تقنية جديدة للتمرير في الشبكات الآنية

A new Technique for Routing in Ad hoc Networks

اعداد الطالبة
رنا عبدالله ابو نفيسة
٠٠٢٠٩٠١٠٠٣

اسم المشرف
الدكتور علي شطناوي
جامعة العلوم والتكنولوجيا/اربد

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تقنية جديدة للتمرير في الشبكات الآنية

A new Technique for Routing in Ad hoc Networks

اعداد الطالبة
رنا عبدالله ابو نفيسة
٠٠٢٠٩٠١٠٠٣

اسم المشرف
الدكتور علي شطناوي
جامعة العلوم والتكنولوجيا/اربد

أعضاء لجنة المناقشة	التوقيع
د. علي شطناوي	.....
د. محمد الروسان	.....
د. اسماعيل عبابنة	.....
د. مأمون ربابعة	.....

قدمت هذه الرسالة استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في علم الحاسوب في كلية الامير الحسين بن عبدالله لتكنولوجيا المعلومات في جامعة ال البيت. نوقشت واوصي باجازتها بتاريخ / /٢٠٠٦

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الاهداء

إلى.....

روح أبي الطاهرة
وأمي الصابرة

وزوجي الغالي

وأخوتي وأهلي الأعزاء

أهدي هذا الجهد المتواضع

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكـــــــــر

بداية أشكر الله العلي القدير الذي ذلل كل الصعوبات في طريقي وأسأله التوفيق في سائر أمري، ثم أتقدم بجزيل الشكر إلى الدكتور المشرف على الرسالة الدكتور/ علي شطناوي، وعلى مساعدته وتوجيهاته وملاحظاته التي ساعدتني على انجازها برغم الصعوبات.

كما أشكر لجنة المناقشة ، وكل من تعاون معي في كلية الأمير الحسين بن عبدالله لتكنولوجيا المعلومات.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة المحتويات

تقنية جديدة للتمرير في الشبكات الآنية ..... ب
الاهداء ..... ج
الشكـــــــــــر ..... د
قائمة المحتويات ..... ه
قائمة الجداول ..... ح
قائمة الأشكال ..... ط
قائمة المختصرات ..... ل
الملخـــص ..... م
الفصل الأول: الشبكات الآنية ١
المقدمـــة ١
١- تصنيف الشبكات ١
١-١-١- الشبكات ذات البنية التحتية ١
١-١-٢-الشبكات بدون بنية تحتية ٢
١-٢- خصائص الشبكات الآنية ٤
١-٣- تطبيقات الشبكات الآنية ٥
الفصل الثاني: بروتوكولات الشبكات الآنية ٨
٢-١- تصنيف بروتوكولات الشبكات الآنية ٨
٢-١-١-البروتوكولات الموجهة بالجداول ٨
٢-١-٢- البروتوكولات الموجهة حسب الطلب ٩
٢-٢- أمثلة على أنواع بروتوكولات الشبكات الآنية ٩
٢-٢-١- بروتوكول متجه المسافة حسب مكان الوصول ٩
٢-٢-٢- بروتوكول التمرير اللاسلكي ١١
٢-٢-٣- بروتوكول التمرير المتنقل بين المجموعة والبوابة ١٢
٢-٢-٤- بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني ١٤
٢-٢-٥- بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي ١٥
٢-٢-٦- بروتوكول تمرير المنطقة ١٦
٢-٢-٧- بروتوكول تمرير باستخدام وكلاء شبيهة بالنمل ونظام الموقع الحقيقي ١٨
٢-٣-الدراسات المقارنة ١٩

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الثالث: البروتوكول المقترح ٢٣
تقديم ٢٣
٣-١- الخصائص التي يجب أن تتوفر في بروتوكول التمرير المقترح ٢٤
٣-٢-مشكلة الدراسة و أهدافها وأهميتها ٢٤
٣-٣- وصف بروتوكول التمرير المقترح ٢٦
الفصل الرابع: المحاكاة ٤٦
تقديم ٤٦
٤-١- مقارنة بين NS-2 و GlomoSim ٤٦
٤-٢- المحاكي GlomoSim ٤٧
٤-٢-١- هيكلية GlomoSim ٤٨
٤-٢-٢-البنية الداخلية للمحاكي ٤٨
٤-٣- مدخلات المحاكاة ٤٩
٤-٣-١- بيئة المحاكاة ٤٩
٤-٣-٢-بروتوكول التحكم بطبقة الوصل إلى الوسط (MAC) ٥٠
٤-٣-٣- بروتوكول طبقة التطبيقات (Application) ٥٠
٤-٤- عمل المحاكي ٥١
٤-٥- مقاييس تقييم الأداء المستخدمة ٥٢
الفصل الخامس: تحليل نتائج محاكاة البروتوكولات ٥٤
٥-١- تحليل النتائج ٥٤
٥-١-١- تأثير زيادة سرعة العقد ٥٤
٥-١-٢- تأثير معدل إرسال الحزم ٨٧
٥-١-٣- تأثير زمن توقف العقد ٩٦
٥-١-٤- تأثير عدد العقد المرسلة ٩٩
٥-١-٥- تأثير سرعة العقد العالية جداً ١٠١
٥-٢- عناصر جودة البروتوكول المقترح ١٠٤
٥-٣- خلاصة النتائج ١٠٥
٦- قائمـــة المراجـــع ١١٥
Abstract ١١٨

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة الجداول

جدول(٣-١): محتويات الحزمة التعريفية ٢٦

جدول(٣-٢): محتويات جدول العقد المجاورة..... ٢٧

جدول(٣-٣) محتويات حزمة الاستكشاف..... ٢٨

جدول(٣-٤): محتويات جدول الحزم الاستكشافية في العقدة المصدر..... ٢٩

جدول(٣-٥): محتويات جدول الحزمة الاستكشافية على الهدف. ٢٩

جدول(٣-٦):محتويات حزمة البيانات في النموذج أحادي الوجهة..... ٣٧

جدول(٣-٧):محتويات حزمة البيانات في النموذج ثنائي الوجهة..... ٣٩

جدول(٤-١): مقارنة بين NS-2 و GlomoSim (٢/١)..... ٤٦

جدول(٤-١): مقارنة بين NS-2 و GlomoSim (٢/٢)..... ٤٧

جدول(٤-٢) : هيكلية المحاكي والبروتوكولات و النماذج المتوفرة في كل طبقة..... ٤٨

جدول(٤-٣):تلخيص لما استخدمته الدراسة في كل طبقة من المحاكي ٥١

جدول(٤-٤):بعض القيم المستخدمة لمحاكاة البروتوكول المقترح..... ٥١

جدول(٥-١):قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد السرعة..... ٥٤

جدول(٥-٢):قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد معدل إرسال الحزم..... ٨٧

جدول(٥-٣):قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد زمن التوقف للعقد. ٩٧

جدول(٥-٤):قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد عدد العقد المرسلة..... ٩٩

جدول(٥-٥):قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد سرعة العقد العالية جدا..... ١٠٢

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة الأشكال

شكل(١-١): شبكة لاسلكية آنية مكونة من ثلاث عقد لاسلكية (أ، ب، ج). ٣
شكل(٣-١): المخطط الانسيابي لعملية إرسال الحزمة الاستكشافية وإعادة الإرسال (٢/١)..... ٣٢
شكل(٣-١): المخطط الانسيابي لعملية إرسال الحزمة الاستكشافية وإعادة الإرسال(٢/٢)..... ٣٣
شكل(٣-٢): المخطط الانسيابي لعملية استقبال الحزمة الاستكشافية(٢/١). ٣٤
شكل(٣-٢): المخطط الانسيابي لعملية استقبال الحزمة الاستكشافية(٢/٢). ٣٥
شكل(٣-٣):المخطط الانسيابي لعملية إرسال حزم البيانات في النموذج أحادي الوجهة ٤٠
شكل(٣-٤): المخطط الانسيابي لعملية استقبال حزم البيانات في النموذج أحادي الوجهة. ٤١
شكل(٣-٥):المخطط الانسيابي لعملية إرسال حزم البيانات في النموذج ثنائي الوجهة(٢/١)..... ٤٢
شكل(٣-٥):المخطط الانسيابي لعملية إرسال حزم البيانات في النموذج ثنائي الوجهة(٢/٢)..... ٤٣
شكل(٣-٦): المخطط الانسيابي لعملية استقبال حزم البيانات في النموذج ثنائي الوجهة(٢/١)..... ٤٤
شكل(٣-٦): المخطط الانسيابي لعملية استقبال حزم البيانات في النموذج ثنائي الوجهة(٢/٢)..... ٤٥
شكل(٥-١): تأثير الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على نسبة تسليم الحزم. ٥٦
شكل(٥-٢): تأثير الزيادة في السرعة العالية للعقد على نسبة تسليم الحزم. ٥٧
شكل(٥-٣): تأثير الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على نسبة تسليم الحزم. ٥٩
شكل(٥-٤):تأثير الزيادة في السرعة العالية للعقد على نسبة تسليم الحزم. ٥٩
شكل(٥-٥): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على نسبة تسليم الحزم..... ٦٠

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

شكل(٥-٦): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة العالية للعقد على نسبة تسليم الحزم..... ٦٠
شكل(٥-٧): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على متوسط زمن التأخير..... ٦٢
شكل(٥-٨): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على متوسط زمن التأخير. ٦٣
شكل(٥-٩): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على متوسط زمن التأخير..... ٦٥
شكل(٥-١٠): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على متوسط زمن التأخير. ٦٦
شكل(٥-١١): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على متوسط زمن التأخير..... ٦٦
شكل(٥-١٢): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة العالية للعقد على متوسط زمن التأخير. ٦٧
شكل(٥-١٣): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الكلفة الاضافية. ٦٩
شكل(٥-١٤): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على الكلفة الاضافية..... ٦٩
شكل(٥-١٥): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الكلفة الاضافية. ٧١
شكل(٥-١٦): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على الكلفة الاضافية..... ٧١
شكل(٥-١٧): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الكلفة الاضافية..... ٧٢
شكل(٥-١٨): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة العالية للعقد على الكلفة الاضافية..... ٧٢
شكل(٥-١٩): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة..... ٧٤
شكل(٥-٢٠): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة..... ٧٥
شكل(٥-٢١): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة..... ٧٧
شكل(٥-٢٢): تأثير زيادة العالية في سرعة العقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة..... ٧٧
شكل(٥-٢٣): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة..... ٧٩

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

شكل(٥-٢٤): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة العالية للعقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة..... ٧٩
شكل(٥-٢٥): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة..... ٨٢
شكل(٥-٢٦): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة..... ٨٢
شكل(٥-٢٧): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة..... ٨٤
شكل(٥-٢٨): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة..... ٨٥
شكل(٥-٢٩): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة..... ٨٦
شكل(٥-٣٠): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة العالية للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة. ٨٦
شكل(٥-٣١): تأثير زيادة معدل إرسال الحزم على نسبة تسليم الحزم في الشبكات الصغيرة والمتوسطة..... ٨٨
شكل(٥-٣٢): تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على نسبة تسليم الحزم في الشبكات الضخمة..... ٨٩
شكل(٥-٣٣): تأثير تغير مواصفات الشبكة تحت تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على نسبة تسليم الحزم. ٩٠
شكل (٥-٣٤): تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على الكلفة الاضافية في الشبكات الصغيرة والمتوسطة..... ٩١
شكل(٥-٣٥): تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على الكلفة الاضافية في الشبكات الضخمة..... ٩٢
شكل(٥-٣٦): تأثير تغير مواصفات الشبكة تحت تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على الكلفة الاضافية..... ٩٣
شكل (٥-٣٧): تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة في الشبكات الصغيرة والمتوسطة..... ٩٤
شكل (٥-٣٨): تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة في الشبكات الضخمة..... ٩٥
شكل(٥-٣٩): تأثير تغير مواصفات الشبكة تحت تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة..... ٩٦

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

شكل (٥-٤٠): تأثير زمن التوقف للعقد على نسبة تسليم الحزم. ٩٧
شكل (٥-٤١): تأثير زمن التوقف للعقد على الكلفة الاضافية. ٩٨
شكل (٥-٤٢): تأثير عدد العقد المرسلة على نسبة تسليم الحزم..... ١٠٠
شكل (٥-٤٣): تأثير عدد العقد المرسلة على الكلفة الاضافية..... ١٠١
شكل (٥-٤٤): تأثير السرعة العالية جدا للعقد على نسبة تسليم الحزم. ١٠٣
شكل (٥-٤٥): تأثير السرعة العالية جداً للعقد على الكلفة الاضافية. ١٠٤

قائمة المختصرات

المختصر	ما يعادله
ACK	Acknowledgement
AODV	Ad hoc On-Demand Distance Vector

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

Constant Bit Rate	CBR
Cluster Gateway Switch Routing Protocol	CGSR
Clear To Send	CTS
Destination Sequenced Distance Vector	DSDV
Dynamic Source Routing	DSR
Global Mobile Information System Simulator	GLOMOSIM
Global Position System	GPS
GPS Anti-Link routing protocol	GPSAL
Internet Engineering Task Force	IETF
Medium Access Control	MAC
Mobile Ad Hoc Network	MANET
Negative Acknowledgement	NACK
Network Simulator 2	NS-2
Parallel Simulation Environment Complex System	PARSEC
Request To Send	RTS
Wireless Routing Protocol	WRP
Zone Routing Protocol	ZRP

الملخص

ازداد اهتمام الباحثين في السنوات الأخيرة بالشبكات الآنية، وذلك لما تقدمه من مزايا في سهولة الإنشاء والتنقل مع استمرارية الارتباط، وتميز

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أجهزتها ببقائها تعمل لفترات طويلة بعيدا عن مصادر الطاقة، وعدم الحاجة إلى تعقيدات البنى التحتية وكلف إنشائها ، وصعوبة إنشائها في الظروف الصعبة مثل المعارك والكوارث البيئية والأوساط الكيميائية الخطيرة على الإنسان، ولا تستخدم هذه الشبكات فقط في هذه الظروف ولكن من الممكن استخدامها في الحياة اليومية مثل المؤتمرات واللقاءات والمحاضرات الدراسية وتراسل البيانات وغيرها.

هذا النوع من الشبكات يقوم على أساس أن العقدة تعمل عملين host/router ، فإذا كانت عقدة ما في نطاق البث الراديوي لعقدة أخرى فإنهما تستطيعان التراسل بشكل مباشر، أما إذا توجب التراسل بين عقدتين ليستا في نطاق البث لبعضهما البعض فان التراسل يتم بمسار متعدد القفزات، و التمرير عبر مسار متعدد القفزات ضمن ظروف خاصة لهذه الشبكات، من محدودية سعة النطاق و قلة مصادر الطاقة والتنقل الدائم لهذه العقد يكوّن مشكلة ذات أهمية أخضعها الباحثون للدراسة، ونتج عن ذلك دراسات كثيرة لطبيعتها والمحددات لهذه البيئة وما يؤثر عليها، وكان من بين هذه الدراسات اقتراح بروتوكولات التمرير ومن ثم إجراء دراسات تقييم لها.

في البروتوكولات السابقة الخاصة في مجال التمرير وحيد الوجهة يوجد مجموعة من الاقتراحات لأشكال التمرير، ولكن كان معظمها يدور حول بناء مسارات وإرسال البيانات عليها، وعند انقطاع هذا المسار نتيجة الحركة أو فشل بعض العقد فانه يتم صيانة المسار عند مكان الانقطاع أو اكتشاف مسار جديد مرة أخرى، وعملية المحافظة على مسار ثابت بين العقد لكي يتم إرسال البيانات عليه أمر من الصعوبة المحافظة عليه وسيحتاج إلى استهلاك كبير للطاقة وعمليات معالجة واستهلاك سعة النطاق. قد تنجح هذه البروتوكولات في تحقيق نسبة تسليم عالية ولكن هذا ليس كافيا لأنه من الضروري أن نحافظ على انخفاض الكلفة الإضافية حتى نحافظ على مصادر العقد لكي تدوم لفترات طويلة.

ولذلك قمنا باقتراح بروتوكول جديد لا يقوم ببناء مسار لإرسال البيانات ولكن يقوم وبأقل التكاليف بالتأكد من وجود الهدف، وذلك بإرسال حزم

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

استكشافية إلى عقدتين يتم انتخابهما بناء على الأقل حملاً وكل عقدة يتم الإرسال لها يتم تخزين عنوانها في الحزمة الثانية المرسل معها من نفس العقدة حتى تقلل من تكرارات مرور نفس الحزمة على العقدة الواحدة وبعد الحصول على تأكيد من الهدف على أنه مستعد لاستقبال البيانات تبدأ العقدة المصدر بإرسال البيانات إلى الهدف بناء على العقدة الأقل حملاً إلى أن تصل إلى الهدف ويكون في كل مرة على العقدة التي تستقبل حزمة البيانات مسؤولية اختيار العقدة التالية، وفي مرحلة إرسال البيانات قمنا باقتراح نموذجين، الأول وهو النموذج الأحادي الوجهة والذي يختار عقدة واحدة كقفزة تالية، أما النموذج الآخر فهو النموذج الثنائي الوجهة الذي يختار عقدتين كقفزة تالية لتعزيز وجود الحزمة على الشبكة و بالتالي تحسين نسبة تسليم الحزم.

قمنا بإجراء دراسة بين البروتوكول المقترح بنموذجيه والبروتوكول AODV باستخدام المحاكاة والتي اعتمدنا فيها مقاييس أداء (نسبة تسليم الحزم و الكلفة الإضافية و متوسط زمن التأخير و عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة و العدد الكلي للحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة) وتأثير عوامل سرعة العقد من المستوى المنخفض إلى العالي جداً ومعدل إرسال الحزم وحجم الشبكة عليها و زمن التوقف للعقد و عدد العقد المرسلة، وكانت النتائج تدل على تميز البروتوكول المقترح بتخفيض الكلفة الإضافية ومتوسط زمن التأخير والعدد الكلي للحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة عن البروتوكول AODV الذي تم المقارنة معه في الدراسة، في حين كان عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة أكبر، أما نسبة التسليم فقد عمل النموذج الثنائي الوجهة على تحسينها، حيث كانت تعاني من الانخفاض في النموذج الأحادي الوجهة، ولكن كان ذلك على حساب ارتفاع في المقاييس الأخرى، ولكن بقيت أفضل من البروتوكول AODV، في حين تأثرت بعض المقاييس تحت تأثير بعض العوامل، والتي سيتم توضيحها في متن الدراسة.

وسيتم تقسيم الدراسة إلى الفصول التالية: الفصل الأول: تقديم عن الشبكات الآنية وتطبيقاتها، الفصل الثاني: بروتوكولات الشبكات الآنية، الفصل الثالث: وصف للبروتوكول المقترح، تفصيل النموذجين المقترحين فيه، الفصل الرابع:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تعريف بيئة المحاكاة والمقاييس المستخدمة للتقييم، الفصل الخامس: تحليل نتائج المحاكاة ومقارنة البروتوكولات الخاضعة للدراسة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصـــل الأول

الشبكات الآنية

المقدمـــة

نتيجة للتقدم التكنولوجي السريع، ولتلبية احتياجات المستخدمين المتزايدة، أصبح مجال تناقل البيانات Data Communication مهماً جداً، ويختلف طراز وطبيعة الشبكات الموجودة لعملية نقل البيانات بناءً على عدة عوامل منها؛ نوع التطبيق الذي يستخدم الشبكة، ونوع المستخدم، والبيئة التي سيتم فيها الاتصال، و إمكانية وجود بنية تحتية أو عدمها؛ فمثلا إذا أراد المستخدم أن يكوّن شبكة لموقع واحد؛فان الشبكات الثابتة مثل الإنترنت Internet تكون ملائمة، ولكن في بعض الأحوال قد يحتاج المستخدم إلى شبكات أكثر مرونة من الشبكات الثابتة لتلبية حاجات خاصة وحرجة؛ فمثلا قد لا يتحقق الاتصال عبر الشبكات الثابتة الاعتيادية في حالة الكوارث الطبيعية أو المجالات الحربية، وكذلك قد لا يكون كافياً استخدام الشبكات الثابتة في الحالات التي يحتاج فيها المستخدم للحركة أثناء استخدام الشبكة، وهنا تظهر الحاجة إلى وجود شبكات ذات هيكلية أكثر مرونة لدعم مثل هذه الأنواع من التطبيقات.

١- تصنيف الشبكات

بشكل عام تقسم الشبكات إلى نوعين من حيث وجود البنية التحتية، وهما:

- شبكات ذات بنية تحتية Infrastructured Networks.
- شبكات بدون بنية تحتية non-Infrastructured Networks.

١-١-١- الشبكات ذات البنية التحتية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وهي عبارة عن شبكات تتكون من بوابات ثابتة مزودة بالأسلاك wired gateways ومحطات أساسية base stations وموجهات routers.

إن الاتصال بين عقدتين على الشبكة يتطلب أن تقوم العقد بتوجيه الحزم البيانية packets عبر الموجهات، والتي بدورها تقوم بتمريرها عبر عدة قفزات على الموجهات حتى تصل إلى العقدة الهدف، وأخيراً تمرر إلى العقدة الهدف المتصلة بذلك الموجه.

ويمكن لهذا النوع من الشبكات أن يحتوي على بعض العقد المتنقلة mobile nodes فيما يسمى بالشبكات الخلوية Celluler Networks التي ترتبط وتتصل بأقرب محطة أساسية تقع ضمن قطر الاتصال الخاص بهذه العقدة، وكلما تحركت هذه العقد من مجال محطة إلى أخرى فإنها تغير ارتباطها إلى المحطة الجديدة التي تدخل في مجالها وتسمى هذه العملية hand over. [Royer & Toh, 1999][Kopp, 1999]

١-١-٢-الشبكات بدون بنية تحتية

وتسمى هذه الشبكات أيضاً " الشبكات الآنية المتنقلة " Mobile Ad hoc Networks (MANETs)، وكلمة " Ad hoc " تعني أنها تستطيع أن تأخذ أشكالاً مختلفة [Toh, 2002]، وهكذا فان الشبكات الآنية هي عبارة عن مجموعة من العقد أو الأجهزة أو المضيفات المزودة بمستقبلات ومرسلات لاسلكية، باستخدام هوائيات قد يكون إرسالها في عدة اتجاهات omni-directional أو في اتجاه واحد highly directional أو مشفرة steer able [website1]، ومؤهلات تمكنها من العمل في الشبكات، هذه الأجهزة تستطيع أن تتحرك في أي اتجاه وأي وقت مشكلة بذلك شبكة ديناميكية مستقلة (dynamic autonomous network) مؤقتة في ظروف معينة، أي أنها هذه العقد تتصل معاً بشكل موزع دون الحاجة إلى سلطة مركزية أو محطات أساسية [website2]، وهكذا فان الشبكة عندها القدرة على تغيير هيكليتها بسرعة وبشكل غير متنبأ به مع مرور الوقت.

وتعمل العقد في الشبكات الآنية كموجهات ومضيفات routers and hosts، مما يعني أن كل عقدة مسؤولة عن تنظيم الشبكة وتسليم الرسائل بين العقد

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المختلفة، كما أنها مسؤولة عن اكتشاف و صيانة المسارات بين العقد، وتحسس وجود ارتباط مع العقد المجاورة، وتعريف مواصفاتها وأنواعها [Toh, 2002]، وهذا نتيجة للمدى الراديوي المحدود لكل عقدة. فعلى سبيل المثال ، إذا أرادت عقدتان التراسل ولكنهما لا تقعان ضمن المدى الراديوي المباشر لكل منهما ، فإن التراسل بينهما يتم عن طريق قفزة واحدة أو أكثر من العقد المجاورة. لذلك فإن الشبكات اللاسلكية الآنية هي شبكات متعددة القفزات، تعمل فيها العقد عمل الموجهات [Zhu, 2000].

يبين الشكل (١-١) شبكة لاسلكية آنية مكونة من ثلاثة عقد لاسلكية (أ ، ب ، ج). تعبر كل دائرة عن مجال التغطية للعقدة التي تقع في مركز الدائرة، حيث تستطيع العقدة التراسل مع العقد التي تقع داخل مجال التغطية لها بشكل مباشر. نلاحظ من الشكل أن العقدتين (أ ، ب) تقعان ضمن المدى الراديوي لكل منهما ، لذلك يمكنهما التراسل مع بعضهما بشكل مباشر.

شكل(١-١): شبكة لاسلكية آنية مكونة من ثلاث عقد لاسلكية (أ، ب، ج).

ينطبق الكلام السابق أيضاً على العقدتين (أ ، ج). ولكن نلاحظ أن العقدتان (ب ، ج) لا تقعان ضمن المدى الراديوي المباشر لكل منهما ، لذلك لا يمكنهما التراسل بشكل مباشر. في هذه الحالة ، فإن التراسل بين العقدتين (ب ، ج) يتم من خلال العقدة الوسيطة (أ) ، حيث أنها تقع ضمن المدى الراديوي لكل منهم [الخزاعلة، ٢٠٠٥].

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

١-٢- خصائص الشبكات الآنية

إن الشبكات الآنية تتميز ببعض الخصائص التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند دراستها وهي:

- Link Nature and Bandwidth Constraints: إن حدوث ازدحام على الشبكات الآنية من الأمور شائعة الحدوث، حيث أن سعة النطاق والسعة التخزينية للعقد محدودة.
- Dynamic Topology Networks: إن من خصائص هذه الشبكات أن هيكلتها تتغير باستمرار، حيث تحدث عمليات خروج وانضمام للعقد من و إلى الشبكة غير متنبأ بها ، لذلك يجب أن يكون هناك عمليات صيانة للهيكلية وتعديل مستمر للمسارات مما يؤدي إلى كلفة إضافية غير كلفة التراسل.
- Energy Constraints: إن كل عقدة في الشبكات الآنية تعمل على بطارية محدودة، تستهلك في عمليات التراسل والتمرير والمعالجة لذلك لابد من المحافظة على هذه الطاقة من خلال تخفيض الكلفة الإضافية التي تحتاجها الحزم لتسليمها إلى الهدف، واستخدام قوة إشارة ومدى إرسال متوازن و مدروس يتناسب مع طبيعة التطبيق المستخدم على الشبكة؛ لأنه كلما ازدادت قوة الإشارة ازداد استهلاك الطاقة[Chen et al., 1999].
- : إن صغر مدى الإرسال يؤدي إلى التأثير على قوة الإشارة، مما يؤدي مع وجود التشويش الناتج عن تأثير قنوات الإرسال الأخرى أو وجود حواجز جغرافية إلى عدم وصول الإشارة بشكل جيد، لذلك تحتاج العقد إلى تمرير الحزم على عدد أكبر من العقد مما يؤدي إلى طول المسارات [Bruce, 2000] .
- Security Limitations: تعتبر الشبكات الآنية حساسة جدا للتهديدات الأمنية التي قد تواجهها مثل التنصت وهجمات التشويش.
- Lack of Infrastructure: حيث أن العقد في الشبكات الآنية لا يوجد لها بنية تحتية تستطيع الاعتماد عليها في تمرير البيانات بين العقد، فهي سهلة الاستخدام وسريعة الإنشاء ومتطلباتها قليلة،

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

لذلك يجب أن يكون لدى العقد القدرة على العمل الذاتي لتشغيل الشبكة Self-Operationalدون الحاجة إلى إدارة مركزية [website1].

١-٣- تطبيقات الشبكات الآنية

وكما ذكرنا سابقاً أن الشبكات ذات البنية التحتية قد تكون غير متوفرة في بعض الحالات أو مكلفة جداً إذا استخدمت مع بعض التطبيقات، وفي مثل هذه الحالات فإنه من الملائم أن تستخدم الشبكات بدون بنى تحتية(الشبكات الآنية)، وفيما يلي بعض التطبيقات في الحياة العامة التي تستخدم الشبكات الآنية [Perkins,2001] :

- **Conferencing:**

كنتيجة للتقدم التكنولوجي، فان معظم المشاريع أصبحت محوسبة، وهكذا فان أعضاء هذه المشاريع يمكنهم أن يستخدموا الشبكات الآنية للقيام بالمؤتمرات المتنقلة، التي يستطيع فيها الأعضاء أن يرتبطوا بمؤتمرات دون الحاجة إلى الالتزام في مكان محدد، حيث يمكنهم الحركة إلى أي مكان مع بقاء القدرة على الاشتراك في المؤتمر، ولكن المؤتمرات باستخدام الشبكات الآنية قد يعاني من بعض المشاكل في الكفاءة.

- **Home Networking:**

عندما تصبح الأجهزة اللاسلكية شائعة الاستخدام في المنازل؛ فإنه من الممكن لمثل هذه الأجهزة أن تتنقل بين المنزل والعمل، كما يمكن اصطحابها في رحلات العمل، ومن المؤكد أن مثل هذه الأجهزة لا ترتبط بعناوين IP مهيكلة، وهذا يعني أن عناوين IP غير المتغيرة متوفرة للمستخدم، ولذلك فان المستخدم يستطيع أن يكوّن شبكته الخاصة بالمنزل باستخدام الشبكات الآنية، التي تتكون من عدد من الأجهزة المتنقلة، وبالتالي يستطيع أن

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يستخدمها خارج المنزل، مع بقاء عملها وكأنها في المنزل ضمن البيئة القياسية التي رُبطت فيها.

- **Emergency Services:**

وبالرغم من أن الشبكات الآنية صممت لتعويض النقص في وجود البنية التحتية للشبكات، فإنها قد تكون أيضاً مساعدة في الحالات التي تتعرض فيها البنى التحتية الموجودة للتدمير، أو أن تكون غير قادرة غلى تقديم الخدمة لأي سبب من الأسباب، ولأن تطبيقات وخدمات الإنترنت أصبحت مطلوبة بشكل هائل، ولا يمكن الاستغناء عنها، فان أي نقص في ربط الشبكة خلال الكوارث الطبيعية يؤدي إلى مشاكل فعلية، والأكثر من ذلك أن السهولة والملائمة التي تقدمها خدمات الإنترنت تضيف على مصممي الشبكات والمبيعات عبئاً إضافياً لكي يستطيعوا أن يوفروا هذه الخدمات والارتباط مع الشبكة حتى في حالة الكوارث الطبيعية التي تؤدي إلى فشل البنى التحتية، ولذلك فان استخدام الشبكات الآنية تضمن استمرارية تقديم هذه الخدمات.

- **Personal Area Network and Bluetooth:**

إن فكرة شبكات المساحة الشخصية هي إنشاء شبكة محلية مزودة ببعض العقد المرتبطة بشخص واحد والتي قد ترفق بحزامه أو محفظته، إن هذه الشبكات قد يكون لها اتصال مع الإنترنت أيضاً ولكن الأساس فيها هو ارتباطها مع بعضها البعض لتؤمن التواصل بين نشاطات المستخدم المختلفة، ولذلك فان هذه العقد قد تحتاج إلى الحركة إلى أماكن مختلفة، ومن هنا فان الشبكات الآنية قد تسهل عمل مثل هذه الشبكات.

- **Embedded Computing Applications:**

هناك حاجة ماسة لوجود آلات ذكية متنقلة تستطيع أن تعالج بيانات الوقت الحقيقي الخاصة بمسائل متعلقة بالبيئة المحيطة ومن ثم إعطاء رد فعل للتغيرات البيئية الممكنة بشكل متنبئ به و مخطط له، وبالطبع فان مثل هذه الآلات ترتبط بأجهزة اتصال لاسلكية، ولذلك فان استخدام الشبكات الآنية لمثل هذه الآلات يكون أفضل وأكثر ملائمة من الشبكات التقليدية، التي تستخدم خدمة الوصول عن بعد، وذلك لأن الشبكات التقليدية تحتاج في مثل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

هذا الوضع إلى استمرارية تخصيص و إعادة التخصيص لعناوين الـ IP في كل مرة يتم فيها إنشاء اتصال لاسلكي، ومن الأمثلة على ذلك، جمع المعلومات عن الطقس أو حركة السير، وتحديد الطريق إلى هدف معين، والاستدلال على أماكن وجود المياه الجوفية.

- **Sensor Dust:**

في البيئات الخطرة التي قد يؤدي التواجد فيها إلى حدوث نتائج غير آمنة وخطرة، يصعب إرسال الأشخاص إليها لاستكشافها أو جمع المعلومات منها، مثل أوساط الحروب والأوساط الكيميائية، لذلك من الممكن توزيع مجسات تحتوي على أجهزة استقبال و إرسال لاسلكية، تلقى من طائرة على ارتفاع منخفض مثلا، وبعد ذلك تستطيع هذه المجسات أن تستخدم الشبكات الآنية لجمع المعلومات المطلوبة عن هذه البيئة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصـل الثـــاني

بروتوكولات الشبكات الآنية

٢-١- تصنيف بروتوكولات الشبكات الآنية

اتخذت بروتوكولات الشبكات الآنية نمطين رئيسيين هما: البروتوكولات الموجهة بالجداول Table-Driven Protocols، والبروتوكولات الموجهة حسب الطلب On-Demand Driven Protocols. وكل البروتوكولات الموجودة يمكن أن تصنف تحت هذين النوعين مع وجود بعض الاختلافات التي تميز كل بروتوكول عن الآخر.

٢-١-١-البروتوكولات الموجهة بالجداول

الفكرة الرئيسة لهذا النوع من البروتوكولات هي أن كل عقدة في الشبكة يجب أن تؤمّن معلومات محدثة عن كل أماكن الوصول الممكنة في الشبكة، لذلك ولكي يتم المحافظة على اتساق المعلومات في الشبكة، فان كل عقدة يجب أن تراقب بشكل مستمر التغيرات في هيكلية الشبكة وحركة سير البيانات، و من ثم نشر المعلومات التي تحصل عليها إلى بقية العقد من خلال رسائل دورية (تحديثات)، وبذلك فان كل عقدة تصبح لديها القدرة على تحديد المسار الأمثل لأي عقدة أخرى في الشبكة.

ولكن هذا النوع من البرتوكولات يعاني من مشكلة خطيرة في سعة النطاق، وهي هدر عالي لسعة النطاق والطاقة في عملية نشر تفاصيل عن الشبكة قلما تستخدم، وهذه مشكلة حقيقية في الشبكات الآنية لأن النمط الشائع لعقد هذه الشبكات هو محدودية الطاقة و سعة النطاق، وتتزايد هذه المشكلة عندما تكون نسبة الحركة على الشبكة عالية بحيث يصعب السيطرة على التغيرات التي تطرأ عليها.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٢-١-٢- البروتوكولات الموجهة حسب الطلب

تقوم هذه البروتوكولات بإنشاء مسار بين عقدتين فقط عندما تطلب العقدة المصدر ذلك، وتتضمن هذه البروتوكولات عمليتين رئيسيتين وهما: اكتشاف المسار، وصيانة المسار، كل عقدة تتبادل المعلومات عن المسار مع العقد المجاورة لها فقط من خلال تعديلات دورية، أي أنه عندما تكون عقدة خارجة عن المسارات بين العقد الفعالة؛ فان هذه العقدة تستطيع الدخول في حالة سبات، وبذلك توفر في الطاقة و سعة النطاق.

ويتم تشغيل عملية اكتشاف المسار بين عقدتين عندما تطلب إحدى العقد تأسيس مسار إلى عقدة أخرى، وبعد أن يتم اكتشافه يبدأ تراسل البيانات بينهما ولكن عند حدوث أي تغيير في هيكلية الشبكة يؤثر على المسار فانه يتم تشغيل عملية الصيانة لتصليح المسار الموجود أو إنشاء مسار آخر جديد.

هذا النوع من البروتوكولات يعاني من مشكلة التأخير الناتجة عن الانتظار حتى يتم إيجاد المسار بين عقدتين، والانتظار لكي يتم صيانة المسار.

مما سبق نلاحظ أن كل نوع من أنواع البروتوكولات له ميزات ومساوئ، ولذلك نشأ هناك نوع ثالث مستحدث من النوعين السابقين، بحيث يستفيد من المميزات الموجودة في كل نوع، ويعرف بالبروتوكولات المهجنة.

وفيما يلي سنعرض أبرز البروتوكولات في الأنواع الثلاثة التي ذكرناها.

٢-٢- أمثلة على أنواع بروتوكولات الشبكات الآنية

٢-٢-١- بروتوكول متجه المسافة حسب مكان الوصول

Destination Sequenced Distance Vector (DSDV)

يعتبر بروتوكول متجه المسافة حسب مكان الوصول [Royer & Toh, 1999][Perkins & Bhagwat, 1994][Murtada,2000]، من البروتوكولات الموجهة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

بالجداول، وأساس عمل هذا البروتوكول يعتمد على خوارزمية التمرير Bellman Ford الكلاسيكية.

تقوم كل عقدة في هذا البروتوكول بتأمين جدول للمسارات لكل أماكن الوصول المحتملة في الشبكة و عدد القفزات التي يحتاجها للوصول إلى كل واحد منها.

وتتعاون العقد فيما بينها لبناء أي مسار جديد، وذلك باستخدام طريقة نشر المعلومات إلى العقد المجاورة بشكل دوري لتأمين المعلومات اللازمة، ويستخدم هذا البروتوكول رقماً متسلسلا كمفتاح وصول إلى سجلات جدول المسارات الموجود في كل عقدة، ويتم استحداثه من العقدة الهدف، كما يستخدم هذا الرقم ليميز المسارات القديمة من الجديدة، ولتجنب حدوث الدورانات فان البروتوكول يستخدم المسار ذا الرقم المتسلسل الأحدث وأما المسارات ذوات الرقم المتسلسل الأقدم تحذف، وفي حالة وجود أكثر من مسار يحمل نفس الرقم المتسلسل فإنها تختار المسار ذا المواصفات الأحسن.

ولتأمين اتساق الجداول والتعديل على الشبكة؛ فان البروتوكول يستخدم نوعين من التحديث لكي يخفف من الحركة على الشبكة، الأول هو تعديل المسار الدوري باستخدام حزم تعديل كاملة "full dump"، وذلك بإرسال حزم حسب الحاجة لتعديل معلومات جدول المسار بأكمله، أما النوع الثاني فهو تعديل المسار بناء على الحدث، وتستخدم له حزم تعديل متزايدة incremental حيث ترسل حزم تعديل جزئية بعد إرسال التعديل الكامل، وهذا النوع يجب أن يوضع في حزمه واحدة، وللسيطرة على ازدحام الشبكة فان البروتوكول يستخدم حزم التعديل المتزايدة في حالة الشبكة المستقرة نسبياً، أما في الشبكة ذات الحركة العالية فانه يستخدم حزم التعديل الكاملة.

يتصف هذا البروتوكول بوجود تأخير من أجل حساب المسار، وتستهلك مقدار كبير من سعة النطاق على الشبكة من أجل تأمين التعديلات [Nguyen, etal, 2000]، وتخلو من الدورانات، ولكن من الصعب تحديد الفترة الزمنية الأفضل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

بين رسالة دورية وأخرى وكذلك تحديد الوقت الذي يفترض بعده أن المسار يجب أن يحذف [Murtada,2000].

٢-٢-٢- بروتوكول التمرير اللاسلكي

Wireless Routing protocol (WRP)

يعتبر بروتوكول التمرير اللاسلكي [Murthy & Garcia-Luna-Aceves,1996] من البروتوكولات الموجهة بالجداول والتي تعتمد على طريقة إيجاد الطريق path finding لتحديد المسار، وتتجنب مشكلة العد إلى المالانهاية count-to-infinity من خلال جعل كل عقدة تعمل فحص الاتساق بين المعلومات القديمة الموجودة عندها والمعلومات القادمة من العقد المجاورة عند كل حدث يطرأ على الشبكة، وبذلك تستطيع أن تحذف الدورانات التي من الممكن أن تحدث، وفي حالة حدوث فشل لأحد الوصلات فإنها تعيد ارتباط المسار مرة أخرى بسرعة، وتتعامل العقد في هذا البرتوكول مع الرسائل التي تصل وسترسل بأسلوب First-In-First-Out (FIFO) .

ويستخدم هذا البروتوكول نوعين من الرسائل هما: رسائل المستخدم وتحتوي على البيانات، والنوع الآخر هو رسائل تعديل تحتوي على معلومات التمرير وهذه الرسائل موثوقة كونها تستعمل طريقة انتظار الإقرار بوصول الرسائل و إعادة إرسالها في حالة عدم وصول إقرار، وذلك للتأكد من عدم ضياع أي من رسائل التعديل المرسلة، وتستخدم هذه الرسائل للتأكد من ارتباط الشبكة عند حدوث تغيرات ناتجة عن تغير في هيكلية الشبكة أو تحسس وجود عقد جديدة، وبذلك تستطيع العقد إنشاء مسارات بين بعضها البعض.

