مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (4) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (4) 2016

تأثير البروتوكولات الاستباقية والتفاعلية والهجينة على أداء الشبكات اللاسلكية MANET

الدكتور محمد حجازية*
الدكتور معين يونس **
بشار عباس***

(تاريخ الإيداع 18 / 7 / 2016. قُبِل للنشر في 31/ 8 / 2016)

□ ملخّص □

شبكات Ad-hoc فتحت بعدا جديدا في الشبكات اللاسلكية. فإنها تسمح للعقد اللاسلكية التواصل في غياب الدعم المركزي . في هذه الشبكات لا توجد بنية تحتية ثابتة لان العقد متحركة بشكل مستمر مما يسبب تغير مستمر وديناميكي في الطبولوجيا. تختلف برتوكولات التوجيه في شبكات Ad-hoc عن برتوكولات الانترنت العادية المصممة من أجل الشبكات اللاسلكية ببنية تحتية ثابتة ، برتوكولات التوجيه في شبكات MANETتواجه تحديات كبيرة بسبب التغير الدائم في الطبولوجيا ،الارتباط الغير متماثل ،انخفاض الطاقة اللازمة للانتقال، الطبولوجيا المتغيرة ، وحركية العقد المستمرة وتعتبر هذه التحديات من القضايا المهمة التي تميز شبكات MANET .

توفر بروتوكولات التوجيه حلول توجيه جيدة تصل إلى مستوى مقبول ومعظمها تم تصميمها وتنفيذها لتوجد الحلول المناسبة لمشاكل الشبكات اللاسلكية من حيث الطبولوجيا المتنقلة و الحركية في العقد .

ومع زيادة أنواع بروتوكولات التوجيه المستخدمة في الشبكات المحمولة أصبح من الضروري دراسة فاعلية كل نوع من البروتوكولات وفي هذا البحث تمت المقارنة بين الأنواع الأكثر شهرة للبرتوكولات (الاستباقية ، التفاعلية ، الهجينة) تم تقييم أداء الشبكة لكل نوع البروتوكولات كلا على حده من حيث المردود Throughput، حركية التوجيه Routing Traffic Sent، الحمل Load، التأخير Delay وتحديد أي من هذه البروتوكولات مناسب لكل حالة .

الكلمات المفتاحية:MANET الشبكات المتنقلة ، برتوكول OLSR ، TORA ، GRP، Ad_Hoc.

*أستاذ مساعد، قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
** أستاذ ، قسم هندسة الاتصالات والإلكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
***طالب دراسات عليا (دكتوراه) هندسة الاتصالات المعلوماتية ، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (4) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (4) 2016

Effect of proactive, reactive and hybrids protocol on the performance of wireless network (MANET)

Dr. Mohammed Hijazieh[*]
Dr. MouinYounes[**]
Bashar Abbas[***]

(Received 18 / 7 / 2016. Accepted 31 / 8 / 2016)

□ ABSTRACT □

Ad-hoc networks has opened a new dimension in wireless networks. It allows wireless communication in the absence of central support of the contract. In these networks, there are no fixed infrastructure because the mobile nodes are continuously making continuous and dynamic change in the topology.

Routing protocols of mobile ad-hoc networks differ from the existing internet protocols which are designed for the fixed structure based wireless networks. MANET protocols have to face high challenges due to dynamically changing of topologies, low transmission power and asymmetric links. Due to link instability, node mobility and frequently changing topologies routing becomes one of the core issues in MANETs.

Currently existent routing protocols provide routing solutions up to a certain level and most of them are designed and implemented in small areas. Many researchers are still working on the developments of MANET routing protocols.

With the increase in the types of routing protocols used in mobile network it has become necessary to study the effectiveness of each type of protocols In this papper we compared between the most famous species (proactive, Reactive, hybrid) and choose a protocol to be representative of all species previously mentioned and the network performance assessment each type in terms of Throughput, dynamic routing routing, load, delay and determine which of these protocols appropriate for each case.

Key Words: MANET mobile networks, protocol OLSR, TORA, GRP،Ad_Hoc

[*]**Assistant Professor, Department of Computers and automatic control, Faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Professor, Department of communications and Electronics Engineering Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University Lattakia, Syria.**
[***]**Postgraduate Student, center Lattakia Faculty of information and communication technology engineering, Tishreen University Syria.**

مقدمة:

عرفت (Internet Engineering Task Force) IETF وحدةً خاصة لشبكات Mobile Ad_Hoc تسمى MANET: Mobile Ad_ Hoc Networks حيث أقترح أعضاء هذه المجموعة بروتوكولات توجبه متكيفة مع هذا النوع من الشبكات و يمكن تعريف هذه الشبكات بأنها شبكات تتألف من عدد كبير من الوحدات المتحركة والتي تتوضع ضمن أي منطقة حيث أن الإمكانية الوحيدة للاتصال هي استخدام الواجهات اللاسلكية ، بدون أي مساعدة من أي بنية تحتية موجودة مسبقاً أو من متحكم مركزي [2] ، لذا فهي تشكل طبولوجيا عشوائية .

– يتألف هذ النوع من الشبكات من أجهزة مختلفة متحركة أكثر أو أقل تعقيدا تدعى العقد Nodes و تمتلك هذه العقد القدرة على الاتصال بأسلوب مستقل عن طريق الأمواج الراديوية حيث تتعاون هذه العقد فيما بينها لتبادل الخدمات ، وبذلك يكون كل مضيف هو موجه مستقل و يمكن لعقدة أن تتصل مباشرةً مع عقد أخرى أو تخدم كعقدة وسطية/موجه لعقد أخرى بحيث تسمح لهذه العقد المتواجدة خارج المجال الراديوي أن تتصل فيما بينها [3]، في هذا النوع من الشبكات تتحرك الموجهات بشكل حر عشوائي مما يؤدي إلى تغير الطوبولوجيا بشكل سريع وغير متوقع إن الغاية من الشبكات حالياً هي :الوصول إلى المعلومات في أي مكان وأي زمان و بالتالي كان من الضروري وجود هذا النوع من الشبكات لأنه في بعض الحالات قد لا تتواجد نقاط وصول فلذلك تم إيجاد شبكات ad–hoc التي تتميز بأنها لا تحتاج إلى دعم بنيه تح تيهِ كما أنها سهلة الانتشار وهي مفيدة في حالة غياب البنية التحتية أو تعطلها أو عدم جدواها من الناحية العملية و الاقتصادية .

تُقسم الشبكة اللاسلكية من حيث بناءها الى نوعين:

1 شبكة لاسلكية مع بنية تحتيه With Infrastructure.

2 شبكة لاسلكية بدون بنية تحتية Without Infrastructure.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى دراسة وتحليل الية عمل الشبكات المتنقلة Mobile Ad-hoc Networks ، وتحليل البارامترات المؤثرة على أداء هذه الشبكات و ذلك بالتعرف على أهم البرتوكولات العاملة في هذه الشبكات واهم الميزات الخاصة لكل من هذه البرتوكولات ومدى تأثير البارامترات الخاصة بجودة الخدمة كالتأخير الزمني ، الرزم الضائعة و الحمل وتحديد اي البرتوكولات هو الأهم .

طرائق البحث ومواده:

خصائص شبكات MANET [5]

- **طبولوجيا ديناميكية :**

تتوزع الوحدات المتحركة بشكل حر . بالنتيجة فإن طبولوجيا الشبكة يمكن أن تتغير بشكل لحظي، سريع وعشوائي يمكن أن تكون وصلات الطوبولوجيا وحيدة أو ثنائية الاتجاه .

- **عرض حزمة محدود :**

واحدة من الخصائص الأولية للشبكات المعتمدة على الاتصالات اللاسلكية هي استخدام وسط مشترك للاتصال .و لكن بجعل هذا التشارك عرض الحزمة المحجوز للمضيف متواضعا .

- **قيود الطاقة :**

يتم تغذية المضيفون من مصدر طاقة مستقل مثل البطاريات لذلك يجب أخذ بارامتر الطاقة بعين الاعتبار في كل الأمور المتعلقة بالتحكم في هذا النظام .

- **محدودية الأمن الفيزيائي :**

تعتبر هذه الشبكات متعلقة جداً ببارامتر الأمن ، فهي مهددة كثيرا بالهجمات مقارنةً بالشبكات السلكية، وهو ما يعلل بالقيود والمحددات الفيزيائية التي تتحكم بالمعطيات المنتقلة والتي يجب تخفيضها.

