

جامعة آل البيت  
كلية الأمير الحسين بن عبد الله لتكنولوجيا المعلومات  
قسم علم الحاسوب

رسالة الماجستير في علم الحاسوب  
بمعنوان

دراسة لاختيار المسارات في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي

**A Study of the Selection of Routes in the Dynamic Source Routing  
Protocol**

إعداد الطالب :  
نادر عبد اللطيف محمد عودة  
٠١٢٠٩٠١٠٠٤

اسم المشرف

الدكتور : إسماعيل عباينة

# دراسة لاختيار المسارات في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي

## A Study of the Selection of Routes in the Dynamic Source Routing Protocol

إعداد الطالب :

نادر عبد اللطيف محمد عودة

٠١٢٠٩٠١٠٠٤

اسم المشرف

الدكتور : إسماعيل عابنة

التوقيع

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

أعضاء لجنة المناقشة

د . اسماعيل عابنه

د . مأمون ربابعة

د . أكرم حمارشة

د . أحمد دلالة

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في علم الحاسوب في كلية تكنولوجيا المعلومات في جامعة آل البيت .

نوقشت وأوصي بإجازتها بتاريخ : / / ٢٠٠٦ م

## الإهداء

أهدي هذا العمل إلى كل السائرين في درب العلم والعمل....  
راجياً أن يكون خطوةً في طريق العلم التي لا تنتهي.

## الشكر

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله.

إليك يا من كان له الفضل بعد الله تعالى في التقدم في حياتي العلمية والعملية، إليك أيها الفاضل، الدكتور إسماعيل عباينة، إليك مني كل تقدير ومحبة على كل ما قدمته لي طوال فترة دراستي الجامعية، وخير ما أجده للتعبير لك عن ذلك هو جملة بسيطة ذات معانٍ كبيرة ومدلولات كثيرة:

" جزاك الله عني كل خير "

وأشكر جميع أعضاء لجنة المناقشة الأكارم لتفضلهم بمناقشة هذه الرسالة، ولا أنسى كل من كان له فضل وأياد على هذا العمل، سواء بفعل أو بقول، ولكل هؤلاء أقول: "جزاكم الله خيراً".

## قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
أ	إجازة الرسالة
ب	الإهداء
ج	الشكر
د	قائمة المحتويات
ل	قائمة الأشكال
ي	ملخص الدراسة
١	الفصل الأول
٢	١-١ المقدمة
٣	٢-١ الشبكات اللاسلكية
٣	١-٢-١ الشبكات اللاسلكية ذات البنية التحتية
٤	٢-٢-١ الشبكات اللاسلكية بدون بنية تحتية
٤	٣-١ الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة
٦	١-٣-١ مزايا الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة
٦	٢-٣-١ مساوى الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة
٦	٣-٣-١ تطبيقات الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة
٨	الفصل الثاني
٨	٢ الاتصالات في الشبكات الحاسوبية
٨	١-٢ أنواع التراسل
٨	٢-٢ أنواع خوارزميات الإتصال
٨	١-٢-٢ خوارزمية الإعمار
٩	١-١-٢-٢ مزايا خوارزمية الإعمار

٩	سيئات خوارزمية الإغمار	٢-١-٢-٢
٩	خوارزميات البث المتعدد	٢-٢-٢
١١	تصنيف بروتوكولات التمرير	٣-٢
١١	التصنيف حسب طريقة عمل البروتوكول	١-٣-٢
١٥	التصنيف حسب نوع المعلومات المستخدمة في تحديد القفزة التالية	٢-٣-٢
١٧	الفصل الثالث	
١٧	بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي	٣
١٧	آلية عمل بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي	١-٣
١٧	اكتشاف المسار	١-١-٣
١٩	إدامة المسار	٢-١-٣
٢١	الفصل الرابع	
٢١	الدراسات السابقة	٤
٢١	استخدام الحزمة الفعالة في تحسين بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي	١-٤
٢١	تحسين بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي بتبادل معلومات الجوار	٢-٤
٢٢	زيادة نسبة تسليم الحزم في بروتوكول التمرير المصدري بالتنبؤ بحدوث انقطاع	٣-٤
٢٢	دراسات المقارنة	٤-٤
٢٤	الفصل الخامس	
٢٤	الدراسة المقترحة	٥
٢٤	وصف المشكلة التي دعت إلى هذه الدراسة	١-٥
٢٤	المشكلة الأولى (طريقة ترتيب المسارات)	١-١-٥
٢٥	المشكلة الثانية (معالجة الردود المتكررة)	٢-١-٥
25	الدراسة المقترحة لمعالجة المشكلة	٢-٥
٢٥	الدراسة المقترحة لمعالجة مشكلة ترتيب المسارات	١-٢-٥
٢٥	الدراسة المقترحة لمعالجة مشكلة الردود المتكررة	٢-٢-٥

٢٦	هدف الرسالة	٣-٥
٢٧	الفصل السادس	
٢٧	محاكاة بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي	٦
٢٧	بيئة المحاكاة	١-٦
٢٨	مقاييس الأداء المستخدمة	٢-٦
٣٠	نتائج المحاكاة	٣-٦
٣٠	الدراسة الأولى (تغيير طريقة ترتيب المسارات)	١-٣-٦
٣٠	الحالة الأولى: زيادة معدل إرسال الحزم في الثانية	١-١-٣-٦
٤٣	الحالة الثانية: زيادة معدل سرعة حركة العقد	٢-١-٣-٦
٥٦	الدراسة الثانية إهمال عدد معين من ردود المسارات اللاحقة	٢-٣-٦
٥٧	نتائج دراسة إهمال عدد معين من ردود المسارات اللاحقة	١-٢-٣-٦
٧١	الفصل السابع	
٧١	الاستنتاجات	٧
٧١	تحليل نتائج المحاكاة	١-٧
٧٢	نتائج المحاكاة للدراسة الأولى، الحالة الأولى: تغيير معدل إرسال الحزم في الثانية	١-١-٧
٧٤	نتائج المحاكاة للدراسة الأولى، الحالة الثانية: تغيير معدل سرعة حركة العقد	٢-١-٧
٧٦	نتائج المحاكاة للدراسة الثانية: إهمال عدد معين من ردود المسارات اللاحقة	٣-١-٧
٧٨	العمل المستقبلي	٢-٧
٧٩	قائمة المراجع	
٨٢	ABSTARACT	

## قائمة الأشكال

الصفحة	الشكل
٥	١-١ كيفية اتصال العقد داخل الشبكة اللاسلكية الآتية المتنقلة المكونة من أربعة عقد.
١٤	١-٣ كيفية عمل بروتوكول منطقة التمرير.
٣١	١-٦ نسبة تسليم الحزم بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية.
٣١	٢-٦ نسبة تسليم الحزم بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.
٣٢	٣-٦ نسبة تسليم الحزم بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.
٣٣	٤-٦ نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية.
٣٣	٥-٦ نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.
٣٤	٦-٦ نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.
٣٥	٧-٦ نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية.
٣٦	٨-٦ نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.
٣٦	٩-٦ نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.
٣٧	١٠-٦ نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية.
٣٨	١١-٦ نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.
٣٨	١٢-٦ نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.
٣٩	١٣-٦ عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية.
٤٠	١٤-٦ عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.
٤٠	١٥-٦ عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.
٤١	١٦-٦ عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية.
٤٢	١٧-٦ عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.
٤٢	١٨-٦ عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.
٤٤	١٩-٦ نسبة تسليم الحزم حيث أقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

٤٤	نسبة تسليم الحزم حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٣٠ م/ث.	٢٠-٦
٤٥	نسبة تسليم الحزم حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٥٠ م/ث.	٢١-٦
٤٦	نسبة الكلفة الإضافية حيث أقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث	٢٢-٦
٤٦	نسبة الكلفة الإضافية حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٣٠ م/ث	٢٣-٦
٤٧	نسبة الكلفة الإضافية حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٥٠ م/ث	٢٤-٦
٤٨	نسبة الحزم الضائعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.	٢٥-٦
٤٨	نسبة الحزم الضائعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٣٠ م/ث.	٢٦-٦
٤٩	نسبة الحزم الضائعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٥٠ م/ث.	٢٧-٦
٥٠	نسبة الحزم المنقذة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.	٢٨-٦
٥٠	نسبة الحزم المنقذة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٣٠ م/ث.	٢٩-٦
٥١	نسبة الحزم المنقذة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٥٠ م/ث.	٣٠-٦
٥٢	عدد المسارات المخزنة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.	٣١-٦
٥٢	عدد المسارات المخزنة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٣٠ م/ث.	٣٢-٦
٥٣	عدد المسارات المخزنة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٥٠ م/ث.	٣٣-٦
٥٤	عدد المسارات المقطوعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.	٣٤-٦
٥٤	عدد المسارات المقطوعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٣٠ م/ث.	٣٥-٦
٥٥	عدد المسارات المقطوعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد ٥٠ م/ث.	٣٦-٦
٥٨	نسبة تسليم الحزم بمعدل إرسال حزمة في الثانية.	٣٧-٦
٥٨	نسبة تسليم الحزم بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.	٣٨-٦
٥٩	نسبة تسليم الحزم بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.	٣٩-٦
٦٠	نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال حزمة في الثانية.	٤٠-٦
٦٠	نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.	٤١-٦
٦١	نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.	٤٢-٦
٦٢	نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال حزمة في الثانية.	٤٣-٦

٦٣	نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.	٤٤-٦
٦٣	نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.	٤٥-٦
٦٤	نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال حزمة في الثانية.	٤٦-٦
٦٥	نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.	٤٧-٦
٦٥	نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.	٤٨-٦
٦٦	عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال حزمة في الثانية.	٤٩-٦
٦٧	عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.	٥٠-٦
٦٧	عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.	٥١-٦
٦٨	عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال حزمة في الثانية.	٥٢-٦
٦٩	عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال حزمتين في الثانية.	٥٣-٦
٦٩	عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية.	٥٤-٦

## ملخص الدراسة

تتميز الشبكات اللاسلكية بأنها أقل تكلفة من الشبكات السلكية وتوفر مرونة وحرية حركة وإمكانية تراسل في ظروف لا تستطيع فيها الشبكات السلكية توفيرها. وتنقسم الشبكات اللاسلكية إلى نوعين هما الشبكات اللاسلكية المعتمدة على بنية تحتية والشبكات اللاسلكية دون بنية تحتية، والمعروفة باسم الشبكات اللاسلكية الأنية المتنقلة. تمتاز الشبكات اللاسلكية الأنية المتنقلة بأن أي عقدتين فيها تستطيعان الإتصال وتبادل المعلومات مباشرة إذا وقعتا ضمن المدى الراديوي لبعضهما، وإذا لم تكن العقدتين ضمن المدى الراديوي لبعضهما فإنهما تتصلان عبر عقد وسيطة، لذلك ظهرت الحاجة الماسة لوجود بروتوكول تمرير تستطيع العقدة في الشبكة من خلاله اكتشاف وتحديد المسار إلى العقدة التي تقع خارج مداها الراديوي ليتم إرسال حزم البيانات إليها. تناولت الدراسة كيفية زيادة نسبة تسليم الحزم بين العقد مع تقليل الكلفة الإضافية في بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي (DSR) وزيادة كفاءة البروتوكول.

تم اقتراح آليتين لتحقيق المطلوب من هذه الدراسة، أولاهما أن يتم وضع المسار الجديد (الأحدث) محل المسار القديم المساوي له بعدد القفزات، والثانية هي تخزين أول رد على طلب اكتشاف المسار، وتجاهل عدد محدد من الردود اللاحقة له، وتم استخدام المحاكاة لدراسة أداء الآليات المقترحة.

تبين نتائج المحاكاة أن المقترحين السابقين حسنا الأداء، حيث زادت نسبة تسليم الحزم بنسبة تصل إلى ٢٥% مع تقليل الكلفة الإضافية بنسبة تصل إلى ٥٣.١٠%، بالإضافة إلى تقليل عدد الحزم الضائعة وعدد الحزم المنقذة وعدد المسارات المخزنة وعدد المسارات المقطوعة.

وإزداد التحسن في حالة الضغط على الشبكة سواءً بزيادة عدد الحزم المرسل في الثانية، أو عن طريق زيادة سرعة حركة العقد.

## الفصل الأول

### تمهيد (Preliminaries)

تهدف هذه الرسالة إلى تحسين عمل بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي ( Dynamic Source Routing Protocol, DSR) وذلك بزيادة نسبة تسليم حزم البيانات (Data Packets) في الشبكات اللاسلكية الأنية المتنقلة (Ad Hoc Networks)، مع مراعاة تقليل الكلفة الإضافية (Overhead) المصاحبة لعمليات تمرير حزم البيانات بين المرسل (Sender) والمستقبل (Receiver)، وذلك من خلال تغيير خوارزمية ترتيب مسارات التمرير بين المصدر والهدف المخزنة في ذاكرة المسارات في العقد (Route Cache)، وكذلك تغيير طريقة انتقاء المسار الأفضل، بهدف تحسين هذا الانتقاء.

ويتم في هذه الرسالة استعراض موجز لأنواع طرق الاتصال المستخدمة في هذه الشبكات، وبعض بروتوكولات التمرير الحالية، وتبين الحاجة إلى القيام بهذه الدراسة المقترحة.

## ١-١ مقدمة (Introduction)

منذ انطلاقة الشبكات اللاسلكية في السبعينات من القرن الماضي (١٩٧٠-١٩٧٩)، تزايد الاهتمام بها حتى أصبحت تشكل حيزاً مهماً في صناعة الحواسيب، وأصبح دورها مميزاً في العقد الأخير من القرن الماضي بشكل خاص حيث هيئت هذه الشبكات للعمل على أجهزة الاتصالات المتحركة (Toh, 1996).

ومع تزايد عدد مستخدمي الحواسيب المحمولة وزيادة الاعتماد عليها بشكل هائل، وحاجة هؤلاء المستخدمين إلى تبادل المعلومات بينهم، برزت الحاجة لطريقة تؤمن تراسل البيانات بين هذه الأجهزة المحمولة دون الحاجة إلى ارتباطها سلكياً مع بعضها البعض أو حتى ثباتها في مكان معين، والسماح لها بحرية الحركة والتنقل من مكان إلى آخر.

وتم ذلك فعلاً مع ما توفره الشبكات اللاسلكية لمستخدميها من مرونة وحرية حركة وإمكانية تراسل في ظروف لا تستطيع فيها الشبكات السلكية توفيرها، هذا بالإضافة إلى ما توفره الشبكات اللاسلكية في التكلفة المادية، فالبنى التحتية التي تحتاجها هذه الشبكات أقل من البنى التحتية التي تحتاجها الشبكات السلكية.

يوجد على الرغم من ذلك حاجة إلى وجود شبكات لاسلكية يسهل إنشاؤها واستخدامها ولا تحتاج إلى أي بنى تحتية (Parsad, 2003).

## ٢-١ الشبكات اللاسلكية

تقسم الشبكات اللاسلكية إلى نوعين :

- ١- الشبكات اللاسلكية المتنقلة ذات البنية التحتية (Infrastructure)، والتي تعتمد على محطات استقبال وإرسال ثابتة (Base Stations) (Royer, 1999).
- ٢- الشبكات اللاسلكية المتنقلة التي لا تحتاج إلى البنية التحتية (Infrastructureless)، والمعروفة باسم الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة (Ad Hoc Networks) (Pahlavan, 2002) and (Zhu, 2002).

### ١-٢-١ الشبكات اللاسلكية ذات البنية التحتية

هي الشبكات اللاسلكية المتنقلة ذات البنية التحتية والتي تعتمد على محطات استقبال وإرسال ثابتة مثل الأبراج والمحطات الأرضية، والتي تمثل بوابات الإرسال والاستقبال للأجهزة المتنقلة، حيث تقوم هذه الأجهزة بالاتصال فيما بينها عن طريق هذه المحطات، بحيث يرتبط كل جهاز متنقل مع أقرب محطة من هذه المحطات بشرط أن يكون ضمن مدى الاتصال الخاص بها وتكون هي المسؤولة عن اتصالاته مع الأجهزة المتنقلة والمحطات الأخرى وعن عمليات تمرير (Routing) حزم البيانات في نطاق هذه الشبكة.

وفي حالة انتقال هذا الجهاز المتنقل من مدى هذه المحطة إلى مدى اتصال محطة أخرى، تتم عملية انتقال ارتباط هذا الجهاز من محطته السابقة إلى المحطة الجديدة في عملية تعرف باسم التسليم (Handoff)، وهكذا يستمر الجهاز في عمله عادة دون الشعور بعملية التبديل أو حدوث أي خلل في عملية الإرسال أو الاستقبال.

وبما أن العقدة اللاسلكية المتحركة الواقعة ضمن مدى محطة أرضية واحدة على الأقل تتواصل من خلال هذه المحطة فقط، لكي تستطيع تبادل المعلومات مع العقد الأخرى الثابتة أو

المتحركة التي تقع ضمن مدى هذه المحطة، فإن التراسل اللاسلكي في هذا النوع من الشبكات يدعى التراسل وحيد القفزة (Zhu, 2002) .

ومن أوضح الأمثلة عن هذا النوع من الشبكات هو أجهزة الاتصال الخلوية المعروفة باسم الهاتف المحمول أو النقل، كذلك أجهزة الاتصال المستخدمة في سلك الشرطة، وغيرها. (Royer, 1999) .

### ٢-٢-١ الشبكات اللاسلكية بدون بنية تحتية

هي الشبكات اللاسلكية التي تحوي مجموعة من العقد اللاسلكية المتنقلة (Nodes)، التي تشكل شبكة دون الحاجة إلى أي بنية تحتية أو إشراف مركزي، فلا يوجد لديها محطات أرضية ثابتة، ولا تحوي أية موجهات (Routers). (Zhu, 2002).

### ٣-١ الشبكات اللاسلكية الأنية المتنقلة

الشبكات اللاسلكية الأنية المتنقلة هو اسم يطلق على نوع من الشبكات اللاسلكية، وتُعرف هذه الشبكة على أنها عبارة عن نظام من العقد اللاسلكية المتنقلة والمستقلة والتي تتراسل مع بعضها البعض عن طريق الأمواج الراديوية بدون وجود أي بنية تحتية أو محطات مركزية ثابتة.

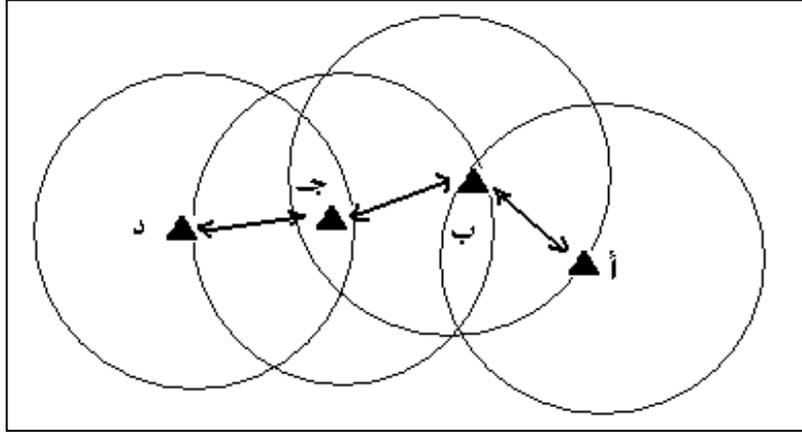
من أهم خصائصها أن الشبكة تتكون تلقائياً وذلك بمجرد دخول جهاز اتصال خاص بهذا النوع من الشبكات في مجال بث جهاز آخر من نفس النوع، مما يسمح لهما بالاتصال مع بعضهما بالإضافة إلى قيامهما بتمرير الرسائل الموجودة في الشبكة من عقدة لأخرى حتى تصل الرسالة إلى هدفها، والمزية المهمة في عملية التمرير هذه أن العقدة التي تقوم بعملية التمرير بإمكانها أن تقوم بعمل موجه حزم البيانات من حيث اكتشاف مسار التمرير (Routing Path) ثم القيام بإدامة (Maintain) هذا المسار والمحافظة عليه، أي أنها شبكة ذاتية التكوين وذاتية التنظيم وذاتية الإدارة.

ويتم التراسل بين العقد المتجاورة الواقعة ضمن المدى الراديوي لبعضها البعض مباشرة أما العقد غير المتجاورة والتي لا تقع ضمن المدى الراديوي لبعضها البعض فإنها تتراسل باستخدام عقدة أو عدة عقد وسيطة لذلك يدعى التراسل في هذا النوع من الشبكات بالتراسل متعدد القفزات (Corson,1999) ، (Zhu, 2002).

وتتميز عقد هذه الشبكة أن بإمكانها القيام بما يلي:

أ - عمليتي الاستقبال والإرسال أي أنها عقدة عادية.

ب- عملية تمرير حزم البيانات، أي أنها موجه لحزم البيانات.



الشكل (١-١)

الشكل (١-١) يوضح الشكل كيفية اتصال العقدة ( أ ) مع العقدة ( د ) داخل الشبكة

اللاسلكية الأنية المتنقلة المكونة من أربعة عقد ( أ ، ب ، ج ، د )

### ١-٣-١ مزايا الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة

تمتاز الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة بمزايا عديدة منها :

١. انخفاض الكلفة المادية لعدم حاجتها إلى البنية التحتية .
٢. تمتلك هيكلية متغيرة وغير ثابتة، حيث تدخل عقد جديدة وتخرج عقد أخرى بشكل مستمر.
٣. تستطيع العمل في ظروف غير طبيعية كالحروب والكوارث الطبيعية وهذا ما لا تستطيعه الشبكات الأخرى.

### ٢-٣-١ مساوئ الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة

١. امكانية الاختراق الأمني للشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة بشكل أيسر من غيرها من الشبكات بسبب استخدامها البث الراديوي.
٢. اعتمادها على مصدر طاقة محدود كالبطارية، والذي يعاني من امكانية نفاده في لحظة ما.
٣. حاجتها إلى السعة التخزينية الكبيرة في العقد (Chen, 1999).

### ٣-٣-١ تطبيقات الشبكات اللاسلكية الآنية

١. بعض أجهزة الاتصال التي تستخدم في الأغراض العسكرية التي تتطلب التنقل في أماكن مختلفة، مثل ساحة المعارك.
٢. أجهزة الاتصال المستخدمة في عمليات الإنقاذ عند حدوث الكوارث الطبيعية كالزلازل والبراكين وغيرها.
٣. استخدام الحاسوب المحمول في هذه الشبكات من قبل الطلاب في مجال التعليم وتبادل المعلومات.

٤. استخدام هذه الشبكات في مجال التجارة كشبكة للأعمال الحاسوبية المتنقلة  
والموزعة (Distributed Mobile Computing).

## الفصل الثاني

### الاتصالات في الشبكات الحاسوبية

#### (Communications in Computer Networks)

تقديم :

تنوعت طرق الاتصال بين العقد المتراسلة في الشبكات اللاسلكية، وامتاز كل نوع بمزايا عن الآخر، وسنستعرض هنا أنواع التراسل والخوارزميات المستخدمة فيها.

#### ١-٢ أنواع التراسل :

التراسل الأحادي (Unicast):

إن عملية الاتصال باستخدام البث الأحادي عبارة عن اتصال بين عقدة

مرسلة وعقدة أخرى مستقبلية.

• التراسل المتعدد (Multicast):

إن عملية الاتصال باستخدام البث المتعدد عبارة عن اتصال بين عقدة

مرسلة ومجموعة من العقدة الأخرى المستقبلية.

• البث المنتشر (Broadcast) :

إن عملية الاتصال باستخدام البث المنتشر هو حالة خاصة من البث المتعدد

والتي تشمل كل العقد الموجودة في الشبكة (Corson, 1999) .

#### ٢-٢ أنواع خوارزميات الاتصال:

تتم مختلف عمليات الاتصال ضمن الخوارزميات التالية :

#### ١-٢-٢ خوارزمية الإغمار (Flooding Algorithm) :

في هذه الخوارزمية تقوم عقدة ببث رسالة إلى جيرانها، والذين بدورهم يبثونها لجيرانهم

وهكذا، حتى يتم بث الرسالة على كل الشبكة، بمعنى أن كل عقدة في الشبكة تقوم باستقبال جميع

الرسائل التي تصل إليها ثم القيام ببحثها مرة أخرى، وهذا ما يعرف باسم الإغمار الأعمى (Blind Flooding).

ويتم وضع رقم خاص بكل حزمة بيانات، بحيث يتم زيادة هذا الرقم بواحد ليكون الرقم الجديد للحزمة التي تليها، وكل عقدة تحتفظ بمعلومات عن مصدر حزمة البيانات (المرسل) ورقم الحزمة، ويتم تمرير حزم البيانات غير المكررة فقط (Ho, 1999).

عند قيام المستقبل بالرد على حزمة البيانات، يتم إرسال هذا الرد في نفس المسار الذي سارت فيه هذه الحزمة للوصول إلى المستقبل ولكن على العكس، (Reverse Path Broadcast) (RPB) فأخر عقدة قامت بتسليم الحزمة للمستقبل تكون هي أول عقدة تبث رد المستقبل على هذه الحزمة، وهكذا يتم سير الحزمة بالعكس حتى تصل هدفها (المصدر أصلاً) (Lee, 2000).

#### ١-١-٢-٢ مزايا خوارزمية الإغمار

- لا تحتاج إلى القيام بعملية جمع المعلومات الدورية الصعبة والمكلفة عن مخطط الشبكة (Net Topology) المتغير باستمرار.
- تتمتع هذه الخوارزمية بوثوقية (Reliability) عالية.

#### ٢-١-٢-٢ سيئات خوارزمية الإغمار

أنها تستعمل كمية غزيرة من مسارات التمرير (Redundant) التي لا حاجة لها وهذا بالطبع يزيد من كمية الكلفة الإضافية ومن احتمالية حدوث تصادم (Collision) بين الحزم ومن كثرة الاختناقات (Congestion) (Sasson, 2003).

#### ٢-٢-٢ خوارزميات البث المتعدد

تم الأخذ بعين الاعتبار عند تصميم هذه الخوارزميات، طبيعة الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة دائمة التغير، لذلك صممت هذه الخوارزميات بحيث أصبحت لها القدرة على التكيف مع مخطط الشبكة المتغير باستمرار لهذا النوع من الشبكات.

وتنقسم البروتوكولات المستخدمة في عملية البث المتعدد إلى قسمين بحسب خوارزمية التمرير المستخدمة في عملية البث المتعدد، وهذان القسمان هما:

أ- البروتوكولات المعتمدة على خوارزمية الشجرة: (Tree-Based Protocol)  
في هذه الخوارزمية تتم عملية الاتصال بأن يتم تقسيم الشبكة إلى مجموعة من الشجيرات تربط عقد الشبكة بحيث يتم تأمين مسار واحد فقط بين أعضاء أي مجموعة بث متعدد (Multicast Group Members)، ويكون لكل عقدة أب واحد\_ عدا عقدة جذر الشجرة\_، وهذا الأب هو المسؤول عن إرسال البيانات للعقدة الابن والقيام بعملية الاستقبال منه ويكون هو الرابط الوحيد بينه وبين بقية العقد.

ومن الأمثلة عن هذا النوع من البروتوكولات:

• بروتوكول الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة، متجه المسافة المنشأ حين الطلب (Ad hoc On Demand Distance Vector, AODV) (Perkins, 2003).

• بروتوكول تمرير البث المتعدد في الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة، (Ad hoc Multicast Routing Protocol, AMRoute)

(Bommaiah, 1999)، (Xie, 2002).

• بروتوكول تمرير البث المتعدد في الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة، باستخدام زيادة أرقام التعريف (AMRIS) (Toh, 1999).

(Ad hoc Multicast Routing Protocol Utilizing Increasing ID-Numbers)

ب- البروتوكولات المعتمدة على خوارزمية الشبكة (Mesh-Based Protocol):

في هذه الخوارزمية يتم تقسيم الشبكة إلى مجموعات تمرير مهمتها تمرير الرسائل من مرسل أو مرسلين إلى مجموعة مستقبلين، وتكون العقد الموجودة ضمن مجموعة التمرير هي المسؤولة فقط عن تمرير حزم البيانات، وتمتاز هذه الخوارزمية بأنها تستطيع تأمين أكثر من مسار بين عقدتين متراسلتين.

ومن الأمثلة على هذا النوع من البروتوكولات:

- بروتوكول تمرير البث المتعدد، المنشأ حين الطلب، (ODMRP) (ON Demand Multicast Routing Protocol) (Lee, 1999).
- بروتوكول النواة المساعدة للشبكة (Core Assisted Mesh Protocol, CAMP) (Garcia, 1999)

## ٣-٢ تصنيف بروتوكولات التمرير

تعرفنا فيما سبق مفهوم الشبكات اللاسلكية، وأن العقد في الشبكة تتراسل فيما بينها، مما أوجد حاجة إلى تحديد كيفية التراسل بين العقد وإلى تنظيم هذه الطرق لكي يتم الاتصال بين العقد المتراسلة بسلاسة وفعالية قدر الامكان وضمن قواعد معينة، وسميت مجموعة من الاجراءات والقواعد التي تسمح بالاتصال بين عقد الشبكة بالبروتوكولات.

وقد وجد الكثير من البروتوكولات التي هدفت إلى تأمين آلية لنقل الرسائل بين العقد المتحركة في الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة (Barua, 2002).

## تصنيف بروتوكولات التمرير بطريقتين

- أ- حسب طريقة عمل البروتوكول.
- ب- حسب نوع المعلومات، المستخدمة في تحديد القفزة التالية في مسار التمرير، الموجودة في العقد الوسطية.

## ١-٣-٢ التصنيف حسب طريقة عمل البروتوكول (Qin, 2001).

- تصنيف البروتوكولات بحسب هذه الطريقة إلى ثلاث فئات، هي :
- أ- البروتوكولات الموجهة بالجدول (Table-Driven Protocols)
- ويحمل هذا النوع من البروتوكولات أيضاً اسم البروتوكولات الجاهزة للعمل (Proactive Protocols).

أهم خاصية في هذا النوع هي أن كل عقدة تحتفظ بجدول معلومات أو أكثر عن مسارات التمرير، بحيث أن كل عقدة تملك مسارات حديثة حتى اللحظة لأي عقدة أخرى في أي وقت حتى لو لم تكن بحاجة إلى التراسل مع تلك العقدة.

وهذه المسارات يتم تحديثها باستمرار، بحيث تتم المحافظة على حداثة معلومات التمرير في جميع العقد عن طريق نشر حزم التحديثات بشكل دوري عبر الشبكة كلما حدث تغيير في أحد مسارات التمرير.

وبما أن مسارات التمرير معروفة مسبقاً، إذن لا يوجد وقت ضائع لمعرفة العقدة التالية في مسار التمرير، ولن يكون هناك وقت تأخير في استكشاف مسار التمرير لأول حزمة بيانات يتم إرسالها عبر مسار التمرير.  
(Zhu, 2002).

