

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة آل البيت



كلية الأمير الحسين بن عبد الله لتكنولوجيا المعلومات  
قسم علم الحاسوب

رسالة ماجستير في علم الحاسوب  
بمعنوان

دراسه وتحليل لبروتوكولات التمرير للشبكات اللاسلكيه الخاصه "

Study and Analysis of some Routing Protocols for Ad Hoc  
Networks

إعداد

محمد أحمد الشعري

0120901007

اسم المشرف

الدكتور أحمد دلالة

2006 م

دراسه وتحليل لبروتوكولات التمرير للشبكات اللاسلكيه الخاصه "

## Study and Analysis of some Routing Protocols for Ad Hoc Networks

إعداد

محمد أحمد الشعري

0120901007

اسم المشرف

الدكتور أحمد دلالة

التوقيع

أعضاء لجنة المناقشة

.....

د. أحمد الدلالة

.....

د. إسماعيل عبابنة

.....

د. علي الداود الزعبي

.....

د. أكرم حمارشة

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في علم الحاسوب في كلية

الأمير الحسين بن عبدالله لتكنولوجيا المعلومات في جامعة آل البيت.

نوقشت وأوصي بإجازتها بتاريخ: / / 2006م

الإهداء

إلى مهجة قلبي..... وطني الغالي **اليمن**

إلى من سهرت لني أنام..... أبي وأمي

إلى رفقاء دربي..... أصدقائي

إلى كل من ساعدني ووقف بجانبني

## كلمة شكر

أحمد الله سبحانه وتعالى أولاً وقبل كل شيء وأشكره على نعمته وأسأله التوفيق في كل أمر ، ثم أتقدم بخالص الشكر والعرفان إلى الدكتور إسماعيل عباينة فلا يسعني الا ان اقول له جزاك الله خيرا كما اتقدم بالشكر الجزيل للدكتور أحمد دلالة الذي منحني ثقته بتكرمه بالإشراف على رسالتي كما اتقدم بالشكر الجزيل والعرفان الكبير للدكتور مأمون رباعه الذي ساندني وساعدني فشكرا لك ايها الرجل العظيم والانسان الكريم . كما أتقدم بالشكر الجزيل لأعضاء لجنة المناقشة على الوقت والجهد الذي بذلوه في قراءة ومناقشة هذه الرسالة.

## قائمة المحتويات

صفحة	الموضوع
2	صفحة الغلاف
3	الإهداء
4	الشكر
5	قائمة المحتويات
7	قائمة الأشكال
8	قائمة المصطلحات
9	قائمة الاختصارات
10	الملخص
11	الفصل الأول
	المقدمة
11	1-1: أنواع الشبكات اللاسلكية
12	1-1-1 الشبكات اللاسلكية ذات البنية التحتية
12	1-1-2 الشبكات اللاسلكية الخاصة المتنقلة
14	2-1 : خصائص الشبكات اللاسلكية الخاصة
15	3-1 تطبيقات الشبكات اللاسلكية الخاصة
	الفصل الثاني
16	تقديم
17	2-1 تصنيف بروتوكولات التمرير في الشبكات اللاسلكية الخاصة
18	2-2 البروتوكولات الموجهة بالجدول (Table Driven Protocols)
19	2-2-1 بروتوكول متجه المسافة حسب الوجهة
20	2-2-2 بروتوكول التمرير اللاسلكي
28	3-2 البروتوكولات الموجهة حسب طلب المصدر
29	1-3-2 بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني
31	2-3-2 بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي
33	2 - 4 البروتوكولات الهرمية (المركزية) Hierarchical protocols.
33	1-4-2 بروتوكول تمرير حالة عين السمك (العين) FISHEYE State Routing (FRS)
36	2-5 البروتوكولات الموجهة جغرافياً Geographical protocols.
36	1-5-2 بروتوكول التمرير بالتعاون مع الموقع

	الفصل الثالث
50	الدراسات السابقة
51	3-1 الدراسة الأولى : مقارنة أداء بروتوكولات تمرير الشبكات اللاسلكية المتاحة
52	3-2 الدراسة الثانية : مقارنة محاكاة أربعة بروتوكولات تمرير للشبكات
53	3-3 الدراسة الثالثة :مقارنة أداء بروتوكولي توجيه عند الطلب .
54	4-3 مجموعة من دراسات المقارنة
	الفصل الرابع
55	الدراسة المقترحة
55	1-4 مشكلة الدراسة:
55	2-4 أهداف الدراسة
55	3-4 أهمية الدراسة
56	4-4 معايير الأداء المعتمدة لمقارنة أداء البروتوكولات Performance Metrics
56	4-5 بيان نقاط قوة وضعف وانتقاد للبروتوكولين AODV و DSR
	الفصل الخامس
59	المحاكاة
59	1-5: المحاكى
60	2-5 مكونات معمارية المحاكى
60	3-5: عمل المحاكى
61	4-5 المنهجية المقترحة :
62	5 - 5 نتائج المحاكاة
70	5-5-1 تفاصيل نسبة تسليم الحزم : Packet delivery ratio details
71	5-5-2: متوسط زمن التأخير (End-to-End Delay)
75	5-5-3 تفاصيل الكلفة الإضافية للتمرير Routing Overhead Details
79	4-5-5 عدد المسارات المقطوعة
82	5-5-5 عدد الحزم الضائعة
	الفصل السادس
94	الاستنتاجات
96	قائمة المراجع
101	الملخص باللغة الإنجليزية

## قائمة الأشكال

صفحة	الشكل
3	الشكل (1-1): شبكة لاسلكية خاصه مكونة من ثلاثة عقد لاسلكية (أ ، ب ، ج)
20	شكل (1-2) مثال لبروتوكول التمرير اللاسلكي
31	شكل (2-2) بين المجال لشكل للبروتوكول
32	شكل (3-2) بين تحويل الرسائل بأستخدام عين السمك
34	شكل(4-2) يبين عملية الاغراق (Flooding)
39	شكل (5-2) مثال للمنطقه المتوقعه
40	شكل(6-2) يمثل المنطقه المطلوبه
41	شكل(7-2) a عقدة المصدر خارج المنطقه المتوقعه
41	شكل (7-2) b عقدة المصدر بداخل المنطقه المتوقعه
46	شكل(8-2) b التكيف مع المنطقه المطلوبه المستطيله
46	شكل(8-2) c التكيف مع المنطقه المطلوبه المخروطيه
48	شكل (9-2) يبين البحث المحلي لإعادة بناء الممر المنقطع
50	شكل (10-2)
68	شكل(1-5) يوضح نسبة تسليم الحزم بالنسبه لبروتوكول الـAODV عند عدد مختلف من العقد
69	شكل(2-5) يوضح نسبة تسليم الحزم بالنسبه لبروتوكول الـDSR عند عدد مختلف من العقد من
70	شكل(3-5) يوضح نسبة تسليم الحزم بالنسبه لبروتوكول الـDSR ومقارنته مع بروتوكول الـAODV عند 50
71	الشكل (4-5) يوضح زمن التأخير لبروتوكول الـDSR عند عدد مختلف من العقد.
72	شكل (5-5) يبين زمن التأخير لبروتوكول الـAODV عند عدد مختلف من العقد .
73	شكل (6-5) يوضح زمن التأخير بالنسبه لبروتوكول التمرير اللاسلكي بالنسبه لعدد مختلف
74	شكل (7-5) يوضح زمن التأخير بالنسبه لبروتوكول الـLARone مع عدة عقد .
75	الشكل (8-5) يبين زمن التأخير بالنسبه لبروتوكول الـDSR وكذلك بروتوكول الـAODV
76	الشكل (9-5) يبين الكلفه الاضافيه لبروتوكول الـDSR مع عدد مختلف من العقد.
77	الشكل(10-5) يبين الكلفه الاضافيه لبروتوكول الـAODV مع عدد مختلف من العقد.
77	الشكل (11-5) يبين الكلفه الاضافيه لبروتوكول الـFISHEYE مع عدد مختلف من العقد .
78	الشكل (12-5) يبين التحكم في الكلفه الاضافيه في بروتوكول الـFISHEYE .
79	شكل (13-5) بين الكلفه الاضافيه لبروتوكول الـDSR والـAODV
80	شكل (14-5) يبين الكلفه الاضافيه بين بروتوكولات الـDSR وAODV و FISHEYE لـ10
81	شكل (15-5) يبين الكلفه الاضافيه بين بروتوكولات الـDSR وAODV و FISHEYE لـ20
81	شكل (16-5) يبين الكلفه الاضافيه بين بروتوكولات الـDSR وAODV و FISHEYE لـ30
82	شكل (17-5) يبين الكلفه الاضافيه بين بروتوكولات الـDSR وAODV و FISHEYE لـ40
83	شكل (18-5) يبين الكلفه الاضافيه بين بروتوكولات الـDSR وAODV و FISHEYE لـ50

83	الشكل (5-19) يبين عدد المسارات المنقطعه مع زمن التوقف بالنسبة لبروتوكول الـDSR.
84	الشكل (6-20) يبين عدد المسارات المنقطعه مع زمن التوقف لبروتوكول الـAODV .
85	الشكل (5-21) هذا الشكل يقوم بمقارنة بروتوكول الـDSR مع بروتوكول الـAODV من
85	الشكل (5-22) وهذا الشكل يقوم بتوضيح عدد الحزم المفقوده مع زمن التوقف بالنسبة
86	الشكل (5-23) وهذا الشكل يقوم بمقارنة بروتوكول الـDSR مع بروتوكول الـAODV من

### قائمة المصطلحات

المصطلح	ما يعادله باللغة الإنجليزية
شبكة لاسلكية أنية	Ad Hoc Network
سعة النطاق	Bandwidth
نشر	Broadcast
خطأ برمجي	Bug
فعالية	Efficient
تشفير	Encryption
إغراق	Flooding
مجموعة تمرير	Forwarding Group
حزمة ترحيبية	Hello Packet
قفزة	Hop
فترة تحديث قصوى	Maximum Refresh Interval
فترة تحديث دنيا	Minimum Refresh Interval
أنماط الحركة	Mobility Pattern
تجزئة الشبكة	Network Partition
موجه حسب الطلب	On-Demand Driven
كلفة إضافية	Overhead
حزمة	Packet
غير تفاعلي	Proactive
تفاعلي	Reactive
وثوقية	Reliable
ممر	Router
مكون أساسي	Standard Component
موجه بالجدول	Table Driven
عتبة	Threshold
حجم الأحمال	Traffic Load
فريد	Unique

## قائمة الاختصارات

ما يعادله	الاختصار
Ad hoc On-Demand Distance Vector	AODV
Constant Bit Rate	CBR
Central Processing Unit	CPU
Dynamic Source Routing	DSR
Destination Sequenced Distance Vector	DSDV
Global Mobile Simulator	GloMoSim
Global Positioning System	GPS
Mobile Ad Hoc Network	MANET
Medium Access Control	MAC
Parallel Simulation Environment Complex System	PARSEC
Route Request	RREQ
Route Reply	RREP
Route Error	RERR
Temporally-Ordered Routing Algorithm	TORA
User Datagram Protocol	UDP
Wireless Routing Protocol	WRP

## الملخص

تكتسب شبكات التحرك الخاصة (MANET) أهميه متزايدة هذه الايام، وقد تم اقتراح العديد من بروتوكولات التمرير لهذه الشبكات، وعليه فإن المقارنه بين بروتوكولات التمرير تساعدنا لإختيار البروتوكول الأفضل ضمن بيئة التشغيل المطلوبة، وتبين نقاط القوة والضعف لكل بروتوكول. تتم في هذه الرساله مقارنة خمس بروتوكولاتشائعته هي AODV، WRP، LAR1،FSR،DSR في ظروف تشغيله مختلفه، وذلك من حيث نسبة وصول الرسائل، والكلفه الاضاقية، وزمن التأخير .

## الفصل الأول

### المقدمة

مع التطورات السريعة والمذهلة التي حصلت في مجال تصنيع الأجهزة اللاسلكية والحاسبات الشخصية المحمولة والتي يمكن أن تبقى بعيدا عن مصادر الطاقة لفترة من الوقت وشيوع استخدامها في كافة مناحي الحياة سواء كانت تجارية أو رسمية أو شخصية، توافقت الحاجة الماسة للتراسل بين هذه الأجهزة اللاسلكية والسماح بحرية التنقل للمستخدم مع البقاء على ارتباطه بالأجهزة الأخرى.

تم اختراع تقنية اللاسلكي في أوائل القرن الماضي ولم يتخيل أي إنسان في تلك الفترة التقدم الهائل الذي ستصل إليه هذه التكنولوجيا (Parsad, 2003).

ونظراً لتزايد عدد مستخدمي الحواسيب المحمولة في السنوات الأخيرة دعت الحاجة الماسة لطريقة تؤمن تراسل البيانات لاسلكيا بين هذه الأجهزة المحمولة مع السماح بحرية الحركة والتنقل من مكان إلى آخر وبقيائها لفترة من الزمن بعيدة عن مصادر الطاقة.

### 1-1 أنواع الشبكات اللاسلكية

تقسم الشبكات اللاسلكية إلى نوعين :

أ. النوع الأول الشبكات اللاسلكية ذات البنية التحتية.

ب. النوع الثاني الشبكات اللاسلكية دون بنية تحتية.

#### 1-1-1 الشبكات اللاسلكية ذات البنية التحتية

هي الشبكات اللاسلكية التي تعتمد على محطات ثابتة في عملها مثل الأبراج والمحطات الأرضية، ومثال هذا النوع من الشبكات شبكات الهواتف المحمولة والشبكات اللاسلكية داخل المكاتب والمباني، ويعتمد مبدأ عمل هذه الشبكات على أن الأجهزة المتحركة تتراسل فيما بينها عن طريق محطة أو برج يقع ضمن مداها الراديوي، حيث يقوم هذا البرج بعملية تمرير الرسائل من الجهاز المرتبط

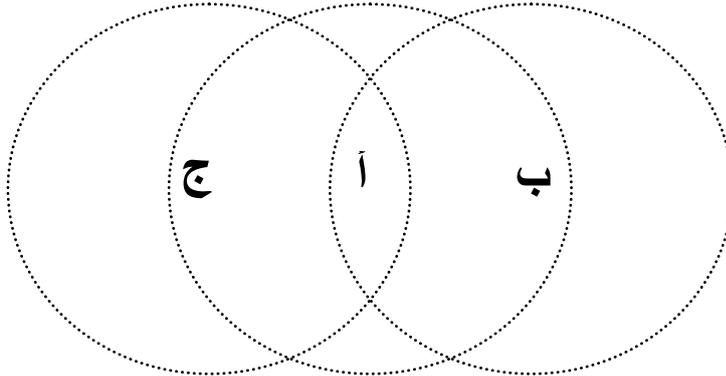
معه إلى بقية الشبكة، ويكون هو المسئول عن عملية توجيه الحزم المرسله داخل الشبكة ( Royer, 1999 ).

### 1-1-2 الشبكات اللاسلكية الخاصة المتنقلة (دون بنيه تحتيه)

تعرف الشبكات اللاسلكية الخاصة المتنقلة (Mobile Ad Hoc Networks) (MANET) بأنها نظام من العقد (Nodes) اللاسلكية المتنقلة والمستقلة والتي تتواصل مع بعضها البعض عن طريق الأمواج الراديوية بدون وجود أي بنية تحتيه أو محطات مركزية ثابتة (Zhu, 2002)، وهي تلك الشبكات التي تحتوي على مجموعة من العقد اللاسلكية المتنقلة التي تشكل شبكة دون الحاجة إلى أي بنية تحتيه أو إشراف مركزي، ويتم التراسل بين العقد المتجاورة -التي تقع ضمن المدى الراديوي لبعضها البعض- مباشرة أما العقد غير المتجاورة -التي لا تقع ضمن المدى الراديوي لبعضها البعض- فتتواصل باستخدام عقدة أو عدة عقد وسيطة، لذلك يدعى التراسل في هذا النوع من الشبكات بالتراسل متعدد القفزات (Zhu, 2002).

تتعاون العقد في الشبكات اللاسلكية الخاصة مع بعضها البعض من أجل إيصال حزم (Packets) البيانات إلى وجهتها النهائية، حيث تعمل العقد كممرات (Routers) وذلك من أجل تمرير حزم البيانات للعقد الأخرى بسبب المدى الراديوي المحدود للعقد. يشكل التمرير في الشبكات اللاسلكية الخاصة تحديا كبيرا للباحثين وذلك بسبب الهيكلية (Topology) المتغيرة بشكل مستمر، لذلك يجب أن يكون بروتوكول التمرير المستخدم قادرا على الاستجابة للتغيرات الهيكلية مع مراعاة أن تكون كلفة (Overhead) التمرير هي أقل ما يمكن للمحافظة على موارد الشبكة المحدودة المتمثلة في سعة النطاق (Bandwidth) وطاقة البطارية.

ويبين الشكل (1-1) شبكة خاصة بسيطة تتكون من ثلاث عقد لاسلكية أ، ب، ج حيث يعبر عن مدى الإرسال اللاسلكي لكل عقدة بدائرة، وتستطيع كل عقدة التراسل مباشرة مع العقدة التي تقع ضمن مداها .



الشكل (1-1): يمثل شبكة لاسلكية خاصة مكونة من ثلاثة عقد لاسلكية (أ، ب، ج).

نلاحظ من الشكل أن العقدتين (أ، ب) تقعان ضمن المدى الراديوي لكل منهما، لذلك يمكنهما التراسل مع بعضهما بشكل مباشر، وينطبق الكلام السابق أيضاً على العقدتين (أ، ج)، ولكن نلاحظ أن العقدتين (ب، ج) لا تقعان ضمن المدى الراديوي المباشر لكل منهما، لذلك لا يمكنهما التراسل بشكل مباشر، في هذه الحالة، يتم التراسل بين العقدتين (ب، ج) من خلال العقدة الوسيطة (أ)، حيث أنها تقع ضمن المدى الراديوي لكل منهما (Qin, 2001).

## 2-1 : خصائص الشبكات اللاسلكية الخاصة

تتميز الشبكات اللاسلكية الخاصة بالهيكلية المتغيرة بشكل مستمر وغير متوقع نظراً لحركة العقد اللاسلكية بشكل عشوائي وعلى الدوام، فمن الممكن أن تخرج عقدة أو عقد من مجال التغطية لبعض العقد وتدخل في مجال التغطية لعقد أخرى، بالإضافة إلى عمليات الانضمام والخروج المتتالية من وإلى الشبكة (Qin, 2001). وهذا يتطلب بالتالي فحص دوري لحالة العقد والإدانة المستمرة لهيكلية الشبكة وتحديث المسارات، مما يؤدي بالتالي إلى ارتفاع مقدار كلف التحكم الإضافية علاوة على كلفة التراسل (Chen et al., 1999).

من خصائص هذه الشبكات أيضاً أن العقد تعمل عادة على طاقة البطارية، لذلك فإنه يجب أن يراعى عند تصميم بروتوكول التمرير أن يكون استهلاك الطاقة أقل ما يمكن، حيث يتم استهلاك طاقة البطارية عند إرسال أو استقبال الحزم بسبب الأمواج الراديوية. بالإضافة إلى ذلك تستهلك وحدة المعالجة المركزية (CPU) في العقد طاقة وذلك لمعالجة الحزم المرسله أو المستقبلة، مما يتطلب محاولة تقليل عدد حزم البيانات وحزم التحكم المرسله والمستقبلة والمعالجة في كل عقدة، وذلك للتوفير من استهلاك البطارية إلى أكبر قدر ممكن (Chen et al., 1999).

ومن خصائص هذه الشبكات أيضاً أن الوصلات اللاسلكية أقل استيعاباً من الوصلات السلكية (Qin, 2001)، لذلك فإنه ربما يكون الازدحام على قنوات الاتصال في الشبكات اللاسلكية الخاصة أمراً شائعاً.

وتتميز هذه الشبكات أيضاً بأنها تعاني من القصور الأمني، حيث تعتبر الشبكات اللاسلكية الخاصة عرضة بشكل كبير للتهديدات الخارجية التي قد تواجهها، مثل التنصت والتشويش، لذلك فإن البروتوكول المسؤول عن إدارة الشبكة اللاسلكية الخاصة يجب أن يستخدم الوسائل الكفيلة بحماية الشبكة من الاختراقات الخارجية وذلك باستخدام طرق معينة مثل التشفير (Encryption)، بالإضافة إلى إجراءات أخرى لمنع دخول الغرباء إلى تلك الشبكة إذا لم يكن مخولاً لهم (Chen et al., 1999).

### 3-1 تطبيقات الشبكات اللاسلكية الخاصة

يمكن أن تستخدم الشبكات اللاسلكية الخاصة في العديد من التطبيقات (صغير، 2004)، حيث يمكن أن تستخدم من قبل الجيوش في ساحات القتال وميادين المعارك لما تمتاز به من مرونة وسهولة الحركة. وأيضاً يمكن استخدامها في وكالات البحث والإنقاذ. كذلك تستخدم في الشبكات العفوية مثل المؤتمرات والمحاضرات، حيث يستطيع مستخدموا الحواسيب المحمولة بناء شبكة لاسلكية خاصة وذلك للتشارك في المعلومات خلال انعقاد مؤتمر معين سواء كان هذا المؤتمر يضم رجال أعمال أو موظفين أو طلبة أثناء لقاءهم في بيئة غير مجهزة ببنية تحتية تتيح التراسل فيما بينهم. أيضاً تستخدم في المكاتب والمباني والمنازل وفي الأماكن التي يصعب فيها توفير بنية تحتية بسبب عوامل فيزيائية معينة. ويمكن استخدامها في الصحراء عندما لا تتوفر البنية التحتية. كذلك تستخدم في حالات الكوارث والزلازل عندما تتعطل الشبكات ذات البنية التحتية وذلك بالمساعدة على إبقاء رجال الإسعاف والإطفاء والشرطة على اتصال حتى يتمكنوا من إنجاز أعمالهم بسرعة وبشكل منظم (قصاص، 2002).

## الفصل الثاني

### بروتوكولات التمير في الشبكات الخاصة

#### تقديم

هنالك الكثير من الدراسات السابقة التي تطرقت لموضوع بروتوكولات التمير في الشبكات اللاسلكية الخاصة ولا زالت الدراسات مستمرة في هذا المجال. ولا نستطيع القول أن بعض هذه الدراسات هو أفضل من البعض الآخر، فلكل دراسة منها حسنات وسيئات، والتفضيل بينها يتم على أساس بعض المقاييس التي تستخدم للمقارنة بين هذه البروتوكولات.

تهدف بروتوكولات التمير المختلفة إلى زيادة القدرة على توصيل الرسائل بين العقدة المصدر والعقدة الهدف مع تقليل الكلفة الإضافية وزيادة كفاءة البروتوكول في التعامل مع قصور الشبكة اللاسلكية الخاصة، حيث أن سعة النطاق وطاقة البطارية والسعة التخزينية للعقد هي محدودة. وتهدف هذه البروتوكولات إلى محاولة الترشيد قدر الإمكان من عملية استنزاف الطاقة وسعة النطاق وغيرها من الموارد القيمة والمحدودة التي تملكها الشبكة اللاسلكية الآنية. هذا الاستنزاف ناجم عن الحركة المستمرة للعقد وعمليات الانضمام والخروج داخل هذه الشبكة، والذي يتطلب أن تكون بروتوكولات التمير سريعة الاستجابة للتغيرات الهيكلية التي تحدث في هذه الشبكة، مما يجعل موضوع بروتوكولات التمير يشكل تحدياً كبيراً للباحثين، حيث يجب أن يمتاز بروتوكول التمير بالقدرة على الاستجابة السريعة للتغيرات الحاصلة في هيكلية الشبكة مع مراعاة أن تكون الكلفة هي أقل ما يمكن للمحافظة على موارد الشبكة اللاسلكية الخاصة المحدودة جداً.

تعمل العقد في الشبكات اللاسلكية الخاصة كمر للبيانات علاوة على قيامها بأعمالها الخاصة حيث تقوم بتمرير الحزم للعقد التي لا تقع ضمن مدى إرسال بعضها البعض. عندما ترغب عقدتان بالتراسل مع بعضهما البعض ولكنهما خارج المدى الراديوي المباشر لهما فإن بروتوكول التمير يقوم باكتشاف مسار متعدد القفزات من العقدة المصدريّة إلى العقدة المستقبلة عن طريق الاستعانة بعقد وسيطة، والقيام بإدانة هذا المسار والمحافظة عليه طالما هناك حاجة له.

## 1-2 تصنيف بروتوكولات التمرير في الشبكات اللاسلكية الخاصة

يصنف العديد من الباحثين بروتوكولات التمرير إلى صنفين بناءً على احتفاظ العقد بجميع المسارات إلى كل الوجهات الممكنة أو احتفاظها فقط بمسارات إلى العقد التي تحتاج إلى التراسل معها في الوقت الحالي، وهما:

أ. بروتوكولات موجهة بالجدول.

ب. بروتوكولات موجهة حسب طلب المصدر. (Qin, 2001)

يطلق بعض الباحثين على البروتوكولات الموجهة بالجدول البروتوكولات غير التفاعلية (Proactive) وعلى نظيرتها الموجهة حسب طلب المصدر البروتوكولات التفاعلية (Reactive) (Zhu, 2002).

وكذلك هناك تصنيفات أخرى مثل:

أ. البروتوكولات الهرمية (المركزية) Hierarchical Protocols.

ب. البروتوكولات الموجهة جغرافياً Geographical Protocols.

## 2-2 البروتوكولات الموجهة بالجدول (Table Driven Protocols)

في هذا النوع من البروتوكولات يتم تخزين معلومات التمرير لكل عقد الشبكة اللاسلكية الخاصة داخل جداول في كل عقدة، بحيث أن كل عقدة تحتوي على معلومات التمرير لأي عقدة أخرى داخل هذه الشبكة. وهذا يتطلب من البروتوكولات المحافظة على حداثة معلومات التمرير من كل عقدة إلى العقد الأخرى عن طريق نشرها عبر الشبكة بشكل دوري (Qin, 2001).

تتميز هذه البروتوكولات بمقدرتها على إيصال الحزم إلى وجهتها بسرعة، حيث لا يوجد وقت انتظار قبل البدء بعملية إرسال الحزم لأن جميع المسارات إلى كل الوجهات هي محددة مسبقاً. ولكن يعيبها أنها تحتاج إلى كلفة إضافية في عمليات جمع معلومات التمرير بسبب التغير المستمر في هيكلية الشبكة، مما يزيد من عدد حزم التحديثات، خاصة عندما تحدث تغيرات كثيرة في هيكلية الشبكة (القصاص، 2002).

تختلف بروتوكولات التمرير الموجهة بالجدول في عدد جداول التمرير الضرورية وطرق نشر (Broadcast) التحديثات (Royer and Toh, 1999).

ومن الأمثلة على البروتوكولات الموجهة بالجدول:

أ. بروتوكول متجه المسافة حسب الوجهة (DSDV) (Perkins, 1994)

ب. بروتوكول التمرير اللاسلكي (WRP) (Murthy, 1996).

سننظر فيما يلي إلى توضيح عمل كل من بروتوكول متجه المسافة حسب الوجهة (DSDV)

وبروتوكول التمرير اللاسلكي (WRP).

## 1-2-2 بروتوكول متجه المسافة حسب الوجهة

### Destination Sequence Distance Vector (DSDV)

تحتفظ كل عقدة في هذا البروتوكول بجدول، يحوي هذا الجدول معلومات التمرير إلى كل وجهة من الوجهات المحتملة وعدد القفزات اللازمة للوصول إلى كل وجهة ويتم نشر التحديثات التي تحصل لمعلومات التمرير دورياً وذلك للمحافظة على حداثة معلومات التمرير في الشبكة، ولكي يستجيب هذا البروتوكول للتحديثات التي تحدث خلال الفترة الزمنية الواقعة بين التحديثات الدورية يستخدم نوع آخر من التحديث يعمل عند كشف تغيرات في الشبكة، أي أن هناك نوعين من رسائل التحديث: رسائل تحوي كل معلومات التمرير المتوافرة ورسائل تحوي فقط على معلومات التمرير التي تم تعديلها في آخر تعديل (Chen, 1999).

يحوي هذا البروتوكول على رقم متسلسل يدل على حداثة المسار فكلما كان هذا الرقم أكبر كان المسار أحدث، وإذا تساوى مساران بالرقم المتسلسل فيؤخذ المسار الذي يحوي عدد أقل من القفزات .

يكون هذا البروتوكول فعالاً في الشبكات صغيرة الحجم أما في الشبكات الكبيرة فإن التكلفة الإضافية لرسائل التمرير تنمو بشكل كبير مما يقلل فعاليته .

## 2-2-2 بروتوكول التمرير اللاسلكي

### Wireless Routing Protocol (WRP)

لوصف بروتوكول التمرير اللاسلكي نقوم بنمذجة شبكة عبارة عن شكل أو مخطط غير موجه يتم تمثيلها  $(G(V, E))$ ، حيث أن  $(V)$  هي مجموعة العقد و  $(E)$  مجموعة الروابط بين العقد تقوم بربط العقد فيما بينها. كل عقدة تمثل ممر (Router) ووحدة الحسابات تشمل المعالج والذاكرة المحلية وطوابير الدخول والخروج مع سعة غير محدودة في الشبكات اللاسلكية فإن كل عقدة لها ارتباط راديوي مع عدة. من ناحية ثانية فإن الهدف لتحديث جدول التمرير هو أن العقدة (A) تستطيع أن تعتبر عقدة أخرى (B) تكون بجوارها أو قريبة منها (وتسمى هذه العقدة "بالجار") إذا يوجد ارتباط راديوي بين العقدة (A) والعقد (B) فإن العقدة (A) تستقبل رسائل تحديث من العقدة (B). سوف نقوم برسم خريطة أو نخطط رابط الإذاعة الذي يربط العقد المتعددة. كل الرسائل التي تستقبل من خلال العقدة يتم وضعها في طابور المدخلات والمخرجات ويتم معالجتها في ترتيب الداخل أولاً خارج أولاً (FIFO).

روابط الاتصال في الشبكة تكون إلى حد أنه كل رسائل التحديث تنقل على رابط عملي تكون استقبلت بترتيب بحيث يتم انتقالها خلال زمن الانتهاء.

نفترض بأنه يوجد رابط بين عقدتين فقط إذا كان هنالك ارتباط راديوي بين العقدتين وكليهما تستطيع تبادل رسائل التحديث بوثوقية مع احتمالية محدودة للنجاح.

عندما يفشل الرابط بين العقد فإن جدول التمرير يتم الإشارة إليه بأنه لا نهائي. أما فشل العقدة فهذا يعني أن كل الروابط التي تشير إلى العقدة فشلت في نفس الوقت.

من الممكن أن يتم فقدان أو دمج رسائل التحديث أثناء تبادلها في الارتباط الراديوي أو تشوش. يتم إعادة إرسال رسائل التحديث بوثوقية عالية (Retransmission). بعد استقبال رسالة تحديث حرة خاصة بالأخطاء فإن العقدة تكون مطالبة بإرسال رسالة تأكيد الإستلام (Ack) تشير فيها بأنه يوجد ارتباط راديوي جيد وقد قامت بمعالجة رسالة التحديث. بسبب البث الطبيعي للقناة الراديوية فإن العقدة تستطيع إرسال رسالة تحديث فردية لتعلم كل العقد المجاورة حول التغييرات الحاصلة في جدول التمرير، من ناحية ثانية فإن كل عقدة جار ترسل رسالة تأكيد الإستلام إلى العقد الأصلية. بالإضافة إلى رسائل تأكيد الإستلام فإن الارتباط يمكن تحقيقه أيضاً باستقبال أي رسالة من أي جار (حيث أنه لا يحتاج إلى رسالة تحديث). لتأكيد على ان الارتباط مع العقد المجاورة مازال موجود في حالة عدم وجود انتقالات مؤخراً لتحديث جداول التمرير أو رسالة تأكيد الإستلام

أو رسائل تحديث مستمرة بدون أي تغيير في جدول التمرير تم إرساله إلى عقد الجوار. فإن الفترة الزمنية بين رسالتين تحديث فاضيتين تكون فترة ترحيب (Hello Interval).  
إذا العقدة فشلت من استقبال أي نوع من الرسائل من عقدة الجار لفترة زمنية محدودة مثلاً: ثلاث أو أربع مرات فترة الترحيب تعرف بـ ممر فترة الانقضاء (Router Dead Interval) فإن العقدة يجب عليها أن تفترض بأن الارتباط مع ذلك الجار قد فقد.

### صيانة المعلومات عند كل عقدة (Information Maintained at Each Node):

من أجل التمرير فإن كل عقدة تحتفظ بعدد من الجداول وهي:

1. جدول الأبعاد (Distance Table).
  2. جدول التمرير (Routing Table).
  3. جدول تكلفة الرابط (Link-Cost Table).
  4. قائمة إعادة إرسال الرسائل (Message transmission List).
- أولاً: جدول الأبعاد للعقدة (i): عبارة عن مصفوفة تحتوي لكل هدف (j) ولكل جار لـ (i) ليكون (k) البعد للهدف (j): ( $D_{jk}^i$ ) والعقدة التي قبل عقدة الهدف (Predecessor): ( $P_{jk}^i$ ) يتم توثيقها في العقدة (k).

ثانياً: جدول التمرير للعقدة (i): هو متجه له مدخلات لكل هدف (j) معروف ويقوم بتحديد:

1. الرقم التعريفي للهدف (The Destination Identifier).
  2. البعد عن الهدف ( $D_{ij}$  The Distance to the Destination).
  3. العقدة التي قبل عقدة الهدف لاختيار أقصر مسار إلى العقدة (j) ( $P_{ij}$ ).
- The predecessor of the chosen short test path to j ( $P_{ij}^i$ )
4. العقدة التي بعد عقدة الهدف لاختيار أقصر مسار إلى العقدة (j) ( $S_{ij}^i$ ).
  5. المؤشر ( $tag_{ij}^i$ ) يستخدم لتحديث جدول التمرير حيث يقوم بتحديد أي مدخل مشابهاً لأبسط مسار ( $tag_{ij}^i=correct$ )، الدوران ( $tag_{ij}^i=error$ ) أو أن الهدف لم يتم تأشيرته ( $tag_{ij}^i=null$ ).