- **غياب البنية التحتية :**

تكون الأجهزة المتحركة مسؤولة عن بناء وحفظ اتصالية الشبكة بشكل مستمر.

2 **بارامترات شبكة الاتصال** MANET [4]

- حجم الشبكة Network Size .
- الاتصالية (المعدل الوسطي لعقدة) Connectivity (average degree of a node).
- معدل تغيرات الطوبولوجيا Topology rate of change.
- قدرة الوصلة Link capacity (bps).
- نسبة الوصلات أحادية الاتجاه Fraction of unidirectional links.
- أنماط حركة البيانات Traffic patterns.
- الحركية Mobility .
- تردد العقد النائمة Fraction/frequency of sleeping nodes.

3- **بروتوكولات وخوارزميات التوجيه :**

تسعى بروتوكولات التوجيه لاكتشاف الطريق بين العقد والهدف الأساسي من استخدام بروتوكول التوجيه هو إنشاء الطريق الصحيح و الفعال بين زوج من العقد بحيث يمكن تسليم الرسائل في الوقت المناسب وينبغي أن يتم بناء الطريق بالحد الأدنى من استهلاك النفقات وعرض النطاق الترددي [7]، يتم تعريف التوجيه بأنه العملية التي يتم من خلالها تحديد المسار إلى المضيف عن طريق بروتوكول يقوم بتوجيهه تلقائيا ويتم تحديده من قبل مسؤول الشبكة.

3-1 **البروتوكولات الاستباقية Proactive protocols :**

تحتفظ كل عقدة في بروتوكولات التوجيه الاستباقية بمعلومات التوجيه باتجاه العقد الأخرى (أو باتجاه العقد المتوضعة ضمن جزء خاص) في الشبكة ، يتم الاحتفاظ بمعلومات التوجيه عادةً في عدد من الجداول المختلفة و يتم تحديث هذه الجداول بشكل دوري و عندما تتغير طوبولوجيا الشبكة ،تختلف بروتوكولات التوجيه الاستباقية عن بعضها بطريقة اكتشاف معلومات التوجيه وتحديث هذه المعلومات ونموذج المعلومات التي يتم الاحتفاظ بها في كل جدول توجيه ، كما يمكن لكل بروتوكول توجيه أن يحتفظ بعدد مختلف من الجداول.

- بروتوكول 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.

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 ارسل 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، فأن الطرق المؤدية إلى كل جهة تتوفر على الفور عندما البيانات تبدأ بالإرسال.

يوجد نوعين من رسائل التحكم التي تقوم العقد بإرسالها:

HELLO MESSAGE: ترسل بشكل دوري لتحسس الجيران تتضمن 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 عقدMPR المختارة ، يتم تحديث جداول الطبوغرافيا عن طريق هذه الرسائل وكذلك حساب جدول التوجيه (ويتضمن عنوان الهدف ، Destination Add ، القفزة التالية Next Hop ، المسافة Distance) .

– 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 .

2-3 البروتوكولات التفاعلية reactive protocols

(Table driven): يتم استخدامه من قبل عقد الشبكة بشكل مستمر لتقييم المسارات إلى كل العقد الموصولة وتسمح بالمحافظة دوماً على تحديث معلومات التوجيه[12].

نتيجة لذلك يمكن أن تحصل كل عقدة منبع على مسار توجيهي عندما تريد ذلك ، بالإضافة إلى أن كل العقد تحتاج لتحافظ على نظرة ثابتة على طوبولوجيا الشبكة وعندما يحدث تغير في الطوبولوجيا فإن تحديثات خاصة يجب أن تنتشر عبر الشبكة لتخبر عن هذا التغيير، وبالتالي تحدث عقد الشبكة حالة الشبكة وتحافظ على المسار بغض النظر إن كان هناك حركة للبيانات أم لا.

1-2-3 سمات البروتوكولات التفاعلية :

-يتم تشكيل المسار أثناء الحاجة إليه فقط.

-المسار مقاد من قبل المصدر (على الطلب) (Source–driven (on–demand

-تجنب التحديثات الدورية لجداول التوجيه .

-الحفاظ على عرض الحزمة والطاقة .

-زيادة التأخير وذلك أثناء عملية إنشاء المسارات أو إصلاحها.

-الفائض المنخفض (overhead) تتحدد المسارات عند الحاجة فقط.

-استجابة أسرع للتغيرات في بنية الشبكة.

في البروتوكولات التفاعلية، يتم تحديد المسارات بناءً على الطلب من المصدر باستخدام عملية اكتشاف الطريق route discovery process ، وقد صممت بروتوكولات التوجيه على الطلب On–demand routing لتخفيض الحمل الفائض في البروتوكولات الاستباقية الناتج عن الحفاظ على المعلومات للطرق الفعالة فقط وهذا يعني أنه يتم تحديد المسارات والحفاظ عليها للعقد التي يُطلب منها إرسال البيانات إلى وجهه معينة فقط[9].

يحدث اكتشاف المسار عادةً من خلال غمر رزم بيانات طلب مسارflooding a route request packets عبر الشبكة.

أصناف البروتوكولات التفاعلية :

-source routing

-hop–by–hop routing

في بروتوكولات source routing المبنية على أساس توجيه المصدر، لذلك فان كل عقدة وسيطيه توجيه هذه الحزم وذلك بإبقاء هذه المعلومات في رأس كل رزمة

وهذا يعني أن العقد الوسيطية لا تحتاج إلى الحفاظ على معلومات التوجيه بشكل دائم لكل مسار فعال من أجل توجيه رزم البيانات إلى الوجه الهدف ، كما لا تحتاج العقد لحفظ الاتصال الدائم مع الجيران من خلال رسائل beaconing messages الدورية.

إن المشكلة الأساسية لهذه الطريقة هي مع الشبكات الكبيرة و ذلك لأنها لا تقوم بأداء وظائفها بشكل جيد .

ويرجع ذلك إلى سببين رئيسيين:

-كلما زاد عدد العقد الوسيطية في كل مسار، يزيد مقدار احتمال فشل هذا الطريق/المسار.

-كلما زاد عدد العقد الوسيطية في كل مسار، سيزيد مقدار الحمل الفائض المحمول في ترويسة كل رزمة بيانات بشكل كبير.

في هذا النوع من بروتوكولات hop–by–hop routing (المعروفة أيضا باسم التوجيه من نقطة إلى نقطة واحدة)، كل رزمة بيانات تحمل عنوان الوجهة وعنوان القفزة التالية فقط ،ولذلك كل عقدة وسيطة في المسار إلى الهدف تستخدم جدول التوجيه الخاص بها لتحويل كل رزمة بيانات نحو الوجهة المطلوبة . الفائدة الرئيسية هنا هي أن المسارات قابلة للتكيف مع البيئة المتغيرة بشكل ديناميكي في شبكات MANET لأن كل عقدة يمكن أن تُحدّث جدول توجيهها الخاص عندما تتلقى معلومات الطوبولوجيا الأحدث وبالتالي تحول رزم البيانات الى طرق أفضل. إن إعادة حساب المسار الأقل تكلفة ستكون مطلوبة خلال عملية إرسال المعطيات. تجدر الاشارة هنا الى ان كل عقدة وسيطة

يجب أن تُخزن معلومات التوجيه وتحافظ عليها لكل مسار معلومات فعال وقد تتطلب كل عقدة أن تكون على علم بالجيران المحيطين بها من خلال استخدام رسائل beaconing messages .

- برتوكول Temporally Ordered Routing Algorithm (TORA) [6]

يعتمد هذا البروتوكول على خوارزمية عكس الوصلة link reversal و لا يعتمد على شعاع المسافة أو حالة الوصلة نهائيا حيث يستخدم هذا البروتوكول بارامترا جديدا يسمى الارتفاع height و يعتمد على تشكيل مخطط موجه من المصدر باتجاه الهدف DAG (direct acyclic graph) حيث يتم انتقال الرزم حصراً من العقد ذات الارتفاع الأكبر إلى العقد ذات الارتفاع الأقل .

TORA – Route Discovery [6]

-تقوم العقدة المصدر ببث رزمة طلب المسار إلى جميع العقد .

