دراسة أثر تغيير تردد رسائل الترحيب على بارامترات جودة الخدمة في بروتوكول AODV التفاعلي

زينب محمد يوسف*

(تاريخ الإيداع 7 / 7 / 2021. قُبِل للنشر في 3/ 10 / 2021)

□ ملخّص □

تعد الشبكات الحاسوبية المتنقلة MANET من أحد أهم أنواع الشبكات المطبقة عملياً وعالمياً والتي تلقى اهتماماً متزايداً من الباحثين في هذا المجال، ويرجع الأمر إلى سهولة تركيبها وضبطها وتهيئة إعداداتها بطريقة تسمح بإنشائها خلال زمن قصير جداً قد لا يتعدى بضع ثواني في بعض الحالات، فضلاً عن أنها لا تحتاج إلى بنىً تحتية مثل أبراج التغطية ونقاط الوصول مما يعني توفيراً كبيراً في الكلفة المادية المدفوعة لبناء الشبكة.

تم في هذا البحث تقييم أداء عمل بروتوكول AODV والذي يتبع لصنف الشبكات الاستباقية وفق مجموعة من السناريوهات المختلفة التي تم فيها تغيير قيمة الفاصل الزمني بين رسائل الترحيب Hello Messages والتي يتم إرسالها من قبل كل عقدة بشكل دوري من أجل معرفة العقد المجاورة لها والتي تقع على بعد قفزة واحدة عنها، ويترافق ذلك مع تغيير في عدد عقد الشبكة من أجل دراسة تأثير هذا العامل على مختلف الشبكات ذات الحمل الخفيف والمتوسط والعالي، وتمت عملية المحاكاة باستخدام برنامج محاكي الشبكات NS2 على بيئة نظام التشغيل UBUNTU مع تقييم النتائج من حيث مجموعة من البارامترات هي التأخير الزمني ومعدل توصيل الرزم والمردود.

الكلمات المفتاحية: الشبكات الحاسوبية المتنقلة، البروتوكولات الاستباقية، رسائل الترحيب، جودة الخدمة.

* قائم بالأعمال–قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات–كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية–جامعة تشرين– اللاذقية–سورية.

Study of the Effect of Changing the Frequency of Hello Messages on Quality of Service Parameters in the Reactive Protocol AODV

Zinab Mohammad Yousef *

(Received 7 / 7 / 2021. Accepted 3 / 10 / 2021)

□ ABSTRACT □

The MANET mobile computer network is one of the most important types of networks that are practically and globally applied, and which receive increasing attention from researchers in this field, and this is due to the ease of installing, tuning and configuring their settings in a way that allows them to be established within a very short time that may not exceed a few seconds in some cases, in addition to that You do not need infrastructure such as coverage towers and access points, which means a significant saving in the material cost paid for building the network.

In this research, the performance of the AODV protocol, which follows the class of Reactive networks, was evaluated according to a set of different scenarios in which the value of the interval between Hello Messages, which is sent by each node periodically, was changed in order to know its neighboring nodes, which are located at a distance One hop from it, and this is accompanied by a change in the number of network nodes in order to study the impact of this factor on various networks with light, medium and high load, and the simulation process was carried out using the NS2 network simulator program on the environment of the operating system UBUNTU with the evaluation of the results in terms of a set of parameters is the delay Time, packet delivery ratio and throughput

