

استخدام الخوارزمية الجينية في تحديد موقع عقدة اعتماداً على قوة الإشارة المرسلة وزاوية الوصول

د. علي احمد احمد *

د. ناجي ابراهيم محمد **

نورا عماد كويس ***

(تاريخ الإيداع 22 / 9 / 2020 . قبل للنشر 19 / 11 / 2020)

□ الملخص □

تشكل شبكات الحساسات اللاسلكية Wireless Sensors Networks والتي يشار لها اختصاراً WSNs، ثورة علمية في مجال الاتصالات اللاسلكية والنظم المدمجة. حيث يمكن نشر عقد الحساسات اللاسلكية تحت الماء من أجل المراقبة والاستكشاف ولأجل الحماية من الكوارث ، وهذا ما يسمى شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء Under Water Wireless Sensor Networks (UWSNs) .

غالباً ما يتم نشر شبكات الحساسات اللاسلكية بشكل عشوائي مما يجعل إمكانية تحديد مواقع العقد المنشورة أمراً غاية في التعقيد وهو ما يسمى مشكلة تحديد المواقع (التموضع). تم في هذا البحث دراسة طريقة لتحديد المواقع في شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء بالاعتماد على الخوارزمية الجينية Genetic Algorithm (GA) من خلال استخدام مقياسين هما زاوية الوصول Angle of Arrival(AOA) ، وقوة الإشارة المستقبلية Received Signal Strength (RSS) ، تم اختبار فعالية هذه الخوارزمية في تحديد موقع أكثر من عقدة تحت الماء من خلال عدة سيناريوهات.

الكلمات المفتاحية: شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء ، مشكلة تحديد المواقع ، الخوارزمية الجينية، زاوية الوصول ، قوة الإشارة المستقبلية .

* أستاذ في قسم هندسة تكنولوجيا الاتصالات - كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات - جامعة طرطوس - سوريا

** مدرس في قسم هندسة تكنولوجيا الاتصالات - كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات - جامعة طرطوس - سوريا

*** طالبة ماجستير - قسم هندسة تكنولوجيا الاتصالات - كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات - جامعة طرطوس - سوريا

Using Genetic Algorithm for Nodes Localization depending on RSS and AOA Parameters

Dr. Ali Ahmad Ahmad*

Dr.NAJI Ibrahim Mohammad**

Noura Emad Kwaes ***

(Received 22 / 9 / 2020 . Accepted 19 / 11 / 2020)

□ ABSTRACT □

Wireless Sensors Networks (WSNs) are a scientific revolution in wireless communications and embedded systems.

Underwater wireless sensor nodes can be deployed for monitoring , exploration , and for disaster protection, and this is what is called Underwater Wireless Sensor Networks (UWSNs).

Wireless sensor networks are often deployed randomly. this makes the ability to locate the deployed nodes very complex. This problem is called the problem of locating nodes .

In this work, a method has been studied for determining locations in underwater wireless sensor networks (UWSN) based on the Genetic Algorithm (GA) using two scales : Angle of Arrival (AOA) and Received Signal Strength (RSS).

effectiveness of this algorithm has been tested in locating more than one underwater node through several scenarios.

Keywords: Underwater Wireless Sensor Networks, Localization Problem , Genetic Algorithm , Angle of Arrival, Received Signal Strength.

*Professor , Communication Technology Engineering Department, Information and communication Technology Engineering , Tartous University, Syria .

**Teacher, Communication Technology Engineering Department, Information and communication Technology Engineering , Tartous University, Syria .

*** Student Master, Communication Technology Engineering Department, Information and communication Technology Engineering , Tartous University, Syria

1- مقدمة

يغطي الماء أكثر من 70 % من سطح الكرة الأرضية، لذلك أجريت العديد من الأبحاث حول الأنظمة المستخدمة لاستكشاف عالم ما تحت الماء وخفاياه، وأصبحت طرق مراقبة هذه البيئة وجمع البيانات عنها عنصراً أساسياً في الأبحاث ، مما جعل من الضروري إيجاد طريقة فعالة للقيام بذلك، وهكذا ظهرت شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء (UWSNs) Under water Wireless Sensor Networks مشكلة خياراً مناسباً لذلك لكن خصائص البيئة المائية فرضت على الباحثين العديد من التحديات وخاصة في إجراء اتصالات فعالة وإيجاد تقنيات تموضع مناسبة للحساسات[1].

2- أهمية البحث وأهدافه

يعد تموضع عقد الحساسات تحت الماء أحد أهم التقنيات لأنه يلعب دوراً مهماً في العديد من التطبيقات، ويعود ذلك للفائدة المكتسبة من معرفة مواقع العقد في تسهيل عمل الشبكة بشكل عام حيث أن أهمية معلومات مواقع العقد تأتي من السهولة التي تقدمها هذه المعلومات في عمليات التوجيه والتحكم بالشبكة[3] ، وبمعنى آخر "حدوث الظاهرة دون معرفة موقعها أقل أهمية أو ليس له معنى أحياناً". يهدف هذا البحث إلى دراسة آليات تحديد المواقع في شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء باستخدام الخوارزمية الجينية [11].

3- طرائق البحث ومواده

يعتمد هذا البحث على اختبار فعالية الخوارزمية الجينية لتحديد مواقع العقد المنشورة في شبكات حساسات لاسلكية تحت الماء باستخدام بعض عقد المرساة من خلال المقياسين RSS و AoA. توجد العديد من برامج المحاكاة العاملة مع شبكات الحساسات اللاسلكية، مثل NS2 و OMNET++ وغيرها، ولكن تم اختيار خوارزمية تعتمد على العمليات الحسابية لذلك تم استخدام برنامج (Matrix Laboratory) MATLAB الذي يعتمد على لغة برمجية عالية المستوى ويوفر بيئة متكاملة من الحساب الرقمي والرسومات مما جعله الأنسب في هذا البحث[11].