ولرسائل التعديل حالتان، الأولى وجود تغير في المسار بين عقدتين وعندها يرسل تعديل للمسار وينتظر إقرار على ذلك، أما الحالة الثانية فهي عدم حدوث تغير في جدول المسارات لفترة محددة من الزمن تسمى (فترة الترحيب Hello Interval)، يتم إرسال رسالة تعديل فارغة بين كل فترة وأخرى بشكل دوري لإثبات وجودها، ولكن إذا فشلت العقدة في إرسال أي رسالة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

لعدة فترات ترحيب (٣ أو أكثر)؛ فإنها تعتبر عقدة ضائعة، وتعرف الفترة التي يفترض بعدها أن العقدة ضاعت بفترة موت المسار Router Dead Interval.

وكل عقدة يجب أن تكوّن أربعة جداول للمسارات وهي:

- جدول المسافة Distance table: ويشير إلي المسافة(عدد القفزات) بين العقدة المصدر والعقدة الهدف.

- جدول التمرير Routing table : ويشير إلى العقدة التالية باتجاه العقدة الهدف، ويعدل هذا الجدول عندما تستقبل العقدة رسالة تعديل من العقد المجاورة أو تتحسس أي تغير على حالة الوصلات إلى العقد المجاورة.

- جدول كلفة الوصلة Link cost table : ويعطي قائمة بالكلفة (التأخير) المترافق مع وصلة معينه.

- قائمة الرسائل المعاد إرسالها Message Retransmission List (MRL) : وتسجل رسائل التعديل التي يجب إعادة إرسالها، وأي العقد المجاورة يجب أن ترد عليها.

وفي حالة حدوث فشل في أحد الوصلات فان السجل المقابل لهذه الوصلة الفاشلة في الجداول المذكورة يعتبر قيمته مالانهاية infinity .

هذا البروتوكول يقلل من فرصة حدوث الدورانات المؤقتة، ولكن فيه عيوب البروتوكولات الموجهة بالجداول وهي الكلفة الإضافية وهدر الطاقة وسعة النطاق [Murtada, 2000].

٢-٢-٣- بروتوكول التمرير المتنقل بين المجموعة والبوابة
Cluster Gateway Switch Routing Protocol (CGSR)

يعتبر بروتوكول التمرير المتنقل بين العنقود والبوابة [Chaing, etal,1997][Toh,2002] من البروتوكولات الموجهة بالجداول، وهي عبارة عن تحسين لبروتوكول متجه المسافة حسب مكان الوصول، وفي هذا البروتوكول

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تتجمع العقد في مجموعات clusters ، كل مجموعة يسيطر عليها برئيس cluster head، حيث أن مدى الإرسال لهذا الرئيس يجب أن يغطي جميع العقد الموجودة في المجموعة، ويتم اختياره باستخدام خوارزمية اختبار موزعة distributed selection algorithm وتتصل العقد الموجودة في مجموعة ما مع العقد الموجودة في المجموعات الأخرى عن طريق رئيس المجموعة الذي تتواجد فيه، كما يجب تغيير انتخاب رئيس المجموعة في حال تغير مكانه، و من الملاحظ أن كثرة تغيير رئيس المجموعة يؤدي إلى انحطاط في كفاءة البروتوكول لأن العقدة تهدر الوقت والطاقة في إيجاد رئيس مجموعة جديد بدلاً من تمرير البيانات للعقدة الهدف التي تريدها، ولذلك فان رئيس المجموعة المنتخب يجب أن يكون قليل الحركة ولحل هذه المشكلة أو التقليل من أثرها، يتم استخدام خوارزمية المجموعة الأقل تغيير Least Cluster Change algorithm (LCC)، كما أنه يجب تغيير رئيس المجموعة في حالة التقاء رئيسي مجموعتين، أو عندما يتحرك بعيداً عن الاتصال بكل رؤساء المجموعات الأخرى.

ويعرّف البروتوكول ثلاثة أنواع من العقد المتنقلة وهي:

- رؤساء المجموعات cluster head: وهي عبارة عن عقدة مسؤولة عن مجموعة من العقد المتنقلة وتعتبر مركز المعلومات لهم.
- العقد البوابة gateway nodes: وهي العقد التي تربط رئيسي مجموعتين مع بعضهما البعض، حيث تكون هذه العقدة في نطاق البث لكل منهما، وقد يكون كل من رؤساء المجموعات غير متجانسين فتقوم هذه العقدة بالتحويل من أحدهما إلى الآخر، بحيث يستطيعون التعامل مع بعضهم.
- العقد المتنقلة mobile nodes: وهي عقد متنقلة داخل المجموعة الواحدة، وكل عقدة في المجموعة تحتوي على جدولين هما: جدول أعضاء المجموعة cluster member table، وجدول التمرير routing table؛ أما جدول أعضاء المجموعة فيستخدم لتخزين رئيس المجموعة للعقدة الهدف لكل عقدة متنقلة في الشبكة، كما يتم نشر هذا الجدول بشكل دوري باستخدام بروتوكول متجه المسافة حسب مكان الوصول للتأكد من صلاحية العقد وعدم تكون الدورانات؛ أما جدول التمرير فيستخدم لتحديد القفزة التالية نحو العقدة الهدف، وتستشير

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

العقدة هذين الجدولين عند استقبال الحزم لكي تحدد أقرب رئيس مجموعة للعقدة الهدف.

و لإنشاء مسار بين عقدتين فان العقدة المصدر ترسل حزمة إلى رئيس المجموعة، ومن خلال العقد البوابة تُمرر إلى رئيس مجموعة آخر، وهكذا حتى تصل إلى رئيس المجموعة الذي يوجد فيه العقدة الهدف، وأخيراً يقوم رئيس المجموعة التي تحتوي على الهدف بتمرير الحزمة إلى العقدة الهدف، وعلى الرغم من أن هذا البروتوكول يوفر خصائص جيدة كتقسيم الشبكة، وتخصيص سعة النطاق، وسرعة تسليم الحزم عبر مسارات متعددة القفزات، ولكنه يعاني من بعض المشاكل وهو أنه يعتمد على نقاط معينه في الاتصال بين المجموعات، وكذلك بين عقد المجموعة نفسها (مركزية الارتباط)، وجميع العقد تعتمد على رئيس المجموعة لإرسال الحزم.

٢-٢-٤- بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني

Ad hoc On-demand Distance Vector Protocol (AODV)

يعتبر بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب الآني [Perkins & Royer, 1999] من البروتوكولات الموجهة حسب الطلب، وهي عبارة عن تحسين لبروتوكول متجه المسافة حسب مكان الوجهة، حيث يقوم بإنشاء المسار فقط عند الحاجة إليه، وبذلك فهو يقلل عدد الرسائل المنشورة لإنشاء المسار.

ويقوم هذا البروتوكول ببناء مسار بين عقدتين من خلال نشر طلب RREQ على الشبكة، حيث يقوم باستكشاف طريق إلى العقدة الهدف وأية عقدة على الطريق تستقبل هذا الطلب تفحص جدول التمرير الخاص بها فيما إذا كان هذا الطلب موجوداً لديها أم لا، ففي حال وجوده فإنها تتخلص منه، أما إذا لم يكن موجوداً فإنها تقوم بمعالجته، وذلك بإرسال إجابة RREP على الطلب إلى العقدة المصدر في حال وجود مسار إلى العقدة الهدف عندها، أما إذا لم يكن لديها مسار فإنها تزيد عداد القفزات وتنشر هذا الطلب إلى العقد المجاورة لها، وإذا فقدت هذا الطلب فإنها تعيد آلية اكتشاف المسار مرة أخرى بعد فترة محددة من الوقت، وإذا فشلت العقدة المصدر في إيجاد مسار إلى العقدة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الهدف فإنها تؤشر على العقدة الهدف بأنه لا يمكن الوصول إليها، أما إذا وصلت فإنها تعيد حزمة إجابة إلى العقدة المصدر، وإذا كانت العقدة التي ترد هي العقدة الهدف فإنها تعيد عداد القفزات إلى الصفر، أما إذا كانت عقدة وسطية فإنها تجعل عداد القفزات مساوٍ إلى المسافة للعقدة الهدف.

وفي حالة وصول أكثر من إجابة؛ فان العقدة المصدر تختار المسار ذا القفزات الأقل وتتخلص من البقية، ولكن العقدة المصدر تستطيع أن تبدأ بإرسال البيانات بمجرد وصول أول إجابة، ثم تستطيع أن تغير المسار في حال وصول إجابات عن مسارات أفضل.

وتستقبل العقدة المصدر إشعار بوجود خطأ في حالة حدوث أي تغيير على هيكلية الشبكة يؤثر على ارتباط المسار وعندها تقوم العقدة المصدر بتشغيل آلية اكتشاف المسار مرة أخرى لصيانة المسار إذا مازالت في حاجته، هذا من ناحية ومن ناحية صيانة المسارات، فان العقدة تقوم بصيانة الارتباط بينها وبين العقد المجاورة لها، التي قد تسمع إرسال البيانات أو إذا كان يوجد لدى العقدة ما ترسله فإنها ستقوم بإرسال رسائل ترحيبية بين فترة وأخرى محددة واسمها فترة الترحيب Hello Interval ، وذلك للتأكيد أنها مازالت موجودة.

هذا البروتوكول يقلل عدد الرسائل المنشورة لإنشاء المسار، كما أنه يبني المسار فقط عند الحاجة إليه، وبالتالي هذا سيسبب تأخير على الشبكة لحين إيجاد مسار، ولكنها تستجيب لانقطاع الوصلات بسرعة، كما أنها تخلو من الدورانات حتى عند إصلاح الوصلات المقطوعة، ولكن استخدام الرسائل الترحيبية يضيف كلفة إضافية هائلة [Larsson & Hedman, 1998].

٢-٢-٥- بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي
Dynamic Source Routing Protocol (DSR)

يعتبر بروتوكول التمرير المصدري الديناميكي [Johnson & Maltz, 1996] من البروتوكولات الموجهة حسب الطلب، وهذا البروتوكول يمر بمرحلتين أساسيتين هما: مرحلة اكتشاف المسار ومرحلة صيانة المسار.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

في المرحلة الأولى تقوم العقدة المصدر بابتداء آلية اكتشاف المسار بعد فحص ذاكرتها فيما إذا كان لديها مسار لم تنته صلاحيته إلى العقدة الهدف أم لا، فإذا لم يكن لديها مسار ترسل طلب إلى العقد المجاورة لها، وكل عقدة تقوم بنفس الإجراء فإذا لم يكن لديها مسار إلى العقدة الهدف المطلوبة فإنها تقوم بإضافة عنوانها إلى سجل المسار الموجود في الحزمة ومن ثم تمرره إلى العقد المجاورة، أما إذا كان هناك مسار فان رسالة الإجابة ستعاد إلى العقدة المصدر، ولكن إذا كانت العقدة الهدف هي التي تعيد الإجابة، فان سجل المسار يوضع في حزمة الإجابة ويعاد إلى العقدة المصدر باستخدام المسار المعاكس أو إيجاد مسار جديد، أما إذا كانت عقدة وسطية هي التي تعيد رسالة الإجابة؛ فإنها تضم المسار الموجود لديها إلى ذلك الموجود في سجل المسار وتضعه في حزمة الإجابة وتعيده إلى العقدة المصدر.

ويتم تشغيل مرحلة صيانة المسار عندما تفشل الوصلة بين أي عقدتين على المسار، حيث تقوم العقدة التي تتحسس فشل الوصلة بإرسال إشعار بوجود خطأ، وبعدها يتم حذف الوصلة الخطأ من كل من العقد التي لديها هذه الوصلة، وبالتالي تحذف المسارات التي تأتي عن طريق تلك الوصلة، وتقوم بإيجاد مسار جديد ابتداءً من العقدة التي اكتشف عندها الخطأ.

هذا البروتوكول يمتلك بعض الميزات التي تجعله مناسبا للتطبيق على الشبكات ذات الحركة العالية وهي أنها ذات كلفة إضافية منخفضة، ولديها القدرة على تسليم البيانات بشكل صحيح بنسبة عالية، وتستطيع العقدة أن تخزن أكثر من مسار إلى نفس الهدف مما يعطيها القدرة على رد الفعل السريع في حدوث أي خلل على أحد المسارات، ولكن كلما زادت حركة الشبكة فان الكلفة الاضافية والتأخير سيزيدان[Murtada, 2000] .

٢-٢-٦- بروتوكول تمرير المنطقة

Zone Routing Protocol (ZRP)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يعتبر بروتوكول تمرير المنطقة [Haas &Pearlman, 1999] من البروتوكولات المهجنة، حيث تستفيد من حسنات كل من البروتوكولات الموجهة بالجداول والبروتوكولات الموجهة حسب الطلب.

إن الفكرة الأساسية لهذا البروتوكول هي تقسيم الشبكة إلى عدة شبكات جزئية تسمى مناطق التمرير routing zones، ويتم تحديد حجم المنطقة بناءً على قطرها والذي هو أكبر عدد من القفزات يمكن للعقدة أن تصله باستخدام البروتوكولات الموجهة بالجداول، وهذا يتم تحديده من قبل المصنعين لهذا البروتوكول.

ويتم تمثيل مناطق التمرير باستخدام بروتوكولين مستقلين هما: بروتوكول التمرير الداخلي IntrA Zone Routing Protocol (IAZR)، وبروتوكول التمرير الخارجي IntEr Zone Routing Protocol (IEZR) أما بروتوكول التمرير الداخلي فانه يعلّم كل عقدة أقصر مسافة للوصول إلى كل عقدة من العقد الموجودة داخل المنطقة ذاتها باستخدام البروتوكولات الموجهة بالجداول، أما بروتوكول التمرير الخارجي فانه يجد المسارات بين المناطق المختلفة باستخدام البروتوكولات الموجهة حسب الطلب وذلك لإيجاد المسارات بين عقد من مناطق مختلفة.

ولإيجاد المسار بين عقدتين فان العقدة تفحص أولاً فيما إذا كانت العقدة الهدف في نفس منطقتها أم لا، فإذا لم تكن، فإنها تنشر طلباً إلى العقد الموجودة على الأطراف حيث تقوم بدورها بالفحص فيما إذا كانت العقدة الهدف في منطقتها أم لا، وتستمر بهذا الإجراء إلى أن يتم إيجاد العقدة الهدف؛ فترسل الإجابة إلى العقدة المصدر.

إن هذا البروتوكول يستخدم في بروتوكول التمرير الخارجي(Broadercasting Resolution Protocol (BRP، حيث يوفر عملية النشر إلى العقد الموجودة على أطراف المنطقة فقط، وذلك من خلال تغليف الحزمة بهذا البروتوكول لإرسالها إلى العقد الطرفية.

وفي حالة فشل أحد المسارات، فانه إذا كان في نفس المنطقة فيستخدم لترميمه أحد البروتوكولات الموجهة بالجداول، أما إذا كان في مناطق

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أخرى فانه يبدأ عملية استكشاف جديدة بعد أن تعلن العقدة المصدر فشل المسار.

هذا البروتوكول يخفض الكلفة الإضافية مقارنة بالبروتوكولات الموجهة بالجداول حيث أن كل عقدة عليها أن تعرف هيكلية منطقتها فقط، كما أنها تكتشف المسارات بين المناطق المختلفة أسرع من البروتوكولات الموجهة حسب الطلب، حيث أن العقد الطرفية هي فقط المعنية بعملية الاستكشاف، ولكن عملية تحديد قطر المنطقة صعبة كونها ثابتة عند التصنيع ويصعب تعديلها [Murtada,2000].

٢-٢-٧- بروتوكول تمرير باستخدام وكلاء شبيهة بالنمل ونظام الموقع الحقيقي
GPS Ant-Like routing protocol (GPSAL)

يستخدم هذا البروتوكول [Camara & Louriero,2000] الموقع الحقيقي ووكلاء برمجية software agents تستطيع أي عقدة أن تنتجها، لتحديد موقع العقدة الهدف المطلوبة، وفي هذا البروتوكول تم تسمية الوكلاء البرمجية باسم شبيهة النمل Ant-Like ، وسميت كذلك لأن سلوك الوكلاء مقتبس من سلوك مستعمرات النمل في البحث عن الغذاء والتواصل بشكل غير مباشر مع بعضها البعض من خلال هرمون تقوم النملة بنشره لكي تستطيع النملات الأخريات من اقتفاء أثرها للوصول إلى أماكن الغذاء وكلما ازدادت كمية الهرمون كلما كانت المعلومة ذات أهمية أكبر، وبنفس الفكرة فان هذا البروتوكول يستخدم الوكلاء لنشر معلومات عن مواقع العقد لجمع وتوزيع معلومات محدثة أكثر عن المسار على الشبكة، كما أنها تساعد في تحديث جداول التمرير و تسريع عملية استكشاف المسار، وقد يُسبب الاستعمال غير المدروس للوكلاء البرمجية كلفة إضافية على الشبكة، ولكن من الممكن السيطرة على تواجدها في الشبكة.

إن هذا البروتوكول يفترض أن كل عقدة متنقلة لديها وحدة GPS (Global Positioning System)، والتي تعطي الموقع بثلاثة أبعاد، والسرعة، والتوقيت الدقيق باستخدام نظام التوقيت العالمي Universal Time Coordination (UTC) ،

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ويتم خزن المعلومات عن الموقع الحقيقي للعقدة الهدف بالإضافة إلى الوقت المقدر أن تعيشه time-to-live (TTL) في جدول تمرير، ويتم إيجاد المسار بين عقدتين باستخدام الوكلاء النمل ant agents ، حيث تقوم بجمع المعلومات عن موقع العقدة الهدف على الشبكة(من خلال سماع الرسائل التي ترسلها إلى عقد أخرى، أو نتيجة لاستكشاف مسار خاص بها)، وفي حال إيجاد مسار إلى العقدة الهدف الذي هو عبارة عن قائمة بالعقد والفترة الزمنية لحياة كل عقدة؛ فإنها تختار المسار الأقصر، ولكن قد تكون معلومات جدول المسارات عبارة عن صورة قديمة عن وضع الشبكة، ولذلك فان العقدة المتنقلة ترسل رسالة إلى أقرب عقدة ثابتة بحيث تستطيع البحث عن العقدة الهدف باستخدام الشبكة الثابتة.

ويتم تعديل الجدول من خلال الحزم التي تمر عن طريق العقد، حيث يتم مقارنتها بالمعلومات الموجودة في الحزمة القادمة وبالتالي تحديث المعلومات القديمة.

ولهذا البروتوكول بعض العيوب، وهو أنه في مرحلة ما يضطر إلى استخدام الشبكات الثابتة، كما أن اعتماده على جهاز تحديد الموقع قد يؤدي إلى بعض التقييد في استخدامه حيث أنه قد يكون غير موجود في كل الأجهزة اللاسلكية المتنقلة.

٢-٣-الدراسات المقارنة

تهدف الدراسات المقارنة إلى تقييم أداء البروتوكولات بالنسبة لبعضها البعض، بناء على مقاييس معينه تعكس كفاءة كل منها تحت ظروف معينة، ومنها نستطيع أن نعرف نقاط ضعف هذه البروتوكولات والخروج بدراسة مقترحة تهدف إلى تحسين أداء البروتوكولات الموجودة أو تصميم بروتوكول جديد للتغلب على مساوئها.

معظم الدراسات المقارنة اعتمدت المقاييس التالية في تقييم أداء البروتوكولات فيها بالتناسب مع سرعة حركة العقد وزيادة عدد العقد المرسلة وهذه المقاييس هي:

نسبة تسليم الحزم packet-delivery ratio .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

معدل التأخير في تسليم الحزم end-to-end delay .

عدد حزم التحكم وحزم البيانات لكل حزمة بيانات مستلمة routing load.

ففي الدراسة [Das, et al, 2000] أجريت مقارنة بين البروتوكول AODV و البروتوكول DSR ونتج عن هذه الدراسة ما يلي:

في مقياس نسبة تسليم الحزم أظهر البروتوكول AODV نتائج أفضل من البروتوكول DSR مع ازدياد عدد العقد المرسلة و ازدياد حركة العقد حيث يفقد DSR بنسبة ٣٠-٥٠% من الحزم أكثر من AODV.

وفي مقياس معدل التأخير في تسليم العقد، أظهر DSR تأخير أقل في حال كان عدد العقد المرسلة أقل وسرعة العقد عالية بالنسبة إلى AODV، ولكن هذه النسبة تتضاءل مع زيادة عدد العقد المرسلة و تناقص سرعة العقد حتى تصبح نتائج AODV أفضل من DSR مع تزايد عدد العقد المرسلة مهما كانت سرعة الحركة في العقد، ولكن كانت هناك ملاحظة مهمة وهي أن التأخير يزيد بشكل ملحوظ في كلا البروتوكولين، وذلك نتيجة سوء في توزيع الحمل على العقد.

أما في مقياس عدد حزم التحكم وحزم البيانات لكل حزمة بيانات مستلمة؛ فإن DSR أظهرت نتائج أفضل من AODV بعامل من ٤-٧ ويزداد كلما ازداد عدد العقد المرسلة، ولكن النسبة بين نتيجة كل منهما تبقى ثابتة مع ازدياد عدد العقد المرسلة.

و في الدراسة [Johansson, et al, 99]، أجريت مقارنة بين ثلاثة بروتوكولات، AODV, DSR, DSDV ونتج عن هذه الدراسة ما يلي :

ففي مقياس نسبة تسليم الحزم أظهر كل من AODV , DSR نتائج متقاربة حيث تقل نسبة التسليم مع زيادة سرعة العقد وتكون نسبة فشل تسليم الحزم ٤-٥% حزمة، أما في DSDV فإنه مع ازدياد سرعة العقد يواجه مصاعب في انشاء المسارات وبالتالي كانت نسبة فشل التسليم ٤٠%، وفي حالة تثبيت السرعة أو جعلها مساوية للصفر وزيادة الحمل على الشبكة بالمقابل؛ فقد أظهر DSDV أعلى نسبة في خسارة الحزم وهي ٥٠%، وذلك

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

لاستخدامها مسارات قديمة، أما DSR فكانت نسبته ٤٠%، وأما AODV فأعطى أحسن قيمة حيث كانت نسبة الحزم المفقودة ٢٨%، ولكن هنا ما زالت نسبة التسليم وبأحسن الظروف لجميع البروتوكولات لا تتجاوز ٨٠%، وذلك لأن حجم الطوابير المستخدمة لانتظار الحزم في العقد المكتظة لا يكفي وبالتالي يتم التخلص منها، وسبب هذا التزاحم هو وجود تصادم متزايد للحزم في طبقة الوصل.

أما في مقياس معدل التأخير فجميع البروتوكولات أظهرت تأخيراً متزايداً عند زيادة سرعة العقد، ولكن DSR كان التأخير فيه أقل من AODV وذلك لأن DSR يخزن أكثر من مسار بين المصدر والهدف فيستطيع أن يستخدم مسار آخر في حال فشل الأول والى أن يتم إصلاحه مرة أخرى على عكس AODV الذي يستخدم مسارا واحدا فقط بين عقدتين، أماDSDV فقد أظهر تأخيرا أقل وذلك لتوفر المسارات بشكل مستمر ولكن تفقد الحزم إلى أن يتم تحديث الجداول فيها ولكن مع تزايد الحمل و السرعة فإنها لا تعود قادرة على تأمين المسارات .

كما أظهرت الدراسة أمراً آخراً وهو أنه عندما يكون الحمل عاليا وسرعة العقد قليلة فإن التأخير يزيد وذلك لأن الحزم تستخدم المسار لوقت طويل مما يؤدي إلى اكتظاظ العقد الموجودة على المسار، أما إذا كانت السرعة عالية فإن المسار يكون متغيرا بشكل متكرر وبالتالي يصبح الحمل موزعا، ولكن التأخير يبقى قائما بسبب تغيير المسار في AODV و DSR وعدم استيعاب الطوابير في DSDV.

أما في مقياس الكلفة الإضافية، فقد أظهر DSDV أعلى قيمة في الكلفة الاضافية بين جميع البروتوكولات وخاصة عند زيادة سرعة العقد حيث تصل إلى مرحلة أنها تفشل في تأمين مسار، وذلك بسبب التعديل المستمر للمسارات، أما DSR و AODV فإنها عند زيادة السرعة تعطي رد فعل على انقطاع المسارات المتكرر وفشل الوصلات وهذا بالتالي يزيد من الكلفة الإضافية لإعادة بناء المسار، عدا عن الكلفة الإضافية في AODV المترتبة على استخدام الرسائل الترحيبية بشكل دوري.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وبناء على هذه الدراسات فإننا سنستخدم البروتوكول AODV للمقارنة مع البروتوكول المقترح في هذه الدراسة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الثالث

البروتوكول المقترح

من خلال النظر في البروتوكولات المختلفة، والدراسات المقارنة بينها، نجد أن هذه البروتوكولات تعتمد بشكل أساسي على بناء مسار محدد لتمرير البيانات بين عقدة مصدر وعقدة هدف قبل البدء بعملية تمرير حزم البيانات بغض النظر عن الطريقة التي يتم اعتمادها في بناء المسار، ولأن الشبكات الآنية بطبيعتها متغيرة بشكل مستمر؛ فإنه من الصعب المحافظة على المسار فيها بين عقدتين ثابتا دون انقطاع، وسيحتاج إلى تقنيات إضافية لتصليح هذا المسار والإعلام عن انقطاع الارتباط بين عقدتين على المسار للعقد الأخرى، أو إعادة اكتشاف مسار جديد إذا ساءت الأحوال. وهذا كله يؤدي إلى كلفة إضافية للمحافظة على المسار وتحديثه بشكل مستمر، والتأخير في إرسال حزم البيانات حتى يتم اكتشاف المسار، والاستمرار في استخدام نفس المسار مادام صالحا دون الأخذ بعين الاعتبار إلى توزيع الحمل على العقد.

أما بعض البروتوكولات فتعتمد آلية الإغراق Flooding لتوصيل الحزمة، وذلك من خلال تمرير الحزمة إلى العقد المجاورة لها، وكل عقده تستلم هذه الحزمة تقوم بنفس العملية حتى تصل إلى الهدف المطلوب، وهذا يؤدي إلى نشر الحزمة في جميع أنحاء الشبكة مما يؤدي إلى:

كثرة الحزم الممررة بدون فائدة.

احتمالية تصادم الحزم وخسارتها.

تزاحم الحزم على وسط الإرسال.

استهلاك عالي للطاقة.

الحاجة إلى ذاكرة كبيرة للاحتفاظ بالحزم التي تمرر لمنع التكرار[الصغير، ٢٠٠٤]

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وهذا النوع من البروتوكولات تظهر مساوؤه بشكل واضح في الشبكات الكبيرة والكثيفة [Yi, et al, 2003] . ولذلك اقترحنا خوارزمية تمرير تناسب طبيعة الشبكات الآنية ذات الهيكلية المتغيرة بشكل مستمر.

٣-١- الخصائص التي يجب أن تتوفر في بروتوكول التمرير المقترح

إن الشبكات الآنية بحاجة إلى بروتوكول خاص، يتضمن خوارزمية موزعة لإدارة و تنظيم ارتباط الشبكة، وجدولة الوصلات والتمرير.

إن عملية تمرير الرسائل في بيئة لا مركزية التحكم، ومتغيرة الهيكلية باستمرار، هي مشكلة مازالت غير معرفة بشكل جيد، على العكس من الشبكات الثابتة التي تستطيع حساب المسار الأمثل باستخدام خوارزميات المسار الأقصر، وعلى كل حال فان الخوارزمية المقترحة تراعي من خصائص الشبكة ما يتفق مع الهدف منها، ونحن هنا سنراعي وجود الأمور التالية في الخوارزمية المقترحة:

- موزّعة: لأن طبيعة الشبكات الآنية لامركزية؛ فانه يجب أن تنفذ خوارزمية التمرير بشكل موزع.
- إنشاء ارتباط عند الحاجة: وذلك للحصول على أقصى فائدة من استخدام الطاقة وسعة النطاق.
- خالية من الدوارانات: ويجب أن نضمن أن الخوارزمية قادرة على عدم تكوين دوارانات، وذلك للحصول على تسليم صحيح للرسائل واستغلال أكفأ للشبكة.
- الأمن: إن الشبكات الآنية ضعيفة أمام الاختراقات الأمنية، ولكن هذا الموضوع ليس ضمن نطاق بحثنا.
- دخول ومغادرة الحزم من العقدة: حيث يراعي البروتوكول المقترح هذه الناحية ويتوخى أن تكون بأسرع ما يمكن.

٣-٢-مشكلة الدراسة و أهدافها وأهميتها

:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تتناول هذه الدراسة مشكلة بناء المسارات بين عقدتين مصدر وهدف، حيث يحتاج بناء المسار إلى كلفة إضافية للمحافظة على معلومات الجيران لتضمن ارتباط الشبكة من ناحية، و من ناحية أخرى كلفة المحافظة على المسار بين عقدتين وما يحتاجه من تحديث للمعلومات، وصيانة عند حدوث انقطاع، أو إعادة اكتشاف للمسار لإكمال إرسال حزم البيانات، أو فقدان حزم البيانات حتى يتم اكتشاف مسار جديد.

:

تهدف الدراسة إلى تصميم خوارزمية تمرير لا تحتاج إلى بناء مسارات محددة لإرسال حزم البيانات، وتوزيع الحمل في انسياب حزم البيانات عبر العقد الأقل ازدحاما least-loaded-path.

وتصميم تقنية لاكتشاف وجود الهدف بحيث تصل إلى أكبر عدد ممكن من العقد أثناء البحث بحيث تضمن أقل عدد ممكن من تكرار الوصول إلى العقدة الواحدة.

:

تكمن أهمية الدراسة في أن بروتوكول التمرير المقترح يوفر في الكلف الإضافية الناتجة عن صيانة المسارات المتغيرة نتيجة حركة العقد في الشبكة الآنية، وتمرير حزم البيانات بناء على وضع العقد الحالي من حيث الحمل، وعدم اعتماد مسار محدد لتمرير البيانات، وهذا يوفر الكلفة الإضافية في صيانة المسارات أو إيجاد مسارات بديلة في حال فشل المسارات الحالية كليا في تمرير حزم البيانات، كما أنها تقلص عملية اكتشاف وجود الهدف إلى أقل كلفة إضافية ممكنة، ولكن قد يؤدي هذا البروتوكول المقترح إلى طول المسارات ولكن يحافظ على وضع الشبكة مستقرا.

كما أن هذا البروتوكول المقترح يفترض وجود آلية لإعادة ترتيب الحزم الواصلة إلى الهدف وذلك لأن كل حزمة تسلك مسارا مختلفاً، مما يجعل هذا البروتوكول ذا جودة منخفضة لتطبيقات الصوت والصورة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٣-٣- وصف بروتوكول التمرير المقترح

يقسم البروتوكول المقترح إلى ثلاثة أطوار أو مراحل هي:

أولاً: طور تثبيت الشبكة Network Setup**:**

وفي هذه المرحلة تقوم كل عقدة بإرسال حزمة تعريفية عن نفسها Capsule of Information تحتوي على المعلومات التالية**:**

نوع الحزمة وعنوان العقدة**.**

الحمل عليها load of node وهو**:**

الحمل **= (**عدد الحزم المستلمة **–** عدد الحزم المرسلة**) –** عدد الحزم التي تستلمها كهدف**.**

عدد الجيران لها، وهو نفسه درجة العقدة **(**أي عدد الوصلات الخارجة منها**) .**

جدول**(٣-١)** يبين محتويات الحزمة التعريفية**.**

نوع الحزمة	عنوان العقدة	الحمل على العقدة وقت الإرسال	درجة العقدة

جدول(٣-١): محتويات الحزمة التعريفية

ترسل هذه الحزمة وبشكل دوري خلال فترة محددة تسمى Hello-Interval من كل عقدة، حتى تستطيع كل عقدة أن تعرف العقد المجاورة لها وما هي أوضاعها، ويتم تخزين المعلومات عن العقد المجاورة في جدول اسمه جدول المجاور، يحتوي على معلومات الحزمة التعريفية، وآخر وقت تم فيه استلام كبسولة من هذه العقدة المجاورة lastHello، وآخر وقت تم فيه استلام حزمة من هذه العقدة المجاورة lastPkt، ويتم تسجيل هذه الأوقات حتى يتم

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

بناء عليها تنظيم عملية تحديث جدول العقد المجاورة، جدول(٣-٢) يبين المعلومات الموجودة في جدول العقد المجاورة.

المعلومات عن العقدة المجاورة	آخر وقت استلمت فيه الكبسولة	آخر وقت استلمت فيه حزمة

جدول(٣-٢): محتويات جدول العقد المجاورة

وفي نهاية هذا الطور يكتمل ارتباط الشبكة في المرحلة الابتدائية، بعد ذلك يتم التغيير على جدول العقد المجاورة بشكل دوري، سواء من حذف أو إضافة أو تعديل على معلومات عقدة مجاورة بناء على حركة الشبكة وخروج و دخول العقد في نطاق بعضها البعض.

ثانياً: طور استكشاف وجود الهدف Discovery of the Destination:

تأتي أهمية هذا الطور في حصول العقدة المصدر على تأكيد من العقدة الهدف أنها موجودة ضمن مجال الشبكة وعلى استعداد لاستقبال حزم البيانات من المصدر، ومعرفة اتجاه الهدف من خلال العقدة المجاورة التي توصل هذا التأكيد للعقدة المصدر.

يبدأ هذا الطور عندما تريد عقدة ما الاتصال بعقدة أخرى، سواء كانت في نطاق بثها المباشر (ضمن العقد المجاورة)، أو تحتاج إلى عقدة وسطية أو أكثر للوصول إلى العقدة الهدف، حيث تقوم العقدة المصدر باختيار عقدتين من العقد المجاورة لترسل لها حزمة الاستكشاف discovery packet اذا لم تكن العقدة الهدف من ضمن العقد المجاورة، ويكون الاختيار بناء على العقدة ذات الحمل الأقل بشرط أن تكون درجة العقدة أكبر أو تساوي واحد، وذلك لضمان عدم انسياب الحزمة إلى عقد ميتة لا تفرع منها، وتحتوي حزمة الاستكشاف على المعلومات التالية:

نوع الحزمة عنوان العقدة .

عنوان العقدة المصدر وعنوان العقدة الهدف.

عنوان العقدة السابقة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

رقم الطلب

عدّاد المحاولة، تزداد قيمته عند فشل المحاولة، حتى تصل الزيادة إلى الحد الأعلى لها LIMIT ، حيث استخدمنا في هذا البحث (LIMIT = 4) .

المؤشر flag ، وله قيمتان DP_SEND في حال كانت الحزمة في مرحلة الاستكشاف، DP_ACK في حال كانت الحزمة في مرحلة التأكيد.

قائمة العقد المرسل معها other-list: الهدف من هذه القائمة أنه عندما يتم اختيار العقد التي سيتم الإرسال إليها فان الإرسال يتم على شكل unicast متتالي وكل حزمة يتم تخزين عنوان العقدة الأخرى التي أرسلت إليها معها في هذه القائمة، ونستفيد من ذلك بأن نقلل عدد التكرارات في إرسال نفس الحزمة.

قائمة العقد التي مرت عليها الحزمة traversed-list: وفي هذه القائمة يتم تخزين عناوين العقد التي تمر عليها الحزمة حتى تصل إلى الهدف وذلك لضمان عدم حدوث دورانات . يبين جدول(٣-٣) محتويات حزمة الاستكشاف.

نوع الحزمة	عنوان العقدة	عنوان المصدر	عنوان الهدف	عنوان العقدة السابقة
رقم الطلب	عدد المحاولة	مؤشرflag	قائمة العقد المرسل لها معها	قائمة العقد التي مرت الحزمة عليها

جدول(٣-٣) محتويات حزمة الاستكشاف

وفي هذه المرحلة هناك ثلاثة جداول على العقد هي:

- جدول الحزم الاستكشافية DpTable : يخزن في هذا الجدول الحزم الاستكشافية التي تمر على العقد الوسطية بما فيها العقدة المصدر

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

حيث تخزن نسخة من الحزمة فيها وذلك لمنع حدوث دورانات على العقد الوسطية.

- جدول الحزم الاستكشافية في العقدة المصدرSrcDpTable : يوجد هذا الجدول على العقدة المصدر فقط التي تنشئ الاتصال وذلك لمعرفة وصول تأكيد على الطلب أم لا ومعرفة قائمة بالأهداف التي تتصل معها العقدة المصدر، ويحتوي هذا الجدول على عنوان العقدة الهدف، ورقم الطلب، والمؤشر flag، يبين الجدول **(٣-٤)** محتويات جدول الحزم الاستكشافية في العقدة المصدر.

عنوان العقدة الهدف	رقم الطلب	المؤشر flag

جدول(٣-٤): محتويات جدول الحزم الاستكشافية في العقدة المصدر.

- جدول الحزم الاستكشافية على العقدة الهدف DpAckTable: يوجد هذا الجدول على العقدة الهدف فقط، عندما تصل أول حزمة استكشافية إلى الهدف؛ فأن الهدف يقوم بتغيير قيمة المؤشرflag في الحزمة من DP_SEND إلى القيمة DP_ACK، ثم يسجل معلوماتها في الجدول ويرسل الحزمة مرة أخرى إلى المصدر لتكون كتأكيد للمصدر ليبدأ بإرسال البيانات، وعندما تسجل المعلومات في الجدول فان الهدف بعد ذلك لا يرد على أي نسخة أخرى لنفس المصدر والطلب والمحاولة، وبالتالي يكون هناك تأكيد واحد فقط يرجع إلى المصدر، يحتوي الجدول على عنوان العقدة المصدر، رقم الطلب ورقم المحاولة، يبين جدول **(٣-٥)** محتويات جدول الحزمة الاستكشافية في الهدف.

عنوان العقدة المصدر	رقم الطلب	رقم المحاولة

جدول(٣-٥): محتويات جدول الحزمة الاستكشافية على الهدف.