ومن الأمثلة على البروتوكولات الموجهة بالجدول:

- بروتوكول متجه المسافة حسب الوجهة

Destination Sequence Distance Vector (DSDV) (Perkins, 1994)

- بروتوكول التوجيه اللاسلكي (WRP) (Wireless Routing Protocol)

(Murthy, 1996).

ب- بروتوكولات موجهة حسب الطلب (On Demand Protocols)

ويحمل هذا النوع من البروتوكولات أيضاً اسم البروتوكولات الرجعية أي التي يعاد تفعيلها (Reactive Protocols).

هنا يتم تحديد مسار التمرير في اللحظة التي يتم فيها الاتصال، والعقدة المصدر هي التي تقوم بعملية اكتشاف وتحديد مسار التمرير إلى العقدة الهدف المستقبلية، وتتم المحافظة على هذا المسار طالما هناك حاجة إليه.

يمتاز هذا النوع من البروتوكولات بأن الكلفة الإضافية المصاحبة لعملية إرسال حزم البيانات يكون أقل من سابقه، لأن عدداً قليلاً فقط من المسارات يتم تحديده وحسب الحاجة، إلا أنه يوجد هنا وقت تأخير مصاحب في عملية إرسال أول حزمة بيانات (Qin, 2001).

ومن الأمثلة على البروتوكولات الموجهة حسب الطلب:

- بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني.

(AODV) Ad Hoc on-Demand Distance Vector

(Perkins, 2003)

- بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي (DSR)

(Dynamic Source Routing Protocol)

(Johnson, 2004), (Johnson, 2001), (Johnson, 1996)

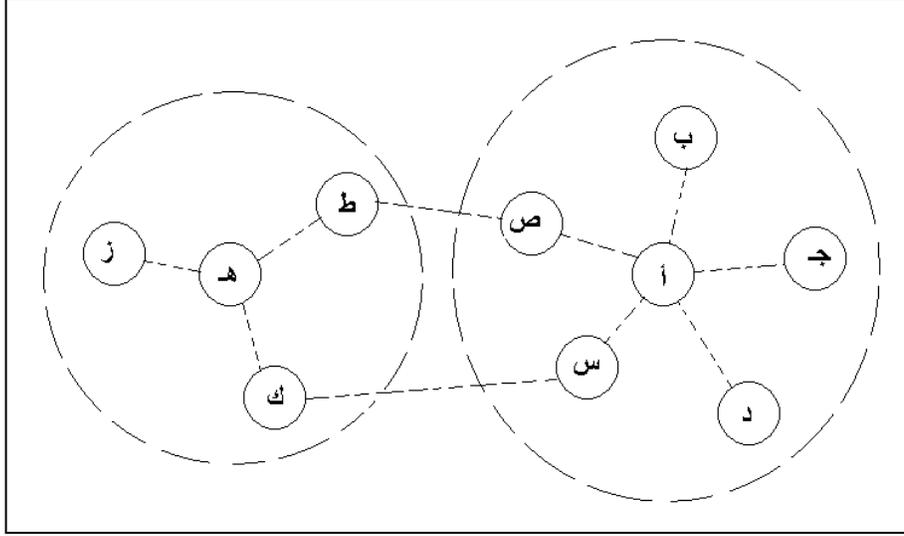
ج- البروتوكولات الهجينة (Hybrid Protocols)

وهي ذلك النوع من البروتوكولات التي تجمع بين الصنفين السابقين من البروتوكولات الموجهة بالجدول والبروتوكولات الموجهة حسب الطلب.

يتم تقسيم طوبغرافية الشبكة إلى مناطق تمرير (مجموعات من العقد)، بحيث تنتمي كل عقدة إلى منطقة تمرير، ويقوم باستخدام بروتوكولات التوجيه المختلفة أياً كان نوعها على العقد في داخل منطقة التمرير وللاتصال بين مناطق التمرير المختلفة. ويتم تحديد منطقة التمرير بناءً على بعد العقد عن بعضها مقيساً بالقفزات بين العقدة وجيرانها.

ومن الأمثلة على البروتوكولات الهجينة:

- بروتوكول منطقة التمرير (ZRP) Zone Routing Protocol (Haas, 2002)



الشكل (١-٣)

يمثل الشكل (١-٣) كيفية عمل بروتوكول منطقة التمرير ويظهر فيه العقدة (أ) وحولها منطقة التمرير الأولى مكونة من العقد (ب)، (ج)، (د)، (س)، (ص) ثم منطقة التمرير الثانية حول العقدة (هـ) والمكونة من العقد (ط)، (ك)، (ز).

مثال العقدة (أ) وجيرانها على بعد قفزة واحدة تشكل منطقة تمرير، والعقدة (هـ) وجيرانها على بعد قفزة واحدة تشكل منطقة تمرير، وكل عقدة يجب أن تعرف هيكلية منطقة التمرير المنتمية لها فقط، وتستخدم البروتوكولات الموجهة بالجدول مثل بروتوكول متجه المسافة حسب الوجهة داخل منطقة التمرير، أما خارج منطقة التمرير أي بين المناطق المختلفة فتستخدم البروتوكولات الموجهة حسب الطلب مثل بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني.

٢-٣-٢ التصنيف حسب نوع المعلومات، المستخدمة في تحديد القفزة التالية.

تصنف البروتوكولات بحسب هذه الطريقة إلى ثلاثة أقسام، هي :

(Gretchen, 2003)

أ - بروتوكول التمرير من المصدر (Source Routing Protocol) :

في هذا النوع من البروتوكولات لا يوجد أية حاجة لتخزين أية معلومات عن عملية التمرير مسبقاً، طالما أن العقدة المصدر هي التي تحدد مسار التمرير بينها وبين العقدة المستقبلية، ثم يضع لأئحة بأسماء القفزات الموجودة في مسار التمرير، في ترويسة حزمة البيانات (Packet Header) .

من مزايا هذا النوع أنه لا يحتاج إلى وجود ذاكرة كبيرة في العقد، ولكن من المآخذ عليه أنه يكبر حجم حزمة البيانات بسبب إضافة الترويسة.

ب- بروتوكول حالة الرابط (Link-State Protocol):

هذا النوع من البروتوكولات يحتاج إلى أن تقوم كل عقدة في الشبكة بتخزين بيانات تحوي وصفاً لكل الشبكة أو على الأقل تحوي وصفاً لمجموعة محلية تكون جزءاً من الشبكة.

وللمحافظة على البيانات يتم تبادل الرسائل بشكل منتظم بين العقد المتجاورة لمعرفة مكونات محيط الجيران المحلي لكل عقدة، وهذه المعلومات تحفظ في جداول، ثم يتم نشرها للعقد الأخرى.

من مزايا هذا النوع من البروتوكولات سهولة اتخاذ قرارات التمرير، بسبب معرفة مخطط الشبكة، ومن سيئاته الكلفة الإضافية بسبب الكمية الهائلة من المعلومات التي يجب تبادلها بين العقد.

ج- بروتوكول متجه المسافة (Distance-Vector Protocol):

تم تطوير هذا البروتوكول عن البروتوكول السابق باختصار كمية المعلومات التي يجب تبادلها بين العقد.

ويتم في هذا النوع من البروتوكولات تخزين درب يوصل إلى أقرب قفزة، لاحقة للعقدة الحالية، في مسار التميرير.

مزيا هذا البروتوكول أنه يتم تبادل المعلومات عن القفزة اللاحقة فقط، عوضاً عن تبادل جميع جداول التميرير، ومن سيئاته أنه لا يعرف أكثر من مسار تميرير واحد بين العقدة والعقد الأخرى التي يمكنه الوصول إليها.

## الفصل الثالث

### بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي

#### Dynamic Source Routing (DSR)

#### تقديم:

يعتبر بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي من احد البروتوكولات الموجهة حسب الطلب، وفيه تقوم العقدة المصدر بعملية اكتشاف وتحديد مسار التمرير إلى العقدة الهدف، ومن ثم المحافظة على هذا المسار طالما هناك حاجة إليه.

وبعد اكتشاف المسار تقوم العقدة المصدر بإرسال حزم البيانات إلى العقدة الهدف من خلال هذا المسار، وذلك بوضع المسار كاملاً في ترويسة رأس الحزمة.

#### ١-٣ آلية عمل بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي.

تنقسم آلية عمل بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي إلى قسمين هما:

- اكتشاف المسار بين العقدة المصدر والعقدة الهدف.
- إدامة المسار والمحافظة عليه.

#### ١-١-٣ اكتشاف المسار

عند قيام العقدة المصدر بإرسال حزمة بيانات إلى العقدة الهدف فإنها تتبع تسلسل الخطوات التالي :

١. تبحث في ذاكرتها المعدة لحفظ المسارات (Route Cache) عن مسار للهدف، فإن وجدته وضعته بالكامل في ترويسة الحزمة المرسله، ثم ترسلها.
٢. إذا لم يتم العثور على مسار، يتم استدعاء آلية اكتشاف المسار، والتي تقوم بإرسال رسالة طلب مسار (Route Request) إلى العقد المحيطة بالعقدة المصدر أي جيرانها، وإذا كانت هذه العقدة الجارة ليست هي العقدة الهدف أو أنها لا تملك مساراً للعقدة

الهدف، فإنها تقوم بإعادة إرسال طلب المسار إلى جيرانها بعد أن تكون قد أضافت نفسها إلى لائحة المسار الموجودة في الترويسة.

تحتوي رسالة طلب المسار عنوان المصدر، وعنوان الهدف، ورقم رسالة الطلب، ولائحة فارغة ستحتوي في النهاية مسار التوجيه الذي سيستخدم في إرسال حزم البيانات.

عند وصول طلب المسار إلى العقدة الهدف أو إلى عقدة لديها مسار إلى العقدة الهدف، فإنها تقوم بالبحث عن مسار للعقدة المصدر في ذاكرة المسارات لديها، فإذا وجدته حملته في رسالة جواب المسار وأرسلتها، وإلا فإنه يتم استدعاء آلية اكتشاف المسار للحصول على مسار إلى العقدة المصدر، ويتم تحميل رسالة جواب المسار في رسالة طلب اكتشاف المسار؛ منعاً لحدوث حالة من الدوران اللانهائي (Infinite Recursion) (Johnson, 2001).

٣. تقوم العقدة المصدر بتخزين جميع المسارات التي وردت لها في ردود رسالة طلب المسار في ذاكرة المسارات، ويتم ترتيب هذه المسارات حسب طولها أي بعدد القفزات الموجودة فيها، الأقصر أولاً ثم الأطول وهكذا، وإذا تساوى طول مسارين أو أكثر لنفس المصدر والهدف، فالرد الذي يصل أولاً يوضع في أعلى القائمة الموجودة في ذاكرة المسارات، والرد الذي يليه يوضع بعده، وهكذا يكون أحدث مسار في أسفل قائمة المسارات المتساوية بالطول.

٤. عند الإرسال تقوم العقدة المصدر بأخذ أول مسار مخزن لديها في ذاكرة المسارات وتحمله في ترويسة الرسالة التي سترسلها، ثم ترسل الرسالة.

٥. إذا انقطع المسار الذي يتم عليه إرسال الرسائل، فإن العقدة المصدر تحذف المسار المقطوع من ذاكرتها ثم تأخذ المسار الذي يليه وتقوم بإرسال بقية الرسائل عليه، وهكذا تستمر عملية الإرسال.

تختلف ردة فعل العقدة التي تستقبل طلب المسار حسب ما يلي:

- أ- تتحقق العقدة المستقبلية من رقم طلب المسار الفريد وعنوان العقدة المصدر المرسله له، فإذا كان هذا الطلب قد تمت رؤيته من قبل فإنها تحذفه.
- ب- إذا كانت العقدة المستقبلية هي العقدة الهدف فإنها ترسل رسالة جواب مسار إلى العقدة المصدر.
- ج- إذا كانت العقدة تملك مساراً للهدف يتم دمج المسار الموجود في رسالة طلب المسار مع المسار الموجود في ذاكرة مساراتها، وتتأكد من عدم وجود دوران لانها في المسار ثم تقوم بإرسال رسالة جواب المسار.
- د- إذا كانت العقدة المستقبلية ليست هي العقدة الهدف ولا تملك مساراً للهدف، فإنها تضيف نفسها إلى قائمة العقد الوسيطة المسجلة في رسالة طلب المسار، ثم تقوم ببيث رسالة طلب المسار إلى جيرانها.

### ٣-١-٢-٢ إدامة المسار

تتم عملية إدامة المسار بالتأكد من وصول الرسالة إلى العقدة الهدف كما يلي:

١. تتم متابعة الرسالة التي أرسلت من العقدة المصدر حتى وصولها إلى العقدة الهدف، وتتم هذه العملية بأن تتأكد كل عقدة مرسله من وصول الحزمة المرسله إلى العقدة (التالية) جارتها في المسار، إما عن طريق إعادة حزمة تأكيد الاستلام (Acknowledgment Packet) من العقدة التالية أو عن طريق الاستماع إلى العقدة التالية والتأكد من أنها أرسلت الحزمة.

٢. إذا لم تتأكد العقدة من وصول الحزمة إلى جارتها، فإنها تقوم بمحاولة إرسالها مرة أخرى ولعدد محدود من المحاولات حتى تتأكد من وصولها. بعد عدد من محاولات الإرسال الفاشلة (أي لم يتم تأكيد الوصول من العقدة اللاحقة)، تقوم هذه العقدة المرسله بإرسال رسالة خطأ إلى العقدة المصدر لكي تلغي هذا المسار من ذاكرة مساراتها.

٣. تحاول العقدة التي حصل عندها الخطأ أن تنفذ (Salvage) الحزمة بالبحث في ذاكرة مساراتها عن مسار لديها يقود إلى الهدف، حيث تستبدل المسار في رسالة طلب المسار

بمسارها أو تبقى على الجزء السليم من المسار وتستبدل الجزء من المسار بعد نقطة الانقطاع بمسار من ذاكرة مساراتها والمسار الناتج يجب ألا يحوي تكرار، وإن لم تجد المسار المطلوب ( فشلت عملية الانقاذ)، يتم حذف هذه الحزمة، وعادة تتم عملية إنقاذ الحزمة لمرة واحدة فقط (Johnson, 2004).

## الفصل الرابع

### الدراسات السابقة

#### تقديم:

سعت الدراسات السابقة المتعلقة بدراسة بروتوكولات التمرير على مختلف أنواعها في الشبكات اللاسلكية الأنية المتنقلة، إلى محاولة تحسين أداء البروتوكولات. واهتم الكثير منها في معالجة المشاكل التي تنتج عن حركة العقد، أو استهلاك طاقة البطارية، وغيرها من المشاكل. نستعرض في هذا الفصل بعض الدراسات السابقة التي هدفت إلى تحسين أداء بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي.

٤-١ استخدام الحزمة الفعالة في تحسين بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي. تقوم هذه الدراسة على أساس إنشاء حزمة نشطة (Active Packet)، تقوم بزيارة كل عقد الشبكة، وتقوم بجمع أحدث المعلومات عن طبيعة الشبكة من خلال زيارتها الأولى لكل عقدة في الشبكة، وفي الزيارة الثانية لعقد الشبكة، تقوم كل عقدة بتعديل المسارات المخزنة في ذاكرتها بناء على المعلومات الموجودة في الحزمة الفعالة، وبالفعل تحسن أداء البروتوكول فقد كانت نتائج المحاكاة إيجابية حيث، ارتفعت نسبة تسليم الحزم وانخفض عدد حزم التوجيه في الشبكة (He, 2001).

٤-٢ تحسين بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي بتبادل معلومات الجوار (Chen, 2002).

استخدمت هذه الدراسة طريقة تبادل معلومات الجوار بين عقد المسار الواقع بين المصدر والهدف.

يتم تضمين حزم البيانات وحزم إشعار الاستلام بمعلومات عن العقد الجارة، حيث تقوم العقدة المصدر بتسجيل العقد الجارة لها في حزمة البيانات المرسله، وبالتالي فعند مرور هذه الحزمة على العقد الوسيطة فإنها بدورها تقوم بإضافة جيرانها وهكذا تفعل العقدة الهدف عند استلامها

لهذه الحزمة، ويتم تحميل المعلومات الجديدة عن الجيران في حزمة إشعار الاستلام المرسل من الهدف إلى المصدر، وبهذه الطريقة تقوم كل عقدة بتحديث معلومات ذاكرة المسارات التابعة لها.

وقد كانت نتائج المحاكاة إيجابية حيث ارتفعت نسبة تسليم الحزم وانخفض عدد مرات استدعاء آلية استكشاف المسار، وبالمقابل ازداد طول حزمة البيانات وطول حزمة إشعار الاستلام (Qin, 2002).

٣-٤ زيادة نسبة تسليم الحزم في بروتوكول التمرير المصدري بالتنبؤ بحدوث انقطاع

تم في هذه الدراسة إضافة خوارزمية تنبؤ بانقطاع المسار إلى بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي، تستخدم هذه الخوارزمية قوة الإشارة لكي تتنبأ بزمن حدوث انقطاع وترسل رسالة خطأ مسار (Route Error) لمصادر الحزم التي تعبر هذا المسار في حال بدأت إحدى عقده بالتحرك خارج مدى جيرانها .

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن الحزم الضائعة قلت بنسبة ٢٠%، وأظهرت كذلك زيادة في نسبة تسليم الحزم مع إزدياد في الكلفة الإضافية (Qin, 2002).

#### ٤-٤ دراسات المقارنة

هدفت دراسات المقارنة التي قام بها الباحثون السابقون إلى مقارنة البروتوكولات مع بعضها البعض وإظهار محاسن ومساوئ كل منها.

فمن خلال هذه المقارنات يستطيع الباحث التعرف على محاسن ومساوئ البروتوكولات ومحاولة القيام بدراسات للتخلص من هذه المساوئ أو تصميم بروتوكولات جديدة تزيد من فعالية المحاسن وتتجنب المساوئ التي تعاني منها بعض البروتوكولات الحالية .

وقد تطرقت مجموعة من دراسات المقارنة مثل : (Bansal, 2003) and (Naski, 2004) إلى دراسة البروتوكولات بالاعتماد على عدد من المقاييس لتقويم أداء هذه البروتوكولات، ومن هذه المقاييس :

١ . نسبة استلام الحزم.

هي النسبة بين العدد الكلي للحزم المستقبلية بواسطة العقدة الهدف إلى العدد الكلي للحزم المرسل من العقدة المصدر، وهذه النسبة تقيس قدرة البروتوكول على إيصال الحزم إلى هدفها.

٢ . الكلفة الإضافية للتمرير.

هي النسبة بين العدد الكلي لحزم التحكم إلى العدد الكلي لحزم البيانات المستقبلية بواسطة العقدة الهدف، وهذه النسبة تقيس الكلفة الإضافية لكل حزمة بيانات مستقبلية.

٣ . معدل التأخير بيننهايتين.

هو الوقت اللازم لانتقال الرسائل بين العقدة المصدر والعقدة الهدف، ويتضمن أيضاً كل التأخيرات الممكنة، مثل التأخير الناتج عن آلية اكتشاف المسار، والتأخير الناتج عن إعادة الإرسال.

## الفصل الخامس

### الدراسة المقترحة

#### تقديم:

يعتمد بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي في قدرته على توصيل الرسائل بشكل أساسي على المسارات المخزنة في ذاكرات المسارات الموجودة في العقد. ويتم تجميع المعلومات عن هذه المسارات عن طريق رسائل طلب المسار ومن ثم الاحتفاظ بجميع الردود المباشرة (الردود على طلب توجيه من المصدر) الصحيحة الواصلة، وعن طريق الرسائل التي تمرر من خلال هذه العقد. ويتم عادة ترتيب المسارات في ذاكرة المسارات للعقدة تصاعدياً حسب عدد القفزات، فالمسار الأقل عدداً من حيث القفزات يوضع أولاً ثم يليه الأكثر عدداً وهكذا...، وفي حالة تساوي مسارين بعدد القفزات يوضع المسار الذي وصل أولاً قبل المسار الذي وصل لاحقاً.

#### ١-٥ وصف المشكلة التي دعت إلى هذه الدراسة

يعاني بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي من كثرة انقطاع مسارات التمرير في حالة حركة العقد السريعة، بالإضافة إلى عدم فعالية عدد من المسارات المخزنة في ذاكرة المسارات في العقد بسبب انقطاعها وعدم تحديثها باستمرار، إلا حين الحاجة إليها.

#### ١-١-٥ المشكلة الأولى (طريقة ترتيب المسارات)

ترتب مسارات التوجيه الواردة للعقدة بحيث يوضع الأقصر من حيث عدد القفزات أولاً ثم الذي يليه وهكذا... ثم ترتب المسارات من حيث اقدمية وصولها للعقدة في حالة تساويها بالطول، بحيث يتم وضع أحدث مسار في الأسفل. وبسبب سرعة حركة العقد، والتي هي أحد المسببات الرئيسية في إنقطاع المسارات، تكون المسارات الأولى (الأقدم) في ذاكرة المسارات قد انقطعت، وبحسب خوارزمية انتقاء المسار، حيث يتم استخدام المسار الأول ثم التالي حسب ترتيبها في جدول

المسارات المكسد (Stack) في ذاكرة مسارات العقدة، وإلى أن يصل الدور إلى المسار الأحدث فإنه من الممكن أن يكون قد انقطع هو الآخر وأصبح قديماً.

وبهذه الطريقة ستحتاج العقدة المصدر إلى إعادة إرسال طلب مسار مما يشكل عبئاً على الشبكة ويزيد قيمة الكلفة الإضافية المصاحبة لعملية التمرير، ويقلل من نسبة تسليم حزم البيانات بين العقدة المصدر والعقدة الهدف.

#### ٢-١-٥ المشكلة الثانية (معالجة الردود المتكررة)

تكرار طلب إكتشاف مسار من مصدر ما لنفس الهدف لكل حزمة- من مجموعة متلاحقة من الحزم مرسله لهذا الهدف- لم يتم إرسالها لعدم وجود مسار، وتكرار الحصول على نفس الرد لأكثر من مرة لنفس الهدف ولنفس المصدر، مما يسبب كلفة لا داعي لها واستغلال لذاكرة العقد بلا داعي.

#### ٢-٥ الدراسة المقترحة لمعالجة المشكلة

للتخلص من هذه المشكلة ومحاولة زيادة نسبة تسليم حزم البيانات بين العقدة المصدر والعقدة الهدف، وتقليل الكلفة الإضافية المصاحبة لعملية التمرير، تم دراسة المقترح التالي:

#### ١-٢-٥ الدراسة المقترحة لمعالجة مشكلة ترتيب المسارات

في حالة تساوي مسارين بعدد القفزات فإنه يتم وضع المسار الأحدث قبل المسار الأقدم في ذاكرة المسارات الموجودة في العقدة، بغض النظر عن طريقة وصول المسار الجديد.

#### ٢-٢-٥ الدراسة المقترحة لمعالجة مشكلة الردود المتكررة

يتم تخزين أول رد على رسالة إكتشاف المسار، وتهمل الردود اللاحقة لعدد معين من الردود، لأنها ستكون مكررة.

إن الهدف من الدراسة المقترحة هو محاولة زيادة نسبة تسليم حزم البيانات بين العقدة المصدر والعقدة الهدف، وتقليل الكلفة الإضافية المصاحبة لعملية التمرير.

إجمالاً تتلخص أهداف الدراسة بشكل عام كما يلي:

- زيادة نسبة تسليم الحزم .
- تقليل الكلفة الإضافية.

## الفصل السادس

### محاكاة بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي

تقديم:

نظراً لصعوبة توفر بيئة واقعية لتطبيق البروتوكولات المقترحة وتجريبها، وما يصاحب ذلك من تكلفة مادية وزمن وجهد وظروف عمل لا يمكن التحكم بها دائماً، وعدم إمكانية وجود بيئة واقعية تملك ظروفاً وعوامل ثابتة لتجريب بروتوكولات مختلفة فيها، برزت الحاجة لاستخدام محاك يقوم بما ذكر .

يعتبر المحاكيان (NS2) & (GloMoSim) من أشهر المحاكيات المستخدمة لتقييم البروتوكولات في الشبكات السلكية واللاسلكية والشبكات الآنية.

يتم استخدام المحاكى لتقييم أداء البروتوكول ومقارنته مع البروتوكولات الأخرى وذلك باستخدام عدة معايير للتقييم من حيث حركة العقد وعدد الحزم الضائعة ونسبة التسليم، عند تعريف المحاكى لنفس الظروف.

تم استخدام المحاكى (Global Mobile Systems Simulator - GloMoSim) وهو مخصص للأغراض البحثية في هذه الدراسة، ويمكن الحصول على نسخة منه من الرابط التالي :

<http://pcl.cs.ucla.edu/projects/gloMosim/academic/licence.html>

#### ١-٦ بيئة المحاكاة

تم اختيار بيئة المحاكاة لهذه الدراسة وفق أوراق بحثية استخدمت فرضيات مشابهة للفرضيات التي تستخدمها هذه الدراسة ومن هذه الأوراق البحثية دراسة (Marina, 2001)، فكانت بيئة المحاكاة الافتراضية على النحو التالي:

المحاكاة لشبكة لاسلكية آنية متنقلة تستخدم بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي، مكونة من (٥٠) عقدة تنتشر وتتحرك في مساحة محاكاة مستطيلة مداها (٢٢٠٠م × ٦٠٠م)، والمدى

الراديو للبت هو (٢٥٠م)، وعدد العقد المصدرية (١٠) عقد، وتم استخدام بروتوكول ( IEEE 802.11 ) كبروتوكول التحكم لطبقة الوصول (Mac)، واستخدم مصدر سرعة بثه ثابتة (Constant Bit Rate CBR) في طبقة التطبيقات بمعدل إرسال حزم مختلف حسب طبيعة التجربة.

ويبين الجدول التالي متغيرات المحاكاة التي استخدمت:

عدد العقد	٥٠
عدد العقد المصادر	١٠
مساحة المحاكاة	٢٢٠٠ م × ٦٠٠ م
أقصى سرعة لحركة العقد مقيسة بالمتري/ثانية	١٠م/ث، ٣٠م/ث، ٥٠م/ث
زمن المحاكاة	٩٠٠ ث
زمن توقف العقدة عن الحركة بالثانية	صفر، ١٠٠، ٢٠٠، ..، ٩٠٠ ث
معدل إرسال الحزم مقيساً بالحزمة /ثانية	١، ٢، ٤

جدول (٦-١) : معاملات المحاكاة

## ٦-٢ مقاييس الأداء المستخدمة

استخدمت هذه الدراسة المقاييس التالية لتقييم الأداء:

١. نسبة تسليم الحزم:

هي النسبة المئوية بين العدد الكلي للحزم المستقبلية من الهدف إلى العدد الكلي للحزم المنتجة من المصدر.

٢. نسبة الكلفة الإضافية:

هي النسبة بين العدد الكلي لحزم التحكم إلى العدد الكلي لحزم البيانات المستقبلية بواسطة العقدة الهدف.

٣. نسبة عدد الحزم الضائعة:

هي النسبة المئوية لعدد الحزم التي تم إرسالها من المصدر ولكنها فشلت في الوصول للهدف، إلى العدد الكلي للحزم المنتجة من المصدر.

٤. نسبة عدد الحزم المنقذة:

هي النسبة المئوية لعدد الحزم التي يتم إنقاذها خلال عبورها الشبكة باتجاه الهدف، إلى العدد الكلي للحزم المنتجة من المصدر.

إنقاذ الحزمة هي العملية التي تقوم بها العقدة لإيصال حزمة إلى هدفها بعد انقطاع مسارها، بواسطة مسار بديل من ذاكرتها.

تتأكد كل عقدة من أن الحزمة التي أرسلتها قد وصلت للعقدة التي تليها، سواء بالاستماع لإعادة بثها من العقدة الجارة، أو عن طريق استلامها رسالة تأكيد الوصول، وإذا لم تتأكد العقدة المرسل أن الحزمة قد وصلت فإنها تعيد إرسال الحزمة مرة أخرى، وإذا لم تتأكد من وصول الحزمة فإنها تعتبر أن المسار الذي تبث عليه هو مسار مقطوع ولن تصل الحزمة إلى هدفها عبره، لذلك تبحث في ذاكرتها المعدة لتخزين المسارات عن مسار بديل يوصل لهدف الحزمة في محاولة منها لإيصال الحزمة، وهذا ما يسمى بإنقاذ الحزمة.

٥. عدد المسارات المخزنة:

يمثل هذا المعيار مقدار استهلاك ذاكرة العقدة بحيث تخزن العقدة كل المسارات التي تعبرها أو التي تسمعها من جيرانها في مكان خاص يدعى ذاكرة المسارات، وكلما قل عدد المسارات المخزنة، قل استهلاك الذاكرة.

٦. عدد المسارات المقطوعة:

هي المسارات التي تم استخدامها في محاولة إرسال حزم عبرها للهدف، ثم تبين أنها غير صالحة بسبب خروج عقدة أو أكثر من عقد المسار عن مجال تغطية أحد جيرانها.

## ٣-٦ نتائج المحاكاة

يتم هنا مقارنة نتائج محاكاة بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي الأصلي مع بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل.

١-٣-٦ الدراسة الأولى، تغيير طريقة ترتيب المسارات:

يقوم بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي بترتيب المسارات الواصلة للعقدة الأقصر أولاً ثم الأطول، وهكذا... وفي حال تساوي مسارين بعدد القفزات، يتم وضع المسار الأقدم فوق المسار الأحدث.

قامت هذه الدراسة على فكرة أنه في حالة تساوي مسارين بعدد القفزات فإنه يتم وضع المسار الأحدث قبل المسار الذي وصل قبله مباشرة، وتم اختبار هذه الدراسة عن طريق زيادة الحمل على البروتوكول بطريقتين:

أ . زيادة معدل إرسال الحزم في الثانية.

ب. زيادة معدل سرعة حركة العقد في الثانية.

فكانت نتائج هذه الدراسة كما يلي:

١-٣-٦-١ الحالة الأولى: زيادة معدل إرسال الحزم في الثانية.

استخدمت هذه الدراسة بيئة افتراضية تكون فيها الشبكة مكونة من (٥٠) عقدة تنتشر وتتحرك في مساحة محاكاة مستطيلة مداها (٢٢٠٠م × ٦٠٠م)، بسرعة حركة ثابتة للعقد تساوي ما بين صفر إلى ١٠ م/ث تختار عشوائياً، والمدى الراديوي للبحث هو (٢٥٠م)، وعدد العقد المصدر (١٠) عقد، وتستخدم بروتوكول (IEEE 802.11) كبروتوكول التحكم لطبقة الوصول (Mac).

ومع الإبقاء على البيئة الافتراضية ثابتة، تم تغيير معدل إرسال الحزم في الثانية (CBR)، حسب طبيعة التجربة، كما يلي:

أ . معدل إرسال الحزم هو حزمة واحدة في الثانية.

ب . معدل إرسال الحزم هو حزمتين في الثانية.