-عند وصول الطلب إلى الهدف يقوم بإرسال رزمة الإجابة التي تتضمن بارامتر الارتفاع الخاص به وقيمته صفر .

-تقوم كل عقدة وسيطيه بتحديد ارتفاعها بزيادة قيمة الارتفاع المحددة في الإجابة الواصلة إليها بمقدار واحد .

-يتم تشكيل المخطط الموجه حيث تصبح الوصلات أحادية الاتجاه ويتحدد الاتجاه من العقدة ذات الارتفاع الأكبر إلى العقدة الأقل ارتفاعاً وبالتالي يتشكل المسار إلى الهدف .

ميزات برتوكول TORA :

-دعم المسارات المتعددة .

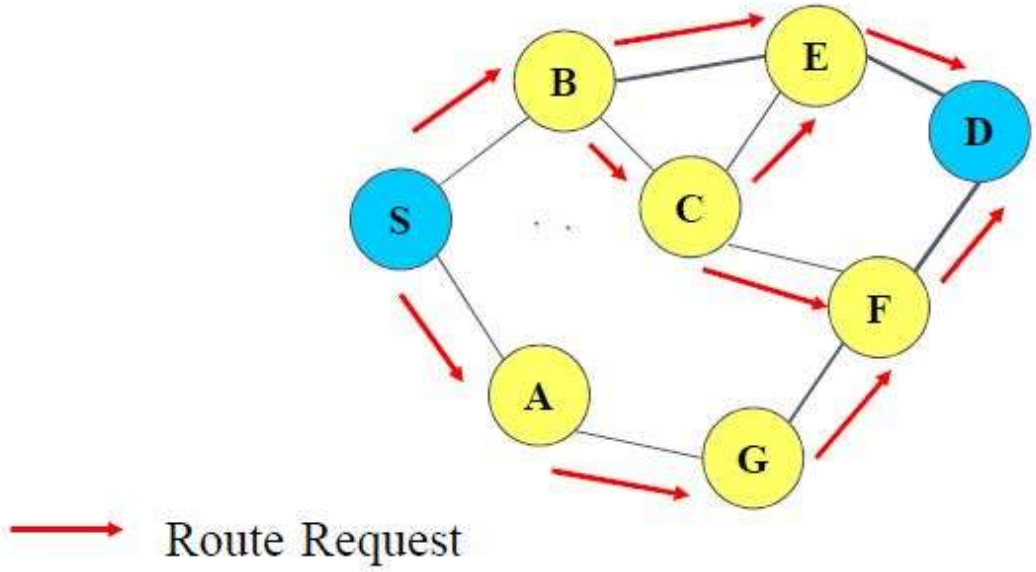
-تخفيض الoverhead لرزمة البيانات .

-متطلبات تخزين صغيرة للعقد (تخزين بارامتر واحد) .

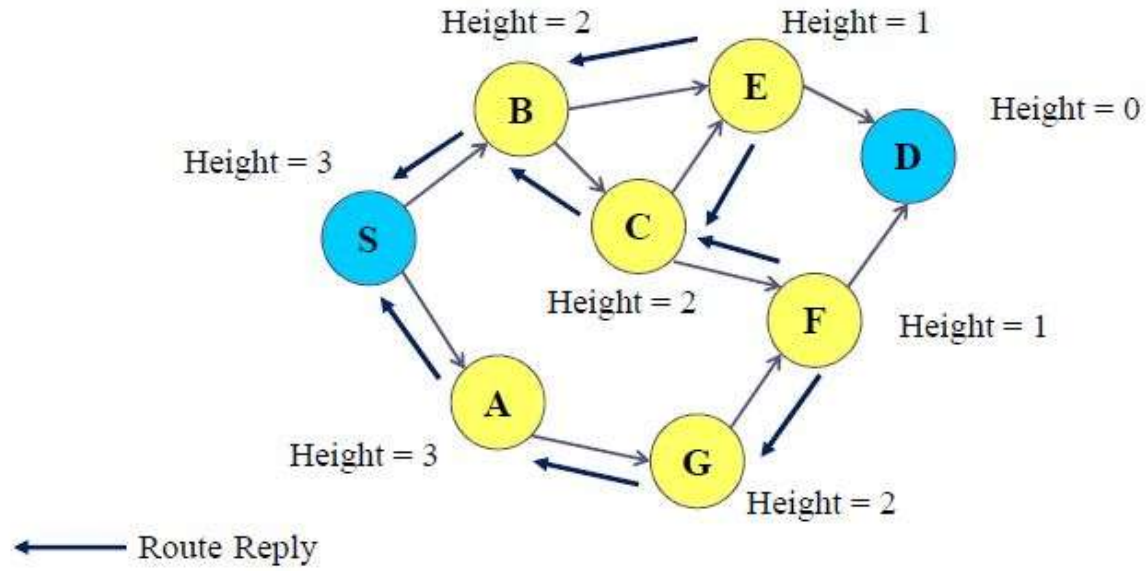
-المسار المستخدم ليس دائماً هو الأقصر .

-يحتاج إلى التزامن.

ويبين الشكل (3-1) كيفية طلب المسار في هذا النوع من البرتوكولات .



الشكل (3-1) كيفية طلب المسار في برتوكول TORA



الشكل (3-2) استجابة العقدة الهدف في برتوكول TORA

-تبدأ عملية إصلاح المسار عندما تفشل جميع المسارات في لوصول إلى الهدف.
-يتم تعديل بارامتر الارتفاع للعقد وذلك بتطبيق خوارزمية عكس الوصلة .

-تبدأ عملية التعديل من العقدة التي لا تملك أية وصلة هابطة.

2-3- بروتوكولات التوجيه الهجين Hybrid MANET Protocols [2]

هي جيل جديد من البروتوكولات تتسم بطبيعة التوجيه الاستباقي والتفاعلي هذه البروتوكولات مصممة لزيادة التدرجية (scalability) عن طرق السماح للعقد المتجاورة بالعمل سوية لتشكيل عمود فقري (backbone) لتقليل زمن اكتشاف الطرق الأمثل أكثر ما يمكن, ويتحقق هذا غالبا عن طريق الحفاظ على نهج استباقي في اختيار طريق العقد القريبة وتحديد الطرق المؤدية الى العقد البعيدة باستخدام النهج التفاعلي.

معظم البروتوكولات الهجينة المقترحة حتى الآن تعتمد على منطقة مركزية بالنسبة لكل عقدة (zone–based) وهو ما يعني تقسيم الشبكة أو النظر إليها على أنها عدد من المناطق من قبل كل عقدة وتصنف هذه العقدة العقد الأخرى إلى مجموعات وأشجار.

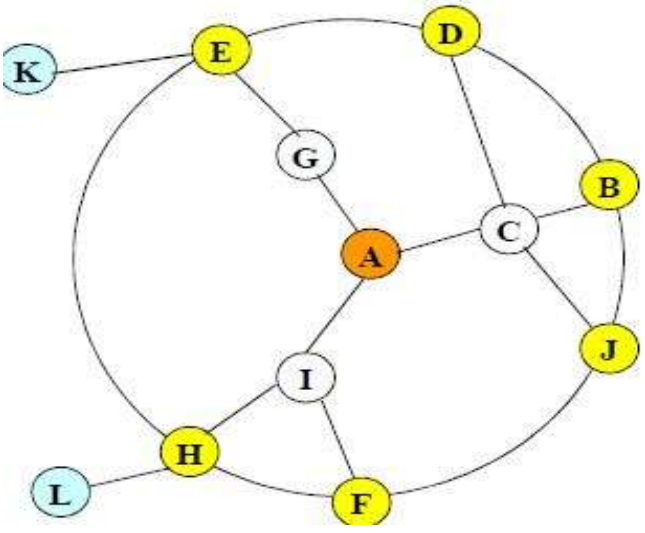
3-2-1 برتوكول GRP Protocol :

هو بروتوكول هجين نموذجي يجمع بين استراتيجيات التوجيه الإستباقي والتفاعلي ويقوم بتقسيم الشبكة إلى عقد متجاورة محلية ومناطق (local "neighborhoods" –zones)[12] .