3-1 أنواع العقد في شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء

تتكون شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء بشكل رئيسي من أربعة أنواع من العقد[12] كما في الشكل(1):

3-1-1 العقد العائمة: هي عقد مثبتة على سطح الماء ، و مجهزة ب GPS ، يمكن أن تلعب

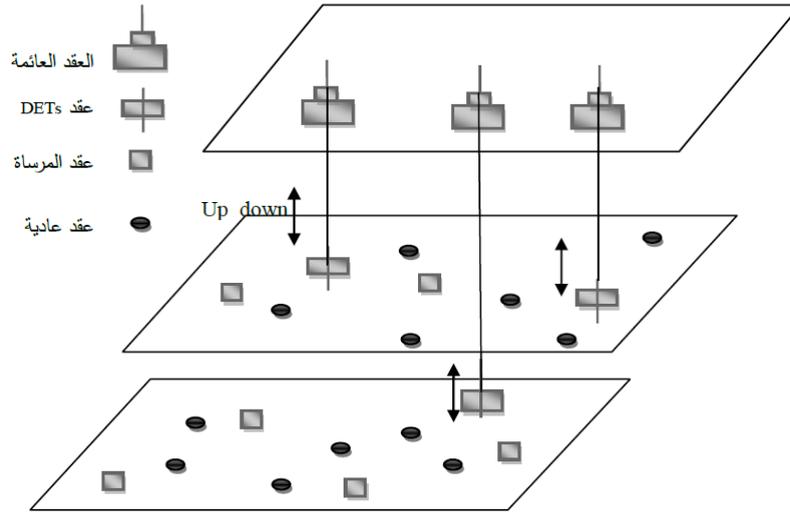
بعض الأدوار الهامة في الملاحة والتوجيه.

3-1-2 عقد مرسل/مستقبل صاعدة منفصلة: تتكون هذه العقد بشكل أساسي من مصعد وأجهزة

إرسال واستقبال صوتية. يساعد المصعد العقدة في الارتفاع أو الغطس بشكل عمودي في الماء، أما جهاز الإرسال والاستقبال فيتصل مع عقد المرساة على أعماق مختلفة.

3-1-3 عقد المرساة: دورها الأساسي هو المساعدة في تحديد مواقع عقد الحساسات العادية، وهي تملك طاقة أكبر وتستخدم مرسلات ومستقبلات صوتية لتتصل مع عقد DETs، تستقبل عقد المرساة رسائل بث عام من عقد DETs وتملك مجال اتصالات واسع بالمقارنة مع عقد الحساسات العادية.

3-1-4 عقد الحساسات العادية: مهمتها الأساسية هي تحسس الوسط المحيط، وقد صممت بحيث تستهلك طاقة منخفضة، إذ تمر في حالة سبات من أجل الحفاظ على الطاقة، يكون موقع هذه العقد غير معروف وتعتمد على رسائل بث دورية من عقد المرساة.



الشكل (1) أنواع عقد الحساسات اللاسلكية تحت الماء

2-3 مفهوم التموضع

توسعت تطبيقات شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء لتشمل تطبيقات حيوية، تعرف المعطيات في هذه الشبكات ظواهر متنوعة كالضغط ، درجة الحرارة ، التلوث ... الخ، يتم جمع هذه المعطيات من منطقة جغرافية معينة قد تكون مساحتها كبيرة في أغلب الأحيان، لذلك من الضروري معرفة الموقع الذي حدثت فيه الظاهرة، من البديهي أن المعلومات تكون ذات قيمة أكبر عندما تكون مواقع مصادر المعلومات معروفة، بعبارة أخرى، حدوث الظاهرة دون معرفة موقعها أقل أهمية، أو ليس له معنى أحياناً، تدعى الإجرائية المستخدمة لتحديد موقع الحساس الذي يصدر إشارة ما بإجرائية التموضع في شبكات الحساسات اللاسلكية.[5]

3-2-1 تصنيف تقنيات التموضع

تصنف تقنيات التموضع إلى صنفين أساسيين [12] هما:

- تقنيات التموضع غير المعتمدة على المدى (Range free).
- تقنيات التموضع المعتمدة على المدى (Range Based).

3-2-1-1 التقنيات غير المعتمدة على المدى:

تعتمد هذه التقنيات على استثمار معلومات الوصلات الراديوية بين العقد الجارة، أو استثمار قدرات الحساسية التي تمتلكها كل عقدة لتقدير المسافة بين العقد بدلاً من القياسات الراديوية، أهم أنواعها:

- التقنيات المعتمدة على المنطقة (area-based).

▪ التقنيات المعتمدة على عدد القفزات (hop-count) .

3-2-1-2 التقنيات المعتمدة على المدى:

قدمت هذه التقنية حلاً لمشكلة عدم الدقة في التقنيات غير المعتمدة على المدى، واستطاعت أن تزيد فعالية التوضع، تعتمد هذه التقنية على القياسات الراديوية لتقدير موقع عقد الحساسات، أهم أنواعها:

▪ خوارزمية زمن الوصول (TOA (Time of Arrival) .

▪ خوارزمية فرق زمن الوصول (TDOA (Time-Difference of Arrival) .

▪ خوارزمية زاوية الوصول (AOA (Angle of Arrival) .

▪ خوارزمية دليل قوة الإشارة المستقبلية (Received Signal Strength Indicator) (RSSI) .

3-3 الخوارزمية الجينية (Genetic Algorithm (GA

تعدّ الخوارزمية الجينية خوارزمية تحسين عالمية مستمدة من التطور والانتقاء الطبيعي، تم طرحها من قبل جون هولاند وطلابه في جامعة ميتشيغان في عام 1975م وتستند إلى نظرية داروين البيولوجية التي هي "البقاء للأصلح" ومبدأ التغير الجيني ل Mendel وهو "التطور الجيني البيولوجي الذي يحدث أساساً في الكروموسوم"، وتمثل الاستغلال الذكي للبحث العشوائي داخل مساحة بحث محددة لحل مشكلة ما. في البداية، يتم حجز أفراد يتم اختيارهم عشوائياً، بعد ذلك، يتم تطوير هؤلاء الأفراد ليتجهوا نحو الحل الأمثل على مدى الأجيال المتتالية من خلال عمليات الاختيار، والتقاطع، والطفرات، حيث يتم اختيار الأفراد الأفضل لخلق مجموعة جديدة من الأفراد في كل جيل على أمل تحسين جودة الحل.