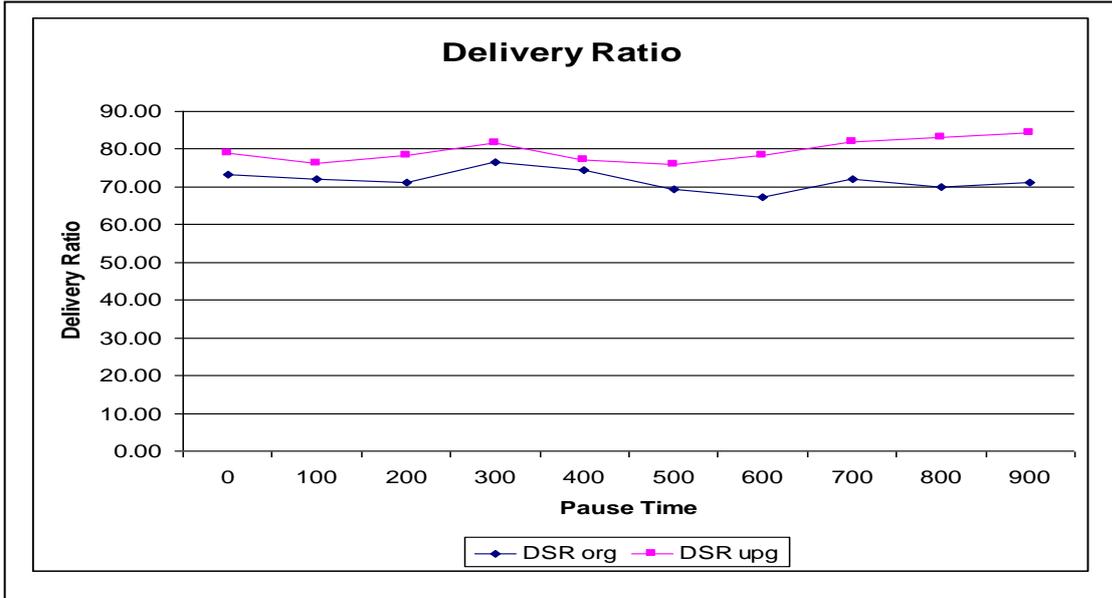
ج . معدل إرسال الحزم هو أربع حزم في الثانية.

وتم إجراء خمسين تجربة، فيها خمس توزيعات مختلفة (Seed) لكل منها عشرة أزمان توقف (Pause Time) مختلفة، لكل دراسة على كلا البروتوكولين الأصلي والمعدل.

ملاحظة: في جميع الأشكال الموجودة في هذه الرسالة، يرمز لبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي بالرمز DSR org ولبروتوكول التمرير المصدري الديناميكي المعدل بالرمز DSR upg.

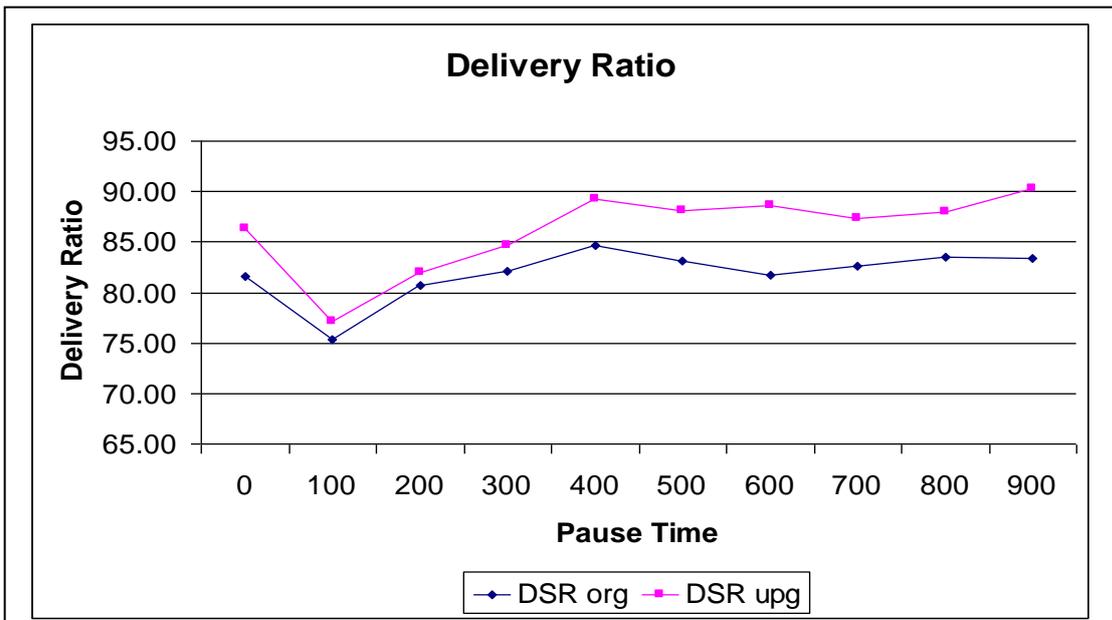
أولاً: نسبة تسليم الحزم

تمثل الأشكال أدناه مقارنة في نسبة تسليم حزم البيانات بين العقدة المصدر والعقدة الهدف في البروتوكولين الأصلي والمعدل.

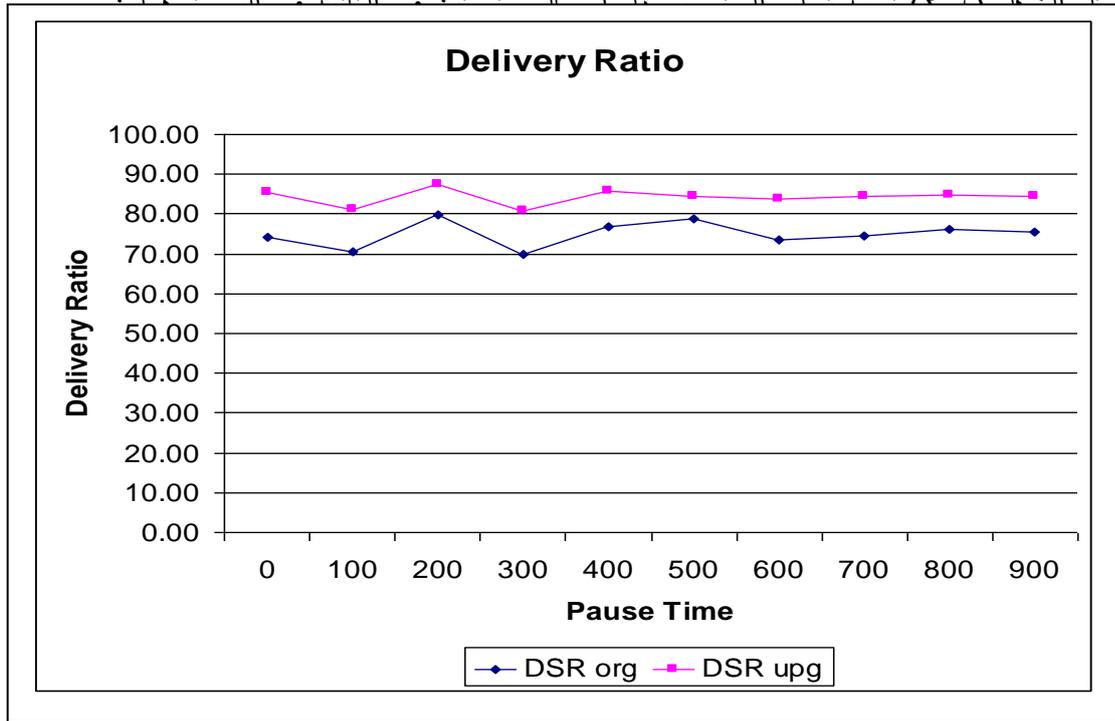


الشكل (١-٦)

يمثل الشكل (١-٦) نسبة تسليم الحزم بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٢-٦)



الشكل (٣-٦)

يمثل الشكل (٣-٦) نسبة تسليم الحزم بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين.

في الأشكال الثلاثة السابقة (١-٦) و(٢-٦) و(٣-٦) هنالك تحسن في نسبة تسليم الحزم في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٥.٨٦ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية. وبمعدل ٧.٨٦ لكل أوقات التوقف.

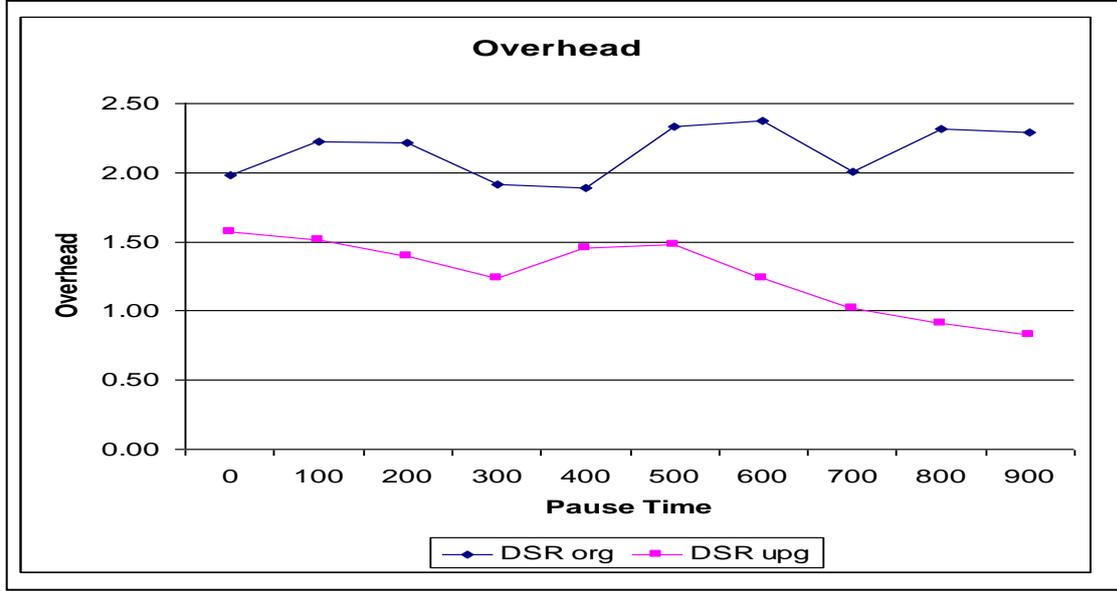
ب. ٤.٧٠ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمتين في الثانية. وبمعدل ٤.٢٨ لكل أوقات التوقف.

ج. ١١.٤٩ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال أربع حزم في الثانية. وبمعدل ٩.٣٢ لكل أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق زيادة في نسبة تسليم الحزم بالنسبة لمعدل إرسال يساوي حزمة واثنين وأربع حزم في الثانية.

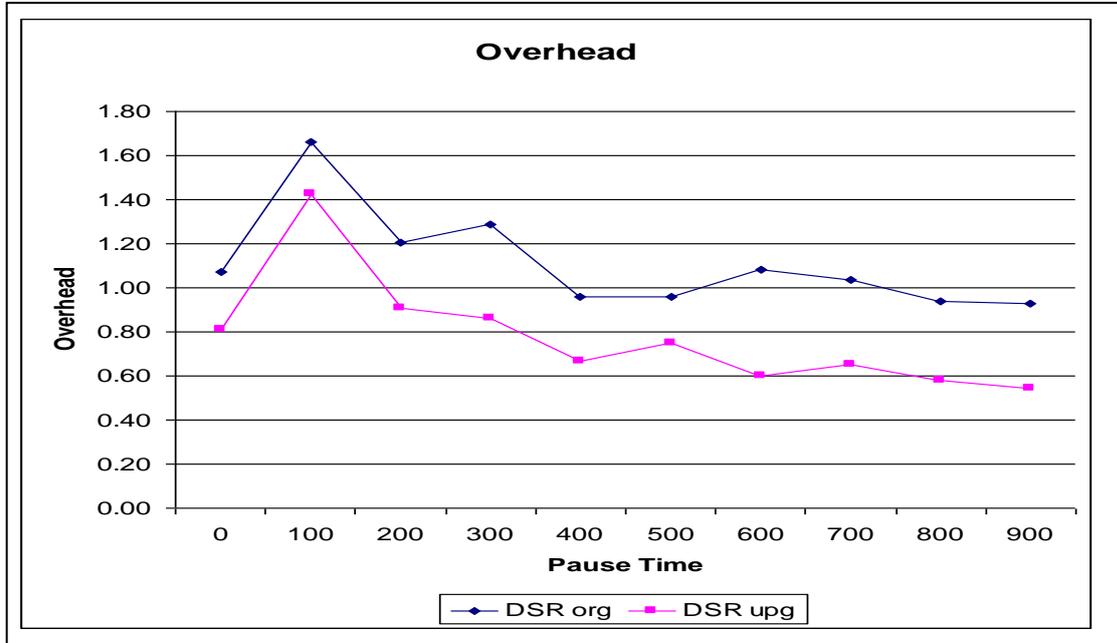
## ثانياً: نسبة الكلفة الإضافية

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين نسبة الكلفة الإضافية في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



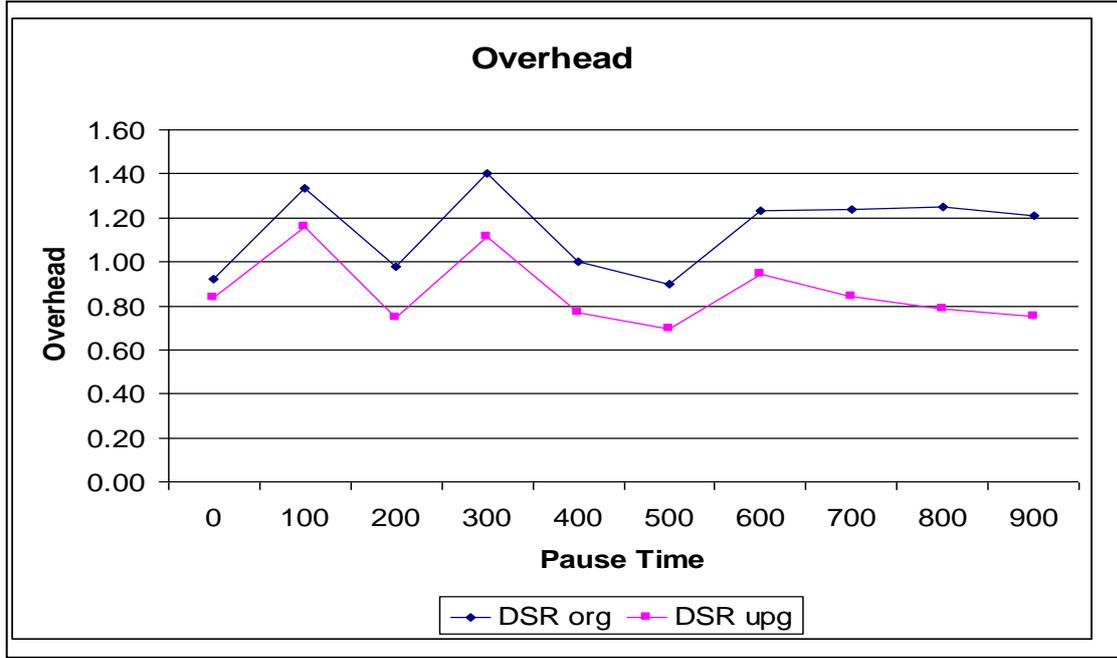
الشكل (٤-٦)

يمثل الشكل (٤-٦) نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٥-٦)

يمثل الشكل (٥-٦) نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال حزمتين في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٦-٦)

يمثل الشكل (٦-٦) نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين.

في الأشكال الثلاثة السابقة (٤-٦) و(٥-٦) و(٦-٦) هنالك انخفاض في نسبة الكلفة الإضافية المصاحبة للحزمة الواحدة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٠.٤١ لكل حزمة عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية، وبمعدل ٠.٨٩ لكل حزمة لجميع أوقات التوقف.

ب. ٠.٢٦ لكل حزمة عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمتين في الثانية. وبمعدل ٠.٣٣ لكل حزمة لجميع أوقات التوقف.

ج. ٠.٠٨ لكل حزمة عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال أربع حزم في الثانية. وبمعدل ٠.٢٨ لكل حزمة لجميع أوقات التوقف.

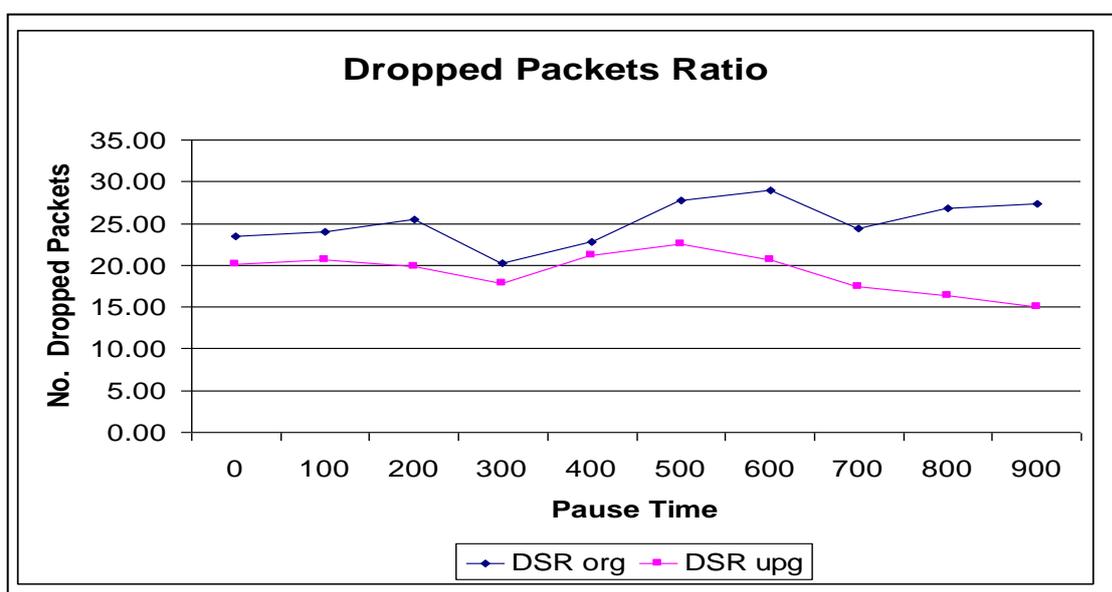
نستنتج أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في نسبة الكلفة الإضافية بالنسبة لمعدل إرسال يساوي

حزمة واثنين وأربع حزم في الثانية.

ثالثاً: نسبة عدد الحزم الضائعة

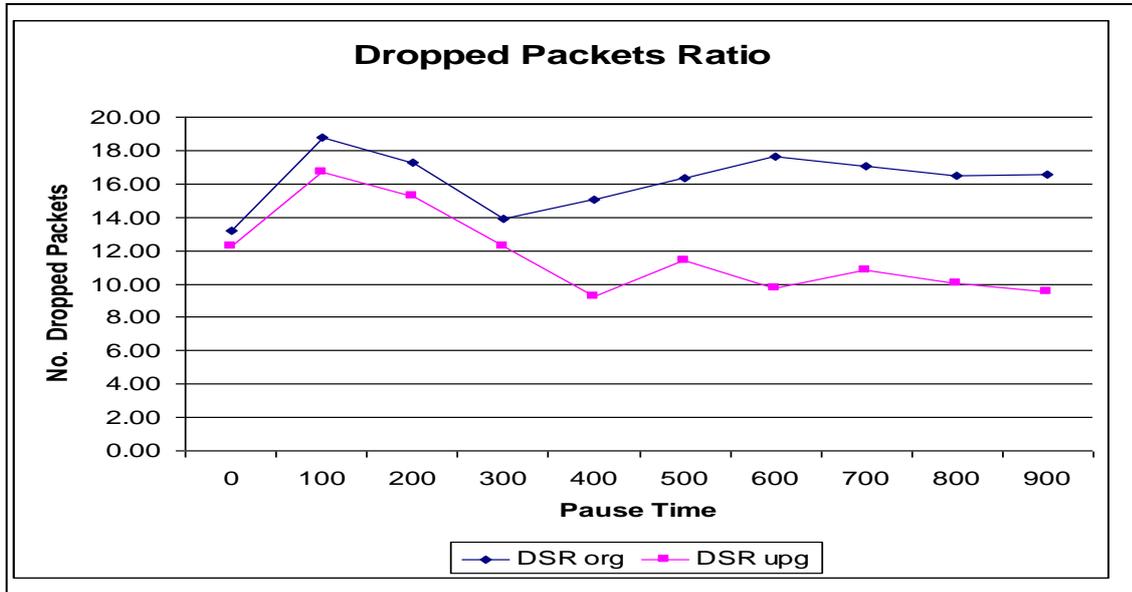
وهي الحزم المفقودة نتيجة إنقطاع المسار فقط، ولا تشمل أية حزم مفقودة لأسباب أخرى، ولهذا السبب أحياناً قد لا يتساوي مجموع الحزم المستلمة والحزم الضائعة مع مجموع الحزم المرسل. (دالة RoutingDsrPacketDropNotificationHandler من برنامج Dsr.pc الموجود في محاكي (GloMoSim).

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين نسبة الحزم الضائعة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



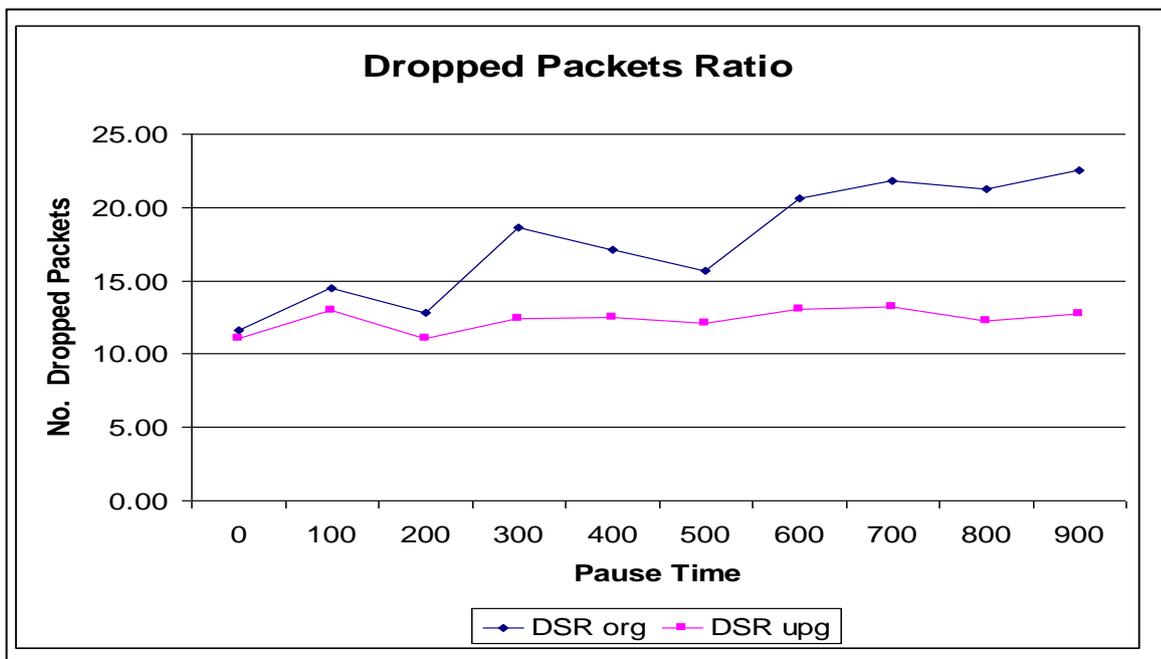
الشكل (٧-٦)

يمثل الشكل (٧-٦) نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٨-٦)

يمثل الشكل (٨-٦) نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال حزمين في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٩-٦)

يمثل الشكل (٦-٩) نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين.

في الأشكال الثلاثة السابقة (٦-٧) و(٦-٨) و(٦-٩) هنالك انخفاض في نسبة الحزم الضائعة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار تصل إلى:

أ. ٣.٣١ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية، وبمعدل ٥.٩٦ لجميع أوقات التوقف.

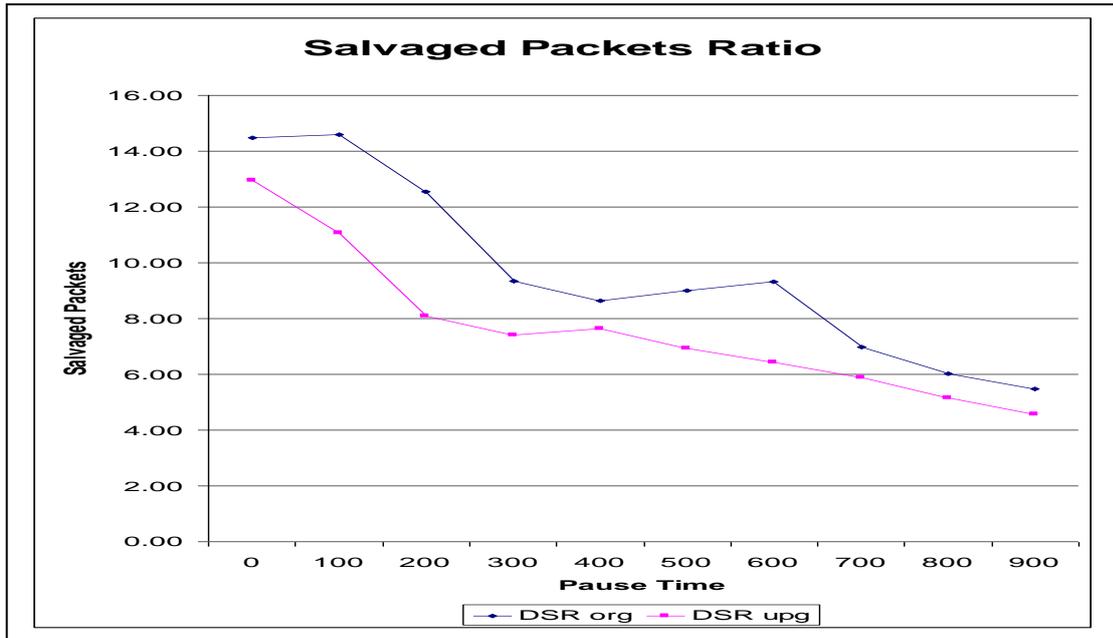
ب. ٠.٩٦ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمتين في الثانية، وبمعدل ٤.٥١ لجميع أوقات التوقف.

ج. ٠.٦٠ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال أربع حزم في الثانية. وبمعدل ٥.٣١ لجميع أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في نسبة الحزم الضائعة بالنسبة لمعدل إرسال يساوي حزمة، واثنين وأربع حزم في الثانية.

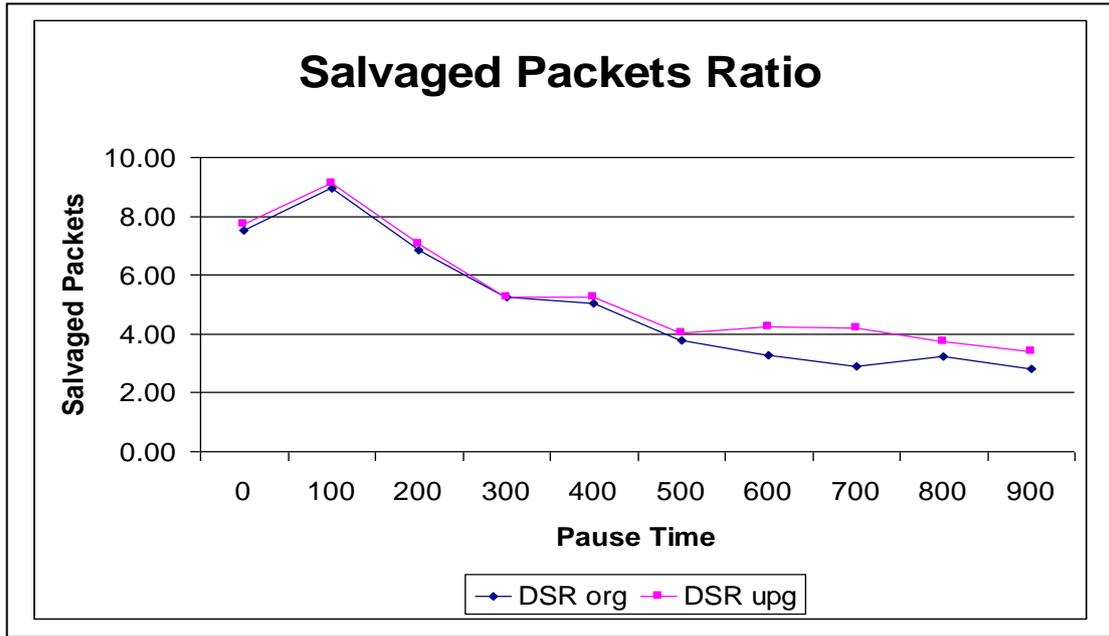
رابعاً: نسبة الحزم المنقذة

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين نسبة الحزم المنقذة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



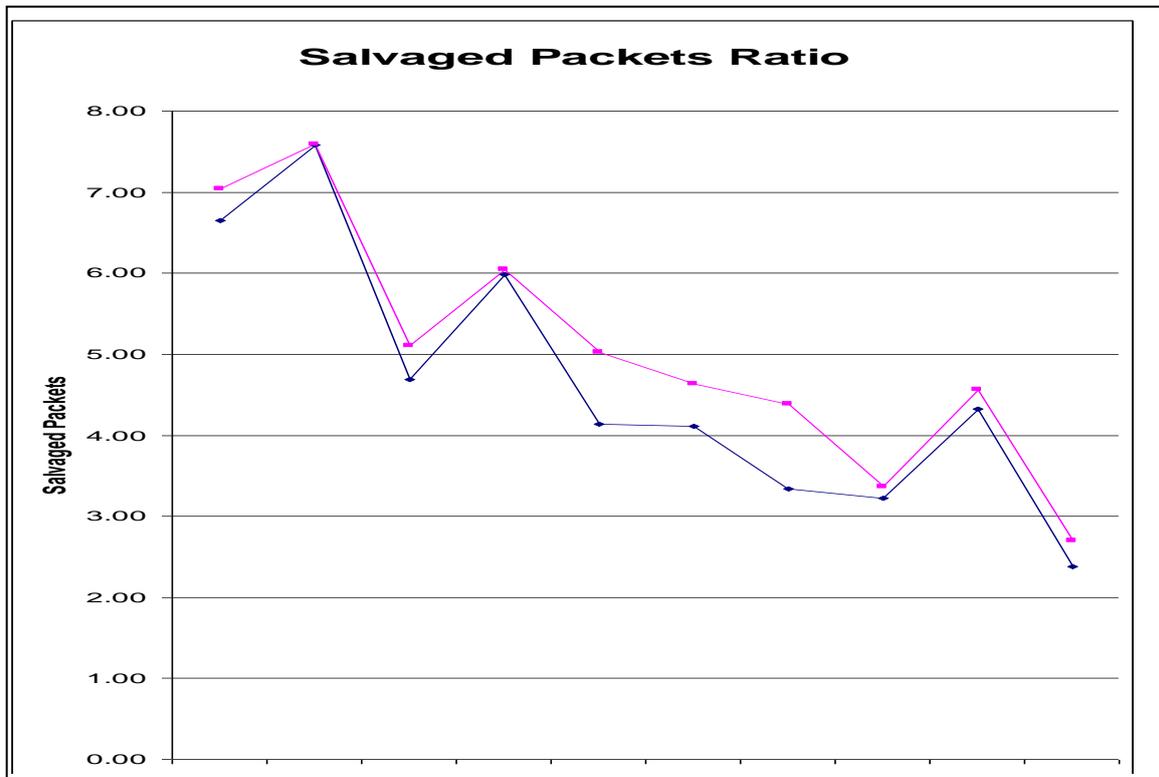
الشكل (٦-١٠)

يمثل الشكل (٦-١٠) نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٦-١١)

يمثل الشكل (٦-١١) نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال حزمتين في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٦-١٢)

يمثل الشكل (١٢-٦) نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين. في الأشكال الثلاثة السابقة (١٠-٦) و(١١-٦) و(١٢-٦) نستنتج ما يلي في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي كما يلي:

أ. ١.٥١ هي مقدار الانخفاض في نسبة الحزم المنقذة، عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية، وبمعدل ٢.٠٢ لجميع أوقات التوقف.

