المرضى في الصف.

### أولاً: نبذة تاريخية عن الخوارزمية الجينية:

#### (Abrief history of genetic algorithm)

ابتكرها [1,2] العالم جون هولاند (John Holland) عام 1975 وطورها هو وطلابه في جامعة ميشيكان ( University of Michigan) وقد نشر بحثاً عديدة في هذا المجال ، وكان الهدف الأساس منها بناء العديد من الخوارزميات والبرامجيات والأنظمة وتحسينها باستخدام هذه الخوارزمية . ونظراً إلى اعتمادها الشديد على تمثيل عمل الجينات الوراثةية في بحثها عن الحل الأمثل وهذا يتمثل في بقاء الفرد الأقوى الذي يحق له قبل غيره الدخول في عملية التوالد مما يتيح إنتاج ذرية أفضل في المستقبل ، فضلاً عن ان عملية التكرار المستمر يحسن نوعية الذرية تدريجياً، إذ إن هذه

جيل جديد. في هذه الدراسة تم الاعتماد على طريقة عجلة الروليت (Roulette well selection) في عملية اختيار الكروموسومات ولتمثيل هذه الطريقة نفرض وجود عجلة الروليت التي يتم تقسيمها الى عدة قطاعات ويتم توزيع افراد الجيل على هذه القطاعات اعتماداً على قيمة دالة المفاضلة لكل فرد من افراد الجيل الحالي ومن بعدها تتم درجة العجلة بشكل عشوائي وانتظار وقوف العجلة عند مؤشر ما وعندها يتم اختيار الفرد المشار اليه وكلما زادت قيمة المفاضلة للفرد زادت عدد قطاعاته في عجلة الروليت ومن ثم تزداد احتمالية اختياره وانضمامه لافراد الجيل القادم.

اما في عملية التقاطع (التزاوج) crossover يتم اجراء هذه العملية على الابوين اللذين تم اختيارهم عن طريقة عملية الاختيار او الانتقاء لغرض توليد فردين جديدين وتستمر هذه العملية لغاية تكوين الجيل الجديد بكل افراده المتفق عليهم. توجد عدة انواع من التزاوج وقد تم تحديد crossover logic كنوع معتمد في هذا البحث.

الخطوة التي تلي عملية التزاوج هي الطفرة mutation الوراثية وهي عملية تغيير مفاجئ في الأبناء المتولدة عن طريق عملية التزاوج بحيث تؤدي الى تغيير في شكل الكروموسوم عن طريق تغيير أحد جينات الكروموسوم وايضاً هناك عدة انواع من الطفرات الوراثية اما المستخدمة في دراستنا هذه فهي (عملية تغيير قيمة الجين) وكان معدل الطفرة الوراثية هو (0.15) .

ثالثاً: عناصر الخوارزمية الجينية [3,4] :

### (Elements of a genetic algorithm)

تتألف الخوارزمية الجينية من عدد من العناصر ويمكن توضيحها بالآتي :

1. المجتمع (Population):

يتكون المجتمع من عدد من الأفراد (Individuals) ، ويحدد حجم المجتمع حسب المسألة المراد حلها ، إذ يحدد مصمم

حلها إذ إن هيئة الكروموسوم تتمثل كما يلي :

$N \Rightarrow j \Rightarrow 1$  : هي عدد الأفراد في المجتمع.

$i$ : هو الكروموسوم (الفرد) المراد تمثيله ، أذ أن  $1 \Rightarrow j \Rightarrow N$

$j$ : هو طول الكروموسوم ، أذ أن  $1 \Rightarrow j \Rightarrow I$

Chromosome

$$i = \text{gene}_1, \text{gene}_2, \text{gene}_3, \dots, \text{gene}_j$$

2. التهيئة (Initialization):

وهي الخطوة الاولى في الخوارزمية الجينية إذ يتم توليد مجموعة حلول عشوائية على شكل كروموسومات وإن طول الكروموسوم وطريقة تمثيله يعتمد على طبيعة المشكلة وتوجد هناك أربع طرق أساسية لتمثيل وترميز الكروموسومات بشكل يسهل التعامل معها من قبل الحاسوب اعتماداً على طبيعة المشكلة بشكل تقليدي يتم توليد الكروموسومات بشكل عشوائي بحيث تعطي مجموعة كاملة من الحلول الممكنة للبحث الفضائي (Search Space). ونستعرض طرق تمثيل الكروموسومات بالآتي :

أ. التمثيل أو الترميز الثنائي (Binary Encoding):

هذا النوع من التشفير هو الأكثر شيوعاً وذلك لأنه التشفير الأول الذي استخدم مع الخوارزمية الجينية فضلاً عن بساطته النسبية ، ففي هذا النوع يتم تمثيل الكروموسومات على شكل سلسلة من الأرقام التي تضم (0,1) لاغير كما هو موضح في الجدول (1) أدناه :

جدول (1) يبين الترميز الثنائي

1	0	1	0	.....	0	1
---	---	---	---	-------	---	---

ب. التمثيل أو الترميز الكسري (Real Value Encoding):

في هذا النوع يتم تمثيل الكروموسومات على شكل سلسلة من الأرقام الكسرية وكما هو موضح في الجدول (2) أدناه:

جدول (2) يبين الترميز الكسري

4.321	7.258	5.103	2.333	1.011	كروموسوم 1
8.121	6.138	9.433	7.592	1.284	كروموسوم 2

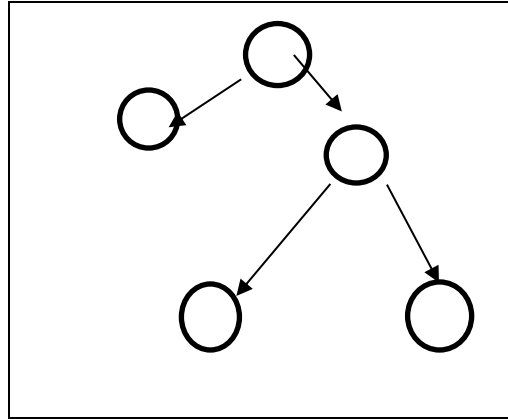
ج- في هذا النوع يتم تمثيل الكروموسومات على شكل سلسلة من الأرقام الصحيحة غير الكسرية وكما هو موضح في الجدول (3) أدناه:

جدول (3) يبين التمثيل للأعداد الصحيحة

9	3	4	7	5	2	1	كروموسوم 1
2	5	8	6	9	7	1	كروموسوم 2

د- التمثيل أو الترميز الشجري (Tree Representation Encoding):

الكروموسوم يتمثل بشكل شجرة متكونة من عدد من العقد (nodes) والأسهام (arcs) وكل عقدة تتمثل بعملية رياضية أو متغير أو قيمة ثابتة وكما هو موضح في الشكل (1) أدناه:



شكل (1) الترميز الشجري

هـ- التمثيل أو الترميز باستخدام الحروف (Character Representation Encoding):

في هذا النوع يتم تمثيل الكروموسومات على شكل سلسلة من الحروف كما هو موضح في الجدول (4) أدناه:

جدول (4) يبين الترميز للحروف

w	A	R	D	Q	كروموسوم 1
X	I	N	K	Y	كروموسوم 2

توزيع أفراد الجيل على هذه القطاعات اعتماداً على قيمة دالة المفاضلة لكل فرد من أفراد الجيل الحالي ومن بعدها تتم درجة العجلة بشكل عشوائي وانتظار وقوف العجلة عند مؤشر ما عندها يتم اختيار الفرد المشار اليه وكلما زادت قيمة المفاضلة للفرد ، زادت عدد قطاعاته في عجلة الروليت ومن ثم تزداد احتمالية اختياره وانضمامه لأفراد الجيل القادم. وان عمل طريقة عجلة الروليت يتم على وفق المعادلة (1) التالية:

$$P_{\text{selection } i} = \frac{F_i}{\sum_{j=1}^n F_j} \quad \dots (1)$$

إذ إن :

$P_{\text{selection } i}$ : تمثل احتمالية احتساب الفرد .

$F_i$ : تمثل قيمة المفاضلة للفرد .

n: تمثّل عدد افراد

الجيل

والشكل (2) يوضح انتقاء عجلة الروليت:

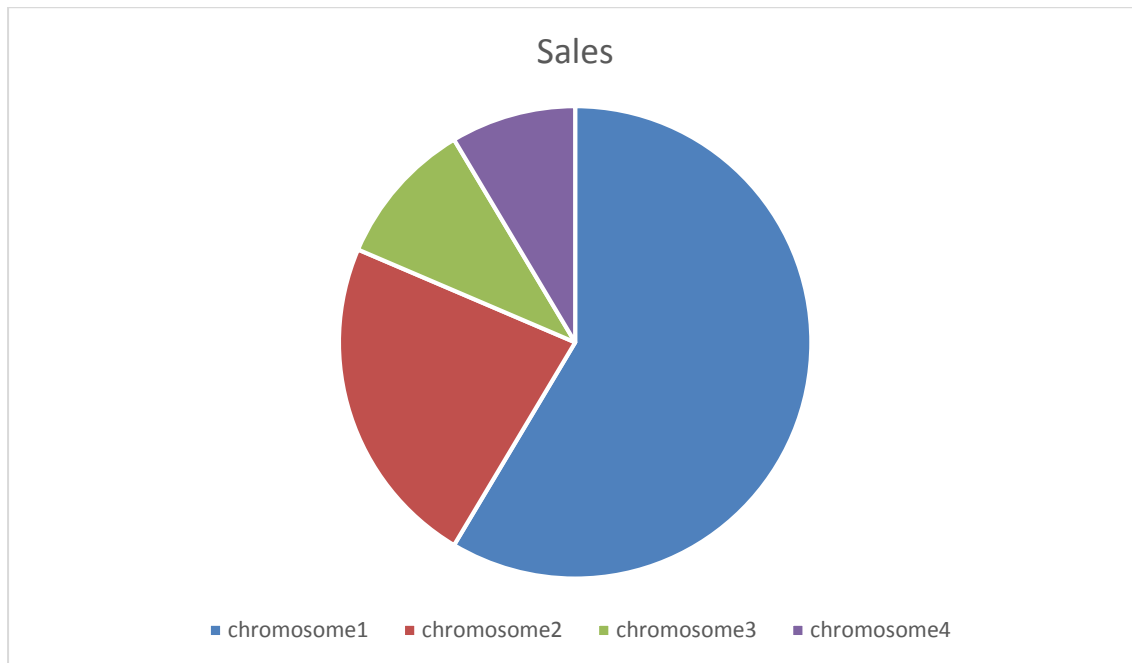
رابعاً: الانتقاء أو الاختيار [5] (Selection) :

يقصد بالانتقاء عملية اختيار الأباء من المجتمع لأجل التزاوج وإنتاج جيل جديد ، فبعد اختيار طريقة التفسير المناسبه يصبح القرار الذي يجب اتخاذه هو كيفية اجراء الانتقاء .

و طبقاً لنظرية دارون التي تنص على مبدأ البقاء للأصلح يحصل الأفراد ذوو الصلاحية الأعلى عموماً على فرصة أكبر للعيش والتزاوج من الافراد ذوي الصلاحية الواطئة بمعنى أن عملية الاختيار هذه تعتمد أيضاً على قيمة دالة المفاضلة (Fitness Function)، هذه العملية تطبق على جميع الأجيال المتعاقبة إذ يتم اختيار مجموعة من الكروموسومات على وفق نسبة معينة لغرض إنتاج وتوليد جيل جديد . هناك طريقة أخرى للاختيار تكون عن طريق اختيار مجموعة عشوائية من الكروموسومات ومن مساوئ هذه الطريقة يتطلب وقتاً طويلاً جداً، ويمكن توضيح طرق الاختيار بالآتي :

1. طريقة عجلة الروليت (Roulette Wheel Selection):

تعتمد هذه الطريقة على اختيار أفضل ما في المجتمع من أفراد ، وذلك بعد احتساب مجموع الجودة للمجتمع وتستخدم القيم الناتجة احتمالية لاختيار الأفراد في الأجيال اللاحقة . ولتمثيل هذه الطريقة نفرض وجود عجلة الروليت التي يتم تقسيمها الى 100 قطاع ويتم