ثالثاً: جدول تكلفة الرابط للعقدة (i): يقوم بالتسجيل ضمن قائمة تكلفة المعلومات التي يتم استبدالها أو تبادلها خلال كل عقدة جار (k) وعدد فترات رسائل التحديث المستمرة التي انقطعت. تكلفة

الرابط الفاشل (felid) تعتبر لا نهائية. الطريقة لأن تكون التكلفة موجهة إلى الرابط تكون وراء نطاق مجال هذا التحديد. وكمثال فإن تكلفة الرابط ربما ببساطة تكون (1) وتعكس عدد القفزات أو إضافة وقت التأخير (latency) على الرابط بالإضافة لبعض الانحراف الثابت، وتكلفة الرابط من العقد (i) إلى العقدة (I,k)(k) يشار إليها بـ  $(L_{ik})$ .

رابعاً: قائمة إعادة إرسال الرسائل (MRL) تحدد مدخل أو أكثر من إعادة إرسال المدخلات، في حين أن  $(m^{th})$  مدخل تحتوي على الآتي:

- الرقم التسلسلي لرسالة التحديث.
  - عدد إعادة الإرسال الذي يزيد عند كل مرة تقوم العقدة (i) بإرسال رسالة تحديث جديدة.
  - رسالة تأكيد الإستلام بحاجة إلى علم يرمز له بـ  $(a_{ik}^i)$  وهذا يحدد فيما إذا العقدة (k) أرسلت رسالة تأكيد الإستلام إلى رسالة التحديث المتمثلة بمدخل إعادة الإرسال.
  - قائمة من التحديثات أرسلت في رسالة تحديث.
- كل التعليمات التي في الأعلى تسمح للعقدة (i) لتعلم بأي تحديث لرسالة تحديث (حيث أن كل رسالة تحديث تحتوي على قائمة من التحديثات) تم إعادة إرسالها وأي عقدة جار يجب عليها الطلب لمعرفة أي إعادة إرسال أرسلت. العقدة (i) تقوم بإعادة إرسال قائمه من التحديثات في رسالة تحديث عندما عدد إعادة الإرسال للمدخلات المتشابهة في قائمة إعادة إرسال الرسائل يقترب من الصفر. يتم جعل عدد إعادة الإرسال للمدخل الجديد في قائمة إعادة إرسال الرسائل مساوياً لأصغر رقم (مثلاً 3 أو 4).

### تبادل المعلومات خلال العقد (Information Exchanged Among Nodes):

في بروتوكول التمرير اللاسلكي فإن العقد تتبادل رسائل تحديث جدول التمريرات (والمسماة برسائل التحديث الموجزة)، وذلك بالبحث والانتشار فقط من العقدة إلى عقدها المجاورة. رسالة التحديث تحتوي هذه المعلومات:

- الرقم التعريفي لعقدة الإرسال.
- الرقم التسلسلي الذي تم تخصيصه من خلال إرسال العقدة.
- قائمة تحديث للصفر أو أكثر تحديثاً أو رسائل تأكيد الإستلام لرسائل التحديث.

أي مدخل رسالة تحديث يحدد الهدف والبعد أو المسافة إلى الهدف والعقدة التي قبل عقدة الهدف. وأي مدخل لرسالة تأكيد الإستلام يحدد المصدر والرقم التسلسلي لرسالة التحديث التي كانت معروفة.

● قائمة الاستجابة للصفحة أو أكثر العقد التي يجب أن ترسل رسالة تأكيد الإستلام إلى رسالة التحديث.

في حالة حدوث أن مساحة الرسالة لم تكن كبيرة بما فيه الكفاية لتحتوي على كل التحديثات ورسائل تأكيد الإستلام فإن العقدة تريد أن تقرر أنه يجب الإرسال في رسائل تحديث متعددة. وكمثال على هذه الحادثة يستطيع أن يكون في حالة أن عقدة تُعرف جار جديد وترسل إليه جدول تمرير كامل.

قائمة الاستجابة لرسالة التحديث تستخدم لتجنب ذلك الوضع عندما الجار يطلب إرسال عدة رسائل تأكيد إستلام إلى نفس رسالة التحديث. إن أول إرسال لرسائل التحديث يجب أن تسأل كل عقدة الجوار لإرسال أي رسالة تأكيد إستلام من غير شك أو بدون تردد وهذا الإبلاغ يحدد كل عناوين العقد المتجاورة التي تحتوي كلها على (1's). عندما رسالة التحديث تقرر بعدم التحديث فإن العنوان الفارغ يكون تم تحديده وهذا العنوان يحتوي للكل على الصفر ويُعلم العقد المستقبلية بأن لا ترسل أي رسالة تأكيد إستلام في العودة. هذا النوع من رسالة التحديث يستخدم مثل "رسائل الترحيب" (Hello Message) من عقدة للعقدة المجاورة لتعلم بأن هي تحافظ على الارتباط وفي نفس اللحظة إذا لا يوجد مستخدم للرسائل أو تحديث جدول التمرير يكون تم تبديله. كما أننا سوف نوضح ولو جزئياً بأن مُدخل رسالة تأكيد الإستلام يرجع إلى رسالة تحديث كاملة، ليس هنالك مُدخل تحديث في أي رسالة تحديث لكي يصون سعة النطاق.

### تحديث جدول التمرير (Routing Table Updating):

العقدة تستطيع أن تقرر لتحديث جدول التمرير الخاص بها وذلك إما بعد استقبال رسالة تحديث من عقد الجوار أو لفحص التغيير في حالة الرابط إلى العقد المجاورة. فعندما العقدة (i) تستقبل أي رسالة تحديث من جار لها اسمه (k) فإنها تقوم بمعالجة كل تحديث وكل مُدخل رسالة تأكيد الإستلام لرسالة التحديث وبالترتيب.

في بروتوكول التمرير اللاسلكي العقدة تقوم بفحص ثبات معلومات العقدة السابقة لعقدة الهدف (Predecessor) الذي تم تقريرها من خلال عقدها المجاورة، كل وقت تقوم بمعالجة أي حدث يشمل عقدة الجار (k). وفي المقابل فإن كل خوارزميات إيجاد المسار السابق تقوم بفحص ثبات

العقدة التي تسبق عقدة الهدف (Predecessor) فقط لعقد الجوار المرتبطة بحدث المدخلات (Input).

### معالجة أي تحديث (Processing an Updates):

لمعالجة أي تحديث من العقدة الجار (k) وذلك فيما يتعلق بالعقد الهدف (j) فإن مدخلات البعد والعقدة التي قبل العقدة الهدف في جدول البعد تكون تم تحديثها. إن العَلَم (tag) يجهز ليحدد بأن هذا المُدخل في الجدول قد تم تغييره. الخاصية الوحيدة لبروتوكول التمرير اللاسلكي هو أن العقدة (i) أيضاً تحدد إذا المسار إلى الهدف (j) خلال أي من عقد الجوار تتضمن العقدة (k). إذا المسار المتضمن معلومات العقدة التي قبل عقدة الهدف تم تقريرها في العقدة (b) تتضمن العقدة (k)، ثم إن مدخلات البعد لذلك المسار أيضاً حدثت كما  $(D_{jb}^i = D_{kb}^i + D_j^k)$  والعقدة التي قبل العقدة الهدف تم تحديثها  $(P_{jb}^i = P_j^k)$ . وعليه فإن العقدة تستطيع التحديد وعلى أية حال فإن أي تحديث تم استقباله من العقدة (k) يؤثر في بعد آخر ومدخلات جدول التمرير. لتحديث البعد والعقدة التي قبل عقدة الهدف بالنسبة للهدف (j)، العقدة (i) تختار العقدة الجار (p) التي قررت أن معلومات التمرير بالشكل الآتي:

- المسار من العقدة (p) إلى العقدة (j) (أي التي تضمنت معلومات العقدة التي تسبق (قبل) الهدف تقرر من خلال العقدة (p)) لا تتضمن العقدة (i).
- $(D_{jx}^i >= D_{jp}^i)$  وذلك لأي جار آخر وليكن X و  $(D_{yx}^i >= D_{yp}^i)$  لأي عقدة جار أخرى ولتكن (x) لكل عقدة (y) في المسار من العقدة (i) إلى (j).

المعنى الذي في الأعلى أن العقدة (i) تختار العقدة (p) كخلف أو خليفة للعقدة الهدف (j) إذا العقدة الجار تظهر لتقدم مسار أقل تكلفة وحر الدوران إلى العقدة (j) وكل العقدة الوسطية في المسار إلى العقدة (j). عندما تقوم (i) بإرسال رسالة تحديث فإنها تقوم بتحديث قائمة رسائل إعادة التراسل. لكل عقدة هدف (j) فإنه يوجد هنالك تحديث تم تقريره، العقدة (i) تقوم بجعل رسائل تأكيد الإستلام تطلب علم لكل العقد المجاورة. أيضاً إضافة مُدخل في قائمة رسائل إعادة التراسل يحتوي على رقم تسلسلي أعطي لرسالة التحديث ويبدأ مؤقت إعادة التراسل لهذا المدخل.

إرسال الجديد وإعادة تراسل رسائل التحديث: (Sending New and Retransmitted Update Message)

العقدة (i) تقوم بإرسال رسالة تحديث جديدة بعد معالجة التحديثات من العقد المجاورة أو فحص التغييرات في الروابط إلى العقد المجاورة. وعندما عقدة (i) تقوم بإرسال رسالة تحديث جديدة فإنه يجب عليها:

- إنقاص عداد إعادة التراسل لكل المدخلات الموجودة في قائمة إعادة إرسال الرسائل.
  - حذف التحديثات في المدخلات الموجودة في قائمة إعادة إرسال الرسائل التي تم تضمينها في رسالة التحديث الجديدة.
  - إضافة أي مدخل (Entry) في قائمة إعادة إرسال الرسائل لرسالة تحديث جديدة.
- عندما قائمة التحديثات لمدخلات قائمة إعادة إرسال الرسائل تكون قد تم تفضيتها وذلك بإعادة تراسل رسائل التحديث الجديدة فإن العقدة  $i$  تقوم بمنع تلك المدخلات من قائمة إعادة إرسال الرسائل.

عندما عداد إعادة التراسل لـ  $(m)$  من مدخلات إعادة التراسل في قائمة إعادة إرسال الرسائل ينقضي أو ينتهي فإن العقدة  $(i)$  تقوم بإرسال رسالة تحديث مع رقم تسلسلي جديد وقائمة تحديث تحتوي على قائمة من التحديثات لمدخل إعادة التراسل وقائمة استجابة يتم تحديد فيها تلك العقد المجاورة التي لم تعرف برسالة التحديث مؤخراً (بمعنى: كل عقدة جار لـ  $(k)$  الذي يكون  $(1=a^i_{km})$ ).

عداد إعادة التراسل للمدخلات الموجودة في قائمة إعادة إرسال الرسائل لم يتم تحديثها. نلاحظ بأن، بناءً على استراتيجيات إعادة التراسل التي في الأعلى فإنه لا يوجد حدود على عدد المرات التي ترغب فيها العقدة  $(i)$  بإعادة إرسال رسالة تحديث إلى العقدة المجاورة الموجودة. من ناحية ثانية كما تم مناقشته سابقاً فإن العقدة  $(i)$  تتوقف من اعتبار أن العقدة  $(k)$  كعقدة مجاورة لها بعد فشل الاتصال معها لبعض الوقت المنتهي.

### معالجة رسائل تأكيد الإستلام (Processing an Acknowledgment):

إن مدخل رسائل تأكيد الإستلام في رسالة التحديث يرجع إلى مدخل رسالة تحديث أخرى، بمعنى: أنها تقوم بتعريف كل التحديثات المتضمنة في رسالة التحديث العلاقة المرجعية للرقم التسلسلي. وعليه فإن العقدة تكون مشغولة برسالة التحديث تلك لتتعرف لكي تحقق من أي التحديثات يكون متضمن في رسالة تأكيد الإستلام التي استقبلت. ولمعالجة رسالة تأكيد الإستلام التي أتت من العقدة الجار  $(k)$ ، فإن العقدة  $(i)$  تقوم بفحص قائمة التمرير المحتفظة بقائمة إعادة إرسال الرسائل لدى العقدة  $(i)$  لتقوم بعملية مطابقة للرقم التسلسلي الموجود لديها مع الرقم التسلسلي المحدد من قبل رسالة تأكيد الإستلام الذي تم استقبالها. وعندما يحصل التطابق فإن العقدة  $(i)$  تقوم بإعداد علم لتطلب رسائل تأكيد الإستلام للعقدة الجارة  $(k)$ ، وإذا كان  $(\theta=a^i_{pm})$  للمدخل  $(M)$  وكل عقدة جار  $(P)$  للعقدة  $(I)$  فإنه يتم حذف مدخل إعادة التراسل. هذه النظرية تختار أقصر رسالة معرفة عند حساب المعالجة الإضافية. العقدة  $(i)$  تستطيع استقبال رسالة تأكيد الإستلام لأي رسالة تحديث

الذي مُدخل إعادة التراسل قد تم مسحه بعد إرسال رسالة تحديث أكثر حداثة لنفس الهدف. وفي تلك الحالة فإن العقدة (i) ببساطة تتجاهل رسالة تأكيد الإستلام هذه.

### معالجة طبولوجية وتكلفة التغييرات في الرابط:

#### (Handling Topology and Link Cost Changes)

للتأكيد بأن العقد تعلم بأنه يوجد لديها ارتباط متكافئ أو منتظم عندما لا تقوم بالتراسل لرسائل المستخدمين أو تحديث جدول التمرير لبعض الوقت، فإن كل عقدة (i) يجب عليها وبشكل دوري إرسال رسالة تحديث تقرر فيها بأنه لا يوجد تغيير (بمعنى رسالة ترحيب). رسائل تأكيد الإستلام لا تكون مطلوبة لبعض رسائل التحديث وهي تستطيع أن تكون صغيرة جداً (مثلاً: بايت لمعلومات التحكم وبايت للرقم التعريفي (ID) للعقدة وعليه فإن معلومات التحكم تستطيع أن تدل ضمناً على أنه لا يوجد رقم تسلسلي وقائمة تحديث أو قائمة استجابة في الرسالة). وبدلاً من ذلك فإن العقدة تستطيع إعادة تراسل رسالة التحديث إذا لم تكن كبيرة جداً. فعندما العقدة (k) تنظم أو تأتي فإنها تقوم بإعادة تراسل رسالة ترحيب (Hello Message).

لإعطاء رسائل تحديث لفترة قصيرة يكون تم تناقلها من خلال كل العقد، فإن فشل الرابط إلى العقد الجار يتم فحصه بالافتقار لأي مستخدم أو رسائل تحديث استقبلت من العقدة الجار على فترة زمنية مساوية لأقل فترة إعادة تراسل رسالة التحديث. وبشكل مشابه فإن العقد والروابط الجديدة يتم فحصها وذلك من أجل رسائل التحديث أو رسائل المستخدمين. فعندما العقدة (i) تستقبل أي تحديث أو رسالة مستخدم من العقدة (k) والعقدة (k) ليست ضمن القائمة في جدول التمرير التابع لها أو جدول الأبعاد، فإنها تقوم بإضافة المُدخل المتشابهة إلى جدول التمرير أو الأبعاد للهدف (k). أي بُعد لا نهائي إلى كل الأهداف خلال العقدة (k) فإنه يكون مفترض، مع استثناء العقدة (k) نفسها وتلك الأهداف المقررة في تحديث العقدة (k)، وإذا الرسالة استقبلت من العقدة (k) فإنها تكون رسالة تحديث. بالإضافة إلى أن العقدة i تُعلم العقدة k بالمعلومات الموجودة في جدول التمرير التابع لها. فإن هذه المعلومات يمكن تراسلها في واحدة أو أكثر من رسائل التحديث والتي تكون العقدة (k) بحاجة لأن تعلمها. عندما الرابط يفشل أو تتغير قيمة الرابط فإن العقدة (i) تقوم بإعادة حساب الأبعاد والعقدة التي قبل العقدة الهدف (Predecessor) إلى كل الأهداف المتأثرة وترسل إلى كل العقد المجاورة رسالة تحديث عن كل الأهداف الذي البعد إليها أو العقدة التي قبلها تغيرت.

شكل (1-2)

مثال: (Example)

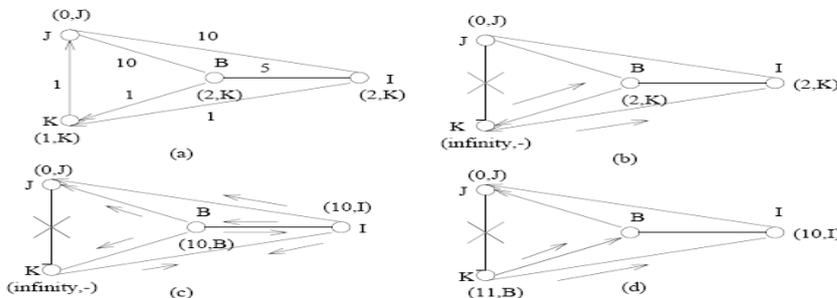


Figure 3: Example of the algorithm's operation

هذا الشكل يوضح عمل بروتوكول التمرير اللاسلكي. نفترض شبكة من أربع عقد كما هو موضح في الشكل (1-2) (a). كل الروابط والعقد افترض أن لها نفس تأخير الانتشار أو البث (Propagation). تكلفة الرابط كما هو موضح في الشكل. العقدة  $i$  هي عقدة المصدر والعقدة  $z$  هي عقدة الهدف والعقدة  $k$  و  $b$  هم العقد المجاورة للعقد  $i$ . الأسهم التي بعد الروابط إشارة إلى اتجاه رسائل التحديث والقيمة التعريفية التي بين الأقواس تبين البعد والعقدة التي قبل عقدة الهدف  $z$ . كل تحديث سوف يتم الإعلام عنه من خلال رسالة تأكيد الإستلام من العقدة الجار. ورسائل تأكيد الإستلام ليست موضحة في الشكل. حيث أن الشكل يركز على رسائل التحديث إلى الهدف  $z$  فقط. عندما الرابط  $(j, k)$  يفشل فإن العقدة  $z$  والعقدة  $k$  تقوم بإرسال رسائل تحديث إلى العقد المجاورة لهما كما هو موضح في الشكل (1-2) (b). في هذا المثال العقدة  $k$  اضطرت لتقرر أن هذا بُعد أو مسافة لا نهائية إلى العقدة  $z$  كما أن العقد  $b$  و  $i$  لديهما تقرير بأن العقدة  $k$  هي جزء من المسار إلى العقدة الهدف  $z$ . العقدة  $b$  تعالج تحديث العقدة  $k$  وتختار الرابط  $b$  و  $z$  إلى الهدف  $z$ . وهذا بسبب أن الخطوة (2) لبروتوكول التمرير اللاسلكي تجبر العقدة  $b$  لإزالة أي مسار إلى العقدة  $z$  تشمل العقدة  $k$  أيضاً عندما العقدة  $I$  تحصل على رسالة تحديث للعقدة  $k$ ، فإن العقدة  $i$  تقوم بتحديث مُدخل جدول البعد الخاص بها خلال العقدة الجار  $k$  وتقوم بفحص إمكانية المسارات إلى الهدف  $z$  خلال أي عقد جيران أخرى. وعليه فإن العقدة تختبر المسار المتاح خلال عقد جيران أخرى وتحديث البعد ومدخلات جدول التمرير وفقاً لذلك. (Murthy, 98)

هذه النتائج في اختيار الرابط  $i$  و  $z$  إلى الهدف  $z$  (الشكل (1-2) (C)) عندما العقدة  $i$  تستقبل تحديث من العقدة الجار  $b$  يتقرر فيها بُعد أو مسافة لا نهائية، فإن العقدة  $i$  لا تقوم بحديث جدول التمرير الخاص بها كما أنها تصحح معلومات المسار تلقائياً الشكل (1-2) (b). وبشكل مشابهة التحديثات ترسل من خلال العقدة  $k$  تقرر فيها أن البعد إلى عقدة الهدف  $z$  هو  $11$  وسوف لا تؤثر معلومات المسار على العقدة  $i, b$ . هذا التوضيح كيف أن الطريقة تستخدم في بروتوكول التمرير اللاسلكي لتحديث جدول بُعد العقد.

## التصحيح في بروتوكول التمرير اللاسلكي : Correctness of WRP

في هذا المقطع نقوم بالعرض لأساسيات خوارزمية التمرير التي تستخدم في بروتوكول التمرير اللاسلكي وتكون صحيحة. الافتراضات الآتية أنشئت على سلوك الروابط والممرات لعمل بروتوكول التمرير اللاسلكي.

- 1- الرسائل تم تراسلها بوثوقية. أي أن أدنى مستوى في البروتوكول يستجيب للحفاظ على حالات الرابط.
- 2- إذا لم يكن الممر فعال فإنه لا يستطيع استقبال أو إرسال أي رسائل.
- 3- كل الممرات تكون في البداية مغلقة.
- 4- يقوم الممر بمعالجة رسائل التحديث التي استقبلها حسب ترتيب وصولها (ما يصل أولاً يخدم أولاً (FIFO)).
- 5- أطول الروابط تكون دائماً قيمتها موجبة والرابط الفاشل له طول لا نهائي.
- 6- الزمن T يعرف حيث أن الفترة الزمنية بين T و صفر روابط وممرات تصعد وتهبط وتكلفة تغيرات الرابط عند الزمن T، الروابط لها نفس الحالة عند كلا الأطراف. وهناك لا يوجد تغيرات بعد الزمن T.

## 3-2 البروتوكولات الموجهة حسب طلب المصدر

### Source-Initiated On-Demand Driven Protocols

تختلف هذه البروتوكولات عن البروتوكولات الموجهة بالجدول في أنها تقوم بإنشاء الممرات فقط عندما تطلب العقدة المصدرية ممرًا إلى العقدة الهدف لكي ترسل حزم بيانات إليها، حيث تقوم العقدة المصدرية باكتشاف ممر لنقل حزم البيانات للعقدة الهدف، وتنتهي العملية بإيجاد ممر أو بعد فحص جميع الممرات واختيار الأنسب من بينها (Qin, 2001). تحافظ العقدة المصدرية على هذا الممر إلى أن يصبح الوصول إلى العقدة الهدف غير ممكن أو أنها لم تعد بحاجة إلى هذا الممر (Mukherjee et al, 2003).

تتكون آلية اكتشاف المسار في البروتوكولات الموجهة حسب طلب المصدر من مرحلتين، هما مرحلة طلب المسار ومرحلة الرد على طلب المسار (Mukherjee et al., 2003).

حيث تقوم العقدة المصدرية بنشر حزمة طلب مسار (Route-Request) إلى جيرانها، والذين بدورهم يمرروا هذا الطلب إلى جيرانهم، وهكذا تستمر العملية حتى تصل حزمة طلب المسار إلى

العقدة الهدف. تستجيب العقدة الهدف بإرسال حزمة رد (Route-Reply) إلى العقدة المصدرية عبر العقد الوسيطة التي يتكون منها المسار العكسي.

تتميز هذه البروتوكولات بكلفة التمرير المنخفضة، وذلك عندما يكون التراسل بين عدد قليل من العقد، لأن إنشاء المسارات يكون حسب حاجة العقد المصدرية. لكن تزداد كلفة التمرير كلما ازداد عدد العقد المصدرية. ومن ناحية أخرى فإن حزم البيانات تحتاج إلى وقت انتظار أطول لحين الانتهاء من عملية إنشاء المسارات مقارنة مع البروتوكولات الموجهة بالجدول حيث لا تحتاج الحزم للانتظار لأن المسار معروف مسبقاً (Zhu, 2002).

ومن الأمثلة على البروتوكولات الموجهة حسب طلب المصدر:

أ. بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني (AODV) (Royer and Toh, 1999).

ب. بروتوكول التمرير المصدرية الديناميكي (DSR) (Johnson and Maltz, 1996).

## 2-3-1 بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني

### Ad Hoc on-Demand Distance Vector (AODV)

يعتبر هذا البروتوكول من البروتوكولات الموجهة حسب طلب المصدر، يحوي هذا البروتوكول على آليتين: آلية اكتشاف المسار (Route Discovery) وآلية صيانة المسار وإدامته (Route Maintenance).

#### أ. آلية اكتشاف المسار :

عندما تريد عقدة المصدر أن ترسل حزمة معطيات لهدف ما تبحث أولاً في جدول مساراتها (Routes Table) عن مسار غير منتهي الصلاحية فإذا وجدت مساراً فإن حزمة المعطيات تُرسل إلى المحطة التالية (Next Hop) في هذا المسار وهي بدورها ترسلها إلى العقدة التي بعدها في المسار وهكذا دواليك حتى الوصول للهدف، أما إذا لم يتم العثور على مسار فيتم استدعاء آلية اكتشاف المسار عن طريق إرسال رسالة طلب المسار (Route Request) التي تحوي على: عنوان المصدر وعنوان الهدف وآخر رقم متسلسل للهدف (Sequence Number) معروف من قبل المصدر ورقم البث (Broadcast Number) الذي تتم زيادته في كل مرة يتم فيها تهيئة رسالة طلب مسار جديد، يتم بث رسالة طلب المسار إلى جيران المصدر فإذا لم يكن أحدهم الهدف أو لم يكن يملك مساراً للهدف ينشرها بدورها إلى جيرانه وهكذا حتى الوصول إلى الهدف أو إلى عقدة لديها مسار للهدف.

أي عقدة تستقبل رسالة طلب المسار تتأكد من أنها لم تستلم هذا الطلب (إذا كانت استلمته تحذفه) فإذا لم تستلمه فإنها تنشئ له مدخلاً (Entry) في جدول خاص بتخزين رسائل الطلب، يحوي هذا المدخل عنوان المصدر ورقم البث، ثم تبدأ بمعالجة الطلب فإذا كانت هذه العقدة هي الهدف أو تملك مساراً للهدف تعيد رسالة جواب المسار (RREP) إلى المصدر الذي يحوي: أحدث رقم متسلسل (Sequence Number) للهدف وعدد المحطات (Hops) حتى الهدف وفترة صلاحية هذا المسار. خلال عبور رسالة طلب المسار للعقد الوسيطة يتم إنشاء مدخل يدعى مدخل المسار العكسي (Reverse Path Entry) في جدول المسارات لهذه العقد، يحوي هذا المدخل: المحطة التالية باتجاه المصدر وعنوان المصدر والرقم المتسلسل للهدف وعدد المحطات حتى المصدر، وكذلك خلال عبور رسالة جواب المسار للعقد الوسيطة يتم إنشاء مدخل يدعى مدخل المسار الأمامي (Forward Path Entry) في جدول المسارات لهذه العقد أيضاً، يحوي هذا المدخل: المحطة التالية باتجاه الهدف وعنوان المصدر وعدد المحطات حتى الهدف (Perkins et al, 2003).

### ب. آلية صيانة المسار :

تقوم هذه الآلية بالحفاظ على المسار ما دام المصدر يحتاجه، فإذا تحركت عقدة المصدر أثناء البحث عن مسار لحزمة معطياتها يعاد استدعاء آلية اكتشاف المسار، أما إذا تحركت عقدة الهدف أو أي عقدة وسيطة ضمن المسار في طريق البحث تقوم العقدة التي حدث عندها الخطأ بإرسال رسالة خطأ مسار (Route Error) إلى كل المصادر المتأثرة التي يمكن أن تستخدم هذا المسار (Perkins and Royer, 2001).

## 2-3-2 بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي

### Dynamic Source Routing (DSR)

يعتبر بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي من البروتوكولات الموجهة حسب الطلب (Johansson, 1996)، ويستخدم مبدأ التوجيه المصدري لإرسال الحزم من المصادر إلى الأهداف حيث يسمح للعقد باكتشاف المسار المصدري عبر مسار متعدد القفزات لأي وجهة في الشبكة الخاصة بشكل ديناميكي، فكل حزمة تحمل المسار بالكامل مرتبا في قائمة حتى الهدف، مما يجعل تمرير الحزم إلى هدفها يتم دون وجود دورانات (Hamidian, 2003).

من أهم مزايا هذا البروتوكول أنه يقلل من مقدار الكلفة الإضافية لعدم استخدامه رسائل التمرير الدورية .

يتألف هذا البروتوكول من آليتين رئيسيتين تعملان معاً: آلية اكتشاف المسار، وآلية صيانة المسار وإدامته.

### أ. آلية اكتشاف المسار :

عندما تريد عقدة (ندعوها المصدر) أن ترسل حزمة معطيات إلى عقدة أخرى (ندعوها الهدف) تبحث أولاً في ذاكرة مساراتها (Routes Cache) عن مسار، فإذا وجدت حملته بالكامل في رأس حزمة المعطيات وأرسلتها، وإذا لم يتم العثور على مسار فإنها تستدعي آلية اكتشاف المسار، يتم إرسال رسالة طلب المسار (Route Request) إلى كل جيران المصدر، تحوي هذه الرسالة: عنوان المصدر وعنوان الهدف ورقم الطلب (Request Id) ولائحة فارغة ستحوي في النهاية على المسار الذي ستسلكه حزمة المعطيات.

تقوم كل عقدة تستقبل رسالة طلب المسار (RREQ) بإنجاز أحد الأعمال التالية :

- إذا كانت العقدة هي الهدف تعيد رسالة جواب المسار (Route Reply)
- إذا كانت العقدة تملك مساراً للهدف يتم دمج المسار الموجود في رسالة طلب المسار مع المسار الموجود في ذاكرة مساراتها، فإذا لم يوجد تكرار تعيد رسالة جواب المسار .
- إذا كانت العقدة قد رأت هذا الطلب من قبل فإنه يحذف .
- إذا لم يتحقق شيء مما سبق فإن العقدة تضيف نفسها إلى اللائحة وتبثه إلى جيرانها، وهكذا دواليك حتى الوصول إلى الهدف، وعندما يتم الوصول إليه أو لعقدة لديها مسار للهدف فإنه يتم إعادة رسالة جواب المسار .

تتم إعادة رسالة جواب المسار بالبحث في ذاكرة المسارات لعقدة الهدف نفسها أو للعقدة التي لديها مسار للهدف عن مسار للمصدر فإذا وُجد مسار كان بها وإلا فإنه يتم استدعاء آلية اكتشاف المسار، وبعد إيجاد المسار تحمّل رسالة جواب المسار في رسالة طلب المسار التي ولدتها الآلية السابقة منعاً لحالة الدوران اللانهائي (Infinite Recursion)، وبعد وصول الرد إلى عقدة المصدر يحمّل المسار بالكامل في رأس حزمة المعطيات وترسل إلى هدفها.

(Johanson, 1999)

### ب. آلية صيانة المسار :

كل عقدة في هذا البروتوكول ترسل حزمة مسؤولة عن وصولها إلى المحطة التالية فقط، يتم التأكد من وصولها، إما عن طريق إعادة حزمة تأكيد الاستلام (Acknowledgment Packet) من المحطة التالية أو عن طريق الاستماع إلى المحطة التالية والتأكد من أنها أرسلت الحزمة . إذا لم تستطع عقدة التأكد من وصول حزمة إلى المحطة التالية بإرسالها العدد المسموح من الإرسالات يتم إعادة رسالة خطأ المسار إلى المرسل الأصلي الذي يلغي هذا المسار من ذاكرة مساراته . تحاول العقدة التي حصل عندها الخطأ أن تنفذ 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. (Johanson, 2004)

ملاحظة: يتم إنقاذ الحزمة لمرة واحدة فقط .

## 4-2 البروتوكولات الهرمية (المركزية) Hierarchical protocols.

تعتمد فكرة البروتوكولات الهرمية على مبدأ تقسيم العقد إلى مجموعات، في كل مجموعة رأس مجموعة، هو المسئول عن عمليات الإتصال لأفراد مجموعته، وهو الرابط بين أفراد هذه المجموعة والمجموعات الأخرى.

ومن أمثلة هذا النوع من البروتوكولات، بروتوكول تمرير حالة عين السمك (FSR)

### 1-4-2 بروتوكول تمرير حالة عين السمك (العين) FISHEYE State Routing (FSR)

#### أ. نموذج الشبكة وتركيب البيانات (A Network Model and Data Structure)

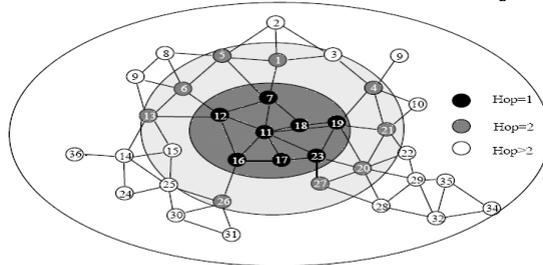
كل عقدة لها رقم تعريفى وحيد. والعقد تتحرك فيما حولها وتتغير سرعتها واتجاهاً بشكل استقلالي. أي رابط غير موجه  $(i, j)$  يربط عقدتين  $(j, i)$  ويكون نموذجي عندما البعد أو المسافة بين العقد  $z$  و  $i$  تصبح أقل من أو مساوية لمجال التراسل  $R$ . لكل عقدة في قائمة واحدة وثلاث جداول يكونوا محفوظين. وهم قائمة الجار  $A_i$ ، وجدول التوبولوجيا  $TT_i$ ، وجدول القفزة التالية  $Next_i$ ، وجدول البعد أو المسافة  $D_i$ . ويعرف  $A_i$  على أنه مجموعة العقد التي تكون بجانب العقدة  $i$ . وكل هدف  $z$  له مُدخل في جدول  $TT_i$  حيث يحتوي على جزئين:  $TT_i.Ls(j)$  و  $TT_i.Seq(j)$ . حيث أن  $TT_i.LS(j)$  يشير إلى معلومات حالة الرابط الموجود ضمن تقرير في العقدة  $j$ . و  $TT_i.Seq(j)$  يرمز إلى علامة زمنية لتشير بذلك على أن زمن العقدة  $z$  التي قامت العقدة به لإنشاء معلومات حالة الرابط هذا. وبشكل مشابه لكل هدف  $z$  فإن  $Next_i(j)$  يرمز إلى القفزة التالية لتوجيه الحزم متجهاً إلى العقدة  $z$  على أقصر مسار، بينما  $Di.(j)$  يرمز إلى بُعد أو مسافة أقصر مسار من العقدة  $i$  إلى العقدة  $z$ . بالإضافة إلى أن وظيفة وزن رابط واحد أو أكثر ربما تعرف وتستخدم لحساب أقصر مسار بناءً على مقياس محدد. وللتوضيح فإن وظيفة سعة النطاق تستخدم لدعم كفاءة خدمة التمرير.