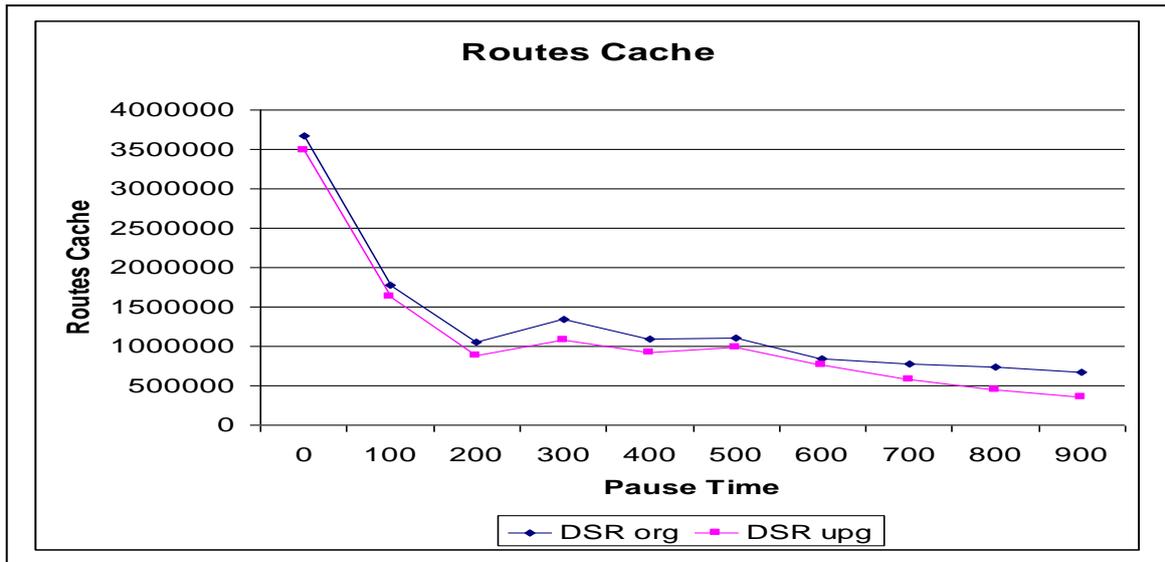
ب. ٠.٢٠ هي مقدار الزيادة في نسبة الحزم المنقذة، عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمتين في الثانية، وبمعدل ٠.٤٥ لجميع أوقات التوقف.

ج. ٠.٣٩ هي مقدار الزيادة في نسبة الحزم المنقذة، عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال أربع حزم في الثانية. وبمعدل ٠.٤٠ لجميع أوقات التوقف.

نلاحظ أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في نسبة الحزم المنقذة بالنسبة لمعدل إرسال يساوي حزمة، ثم زادت نسبة الحزم المنقذة في حالة إرسال حزمتين وأربع حزم في الثانية.

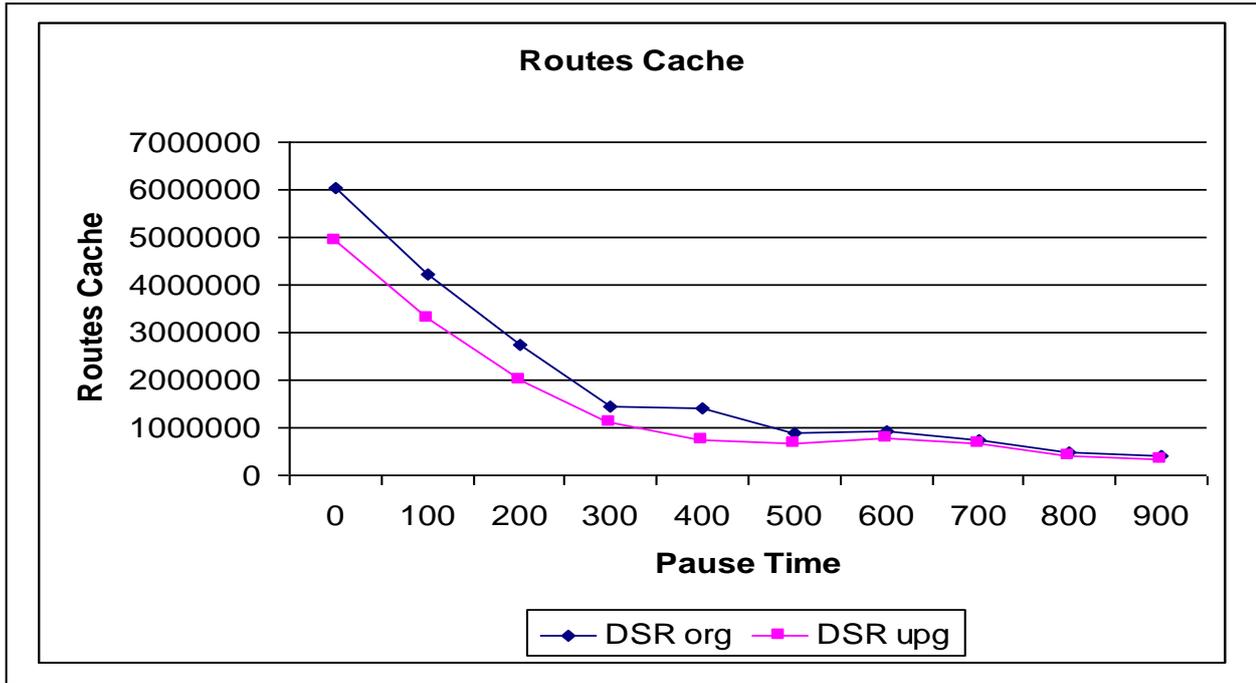
خامساً: عدد المسارات المخزنة

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين عدد المسارات المخزنة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



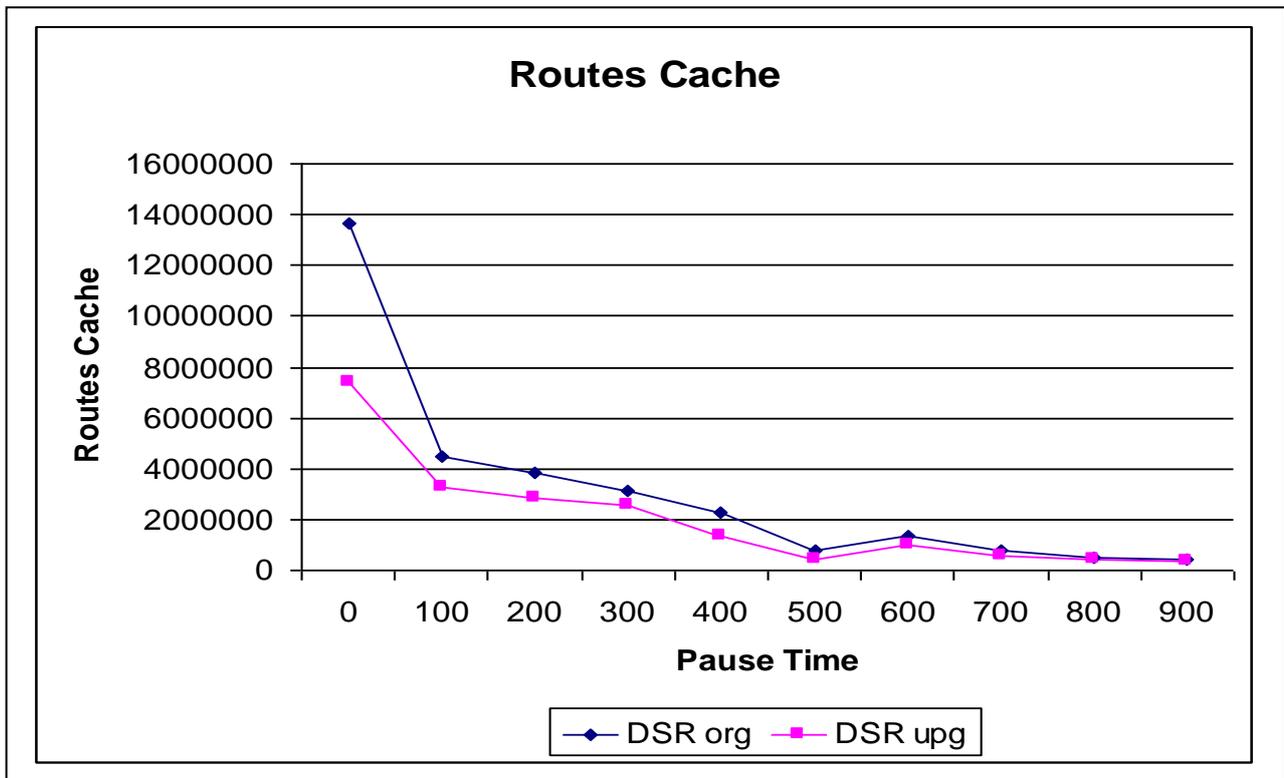
الشكل (١٣-٦)

يمثل الشكل (١٣-٦) عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (١٤-٦)

يمثل الشكل (١٤-٦) عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال حزميتين في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (١٥-٦)

يمثل الشكل (١٥-٦) عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين.

في الأشكال الثلاثة السابقة (٦-١٣) و(٦-١٤) و(٦-١٥) هنالك انخفاض في عدد المسارات المخزنة، في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي كما يلي:

أ. ١٨٥٠٦٨ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية، وبمعدل ١٩٣٦١٢ مسار لجميع أوقات التوقف.

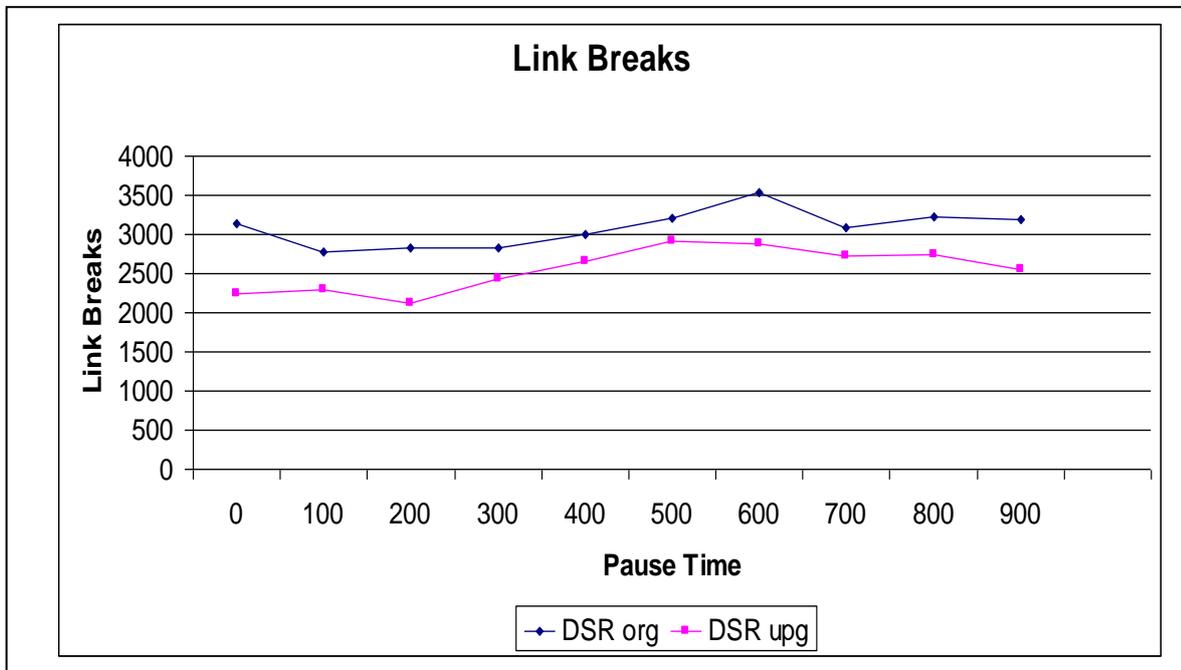
ب. ١١١١٦٨٧٤ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمتين في الثانية، وبمعدل ٤٣٥٥٣٠.٦٤ مسار لجميع أوقات التوقف.

ج. ٦٢٩٨٩٨٠ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال أربع حزم في الثانية، وبمعدل ١٠٩٥٣٨٥.٦٥ مسار لجميع أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في مقدار عدد المسارات المخزنة بالنسبة لمعدل إرسال يساوي حزمة، أو اثنتين أو أربع حزم في الثانية، ووفر مساحة في ذاكرة العقد.

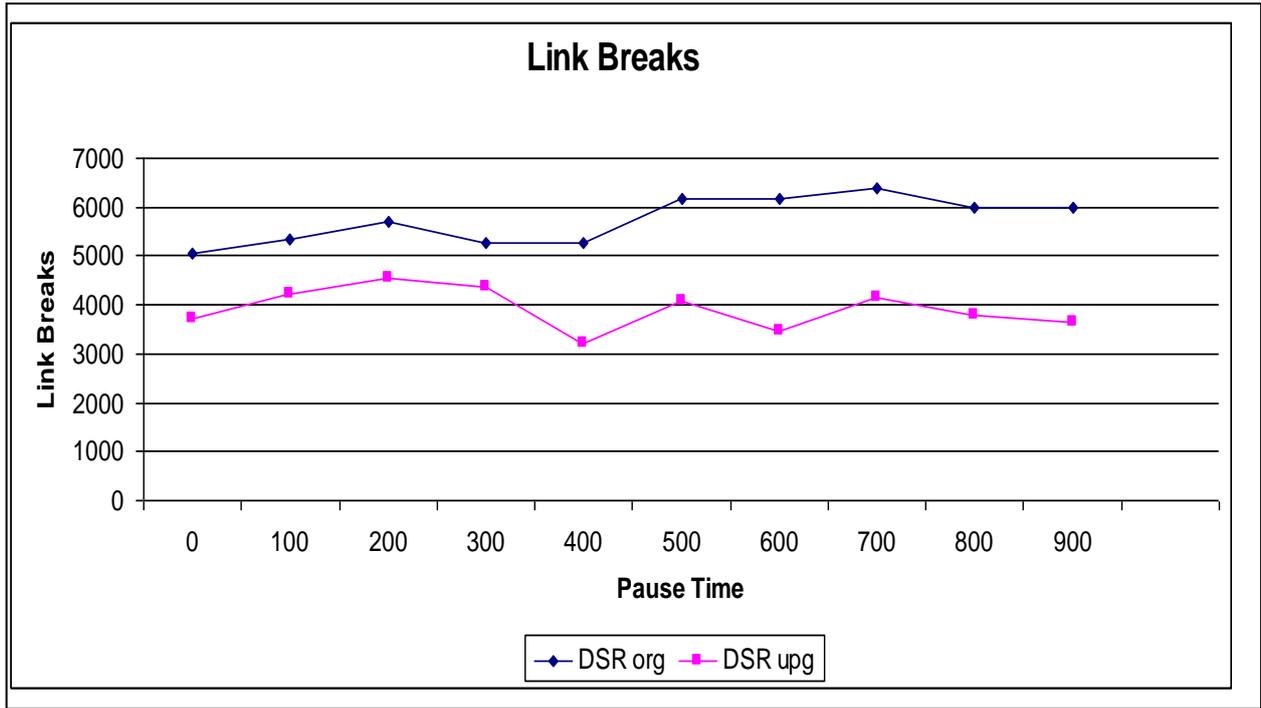
سادساً: عدد المسارات المقطوعة

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين عدد المسارات المقطوعة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



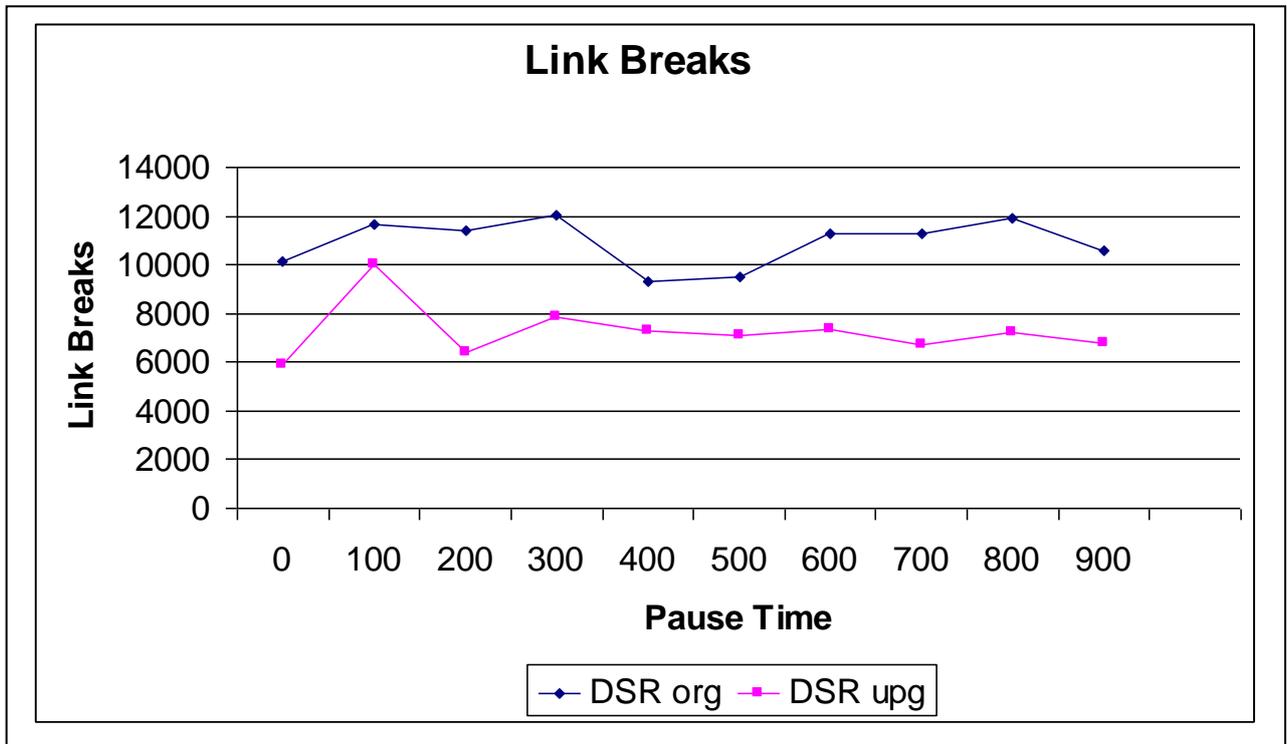
الشكل (٦-١٦)

يمثل الشكل (٦-١٦) عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (١٧-٦)

يمثل الشكل (١٧-٦) عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال حزمين في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (١٨-٦)

يمثل الشكل (١٨-٦) عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين.

في الأشكال الثلاثة السابقة (٦-١٦) و(٦-١٧) و(٦-١٨) هنالك انخفاض في عدد المسارات المقطوعة ، في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي كما يلي:

أ. ٨٩٨ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية، وبمعدل ٥٢٤.٣٨ مسار لجميع أوقات التوقف.

ب. ١٣٥٤ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمتين في الثانية، وبمعدل ١٨٢٤.٠٢ مسار لجميع أوقات التوقف.

ج. ٤٢٩٨ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال أربع حزم في الثانية. وبمعدل ٣٦٦١.٠٢ مسار لجميع أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في مقدار عدد المسارات المقطوعة بالنسبة لمعدل إرسال يساوي حزمة، واثنين وأربع حزم في الثانية.

٦-٣-١-٢ الحالة الثانية: زيادة معدل سرعة حركة العقد.

استخدمت هذه الدراسة البيئة الافتراضية سابقة الذكر، وفيها الشبكة مكونة من (٥٠) عقدة تنتشر وتتحرك في مساحة محاكاة مستطيلة مداها (٢٢٠٠م × ٦٠٠م)، والمدى الراديوي للبت هو (٢٥٠م)، وعدد العقد المصدرية (١٠) عقد، وبمعدل إرسال حزم ثابت في الثانية (CBR) بمقدار أربع حزم في الثانية، وتستخدم بروتوكول (IEEE 802.11) كبروتوكول التحكم لطبقة الوصول (Mac).

واعتمدت على بقاء البيئة الافتراضية ثابتة، وتم تغيير سرعة حركة العقد في الثانية، حسب طبيعة التجربة، كما يلي:

أ . أقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠ متر في الثانية.

ب . أقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠ متر في الثانية.

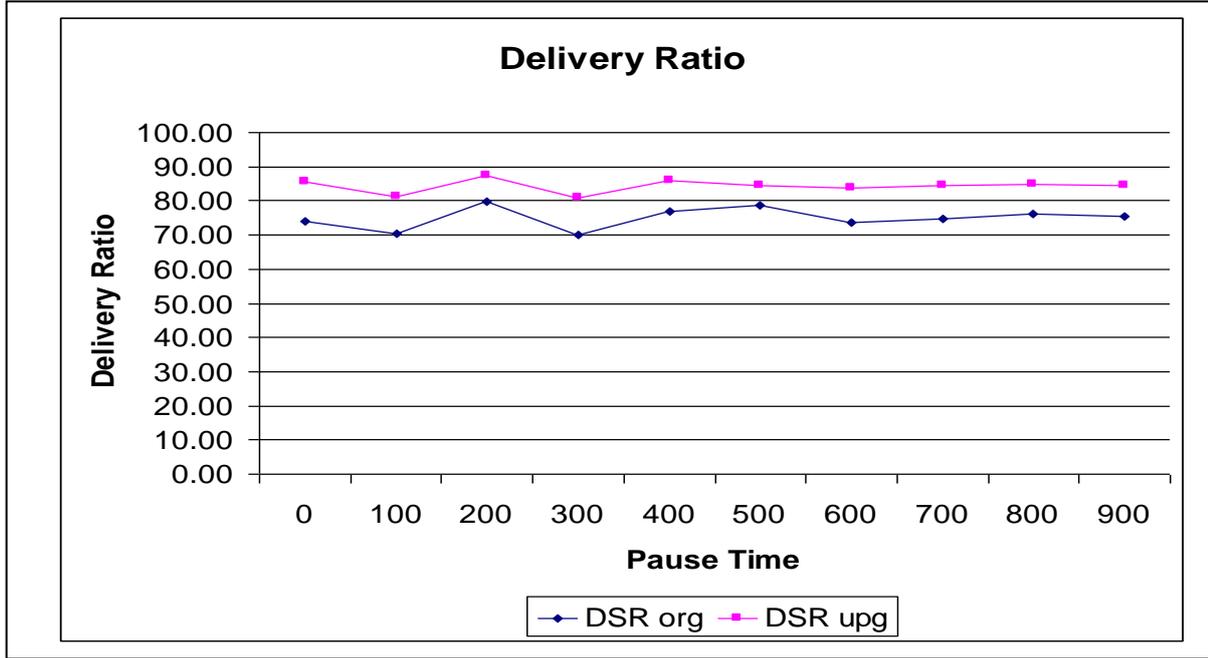
ج. أقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠ متر في الثانية.

وتم إجراء خمسين تجربة، فيها خمس توزيعات مختلفة لكل منها عشرة أزمان توقف مختلفة، لكل دراسة على كلا البروتوكولين الأصلي والمعدل.

وتم دراسة النتائج التالية :

أولاً: نسبة تسليم الحزم

تمثل الأشكال أدناه مقارنة في نسبة تسليم الحزم بين العقدة المصدر والعقدة الهدف في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



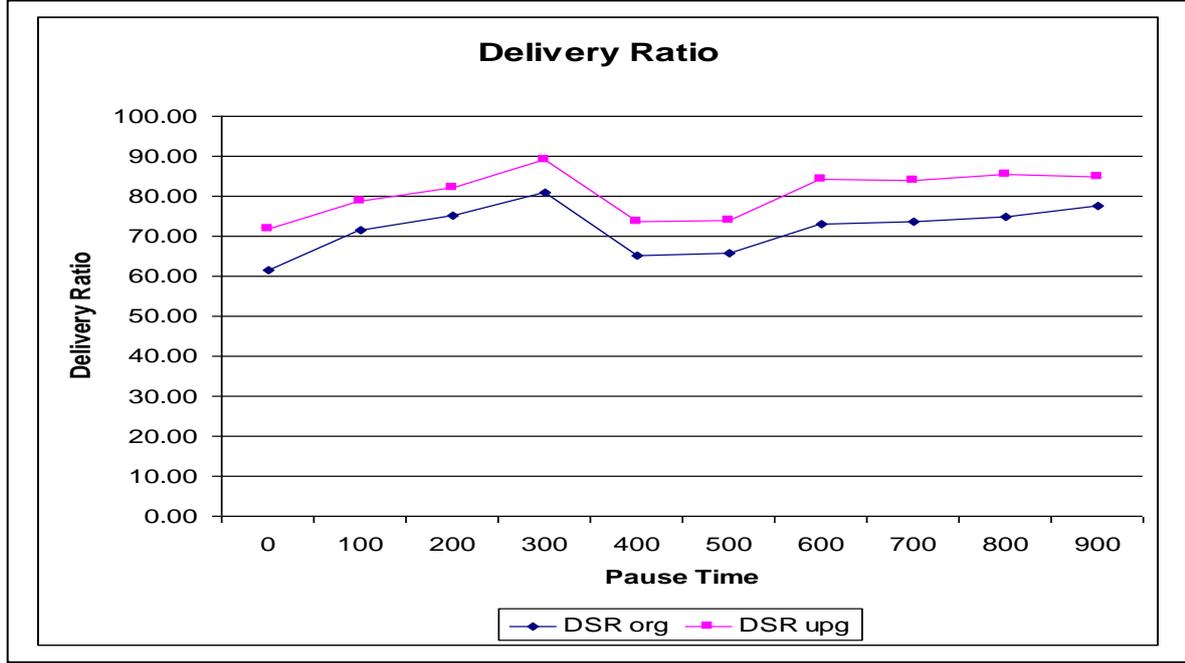
الشكل (١٩-٦)

يمثل الشكل (١٩-٦) نسبة تسليم الحزم حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠ م/ث في البروتوكولين.



الشكل (٢٠-٦)

يمثل الشكل (٢٠-٦) نسبة تسليم الحزم حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠ م/ث في البروتوكولين.



الشكل (٢١-٦)

يمثل الشكل (٢١-٦) نسبة تسليم الحزم حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠ م/ث في البروتوكولين.

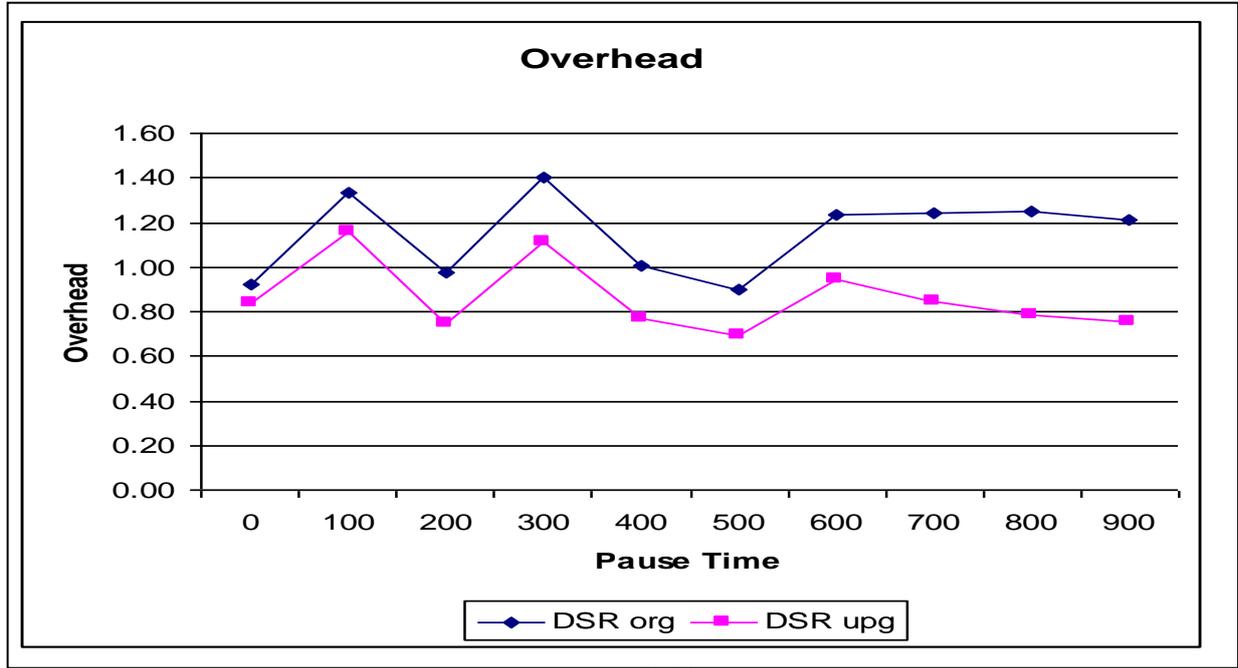
في الأشكال الثلاثة السابقة (١٩-٦) و(٢٠-٦) و(٢١-٦) هنالك تحسن في نسبة تسليم الحزم في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

- أ. ١١.٤٩ عند زمن توقف صفر ثانية وأقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠ متر في الثانية. وبمعدل ٩.٣٢ لكل أوقات التوقف.
- ب. ٤.٨٣ عند زمن توقف صفر ثانية وأقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠ متر في الثانية. وبمعدل ٨.٠٩ لكل أوقات التوقف.
- ج. ١٠.١٦ عند زمن توقف صفر ثانية وأقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠ متر في الثانية. وبمعدل ٨.٨٧ لكل أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق زيادة في نسبة تسليم الحزم بالنسبة لجميع معدلات حركة.

