

تحسين استهلاك الطاقة في شبكات الحساسات اللاسلكية المستخدمة في مراقبة خطوط النفط والغاز تحت الماء

فادي غصنة *
لبنى علي **
محمد عمران ***

(تاريخ الإيداع ٢٩ / ١ / ٢٠١٩ . قُبل للنشر ١ / ٨ / ٢٠١٩)

الملخص

نظراً لقدرة المحدودة للبطارية على عقد الحساسات، فإن تصميم شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء Underwater Wireless Sensor Networks (UWSNs) أمر صعب للغاية. حيث إن اكتساب المعلومات لا يتم بكفاءة من خلال عقد الحساسات في البيئة المائية، ويعدّ استهلاك الطاقة أيضاً مشكلة كبيرة في UWSNs. تتضمن هذه الدراسة تحليلاً لأنظمة الاتصالات اللاسلكية تحت الماء، وتقدم اقتراحاً يهدف إلى إطالة زمن حياة هذا النوع من الشبكات وتخفيض استهلاك الطاقة للعقدة؛ بناءً على خوارزمية توجيه تعتمد على استخدام مصب بيانات ثابت من أجل زيادة الإنتاجية إلى الحد الأقصى، وتقليل استهلاك الطاقة في شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء UWSNs. تمت الدراسة بناءً على عملية نشر محددة لعقد الحساسات ضمن مجال الشبكة المدروسة، كما تم استخدام مصب بيانات ثابت يجمع البيانات من العقد الخاصة به ويعمل على تغطية المساحة القصوى من حقل الشبكة. تمت المحاكاة باستخدام المحاكى Network Simulator3 (NS3)، والذي يعدّ محاكي مفتوح المصدر يستخدم لتطوير الشبكات اللاسلكية.

الكلمات المفتاحية: شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء UWSNs، الإنتاجية، استهلاك الطاقة، مصب البيانات المتحرك، التغطية القصوى.

* أستاذ مساعد في قسم هندسة تكنولوجيا الاتصالات - كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات - جامعة طرطوس - سورية.
** أستاذ مساعد في قسم هندسة تكنولوجيا المعلومات - كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات - جامعة طرطوس - سورية.
*** طالب دراسات عليا (ماجستير) في قسم هندسة تكنولوجيا الاتصالات - كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات - جامعة طرطوس - سورية.

Improving the Energy Consumption of Wireless Sensor Networks used for Monitoring Underwater Oil and Gas Pipelines

Fadi Gasngha *
loubna Ali **
Mohammad Omran***

(Received 29 / 1 / 2019 . Accepted 1 / 8 / 2019)

ABSTRACT

Due to the limited battery power of sensor nodes, design of underwater wireless sensor networks (UWSNs) is very difficult. Information is not gained efficiently through sensor nodes in aquatic environment and energy consumption is also the major problem in UWSNs, This paper present comprehensive analysis of underwater wireless networks and gives a suggestion aims for increasing the life time of this type of networks and decreasing the energy consumption of the node Based on a routing algorithm Depends on using a fixed sink for throughput maximization and energy consumption in underwater wireless sensor networks (UWSNs).

The study was conducted on the basis of a specific dissemination process for sensor nodes within the field of the studied network. It has also been used a fixed data sink gathers data from their respective nodes and cover the maximum area of the network field . We had used NS3 simulator, which is an open source simulator used to develop wireless networks.

keywords: Underwater Wireless Sensor Networks, throughput ,Energy Consumption, Mobile data sink , Maximum coverage

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

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

***Postgraduate student(Master), Communication Technology Engineering Department, Information and Communication Technology Engineering, Tartous University, Syria.

مقدمة

بما أن أكثر من 70% من سطح الأرض مغطى بالماء، أجريت العديد من الأبحاث حول الأنظمة المستخدمة لاستكشاف عالم ما تحت الماء وخفاياه، وأصبحت مراقبة هذه البيئة وجمع البيانات عنها عنصراً أساسياً في هذه الأبحاث، مما جعل من الضروري إيجاد طريقة فعالة للقيام بذلك. وهكذا ظهرت شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء (UWSNs) Underwater Wireless Sensor Networks والتي تعدّ الخيار المناسب لذلك. شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء هي شبكات مكونة من مجموعة من عقد حساسات منتشرة تحت سطح الماء لاستكشاف بيئة البحار والمحيطات وجمع البيانات [1]. تقدم شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء تطبيقات عديدة مثل مراقبة التلوث وتجنب الكوارث والمساعدة في الملاحة البحرية وغيرها من التطبيقات المهمة في حياة الإنسان. تتكون UWSNs من عقد استشعار و وصلات صوتية. يتم استخدام عُقد المستشعر لتحسس المعلومات من حقل الشبكة. نظراً للطبيعة الديناميكية للمياه، يعد نشر العقد في UWSN أمراً بالغ الأهمية، وعادة ما يتبع التوزيع العشوائي.

تمتاز شبكات الحساسات المستخدمة لمراقبة خطوط نقل النفط والغاز تحت الماء بقدرتها على تجميع البيانات حول تلك الخطوط (خلل، ارتشاح، أكسدة،..). وبمقدرتها على تحديد مواقع حدوث الخلل أو الضرر في الخط. [2][3][4]

نظراً لقدرة البطارية المحدودة لعقد الحساسات، و نظراً لصعوبة الوصول إلى هذه الحساسات التي قد توجد على أعماق كبيرة، وصعوبة استبدال البطاريات أو إعادة شحنها، إضافةً إلى عدم إمكانية استثمار الطاقة الشمسية في هذه الأعماق؛ بالتالي كان لا بد من إيجاد آليات دقيقة لتخفيض استهلاك الطاقة لعقد الحساسات، مع ضمان تحقيق الاتصال بين عقد الحساسات وهو الأمر الذي سعينا لتحقيقه في هذا العمل.

هدف البحث

يهدف العمل لإعداد دراسة حول إمكانية تخفيض استهلاك الطاقة في شبكات الحساسات اللاسلكية المستخدمة في مراقبة خطوط النفط والغاز تحت الماء، وذلك من خلال البحث عن أفضل طريقة لتعديل خوارزمية التوجيه التي يعتمد عليها بروتوكول Logical Sub-region with Sink mobility in Rectangular (LSSR) وتطبيق التعديل المقترح على الخوارزمية ومقارنة النتائج لاكتشاف الجدوى من هذا التعديل؛ والذي ينص على ضمان عدم قيام العقدة بالإرسال إلا في الحالتين الآتيتين:

الحالة الأولى هي عند حصول خطأ ما (تسرب في خطوط الأنابيب)، أما الحالة الثانية فهي عندما تكون العقدة هي عقدة مرور بيانات للمجمع (bridge).