ويقسم الى قسمين:

- IntrA-zone Routing Protocol (IARP) is used in the zone – proactive routing scheme
- IntEr-zone Routing Protocol (IERP) is used for communication between the zones – reactive routing scheme

حيث أنه من أجل العقد القريبة تتوفر الطريق على الفور أما العقد التي تقع خارج منطقة التوجيه يتم تحديد الطرق اليها بناءً على حالة الوصلة (link-state) ويمكن استخدام أي بروتوكول توجيه بناءً على الطلب لتحديد الطريق الى الوجهة المطلوبة.



الشكل (3–3) برتوكول GRP Protocol

Interior Nodes العقد الداخلية: هي العقد التي تقع ضمن مسافة اقل من نصف القطر r انطلاقا من نقطة مركزية.

Peripheral Nodes العقد المحيطية : هي العقد التي تقع على مسافة مساوية لنصف المنطقة r انطلاقاً من نقطة مركزية.

3-2-2 الية عمل برتوكول GRP :

(يجب تحديد منطقة التوجيه Routing Zone بحيث يتم تحديد منطقة التوجيه لكل عقدة بشكل مستقل وتمتلك منطقة التوجيه نصف قطر مقداره r يتم التعبير عنه بقفزات ، وتمتلك هذه المنطقة كل العقد التي لايزيد بعدها عن r بالنسبة الى عقدة مرجعية[8] .

يتم تحديد عدد العقد في المنطقة تبعاً لقدرة إرسال Transmission capacity هذه العقد .

في حال كان لدينا عقدة لديها رزمة بيانات تريد إرسالها، فإنها تبحث فيما إذا كان الهدف يقع ضمن المنطقة المحلية local zone باستخدام المعلومات المزودة من IARP في حال كانت الإجابة هي نعم، يتم إرسال الرزمة باستخدام التقريب الاستباقي Proactive وفي حال كانت الإجابة هي لا، يتم إرسال الرزمة باستخدام التقريب التفاعلي Reactive .

3-2-3 ميزات ومساوئ GRP :

يخفض زمن الارسال بشكل فعال مقارنة مع بعض البروتوكولات الاستباقية حيث أن كل عقدة تعرف طبولوجيا منطقتها فقط . كما يكتشف الطرق بشكل أسرع من البروتوكولات التفاعلية لأنه يتم الطلب من العقد المحيطية فقط إجرائية اكتشاف الطريق[7].

لكنه يعاني من عدة عوائق مثل أنه يتم تحديد نصف قطر المنطقة مرة واحدة من أجل الكل دون مراعاة حركية العقد لكن هذا يكون ايجابياً من ناحية أنه لايتم اعادة الحساب في كل مرة حيث يعتمد أداء الشبكة بشكل كامل على نصف القطر r الذي يتم تحديده في بداية عمل الشبكة .

فائدة هذا البروتوكول أنه يقلل بشكل كبير من مقدار الحمل الاضافي للاتصالات بالمقارنة مع البروتوكولات الاستباقية النقية ، كما انه أدى الى تقليص التأخيرات المرتبطة مع البروتوكولات التفاعلية النقية عن طرق اكتشاف المسارات بشكل اسرع سبب ذلك انه للانتقال الى عقدة تقع خارج منطقة التوجيه ، يحتاج التوجيه فقط الانتقال الى العقدة التي تقع على الحدود (حافة منطقة التوجيه) للعقدة المصدر ولا ينتقل ابداً ضمن منطقة نصف قطر منطقة التوجيه الخاصة بالعقدة[11].

ومن سيئاته أنه مع القيم الكبيرة لمنطقة التوجيه يتصرف هذا البروتوكول كبروتوكول استباقي نقي في حين انه مع القيم الصغيرة يتصرف وكأنه بروتوكول تفاعلي نقي .

4- نموذج المحاكاة :

تمت المحاكاة للشبكة باستخدام برنامج المحاكاة OPNET .

حيث تم اعتماد سيناريوهات للعمل تختلف عن بعضها البعض بعدد العقد ، حيث أنه في السيناريو الاول تم التعرف على أداء البرتوكولات في حال كانت الشبكة مكونة من 20 عقدة ، وفي السيناريو الثاني دراسة أداء البرتوكولات الثلاثة في حال كان عدد العقد 200 .

ويوفر برنامج OPNET مجموعة متنوعة من أدوات العمل لتصميم ومحاكاة وتحليل طوبولوجيا الشبكة.

المكونات التي استخدمت لتصميم الشبكة في MANET_STATION.

application configuration الذي يقرر أي نوع من التطبيقات التي هي قيد التشغيل في الشبكة.

profile configuration الذي يقوم بتشكيل النوع من البيانات الشخصية على هذه الشبكة.

Mobility configuration الذي يقرر آلية الحركية لكل عقدة من العقد المنتقاة بشكل عشوائي ليتم اختبارها في هذه المحاكاة.

Attributes of workstation التي تحدد ساحة العمل التي سيقوم بروتوكول التوجية بالعمل ضمنها.

تمت المقارنة بين ثلاث أنواع من البروتوكولات (OLSR، GRP، TORA)سابقا من حيث (الحمل load) و (التأخير delay) و (معدل نقل البيانات Routing Traffic Sent) و (المردود Throughput).

الحمل (Load) : وهو مقدار حركة البيانات التي تنتقل عبر الشبكة.

التأخير الزمني (Delay) : وهي المدة الزمنية التي استغرقتها الرزمة للمرور بين العقد للوصول الى العقدة الهدف.

المردود (Throughput) : وهو عدد الرزم التي يتم نقلها في الشبكة بشكل صحيح خلال مدة المحاكاة.

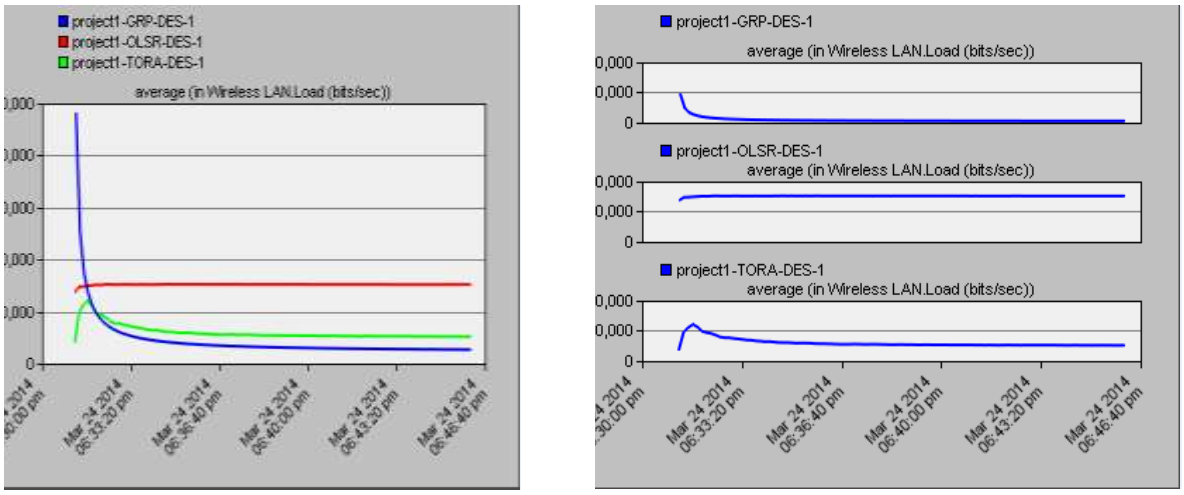
السيناريو الأول من أجل 20 عقدة :

1-1 دراسة الحمل للبرتوكولات الثلاثة من أجل 20 عقدة :

عند العمل على 20 عقدة تبين أن البروتوكول GRP يتعامل مع حمل أقل على الشبكة وذلك لأنه يستخدم خوارزميات هجينة وقفزات متعددة لإرسال البتات من المصدر إلى الوجهة المحددة بينما بروتوكول التوجيه TORA لديه حمل متوسط بين OLSR و GRP.

وذلك بسبب التوجيه التفاعلي الذي يتطلب تحميل كل رزمة بمعلومات من أجل إنشاء المسار المؤقت لحظة مرور البيانات ومن ثم حذف هذا المسار ثم إعادة تشكيل مسار آخر وذلك لكل عمليه تبادل للبيانات .