شكل (2) انتقاء عجلة الروليت

الإنتاج تؤدي إلى توليد وإنتاج الكروموسومات الجديدة التي يتم تطبيق دالة المفاضلة عليها لغرض حساب قيمة المفاضلة التي تساعد في عملية إنتاج وتوليد الجيل الجديد ، وفي حالة حصول الطفرة فإن حلاً جديداً (لم يسبق تكوينها في الأجيال السابقة) تضاف إلى المجتمع الجديد (قد يكون أحسن أو أسوأ من الأفراد السابقين) ، وتهدف هذه العملية إلى توسيع مجال الحلول الممكنة والمتمثل بتكوين أكبر عدد من الأفراد المختلفين ضمن المجتمع ذلك أن الأفراد كلما كانوا مختلفين في المجتمع ، فإن هذا يوفر حلاً إضافياً مما يؤثر إيجابياً في سرعة اقتراب الحل ، ومن صيغ الطفرة الوراثية:

(أ) بت (Bit) : تستعمل مع التشفير الثنائي (Binary Encoding) ، إذ سيقوم باستبدال قيمة (Gene) من الكروموسوم إذ يختار موقعاً عشوائياً ضمن حدود الكروموسوم فإذا كانت القيمة هي 0 تستبدل ب 1 وإذا كانت 1 تستبدل ب 0 .

(ب) الحدود (Boundary) : تستعمل مع التشفير الحقيقي أو الصحيح (Real Value Encoding) ، إذ نقوم باستبدال قيمة (Gene) من الكروموسوم يختار موقعاً عشوائياً ضمن حدود الكروموسوم وتستبدل القيمة بقيمة عشوائية ضمن حدود القيم المتاحة للكروموسوم .

(ج) المنتظم (Uniform) : تستعمل مع التشفير الحقيقي أو الصحيح ، إذ نقوم باستبدال قيمة (Gene) من الكروموسوم يختار موقعاً عشوائياً ضمن حدود الكروموسوم ونستبدل القيمة بقيمة عشوائية ولكن ضمن حدود يعرفها المستعمل .

سابعاً: الانتهاء والتوقف [7,8] (Termination Conditions): إن مقياس التوقف في الخوارزمية الجينية يحدد ما إذا كانت الخوارزمية ستستمر في البحث أم ستتوقف ويفحص مقياس التوقف للخوارزمية بعد كل جيل لنرى إذا ما كانت الخوارزمية ستتوقف أو لا وهناك عدة مقاييس لتوقف الخوارزمية الجينية تختلف بحسب المسألة المراد حلها ومن أهم العوامل التي تسبب حدوث التوقف هي :

1. إيجاد الحل الأمثل .
2. الوصول إلى عدد الأجيال المطلوبة .
3. الوصول إلى قيمة معينة مثل كلفة الإنتاج .
4. الوقوع في الحد الأدنى Local Minimum وعدم المقدرة على الخروج منها .

2. طريقة حكم النخبة (Elitist selection) :

لكي يتم إنتاج جيل جديد بالاعتماد على الجيل السابق فإنه يجب الأخذ بنظر الاعتبار احتمالية أن الحل الأمثل موجود في الجيل الحالي ولأنه من الممكن أن لا يكون موجوداً في الجيل السابق فمن هذا المنطلق ولأجل الاحتفاظ بالحلول الجيدة من جيل الآباء وجدت طريقة تعتمد على نسخ الحلول الجيدة لغرض الاستفادة منها في الأجيال اللاحقة ومن ثم إجراء الاختيار لأكمال الجيل لعدد الأفراد المقترح بالعمليات الجينية الأخرى .

3. طريقة المباريات [6] (Tournament Selection) :

في هذه الطريقة يتم اختيار فردين عشوائياً من الجيل الحالي ومن ثم مقارنتها مع بعضهما البعض استناداً إلى قيمة دالة المفاضلة ومن ثم اختيار الأفضل منهما لكي ينضم للجيل الجديد ومن الممكن إعادة اختيار هذين الفردين مرة أخرى . هذه الطريقة تعطي فرصة لكل الأفراد من أن يتم اختيارهم كأباء لتكوين الجيل الجديد وبهذه الطريقة فإن الجيل الجديد سيكون متنوعاً .

خامساً: عملية التزاوج أو التقاطع (Crossover) :

التقاطع في الخوارزمية الجينية هو دمج كروموسومين (والدين) لتكوين كروموسوم جديد (ابن)، والفكرة من هذه العملية هي أن الكروموسوم الناتج يكون أفضل من الأبوين إذا أخذ الصفات الجديدة من كليهما ، ويتم إجراء عملية التزاوج على الأبوين الذين تم اختيارهم عن طريقة عملية الاختيار أو الانتقاء لغرض توليد فردين جديدين وتستمر هذه العملية لغاية تكوين الجيل الجديد بكل أفرادها المتفق عليهم ، صيغ التزاوج أو التقاطع ذو نقطتي القطع (Two-Point Crossover) وفي هذا النوع نحتاج إلى اختيار نقطتي تقاطع عشوائيتين ضمن حدود (طول) الكروموسوم ثم نبدل الكروموسومات للأبوين بين هاتين النقطتين لإنتاج طفلين جديدين . كما في المثال الآتي الذي استخدم فيه التشفير الثنائي :

Parent 1: 110/010/10

Parent 2: 001/001/11

إذ إن الإشارة / تمثل موقع تقاطع فبعد تبديل ما بين النقطتين يكون لدينا طفلان جديداً:

Child 1: 110/001/10

Child 2: 001/010/11

سادساً: عملية الطفرة الوراثية [2] (Mutation) :

الطفرة هي عملية تغيير مفاجيء في الأبناء المتولدة من خلال عملية التزاوج بحيث تؤدي إلى تغيير في شكل الكروموسوم عن طريق تغيير إحدى جينات الكروموسوم (تغيير بت واحد أو أكثر) وهذه العملية ليست ناتجة عن الآباء إذ إن عملية إعادة التوليد أو

## الجانب التطبيقي

نستعرض في الجانب التطبيقي مدى فاعلية الخوارزمية الجينية في نظام الانتظار تحقيق افضل النتائج والوصول الى غايات واهداف مرجوة فيما يتعلق بتقليل وقت الانتظار وتحسين جودة الخدمات الصحية في قسم الاشعة بمستشفى الواسطي التعليمي .