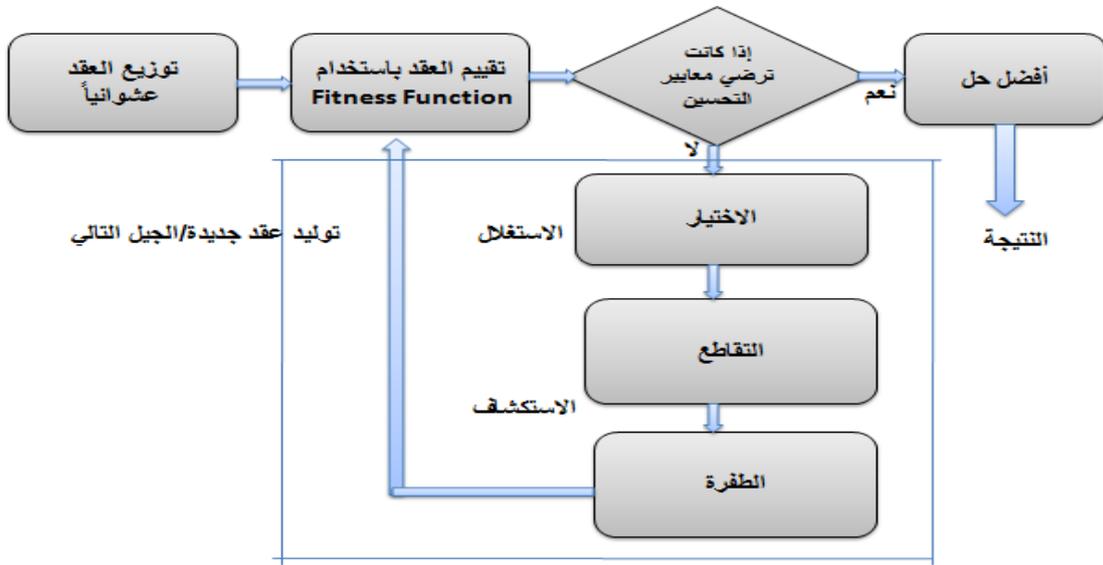
تعمل GA مع بارامترات مشفرة وليس مع البارامترات نفسها، ويتم استخدام الجينات لتمثيل البارامترات المشفرة، يمكن تمثيل وتشفير البارامترات في GA بطرق مختلفة مثل ثنائي أو عشري أو أي قاعدة أخرى ، تسمى مجموعة محددة سلفاً من الجينات كروموسوماً. تتعامل الخوارزمية مع مجموعة من الأفراد ، حيث يمثل كل فرد حلاً محتملاً ممثلاً ككروموسوم، كل مجموعة تتطور من خلال عدد من الأجيال حيث يتم تطبيق وظيفة التطابق على كل عضو (كروموسوم) من الأفراد [13].

بنية الكروموسوم: كل حساس أو عقدة في الشبكة لها 3 إحداثيات هما x و y و z وبالتالي يتكون كروموسومنا من 3 جينات ، أحدهما للمحور x والآخر للمحور y والثالث للمحور z والتي تمثل طول وعرض وعمق العقدة.

3-3-1 المبدأ الأساسي للخوارزمية الجينية

الفكرة الأساسية للخوارزمية الجينية [13] والتي سوف استخدمناها في هذا البحث مبينة في الشكل (2) حيث تم بدايةً توليد العقد الأفراد (الكروموسومات) عشوائياً ثم حسبنا fitness value (قيمة التطابق) لكل عقدة (كروموسوم)، وتم تقييمهم بمساعدة fitness function (تابع التطابق) الذي يقوم بتقييم مدى قرب حل معين من الحل الأمثل للمشكلة المطلوبة، إذا كانت ترضي معايير التحسين (الموقع محدد بدقة) يتم الحصول على أفضل حل وبالتالي ينتهي البرنامج، إذا لم تكن ترضي معايير التحسين، تكمل خطوات التحسين، وتبدأ بالخطوة

الأولى وهي الاختيار (selection)، الأفراد الذين تم اختيارهم سيحصل بينهم crossover (تبادل جينات) ثم قد يحصل بينهم طفرات (mutation)، بعد هذه الخطوات الثلاثة يتم الوصول للجيل الثاني الذي يتم أيضاً تقييمه من خلال fitness function لتحديد إذا كان يحتوي على أفضل حل أم لا، وهكذا من دورة لأخرى ومن جيل لآخر حتى يتم الوصول للجيل الذي يحوي الحل الأمثل.



الشكل (2) الفكرة الأساسية للخوارزمية الجينية

3-3-2 النموذج المقترح

يقوم النظام المقترح بتقدير الموقع الأمثل للعقد باستخدام (Received Signal Strength) RSS و AOA (Angle of Arrival) وإيجاد الحل الأمثل لكليهما [6]، يمكن وصف ذلك كالتالي:

3-3-2-1 طريقة التموضع العامة باستخدام قوة الإشارة المستقبلية

تقاس قوة الإشارة المستقبلية بقياس جهد الإشارة المستقبلية أو استطاعتها باستخدام دارات خاصة [4]. وتعتمد الفكرة على وجود عقد مرساة معلومة المكان أو قادرة على تحديد موقعها بنفسها.

تقوم هذه العقد بإرسال قيمة الطاقة التي تستخدمها في الإرسال ضمن حزمة البيانات التي ترسلها، فتقوم العقدة المستقبلية للحزمة بطرح قيمة طاقة الإشارة المستقبلية من قيمة طاقة الإرسال الموجودة ضمن الحزمة، وبهذا تقدر العقدة الضياع في الطاقة وبالتالي ستخمن بعدها عن عقدة المرساة.

طبعاً ستقل الدقة في تحديد الموقع كلما ازداد البعد وخاصة في البيئة البحرية التي تتأثر فيها القياسات بعوامل كثيرة. لكن يمكن تجنب هذه الآثار بضبط معاملات الضياع بشكل مستمر وديناميكي وفقاً للتغيرات عن طريق برمجيات بسيطة تزرع في العقد المستقبلية.

تقدر المسافة بين عقدة المرساة والعقدة المستقبلية كالتالي:

$$P_{rx} = C \frac{P_{tx}}{d^\alpha} \dots \dots \dots (1)$$

حيث:

P_{rx} هي قوة الإشارة المستقبلية

P_{tx} هي قوة الإشارة المرسلة

C معامل يتعلق بنموذج الضياع المستخدم.