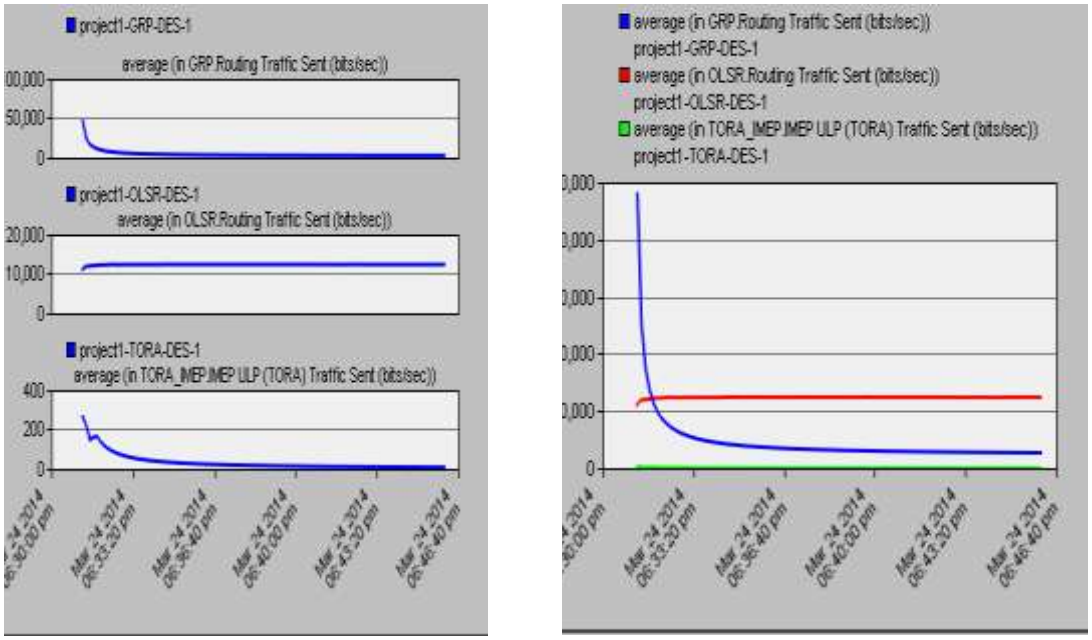
البروتوكول OLSR يملك الحمل الأعلى والأكثر ثباتا واستقرارا طوال فترة عمل الشبكة حيث أنه عند العمل على عدد قليل من الأجهزة المحمولة (20) عقدة يعد الـ OLSR أكثر حملا.



الشكل (4-1) الحمل (Load) في البرتوكولات الثلاثة من أجل السيناريو الأول (20) عقدة

1-2 دراسة حركية التوجيه للبرتوكولات الثلاثة من أجل 20 عقدة :

حركية التوجيه ضعيفة جدا بالنسبة الى البروتوكول TORA وتقترب إلى الصفر بينما تكون عالية بالنسبة للبروتوكول GRP بالنسبة للحظات الأولى لعم ل الشبكة ثم تنخفض إلى قيمة متوسط ة بين كل من حركية توجيه البروتوكول OLSR والبروتوكول TORA ، يملك البروتوكول OLSR حركية توجيه مرتفعة بسبب استخدام خوارزمية توجيه تتبع حالة الوصلة والتحسس لكل رابط ، وبالتالي ازدياد معلومات التوجيه المستخدمة لتوجيه كل رزم البيانات.



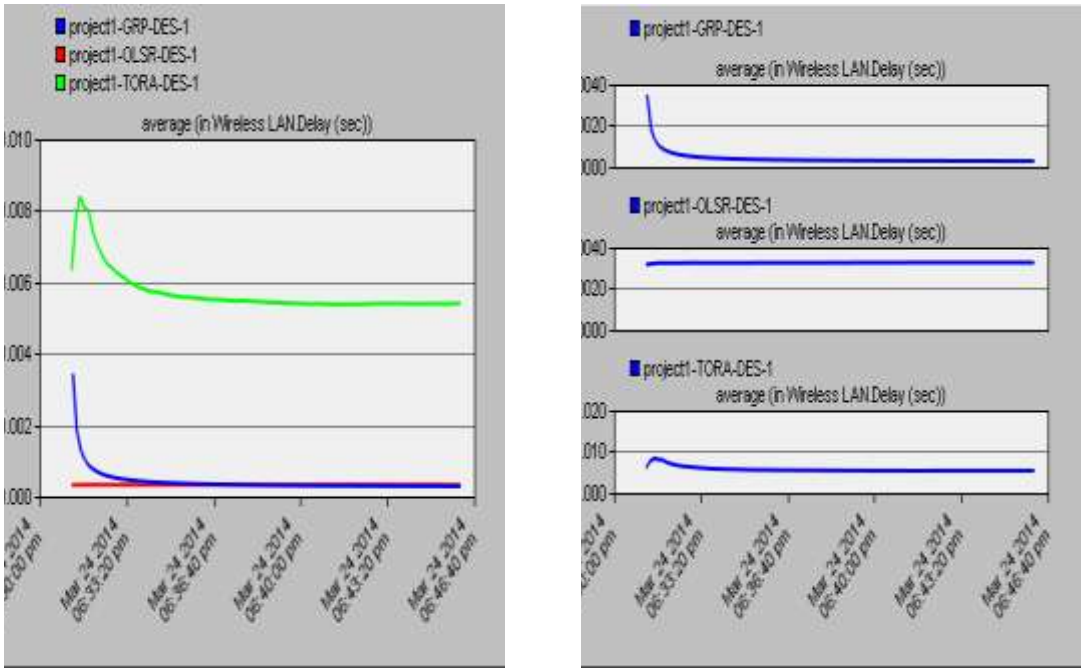
الشكل (4-2) حركية التوجه في البرتوكولات الثالثة من أجل السيناريو الأول 20 عقدة

1-3 دراسة التأخير الزمني(DELAY) للبرتوكولات الثلاثة من أجل 20 عقدة :

يعد البروتوكول GRP الأفضل من ناحية التأخير وسرعة النقل وهذا يعود إلى القفزات الطويلة من العقد بسبب ترتيب كل مجموعة من العقد ضمن شجرة أو مجموعة وبالتالي في حال عدم العثور على العقدة الهدف ضمن المجموعة سيتم القفز مباشرة إلى مجموعة أخرى من العقد .

يملك البروتوكول OLSR القيمة المتوسطة في التأخير بالنسبة إلى البروتوكولين GRP و TORA ويمتاز البروتوكول OLSR بالاستقرار في قيمة التأخير طوال زمن عمل الشبكة .

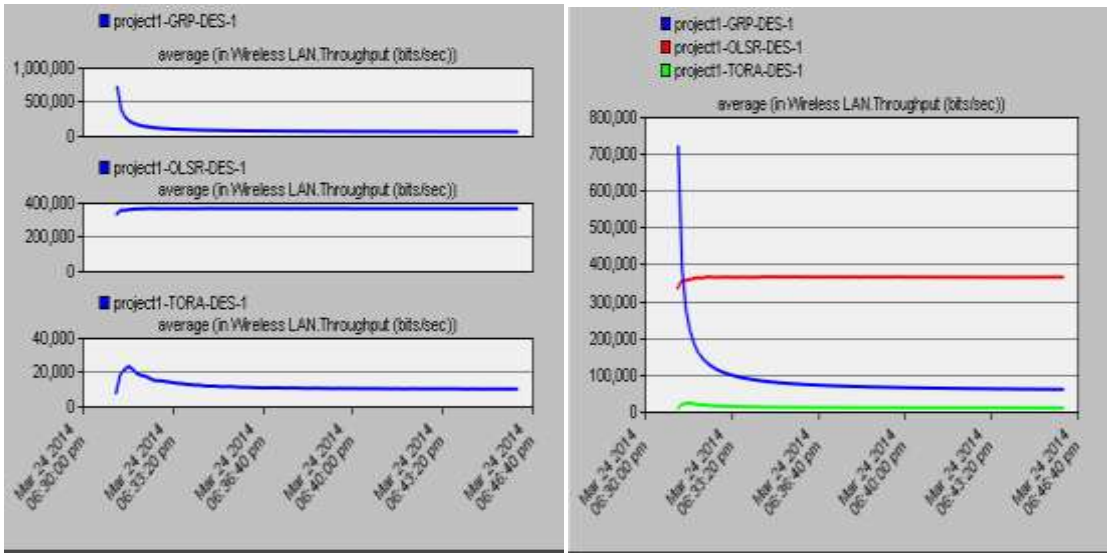
البروتوكول TORA يعد الأسوأ مقارنة مع سابقيه وهذا يعود إلى التفاعل بين العقد الذي يسبق اختيار الطريق لإرسال البيانات عبره من عقدة إلى أخرى " الفروقات شبه مهملة من مرتبة الميللي ثانية ms " .