#### ب. وصف لبروتوكول تمرير حالة عين السمك (FSR)

بروتوكول (FSR) يعتبر وبشكل ضمني من بروتوكولات التمرير الهرمية. ويستخدم تقنية (Fisheye) حيث أن هذه التقنية تستخدم لتقليل حجم المعلومات المطلوبة لتمثيل البيانات الشكلية (Graphical). في التمرير فإن منهجية الـ (Fisheye) تتحول للاحتفاظ بالبعد الصحيح والمعلومات الكفاءة والصحيحة للمسار حول العقد الوسطية للعقدة بتفاصيل تصاعديّة أو متصاعدة أقل كلما زاد البعد. الـ (FSR) بشكل وظيفي هو مشابه للتمرير في (LS) وفي ذلك فإنه يحافظ على الخريطة التوبولوجية لكل عقدة. والفرق يكون في طريقة انتشار معلومات التمرير. في الـ (LS) حزمة حالة

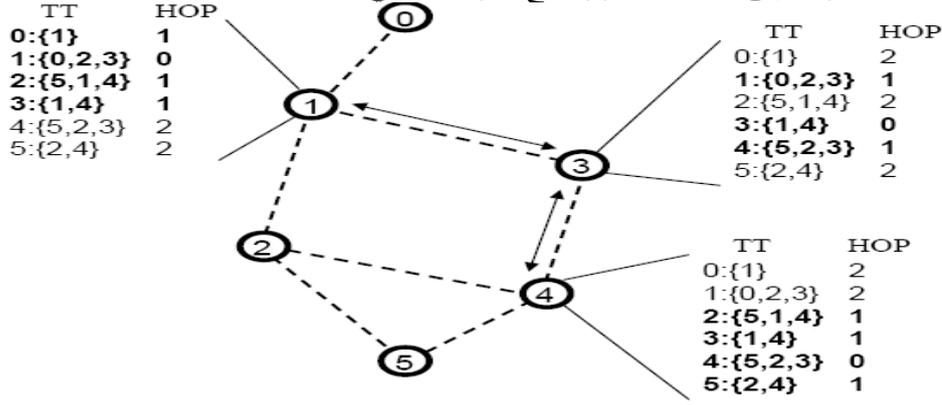
الرابط يتم توليدها ونشرها إلى الشبكة حيث أن العقدة تقوم بفحص التغيير في التوبولوجيا. أما في الـ (FSR) فإن حزمة حالة الرابط لا يتم نشرها. عوضاً على ذلك العقد تحتفظ بجدول حالة الرابط بناءً على المعلومات التي يتم تحديثها واستقبالها من العقد المجاورة وبشكل دوري يتم تغييرها مع تلك العقد المجاورة محلياً فقط (No Flooding). خلال عملية التغيير هذه، فإن مدخلات الجدول مع أكبر رقم تسلسلي يتم تغييره بأصغر رقم تسلسلي. تغييرات الجدول المستمرة في الـ (FSR) تشبه تغيير الاتجاه في (DBF) (أو أكثر دقة في (DSDV)) حيث أن الأبعاد يتم تحديثها وفقاً لعلامة الزمن (Time Stamp) أو الرقم التسلسلي الذي تم تخصيصه من قبل العقدة لتنظيم التحديث. ومن ناحية أخرى ففي الـ (FSR) فإن حالات الرابط يكون منتشرراً بدلاً من اتجاه البعد علاوة على ذلك كما في الـ LS فإن خريطة التوبولوجيا الكاملة تحفظ عند كل عقدة والمسارات الأقصر يتم حسابها باستخدام هذه الخريطة. في البيئة اللاسلكية الرابط الراديوي يعين العقد المتحركة يستطيع أن يختبر تذبذب عدم الاتصال ويقوم بإعادة الاتصال. بروتوكول الـ LS يقوم بإطلاق تحديث حالة الرابط لكل أي تغيير، حيث يغرق الشبكة ويسبب كلفه أظافيه مفرطه.

أما بروتوكول FSR فإنه يتجنب هذه المشكلة باستخدام التكرارية أو الدورية بدلاً من حدوث اندفاع وتغيير الخريطة التوبولوجية وتقليل زيادة حمل رسائل التحكم بشكل كبير. عندما حجم الشبكة ينمو بشكل كبير فإن رسائل التحديث تستهلك كمية كبيرة من سعة النطاق حيث أنه يتم الاعتماد على فترة التحديث. ولكي نقل حجم رسائل التحديث بدون التأثير على دقة التمرير بشكل جدي فإن الـ FSR يستخدم تقنيات الـ Fisheye.



والشكل رقم (2-2) بين المجال لشكل للبروتوكول وشكل (2-2) بين المجال لشكل للبروتوكول. الدوائر مع الظل المختلف الرمادي يُعرف مجالات الـ Fisheye بالنسبة لعقدة المركز (العقدة 11). والمجال (Scope) يُعرف لمجموعة تستطيع الوصول خلال عدد معين من القفزات. في حالتنا هذه هنالك ثلاث مجالات أو مناطق Scopes يكونوا واضحين لـ 1 و 2 وأكبر من قفزين نسبياً. العقد تكون ملونة أسود ورمادي وأبيض. عدد المستويات ونصف القطر لكل مجال Scope يجب أن يعتمد على حجم الشبكة. لإنقاص زيادة حمل تحديث التمرير يتم الاختيار باستخدام فترات تغيير مختلفة

لمدخلات مختلفة في جدول التمرير. لدقة أكثر، فإن المدخلات المتطابقة مع العقد خلال أصغر مجال أو منطقة انتشرت إلى العقد المجاورة مع التردد العالي.



شكل (3-2) بين تحويل الرسائل باستخدام عين السمك

وبالرجوع إلى الشكل رقم (3-2) فإن المدخلات ذات اللون الغامق تبدلت أو تغيرات بتكرارية أكثر. وكنتيجة فإن الانكسارات الكثيرة لمدخلات حالة الرابط توقفت في تحديث نموذجي وعلى هذا فإن حجم الرسالة تقل. هذه الإستراتيجية تنتج في الوقت المناسب للتحديث في الأوضاع المجاورة، ولكن ينشاء تأخير كبير من الأوضاع البعيدة. من ناحية أخرى فإن المعرفة الغامضة أو الغير دقيقة لأفضل مسار إلى الهدف البعيد يكون مكافئاً لحقيقة أن الممر أصبحت دقته أكثر بشكل تصاعدي مثل الحزمة التي كانت دقيقة للحصول على الهدف. كما أن حجم الشبكة يزداد بشكل كبير فإن تدرج خطة تحديث التذبذب يجب أن تستخدم عدة مجالات متقاطعة للحفاظ على أن يكون الحمل الزائد منخفض.

مفهوم الـ FSR تم تنظيمه من قبل حالة التمرير العالمي (GSR) حيث أن الـ GSR يمكن النظر إليه كحالة خاصة للـ FSR حيث أن هنالك مستوى مجال واحد فقط الـ Fisheye. وكنتيجة فإن جدول التوبولوجيا الصحيح أو الكامل يستطيع التبادل مع معظم العقد المجاورة. وللتوضيح فعندما يصبح حجم الشبكة كبير فإن الاستهلاك للطول الموجي يصبح كثير أيضاً. خلال تحديث معلومات حالة الرابط مع تذبذبات مختلفة يعتمد على بُعد أو مسافة المجال فإن بروتوكول الـ FSR يكون مربوط فيه لحجم الشبكات الكبيرة ويحافظ على أن تكون الكلفة الاضافيه Overhead منخفضة بدون التوافق مع دقة الممر عندما يكون الهدف مجاور وقريب. للاحتفاظ بمدخلات التمرير لكل هدف فإن الـ FSR يتجنب الحمل الزائد لإيجاد الهدف (كما في التمرير عند الطلب) وعليه فإنه يحتفظ بوقت تأخير قليل لتراسل الحزم الفردية. إذا ازدادت الحركة للعقد فإن الممرات عن البعد إلى الهدف تصبح أقل دقة. من ناحية ثانية عندما الحزمة تقترب إلى الهدف فإنها تجد تزايد في تعليمات

التمرير الدقيقة مثل انضمام مقاطع مع السرعة العالية الحديثة (الطارجة) (Pei and Gerla and Tsu-Weichen).

## 2-5 البروتوكولات الموجهة جغرافياً Geographical protocols.

تعتمد هذه البروتوكولات على مبدأ أن العقدة المرسله تقوم بإرسال الحزم إلى الإتجاه الجغرافي لموقع العقدة الهدف، ويتم تحديد موقع العقدة الهدف بواسطة عملية بحث داخل نطاق الشبكة، أو باستخدام مساعدة خارجية لتحديد موقع الهدف، مثلاً نظام الموضعة العالمي GPS. كمثال لهذا النوع من البروتوكولات سوف نقوم بدراسة بروتوكول التمرير بالتعاون مع الموقع .

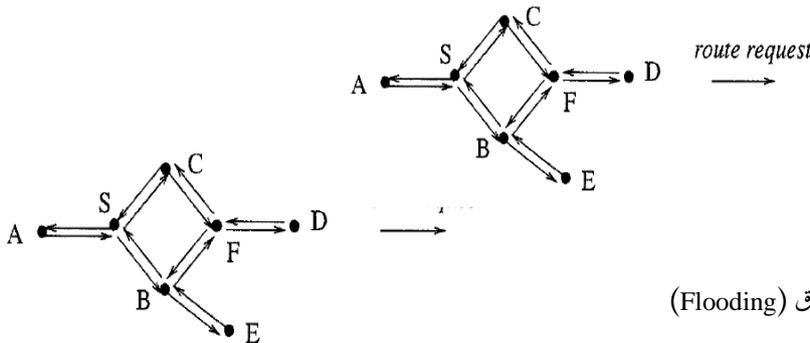
### 2-5-1 بروتوكول التمرير بالتعاون مع الموقع

(Location Aided Routing Protocol) (LAR)

#### 1. استكشاف الممر باستخدام الإغراق

Route Discovery Using Flooding

في هذه الفقرة سوف نستكشف إمكانية استخدام معلومات الموقع الموجودة فيه العقد لتطوير أداء بروتوكولات التمرير في شبكات التحرك الخاصة (MANET). وللتوضيح، سوف نرى كيف أن بروتوكول استكشاف الممر بناءً على الفيضان أو الإغراق (Flooding) يمكن تطويره وهذه الخوارزمية مشابهة لبروتوكول الـ (DSR) و (متجه المسافة حسب الطلب الآني). عندما العقدة (S) تكون بحاجة لإيجاد ممر إلى العقدة (D)، فإن العقدة (S) تقوم ببث أو إذاعة رسالة طلب ممر إلى كل العقد المجاورة بعد هذا فإن العقدة (S) يشار إليها بالمرسل والعقدة (D) يشار إليها بالهدف. أثناء عملية استكشاف الممر إلى العقدة الهدف فعندما تستقبل أي عقدة وتكن هذه العقدة (X) رسالة طلب الممر فإن هذه العقدة تقوم بمقارنة المعلومات المطلوبة للعقدة الهدف مثلاً رقم العقدة الهدف مع معلوماتها وليكن رقمها مثلاً فإذا تطابقت هذه المعلومات مع معلومات تلك العقدة فيعني هذا أن الطلب يكون للممر هو نفسه. أما إذا لم يحدث تطابق لتلك المعلومات فإن العقدة (X) تقوم ببث الطلب إلى العقد المجاورة لها ولتجنب تكرارية نقل طلبات ممر لنفس المصدر ولنفس الهدف فإن العقدة (X) تقوم ببث طلب الممر لمرة واحدة فقط (ولفحص إعادة استقبال طلب الممر فيتم استخدام الرقم التسلسلي).



في هذا الشكل رقم (2-4) فإن العقدة (S) بحاجة لتحديد ممر إلى العقدة (D). وعليه فإن العقدة (S) تقوم ببث طلب الممر إلى العقد المتجاورة وعندما العقد المتجاورة (C) و (b) تستقبل طلب الممر فإنها تقوم بتوجيه ذلك الطلب إلى العقد المتجاورة ولكن يتم ذلك بعد أن تأكدت تلك العقد بأنها ليست العقد المطلوبة لذلك الطلب. عندما العقدة (F) استقبلت طلب ممر من العقدة (b) وبعد فحص الطلب قامت بتوجيه ذلك الطلب إلى العقدة المتجاورة. من ناحية أخرى عندما العقدة (F) استقبلت نفس طلب الممر من العقدة (C) وبعد فحص الطلب وتبين أنه متكرر فإن العقدة (F) قامت برفض ذلك الطلب. كما أن طلب الممر تم بثه إلى عقد مختلفة وبالتالي فإن المسار إلى تلك العقد تم إضافته في حزمة طلب ممر وأصبح موجود بداخل حزمة الطلب. الشرط الكافي لأن يصبح الهدف المطلوب التعامل معه قابل وقادر للتواصل والبدء في ارسال المعلومات إليه من المصدر فإنه يجب على الهدف أن يستقبل رسالة طلب ممر وعند استقبال هذه الرسالة وبعد فحصها فإن الهدف يقوم بتجهيز رسالة استجابة ورد على رسالة الطلب (Reply) إلى المرسل وتحتوي هذه الرسالة الممر العكسي من الهدف إلى المصدر وحال تلك الرسالة فإنه يبدأ تداول وتناقل المعلومات بين المصدر والهدف. إنه من السهل جداً أن الهدف لا يستقبل رسالة طلب ممر ويعزى هذا لعدة أسباب فقد تكون الرسالة لم تصل من المرسل أو أن رسالة طلب الممر فقدت في الطريق أثناء نقلها بسبب الخطأ. وفي كل الحالات فإن المرسل بحاجة لأن يكون لديه القدرة لإعادة انشاء استكشاف للممر. وعلى هذا فإن المرسل عندما يقوم بانشاء عملية إعادة استكشاف للممر فإنه يقوم بوضع زمن انتهاء (Timeout) لهذا الطلب. وخلال هذه الفترة الزمنية الذي تم تحديدها مسبقاً إذا لم تأتي رسالة استجابة للممر، فإن عملية جديدة لاستكشاف الممر يتم انشائها ورسالة الطلب للممر لهذا الاستكشاف الجديد سوف تستخدم رقم تسلسلي متخلف عن رقم استكشاف الممر السابق حيث أن إعادة استدعاء الأرقام التسلسلية يكون مناسب لفحص الاستقبالات المتعددة لنفس طلب الممر. أما زمن الانتهاء أو الانقضاء (timeout) فإنه يظهر إذا الهدف لم يستقبل طلب الممر أو أن رسالة الرد على طلب الممر من الهدف فقدت. يتم إنشاء استكشاف الممر عندما يقوم المرسل (S) بفحص الممر الذي تم تحديده مسبقاً إلى العقدة (D) (الهدف) وكان هذا الممر فاشل أو غير قابل للعمل (Broken) أو أن عقدة المصدر (S) ليس لديها علم بممر إلى الهدف. وفي بحثنا هذا سوف نفترض بأن عقدة المصدر (S) تستطيع أن تعلم بأن الممر قد فشل (Broken) فقط إذا هي حاولت استخدام ذلك الممر.

عندما عقدة المصدر (S) قامت بإرسال حزمة بيانات على طول ذلك الممر وإحدى العقد على هذا المسار قامت بإرجاع رسالة ممر خاطيء (Route Error) إذا كانت القفزة التالية على هذا

الممر محطة (Broken) عندما تستقبل العقدة (S) رسالة خطأ ممر فإنها تقوم بانشاء إعادة استكشاف ممر لعقدة الهدف (D).

عندما نستخدم الخوارزمية الموضحة سابقاً فإننا نلاحظ بأن طلب الممر سوف يصل إلى كل عقدة لها القدرة على الاستقبال من عقدة المصدر (S) وهذا يجهد كل العقدة على الشبكة الخاصة. وباستخدام معلومات الموقع فإننا نحاول تقليل عدد العقد التي تقوم باستضافة طلب الممر المنتشر في أرجاء الشبكة. (KO and Vaidya, 2000)

برتوكولات الـ (DSR)، و (بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني) الذي تم اقتراحهم سابقاً كليهما تم بنائهم على الاختلاف أو التغيير في الإغراق أو الفيضان (Flooding). وللتبسيط فإننا سوف نحدد نقاشنا لأساسيات خوارزمية الفيضان أو الإغراق (Flooding) واستكشاف الممر بمساعدة معلومات الموقع بناءً على التحديد من قبل الإغراق (Flooding).

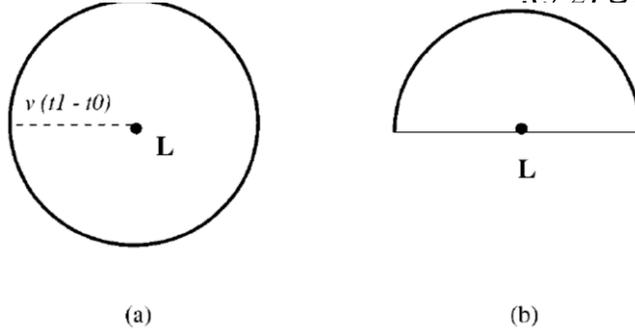
## 2. معلومات الموقع (Location Information):

هذه المنهجية المقترحة تم تسميتها التمرير بمساعدة الموقع (LAR)، وذلك لأنها تستخدم معلومات الموقع أي موقع العقدة لتقليل الحمل الزائد للتمرير. معلومات الموقع تستخدم في بروتوكول (LAR) ولكن بالشروط المقدمة من نظام الموضع العالمي (GPS). مع إتاحة نظام الموضحة العالمي (GPS) فإنه من السهل لمجموعة العقد المتحركة بأن تعرف موقعها الفيزيائي. ولكن في الواقع فإن معلومات الموضع أو الموقع الذي تقوم بتقديمه (GPS) نظام الموضحة العالمي فإنه يتضمن بعض الأخطاء، مثل الفرق بين الاحداثيات التي تم حسابها من قبل (GPS) والاحداثيات الحقيقية. وللتوضيح فإن دقة المواضع التي يقدمها نظام الموضع العالمي (NAVSTAR) تتراوح بين 50 والـ 100 متر وهذه تختلف عن دقة المواقع التي يقدمها (GPS) ودقتها تصل إلى مترات قليلة. وفي بداية نقاشنا افترضنا بأن كل مجموعة من العقد (Host) تعرف موقعها الحالي وبدقة بمعنى بدون أخطاء. ولكن من ناحية أخرى فإن الفكرة التي تم اقتراحها هنا يمكن تطبيقها عندما يكون الموقع معلوم فقط تقريباً. الفقرة الرابعة القادمة فيما بعد تعتبر هذا ممكن ومتاح. في هذه الدراسة نفترض بأن العقد تتحرك في مستوى الاحداثيات الثنائي (الديكارتي).

### 3. المنطقة المطلوبة والمنطقة المتوقعة (Expected Zone and Request):

المنطقة المتوقعة (Expected Zone): نعتبر بأن العقدة (S) تريد إيجاد ممر إلى العقدة (D). ولنفترض بأن العقدة (S) تعلم بأن العقدة (D) كانت في الموقع (L) عند الزمن  $(T_0)$ ، والوقت الحالي الآن هو  $(t_1)$ . فإن المنطقة المتوقعة (Expected Zone) للعقدة (D) من وجهة نظر العقدة (S) عند الزمن  $(t_1)$ ، هي المنطقة التي تتوقع العقدة (S) أن تكون فيها العقدة (D) عند الزمن  $(t_1)$ . وتستطيع العقدة (S) تحديد المنطقة المتوقعة بناءً على معرفة أن العقدة (D) كانت في الموقع (L) عند الزمن  $(T_0)$ .

وللتوضيح، إذا كانت العقدة (S) تعلم بأن العقدة (D) سافرت بسرعة متوسطة (V)، ثم أن العقدة (S) افترضت أن المنطقة هي عبارة عن منطقة دائرية نصف قطرها  $(V(t_1-t_0))$  ومركز هذه الدائرة عند الموقع (L) كما في الشكل (5-2). إذا السرعة الفعلية حدثت لتكون أكبر من السرعة المتوسطة فإن الهدف يكون فعلياً خارج المنطقة المتوقعة عند الزمن  $(t_1)$ . وعليه فإن المنطقة المتوقعة تم استنتاجها فقط بناءً على أن العقدة (S) حددت المنطقة التي تحتوى العقدة (D) عند الزمن  $(t_1)$  اجتهاداً. وبشكل عام إنه من السهل أيضاً تعريف (V) لتصبح السرعة القصوى (بدلاً من السرعة المتوسطة) أو بعض القياسات الأخرى للسرعة الموزعة. إذا العقدة (S) لا تعلم بالموقع السابق للعقدة (D) فإن العقدة (D) لا تستطيع تحديد المنطقة المتوقعة بشكل صائب وسليم وفي هذه الحالة فإن المنطقة الصحيحة ربما وبشكل اجتهادي تكون منشغلة بالشبكة الخاصة التي افترضت لتكون منطقة متوقعة. وفي هذه الحالة فإن خوارزميتنا تناقصت إلى خوارزمية الإغراق (Flooding) الأساسية. وبشكل عام فإن امتلاكنا لمعلومات كافية لما يتعلق بحركة عقدة الهدف فإنه ينتج عن هذا تصغير المنطقة المتوقعة للهدف. وللتوضيح إذا تعلم العقدة (S) بأن عقدة الهدف (D) تحركت شمالاً فإن المنطقة المتوقعة والموضحة في الشكل (5-2) الدائرية يمكن أن تقل إلى منطقة نصف دائرية كما في الشكل (5-2).

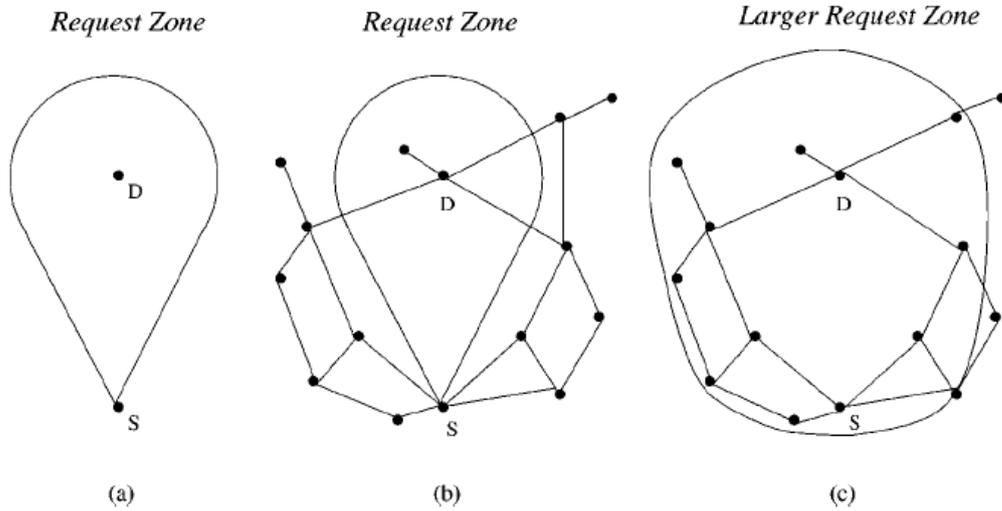


شكل (5-2) مثال للمنطقة المتوقعة

#### 4. المنطقة المطلوبة (Request Zone):

مرة أخرى نعتبر بأن العقدة (S) بحاجة لتحديد ممر إلى العقدة (D). خوارزمية الـ (LAR) المقترحة تستخدم الفيضان أو الإغراق (Flooding) مع تعديل واحد وهو أن العقدة (S) بتعريف (ضمناً أو تصريحاً) منطقة مطلوبة للممر المطلوب. وتستطيع العقدة أن تقوم بتوجيه طلب ممر إذا هي تنتمي إلى المنطقة المطلوبة فقط (ليس كما في خوارزمية الإغراق السابقة (Flooding)). ولزيادة احتمالية أن طلب الممر سوف يصل إلى العقدة الهدف (D)، فإن المنطقة المطلوبة يجب أن تحتوي على منطقة متوقعة (التي وضعت سابقاً). بالإضافة إلى المنطقة المطلوبة ربما تتضمن أيضاً مناطق أخرى حول المنطقة المطلوبة وهذا يعود لسببين:

1. عندما المنطقة المطلوبة لا تتضمن مضيف (Host) العقدة (S) فإن المسار من مضيف (Host) (S) إلى مضيف العقدة (D) يجب أن يشمل مضيفات (Hosts) خارج المنطقة المتوقعة، وعليه فإن إضافة منطقة يجب أن يكون ضمن المنطقة المطلوبة، لذلك فإن العقدة (S) والعقدة (D) كليهما ينتميان إلى المنطقة المطلوبة (والشكل (6-2)(a) يوضح ذلك).



شكل (6-2) يمثل المنطقة المطلوبه

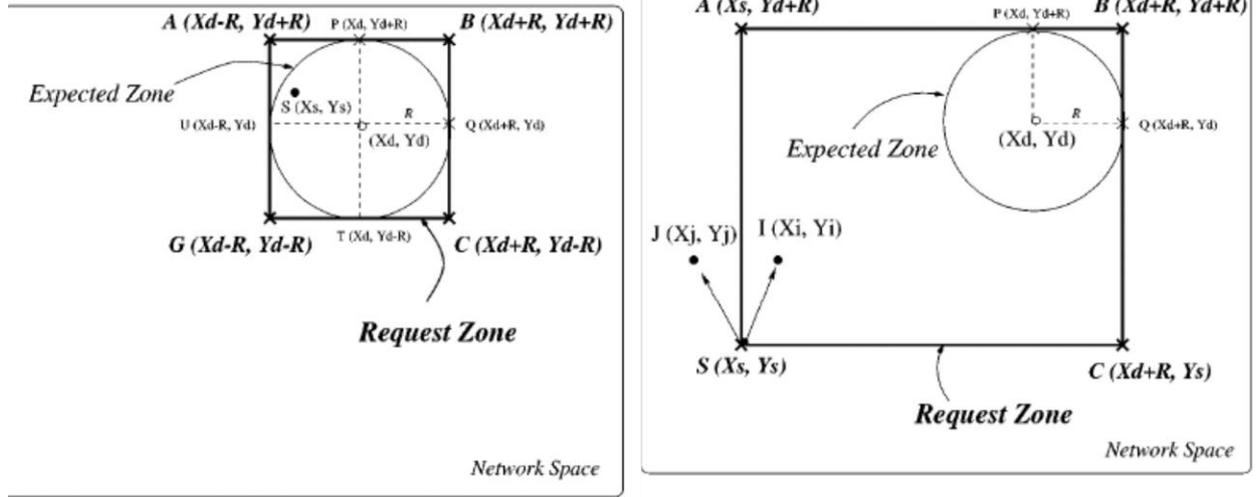
2. المنطقة المطلوبة في الشكل (6-2) (a) تتضمن منطقة مطلوبة من الشكل (6-2) (a). هل هذه منطقة مطلوبة بشكل كاف؟ في المثال الذي في الشكل (6-2) (b) فإن كل المسارات من عقدة المصدر (S) إلى عقدة الهدف (D) ضمن عقد مضيضة (Hosts) خارج المنطقة المطلوبة. وعليه فإنه لا يوجد ضمان بأن المسار الموجود يعتمد فقط على العقد المضيضة (Hosts) في منطقة الطلب المختارة. وبالتالي إذا كان هنالك ممر لم يتم اكتشافه خلال فترة زمن انتهاء (Timeout) مناسبة، فإن البروتوكول الخاص بنا يسمح للعقدة (S) بإنشاء استكشاف ممر جديد ضمن منطقة

الطلب الموسعة. ملاحظة، احتمالية إيجاد مسار (في أول محاولة) تزيد بزيادة حجم منطقة الطلب التي بدأت للتوضيح شكل (6-2) (c). من ناحية أخرى فإن زيادة حمل (Overhead) استكشاف الممر يزيد مع زيادة حجم المنطقة المطلوبة. وبالتالي هنالك وجود للتناوب بين وقت التأخير اللازم لتحديد الممر وزيادة حمل الرسائل.

### 5. تحديد أعضاء المناطق المطلوبة (Determining Membership of Request Zone):

كما لوحظ سابقاً فإن خوارزمتنا الخاصة بالـ (LAR) مطابقة بشكل أساسي لخوارزمية الإغراق أو الفيضان (Flooding) مع التعديل لأنه إذا كانت العقدة ليست في المنطقة المطلوبة فإنها لا تستطيع توجيه طلب ممر إلى العقدة المجاورة لها. وعليه فإن تنفيذ خوارزمية (LAR)، يتطلب من العقدة أن تكون قادرة للتحديد فيما إذا كانت في المنطقة المطلوبة للممر أم لا. وسوف نستعرض خوارزمية تحدد هذا المفهوم وكل واحدة مختلفة عن الأخرى وبالشكل الآتي:

#### النظرية الأولى للـ (LAR) Scheme 1:



شكل (7-2) a عقدة المصدر خارج المنطقة المتوقعه شكل (7-2) b عقدة المصدر بداخل المنطقة

المتوقعه

هذه الخوارزمية تستخدم المنطقة المطلوبة التي تكون على شكل مستطيل (الشكل (7-2) (a)). لنفترض بأن العقدة (S) تعلم بأن العقدة (D) كانت في الموقع  $(X_d, Y_d)$  عند الزمن  $(t_0)$ . وعند الزمن  $(T_1)$ ، قامت العقدة (S) بإنشاء استكشاف جديد لممر إلى عقدة الهدف (D).

ولنفترض بأن العقدة (S) أيضاً تعلم أن السرعة المتوسطة  $(V)$  الذي تتحرك خلالها العقدة (D). وباستخدام هذا فإن العقدة (S) تُعرف المنطقة المتوقعة عند الزمن  $(T_1)$  وهي عبارة عن دائرة نصف قطرها  $(R=V(t_1-t_0))$  مركزها عند الموقع  $(X_d, Y_d)$ . وكالحالة السابقة، فبدلاً من أن

السرعة المتوسطة (V) فإنه يمكن اختيارها لتكون السرعة العظمى أو أي دالة للسرعة المتوزعة). في خوارزمية (LAR1) فإننا نُعرف المنطقة المطلوبة بأن هي أصغر مستطيل يحتوي الموقع الحالي لـ (S) والمنطقة المتوقعة (مثل المنطقة الدائرية المعرفة في الشكل (7-2) (a)). في الشكل (7-2) (a)، فإن المنطقة المطلوبة هي عبارة عن مستطيل زواياه الأربع هي (C, B, A, S) في حين أن الشكل (7-2) (b) به مستطيل زواياه الأربع عند النقاط (G, C, B, A). ملاحظة في هذا الشكل الموقع الحالي للعقدة (S) يشار إليه بـ  $(X_s, Y_s)$ . بناءً على هذا فإن عقدة المصدر تستطيع تحديد الزوايا الأربع للمنطقة المطلوبة. العقدة (S) التي ضمن الإحداثيات فإنها تستطيع نقل رسالة طلب الممر عندما تبدأ استكشاف الممر. عندما تستقبل أي عقدة طلب الممر فإنها ترفض ذلك الطلب إذا كانت هذه العقدة ليست ضمن المستطيل المحدد بالأربع الزوايا والذي يتم تضمينها ضمن طلب الممر. وللتوضيح ففي الشكل (7-2) (a)، فمثلاً إذا العقدة (I) تستقبل طلب ممر من أي عقدة أخرى فإن العقدة (I) تقوم بتوجيه الطلب إلى العقدة المجاورة لها وذلك لأنها بداخل المستطيل الذي يمثل المنطقة المطلوبة. بالمقابل عندما تستقبل العقدة (J) طلب ممر فإن العقدة (J) ترفض هذا الطلب وذلك لأن العقدة (J) ليست ضمن المنطقة المطلوبة كما في الشكل (7-2) (a). عندما تستقبل العقدة الهدف (D) رسالة طلب ممر فإنها تقوم بالرد على ذلك الطلب وذلك بإرسال رسالة رد ممر (Reply) (كما في خوارزمية الإغراق أو الفيضان (Flooding)).

من ناحية أخرى في حالة الـ (LAR) تقوم العقدة (D) بوضع موقعها الحالي والزمن الحالي في رسالة الرد على الممر. وعندما العقدة (S) تقوم باستقبال رسالة الرد على الممر هذه (فهذا يعني انتهاء استكشاف الممر) فإنها تقوم بتسجيل موقع العقدة (D) لديها. حيث أن العقدة (S) تقوم باستخدام هذه المعلومات لتحديد المنطقة المطلوبة لاستكشاف الممر في المستقبل. (أنه أيضاً من السهل جداً للعقدة (D) أن تقوم بوضع سرعتها الحالية أو السرعة المتوسطة بالإضافة لأحدث فترة زمنية، في رسالة الرد على الممر. هذه المعلومات تستخدم في استكشاف الممر المستقبلية).