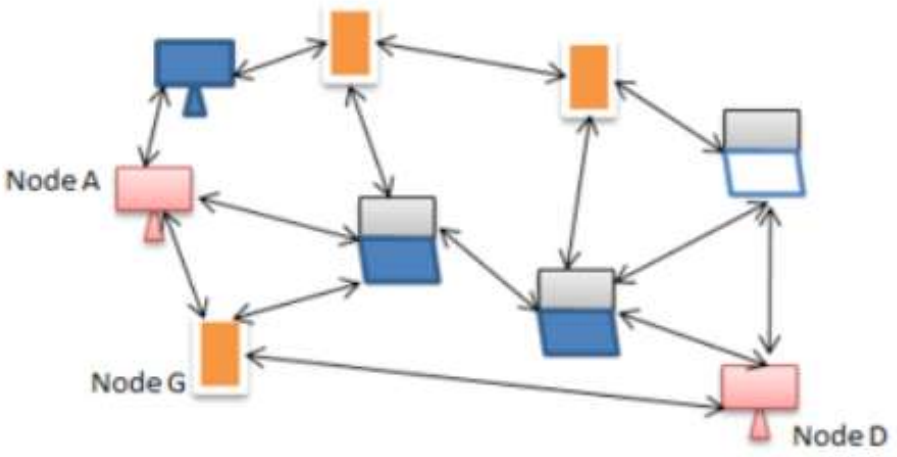
Keywords: Mobile Computer Networks, Reactive Protocols, Hello Messages, Quality of Service

* **Academic Assistant - Communication and Electronic Engineering Department – Tishreen University- Lattakia- Syria. zinabyouysef@gmail.com**

مقدمة:

تعتبر شبكات الـ MANET من أهم وأحدث أنواع الشبكات الحاسوبية والأكثر انتشاراً، وساعد على ذلك الكم الهائل من الخدمات والتطبيقات التي أصبحت اليوم تعمل على أساسها لسهولة ربط الأجهزة المتصلة من دون الحاجة إلى أية كلفة إضافية متعلقة بالتجهيزات والبنى التحتية الشبكية وأصبحت تتمتع نوعاً ما بسرعات عالية مع التطورات التي طرأت على البروتوكولات المستخدمة فيها، بالإضافة إلى التحسينات المضافة في المجال الأمني من أجل اكتشاف وعزل العقد الضارة المتصلة بالشبكة وذلك بالرغم من التحديات الكبيرة التي واجهت الباحثين في هذا المجال نظراً لأن مثل هذه تعمل باستخدام الوسط الفيزيائي اللاسلكي مما يعني سهولة التجسس والاختراق مقارنة مع الأنواع الأخرى من الشبكات التي تستخدم الوسط الفيزيائي السلكي،

يبين الشكل (1) شبكات الـ MANET.



الشكل (1) شبكات الـ MANET

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى تحسين أداء بروتوكول AODV عن طريق دراسة أثر تغيير تردد رسائل الترحيب الدورية المرسلة من قبل العقد للتعرف على جيرانها، وتحديد القيم المناسبة لهذا البارامتر تبعاً لحجم الشبكة المستخدمة مما يعطي توجهاً استنتاجياً يفيد الباحثين في هذا المجال في اختيار القيم المناسبة لهذا البارامتر ويوفر عليهم الوقت والجهد.

تمت عملية المحاكاة باستخدام محاكي الشبكات NS2 وفق سيناريوهات مختلفة ضمت عدداً مختلفاً من العقد بحيث يمكن دراسة هذا البارامتر بشكل ديناميكي وتحديد القيم المناسبة التي تحسن من أداء البروتوكول AODV وتأمين مستوى مناسب من جودة الخدمة يتلاءم مع تطبيقات الزمن الحقيقي الشبكية.

طرائق البحث ومواده:

نستعرض في البداية موجزاً نظرياً يوضح أنواع شبكات الـ MANET، وآلية عمل بروتوكول AODV المستخدم في هذا البحث، ولمحة عن المحاكي NS2.

1- أنواع شبكات الـ MANET

تتضمن شبكات الـ MANET ثلاثة أنواع هي:

- **النوع الاستباقي Proactive**

تتم عملية التوجيه عن طريق تبادل مجموعة من رسائل التحكم الدورية والتي تكون مهمتها الكشف عن إحداثيات العقد ومواقعها والمسارات التي تربط بين مختلف عقد الموجودة في الشبكة، حيث تخزن هذه المعلومات ضمن جداول توجيه ويكون لكل عقدة نسختها الخاصة من الجداول، وبالتالي فإنه عند كل لحظة يكون المسار من أية عقدة مصدر إلى أية عقدة هدف معروفاً، لتبدأ عملية الإرسال على الفور، ويعتبر هذا من ميزات هذا النوع، إلا أنه يتطلب تبادل حجم كبير من رسائل التحكم الدورية لتحديث قيم جداول التوجيه وهذا يعتبر من مساوئ هذا النوع، ومن البروتوكولات التي تتبع لهذا النوع بروتوكول (Open Link State Routing) OLSR.[3]