الشكل (4–3) التأخير الزمني في البرتوكولات الثالثة من أجل السيناريو الأول 20 عقدة

4–1 دراسة المردود (Throughput) للبرتوكولات الثلاثة من أجل 20 عقدة :

إن برتوكول OLSR يملك المردود الأعلى في جميع السيناريوهات بغض النظر عن التأخير وحركية التوجية في حين إن برتوكول TORA يملك أقلهم مردودا ويأخذ برتوكول GRP قيما متوسطة.



الشكل (4–4) المردود في البرتوكولات الثالثة من أجل السيناريو الأول 20 عقدة

وتبين الجداول التالية قيم خاصة بالبرتوكولات الثلاثة من أجل السيناريو الأول :

وجدنا أن OLSR الأفضل من حيث الحمل والمردود وأن GRP الأفضل من حيث التأخير وحركية التوجيه المرسلة وأن TORA هو اسوء اختيار عند دراسته من حيث البارامترات الأربعة السابقة وبالنهاية نعتبر أن OLSR هو الأفضل بين البروتوكولات وذلك لانه يمتلك المردود الاعلى من أجل عدد من العقد 20.

الجدول (4-1) تحليل الشبكة من أجل البرتوكول GRP في السيناريو الاول 20 عقدة

GRP

Statistic	Average	Maximum	Minimum
GRP Routing Traffic Sent (bits/sec)	2,682	48,200	2,004

Wireless LAN

Statistic	Average	Maximum	Minimum
Wireless LAN Delay (sec)	0.0002865	0.0034686	0.0002533
Wireless LAN Load (bits/sec)	2,682	48,200	2,004
Wireless LAN Throughput (bits/sec)	60,037	723,867	48,107

الجدول (4-2) تحليل الشبكة من أجل البرتوكول OLSR في السيناريو الاول 20 عقدة

OLSR

Statistic	Average	Maximum	Minimum
OLSR Routing Traffic Sent (bits/sec)	12,392	13,227	11,093

Wireless LAN

Statistic	Average	Maximum	Minimum
Wireless LAN Delay (sec)	0.00032651	0.00034702	0.00031811
Wireless LAN Load (bits/sec)	15,193	16,213	13,881
Wireless LAN Throughput (bits/sec)	364,627	389,120	333,141

الجدول (4-3) تحليل الشبكة من أجل البرتوكول TORA في السيناريو الاول 20 عقدة

TORA_IMEP

Statistic	Average	Maximum	Minimum
TORA_IMEP IMEP ULP (TORA) Traffic Sent (bits/sec)	8.32	270.22	0.00

Wireless LAN

Statistic	Average	Maximum	Minimum
Wireless LAN Delay (sec)	0.0054060	0.0096029	0.0047137
Wireless LAN Load (bits/sec)	5,213	15,182	1,778
Wireless LAN Throughput (bits/sec)	10,006	29,173	3,413

2- السيناريو الثاني من أجل 200 عقدة :

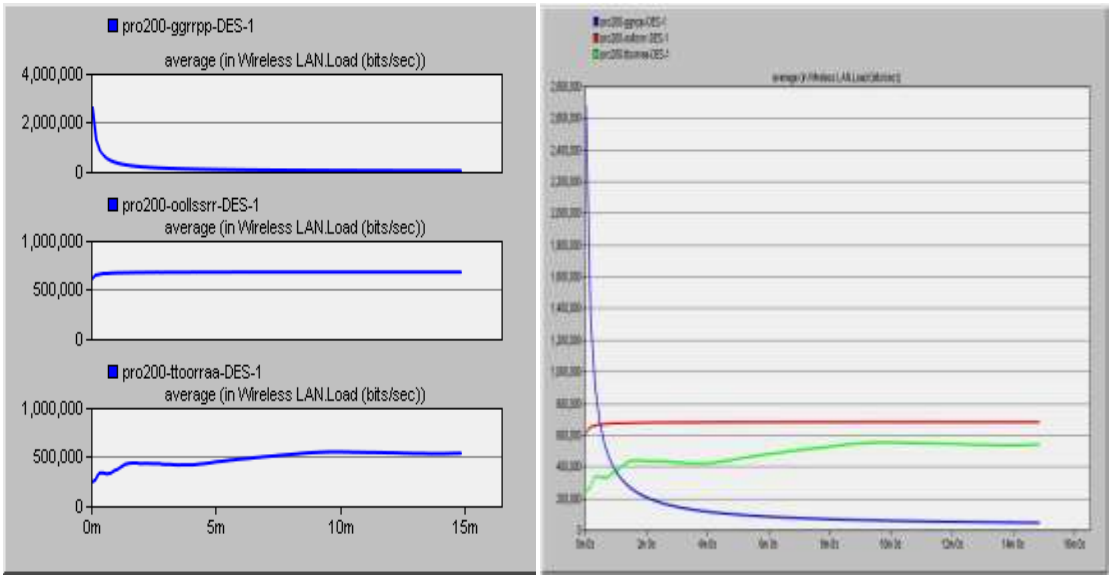
2-1 دراسة حركية التوجيه للبرتوكولات الثلاثة من أجل 200 عقدة :

تزداد حركية توجيه البروتوكولات (GRP , TORA) وذلك تبعاً لازدياد عدد الأجهزة وبالتالي ازدياد التوجيه من أجل الغمر لجميع العقد.

ولكن يبقى البروتوكول الهجين GRP يمك حركية التوجيه الأدنى بسبب دمج كل من الميزات الاستباقية والتفاعلية في اختيار المسار الأنسب لتبادل البيانات بين المصدر والوجهة.

البروتوكول OLSR يبقى مستقرا لكن بحركية توجيه أعلى من البروتوكولGRP بسبب الطبيعة الاستباقية الصرفة ولكن هذا سيء من جهة أن البروتوكول OLSR يحافظ على المسار دائما بعد التحسس لحالة الرابط (فإن حدوث أي تغير في أحد ى الوصلات لن يؤثر على المسار وقد يكون تغير المسار مفيدا في حال انخفاض الحمل في مسارات أخرى تؤدي إلى الوصول إلى نفس العقدة) وهذا جيد عندما تبقى الشبكة مستقرة على نفس الحمل طوال الوقت.

البروتوكول TORA لديه حركية التوجيه الأعلى بسبب التفاعل اللحظي لإنشاء المسارات عند كل طلب توجيه لتبادل البيانات.



الشكل (4-5) حركية التوجيه في البرتوكولات الثالثة من أجل السيناريو الثاني 200 عقدة

2-2 دراسة التأخير الزمني للبرتوكولات الثلاثة من أجل 200 عقدة :

مع زيادة عدد العقد إلى 200 يزداد تأخير البروتوكول TORA وبسبب التفاعل بين العقد وازدياد الطلبات الموجهة لتشكيل المسارات التي تتناسب طرداً مع عدد العقد (نلاحظ تناسباً طردياً بين التأخير وعدد العقد)

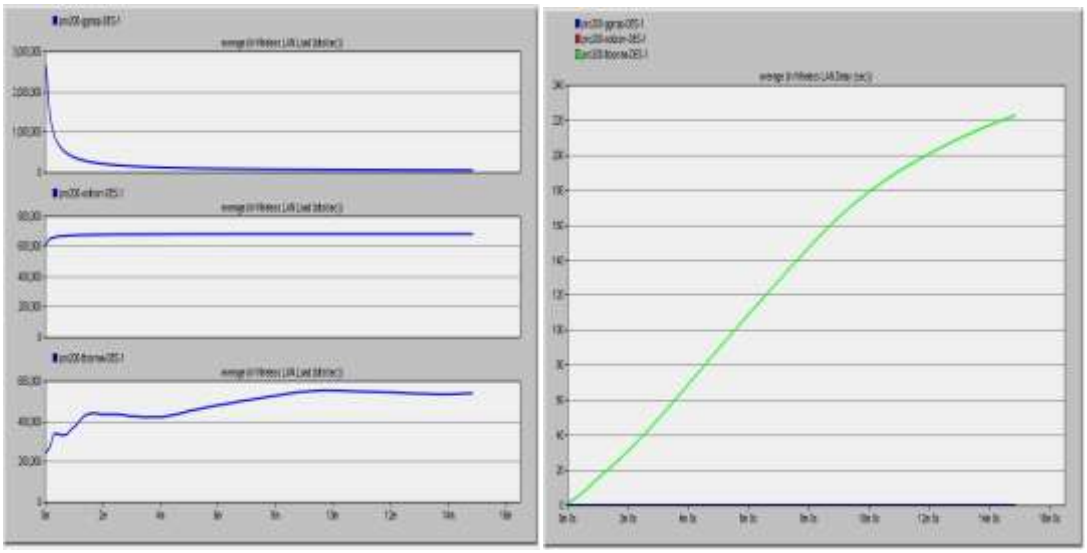
البروتوكول OLSR يصبح أفضل من GRP و TORA .