1. نظام الانتظار (System of Queuing) :

لقد اعطى "Kendall" في سنة (1953 م) تصنيفاً لأنظمة الانتظار والتي تسمى رموز كندل (kindall Notation) وهي كالآتي :

(a / b / c) : (d / e / f)

إذ إن :

a : التوزيع الاحتمالي للوصول (Arrival Disteibution)

b : التوزيع الاحتمالي لفترة الخدمة (Service Time ) (Distrbution)

c : عدد محطات الخدمة (Number of Parallel Servers) ،

c = 1,2,..., ∞

d : نظام الخدمة.

e : أكبر عدد من الوحدات التي يستوعبها النظام (قد يكون محدوداً أو غير محدود).

f : مصدر المجتمع (طالبى الخدمة) القادمة منه الوحدات أو العناصر الطالبة الخدمة ، واما أن يكون حجمه N محدوداً أو غير محدود ∞.

2. الإنموذج الرياضي المستخدم في البحث :

(Mathematical model used in the search)

تم استخدام نظام الخدمة من يأتي أولاً يخدم أولاً و بمجتمع غير محدود و حجم نظام محدود ولا يتسع لأكثر من (N-1) و لقناة خدمية واحدة و حسب نوع البيانات المعتمدة في مجال الدراسة و يرمز له (M/M/1)(FCFS/N/∞) و يكون التوزيع الاحتمالي لوصول الوحدات لهذا الإنموذج هو بواسون اما التوزيع الاحتمالي لوحدات الخدمة هو توزيع الأسي.

بما أن قسم الاشعة هو المحطة الوحيدة الذي يقدم الخدمة اي ان هناك محطة واحدة والنظام المتبع هو من يأتي اولاً يخدم أولاً و حجم الطابور محدود لكون الطابور محدد بوحدات معينة ولا سيما مع مراعاة اوقات تسلم الطلبات ، وإن معدل تسلم طلبات المراجعين موزع بحسب توزيع بواسون بمعدل 10 طلبات في الساعة و زمن الخدمة لكل طلب مراجع هو 5 دقائق وموزع بصورة اسية ولا يستطيع القسم خدمة اكثر من 75 طلباً مراجعاً اي تمثل عدد الوحدات التي يستوعبها النظام كما هو في الجدول (5):

جدول (5) يبين تفاصيل صف الانتظار (M/M/1)(FCFS/75/∞)

Data Description	ENTRY
Number of service	1
Service rate (per server per hour)	12
Customer arrival rate (per hour)	10
Queue capacity (maximum waiting)	74
Customer population	M
Busy server cost per hour	
Idle server cost per hour	
Customer waiting cost per hour	
Customer being served cost per hour	
Cost of customer being balked	
Unit queue capacity cost	

والجدول (6) يوضح النتائج المستخلصة للخوارزمية الجينية :



## جدول (6) يبين نتائج صف الانتظار (M/M/1)(FCFS/75/∞) بدون محاكاة

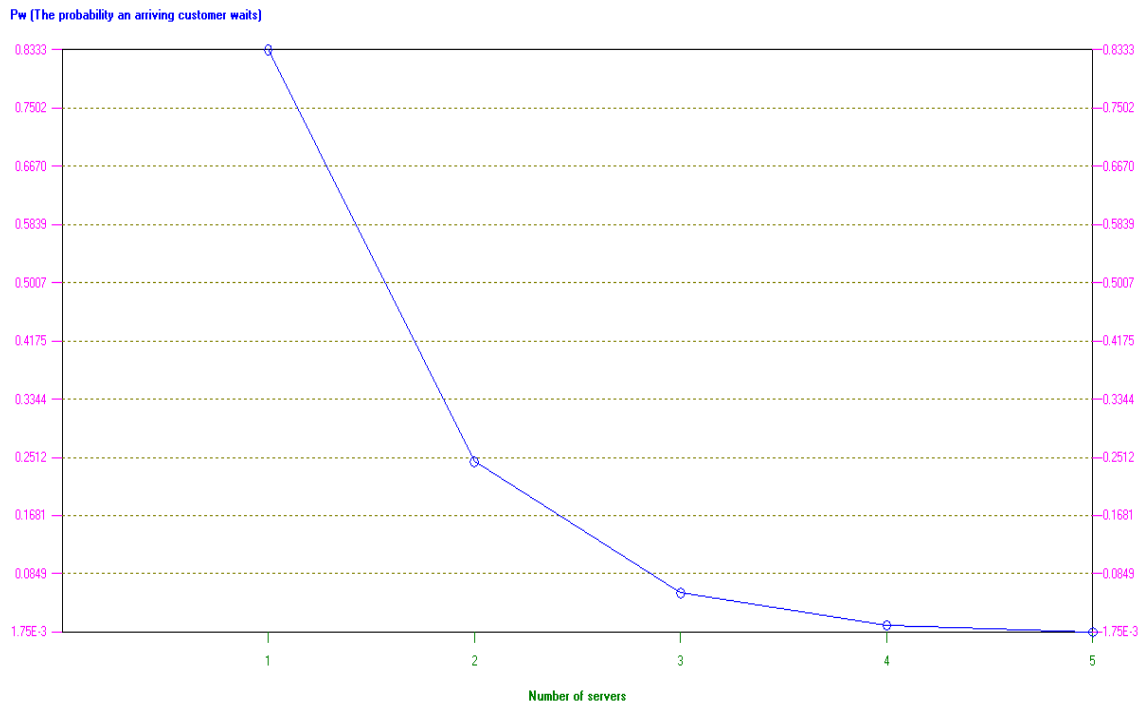
07-22-2021	Performance Measure	Result
1	System M/M/1/75	From Formula
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	10.0000
3	Service rate per server (mu) per hour=	12.0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	10.0000
5	Overall system effective service rate per hour =	10.0000
6	Overall system utilization =	83.3333%
7	Average number of customers in the system (L) =	4.9999
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	4.1666
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	4.9999
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.5000 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.4167 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.5000 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	16.6667%
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	83.3333%
15	Average number of customers being balked per hour =	0.0000
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0

عند الاطلاع على نتائج المستخلصة لا بد من التعرف على المؤشرات المهمة وهي كالآتي :