إن هدف هذا التعديل هو الوصول إلى أفضل أداء ممكن للنظام محققاً بذلك أقل استهلاك لطاقة العقد.

أهمية البحث

- ✓ ضمان استمرار عملية نقل الإنتاج النفطي بأمان و سلامة.
- ✓ تقليل الحاجة إلى استبدال بطاريات الحساسات أو إعادة شحنها.
- ✓ إمكانية جعل سورية من أوائل البلدان عالمياً بإنتاج الغاز .

علاقة البحث بالدراسات المماثلة

● اقترح في العام 2007 كل من (Peng Xie and Jun-Hong Cui) بروتوكول من طبقة Reservation-based (RMAC) Media Access Control (MAC) معتمداً على حفظ الطاقة وهو (MAC protocol)، مهمة هذا البروتوكول جدولة رزم التحكم والبيانات لتجنب تصادم البيانات. هدفت الدراسة بشكل أساسي إلى تحقيق فعالية طاقة مقبولة. [5]

● وفي العام 2012 قام الباحثون (Kai Chen, Yi Zhou, Jianhua He) بحل مشكلة تحديد الموقع في شبكات UWSN ذات النطاق العريض، حيث تبين أنه من السهل تحقيق نسبة تموضع تزيد عن 90% عن طريق استخدام رسالة بث عام بقفزة واحدة فقط. [6]

● في العام 2014 قام كل من (Luís, Maciel, Costa, Fabrício & Aloysio) باقتراح نظام مراقبة تحت الماء مؤلف من أجهزة استشعار موزعة على بنية تحتية تحت سطح البحر وهي المسؤولة عن تشغيل و نقل إنتاج النفط. وقد أظهرت الدراسة أنه بالاقتران مع وحدات الإنتاج (المنصات) يمكن توفير تسليم فعال للبيانات المستشعرة والمراجع اللازمة لكل حساس ليتمكن من حساب موقعه. [7]

● في العام 2017 اقترح كل من (Ayesha Hussain Khan, Kamran Khan, Saba Gull) منطقة فرعية مع مصب متحرك لتحقيق أكبر قدر ممكن من الحركة وأقل استهلاك للطاقة في الشبكات المستطيلة (بروتوكول LSSR) حيث تقسم الشبكة بشكل مستطيل ويتم نشر مصبين متحركين لجمع البيانات لتوفير الطاقة اللازمة للإرسال لمسافات طويلة [8] ، وهي الدراسة التي سنقترح تعديلها في بحثنا هذا .

● لجأت معظم هذه الأبحاث إلى إدخال العقدة في طور سُبات دوري عند عدم الحاجة إليها حيث يتم إقفال معظم داراتها الراديوية، ثم العودة للعمل بعد مدة زمنية محددة. بالإضافة إلى استخدام مصبات بيانات متحركة لجمع البيانات وهذا أمر مكلف وله مساوئ. لذلك قمنا باقتراح آلية لإدخال العقدة في طور سُبات دائم لتستيقظ عند حدوث عطل أو تسرب ما في خطوط الإنتاج أو عندما تكون هذه العقدة هي عقدة وسيطة (جسر) لنقل البيانات باتجاه العقد الأعلى. وذلك باستخدام بنية شبكية ثنائية البعد وثابتة لتوفير الكلفة المادية ودقة نقل البيانات وتحديد مواقع العقد.

طرائق البحث ومواده

أنجز هذا البحث اعتماداً على دراسات ومراجع علمية حديثة وعديدة تختص في هذا المجال وقد أخذت نتائجها و توصياتها بعين الاعتبار. قمنا باستخدام محاكي الشبكات الإصدار الثالث (NS3) Network Simulator 3 المنصب على نظام التشغيل Linux Ubuntu 18.1 بالاعتماد على لغة البرمجة C++ V.11، والذي يعدّ من أهم الأدوات المستخدمة لبناء أي نوع من أنواع الشبكات [9]. وقمنا بوضع النماذج الرياضية وإجراء المحاكاة الحاسوبية واستخلاص النتائج ومناقشتها.

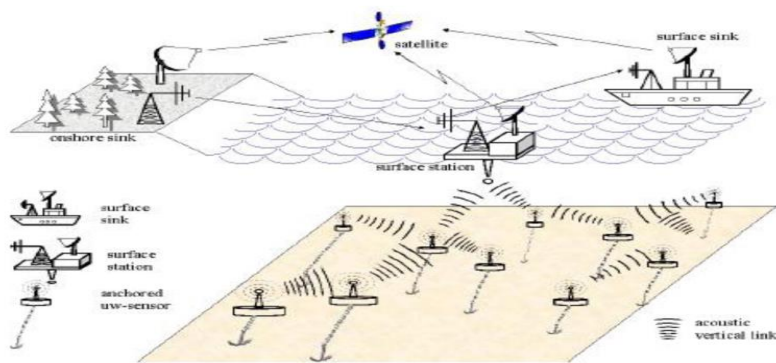
شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء

عبارة عن شبكات تتوضع تحت سطح الماء وتمتد إلى سطحه، وتتكون من عدد كبير من العقد، كل عقدة لديها القدرة على التواصل لاسلكياً مع العقد التي تقع ضمن مجال تغطيتها، وتستخدم هذه العقد أجهزة إرسال (مودمات) صوتية للتواصل فيما بينها وتبادل البيانات، حيث يكون في الطبقة العليا عدة عقد تحكم أو ما يسمى بمحطة

السطح (surface station) ويتم عبرها نقل البيانات لاسلكياً عبر الخلاء إلى محطة تقع على الساحل القريب أو إلى الأقمار الاصطناعية أو إلى سفينة عائمة فوق الماء.