البروتوكول TORA هو الأبطأ بسبب عمليات التفاعل (أي إن ازدياد عدد العقد يؤدي إلى ازدياد الطلبات على المسارات وازدياد حركية التوجيه مما يؤدي إلى هدر الوقت نوعاً ما.

البروتوكول GRP يصبح أقل سرعة من OLSR بسبب استخدامه للتوجيه التفاعلي للعقد القريبة بالتالي سيصبح أبطأ بسبب مساوئ التوجيه التفاعلي مع زيادة عدد العقد.

"البروتوكول OLSR الأفضل في حالة 200 عقدة بسبب وجود مسارات محدد مسبقاً لكل وجهة ممكنة من قبل كل عقدة "

نستنتج أن التوجيه التفاعلي هو الأسوأ من ناحية السرعة بينما التوجيهين الهجين والاستباقي يعدان أفضل من التفاعلي بسبب عدم هدر الوقت من أجل انشاء كل مسار.

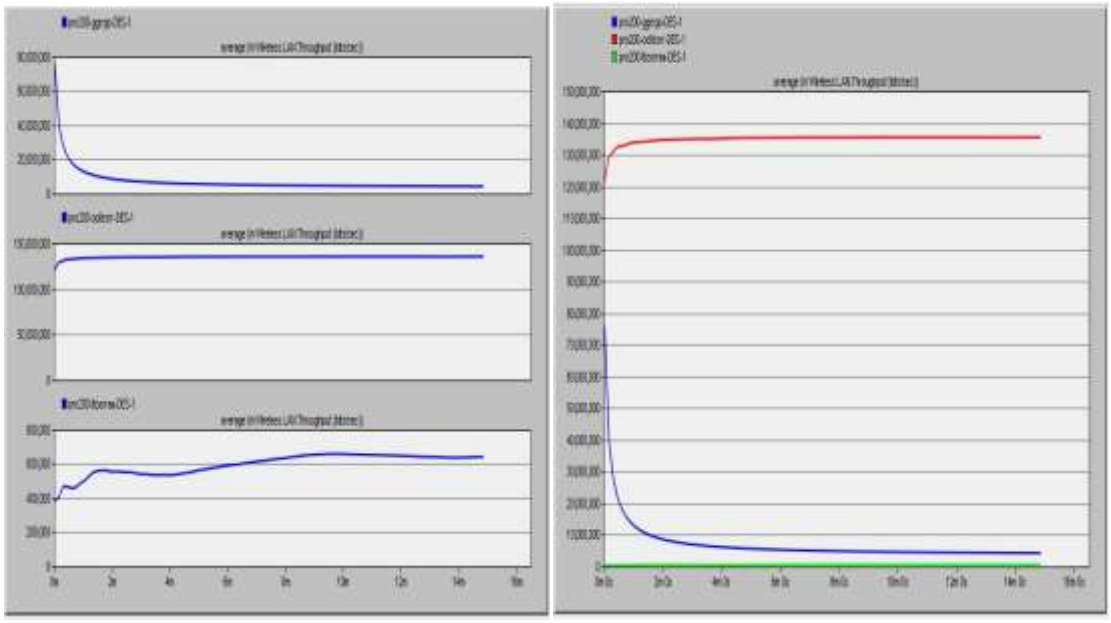


الشكل (4-6) التاخير الزمني في البرتوكولات الثالثة من أجل السيناريو الثاني 200 عقدة

2-3 دراسة المردود للبرتوكولات الثلاثة من أجل 200 عقدة :

يبقى ترتيب البروتوكولات من حيث المردود الجيد كما هو في السيناريوهات السابقة، أي أن البروتوكول OLSR هو الأفضل دوماً بسبب استهلاكه المحدود والقليل جداً من عرض الحزمة من أجل معلومات التوجيه وبالتالي كامل عرض الحزمة تقريباً سيكون مخصصاً من أجل نقل البيانات التي سيقوم المستخدمون بتداولها عبر الشبكة.

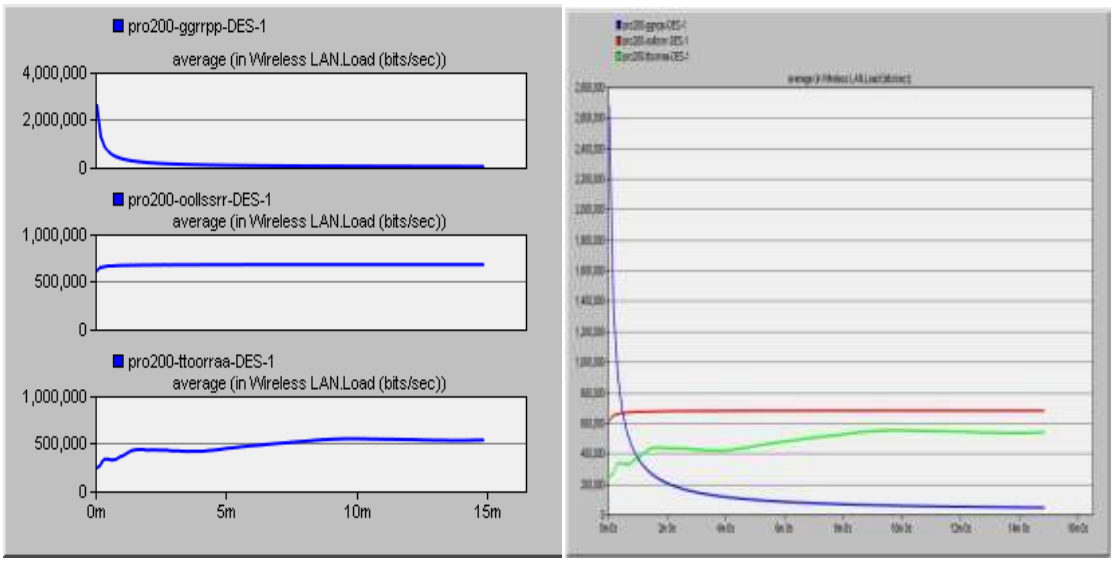
البروتوكولين TORAو GRP يملكان مردوداً أقل بسبب استهلاك الكثير من عرض الحزمة من أجل تبادل المعلومات عن حالة العقد وهذه هي سيئة النهج التفاعلي في التوجيه البطيء والمردود الضعيف الناتج عن اشغال الشبكة بمعلومات غير مهمة بالنسبة للمستخدم الفعلي للشبكة.



الشكل (4-7) المردود في البرتوكولات الثالثة من أجل السيناريو الثاني 200 عقدة

4-2 دراسة الحمل للبرتوكولات الثلاثة من أجل 200 عقدة :

بازدياد عدد الأجهزة يبقى GRP يملك الحمل الأقل في الشبكة ويليه البروتوكول TORA الذي يتصاعد حمله مع ازدياد عدد العقد عبر الزمن ، بينما البروتوكول OLSR يستقر على حمل أعلى للشبكة .



الشكل (4-8) الحمل في البرتوكولات الثالثة من أجل السيناريو الثاني 200 عقدة

وتبين الجداول التالية قيم خاصة بالبرتوكولات المدروسة من أجل 200 عقدة .