## 6. حجم المنطقة المطلوبة (Size of the Request Zone):

نلاحظ بأن حجم مستطيل المنطقة المطلوبة الموضحة في الشكل (7-2) (a) يتناسب مع

عدة عوامل:

1. السرعة المتوسطة ( $v$ ) للحركة.
2. الزمن المنتهي حيث أن آخر موقع معروف للهدف يكون قد تم تسجيله. وفي تنفيذنا للخوارزمية، فإن المرسل يستطيع أن يعرف موقع الهدف فقط عند نهاية استكشاف الممر (كما لوحظ في الجزء السابق). عند السرعات المنخفضة، فإن استكشافات الممر يظهر بعد فترات طويلة بسبب أن الممرات الفاشلة كثيراً ما تقل وعلى هذا فإن  $(t_1 - t_0)$  يكون كبيراً. لذلك أيضاً فإن العامل (1) الموضح في الأعلى يكون صغيراً، والعامل (2) يصبح كبيراً عند أقل السرعات، قوة النتائج تكون في أكبر منطقة طلب. عند السرعات العالية أيضاً ولأسباب مشابهة فإن منطقة الطلب الكبيرة ربما تكون مراقبة. لذلك، وبشكل عام أصغر منطقة طلب تظهر عند سرعات تكون ليست بالكبيرة جداً ولا بالصغيرة جداً. وللسرعات المنخفضة فإنه من السهل تقليل حجم منطقة الطلب وذلك بإرجاع معلومات الموقع على حزم أخرى، بالإضافة إلى رسائل رد (Replies) الممر هذه المثالية لا يتم تقييمها هنا).

## 7. تعريفات بديلة للمنطقة المطلوبة (Alternative Definitions of Request zone):

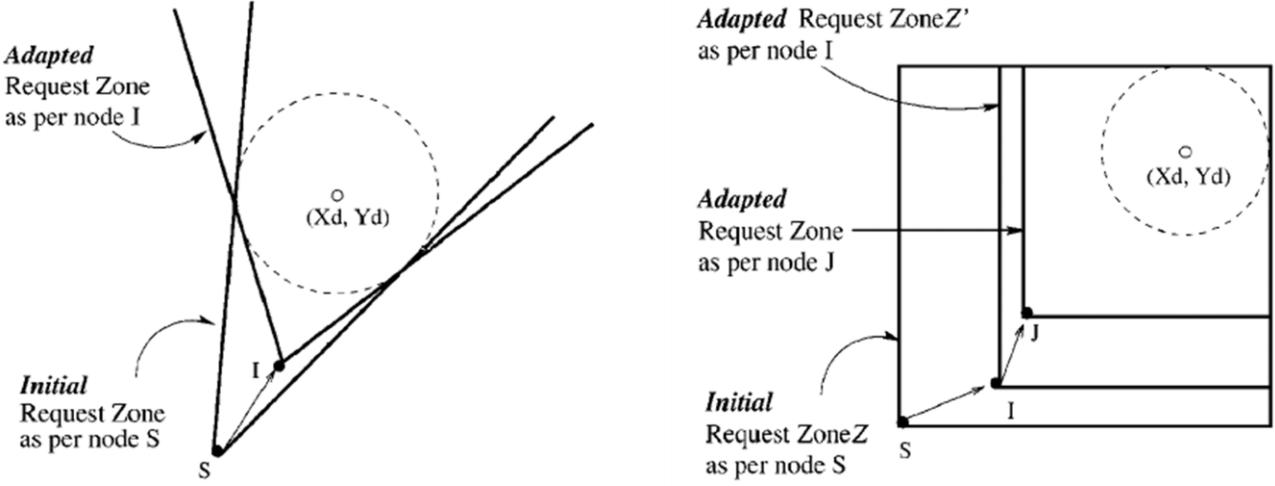
في هذا الجزء فإننا سوف نعتبر طريقتين لتعريف منطقة الطلب. هنالك بدائل أخرى نستطيع أن نتخيلها. وللتوضيح ففي منطقة الطلب المستطيلة لنظرية (LARI) فإن عقدة المرسل (s)، ربما تقع على حواف المنطقة (راجع الشكل (7-2) (a)). بدلاً من أن أي واحد يقوم بتعريف أكبر مستطيل لمنطقة طلب. أيضاً فإن في نظرية الـ (LARI) فإن جهات المستطيل دائماً متوازية للاحداثيات (y, x). إنه من السهل جداً لإزالة هذا التقييد عندما نعرف المنطقة المستطيلة. وللتوضيح فإن جهة واحدة من المستطيل ربما وضعت أو أنشأت موازية لخط ربط موقع العقدة (S) إلى الموقع السابق للعقدة (D) وهذه المنهجية كثيراً ما تنتج في منطقة الطلب المتشابهة (انظر الشكل (7-2)). تعريف المنطقة المطلوبة يعتمد أيضاً على كمية المعلومات التي ترتبط بحركة العقد التي تكون متاحة. ونحن نفترض بأن السرعة المتوسطة فقط للعقد تكون معلومة أو معروفة. إنه مناسب جداً لنعبر الوضع الذي خلاله يمكن إضافة معلومات ربما يكون متاح (للتوضيح، اتجاه الحركة).

## 8. التكيف مع المنطقة المطلوبة (Adaptation of Request Zone):

دقة عمل المنطقة المطلوبة (بمعنى احتمالية ايجاد ممر إلى الهدف) يمكن تطويرها بتكيف المنطقة المطلوبة، بداية التحديد بداخل عقدة المصدر (S)، مع تحديث معلومات الموقع لإستضافة العقدة (D) والتي يمكن الحصول عليها عند بعض العقد الوسطية. لنعبر بأنه في حالة أن العقدة (S) بدأت تبحث عن عقدة الهدف خلال المنطقة المطلوبة (Z) عند الزمن ( $t_1$ ) بناءً على معلومات الموقع (D) التي عرفت العقدة (S) عند الزمن ( $t_0$ ). يُلمزنا افتراض أن طلب الممر كان ضمن علامة زمنية ( $t_0$ ) بسبب أن موقع العقدة (D) عند الزمن ( $t_0$ ) يستخدم لتحديد المنطقة المطلوبة. أيضاً موقع العقدة (S) والزمن ( $t_1$ ) تم تضمينهم أيضاً عندما تم إنشاء الطلب. الآن لنفترض بأن عقدة ما وسطية اسمها (i) خلال منطقة مطلوبة اسمها (z) استقبلت طلب لممر عند الزمن ( $t_2$ ) حيث أن ( $t_1$ ) أقل من ( $t_2$ ) ومن المحتمل أن معلومات أحدث موقع للعقدة (D) تكون معروفة لدى العقدة (i) (كمقارنة مع العقدة (S)) والمنطقة المتوقعة بناءً على هذه المعلومات ربما تختلف عن منطقة الطلب السابقة (z). وعليه فإن منطقة الطلب يبدأ تحديدها عند عقدة المصدر وربما تتكيف أو تتلائم عند العقدة (i). وللتوضيح بشكل أفضل عندما نقوم باستخدام (LAR1) فإن العقدة (i) تحدد المنطقة المتوقعة باستخدام أحداث معلومات الموقع العقدة (D) ويعرف منطقة الطلب المتكيفة كأصغر مستطيل يحتوي العقدة (S) والمنطقة المتوقعة الجديدة للعقدة (D).

### 9. تكيف آخر للمنطقة المطلوبة (Another Adaptation of Request Zone):

في خوارزمية الـ (LAR1) فإن المنطقة المطلوبة يتم تحديدها بشكل صريح من قبل عقدة المصدر (S) وهذه المنطقة المطلوبة لا يمكن تغييرها أو تحديثها بأي عقدة وسطية. ونحن نستطيع أن نطور أداء الـ (LAR1) وذلك بجعل المنطقة المطلوبة تتكيف مع أي عقدة وسطية مثلاً: (I)، حيث أن المنطقة المطلوبة لطلب الممر المنتشرة العقدة (I) خلالها وتتضمن الموقع الحالي للعقدة (I) والمنطقة المتوقعة للهدف (D). وللتوضيح ففي الشكل (8-2)(b) عندما تستقبل العقدة (I) طلب ممر من المصدر (S) وتقوم بتوجيه ذلك الطلب إلى العقد المتجاورة وذلك بسبب أن العقدة (I) هي ضمن المنطقة المطلوبة (Z) (المعرفة لدى (S))، حيث يمكن أن نستبدل المنطقة (z) بأي منطقة طلب متكيفة (Z) قبل توجيه ذلك الطلب. وبتطبيق نفس الأسباب فعندما العقدة (J) تستقبل رسالة طلب ممر من العقدة (I) فإن منطقة الطلب تكون متكيفة أيضاً. ولتعميم الفكرة السابقة فإن الشكل المستطيل هو يستخدم للمنطقة المطلوبة في خوارزمية (LAR1) وأي شكل آخر يمكن استخدامه.



شكل (8-2) b التكيف مع المنطقة المطلوبة المستطيله شكل (8-2) c التكيف مع المنطقة المطلوبه

المخروطيه

الشكل (8-2) (c) يوضح الحالة عندما المنطقة المطلوبة تعرف كمخروط جذرة أو رأسه عند العقدة  $(S)$ ، حيث أن الزواية التي أنشأها المخروط هي كبيرة بما فيه الكفاية لتتضمن المنطقة المطلوبة كما ان الزاوية التي قام بإنشائها المخروط ربما يتم اختيارها من قبل بعض المساعدين للكشف عن مناطقه بالإضافة لمنطقتها الأصلية. وبشكل مشابه للتكيف مع منطقة الطلب المستطيله في الشكل (8-2) (b)، فإن منطقة الطلب ذات الشكل المخروطي سوف تتكيف كما في الشكل (8-2) (c). هذه المنهجية التي تستخدم منطقة بشكل مخروط هي مشابهة لمنهجية التي تستخدم لتسليم البيانات إلى عقدة الهدف. والفرق العلمي بين هاتين المنهجتين أننا نستخدم منطقة الشكل المخروطي لاكتشاف الممر وليس لتسليم البيانات، أيضاً طريقتنا لا تتطلب بث معلومات الموقع بشكل مستمر، ليس كالطريقة السابقة.

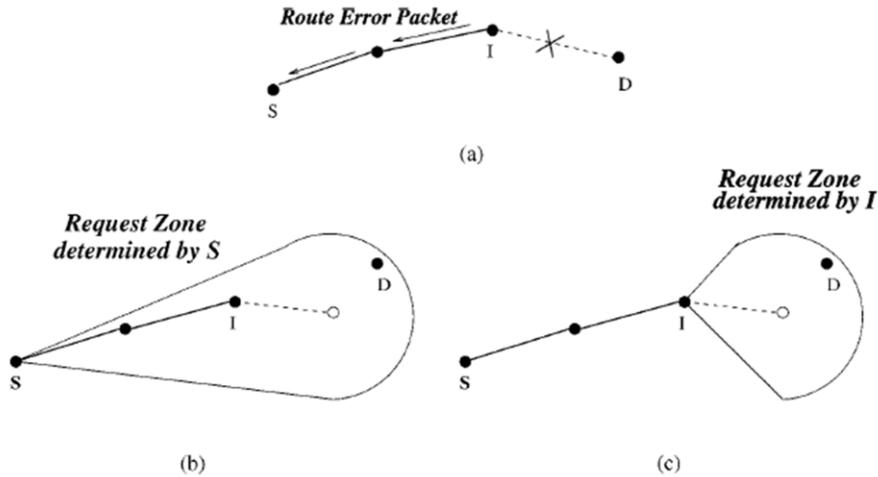
## 10. انتشار الموقع ومعلومات السرعة

:(Propagation of Location and Speed Information)

بداية في بيئة شبكة التحرك الخاصة فإن العقدة لا تعلم بالموقع الفيزيائي للعقد الأخرى (ما عدا الموقع الحالي والموقع القديم). من ناحية أخرى ومع تقدم الزمن فإن كل عقدة تستطيع الحصول على معلومات الموقع لعدة عقد إما كنتيجة لاستكشاف الممر الذي تقوم به أو كنتيجة للرسائل الموجهة لاكتشاف ممر للعقد الأخرى. وللتوضيح إذا قامت العقدة (S) بوضع موقعها الحالي في رسالة طلب الممر وكذلك إذا قامت العقدة (D) بوضع موقعها الحالي في رسالة الرد على الممر (Reply)، فإن كل عقدة تستقبل هذه الرسائل فإنها تستطيع أن تعلم بموقع العقدة (D) و(S)، على التوالي. وبشكل عام فإن معلومات الموقع ربما يتم نشرها بشكل عكسي على أي حزمة. وبشكل مشابهة أي عقدة ربما تقوم بنشر سرعتها المتوسطة إلى أي عقدة أخرى (أو أي قياس آخر للسرعة).

## 11. البحث المحلي (Local Search):

في البروتوكول الخاص بنا هذا فإن أي عقدة وسطية ولتكن (I) مثلاً تقوم بفحص فشل التمرير (مثل أن يكون رابط منقطع أو غير صالح) فإن هذه العقدة تقوم بإعلام عقدة المصدر (s) وذلك بإرسال حزمة ممر خاطيء (Route Error) كما في الشكل (9-2)(a).



شكل (9-2) يبين البحث المحلي لإعادة بناء الممر المنقطع

بعد ذلك فإن العقدة (S) تقوم بإنشاء استكشاف جديد للممر (باستخدام المنطقة المطلوبة) لإيجاد مسار إلى العقدة الهدف (D). كما أننا نستطيع أن نرى بشكل تلقائي، إذا نحن قمنا باستخدام معلومات الموقع، فإن رسائل التمرير تستطيع أن تقلل انتشار حزمة طلب الممر للمنطقة المطلوبة الذي تم تحديدها (ضمنياً أو صراحة) من قبل العقدة (S) كما في الشكل (2-9)(b). الشكل (2-9)(c) يوضح كيف أن هذه الدراسة يمكن تطويرها لتقلل حجم المنطقة المطلوبة بالإضافة إلى وقت تأخير إعادة تحديد الممر للعقدة (D). وهذا ممكن أن يحصل وذلك بتخصيص أي عقدة وسطية (I) تقوم بفحص الممر الخاطيء لانشار استكشاف ممر باستخدام المنطقة المطلوبة بناءً على معلومات الموقع الخاصة بالعقدة (D).

بعض البحث المحلي (Local Search) ربما ينتج في أصغر منطقة طلب (كما هو واضح في الشكل (2-9)(c) بسبب أن العقدة (I)، ربما تكون مغلقة على العقدة (D) أكثر من العقدة (S). صغر منطقة الطلب تؤدي إلى تقليل الحمل الزائد للتمرير. كما أن الوقت لايجاد المسار الجديد إلى عقدة الهدف (D) أيضاً يقل إذا تم البحث في منطقة طلب صغيرة.

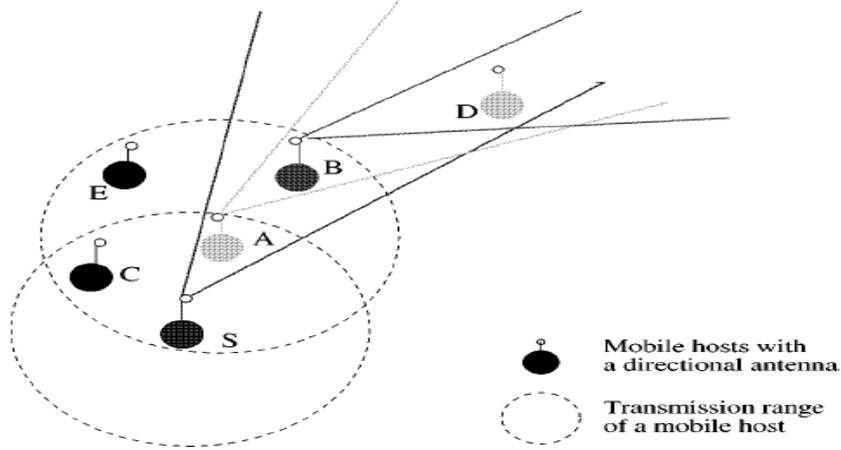
## 12. الاتحاد والاندماج مع زمن الحياة (TTL): (Combining With Time-to-live):

في الـ (DSR) فإن استكشاف الممر يستخدم بحث الطوق (Ring) الموسع الذي تم اقتراحه كأحدى المثاليات علاوة على الفيضان أو الإغراق (Flooding). في هذه المنهجية بداية يقوم المصدر بإرسال رسالة طلب ممر مع جعل فترة الحياة (TTL) مساوياً للواحد. إذا لم يتم استقبال رسالة رد ممر لبعض الوقت فإن المصدر يقوم بزيادة زمن الحياة (TTL) إلى أكبر قيمة ويحاول مرة أخرى. أيضاً نظرية (LAR) و (TTL) كليهما محدودة الانتشار لرسائل طلب الممر. ذلك السلوك يكون مختلفاً نوعاً ما وفي الحقيقة فإن بروتوكول (LAR) يستطيع أن يستخدم أيضاً في التزاوج أو الاندماج مع (TTL) المثالية. وذلك بجعل الـ (TTL) ذات رقم معقول، كذلك فإن المصدر يستطيع أن يوظف ويحدد عدد القفزات التي حزمة طلب الممر سوف تسافر. وعليه وبشكل مكافئ إذا العقدة موجودة خلال منطقة الطلب الذي تم تعريفها من قبل منهجية (LAR)، فإنها سوف تقوم بإهمال الحزمة عندما تتجاوز زمن حياة القفزات بعيداً من المصدر.

## 13. استخدام الهوائي الموجة (Use of Directional Antennas):

بروتوكول الـ (LAR) يقلل الكلفة الاضافيه (Overhead) للتمرير وذلك بتقليل عدد العقد التي سوف تستقبل وترسل رسائل طلب الممر. من ناحية ثانية المنهجية الأساسية للـ (LAR) هي محدودة السكون بمعنى أنها مشابهة للانتشار الطبيعي للبحث في شبكة التحرك الخاصة. وبشكل عام

فإن عقد شبكة التحرك الخاصة افترضت أن بها هوائي لجميع الاتجاهات وذلك للاتصال اللاسلكي. هذا الافتراض يعني بأن بث أي رسالة طلب ممر من خلال أي عقدة فإن هذا البث سوف يصل إلى كل العقد المتجاورة ماعدا تلك العقد المجاورة التي تكون خارج منطقة الطلب المطلوبة وهذا يقودنا إلى استخدام الهوائي الموجهة.



شكل (10-2)

وللتوضيح ففي الشكل رقم (10-2)، لنفترض بأن العقدة (S) بحاجة لتحديد ممر إلى العقدة (D) ولذلك فهي تقوم ببث حزمة طلب ممر. ولنفترض أيضاً أن الـ (LAR1) تستخدم لهذه المرحلة والتي هي مرحلة استكشاف ممر مع الهوائي لجميع الاتجاهات مع منهجية (LAR1) وبناءً على وجهه نظر العقدة (S) فإن منطقة الطلب تعرف بأنها المستطيل الذي يكون ضمن العقد (D, E, C, B, A, S). ليست بحاجة لاستقبال أي حزمة طلب ممر، وذلك بسبب أن كلا العقدتين خارج المنطقة المطلوبة. ومن ناحية ثانية وبشكل مشابهه، فإن من خلال خصائص بث انتقال البيانات للشبكات اللاسلكية فإن العقدة (C) سوف تستقبل حزمة طلب ممر من العقدة (S) التي تغطي منطقة انتقال البيانات وهي (C) بالإضافة إلى (A). وبشكل مشابهه فإن رسالة الطلب سوف يتم توجيهها إلى العقدة (E) أيضاً من خلال العقدة (A) وبدون اضطرار أو حاجة لذلك. (وفي الحقيقة، فعندما العقدة (A) تقوم بتوجيه طلب ممر فإن كل العقد المتجاورة (S, E, C, B) سوف يستقبلون هذا الطلب) هذه الوراثة المحدودة يمكن تخفيضها باستخدام الهوائي الموجهة (Directional Antenna). حيث أن الهوائي الموجهة هو هوائي لكن نموذج أو شكل الطاقة الإشعاعية ليست لجميع الاتجاهات وإنما لاتجاه واحد. مرة أخرى، لنفترض بأن العقدة (S) لديها هوائي موجهة أثناء مرحلة استكشاف الممر للعقدة (D). وبناءً على المعلومات السابقة للموقع

الخاص بالعقدة (D)، فإن حزمة طلب الممر ربما تتوجه إلى أصغر مجموعة للعقد المتحركة (لاحظ شكل (2-10)).

وعليه وفي هذا السيناريو فإن العقدة (C) لا تستقبل حزمة طلب من العقدة (S) مع أن العقدة (C) مازالت مجاورة للعقدة (S). عندما العقدة (A) تقوم بتوجيه طلب الممر (الذي تم انشائه من خلال العقدة (S))، فإنها تقوم بتطبيق معايير مشابهة.

وبالاستمرار في هذا الاتجاه وبشكل بديهي فإن أي توسع في بروتوكولات الـ (LAR) مع الهوائي الموجهه سوف يقوم بالتجزئة مما يؤدي إلى انقاص تكلفة التمرير في الشبكات اللاسلكية الخاصة.

#### 14. التزامن الزمني (Clock Synchronization):

في منهجية الـ (LAR1) نحن افترضنا تزامن زمني بين العقدة. من ناحية أخرى فإن منهجيتنا تستطيع وبشكل سهل التوسع حتى تصل إلى حالة عندها يكون الزمن (Clocks)، غير متزامن. وذلك عندما عقدة ولتكن (X) استقبلت معلومات موقع لعقدة أخرى ولتكن (Y) مثلاً (للتوضيح في حزمة رد الممر) فإن العقدة (X) سوف تضع علامة زمنية للمعلومات بواسطة زمنها المحلي. وهذه المعلومات يمكن أن تستخدم في استكشاف ممر في المستقبل كما تم وصفه في منهجية الـ (LAR1). (Young-Bae KO, 2000)

## الفصل الثالث

### الدراسات السابقة

#### تقديم

تناولت دراسات سابقة عديدة موضوع مقارنة اداء بروتوكولات شبكة التحرك الخاصه وألقت الضوء على الكثير من بروتوكولاتها مثل بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي (DSR) وبروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الأني (AODV) وبروتوكول التمرير اللاسلكي (WRP) وكذلك بروتوكول حالة عين السمك (FSR) وكذلك بروتوكول التمرير بالتعاون مع الموقع (LARI).

حاولت الدراسات السابقة أن توضح بعض المشاكل التي تعاني منها البروتوكولات في ظروف معينة، فمثلاً يصبح بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي غير فعال في الحركة العالية والسرعة الكبيرة للعقد في الشبكة بسبب إنقطاع الممرات والحاجة إلى تحديثها باستمرار وبسبب الممرات الكثيرة المخزنة في ذاكرة العقد والتي تصبح في كثير من الأحيان ممرات مقطوعة ولا فائدة منها.

كما تناولت العديد من الدراسات السابقة الخصائص الجوهرية لكل بروتوكول من البروتوكولات السابقة الذكر وقامت بمناقشتها.

كما هدفت دراسات المقارنة التي قام بها الباحثون السابقون إلى مقارنة البروتوكولات مع بعضها وإظهار محاسن ومساوى كل منها مقارنة مع بعضها البعض ونستطيع من خلال هذه المقارنات التعرف على مساوى البروتوكولات ومحاولة القيام بدراسات للتخلص من هذه المساوى أو تصميم بروتوكولات جديدة تتجنب هذه المساوى التي تعاني منها بعض البروتوكولات الحالية .

### 3-1 الدراسة الأولى : مقارنة أداء بروتوكولات تمرير الشبكات اللاسلكية المتاحة.

(Broch, 2000)

وقد قامت هذه الدراسة بمقارنة أداء البروتوكولات DSDV، TORA، DSR و بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني من خلال المحاكي التي تم استخدامه في هذه المقارنة كما أن هذه الدراسة تكونت من ثمانية أجزاء مرتبة كالتالي :

الجزء الأول : يتناول هذا الجزء المقدمه التاريخية لشبكات التحرك الخاصة وكيف بدأت وانتشرت هذه الشبكات وجزء من خصائصها.

الجزء الثاني : يتكلم عن بيئة المحاكاة التي تم استخدامها و اجزائها ومكوناتها والعناصر المهمة فيها وشرحها وسوف يستخدمون المحاكي(NS2) .

الجزء الثالث: يدرس بروتوكولات تمرير الشبكات الخاصة كلاً على حدة وقد ذكرت الدراسة الآتي :

أ. وصف مختصر للخصائص الأساسية للبروتوكولات التي سوف يتم دراستها في المحاكاة، وهي بروتوكول DSDV، TORA، DSR، بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني .

ب. وصف المعاملات التي سوف يتم اختيارها عند تنفيذ كل بروتوكول.

ج. وصف بعض التعديلات لكل بروتوكول بحيث أن هذه التعديلات طورت من أدائه.

الجزء الرابع : استعرض المنهجية التي تم العمل على أساسها والاجراءات التي تم القيام بها،

والهدف الكلي من التجربة كان قياس قدرة بروتوكولات التمرير على التفاعل والتعامل مع

التغيرات الحادثة في طبوغرافية الشبكة لاستمرار نجاح تسليم حزم البيانات إلى أهدافها.

ولقياس هذه القدرة تم استخدام محاكي يمثل شبكة ذات أحمال عمل (work loads) متغيرة، متكونة

من 50 عقدة لاسلكية تتحرك في مجال(500m x 300m) وزمن محاكاة قدره 900 ثانية.

وعليه فإن كل بروتوكول سوف يتم محاكاته تحت نفس الظروف ومن ثم مقارنة أداء النتائج لهذه الأربعة البروتوكولات.

الجزء الخامس: ناقشت نتائج المحاكاة.

الجزء السادس: يعرض بعض الملاحظات الاضافية.

الجزء السابع : فقد تطرق للأعمال المرتبطة Related work بهذا العمل .

الجزء الثامن : فقد قام بعرض الاستنتاجات .

### 2-3 الدراسة الثانية : مقارنه لمحاكاة أربعة بروتوكولات تمرير للشبكات اللاسلكية الخاصة .

(Samba, 2004)

قامت هذه الدراسة بمقارنة أداء البروتوكولات (DSDV , TORA , DSR , AODV)، وكانت تهدف هذه الدراسة من خلال هذه المقارنة إيجاد أفضل بروتوكول ملائم تحت شروط الشبكة التي تم وضعها. وقد كانت أجزاء هذه الدراسة كالآتي :

الجزء الأول : ملخص مختصر لعمل البروتوكولات المراد مقارنتها.

الجزء الثاني: شرح للمحاكي والبيئة التي تم استخدامها ضمن المحاكي والمعاملات والمتغيرات التي تم تثبيت قيمها أو تغييرها.

الجزء الثالث : دراسة النتائج ومناقشتها، حيث تمت مقارنة أداء الأربعة البروتوكولات بالنسبة لعوامل عدة، هي:

أ. نسبة تسليم الحزم Packet Delivery Ratio

ب. متوسط التأخير من الطرف إلى الطرف Average end – to – end delay

ج. الكلفة الإضافية Routing overhead

د. زمن الحصول على الممر Route Acquisition Time

الجزء الرابع: الاستنتاج.

### 3-3 الدراسة الثالثة: مقارنة أداء بروتوكولي توجيه عند الطلب .

(Perkins, Royer, 2001)

قامت هذه الدراسة بمقارنة لاداء بروتوكولين من وبروتوكولات التمرير عند الطلب وهما (DSR , AODV) .

وقد تكونت هذه الدراسة من عدة أجزاء بالشكل الآتي :

**الجزء الأول :** مقدمة عن الشبكات اللاسلكية الخاصة، وذكرت أن هدفها هو ابراز ودراسة أداء

البروتوكولين (AODV , DSR) حيث أن هذان البروتوكولين يشتركان في عدة

خصائص أساسية وجوهرية مثل الأسلوب المتبع في عملية التمرير وطريقة إنشاء الممرات الفعالة.

**الجزء الثاني:** وصف لهذان البروتوكولين (AODV, DSR) حيث تم وصف مختصر لطريقة عمل

وأسلوب كل منهما في الحصول على الممر وصيانته والمحافظة عليه وتخزينه.

**الجزء الثالث:** نقد لعدة جوانب وأجزاء من كلا البروتوكولين .

**الجزء الرابع:** نموذج المحاكاة المستخدم وهو المحاكي ns2 ، والعوامل التي تم استخدامها في هذا

المحاكي. فعلى سبيل ذكرت الدراسة أنها قامت باستخدام بيئتين للمحاكاة:

أ. المحاكاة الأولى: الشبكة فيها مكونة من خمسون عقدة توزعت في مجال دائري الشكل.

ب. البيئة الثانية: الشبكة فيها مكونة من مائة عقدة توزعت في مجال مستطيل الشكل أبعاده (2200 m × 600 m).

وذكرت الدراسة أن كل الحزم بدأت رحلتها من مصدر عشوائي وحيد إلى هدف عشوائي وحيد مع سرعات عشوائية موزعة بين (0 - 20) متر/ثانية، وزمن توقف (Pause time) مقداره (900) ثانية في حالة (50) عقدة و (500) ثانية في حالة الـ100 عقدة.

**الجزء الخامس :** نتائج الأداء وذكر لبعض المقاييس التي تم استخدامها لقياس أداء هذان البروتوكولان مثل :

1- نسبة تسليم الحزم Packet Delivery Ratio

2- متوسط تأخير حزم البيانات من طرف إلى طرف Average end to end Delay of Data Packet

**الجزء السادس :** ملاحظات.

من هذه الملاحظات:

1. أن الـ DSR دائماً له حمل أقل للتمرير (Routing load) من AODV

2. الكلفه الاضافيه (overhead) هي أعلى في AODV من ال DSR.
  3. يقوم الـ AODV بنقل حزم بيانات أكثر من DSR بمقدار 40% في طبقة MAC .
  4. تقل امكانية إنقطاع الممر مع قلة حركة العقد، والعكس صحيح.
- الجزء السابع: الأعمال المرتبطة بهذا العمل.
- الجزء الثامن : الاستنتاجات (Perkins, 2001).

### 3-4 كما تطرقت مجموعة من دراسات المقارنة مثل:

. Broch et al (1998), Perkins et al (2000), Johansson et al (1999) .

إلى دراسة البروتوكولات بالاعتماد على عدد من المقاييس لتقييم أداء هذه البروتوكولات ومن هذه المقاييس :

- الكلفة الإضافية للتمرير.
- نسبة استلام الحزم.
- معدل التأخير بين النهائيين.

سننتظر إلى إحدى هذه الدراسات حيث تم في هذه الدراسة مقارنة بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني (AODV) مع بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي (DSR) وهي دراسة (Perkins et al, 2000)، اعتمدت دراسة المقارنة هذه على مجموعة من المقاييس لتقييم أداء البروتوكولين :

- نسبة تسليم الحزم
- معدل التأخير بين النهائيين
- الضغط (Load)

بينت هذه الدراسة أن نسبة تسليم الحزم (Packet Delivery) تصبح أفضل في بروتوكول (AODV) من بروتوكول (DSR) عندما تكون حركة العقد كبيرة والضغط على الشبكة كبير بينما يكون بروتوكول (DSR) أفضل من بروتوكول (AODV) في نسبة التسليم عندما تكون حركة العقد بطيئة والضغط على الشبكة منخفض، وبينت هذه الدراسة أيضاً أن معدل التأخير بين النهائيين أقل في بروتوكول (AODV) من بروتوكول (DSR) عندما تكون حركة العقد كبيرة والضغط على الشبكة كبير .

## الفصل الرابع

### الدراسة المقترحة

#### مقدمة :

شبكات التحرك الخاصة (MANET) أصبحت أهميتها متزايدة في هذه الايام وعدد من البروتوكولات تم تطويرها ليتلائم مع هذه الاهمية وبالتالي فإن المقارنه بين البروتوكولات تساعدنا لإختيار البروتوكول الأفضل ضمن البيئة المطلوبة للتعامل معها وكذلك المقارنة بين البروتوكولات تبين نقاط القوة ونقاط الضعف لكل بروتوكول وبالتالي يسهل تحديد البروتوكول المناسب كذلك المقارنة تقوم بعرض لأداء كل بروتوكول ومقارنة هذا الاداء مع بروتوكولات أخرى ضمن هذه الدراسة والبروتوكولات التي سوف يتم قياس الأداء لهم هم WRP ،LARI،FSR،DSR ،AODV من خلال عدة متغيرات .

#### 1-4 مشكلة الدراسة:

تتناول هذه الدراسة مشكلة عدم التمييز بين بروتوكولات شبكة التحرك الخاصة والموجودة ضمن المحاكى GloMosim وعدم معرفة مميزات وعيوب هذه البروتوكولات وعدم معرفة نقاط القوة والضعف لكل بروتوكول مقارنة مع بعضها.

**2-4 أهداف الدراسة :** إبراز اداء كل بروتوكول على حده وتوضيح ما يقوم به البروتوكول من عمل لإكتشاف الممر وصيانتته ثم مقارنة هذه البروتوكولات مع بعضها البعض لبيان مكان العمل المناسب والافضل لكل بروتوكول وتحديد البروتوكول الافضل لكل بيئة عمل.

**3-4 أهمية الدراسة :** الشبكات اللاسلكية الخاصة من الشبكات التي ظهرت حديثاً وهي مهمة في بعض التطبيقات العملية لأنها توفر مرونة في إنشاء الشبكة وحركة العقد ولا زال التمرير في هذه الشبكات يمثل تحدياً للباحثين وتكمن أهمية الدراسة في أنها تقوم بتوضيح أداء وعمل كل بروتوكول وتوضح خصائص كل بروتوكول مقارنة مع البروتوكولات الأخرى.

#### 4-4 معايير الأداء المعتمدة لمقارنة أداء البروتوكولات Performance Metrics

##### 1 . نسبة تسليم الحزم Packet Delivery Ratio

هي النسبة بين العدد الكلي للحزم المستقبلية من الهدف إلى العدد الكلي للحزم المرسل من المصدر ويوضح هذا المعيار مدى قوة بروتوكول التمرير في إيصال الحزم إلى هدفها.

##### 2. معدل التأخير Average end – to – end Delay of Data Packets

هو مقدار الزمن الذي تستغرقه الحزمة المرسل من لحظة بثها من المصدر إلى لحظة وصولها لهدف.

##### 3. الكلفة الاضافيه Overhead:

وهي النسبة بين العدد الكلي لحزم التحكم إلى العدد الكلي للبيانات المستقبلية من الهدف. ويبين هذا المقياس الكلفة الإضافية لكل حزمة بيانات مستقبلية.

$$\frac{\text{عدد حزم التحكم}}{\text{عدد حزم البيانات التي استقبلت}} = \text{الكلفة الاضافيه}$$

نسبة تسليم الحزم هو مهم وذلك لوصف نسبة الفقدان الذي يجب أن يتم مشاهدتها من خلال انتقال البروتوكولات وهذا المعيار يتميز بالإنجاز والدقة لبروتوكولات التمرير .

