

تحسين مستوى السكر في الدم باستخدام خوارزمية تحسين البكتيريا للبحث عن الطعام Bacterial Foraging Optimization Algorithm (BFOA)

م.م. احمد ناصر اسماعيل¹
Ahmanassir84@gmail.com

أ.د. حامد علي عبد الاسدي²
865.hamid@gmail.com

أ.د. ماجدة علي عبد³
majida.alasady@gmail.com

المستخلص : مرض السكري هو أحد أكثر الأمراض شيوعاً في العالم وهو أحد أمراض العصر. وفقاً للاتحاد الدولي للسكري ، هناك ما يقرب من 400 مليون شخص مصاب بالسكري في جميع أنحاء العالم. في هذه ا تم استخدام خوارزمية جديدة تسمى خوارزمية تحسين البكتيريا للبحث عن الطعام Bacterial Foraging Optimization Algorithm (BFOA) للتحكم في مستوى السكر في الدم لدى مرضى السكري. تم استخدام اللغة البرمجية Matlab لبرمجة الخوارزمية واختبار عملها على المعلومات المتكاملة على 200 مريض، من خلال إيجاد أفضل قيمة (أقل قيمة أو أعلى قيمة) لمعدلات مرض السكري في مرضى السكري. اختيار أفضل قيمة من المعلومات التي يمكن استخدامها بنجاح للكشف عن مرض السكري بقياسات سريرية بسيطة ، دون اختبارات معملية، واستنادا إلى التدرج في مستويات السكر في الدم، تم تصنيف حالات المرضى وتحديد الأنسولين المناسب لرفع أو خفض الدم السكر.

الكلمات المفتاحية : مرض السكري ، خوارزميات ذكاء الاسراب، خوارزمية تحسين البكتيريا.

¹ قسم نظم المعلومات الادارية ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة البصرة

² قسم هندسة الاتصالات، كلية العراق الجامعة، البصرة

³ قسم علوم الحاسوب ، كلية الحاسوب والرياضيات ، جامعة تكريت

1- المقدمة:

أصبح مرض السكري مشكلة عالمية ضخمة وسبب قلق خطير في المجال الصحي، يتعرض مرضى السكري لمضاعفات خطيرة تهدد حياتهم وتقودهم إلى الإعاقة ونتيجة لربط هذه المضاعفات مع ارتفاع السكر في الدم وضعف السيطرة على مرض السكري ، هو أحد الأمراض التي أصبحت رابع سبب رئيسي للوفاة في البلدان المتقدمة، وبسبب ارتفاع مستويات المرض، تم تطوير العديد من المدن الصناعية في الآونة الأخيرة. الهدف الرئيسي من محاربه وعلاجه هو السيطرة على نسبة السكر في الدم والحفاظ على مستواه بالقرب من الحدود المنصوص عليها، لذلك أصبح من الضروري توفير علاج جيد لمرضى السكر والتأكد من تلبية المتطلبات اللازمة لرعايتهم الصحية المناسبة [1]. في هذا البحث نقوم باستخدام طرق اختيار الميزات التي تلعب دوراً مهماً في تصنيف الأنظمة مثل خوارزمية النهم للبكتريا المحسنة (BFOA). لضمان ذلك ، نفوم الخوارزمية التي تعتمد على مجموعة من الأساليب الأساسية والاعتماد على قيمة التدرج.

1-1 هدف البحث: الهدف من بحثنا هو استخدام خوارزمية BFOA لتحسين كفاءة مرضى السكري من خلال إيجاد القيمة المثلى (أقل قيمة أو أعلى قيمة) لنسب مرض السكري. ومن خلال إعطاء النسب كمدخلات ، تكون المخرجات في شكل تسلسل هرمي للقيم من أعلى إلى أدنى قيمة أو من أدنى إلى أعلى قيمة. اعتماداً على تدرج النسب ، يتضح لنا من هو الشخص الذي يتم علاجه أولاً وفقاً لحاجته لرفع أو خفض نسبة السكر عن طريق إعطائه الأنسولين. باستخدام خوارزمية BFOA في هذه الورقة يمكن تحقيق دقة عالية في الوصول إلى الحل الأمثل لذلك ، هناك حاجة لفهم عام جيد لأي مشكلة يتم حلها وتحديد أفضل طريقة لحل هذه المشكلة . تعتمد الأساليب الأساسية على حساب الدوال ، أو مشتق الدالة ، أو تقريب قيمة الدالة. الهدف هو العثور على قيمة التدرج قريبة من القيمة الأصلية.

1-2 مشكلة البحث: في الوقت الحاضر الكفاءة يجب ان تكون موجوده في اي مجال مهني , وهي تشمل الاداء والتكلفة حيث كلما كان الاداء جيد والتكلفة قليلة يكون الوصول الى الحل الامثل افضل واسرع . كذلك الحال في التشخيص المبكر لأي مرض يكون أقل تكلفة هو الأفضل دائماً. وبما ان مرض السكري هو احد الأمراض والذي أصبح رابع سبب رئيسي للوفاة في الدول المتقدمة وبسبب ارتفاع المستويات المرضية تم تطوير العديد من المدن الصناعية حديثاً . وفي هذا الصدد، نتوقع مرض السكري على أساس الاعتماد على خوارزمية البكتيريا القياسية في البحث عن الطعام الأمثل، ويمكن الوصول الى دقة عالية في الوصول الى الحل الامثل في تحديد مستوى مرض السكري في الاشخاص المصابين بالاعتماد على عدد من العوامل التي تسبب الاصابة بهذا المرض .

2- الاعمال السابقة:

تم تطبيق العديد من البحوث باستخدام خوارزميات التصنيف لتشخيص مرض السكري وعلاجه. منها النموذج المقترح من قبل الباحثين [2] المتضمن جميع التكتلات الضبابية في مجموعات منفصلة ، ثم استخدام الشبكة العصبية الشعاعية للتنبؤ لكل مريض مصاب بداء السكري تم استخدام نظام الاستدلال الضبابي العصبي المتوافق لتشخيص مرض السكري. بلغت دقة التصنيف للطريقة المقترحة 97.14٪. في عام 2014 قدما الباحثين [3] خوارزمية هجينة لتصنيف مرضى السكري من النوع الثاني تجمع بين

Modified Particle Swarm Optimization(MPSO)and Least Squares-Support Vector Machine تم تنفيذ الخوارزمية الهجينية وتقييمها باستخدام مجموعة بيانات مرضى السكري Pima Indians من مستودع UCI لقواعد بيانات التعلم الآلي. كما تم مقارنتها بخوارزميات التصنيف المختلفة التي تم تطبيقها على نفس قاعدة البيانات. بلغت دقة التصنيف للخوارزمية المقترحة 97.833%. في عام 2018 استخدم عدد من الباحثون [4] خوارزمية Improved Bacterial Foraging Optimization(IBFO) لتصنيف مستوى الخطر لأمراض القلب في الشريان التاجي لدى مرضى السكري باستخدام Twin Support Vector Machine .