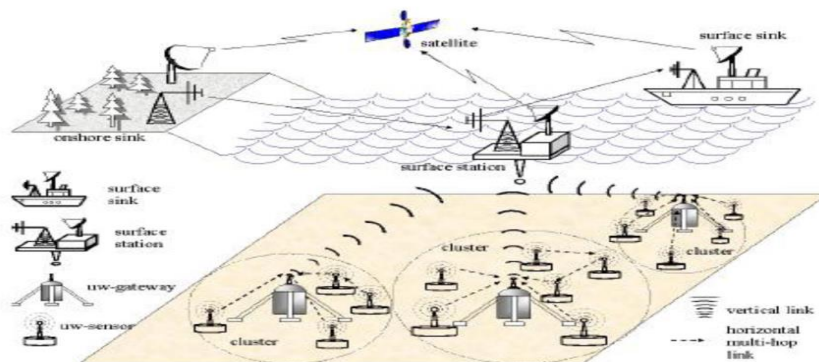
هناك صنفان من شبكات الحساسات تحت الماء تبعا لهيكليته [10] هما:

- 1- شبكات الحساسات ثنائية البعد: التي تستخدم لمراقبة قاع المحيطات وهي مكونة من عقد مثبتة في قاع المحيط وتتواصل مع عقدة أو أكثر من العقد التي تكون ضمن الماء وتسمى عقدة مركزية UnderWater-Sink (UW-Sink) ويتم التواصل بين هذه العقد لاسلكياً عبر مسارات صوتية.



الشكل(1): شبكة حساسات ثنائية الأبعاد

- 2- شبكات ثابتة ثلاثية الأبعاد: وتضم شبكات الحساسات التي تكون مغمورة تحت الماء عند أعماق مختلفة. في هذه البنية تكون كل عقدة مثبتة على طوافة عائمة يتم ربطها بمرساة بواسطة سلسلة، تزود الطوافة العائمة بمضخة هواء، عند ضخ الماء في الطوافة تقوم الطوافة بدفع الحساس باتجاه سطح الماء، يمكن التحكم في ارتفاع العقدة عن قاع البحر عن طريق تعديل طول السلسلة التي تربط العقدة بالمرساة بواسطة محرك إلكتروني مثبت على العقدة.



الشكل(2): شبكة حساسات ثلاثية الأبعاد

1-1-5 التحديات التي تواجه شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء

ذكرنا سابقاً أنه يتم استخدام الإشارات الصوتية وسيلة للاتصال في هذا النوع من الشبكات، وتواجه الإشارات الصوتية العديد من التحديات في البيئة تحت الماء [11]، إحدى هذه التحديات أن عقد الاستشعار تحت الماء لديها

طاقة بطارية محدودة ومن الصعب إعادة شحن البطارية في هذه البيئة القاسية، علاوةً على ذلك فإن القنوات تحت الماء ضعيفة؛ إضافةً إلى أن معدلات خطأ بت مرتفعة وتأخير الإرسال عالٍ، بسبب انخفاض سرعة الأمواج الصوتية تحت الماء والتي تعادل 1500 م/ثانية، أيضاً إحدى هذه التحديات هي حركية العقد التي تسببها التيارات البحرية مما يسبب مشاكل في تموضع العقد.

5-1-2 أنواع العقد في شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء

تتكون شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء بشكل رئيس من أربعة أنواع من العقد [12]:

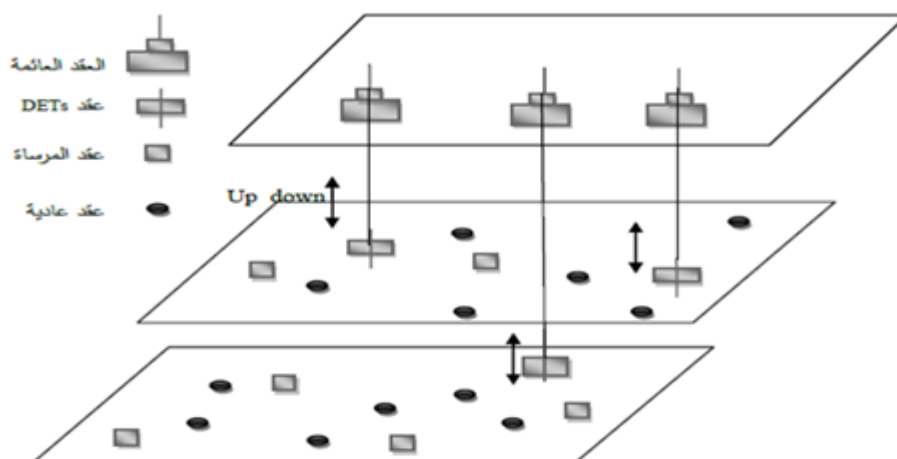
- ١ - العقد العائمة على السطح.
- ٢ - عقد مرسل/ مستقبل صاعدة منفصلة (DETs) Detachable Elevator Transceivers .
- ٣ - عقد المرساة.
- ٤ - عقد عادية.

تتوضع العقد الطافية على سطح الماء حيث صممت لتكون مرتبطة مع (GPS) Global Position System وتتواصل عقد DETs مع العقد الطافية حيث يمكن لها أن تتحرك للأعلى وللأسفل لتبث معلومات موقعها. أما عقد المرساة فيمكنها حساب موقعها اعتماداً على معلومات الموقع المرسل من DETs وقياس المسافة إلى DETs. يظهر الشكل (3) نوعين مختلفين من العقد العائمة.



الشكل (3): عقد عائمة

- ٢ - عقد مرسل/ مستقبل صاعدة منفصلة (DETs): 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. تزود هذه العقد مع العقد السطحية موقع عقد المرساة الثابتة.
- ٣ - عقد المرساة: دورها الأساسي هو المساعدة في تحديد موقع 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 واسعاً بالمقارنة مع عقد الحساسات العادية.
- ٤ - عقد الحساسات العادية: مهمتها الأساسية هي تحسس الوسط المحيط، وقد صممت بحيث تستهلك طاقة منخفضة، إذ تمر في حالة إسبات من أجل الحفاظ على الطاقة، يكون موقع هذه العقد غير معروف وتعتمد على رسائل بث دورية من عقد المرساة، إذا استقبلت أكثر من ثلاث رسائل بث من عقد مرساة مختلفة تقوم بحساب موقعها الخاص. يبين الشكل (4) أنواع عقد الحساسات اللاسلكية تحت الماء.