الجدول (4-4) تحليل الشبكة من أجل البرتوكول GRP في السيناريو الثاني 200 عقدة

GRP

Statistic	Average	Maximum	Minimum
GRP Routing Traffic Sent (bits/sec)	44,461	2,686,173	17,111

Wireless LAN

Statistic	Average	Maximum	Minimum
Wireless LAN Delay (sec)	0.000374	0.011856	0.000253
Wireless LAN Load (bits/sec)	44,461	2,686,173	17,111
Wireless LAN Throughput (bits/sec)	4,263,586	76,143,600	3,405,062

الجدول (4-5) تحليل الشبكة من أجل البرتوكول OLSR في السيناريو الثاني 200 عقدة

OLSR

Statistic	Average	Maximum	Minimum
OLSR Routing Traffic Sent (bits/sec)	9,082.5	9,696.0	8,252.4

Wireless LAN

Statistic	Average	Maximum	Minimum
Wireless LAN Delay (sec)	0.00031407	0.00032510	0.00031021
Wireless LAN Load (bits/sec)	11,440	12,210	10,617
Wireless LAN Throughput (bits/sec)	228,742	244,196	212,338

الجدول (4-6) تحليل الشبكة من أجل البرتوكول TORA في السيناريو الثاني 200 عقدة

TORA_IMEP

Statistic	Average	Maximum	Minimum
TORA_IMEP IMEP Control Traffic Sent (bits/sec)	827,987	1,161,179	383,351

Wireless LAN

Statistic	Average	Maximum	Minimum
Wireless LAN Delay (sec)	222.56	318.50	0.98
Wireless LAN Load (bits/sec)	538,656	750,489	241,227
Wireless LAN Throughput (bits/sec)	641,865	851,324	384,889

الاستنتاجات والتوصيات :

-عند العمل على السيناريو الأول 20 عقدة تبين أن البروتوكول GRP يتعامل مع حمل أقل على الشبكة وذلك لأنه يستخدم خوارزميات هجينة وقفزات متعددة لإرسال البتات من المصدر إلى الوجهة المحددة بينما بروتوكول التوجيه TORA لديه حمل متوسط بين OLSR و GRP.

-حركية التوجيه ضعيفة جدا بالنسبة الى البروتوكول TORA وتقترب إلى الصفر بينما تكون عالية بالنسبة للبروتوكول GRP بالنسبة للحظات الأولى لعمل الشبكة ثم تنخفض إلى قيمة متوسطة بين كل من حركية توجيه البروتوكول OLSR والبروتوكول TORA ، يملك البروتوكول OLSR حركية توجيه مرتفعة بسبب استخدام خوارزمية توجيه تتبع حالة الوصلة والتحسس لكل رابط .

-يعد البروتوكول GRP الأفضل من ناحية التأخير وسرعة النقل وهذا يعود إلى القفزات الطويلة من العقد بسبب ترتيب كل مجموعة من العقد ضمن شجرة أو مجموعة وبالتالي في حال عدم العثور على العقدة الهدف ضمن المجموعة سيتم القفز مباشرة إلى مجموعة أخرى من العقد ، يملك البروتوكول OLSR القيمة المتوسطة في التأخير بالنسبة إلى البروتوكولين GRP و TORA ويمتاز البروتوكول OLSR بالاستقرار في قيمة التأخير طوال زمن عمل الشبكة ،البروتوكول TORA يعد الأسوأ مقارنة مع سابقيه وهذا يعود إلى التفاعل بين العقد الذي يسبق اختيار الطريق لإرسال البيانات عبره من عقدة إلى أخرى " الفروقات شبه مهملة من مرتبة الميللي ثانية ms " .

-إن برتوكول OLSR يملك المردود الأعلى في جميع السيناريوهات بغض النظر عن التأخير وحركية التوجية في حين إن برتوكول TORA يملك أقلهم مردودا ويأخذ برتوكول GRP قيما متوسطة.

-مع زيادة عدد العقد إلى 200 يزداد تأخير البروتوكول TORA وبسبب التفاعل بين العقد وازدياد الطلبات الموجهة ، البروتوكول OLSR يصبح أفضل من GRP و TORA .البروتوكول TORA هو الأبطأ بسبب عمليات التفاعل (أي إن ازدياد عدد العقد يؤدي إلى ازدياد الطلبات على المسارات وازدياد حركية التوجيه مما يؤدي إلى هدر الوقت نوعاً ما. البروتوكول GRP يصبح أقل سرعة من OLSR بسبب استخدامه للتوجيه ، "البروتوكول OLSR الأفضل في حالة 200 عقدة بسبب وجود مسارات محدد مسبقاً لكل وجهة ممكنة من قبل كل عقدة " ، نستنتج أن التوجيه التفاعلي هو الأسوأ من ناحية السرعة بينما التوجيهين الهجين والاستباقي يعدان أفضل من التفاعلي بسبب عدم هدر الوقت من أجل انشاء كل مسار.

المراجع:

[1] A.B. Malany, V.R.S. Dhulipala, RM.Chandrasekaran, "Throughput and Delay Comparison of MANET Routing Protocols" Intl. Journal Open Problems Comp. Math., Vol. 2, No. 3, Sep 2011.

[2] D.O. Jörg, "Performance Comparison of MANET Routing Protocols In Different Network Sizes" Comp. Science Project, Institute of Comp. Science and Networks and Distributed Sys, University of Berne, Switzerland, 2013.

[3] K. Gorantala, "Routing Protocols in Mobile Ad-hoc Networks" Masters Thesis, Dept. of Computer Science, Umea University, June 15, 2009.

[4] S. Ali, A. Ali, "Performance Analysis of AODV, DSR and OLSR in MANET", Masters Thesis, M.10:04, COM/School of Computing, BTH, 2012.

[5] M.K. J. Kumar, R.S. Rajesh, "Performance Analysis of MANET Routing Protocols in different Mobility Models" IJCSNS International Journal of Computer Science and Network 22 Security, VOL.9 No.2, February2012.

[6] N Vetrivelan, A.V. Reddy, "Performance Analysis of Three Routing Protocols for Varying MANET Size" Proceedings of International M. Conference of Eng. & Computer Scientists, Hong Kong, Vol II IMECS 2010.

[7] W. G. LOL, "An Investigation of the Impact of Routing Protocols on MANETs using Simulation Modeling" Master Thesis, School of Computing and Mathematical Science, Auckland university of Technology, 2012.

[8] A. K. Pandey, H. Fujinoki, "Study of MANET routing protocols by GloMoSim simulator" Intl of network management NT, Wiley InterScience 15: 393–410, Intl. Journal Network Management 2015.

[9] S. Mittal, P. Kaur, "Performance Comparison of AODV, DSR and ZRP Routing Protocols in MANET'S" Intl. Conf. on Adv. in Comp., Control, and Telecom. Technologies, Trivandrum, Kerala, India, 28-29, December, 2012.

[10] N. Qasim, F. Said, H. Aghvami, "Mobile Ad-Hoc Networks Simulations Using Routing Protocols for Performance Comparisons", Proceedings of the World Congress on Engineering 2008, Vol 1, WCE 2008, UK, July, 2011.

[11] V.N. Talooki, K. Ziarati "Performance comparison of routing protocols for Mobile Ad-Hoc Networks", Asia-Pacific conf. on Comm., APCC‟06.

[12] Haas, Zygmunt J., Pearlman, Marc R.: A New Routing Protocol for The Reconfigurable Wireless Networks, Proc. of 6th IEEE Intl. Conf. on Universal Personal Comm., IEEE ICUPC‟97, San Diego, California, USA, 2010.

[13] J. W. Webb "Analysis of packet flows in simulated Ad-hoc networks using standard network tools" Master‟s thesis, University of California Santa Cruz, USA, March 2005.

[14] H. Rangarajan "Robust loop-free on-demand routing in Ad-hoc networks" PhD dissertation, University of California, USA, June 2011.

[15] J.J. G.L. Aceves, M.C.E. Perkins, "A new Approach to On-Demand loop-free routing in Ad-Hoc Networks" The Int. Journal of Comp.& Telecom. Net. Vol. 50, Pages: 1599 - 1615, ISSN: 1389-1286, July 2012.

[16] M. E. Mosko, "Routing in Mobile Ad-Hoc Networks" PhD dissertation, University of California, Santa Cruz, USA, June 2014.