تم الحصول على مجموعة البيانات من مستودع تعلم الآلة UCI. كانت نتائج البحث المقترح باستخدام المصنف IBFO-TSVM أفضل من حيث دقة التصنيف والوقت المنقضي. قدما الباحثين Dimple Rani and Amit Kumar Arora نموذجاً آلياً جديداً لتشخيص مرض السكري باستخدام Bacterial Forging Support Optimization(BFO) and Artificial Neural Network(ANNs) بعد ذلك، تم تطبيق Vector Machine مع RBF Kernel على الميزات المحددة لمعرفة دقة التصنيف. حيث أظهرت النتائج أنه يوفر دقة أفضل مقارنة بالتقنيات الأخرى والبالغة 94% .

3- تشخيص مرض السكري:

ارتأت منظمة الصحة العالمية ان تقسم مرض السكر الى ثلاثة اقسام وعلى النحو الاتي سكري النوع الاول وسكري النوع الثاني وسكري الحوامل. وكل نوع من هذه الانواع له خصائصه وعوامل انتشاره في العالم..ولكن بالنتيجة فان هذه الانواع الثلاثة تتشابه بانها لا تجد قدرا كافيا من هرمون الانسولين ولذلك لعجز غدة البنكرياس من افراز مايستوجب افرازه. وهنا يلزمنا ان نشير معرفة مرض السكري تتم من خلال اختبار نسبة السكر في الدم وباستمرار على قدر من سكر العنب الكلوكوز وهو قابل للارتفاع والانخفاض بعد تناول الطعام [5].

اما في حالة الصيام والانفعالات فقد تمت معرفة المعدل الطبيعي للسكر في الدم بواسطة الدوائر العلمية كمنظمة الصحة العالمية ورابطة السكر الامريكية وغيرها.في الانسان المتعاقي الصائم على الاقل 8 ساعات وحتى 115ملم /155سم³ من الدم او 6.1 ميليمول / لتر ويمكن التحديد بشكل ادق في حالة اصابة الشخص بالسكري من خلال معرفة ماياتي من النسب:

- مستوى السكر بين 115-125 ملليغرم /155سم³ (601-609) ملليمول / لتر في حالة الصيام [6] يعني ان الشخص لديه مشكلة في الكلوكوز في الدم او مايعرف بالسكر المتراكم . وفي هذه الحالة يكون الانسان معرضا لخطر الاصابة بالنوع الثاني من انواع السكر المذكور انفا.
- اذا كانت نسبة السكر في الدم 126 في حالة كونه صائما في قرانتين مختلفتين , فهذه اشارة وعلامة واضحة على ان الشخص هو مصاب بمرض السكري ولاجدال في ذلك. والذي هو ملفت للنظر ان نسبة السكر لاتظهر في الادرار لا بعد ان تصل تسبته الى اكثر من (180 ملليغرام لكل 155سم³) في الدم حينها تكون الكليتان عاجزتان على امتصاصه من الدم بالكامل وهو مايسمى بالحر الكلوي للسكر.

ولذلك نعتمد وبشكل مطلق على معرفة مستوى السكري في الشخص من خلال الدم وليس من خلال الادرار. وهذا يجرننا الى ملاحظة جديرة بالذكر هي : ان مستوى السكر في الدم لايمكن ان تعتمد عليه دائما وبشكل حر في حالة الصيام لمعركة ما اذا كان لشخص مصابا بالسكر او غير مصاب. والجدول (1) ادناه يوضح اختبار مستوى السكر في حالة الصيام (نتيجتين في ايام مختلفة).

الجدول 1: اختبار مستوى السكر في حالة الصيام نتيجتين في ايام مختلفة

التشخيص	معدل السكر في الدم مليغرام /100سم ³ (مليمول/لتر)
طبيعي	110(6.1) فأقل
السكر الكامن أو مرحلة ما قبل السكر	110-125(6.1-7)
مرض السكر	126(7) فأكثر

ويجب ملاحظة أن اختبار قياس مستوى السكر في الدم في حالة الصيام لا يعتمد عليه دائما لتقرير ما اذا كان المريض مصاب بالسكر من عدمه . وذلك للأسباب التالية :

- نهاية الإصابة بالسكر قد تؤدي تشخيص كثير من الاشخاص بالنوع الثاني قي السكر والذين يكونون معرضين لمخاطر قليلة جدا لحدوث المضاعفات الحقيقية لمرض السكري ان تحديد نقطة 126 مليغرام /100سم³ كنتيجة نهائية للإصابة بالسكر قد تؤدي الى تشخيص كثير من الاشخاص بالنوع الثاني من السكر والذين يكونون معرضين فقط لمخاطر قليلة جدا لحدوث المضاعفات الحقيقية لمرض السكري .
 - - قد يظهر هذا الاختبار نتائج طبيعية في العديد من الاشخاص الذين لا يزالون في خطر من الإصابة بمرض السكري . وعلى سبيل المثال , فان الأشخاص الذين يتم اجراء هذا الاختبار عليهم بعد فترة الطهيرة وتظهر نتائج فحص السكر لديهم طبيعية , قد لا يكون مستوى السكر لديه طبيعى عند اجراء الاختبار في الصباح الباكر .
 - -فحص السكر في حالة الصيام قد يكون اقل فائدة من اختبار تحمل الجلوكوز للتنبؤ بالأشخاص المعرضين لدرجة عالية لخطر الإصابة بمرض السكري , وامراض القلب أو الوفاة . وكذلك فإن قياس السكر في حالة الصيام أقل فائدة من اختبار الهيموجلوبين A1C لتحديد الأشخاص المصابين بمرض السكري والمعرضين في نفس الوقت لخطر الصابة بشدة المضاعفات الناتجة عن السكر .
 - يعتقد بعض الباحثين أن قياس مستوى السكر في الدم في حالة الصيام ليس بدقة اختبار تحمل الجلوكوز لتحديد مرض السكري في بعض الأشخاص مثل النساء اللواتي لديهن تاريخ الإصابة بسكر الحمل او بعض الأفراد الأسويين.
- وفي الوقت الحاضر فإن الشخص الذي يكون معدل السكر في الدم لديه طبيعى في حالة الصيام ولكن لديه اعراض مرض السكري أو لديه تاريخ عائلي للإصابة بالسكر او عوامل خطورة أخرى فإنه لا يمكن اعتباره غير مصاب بالسكر ويلزم عمل اختبار تحمل الجلوكوز الذي يتم فيه تحليل السكر في الدم كل 30 دقيقة على مدى ساعتين من تناول 75 غرام من الجلوكوز والجدول