الشكل(4): أنواع عقد الحساسات اللاسلكية تحت الماء

2-5 تصميم النظام اللاسلكي و تحليل طريقة أدائه

يتألف النظام المقترح من 4 عقد حساسات تأخذ الأرقام الآتية 2,3,5,6 وفقاً لعنوان Internet Protocol (IP) المعطى لها، بالإضافة إلى استخدام نقطتين وسيطتين (Bridge Nodes) هي عقد المرصاة تأخذ الرقمين 3,5 و تقع في مستوى أعلى من مستوى الحساسات وأقرب للنقاط الطافية. كما يحوي النظام المقترح نقطة تجميع المعلومات (Main Node) أو مصب البيانات (Sink) وتقع فوق سطح البحر، و ترتبط بها عقدي المرصاة ومزودة بمصعد وأجهزة إرسال واستقبال صوتية. يساعد المصعد العقدة في الارتفاع أو الغطس بشكل عمودي في الماء، أما جهاز الإرسال والاستقبال فيتصل مع عقد المرصاة على أعماق مختلفة للمساعدة في تحديد موقع عقد المرصاة الثابتة، كما تساهم عقد المرصاة في تحديد موقع عقد الحساسات العادية.

قناة الاتصال المستخدمة هي قناة تستخدم لنقل الأمواج فوق الصوتية، وضياعات الانتشار تحسب وفق نموذج

.Fisher&Simon

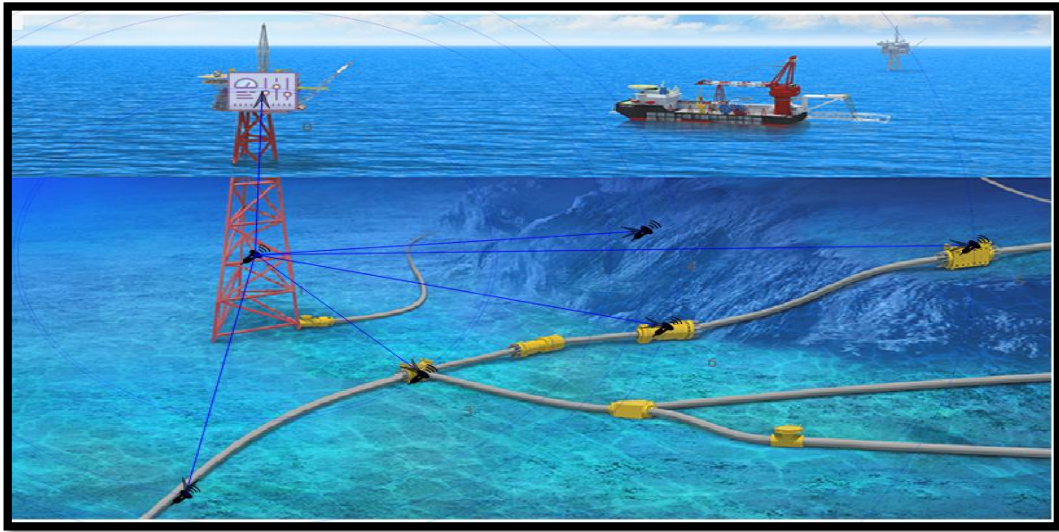
استخدمنا مودم للأمواج فوق الصوتية يعتمد على بروتوكول Internet Protocol Version 4 (IPV4) ونمط

الطاقة غير محدد ويعتمد على تردد المودم المستخدم و القيمة المتغيرة في هذه المحاكاة. كما أن نمط الاتصال هو

Sleep mode/Active mode أي الاتصال نشط /خامل يتعرض بفعل خلل أو عطل ما.

توجد الشبكة تحت الماء Undersea Network على عمق محدد من قبل المستخدم والضياعات تحكمها

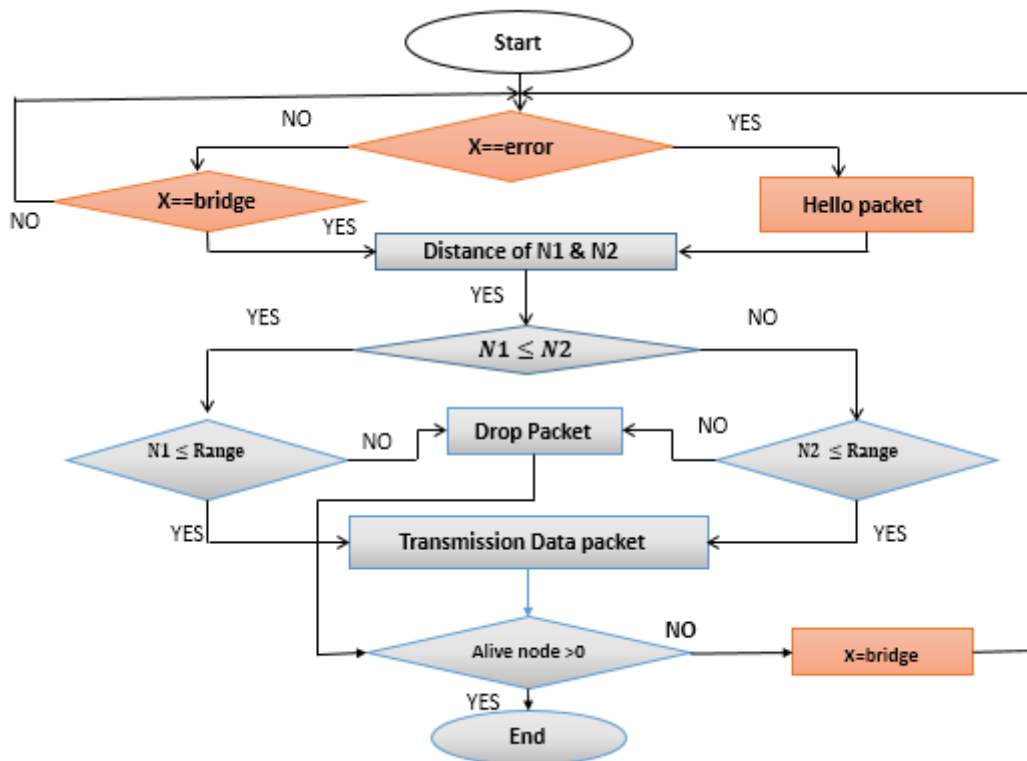
درجة الحرارة والشوائب والعمق. وطوبولوجيا الشبكة هنا شجرية وحيدة الاتجاه Mono-Directional.