α معامل التخادم مع المسافة ويأخذ قيمًا مختلفة حسب نموذج الانتشار المستخدم.

d البعد بين العقدتين.

إذاً فالبعد هو:

$$d = \alpha \sqrt{C \frac{P_{tx}}{P_{rx}}} \dots \dots \dots (2)$$

إذاً فالبعد هو:

$$d = \alpha \sqrt{C \frac{P_{tx}}{P_{rx}}} \dots \dots \dots (3)$$

بعد تحديد البعد بين النقطتين وعلى اعتبار إحداثيات عقدة المرسة (x_a, y_a, z_a) وإحداثيات الحساس المستقبل مجهول الموقع (x, y, z)، تحدد الإحداثيات بحل المعادلة التالية (2):

$$d = \sqrt{(x - x_a)^2 + (y - y_a)^2 + (z - z_a)^2} \dots \dots \dots (4)$$

يتطلب الحل التقليدي الدقيق وجود ثلاث عقد مرسة لإيجاد الإحداثيات، إذا لابد من وجود ثلاث معادلات لإيجاد حلول حقيقية للمجاهيل الثلاث وهي إحداثيات الحساس.

3-2-2 طريقة التموضع العامة باستخدام زاوية الوصول

وتعتمد عملية إيجاد زاوية الوصول AoA على ضبط اتجاه الهوائيات بحيث تحصل على أعلى قيمة للإشارة المستقبلية ومن ثم تقدير الزاوية بين اتجاه افتراضي ثابت واتجاه الهوائي.

تنجز هذه العملية باستخدام مصفوفة الحساسات وخوارزميات معالجة الإشارة الناتجة عن المصفوفة أو باستخدام هوائي دوار بسيط واحد أو هوائيين لتحديد الزاوية بينهما عندما يلتقطان الإشارة بقيمة أعظمية من عقدة مرسة.

تدعى الزاوية الناتجة عن فرق الاتجاهيين للهوائيين أو الهوائي والاتجاه الافتراضي بالزاوية النسبية التي يمكن أن تحسب باستخدام إحدى العلاقتين التاليتين :

$$\theta = 2 \tan^{-1} \left(\frac{\|v_a\| \cdot v - \|v\| \cdot v_a}{\|v_a\| \cdot v + \|v\| \cdot v_a} \right) \dots \dots \dots (5)$$

حيث :

v_a هو شعاع التوجيه لعقدة المرسة

v هو شعاع التوجيه للحساس مجهول الموقع.

أو

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{x_a x + y_a y + z_a z}{\|v_a\| \cdot \|v\|} \right) \dots \dots \dots (6)$$

حيث :

(x_a, y_a, z_a) إحداثيات عقدة المرسة

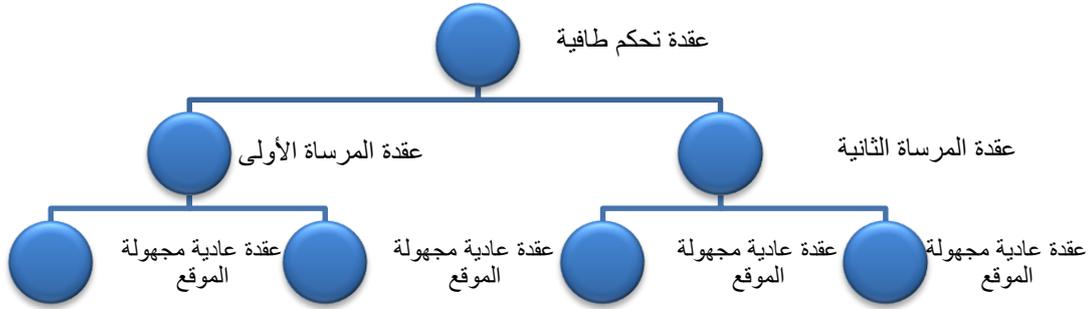
(x, y, z) الإحداثيات المجهولة لموقع الحساس.

ويمكن أن نلاحظ كما سبق الحاجة لوجود ثلاث عقد مرسة لإيجاد حلول حقيقية للمجاهيل الثلاث.

3-4 مخطط الشبكة

يظهر الشكل (3) سيناريو العمل للشبكة التي نعمل عليها والذي يتكون من:

- عقدة طافية لها مهام التحكم والمراقبة .
- عقدة أو عقدتين أو ثلاثة أو أربعة تعمل كعقد مرسة ومكانها محدد تماماً ومعلوم.
- عدة عقد موزعة عشوائياً يطلب تحديد مواقعها في أية لحظة .



الشكل (3) سيناريو العمل للشبكة

3-4-1 معلومات شبكة الاتصال

- 1- عدد الحساسات : 4 حساسات أو أكثر تمثل العقد غير المتموضعة مرمزة من S1 وحتى S4.
- 2- نقطة التنسيق (Service Access Point) : نقطة وحيدة تمثلها العقدة الطافية.
- 3- قناة الاتصال : شبكة لاسلكية تعتمد الأمواج فوق الصوتية (UAN).
- 4- تقنية الاتصال : أمواج فوق صوتية انتشارها طولي.
- 5- ضياعات الانتشار : تحسب وفق Standard propagation loss Model.
- 6- نمط الطاقة : طاقة إرسال عظمى 40dBm- (الأمواج تحت الماء صوتية فقط).
- 7- نمط الاتصال : الاتصال نشط عند الحاجة.
- 8- مكان تواجد الشبكة: بيئة بحرية ضياعات الإرسال والاستقبال تحكمها عوامل العمق ولزوجة المياه والبعد.
- 9- بنية الشبكة (Network topology) : هرمي.