(2) يوضح نتائج هذا الاختبار. وتدل الدراسات على ان اختبار تحمل الجلوكوز اقوى وأدق من قياس مستوى السكر في الدم في حالة الصيام لتشخيص مرض السكري .

الجدول 2 : معدل السكر في الدم بعد تناول 75 غرام من الجلوكوز

التشخيص	معدل السكر في الدم بعد ساعتين من تناول 75 غرام من الجلوكوز
الشخص الطبيعي	اقل من 140 ملليغرام/100سم ³ (7.80 ملليمول /لتر)
معرض لخطر الإصابة بمرض السكر	140-200 ملليغرام /100سم ³ (7.8-11.1 ملليمول /لتر)
مصاب بمرض السكر	أكثر من 200 ملليغرام /100سم ³ (11.1 ملليمول /لتر)

ولمعرفة مدى تحكم مريض السكري بمستوى السكر بالدم يجب اجراء اختبار بسيط يظهر متوسط كمية السكر في الدم خلال شهرين او ثلاثة شهور يطلق عليه اختبار الهيموجلوبين الذي لا يستخدم لتشخيص مرض السكري وانما لتحديد كمية الانسولين التي يحتاجها المريض أو تغيير نمط الوجبة الغذائية للمحافظة على مستوى السكر في الدم بصورة جيدة، وكلما زادت نسبة الهيموجلوبين المرتبط بها الجلوكوز كلما زاد ذلك من احتمال حدوث مضاعفات مرض السكري (امراض العيون، الكلى، تلف الأعصاب، امراض القلب والجلطة الدماغية) والعكس صحيح.

حيث وجد ان انخفاض نسبة الهيموجلوبين بنسبة 1% فقط تقلل من نسبة احتمال حدوث مضاعفات مرض السكري بشكل عام لدى المريض بمقدار 12% وبشكل خاص تقليل المضاعفات على العين والكلى والاعصاب بمقدار 25% وعلى احتمال حدوث الإصابة بجلطة القلب بنسبة 16% والأشخاص غير المصابين بالسكر تكون نسبة الهيموجلوبين في حدود 4-6% . اما الأشخاص المصابين بالسكر من النوع الثاني فيجب ان تكون النسبة اقل من ذلك (اقل من 6.5%).

الجدول 3: مستويات HbA1C ومعدل جلوكوز الدم

HbA1C (%)	معدل جلوكوز الدم (ملليغرام/ 100 سم ³)
8%	180 ملليغرام/ 100 سم ³
7%	150 ملليغرام/ 100 سم ³
6%	120 ملليغرام/ 100 سم ³
5%	90 ملليغرام/ 100 سم ³
4%	60 ملليغرام/ 100 سم ³
1%	3 يعني زيادة مقدارها 30 ملليغرام/ 100 سم ³

ويجب على جميع المرضى المصابين بالنوع الثاني من السكري اجراء اختبار الهيموجلوبين مرتين في العام على الأقل . وفي حالة تغير العلاج او اذا كان معدل السكر في الدم مرتفع باستمرار ، فيجب عمل الاختبار كل ثلاثة اشهر على الأقل حتى يتحسن معدل السكر في الدم . ويجب ملاحظة ان اجراء اختبار

الهيموجلوبين بصوره منتظمة سوف يساعد المريض والطبيب على حد سواء على متابعة نسبة السكر في الدم في اوقات متعددة وبالتالي عمل برنامج طويل للعلاج للوصول إلى معدلات مقبولة للسكر.

4- خوارزمية تحسين البكتيريا للبحث عن الطعام (BFOA):

تم اقتراح هذه الخوارزمية من (passino keven) في عام 2002 كان الغرض منها إيجاد النسبة الأمثل لأجهزة الحقائق لتصنيف أقل قيمة لفقدان الطاقة الحقيقي والحد من التكلفة الإجمالية وتحسين الجهد الشخصي وتعزيز استقرار التيار الكهربائي [7]. وتعتبر خوارزمية حديثة وتعتبر نوعاً جديداً يدخل في عائلة خوارزميات التحسين المستوحاة من الطبيعة. الفكرة الأساسية من هذه الخوارزمية هو تطبيق مجموعة من استراتيجيات البحث عن الطعام من خلال مجموعة من أسراب بكتيريا القولون الموجودة في الأمعاء الغليظة وذلك بتطبيق دالة الأمثلية بنقاط مثلى. لا تتأثر هذه الخوارزمية بحجم المشكلة وتتقارب مع الحل الأمثل في العديد من المشكلات، حيث فشلت معظم الأساليب التحليلية المستخدمة في خوارزميات التحسين الأخرى في الوصول إلى حل متقارب للحل الأمثل. أهم خصائص هذه الخوارزمية هي عبئ الحساب المنخفض، أي أنها تتطلب سرعة وتتطلب وقتاً أقل في حساب النتائج ويمكن أن تتعامل مع أكثر من دالة ملائمة واحدة عند مقارنتها مع خوارزميات أخرى [8].