الشكل(5): النظام المقترح ضمن نافذة المحاكاة

1-2-5 الخوارزمية المعدلة المقترحة

بهدف التقليل من استهلاك الطاقة وزيادة كفاءة النظام قدمنا تعديلاً على خوارزمية التوجيه - logical sub-region- with sink mobility in rectangular UWSNs (LSSR) يتلخص مبدأ عمل هذه الخوارزمية بعد التعديل بالمخطط التدفقي الآتي:



الشكل(6): مخطط خوارزمية العمل المقترح

يتلخص مبدأ عمل هذه الخوارزمية كما يلي:

اقترح آلية تضمن عدم قيام العقدة بتشغيل الوحدة الراديوية المسؤولة عن الإرسال والاستقبال إلا في حالتين: الحالة الأولى هي تحسس إحدى العقد لوجود العطل، والحالة الثانية هي كون العقدة هي عقدة جسر أي أنها عقدة تملك معلومات عن العطل وعليها نقلها باتجاه المصب.

كما توضح الخوارزمية المقترحة الإعلام في حال كان هناك خطأ أو تسرب في مكان ما كشرط بدائي لعمل الخوارزمية، وفي حال وجوده تقوم العقد ببث رسالة ترحيب hello ثم تحسب المسافة الفاصلة بينها وبين المصبيين المتحركين وتقوم بإرسال المعلومات المتحصصة باتجاه المصب الأقرب ليتم بعد ذلك نقلها إلى مركز المراقبة المتوضع على سطح الماء.

من ناحية أخرى وفي الحالة الثانية يتم التحقق إذا كانت العقدة هي عقدة جسر، فإذا كانت كذلك يتم اتباع الترتيب نفسه لسير عمل الخوارزمية في الحالة الأولى، وإلا تعود الخوارزمية إلى نقطة البداية لاختبارها على عقد أخرى.

يبين الجدول الآتي بارامترات عقد التحسس المستخدمة في الشبكة:

الجدول(1): معلومات الشبكة المدروسة

عدد العقد	7 عقد
أبعاد المنطقة المدروسة	1 * 1 km
قناة الاتصال	قناة تعمل بالأمواج فوق الصوتيه Ultrasound Acoustic Network
المودم المستخدم	5400 bps ، WHOI
مجال الاتصال للمودم الصوتي	5 km
نمط الاتصال	sleep Mode/Active Mode يتحرض بفعل خلل
معدل نقل البيانات	20 kbps
البروتوكول المستخدم	Internet protocol (IPv4)
عدد مرات المحاكاة	50
حجم الرزمة	2 kbytes

5-2-2 بارامترات البرنامج الممكن تغييرها عند تشغيل المحاكي عبر سطر الأوامر:

• Device Sleep: وتأخذ القيم 2,3,5,6 والتي تدل على العقدة المراد وضعها في حالة خمول بينما بقية

الشبكة نشطة، والقيمة 7 لوضع جميع العقد في حالة خمول.

• DeviceAcc: متحول منطقي يستخدم لوضع الحساسات في حالة الخمول وذلك حين يأخذ القيمة 1.

• TestTime: زمن الذي تستغرقه التجربة ويقدر بالأيام.

● AccTime: زمن افتراضي يتوقع عنده حدوث عطل ما على عقدة ما مختارة عشوائيا لأغراض المحاكاة ويقدر بالساعة.

● freq: تردد المودم ويقدر بالكيلو هيرتز .

● temp: درجة الحرارة وتقدر بالسيلزيوس .

● depth: العمق الوسطي للحساسات ويقدر بالكيلومتر .

● psize: حجم الحزمة المرسله وتقدر بالبايت .

قمنا في الجزء العملي من هذا البحث بقياس ومراقبة البارامترات الآتية:

✓ الحمل العام للطاقة على الشبكة كنسبة مئوية من الطاقة الكلية المتاحة .

✓ إنتاجية العقد الوسطية ومقدرة بالبايت في اليوم .

✓ النسبة المئوية للطاقة المتبقة في كل عقدة .

✓ قوة الإشارة المستقبلية .

6- النتائج والمناقشة:

يعطي البرنامج المصمم (الكود) نوعين من ملفات النتائج في الخرج :

✓ ملف رسومي "NodeEnergy.plt" يعمل على برنامج "Gnuplot" ويفسره بصيغة رسومية لاحقتها eps .

✓ ملف نصي "Results.txt" و يضم شروط التجربة ونتائجها الرقمية وقياسات بارمتراتهما .

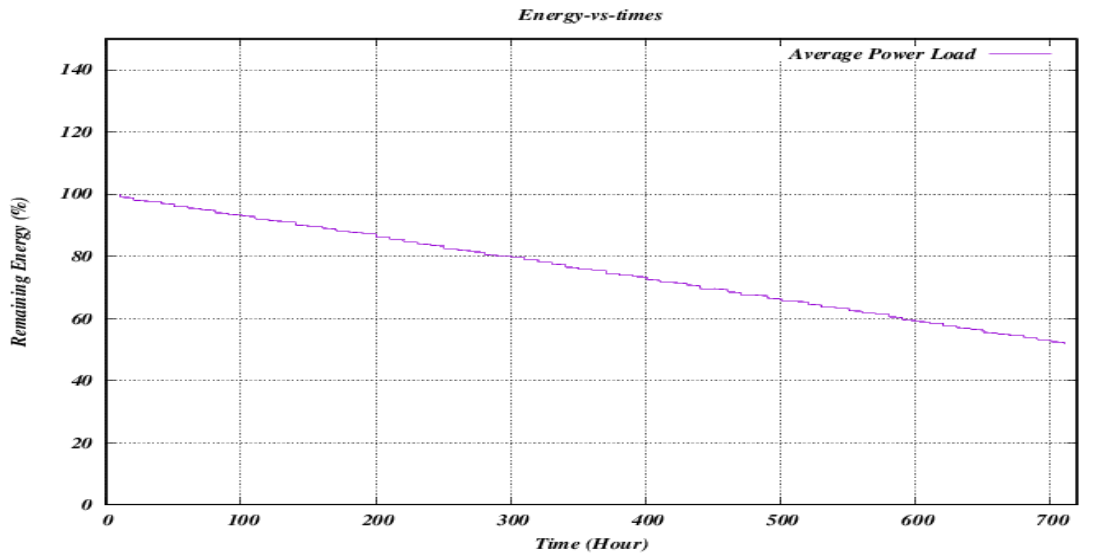
قمنا في القسم العملي باقتراح أربعة سيناريوهات ومناقشتها وتحليل نتائجها كما يلي:

❖ السيناريو الأول : عندما تكون جميع العقد في حالة العمل

قمنا في البداية بإجراء عملية محاكاة للشبكة عندما تكون جميع العقد نشطة. في هذه الحالة نقوم بإسناد القيمة

0 إلى المتحول DeviceAcc واعتبرنا هنا أن عملية توليد الأخطاء هي عملية عشوائية تحدث بفواصل زمني مقداره 3

ساعات وأن العقد متوضعة على عمق مقداره 40 متر تحت سطح الماء .