- **النوع التفاعلي Reactive**

لا يحتوي هذا النوع على جداول توجيه ولا توجد رسائل تحكم تغمر الشبكة وتستهلك من عرض الحزمة، وهذا يعتبر من ميزات هذا النوع، إلا أنه عند البدء بعملية إرسال باكيتات معينة من أية عقدة مصدر إلى أية عقدة هدف يتم في البداية الكشف عن المسار الذي يربط بينهما من خلال إرسال رسالة طلب المسار Route Request وتنتقل هذه الرسالة عبر الشبكة عن طريق العقد التي تقوم بإعادة بثها إلى جيرانها في كل مرة وصولاً إلى العقدة الهدف والتي تقوم بإرسال رسالة تعرف Acknowledgement على هذه الرسالة بشكل عكسي وصولاً إلى العقدة المصدر لتبدأ بعدها عملية الإرسال، وهذا يتطلب زمناً يتناسب مع حجم الشبكة من أجل الكشف عن المسار وبالتالي زيادة التأخير الزمني عند الإرسال، ويعتبر ذلك من مساوئ هذا النوع ، ومن البروتوكولات التي تتبع لهذا النوع بروتوكول AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector).[1]

- **النوع الهجين Hybrid**

تم اقتراح هذا النوع كحل وسطي عند التعامل مع عدد عقد كبير في الشبكة لكن في نفس الوقت قد لا تتطلب الشبكة وجود تراسل بين كل العقد مع بعضها البعض، فقد توجد مجموعات من العقد تتراسل المعطيات مع بعضها بتواتر كبير بينما تتراسل مع باقي عقد الشبكة بتواتر صغير، وهنا يتم تحزيم كل مجموعة من العقد التي تتراسل مع بعضها بتواتر كبير إلى عنقود Cluster، وبالتالي تقسم الشبكة منطقياً إلى مجموعة من العناقيد Clusters ويتم اعتماد النوع التفاعلي كأسلوب للتوجيه ضمن كل عنقود لأنه أسرع بالمقابل يكون عبء رسائل التحكم أقل إلى العنقود نظراً لصغر حجمه، بينما يتم اعتماد النوع الاستباقي كأسلوب للتوجيه بين العناقيد لأن الكشف عن المسار حينها لن يتطلب زمناً كبيراً بسبب البحث عنه بين مجموعة العناقيد فقط، ومن البروتوكولات التي تتبع لهذا الصنف ZRP (Zone Routing Protocol).[7]

1-1 البروتوكول OLSR

بروتوكول OLSR هو بروتوكول توجيه من نقطة إلى نقطة وذلك استنادا إلى خوارزمية حالة الارتباط التقليدية، فهو بذلك يحافظ على حالة الارتباط من خلال تبادل الرسائل بين العقد حول حالة الارتباط بشكل دوري عن حالة طوبولوجيا الشبكة، من ميزات OLSR أنه يقلل من حجم كل رسالة تحكم وعند إعادة البث بين العقد عند كل عملية تحديث للطريق وذلك من خلال توظيف استراتيجية الإعادة المتعددة (MPR) للقيام بذلك.[12]

خلال كل عملية تحديث للطوبولوجيا كل عقدة في الشبكة تختار مجموعة من العقد المجاورة وتقوم بإعادة ارسال حزم لها، وتسمى هذه المجموعة من العقد التبديلات المتعددة من تلك العقدة، أي عقدة من هذه العقد لا تكون موجودة في مجموعة العقد المرسل اليها الحزم تتمكن من قراءة ومعالجة كل حزمة ولكن من دون إعادة لتحديد MPRs، كل عقدة تبث دوريا رسالة ترحيب واحدة لـ قائمة من المضيفين، من قائمة العقد التي أرسل لها رسالة ترحيب كل عقدة تختار مجموعة فرعية واحدة من الجيران والتي تغطي بهذا الاختيار اثنين من الجيران.