والفكرة الأساسية لخوارزمية BFO هي محاكاة حركة التقارب الكيميائي للبكتيريا في مساحة البحث للمشكلة. يتم شرح نظرية تحسين الأعلاف البكتيرية من خلال الخطوات الآتية:

- الانجذاب الكيميائي Chemotaxis
- التجمع (السرب) Swarming
- الاستنساخ Reproduction
- القضاء والتشتيت Elimination-Dispersal

4 - 1 الانجذاب الكيميائي Chemotaxis:

هي عملية تحاكي حركة خلية من خلال السباحة والهبوط عبر السوط ومن الناحية البيولوجية، يمكن مختلفتين. الطريقة الأولى يمكن أن تسبح لفترة من الوقت في نفس أن تتحرك بكتيريا بطريقتين الاتجاه أو قد تنهار، والطريقة الثانية يمكن أن تتناوب بين وضعي التشغيل هذين طول العمر [9] ويمكن تمثيله بالصيغة التالية:

$$\theta^i(j+1, k, l) = \theta^i(j, k, l) + c(i) * \left[\frac{\Delta(i)}{\sqrt{\Delta^T(i) * \Delta(i)}} \right] \quad (1)$$

حيث أن Δ متجه ذات قيمة عشوائية ضمن الفترة [-1, 1]

4 - 2 التجمع (السرب) Swarming :

عبارة عن مجموعة من العناصر ذات السلوك المثير للاهتمام، وهذا ينطبق على أنواع البكتيريا بما في ذلك *E.coli* [10] حيث تتشكل الأسراب المعقدة والمكانية والزمنية في نصف الطعام الصلب.

مجموعة الخلايا القولونية ترتب نفسها في حلقة التنقل اغنى مواقع المواد الغذائية , في حينها تقوم البكتيريا خلال مدة البحث عن الطعام بجذب البكتيريا الاخرى عند نقطة الحل بسرعة اكبر استناداً الى المسافات النسبية لكل البكتيريا مما يساعد البكتيريا للتجمع على شكل مجموعات والتحرك بأنماط متحدة المركز من الأشراب مع كثافة عالية , يمكن تمثيل انتقال الإشارة من بكتيريا الى بكتيريا اخرى بالمعادلة الاتية:

$$J_{cc}(\theta, p(j, k, l)) = \sum_{i=1}^s J_{cc}(\theta, \theta^i(j, k, l))$$

$$= \sum_{i=1}^s \left[-d_{\text{attractant}} \exp \left(-w_{\text{attractant}} \sum_{m=1}^p (\theta_m - \theta_m^i)^2 \right) \right]$$

$$+ \sum_{i=1}^s [h_{\text{repellant}} \exp(-w_{\text{repellant}} \sum_{m=1}^p (\theta_m - \theta_m^i)^2)] \quad (2)$$

حيث ان:

هي قيمة دالة الهدف المراد اضافتها الى قيمة دالة الهدف الفعلية لتقديم وظيفة تتغير مع الوقت. $JCC(0, p(j, k, l))$
 S : العدد الكلي للبكتيريا
 P : عدد المتغيرات التي يجب تحسينها والموجودة في البكتيريا.
 هي نقطة في مجال البحث. $[0, 01, \dots, 02]^T$
 $d_{\text{attractant}}, w_{\text{attractant}}, h_{\text{repellant}}, w_{\text{repellant}}$ هي معاملات مختلفة يجب اختيارها بشكل صحيح ضمن الفترة المعنية.

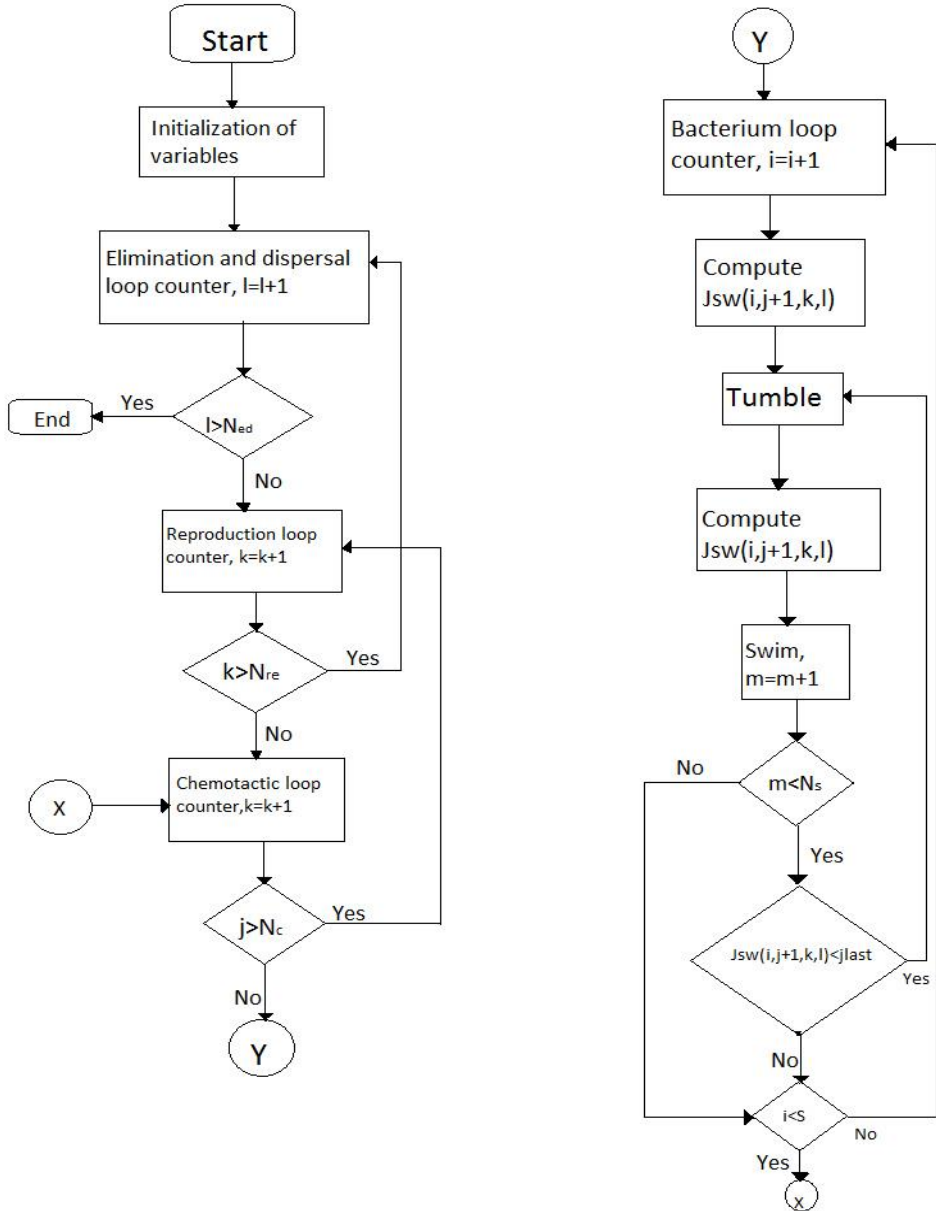
4 - 3 الاستساخ :