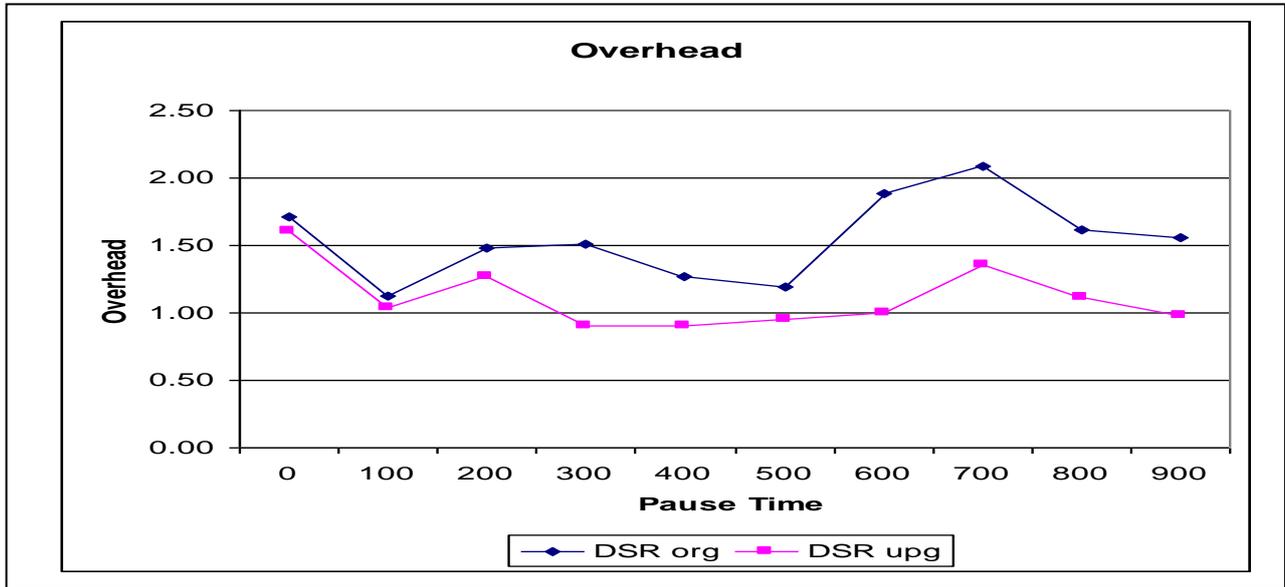
ثانياً: نسبة الكلفة الإضافية

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين نسب الكلفة الإضافية في البروتوكولين الأصلي والمعدل.

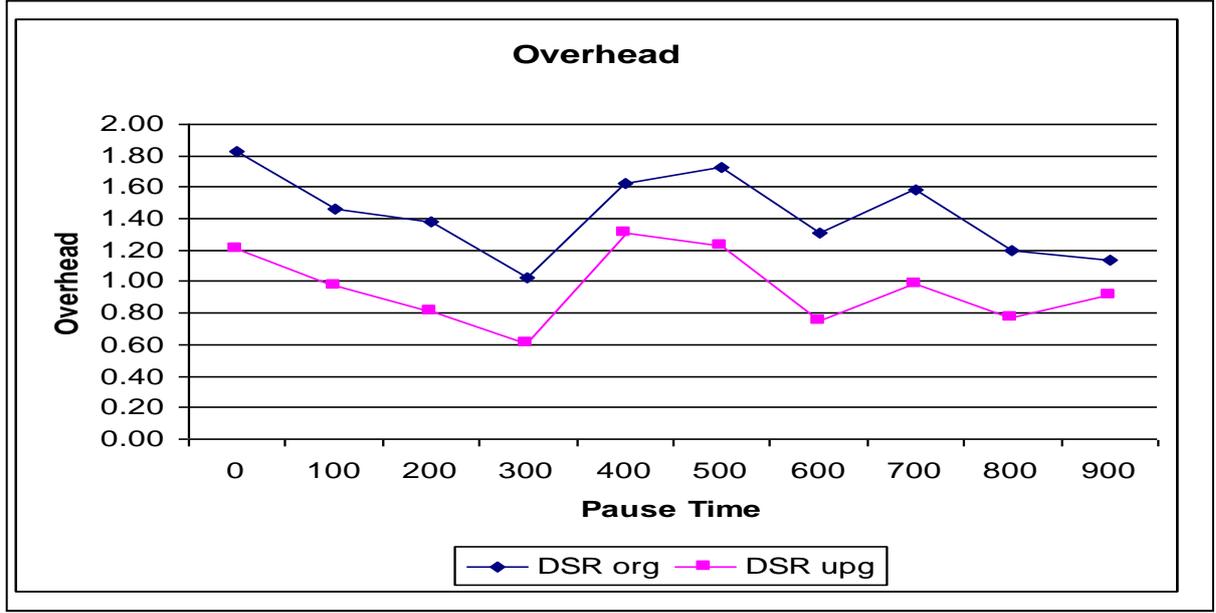


الشكل (٦-٢٢)

يمثل الشكل (٦-٢٢) نسبة الكلفة الإضافية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠ م/ث في البروتوكولين.



يمثل الشكل (٦-٢٣) نسبة الكلفة الإضافية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠ م/ث في البروتوكولين.



الشكل (٢٤-٦)

يمثل الشكل (٢٤-٦) نسبة الكلفة الإضافية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠ م/ث في البروتوكولين في الأشكال الثلاثة السابقة (٢٢-٦) و(٢٣-٦) و(٢٤-٦) هنالك انخفاض في نسبة الكلفة الإضافية المصاحبة للحزمة الواحدة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٠.٠٨ لكل حزمة عند زمن توقف صفر وأقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠ متر في الثانية. وبمعدل ٠.٢٨ لكل أوقات التوقف.

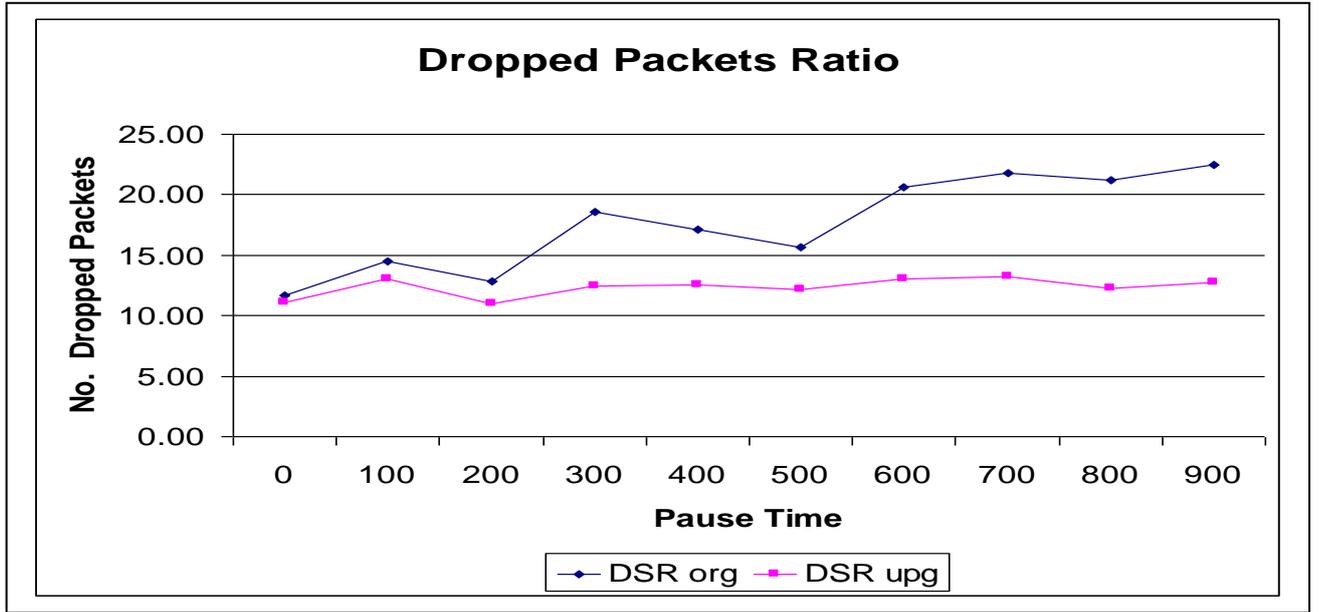
ب. ٠.١٠ لكل حزمة عند زمن توقف صفر وأقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠ متر في الثانية. وبمعدل ٠.٤٣ لكل أوقات التوقف.

ج. ٠.٦١ لكل حزمة عند زمن توقف صفر وأقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠ متر في الثانية. وبمعدل ٠.٤٧ لكل أوقات التوقف.

من الطبيعي جداً أن يزداد مقدار الكلفة الإضافية مع ازدياد عدد الحزم المرسلة في الثانية، ومع ذلك حافظ البروتوكول المعدل على كلفة إضافية أقل من البروتوكول الأصلي.

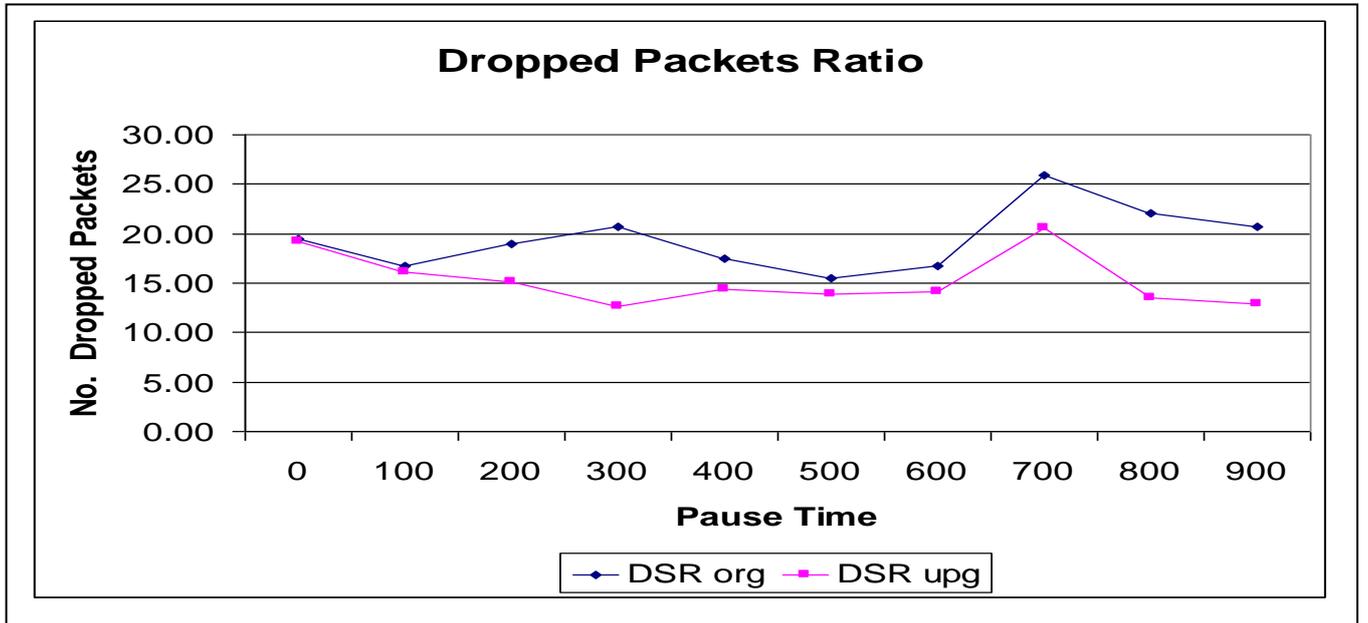
ثالثاً: عدد الحزم الضائعة

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين نسبة الحزم الضائعة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



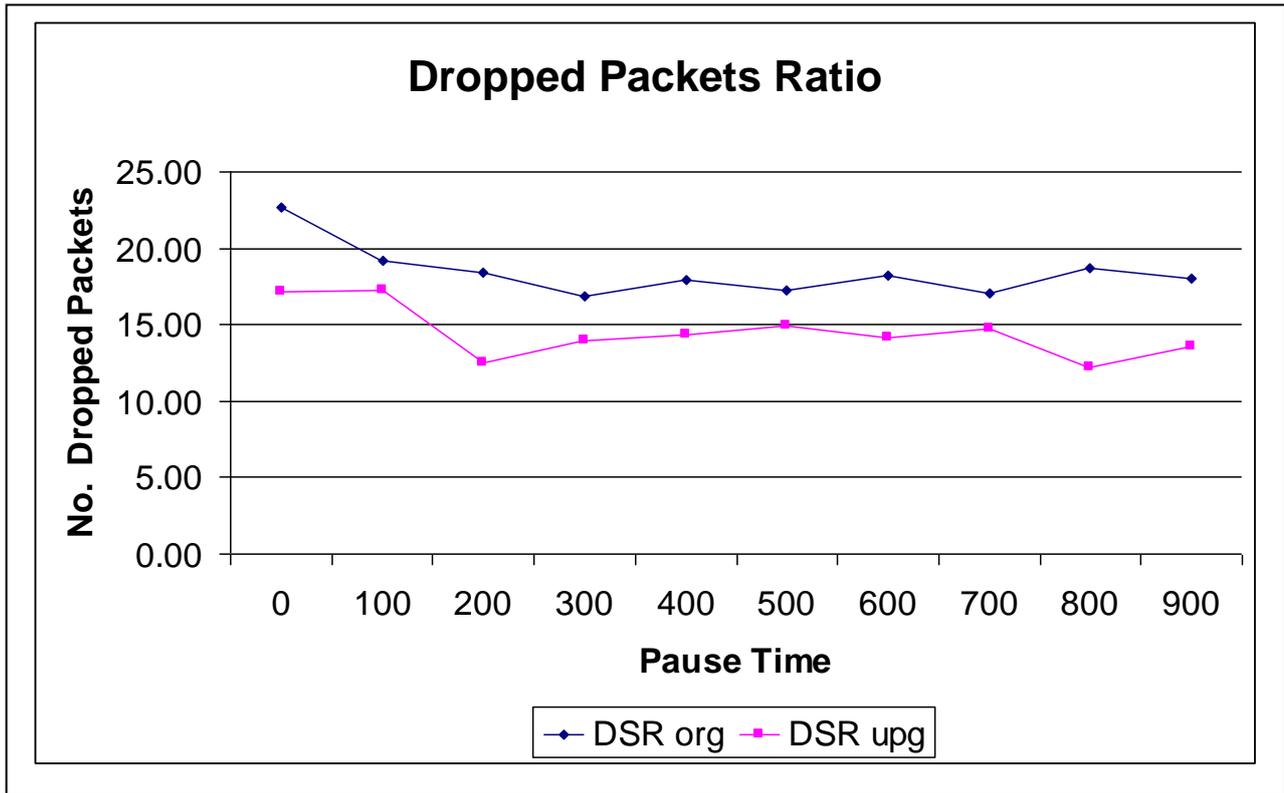
الشكل (٦-٢٥)

يمثل الشكل (٦-٢٥) نسبة الحزم الضائعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠ م/ث في البروتوكولين



الشكل (٦-٢٦)

يمثل الشكل (٦-٢٦) نسبة الحزم الضائعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠ م/ث في البروتوكولين



الشكل (٢٧-٦)

يمثل الشكل (٢٧-٦) نسبة الحزم الضائعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠ م/ث في البروتوكولين

في الأشكال الثلاثة السابقة (٢٥-٦) و(٢٦-٦) و(٢٧-٦) هنالك انخفاض في نسبة الحزم

الضائعة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٠.٦٠ عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة حركة هي ١٠ متر في الثانية. وبمعدل ٥.٣١ لكل أوقات التوقف.

ب. ٠.١٦ عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة حركة هي ٣٠ متر في الثانية. وبمعدل ٤.١٥ لكل أوقات التوقف.

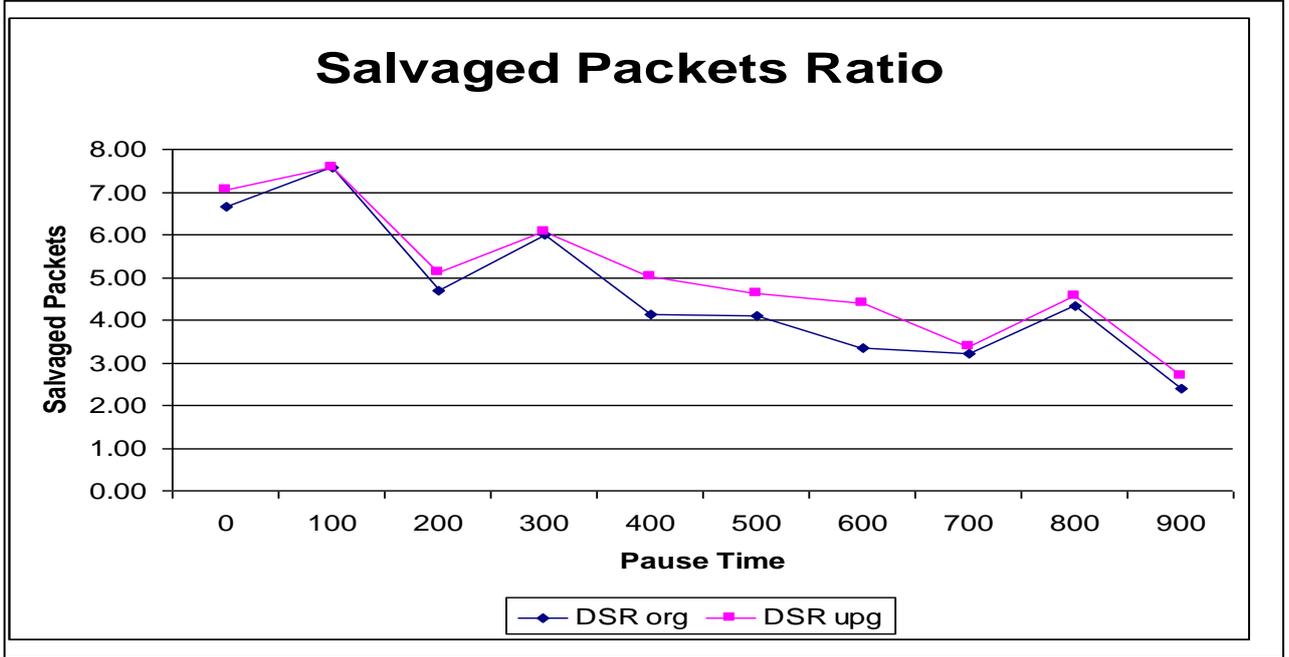
ج. ٥.٥٨ عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة حركة هي ٥٠ متر في الثانية. وبمعدل ٣.٩٧ لكل أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في نسبة الحزم الضائعة في حالة كون أقصى سرعة

لحركة العقد ١٠ و ٣٠ و ٥٠ متر في الثانية.

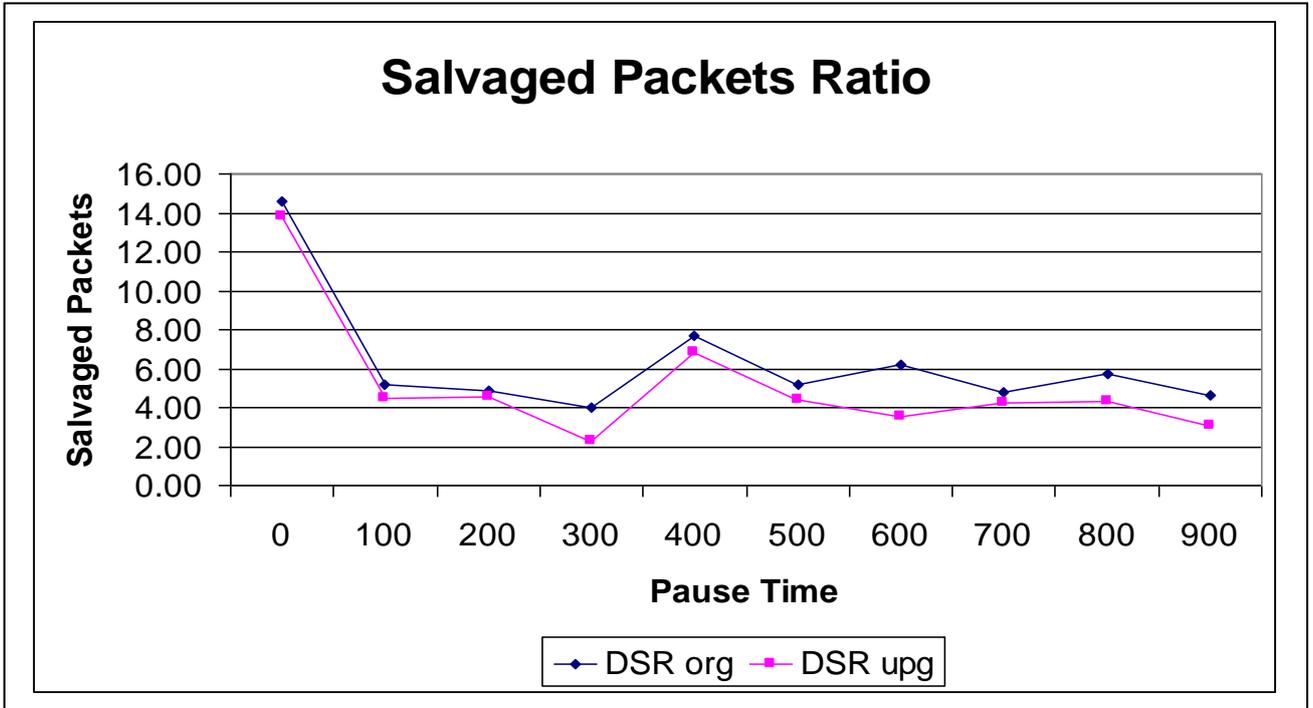
رابعاً: نسبة الحزم المنقذة

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين نسبة الحزم المنقذة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



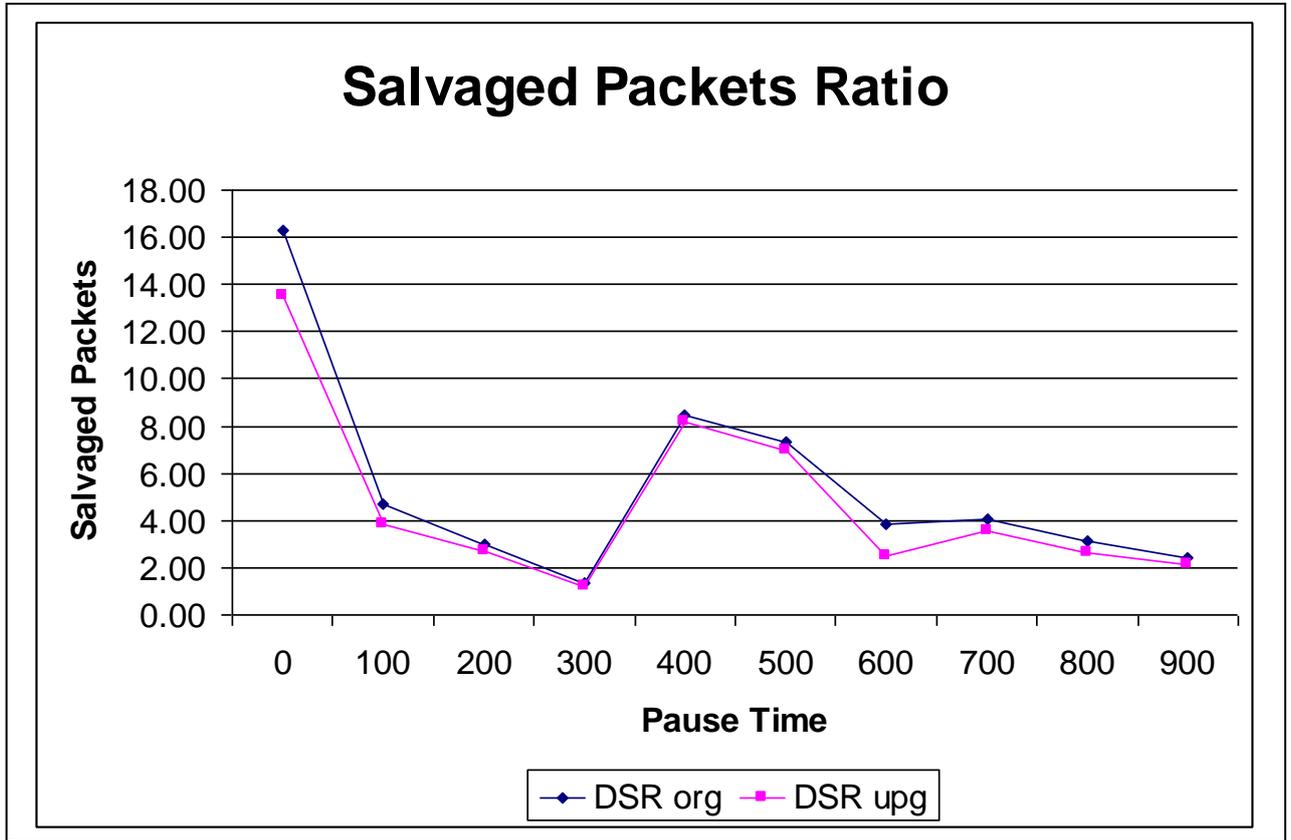
الشكل (٢٨-٦)

يمثل الشكل (٢٨-٦) نسبة الحزم المنقذة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠ م/ث في البروتوكولين



الشكل (٢٩-٦)

يمثل الشكل (٢٩-٦) نسبة الحزم المنقذة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠ م/ث في البروتوكولين



الشكل (٦-٣٠)

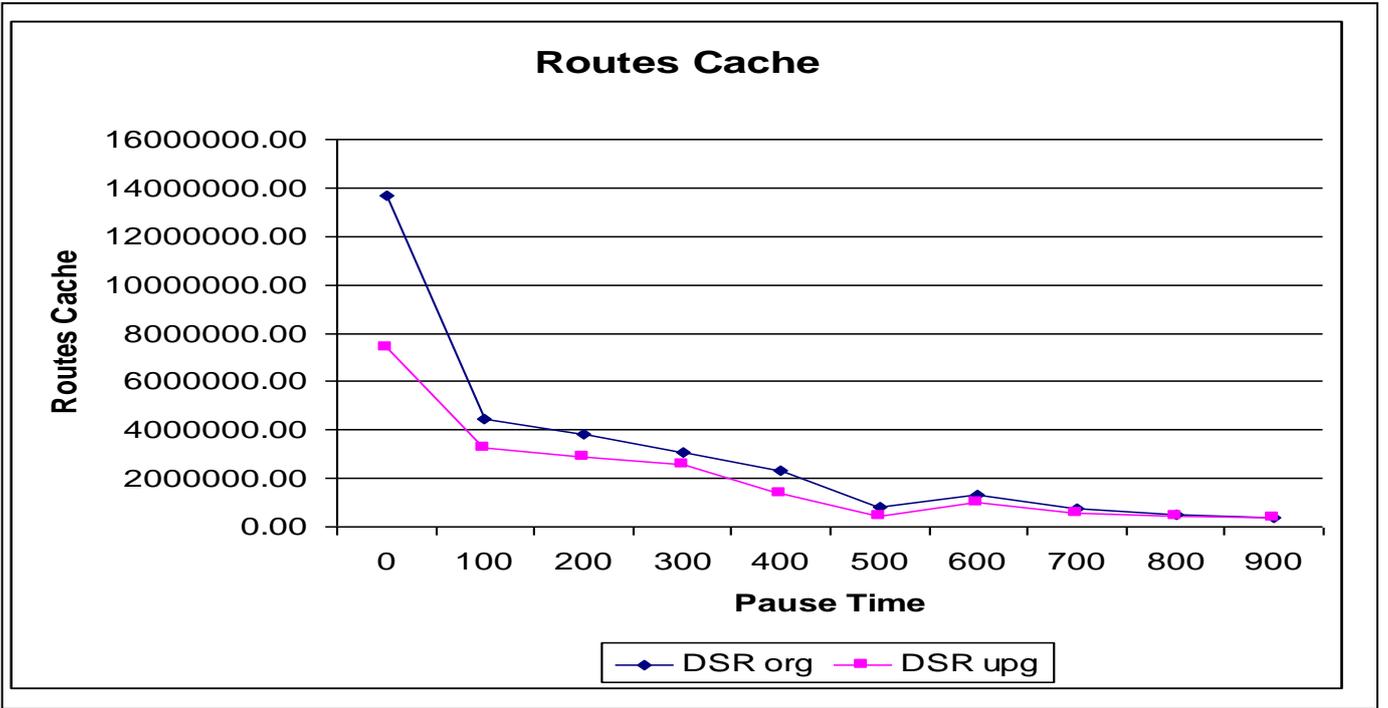
يمثل الشكل (٦-٣٠) نسبة الحزم المنقذة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠ م/ث في البروتوكولين

في الأشكال الثلاثة السابقة (٦-٢٨) و(٦-٢٩) و(٦-٣٠) نستنتج ما يلي:

- أ- ارتفعت نسبة الحزم المنقذة، في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي كما يلي:  
 ٠.٣٠ عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠ م/ث في البروتوكولين، وبمعدل ٠.٤٠ لجميع أوقات التوقف.
- ب- ثم انخفضت نسبة الحزم المنقذة، في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي كما يلي:  
 ٠.٧٣ عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠ م/ث في البروتوكولين، وبمعدل ١.١٢ حزمة لجميع أوقات التوقف.  
 ٢.٧٣ عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠ م/ث في البروتوكولين، وبمعدل ٠.٧٢ لجميع أوقات التوقف.