كل عقدة يحدد طريقا الأمثل (من حيث القفزات) إلى كل معرف وجهة باستخدام المعلومات طوبولوجيا لها (من الجدول طوبولوجيا والجدول المجاور)، وتقوم بتخزين هذه المعلومات في جدول التوجيه. لذلك، فإن الطرق المؤدية إلى كل جهة تتوفر على الفور عندما البيانات تبدأ بالإرسال.[4][12]

يوجد نوعين من رسائل التحكم التي تقوم العقد بإرسالها:

HELLO MESSAGE : ترسل بشكل دوري لتحسس الجيران على بعد قفزة واحدة، وتم اختيار MPR التي تغطي كل الجيران بقفزتين.

TC– TOPOLOGY CONTROL MESSAGE : ترسل بشكل دوري بواسطة MPR لنشر حالة الوصلات تحتوي فقط عقد MPR المختارة، يتم تحديث جداول الطبوغرافيا عن طريق هذه الرسائل وكذلك حساب جدول التوجيه (ويتضمن عنوان الهدف، Destination Add، القفزة التالية Next Hop، المسافة Distance).[9]

– لا ترسل هذه الرسائل إذا لم يحدث هناك أي تحديث على الشبكة.

– هذا البروتوكول مناسب للشبكات الكبيرة والكثيفة.

– لا يتطلب هذا البروتوكول إرسالاً موثوقاً لرسائل التحكم حيث ترسل كل عقدة رسائل التحكم بشكل دوري لذا يتحمل خسارة معقولة لبعض هذه الرسائل.

– تحتوي كل رسالة تحكم على رقم تسلسلي يتزايد في كل رسالة وهكذا يستطيع مستلم الرسالة أن يميز بسهولة المعلومات الأكثر حداثة.[6][12]

1-2 البروتوكول AODV

يعتبر من أكثر البروتوكولات استخداماً في هذا الصنف، وتم اقتراحه من قبل C. E. Perkins و E. M. Royer، وهو مزيج من بروتوكولي DSR وDSDV حيث يتبع لبروتوكول DSR في آلية اكتشاف مسار التوجيه والتعامل معه، ويتبع لبروتوكول DSDV من ناحية استخدام التوجيه قفزة بقفزة Hop-by-hop Routing، وإسناد أرقام تسلسلية للقفزات، ونظراً لهاتين الميزتين فإن اكتشاف مسار التوجيه يكون أسرع عند التغير في طوبولوجيا الشبكة بسبب تجنب مشكلة الدوران في حلقة مفرغة أو ما يسمى اصطلاحاً بـ Count to Infinity.

لكن من ناحية أخرى يوصف بأنه غير آمن وسهل الاختراق، ولهذا السبب أضاف الباحث Zapata [9]ميزة أمان إلى هذا البروتوكول تتمثل في استخدام التوابع الهاشية Hash Functions ذات الاتجاه الواحد one-way وذلك عند إطلاق عملية اكتشاف المسار Route Discovery. وأطلق على البروتوكول المحسن اسم SAODV (Secure AODV) حيث اقترح أيضاً استخدام التواقيع الرقمية Digital Signatures كأسلوب للمصادقة على البيانات غير المتقلبة Non-Mutable Data، أما بالنسبة للبيانات المتقلبة مثل عدد القفزات Hop Counts فتستخدم السلاسل الهاشية Hash Chains وهذا الأسلوب يساعد على اكتشاف مسار التوجيه السليم من العقدة المرسلة إلى العقدة المستقبلة دون حدوث انضمام لقعد متجسسة من خارج الشبكة، ودون حدوث استبعاد لعقد تنتمي فعلياً إلى هذه الشبكة.

تقوم كل عقدة بإرسال رسائل ترحيب دورية Periodic Hello Messages من أجل الاستعلام عن جيرانها من العقد التي تبعد عنها مسافة قفزة واحدة One Hop.[8][9]

وعند حصول فشل في الوصلة Link Failure يتم إعلام كل من العقدة المرسلة والعقدة المستقبلة بذلك (أي العقد الطرفية فقط)، وعندها تبدأ العقدة المرسلة بعملية اكتشاف مسار التوجيه نحو العقدة المستقبلة من جديد باتباع الطريقة المذكورة سابقاً.