في نهاية حياة البكتيريا فإنها تموت حيث ان كل من البكتيريا الصحية (التي ذات قيمة اقل من دالة الهدف) بدون تزاوج تقسم الى اثنين من البكتيريا والتي يتم وضعها في نفس الموقع . مما يجعل مجموعة. وبهذا سوف يتم الحفاظ على حجم ثابت للسرب . [11] السكان من البكتيريا مستمرة في عملية التطور

4 - 4 الفضاء والتشتيت:

خلال عملية التطوير يمكن ان تحدث تغيرات تدريجية او مفاجئة في البيئة المحلية التي تعيش بها اسراب البكتيريا مثل ارتفاع محلي كبير في درجة الحرارة [12]. الامر الذي يغير بشكل كبير من عملية سلسلة التطور وتتسبب في القضاء على مجموعة من البكتيريا أو تفريقهم إلى بيئة جديدة, لمحاكاة هذا الظاهرة في BFOA يتم تصفية بعض انواع البكتيريا عشوائيا في حين يتم تهينة بدائل جديدة بشكل عشوائي على فضاء البحث . القضاء والتشتيت من الأحداث التي ربما لها تأثير على تدمير عملية الانجذاب الكيميائي بين الاسراب البكتيرية , الا انها قد تساعد في التشتيت في وضع البكتيريا بمواقع قريبة من مصادر الغذاء

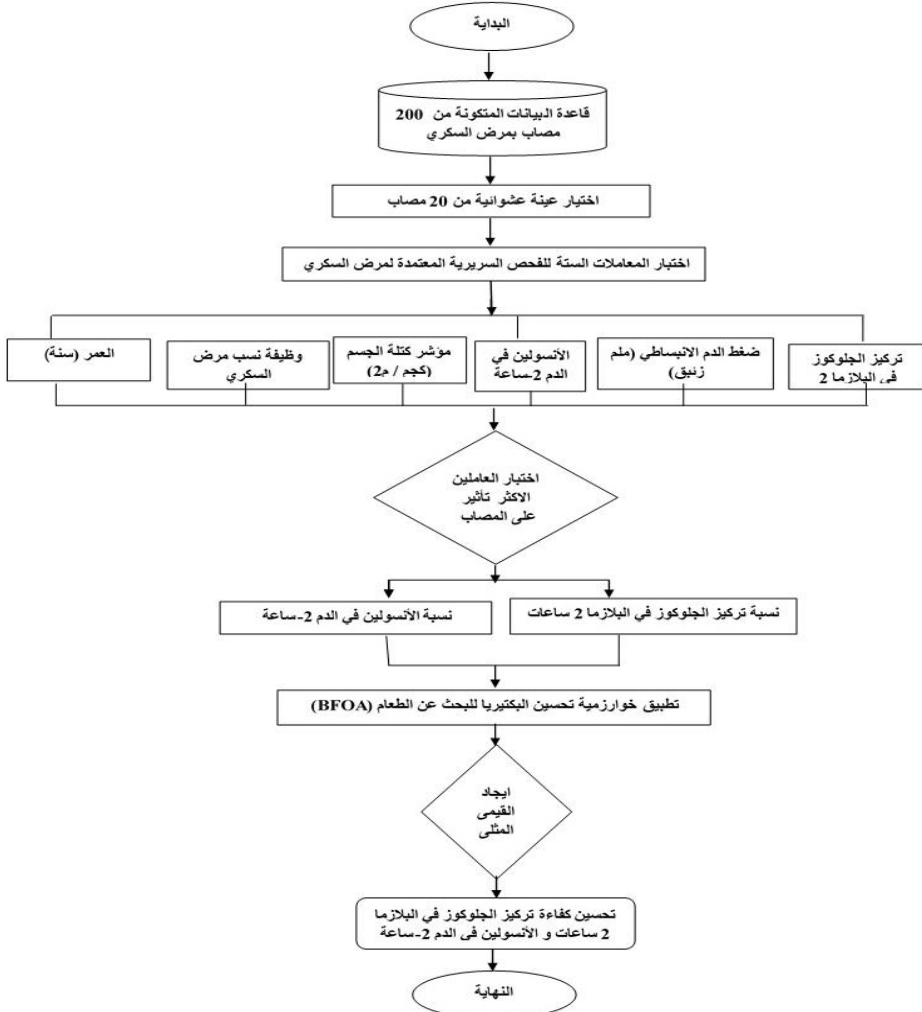
الجيدة [13]. الشكل (1) يوضح الخطوات الاساسية لخوارزمية BFOA مع توضيح المتغيرات العمليات الي تجري عليها لاستخراج القيمة المثلى.



الشكل 1. خطوات خوارزمية (BFOA)

5- منهجية البحث:

يختص هذا الجزء بتوضيح خطوات عمل ومنهجية البحث في استخدام خوارزمية BFOA لتحسين كفاءة مرضى السكري من خلال إيجاد القيمة المثلى (أقل قيمة أو أعلى قيمة) لنسب مرض السكري. ومن خلال إعطاء النسب كمدخلات ، تكون المخرجات في شكل تسلسل هرمي للقيم من أعلى إلى أدنى قيمة أو من أدنى إلى أعلى قيمة اعتماداً على تدرج النسب. وتم الاعتماد على نتائج الفحص الستة السريرية لإيجاد قيمة دالة الكفاءة (Fitness Function) لمرض السكري . الشكل (2) ادناه يوضح الخطوات الاساسية لمنهجية البحث.