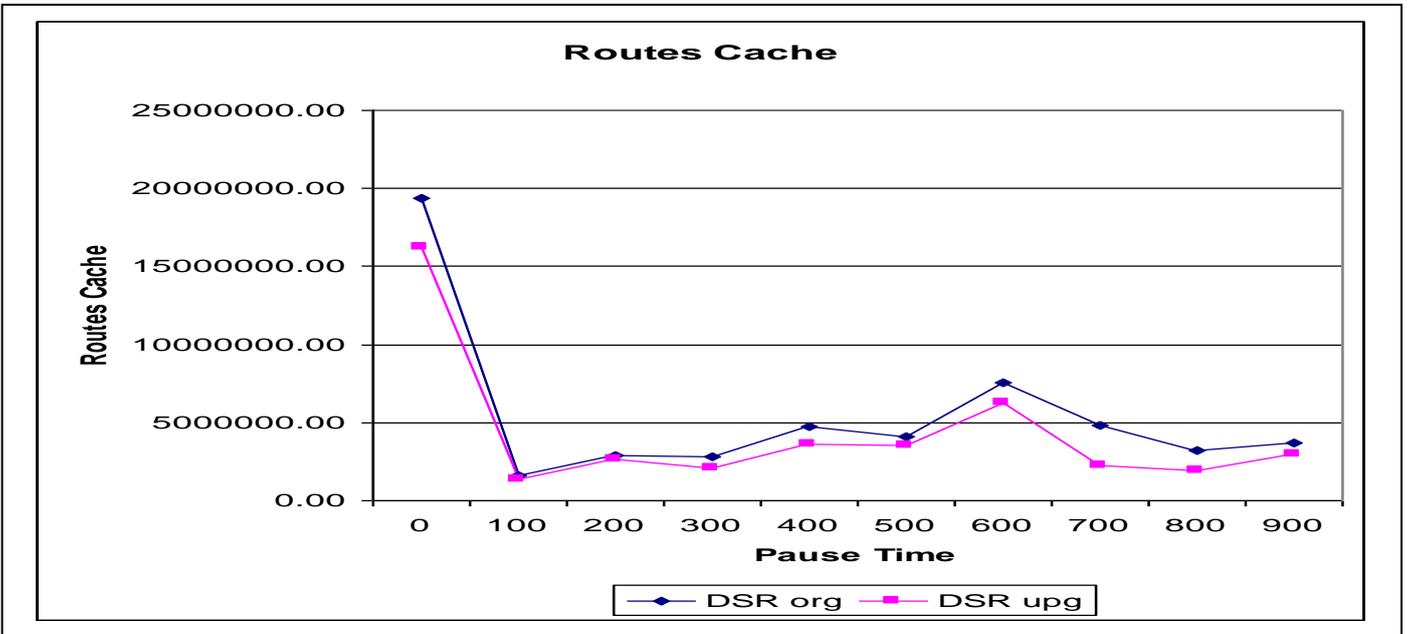
خامساً: عدد المسارات المخزنة

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين عدد المسارات المخزنة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



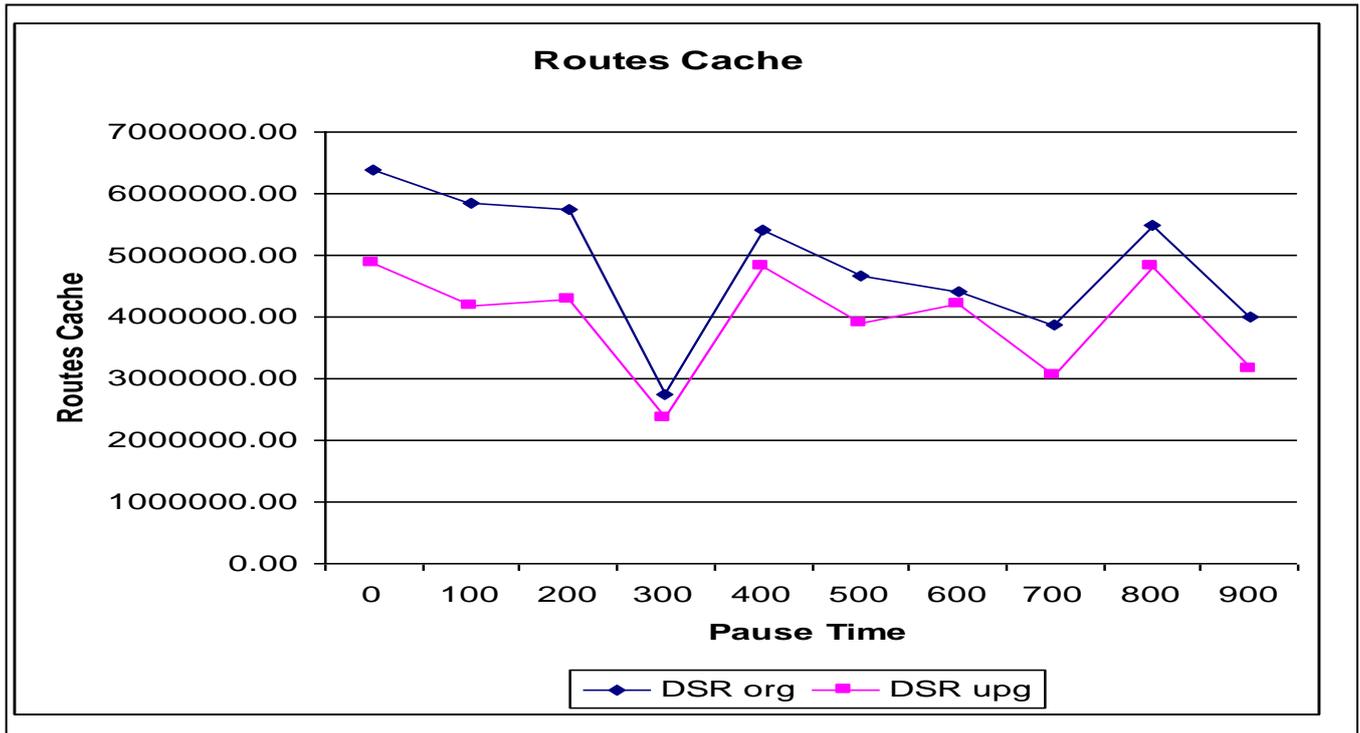
الشكل (٦-٣١)

يمثل الشكل (٦-٣١) عدد المسارات المخزنة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠م/ث في البروتوكولين



الشكل (٦-٣٢)

يمثل الشكل (٦-٣٢) المسارات المخزنة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠م/ث في البروتوكولين



الشكل (٣٣-٦)

يمثل الشكل (٣٣-٦) المسارات المخزنة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠ م/ث في البروتوكولين

في الأشكال الثلاثة السابقة (٣١-٦) و(٣٢-٦) و(٣٣-٦) هنالك انخفاض في عدد المسارات المخزنة، في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي كما يلي:

أ. ٩٦٠٤٥٤ مسار عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠ م/ث في البروتوكولين، وبمعدل ١٠٩٥٣٨٥ مسار لجميع أوقات التوقف.

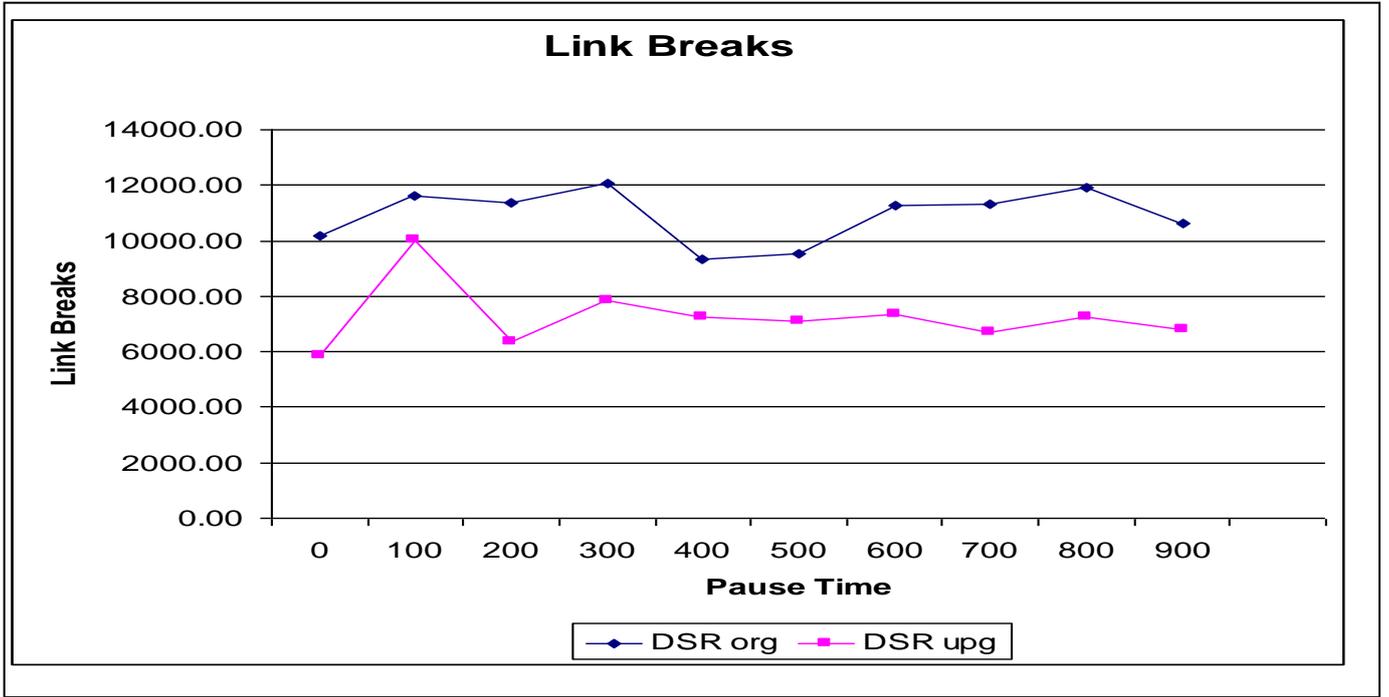
ب. ٣٠٨٨١٧٩ مسار عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠ م/ث في البروتوكولين، وبمعدل ١١٩١٥١٧ مسار لجميع أوقات التوقف.

ج. ١٥٠٦٨١٨ مسار عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠ م/ث في البروتوكولين، وبمعدل ٨٩١٩٩٧ مسار لجميع أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في مقدار عدد المسارات المخزنة في حالة كون أقصى سرعة لحركة العقد ١٠ و ٣٠ و ٥٠ متر في الثانية.

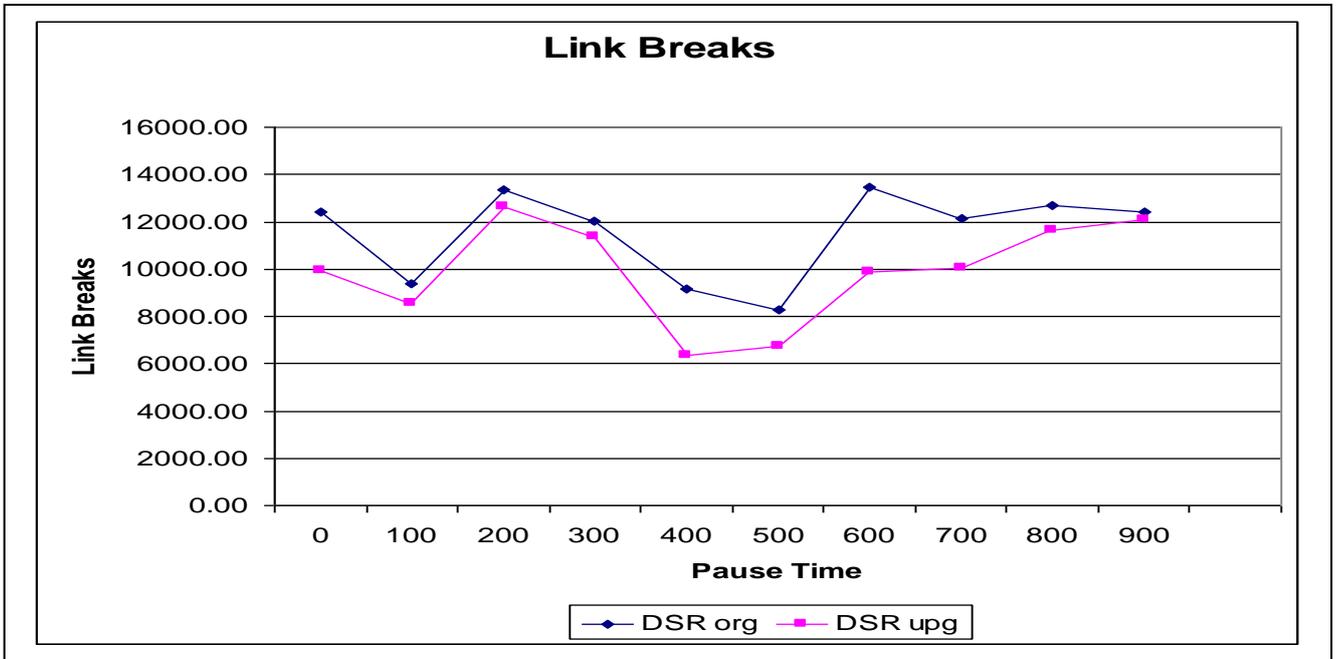
سادساً: عدد المسارات المقطوعة

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين عدد المسارات المقطوعة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



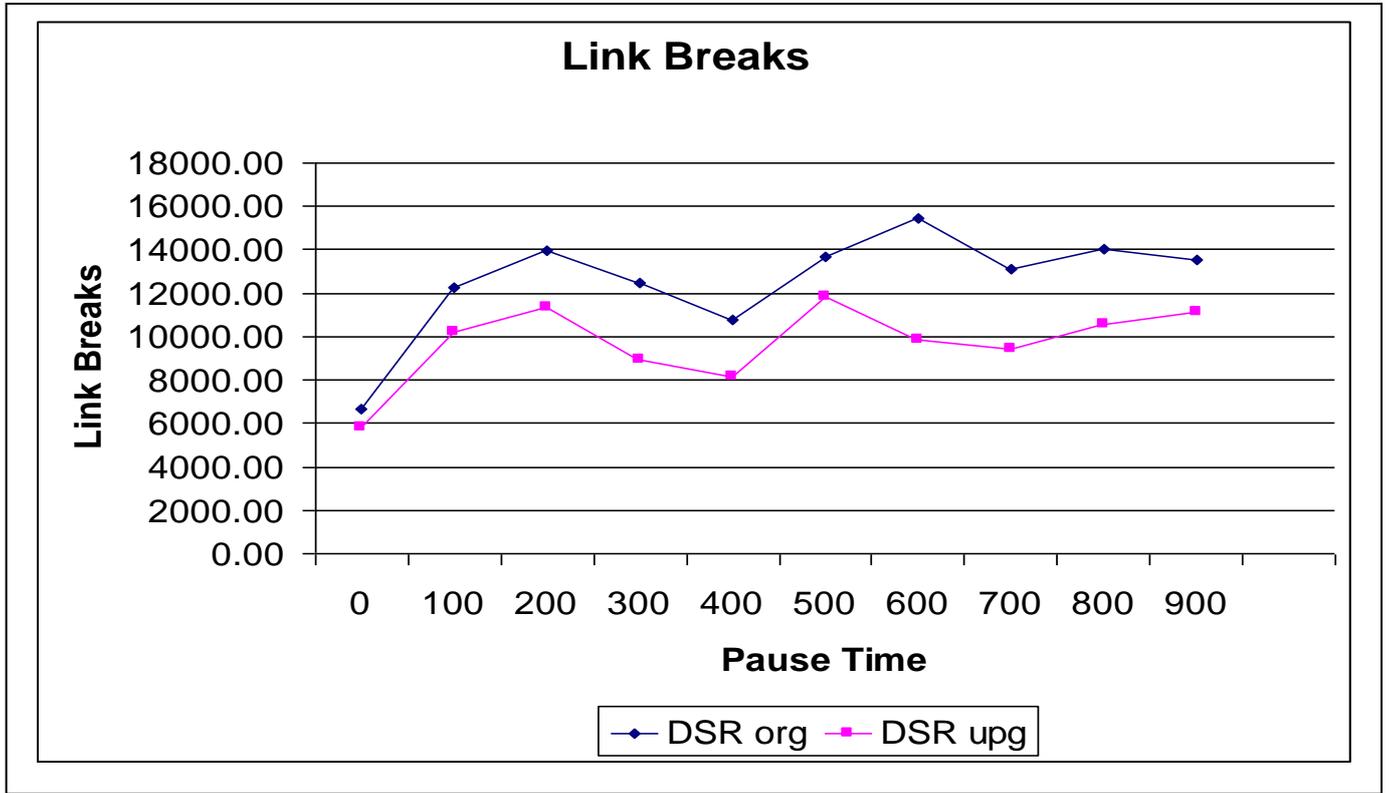
الشكل (٦-٣٤)

يمثل الشكل (٦-٣٤) عدد المسارات المقطوعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠م/ث في البروتوكولين



الشكل (٦-٣٥)

يمثل الشكل (٦-٣٥) عدد المسارات المقطوعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠م/ث في البروتوكولين



الشكل (٦-٣٦)

يمثل الشكل (٦-٣٦) عدد المسارات المقطوعة حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠م/ث في البروتوكولين

في الأشكال الثلاثة السابقة (٦-٣٤) و(٦-٣٥) و(٦-٣٦) هنالك انخفاض في عدد المسارات المقطوعة ، في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي كما يلي:

أ. ٤٢٩٨ مسار عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ١٠م/ث في البروتوكولين، وبمعدل ٣٦٦١ مسار لجميع أوقات التوقف.

ب. ٢٤٦٥ مسار عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٣٠م/ث في البروتوكولين، وبمعدل ١٦٠٦ مسار لجميع أوقات التوقف.

ج. ٨٥٢ مسار عند زمن توقف صفر ثانية حيث أقصى سرعة لحركة العقد هي ٥٠م/ث في البروتوكولين، وبمعدل ٢٨٥٩ مسار لجميع أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في مقدار عدد المسارات المقطوعة في حالة كون أقصى سرعة لحركة العقد ١٠ و ٣٠ و ٥٠ متر في الثانية.

٦-٣-٢ الدراسة الثانية، إهمال عد معين من ردود المسارات اللاحقة:

قامت هذه الدراسة على فكرة أنه عندما تقوم عقدة ما بإرسال حزمة فإنها تبحث عن مسار للهدف مخزن في ذاكرتها المخصصة للمسارات وإرسال الحزمة، وفي حالة عدم توفر مسار يتم ما يلي:

- أ. يتم تخزين نسخة من هذه الحزمة في مستودع (Buffer) للحزم غير المرسله بانتظار العثور على مسار لهدفها و ثم إرسالها.
- ب. وفي هذه الأثناء يتم إرسال رسالة طلب إكتشاف مسار لهذه الحزمة.
- ج. تأخذ الحزمة التالية الجاهزة للإرسال، لإرسالها للهدف، وغالباً ما يكون نفس الهدف للحزمة السابقة.
- د. وبما أنه لا يوجد مسار للهدف، يتم تكرار الخطوات أ، ب، ج.
- هـ. يتم تخزين المسارات التي تصل للعقدة المصدر سواء كرد مباشر لطلب المسار أو عن طريق الإستماع.

مما سبق نستنتج أنه إذا كان يتم إرسال عدد معين (ن) حزم في الثانية، وعلى فرض عدم وجود مسار للهدف، فهذا معناه إرسال نفس العدد (ن) طلبات مختلفة لإكتشاف مسار لنفس الهدف، وبالتالي وصول عدد أكبر من (ن) ردود لنفس المسار ولنفس العقدة، وهذا معناه تكرار نفس المسار لأكثر من (ن) مرة... وهكذا.

التعديل المقترح هو أن يتم أخذ أول رد لطلب المسار ثم إهمال عدد معين من المسارات اللاحقة، لأنها ستكون مكررة لنفس المسار. لذلك كان من المنطق التخلي عن تخزين عدد معين من المسارات المتبقية لتقليل الكلفة الإضافية وتقليل إستخدام الذاكرة بلا داع.

وتم اختبار هذه الدراسة عن طريق مقارنة نتائج البروتوكولين حسب المقاييس التي أعتمدت في الفقرة (٢-٧) لتقييم الأداء.

٦-٣-٢-١ نتائج دراسة إهمال عدد معين من ردود المسارات اللاحقة:

استخدمت هذه الدراسة بيئة افتراضية تكون فيها الشبكة مكونة من (٥٠) عقدة تنتشر وتتحرك في مساحة محاكاة مستطيلة مداها (٢٢٠٠م × ٦٠٠م)، بسرعة حركة للعقد يصل أقصاها إلى ١٠ م/ث، والمدى الراديوي للبحث هو (٢٥٠م)، وعدد العقد المصدرية (١٠) عقد، وتستخدم بروتوكول (IEEE 802.11) كبروتوكول التحكم لطبقة الوصول (Mac).

واعتمدت على بقاء البيئة الافتراضية ثابتة، مع تغيير عدد المسارات التي سيتم إهمالها، حيث سيتم تخزين أول مسار ثم إهمال مسارين ثم ثلاث ثم أربع ثم خمس ثم ست ثم سبع ثم ثمان مسارات، لكل تغيير في معدل إرسال الحزم في الثانية (ن) (CBR)، كما يلي:

أ . معدل إرسال الحزم هو حزمة واحدة في الثانية.

ب . معدل إرسال الحزم هو حزمتين في الثانية.

ج . معدل إرسال الحزم هو أربع حزم في الثانية.

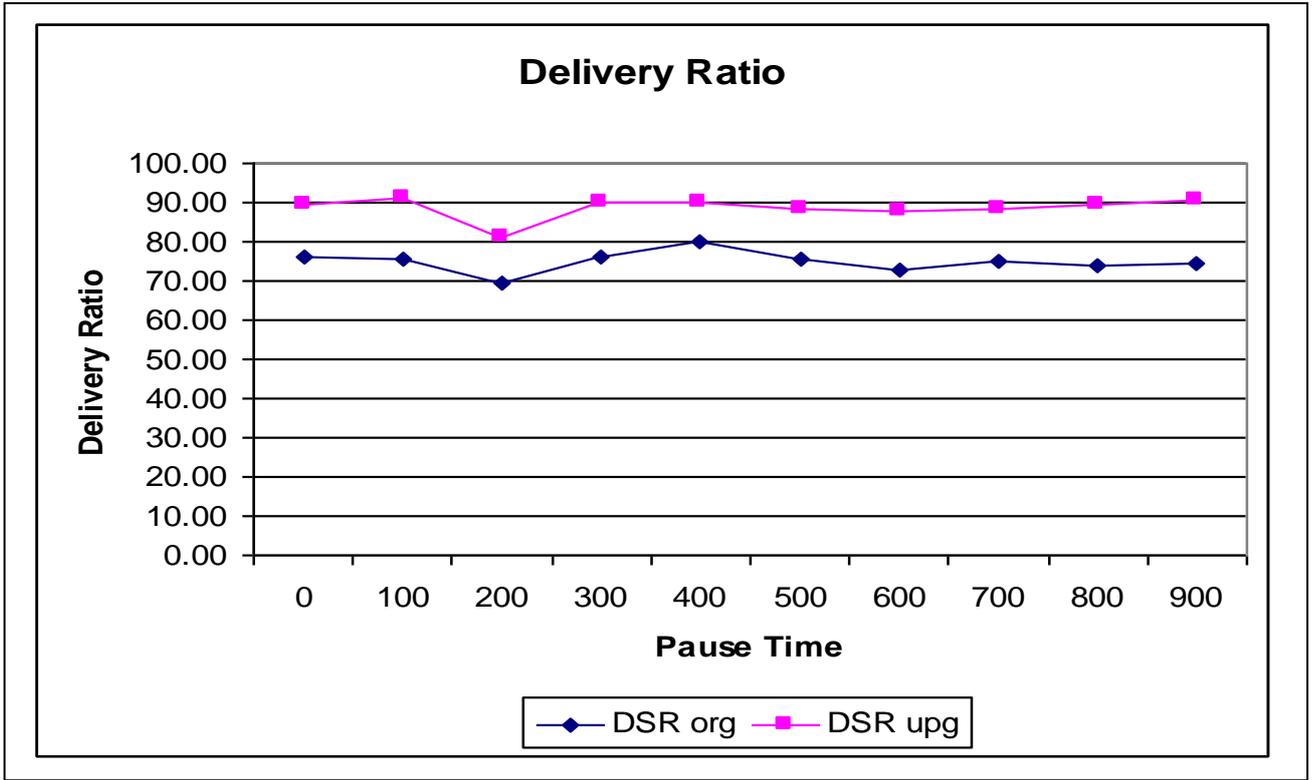
وتم إجراء خمسين تجربة، فيها خمس توزيعات مختلفة لكل منها عشرة أزمان توقف مختلفة، لكل دراسة على كلا البروتوكولين الأصلي والمعدل.

وتبين بالتجربة أن أفضل النتائج كانت عند إهمال ست مسارات لذلك تم عرض الأشكال التي تمثل نتائج هذه التجربة.

وتم دراسة النتائج التالية :

أولاً: نسبة تسليم الحزم

تمثل الأشكال أدناه مقارنة في نسبة تسليم الحزم بين العقدة المصدر والعقدة الهدف في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



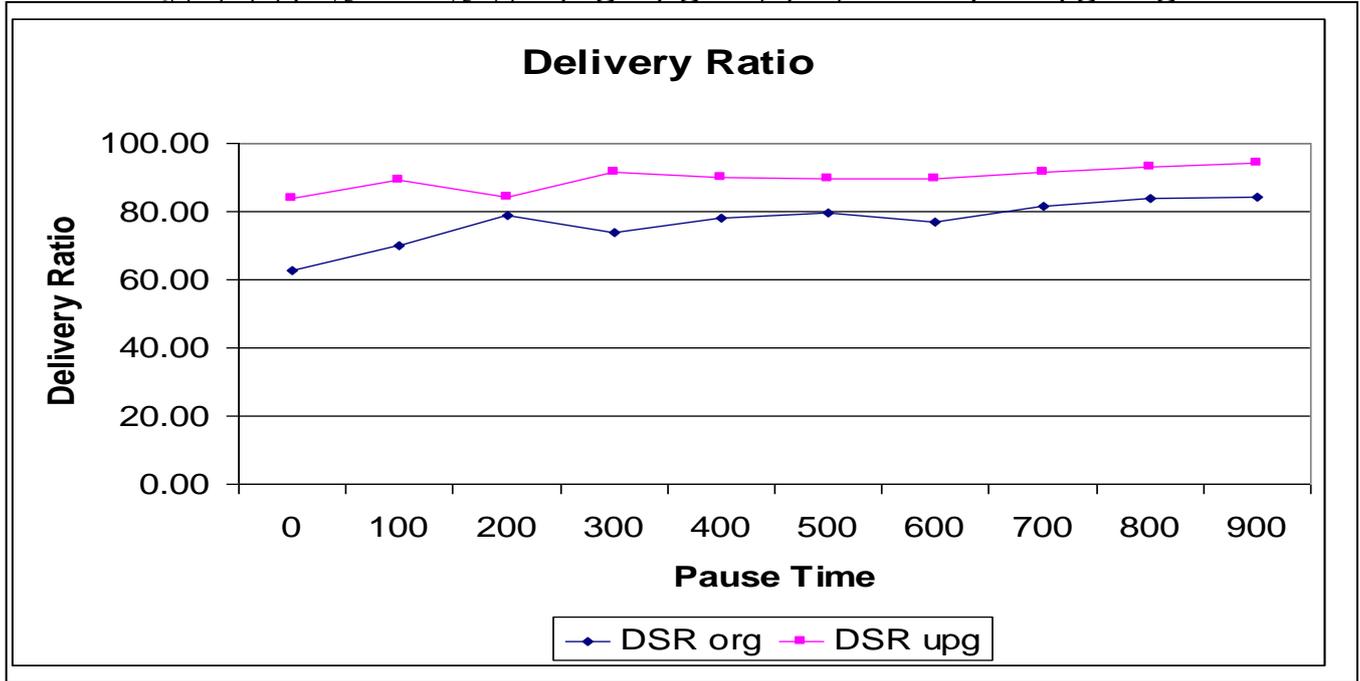
الشكل (٦-٣٧)

يمثل الشكل (٦-٣٧) نسبة تسليم الحزم بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٣٨-٦)

يمثل الشكل (٣٨-٦) نسبة تسليم الحزم بمعدل إرسال حزمتين في الثانية في البروتوكولين



الشكل (٣٩-٦)

يمثل الشكل (٣٩-٦) نسبة تسليم الحزم بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين.

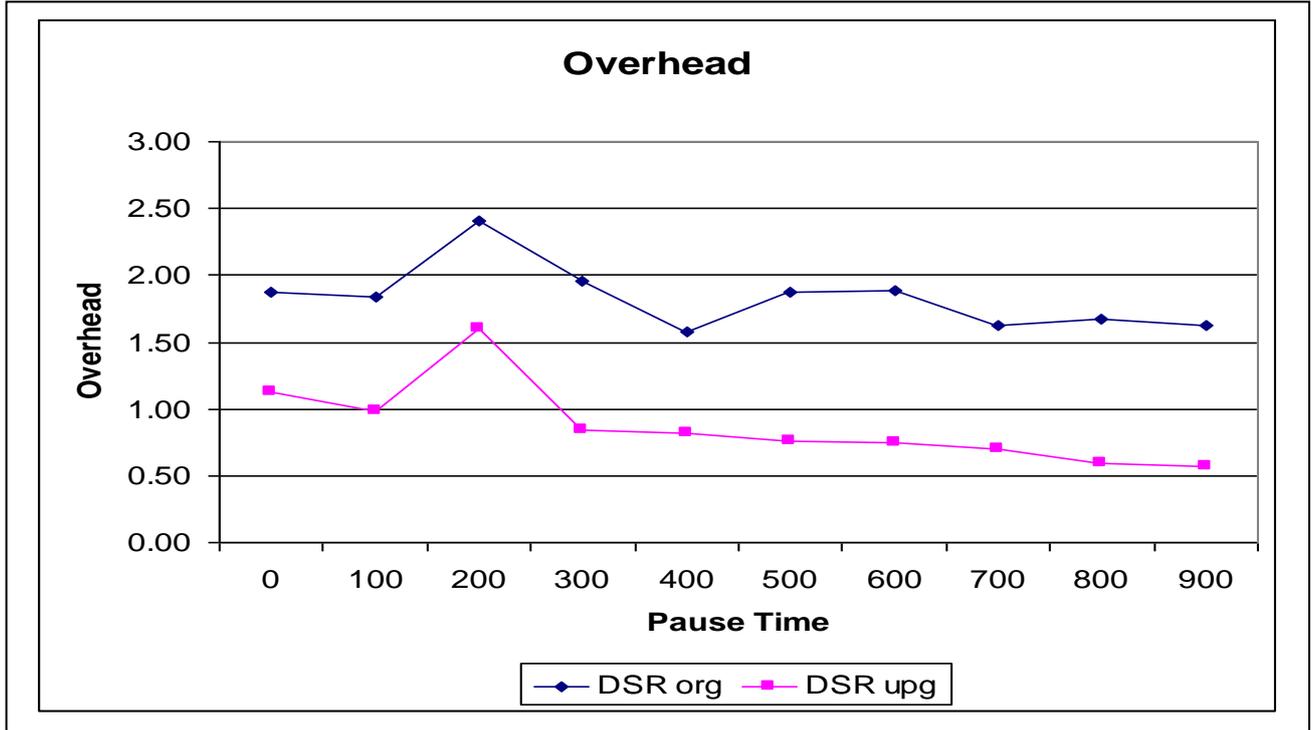
في الأشكال الثلاثة السابقة (٣٧-٦) و(٣٨-٦) و(٣٩-٦) هنالك تحسن في مقدار معدل تسليم الحزم في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

- أ. ١٣.٤٤ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمة في الثانية. وبمعدل ١٣.٧٤ لكل أوقات التوقف.
- ب. ٤.٧٠ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمتين في الثانية. وبمعدل ٤.٢٨ لكل أوقات التوقف.
- ج. ٢٠.٨٧ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال أربع حزم في الثانية. وبمعدل ١٢.٧٦ لكل أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق زيادة في معدل تسليم الحزم في حالة إرسال يساوي حزمة وحزمتين وأربع حزم في الثانية، وزادت نسبة تسليم الحزم في كافة الظروف، حيث وصلت أقصاها إلى ٩٤.٠٦%، بينما كانت أقصاها في البروتوكول الأصلي تصل إلى ٨٤.٨٦%.