أما الكلفة الاضافيه للتمرير ( Routing overhead ) فهو مقياس مهم لمقارنة هذه البروتوكولات من حيث قابلية النمو ( scalability ) للبروتوكول والدرجة التي سوف تكون فيها الوظيفة للبروتوكول مزدحمة أو هبوط بيئة سعة النطاق وكذلك كفاءة استهلاك طاقة بطارية العقدة.

أما بالنسبة لعملية حساب النسبة المئوية لمقارنة البروتوكولات فتمت العملية بجمع القيم المراد مقارنتها ثم قسمه احدى هذه القيم على المجموع العام فيعطي النسبة المئوية لتلك القيمة .

#### 5-4 بيان نقاط قوة وضعف وانتقاد للبروتوكولين AODV و DSR :

هذان البروتوكولان كليهما عند الطلب ( On-demand ) يشتركان في خصائص بارزة ومحددة، كليهما يقومان باكتشاف الممرات فقط عندما حزم البيانات تحتاج إلى ممر إلى الهدف، عملية استكشاف الممر في كلا البروتوكولين تكون مبنية على دورة الاستفسار والرد، ومعلومات الممر يتم تخزينها في كل العقد الوسطية على طول الممر وفي شكل مدخلات جدول ممر بالنسبة لبروتوكول (AODV) وفي ذاكرة تخزين بالنسبة لبروتوكول DSR من ناحية أخرى فإنه يوجد عدة فروق مهمة في ديناميكية هذان البروتوكولان والتي تستطيع أن تعطي فروق في الاداء وبشكل قياسي .

أولاً : بفضل تمرير المصدر فإن ال DSR يستطيع الوصول الى كمية كبيرة من معلومات التمرير أكثر من بروتوكول AODV فمثلاً في الـ DSR نستخدم دورة طلب و رد فردية، والمصدر يستطيع معرفة الممرات إلى كل عقدة وسيطية على الممر بالإضافة الى الهدف المطلوب. وكل وسيطة تستطيع أيضاً معرفة الممرات إلى كل العقد الأخرى على الممر . أيضاً التنصت لانتقال حزم البيانات يستطيع أن يعطي الـ DSR وصول إلى كمية من معلومات التمرير لا يستهان بها بالإضافة انه يستطيع معرفة الممرات إلى كل عقدة على ممر المصدر لحزمة البيانات .

وفي غياب تمرير المصدر والتنصت فإن الـ AODV يستطيع الحصول فقط على كمية محدودة جداً من معلومات التمرير. العلم بالممر يكون محصور جداً فقط على المصدر لأي حزمة تمرير توجهت . وهذا غالباً ما يجعل الـ AODV يعتمد على الاغراق (Flood) في استكشاف الممر أكثر من اللازم وهذا يجعل الشبكة ذات كلفه إضافيه ( Overhead ) .

ثانياً : لإنشاء استخدام لتخزين الممر في الذاكرة (cache)، فإن الـ DSR يقوم بالرد على كل الطلبات التي تصل إلى الهدف من دورة الطلب الفردية . وعليه فإن المصدر يعلم أو يتعرف على ممرات بديلة وعديدة إلى الهدف وهكذا يكون مناسب في حالة أن الممر الرئيسي ( الاقصر ) فشل .

قدرته للوصول إلى عدة ممرات بديلة تنفذ عملية استكشاف الممر من الاغراق (Flood) والتي غالباً هذه العملية تجعل الأداء مزدحم. من ناحية أخرى فإنه يستطيع أن يقوم بإمكانية الرد على الممر عن طريق الاغراق (Flood). من جانب آخر في الـ AODV فإن الهدف يقوم بالرد مرة واحدة فقط على ذلك الطلب الذي وصل إليه أولاً ويتجاهل الباقي. جدول التمريرات يحتفظ على الاكثر بمدخل واحد لكل هدف .

ثالثاً : التحديد أو التمييز الحالي لبروتوكول الـ DSR لا يحتوي على ميكانيكية صريحة للقضاء على الممرات البائنة أو القديمة ( stale ) الموجودة في الذاكرة (cache) أو تفضيل الممرات الأحدث عندما يتم مواجهتها مع عدة اختيارات . والممرات البائنة إذا استخدمت فإنها تبدأ بتلويث الذاكرات الأخرى . كما أن بعض الممرات البائنة قد تم حذفها بالفعل من خلال حزم الممرات الخاطئ (ERROR). ولكن بسبب التنصت وحركة العقد فإنه من السهل أن أغلب الذاكرات ( caches ) تكون ملوثة بالممرات البائنة أو القديمة من التي تم إزالتها من خلال حزم الأخطاء ( error packets ) وفي المقابل فإن بروتوكول الـ AODV لديه منهجية تقاوم هذا التغيير بشدة أكثر من الـ DSR . فعندما يتم مواجهته بأختيارين للممرات . فإنه يقوم باختيار الممر الأحدث دائماً ( بناءً على الرقم التسلسلي للمصدر). أيضاً إذا مدخلات جدول التمرير لم يتم استخدامها مؤخراً فإن هذه المدخلات يتم القضاء عليها. التقنيه الأخره ليست مسئله حره فإنه من السهل القضاء على الممرات التي ليس لها فائدة

وهذه الطريقة يتم العمل بها إذا هذه الممرات لم تستخدم خلال فترة زمنية تسمى زمن الانقضاء فترة الانتهاء ( Expiry Time ). تحديد زمن الانقضاء المناسب يكون صعب، وذلك بسبب معدل الارسال للمصدر بالاضافة إلى حركة العقد .

رابعاً: فإن نشاطات الغاء الممر تستخدم ممر الخطأ (RERR) حيث يكون متأقلم التغيير في الـ AODV .

حزم الاخطاء تصل إلى كل العقد باستخدام المسار الفاشل على نفس الممر الى أي هدف. في الـ DSR فإن الممر الخاطئ يقوم بإرجاع حزم البيانات التي وجدها أو قابلة على المسار الفاشل . العقد لا تكون على فيض الممر لحزم البيانات هذه ولكن تستخدم المسار الفاشل تكون بلغت فوراً .

## الفصل الخامس

### المحاكاة

#### تقديم

يعتبر المحاكيات (NS2) و (GloMoSim) من أشهر المحاكيات المستخدمة لتقييم بروتوكولات الشبكات اللاسلكية الخاصة، نحتاج إلى هذه المحاكيات نظراً لصعوبة تقييم البروتوكولات المقترحة والسابقة في ظروف حقيقية لما يلزم ذلك من موارد مالية وجهد ومدة زمنية طويلة. يستخدم المحاكى من أجل تقييم أداء البروتوكول المقترح أو المعدل ومقارنته مع البروتوكولات السابقة وذلك بتعريضهم لنفس الظروف واستخدام عدة مقاييس للتقييم، من حيث حركة العقد وعدد العقد المصدرية وغيرها من المقاييس التي تساعد في تقييم البروتوكول من جوانبه المختلفة.

سوف نستخدم في هذه الدراسة المحاكى (GloMoSim)\* وذلك لإجراء المقارنات بين البروتوكولات المذكورة سابقاً.

#### 1-5: المحاكى

يستخدم المحاكى (GloMoSim) لمحاكاة الشبكات اللاسلكية العادية والشبكات اللاسلكية الآنية. تم تطوير هذا المحاكى في مختبرات الحسابات المتوازية في جامعة كاليفورنيا في لوس أنجلوس. يعتمد المحاكى (GloMoSim) في تصميمه على محاكي بيئة الأحداث المنفصلة والمتوازية (PARSEC) المكتوب بلغة البرمجة (C). استخدمنا في هذه الدراسة النسخة التي تحمل الإصدار (2.03) من المحاكى (GloMoSim).

صمم المحاكى (GloMoSim) بطريقة تجعل من السهل إضافة بروتوكول جديد لإي طبقة من الطبقات المكونة للمحاكي أو التعديل على البروتوكولات المرفقة مع المحاكى.

\* يمكن الحصول على نسخة من هذا المحاكى وذلك للأغراض التعليمية من رابطة الإنترنت التالية:

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

## 2-5 مكونات معمارية المحاكى:

- 1- طبقة التطبيقات (Application Layer)
- 2- طبقة النقل (Transport Layer)
- 3- طبقة الشبكة أو التمرير (Network/Routing Layer)
- 4- طبقة الوصول إلى الوسط (MAC Layer)
- 5- الطبقة المادية (Physical/Radio Propagation Layer).

يمكن تطبيق النماذج أو البروتوكولات المرفقة مع المحاكى في كل طبقة أو يمكن إضافة نماذج أو بروتوكولات جديدة من قبل الباحثين.

## 3-5: عمل المحاكى

يحتاج المحاكى عند تنفيذه إلى قراءة المدخلات من ملف الإعداد. يحتوي ملف الإعداد على قيم المعاملات التي تحدد بيئة المحاكاة كمعاملات عدد العقد المستخدمة ومساحة المحاكاة وزمن المحاكاة ونوع البروتوكول المستخدم في كل طبقة من الطبقات والاستراتيجية المستخدمة لتوزيع العقد على مساحة المحاكاة ونموذج حركة العقد وسرعتها وغيرها من المعاملات اللازمة لتعريف بيئة المحاكاة.

يحدد ملف الإعداد كذلك أسماء ملفات السيناريو كملف عضوية المجموعة متعددة الوجهات وملف مصادر البيانات. يحدد ملف مصادر البيانات عناوين العقد المصدريّة والبرنامج المستخدم كمصدر للبيانات بالإضافة إلى حجم حزم البيانات المرسلّة ووقت البدء في عملية الإرسال ووقت التوقف عن الإرسال وذلك لكل عقدة مصدريّة.

يشترط في المحاكى (GloMoSim) أن تكون العقدة المصدريّة عضو في مجموعة التمرير. يحدد ملف عضوية المجموعة متعددة الوجهات عناوين العقد وعنوان المجموعة التي تنتمي إليها وذلك لكل عقدة عضو في المجموعة بالإضافة إلى وقت الإنضمام إلى المجموعة متعددة الوجهات ووقت المغادرة. استخدمنا في هذه المحاكاة فقط مجموعة متعددة الوجهات واحدة بالإضافة إلى عقدة مصدريّة واحدة.

ينتج بعد إنتهاء تنفيذ عملية المحاكاة ملف مخرجات يحتوي على معلومات إحصائية لكل عقدة في الشبكة اللاسلكية الأنية. يعطي المحاكى إمكانية الحصول على معلومات إحصائية وافية لكل طبقة من الطبقات ولكل عقدة. ينحصر اهتمامنا في هذه الدراسة بالمعلومات الإحصائية الخاصة بطبقتي التطبيقات والتمرير. نستطيع من خلال الإحصائيات الخاصة بطبقة التطبيقات أن نحسب متوسط زمن التأخير لحزم البيانات المستلمة. نستطيع أيضا أن نحسب نسبة تسليم الحزم

وكلفة حزم التحكم وكلفة تمرير حزم البيانات من خلال المعلومات الإحصائية الخاصة بطبقة التمرير.

#### 4-5 المنهجية المقترحة :

القيام باستخدام المحاكي الذي قمنا بالتعامل معه وهو GloMosim وتم التعامل مع المتغيرات كما هو موضح في الجدول

جدول (1-5) مدخلات المحاكي

المتغير	قيمه
عدد العقد	10،20،30،40،50
عدد المصادر	10
مساحة المحاكاة	2200 م × 600 م
سرعة حركة العقد	10-0 م/ثا   20-0 م/ثا
زمن المحاكاة	900 ثا
زمن التوقف	100-0-.....-900 ثا

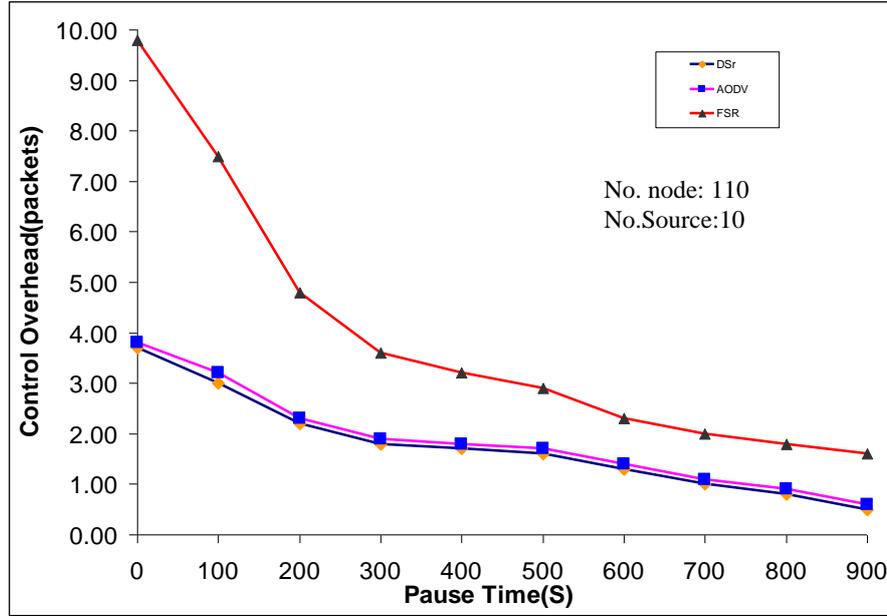
جدول (2-5) يبين بعض المتغيرات الذي تم استخدامها لمقارنة بروتوكول FSR مع بقية البروتوكولات .

المتغير	قيمه
عدد العقد	110،130،140،150
عدد المصادر	10
مساحة المحاكاة	2200 م × 600 م
سرعة حركة العقد	10-0 م/ثا   20-0 م/ثا
زمن المحاكاة	900 ثا
زمن التوقف	100-0-.....-900 ثا

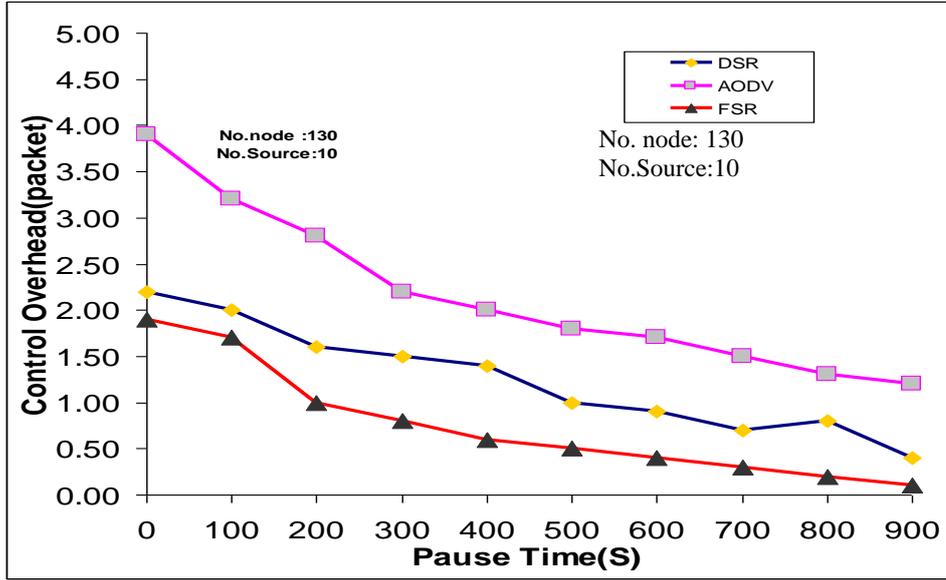
وبسبب ان أداء البروتوكولات هو حساس جداً للحركة فإننا قمنا بعمل 40 ملف سيناريو لحركات مختلفة وكل عشرة لكل قيمة (pause time) . وكل الخمسة البروتوكولات تم تنفيذها لنفس الملفات الاربعين .

## 5-5 نتائج المحاكاة

أولاً: مقارنة بروتوكول الـFSR مع بروتوكول الـDSR و بروتوكول الـAODV

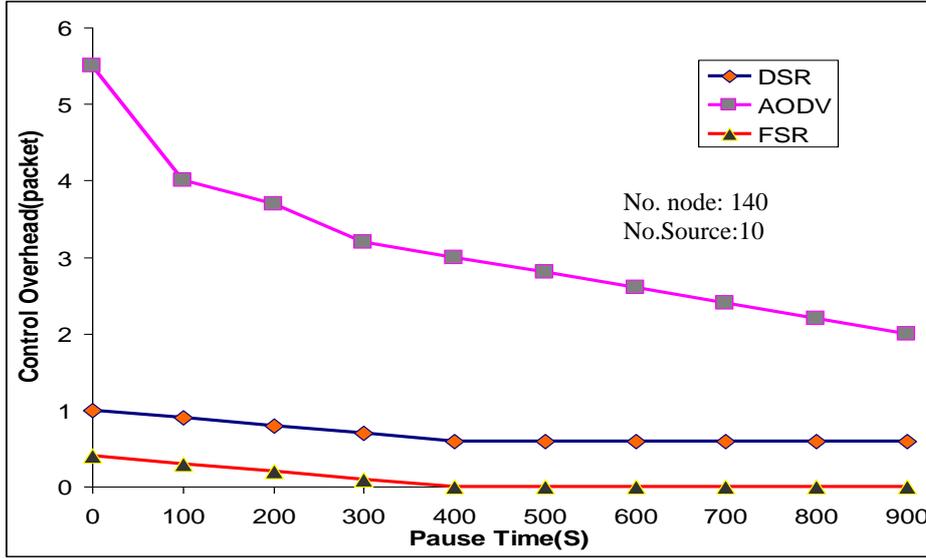


شكل (1-5) يبين الكلفة الاضافيه لرسائل التحكم مع زيادة زمن التوقف عند 110 عقده من خلال الشكل يتبين لنا عند الزمن (0) أن الكلفة الاضافيه كانت اعلى ما يمكن لبروتوكول FSR وبنسبه 98.00% حيث ان هذه النسبه هي اعلى نسبه بين البوتوكولات في هذه الفتره الزمنيه بينما نلاحظ ان بروتوكول الـAODV كان اقل من بروتوكول FSR عند هذه الفتره الزمنيه وبنسبه 22% لكنه كان اعلى بقليل من بروتوكول DSR وبنسبه 21% ومع زيادة زمن التوقف فان الكلفة الاضافيه لرسائل التحكم لكل بروتوكول تقل ولكن بنسب متفاوتة وذلك لان الزيادة في زمن التوقف تعني ان الحركه تقل وبالتالي فان رسائل التحكم تقل ايضا وهذا ما يفسره المخطط في الاعلى ، وبمتابعه لتحليل الشكل الموضح في الاعلى فعند زمن التوقف 900 فان بروتوكول الـFSR مازل اعلى كلفه اضافيه من البروتوكولين الموجودين وبنسبه 59% بينما بروتوكول الـAODV اقل من بروتوكول الـFSR واعلى من بروتوكول الـDSR بنسبه 22% بينما بروتوكول الـDSR اقل من البروتوكولين بنسبه 19% وبشكل اجمالي فإن ومن خلال الشكل فإن بروتوكول الـFSR أعلى كلفه إضافيه من البروتوكولين وبنسبة 52% بينما بروتوكول الـAODV هو اقل كلفه إضافيه من بروتوكول الـFSR واعلى من بروتوكول الـDSR بنسبه 25% اما بروتوكول الـDSR فهو اقل كلفه اضافيه من البروتوكولين السابقين وبنسبه 23% .

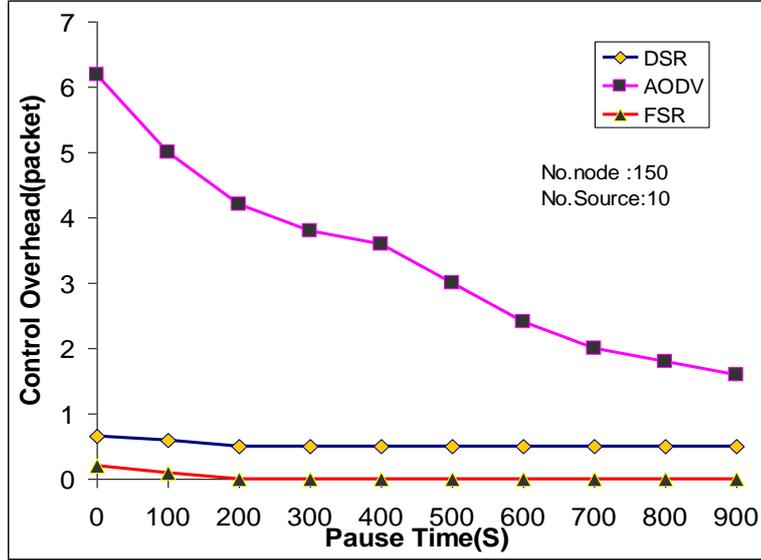


شكل (2-5) يبين الكلفة الاضافيه لرسائل التحكم مع زيادة زمن التوقف عند 130 عقده

عندما كان عدد العقد 10 فإن بروتوكول الـ FSR كان اعلى كلفه اضافيه وهذا ما تم توضيحه في الشكل السابق ولكن عندما زاد عدد العقد واصبح 130 عقده فإن النتائج اختلفت تماما واصبح بروتوكول الـ FSR اصبح اقل كلفه اضافيه وبنسبة 18% بينما كان في الشكل السابق اعلى كلفه اضافيه وبنسبة 52% اما بروتوكول الـ AODV هو اعلى كلفه اضافيه من البروتوكولين الموجودين وبنسبة 52% بينما كانت نسبة الكلفة الاضافيه له في الشكل السابق هي 25% بمعنى عندما زادت عدد العقد فان الكلفة الاضافيه زادت لهذا البروتوكول الى الضعف تقريبا أما بروتوكول الـ DSR فان نسبة الكلفة الاضافيه لرسائل التحكم في هذا الشكل هي 30% بينما في الشكل السابق كانت 23% حيث زادت عن الشكل السابق ، ومن خلال الشكل الموضح فأنا نلاحظ بأن بروتوكول الـ AODV هو اعلى كلفه اضافيه لرسائل التحكم واقل منه هو بروتوكول الـ DSR واقل منهم جميعا هو بروتوكول الـ FSR فعندما كان زمن التوقف (0) فان بروتوكول الـ AODV كانت نسبة الكلفة الاضافيه له 49% بينما كانت الكلفة الاضافيه لبروتوكول الـ DSR عند نفس الزمن 28% بينما الكلفة الاضافيه لبروتوكول الـ FSR عند نفس الزمن 24% ولكن مع زيادة زمن التوقف فإن الكلفة الاضافيه لرسائل التحكم تقل تدريجيا وهذا واضح في الشكل ، عند زمن توقف (900) فان نسبه الكلفة الاضافيه لرسائل التحكم لبروتوكول الـ AODV 71% بينما نسبة الكلفة الاضافيه لرسائل التحكم لبروتوكول الـ DSR عند نفس الزمن 24% أما بروتوكول الـ FSR كانت نسبة الكلفة الاضافيه له عند نفس الزمن 6% وتعتبر هذه اقل نسبه ، واجمالياً ومن خلال هذا الشكل فإن بروتوكول الـ AODV هو اعلى كلفه اضافيه من البروتوكولين السابقين وبنسبة 52% ويليه بروتوكول الـ DSR وبنسبة 30% أما بروتوكول الـ FSR فانه اقل كلفه اضافيه من البروتوكولين السابقين وبنسبه 18% .



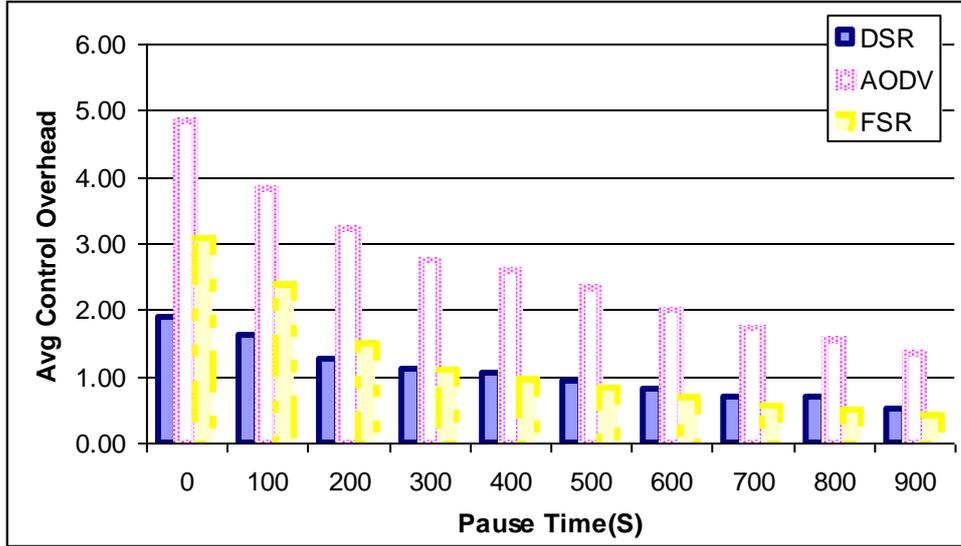
شكل ( 3-5 ) يبين الكلفة الاضافيه لرسائل التحكم مع زيادة زمن التوقف عند 140 عقده في هذا الشكل ومع زيادة عدد العقد الى 140 الا انه مازال بروتوكول الـ AODV هو كلفه اضافيه لرسائل التحكم اما بروتوكول الـ FSR فمازال اقل كلفه اضافيه لرسائل التحكم ومن خلال الشكل ايضا فانه كلما زاد زمن التوقف فان الكلفة الاضافيه لرسائل التحكم لكل البروتوكولات الموجوده تقل تدريجيا بزيادة زمن التوقف وبنسب مختلفه فمثلا عند زمن التوقف (0) كانت الكلفة الاضافيه لرسائل التحكم لبروتوكول الـ AODV بمقدار 80% بينما كانت الكلفة الاضافيه لبروتوكول الـ DSR عند نفس الزمن بمقدار 14% أما بروتوكول الـ FSR فكان اقل كلفه اضافيه من البروتوكولين السابقين وبمقدار 6% ، اما عند زمن التوقف (900) فان الكلفة الاضافيه لبروتوكول الـ AODV قلت عما كانت عليه عند زمن التوقف (0) ولكن مازالت اعلى من البروتوكولين السابقين فكانت الكلفة الاضافيه لهذا البروتوكول عند زمن التوقف (900) 77% أما بروتوكول الـ DSR فكانت الكلفة الاضافيه له عند نفس الزمن 23% أما بروتوكول الـ FSR فكان اقل كلفه اضافيه من البروتوكولين السابقين وكانت الكلفة الاضافيه له عند نفس الزمن 0% ، واجمالا ومن خلال الشكل فان بروتوكول الـ AODV هو اعلى كلفه وبمقدار 80% اما بروتوكول الـ DSR فان الكلفة الاضافيه له بمقدار 18% اما بروتوكول الـ FSR فله اقل كلفه اضافيه وبمقدار 3% .



شكل (4-5) يبين الكلفة الاضافيه لرسائل التحكم مع زيادة زمن التوقف عند 150 عقده وبعد زيادة عدد العقد حتى اصبحت 150 فمزال بروتوكول AODV له أعلى كلفه اضافيه لرسائل التحكم ومزال بروتوكول FSR له اقل كلفه اضافيه لرسائل التحكم وبمقارنة هذا الشكل مع الشكل الذي قبله فأننا نلاحظ انه كلما زادت عدد العقد فإن الكلفه الاضافيه لرسائل التحكم في بروتوكول AODV تزيد فنلاحظ في الشكل السابق كانت الزيادة بنسبة 80% عندما كان عدد العقد 140 عقده اما الان ومن خلال الشكل وعندما زاد عدد العقد الى 150 عقده فان الكلفه الاضافيه زادت بنسبة 86% وبالمقابل فهي تقل بالنسبه لبروتوكول FSR فعندما كان عدد العقد 140 عقده فان الكلفه الاضافيه لهذا البروتوكول كانت بنسبة 3% اما الان ومن خلال الشكل وعند زيادة عدد العقد الى 150 عقده فان الكلفه الاضافيه قلت بنسبة 1% .

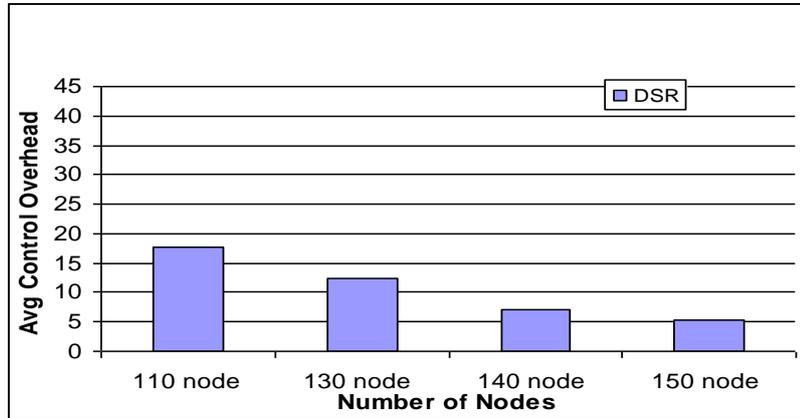
الاستنتاج : من خلال الاشكال السابقه نستطيع ان نصل الى الاستنتاجات الاتيه :

وهي انه كلما زاد عدد العقد في الشبكه وزاد زمن التوقف فان الكلفه الاضافيه لبروتوكول FSR تقل وقد تصل في بعض المرات الى الصفر بمعنى تصل الى عدم وجود رسائل تحكم . أما بالنسبه لبروتوكول AODV وبروتوكول DSR فإنه يزيد بزيادة عدد العقد في الشبكه جميع البروتوكولات عندما يكون زمن التوقف قليل او غير موجود (كما في حالة الصفر) فان الكلفه الاضافيه لرسائل التحكم تكون مرتفعه ثم تقل بزيادة زمن التوقف شيئاً فشيئاً حتى تتلاشى في بعض البروتوكولات كما هو موضح في الشكل الاتي .

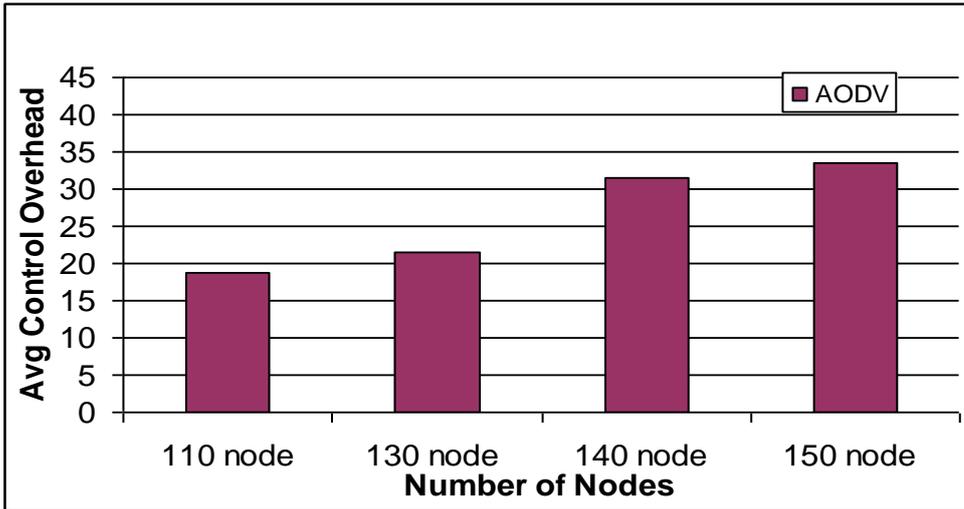


شكل (5-5) يبين متوسط الكلفة الاضافيه للبروتوكولات السابقه في جميع الحالات مع زمن التوقف يلاحظ ان بروتوكول الـAODV في كل التجارب السابقه كان له اعلى كلفه اضافيه لرسائل التحكم ما عدى اول تجربه عندما كان عدد العقد 110 عقد. يلاحظ ان بروتوكول الـFSR في كل التجارب كان له اقل كلفه اضافيه لرسائل التحكم ما عدى اول تجربه كان له اعلى كلفه اضافيه عندما كان عدد العقد 110 عقد. يلاحظ ان بروتوكول الـDSR في كل التجارب كانت نتائج محصوره ما بين بروتوكول الـAODV وبروتوكول الـFSR مع اخذ بعين الاعتبار ان الكلفه الاضافيه لرسائل التحكم كانت تزيد بزيادة عدد العقد في الشبكة والاشكال التاليه توضح ذلك .