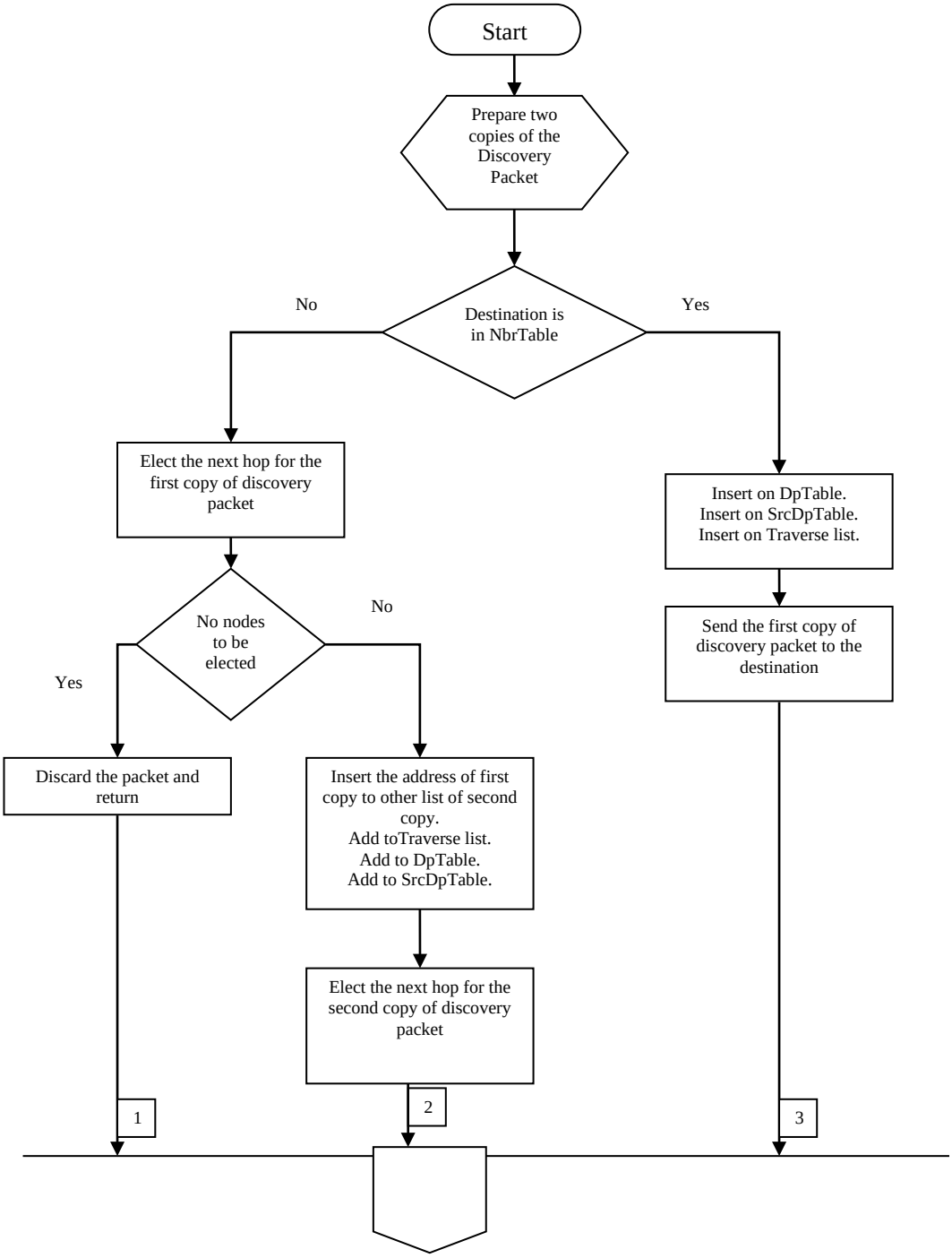
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

في نهاية هذه المرحلة تكون العقدة المصدر قد أرسلت حزمة الاستكشاف إلى الهدف وفي حال وجوده يعود التأكيد إلى المصدر، ومنها تبدأ العقدة المصدر بإرسال البيانات. أما إذا فشل المصدر بالوصول إلى الهدف لعدد من المحاولات مساويا لقيمة LIMIT بعد أن يترك بين كل محاولة وأخرى فترة زمنية محددة تسمح بذهاب الحزمة وعودتها بأطول مسار عبر الشبكة؛ فإنه يقال أن الهدف لا يمكن الوصول إليه و تسقط الحزم البيانات المراد إرسالها، ويبين الشكل **(٣-١)** والشكل **(٣-٢)** المخطط الانسيابي لمرحلة استكشاف الهدف، حيث يبين الشكل**(٣-١)** المخطط الانسيابي لعملية الإرسال في مرحلة الاستكشاف، حيث تقوم العقدة المصدر بتحضير حزمتين لكي يتم إرسالهما في عملية الاستكشاف، فإذا كان الهدف موجودا في جدول العقد المجاورة، فإنه يتم إرسال النسخة الأولى من الحزم الاستكشافية وتهمل الثانية، أما إذا لم يكن الهدف من ضمن العقد المجاورة فانه يتم انتخاب القفزة التالية للنسخة الأولى حسب المعايير التي ذكرناها سابقاً، فإذا لم تتوفر عقدة تنطبق عليها المعايير تهمل الحزمة وينتهي الإجراء بالفشل، أما إذا وجدت عقدة تنطبق عليها الشروط يتم إدخال المعلومات اللازمة إلى قائمة العقد التي مرت عليها الحزمة Traverse-list وقائمة العقد المرسل معها Other-list في النسخة الأولى من الحزمة الاستكشافية، وجدول الحزم الاستكشافية في المصدر SrcDpTable و جدول الحزم الاستكشافية DpTable في العقدة نفسها، ثم تقوم العقدة بانتخاب القفزة التالية للنسخة الثانية، فإذا لم تتوفر عقدة تنطبق عليها شروط الانتخاب فإنها تهمل ويتم إرسال النسخة الأولى إلى قفزتها التالية ويفعل المؤقت، أما إذا توفرت عقدة كقفزة تالية للنسخة الثانية فإنه يتم إدخال المعلومات اللازمة إلى قائمة العقد التي مرت عليها الحزمة وقائمة العقد المرسل معها في النسخة الثانية من الحزمة الاستكشافية، ويتم إرسال كلا من النسختين إلى القفزة التالية المخصصة لكل واحدة منها ويتم تفعيل المؤقت بانتظار الحصول على تأكيد أو انتهاء زمن انتظار المؤقت و إعادة المحاولة مرة أخرى ما لم تصل إلى الحد الأعلى للمحاولات. أما الشكل**(٣-٢)** فيبين المخطط

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

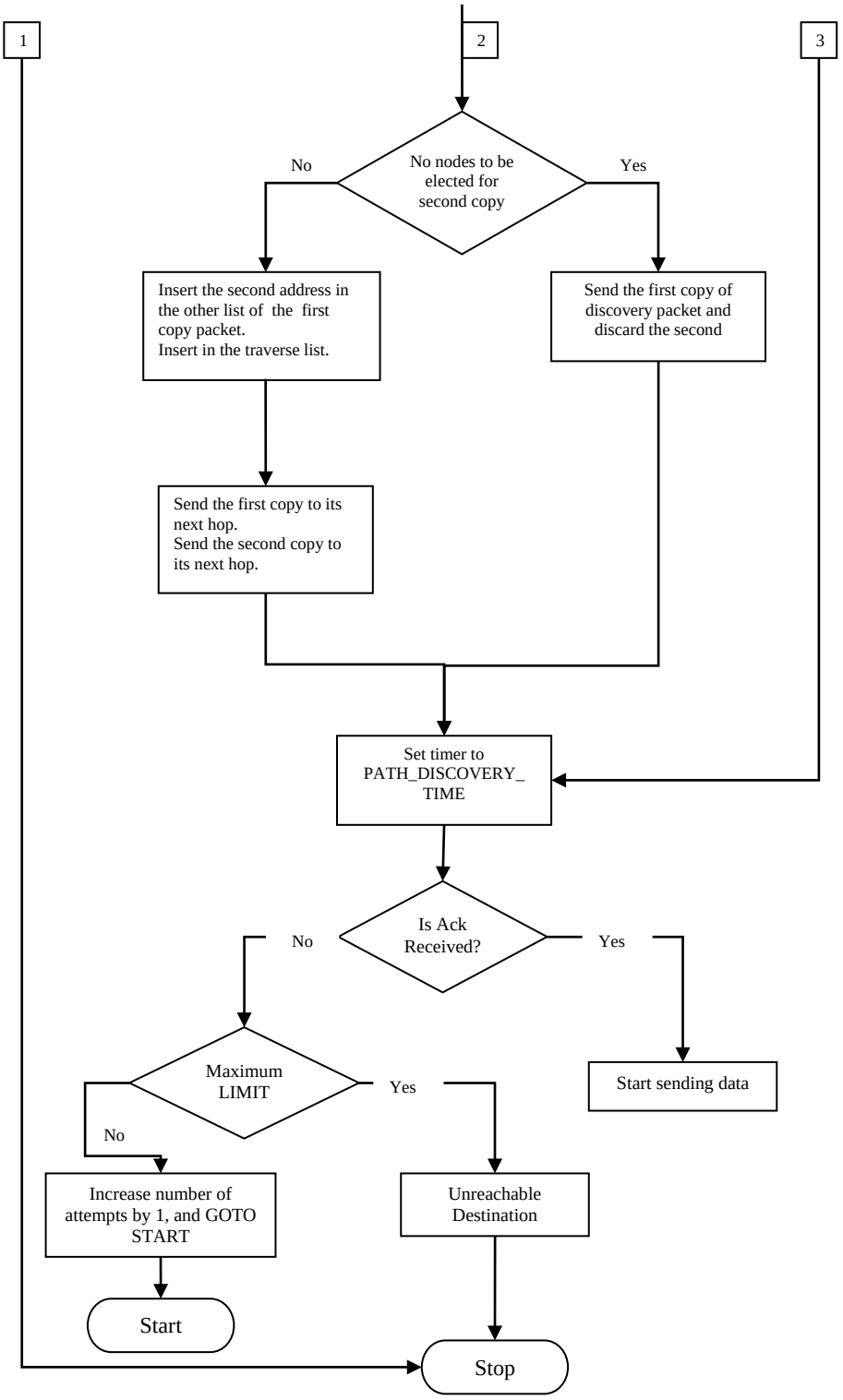
الانسيابي لعملية الاستقبال في مرحلة استكشاف الهدف، فعندما تستقبل عقدة ما الحزمة الاستكشافية تقوم بفحص جدول العقد المجاورة؛ فإذا كان الهدف عقدة مجاورة تقوم العقدة بإضافة المعلومات اللازمة في جدول الحزم الاستكشافية في العقدة وقائمة العقد التي مرت عليها الحزمة، ثم تقوم بإرسالها إلى العقدة الهدف، أما إذا لم يكن الهدف عقدة مجاورة وإنما كانت العقدة المستقبلة هي الهدف المطلوب فانه يتأكد من أن **الحزمة الاستكشافية المستقبلة لم يتم استقبال غيرها لنفس المصدر**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



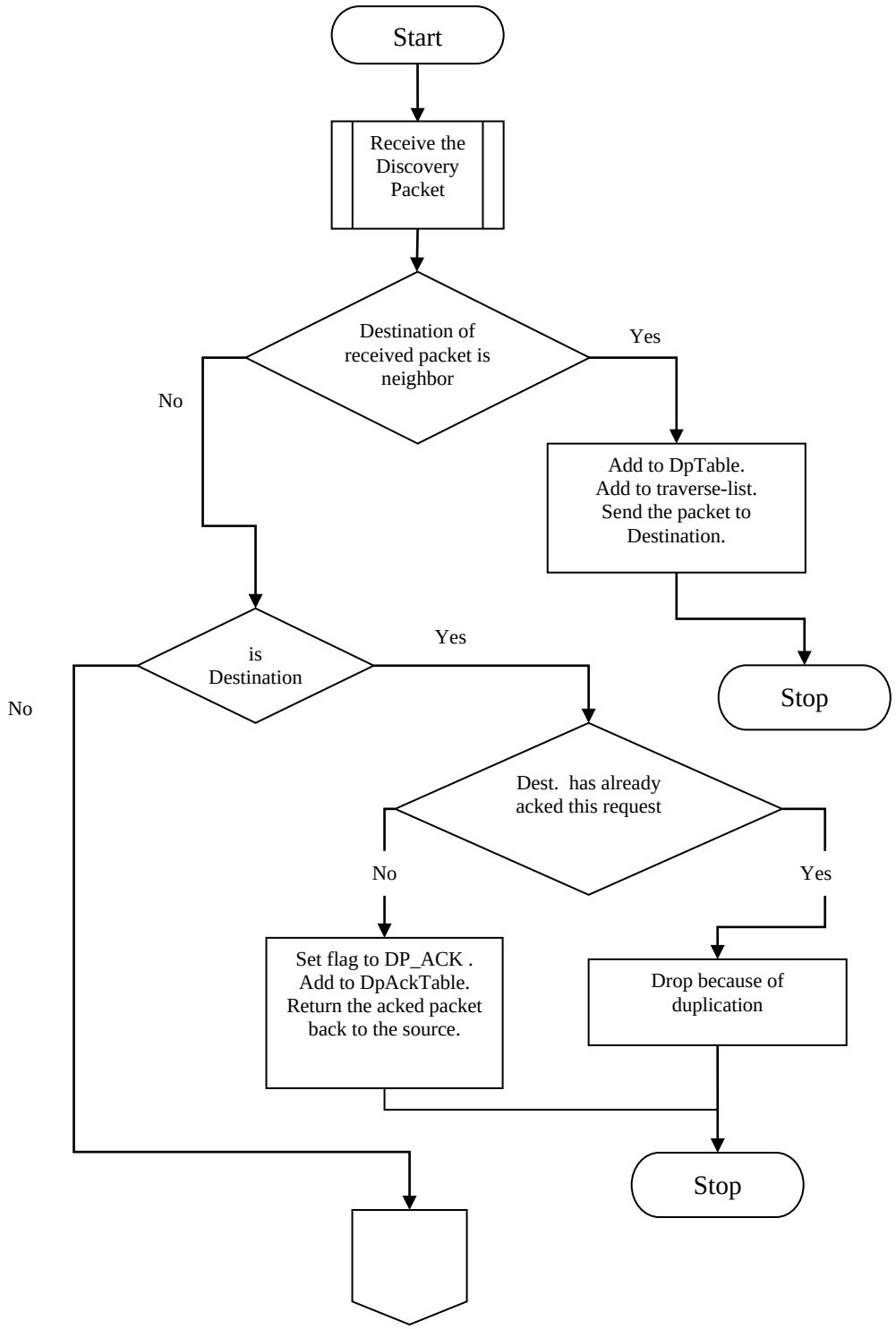
شكل(٣-١): المخطط الانسيابي لعملية إرسال الحزمة الاستكشافية وإعادة الإرسال (٢/١).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



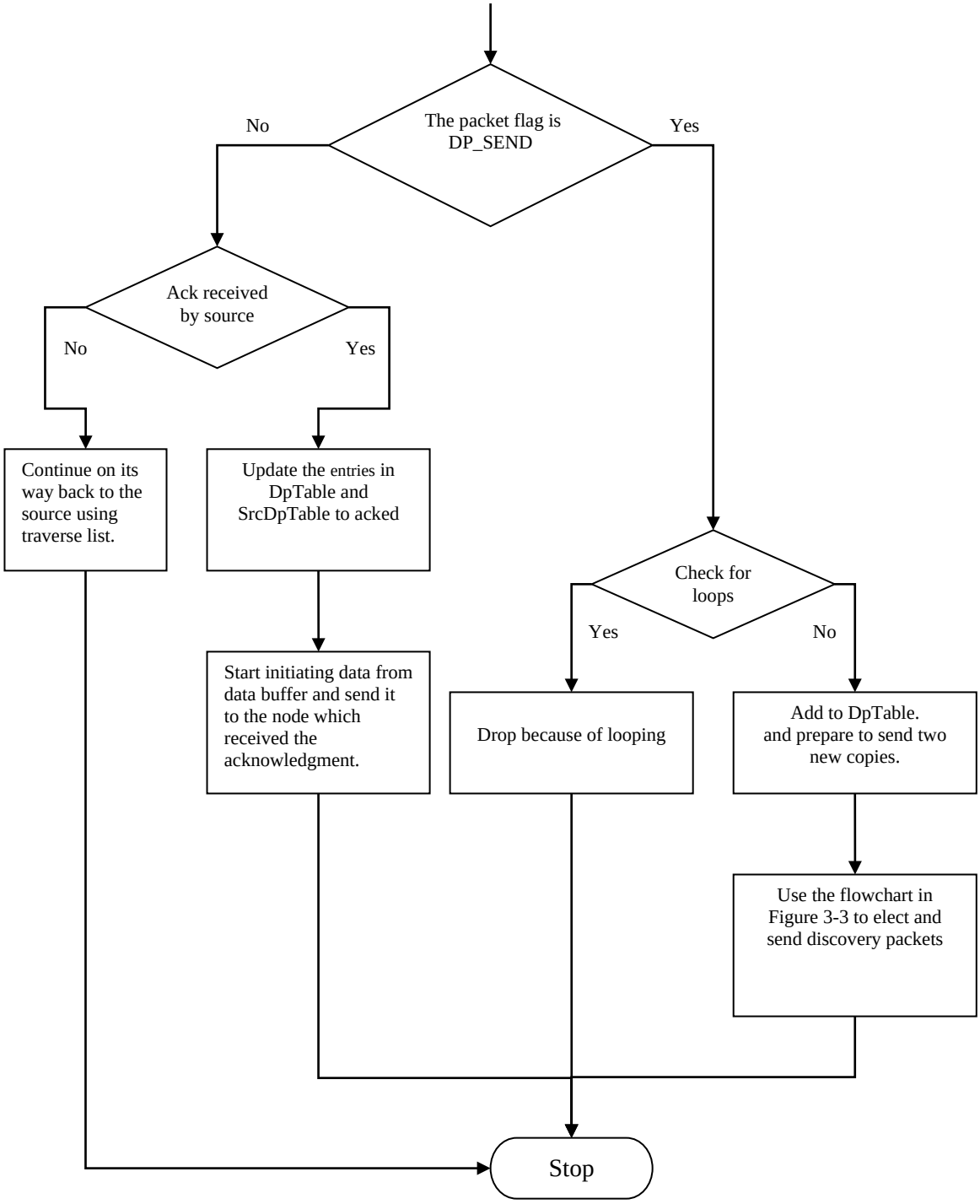
شكل(٣-١): المخطط الانسيابي لعملية إرسال الحزمة الاستكشافية وإعادة الإرسال(٢/٢).

www.manaraa.com



شكل(٣-٢): المخطط الانسيابي لعملية استقبال الحزمة الاستكشافية(٢/١).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٣-٢): المخطط الانسيابي لعملية استقبال الحزمة الاستكشافية(٢/٢).

www.manaraa.com

والطلب والمحاولة، فإذا تم استقبال غيرها فانه يهملها، أما إذا كانت أول حزمة مستقبلة لهذا الطلب؛ فإنه يقوم بإدخال المعلومات اللازمة إلى جدول الحزم الاستكشافية على العقدة الهدف ويغير المؤشر في الحزمة من DP_SEND إلى DP_ACK ثم يقوم بإرسالها إلى العقدة المصدر باستخدام قائمة العقد التي تم المرور عليها.

أما إذا لم تكن العقدة المستقبلة هدفاً فإنها ستكون عقدة وسطية وبالتالي ستتأكد العقدة أنها لم تستقبل أكثر من نسخة لنفس الحزمة فإذا كانت متكررة فتهملها حتى تمنع حدوث دوارانات، وإلا فإنها تقوم بإضافة المعلومات اللازمة على جدول الحزم الاستكشافية وتقوم بانتخاب عقدتين جديدتين كقفزة تالية كما تم توضيحه سابقاً في عملية إرسال الحزمة الاستكشافية دون تفعيل مؤقت على العقد الوسطية.

أما إذا وصلت حزمة استكشافية كتأكيد، أي تم تعديل مؤشرها إلى القيمة DP_ACK ووصلت إلى العقدة المصدر فإنها تبدأ بإرسال البيانات باتجاه العقدة التي استلمت منها التأكيد طالما كانت من العقد المجاورة، بعد أن تقوم بتعديل جدول الحزم الاستكشافية على المصدر وجدول الحزم الاستكشافية.

ثالثاً: طور إرسال البيانات Data Sending **:**

في هذه المرحلة تبدأ العقدة المصدر بإرسال حزم البيانات، حيث تقوم كل عقدة باتخاذ القرار بشكل منفصل لاختيار العقدة التالية؛ لأنه لا يوجد مسار محدد مسبقا لترسل عليه البيانات، حيث يتم اختيار القفزة التالية للحزم باستخدام نفس المعايير المستخدمة في انسياب حزم الاستكشاف، غير أنه لا يتم التأكيد على وصولها.

وفي هذه المرحلة هناك جدولان:

- جدول الحزم المرسلة Sent Packet Table: يوجد هذا الجدول على كل العقد ويخزن فيه الحزم التي تم إرسالها من العقدة سواء كانت عقدة مصدر أو عقدة وسطية، ويحتوي هذا الجدول على الحزمة التي أرسلت منها، ويستفاد من هذا الجدول بأن لا تقوم العقدة بإرسال الحزمة أكثر من مرة منها في حال وصلت إليها نفس الحزمة من طريقين مختلفتين.
- جدول الحزم المستقبلة Received Packet Table: يوجد هذا الجدول على العقدة الهدف فقط، حيث يخزن في هذا الجدول الحزم المستلمة إلى العقدة الهدف، ويستفاد منه بأن تقوم العقدة الهدف بتخزين كل حزمة مستلمة مرة واحدة فقط و تهمل أي حزم أخرى مماثلة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

و في هذا الطور هناك نموذجين مقترحين هما:

- النموذج أحادي الوجهة Single-Target-Model : وفي هذا النموذج تعتمد العقد في عملية التمرير آلية إرسال حزمة واحدة في كل مرة تقوم فيها العقدة بالتمرير، ويحتوي رأس حزمة البيانات في هذا النموذج على المعلومات التالية:

نوع الحزمة.

عنوان عقدة المصدر.

عنوان عقدة الهدف.

عنوان العقدة المجاورة التي وصل منها التأكيد لتكون هي العقدة التالية إذا كانت مازالت من العقد المجاورة، حيث تعطي تقريبا لاتجاه وجود الهدف، أما إذا لم تكن من عقد الجوار فأنها تأخذ العقدة على عاتقها أن تختار من جديد عقدة تالية، وهذا يستخدم فقط للعقدة المصدر.

رقم الطلب.

الرقم التسلسلي لحزمة البيانات.

الوقت الذي أرسلت فيه.

قائمة بعناوين العقد التي تمر عليها لتمنع حدوث دورانات، يبين جدول(٣-٦) محتويات حزمة البيانات.

نوع الحزمة	عنوان العقدة المصدر	عنوان العقدة الهدف	عنوان العقدة التي جاء منها التأكيد
رقم الطلب	الرقم التسلسلي للحزمة	وقت إرسال الحزمة	قائمة بعناوين العقد التي مرت عليها

جدول(٣-٦):محتويات حزمة البيانات في النموذج أحادي الوجهة.

يبين كل من الشكل (٣-٣) و (٣-٤) المخطط الانسيابي لمرحلة إرسال حزم البيانات في هذا النموذج أحادي الوجهة، حيث يوضح الشكل (٣-٣) المخطط الانسيابي لعملية إرسال حزم البيانات التي تبدأ بتحضير الحزمة، ثم تقوم العقدة بفحص جدول العقد المجاورة فيما إذا كان الهدف موجودا فيها، فإذا كان الهدف عقدة مجاورة يتم إدخال المعلومات اللازمة إلى جدول الحزم المرسلة و قائمة العقد التي تمر عليها الحزمة، وترسل الحزمة إلى الهدف، أما إذا لم يكن الهدف عقدة مجاورة فانه يتم التأكد من أن العقدة التي وصل منها التأكيد مازالت موجودة في جدول العقد المجاورة، فإذا كانت موجودة فانه يتم الإرسال إليها، أما إذا لم تكن عقدة مجاورة فان العقدة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تنتخب عقدة جديدة كقفزة تالية للحزمة بناء على المعايير المذكورة سابقاً في طور استكشاف الهدف، وتدخل المعلومات اللازمة على جدول الحزم المرسلة وقائمة العقد التي مرت عليها الحزمة، وإذا لم تتوفر عقدة فيها المعايير المطلوبة فانه لا ترسل الحزمة.

أما الشكل (٣-٤) فيبين المخطط الانسيابي لعملية استقبال حزم البيانات الذي يبدأ باستقبال الحزمة، ثم يتم التأكد فيما إذا كان الهدف عقدة مجاورة، فإذا كان عقدة مجاورة ترسل إليه الحزمة مباشرة بعد إدخال المعلومات اللازمة إلى جدول الحزم المرسلة وقائمة العقد التي مرت عليها الحزمة، وإذا لم يكن الهدف عقدة مجاورة فإنه يتم التأكد من أن العقدة التي استقبلت الحزمة هي الهدف أم لا، فإذا كانت الهدف فإنها تتأكد أنها لم تستقبل مثلها من قبل وعندها تدخلها إلى جدول الحزم المستقبلة، أما إذا كانت قد استقبلت غيرها - وهذا من المفترض عدم حدوثه لأنه توجد فقط نسخة واحدة من حزمة البيانات المرسلة على الشبكة- فإنها تقوم بإهمالها، أما إذا لم تكن العقدة المستقبلة هي الهدف وكانت عقدة وسطية فإنها تتأكد من عدم حدوث دوارانات والتي تهمل الحزمة في هذه الحالة، فإذا لم تكن العقدة قد استلمت الحزمة من قبل فإنها تنتخب عقدة جديدة كقفزة تالية وترسل إليها الحزمة.

- النموذج ثنائي الوجهة Double-Target-Model : أما هذا النموذج فتقوم العقد فيه بتطبيق آلية إرسال نسختين عند عملية تمرير الحزم وبتطبيق نفس المعايير المذكورة سابقاً وبنفس الطريقة المستخدمة في طور استكشاف الهدف عند اختيار القفزة التالية، وبذلك فان رأس حزم البيانات سيتغير حيث يحتوي على المعلومات التالية:

نوع الحزمة.

عنوان عقدة المصدر.

عنوان عقدة الهدف.

عنوان العقدة المجاورة التي وصل منها التأكيد لتكون هي العقدة التالية إذا كانت مازالت من العقد المجاورة، حيث تعطي تقريبا لاتجاه وجود الهدف، أما إذا لم تكن من عقد الجوار فأنها تأخذ العقدة على عاتقها أن تختار من جديد عقدة تالية وهذا يستخدم فقط للعقدة المصدر.

رقم الطلب.

الرقم التسلسلي لحزمة البيانات.

الوقت الذي أرسلت فيه.

قائمة بعناوين العقد التي تمر عليها لتمنع حدوث دوارانات.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

قائمة بعناوين العقد التي أرسلت إليها النسخة الثانية ، يبين جدول(٣-٧) محتويات حزمة البيانات.

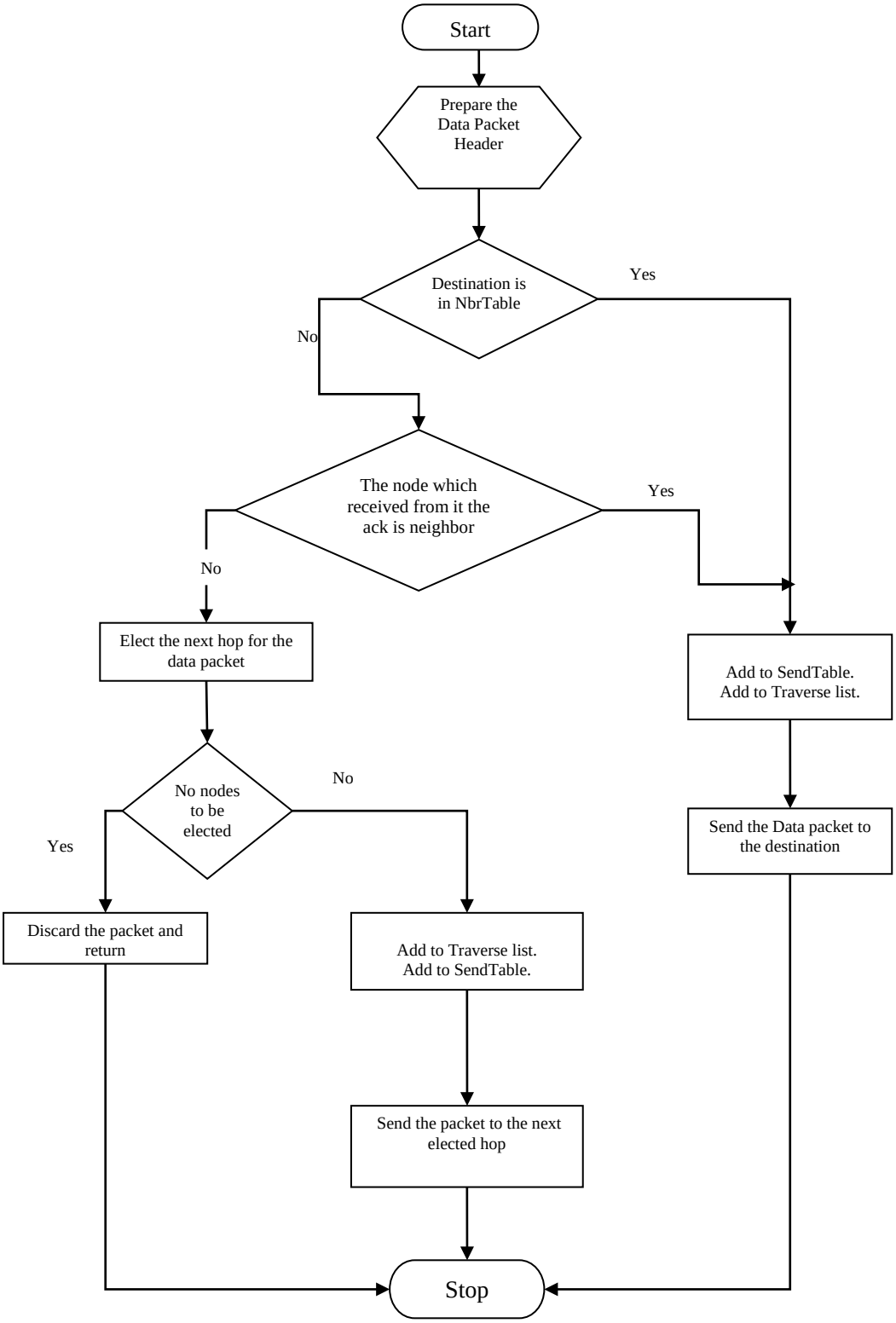
نوع الحزمة	عنوان العقدة المصدر	عنوان العقدة الهدف	عنوان العقدة التي جاء منها التأكيد
رقم الطلب	الرقم التسلسلي للحزمة	وقت إرسال الحزمة	قائمة بعناوين العقد التي مرت عليها
قائمة بعناوين العقد التي أرسلت لها النسخة الثانية			

جدول(٣-٧):محتويات حزمة البيانات في النموذج ثنائي الوجهة.

يبين كل من الشكل (٣-٥) و (٣-٦) المخطط الانسيابي لمرحلة إرسال حزم البيانات في النموذج ثنائي الوجهة، حيث يوضح الشكل (٣-٥) المخطط الانسيابي لعملية إرسال حزم البيانات التي تبدأ بتحضير الحزمة، ثم تقوم العقدة بفحص جدول العقد المجاورة فيما إذا كان الهدف موجودا فيها، فإذا كان الهدف عقدة مجاورة يتم إدخال المعلومات اللازمة إلى جدول الحزم المرسلة و قائمة العقد التي تمر عليها الحزمة، وترسل الحزمة إلى الهدف، أما إذا لم يكن الهدف عقدة مجاورة فانه يتم التأكد من أن العقدة التي وصل منها التأكيد مازالت موجودة في جدول العقد المجاورة، فإذا كانت موجودة فانه يتم الإرسال إليها، أما إذا لم تكن عقدة مجاورة فان العقدة تنتخب عقدتين جديدتين كحد أقصى لتكون قفزة تالية للحزمة بناء على المعايير المذكورة سابقاً في طور استكشاف الهدف، وتدخل المعلومات اللازمة على جدول الحزم المرسلة وقائمة العقد التي مرت عليها الحزمة وقائمة العقد المرسل لها معها، وإذا لم تتوفر عقد فيها المعايير المطلوبة فانه لا ترسل الحزمة.

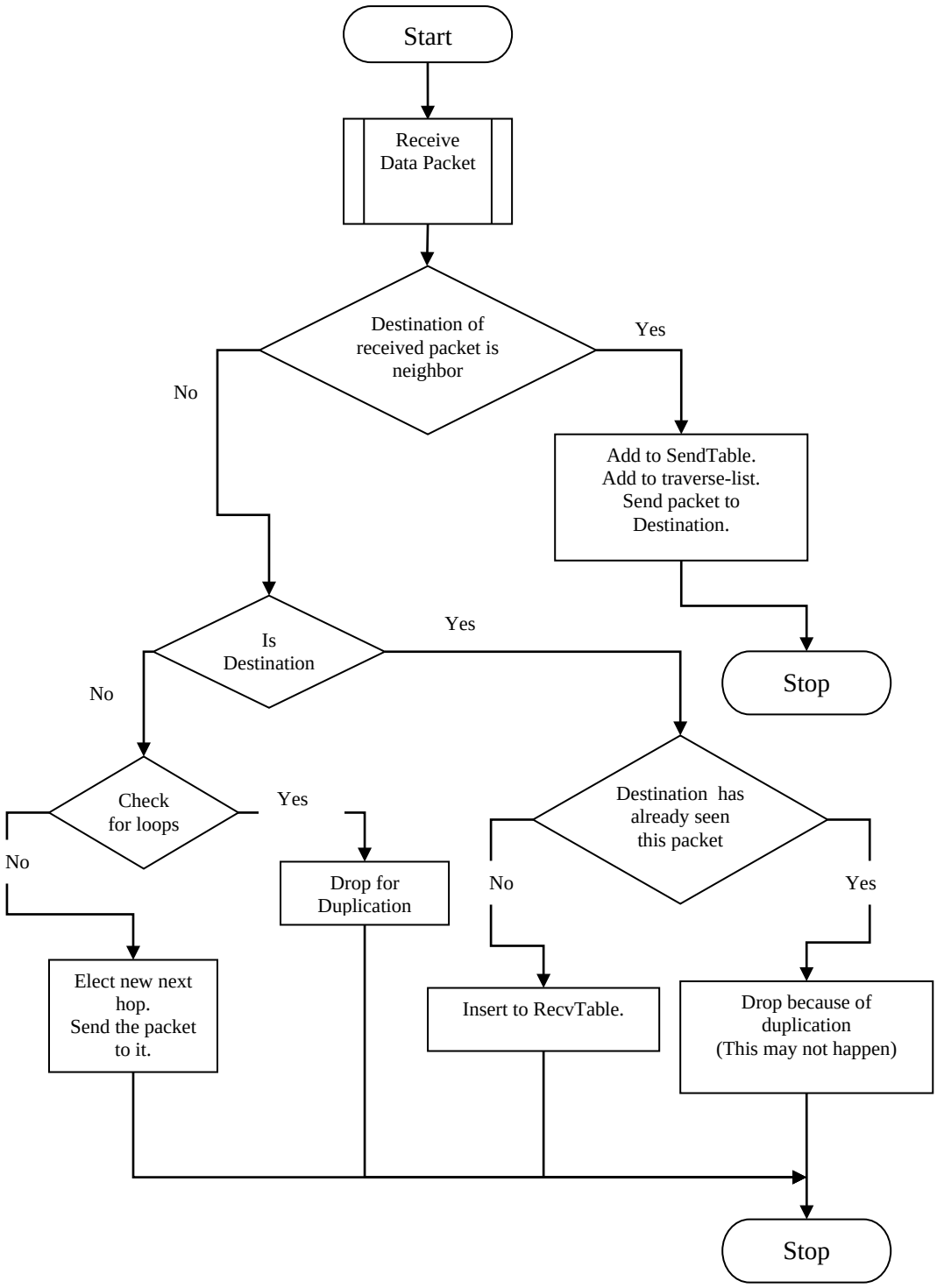
أما الشكل (٣-٦) فيبين المخطط الانسيابي لعملية استقبال حزم البيانات الذي يبدأ باستقبال الحزمة، ثم يتم التأكد فيما إذا كان الهدف عقدة مجاورة، فإذا كان عقدة مجاورة ترسل إليه الحزمة مباشرة بعد إدخال المعلومات اللازمة إلى جدول الحزم المرسلة وقائمة العقد التي مرت عليها الحزمة، وإذا لم يكن الهدف عقدة مجاورة فإنه يتم التأكد من أن العقدة التي استقبلت الحزمة هي الهدف أم لا، فإذا كانت الهدف فإنها تتأكد أنها لم تستقبل مثلها من قبل وعندها تدخلها إلى جدول الحزم المستقبلة، أما إذا كانت قد استقبلت غيرها فإنها تقوم بإهمالها، أما إذا لم تكن العقدة المستقبلة هي الهدف وكانت عقدة وسطية فإنها تتأكد من عدم حدوث دورانات والتي تهمل الحزمة في هذه الحالة، فإذا لم تكن العقدة قد استلمت الحزمة من قبل فإنها تنتخب عقدتين جديدتين كقفزة تالية وترسل إليهما الحزمة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



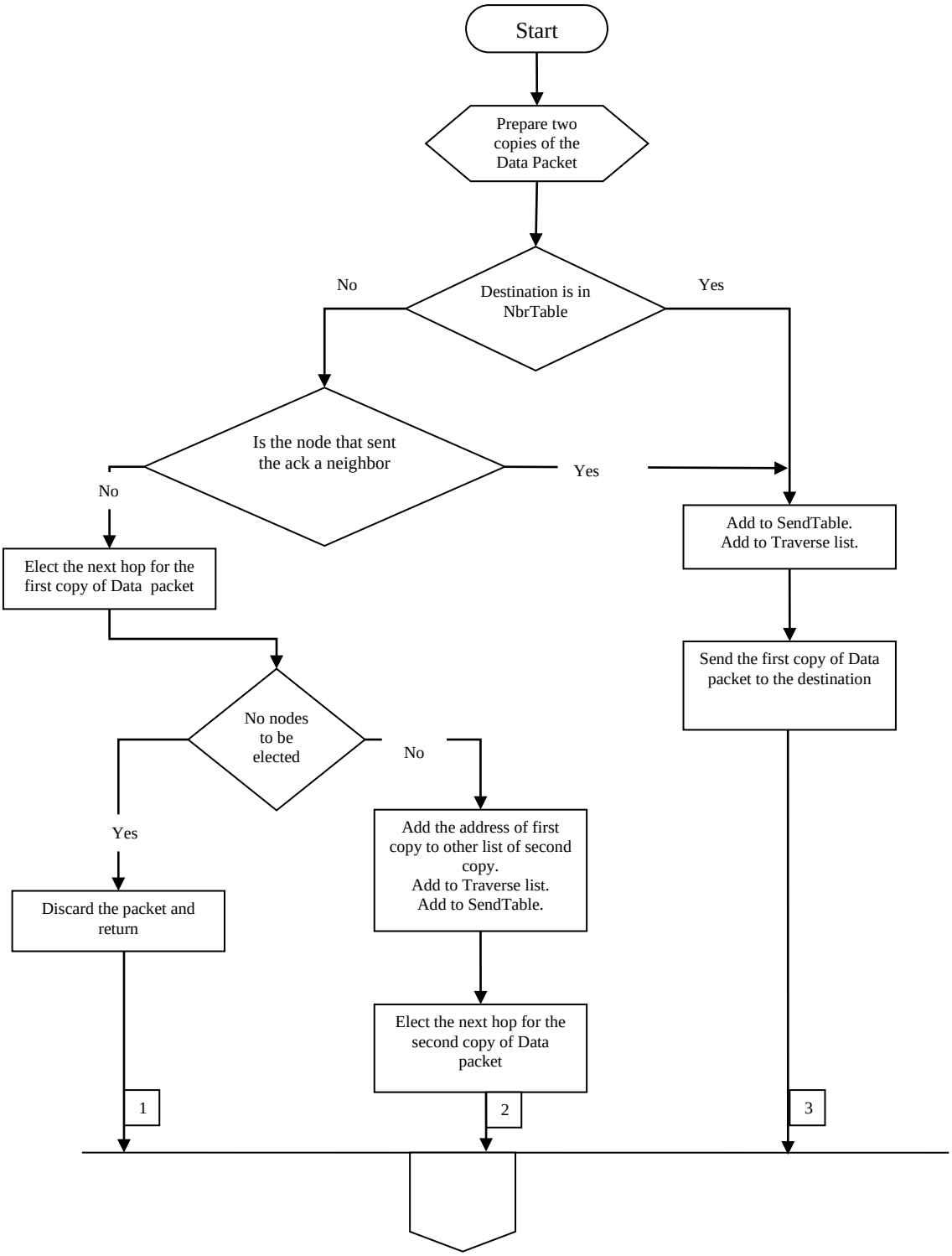
شكل(٣-٣):المخطط الانسيابي لعملية إرسال حزم البيانات في النموذج أحادي الوجهة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