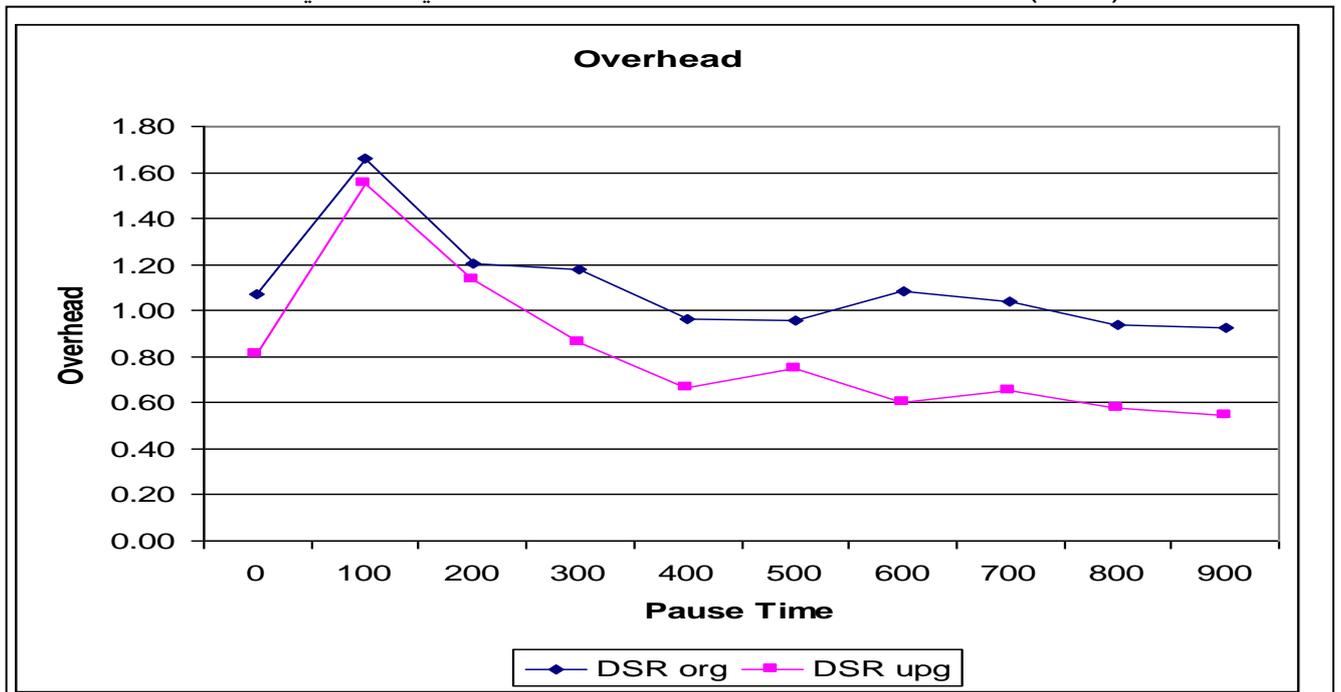
ثانياً: نسبة الكلفة الإضافية

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين نسبة الكلفة الإضافية في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



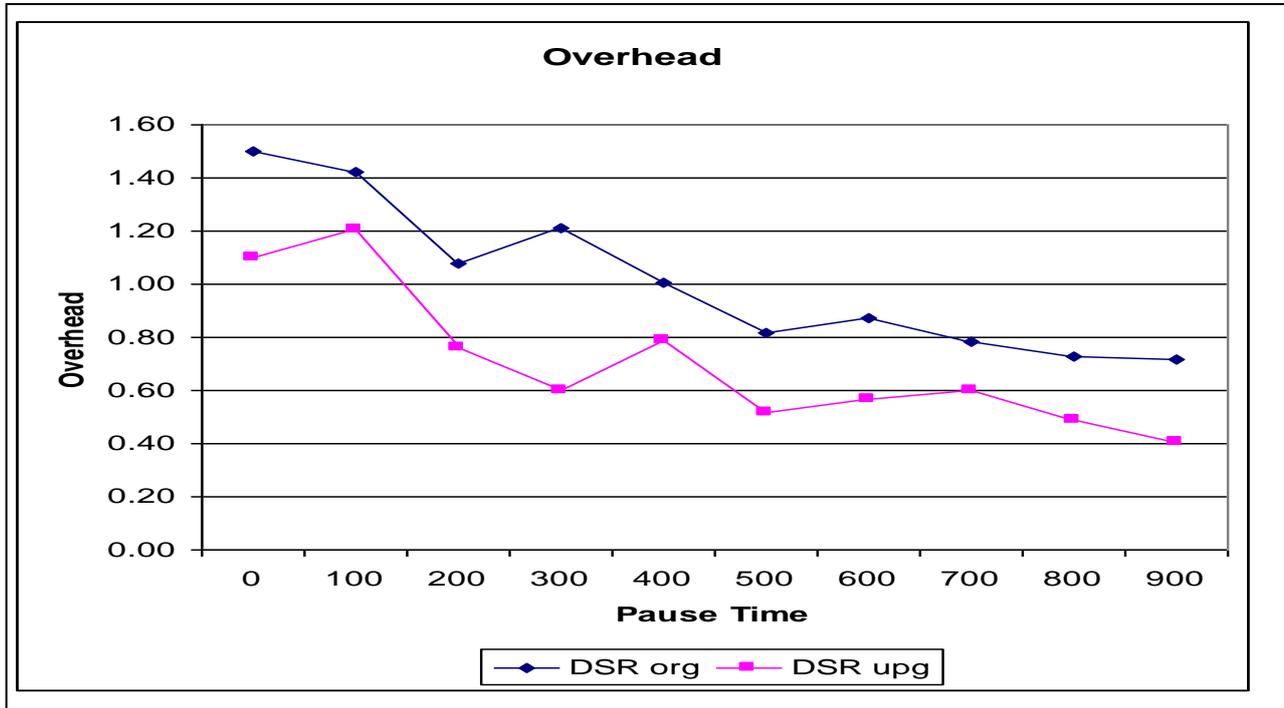
الشكل (٤٠-٦)

يمثل الشكل (٤٠-٦) نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٤١-٦)

يمثل الشكل (٤١-٦) نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال حزميتين في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٤٢-٦)

يمثل الشكل (٤٢-٦) نسبة الكلفة الإضافية بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين.

في الأشكال الثلاثة السابقة (٤٠-٦) و(٤١-٦) و(٤٢-٦) هنالك انخفاض في نسبة الكلفة الإضافية المصاحبة لإرسال الحزمة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

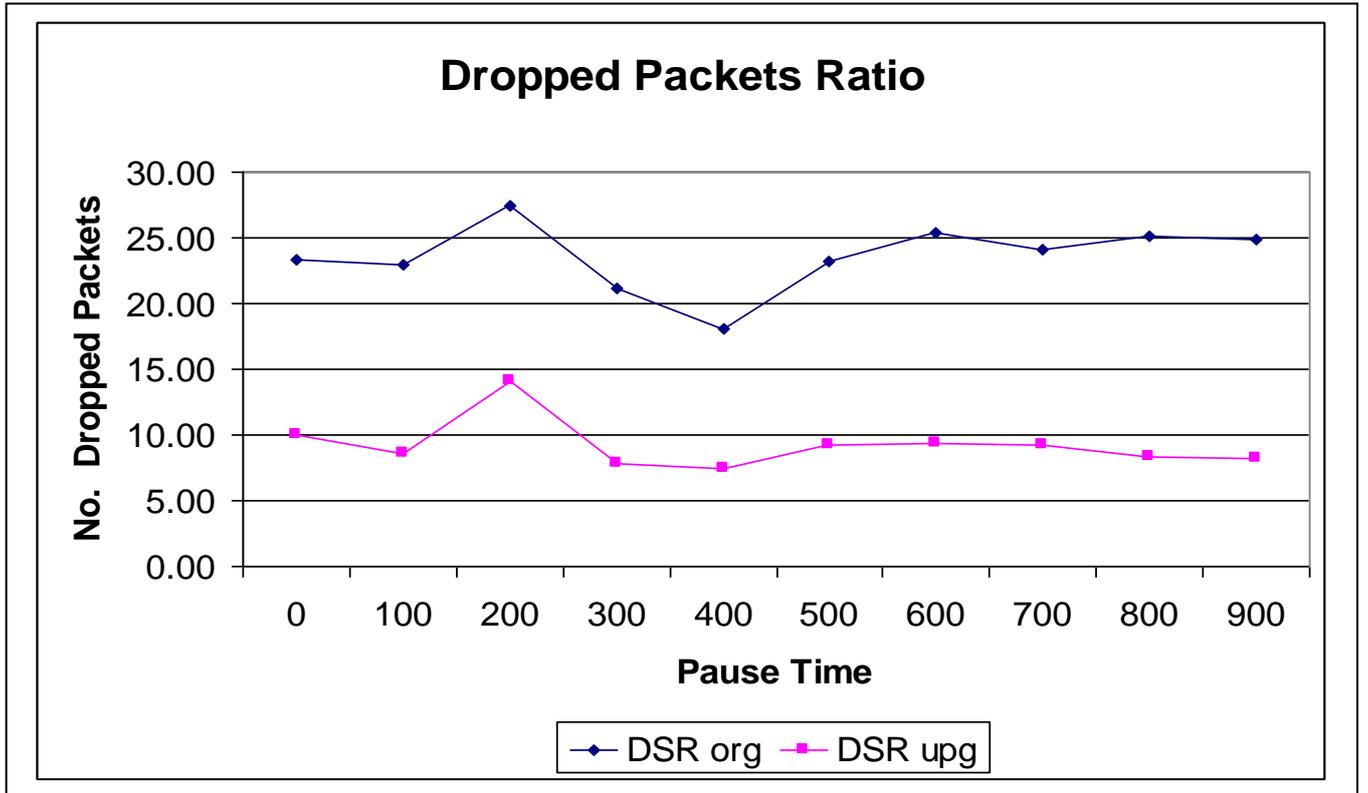
- أ. ٠.٧٥ لكل حزمة عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية، وبمعدل ٠.٩٦ لكل حزمة لجميع أوقات التوقف.
- ب. ٠.٢٦ لكل حزمة عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزميتين في الثانية، وبمعدل ٠.٢٩ لكل حزمة لجميع أوقات التوقف.
- ج. ٠.٤٠ لكل حزمة عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال أربع حزم في الثانية، وبمعدل ٠.٣١ لكل حزمة لجميع أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في نسبة الكلفة الإضافية بالنسبة لمعدل إرسال يساوي حزمة وحزمتين وأربع حزم في الثانية.

من الطبيعي جداً أن تزداد نسبة الكلفة الإضافية مع ازدياد عدد الحزم المرسل في الثانية، ومع ذلك حافظ البروتوكول المعدل على نسبة كلفة إضافية أقل من البروتوكول الأصلي في كل الحالات.

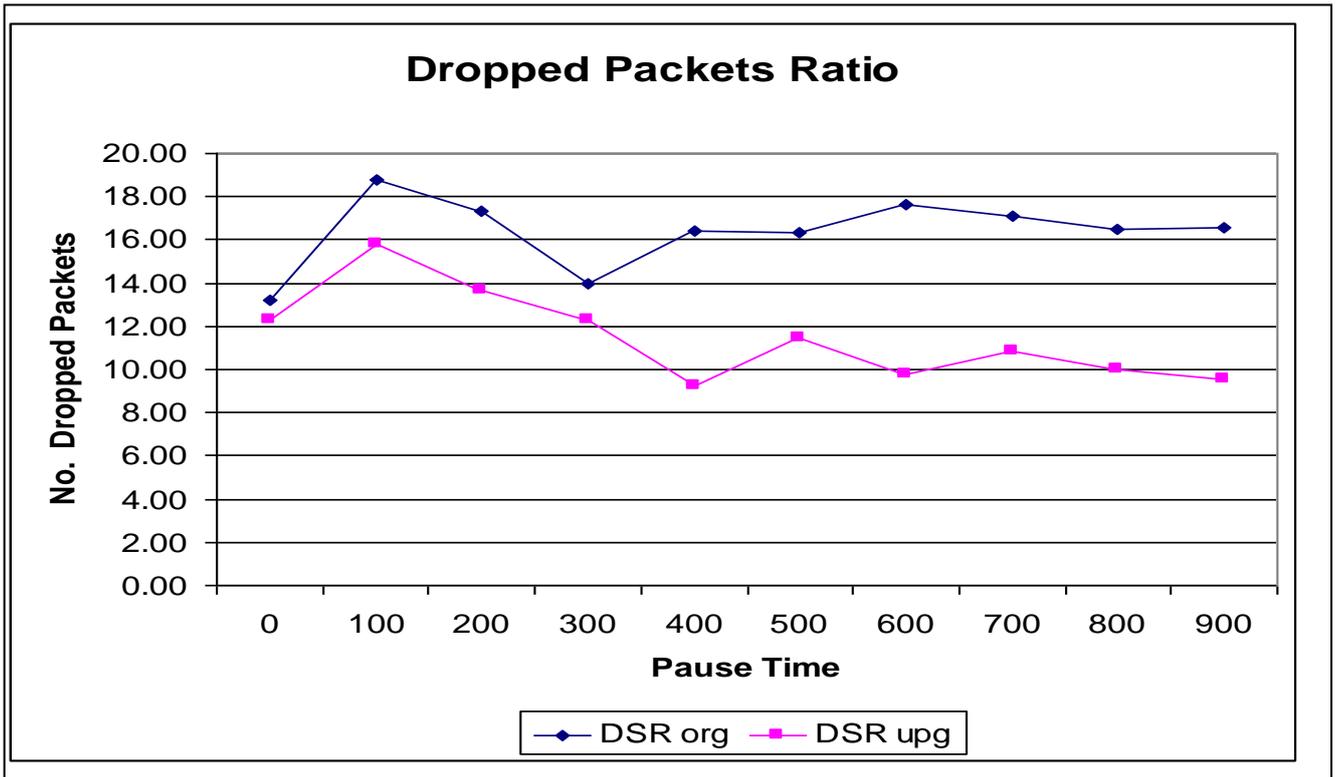
ثالثاً: نسبة الحزم الضائعة

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين نسبة الحزم الضائعة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



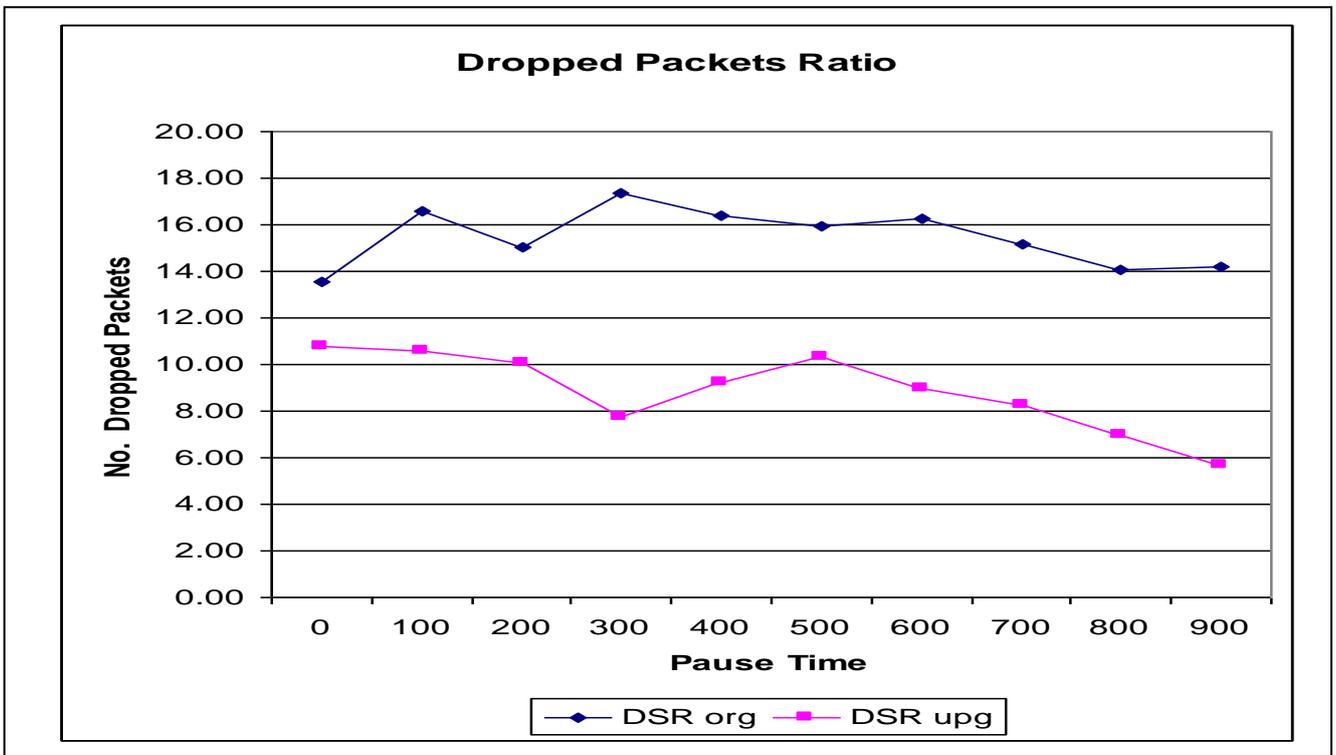
الشكل (٦-٤٣)

يمثل الشكل (٦-٤٣) نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٤٤-٦)

يمثل الشكل (٤٤-٦) نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال حزمتين في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٤٥-٦)

يمثل الشكل (٤٥-٦) نسبة الحزم الضائعة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين.

في الأشكال الثلاثة السابقة (٤٣-٦) و(٤٤-٦) و(٤٥-٦) هنالك انخفاض في نسبة الحزم الضائعة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي، وبمقدار يصل إلى:

أ. ١٣.٣٦ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية، وبمعدل ١٤.٣١ لجميع أوقات التوقف.

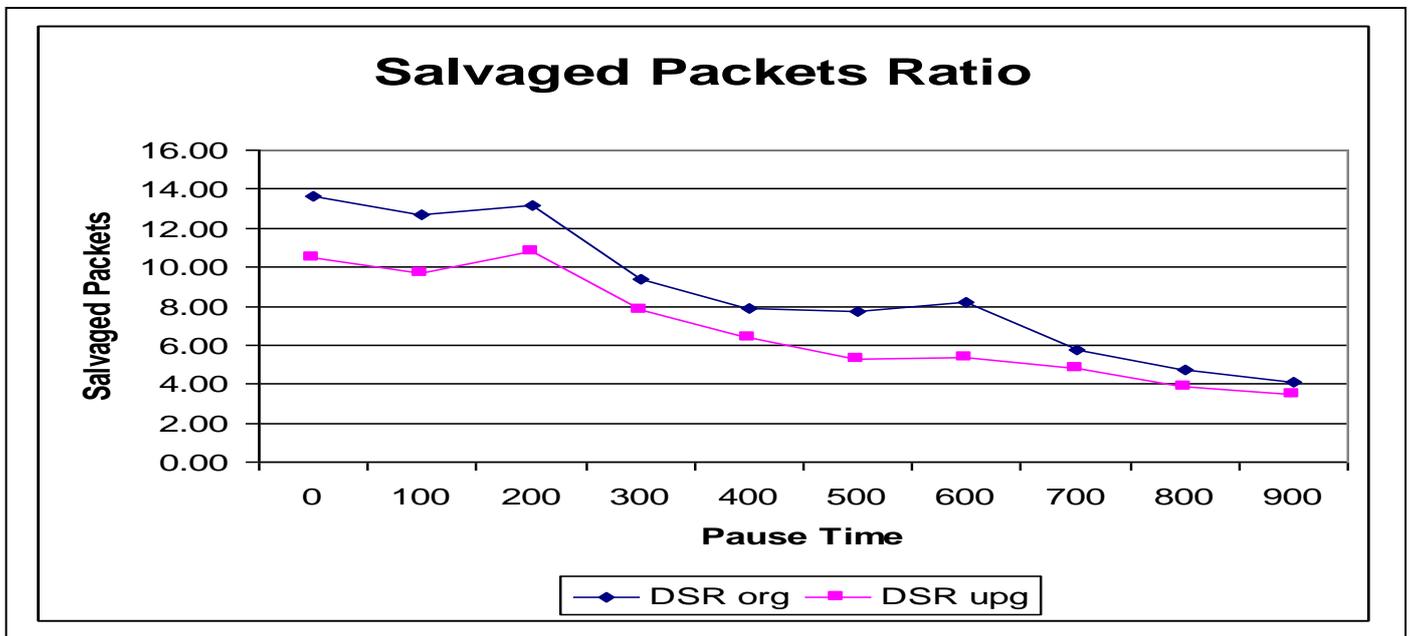
ب. ٠.٩٦ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمتين في الثانية، وزيادة في معدل عدد الحزم المنقذة بمقدار ٤.٥٦ لجميع أوقات التوقف.

ج. ٢.٧٢ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال أربع حزم في الثانية. وبمعدل ٦.٥٨ لجميع أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في نسبة عدد الحزم الضائعة بالنسبة لمعدل إرسال يساوي حزمة وحزمتين وأربع حزم في الثانية.

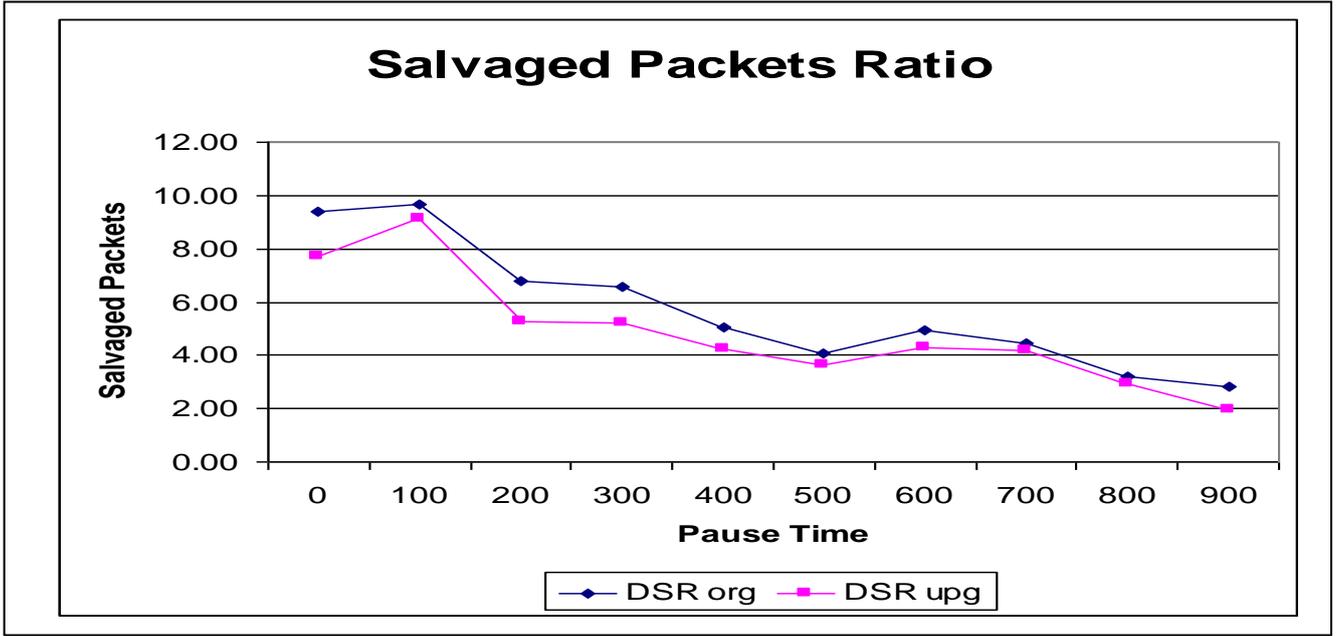
رابعا: نسبة الحزم المنقذة

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين عدد الحزم المنقذة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



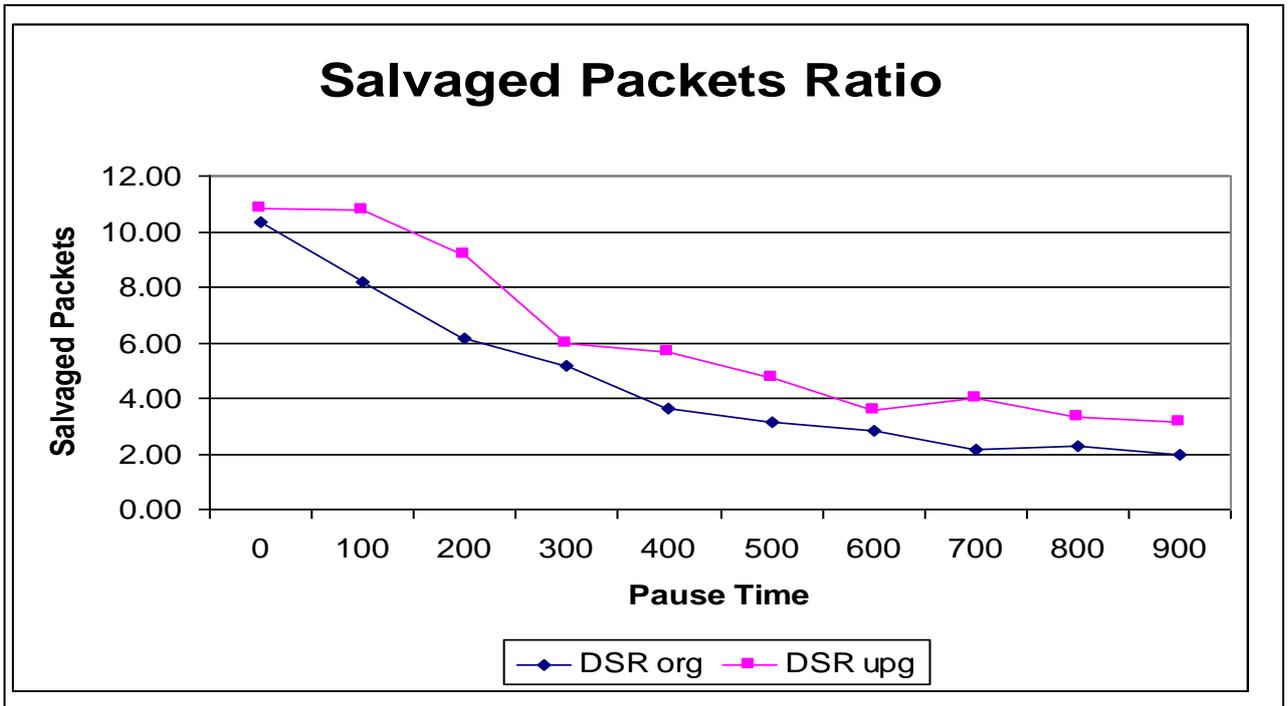
الشكل (٤٣-٦)

يمثل الشكل (٤٣-٦) نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٤٤-٦)

يمثل الشكل (٤٤-٦) نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال حزمتين في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٤٥-٦)

يمثل الشكل (٤٥-٦) نسبة الحزم المنقذة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين.

في الأشكال الثلاثة السابقة (٤٣-٦) و(٤٤-٦) و(٤٥-٦) هنالك انخفاض في نسبة الحزم المنقذة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي، وبمقدار يصل إلى:

أ. ٣.٢٠ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية، وبمعدل ١.٩٣ لجميع أوقات التوقف.

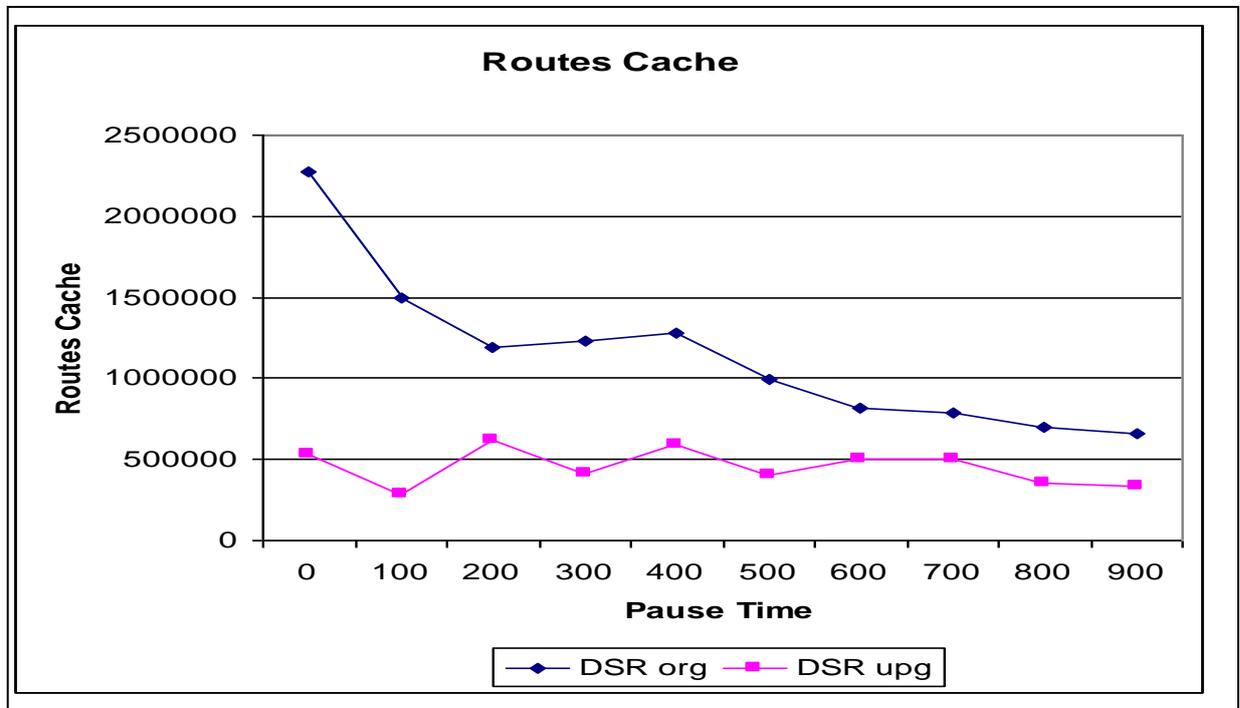
ب. ١.٦٦ عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمتين في الثانية، وزيادة في معدل عدد الحزم المنقذة بمقدار ٠.٨٤ لجميع أوقات التوقف.

وزيادة في نسبة الحزم المنقذة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي في حالة إرسال أربع حزم في الثانية ، وبمقدار يصل إلى:

١.٥٤ عند زمن توقف صفر ثانية، وبمعدل ١.٣٣ لجميع أوقات التوقف.