3-4-2 النتائج والمناقشة

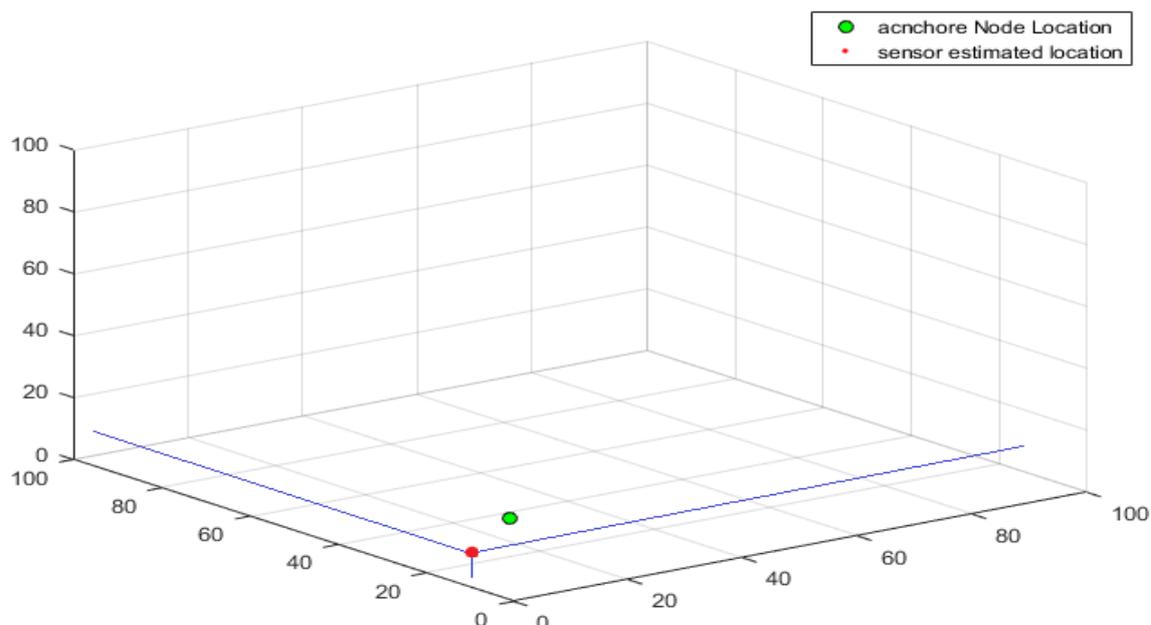
في هذا البحث يتم زراعة الخوارزمية الجينية ضمن الحساسات بحيث تصبح قادرة على إرسال موقعها إلى العقد الطافية. تعتمد الخوارزمية الجينية التي نستخدمها في تقدير البعد عن عقد مرسة معلومة الموقع أو علمت زاوية وصول الإشارة منها.

سندرس الحالة عند وجود عقدة مرسة واحدة ثم عقدتين وثلاث وأربع.

السيناريو الأول: تحديد موقع حساس بوجود عقدة مرسة واحدة باستخدام المسافة التقديرية اعتماداً على RSSI سنفترض لأغراض المقارنة أن الحساس المزروع في النقطة التي إحداثياتها (14,14,14) مجهول الموقع تماماً، لكن هناك عقدة مرسة واحدة إحداثياتها معلومة (7,10,10) ترسل للحساس بشكل مستمر موقعها وقد قدرت دائرة قيادة الحساس أن البعد عنها هو 10 متر و أن زاوية الوصول 1.8 راديان .
بتطبيق الخوارزمية الجينية على هذه القيم نحصل على النتيجة التالية :

```

-----Test parameters-----
population size :500
Number of anchor nodes :1
fitting mthode:RSS Distance
-----Results-----
the Coordinates of the sensor are Found :7 4 28
Elapsed time :1.47 seconds
-----
    
```



الشكل (4) موقع حساس باستخدام عقدة مرسة واحدة

وتعطينا الخوارزمية أيضا إحداثيات أخرى تحقق نفس شرط البعد أو تختلف جزئياً :

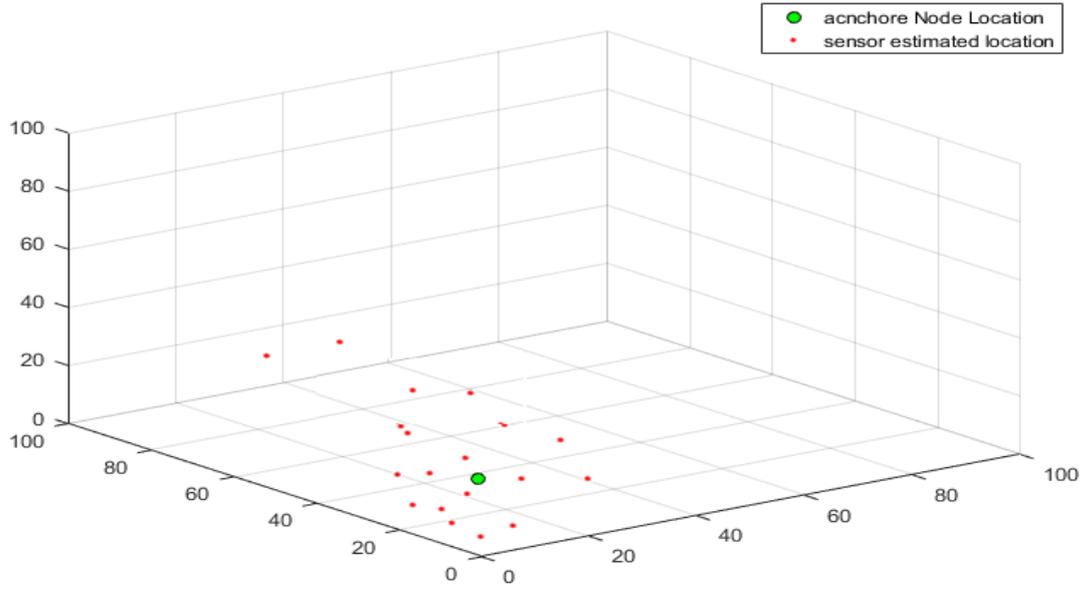
7.0000	4.0000	28.0000
7.0000	10.0000	10.0000
9.0000	10.0000	41.0000

كما هو واضح فمن الصعب جداً الحصول على إحداثيات دقيقة أو حتى قريبة من الموقع الحقيقي للحساس باستخدام عقدة مرسة واحدة .