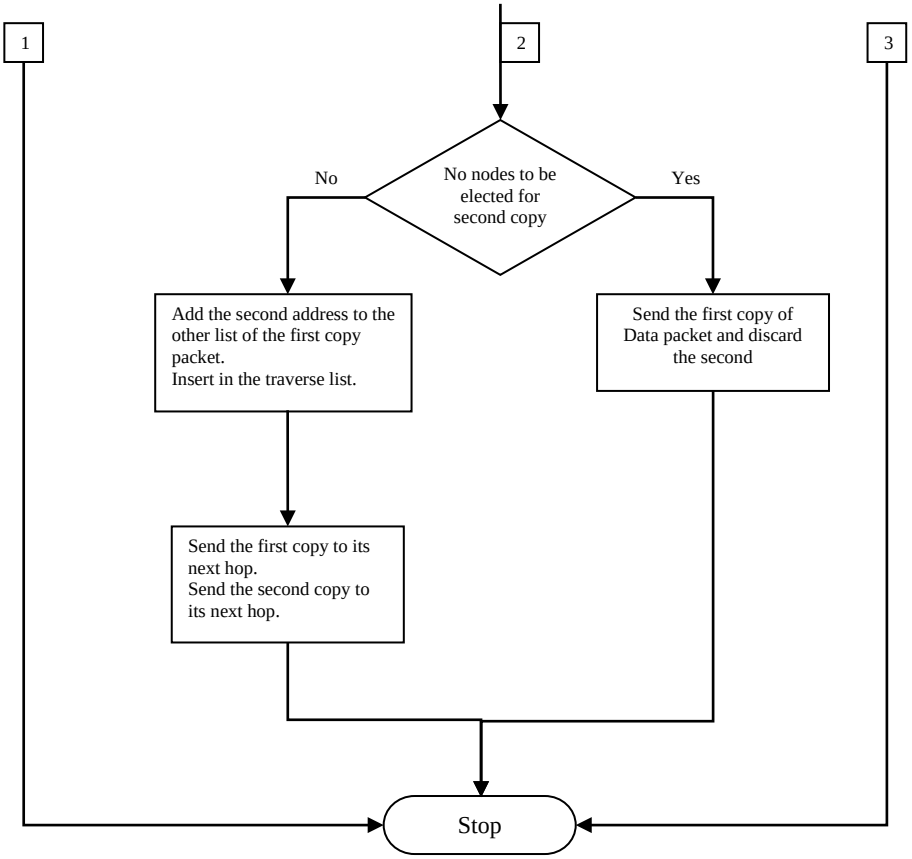
شكل(٣-٤): المخطط الانسيابي لعملية استقبال حزم البيانات في النموذج أحادي الوجهة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



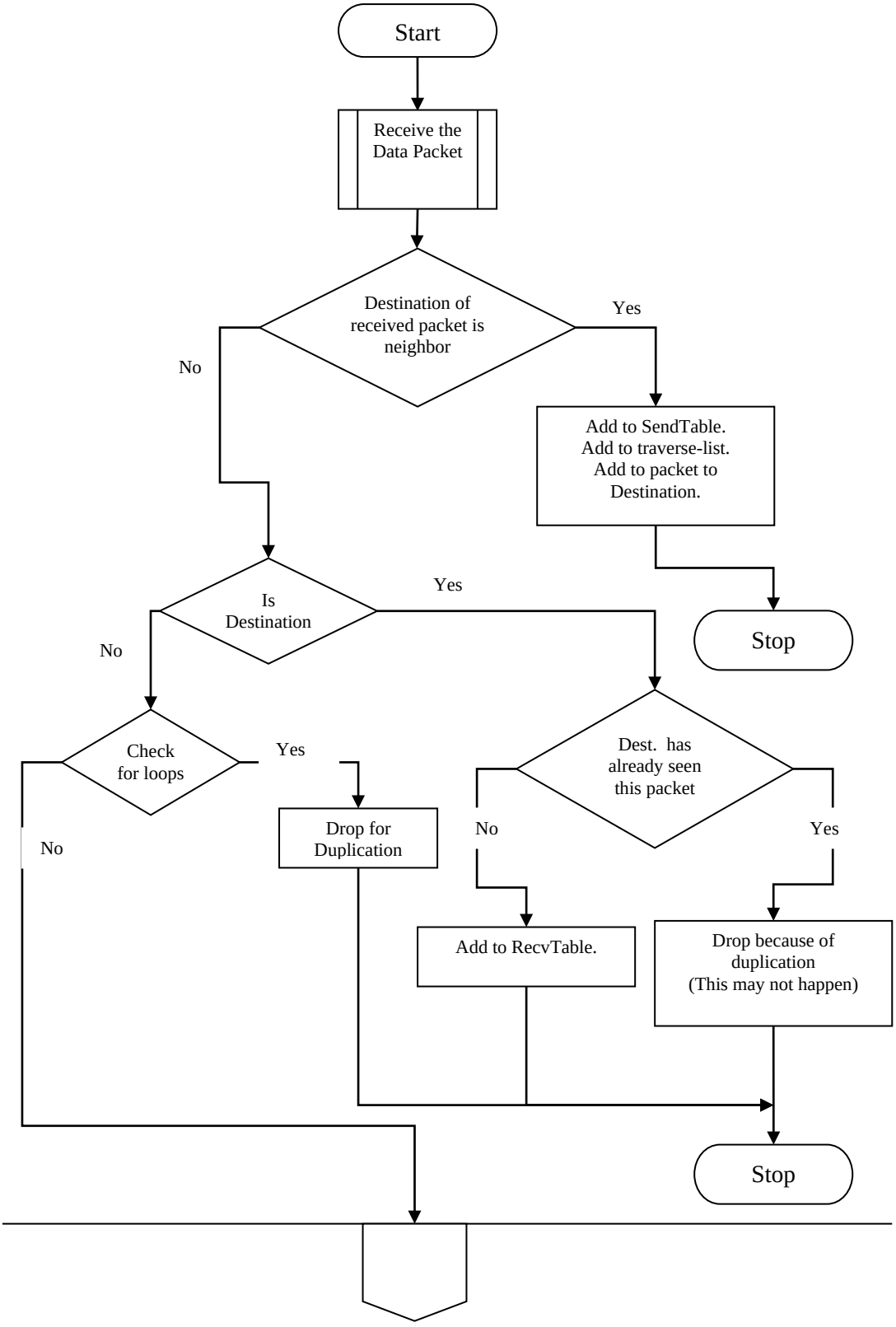
شكل(٣-٥):المخطط الانسيابي لعملية إرسال حزم البيانات في النموذج ثنائي الوجهة(٢/١).

www.manaraa.com



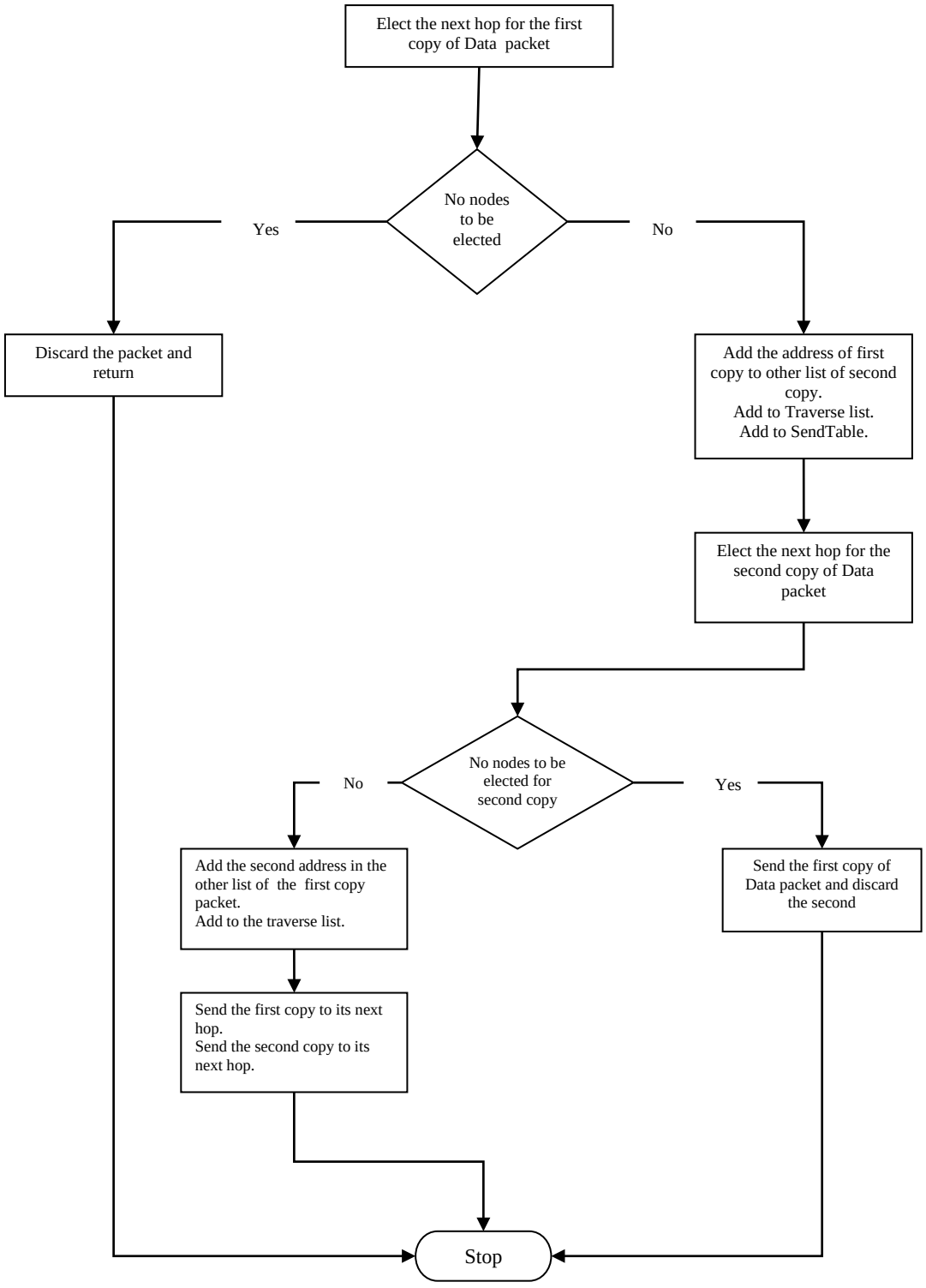
شكل(٣-٥):المخطط الانسيابي لعملية إرسال حزم البيانات في النموذج ثنائي الوجهة(٢/٢).

www.manaraa.com



شكل(٣-٦): المخطط الانسيابي لعملية استقبال حزم البيانات في النموذج ثنائي الوجهة(٢/١).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٣-٦): المخطط الانسيابي لعملية استقبال حزم البيانات في النموذج ثنائي الوجهة(٢/٢).

www.manaraa.com

الفصل الرابع

المحاكاة

تقديم

بعد التصميم النظري للخوارزمية فانه لابد من قياس أداء البروتوكول من الناحية العملية، ومقارنته مع غيره من البروتوكولات الأخرى، ولذلك لابد من استخدام محاكي شبكات لاختبار أداء البروتوكولات موضوع الدراسة وتأثير بعض العوامل المهمة بالنسبة لطبيعة الشبكات الآنية، مثل قياس كفاءة الخوارزمية بالنسبة لتسليم الحزم Packets ، ونسبه استخدام مصادر الطاقة Battery-power وتأثير حركة العقد node mobility و سرعتها على أداء الخوارزمية.

سيتم اختيار بروتوكولات مشهورة و مستخدمة سابقاً، حتى تكون عملية المحاكاة دقيقة، ولكي يتمكن الباحثون الآخرون من تكرار ما قام به زملاؤهم ومقارنة النتائج التي حصلوا عليها مع نتائج الدراسات السابقة ومقارنة نتائج دراساتهم مع بقية الدراسات بطريقة سهلة [الصغير، ٢٠٠٤].

٤-١- مقارنة بين NS-2 و GlomoSim

أشهر المحاكيات في مجال الشبكات الآنية هي NS-2 و GlomoSim ، والجدول(١) يوضح مقارنة بين هذين المحاكيين[Sulistio, et al, 2003].

وجه المقارنة	NS-2	GlomoSim
الجهة التي طورته	جامعة كاليفورنيا، بيركيلي، أمريكا	جامعة كاليفورنيا، لوس أنجلوس، أمريكا
أنواع الشبكات التي يقوم بمحكاتها	الشبكات السلكيه واللاسلكيه	الشبكات اللاسلكيه المتنقله
الاستخدام	محاكي	محاكي
نوع المحاكاة	(Static-discrete Deterministic)	(Static-discrete deterministic)

جدول(٤-١): مقارنة بين NS-2 و GlomoSim (٢/١)

محرك الحدث	تسلسلي، موجهة حسب الحدث	تسلسلي ومتوازي و موجه حسب

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

	Serial, event-driven	serial and parallel, **الحدث** event-driven
(modeling framework)	**بناء على الكيان والحدث** entity-based, event-based	**بناء على الكيان والحدث**
النظام البرمجي المستخدم	**لغة الكيانات الموجهة** Object-Oriented C++	**اللغات المهيكلة** Structured language C
اللغة المساندة	TCL Tool Command Language (script language)	PARSEC **لغة برمجة متوازية**
تصميم البيئه	**لغة** language	**مكتبي** Library
واجهة المستخدم	**غير مرئيه** Non-visual	**رسوم متحركة** Animation

جدول(٤-١): مقارنة بين NS-2 **و** GlomoSim **(٢/٢)**

وقد تم اختيار المحاكي GlomoSim **وذلك لمزاياه من حيث سهولة الاستخدام ووضوح التركيب الهيكلي والبرمجي له، و كذلك سهولة إضافة بروتوكول جديد عليه، ولاختصاصه أيضا بمحاكاة الشبكات اللاسلكية الآنية المتنقلة .**

٤-٢- المحاكي GlomoSim

GlomoSim ([Nuevo, 2003]

تم تطوير هذا المحاكي في مختبرات الحسابات المتوازية في جامعة كاليفورنيا في لوس أنجلوس [الخزاعلة، ٢٠٠٥]، وتستخدم هذه النسخة فقط للأغراض الأكاديمية، وللحصول عليه يمكن الدخول إلى الموقع :

http://pcl.cs.ucla.edu/projects/glomosim/acadimic/licence.html

كما أنه تم تطوير هذا المحاكي إلى نسخة تجارية من خلال شركة تسمى Scalable Network Technologies **، وللحصول على معلومات إضافية عن هذا المنتج يمكن الدخول الى الموقع :** [Kellehr, 2004] http://www.scalable-networks.com **.**

يتميز هذا المحاكي بأنه مصمم بشكل هيكلي طبقي، بحيث يسمح باضافة بروتوكولات جديدة بكل سهوله وعلى أية طبقه من الطبقات، كما أنه يمكن تنفيذه بشكل متسلسل أو متوازي

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وذلك بسبب تطويره باستخدام PARSEC ولغة البرمجة الهيكلية C ، ويسمح بتنفيذ محاكاة لشبكات تحتوي على عدد كبير من العقد قد يصل إلى مئة ألف عقدة ولمختلف أنواع تراكيب الشبكات وبسرعة تنفيذ منطقية ومقبولة [Neuvo, 2003]، ويمكن تشغيله على أنظمة التشغيل المختلفة، واخترنا نظام التشغيل WindowsXP لتشغيل المحاكي في دراستنا .

٤-٢-١- هيكلية GlomoSim

(GlomoSim Architecture)

تم تصميم هذا المحاكي بشكل طبقي شبيه بهيكلية OSI Model ذو السبع طبقات، جدول(٢) يوضح هذه الطبقات والبروتوكولات التي يوفرها المحاكي في كل طبقة [Rooney, 2004]

layer	Protocol
Application	CBR, FTP, HTTP and Telnet
Transport	TCP and UDP
Network (Routing)	IP with AODV, Bellman-Ford, DSR, Fisheye, LAR scheme 1, ODMRP, WRP
Data Link (MAC)	CSMA, IEEE 802.11 and MACA
Physical (Radio Propagation)	Two Ray and Free Space

جدول(٤-٢) : هيكلية المحاكي والبروتوكولات و النماذج المتوفرة في كل طبقة

٤-٢-٢-البنية الداخلية للمحاكي

يقسم المحاكي من الناحية التطبيقية إلى الأقسام التالية [Rooney, 2004] :

doc/: يحتوي على الوثائق الخاصه بالمحاكي.

scenarios/: يحتوي على أمثلة عن إعدادات الهيكلية.

main/: يحتوي على ملفات أطر التشغيل framework الأساسية للمحاكي.

bin/: يحتوي على الملفات التنفيذية والادخال والاخراج.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

include/:**يحتوي على الملفات** (header files).

application/: **يحتوي على برمجة طبقة التطبيقات التي تنشئ حزم البيانات.**

transport/: **يحتوي على برمجة طبقة النقل.**

network/: **يحتوي على برمجة طبقة الشبكة والتمرير**[1]

mac/: **يحتوي على برمجة طبقة الوصل، وتحتوي على البروتوكول** 802.11b.

radio/: **يحتوي على برمجة الطبقة المادية.**

٤-٣- مدخلات المحاكاة

٤-٣-١- بيئة المحاكاة

قمنا في المحاكاة بتطبيق الخوارزمية بنموذجيها المقترحين على نوعين من الشبكات اللاسلكية الآذية، النوع الأول يتكون من ٣٠ عقدة لاسلكية متحركة تتنقل في مساحة محاكاة أبعادها (٧٠٠ X ٥٠٠متر) ، ولزمن محاكاة مقداره (٦٠٠ ثانية)، وبمدى إرسال راديوي يبلغ (١٨٠ مترا) تقريباً لكل عقدة وهذا النوع يمثل الشبكات الصغيرة والمتوسطة ، أما النوع الثاني فيتكون من ٥٠ عقدة لاسلكية متحركة تتنقل في مساحة محاكاة أبعادها(١٠٠٠X١٠٠٠متر)، ولزمن محاكاة مقداره (٦٠٠ ثانية) وفي اختبارات أخرى اخترنا زمن المحاكاة مقداره (٩٠٠ ثانية)، وبمدى إرسال راديوي يبلغ (٢٥٠مترا) تقريباً، و هذا المشهد يمثل الشبكات الضخمة، واستخدمنا سعة النطاق للقنوات مقدارها (٢ ميجابت/ثانية). يوفر المحاكي (GloMoSim) معاملا لضمان عشوائية متنوعة في توزيع العقد على مساحة المحاكاة وفي حركة هذه العقد أثناء زمن المحاكاة ، حيث يتم تكرار تنفيذ عملية المحاكاة لعدة مرات مع تغيير قيمة هذا المعامل في كل مرة، و يؤخذ الوسط الحسابي لنتائج عمليات التنفيذ هذه كنتيجة نهائيه. قمنا بتكرار تنفيذ المحاكاة (١٠ مرات) لكل سيناريو.

استخدمنا الاستراتيجية العشوائية لمواقع العقد (Random Node Placement). استخدمنا نموذج الوجهة العشوائية (Random-Waypoint Model) لحركة العقد في مساحة المحاكاة ، حيث تقوم العقدة باختيار وجهة عشوائية تقع داخل مساحة المحاكاة ، ثم تتحرك باتجاه تلك الوجهة بسرعة يتم اختيارها عشوائيا من مدى معين، وعندما تصل العقدة إلى وجهتها فإنها

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تتوقف لفترة من الزمن حددناها بمقدار(٣٠ ثانية)، ومن ثم تتحرك من جديد إلى وجهة أخرى، وسيتم تحديد المدى الذي تختار منه العقدة سرعتها لاحقا لأنه سيتم دراسة تأثيره على كفاءة الخوارزمية.

ولقد اخترنا هذه المقاييس لبيئة المحاكاة على اعتبار تطبيق المحاكاة على شبكات متوسطة الحجم.

٤-٣-٢-بروتوكول التحكم بطبقة الوصل إلى الوسط (MAC)

هذا النوع من الشبكات يستخدم وسط إرسال مشترك (Shared Transmission Medium) ولذلك هناك حاجة لاستخدام بروتوكولات قادرة على التحكم في الوصول إلى قنوات الاتصال بصورة جيدة و فعالة، ويلعب هذا النوع من البروتوكولات دورا مهما في تجنب حدوث التصادم والتزاحم وانقطاع المسارات، ورغم وجود العديد من البروتوكولات لكن لم تستطع السيطرة على طبيعة الشبكة الآنية والتعامل مع حركة العقد المتكررة ومحدودية سعة النطاق وتجنب عمليات التصادم نتيجة عدم سماع طلب الإرسال والموافقة عليه (RTS/CTS) للعقد التي تقع خارج نطاق بعضها [الصغير، ٢٠٠٤]، كما أن الإرسال يتطلب من العقدة المستقبلة أن ترسل تأكيداً (ACK) عند استلام الحزمة، أو ترسل تأكيدا سالباً (NACK) وذلك لطلب إعادة إرسال الحزمة مرة أخرى وهذا يزيد من التزاحم والتصادم ويؤثر على سعة النطاق و يجعل البروتوكول غير قابل للنمو[الصغير، ٢٠٠٤]، وقد طورت العديد من البروتوكولات لتحسين أداء طبقة الوصل، وقد استخدمنا البروتوكول (IEEE802.11) وهو أفضل البروتوكولات المتوفرة مع المحاكي والتي تناسب طبيعة الشبكات اللاسلكية الآنية.

٤-٣-٣- بروتوكول طبقة التطبيقات (Application)

استخدمنا (Constant Bit Rate CBR) وذلك كمصدر للبيانات في العقد المصدرية. اخترنا حجم حزم البيانات المرسلة عن طريق (CBR) لتكون (٢٥٦ بايت).

ويبين الجدول(٤-٣) ملخصاً للنموذج أو البروتوكول المستخدم في كل طبقة من الطبقات التي يتكون منها المحاكي (GloMoSim)، ومعظم الدراسات السابقة استخدمت هذه النماذج في محاكاتها.

الطبقة	النموذج أو البروتوكول المستخدم
التطبيقات (Application)	CBR

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

النقل (Transport)	UDP
التمرير (Routing)	Suggested Routing Algorithm
التحكم بالوسط (MAC)	IEEE 802.11
الماديـــــة (Radio Propagation)	Free Space

جدول(٤-٣):تلخيص لما استخدمته الدراسة في كل طبقة من المحاكي

ويبين الجدول(٤-٤) بعض القيم المستخدمة لمحاكاة البروتوكول المقترح، وهذه القيم هي قيم تجريبية.

فترة الفاصلة بين رسالة تعريفية وأخرى	١٠٠٠ م.ثانية
عدد حزم التعريف المسموح لها بالضياع	٤ حزم
التشويش على النشر Broadcast-jitter	١٠٠ م. ثانية
وقت المرور على العقدة	٤٠ م. ثانية

جدول(٤-٤):بعض القيم المستخدمة لمحاكاة البروتوكول المقترح.

٤-٤- عمل المحاكي

يقوم المحاكي عند تنفيذه بقراءة المدخلات من ملف الإعداد Config.in. يحتوي ملف الإعداد على القيم التي تحدد بيئة المحاكاة ، كعدد العقد المستخدمة ومساحة المحاكاة وزمن المحاكاة ونوع البروتوكول المستخدم في كل طبقة من الطبقات والإستراتيجية المستخدمة لتوزيع العقد على مساحة المحاكاة ونموذج حركة العقد وسرعتها وغيرها من المدخلات اللازمة لتعريف بيئة المحاكاة.

يحدد ملف الإعداد اسم الملف الذي يقوم بعمل السيناريو الذي يحتوي على معلومات خاصة بطبقة التطبيقات و هي نوع التطبيق المستخدم وعنوان المصدر و عنوان وجهته وحجم حزم البيانات و زمن التوقف و زمن البدء بالإرسال وزمن الانتهاء.

ينتج بعد إنتهاء تنفيذ عملية المحاكاة ملف مخرجات glomo.stat يحتوي على معلومات إحصائية لكل عقدة في الشبكة اللاسلكية الآنية. يعطي المحاكي 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

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

التطبيقات أن نحسب متوسط زمن التأخير لحزم البيانات المستلمة. ونستطيع أن نحسب نسبة تسليم الحزم وكلفة التحكم الإضافية وكلفة تمرير حزم البيانات من خلال المعلومات الإحصائية الخاصة بطبقة التمرير.

٤-٥- مقاييس تقييم الأداء المستخدمة

تستخدم هذه الدراسة مجموعة من المقاييس التي استخدمت في معظم الدراسات السابقة، وتم تحديد هذه المقاييس من قبل مجموعة من الباحثين والمتخصصين في الشبكات الآنية (MANETs) [Corson and Macker, 1999]، وفيما يلي المقاييس المستخدمة ووصف لهذه المقاييس.

نسبة تسليم الحزم packet-delivery-ratio:

وهي النسبة بين عدد حزم البيانات الواصلة إلى الهدف إلى العدد الكلي الذي من المفترض وصوله إلى الهدف، ونستفيد من هذا المقياس بأن نعرف مدى كفاءة البروتوكول في تسليم البيانات إلى وجهاتها داخل الشبكة.

متوسط زمن التأخير Average end-to-end delay:

وهو متوسط الزمن اللازم لاستلام الحزم، وتحسب قيمته كما جاء في دراسة لصغير، [صغير ، ٢٠٠٤]، حيث تضع طبقة التطبيقات زمن المحاكي عند إرسال الحزمة في مقدمة (Header) الحزمة ، وعند وصولها إلى نفس الطبقة في العقدة الهدف فإنه يتم طرح الزمن الذي تحمله الحزمة من الزمن الحالي ، وينتج زمن التأخير لتلك الحزمة. يجمع زمن التأخير للحزم في كل عقدة هدف ثم يقسم على عدد الحزم المستلمة في تلك العقدة الهدف، وينتج متوسط زمن التأخير لكل حزمة مستلمة في ذلك الهدف. ثم يجمع متوسط زمن التأخير لكل الوجهات ويقسم على عدد الوجهات في المحاكاة، وينتج عن القسمة متوسط زمن التأخير النهائي لكل حزمة مستلمة خلال عملية المحاكاة.

الكلفة الاضافية overhead:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

و هي نسبة عدد حزم التحكم ن حزم تعريفية و حزم استكشافية و حزم الرد على الحزم الاستكشافية إلى عدد حزم البيانات المستلمة، ويبين هذا المقياس مقدار الكلفة الاضافية اللازمة لتسليم كل حزمة بيانات إلى هدفها النهائي، وتؤثر هذه الكلفة على استهلاك طاقة العقد و سعة النطاق.

عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة

Number of Data Packets per Delivered Packet:

و هو عدد حزم البيانات (التي ترسل والتي تمرر عبر العقد) مقسوماً على عدد حزم البيانات المستلمة، ويشمل هذا العدد حزم البيانات المفقودة أيضاً، ويشمل هذا المقياس عدد عمليات التمرير لحزم البيانات وطول المسارات. يلاحظ أن هذه النسبة يجب أن تكون أكبر من أو تساوي واحد في الإرسال وحيد الوجهة [صغير، ٢٠٠٤].

العدد الكلي للحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة

Number of Packets per Delivered Packet:

هو العدد الكلي لحزم البيانات وحزم التحكم المرسلة من قبل العقد المصدرية أو الممررة من قبل العقد الوسيطة مقسوما على عدد حزم البيانات المستلمة من قبل جميع الوجهات (Corson and Macker, 1999). يوضح هذا المقياس الصورة الكلية لأداء البروتوكول في جميع مراحله من اكتشاف المسارات أو عملية ارسال البيانات.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الفصل الخامس

تحليل نتائج محاكاة البروتوكولات

سنتناول في هذا الفصل نتائج محاكاة البروتوكول المقترح ومقارنتها مع البروتوكول AODV باستخدام مقاييس الأداء التي ذكرناها سابقا وتأثير العوامل التالية على هذه المقاييس:

١- حجم وطبيعة الشبكة.

٢- سرعة العقد.

٣- معدل إرسال الحزم.

٤- زمن التوقف للعقد.

٥- عدد العقد المرسلة.

سنقوم بدراسة عامل حجم وطبيعة الشبكة بتطبيقه على تدريجات الزيادة في سرعة العقد ومعدل إرسال الحزم.

٥-١- تحليل النتائج

٥-١-١- تأثير زيادة سرعة العقد

تم اختيار السرعة من ١ إلى ٥ متر/ثانية وذلك لقياس تأثير السرعة المنخفضة والمعتدلة على المقاييس المختلفة التي ذكرناها سابقاً، كما تم اختيار السرعة من٤-٢٠ متر/ثانية لقياس تأثير السرعة العالية على نسبة تسليم الحزم، والجدول(٥-١) يبين قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد سرعة العقد، والتركيز هنا على تأثير سرعة العقد على الأداء، كما أننا ثبتنا قيمة معدل إرسال الحزم إلى مستوى منخفض حزمة/ ١٠ ثواني وذلك ليكون التركيز بشكل واضح على تأثير سرعة العقد.

سرعة العقد	(١)١-٥ متر/ ثانية (٢)٤- ٢٠متر/ثانية
عدد العقد المرسلة	١ عقدة
معدل إرسال الحزم	١ حزمة/ ١٠ ثواني

جدول(٥-١):قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد السرعة

تأثير زيادة سرعة العقد على نسبة تسليم الحزم

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

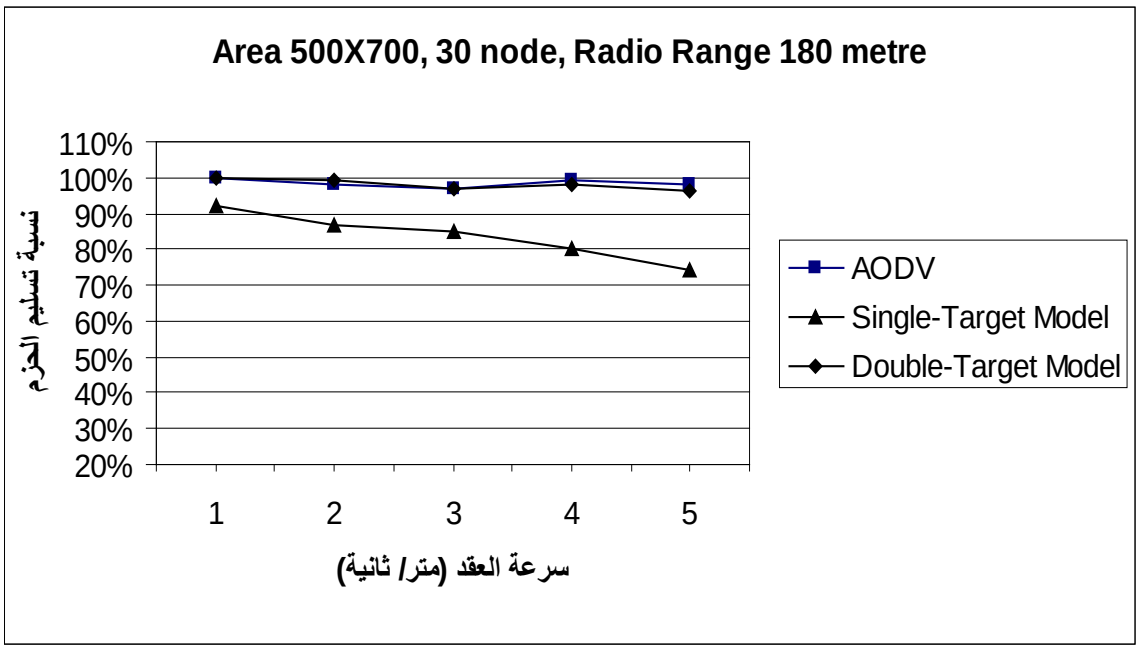
- تأثير الشبكات الصغيرة والمتوسطة مع ازدياد سرعة العقد على نسبة تسليم الحزم:

يتبين من الشكل (٥-١) أنه عندما تتزايد سرعة العقد من السرعة المنخفضة إلى السرعة المعتدلة في الشبكات ذات المواصفات (مساحة محاكاة ٥٠٠X٧٠٠ و ٣٠ عقدة ومدى إرسال ١٨٠ متر)؛ فان البروتوكول المقترح إذا استخدم النموذج أحادي الوجهة في إرسال البيانات فانه يعطي نسبة تسليم مقبولة تبدأ بنسبة تسليم ٩٢% عند السرعة ١ متر/ثانية وتنتهي بنسبة ٧٤% عند السرعة ٥ متر/ثانية، أما إذا استخدم النموذج ثنائي الوجهة في إرسال البيانات فانه يبدي البروتوكول تحسنا في نسبة تسليم الحزم حيث تبدأ عند السرعة ١متر/ثانية بنسبة ١٠٠% و تنتهي عند السرعة ٥متر/ثانية بنسبة ٩٦% و هذه نسبة عالية، حيث يصل الفرق في التحسن بين النموذجين لصالح النموذج الثنائي الوجهة بنسبة ٨% في السرعة المنخفضة حتى يصل هذا الفرق إلى نسبة ٢٢% في السرعة المعتدلة ، وإذا ما قورنت نسب التسليم في البروتوكول المقترح مع نسبة التسليم في البروتوكول AODV، فإننا نلاحظ أنه أعطى نسبة تسليم عند السرعة ١متر/ثانية ١٠٠%، وتتناقص هذه النسبة لتصل إلى ٩٨% عند السرعة ٥متر/ثانية، وبذلك فان النموذج الثنائي الوجهة في البروتوكول المقترح والبروتوكول AODV متقاربان جداً في نسبة تسليم الحزم وبفرق لا يزيد عن ٢% لصالح البروتوكول AODV، في حين يتراوح الفرق بين (٨%-٢٤%) مع النموذج الأحادي الوجهة لصالح كل من النموذج الثنائي الوجهة والبروتوكولAODV، كما نلاحظ في هذا النوع من المواصفات في الشبكات الآنية، أن النموذج الثنائي الوجهة يحافظ على ثبات نسبي في نسبة تسليم الحزم إذا ما قورن مع النموذج الأحادي الوجهة الذي تنخفض نسبة التسليم فيه تدريجياً مع ازدياد سرعة العقد.

أما في نطاق السرعة العالية للعقد، فيظهر من الشكل(٥-٢) أن السلوك العام للبروتوكولات مع تدرج زيادة سرعة العقد التي تتراوح بين (٤-٢٠)متر/ثانية، وفي مواصفات الشبكة المذكورة أعلاه يبقى ثابتاً، ولكن نسبة التسليم تنخفض، حيث تنخفض في البروتوكول AODV بنسبة ٧% عند وصول سرعة العقد إلى ٢٠متر/ثانية، حيث تتراوح بين (٩٩-٩١)%، وتنخفض بنسبة ٧% أيضاً في النموذج الثنائي الوجهة للبروتوكول المقترح، حيث تتراوح بين (٩٨.٥-٨٩)%، وهذا يدل على أن النموذج الثنائي الوجهة له نفس سلوك البروتوكولAODV في نسبة تسليم الحزم مع ازدياد سرعة العقد في هذا النوع من المواصفات للشبكة، ولكن تنخفض بنسبة ١٨% في النموذج الأحادي الوجهة للبروتوكول المقترح، حيث تتراوح بين (٨٠-٥٦)%.

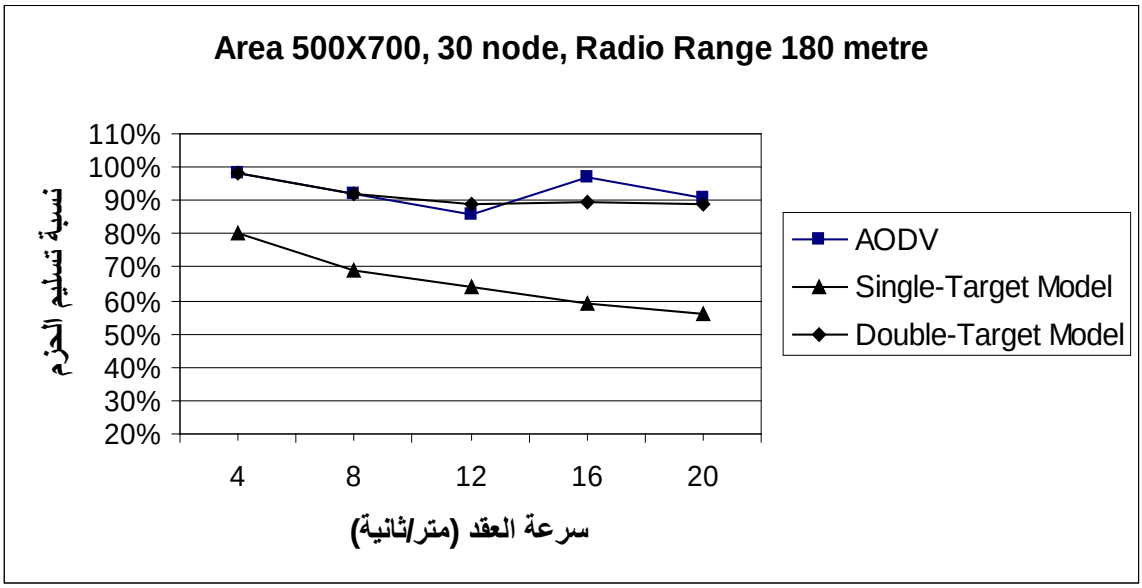
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يرجع انخفاض نسبة تسليم الحزم للنموذج الأحادي الوجهة في البروتوكول المقترح عن النموذج الثنائي الوجهة إلى أن النموذج الأحادي الوجهة يستخدم حزمة واحدة للإرسال من كل عقدة في طور إرسال البيانات، وهذا يؤدي إلى احتمالية أكبر لضياع الحزم نتيجة التصادم والازدحام على قنوات الإرسال، أو عدم وجود عقد تتوفر فيها المعايير اللازمة لتكون قفزة تالية، أما النموذج ثنائي الوجهة فيقلل من احتمالية ضياع الحزم المرسلة وذلك من خلال إرسال نسختين من كل حزمة وبذلك تكون احتمالية وصولها أكبر بحيث يكون هناك بديل للحزمة في حال ضياعها، ولكن هذا لا يمنع من ضياع بعض الحزم أيضاً، كما أن الزيادة في عدد حزم البيانات على الشبكة له سلبياته التي سنذكرها لاحقاً.



شكل(٥-١): تأثير الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على نسبة تسليم الحزم.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٥-٢): تأثير الزيادة في السرعة العالية للعقد على نسبة تسليم الحزم.