الشكل 2. منهجية البحث

6- النتائج والمناقشة:

هناك الكثير من العوامل التي تحتاج إلى تحليل وتشخيص أي مصاب بمرض السكري، وهذا ما يجعل مهمة الطبيب صعبة. وتقييم البيانات الخاصة بالمريض وقرارات المختصين هي العوامل الأكثر أهمية في التشخيص. ولكن هناك عدد من العوامل لا بد من تقييمها لمساعدة المختصين وتقليل نسبة الأخطاء التي من المحتمل أن تحدث بسبب التعب أو عدم الخبرة، نظم التصنيف، توفر البيانات الطبية للفحص في وقت أقصر وأكثر تفصيلاً. تقنيات نظم التصنيف في التشخيص الطبي تتزايد قليلاً. فيما يخص مشاكل التشخيص السريرية الأخرى قد تم استخدام أكثر من نظام لتصنيف مشكلة تشخيص مرض السكري. في بحثنا هذا استخدمنا مجموعة البيانات والتي هي عبارة عن عينات لمتنبين (200) شخص مصابون بمرض السكري كل شخص لديه ستة فئات للفحص السريرية باستخدام مجموعة بيانات مرضى السكري Pima Indians من مستودع UCI لقواعد بيانات التعلم الآلي [15]، وتمت عمليات التنفيذ باستخدام اللغة البرمجية MATLAB. الجدول (4) يوضح هذه الفئات التي تم اعتمادها للمصابين بمرض السكري:

الجدول 4: فئات الفحص السريرية الستة المعتمدة للمصابين بالسكري

رقم فئة الفحص	اسم فئة الفحص السريرية
1	تركيز الجلوكوز في البلازما 2 ساعات في اختبار تحمل الجلوكوز عن طريق الفم Plasma glucose concentration a 2 hours in an oral glucose tolerance test
2	ضغط الدم الانبساطي (ملم زئبق) Diastolic blood pressure(mm Hg)
3	الأنسولين في الدم 2-ساعة 2-h serum insulin
4	مؤشر كتلة الجسم (كجم / م ²) Body Mass Index (kg/ m ²) (BMI)
5	وظيفة نسب مرض السكري Diabetes pedigree function
6	العمر (سنة) Age (years)

والجدول (5) والشكل (3) يوضحان نتائج الفحص السريرية لأول 20 شخص من المصابين بمرض السكري من عينة مجموعة بيانات الاختبار.

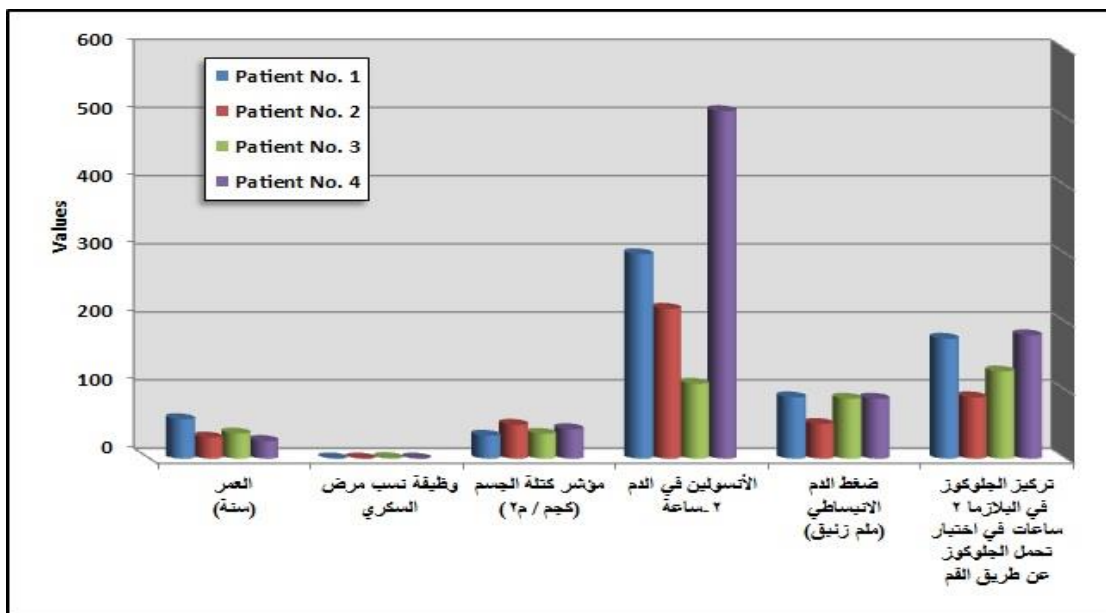
الجدول 5: اول 20 شخص ضمن مجموعة بيانات الاختبار

ت	متغير الفئة المصاب	العمر (سنة)	وظيفة نسب مرض السكري	مؤشر كتلة الجسم (كجم / م ²)	الأنسولين في الدم -2 ساعة	ضغط الدم الانبساطي (ملم زئبق)	تركيز الجلوكوز في البلازما 2 ساعات في اختبار تحمل الجلوكوز عن طريق الفم
1	1	58	0.467	33.7	300	90	176
2	1	31	0.325	49.7	220	51	90
3	1	37	1.057	36.5	110	88	128
4	1	26	0.222	43.3	510	88	181
5	1	33	2.288	43.1	168	40	137
6	1	56	1.39	37.1	207	72	111
7	1	26	0.248	31	88	50	78
8	1	54	0.721	45.4	240	110	171
9	1	36	0.408	30.5	544	70	197
10	1	54	0.232	36.4	200	70	187
11	1	45	0.785	42.3	150	80	120
12	1	34	0.537	38	0	74	168
13	1	31	0.344	39.1	0	66	103
14	1	59	0.398	30.1	846	60	189
15	1	51	0.587	25.8	175	72	166
16	1	47	0.817	40.9	114	72	163
17	1	31	0.551	45.8	230	84	118
18	1	31	0.254	29.6	0	74	107
19	1	58	0.467	33.7	300	90	176
20	1	41	0.254	37.7	304	68	187

تم اختيار اول 20 شخص يمثلون 20 حالة اصابة في الجدول (5) اعلاه مع توضيح فئات الفحص السريرية الستة لهم المعتمدة للمصابين بمرض السكري والتي هي مختلفة ومتفاوتة بين المصابين. بعد ذلك , تم اختيار حالة أربعة أشخاص عشوائيا من الذين يمثلون اول 20 شخص ضمن مجموعة بيانات الاختبار التي طبقت عليهم خوارزمية BFOA والموضحة تفاصيل حالتهم في الجدول رقم (5) اعلاه. فقد تم الاعتماد على نتائج الستة للفحص السريرية لإيجاد قيمة دالة الكفاءة (Fitness Function) للخوارزمية للمدخلين قيم تركيز الجلوكوز في البلازما 2 ساعات في اختبار تحمل الجلوكوز عن طريق الفم ونسبة الأنسولين في الدم -2 ساعة وملاحظة التغيرات الحاصلة في نسب هذه المدخلين للأشخاص الاربعة المصابين بمرض السكري الاربعة مع العمر ووظيفة نسب مرض السكري ومؤشر كتلة الجسم والضغط الانبساطي كما هو مبين في الجدول (6).