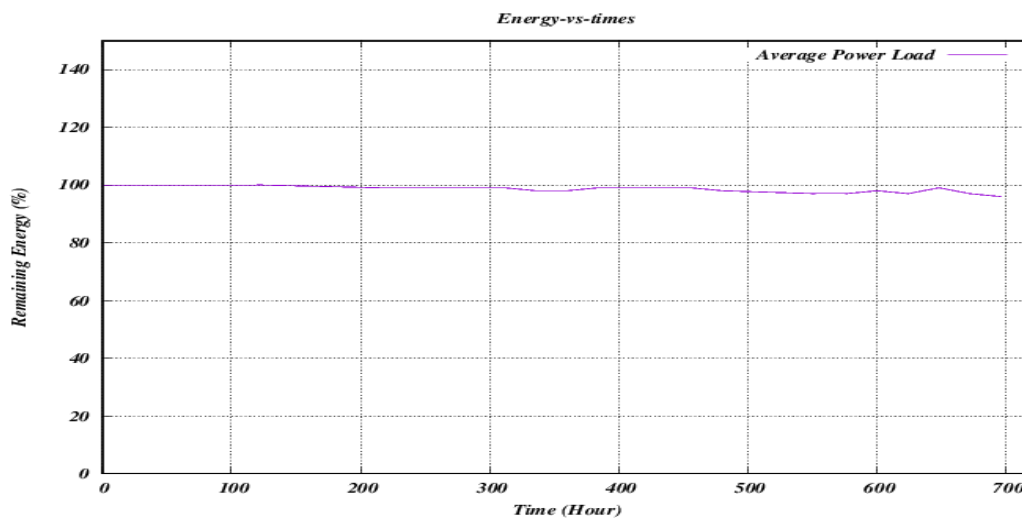


الشكل(7): استهلاك الطاقة بالنسبة للزمن في حالة نمط الاتصال active

نلاحظ انخفاض الطاقة المتبقية في الشبكة بمقدار يصل إلى 8% من الطاقة الكلية وهذا أمر غير جيد مع مرور الزمن ويؤدي إلى استنزاف طاقة بطاريات عقد الحساسات مما يقلل من زمن حياتها. لتلافي حدوث ما سبق قمنا باقتراح نمط بديل هو النمط sleep mode، حيث يتم فيه وضع جميع عقد الحساسات في النمط sleep ويتم تنشيط العقدة فقط عند حدوث مشكلة ما. حيث يتم توليد المشكلة بعد مدة زمنية مسندة للمتحول AccTime. إن عملية اختيار العقدة التي حدثت فيها مشكلة هي عملية عشوائية وعند تكرار نفس العقدة أكثر من مرة ضمن ملف الخرج النصي فهذا مؤشر أن العقدة تعاني من مشكلة أو اكتشفت عطلاً ما.

❖ السيناريو الثاني : عندما تكون جميع العقد في حالة الخمول وتستيقظ بمجرد حدوث عطل ما

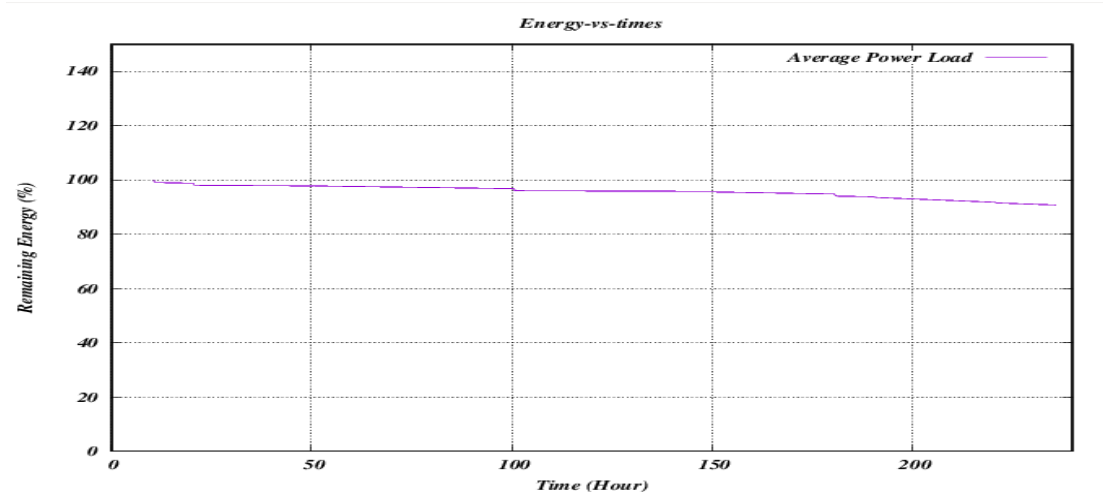
يتم إدخال العقد في وضع sleep mode عن طريق إسناد القيمة 1 إلى المتحول DeviceAcc. في هذا الوضع قمنا بإجراء عملية المحاكاة خلال مدة أطول تساوي 30 يوماً، حيث قمنا باختلاق مشكلة ما بعد 24 ساعة من تشغيل المحاكاة كما يوضح الشكل الآتي:



الشكل(8): الطاقة المتبقية في الشبكة بالنسبة إلى الزمن في نمط الاتصال sleep

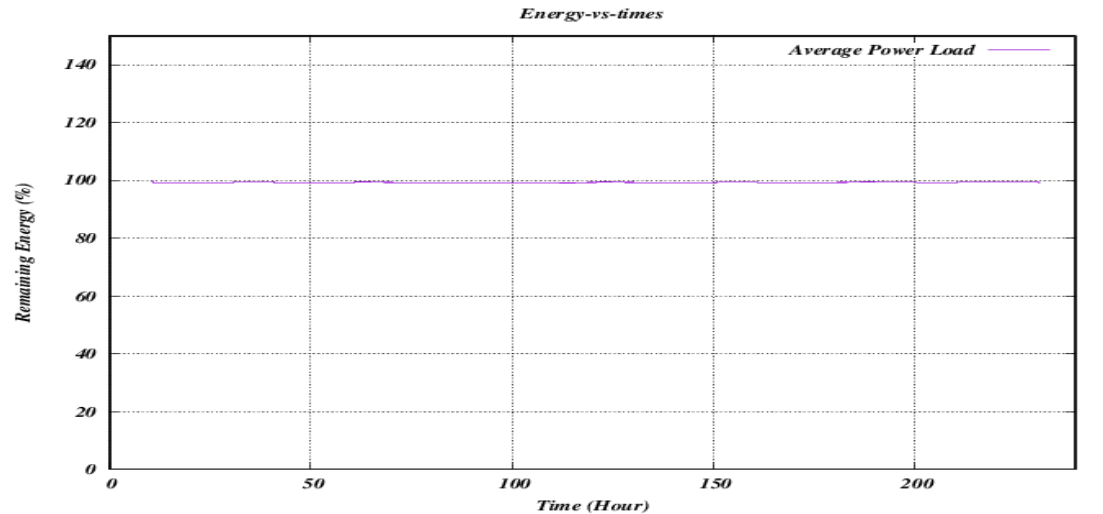
نلاحظ من الشكل(8) انخفاض استهلاك الطاقة في الشبكة عند استخدام النمط sleep mode. إن القمم الظاهرة في الخط البياني ناتجة إما عن حدوث خطأ ما أو شذوذ معين أو عن قراءة وهمية لطاقة العقدة وبالمحصلة حدوث عطل ما. برمجياً وبالحساب تبين أن الحمل العام للطاقة في الشبكة انخفض إلى 3% من الطاقة الكلية. أي أننا نظرياً قمنا بتوفير حوالي 50% من الحمل العام للطاقة باستخدام الفكرة المقترحة في البحث وهذا ما يساهم في توفير استهلاك الطاقة وزيادة زمن حياة العقد ضمن الشبكة.

في حال أردنا دراسة وضع الشبكة عند وضع عقدتين في وضع النوم two-sensors-off سينتج المخطط البياني الآتي:



الشكل(9): الطاقة المتبقية في الشبكة عند وضع عقدتين بوضع الخمول خلال 10 أيام

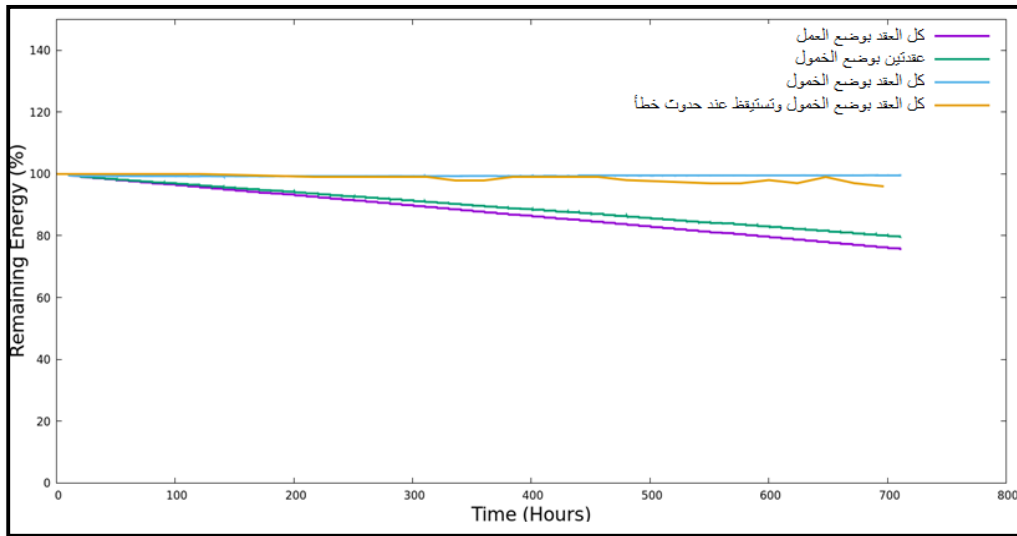
يتبين من خلال المخطط الناتج (9) أنه عند وضع عقدتين في وضع الخمول سيحدث انخفاض في الطاقة المتبقية في الشبكة ولكن بمعدل أقل منه في حالة وضع جميع العقد في الوضع النشط وهذا أمر بديهي. في حال أردنا دراسة وضع جميع العقد في وضع الخمول الشبكة عند all sensors-off-no accidents سينتج المخطط الآتي:



الشكل(10): الطاقة المتبقية في الشبكة عند وضع كل العقد بوضع sleep خلال 10 أيام

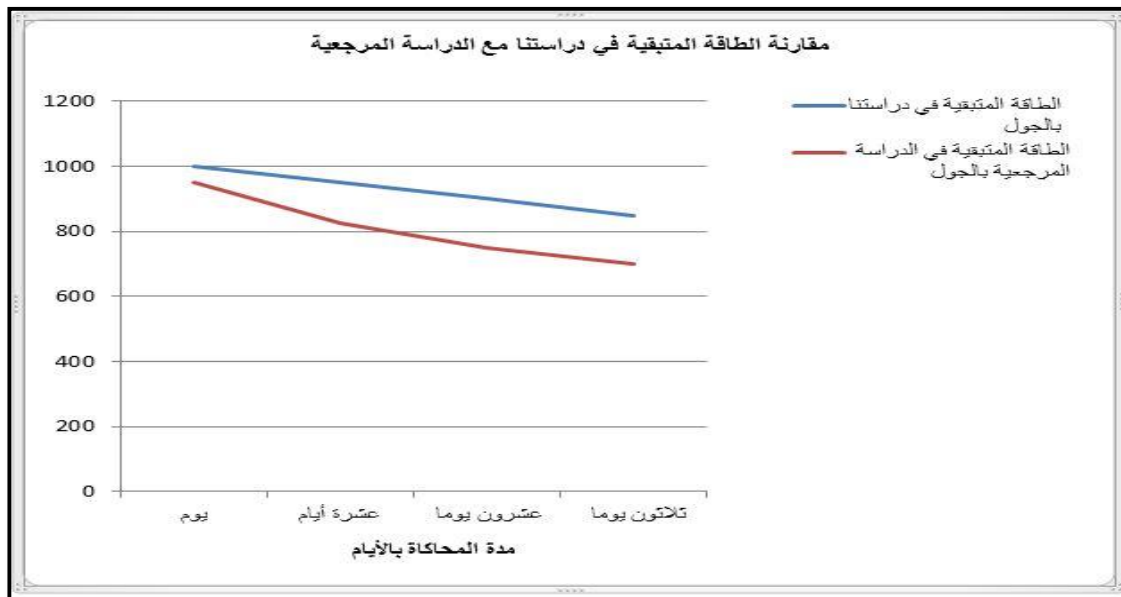
في الشكل(10) نلاحظ أن مستوى الطاقة ثابت لأن العقد لن تتحسس الخطأ وبالتالي لن تملك أي معلومات لإرسالها.