- **تأثير الشبكات الضخمة مع ازدياد سرعة العقد على نسبة تسليم الحزم:**

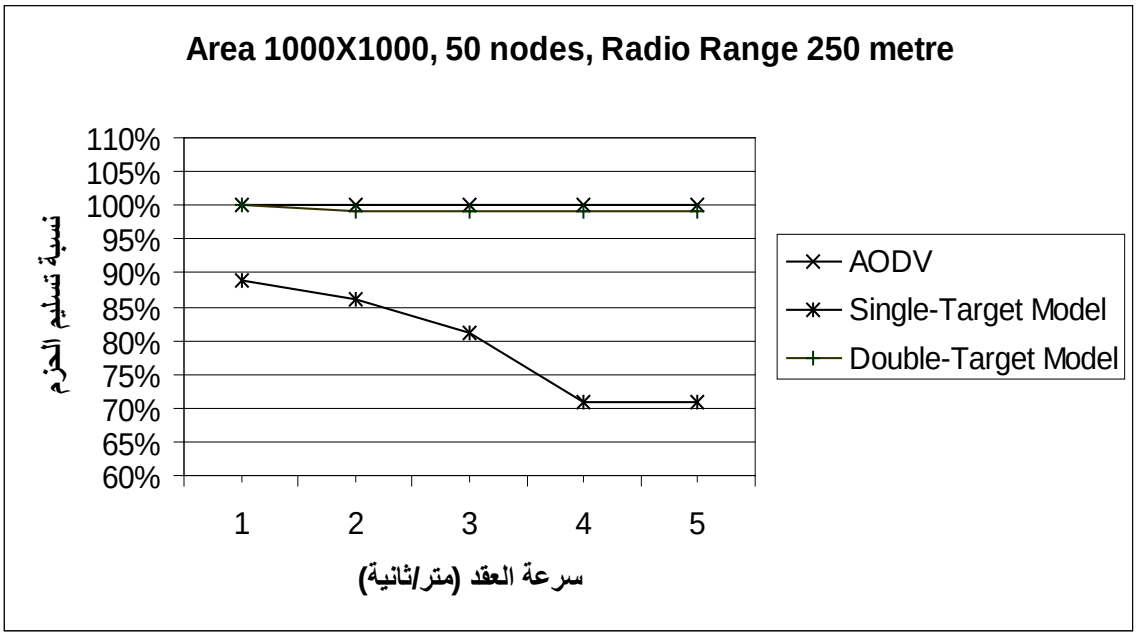
يتبين من الشكل (٥-٣) أنه عندما تتزايد سرعة العقد من السرعة المنخفضة إلى السرعة المعتدلة في الشبكات ذات المواصفات (مساحة محاكاة ١٠٠٠X١٠٠٠ و٥٠ عقدة ومدى إرسال ٢٥٠ متر)؛ فان البروتوكول المقترح إذا استخدم النموذج أحادي الوجهة في إرسال البيانات فانه يعطي نسبة تسليم مقبولة تبدأ بنسبة تسليم ٨٩% عند السرعة ١ متر/ثانية وتنتهي بنسبة ٧١% عند السرعة ٥ متر/ثانية، أما إذا استخدم النموذج ثنائي الوجهة في إرسال البيانات فان البروتوكول يبدي تحسينا في نسبة تسليم الحزم حيث تبدأ عند السرعة ١متر/ثانية بنسبة ١٠٠% و تنتهي عند السرعة ٥متر/ثانية بنسبة ٩٩% وهذه نسبة عالية، حيث أن الفرق في التحسين بين النموذجين تزداد لصالح النموذج الثنائي الوجهة، حيث تبدأ بفرق ١١% في السرعة المنخفضة حتى يصل هذا الفرق إلى ٢٨% في السرعة المعتدلة، وهنا نلاحظ تأثير مواصفات الشبكة، حيث كانت نسبة التحسين في النموذج الثنائي الوجهة أكبر بنسبة (٣-٦)%، وإذا ما قورنت النسب في البروتوكول المقترح مع نسبة تسليم البروتوكول AODV، فإننا نلاحظ أنه أعطى نسبة تسليم ثابتة عند السرعة ١متر/ثانية حتى السرعة ٥ متر/ثانية حيث كانت١٠٠%، وبذلك فان النموذج الثنائي الوجهة في البروتوكول المقترح والبروتوكول AODV متقاربان جداً في نسبة تسليم الحزم وبفرق لا يزيد عن ١% لصالح البروتوكول AODV، في حين يصل الفرق من (١١%-٢٩%) مع النموذج الأحادي الوجهة لصالح كل من النموذج الثنائي الوجهة والبروتوكول AODV، كما نلاحظ في هذا

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

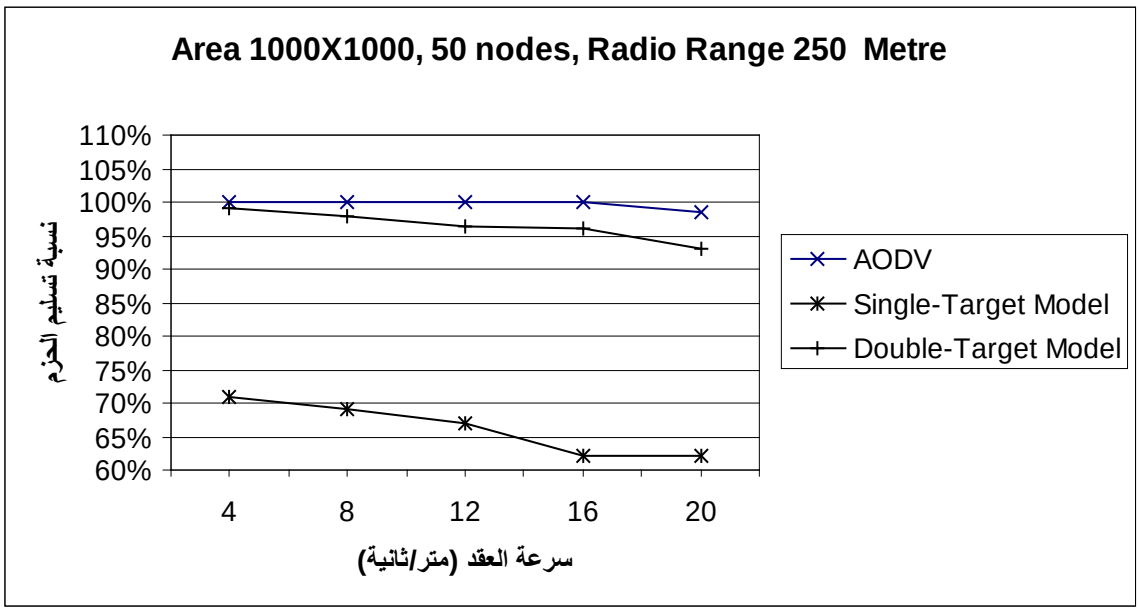
النوع من المواصفات في الشبكات الآنية، أن السلوك العام لكل من لنموذجين بقي ثابتا، فقد حافظ النموذج ثنائي الوجهة على صفة الثبات في نسبة التسليم ولكنها ارتفعت عن تلك الموجودة في الشبكات الصغيرة والمعتدلة بنسبة (٠-٣)%، كما أن سلوك النموذج الأحادي الوجهة حافظ على صفة التناقص ولكن انخفضت نسبة التسليم (٣-٩)%، ويظهر هذا الفرق من خلال الشكل(٥-٤) .

أما في نطاق السرعة العالية للعقد، فيظهر من الشكل(٥-٥) أن السلوك العام للبروتوكولات مع تدرج زيادة سرعة العقد التي تتراوح بين (٤-٢٠)متر/ثانية يبقى ثابتاً تقريباً، فقد حافظ كل من النموذج الثنائي الوجهة والبروتوكول AODV على نسبة عالية لا تقل فيهما عن ٩٣% و ٩٨.٥% على الترتيب، ولكن كان هناك انخفاض عن السرعة المنخفضة والمعتدلة بنسبة ٦% و ١.٥% على الترتيب، أما النموذج أحادي الوجهة فقد حافظ على سلوك الانخفاض التدريجي مع ازدياد السرعة حيث انخفضت لتصل إلى ٦٢% وكان الانخفاض نسبته تصل إلى ٩% في السرعة العالية عن السرعة المنخفضة و المعتدلة، أما إذا قورنت نسب التسليم في البروتوكولات في نطاق تدرج السرعة العالية تحت تأثير تغير مواصفات الشبكة، نلاحظ أن نسبة التسليم ترتفع في جميع البروتوكولات حيث ترتفع في البروتوكول AODV لتصل إلى ٩٨.٥% عند أعلى سرعة، وفي النموذج الأحادي الوجهة تصل إلى ٦٢% عند أعلى سرعة، وفي النموذج الثنائي الوجهة تصل إلى ٩٣%، وبذلك يكون الارتفاع بنسبة ٧.٥% و ٦% و٤% على التوالي، ويوضح الشكل(٥-٦) تأثير تغير مواصفات الشبكة في نطاق السرعة العالية على نسبة التسليم.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

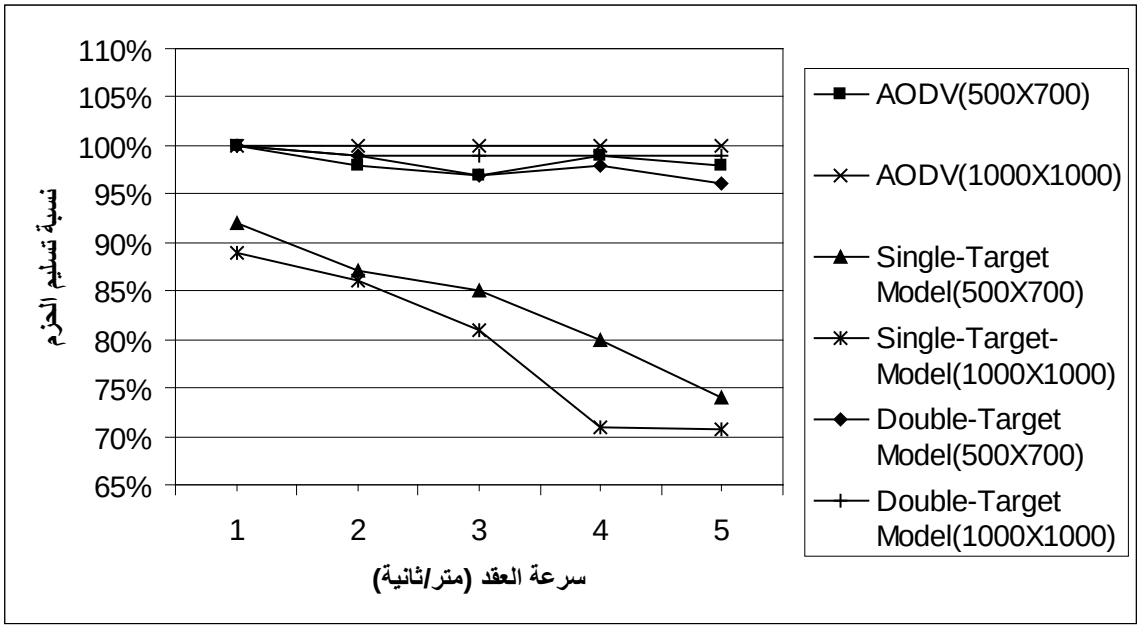


شكل(٥-٣): تأثير الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على نسبة تسليم الحزم.

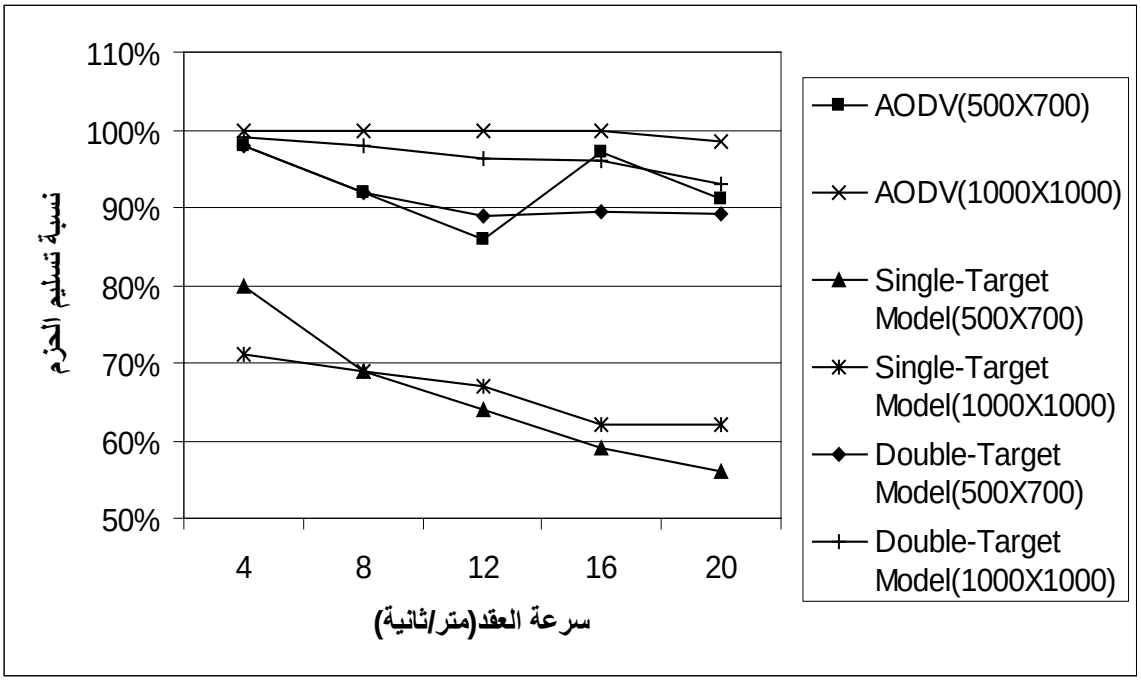


شكل(٥-٤):تأثير الزيادة في السرعة العالية للعقد على نسبة تسليم الحزم.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٥-٥): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على نسبة تسليم الحزم.



شكل(٥-٦): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة العالية للعقد على نسبة تسليم الحزم.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تأثير زيادة سرعة العقد على متوسط زمن التأخير

- **تأثير الشبكات الصغيرة والمتوسطة مع ازدياد سرعة العقد على متوسط زمن التأخير:**

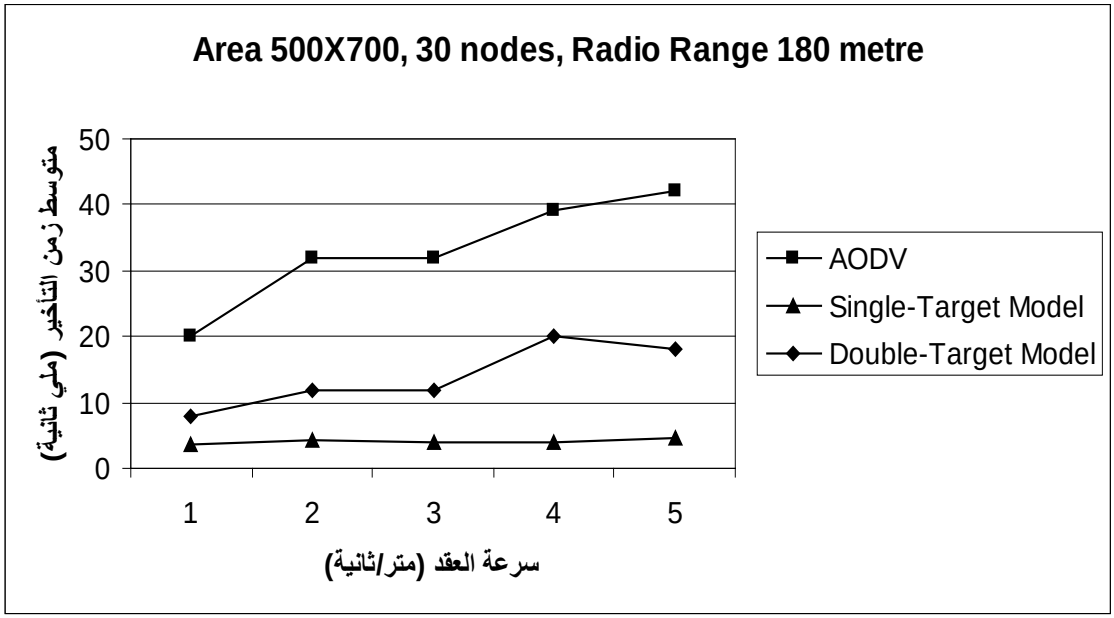
تبين الدراسة تأثير زيادة سرعة العقد في المستويات المنخفضة والمعتدلة والعالية على متوسط زمن التأخير تحت تأثير الشبكات الصغيرة والمتوسطة ذات المواصفات (مساحة ٥٠٠X٧٠٠ و٣٠ عقدة، ومدى إرسال راديوي ١٨٠ متر)، ففي مستويات السرعة المنخفضة والمعتدلة أظهرت الدراسة من خلال الشكل (٥-٧) أن متوسط زمن التأخير لتسليم الحزم في النموذج الأحادي الوجهة للبروتوكول المقترح يتزايد بصورة ضئيلة بحيث يظهر وكأنه ثابت مع ازدياد سرعة العقد، فقد ابتدأ بزمن ٣.٦ ملي ثانية وانتهى بزمن ٤.٦ ملي ثانية ويظهر أن الفرق بين نقطة البداية والنهاية هو١ ملي ثانية وهي قيمة ضئيلة، أما النموذج الثنائي الوجهة فإنه كما يظهر من نفس الشكل (٥-٧)، أنه يتزايد مع ازدياد السرعة فقد ابتدأ بزمن ٨ ملي ثانية وتزايد حتى وصل إلى ٢٠ ملي ثانية ثم انخفض لينتهي بزمن ١٨ ملي ثانية، حيث كانت الزيادة بين أقل قيمة وأعلى قيمة هو ١٢ ملي ثانية، ومن هذا نلاحظ أن التحسين في نسبة تسليم الحزم كان على حساب زيادة زمن التأخير، حيث كانت الزيادة تتراوح بين (٤- ١٦) ملي ثانية، ولكن إذا ما قارننا زمن تأخير النموذج ثنائي الوجهة في البروتوكول المقترح مع البروتوكول AODV؛ فاننا نلاحظ أن زمن التأخير في البروتوكول AODV يبدأ بزمن ٢٠ ملي ثانية ويتزايد مع ازدياد السرعة حتى يصل إلى ٤٢ ملي ثانية، حيث أن مقدار الزيادة بين أقل قيمة وأعلى قيمة فيه هو ٢٢ ملي ثانية، وهكذا فان البروتوكول المقترح في أعلى قيمه وهي استخدام النموذج الثنائي الوجهة، عمل تحسيناً على قيمة زمن التأخير، حيث انخفضت عن البروتوكول AODV بقيمة تتراوح بين (١٢-٢٤) ملي ثانية، في حين انخفضت في النموذج الأحادي الوجهة بقيمة تتراوح بين (١٦-٣٧) ملي ثانية.

أما في نطاق السرعة العالية وتحت تأثير نفس مواصفات الشبكة فقد أظهرت الدراسة ومن خلال النظر إلى الشكل (٥-٨)، أن النموذج الأحادي الوجهة حافظ على ثباته كما ارتفع زمن التأخير مع ازدياد السرعة بقيمة ٢ملي ثانية، أما النموذج الثنائي الوجهة فقد ارتفع زمن التأخير فيه مع ازدياد السرعة بقيمة تتراوح بين (١٢-٢٦) ملي ثانية، حيث كانت أقل قيمة ٢٠ ملي ثانية وأعلى قيمة ٤٤ ملي ثانية، في حين ارتفع زمن التأخير في البروتوكول AODV بقيمة تتراوح بين (١٩-٩٤) ملي ثانية، فقد كانت أقل قيمة ٣٩ ملي ثانية وتزايدت حتى تصل إلى ١٢٦ ملي ثانية ثم عادت للانخفاض إلى ٨٢ ملي ثانية، وهكذا نلاحظ أنه

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

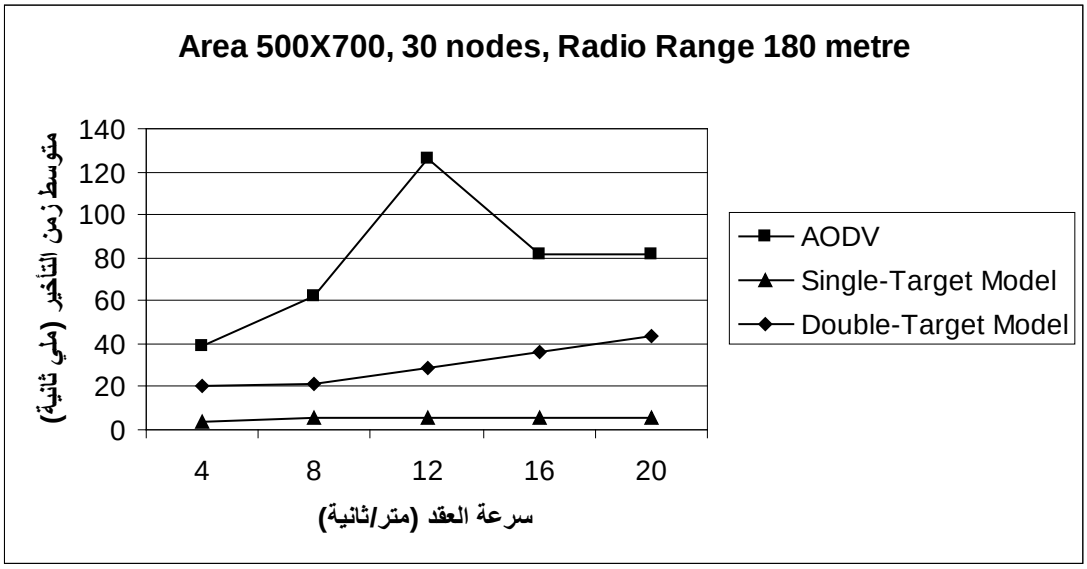
كلما ازدادت السرعة من المستوى المنخفض إلى العالي؛ فإن زمن التأخير يزداد، ولكن كان النموذج الأحادي الوجهة هو الأفضل من حيث زمن التأخير، حيث أنه الأقل كما أنه حافظ على ارتفاع ضئيل مع ارتفاع السرعة إلى المستوى العالي، في حين كان ارتفاع النموذج الثنائي الوجهة والبروتوكول AODV أكبر من النموذج الأحادي الوجهة بكثير كما أشرنا سابقاً.

بشكل عام وعلى مختلف مستويات السرعة؛ فان البروتوكول المقترح بنموذجيه أعطى أداء أفضل من حيث زمن التأخير من البروتوكول AODV، وقد يرجع سبب هذا الفرق إلى انقطاع المسارات بين العقد مع ازدياد السرعة، وبالتالي تأخير الحزم حتى يتم صيانة المسار أو اكتشاف مسار آخر جديد، أما في البروتوكول المقترح فان الحزمة لا تحتاج أن تنتظر وقتاً إضافياً عندما تنقطع المسارات بين العقد، حيث يتم الإرسال مباشرة إلى العقد المجاورة المتاحة.



شكل(٥-٧): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على متوسط زمن التأخير.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٥-٨): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على متوسط زمن التأخير.

- **تأثير الشبكات الضخمة مع ازدياد سرعة العقد على متوسط زمن التأخير:**

تبين الدراسة تأثير زيادة سرعة العقد في المستويات المنخفضة والمعتدلة والعالية على متوسط زمن التأخير تحت تأثير الشبكات الضخمة ذات المواصفات (مساحة١٠٠٠X١٠٠٠ و ٥٠ عقدة و مدى إرسال راديوي ٢٥٠متر)، ففي مستويات السرعة المنخفضة والمعتدلة أظهرت الدراسة من خلال الشكل (٥-٩) أن متوسط زمن التأخير لتسليم الحزم في النموذج الأحادي الوجهة للبروتوكول المقترح يتناقص بصورة ضئيلة بحيث يظهر وكأنه ثابت مع ازدياد سرعة العقد، فقد ابتدأ بزمن ١١ ملي ثانية وانتهى بزمن ٧.٧ ملي ثانية ويظهر أن الزيادة بين نقطة البداية والنهاية هي ٣ ملي ثانية وهي قيمة ضئيلة، أما النموذج الثنائي الوجهة فإنه كما يظهر من نفس الشكل (٥-٩)، أنه يتزايد مع ازدياد السرعة فقد ابتدأ بزمن ١٨ ملي ثانية وتزايد حتى وصل إلى ٢٤ ملي ثانية، حيث كانت الزيادة بين أقل قيمة وأعلى قيمة هي ٦ ملي ثانية، ويظهر هنا تأثير مواصفات الشبكة حيث أن الفرق بين أقل قيمة وأعلى قيمة ازدادت مع ازدياد حجم الشبكة، كما نلاحظ أن التحسين في نسبة تسليم الحزم كان على حساب زيادة زمن التأخير، حيث كانت الزيادة للنموذج الثنائي على الأحادي تتراوح بين (٧- ١٦) ملي ثانية، ولكن إذا ما قارننا زمن تأخير البروتوكول المقترح بنموذجيه مع البروتوكول AODV؛ فاننا نلاحظ أن زمن التأخير في البروتوكول AODV يبدأ بزمن ٣٢ ملي ثانية ويتزايد مع ازدياد السرعة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

حتى يصل إلى ٣٨ ملي ثانية، حيث أن مقدار الزيادة بين أقل قيمة وأعلى قيمة فيه هو ٦ ملي ثانية، و انخفضت في النموذج الثنائي الوجهة عن البروتوكول AODV بقيمة (١٤-١٩) ملي ثانية، في حين انخفضت في النموذج الأحادي الوجهة بقيمة تتراوح بين (٢١-٣٠) ملي ثانية.

أما في نطاق السرعة العالية وتحت تأثير نفس مواصفات الشبكة فقد أظهرت الدراسة ومن خلال النظر إلى الشكل (٥-١٠)، أن النموذج الأحادي الوجهة حافظ على ثباته، حيث ابتدأ بالزمن ٨ ملي ثانية وانخفض ليصل إلى ٢ ملي ثانية، ثم عاد وارتفع ليصل إلى ٧.٧ ملي ثانية مع ازدياد السرعة، وبذلك يكون الفرق بين أعلى قيمة وأقل قيمة ٥ ملي ثانية، أما النموذج الثنائي الوجهة فقد ارتفع زمن التأخير فيه مع ازدياد السرعة بقيمة تتراوح بين (٢-١٦) ملي ثانية، حيث كانت أقل قيمة ١٨ ملي ثانية وأعلى قيمة ٢٤ ملي ثانية، في حين ارتفع زمن التأخير في البروتوكول AODV بقيمة تتراوح بين (٦-٢٢) ملي ثانية فقد كانت أقل قيمة ٣٨ ملي ثانية وتزايدت حتى تصل إلى ٦٠ ملي ثانية.

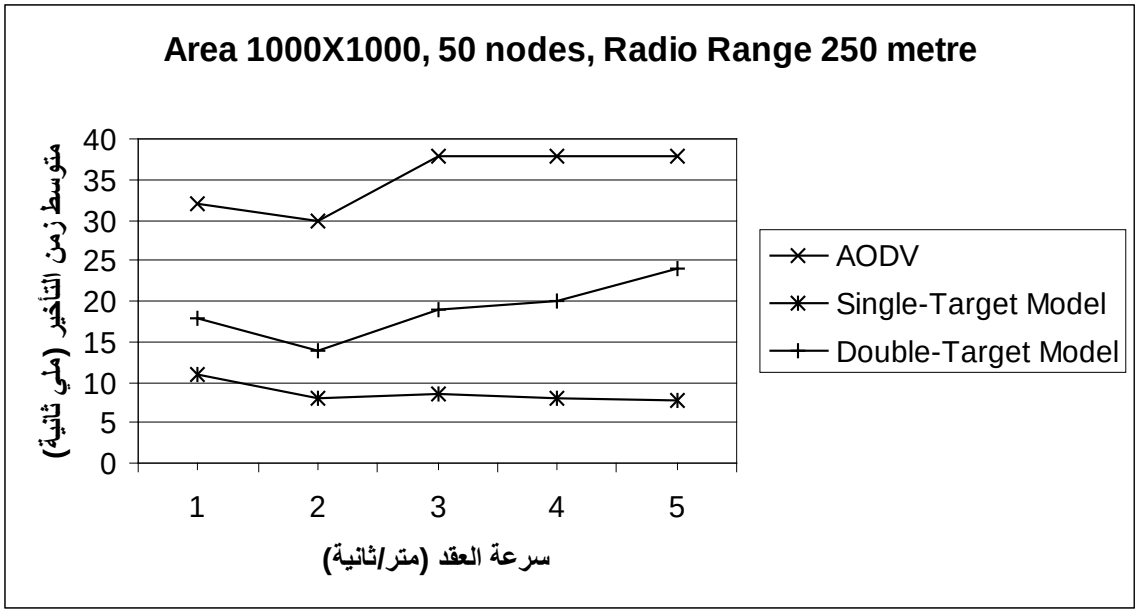
هكذا نلاحظ أنه كلما ازدادت السرعة من المستوى المنخفض إلى العالي؛ فإن زمن التأخير يزداد، ولكن كان النموذج الأحادي الوجهة هو الأفضل من حيث زمن التأخير، حيث أنه الأقل كما أنه انخفض مع ارتفاع السرعة إلى المستوى العالي، في حين كانت قيم النموذج الثنائي الوجهة و البروتوكول AODV أكبر من النموذج الأحادي الوجهة، كما أنها ارتفعت ولم تنخفض مثلما انخفضت في النموذج الأحادي الوجهة.

وعلى اختلاف مستويات السرعة؛ فان البروتوكول المقترح بنموذجيه أعطى أداء أفضل من حيث زمن التأخير من البروتوكول AODV، وقد يرجع سبب هذا الفرق إلى انقطاع المسارات بين العقد مع ازدياد السرعة، وبالتالي تأخير الحزم حتى يتم صيانة المسار أو اكتشاف مسار آخر جديد، أما في البروتوكول المقترح فان الحزمة لا تحتاج أن تنتظر وقتاً إضافياً عندما تنقطع المسارات بين العقد، حيث يتم الإرسال مباشرة إلى العقد المجاورة المتاحة.

و من خلال الشكل (٥-١١) الذي يبين تأثير تغير مواصفات الشبكة على متوسط زمن التأخير في نطاق السرعة المنخفضة والمعتدلة، نلاحظ تأثير اختلاف مواصفات الشبكة على قيم متوسط زمن التأخير في جميع البروتوكولات، حيث كان زمن التأخير في الشبكات الصغيرة والمتوسطة أقل من الشبكات الضخمة، حيث أن زيادة مساحة المحاكاة وعدد العقد في الشبكة يؤدي إلى طول المسارات وبالتالي زيادة زمن التأخير، أما في نطاق السرعة العالية كما يوضح الشكل (٥-١٢)، فيظهر أن قيم زمن التأخير للبروتوكول المقترح

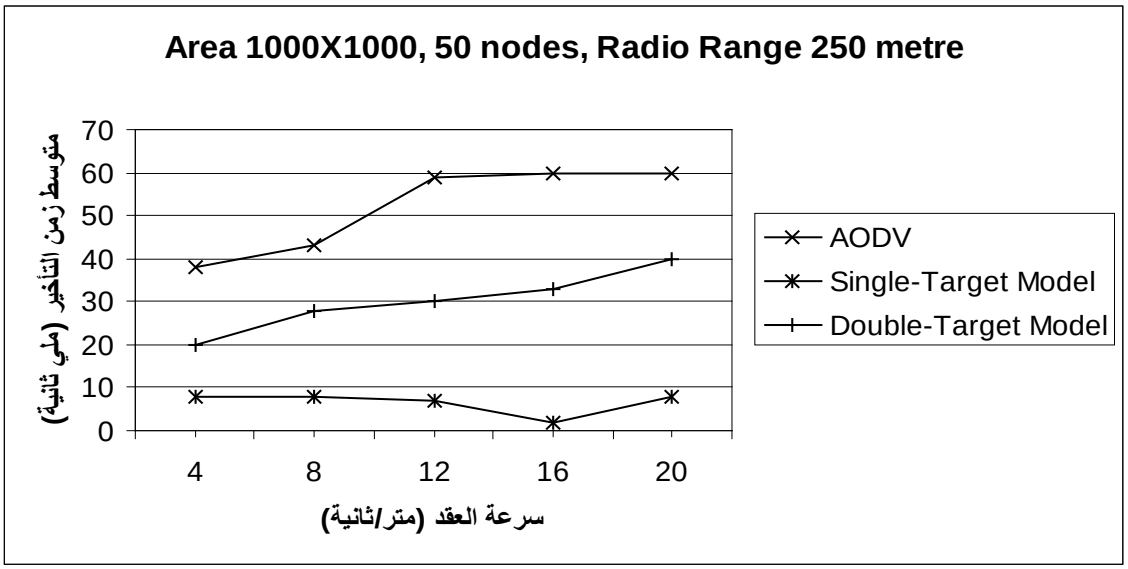
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

بنموذجيه تتأثر باختلاف مواصفات الشبكة ولكن التأثر ضئيل و يكاد لا يذكر كما أنه متناوب، ففي النموذج الثنائي الوجهة يبدأ زمن التأخير فيه للشبكات الضخمة أكبر منه في الشبكات الصغيرة والمتوسطة بمقدار ٧ ملي ثانية بأقصى حد، ومع ازدياد السرعة تنعكس القيم ليصبح زمن التأخير للشبكات الضخمة أقل بمقدار ٤ ملي ثانية، ولكن الفارق بسيط في الحالتين، أما النموذج الأحادي الوجهة فيظهر نفس السلوك، فيكون في البداية الفرق ٤ ملي ثانية لصالح الشبكات الضخمة، ثم تنعكس القيم لتصبح لصالح الشبكات الصغيرة والمتوسطة بفرق ٣ ملي ثانية، أما بالنسبة للبروتوكول AODV فقد كانت قيمه مغايرة، حيث نلاحظ أن زمن التأخير في الشبكات الصغيرة والمتوسطة أعلى بكثير من الشبكات الضخمة حيث وصل في أعلى القيم إلى ٤٤ ملي ثانية، وقد يرجع ذلك إلى أن نسبة تسليم الحزم في الشبكات الصغيرة والمتوسطة أقل وهذا يرجع إلى صعوبات في إيجاد المسار مما يؤدي إلى حدوث تأخير في إرسال الحزم، وبالمقابل في الشبكات الضخمة كانت نسبة التسليم عالية مقارنة مع النوع السابق وهذا يدل على انه لم يكن هناك صعوبات في إيجاد المسارات، وبالتالي كان زمن التأخير أقل، ولكن وبكل الأحوال كان زمن التأخير في البروتوكول المقترح بنموذجيه أقل من البروتوكول AODV.

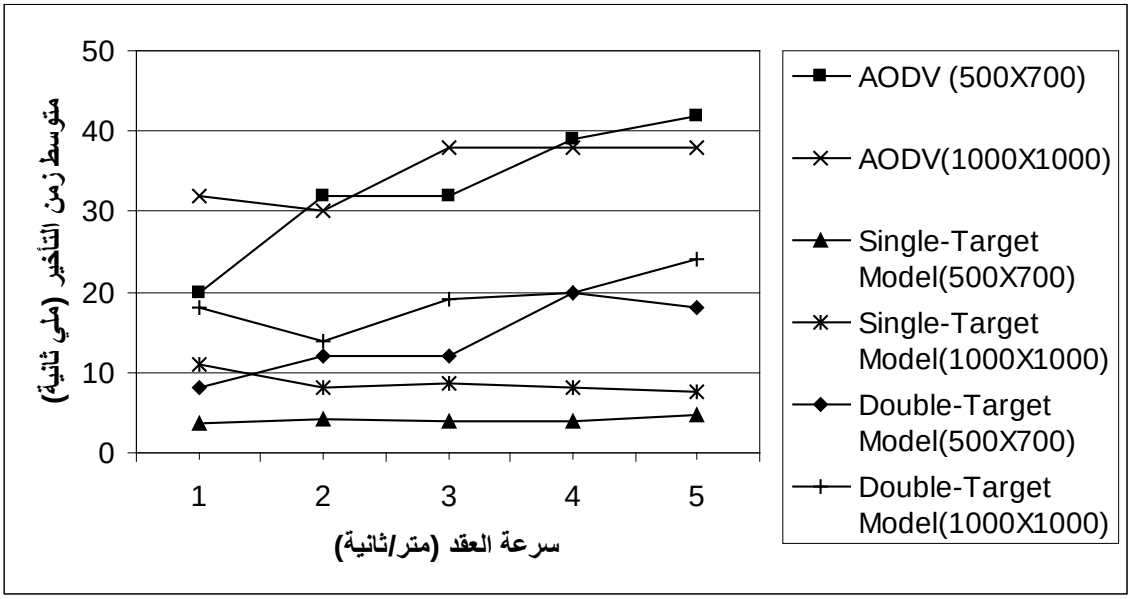


شكل(٥-٩): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على متوسط زمن التأخير.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

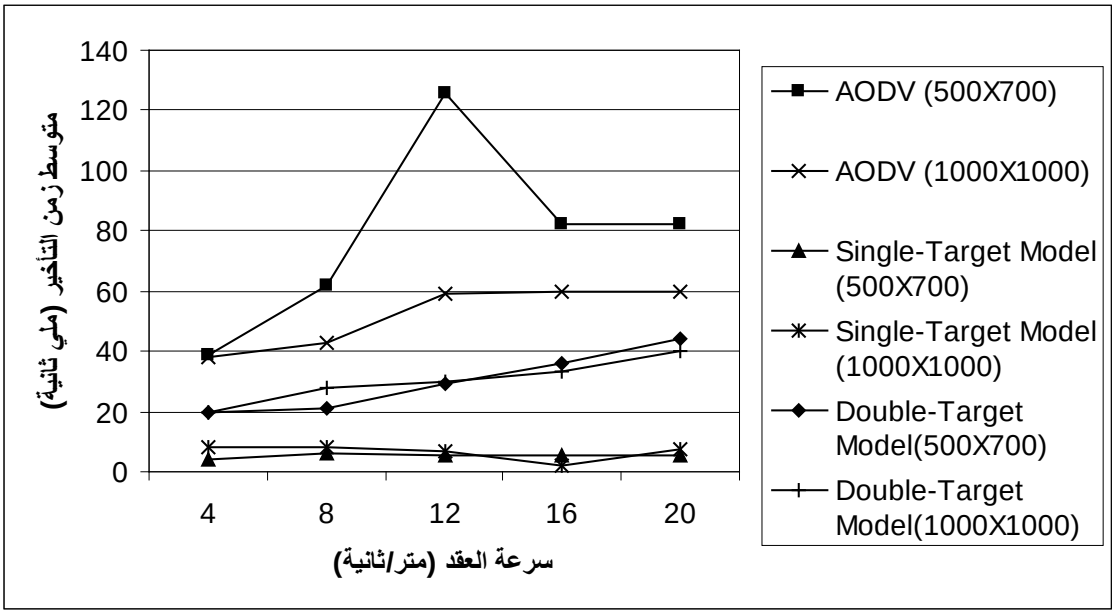


شكل(٥-١٠): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على متوسط زمن التأخير.



شكل(٥-١١): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على متوسط زمن التأخير.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٥-١٢): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة العالية للعقد على متوسط زمن التأخير.

تأثير زيادة سرعة العقد على الكلفة الاضافية

- **تأثير الشبكات الصغيرة والمتوسطة مع ازدياد سرعة العقد على الكلفة الاضافية:**

بينت الدراسة أيضاً تأثير زيادة سرعة العقد على الكلفة الإضافية في المستويات المنخفضة والمعتدلة والعالية تحت تأثير الشبكة ذات المواصفات (مساحة ٥٠٠X٧٠٠، و٣٠ عقدة و مدى إرسال راديوي ١٨٠ متر)، ففي مستويات السرعة المنخفضة والمعتدلة ومن خلال الشكل (٥-١٣) نلاحظ أن النموذج الأحادي الوجهة والنموذج الثنائي الوجهة في البروتوكول المقترح لهما نفس قيم الكلفة التي تتراوح بين (٠.٢٤-١)، ولكن هناك زيادة طفيفة في النموذج الأحادي الوجهة، حيث لم تزد قيمة الكلفة أكثر ٠.٤% وذلك بسبب ازدياد نسبة التسليم في النموذج الثنائي الوجهة عن النموذج الأحادي الوجهة، و هذا متوقع حيث أن النموذج الثنائي هو تحسين للنموذج الأحادي الوجهة في طور إرسال البيانات وليس الاستكشاف، ولكن الاختلاف الطفيف الذي حدث يعود إلى الزيادة في نسبة تسليم الحزم، حيث كما أشرنا سابقا أن الكلفة الاضافية هي النسبة بين حزم التحكم إلى الحزم المستلمة وكلما زادت نسبة تسليم الحزم كلما قلت الكلفة الاضافية، كما لوحظ أن البروتوكول المقترح أبدى ثبات في الكلفة الاضافية مع ازدياد السرعة المنخفضة والمعتدلة، أما إذا قورنت الكلفة الاضافية في البروتوكول

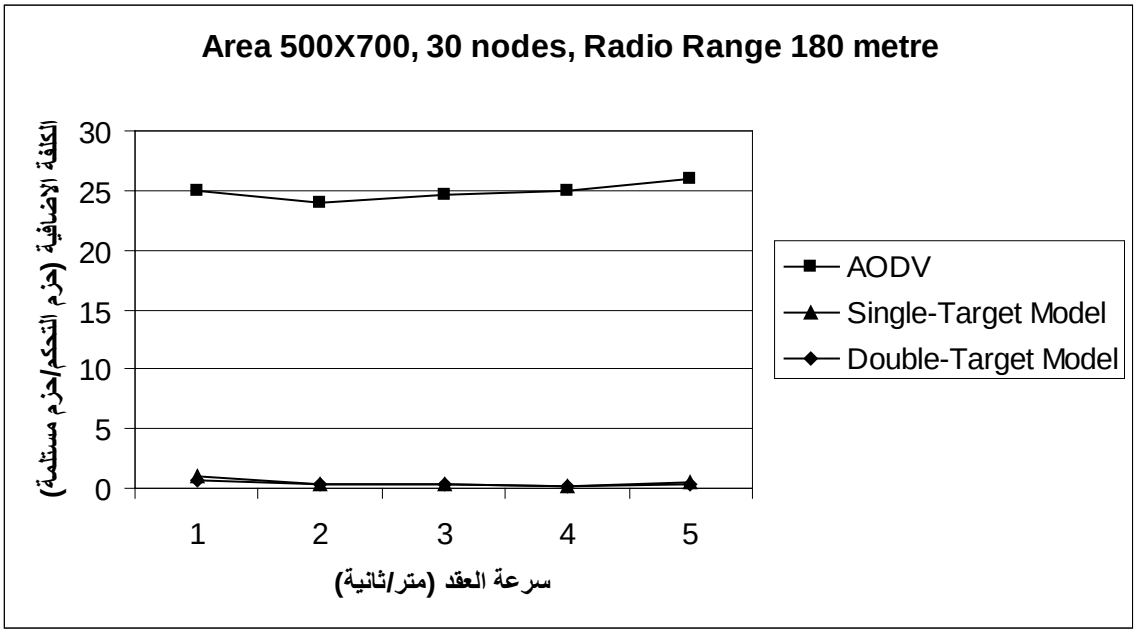
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المقترح مع الكلفة الاضافية في البروتوكول AODV، نجد أن البروتوكول المقترح أظهر تحسينا على قيمة الكلفة الاضافية بقيمة تصل إلى ٢٥%، حيث أعطى قيم كلفة تتراوح بين (٢٤-٢٦)، ويظهر من الشكل (٥-١٣) أن الكلفة الاضافية في البروتوكول AODV تتزايد مع ازدياد السرعة.