الجدول 6: اربعة اشخاص تم اختيارهم عشوائيا من اول 20 شخص ضمن مجموعة بيانات الاختبار قبل استخدام (BFOA)

ت	العمر (سنة)	وظيفة نسب مرض السكري	مؤشر كتلة الجسم (كجم /م ²)	الأنسولين في الدم -2 ساعة	ضغط الدم الانقباضي (ملم زئبق)	تركيز الجلوكوز في البلازما 2 ساعات في اختبار تحمل الجلوكوز عن طريق الفم
1*	26	0.222	43.3	510	88	181
2*	36	0.232	30.5	544	70	197
3*	59	0.398	30.1	846	60	189
4*	41	0.254	37.7	304	68	187



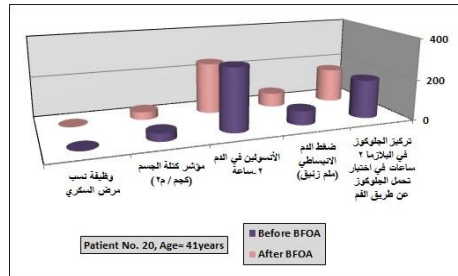
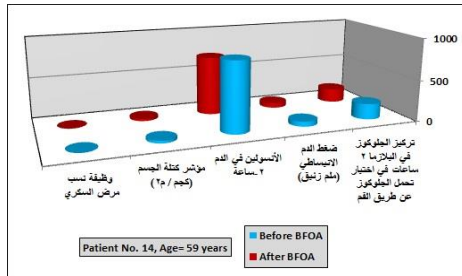
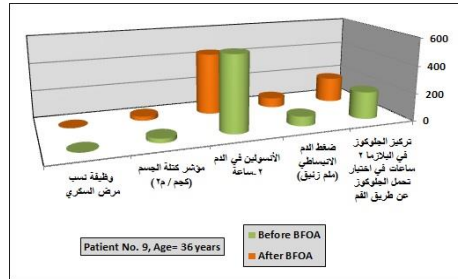
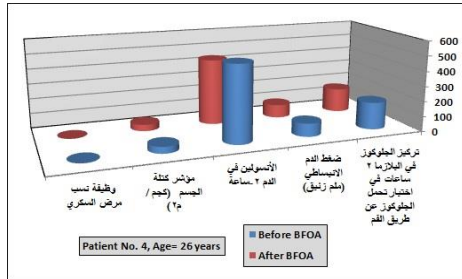
الشكل 3. نتائج الفحص السريرية الستة 20 اشخاص من المصابين بالسكري من عينة بيانات الاختبار

نلاحظ من الجدول (7) الشخص بالتسلسل (1*) الذي يمثل الشخص بالتسلسل (4) في الجدول (3) كان تركيز الجلوكوز في البلازما 2 ساعات في اختبار تحمل الجلوكوز عن طريق الفم وقبل استخدام دالة الكفاءة لخوارزمية BFOA كان 181. وبعد استخدام دالة الكفاءة للخوارزمية أصبح 162 وكان الأنسولين في الدم -2 ساعة قبل استخدام دالة الكفاءة لخوارزمية BFOA كانت 510 وبعد استخدام دالة الكفاءة للخوارزمية أصبح 440، الشخص بالتسلسل (2*) الذي يمثل الشخص بالتسلسل (4) في الجدول (3) كان تركيز الجلوكوز في البلازما 2 ساعات في اختبار تحمل الجلوكوز عن طريق الفم وقبل استخدام دالة الكفاءة لخوارزمية BFOA كان 197 وأصبح 182 بعد استخدام دالة الكفاءة للخوارزمية وكان الأنسولين في الدم -2 ساعة قبل استخدام دالة الكفاءة لخوارزمية BFOA 510 وبعد استخدام دالة الكفاءة للخوارزمية أصبح 445، الشخص بالتسلسل (3*) الذي يمثل الشخص بالتسلسل (14).

الجدول 7: اربعة اشخاص تم اختيارهم عشوائيا من اول 20 شخص ضمن بيانات الاختبار بعد استخدام (BFOA)

ت	العمر (سنة)	وظيفة نسب مرض السكري	مؤشر كتلة الجسم (كجم / م ²)	الأنسولين في الدم 2-ساعة	ضغط الدم الانبساطي (ملم زئبق)	تركيز الجلوكوز في البلازما 2 ساعات في اختبار تحميل الجلوكوز عن طريق الفم
1*	26	0.222	43.3	440	88	162
2*	36	0.232	30.5	445	70	182
3*	59	0.398	30.1	710	60	170
4*	41	0.254	37.7	250	68	167

في الجدول (3) كان تركيز الجلوكوز في البلازما 2 ساعات في اختبار تحميل الجلوكوز عن طريق الفم وقبل استخدام دالة الكفاءة لخوارزمية BFOA كان 197 واصبح 182 بعد استخدام دالة الكفاءة للخوارزمية وكان الأنسولين في الدم 2-ساعة يساوي 510 قبل استخدام دالة الكفاءة لخوارزمية BFOA وبعد استخدام دالة الكفاءة للخوارزمية اصبح 445, الشخص بالتسلسل (4*) الذي يمثل الشخص بالتسلسل (20) في الجدول (3) كان تركيز الجلوكوز في البلازما 2 ساعات في اختبار تحميل الجلوكوز عن طريق الفم وقبل استخدام دالة الكفاءة لخوارزمية BFOA كانت 187 واصبح 167 بعد استخدام دالة الكفاءة للخوارزمية وكان الأنسولين في الدم 2-ساعة يساوي 304 قبل استخدام دالة الكفاءة لخوارزمية BFOA وبعد استخدام دالة الكفاءة للخوارزمية واصبح 250. الشكل (4) يوضح حالة كل من الاربع الشخص المذكورة تفصيلهم اعلاه بعد استخدام خوارزمية BFOA.