بمقارنة السيناريوهات السابقة ينتج لدينا المخطط الآتي:



الشكل(11): مقارنة السيناريوهات السابقة

تعقيباً على ما سبق ولتبيان جدوى التعديل المقترح، قمنا بإجراء عملية مقارنة بين متوسط الطاقة المتبقية في الشبكة في دراستنا مع متوسط الطاقة المتبقية في الشبكة في دراسة مرجعية منشورة في هذا المجال [8]، وذلك موضح وفق المخطط الآتي:



الشكل(12): مقارنة الطاقة المتبقية في دراستنا مع الدراسة المرجعية

نستنتج أن دراستنا قدمت تحسناً على متوسط الطاقة المتبقية في الشبكة يصل إلى حوالي 15% وهذا بدوره يؤدي إلى توفير كبير في استهلاك الطاقة العام للعقد ضمن الشبكة وهو هدف دراستنا هذه.

الاستنتاجات والتوصيات

•قدمنا في هذا البحث تحسيناً على أداء شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء يتلخص باقتراح آلية لتقليل استهلاك الطاقة في العقد، بالاستناد إلى تحقق شرط أساسي قبل قيام العقدة بتشغيل وحدتها الراديوية التي تعد المصدر الأكبر لاستنزاف طاقة البطارية. استنتجنا أن تحليل البيانات المرسله يساهم في زيادة كفاءة النظام بنسبة كبيرة ويضمن عملية تسليم الرزم إلى مصب البيانات دون حصول تصادم ويقلل من استهلاك الطاقة بنسبة جيدة. كما أن مخططنا المقترح يوازن استهلاك الطاقة لجميع العقد خلال زمن حياة الشبكة بأكملها من خلال إدخال استخدام مصبات البيانات المتحركة مما يوفر من طاقة الإرسال اللازمة للعقدة لإرسال البيانات إلى مسافة طويلة.

•أسهم استخدام بروتوكول انترنت/النسخة الرابعة في ضبط إرسال البيانات واستقبالها.

•تتلقى النقطة الطافية تقريراً فقط في حالة حدوث خلل في جوار الحساس وتتضمن هذه البيانات حالة الطاقة للجهاز .

•قدمنا من خلال التعديل المقترح تحسيناً في استهلاك الطاقة يقارب 15% من الحمل العام للطاقة على الشبكة.

•نظراً لأهمية موضوع استهلاك الطاقة لعقد الحساسات في البيئات المعقدة كالبينة المائية فإننا نوصي بتوسيع الأبحاث في هذا المجال، وتصميم سيناريوهات مشابهة للسيناريو المقترح مع زيادة عدد العقد، واستخدام سفن الدعم اللوجستي المسؤولة عن جمع البيانات والمساعدة في تحديد مواقع العقد بالاعتماد على نظام تحديد المواقع GPS؛ بهدف تحديد الموقع الدقيق للعطل المتوقع وبأسرع وقت ممكن.

المراجع

- [1] Ayaz, Muhammad, et al. "A survey on routing techniques in underwater wireless sensor networks", Journal of Network and Computer Applications 34.6 (2011): 1908-1927.
- [2] N. Mohamed, I. Jawhar, J. Al-Jaroodi, and L. Zhang, "Sensor network architectures for monitoring underwater pipelines," Sensors, vol. 11, no. 11, pp. 10738–10764, 2011.
- [3] I. Jawhar, N. Mohamed, and D. P. Agrawal, "Linear wireless sensor networks: classification and applications," Journal of Network and Computer Applications, vol. 34, no. 5, pp. 1671–1682, 2011.
- [4] Restrepo, Carlos E., Jeffrey S. Simonoff, and Rae Zimmerman. "Causes, cost consequences, and risk implications of accidents in US hazardous liquid pipeline infrastructure. " International Journal of Critical Infrastructure Protection 2.1-2 (2009): 38-50.
- [5] "R-MAC: An Energy-Efficient MAC Protocol for Underwater Sensor Networks " . Peng Xie and Jun-Hong Cui . Computer Science & Engineering Department , University of Connecticut, Storrs . 2009
- [6] Kai Chen , Yi Zhou , Jianhua He ." A Localization Scheme for Underwater Wireless Sensor Networks " . International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 4. March, 2012

- [7] Fabrício Jorge Lopes Ribeiro , Aloysio de Castro Pinto Pedroza · Luís Henrique Maciel Kosmalski Costa . “ *Underwater monitoring system for oil exploration using acoustic sensor networks*” . Springer Science+Business Media New York 2014 .
- [8] Ayesha Hussain Khan , Kamran Khan , Saba Gull , Muhammad Sajid , Muhammad Imran , Nadeem Javaid . “ *Logical sub-region with sink mobility for throughput maximization and energy consumption minimization in rectangular UWSNs*” , 2017 IEEE .
- [9] Akyildiz IF, Pompili D, Melodia T. “*State of the Art in Protocol Research for Underwater Acoustic Sensor Networks*”. Broadband & Wireless Networking Laboratory School of Electrical & Computer Engineering Georgia Institute of Technology Atlanta, GA, USA.
- [10] 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.
- [11] K. Chen, Y. Zhou and J. He, “*A localization scheme for underwater wireless sensor networks*”, International Journal of Advanced Science & Technology, Vol 4, march, 2009.
- [12] G. Han ,J. Jiang ,L. Shu ,Y. Xu and F. Wang , “*Localization Algorithms of Underwater Wireless Sensor Networks*”, Sensors 12(2): 2026-2061, 2012.