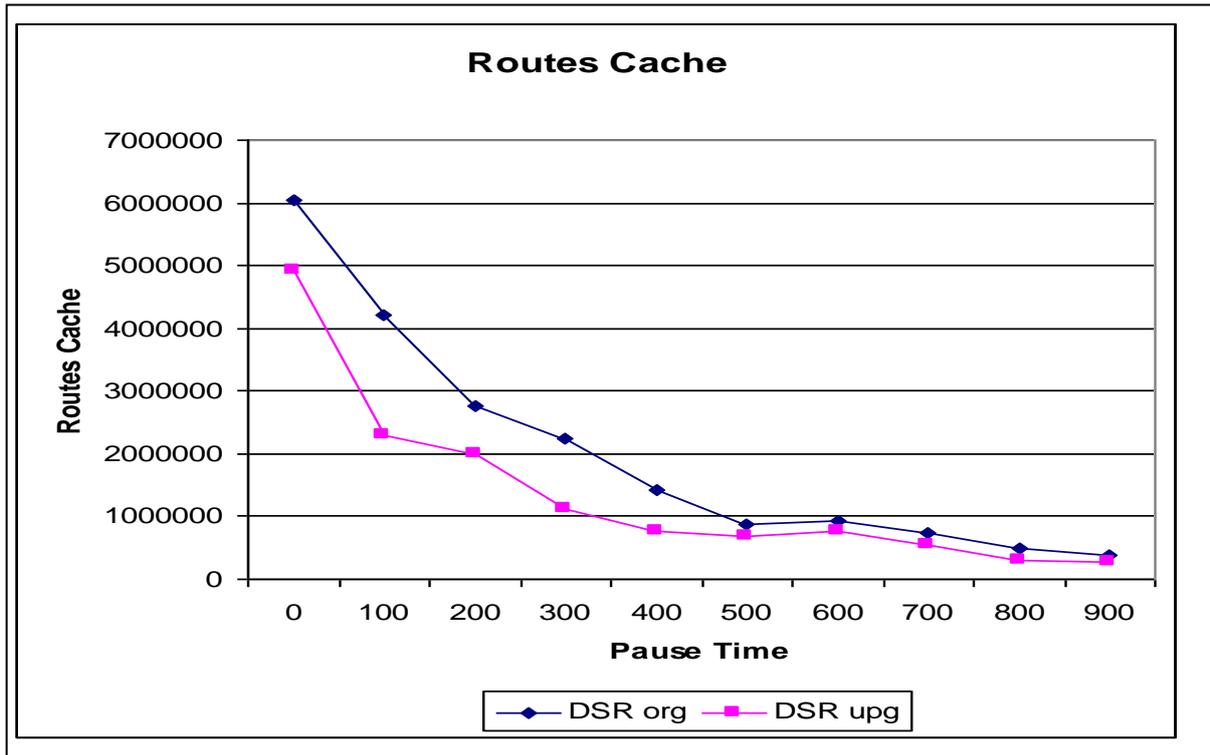
خامساً: عدد المسارات المخزنة

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين عدد المسارات المخزنة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



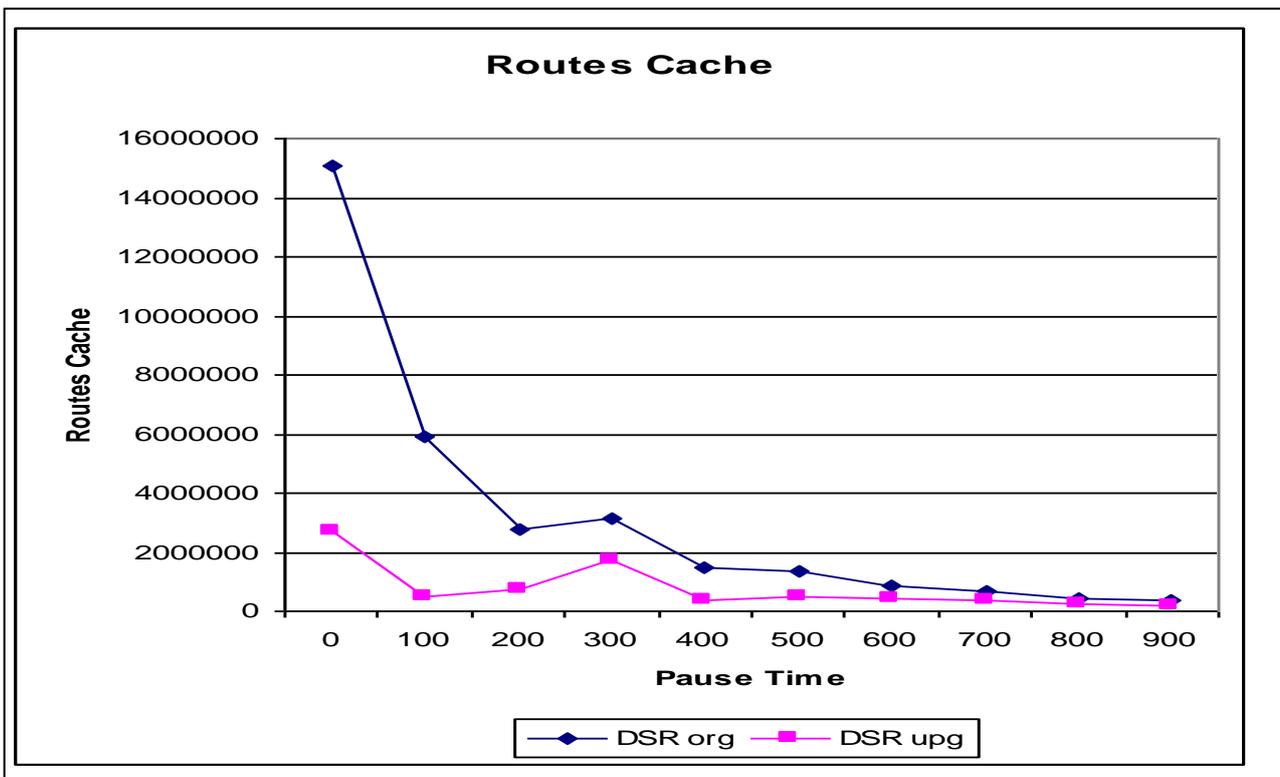
الشكل (٤٩-٦)

يمثل الشكل (٤٩-٦) عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٥٠-٦)

يمثل الشكل (٥٠-٦) عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال حزميتين في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٥١-٦)

يمثل الشكل (٥١-٦) عدد المسارات المخزنة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين. في الأشكال الثلاثة السابقة (٤٩-٦) و(٥٠-٦) و(٥١-٦) هنالك انخفاض في عدد المسارات المخزنة، في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي كما يلي:

أ. ١٧٣٨٨٦٦ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية، وبمعدل ٦٩٠٠٦٢ مسار لجميع أوقات التوقف.

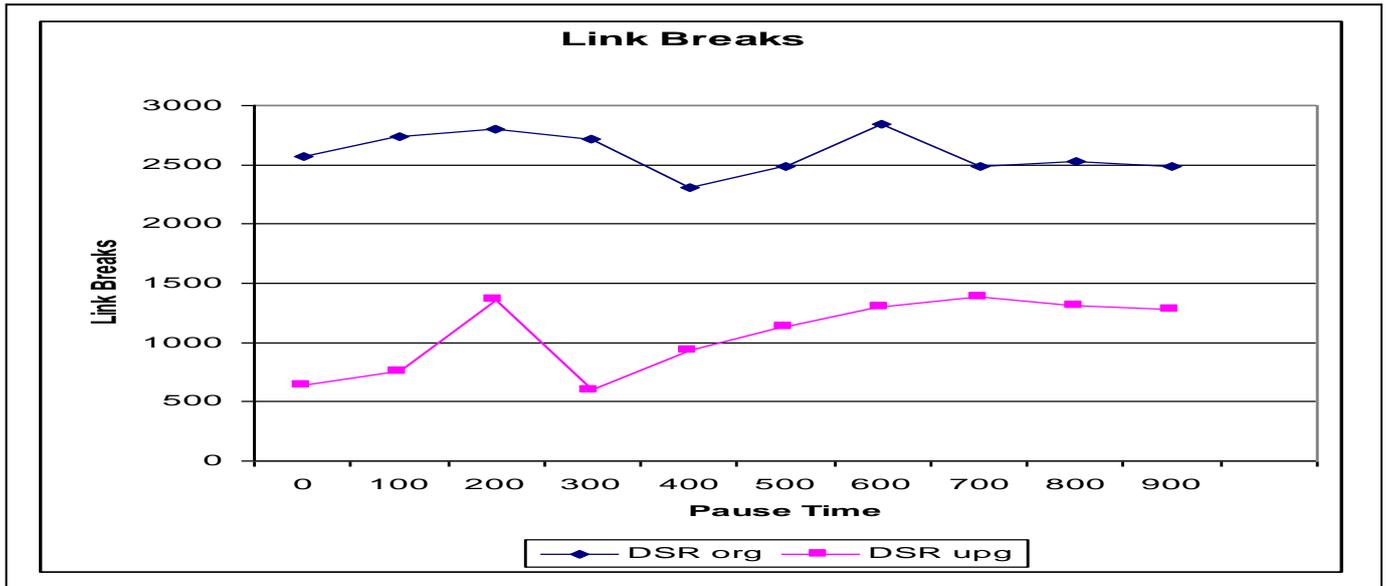
ب. ١١١٦٨٧٤ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال حزمتين في الثانية، وبمعدل ٦٣٩٥٣١ مسار لجميع أوقات التوقف.

ج. ١٢٣٣٢٣٩٠ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال أربع حزم في الثانية، وبمعدل ٢٤١٩٥٤٩ مسار لجميع أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في مقدار عدد المسارات المخزنة بالنسبة لمعدل إرسال يساوي حزمة واحدة وحزمتين وأربع حزم في الثانية، ووفر مساحة في ذاكرة العقد، وزاد من فعالية البروتوكول الأصلي.

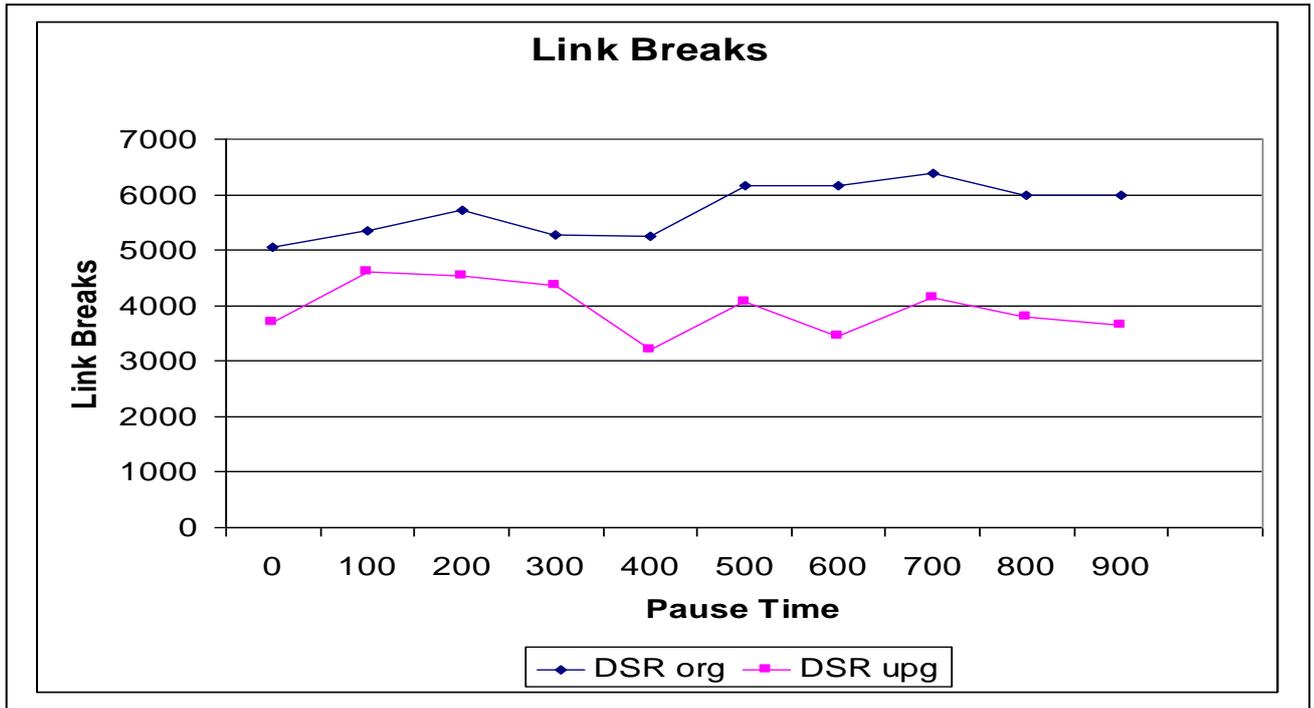
سادساً: عدد المسارات المقطوعة

تمثل الأشكال أدناه مقارنة بين عدد المسارات المقطوعة في البروتوكولين الأصلي والمعدل.



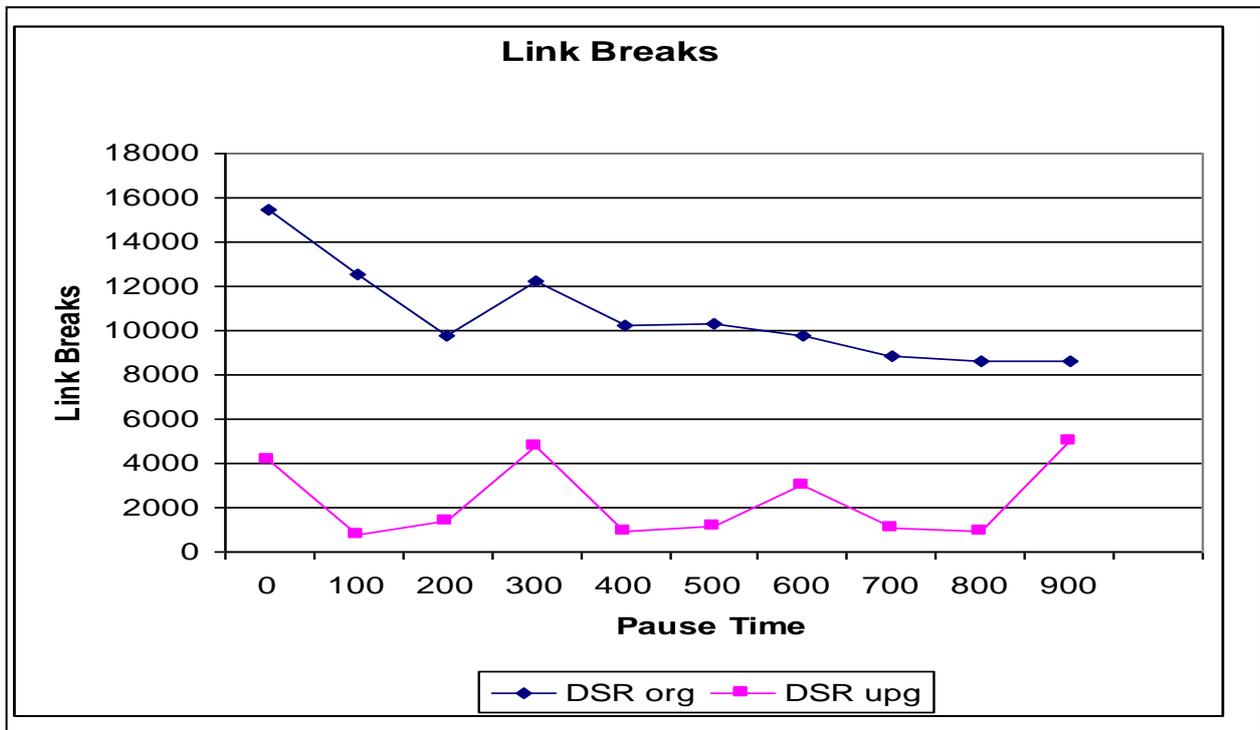
الشكل (٥٢-٦)

يمثل الشكل (٥٢-٦) عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال حزمة واحدة في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٥٣-٦)

يمثل الشكل (٥٣-٦) عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال حزميتين في الثانية في البروتوكولين.



الشكل (٥٤-٦)

يمثل الشكل (٥٤-٦) عدد المسارات المقطوعة بمعدل إرسال أربع حزم في الثانية في البروتوكولين.

في الأشكال الثلاثة السابقة (٥٢-٦) و(٥٣-٦) و(٥٤-٦) هنالك انخفاض في عدد المسارات المقطوعة، في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي كما يلي:

- أ. ١٩٣١ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال **حزمة واحدة** في الثانية، وبمعدل ١٥٢٤ مسار لجميع أوقات التوقف.
- ب. ١٣٥٤ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال **حزمتين** في الثانية، وبمعدل ١٧٨٤ مسار لجميع أوقات التوقف.
- ج. ١١٢٩٨ مسار عند زمن توقف صفر ثانية في حالة إرسال **أربع حزم** في الثانية. وبمعدل ٨٣٣٥ مسار لجميع أوقات التوقف.

نستنتج أن التعديل المقترح حقق انخفاضاً في مقدار عدد المسارات المقطوعة بالنسبة لمعدل إرسال يساوي حزمة واحدة وحزمتين وأربع حزم في الثانية.

## الفصل السابع

### الاستنتاجات

#### ٧-١ تحليل نتائج المحاكاة

تم في هذه الدراسة عمل بعض التعديلات على بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي، وتمت مقارنة البروتوكول المعدل مع البروتوكول الأصلي باستخدام المعايير التالية:

- أ . نسبة تسليم الحزم
- ب. الكلفة الإضافية
- ج. عدد الحزم الضائعة
- د. عدد الحزم المنقذة
- هـ. عدد المسارات المخزنة
- و. عدد المسارات المقطوعة

هدفت هذه الدراسة إلى زيادة نسبة تسليم الحزم بين المصدر والهدف، وإلى تقليل مقدار الكلفة الإضافية المصاحبة لتسليم الحزم، مع توفير في استخدام ذاكرة العقدة.

ولتقويم مدى نجاح التعديلات المضافة على بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي، تمت تجربة البروتوكول المعدل باستخدام طريقة المحاكاة معتمدين في ذلك على المحاكى (GloMoSim) وتم دراسة أداء البروتوكول قبل وبعد التعديلات باستخدام المعايير المذكورة سابقاً وذلك بتعريض البروتوكول الأصلي (بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي) والبروتوكول المعدل إلى نفس الظروف من حيث الحركة وعدد العقد وعدد المصادر..... الخ.

تم اعتماد القانون التالي في حساب النسبة المئوية للزيادة أو النقصان في المقارنات:  
الفرق بين الكمية (س) من البروتوكول المعدل والكمية (س) من البروتوكول الأصلي مقسوماً على الكمية (س) من البروتوكول الأصلي.

٧-١-١ نتائج المحاكاة للدراسة الأولى، الحالة الأولى (تغيير معدل إرسال الحزم في الثانية).

١. نسبة تسليم الحزم بين المصدر والهدف

أظهر البروتوكول المعدل نسبة أعلى في تسليم الحزم من البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ١١% في حالة إرسال حزمة في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

ب. ٥% في حالة إرسال حزمتين في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

ج. ١٢% في حالة إرسال أربع حزم في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

٢. نسبة الكلفة الإضافية

انخفضت نسبة الكلفة الإضافية في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٤١% في حالة إرسال حزمة في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

ب. ٣٠% في حالة إرسال حزمتين في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

ج. ٢٥% في حالة إرسال أربع حزم في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

٣. نسبة الحزم الضائعة

انخفضت نسبة الحزم الضائعة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٢٤% في حالة إرسال حزمة في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

ب. ٢٨% في حالة إرسال حزمتين في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

ج. ٣٠% في حالة إرسال أربع حزم في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

٤. عدد الحزم المنقذة

انخفضت نسبة الحزم المنقذة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى ٢١% في حالة إرسال حزمة في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث. وازدادت نسبة الحزم المنقذة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٩% في حالة إرسال حزمتين في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

ب. ٩% في حالة إرسال أربع حزم في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

٥. عدد المسارات المخزنة  
انخفض عدد المسارات المخزنة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ١٥% في حالة إرسال حزمة في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

ب. ٢٣% في حالة إرسال حزمتين في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

ج. ٣٥% في حالة إرسال أربع حزم في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

٦. عدد المسارات المقطوعة  
انخفض عدد المسارات المقطوعة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ١٧% في حالة إرسال واحدة في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

ب. ٣٢% في حالة إرسال حزمتين في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

ج. ٣٤% في حالة إرسال أربع حزم في الثانية وأقصى سرعة لحركة العقد ١٠ م/ث.

٧-١-٢ نتائج المحاكاة للدراسة الأولى، الحالة الثانية (تغيير معدل سرعة حركة العقد).

١. نسبة تسليم الحزم بين المصدر والهدف

أظهر البروتوكول المعدل نسبة أعلى في تسليم الحزم من البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

- أ. ١٢% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ١٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.
- ب. ١١% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٣٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.
- ج. ١٢% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٥٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

٢. نسبة الكلفة الإضافية

انخفضت نسبة الكلفة الإضافية في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

- أ. ٢٥% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ١٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.
- ب. ٢٨% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٣٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.
- ج. ٣٣% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٥٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

### ٣. نسبة الحزم الضائعة

انخفضت نسبة الحزم الضائعة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٣٠% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ١٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

ب. ٢١% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٣٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

ج. ٢٢% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٥٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

### ٤. نسبة الحزم المنقذة

ازدادت نسبة الحزم المنقذة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى ٩% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ١٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

وانخفضت نسبة الحزم المنقذة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ١٨% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٣٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

ب. ١٣% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٥٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

### ٥. عدد المسارات المخزنة

انخفض عدد المسارات المخزنة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٣٥% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ١٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

ب. ٢٢% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٣٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

ج. ١٨% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٥٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

٦. عدد المسارات المقطوعة

انخفض عدد المسارات المقطوعة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٣٤% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ١٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

ب. ١٤% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٣٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

ج. ٢٣% في حال كون أقصى سرعة حركة للعقدة هي ٥٠م/ث ومعدل إرسال أربع حزم في الثانية.

٧-١-٣ نتائج المحاكاة للدراسة الثانية: إهمال عدد معين من ردود المسار.

تمت دراسة نتائج هذه الدراسة في حالة تخزين أول رد طلب مسار ثم إهمال مسارين ثم أربع مسارات ثم ست مسارات ثم ثمان مسارات، وبعد مقارنة النتائج مع بعضها البعض تبين أن إهمال ست ردود لاحقة للرد الأول وعدم الاحتفاظ بها قد أعطى نتائج أفضل من نتائج البروتوكول الأصلي، كما يلي:

١. نسبة تسليم الحزم بين المصدر والهدف

أظهر البروتوكول المعدل زيادة في تسليم الحزم من البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ١٨% في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية.

ب. ٥% في حالة إرسال حزمتين في الثانية.

ج. ١٦% في حالة إرسال أربع حزم في الثانية.

## ٢. نسبة الكلفة الإضافية

انخفضت نسبة الكلفة الإضافية في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٥٢% في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية.

ب. ٢٦% في حالة إرسال حزمتين في الثانية.

ج. ٣١% حالة إرسال أربع حزم في الثانية.

## ٣. نسبة الحزم الضائعة

انخفضت نسبة الحزم الضائعة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٦١% في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية.

ب. ٢٨% في حالة إرسال حزمتين في الثانية.

ج. ٤٣% حالة إرسال أربع حزم في الثانية.

## ٤. نسبة الحزم المنقذة

انخفضت نسبة الحزم المنقذة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٢٢% في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية.

ب. ١٥% في حالة إرسال حزمتين في الثانية.

وزادت نسبة الحزم المنقذة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى ٢٩% في حالة إرسال أربع حزم في الثانية.

## ٥. عدد المسارات المخزنة

انخفض عدد المسارات المخزنة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٦٠% في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية.

ب. ٣٢% في حالة إرسال حزمتين في الثانية.

ج. ٧٦% حالة إرسال أربع حزم في الثانية.

## ٦. عدد المسارات المقطوعة

انخفض عدد المسارات المقطوعة في البروتوكول المعدل عن البروتوكول الأصلي بمقدار يصل إلى:

أ. ٦٠% في حالة إرسال حزمة واحدة في الثانية.

ب. ٣١% في حالة إرسال حزمتين في الثانية.

ج. ٧٨% حالة إرسال أربع حزم في الثانية.

## ٢-٧ العمل المستقبلي

يمكن تحسين أداء البروتوكول المعدل بإضافة التعديلات التالية :

- دراسة وجوب إعادة إرسال طلب مسار من جميع العقد التي وصلها طلب اكتشاف مسار، وهي لا تملك رداً له.
- إمكانية الاكتفاء بتخزين المسارات المستقبلية عن طريق الاستماع فقط، وإهمال الردود المباشرة لطلب اكتشاف مسار.
- دراسة الرد على جميع طلبات اكتشاف المسار، بسبب تكرارها.

قائمة المراجع :

1. Toh, C-K., **A Novel Distributed Routing Protocol To Support Ad-Hoc Mobile Computing**, In conference Proceeding of the IEEE Fifteen Annual International Phoenix Conference on Computer and Communications, page 480-486, March 1996.
2. Parsad, R. and Munoz, L. **WLANs and WPANs towards 4G Wireless**, Artech house, London, Page1, 2003.
3. Royer, E. and Toh, C. **A Review of Current Routing Protocols for Ad-hoc Mobile Wireless Networks**. IEEE Personal Communications Magazine, 6(2):46--55, April 1999.
4. Pahlavan, Kaveh., and Krishnamurthy, Prashant., **Principles of Wireless Networks**, Prentice-Hall, Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 2002
5. Zhu, C. **Pro-active Connection Maintenance in AODV and MAODV**, Master Thesis, University of Carleton, Canada, 2002.
6. Corson, S., and Macker, J., **Mobile Ad hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations**, University of Maryland and Naval Research Laboratory, January 1999.
7. Chen, S. **Ad Hoc Network Management protocol**, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Volume 17 Number 8, pp 1506-1531, August 1999.
8. Ho, C., Obraczka, K., Tsudik, G., and Viswanath, K., **Flooding for reliable multicast in multi-hop ad hoc networks**, in ACM Dialm'99, Aug. 1999.
9. S.-J. Lee, W. Su, J. Hsu, M. Gerla and R. Bagrodia, **A performance comparison study of ad hoc wireless multicast protocols**, in: Proceedings of IEEE INFOCOM (2000) pp. 565-574.
10. Yoav Sasson, David Cavin and André Schiper, **Probabilistic Broadcast for Flooding in Wireless Mobile Ad hoc Networks**, IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC) - March 2003
11. Charles E. Perkins, Elizabeth M. Belding-Royer, and Ian Chakeres. "**Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV) Routing.**" *IETF Internet draft*, draft-perkins-manet-aodvbis-00.txt, 2003
12. Xie, J., Talpade, R., Liu, M. and Mcauley, A., **AMRoute: Ad Hoc Multicast Routing Protocol**, Mobile Networks and Applications, Vol. 7, No. 6, 2002, pp. 429-439.

13. E. Bommaiah, M.Liu, A. McAuley, and R. Talpade, "**AMRoute : Ad Hoc Multicast Routing Protocol**", Technical Report CSHCN T.R. 99-1/ISR T.R. 99-8, Institute for Systems Research, University of Maryland, College Park, MD, 1999.
14. C.W. Wu, Y.C. Tay, and C.-K. Toh, "**AMRIS: a multicast protocol for ad hoc wireless networks**", Military Communications Conference Proceedings, 1999. MILCOM 1999. IEEE , Volume: 1 , 1999. Page(s): 25 - 29
15. Sung-Ju Lee, Mario Gerla, and Ching-Chuang Chiang, "**On-Demand Multicast Routing Protocol**", To appear in Proceedings of IEEE WCNC'99, New Orleans, LA, Sep. 1999
16. J.J Garcia-Luna-Aceves and E.L. Madurga, "**The Core-Assisted Mesh Protocol**", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, special issue on Wireless Ad Hoc Networks, vol. 17, no. 8, August 1999. Page(s): 1380 - 1394.
17. Barua, G. and Agarwal, M. **Caching Routes in Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing for Mobile Ad Hoc Networks**, Indian Institute Technology, Page1, 2002.
18. Qin, L., **Pro-Active Route Maintenance in DSR**, Master Thesis, University of Carleton, Ottawa, Canada, 2001.
19. Zhu, C. **Pro-active Connection Maintenance in AODV and MAODV**, Master Thesis, Carleton University, Canada , August 2002.
20. Perkins, C. E. and Bhagwat, P. **Highly Dynamic Destination-sequenced Distance Vector Routing (DSDV) For Mobile Computers**, In Proceeding of the SIGCOMM '94 Conference on Communications Architectures, Protocols and Applications, pp 234-244, August 1994,
21. Murthy, S. and Garcia-Luna, J., **An Efficient Routing Protocol for Wireless**, ACM Mobile Networks and Applications Journal, Special Issue on Routing in Mobile Communication Networks, V. 1, No. 2, 1996, pp. 183-197.
22. Johnson, D. B. Maltz, D. A. and Hu, Y-C. **The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks**, IETF MANET Working Group, 2004.
23. Johnson, D. B. Maltz, D. A. and Broch, J. **The Dynamic Source Routing Protocol for Multihop Wireless Ad Hoc Networks**, Ad Hoc Networking, Perkins, C. E. (editor), Addison-Wesley Publisher, 2001
24. Johnson, D., and Maltz, D., **Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks**, Mobile Computing, Imielinski, T. and Korth, H. (Editors), Kluwer Academic Publishers, 1996, pp. 153-181.

25. Haas, Z.J., Pearlman, M.R., Samar, P., **The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks**, IETF Internet Draft, draft-ietf-manet-zone-zrp-04.txt, July 2002.
26. Gretchen, Lynn., **Romer: Robust Multicast Routing Mobile Ad hoc Networks**. University of Pittsburgh, 2003
27. He, Y. Raghavendra, C. S. Berson, S. and Braden, B. **Active Packets Improve Dynamic Source Routing for Ad-Hoc Networks**, the University of Southern California, 2001.
28. Chen, W. and Hou, J. C. **Dynamic, Ad-Hoc Source Routing with Connection-Aware Like-State Exchange and Differentiation**, the University of Illinois at Urbana-Champaign, 2002
29. Qin, L. Kunz, T. **Increasing Packet Delivery Ratio in DSR by link Prediction**, Carleton University, 2002.
30. Bansal, N., and Liu, Z. **Capacity, delay and mobility in wireless ad-hoc networks**. In Proc. of IEEE, Infocom Conf. (San Francisco, CA, April 1-3 2003).
31. Sampo Naski, **Performance of Ad Hoc Routing Protocols: Characteristics and Comparison**, Helsinki University of Technology, Telecommunications Software and Multimedia Laboratory, 2004
32. Marina, M. K. Das, S. R. **Performance of Route Caching Strategies in Dynamic Source Routing**, University of Cincinnati, 2001.

## ABSTRACT

The development of ubiquitous mobile computing devices has fueled the need for dynamic reconfigurable networks. Mobile ad-hoc network (MANET) routing protocols facilitate the creation of such networks, without centralized infrastructure.

One of the challenges in the study of MANET routing protocols is to increase the effectiveness of the routing protocol, which must respond to dynamic changes in network topology due to node mobility.

The Dynamic Source Routing Protocol (DSR) is an efficient routing protocol proposed and designed especially for multi-hop Wireless Mobile Ad-hoc Networks. The protocol automatically discovers (“Route Discovery”) and maintains (“Route Maintenance”) the routes in the network by storing source routes, discovered dynamically on-demand.

All nodes in the network participate in the packet forwarding process, acting as routers on an ad-hoc basis. All nodes cache source routes either when overhearing them or when forwarding the packets.

An improvement to the performance of the DSR protocol is investigated in this thesis, and is evaluated using the GloMoSim simulator, a popular open source network simulator.

Two enhancements to DSR are proposed and evaluated using detailed simulations. In the first enhancement, an older route is replaced by a newer one if it has the same number of hops. In the second enhancement, only the first received route is cached and a specific number of subsequent routes are discarded.

The results show that the enhancements increase the packet delivery ratio and decrease the overhead. The packet delivery ratio increases by up to 25 % and the overhead decreases by up to about 53.10 %.