1. النسبة المئوية للمنفعة الكلية للنظام ككل اي النسبة الكلية لاستغلال النظام هي 83.3%.
2. متوسط عدد الواصلين الكلي في اي لحظة اي عدد الطلبات الواصلة في النظام ككل هي 5.
3. متوسط عدد الواصلين في صف الانتظار اي عدد الطلبات الواصلة والتي تنتظر دورها هي  $4.1 \cong 4$ .
4. متوسط عدد الطلبات في صف الانتظار في اوقات الازدحام والتي تنتظر دورها هي  $4.9 \cong 5$ .
5. متوسط الوقت الذي يقبضه الطلب في النظام (في صف الانتظار + محطة الخدمة) للحصول على الخدمة هي 0.5 ساعة اي بمعدل 30 دقيقة.
6. متوسط الوقت الذي يقبضه المراجع في صف الانتظار للحصول على الخدمة هي 0.41 ساعة.
7. متوسط الطلب الذي يقبضه المراجع في صف الانتظار في اوقات الازدحام للحصول على الخدمة هو 0.5 ساعة.
8. احتمالية ان تكون محطة الخدمة عاطلة عن العمل وهنا النسبة 16.6%.
9. احتمالية ان تكون محطة الخدمة مشغولة بالعمل وهنا النسبة هي 83.3%.
10. عدد الزبائن الذين سوف يغادرون دون الحصول على الخدمة هو 0 مراجع.



والشكل (3) يبين احتمالية المحطة مشغولة:



شكل (3) يبين مخطط احتمالية محطة الخدمة مشغولة

لغرض إجراء محاكاة للنموذج للتأكد من أن مؤشرات النظام سوف تبقى ثابتة أو متقاربة مع الحل النهائي للنموذج كما هو موضح في الشكل (4):

Simulation Specification

**Random Seed**

Use default random seed

Enter a seed number

Use system clock

**Queue Discipline**

FIFO

LIFO

Random

Random seed number: 27437

Simulation time: 1000 hours

Start collection time: 0 hours

Queue capacity: 74

Max. number of data collections: M

OK Cancel Help

شكل (4) يبين نظام البرنامج المستخدم QSB لأجراء المحاكاة للنموذج

والنتائج المستخلصة هي كما هو موضح في الجدول (7) وكالاتي:

جدول (7) يبين نتائج صف انتظار  $(M/M/1)(FCFS/75/\infty)$  بعد إجراء المحاكاة للنموذج

07-22-2021	Performance Measure	Result
1	System M/M/1/75	From Simulation
2	Customer arrival rate ( $\lambda$ ) per hour =	10.0000
3	Service rate per server ( $\mu$ ) per hour =	12.0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	9.9915
5	Overall system effective service rate per hour =	9.9875
6	Overall system utilization =	84.0235 %
7	Average number of customers in the system ( $L$ ) =	5.2792
8	Average number of customers in the queue ( $L_q$ ) =	4.4390
9	Average number of customers in the queue for a busy system ( $L_b$ ) =	5.2830
10	Average time customer spends in the system ( $W$ ) =	0.5285 hours
11	Average time customer spends in the queue ( $W_q$ ) =	0.4444 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system ( $W_b$ ) =	0.5289 hours
13	The probability that all servers are idle ( $P_0$ ) =	15.9765%
14	The probability an arriving customer waits ( $P_w$ ) or system is busy ( $P_b$ ) =	84.0235%
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	1000.0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	9988
26	Maximum number of customers in the queue =	37
27	Total simulation CPU time in second =	2.2790

ويمكن استخلاص جدول الاحتمالات والذي يوضح احتمالية وجود  $n$  من الزبائن في النظام في اي لحظة زمنية كما هو موضح في الجدول (8) وكالاتي :

عند ملاحظة جدول الحل النهائي بعد المحاكاة مع جدول الحل بدون محاكاة لوحظ أن المؤشرات متقاربة وهذا دليل على صحة المؤشرات المستخرجة ومن الممكن الاعتماد عليها.

جدول (8) يبين نتائج الاحتمالات في النظام

07-22-2021	Estimated probability of customer in the system	Cumulative probability
0	0.1667	0.1667
1	0.1389	0.3056
2	0.1157	0.4213
3	0.0965	0.5177
4	0.0804	0.5981
5	0.0670	0.6651
6	0.0558	0.7209
7	0.0465	0.7674
8	0.0388	0.8062
9	0.0323	0.8385
10	0.0269	0.8684
11	0.0224	0.8878
12	0.0187	0.9065
13	0.0156	0.9221
14	0.0130	0.9351
15	0.0108	0.9459
16	0.0090	0.9549
17	0.0075	0.9624
18	0.0063	0.9687
19	0.0052	0.9739
20	0.0043	0.9783
21	0.0036	0.9819
22	0.0030	0.9849
23	0.0025	0.9874
24	0.0021	0.9895
25	0.0017	0.9913
26	0.0015	0.9927
27	0.0012	0.9939
28	0.0010	0.9949
29	0.0008	0.9958
30	0.0007	0.9965
31	0.0006	0.9971
32	0.0005	0.9976
33	0.0004	0.9980

تطبيق الخوارزمية الجينية في نظام الانتظار (System of Queuing) :  
بعد الحصول على نتائج صف الانتظار السابق سوف يتم تحسين النتائج باستخدام الخوارزمية الجينية  
إذ تم توظيف الآتي في الخوارزمية الجينية:

-حجم المجتمع (population size) هو (100)

-ال selection=0.5

-عدد المعلمات 2 npar=2

-عدد ال nbits

Maxit=sample size Maximum Number of Iterations

-الطفرة الوراثية 0.15 mutrate=

-تمثيل الكروموسومات binary

-ال crossover المستخدم crossover logic

-نظام الصف المستخدم (M/M/1)(FCFS/N/∞)

والكود الموجود في الملاحق (1) يبين استخدام الخوارزمية الجينية لبيانات صف الانتظار:  
أما تفاصيل صف الانتظار بعد نتائج الخوارزمية الجينية كما هو موضح في الجدول (9) أدناه:

جدول (9) يبين تفاصيل صف الانتظار (M/M/1)(FCFS/70/∞)

Data Description	ENTRY
Number of service	1
Service rate (per server per hour)	15
Customer arrival rate (per hour)	14
Queue capacity (maximum waiting)	69
Customer population	M
Busy server cost per hour	
Idle server cost per hour	
Customer waiting cost per hour	
Customer being served cost per hour	
Cost of customer being balked	
Unit queue capacity cost	