بعد تكرار التجربة 20 كانت النتيجة الأسوأ كالتالي :

الجدول (1) القيم الأسوأ للإحداثي RSS

	X	Y	Z	Error %	Time(sec)
Exact location	14	14	14	0	0
Worst location	8.5	23	20	40	1.65



الشكل (5) توزيع إحداثيات الحساس عند تكرار التجربة RSS

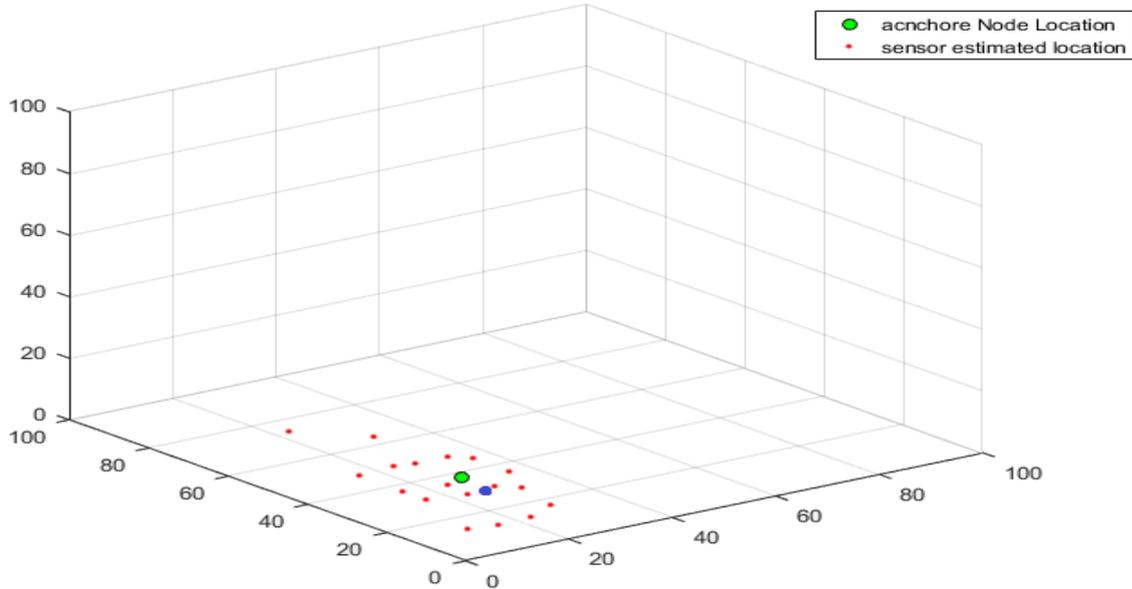
السيناريو الثاني: باستخدام زاوية الوصول

طبقاً نفس الشروط السابقة لكن باستخدام تجهيزات زاوية الوصول فكانت النتائج الأسوأ بعد 20 تكراراً كالتالي

:

الجدول (2) القيم الأسوأ للإحداثي AOA

	X	Y	Z	Error %	Time(sec)
Exact location	14	14	14	0	0
Worst location	17	8	5	41	1.7



الشكل (6) توزيع إحداثيات الحساس عند تكرار التجربة AOA

نلاحظ في هذه الحالة أن نسبة الخطأ كبيرة وبالتالي لا يمكن أن نعول على عقدة مرسة واحدة في تحديد موقع

مقبول للحساس.

السيناريو الثالث: تحديد موقع حساس بوجود عقدتي مرساة باستخدام المسافة التقديرية اعتماداً على

RSSI

سنفترض لأغراض المقارنة أن الحساس المزروع في النقطة التي إحداثياتها (14,14,14) مجهول الموقع تماماً، لكن هنا كعقدتي مرساة هذه المرة. الأولى إحداثياتها معلومة (7,10,10) و الثانية أيضاً (9,18,4) ترسل العقدتين للحساس بشكل مستمر موقعهما وقد قدرت قدرة قيادة الحساس أن البعد عنها الأولى هو 10 متر وأن زاوية الوصول 1.8 راديان أما عن الثانية فكان البعد 12 متر و زاوية الوصول 2.13 راديان. بتطبيق الخوارزمية الجينية على هذه القيم نحصل على النتيجة التالية :

```
-----Test parameters-----
population size :500
Number of anchor nodes :2
fitting mthode:RSS Distance
-----Results-----
the Coordinates of the sensor are Found :2 13 12
Elapsed time :1.854 seconds
-----
```

وبعد تكرار التجربة 20 مرة كانت أسوأ قراءة كالتالي:

الجدول (3) القيم الأسوأ لموقع الحساس بوجود عقدتي مرساة و RSS

	X	Y	Z	Error %	Time(sec)
Exact location	14	14	14	0	0
Worst location	4	13	12	26	1.9

لا تزال نسبة الخطأ كبيرة لكن هناك تحسن ملحوظ في قيمة إحداثيين وخلل في قيمة الثالث.

السيناريو الرابع: باستخدام زاوية الوصول AOA

بتنفيذ الخوارزمية اعتماداً على زاوية الوصول من عقدتي المرساة كانت النتيجة:

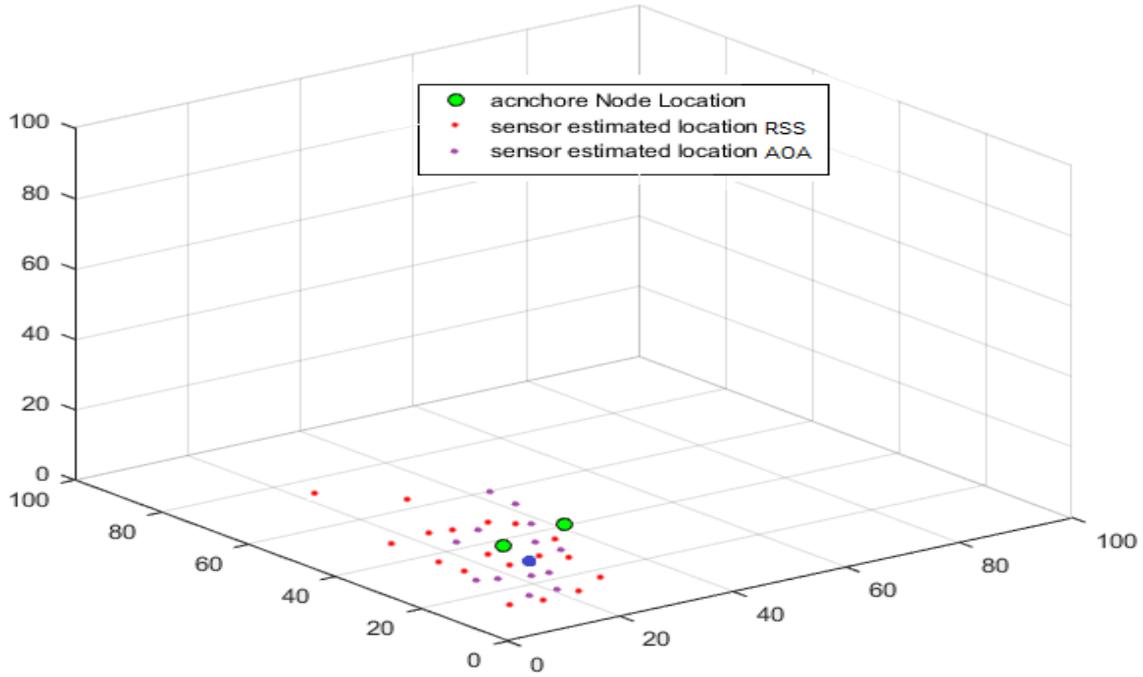
```
-----Test parameters-----
population size :500
Number of anchor nodes :2
fitting mthode:AOA angle
-----Results-----
the Coordinates of the sensor are Found :14 8 18
Elapsed time :4.3767 seconds
-----
```