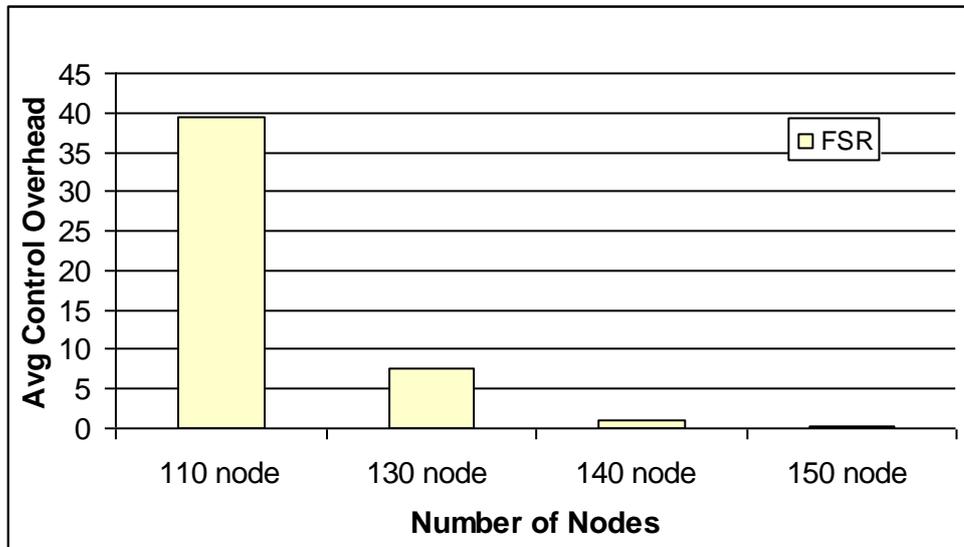
تأثر الكلفه الاضافيه بتغيير عدد العقد في الشبكة مبيّن في الاشكال الاتيه :



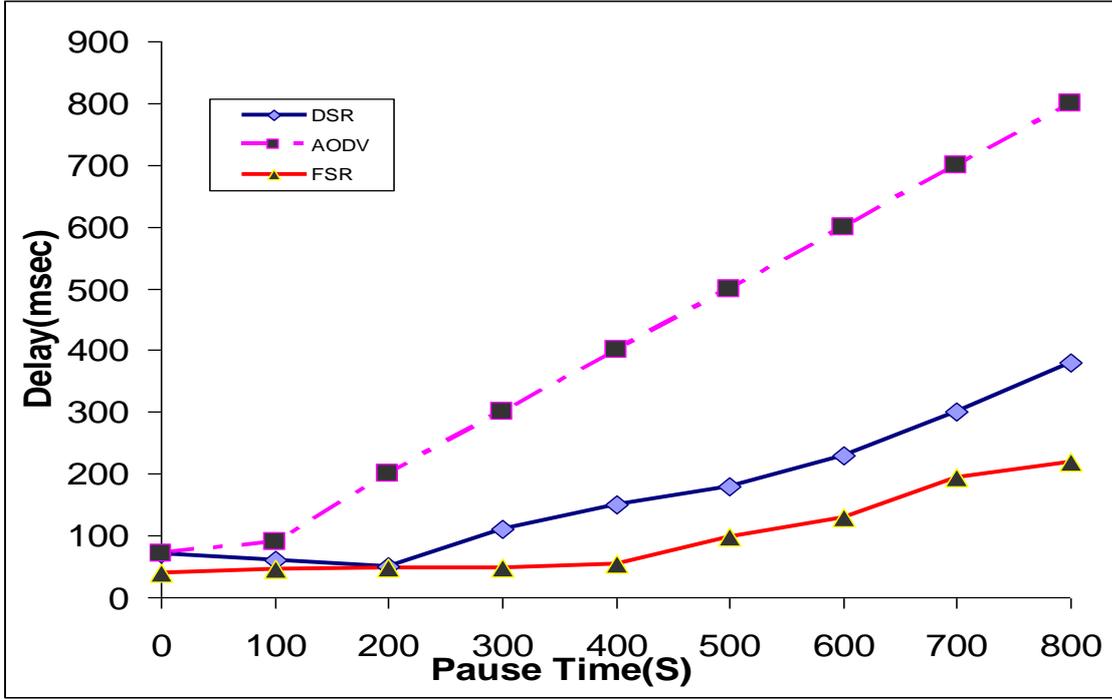
شكل (5-6) متوسط الكلفه الاضافيه لبروتوكول (DSR) مع عدد العقد في كل الاوقات



شكل (5-7) متوسط الكلفة الاضافيه لبروتوكول (AODV) مع عدد العقد في كل الاوقات



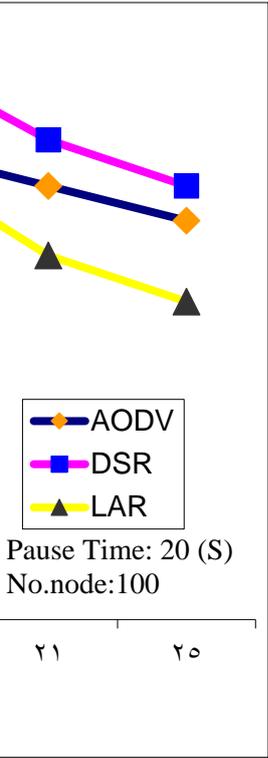
شكل (5-8) متوسط الكلفة الاضافيه لبروتوكول (FSR) مع عدد العقد في كل الاوقات



شكل (5-9) يبين متوسط زمن التأخير مع زمن التوقف

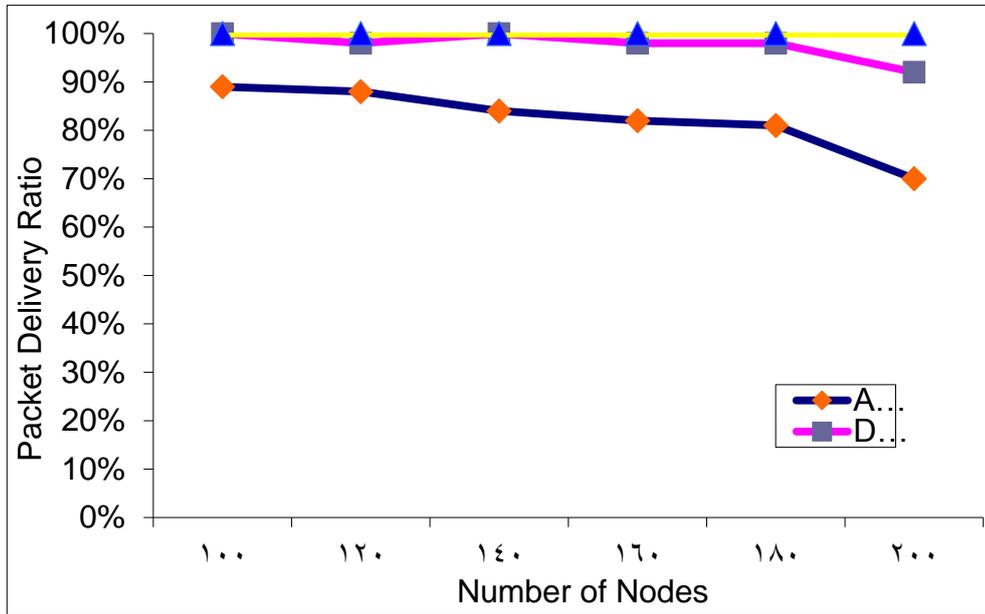
هذا الشكل يقوم بعرض متوسط زمن التأخير لثلاث من البروتوكولات وهذه البروتوكولات هي AODV و DSR و FSR ومن خلال الشكل نلاحظ عندما كان زمن التوقف (0) فان بروتوكول AODV كان نسبة زمن التأخير له عند هذه الفترة 39% اما بروتوكول DSR فكان نسبة زمن التأخير له عند هذه الفترة 39% بينما بروتوكول FSR فكان نسبة زمن التأخير له عند هذه الفترة 22% وبعد ذلك فكلما زاد زمن التوقف فان زمن التأخير يزداد بشكل متناسب مع الزيادة في زمن التوقف ولو ربطنا هذا الشكل بالاشكال (1-5)، (2-5)، (3-5)، (4-5) ففي الاشكال السابقة كان بروتوكول AODV له أعلى كلفه اضافيه على مستوى اغلب التجارب. هذه الكلفه الاضافيه لرسائل التحكم سوف تؤدي بشكل طبيعي الى زياده في زمن التأخير وهذا ما هو واضح في هذا الشكل ان بروتوكول AODV له اعلى زمن تأخير وبنفس المنطق لو ربطنا هذا الشكل بالاشكال السابقة لوجدنا ان بروتوكول FSR كان له اقل كلفه اضافيه وبالتالي سوف يكون زمن التأخير لديه قليل جدا لانه ليس لديه كلفه اضافيه تأخره من انجاز ما يقوم به وهذا ما يثبتته هذا الشكل حيث يبين ان بروتوكول FSR له أقل كلفه اضافيه ومن خلال الشكل يتبين لنا ان بروتوكول AODV له اعلى زمن تأخير وبنسبة 60% بينما بروتوكول FSR له أقل زمن تأخير وبنسبة 14% بينما بروتوكول DSR له زمن تأخير وبنسبة 25% .

ثانياً : مقارنة بروتوكول LAR مع بروتوكول DSR و بروتوكول AODV



شكل (10-5) يبين نسبة تسليم الحزم مع السرعة القصوى لحركة العقد

شكل (10-5) يبين العلاقة بين السرعة القصوى لحركة العقد ونسبة تسليم الحزم لثلاث من البروتوكولات ومن خلال هذا الشكل ، فعندما كانت السرعة القصوى لحركة العقد هي 1 (m/s) فان بروتوكول الـDSR كانت نسبة الحزم التي تم تسليمها 34.84% بينما بروتوكول الـLAR كان التسليم بنسبة 34.49% اما بروتوكول الـAODV فكانت نسبة التسليم 30.66% وتعتبر هذه هي اقل نسبه عند هذه السرعة وكانت اعلى نسبة تسليم هي لبروتوكول الـDSR اما عند السرعة 25 (m/s) فكانت نسبة التسليم لدى البروتوكول DSR هي 37.69% اما بروتوكول الـAODV فكانت نسبة التسليم 34.67% بينما بروتوكول الـLAR كانت نسبة التسليم له 27.64% ، ومن خلال الشكل بأكمله فانه يتضح ان بروتوكول الـDSR هو اعلى نسبة تسليم وبنسبة 36.31% يليه بروتوكول الـAODV بنسبة 31.20% وتعتبر هذه اقل نسبة تسليم اما بروتوكول الـLAR فكانت نسبة التسليم له هي 32.48% ونلاحظ من الشكل انه كلما زادت السرعة فان نسبة التسليم تقل تدريجيا .



Pause Time: 20 (S)  
Speed: 1 m/s

#### شكل (11-5) يبين نسبة تسليم الحزم مع عدد العقد

شكل (11-5) يبين نسبة تسليم الحزم مع عدد العقد الموجوده في الشبكة ومن خلال الشكل يتبين لنا انه عندما كان عدد العقد 100 فان نسبة ما سلمه بروتوكول الـDSR هو 100% كذلك بروتوكول الـLAR فان نسبة ما سلمه 100% اما بروتوكول الـAODV فكان اقل نسبه وكان نسبة ما سلمه 89% ونلاحظ من خلال الشكل انه كلما زادت عدد العقد فان نسبة التسليم تقل ونلاحظ ان اعلى نسبة تسليم كانت لبروتوكول الـLAR وكانت هذه النسبه تقريبا 100% بينما اقل نسبة تسليم فكانت لبروتوكول الـAODV وكانت هذه النسبه 82.33% اما بروتوكول الـDSR فكان نسبة ما سلمه 97.67% .

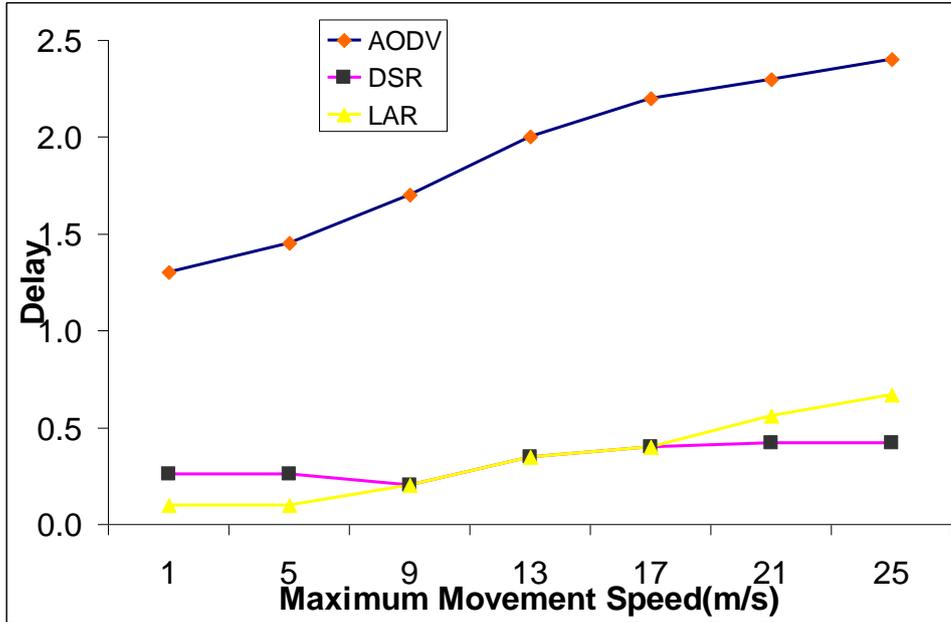
الاستنتاج : من خلال الشكلين (10-5) و(11-5) نستنتج الاتي :

بزيادة السرعة فان نسبه التسليم تقل.

نلاحظ ايضا من خلال الشكل (10-5) الذي يربط بين السرعة العظمى للحركه ونسبة تسليم الحزم ان بروتوكول الـDSR كان له اعلى نسبة تسليم.

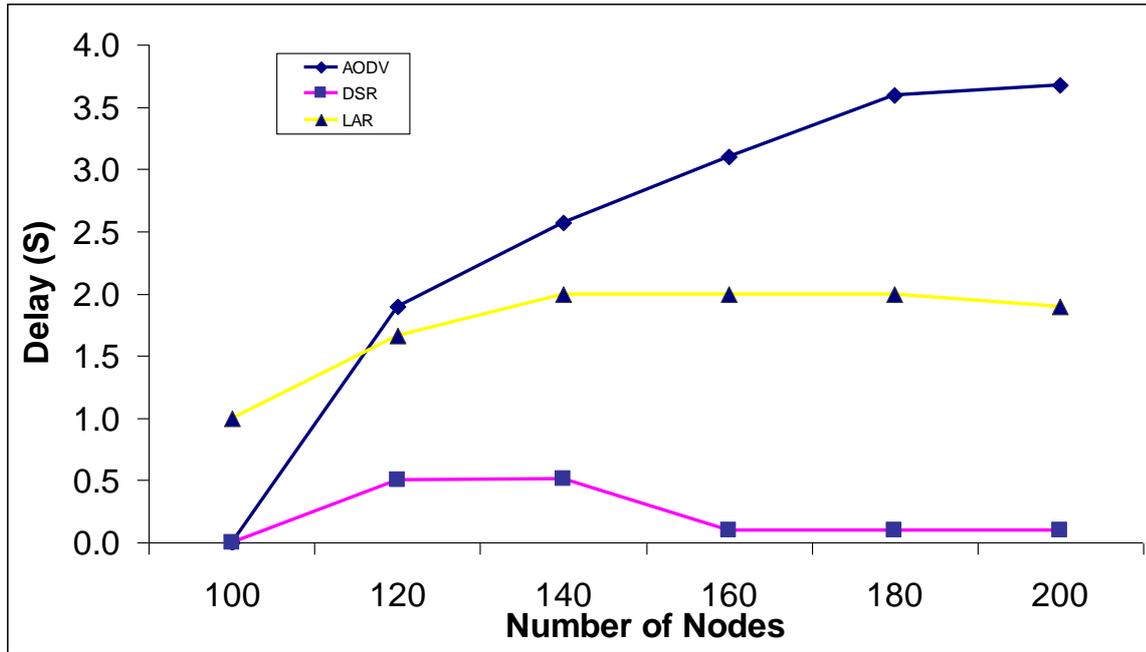
اما بالنسبه لبروتوكول الـLAR فانه يستخدم معلومات الموقع التي من خلالها يستطيع تحديد المنطقه التي سوف يقوم ببث حزم التحكم فيها وهذه الخاصيه تجعل هذا البروتوكول ادائه افضل وبالتالي نسبة تسليم الحزم اعلى.

اما بالنسبة للشكل (11-5) الذي يربط بين نسبة تسليم الحزم وعدد العقد الموجوده في الشبكه فنلاحظ انه كلما زادت عدد العقد فان نسبة تسليم الحزم تقل. ونلاحظ من خلال الشكل (11-5) الذي يربط بين نسبة تسليم الحزم وعدد العقد الموجوده في الشبكه انه كانت اعلى نسبة تسليم للبروتوكولين LAR و DSR .



شكل (12-5) يبين زمن التأخير مع السرعة القصوى لحركة العقد

من خلال الشكل (12-5) يتبين لنا ان اعلى زمن تأخير هو لبروتوكول AODV ولو ربطنا هذا الشكل بالشكلين السابقين (10-5) و (11-5) لتبين لنا ان هذا البروتوكول كان اقل نسبة تسليم للحزم وبالتالي فلا بد ان يكون له اعلى زمن تأخير (Delay) وهذا ما اثبته هذا الشكل وكانت نسبة زمن التأخير لهذا البروتوكول بمقدار 74.00% وتعتبر هذه اعلى نسبة تأخير بين البروتوكولات الموجوده اما بروتوكول DSR فكان له اقل نسبة تأخير وهي 12.80% وهذا طبيعي لان هذا البروتوكول كان له اعلى نسبة تسليم للحزم اما بروتوكول LAR فكانت نسبة زمن التأخير له بمقدار 13.19% كما اننا نلاحظ انه كلما زادت سرعه الحركه فان زمن التأخير يزيد .



شكل (5-13) يبين زمن التأخير مع عدد العقد الموجوده في الشبكة

من خلال الشكل (5-13) يتبين لنا انه عندما كان عدد العقد 100 عقده فانه كان لايجود زمن تأخير بالنسبه للبروتوكولين DSR و AODV بينما نلاحظ عندما زادت عدد العقد فان زمن التأخير زاد ايضا فمثلا عندما كان عدد العقد 200 عقده فان بروتوكول الـAODV زاد بنسبة 64.79% بينما بروتوكول الـLAR زاد بنسبة 33.45% بينما بروتوكول الـDSR زاد بنسبة 1.76% ومن خلال الشكل يتضح لنا ان اعلى نسبة تأخير كانت لبروتوكول الـAODV وبنسبة 55.57% واقل نسبة تأخير كانت لبروتوكول الـDSR وبنسبة 4.92% أما بروتوكول الـLAR فكانت نسبة الزيادة لديه بمقدار 39.51% .

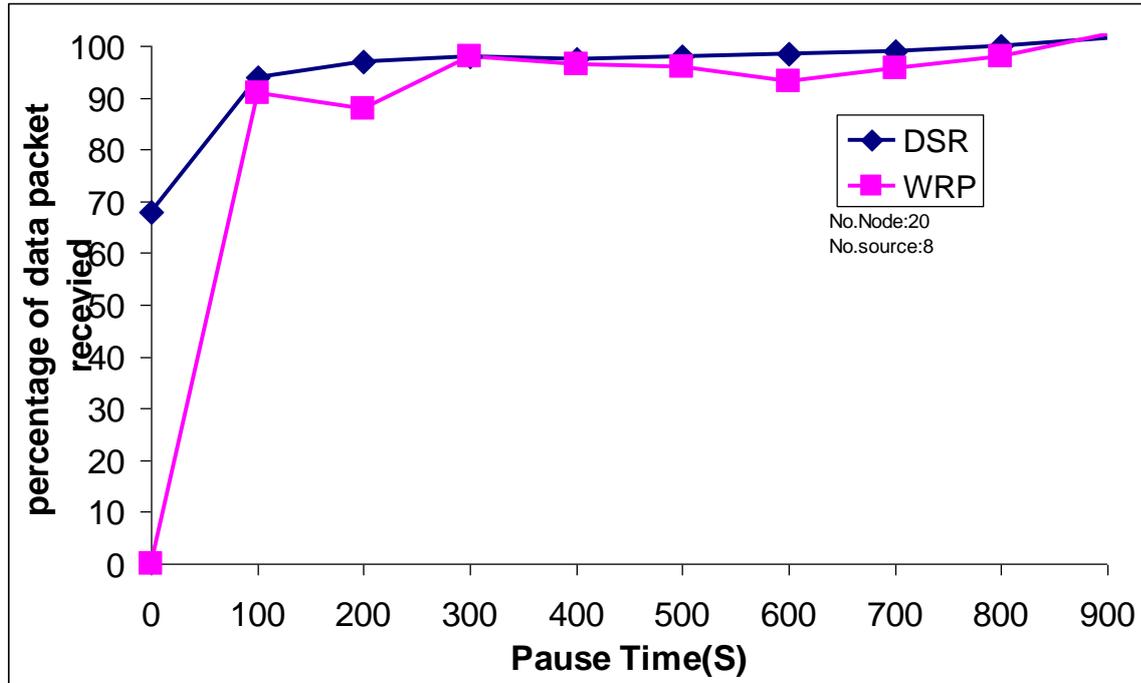
الاستنتاج : من خلال الشكلين السابقين (5-12) و (5-13) نستنتج ما يلي :

كلما زادت سرعة الحركة فان زمن التأخير يزيد بمقدار تلك الزيادة .

كلما زاد عدد العقد في الشبكة فان زمن التأخير يزيد ايضا .

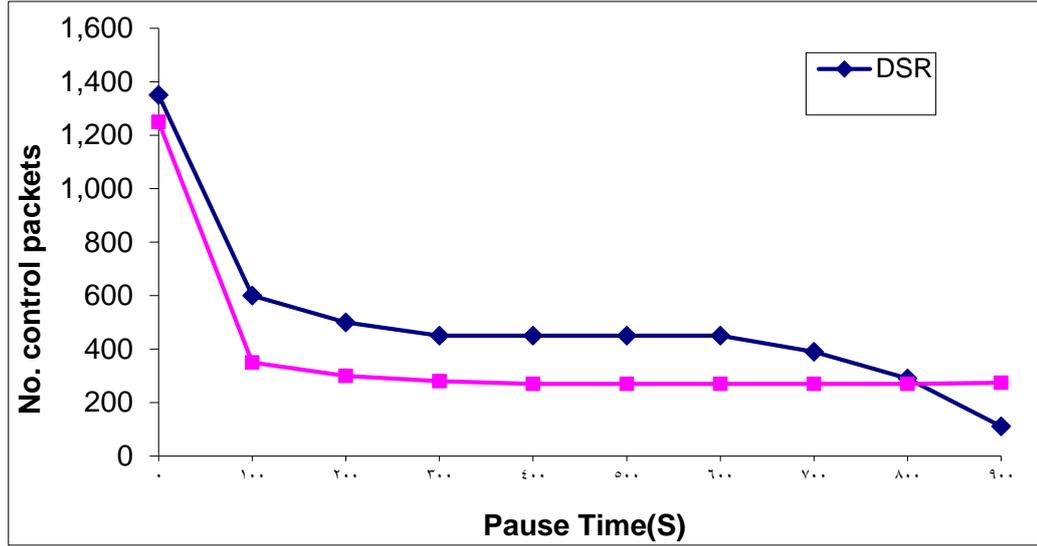
بروتوكول الـLAR كان افضل ادائه من البروتوكولات السابقه.

ثالثاً : مقارنة بروتوكول الـ WRP مع بروتوكول الـ DSR



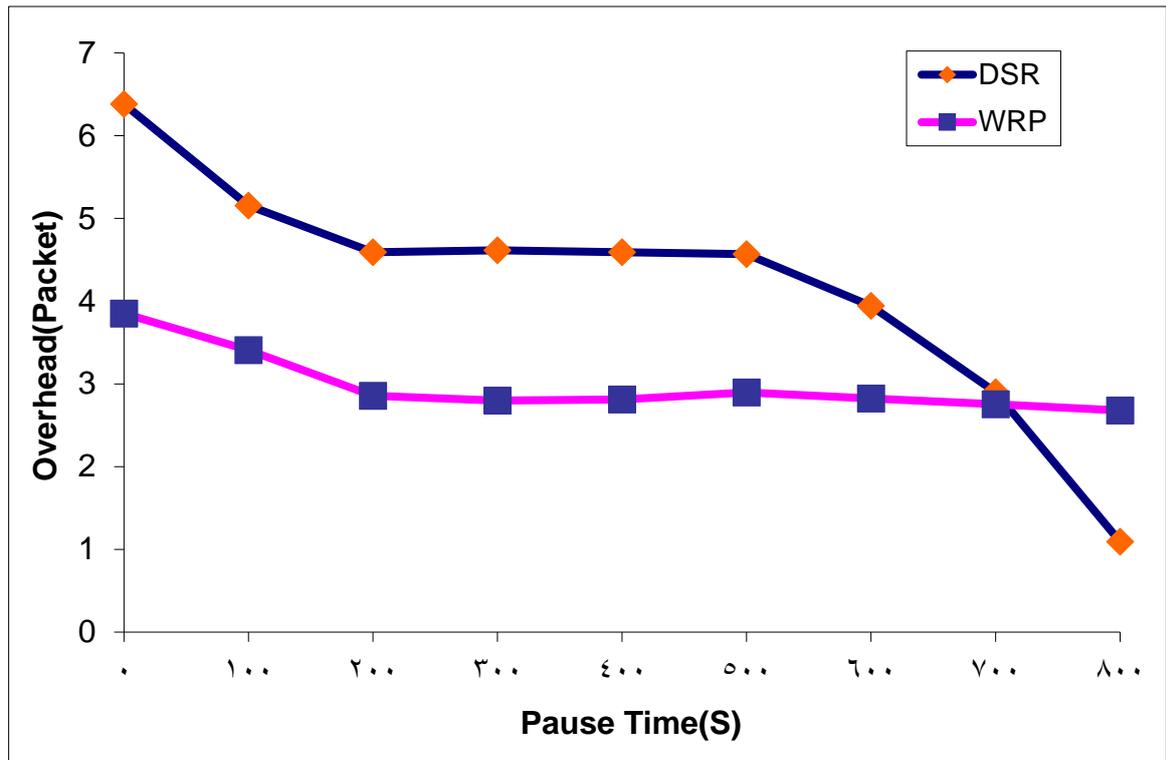
شكل (5-13) يبين العلاقة بين نسبة الحزم التي استقبلت وزمن التوقف

من خلال الشكل (5-13) يتبين لنا ان هذا الشكل هو عبارة عن مقارنة بين بروتوكول الـ DSR وبروتوكول الـ WRP من ناحية نسبة الحزم الذي تم استقبالها ومن خلال الشكل يتضح انه عندما كان زمن التوقف (0) فان بروتوكول الـ WRP لم يستقبل اي حزمه بينما بروتوكول الـ DSR قام باستقبال ما يعادل 68% ثم بعد ذلك زادت نسبة استلام الحزم من قبل البروتوكولين ولكن كان بروتوكول الـ DSR اعلى نسبة استلام من بروتوكول الـ WRP بمقدار 52.57% بينما بروتوكول الـ WRP كان اقل نسبة استلام للحزم بمقدار 47.43% .



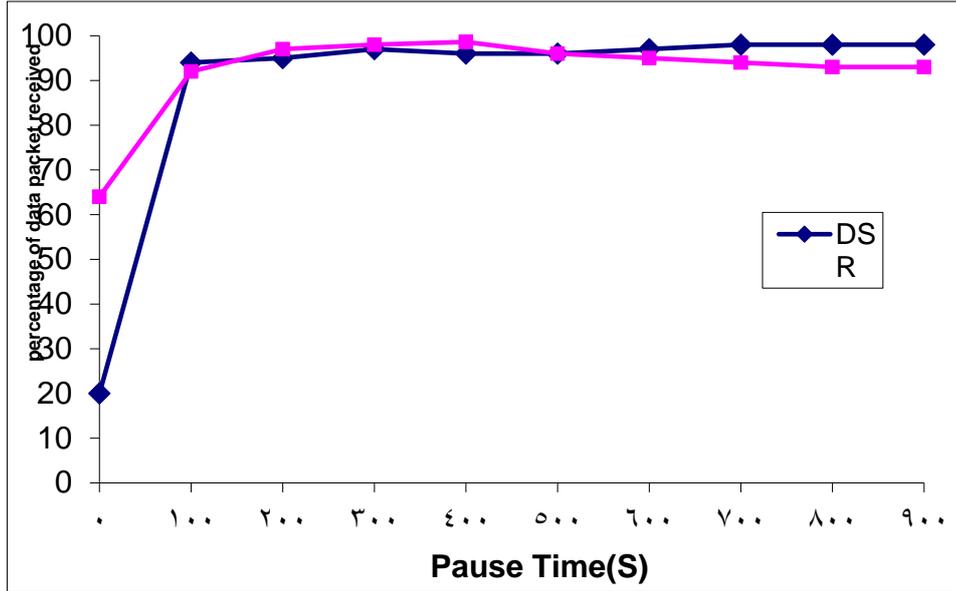
شكل (5-14) يبين عدد حزم التحكم مع زمن التوقف

هذا الشكل يبين عدد حزم التحكم التي يقوم بأرسالها كلا من بروتوكول الـ DSR وبروتوكول الـ WRP مقارنة مع زمن التوقف ونلاحظ من الشكل ان عدد حزم التحكم كانت اعلى مايمكن عندما كان زمن التوقف صفر بمعنى كانت الحركة مستمره ولا يوجد توقف حيث كانت نسبة بروتوكول الـ WRP 48.08 % بينما كانت نسبة بروتوكول الـ DSR 51.92 % وهذا يعني ان بروتوكول الـ DSR كان عدد حزم التحكم التي يقوم بأرسالها اعلى من بروتوكول الـ WRP عند هذه الفتره الزمنيه ، ومن خلال الشكل يتضح لنا اجمالاً ان بروتوكول الـ DSR يقوم بارسال اكبر عدد لحزم التحكم مقارنة مع بروتوكول الـ WRP وبنسبة 56.99 % اما بروتوكول الـ WRP فكانت نسبة عدد حزم التحكم 43.01 % مقارنة مع بروتوكول الـ DSR .



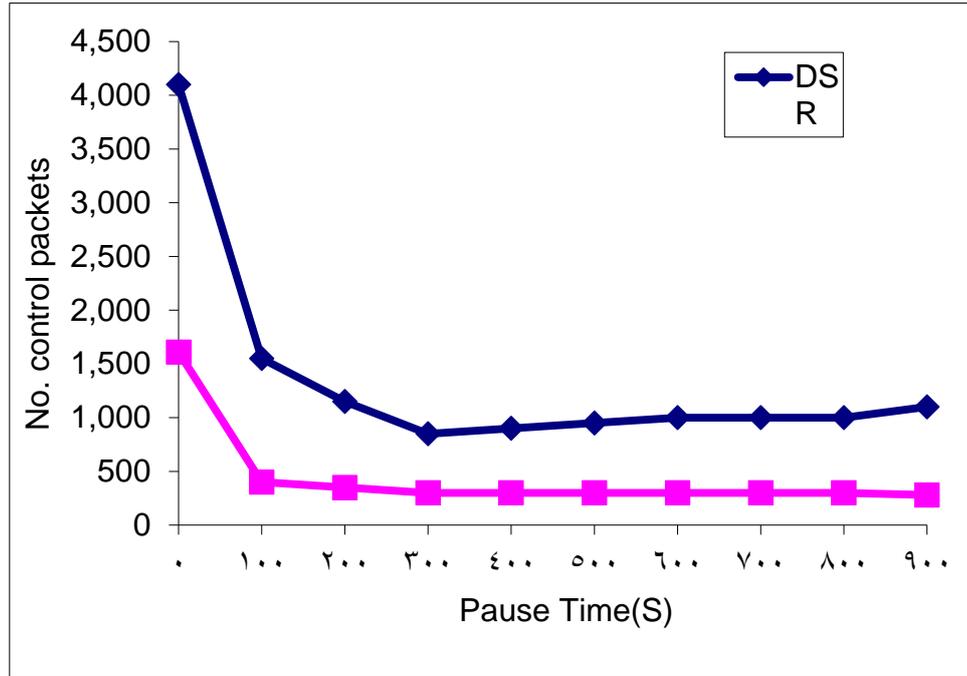
شكل يبين (5-15) الكلفة الاضافيه مع زمن التوقف

هذا الشكل يقوم بقياس الكلفة الاضافيه لبروتوكول الـ DSR وبروتوكول الـ WRP من خلال زمن التوقف ومن خلال الشكل يتضح لنا ان بروتوكول الـ DSR هو اعلى كلفه اضافيه وهذا شيء طبيعي لان الشكل الذي قبل هذا بين ان بروتوكول الـ DSR كان له اعلى عدد في حزم التحكم وبالتالي سوف يكون له اعلى كلفه اضافيه حيث ان هذا البروتوكول كلفته الاضافيه تزيد على بروتوكول الـ WRP بمقدار 58.47 % ومن خلال الشكل ايضا يتضح ان بروتوكول الـ WRP يقل عن بروتوكول الـ DSR بمقدار 41.53 % ، ونلاحظ من الشكل ايضا انه كلما زادت الحركة بمعنى قل زمن التوقف فان الكلفة الاضافيه تكون مرتفعه وكلما زاد زمن التوقف بمعنى قلت الحركة فان الكلفة الاضافيه تقل فمثلا عندما كان زمن التوقف (صفر) فان الكلفة الاضافيه لبروتوكول الـ DSR كانت بمقدار 62.37 % بينما كانت نسبة بروتوكول الـ WRP عند نفس النقطه هي 37.63 % لكن هذه النسب تقل كلما زاد زمن التوقف فمثلا عند زمن التوقف (900) كانت نسبة بروتوكول الـ DSR هي 58.47 % بمعنى قلت عما كانت عليه عند زمن التوقف (صفر) بمقدار 3.91 % اما بالنسبه لبروتوكول الـ WRP فان نسبته عند هذه النقطه 41.53 %.