أما النتائج المستخلصة للخوارزمية الجينية فهو موضح بالجدول (10) وكالاتي:

## جدول (10) يبين النتائج المستخلصة للخوارزمية الجينية

07-22-2021	Performance Measure	Result
1	System M/M/1/70	From Formula
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	14.0000
3	Service rate per server (mu) per hour=	15.0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	13.9925
5	Overall system effective service rate per hour =	13.9925
6	Overall system utilization =	93.2833%
7	Average number of customers in the system (L) =	13.4665
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	12.5337
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	13.4362
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.9624 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.8957 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.9602 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	6.7168%
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	93.2832%
15	Average number of customers being balked per hour =	0.0075
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0

عند الاطلاع على النتائج المستخلصة للخوارزمية الجينية لابد من التعرف على المؤشرات المهمة وهي كالآتي :

1. النسبة المئوية للمنفعة الكلية للنظام ككل اي النسبة الكلية لاستغلال النظام هي 93.3%.
2. متوسط عدد الواصلين الكلي في اي لحظة اي عدد الطلبات الواصلة في النظام ككل هي 13.
3. متوسط عدد الواصلين في صف الانتظار اي عدد الطلبات الواصلة والتي تنتظر دورها هي 12.5.
4. متوسط عدد الطلبات في صف الانتظار في اوقات الازدحام والتي تنتظر دورها هي 13.4.
5. متوسط الوقت الذي يقضيه الطلب في النظام (في صف الانتظار + محطة الخدمة) للحصول على الخدمة هي 0.96 ساعة.
6. متوسط الوقت الذي يقضيه المراجع في صف الانتظار للحصول على الخدمة هي 0.90 ساعة.
7. متوسط الطلب الذي يقضيه المراجع في صف الانتظار في اوقات الازدحام للحصول على الخدمة هو 0.96 ساعة.
8. احتمالية ان تكون محطة الخدمة عاطلة عن العمل وهنا النسبة 6.72%.
9. احتمالية ان تكون محطة الخدمة مشغولة بالعمل وهنا النسبة هي 93.3%.
10. عدد الزبائن الذين سوف يغادرون دون الحصول على الخدمة هو 0.0075 اي 0 مراجع.

و عند تنفيذ الخوارزمية الجينية للنتائج اعلاه تم تحسين النتائج وكما يلي:

### System Performance Summary for QA Problem (Genetic Algorithms)

1	System: M/M/1/70	From Formula
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	14.0000
3	Service rate per server (mu) per hour =	15.0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	13.9925
5	Overall system effective service rate per hour =	13.9925
6	Overall system utilization =	% 93.2833
7	Average number of customers in the system (L) =	13.4665
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	12.5337
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	13.4362
10	Average time customer spends in the system (W) =	0.2624hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.1957hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.2302hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	% 4.7168
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	% 95.2832
15	Average number of customers being balked per hour =	0.0005
16	Total cost of busy server per hour =	0\$
17	Total cost of idle server per hour =	0\$
18	Total cost of customer waiting per hour =	0\$
19	Total cost of customer being served per hour =	0\$
20	Total cost of customer being balked per hour =	0\$
21	Total queue space cost per hour =	0\$
22	Total system cost per hour =	0\$

إذ إن:

1. النسبة المئوية للمنفعة الكلية للنظام ككل اي النسبة الكلية لاستغلال النظام هي 93.3%.
2. متوسط عدد الواصلين الكلي في اي لحظة اي عدد الطلبات الواصلة في النظام ككل هي 14.
3. متوسط عدد الواصلين في صف الانتظار اي عدد الطلبات الواصلة والتي تنتظر دورها هي 13.
4. متوسط عدد الطلبات في صف الانتظار في اوقات الازدحام والتي تنتظر دورها هي 13.
5. متوسط الوقت الذي يقضيه الطلب في النظام (في صف الانتظار + محطة الخدمة) للحصول على الخدمة هي 0.26 ساعة.
6. متوسط الوقت الذي يقضيه المراجع في صف الانتظار للحصول على الخدمة هي 0.20 ساعة.
7. متوسط الطلب الذي يقضيه المراجع في صف الانتظار في اوقات الازدحام للحصول على الخدمة هو 0.23 ساعة.
8. احتمالية ان تكون محطة الخدمة عاطلة عن العمل وهنا النسبة 4.72%.
9. احتمالية ان تكون محطة الخدمة مشغولة بالعمل وهنا النسبة هي 95.3%.
10. عدد الزبائن الذين سوف يغادرون دون الحصول على الخدمة هو 0.0005 اي 0 مراجع.

ويمكن استخلاص جدول الاحتمالات والذي يوضح احتمالية وجود n من الزبائن في النظام في اي لحظة زمنية كما هو موضح في الجدول (11) أدناه:

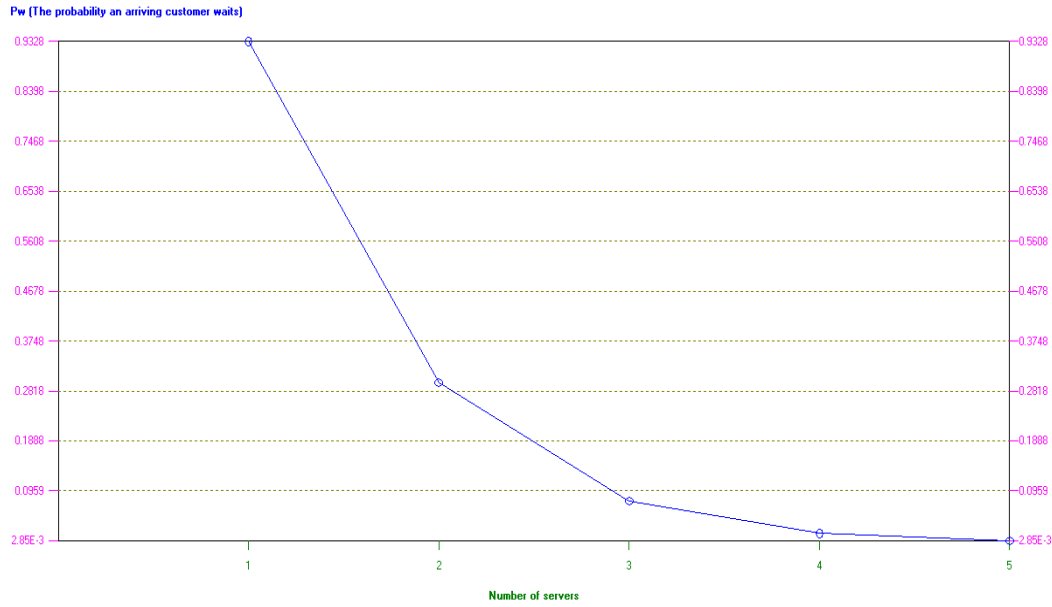
جدول (11) يبين احتمالات الزبائن في النظام