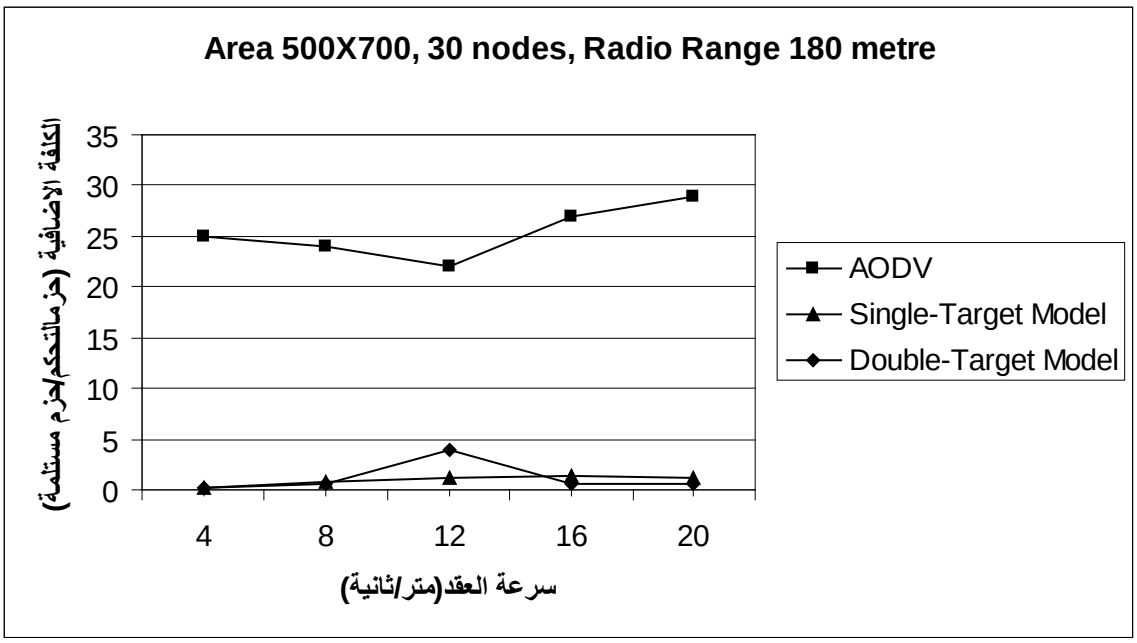
أما في نطاق السرعة العالية، فيوضح الشكل (٥-١٤) أن البروتوكول المقترح بنموذجيه لهما نفس السلوك كما في السرعة المنخفضة والمعتدلة، مع ازدياد طفيف في الكلفة يصل إلى ٠.٣%، عدا عن أنه توجد نقطة في النموذج الثنائي الوجهة أعلى من كل القيم، وقد يكون سببها عدم قدرة البروتوكول على الوصول إلى الهدف من المحاولة الأولى، فكلما زادت المحاولات كلما زادت الكلفة الاضافية.

أما البروتوكول AODV فقد أظهر نفس السلوك التصاعدي مع ازدياد السرعة، كما أن قيمه كانت أكبر منها في البروتوكول المقترح بقيمة (٢٥-٢٨)%، وهكذا نجد أن البروتوكول المقترح تحت تأثير مواصفات هذه الشبكة ومع ازدياد السرعة عمل تحسين في الكلفة الاضافية، ويرجع سبب هذا التحسين إلى أن البروتوكول AODV يستخدم آلية النشر للوصول إلى الهدف أما البروتوكول المقترح فإنه يقتن هذه الآلية مع إمكانية الوصول إلى أكبر عدد ممكن من العقد، وبالتالي فانه يوفر في استهلاك الطاقة ويوفر في عمليات المعالجة لتوصيل حزم البيانات.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٥-١٣): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الكلفة الاضافية.



شكل(٥-١٤): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على الكلفة الاضافية.

- **تأثير الشبكات الضخمة مع ازدياد سرعة العقد على الكلفة الاضافية:**

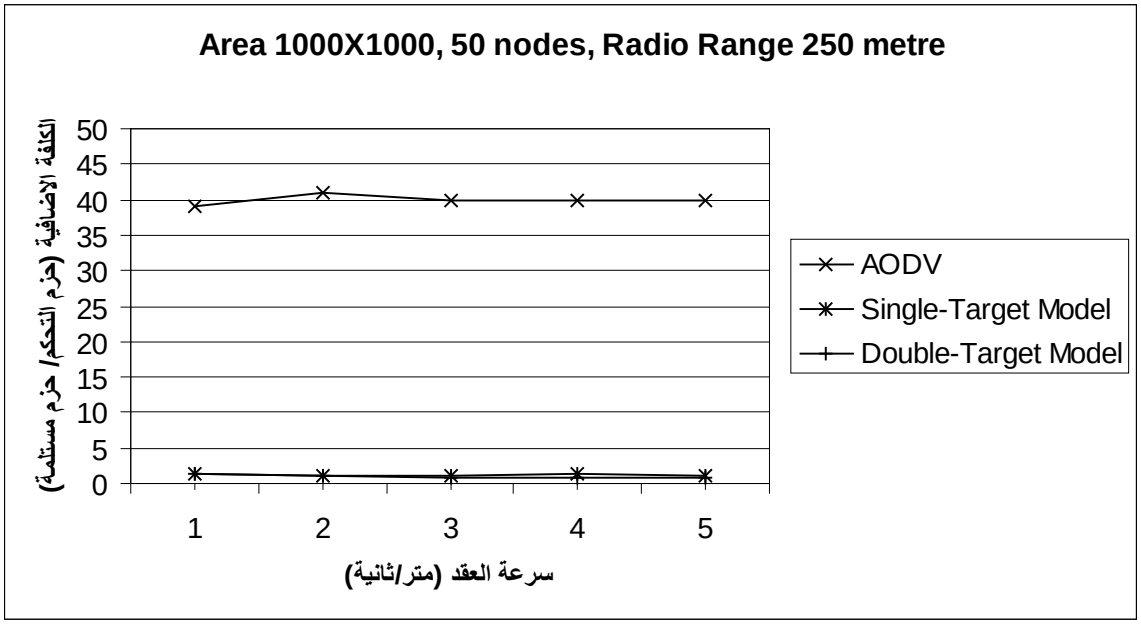
بينت الدراسة أيضاً تأثير زيادة سرعة العقد على الكلفة الإضافية في المستويات المنخفضة والمعتدلة والعالية تحت تأثير الشبكة ذات المواصفات (مساحة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

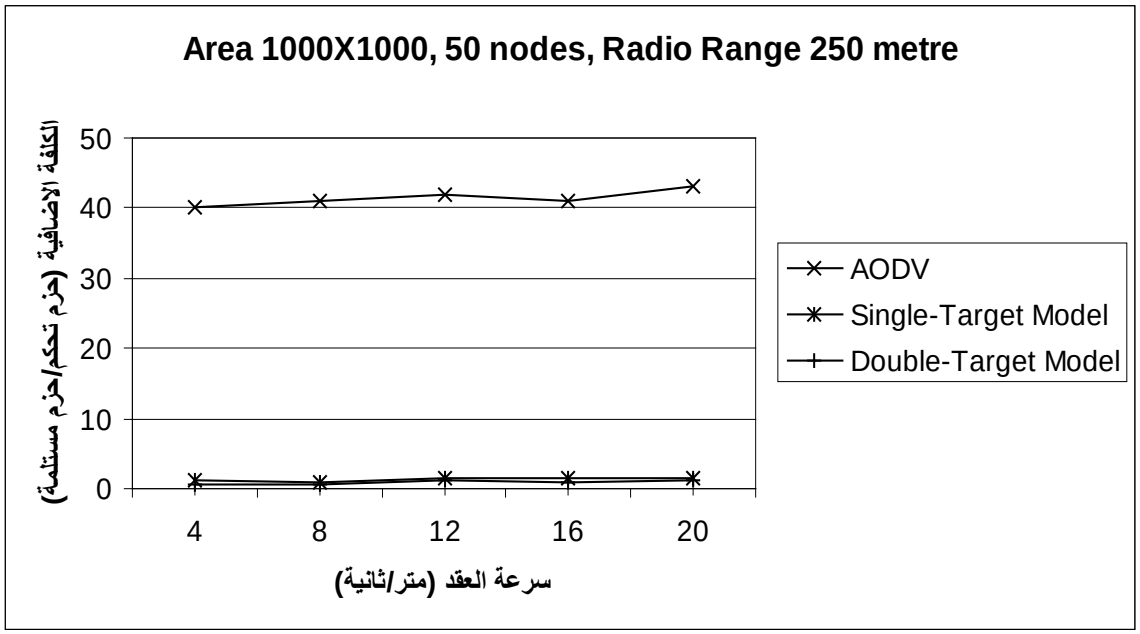
١٠٠٠X١٠٠٠ و٥٠ عقدة و مدى إرسال راديوي ٢٥٠ متر)، ففي مستويات السرعة المنخفضة والمعتدلة ومن خلال الشكل (٥-١٥) نلاحظ أن قيم الكلفة للبروتوكول المقترح في النموذج الأحادي الوجهة تتراوح بين (١- ١.٦)، و في النموذج الثنائي الوجهة كانت قيمه ١ تقريباً، كما أنه هناك ثبات في السلوك أي أنه ليس تصاعدياً، ويزيد النموذج الأحادي الوجهة زيادة طفيفة تصل إلى ٠.٦% وذلك بسبب ازدياد نسبة التسليم في النموذج الثنائي الوجهة عن النموذج الأحادي الوجهة، و هذا متوقع حيث أن النموذج الثنائي هو تحسين للنموذج الأحادي الوجهة في طور إرسال البيانات وليس الاستكشاف كما ذكرنا سابقاً، كما لوحظ أن البروتوكول المقترح أبدى ثبات في الكلفة الاضافية مع ازدياد السرعة المنخفضة والمعتدلة، أما إذا قورنت الكلفة الاضافية في البروتوكول المقترح مع الكلفة الاضافية في البروتوكولAODV، نجد أن البروتوكول المقترح أجرى تحسينا على قيمة الكلفة الاضافية بقيم تتراوح بين (٣٧-٤٠)%، حيث أعطى قيم كلفة تتراوح بين (٣٩-٤١)، ويظهر من الشكل (٥-١٥) أن الكلفة الاضافية في البروتوكول AODV تتزايد مع ازدياد السرعة.

أما في نطاق السرعة العالية، فيوضح الشكل (٥-١٦) أن البروتوكول المقترح بنموذجيه لهما نفس السلوك كما في السرعة المنخفضة والمعتدلة، مع ازدياد طفيف في الكلفة يصل إلى ٠.٦%، أما البروتوكول AODV فقد أظهر نفس السلوك التصاعدي مع ازدياد السرعة، كما أن قيمه كانت أكبر منها في البروتوكول المقترح بقيمة تتراوح بين (٣٩-٤١)%، حيث أن قيم الكلفة الاضافية فيه تراوحت بين (٤٠-٤٣)، وهكذا نرى أن السرعة العالية لم تؤثر على الكلفة الاضافية في البروتوكول المقترح مقارنة مع البروتوكول AODV .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٥-١٥): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الكلفة الاضافية.

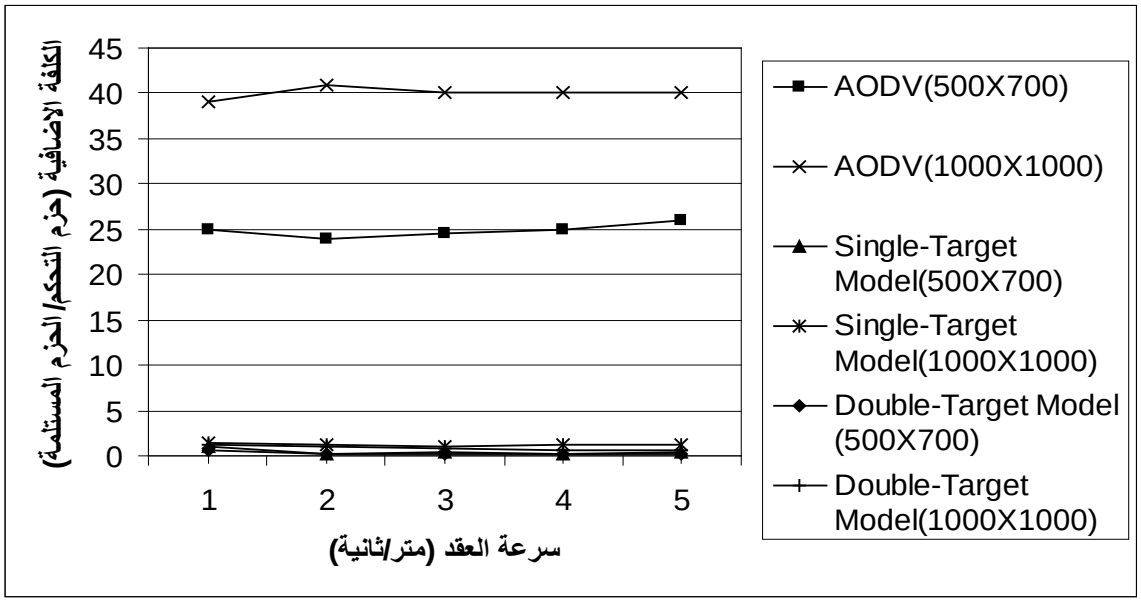


شكل(٥-١٦): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على الكلفة الاضافية.

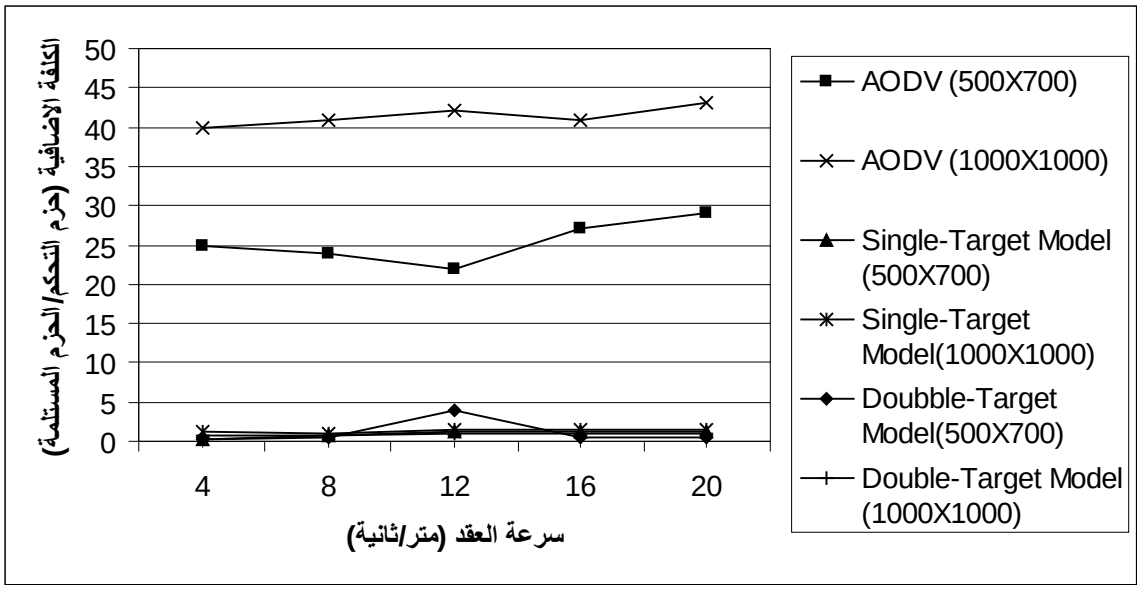
كما نلاحظ أن لاختلاف مواصفات الشبكة تأثير على الكلفة الاضافية، ففي مستويات السرعة المنخفضة والمعتدلة كانت الشبكات الصغيرة أقل من الضخمة في الكلفة الاضافية للبروتوكول المقترح بنموذجيه بفارق يتراوح بين (٥.٠-١)، أما في البروتوكول

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

AODV فيتراوح الفرق بين (١٤-١٦)، أما في السرعة العالية للبروتوكول المقترح يتراوح بين (٠.٤-٣)، وفي البروتوكول AODV يتراوح الفرق بين (١٥-٢٠)، وهكذا نجد أن البروتوكول AODV يتأثر باختلاف مواصفات الشبكة أكثر من البروتوكول المقترح الذي يحافظ على ثباته، وهذا ما يوضحه كل من الشكل(٥-١٧) و الشكل (٥-١٨) في كل من مستويات السرعة المنخفضة والمتوسطة والعالية.



شكل(٥-١٧): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الكلفة الاضافية.



شكل(٥-١٨): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة العالية للعقد على الكلفة الاضافية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تأثير زيادة سرعة العقد على عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة

- **تأثير الشبكات الصغيرة والمتوسطة مع ازدياد سرعة العقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة:**

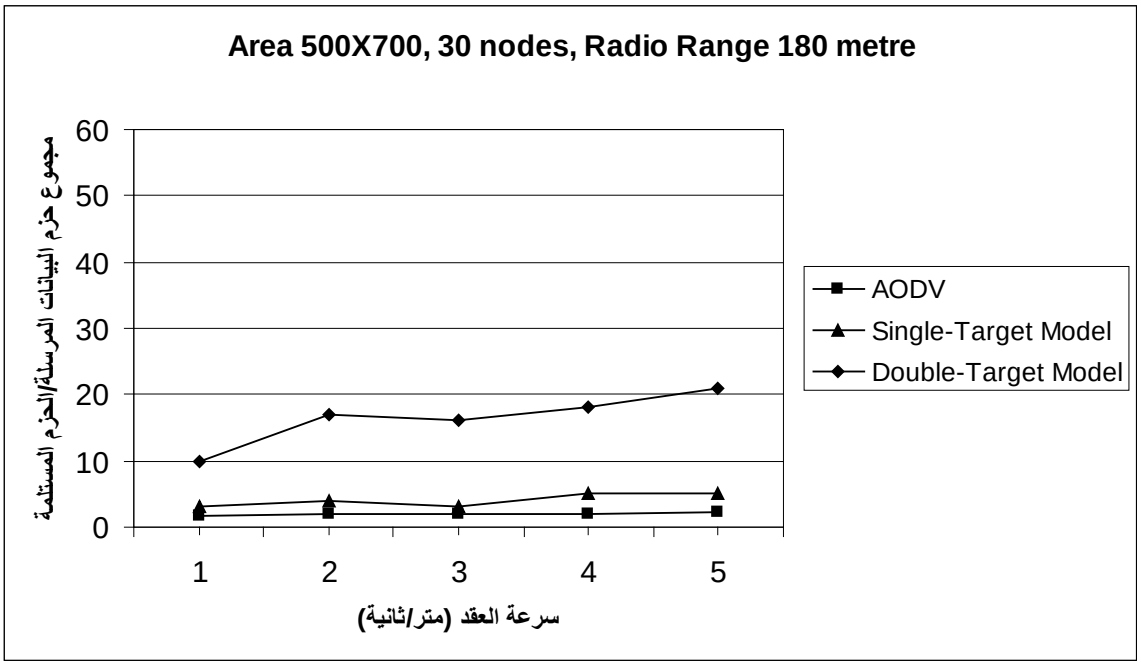
بينت الدراسة أيضاً تأثير زيادة سرعة العقد في المستويات المنخفضة والمعتدلة والعالية تحت تأثير شبكة ذات المواصفات (مساحة ٥٠٠X٧٠٠، و ٣٠ عقدة، ومدى إرسال راديوي ١٨٠ متر) على عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، ففي نطاق السرعة المنخفضة والمعتدلة يبين الشكل (٥-١٩) أن حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة للنموذج الأحادي الوجهة في البرتوكول المقترح يتصاعد مع ازدياد السرعة، فأقل قيمة هي ٣ حزم / حزمة مستلمة وأعلى قيمة هي ٥ حزم / حزمة مستلمة، حيث أن الزيادة كانت بمقدار ٢، أما النموذج الثنائي الوجهة فيتصاعد أيضا مع ازدياد السرعة، ولكن أقل قيمة له هي ١٠ حزم/حزمة مستلمة وأعلى قيمة ٢١ حزمة/حزمة مستلمة، حيث كانت الزيادة بمقدار ١١ حزمة /حزمة مستلمة، وعند مقارنة النموذجين نجد أن النموذج الأحادي الوجهة يقل عن النموذج الثنائي الوجهة بقيمة تتراوح بين (٧-١٦) حزمة / حزمة مستلمة، و عند مقارنة النموذجين مع البروتوكولAODV، نجد أن عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة أقل من النموذجين، حيث يزيد النموذج الأحادي الوجهة بمقدار يتراوح بين (١-٣) حزم / حزمة مستلمة، في حين يزيد النموذج الثنائي الوجهة بمقدار يتراوح بين (٨-١٩) حزمة/ حزمة مستلمة، فقد كانت أقل قيمة في البروتوكول AODV ١.٧ حزمة / حزمة مستلمة، وأعلى قيمة ٢.٢ حزمة / حزمة مستلمة.

أما في نطاق السرعة العالية فيبين الشكل (٥-٢٠) أن حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة للنموذج الأحادي الوجهة في البرتوكول المقترح يتصاعد مع ازدياد السرعة، فأقل قيمة هي ٥ حزم / حزمة مستلمة وأعلى قيمة هي ١٠ حزم / حزمة مستلمة، حيث أن الزيادة كانت بمقدار ٥ حزم / حزمة مستلمة، أما النموذج الثنائي الوجهة فيتصاعد أيضا مع ازدياد السرعة، ولكن أقل قيمة له هي ١٨ حزمة/ حزمة مستلمة وأعلى قيمة ٢٣ حزمة /حزمة مستلمة، حيث كانت الزيادة بمقدار ٥ حزم / حزمة مستلمة، وعند مقارنة النموذجين نجد أن النموذج الأحادي الوجهة يقل عن النموذج الثنائي الوجهة بقيمة تتراوح بين (١٣-١٦) حزمة / حزمة مستلمة، و عند مقارنة النموذجين مع البروتوكولAODV، نجد أن عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة أقل من النموذجين، حيث يزيد النموذج الأحادي الوجهة بمقدار يتراوح بين (٣-٨) حزم / حزمة مستلمة، في حين يزيد النموذج الثنائي الوجهة بمقدار

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

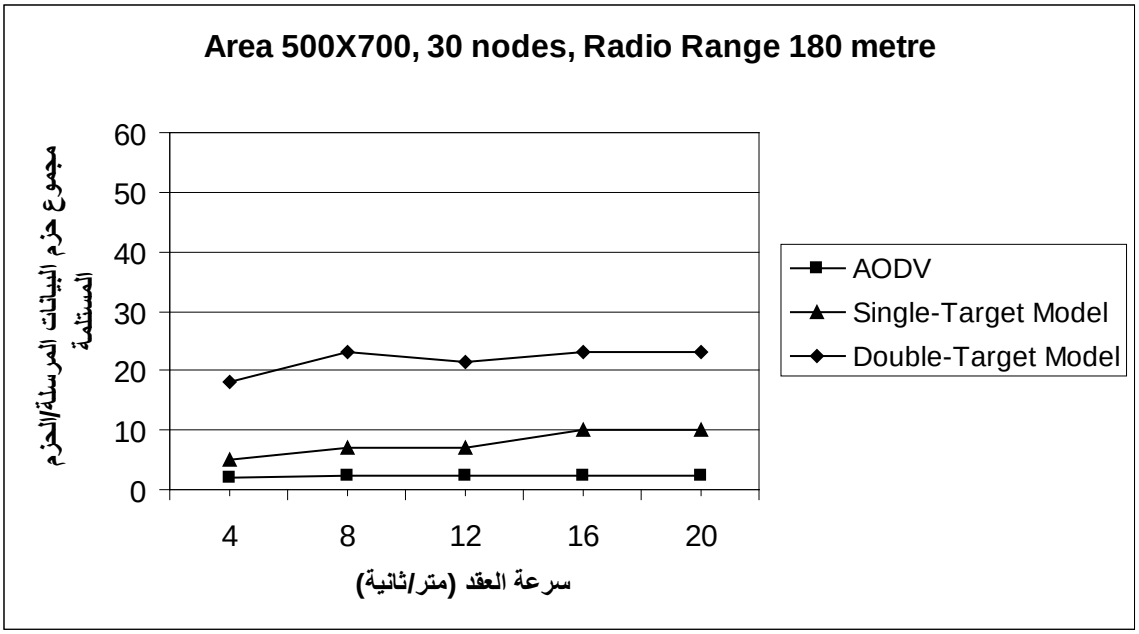
يتراوح بين (١٦-٢١) حزمة / حزمة مستلمة ، فقد كانت أقل قيمة في البروتوكول AODV ٢ حزمة / حزمة مستلمة، وأعلى قيمة ٢.٥ حزمة / حزمة مستلمة.

ومما سبق يظهر لنا أن البروتوكول AODV أعطى قيم أقل من البروتوكول المقترح بنموذجيه في جميع مستويات السرعة، ويرجع ذلك لأنه يستخدم مسار محدد و هو المسار الأقصر من حيث عدد القفزات للوصول بين المصدر والهدف، في حين أن البروتوكول المقترح يقوم بارسال حزم البيانات بدون وجود مسار محدد مسبقا مما قد يؤدي إلى طول المسارات وبالتالي يزيد من حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، فعند استخدام النموذج الأحادي الوجهة فانه يعطي ارتفاع في عدد الحزم اللازمة لكل حزمة مستلمة ولكن تعتبر نسبة قليلة مقارنة مع استخدام النموذج الثنائي الوجهة الذي يعطي أعلى قيم، وذلك لأن كل عقدة ترسل حزمتين مما يضاعف عدد الحزم على الشبكة.



شكل(٥-١٩): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٥-٢٠): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة.

- **تأثير الشبكات الضخمة مع ازدياد سرعة العقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة:**

بينت الدراسة أيضاً تأثير زيادة سرعة العقد في المستويات المنخفضة والمعتدلة والعالية تحت تأثير شبكة ذات المواصفات (مساحة ١٠٠٠X١٠٠٠، و ٥٠ عقدة، ومدى إرسال راديوي ٢٥٠ متر) على عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، ففي نطاق السرعة المنخفضة والمعتدلة يبين الشكل (٥-٢١) أن حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة للنموذج الأحادي الوجهة في البرتوكول المقترح يتصاعد مع ازدياد السرعة، فأقل قيمة هي ٦ حزم / حزمة مستلمة وأعلى قيمة هي ١١ حزمة / حزمة مستلمة، حيث أن الزيادة كانت بمقدار ٥ حزم / حزمة مستلمة، أما النموذج الثنائي الوجهة فيتصاعد أيضا مع ازدياد السرعة، ولكن أقل قيمة له هي ٣٢ حزمة/حزمة مستلمة وأعلى قيمة ٣٨ حزمة/حزمة مستلمة، حيث كانت الزيادة بمقدار ٦ حزم / حزمة مستلمة، وعند مقارنة النموذجين نجد أن النموذج الأحادي الوجهة يقل عن النموذج الثنائي الوجهة بقيمة تتراوح بين (٢٣-٢٧) حزمة / حزمة مستلمة، و عند مقارنة النموذجين مع البروتوكولAODV، نجد أن عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة أقل من النموذجين، حيث يزيد النموذج الأحادي الوجهة بمقدار يتراوح بين (٤-٩) حزم / حزمة مستلمة، في حين يزيد النموذج الثنائي الوجهة بمقدار

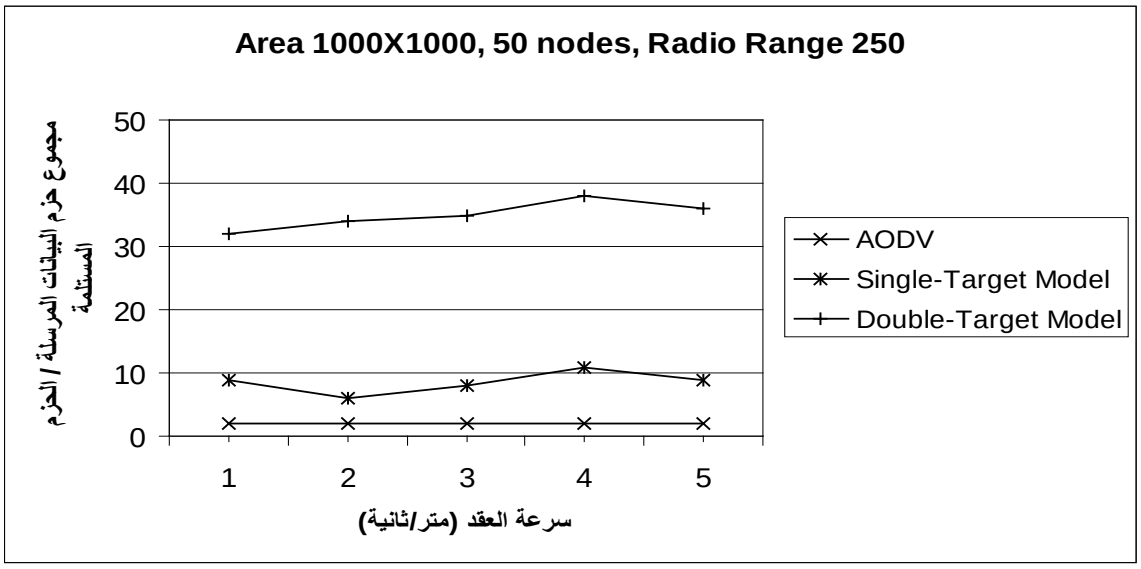
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يتراوح بين (٣٠-٣٦) حزمة / حزمة مستلمة، حيث كان عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة ثابتاً في هذا المدى من السرعة في البروتوكول AODV و هو ٢ حزمة / حزمة مستلمة.

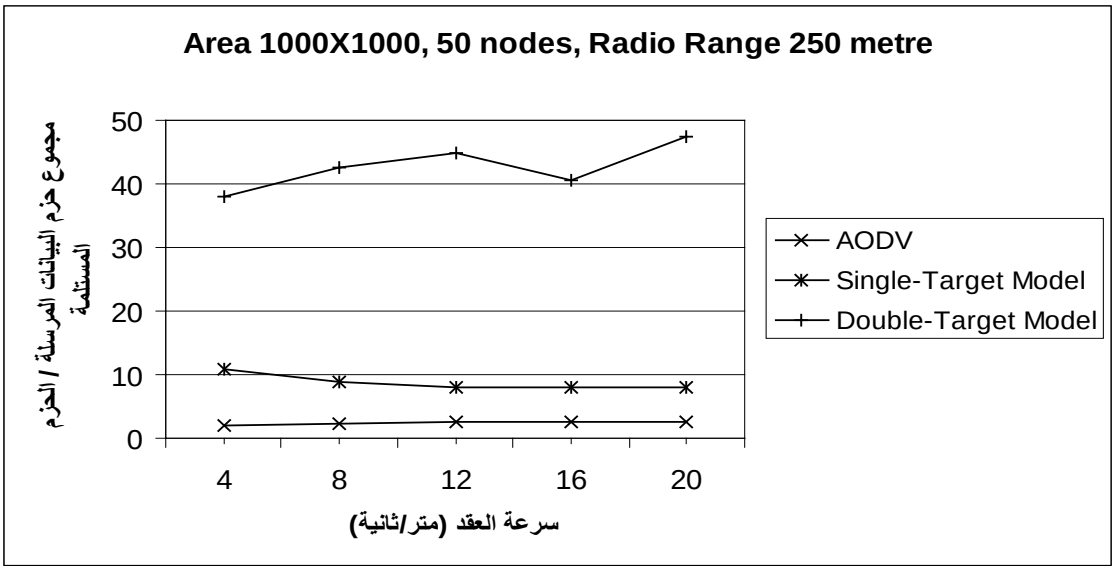
أما في نطاق السرعة العالية فيبين الشكل (٥-٢٢) أن حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة للنموذج الأحادي الوجهة في البرتوكول المقترح تتناقص مع ازدياد السرعة، فأقل قيمة هي ٨ حزم / حزمة مستلمة وأعلى قيمة هي ١١ حزمة / حزمة مستلمة، حيث أن الزيادة كانت بمقدار ٣ حزم / حزمة مستلمة، أما النموذج الثنائي الوجهة فيتصاعد مع ازدياد السرعة، ولكن أقل قيمة له هي ٣٨ حزمة/حزمة مستلمة وأعلى قيمة ٤٧.٥ حزمة /حزمة مستلمة، حيث كانت الزيادة بمقدار ١٠ حزم / حزمة مستلمة تقريباً، وعند مقارنة النموذجين نجد أن النموذج الأحادي الوجهة يقل عن النموذج الثنائي الوجهة بقيمة تتراوح بين (٢٧-٤١) حزمة / حزمة مستلمة، و عند مقارنة النموذجين مع البروتوكولAODV، نجد أن عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة أقل من النموذجين، حيث يزيد النموذج الأحادي الوجهة بمقدار يتراوح بين (٦-٩) حزم / حزمة مستلمة، في حين يزيد النموذج الثنائي الوجهة بمقدار يتراوح بين (٢٦-٤٥) حزمة / حزمة مستلمة، فقد كانت قيمه في هذا المدى من السرعة متصاعدة مع ازدياد السرعة ولكن بقيم ضئيلة جدا فقد كانت أقل قيمة في البروتوكول AODV ٢ حزمة / حزمة مستلمة، وأعلى قيمة ٢.٧ حزمة / حزمة مستلمة.

ومما سبق يظهر لنا أن البروتوكول AODV أعطى قيم أقل من البروتوكول المقترح بنموذجيه في جميع مستويات السرعة، ويرجع ذلك للأسباب التي ذكرنا ها سابقاً، أي أن السرعة العالية لم تغير بشكل جذري في سلوك البروتوكولات بالنسبة لبعضها البعض ولكن مع ازدياد السرعة أبدى النموذج الأحادي تناقصا قليلا، والنموذج الثنائي أبدى تصاعدا أكثر من نطاق السرعة المنخفضة، أما البروتوكولAODV فأبدى ثباتا في كل مستويات السرعة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٥-٢١): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة.



شكل(٥-٢٢): تأثير زيادة العالية في سرعة العقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة

ونلاحظ من الشكل (٥-٢٣) أنه في نطاق السرعة المنخفضة والعالية كان لتغير مواصفات الشبكة تأثيراً على عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، ففي النموذج الأحادي الوجهة للبروتوكول المقترح ازداد عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة من الشبكات الصغيرة إلى الضخمة، حيث كانت قيمة الزيادة تتراوح بين (٢- ٦) حزم/حزمة مستلمة، كما

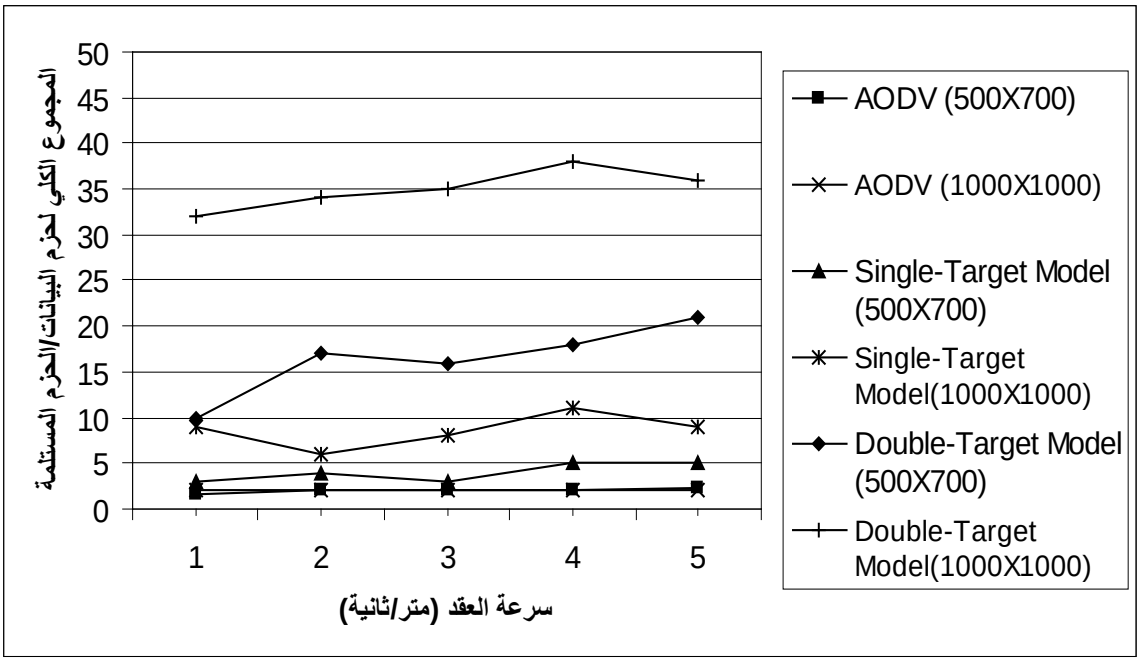
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ازدادت بنفس الطريقة في النموذج الثنائي الوجهة بمقدار الضعف تقريباً حيث كانت الزيادة تتراوح بين (١٢-٢٠) حزمة / حزمة مستلمة، أما في البروتوكولAODV فقد كانت قيمه ثابتة ولم يطرأ عليه تغير يذكر مع تغير مواصفات الشبكة.

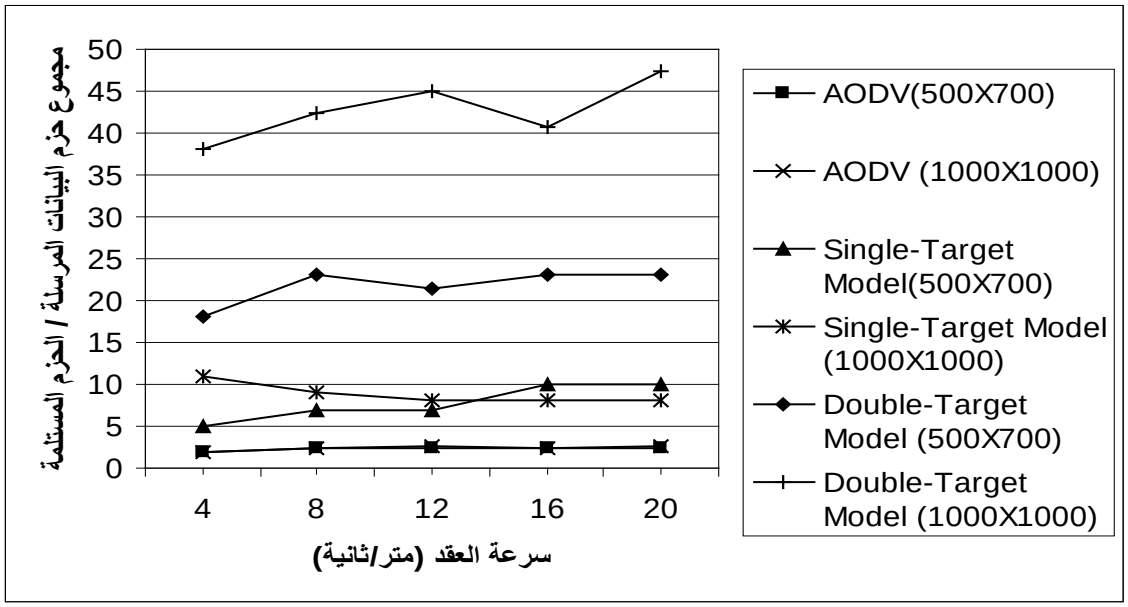
أما في نطاق السرعة العالية فنلاحظ من خلال الشكل (٥-٢٤) أن التغير في مواصفات الشبكة قد أثر على عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، ففي النموذج الأحادي الوجهة للبروتوكول المقترح كانت القيم في الشبكات الصغيرة أقل من القيم في الشبكات الضخمة حيث كان الفرق بمقدار ٦ حزم/حزمة مستلمة، ثم تقاطعتا معاً عند السرعة ١٢متر/ثانية، ثم ارتفع عدد الحزم ليصبح أكبر في الشبكات الصغيرة منها في الضخمة بفرق ٢ حزمة / حزمة مستلمة، أما في النموذج الثنائي الوجهة فقد كانت قيم الشبكات الضخمة أكبر من الشبكات الصغيرة بفرق يتراوح بين (١٧-٢٥) حزمة / حزمة مستلمة، في حين حافظ البروتوكولAODV على ثباته ولم يتغير عليه شيء.