وبعد تكرار التجربة 20 مرة كانت أسوأ قراءة كالتالي:

الجدول (4) القيم الأسوأ لموقع الحساس بوجود عقدتي مرساة و AOA

	X	Y	Z	Error %	Time(sec)
Exact location	14	14	14	0	0
Worst location	14	8	18	23	2.1

وباستخدام هذه الطريقة أيضاً وجدنا اقتراب بعض الإحداثيات كثيراً من القيم الحقيقية لكن الدقة تبقى غير كافية علماً أن استخدام طريقة زاوية الوصول أعطت توزيعاً أكثر انتظاماً حول الحل الحقيقي.



الشكل (7) توزيع الحلول حول الحل الحقيقي بالطريقتين

السيناريو الخامس: تحديد موقع حساس بوجود ثلاث عقد مرساة باستخدام المسافة التقديرية :

يلخص الجدول التالي المعلومات التي أدخلت إلى الخوارزمية :

الجدول (5) معلومات الإدخال إلى الخوارزمية

	X	Y	Z	dist(m)	AoA(Ra_)
Sensor	14	14	14		
Anchor 1	7	10	20	10	1.8
Anchor 2	9	18	4	12	2.3
Anchor 3	21	5	13	11.5	1.7

بتطبيق الخوارزمية الجينية وجدنا النتيجة التالية :

```

-----Test parameters-----
population size :500
Number of anchor nodes :3
fitting mthode:RSS Distance
-----Results-----
the Coordinates of the sensor are Found :10 9 11
Elapsed time :4.8937 seconds
-----

```

قمنا بتكرار التجربة وفق الشروط السابقة حوالي 20 مرة وكانت أسوأ نتيجة كالتالي:

الجدول (6) القيم الأسوأ لموقع الحساس بوجود عقدي مرساة و RSS

	X	Y	Z	Error %	Time(sec)
Exact location	14	14	14	0	0
Worst location	10	9	11	28	2.5

لم يتحسن الوضع كثيراً وبقيت نسبة الخطأ عالية

السيناريو السادس: باستخدام زاوية الوصول AOA

أعطى تنفيذ الخوارزمية النتيجة التالية:

```
-----Test parameters-----
population size :500
Number of anchor nodes :3
fitting mthode: AoA angle
-----Results-----
the Coordinates of the sensor are Found :13      7      12
Elapsed time :4.1787 seconds
-----
```

الجدول (7) القيم الأسوأ لموقع الحساس بوجود عقدتي مرسة و AOA

	X	Y	Z	Error %	Time(sec)
Exact location	14	14	14	0	0
Worst location	13	7	12	24	2.5

كذلك الأمر لا تحسن يذكر في الدقة رغم أن نسبة الخطأ قد انخفضت.

السيناريو السابع: باستخدام أربع عقد مرسة باستخدام المسافة التقديرية:

يلخص الجدول التالي المعلومات التي أدخلت إلى الخوارزمية :

الجدول (8) القيم الأسوأ لموقع الحساس بوجود عقدتي مرسة و RSS

	X	Y	Z	dist(m)	AoA(Ra)
Sensor	14	14	14		
Anchor 1	7	10	20	10	1.8
Anchor 2	9	18	4	12	2.3
Anchor 3	21	5	13	11.5	1.7
Anchor 4	11	60	5	4.7	2.1

أعطى تنفيذ الخوارزمية النتيجة التالية :

```
-----Test parameters-----
population size :100
Number of anchor nodes :4
fitting mthode: RSS Distance
-----Results-----
the Coordinates of the sensor are Found :15  15  14
Elapsed time :1.3397 seconds
-----
```

الجدول (9) القيم الأسوأ لموقع الحساس بوجود عقدتي مرسة و RSS

	X	Y	Z	Error %	Time(sec)
Exact location	14	14	14	0	0
Worst location	15	15	14	4	2.9

نلاحظ التحسن الكبير في دقة البحث و النتيجة مطابقة تقريباً للنتيجة الحقيقية وهذا أمر منطقي لأن استخدام ثلاث نقاط ستكون نتيجته مجموعة نقاط تقع على مستقيم عمود على نقطة تقاطع محاور المثلث الذي يمر من نقاط المرسة و بالتالي عدد كبير من النقاط التي تحقق مقولة فرق البعد الأصغري.