3-1 البروتوكول ZRP

تم اقتراح هذا البروتوكول من قبل Haas و Mearlman، وتقوم فكرته الأساسية على تقسيم الشبكة إلى مجموعة من الشبكات الفرعية Sub-Networks أو المناطق Zones، حيث يحاول البروتوكول أن يدمج بين ميزات كل من بروتوكولات الصنف النشط Proactive والصنف الرجعي reactive، وذلك عن طريق اعتماد الصنف النشط عند التوجيه ضمن المنطقة بغية زيادة سرعة التواصل بين العقد التي تتبع لنفس المنطقة، في حين يتم اعتماد الصنف الرجعي عند التوجيه بين المناطق المختلفة من أجل التخفيف من ازدحام الشبكة.[3][8]

ويتم اعتماد عامل المسافة بين العقد كأساس لتقسيم الشبكة إلى مناطق متعددة، حيث تُجمع العقد القريبة من بعضها ضمن منطقة واحدة، وتُحدد مسافة معينة d انطلاقاً من عقدة معينة N والتي على أساسها يتم تحديد مدى امتداد المنطقة، ويعتبر ذلك أمر أساسي في عمل هذا البروتوكول.

تم اقتراح نسخة محسنة من هذا البروتوكول سميت بـ (التوجيه بالاعتماد على مناطق مستقلة) IZR (Independent Zone Routing)، والتي تسمح بتشكيل المناطق بشكل تكيفي Adaptive وموزع Distributed، وهذه الميزة تستخدم عند وجود شبكات ذات حجم قابل للتوسع Scalability، وتحتاج كل عقدة إلى تحديث دوري لمعلومات التوجيه ضمن المنطقة التي تتبع لها.

كما تقوم كل عقدة بمجموعة من العمليات التي من شأنها أمثلة عملية التوجيه Routing Optimization، وتتمثل هذه العمليات في حذف المسارات المتكررة، تقصير مسارات التوجيه، واكتشاف فشل الوصلات Links Failure.

النتائج والمناقشة:

تم إجراء عملية المحاكاة باستخدام برنامج محاكي الشبكات Network Simulator NS2 وفق ثلاثة سيناريوهات تضمن عدداً مختلفاً من العقد في كل مرة وهي (10 – 22 – 45) عقدة على الترتيب وضمن كل سيناريو تم تغيير تردد رسائل الترحيب Hello Message ليصبح الزمن الفاصل بين كل إرسالين متتاليين هما (1 – 5 – 10) ميللي ثانية على الترتيب.

تمت المقارنة بين السيناريوهات وفقاً لثلاثة بارامترات هي:

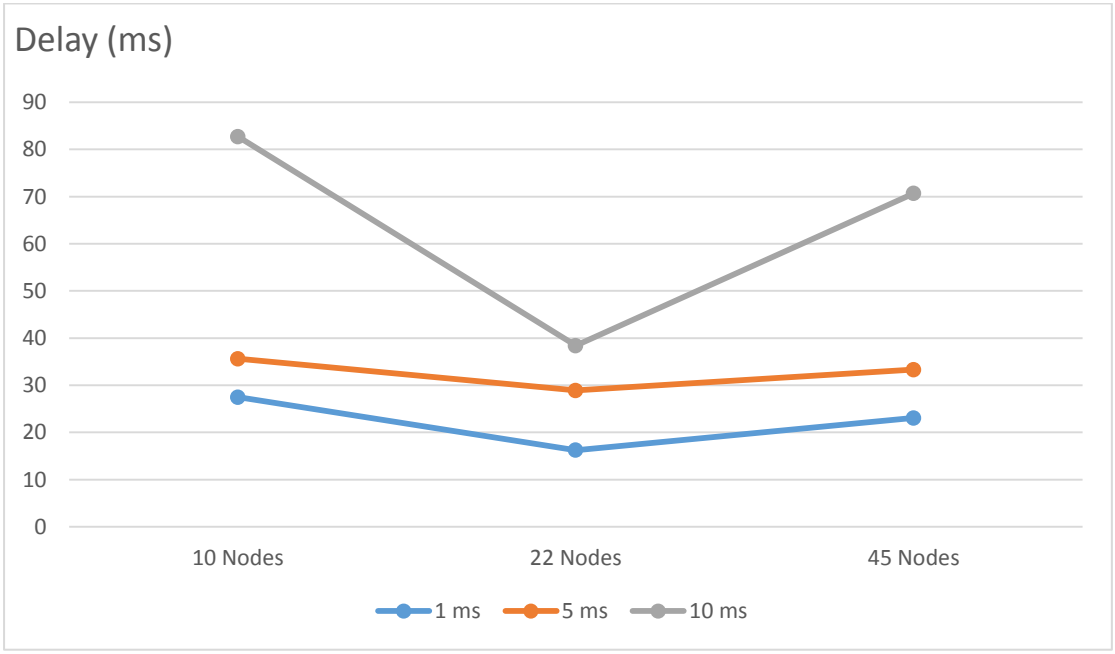
- التأخير الزمني End to End Delay وهو الزمن الكلي المنقضي من لحظة إرسال الباكيت إلى لحظة وصوله متضمناً المسار الذي سلكه.
- المردود Throughput ويعبر عن كمية البيانات المستلمة بشكل سليم من قبل عقد الشبكة خلال واحدة الزمن.
- معدل توصيل الرزم PDR (Packet Delivery Ratio) ويقصد به النسبة بين كمية البيانات المستلمة إلى كمية البيانات المرسلة.

الجدول (1) بارامترات المحاكاة

اسم البارامتر	القيمة
Simulation Time	150 sec
Antenna Model	OmniAntenna
Queue Model	Drop Tail
Max no of Packets in Queue	50 Packet
X Dimension	1800 meter
Y Dimension	840 meter
Packet Size	1024 byte

1- سيناريو دراسة التأخير الزمني

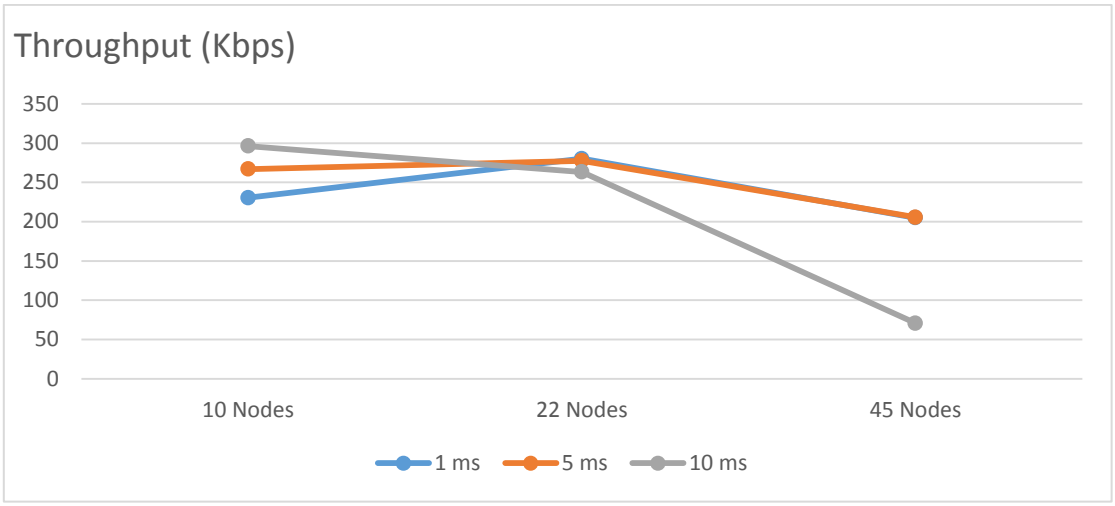
يتضمن هذا السيناريو المقارنة من حيث التأخير الزمني في أداء البروتوكول عند تغيير تردد إرسال رسائل الترحيب على شبكة بحجم متغير تشمل (10، 22، 45) عقدة وذلك عند تغيير الزمن الفاصل بين كل إرسالين متتاليين لرسائل الترحيب وفق القيم (1، 5، 10) ميللي ثانية، ويبين الشكل (2) قيم التأخير الزمني.