ويرجع سبب الزيادة في البروتوكول المقترح بشكل عام مع تغير مواصفات الشبكة إلى أن حزم البيانات هي المسئولة عن الوصول إلى الهدف ولا يوجد هناك مسار محدد مسبق لها للوصول إلى الهدف، ولذلك قد تحتاج الحزمة للمرور على عقد أكثر للوصول إلى الهدف مما يؤدي إلى زيادة عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، وكلما اختلفت مواصفات الشبكة من زيادة مساحة المحاكاة و عدد العقد كلما زادت فرصة انتشار حزم البيانات ومرورها على عدد أكبر من الحزم، أما في البروتوكول AODV الذي يعتمد على بناء مسارات محددة أولا ثم إرسال البيانات عليها، فيكون على حزم البيانات أن تسلك مسار محدد قد يكون الأقصر ولذلك لا يؤثر على هذا المقياس لهذا البروتوكول اختلاف مواصفات الشبكة، لكنها تؤثر على الكلفة الاضافية بشكل واضح كما ذكرنا سابقاً، وعند مقارنة مقدار الزيادة في كل من النموذجين، نجد أن النموذج الثنائي الوجهة كانت مقدار الزيادة فيه أكثر من النموذج الأحادي الوجهة وذلك لأن كل عقدة تشارك في تمرير الحزم تقوم بارسال نسختين من نفس الحزمة، في حين يرسل النموذج الأحادي نسخة واحدة فقط.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٥-٢٣): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة.



شكل(٥-٢٤): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة العالية للعقد على حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تأثير زيادة سرعة العقد على عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة

من خلال الدراسات السابقة، و عند مقارنة البروتوكولين AODV و المقترح في المقياسين الكلفة الاضافية وعدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، وجدنا أنهما متقابلين، فالزيادة في مقياس الكلفة الاضافية للبروتوكولAODV مقارنة مع البروتوكول المقترح، كان مقابلها زيادة في عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة في البروتوكول المقترح مقارنة مع البروتوكول AODV، ولذلك لابد من استخدام مقياس يقارن أداء البروتوكولين بشكل عام من حيث عدد الحزم المتولدة في الشبكة لكل حزمة مستلمة، وهو العدد الكلي للحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة.

- **تأثير الشبكات الصغيرة والمتوسطة مع ازدياد سرعة العقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة:**

بينت الدراسة تأثير زيادة سرعة العقد في المستويات المنخفضة والمعتدلة والعالية تحت تأثير شبكة ذات المواصفات (مساحة ٥٠٠X٧٠٠، و ٣٠ عقدة، ومدى إرسال راديوي ١٨٠ متر) على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة، ففي نطاق السرعة المنخفضة والمعتدلة يبين الشكل (٥-٢٥) أن الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة للنموذج الأحادي الوجهة في البرتوكول المقترح يتصاعد مع ازدياد السرعة، فأقل قيمة هي ٣ حزم / حزمة مستلمة وأعلى قيمة هي ٥ حزم / حزمة مستلمة، حيث أن الزيادة كانت بمقدار ٢ حزمة / حزمة مستلمة، أما النموذج الثنائي الوجهة فيتصاعد أيضا مع ازدياد السرعة، ولكن أقل قيمة له هي ١٠ حزم/حزمة مستلمة وأعلى قيمة ٢١ حزمة/حزمة مستلمة، حيث كانت الزيادة بمقدار ١١ حزمة / حزمة مستلمة، وعند مقارنة النموذجين نجد أن النموذج الأحادي الوجهة يقل عن النموذج الثنائي الوجهة بقيمة تتراوح بين (٧-١٦) حزمة / حزمة مستلمة، و عند مقارنة النموذجين مع البروتوكولAODV، نجد أن عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة فيه أعلى من النموذجين، حيث يزيد بمقدار يتراوح بين (٢٢-٢٣) حزمة / حزمة مستلمة عن النموذج الأحادي الوجهة، في حين يزيد بمقدار يتراوح بين (٦-١٧) حزمة / حزمة مستلمة عن النموذج الثنائي الوجهة، فقد كانت أقل قيمة في البروتوكول AODV ٢٦ حزمة / حزمة مستلمة، وأعلى قيمة ٢٨ حزمة / حزمة مستلمة.

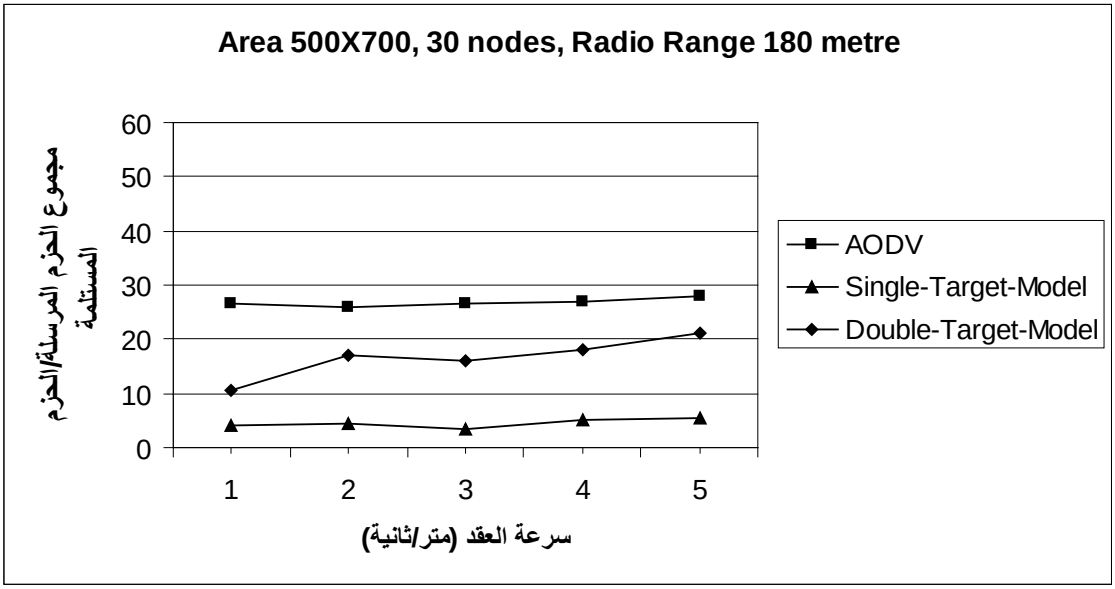
أما في نطاق السرعة العالية فيبين الشكل (٥-٢٦) أن الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة للنموذج الأحادي الوجهة في البرتوكول المقترح يتصاعد مع ازدياد السرعة، فأقل قيمة هي ٥ حزم / حزمة مستلمة وأعلى قيمة هي ١١ حزمة / حزمة مستلمة، حيث أن الزيادة كانت

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

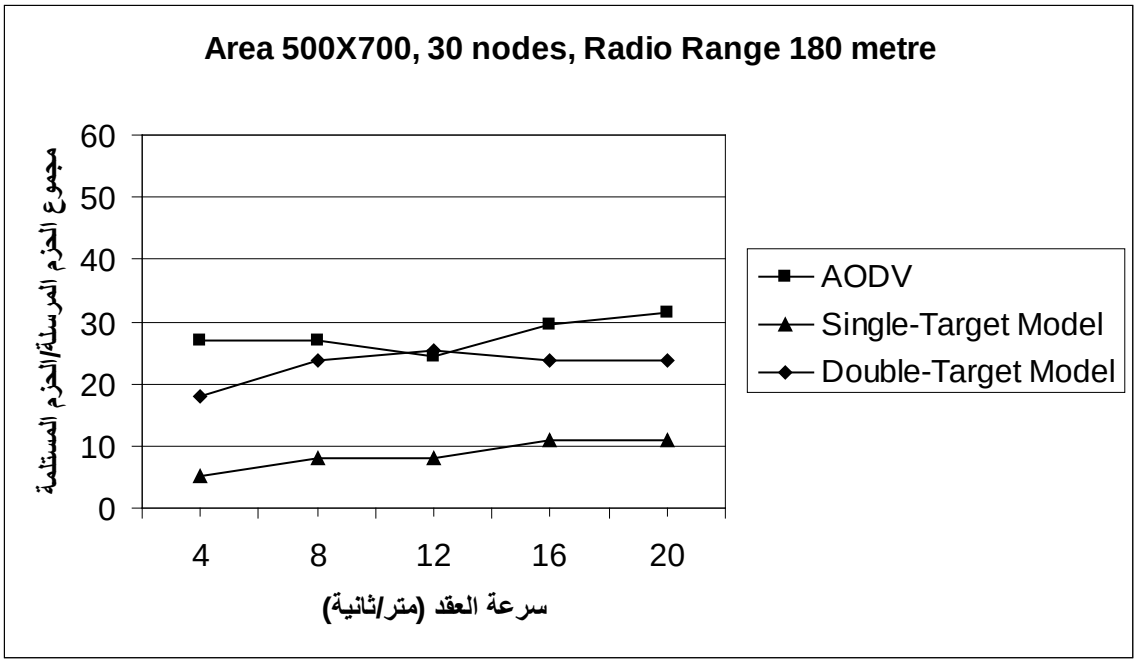
بمقدار ٦ حزم / حزمة مستلمة، أما النموذج الثنائي الوجهة فيتصاعد مع ازدياد السرعة حتى يصل إلى أعلى قيمة له عند السرعة ١٢ متر/ثانية حيث يتطابق فيها مع البروتوكولAODV، ثم يعود للانخفاض مرة أخرى، وكانت أعلى قيمة هي ٢٦ حزمة/حزمة مستلمة، وأقل قيمة له هي ١٨ حزمة/حزمة مستلمة، حيث كانت الزيادة بمقدار ٨ حزم / حزمة مستلمة، وعند مقارنة النموذجين نجد أن النموذج الأحادي الوجهة يقل عن النموذج الثنائي الوجهة بقيمة تتراوح بين (١٣-١٨) حزمة / حزمة مستلمة، و عند مقارنة النموذجين مع البروتوكولAODV، نجد أن عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة أكبر من النموذجين، حيث يزيد عن النموذج الأحادي الوجهة بمقدار يتراوح بين (١٦-٢٢) حزمة/ حزمة مستلمة، في حين يزيد عن النموذج الثنائي الوجهة بمقدار يتراوح بين (٣-٩) حزمة/ حزمة مستلمة، فقد كانت أقل قيمة في البروتوكول AODV ٢٤ حزمة / حزمة مستلمة، وأعلى قيمة ٣١ حزمة / حزمة مستلمة.

ومما سبق يظهر لنا أن البروتوكول AODV أعطى قيما أعلى من البروتوكول المقترح بنموذجيه في جميع مستويات السرعة، وذلك عند تقييمه بشكل عام من حيث عدد الحزم المتولدة في الشبكة لكل حزمة مستلمة، ويرجع ذلك لأن البروتوكولAODV يستخدم طريقة النشر في بناء المسارات بين المصدر والهدف، أما بالمقابل فان البروتوكول المقترح يرسل فقط إلى اثنين كحد أقصى من العقد المجاورة، وبالنسبة للبروتوكول المقترح فكلما زاد عدد الحزم التي ترسلها العقدة كلما كبرت القيمة التي يمثلها هذا المقياس، فالنموذج الأحادي الوجهة أعطى قيماً أقل من النموذج الثنائي الوجهة، ولكن كان ذلك على حساب نسبة تسليم الحزم.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٥-٢٥): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة.



شكل(٥-٢٦): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

- تأثير الشبكات الضخمة مع ازدياد سرعة العقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة:

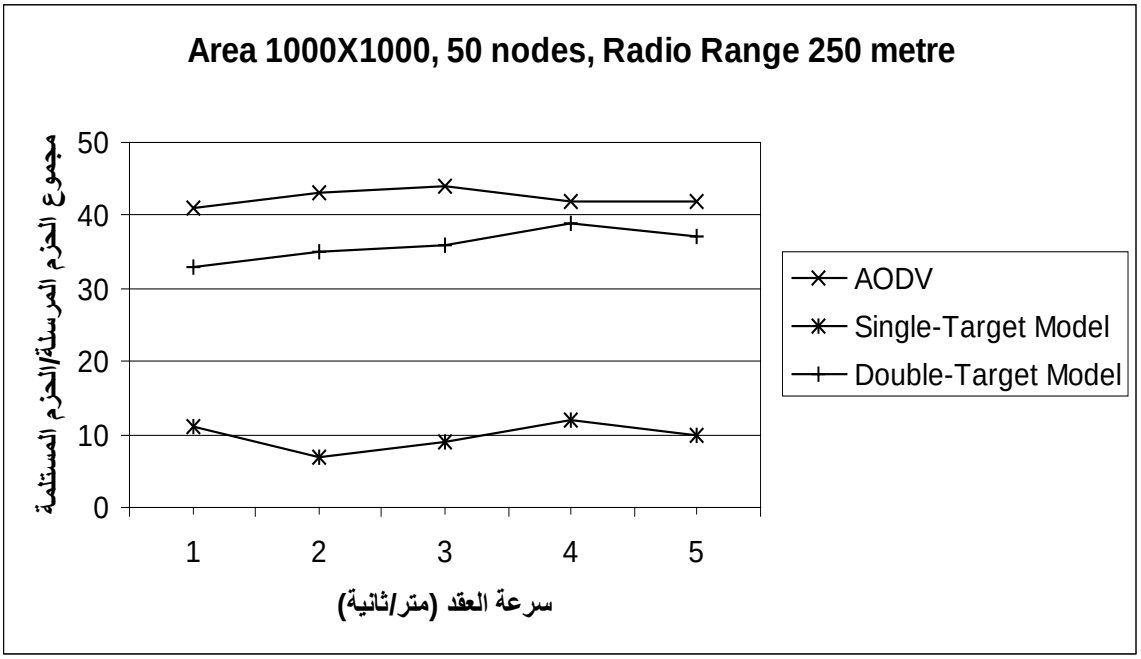
بينت الدراسة أيضاً تأثير زيادة سرعة العقد في المستويات المنخفضة والمعتدلة والعالية تحت تأثير شبكة ذات المواصفات (مساحة ١٠٠٠X١٠٠٠، و ٥٠ عقدة، ومدى إرسال راديوي ٢٥٠ متر) على عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة، ففي نطاق السرعة المنخفضة والمعتدلة يبين الشكل (٥-٢٧) أن الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة للنموذج الأحادي الوجهة في البرتوكول المقترح يعطي سلوك متناوب بين التصاعد والتناقص ولكن بقيم متقاربة مما يعطي انطباع الثبات في قيمه مع ازدياد السرعة، فأقل قيمة هي ٧ حزم / حزمة مستلمة وأعلى قيمة هي ١١ حزمة / حزمة مستلمة، حيث أن الزيادة كانت بمقدار ٤ حزم / حزمة مستلمة، أما النموذج الثنائي الوجهة فيتصاعد أيضا مع ازدياد السرعة، ولكن أقل قيمة له هي ٣٣ حزمة/حزمة مستلمة وأعلى قيمة ٣٩ حزمة/ حزمة مستلمة، حيث كانت الزيادة بمقدار ٦ حزم / حزمة مستلمة، وعند مقارنة النموذجين نجد أن النموذج الأحادي الوجهة يقل عن النموذج الثنائي الوجهة بقيمة تتراوح بين (٢٢-٢٨) حزمة / حزمة مستلمة، و عند مقارنة النموذجين مع البروتوكولAODV، نجد أن عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة فيه أعلى من النموذجين، حيث يزيد عن النموذج الأحادي الوجهة بمقدار يتراوح بين (٣٠-٣٦) حزمة / حزمة مستلمة، في حين يزيد عن النموذج الثنائي الوجهة بمقدار يتراوح بين (٥-٨) حزمة/ حزمة مستلمة، حيث كان عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة متصاعد في هذا المدى من السرعة في البروتوكول AODV، حيث يتراوح بين(٤١-٤٣) حزمة / حزمة مستلمة.

أما في نطاق السرعة العالية فيبين الشكل (٥-٢٨) أن الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة للنموذج الأحادي الوجهة في البرتوكول المقترح تتناقص بقيم ضئيلة جدا مع ازدياد السرعة ولذلك يمكن اعتبارها أنها قيمة ثابته، فأقل قيمة هي ٩.٥ حزمة / حزمة مستلمة وأعلى قيمة هي ١٠ حزم / حزمة مستلمة، حيث أن الزيادة كانت بمقدار٠.٥ و هذه قيمة صغيرة ممكن اهمالها، أما النموذج الثنائي الوجهة فيتصاعد مع ازدياد السرعة، ولكن أقل قيمة له هي ٤٢ حزمة/حزمة مستلمة وأعلى قيمة ٤٩ حزمة /حزمة مستلمة، حيث كانت الزيادة بمقدار ٧ حزم / حزمة مستلمة تقريباً، وعند مقارنة النموذجين نجد أن النموذج الأحادي الوجهة يقل عن النموذج الثنائي الوجهة بقيمة تتراوح بين (٣٢-٣٩) حزمة / حزمة مستلمة، و عند مقارنة النموذجين مع البروتوكولAODV، نجد أن عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة تتقارب بشكل كبير، حيث تكاد تكون متطابقة من النموذج ثنائي الوجهة، وتزيد عن النموذج الأحادي الوجهة بمقدار يتراوح بين (٣٣-٣٦) حزمة / حزمة مستلمة، فقد كانت قيمه في هذا

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

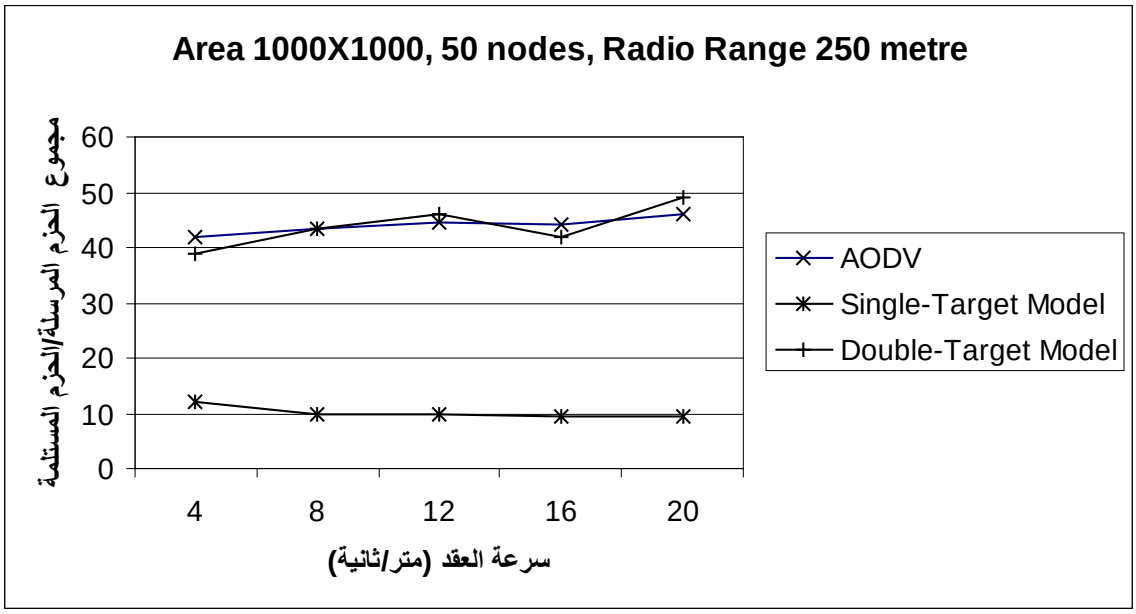
المدى من السرعة متصاعدة مع ازدياد السرعة ولكن بقيم ضئيلة فقد كانت أقل قيمة في البروتوكول AODV ٤٣ حزمة / حزمة مستلمة، وأعلى قيمة ٤٦ حزمة / حزمة مستلمة.

ومما سبق يظهر لنا أن النموذج الأحادي الوجهة للبروتوكول المقترح أعطى قيما أقل من البروتوكول AODV في جميع مستويات السرعة، أما النموذج الثنائي فقد أعطى قيما أقل في السرعة المنخفضة وارتفع ليتطابق معه في السرعة العاليةً، أي أن السرعة العالية لم تؤثر بشكل واضح إلا في سلوك النموذج الثنائي الوجهة.



شكل(٥-٢٧): تأثير زيادة السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



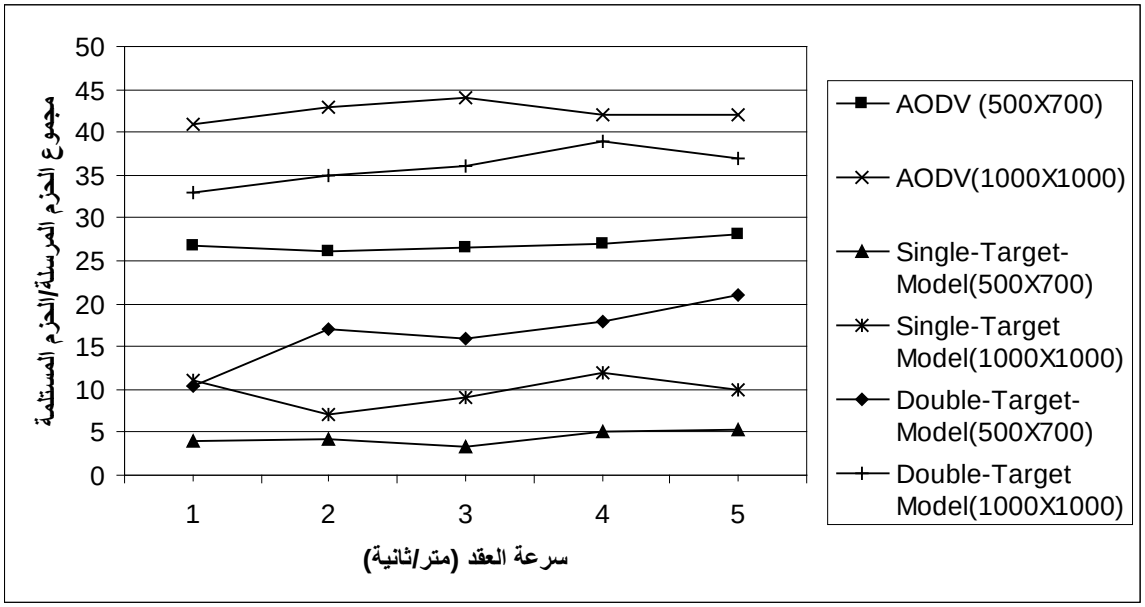
شكل(٥-٢٨): تأثير زيادة السرعة العالية للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة.

ونلاحظ من الشكل (٥-٢٩) أنه في نطاق السرعة المنخفضة والعالية كان لتغير مواصفات الشبكة تأثيراً على عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة، ففي النموذج الأحادي الوجهة للبروتوكول المقترح ازداد عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة من الشبكات الصغيرة إلى الضخمة، حيث كانت قيمة الزيادة تتراوح بين (٤- ٧) حزم/حزمة مستلمة، كما ازدادت بنفس الطريقة في النموذج الثنائي الوجهة، حيث كانت الزيادة تتراوح بين (١٨-٢٦) حزمة / حزمة مستلمة، أما في البروتوكولAODV فقد ازدادت مع تغير مواصفات الشبكة حيث كانت الزيادة تتراوح بين (١٤-١٧)حزمة/ حزمة مستلمة.

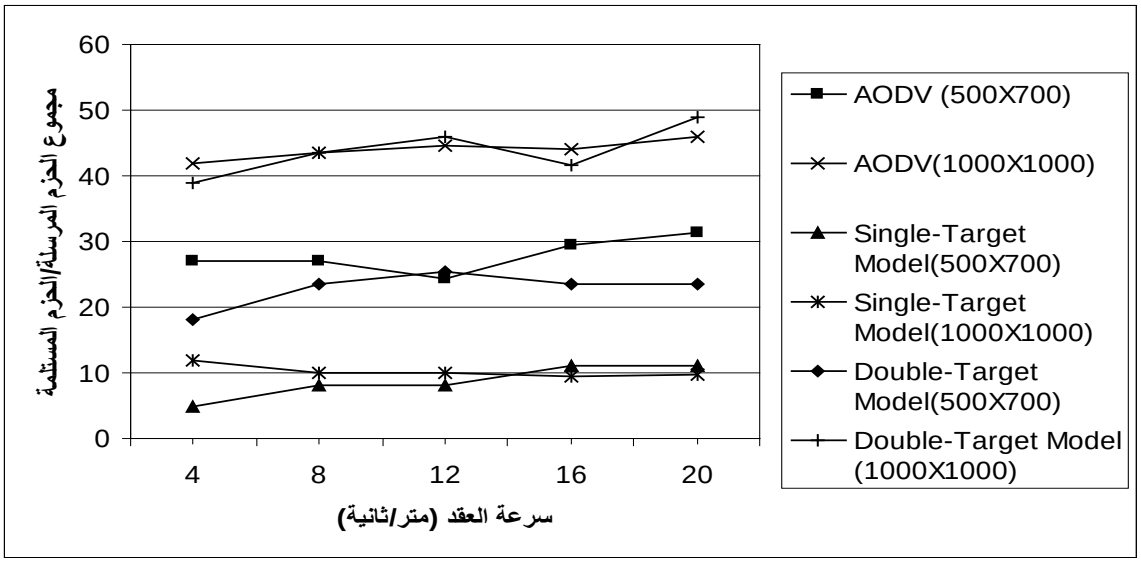
أما في نطاق السرعة العالية فنلاحظ من خلال الشكل (٥-٣٠) أن التغير في مواصفات الشبكة قد أثرت على عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة، ففي النموذج الأحادي الوجهة للبروتوكول المقترح كانت القيم في الشبكات الصغيرة أقل من قيم الشبكات الضخمة حيث كان الفرق بمقدار٧ حزم /حزمة مستلمة، ثم تقاطعتا معاً عند السرعة ١٢متر/ثانية، ثم ارتفع عدد الحزم ليصبح أكبر في الشبكات الصغيرة منها في الضخمة بفرق ١ حزمة، أما في النموذج الثنائي الوجهة فقد كانت قيم الشبكات الضخمة أكبر من الشبكات الصغيرة بفرق يتراوح بين (٢٠-٢٥) حزمة / حزمة مستلمة، كما ارتفعت قيم البروتوكولAODV بفرق يتراوح بين (١٤-٢١)حزمة/ حزمة مستلمة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ومما سبق نجد أن استخدام طريقة النشر في البروتوكولAODV، وبناء المسارات المسبقة لإرسال البيانات أثر بشكل سلبي على عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة إذا ما قورنت مع البروتوكول المقترح بشكل عام، وحتى مع تغير مواصفات الشبكة.



شكل(٥-٢٩): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة المنخفضة والمعتدلة للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة.



شكل(٥-٣٠): تأثير مواصفات الشبكة مع الزيادة في السرعة العالية للعقد على الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٥-١-٢- تأثير معدل إرسال الحزم

تم تثبيت السرعة لقياس تأثير هذا المعامل إلى ١متر/ثانية، وذلك حتى يظهر تأثير معدل إرسال الحزم على نسبة تسليم الحزم، وتم اختيار معدل إرسال البيانات بالمدى ١-٢٠ حزمة/ ثانية، يبين الجدول(٥-٢) قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد معدل إرسال الحزم، كما سيتم دراسة تأثير هذا العامل تحت تأثير مواصفات الشبكات المختلفة التي حددناها سابقاً.

سرعة العقد	١ متر/ ثانية
عدد العقد المرسلة	١ عقدة
معدل إرسال الحزم	١- ٢٠حزمة/ثانية

جدول(٥-٢):قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد معدل إرسال الحزم.

تأثير زيادة معدل إرسال الحزم على نسبة تسليم الحزم

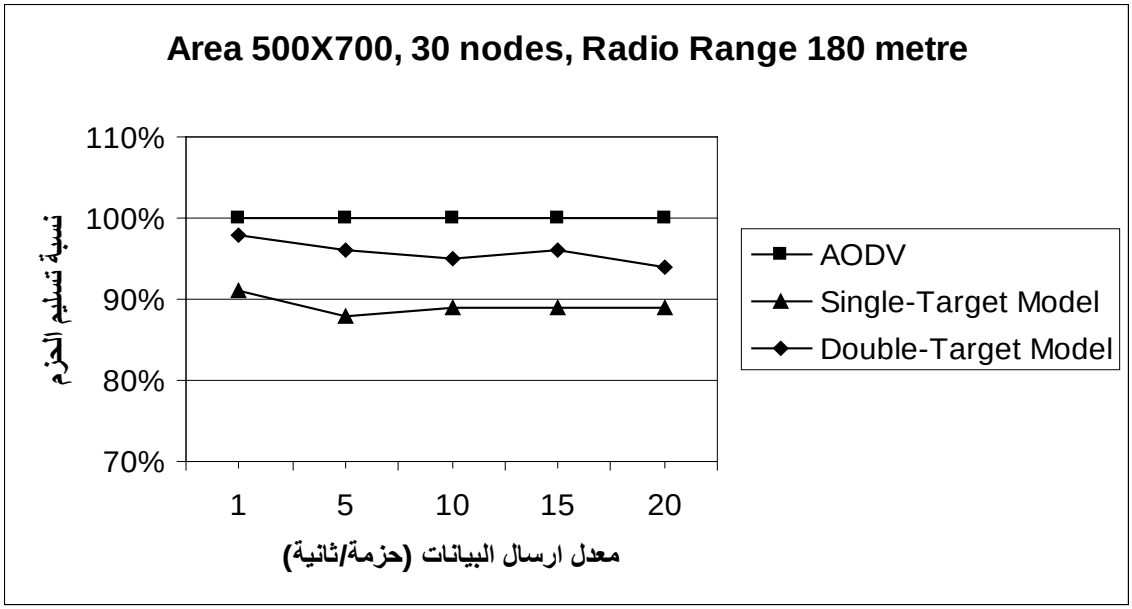
- تأثير الشبكات الصغيرة والمتوسطة مع ازدياد معدل إرسال الحزم:

بينت الدراسة تأثير زيادة معدل إرسال الحزم على نسبة تسليم الحزم في الشبكة ذات المواصفات (مساحة ٥٠٠X٧٠٠ متر، ٣٠ عقدة و مدى إرسال راديوي ١٨٠ متر)، حيث أظهر الشكل (٥-٣١) أن البروتوكول AODV لم يتأثر بازدياد معدل إرسال الحزم حيث أعطى نسبة ثابتة وهي ١٠٠%، أما البروتوكول المقترح فقد تأثر النموذج الثنائي الوجهة فيه بازدياد معدل الإرسال، حيث انخفضت نسبة تسليم الحزم مع ازدياد معدل الإرسال ولكن كان التناقص ضئيلا، حيث كانت أعلى قيمة هي ٩٨% وتناقصت لتصل إلى ٩٤%، حيث كان الفرق بمقدار٤%، أما البروتوكول الأحادي الوجهة فقد أظهر تناقصا في البداية ثم ثبات في نسبة التسليم مع ازدياد معدل إرسال الحزم، فقد كانت أعلى قيمة ٩١% و أقل قيمة ٨٨%، وكان الفرق بمقدار ٣%، أما عند مقارنة النموذج الأحادي الوجهة مع النموذج الثنائي الوجهة نجد أن نسبة التسليم في النموذج الثنائي الوجهة أفضل من النموذج الأحادي الوجهة، وذلك بسبب استخدام عدد أكبر من الحزم للوصول إلى الهدف، وبشكل عام نجد أن البروتوكول المقترح بنموذجيه قد حافظ على ثبات نسبي في تسليم الحزم أي أن الانخفاض لم يكن بقيم كبيرة ملحوظة وذلك

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

بسبب قدرة البروتوكول على التأقلم مع الضغط على العقد في الشبكة حيث تنساب الحزم باتجاه العقد ذات الحمل الأقل وهذا يخفف من التزاحم الذي يؤدي إلى ضياع الحزم.

أما إذا قارنّا البروتوكول المقترح بشكل عام مع البروتوكول AODV نجد أن نسبة التسليم في البروتوكول AODV كانت أعلى، ويعود سبب ذلك إلى أن البروتوكول المقترح يستخدم طريقة الإرسال العشوائي للوصول إلى الهدف، مما يؤدي إلى ضياع بعض الحزم، اما البروتوكول AODV فانه يرسل إلى مسار محدد مما يجعل نسبة ضياع الحزم أقل بكثير وتكاد تكون معدومة مع استخدام سرعة منخفضة للعقد.



شكل(٥-٣١): تأثير زيادة معدل إرسال الحزم على نسبة تسليم الحزم في الشبكات الصغيرة والمتوسطة.

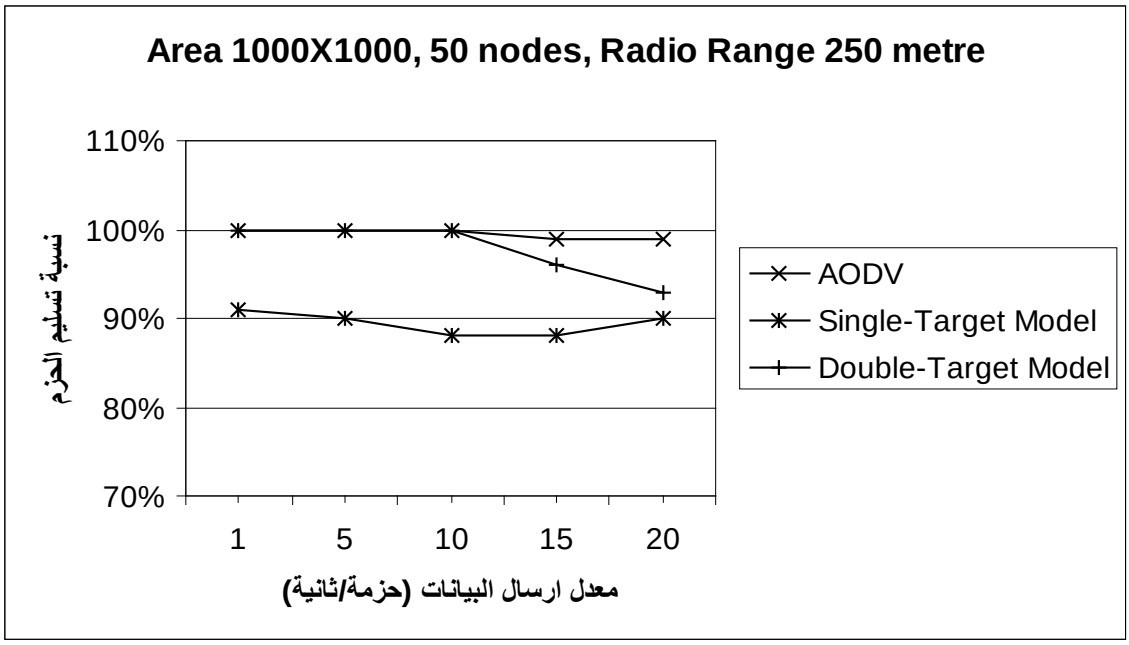
- تأثير الشبكات الضخمة مع ازدياد معدل إرسال الحزم:

بينت الدراسة تأثير زيادة معدل إرسال الحزم على نسبة تسليم الحزم في الشبكة ذات المواصفات (مساحة ١٠٠٠X١٠٠٠، ٥٠ عقدة و مدى إرسال راديوي ٢٥٠ متر)، حيث أظهر الشكل (٥-٣٢) أن البروتوكول AODV لم يتأثر بازدياد معدل إرسال الحزم في البداية، حيث أعطى نسبة ثابتة وهي ١٠٠% ثم بعد ذلك بدأ بالانخفاض بعد ارتفاع معدل الإرسال عن ١٠حزم/ثانية ولكن بمقدار ضئيل وهو ١%، أما البروتوكول المقترح فقد تأثر النموذج الثنائي الوجهة فيه بازدياد معدل الإرسال بعد ارتفاع معدل الإرسال عن ١٠ حزم/ثانية ، حيث انخفضت نسبة تسليم الحزم إلى ٩٣% مع ازدياد معدل الإرسال، حيث كان الفرق بمقدار ٧% عن أعلى

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

نسبة، أما البروتوكول الأحادي الوجهة فقد أظهر تناقصا في نسبة التسليم مع ازدياد معدل إرسال الحزم، فقد كانت أعلى قيمة ٩١% و أقل قيمة ٨٨%، وكان الفرق بمقدار ٣%، أما عند مقارنة النموذج الأحادي الوجهة مع النموذج الثنائي الوجهة نجد أن نسبة التسليم في النموذج الثنائي الوجهة أفضل من النموذج الأحادي الوجهة، وذلك بسبب استخدام عدد أكبر من الحزم للوصول إلى الهدف، وبشكل عام نجد أن البروتوكول المقترح بنموذجيه قد حافظ على ثبات نسبي في تسليم الحزم أي أن الانخفاض لم يكن بقيم كبيرة وذلك بسبب قدرة البروتوكول على التأقلم مع الضغط على العقد في الشبكة كما ذكرنا سابقاً.

أما إذا قارنا البروتوكول المقترح بشكل عام مع البروتوكول AODV نجد أن البروتوكول AODV كانت نسبة التسليم فيه أعلى، ويعود سبب ذلك إلى أن البروتوكول المقترح يستخدم طريقة الإرسال العشوائي للوصول إلى الهدف، مما يؤدي إلى ضياع بعض الحزم، اما البروتوكول AODV فانه يرسل إلى مسار محدد مما يجعل نسبة ضياع الحزم أقل بكثير وتكاد تكون معدومة مع استخدام سرعة منخفضة للعقد.

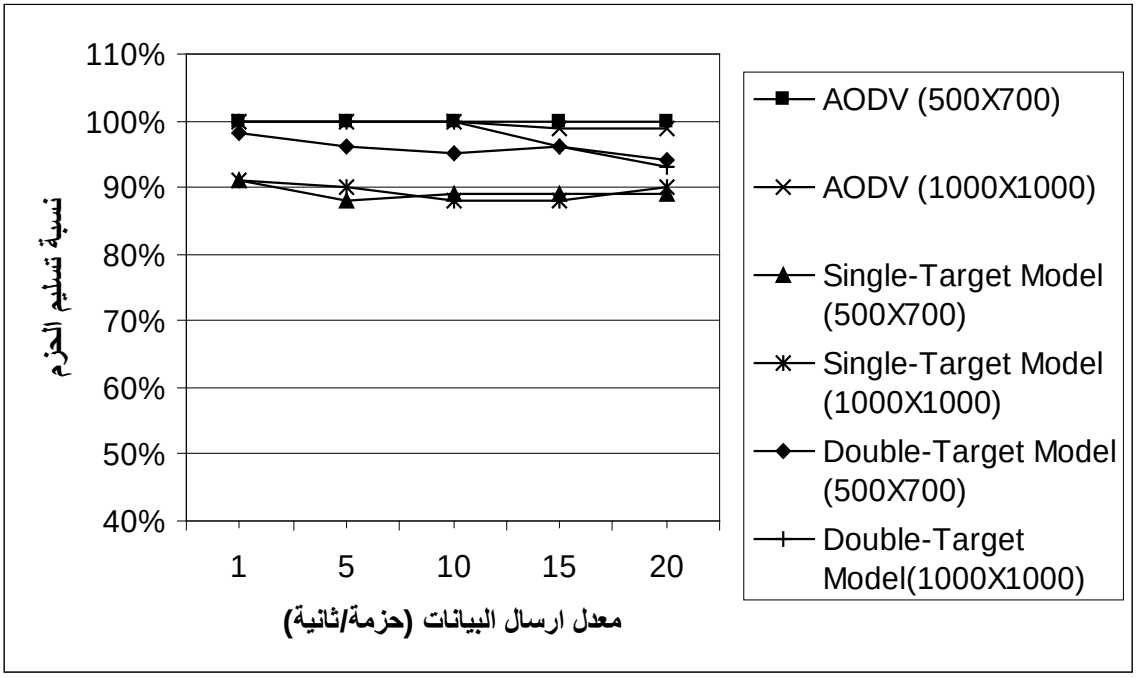


شكل(٥-٣٢): تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على نسبة تسليم الحزم في الشبكات الضخمة

وعند دراسة تأثير تغير مواصفات الشبكة تحت تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم نلاحظ من خلال الشكل (٥-٣٣)، أن البروتوكولAODV لم يتأثر باختلاف مواصفات الشبكة، أما البروتوكول المقترح، فقد تأثر النموذج الثنائي الوجهة، حيث ازدادت نسبة التسليم في الشبكات الضخمة عن الشبكات الصغيرة، وقد يعود سبب ذلك إلى أن خيارات العقدة في اختيار القفزة التالية تزداد مع

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ازدياد عدد العقد وبالتالي يقل ضغط الحزم في الشبكة ككل مما يؤدي إلى ضياع أقل في الحزم الناتج عن التصادمات، ولكن مع ازدياد معدل الإرسال فان تأثير مواصفات الشبكة يتلاشى وتصبح نسبة التسليم واحدة، أما النموذج الأحادي الوجهة فانه لا يتأثر بشكل واضح مع اختلاف مواصفات الشبكة في نسبة تسليم الحزم، فالقيم متناوبة مرة أعلى ومرة اقل ولكن الفرق لا يزيد عن ١%، وبذلك نستطيع القول أنه لم يتأثر.