السيناريو الثامن: باستخدام زاوية الوصول AOA

أعطت الخوارزمية النتيجة التالية:

```

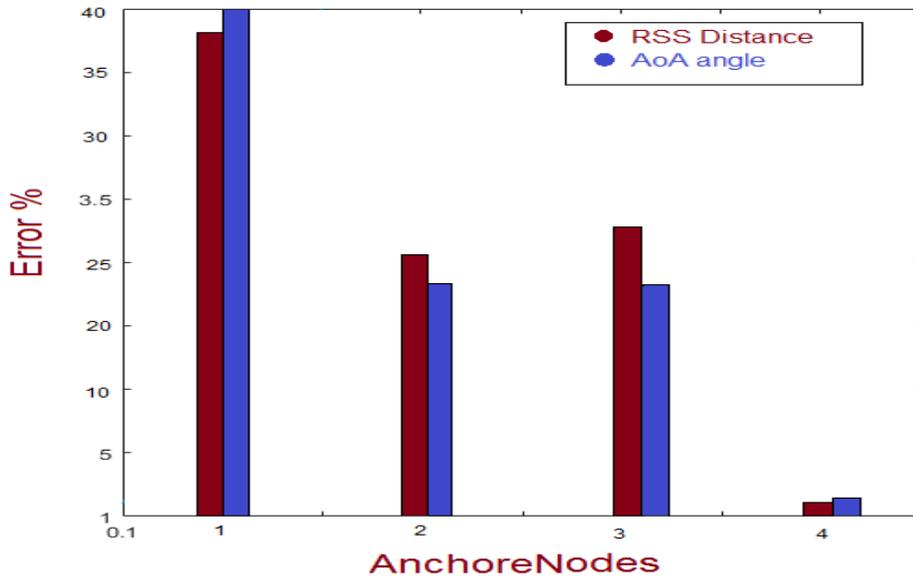
-----Test parameters-----
population size :500
Number of anchor nodes :4
fitting mthode: AoA angle
-----Results-----
the Coordinates of the sensor are Found :16 14 15
Elapsed time :4.0083 seconds
-----

```

الجدول (10) القيم الأسوأ لموقع الحساس بوجود عقدتي مرسة و AOA

	X	Y	Z	Error (%)	Time(sec)
Exact location	14	14	14	0	0
Worst location	16	14	15	4	2.8

وبالمثل نلاحظ التحسن الكبير في الدقة.



الشكل (8) نسبة الخطأ في الطريقتين مقارنة بعدد العقد

لم يحسن استخدام عدد أكبر من عقد المرسة من الدقة التي تراوحت عند استخدام أربع عقد مرسة بين 96% كأدنى قيمة إلى 99%.

4- الاستنتاجات

في هذا البحث ، تم تحسين التموضع وتحديد الموقع الأمثل لعقد مجهولة المكان في شبكة حساسات لاسلكية تحت الماء بواسطة الخوارزمية الجينية ، وذلك بالاعتماد على المقياسين RSS و AOA ، حيث يمكن تحديد إحداثيات العقد المجهولة بالشبكة (طول-عرض-عمق) واختيار الموقع الأفضل لهذه العقد وذلك من خلال الانتقال من جيل إلى آخر وحذف القيم أو الإحداثيات غير المناسبة وصولاً للجيل الأخير الذي يحقق المطلوب ، وكل هذه العمليات تنجزها الخوارزمية الجينية خلال زمن قياسي. تبين النتائج أن:

- 1- الخوارزمية الحالية تعطي أعلى دقة مع حد أدنى للخطأ.
- 2- وتشير النتيجة أيضاً إلى أن أربع نقاط مرسة فقط كافية لتقديم أفضل تقدير و بأقل زمن تنفيذ.

- 3- تؤدي الزيادة الإضافية في عقدة المرساة إلى زيادة الوقت ولكنها لا تقدم تحسين الدقة.
- 4- تساعد تلك الخوارزمية على إنقاص الزمن و تحقيق الموقع الأفضل.
- 5- يمكننا القول أن تموضع العقد في شبكة الحساسات اللاسلكية تحت الماء لا يزال يمثل تحدياً

مهماً.

10- المراجع

- [1] MohsinMurad, Adil A. Sheikh, Muhammad Asif Manzoor, EmadFelemban, and SaadQaisar, “A Survey on Current Underwater Acoustic Sensor Network Applications”, *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 7(1): 51-56, February 2015.
- [2] Zenia, N.Z.; Aseeri, M.; Ahmed, M.R.; Chowdhury, Z.I.; Shamim Kaiser, M. Energy-efficiency and Reliability in MAC and Routing Protocols for Underwater Wireless Sensor Network. *J. Netw. Comput. Appl.* 2016,-72,71,85.
- [3] Pervaiz, K.; Wahid, A.; Sajid, M.; Khizar, M.; Khan, Z.A.; Qasim, U.; Javaid, N. DEAC: Depth and Energy Aware Cooperative Routing Protocol for Underwater Wireless Sensor Networks. In *Proceedings of the 2016 10th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS)*, Fukuoka, Japan, 6–8 July 2016; pp. 150–158.
- [4] S. Sadowski and P. Spachos, “RSSI-based indoor localization with the Internet of things,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 30149–30161, 2013.

- [5] Liu, L.; Wu, J.; Zhu, Z. Multihops fitting approach for node localization in underwater wireless sensor networks. *Int. J. Distrib. Sens. Netw.* 2015, 2015, 1–11.
- [6] S. Tomic, M. Beko, M. Tuba, and V. M. F Correia, “Target localization in NLOS environments using RSS and TOA measurements,” *IEEE Wireless Communications Letters*, vol. 7, no. 6, pp. 1062–1065, 2018. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus
- [7] E. Erdemir and T. E. Tuncer, “Path planning for mobile-anchor based wireless sensor network localization: static and dynamic schemes,” *Ad Hoc Networks*, vol. 77, pp. 1–10, 2018. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus
- [8] Y. Chen, S. Lu, J. Chen, and T. Ren, “Node localization algorithm of wireless sensor networks with mobile beacon node,” *Peer-to-Peer Networking and Applications*, vol. 10, no. 3, pp. 1–13, 2016. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus
- [9] T. Das and S. Roy, “Energy efficient and event driven mobility model in mobile WSN,” in *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Networks & Telecommunications Systems*, pp. 1–6, Kolkata, India, December 2015.
- [10] F. Despaux, K. Jaffrès-Runser, A. V. D. Bossche, and T. Val, “Accurate and platform-agnostic time-of-flight estimation in ultra-wide band,” in *Proceeding of the 27th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, pp. 1–7, Valencia, Spain, September 2016.
- [11] Pohlheim, H.: Genetic and Evolutionary Algorithm Toolbox for use with Matlab - Documentation. Technical www.geatbx.com.
- [12] M. Maala "Performance Study of APS Algorithm for position Determination in Underwater Wireless Sensor Networks", *Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series* Vol. (38) No. (3) 2016
- [13] [12] Xinyu WANG, Ziwen SUN, Zhicheng JI “Genetic Algorithm for Wireless Sensor Network Localization With Level-based Reliability Scheme” *Journal of Computational Information Systems* 9: 16 (2013) 6479–6486.