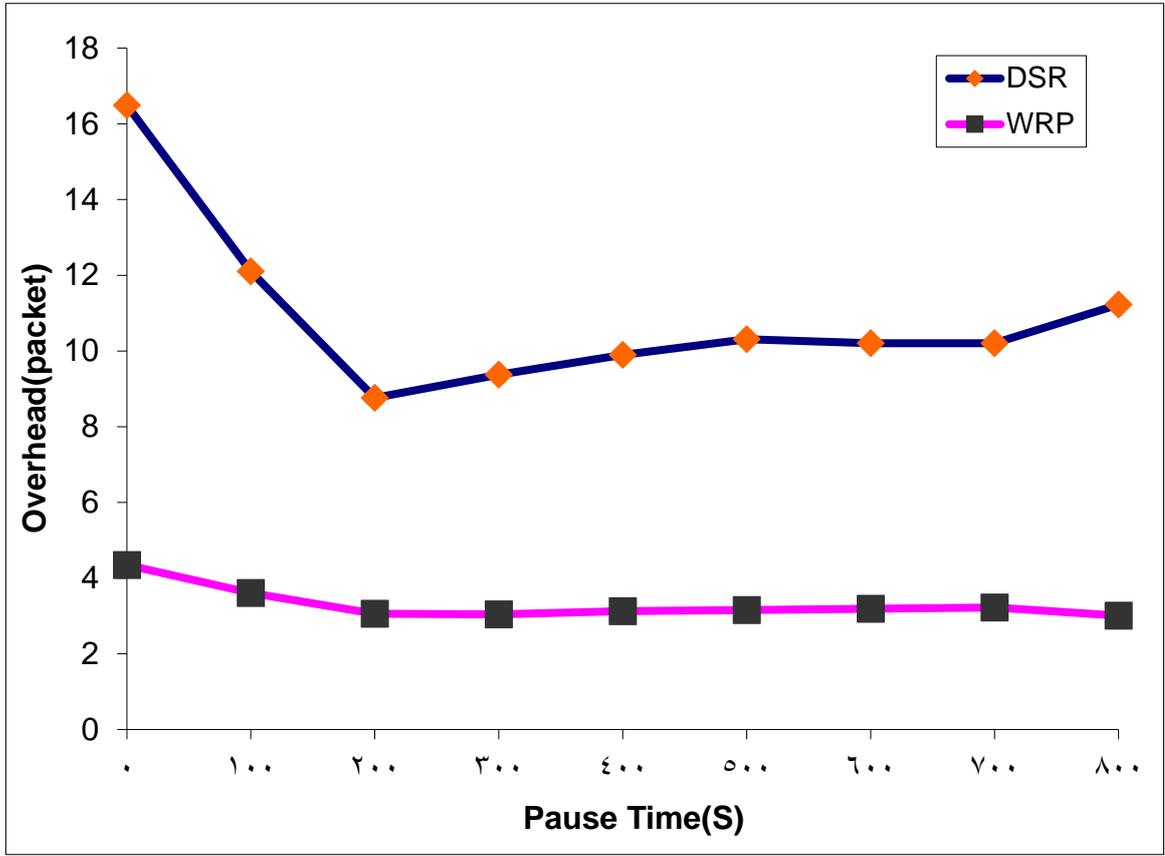
شكل (5-16) يبين نسبة الحزم التي تم استقبالها مع زمن التوقف

هذا الشكل يقوم بقياس نسبة الحزم الذي تم استلامها من قبل البروتوكولين DSR و WRP ولكن مع زيادة عدد المصادر الى 16 مصدر ومن خلال الشكل يتضح لنا ان نسبة استلام الحزم عندما كان لا يوجد زمن للتوقف بمعنى الحركة مستمره فكانت نسبة استلام الحزم لبروتوكول WRP عندما كان زمن التوقف (0) بمعنى الحركة مستمره هي 76.19 % اما بروتوكول الـ DSR فكانت 23.81 % عند نفس الظروف اما مع زيادة زمن التوقف فأن نسبة استلام الحزم تزيد بشكل كبير وتستقر نوعا ما فكانت نسبة استلام الحزم لبروتوكول WRP عند زمن التوقف (900) 93 % اما بروتوكول الـ DSR فكانت نسبة استلام الحزم له عند نفس الظروف 98 % وخلال تغيير زمن التوقف من (0) الى (900) واجمالا فان نسبة استلام الحزم لبروتوكول WRP 50.87 % اما بروتوكول الـ DSR فكانت النسبه 49.13 %.



شكل (17-5) يبين عدد حزم التحكم مع زمن التوقف

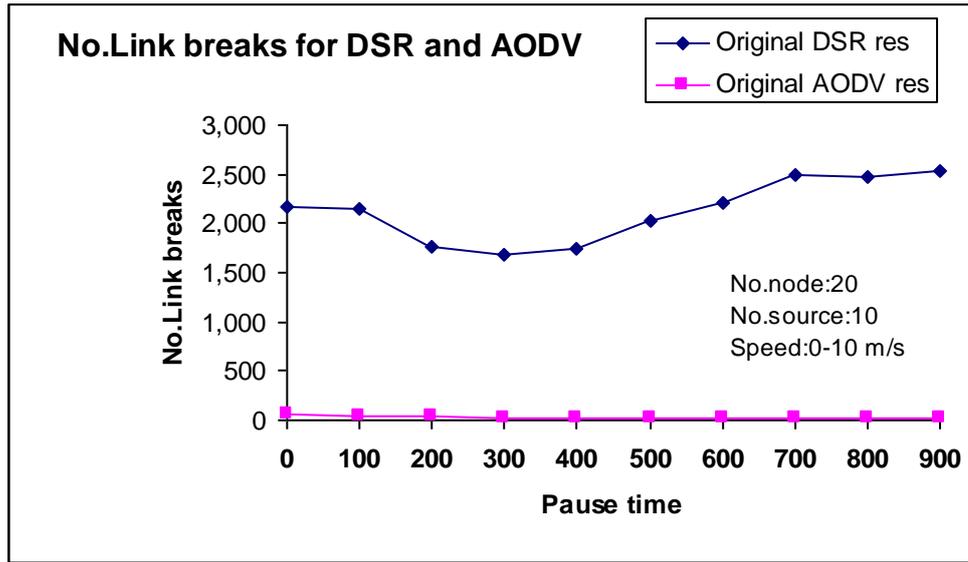
من خلال الشكل (17-5) يتضح لنا انه مع زيادة عدد المصادر فان عدد حزم التحكم تزيد وذلك بمقارنة هذا الشكل مع الشكل السابق (14-5) عندما كان عدد المصادر 8 يتضح لنا انه كلما قل زمن التوقف او انعدم زمن التوقف بمعنى زادت الحركة او استمرت الحركة في الزيادة فان عدد حزم التحكم تزيد فمثلا عندما كان زمن التوقف (0) في الشكل (17-5) نلاحظ ان عدد حزم التحكم الذي تم ارسالها من قبل بروتوكول WRP 1610 حزمه اي بنسبة 28.20 % بالنسبة لبروتوكول الـDSR بينما بروتوكول الـDSR كان عدد الحزم الذي تم ارسالها من قبله عند هذه الفترة الزمنية هي 4,100.00 حزمه اي بنسبة 71.80 % بالنسبة لبروتوكول WRP وهذه النسب تقل مع زيادة زمن التوقف تدريجيا فمثلا عند زمن التوقف (900) فان عدد حزم التحكم الذي تم ارسالها من قبل بروتوكول الـWRP 280.00 حزمه اي بنسبة 20.29 % مقارنة مع بروتوكول الـDSR حيث كان عدد حزم التحكم الذي قام بأرسالها هذا البروتوكول عند هذه النقطة 1,100.00 اي بنسبة زياده على بروتوكول الـWRP بمقدار 79.71 % وبشكل عام فاننا نلاحظ ان بروتوكول الـDSR يفوق على بروتوكول الـWRP بمقدار 75.39 % اما بروتوكول الـWRP فانه يقل على بروتوكول الـDSR بمقدار 24.61 %.



شكل (5-18) يبين الكلفة الاضافيه مع زمن التوقف

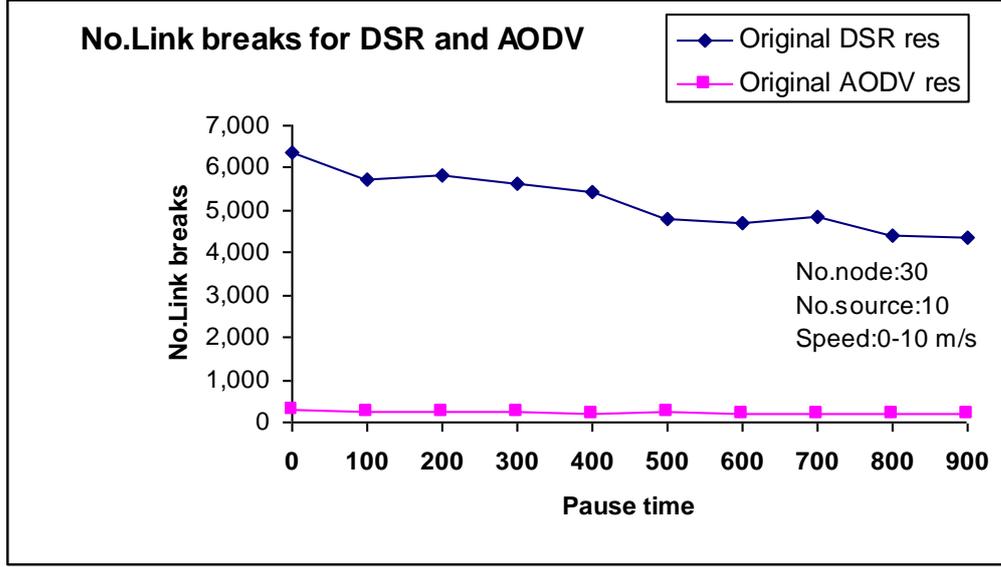
من خلال الشكل يتضح لنا بان بروتوكول الـ DSR اعلى كلفه اضافيه عن بروتوكول الـ WRP ولو ربطنا هذا الشكل بالشكل الذي قبل هذا (5-17) لوجدنا ان الشكل الذي قبل قد بين ووضح ان بروتوكول الـ DSR كان عدد حزم التحكم الذي يقوم بارسالها اعلى من عدد حزم التحكم الذي يقوم بارسالها بروتوكول الـ WRP ولهذا السبب فلا بد ان يكون بروتوكول الـ DSR اعلى كلفه اضافيه من بروتوكول الـ WRP ولاحظنا في الشكل السابق ان كلا من بروتوكول الـ DSR و الـ WRP كان عدد حزم التحكم تزيد عندما يقل زمن التوقف او ينعدم زمن التوقف وتقل هذه الحزم كلما زاد زمن التوقف وبالتالي فان هذا الشكل (5-18) يدعم الشكل السابق (5-17) وبالتالي فكلما قل زمن التوقف فان الكلفة الاضافيه تزيد وتقل هذه الكلفة كلما زاد زمن التوقف فمثلا عند زمن التوقف (0) فان نسبة الكلفة الاضافيه لبروتوكول الـ DSR هي 89.07% بينما نسبة الكلفة الاضافيه لبروتوكول الـ WRP عند نفس النقطه هي 10.93% مقارنة مع بروتوكول الـ DSR واجمالا فان بروتوكول الـ DSR تزيد الكلفة الاضافيه عن بروتوكول الـ WRP بمقدار 84.68%.

رابعاً: مقارنة بروتوكول الـDSR مع بروتوكول الـAODV من ناحية عدد المسارات المقطوعه



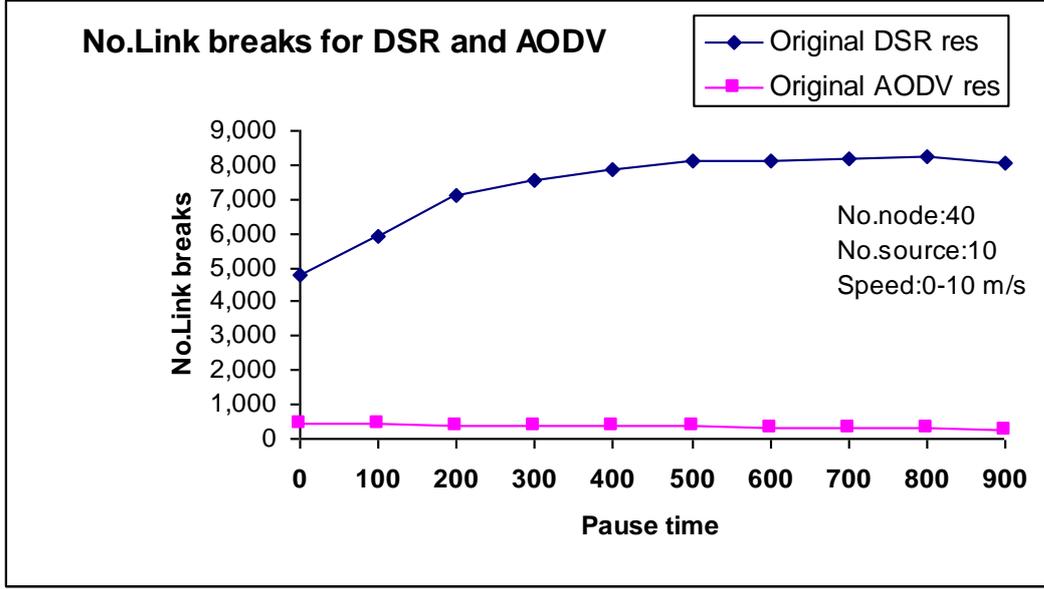
شكل (5-19) يبين عدد المسارات المنقطعه عند 20 عقده

هذا الشكل يبين عدد المسارات المنقطعه للبروتوكولين AODV و DSR عند 20 عقده ومن خلال الشكل يتبين لنا ان عدد المسارات المنقطعه لدى بروتوكول الـDSR اعلى من المسارات المنقطعه لدى بروتوكول الـAODV حيث ان عدد المسارات المنقطعه لدى بروتوكول الـDSR تفوق نسبة عدد المسارات المنقطعه لدى بروتوكول الـAODV بنسبة 98.74 % وبالتالي فان نسبة عدد المسارات المنقطعه لدى بروتوكول الـAODV تكون قليله جدا مقارنة مع عدد المسارات المنقطعه لدى بروتوكول الـDSR حيث بلغت نسبة عدد المسارات المنقطعه لدى بروتوكول الـAODV 1.26 % .



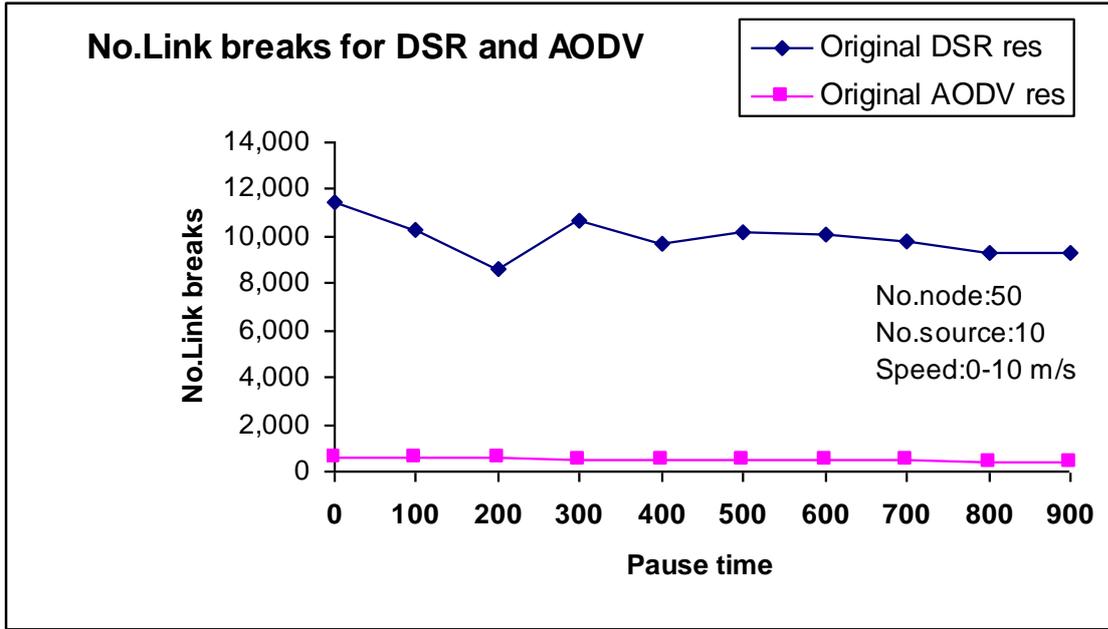
شكل (5-20) يبين عدد المسارات المنقطعة عند 30 عقده

هذا الشكل يبين عدد المسارات المنقطعة للبروتوكولين AODV و DSR ولكن هذه المرة عند 30 عقده ومن خلال الشكل يتبين لنا ان عدد المسارات المنقطعة لبروتوكول DSR مازالت اعلى من عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول AODV وبنسبة 95.83% وبالتالي فان نسبة عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول AODV تكون قليلة جدا مقارنة مع عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول DSR حيث بلغت نسبة عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول AODV 4.17% والملاحظ من الشكل ايضا انه كلما زاد زمن التوقف فان عدد المسارات المنقطعة يقل و بسبب زيادة زمن التوقف يعني الاستقرار للعقد والاقبال من الحركة وبالتالي الثبات وعدم الحركة يؤدي الى عدم تغيير كبير في طوبولوجية الشبكة مما يؤدي الى بقاء المسارات بين العقد ثابتة ومتواصله وبالتالي عدد المسارات المنقطعة تصبح قليلة .



شكل (5-21) يبين عدد المسارات المنقطعة عند 40 عقده

هذا الشكل يبين عدد المسارات المنقطعة للبروتوكولين DSR و AODV ولكن هذه المرة عند 40 عقده ومن خلال الشكل يتبين لنا ان عدد المسارات المنقطعة لبروتوكول DSR مازالت اعلى من عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول AODV— وبنسبة 95.37% وبالتالي فان نسبة عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول AODV تكون قليلة جدا مقارنة مع عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول DSR— حيث بلغت نسبة عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول AODV 4.63% كما ان من الملاحظ ان عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول AODV— تزيد بزيادة عدد العقد في الشبكة .



شكل (5-22) يبين عدد المسارات المنقطعة عند 50 عقده

هذا الشكل يبين عدد المسارات المنقطعة للبروتوكولين AODV و DSR ولكن هذه المرة عند 50 عقده ومن خلال الشكل يتبين لنا ان عدد المسارات المنقطعة لبروتوكول الـ DSR مازالت اعلى من عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول الـ AODV وبنسبة 95.12 % وبالتالي فان نسبة عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول الـ AODV تكون قليلة جدا مقارنة مع عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول الـ DSR حيث بلغت نسبة عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول الـ AODV 4.88 % وهذه النسبة اعلى من النسبة التي قبلها بمعنى ان عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول الـ AODV تزيد بزيادة عدد العقد في الشبكة .

الاستنتاج : من خلال الاشكال السابقه (5-19) و(5-20) و(5-21) و(5-22) والتي تخص عدد

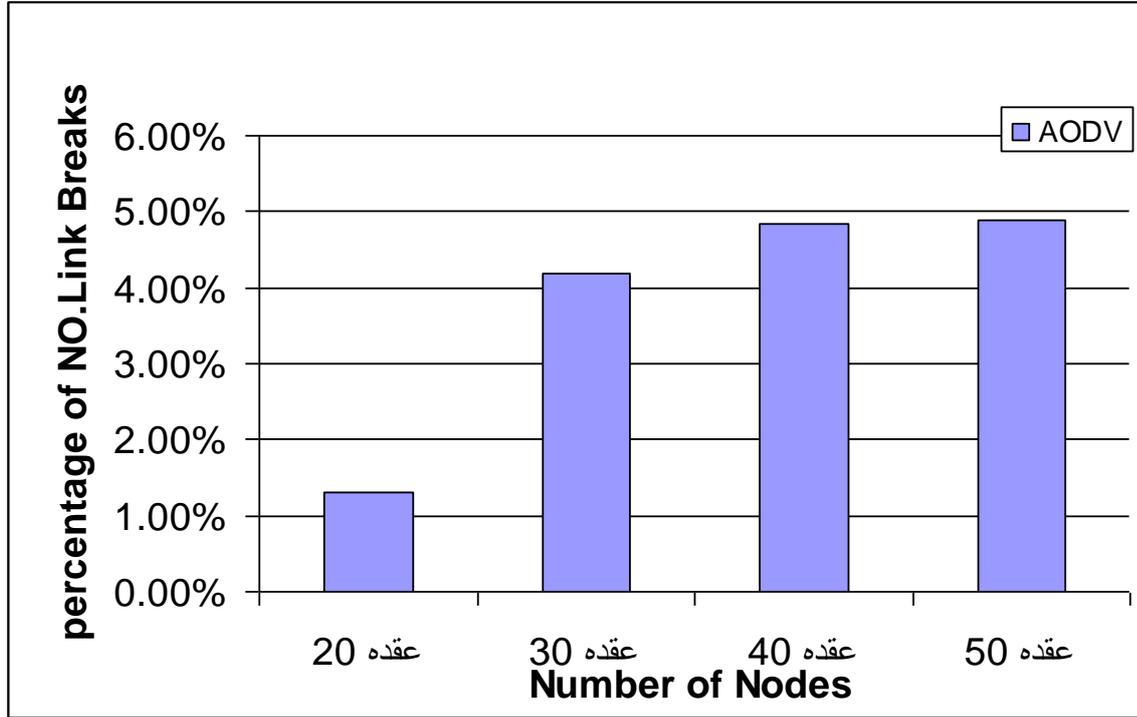
المسارات المنقطعة نستنتج مايلي :

1- عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول الـ DSR اعلى من عدد المسارات المنقطعة لدى

بروتوكول الـ AODV في كل التجارب وهذا بشكل مطلق.

2- عدد المسارات المنقطعه لدى بروتوكول AODV تزيد بزيادة عدد العقد في الشبكة كما هو

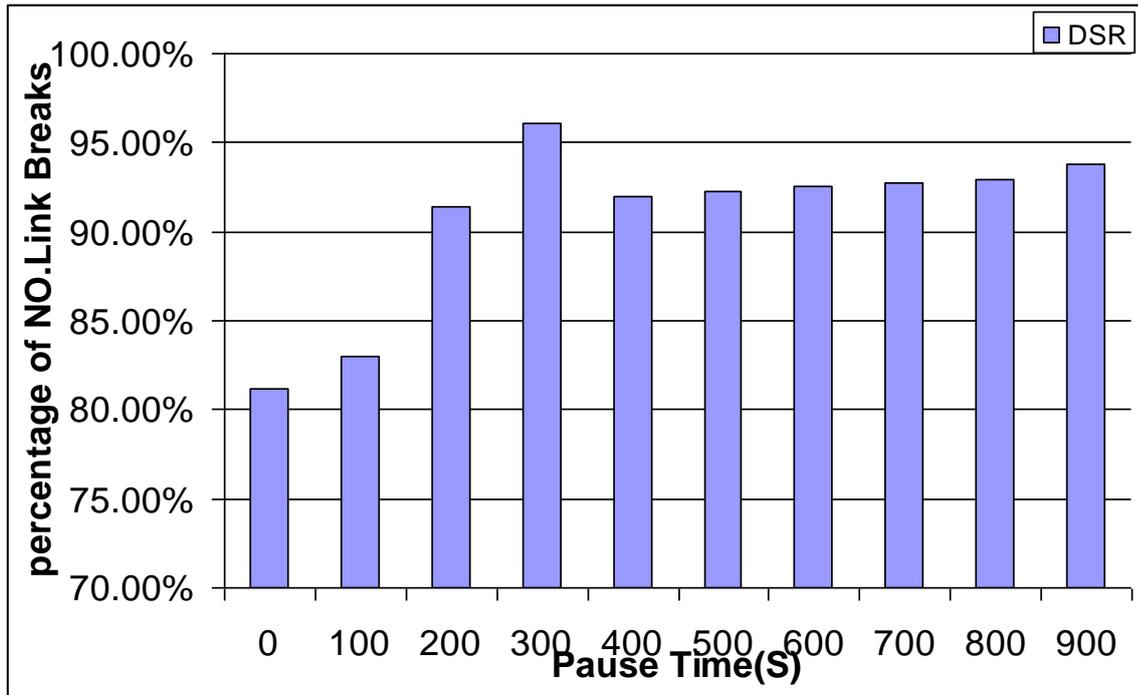
موضح في الشكل (23-5).



شكل (23-5) يبين عدد المسارات المنقطعه لدى بروتوكول AODV مع عدد العقد في الشبكة

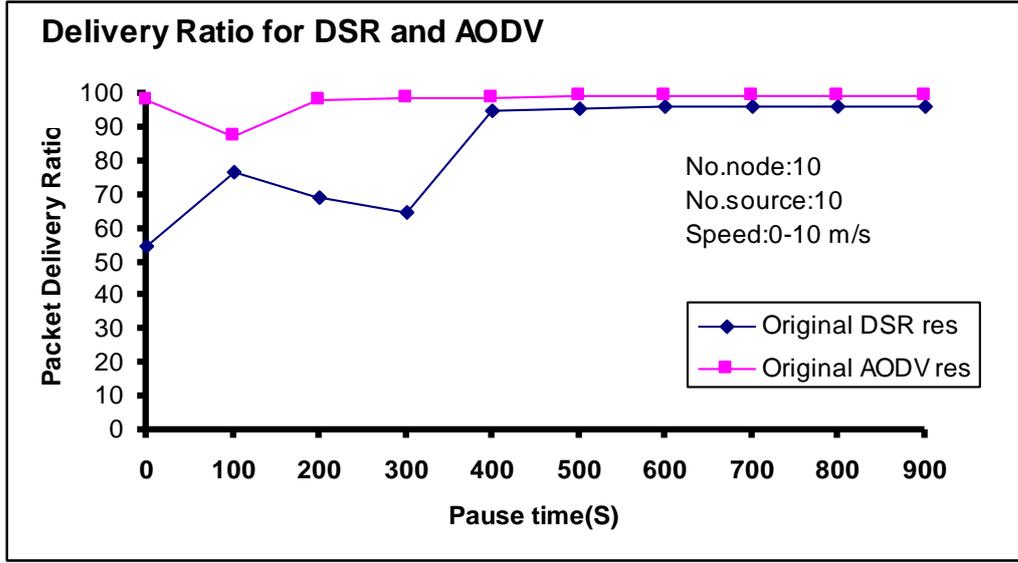
3- عدد المسارات المنقطعه لدى بروتوكول DSR تزيد بزيادة زمن التوقف كما هو موضح في

الشكل (24-5)



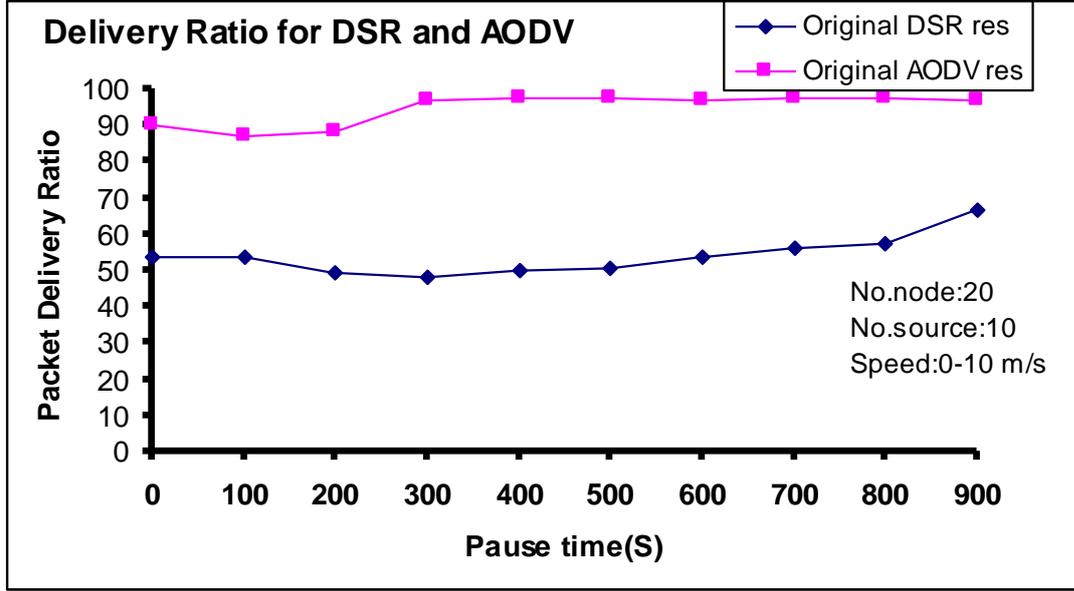
شكل (24-5) يبين عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول ال-DSR مع زمن التوقف

خامساً: مقارنة بروتوكول الـDSR مع بروتوكول الـAODV من ناحية نسبة تسليم الحزم



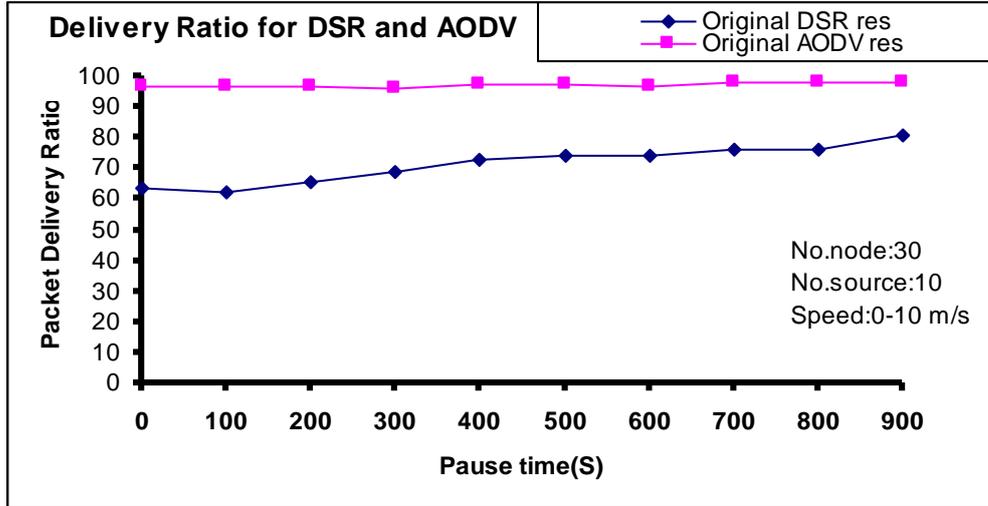
شكل (5-25) يبين نسبة تسليم الحزم مع زمن التوقف عند 10 عقد

من خلال الشكل يتضح لنا ان نسبة تسليم الحزم لدى بروتوكول الـAODV اعلى منها لدى بروتوكول الـDSR بنسبة 53.80% والسبب في هذا يعود الى ان عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول الـAODV اقل بكثير من عدد المسارات المنقطعة لدى بروتوكول الـDSR مما اعطى نسبه عاليه في تسليم الحزم وكان هذا واضح في الاشكال التي تخص عدد المسارات المقطوعه كما انه من الملاحظ ان نسبة تسليم تقل بزيادة الحركة يعني زمن توقف اعلى وتزيد بزيادة زمن التوقف والسبب في هذا يعود الى انه مع زيادة الحركة يزيد التغيير في بنيه الشبكة مما يؤدي الى التصادم في بعض المرات وبالتالي يؤدي الى فقدان كثير من البيانات كما ان زيادة الحركة تؤدي الى فقدان كثير من المسارات مما يؤدي هذا الى الاقلال في تسليم الحزم بسبب عدم وجود مسارات صحيحة بما فيه الكفايه ومن خلال الشكل نلاحظ ان نسبة تسليم الحزم لدى البروتوكول الـDSR عند زمن التوقف (0) كانت 35.65% بينما نسبة التسليم ترتفع عند زمن التوقف (900) بنسبة 49.13% وهذا يؤكد ما تم ذكره سابقا.



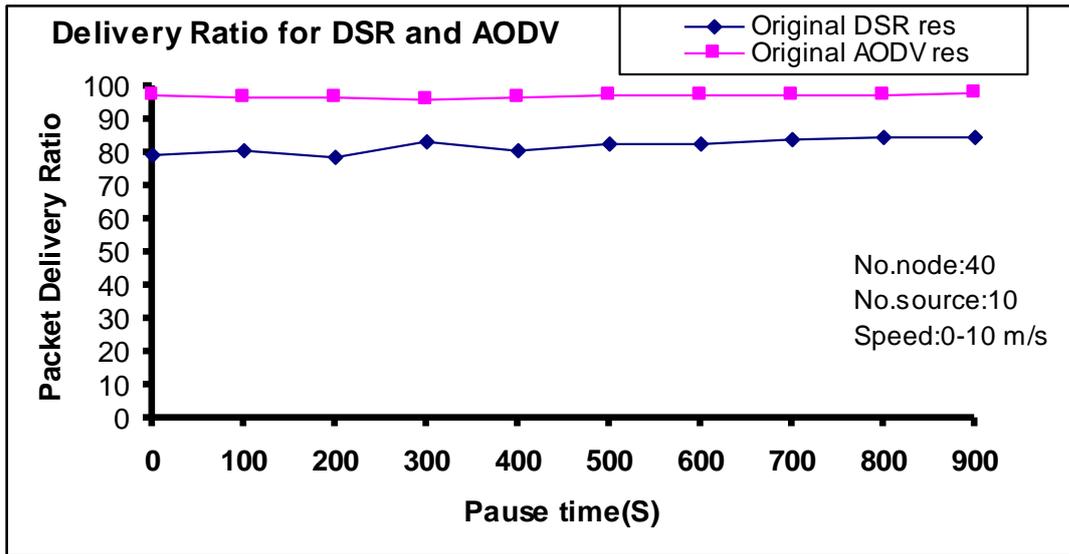
شكل (5-26) نسبة تسليم الحزم مع زمن التوقف عند 20 عقد

من خلال الشكل يتضح لنا ان بروتوكول الـ AODV نسبة التسليم لديه اعلى من بروتوكول الـ DSR بمقدار 63.71% ومع زيادة عدد العقد في الشبكة الا ان بروتوكول الـ AODV مازال نسبة التسليم لديه اعلى من بروتوكول الـ DSR وبالتالي مازال بروتوكول الـ DSR هو اقل نسبة تسليم من بروتوكول الـ AODV .