الشكل (2) التأخير الزمني

2- سيناريو دراسة المردود

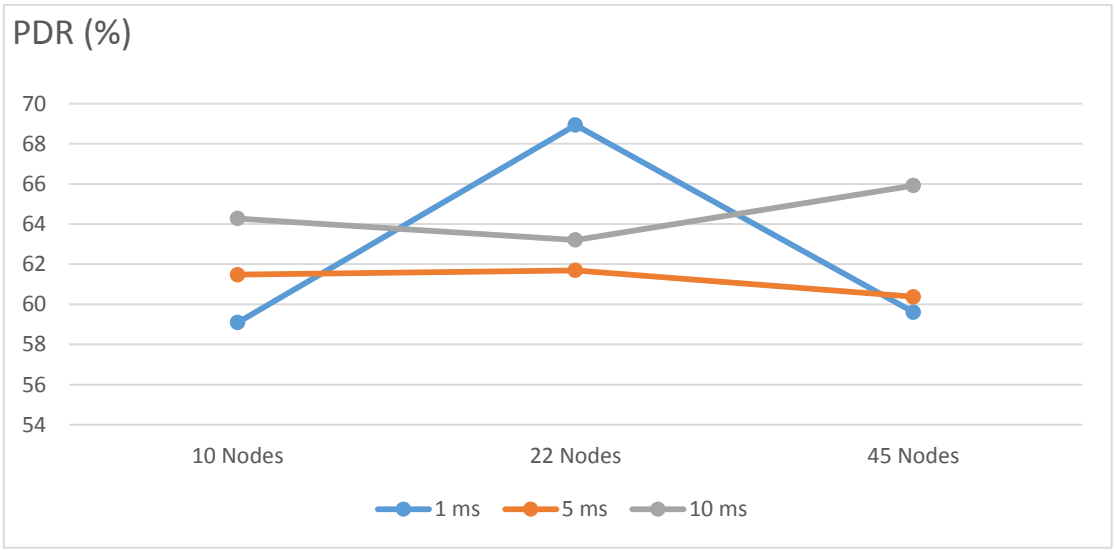
يتضمن هذا السيناريو المقارنة من حيث المردود في أداء البروتوكول عند تغيير تردد إرسال رسائل الترحيب على شبكة بحجم متغير تشمل (10، 22، 45) عقدة وذلك عند تغيير الزمن الفاصل بين كل إرسالين متتاليين لرسائل الترحيب وفق القيم (1، 5، 10) ميللي ثانية، ويبين الشكل (3) قيم المردود.



الشكل (3) المردود

3- سيناريو دراسة معدل توصيل الرزم

يتضمن هذا السيناريو المقارنة من حيث معدل توصيل الرزم في أداء البروتوكول عند تغيير تردد إرسال رسائل الترحيب على شبكة بحجم متغير تشمل (10، 22، 45) عقدة وذلك عند تغيير الزمن الفاصل بين كل إرسالين متتاليين لرسائل الترحيب وفق القيم (1، 5، 10) ميللي ثانية، ويبين الشكل (4) قيم معدل توصيل الرزم.



الشكل (4) معدل توصيل الرزم

الاستنتاجات والتوصيات:

يمكن من خلال الاطلاع على نتائج السيناريوهات الثلاثة المدروسة في هذا البحث كتابة مجموعة من الاستنتاجات التي نجملها في النقاط التالية:

1. يكون التأخير الزمني أقل ما يمكن عندما يكون عدد العقد (22) عقدة، يليه في المرتبة الثانية (45) عقدة بسبب ازدحام الشبكة، ويليه في المرتبة الثالثة (10) عقد، والسبب في ذلك هو توزع العقد المتباعد على مساحة المحاكاة نتيجة قلة عددها.