07-22-2021	Estimated probability of customer in the system	Cumulative probability
0	0.0672	0.1667
1	0.0627	0.3056
2	0.0585	0.4213
3	0.0546	0.5177
4	0.0510	0.5981
5	0.0476	0.6651
6	0.0444	0.7209
7	0.0414	0.7674
8	0.0387	0.8062
9	0.0361	0.8385
10	0.0337	0.8684
11	0.0314	0.8878
12	0.0293	0.9065
13	0.0274	0.9221
14	0.0256	0.9351
15	0.0239	0.9459
16	0.0223	0.9549
17	0.0208	0.9624
18	0.0194	0.9687
19	0.0181	0.9739
20	0.0169	0.9783
21	0.0158	0.9819
22	0.0147	0.9849
23	0.0137	0.9874
24	0.0128	0.9895
25	0.0120	0.9913
26	0.0112	0.9927
27	0.0104	0.9939
28	0.0097	0.9949



29	0.0091	0.9958
30	0.0085	0.9965
31	0.0079	0.9971
32	0.0074	0.9976
33	0.0069	0.9980

والشكل (5) يبين ان احتمالية المحطة مشغولة:



شكل (5) مخطط احتمالية محطة الخدمة مشغولة

لغرض إجراء محاكاة للنموذج للتأكد من أن مؤشرات النظام سوف تبقى ثابتة او متقاربة مع الحل النهائي للنموذج كما في الشكل (6) أدناه :

Simulation Specification

**Random Seed**

Use default random seed

Enter a seed number

Use system clock

**Queue Discipline**

FIFO

LIFO

Random

Random seed number: 27437

Simulation time: 1000 hours

Start collection time: 0 hours

Queue capacity: 69

Max. number of data collections: M

OK Cancel Help

الشكل (6) يبين ان مؤشرات النظام تبقى ثابتة

والجدول (12) يبين نتائج صف الانتظار بعد المحاكاة للخوارزمية الجينية وكما هو مبين أدناه:

جدول (12) يبين نتائج صف الانتظار بعد المحاكاة للخوارزمية الجينية

07-22-2021	Performance Measure	Result
1	System M/M/1/70	From Simulation
2	Customer arrival rate ( $\lambda$ ) per hour =	14.0000
3	Service rate per server ( $\mu$ ) per hour =	15.0000
4	Overall system effective arrival rate per hour =	13.8687
5	Overall system effective service rate per hour =	13.8317
6	Overall system utilization =	92.4377 %
7	Average number of customers in the system ( $L$ ) =	10.8866
8	Average number of customers in the queue ( $L_q$ ) =	9.9621
9	Average number of customers in the queue for a busy system ( $L_b$ ) =	10.7771
10	Average time customer spends in the system ( $W$ ) =	0.7846 hours
11	Average time customer spends in the queue ( $W_q$ ) =	0.7178 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system ( $W_b$ ) =	0.7765 hours
13	The probability that all servers are idle ( $P_0$ ) =	7.5623%
14	The probability an arriving customer waits ( $P_w$ ) or system is busy ( $P_b$ ) =	92.4377%
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	1000.0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	13832
26	Maximum number of customers in the queue =	59
27	Total simulation CPU time in second =	2.6860

صغير نسبي ولكن اوقات الانتظار في النظام وصف الانتظار قلت ما يعادل 12 دقيقة.

من خلال ملاحظة النتائج لمؤشرات صف الانتظار بعد المحاكاة للخوارزمية الجينية نلاحظ أن نسبة مشغولية النظام قد قلت بشكل

توصي الدراسة بأن تقوم إدارة المستشفى ودائرة الصحة في دعم القسم بما يحتاجه من أجهزة خاصة .

ومن خلال هذه النتائج نلاحظ تحسین جميع نتائج المقاييس باستخدام الخوارزمية الجينية

#### المصادر

#### الاستنتاجات

- [1] Kluwer Ed. ,(1997):” Intelligent hybrid systems :Fuzzy Logic ,Neural networks and Genetic Algorithms, Kluwer Academic Publishers”.
- [2] Mitchell M.,(1996):” An Introduction to Genetic Algorithms “ Abradford Book
- [3] Bala, J. K. Dejong, (1995), “Hybrid learning using Genetic Algorithms and decision tree for pattern classification” IJCAI Conference, Montreal .
- [4] Koray, Korkut Bilal Alatas and Ali Karci ,(2004) ,”Mining classification rules by using Genetic Algorithms with non- random initial population uniform operator “ TU RK J. Elec .Engin., Vol. 12, No.1:43-52.
- [5] Antionia J.J, (1993): “Genetic Algorithms “ and their application to the design of neural Network , neural computing and Application ,Springer-Verlag, London Limited.
- [6] Andrew Deason , (2004) , Webmaster, “Genetic Algorithms “ Last Modified
- [7] Aaron Voegelé, “Artificial Neural Network Feature Selection Optimization with Genetic Algorithms “, Department of General Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- [8] David E. Goldberg, (1993), “Genetic Algorithm In search optimization and machine learning “ ,the university of Alabama.