الشكل 4. حالة كل واحد من الاربع اشخاص الذين تم اختيارهم عشوائيا قبل وبعد استخدام (BFOA)

7- الاستنتاج:

يتعرض مريض السكري الى مضاعفات خطيرة تهدد حياتهم وتؤدي بهم الى ضروب من العجز ونتيجة لارتباط حدوث هذه المضاعفات بفرط سكر الدم وضعف السيطرة عليه فإن الهدف الرئيس من مكافحته ومعالجته هو ضبط سكر الدم والحفاظ على مستواه قريبا من المستويات الطبيعية , فمن الضروري وجود المعالجة الجيدة والخاصة لمريض السكري وضمان توافر المتطلبات اللازمة لرعايتهم صحيا رعاية مناسبة. أن هدف بحثنا هذا تحسين كفاءة مرض السكري باستخدام خوارزمية النهم للبكتريا المحسنة BFOA والتي سوف تعمل على إيجاد القيمة المثلى (اقل قيمة او اعلى قيمة) لمدخلين مهمين هما تركيز الجلوكوز في البلازما 2 ساعات في اختبار تحمل الجلوكوز عن طريق الفم اضافة الى الأنسولين في الدم 2-ساعة لقد تم اختبار عدد من الأشخاص المصابين بمرض السكري مع إدخال معلوماتهم الى قاعدة البيانات المستخدمة و تم التقييم على مجموعة معلومات من 200 حالة .قد تحقق أفضل تحسين لقيم المدخلين اعلاه باستخدام خوارزمية BFOA يتضح لنا اي من الاشخاص هو الذي يعالج اولا حسب حاجته لرفع او خفض نسبة السكر من خلال تركيز الجلوكوز في البلازما 2 ساعات في اختبار تحمل الجلوكوز عن طريق الفم مع الأنسولين في الدم 2-ساعة.

المصادر :

- [1] Mohammed A.Minshed, (2013),"Bacterial Foraging Optimization Algorithm (BFOA) to Simulate Thermal Distribution in Yb:YAG Laser Thin Disk" Eng. &Tech. Journal .Vol.31, No.1,
- [2] National Diabetes information clearing house(NDIC): Alternative devices for taking insulin ,2006 January 4-1.
- [3] Hosseini, H., & Bardsiri, A. K. (2019). Improving Diagnosis Accuracy of Diabetic Disease Using Radial Basis Function Network and Fuzzy Clustering. *Frontiers in Health Informatics*, 8(1), 24., & Bardsiri, A. K. (2019). Improving Diagnosis Accuracy of Diabetic Disease Using Radial Basis Function Network and Fuzzy Clustering. *Frontiers in Health Informatics*, 8(1), 24.
- [4] Omar s and eman abo elhamd Soliman, (2014) "Classification of Diabetes Mellitus using Modified Particle Swarm Optimization," vol. 8, no. 1, pp. 38–44,.
- [5] Jianwu Dang*, Feng Bu, and Jiansheng Wang, (2014),"Analysis and Improvement of the Bacterial Foraging Optimization Algorithm" Journal of Computing Science and Engineering, Ministry of Education, Lanzhou , China,Vol. 8, No. 1, pp. 1-10
- [6] Diabetes care volume 30, supplement January, 2007.
- [7] Swagatam Das¹, Arijit Biswas¹, Sambarta Dasgupta¹, and Ajith Abraham²,2009. "Bacterial Foraging Optimizatio n Algorithm: Theoretical Foundations, Analysis, and Applications".

- [8] Ms. Kiran, Dr. Sunita, and Ms. Sunita, (2013),"Bacterial Foraging Optimization:Review " ,India, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT),Vol. 2 Issue
- [9] الجمعية الأمريكية لمرض السكر: مرض السكر الأسئلة.. الأجوبة ط1...-2001م-المرجع الوطني لتتقيف مرضى اداء السكري, المملكة العربية السعودية,الاصدار الاول 1432هـ- 2011م
- [10] Rodr, Ignacio, and Gonz. 2019. "Feature Selection for Blood Glucose Level Prediction in Type 1 Diabetes Mellitus by Using the Sequential Input Selection Algorithm (SISAL)." symmetry: 1–17.
- [11] Makrilakis, 2019. "The Role of DPP-4 Inhibitors in the Treatment Algorithm of Type 2 Diabetes Mellitus: When to Select, What to Expect." International Journal of Enviromental Reseach and Public Health: 1–17.
- [12] Islam Chowdhury and Mustakim Al Helal (2019) ("An Optimization Approach to Improve Classification Performance in Cacer and Diabetes Prediction." International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering: 1–6.
- [13] Lynch.B.J., 2006 "Optimizing with Genetic Algorithms." Internet: www.msi.umn.edu/sites/default/files/OptimizingWithGA.pdf.
- [14] R. Rajkumar, K. Anandakumar, and A. Bharathi, (2018) "Improved Bacterial Foraging Optimization based Twin Support Vector Machine (IBFO-TSVM) Classifier for Risk Level Classification of Coronary Artery Heart Disease in Diabetic Patients," international Journal of Applied Engineering Research., vol. 13, no. 3, pp. 1716–172.

Improving Diabetes Efficiency with Bacterial Foraging Optimization Algorithm (BFOA)

Assis Lecture. Ahmed Naser Ismael¹
Ahmadnassir84@gmail.com

Prof. Hamid Ali Abed. AL-Asadi²
865.hamid@gmail.com

Prof. Majida Ali Abed³
majida.alasady@gmail.com

Abstract: Diabetes is one of the most common diseases in the world and is one of the diseases of the times. According to the International Diabetes Federation, there are almost 400 million people with diabetes worldwide. In this paper a new algorithm called Bacterial Foraging Optimization Algorithm (BFOA) was used to control the level of blood sugar in diabetics. The Matlab programming language was used to program the algorithm and test its work on integrated information on 200 patients, by finding the best value (lowest value or highest value) for diabetes rates in diabetics. Choosing the best value from the parameters that can be used successfully to detect diabetes with simple clinical measurements, without laboratory tests, and based on the graduation of blood sugar levels, patient cases have been classified and appropriate insulin has been identified to raise or lower blood sugar.

Keyword: Swarm Intelligence Algorithms, Bacterial Foraging Optimization Algorithm (BFOA), Diabetes.

¹ Management Information System Department, College of Administration and Economics, University of Basra

¹ Communications Engineering Department, Iraq University College, Basra

¹ Computer Science Department, College of Computer and Mathematics, University of Tikrit