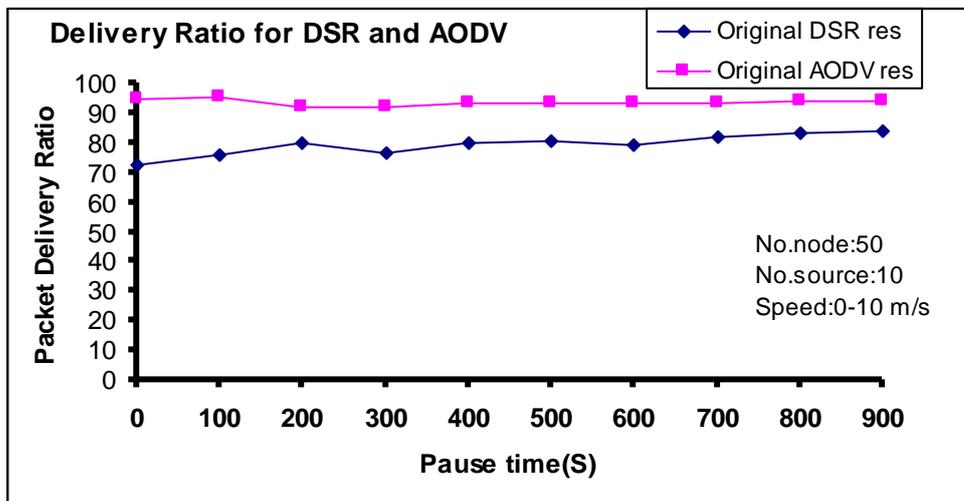
شكل (5-27) نسبة تسليم الحزم مع زمن التوقف عند 30 عقد

من خلال الشكل (5-27) يتضح لنا ان بروتوكول الـ AODV نسبة التسليم لديه مازال اعلى من بروتوكول الـ DSR



شكل (28-5) نسبة تسليم الحزم مع زمن التوقف عند 40 عقد

من خلال الشكل (28-5) يتضح لنا ان بروتوكول الـ AODV نسبة التسليم لديه مازال أعلى من بروتوكول الـ DSR



شكل (29-5) نسبة تسليم الحزم مع زمن التوقف عند 50 عقد

من خلال الشكل يتضح لنا ان بروتوكول الـ AODV نسبة التسليم لديه مازال أعلى من بروتوكول الـ DSR .

الاستنتاج : من خلال الاشكال السابقة (25-5) و(26-5) و(27-5) و(28-5) و(29-5) التي تخص

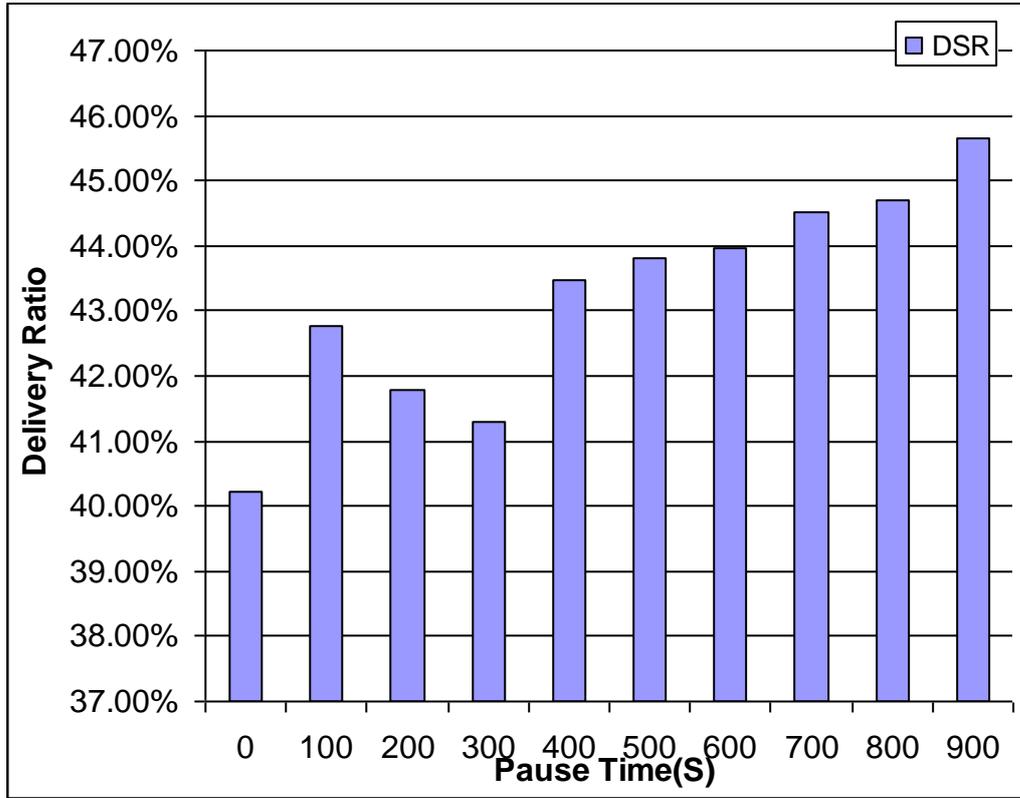
نسبة تسليم الحزم نستنتج الاتي :

1- مع اختلاف عدد العقد الا ان نسبة تسليم العقد لبروتوكول AODV تفوق نسبة تسليم العقد لبروتوكول DSR .

2- نسبة تسليم العقد تقل بزيادة الحركة بمعنى زمن توقف اقل.

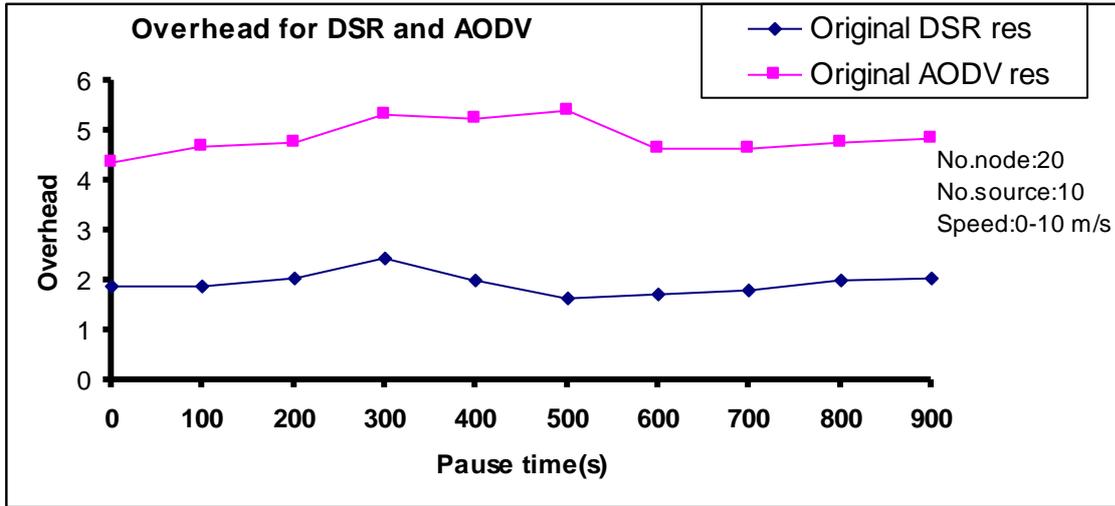
3- بالنسبة لبروتوكول DSR فكلما زاد زمن التوقف كلما زادت نسبة التسليم كما هو

موضح في الشكل (30-5).

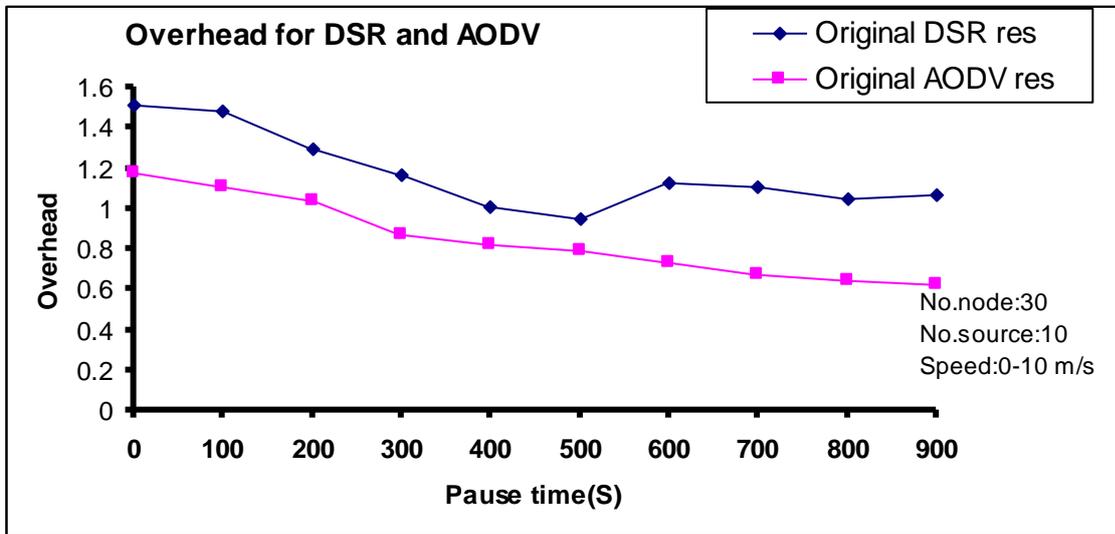


شكل (30-5) يبين مجمل نسبة تسليم الحزم مع زمن التوقف لكل الحالات السابقة

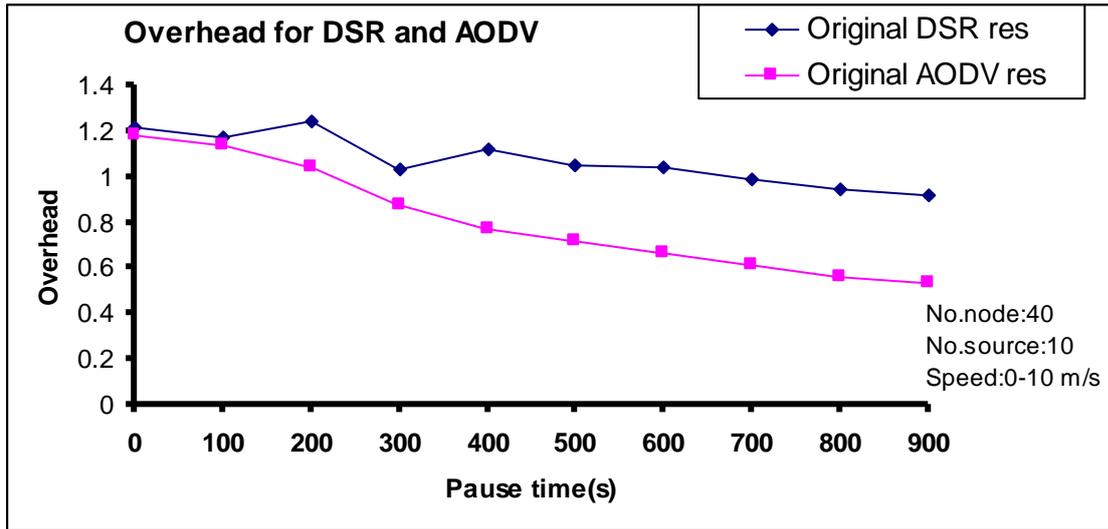
سادساً: مقارنة بروتوكول الـDSR مع بروتوكول الـAODV من ناحية الكلفة الاضافيه



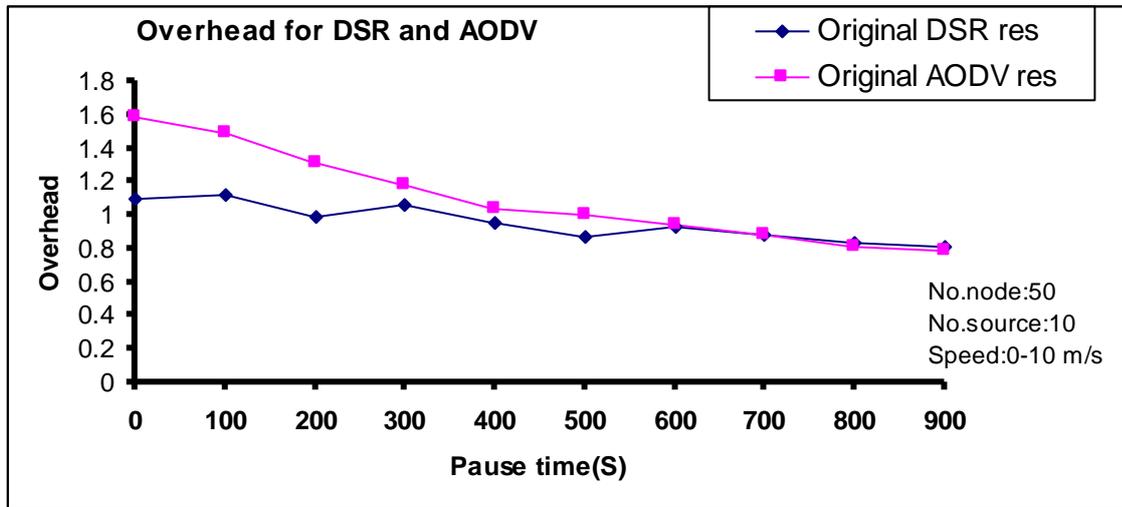
شكل (5-31) يبين الكلفة الاضافيه مع زمن التوقف عند 20 عقده



شكل (5-32) يبين الكلفة الاضافيه مع زمن التوقف عند 30 عقده



شكل (33-5) يبين الكلفه الاضافيه مع زمن التوقف عند 40 عقده



شكل (34-5) يبين الكلفه الاضافيه مع زمن التوقف عند 50 عقده

الاستنتاج : من خلال الاشكال (31-5) و (32-5) و (33-5) و (34-5) السابقه التي تخص الكلفه

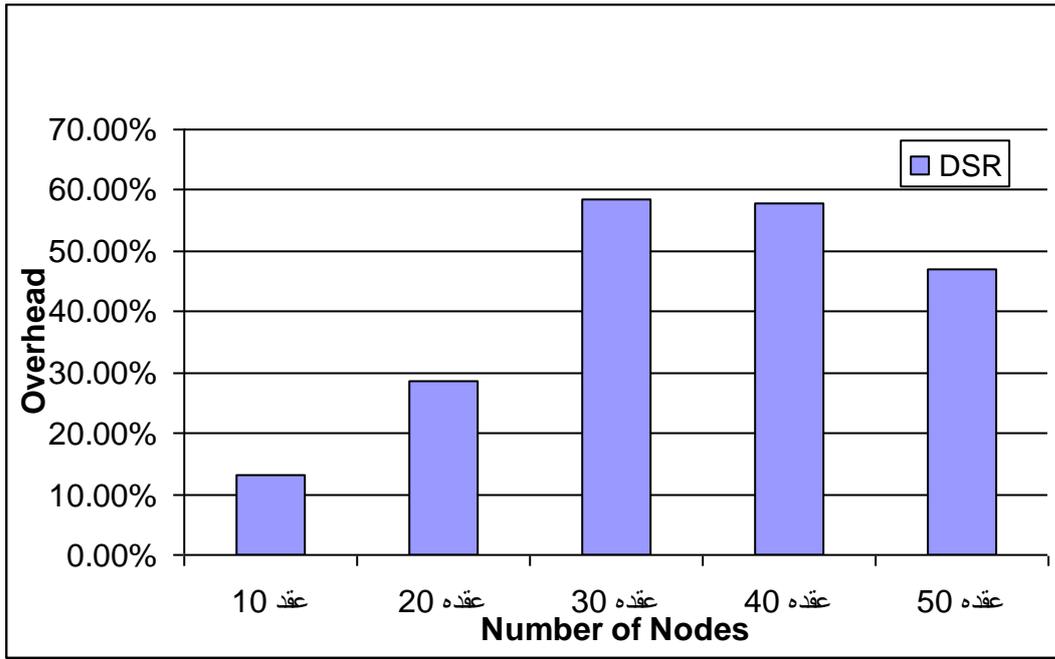
الاضافيه مع زمن التوقف مع اختلاف عدد العقد في الشبكه نستنتج ما يلي :

1- كلما زاد زمن التوقف بمعنى قلت الحركة فان الكلفه الاضافيه تقل والعكس صحيح فكلما قل زمن التوقف بمعنى زادت الحركة فان الكلفه الاضافيه تزيد.

2- بالمتوسط الاعلى فان الكلفه الاضافيه لبروتوكول AODV اعلى من الكلفه الاضافيه لبروتوكول DSR ويعود هذا الى عدة اسباب منها ان بروتوكول DSR يستطيع الوصول الى كميه كبيره من معلومات التميرير هذه الكميه تكون اكثر من الكميه التي يستطيع الحصول عليها بروتوكول AODV فمثلا بروتوكول DSR يستخدم دورة طلب ورد على هذا الطلب وتكون هذه الدوره دوره فرديه كما ان المصدر يعلم بكثير من معلومات التميرير الى العقده الهدف و العقد الوسطيه وكل العقد الوسطيه تستطيع معرفه الممرات الى العقد الاخرى على الممر كذلك

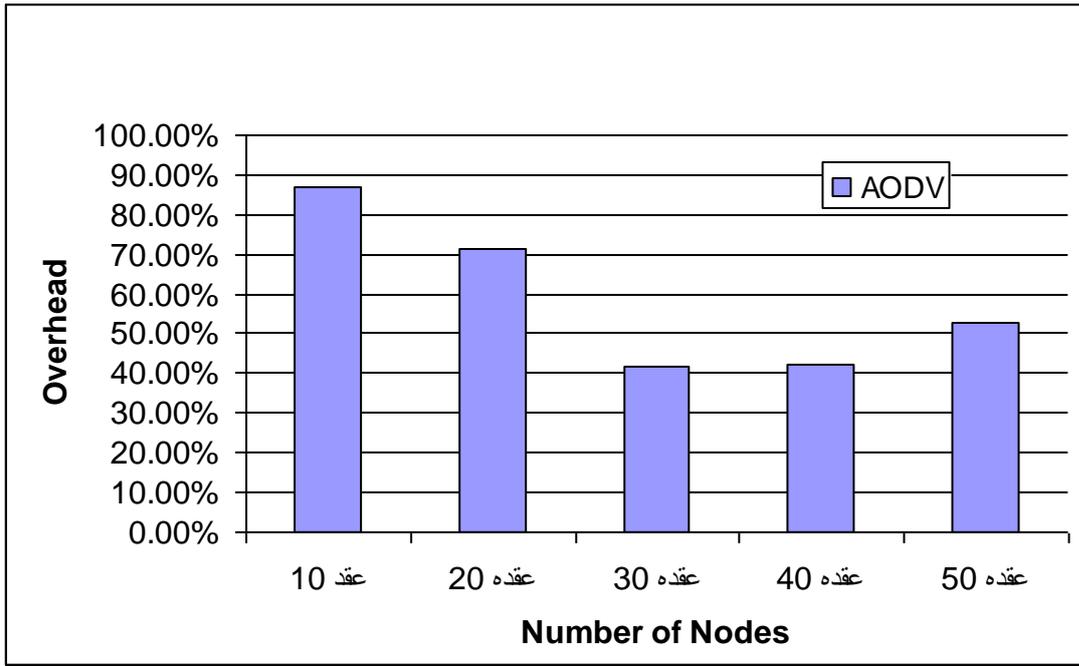
التنصت لانتقال حزم البيانات يعطي ايضا بروتوكول الـDSR قدره للحصول على كميته معلومات للوصول الى الهدف ومعرفة العقد الوسطيه بالاضافه الى كميته المعلومات التي يعرفها المصدر وفي غياب تمرير المصدر ومعلومات التنصت فان كميته المعلومات التي يعرفها بروتوكول الـAODV تكون قليله جدا مما يجعل بروتوكول الـAODV يقوم بعملية استكشاف واغراق كبيره جدا هذه العمليه تؤدي الى الكلفه الاضافيه .

3-من خلال الاشكال السابقه المتعلقه بالكلفه الاضافيه فان هذه الكلفه تزيد بزيادة عدد العقد في الشبكه حتى عدد معين من العقد وكانت في هذه الحاله(30 عقده) بعد ذلك هذه الكلفه تقل بزيادة عدد العقد كما هو موضح في الشكل(5-35) المرافق وكان هذا بالنسبه لبروتوكول الـDSR والسبب في هذا ان بروتوكول الـDSR المصدر فيه هو الذي يحدد المسار او الممر وعملياته الطلب والرد هي دوره فرديه وليست متعدده وكذلك العقد الوسطيه لديها معلومات عن المسارات وبالتالي في البدايه وعند عدد العقد القليل فان الكلفه الاضافيه تكون قليله وتزيد تدريجيا بزيادة عدد العقد الى ان تصبح اغلب المسارات معروفه ومخزنه في ذاكرة العقد عند عدد معين من العقد وهو في هذه الحاله (30 عقده) بعد هذا فان الكلفه الاضافيه تقل لحزم التحكم حتى لو زاد عدد العقد مع العلم انه بزيادة عدد العقد يحدث ازدحام ويحدث مسارات منقطعه وبالتالي تصبح المسارات المخزنه مسارات قديمه (stale) الا ان بروتوكول الـDSR لا يستطيع ان يميز بين هذه المسارات وهذه من عيوب بروتوكول الـDSR ومميزات بروتوكول الـAODV .



شكل (5-35) يبين متوسط نسبة الكلفه الاضافيه لبروتوكول ال-DSR مع عدد العقد

4- اما بالنسبه لبروتوكول ال-AODV فان الامر يختلف تماما فكلما زاد عدد العقد فان الكلفه الاضافيه تقل الى عدد معين من العقد ولتكن في هذه الحاله (30 عقده) بعدها تزيد الكلفه الاضافيه بزياده عدد العقد وبشكل تصاعدي والسبب في هذا يعود الى ان في البدايه عندما كان عدد العقد قليل فان المسارات الى بقية العقد لم تكن معروفه فيتم ارسال رسئل تحكم اضافيه لاكتشاف المسارات فعندما يأتي الرد تصبح اغلب المسارات الى العقد معروفه وذلك لان بروتوكول ال-AODV من نوع موجه بالجدول فيقوم بالاحتفاظ بالمسارات الى بقية العقد المتجاوره والمسارات الى العقد الموجوده في المسارات التي تؤدي الى العقد المطلوبه وبالتالي عند زياده عدد العقد فان اغلب المسارات اليها تكون معروفه الى حد معين من العقد بعد ذلك تزيد عدد العقد فيحدث ازدحام في الشبكه وتتحرك بعض العقد فتصبح المسارات الموجوده لديه مسارات قديمه او بائنه فيقوم البروتوكول بعمل استكشاف للمسارات من جديد فتبداء الكلفه الاضافيه تزيد من جديد .



شكل (5-36) يبين متوسط نسبة الكلفه الاضافيه لبروتوكول AODV مع عدد العقد

## الفصل السادس

### الاستنتاجات

#### تقديم

في هذا الباب سوف نقوم بعرض الاستنتاجات التي توصلنا اليها بعد فحص النتائج . هذه الدراسة تقوم بمقارنة اداء خمسة من البروتوكولات وهذه البروتوكولات هي AODV و FISHEYE و DSR و LAR1 و WRP وبداية فقد قمت بمقارنة اداء اشهر بروتوكولين في التمرير عند الطلب وهذان البروتوكولان هم DSR و AODV . الـ DSR والـ AODV كليهما يستخدمان استكشاف الممر عند الطلب ولكن مع ميكانيكيات تمرير مختلفه . فمثلا الـ DSR يستخدم تمرير المصدر (source routing) وتمرير الذاكرة المؤقتة (Cashes) ولا يعتمد على اي تكرار او نشاطات مبنية على المؤقت .

الـ DSR يستغل ضاهرة الذاكرة (Caching) ويحتفظ بعدة ممرات لكل هدف . أما بروتوكول الـ AODV فإنه يستخدم جداول التمرير ويستخدم ممر واحد لكل هدف والرقم التسلسلي لكل هدف وميكانيكيه لتجنب الدوران ولتحديد الممرات الاكثر حداثة . وقمت باستخدام تفاصيل نموذج المحاكاه لتوضيح خصائص اداء هذان البروتوكولان . والملاحظ ان الـ DSR اداه بعيداً عن أداء الـ AODV ، من ناحية أخرى فإن الـ DSR كلفة التمرير لديه أقل من الـ AODV . إن الاداء السيء للتأخير ونسبة تسليم الحزم بالنسبة لبروتوكول الـ DSR تميزه الى حد بعيد في استخدام التخزين في الذاكرة المؤقتة (Caching) ، ويفتقر الى أي ميكانيكيه للقضاء على الممرات القديمه أو تحديد أحدث الممرات عندما يتاح له الاختيار . استخدام بروتوكول الـ DSR للذاكرة للتخزين (Caching) يكون ذلك مناسب لهذا البروتوكول ولكن عندما تكون الكلفه الاضافيه قليله وكذلك للمحافظه على الكلفه الاضافيه المتدنيه . إن الميكانيكيات للقضاء على الممرات القديمه أو تحديد أحدث الممرات في الذاكرة (Cache) سوف تكون مجديه لتحسين أداء الـ DSR بشكل مناسب . وبشكل عام فإننا نستنتج من البروتوكولين الـ DSR والـ AODV ما يلي :-

1. يتم استخدام القياسات المرتبطه بالازدحام (مثلا:- طول الطابور ) لتقييم الممرات بدلا من

التأكيد على طريقة الممرات ذات أقصر القفزات .

2. بإزالة الحزم القديمه من الشبكة فإن الكلفه الاضافيه للشبكه ككل سوف تنخفض وينعكس

هذا على معدل التأخير أيجابا .

بروتوكول ال-DSR هو بروتوكول مناسب بالنسبه للشبكات التي الحركه فيها ذات سرعه معتدله لانها تمتلك تحكم أقل في الكلفه الاضافيه .

ال- AODV في هذه المحاكاه السابقه الذكر كان أداءه أفضل في كثير من المجالات مقارنة مع البروتوكول ال- AODV .

ال-FSR هذا البروتوكول ملائم اكثر بالنسبه للشبكات التي قطرها كبير وحركتها عاليه وطولها الموجي منخفض .

ال-FSR اثبت انه الحل الاكثر مرونة للأحتفاظ بالممرات الدقيقه في الشبكات الخاصه .

في ال-FSR فإن حجم جدول التمرير يستمر في النمو بشكل خطي مع حجم الشبكه .

في ال-FSR كلما زادت الحركه فإن الممرات الى الاهداف التي هي بعيده جدا تصبح أقل دقه.

ال-LAR يقوم بتحديد البحث عن الممر في منطقه الطلب .

ويتم تحديد هذا الممر بناء على الموقع المتوقع للعقد الهدف خلال فترة إستكشاف الممر.

ومن خلال نتائج المحاكاه لهذا البروتوكول فإنه يمكن أستخدام هذا النوع في التمرير الذي كلفته الاضافيه قليله .

## المراجع

- 1- Johnson, D. B. Maltz, D. A. and Broch, J. **the Dynamic Source Routing Protocol for Multi hop Wireless Ad Hoc Networks**, Ad Hoc Networking, Perkins, C. E. (editor), Addison-Wesley Publisher, Page144, 2001.
- 2- Johnson, D. B. Maltz, D. A. and Hu, Y-C. **The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks**, IETF MANET Working Group, Page6, 2004.
- 3- Perkins, C. E. and Royer, E. M. **the Ad Hoc On-Demand Distance-Vector Protocol**, Ad Hoc Networking, Perkins, C. E. (editor), Addison-Wesley Publisher, Page176, 2001.
- 4- Perkins, C. E. Royer, E. M Das, S. R. **the Ad hoc On-Demand Distance Vector Protocol**, IETF MANET Working Group, Page7, 2003.
- 5- Chen, S. **Ad Hoc Network Management protocol**, IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Page1, 1999.
- 6- Perkins, C. E. and Bhagwat, P. **Highly Dynamic Destination –sequenced Distance-Vector Routing For Mobile Computers**, the University of Maryland, Page3, 1994.
- 7- Royer, E. M. and Toh, C. **Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks**, IEEE Personal Communication, Page1, 1999.
- 8- Chen, W., Jain, N. and Singh, S., **ANMP: Ad Hoc Network Management Protocol**, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 17, No. 8, August 1999, pp. 1506-1531.
- 9- Chiang, C.-C., Gerla, M. and Zhang, L., **Forwarding Group Multicast Protocol (FGMP) for Multi hop, Mobile Wireless Networks**, Baltzer

- Cluster Computing, Special Issue on Mobile Computing, Vol. 1, No. 2, 1998, pp. 187-196.
- 10- Corson, S. and Macker, J., **Mobile Ad hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations**, IETF Mobile Ad Hoc Networks Working Group, RFC 2501, January 1999.
- 11- Garcia-Luna-Aceves, J. and Madruga, E., **The Core-Assisted Mesh Protocol**, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 17, No. 8, 1999, pp. 1380-1394.
- 12- Ganguli, A., Nandi, S. and Meher, P., **An Improvement of ODMRP for Reliable Delivery of Busty Traffic**, IEEE TENCON on Wireless and Ad-hoc Networks, Bangalore, India, 2003.
- 13- 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.
- 14- Kunz, T. and Cheng, E., **Multicasting in Ad-Hoc Networks: Comparing MAODV and ODMRP**, Proceedings of the Workshop on Ad Hoc Communication, Bonn, Germany, September 2001.
- 15-A. Iwata, C.-C. Chiang, G. Pei, M. Gerla, and T.-W. Chen, "**Scalable Routing Strategies for Ad Hoc Wireless Networks**" IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Special Issue on Ad-Hoc Networks, Aug. 1999, pp.1369-79.
- 16-Hridesh RaJan, "**Mobile Ad hoc Network**", Dep of computer science, University of Virginia, Sept 2001.

17-Elizabeth M.Royer, Charles E.perkins, “**Ad-hoc on Demand Distance vector Routing**”.

18-[http://wiki.uni.lu/secan-lab/Ad+hoc+on+demand+Distance vector + Routing + protocol](http://wiki.uni.lu/secan-lab/Ad+hoc+on+demand+Distance+vector+Routing+protocol).

19-Young-Bae KO, Nitin H.Vaidya, “**location –Aided Routing (LAR) in mobile ad hoc networks**”, 2000.

20-SHREE Murthy, j.j.GARICA-Luna-ACEUES, “**An Efficient Routing Protocol for Wireless Networks, Computer Engineering**”, university of California.2003

21- Guang yu Pei, Mario Gerla, Tsu-Wei chen, Fisheye State Routing : “**A Routing Scheme For Ad hoc wireless Networks**” .

22- Elizabeth M.Royer, c-k yoh, “**A Review of current Routing Protocols For Ad-hoc Mobile Wireless Networks**”.Proc IEEE 2001,February 2001

23-Josh Broch, David A.Mltz, David B.Johnson, Yih-chun Hu, Jorjeta Jetcheva Carnegie Mellon University.

24- J. Jubin and J. Tornow, “**The DARPA Packet Radio Network Protocols ,**”Proc. IEEE, vol. 75, no. 1, 1987, pp. 21–32.

25- C. E. Perkins and P. Bhagwat, “**Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers,**” Comp. Commun.Rev., Oct. 1994, pp. 234–44.

26- L. R. Ford Jr. and D. R. Fulkerson, Flows in Networks, Princeton Univ. Press, 1962.

27- C.-C. Chiang, “**Routing in Clustered Multi hop, Mobile Wireless Networks with Fading Channel,**” Proc. IEEE SICON '97, Apr. 1997, pp. 197–211.

28- S. Murthy and J. J. Garcia-Luna-Aceves, “**An Efficient Routing Protocol for Wireless Networks,**” ACM Mobile Networks and App. J., Special Issue on Routing in Mobile Communication Networks, Oct. 1996, pp. 183–97.

- 29- A. S. Tanenbaum, Computer Networks, 3rd ed., Ch. 5, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1996, pp. 357–58.
- 30- C. E. Perkins and E. M. Royer, “**Ad-hoc On-Demand Distance Vector routing,**” Proc. 2nd IEEE Wksp. Mobile Comp. Sys. and Apps., Feb. 1999, pp. 90–100.
- 31- D. B. Johnson and D. A. Maltz, “**Dynamic Source Routing in Ad-Hoc Wireless Networks,**” Mobile Computing, T. Imielinski and H. Korth, Eds., Kluwer, 1996, pp. 153–81.
- 32- J. Broch, D. B. Johnson, and D. A. Maltz, “**The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks,**” IETF Internet draft, draft-ietfmanet- dsr-01.txt, Dec. 1998 (work in progress).
- 33- V. D. Park and M. S. Corson, “**A Highly Adaptive Distributed Routing Algorithm for Mobile Wireless Networks,**” Proc. INFOCOM ’97, Apr. 1997.
- 34- M. S. Corson and A. Ephremides, “**A Distributed Routing Algorithm for Mobile Wireless Networks,**” ACM/Baltzer Wireless Networks J., vol. 1, no. 1, Feb. 1995, pp. 61–81.
- 35- C-K. Toh, “**A Novel Distributed Routing Protocol To Support Ad-Hoc Mobile Computing,**” Proc. 1996 IEEE 15th Annual Int’l. Phoenix Conf. Comp. and Commun., Mar. 1996, pp. 480–86.
- 36- R. Dube et al., “**Signal Stability based Adaptive Routing (SSA) for Ad-Hoc Mobile Networks,**” IEEE Pers. Commun., Feb. 1997, pp. 36–45.
- 37- C-K. Toh, “**Associatively-Based Routing for Ad-Hoc Mobile Networks,**” Wireless Pers. Commun., vol. 4, no. 2, Mar. 1997, pp. 1–36. Biographies

16-القصاص ، رعد ، بروتوكول تمرير جديد للشبكات الآنية المتنقلة ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة آل البيت ، المفرق ، الأردن ، 2002.

17 - صغير ، محمد ، التمرير متعدد الواجهات المعتمد على الهيكلية الهرمية ذات الشبكة الثنائية في الشبكات اللاسلكية الخاصة ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة آل البيت ، المفرق ، الأردن ، 2004.

## Abstract

Mobile Ad hoc networking (MANET) is becoming increasingly important in today's world and a number of routing protocols have been developed for them. However, a comparison between them is lacking to help determine an optimal one. This study addresses this issue by comparing the relative performance of five key Ad hoc routing protocols: dynamic source routing (DSR), ad hoc on-demand distance vector (AODV), wireless routing protocol (WRP), FISHEYE State Routing (FSR), and Location Aided Routing Protocol (LAR) .

This study subjected the protocol to identical loads and environmental conditions so as to evaluate their relative performance with respect to the Packet delivery ratio, overhead and delay.