1. النسبة المئوية للمنفعة الكلية للنظام ككل اي النسبة الكلية لاستغلال النظام هي 93.3%.
2. متوسط عدد الواصلين الكلي في اي لحظة اي عدد الطلبات الواصلة في النظام ككل هي 13.
3. متوسط عدد الواصلين في صف الانتظار اي عدد الطلبات الواصلة والتي تنتظر دورها هي 12.5.
4. متوسط عدد الطلبات في صف الانتظار في اوقات الازدحام والتي تنتظر دورها هي 13.4.
5. متوسط الوقت الذي يقضيه الطلب في النظام (في صف الانتظار + محطة الخدمة) للحصول على الخدمة هي 0.96 ساعة.
6. متوسط الوقت الذي يقضيه المراجع في صف الانتظار للحصول على الخدمة هي 0.90 ساعة.
7. متوسط الطلب الذي يقضيه المراجع في صف الانتظار في اوقات الازدحام للحصول على الخدمة هو 0.96 ساعة.
8. احتمالية ان تكون محطة الخدمة عاطلة عن العمل وهنا النسبة 6.72%.
9. احتمالية ان تكون محطة الخدمة مشغولة بالعمل وهنا النسبة هي 93.3%.
10. عدد الزبائن الذين سوف يغادرون دون الحصول على الخدمة هو 0.0075 اي 0 مراجع.

#### التوصيات

1. نوصي بتغيير النظام المستعمل في القسم وهو نظام يقدم الخدمة بمحطة واحدة وبنظام من يأتي أولاً يخدم أولاً الى نظام مراكز الخدمة المتعددة أي أنموذج صف انتظار بمحطات خدمة متعددة وبسعة محدودة .
2. من خلال البحث والتقصي وجمع المعلومات لإنجاز هذه الدراسة وبعد أن اطلعنا على واقع العمل في قسم الأشعة

الملاحق

ملحق رقم (1)

```
% _____Design and Developement of Gentic Operators_____

% you can try using different generations and populations

% for cross over i have used a logic which is given in the attached PDF "crossover logic"

% to see solution look at 'solution' matrix in workspace.

pop=100; %total population always
gen=100; %total generations
n=15; %no of jobs
initpop=zeros(pop,n); %initial population
pop_fitness=zeros(pop,1); %population fitness matrix
pop_fitness_sorted=zeros(pop,1); %for sorted fitness
fitness_temp=0; %fitness temporary variable used in fitness loops between k and j
for i=1:pop
    x(i,:)=randperm(n); %random initial population --indicates queen position on board
end;
%counter=0;
%for i=1:100
% counter=counter+1;
% f(counter,:)=evaluate_objective(x(i,:));
% format shortg;
%end
%for i=1:100
% x(:,16)=f(:,1);
%end
%for i=1:100
% x(:,17)=f(:,2);
%end
%M=2;
%V=15;
%non_domination_sort_mod(x,M,V);
```

```
%actual_pop=initpop;
%duplication for working on this variable and keeping initial population intact

%generations loop
pop=(pop/2);
for q=1:gen

%selection

for i=1:pop
    cross_over_temp_mat(i,:)=x(i,:);
end
cross_over_ready_pop= repmat(cross_over_temp_mat,2,1);
cross_over_pop_final=cross_over_ready_pop;

%cross over part begins
%for detail explanation cross over logic refer to the pdf attached
%logic---get random crossover point--then cross over at that point
%if two same values of rows in one individual..then adjust crossover
%according to the logic give in the pdf
while 1,
    cross_over_point=floor(n*rand(1));
    if cross_over_point~=0
        break;
    end
end

i=1;
while i<(pop-1),

    cross_over_pop_temp_one(1,:)=cross_over_ready_pop(i,:);    %copied parents
    cross_over_pop_temp_two(1,:)=cross_over_ready_pop(i+1,:);    %copied parents
    %for child one
    for j=1:cross_over_point
```

---

```
for k=j:n
    if (cross_over_pop_temp_one(1,j)==cross_over_pop_temp_two(1,k))
        cross_over_pop_temp_adjust=cross_over_pop_temp_two(1,j);
        cross_over_pop_temp_two(1,j)=cross_over_pop_temp_two(1,k);
        cross_over_pop_temp_two(1,k)=cross_over_pop_temp_adjust;
        break;
    end
end
end
for j=1:cross_over_point
    cross_over_child_one(1,j)=cross_over_pop_temp_one(1,j);
end
for j=cross_over_point:n
    cross_over_child_one(1,j)=cross_over_pop_temp_two(1,j);
end

%for child two

cross_over_pop_temp_two(1,:)=cross_over_ready_pop(i,:);    %copied parents
cross_over_pop_temp_one(1,:)=cross_over_ready_pop(i+1,:);  %copied parents

for j=1:cross_over_point
    for k=j:n
        if (cross_over_pop_temp_one(1,j)==cross_over_pop_temp_two(1,k))
            cross_over_pop_temp_adjust=cross_over_pop_temp_two(1,j);
            cross_over_pop_temp_two(1,j)=cross_over_pop_temp_two(1,k);
            cross_over_pop_temp_two(1,k)=cross_over_pop_temp_adjust;
            break;
        end
    end
end
for j=1:cross_over_point
    cross_over_child_two(1,j)=cross_over_pop_temp_one(1,j);
end
for j=cross_over_point:n
    cross_over_child_two(1,j)=cross_over_pop_temp_two(1,j);
end
```

```
cross_over_pop_final(i,:)=cross_over_child_one(1,:);
cross_over_child_two_flipped=wrev(cross_over_child_two);
cross_over_pop_final(i+1,:)=cross_over_child_two_flipped(1,:);
```

```
i=i+2;
```

```
end
```

```
%mutation introduced
```

```
%mutation occurs :at every 5th individual..swapping of two random
```

```
% column values(that is queen positions)
```

```
%Any individual can change the mutation probability by simply changing
```

```
%the value.@Vigneshwar
```

```
i=n;
```

```
while i<pop,
```

```
mutation_temp_one=floor(rand(1)*n/2);
```

```
mutation_temp_two=floor(2*(rand(1)*n/2));
```

```
if (mutation_temp_one==0 || mutation_temp_two==0)
```

```
continue;
```

```
else
```

```
mutation_temp_data=cross_over_pop_final(i,mutation_temp_one);
```

```
cross_over_pop_final(i,mutation_temp_one)=cross_over_pop_final(i,mutation_temp_two);
```

```
cross_over_pop_final(i,mutation_temp_two)=mutation_temp_data;
```

```
end
```

```
i=i+5;
```

```
end
```

```
i=0;
```

```
x=cross_over_pop_final;
```

```
end
```

---