2. نحصل على أفضل قيمة للمردود عندما يكون عدد العقد (22) عقدة، ويليه في المرتبة الثانية (10) عقد بسبب قلة عددها وعدم حصول ضياعات في الرزم، ويليه في المرتبة الثالثة (45) عقدة نتيجة ازدحام الشبكة وبالتالي فقدان بعض الرزم.

3. نلاحظ ازدياد معدل توصيل الرزم حيث يسجل أعلى قيمة عندما يكون عدد العقد (22) عقدة، ويليه في المرتبة الثانية (45) عقدة بسبب كثرة العقد المرسلة وحصول ضياعات نتيجة ازدحام الشبكة، ويليه في المرتبة الثالثة (10) عقد بسبب قلة عدد العقد المرسلة.

4. تم الحصول على أفضل قيم لبارامترات قياس الأداء عندما كان الفاصل الزمني بين إرسالين متتاليين لرسائل الترحيب هو (1) ميللي ثانية، وتقل هذه القيم مع زيادة الفاصل الزمني بسبب حركية العقد حيث يلعب طول الفاصل الزمني دوراً هاماً في تحديث حالة العقد المجاورة وبقاء كل عقدة على علم بالتطورات التي تطرأ على جيرانها مع مرور الوقت.

5. يمثل عدد العقد (22) عقدة أفضل توزع للعقد بالنسبة لمساحة المحاكاة حيث يقدم حل وسطي بين أن تكون الشبكة مزدحمة أو تكون العقد متوزعة بشكل متباعد.

References:

[1] C. E. Perkins, Ad hoc networking. Addison-Wesley, 2001.
[2] D. B. Johnson and D. A. Maltz, "Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks," Mob. Comput., pp. 153–181.2014
[3] K. Ali Alheeti, A. Gruebler, and K. McDonald-Maier,"Intelligent Intrusion Detection of Grey Hole and Rushing Attacks in Self-Driving Vehicular Networks," Computers, vol. 5, no. 3, p. 16, Jul. 2016.
[4] Khattab M. Ali Alheeti, "An Enhanced AODV Protocol for External Communication in Self-Driving Vehicles", University of Essex, Colchester, UK, 2021
[5] K. M. A. Alheeti, A. Gruebler, and K. D. McDonald-Maier, "On the detection of grey hole and rushing attacks in self-driving vehicular networks," in 2015 7th Computer Science and Electronic Engineering Conference (CEEC), 2015, pp. 231–236.
[6] K. M. A. Alheeti and K. McDonald-Maier, "An intelligent intrusion detection scheme for self-driving vehicles based on magnetometer sensors," in 2016 International Conference for Students on Applied Engineering (ISCAE), 2016, pp. 75–78.
[7] K. Ravi and K. Praveen, "AODV routing in VANET for message authentication using ECDSA," Int. Conf. Commun.Signal Process. ICCSP 2014 - Proc., pp. 1389–1393, 2014.
[8] L. X. SUN Xi, "Application of VANET to City Road Trafic Management," J. Shaanxi Univ. Sci. Technol. Sci. Ed., vol. 26,pp. 107–109, 2008
[9] M. Watfa, K. Klinger, L. Tosheff, K. C. Lee, U. Lee, and M.Gerla, "Advances in Vehicular Ad-Hoc Networks:Developments and Challenges InformatIon scIence reference Survey of Routing Protocols in Vehicular Ad Hoc Networks."2011
[10] N. Garg and P. Rani, "An improved AODV routing protocol for VANET (Vehicular Ad-hoc Network)," vol. 4, no. 6, pp. 1885–1890, 2015.
[11] S. Jaap, M. Bechler, and L. Wolf, "Evaluation of Routing Protocols for Vehicular Ad Hoc Networks in Typical Road Traffic Scenarios," in Proc of the 11th EUNICE Open European Summer School on Networked Applications, 2005, pp. 584–602.
[12] Mohamed Hegazy, m. Bashar Abbas, "The Effect of Proactive, Reactive and Hybrid Protocols on the Performance of Wireless Networks MANET", Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies, Lattakia, Syria (2016)