شكل(٥-٣٣): تأثير تغير مواصفات الشبكة تحت تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على نسبة تسليم الحزم.

تأثير زيادة معدل إرسال الحزم على الكلفة الاضافية

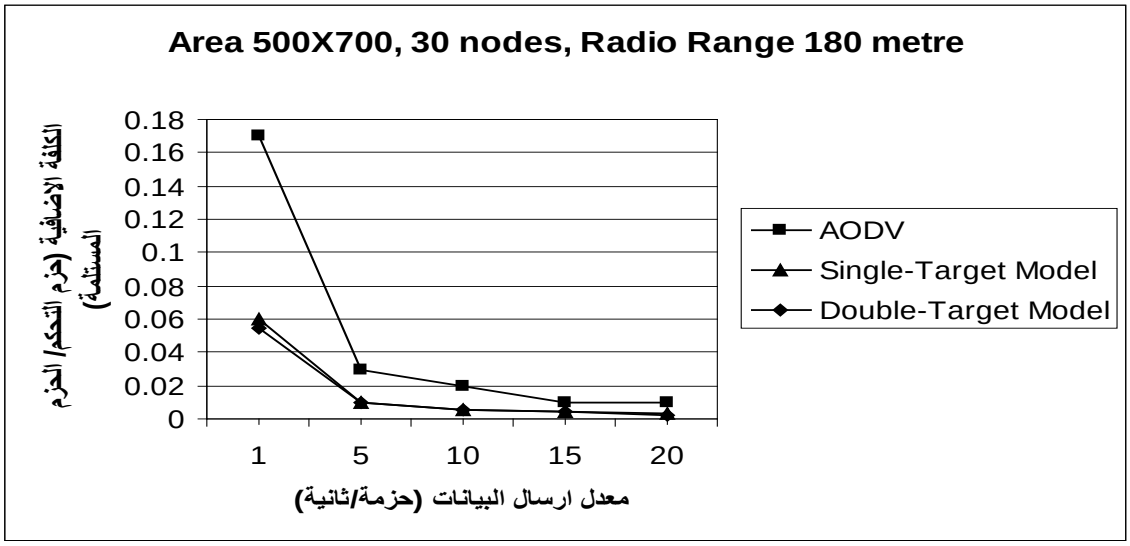
- تأثير الشبكات الصغيرة والمتوسطة مع ازدياد معدل إرسال الحزم:

بينت الدراسة تأثير زيادة معدل إرسال الحزم على كلفة التحكم الاضافية في الشبكة ذات المواصفات (مساحة ٥٠٠X٧٠٠ متر، ٣٠ عقدة و مدى إرسال راديوي ١٨٠ متر)، حيث يظهر الشكل (٥-٣٤) أن البروتوكول AODV قد تأثر بازدياد معدل إرسال الحزم، حيث تنخفض كلفة التحكم مع ازدياد معدل إرسال الحزم، ونلاحظ أن الكلفة انخفضت بمقدار كبير جدا عن ما كانت عليه عند قياس تأثير سرعة العقد، وذلك لأنه تم تخفيض معدل إرسال الحزم إلى ١حزمة/١٠ ثواني كي يظهر تأثير تغير سرعة العقد، ونتج عن ذلك أنه كان الوقت بين كل حزمة وأخرى

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

كبير، حيث أن العمر الافتراضي لصلاحية المسار تنتهي فتحتاج إلى استكشاف مسار آخر جديد للوصول إلى الهدف، أما عند زيادة معدل الإرسال، فان المسار يستخدم لعدد أكبر من الحزم مما يؤدي إلى التقليل من عدد مرات البحث عن مسار جديد، هذا عدا عن أن النسبة بين كلفة التحكم إلى عدد الحزم المستلمة تقل أكثر مع ازدياد معدل إرسال البيانات المرسلة لأن الكلفة كقيم تكون متقاربة، أما البروتوكول المقترح فقد تأثر النموذجان فيه بازدياد معدل الإرسال، حيث تنخفض وذلك بسبب تزايد عدد الحزم المستلمة؛ فكلما ازداد عدد الحزم المستلمة كلما قلت نسبة حزم التحكم إلى الحزم المستلمة، وكما يظهر فان النموذجان كانت قيمهما متطابقة، وذلك لأن نسب التسليم فيها لهذا النوع من الشبكات كانت متقاربة عدا عن أن النموذجين يستخدمان نفس العدد من حزم التحكم.

أما إذا قارنا البروتوكول المقترح بشكل عام مع البروتوكول AODV نجد أن البروتوكول AODV كانت الكلفة الاضافية فيه أعلى، ويعود سبب ذلك إلى أن البروتوكول المقترح لا يحتاج إلى بناء مسارات في عملية الوصول الى الهدف مما يقلل من حزم التحكم، اما البروتوكول AODV فانه يجب أن يحدد المسار أولا وهذا يحتاج إلى كلفة إضافية أكبر من البروتوكول المقترح.



شكل (٥-٣٤): تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على الكلفة الاضافية في الشبكات الصغيرة والمتوسطة.

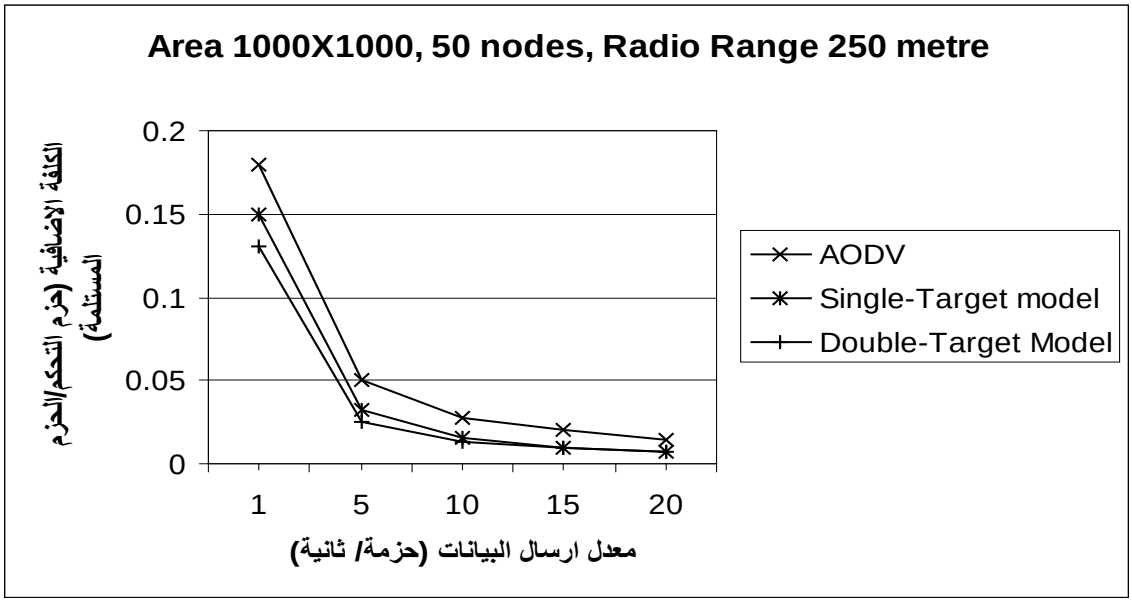
- تأثير الشبكات الضخمة مع ازدياد معدل إرسال الحزم:

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

بينت الدراسة تأثير زيادة معدل إرسال الحزم على كلفة التحكم الاضافية في الشبكة ذات المواصفات (مساحة ١٠٠٠X١٠٠٠ متر، ٥٠ عقدة و مدى إرسال راديوي ٢٥٠ متر)، حيث أظهر الشكل (٥-٣٥) أن البروتوكول AODV قد تأثر بازدياد معدل إرسال الحزم، حيث تنخفض كلفة التحكم مع ازدياد معدل إرسال الحزم، وكما وضحنا أعلاه فان الكلفة تنخفض بمقدار كبير جدا عما كانت عليه عند قياس تأثير سرعة العقد ،

أما البروتوكول المقترح فقد تأثر النموذجان فيه بازدياد معدل الإرسال، حيث تنخفض كلفة التحكم وذلك بسبب تزايد عدد الحزم المستلمة؛ فكلما ازداد عدد الحزم المستلمة كلما قلت نسبة حزم التحكم إلى الحزم المستلمة، وكما يظهر فان النموذج الثنائي الوجهة كانت الكلفة الاضافية فيه أقل من النموذج الأحادي الوجهة، ولكن مع ازدياد معدل إرسال الحزم فان الكلفة تصبح متطابقة، وذلك لأن نسب التسليم تقترب في النموذجين من بعضها البعض.

أما إذا قارننا البروتوكول المقترح بشكل عام مع البروتوكول AODV نجد أن البروتوكول AODV كانت الكلفة الاضافية فيه أعلى، و تم شرح سبب ذلك أعلاه.

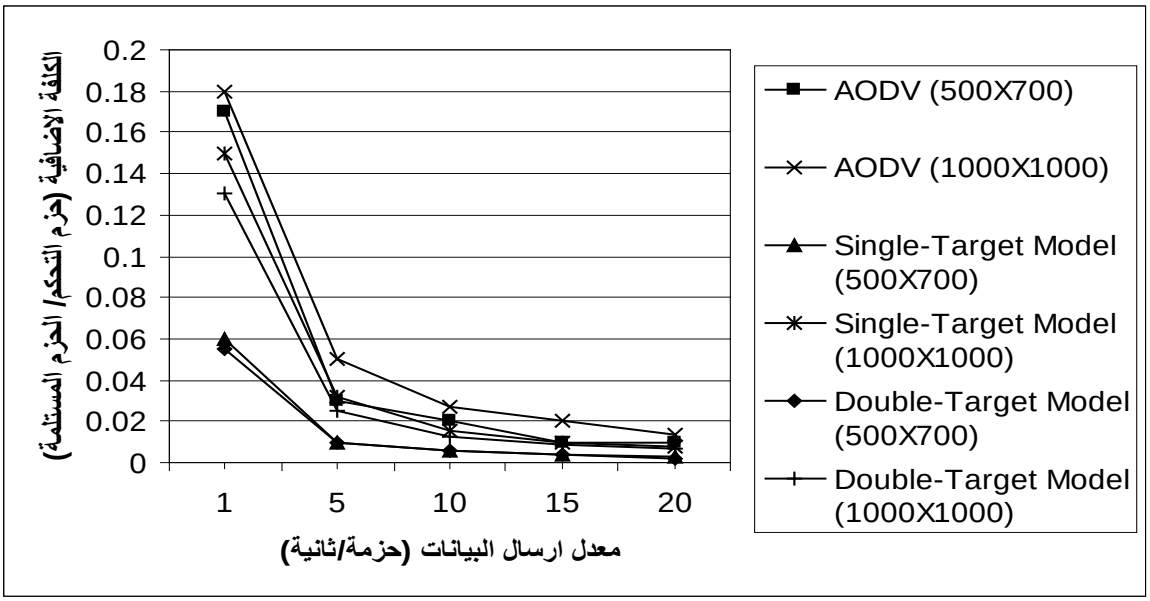


شكل(٥-٣٥): تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على الكلفة الاضافية في الشبكات الضخمة.

وعند دراسة تأثير تغير مواصفات الشبكة تحت تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم نلاحظ من خلال الشكل (٥-٣٦) أن البروتوكولAODV تأثر باختلاف مواصفات الشبكة، حيث ازدادت قيمه في الشبكات الضخمة عن الشبكات الصغيرة والمتوسطة، أما البروتوكول المقترح فقد تأثر كلا النموذجين باختلاف مواصفات الشبكة، حيث ازدادت الكلفة الاضافية في الشبكات الضخمة عن الشبكات الصغيرة والمتوسطة، وقد يعود سبب ذلك إلى أنه مع ازدياد مواصفات الشبكة من عدد

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

عقد ومساحة يؤدي إلى مرور الحزم على عقد أكثر حتى تستطيع الوصول إلى الهدف مما يؤدي إلى ازدياد قيم الكلفة الاضافية.



شكل(٥-٣٦): تأثير تغير مواصفات الشبكة تحت تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على الكلفة الاضافية.

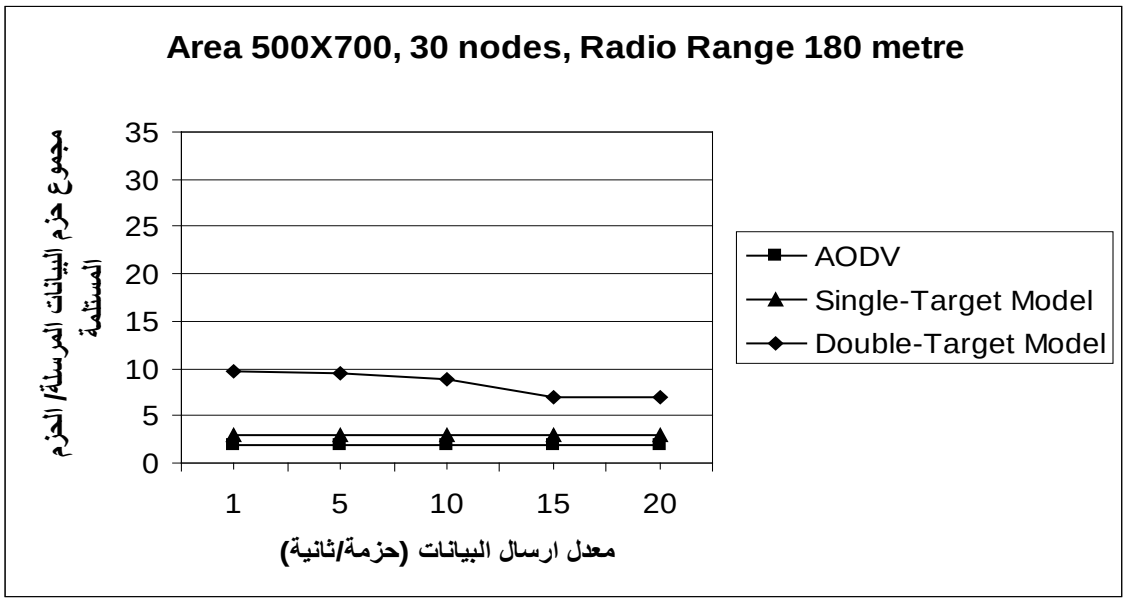
تأثير زيادة معدل إرسال الحزم على حزم البيانات المرسلة لكل حزمة مستلمة

- **تأثير الشبكات الصغيرة والمتوسطة مع ازدياد معدل إرسال الحزم:**

بينت الدراسة تأثير زيادة معدل إرسال الحزم على نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة في الشبكة ذات المواصفات (مساحة ٥٠٠X٧٠٠ متر، ٣٠ عقدة و مدى إرسال راديوي ١٨٠ متر)، حيث أظهر الشكل (٥-٣٧) أن البروتوكول AODV قد أعطى نسبة ثابتة بازدياد معدل إرسال الحزم وهي ٢ حزمة / حزمة مستلمة، وذلك لأنه يستخدم مسار محدد ومهما ازداد معدل إرسال الحزم فسيبقى طول المسار هو نفسه، أما البروتوكول المقترح فقد حافظ النموذج الأحادي الوجهة على نسبة ثابتة وهي ٣ حزم/حزمة مستلمة، أما النموذج الثنائي الوجهة فقد حافظ على ثبات نسبي حتى معدل إرسال ١٠حزم/ثانية ثم بدأ بالانخفاض بعد ذلك مع ازدياد معدل الإرسال، وعند مقارنة النموذجين معاً، نجد أن النموذج الأحادي الوجهة قد حافظ على ثباته مقارنة مع النموذج الثنائي، عدا عن أن النموذج الأحادي الوجهة كانت قيمه أقل من النموذج الثنائي الوجهة، و قد يرجع سبب اختلاف سلوك النموذجين إلى أن النموذج الثنائي

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الوجهة يتولد فيه عن كل حزمة مستلمة عدد كبير من الحزم مقارنة مع النموذج الأحادي الوجهة، وذلك يسبب ضياع بعض الحزم المرسلة نتيجة للتزاحم والتصادم الناتج عن ازدياد معدل إرسال الحزم، أما النموذج الأحادي الوجهة فان عدد الحزم المرسلة يبقى محدود وبالتالي لا يتأثر كثيرا مع ازدياد معدل إرسال الحزم، أما إذا قارننا البروتوكول المقترح بشكل عام مع البروتوكول AODV نجد أن البروتوكول AODV كانت نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة فيه أقل من البروتوكول المقترح بنموذجيه، ويعود سبب ذلك إلى أن البروتوكول المقترح يعتمد في عملية الوصول الى الهدف الإرسال العشوائي، اما البروتوكول AODV فانه يجب أن يحدد المسار أولا وهذا يقلل من عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة.



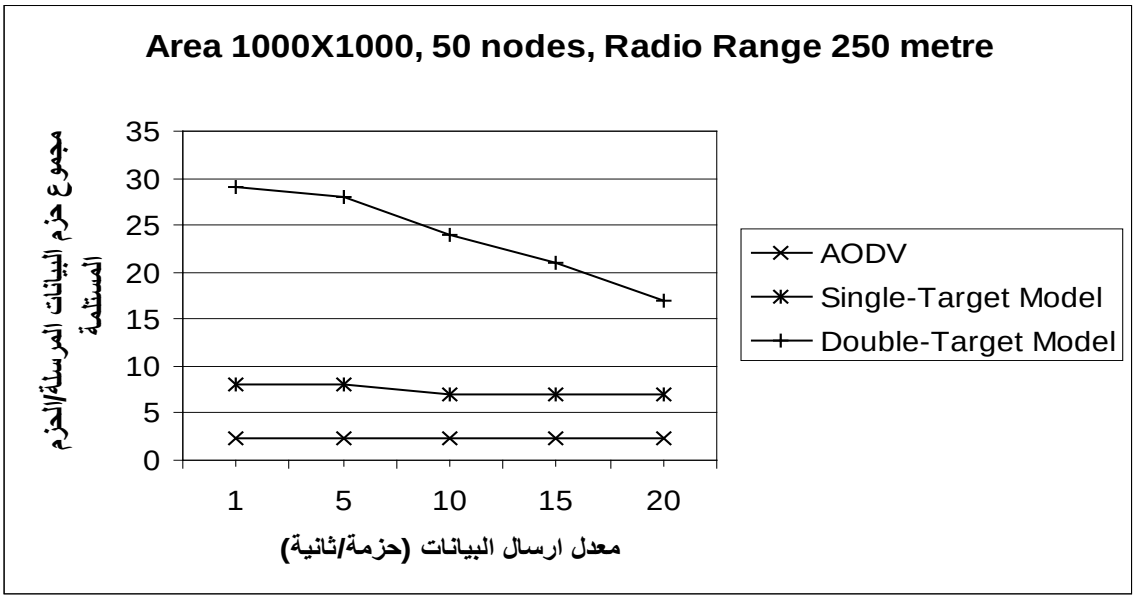
شكل (٥-٣٧): تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة في الشبكات الصغيرة والمتوسطة.

- تأثير الشبكات الضخمة مع ازدياد معدل إرسال الحزم:

بينت الدراسة تأثير زيادة معدل إرسال الحزم على نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة في الشبكة ذات المواصفات (مساحة ١٠٠٠X١٠٠٠ متر، ٥٠ عقدة و مدى إرسال راديوي ٢٥٠ متر)، حيث أظهر الشكل (٥-٣٨) أن البروتوكول AODV قد أعطى نسبة ثابتة بازدياد معدل إرسال الحزم وهي ٢.٤ حزمة / حزمة مستلمة، وذلك لأنه يستخدم مسار محدد ومهما ازداد معدل إرسال الحزم فسيبقى طول المسار هو نفسه، أما البروتوكول المقترح فقد حافظ النموذج الأحادي الوجهة على نسبة ثابتة تقريباً وهي (٧-٨) حزم/حزمة مستلمة، أما

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

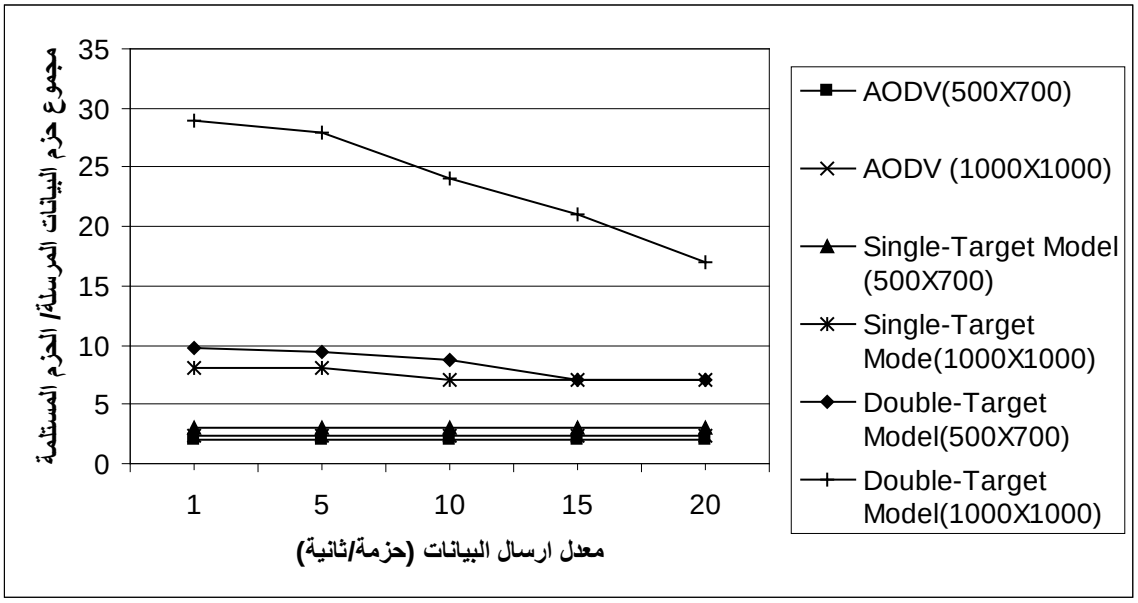
النموذج الثنائي الوجهة فقد انخفض مع ازدياد معدل الإرسال، وعند مقارنة النموذجين معاً، نجد أن النموذج الأحادي الوجهة قد حافظ على ثباته مقارنة مع النموذج الثنائي، عدا عن أن النموذج الأحادي كانت قيمه أقل من النموذج الثنائي الوجهة، و قد وضحنا سابقاً سبب اختلاف سلوك النموذجين، أما عند مقارنة البروتوكول المقترح بشكل عام مع البروتوكول AODV نجد أن البروتوكول AODV كانت نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة فيه أقل من البروتوكول المقترح بنموذجيه، ويعود سبب ذلك إلى نفس الأسباب التي ذكرناها سابقاً.



شكل (٥-٣٨): تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة في الشبكات الضخمة.

وعند دراسة تأثير تغير مواصفات الشبكة تحت تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم نلاحظ من خلال الشكل (٥-٣٩) أن البروتوكولAODV تأثر تأثراً طفيفاً باختلاف مواصفات الشبكة، حيث ازدادت قيمه في الشبكات الضخمة عن الشبكات الصغيرة والمتوسطة بمقدار ٠.٤، أما البروتوكول المقترح فقد تأثر كلا النموذجين باختلاف مواصفات الشبكة، حيث ازدادت نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة في الشبكات الضخمة عن الشبكات الصغيرة والمتوسطة، وقد يعود سبب ذلك إلى أنه مع ازدياد مواصفات الشبكة من عدد عقد ومساحة يؤدي إلى مرور الحزم على عقد أكثر حتى تستطيع الوصول إلى الهدف مما يؤدي إلى ازدياد نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل(٥-٣٩): تأثير تغير مواصفات الشبكة تحت تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم على نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة.

٥-١-٣- تأثير زمن توقف العقد

سنقوم بدراسة تأثير زمن توقف العقد على الشبكات الضخمة ذات المواصفات (مساحة١٠٠٠X١٠٠٠، و٥٠ عقدة، و مدى إرسال راديوي ٢٥٠ متر)، كما سنقوم بمقارنة النموذج الثنائي الوجهة من البروتوكول المقترح مع البروتوكول AODV وذلك لأنه من خلال الدراسات السابقة كانت جميع قيم النموذج الثنائي الوجهة أعلى من النموذج الأحادي الوجهة، وبذلك سنركز هنا على النموذج الثنائي الوجهة فقط في هذه المقارنة، ويبين الجدول(٥-٣) قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد زمن التوقف للعقد.

سرعة العقد	٥ متر/ ثانية
عدد العقد المرسلة	١٠ عقد

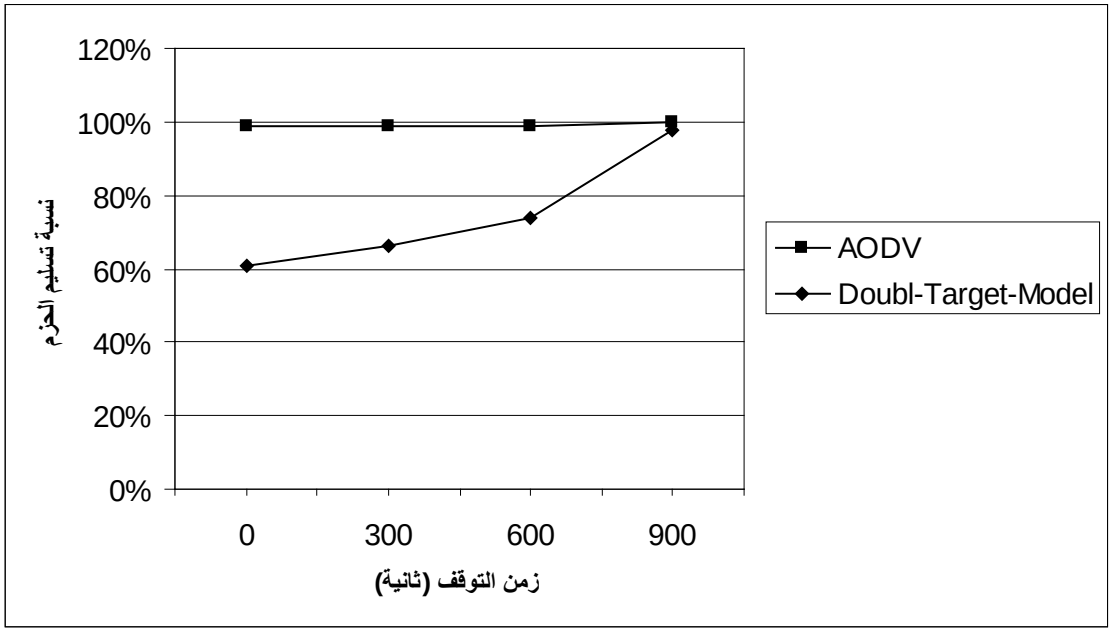
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

معدل إرسال الحزم	٤حزم/ثانية
زمن المحاكاة الكلي	٩٠٠ ثانية
زمن التوقف للعقدة	(٠-٩٠٠) ثانية

جدول(٥-٣):قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد زمن التوقف للعقد.

تأثير ازدياد زمن التوقف على نسبة تسليم الحزم:

يتبين من الشكل (٥-٤٠) أن نسبة تسليم الحزم في البروتوكول المقترح تزداد مع ازدياد زمن التوقف حيث تتراوح بين (٦١%-٩٨%)، أما في البروتوكول AODV فيحافظ على ثبات نسبي حيث تتراوح نسبة التسليم بين (٩٩%-١٠٠%)، ويتبين لنا أن البروتوكول المقترح تكون نسبة التسليم فيه أقل بشكل ملحوظ من البروتوكولAODV عندما لا يكون هناك زمن توقف للعقد،حيث يصل الفرق إلى ٣٨% ولكن هذا الفرق يتضاءل عندما يصل زمن التوقف إلى زمن المحاكاة حيث يصل الفرق إلى ٢% فقط.

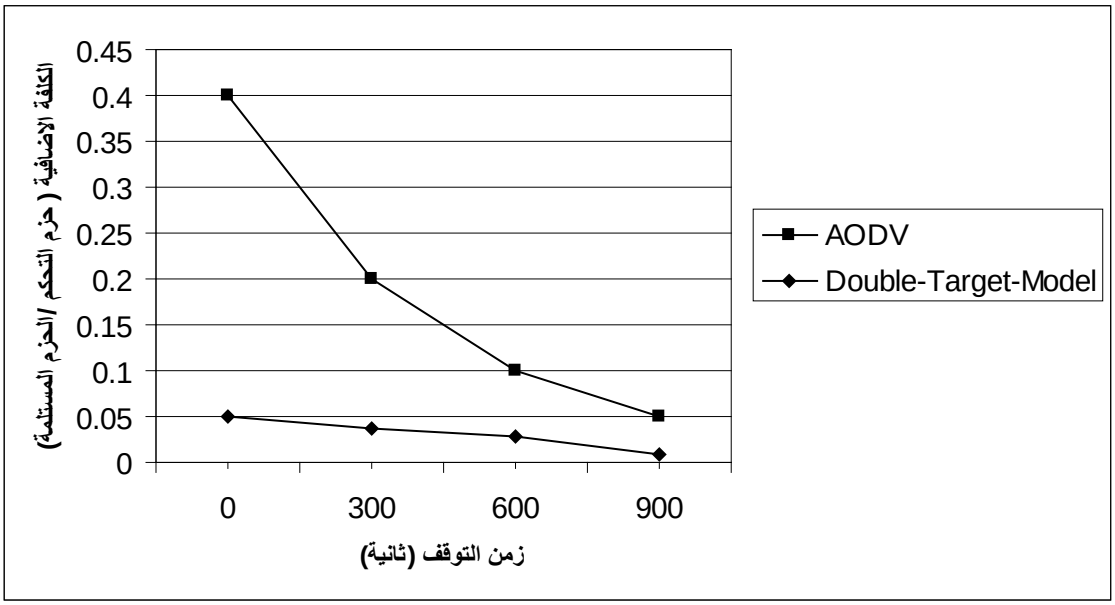


شكل (٥-٤٠): تأثير زمن التوقف للعقد على نسبة تسليم الحزم.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تأثير ازدياد زمن التوقف على الكلفة الاضافية:

يتبين من الشكل (٥-٤١) أن الكلفة الاضافية في البروتوكول المقترح تنخفض قيمها مع ازدياد زمن التوقف حيث تتراوح انخفاضاً بين (٠.٠٥-٠.٠٠٨٣) أما في البروتوكول AODV تتناقص الكلفة الاضافية بشكل كبير مع ازدياد زمن التوقف حيث تتراوح قيمها انخفاضاً بين (٠.٤-٠.٠٥)، كما نلاحظ أن البروتوكول المقترح عمل تحسيناً على الكلفة الاضافية، حيث أن الكلفة الاضافية في البروتوكول المقترح أقل من البروتوكولAODV بقيمة تصل إلى ٠.٣٥ عندما يكون زمن التوقف فيها مساوياً إلى الصفر، ويقل هذا الفرق ليصبح ٠.٠٤تقريباً عندما يصبح زمن التوقف مساوياَ لزمن المحاكاة، وذلك لأن ثبات الشبكة يزداد مع ازدياد زمن الوقف مما يؤدي إلى الانخفاض في حاجة العقد إلى صيانة المسارات، في حين أن البروتوكول المقترح يتميز بثبات نسبي مع ازدياد زمن التوقف وذلك لأن التقنية المستخدمة فيه لتمرير الحزم تعمل على تحسين الكلفة الاضافية وتخفيضها.



شكل (٥-٤١): تأثير زمن التوقف للعقد على الكلفة الاضافية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٥-١-٤- تأثير عدد العقد المرسلة

سنقوم بدراسة تأثير عدد العقد المرسلة على الشبكات الضخمة ذات المواصفات (مساحة١٠٠٠X١٠٠٠، و٥٠ عقدة، و مدى إرسال راديوي ٢٥٠ متر)، كما سنقوم بمقارنة النموذج الثنائي الوجهة من البروتوكول المقترح مع البروتوكول AODV وذلك لأنه من خلال الدراسات السابقة كما وضحنا أعلاه، كانت جميع قيم النموذج الثنائي الوجهة أعلى من النموذج الأحادي الوجهة، وبذلك سنركز هنا على النموذج الثنائي الوجهة فقط في هذه المقارنة أيضاً، ويبين الجدول(٥-٤) قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد عدد العقد المرسلة.

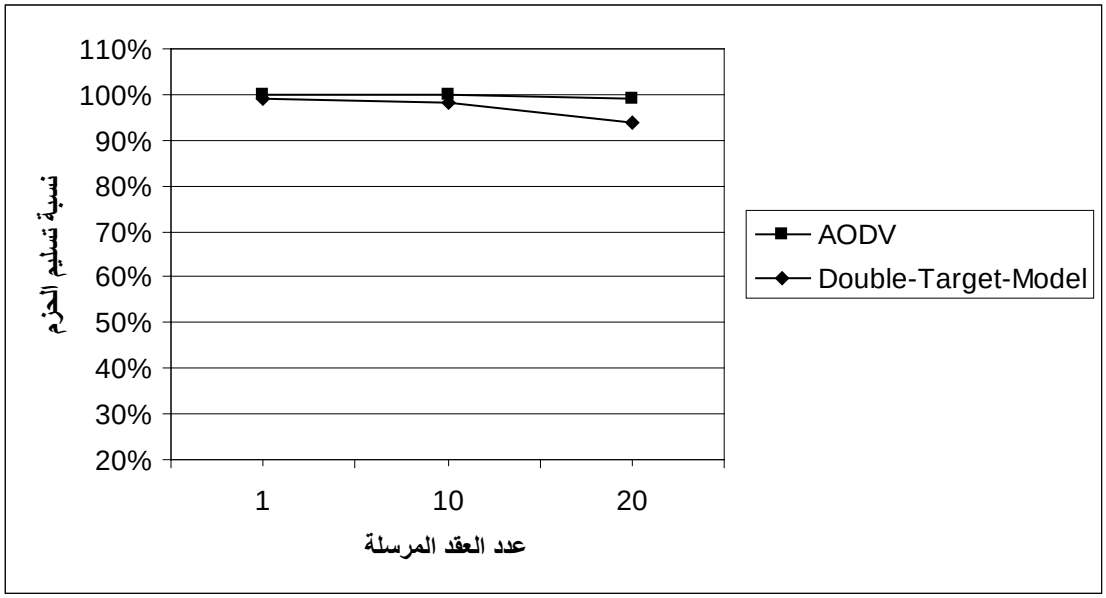
سرعة العقد	٥ متر/ ثانية
عدد العقد المرسلة	(١-٢٠) عقدة
معدل إرسال الحزم	٤حزم/ثانية
زمن المحاكاة الكلي	٩٠٠ ثانية
زمن التوقف للعقدة	٩٠٠ ثانية

جدول(٥-٤):قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد عدد العقد المرسلة.

تأثير ازدياد عدد العقد المرسلة على نسبة تسليم الحزم:

يتبين من الشكل (٥-٤٢) أن نسبة تسليم الحزم في البروتوكول المقترح تنخفض مع ازدياد عدد العقد المرسلة، حيث تتراوح انخفاضاً بين (٩٩%-٩٤%)، كما أن البروتوكول AODV تنخفض نسبة التسليم فيه أيضاً ولكن بشكل غير ملحوظ مع ازدياد عدد العقد المرسلة، حيث تتراوح نسبة التسليم انخفاضاً بين (١٠٠%-٩٩%)، كما نلاحظ أن نسبة التسليم في البروتوكول المقترح أقل من البروتوكول AODV ولكن ضئيل حيث يتراوح بين(١%-٥%) مع ازدياد عدد العقد المرسلة، ويرجع سبب هذا الانخفاض إلى أن البروتوكول المقترح لا يعتمد على بناء المسارات في تمرير الحزم ولكن يستخدم الإرسال العشوائي مما قد يؤدي إلى ازدياد عدد الحزم المتولدة في الشبكة لكل حزمة مستلمة، مما يؤدي إلى ضياع العديد من الحزم نتيجة التصادم والتزاحم.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

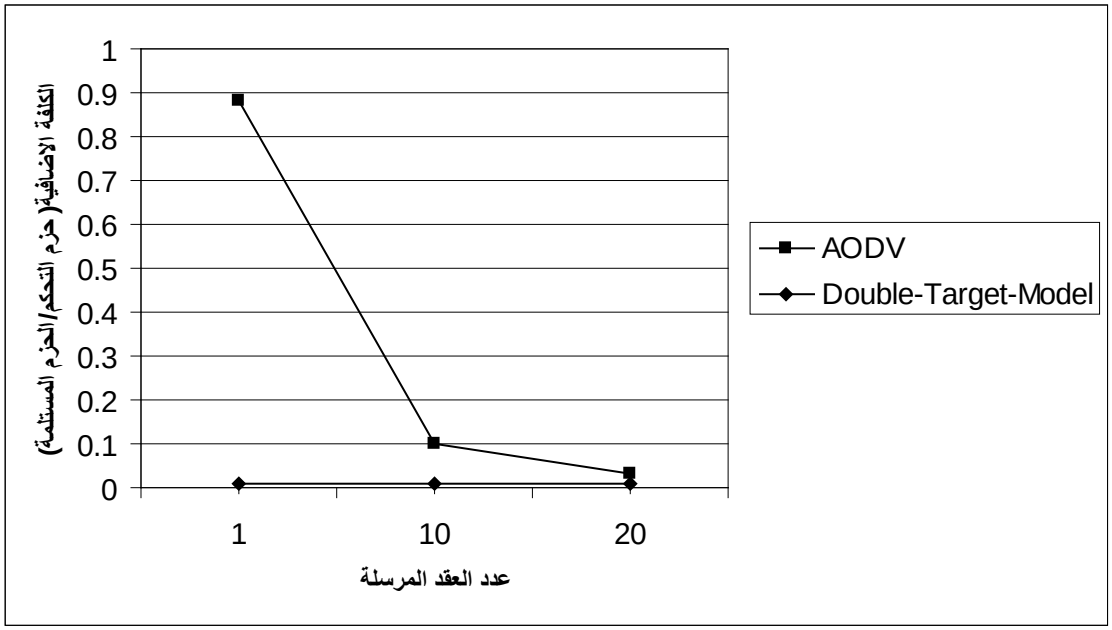


شكل (٥-٤٢): تأثير عدد العقد المرسلة على نسبة تسليم الحزم.

تأثير ازدياد عدد العقد المرسلة على الكلفة الاضافية:

يتبين من الشكل (٥-٤٣) أن الكلفة الاضافية في البروتوكول المقترح تحافظ على ثباتها مع ازدياد عدد العقد المرسلة، حيث تراوحت قيم الكلفة الاضافية في البروتوكول المقترح بين (٠.٠٠٩٤-٠.٠٠٧٤)، أما في البروتوكول AODV فقد انخفضت الكلفة الاضافية بشكل ملحوظ، حيث تراوحت قيمها انخفاضاً بين (٠.٨٨-٠.٠٣)، كما نلاحظ أن الفرق في الكلفة الاضافية بين البروتوكول المقترح والبروتوكول AODV يتضاءل مع ازدياد عدد العقد المرسلة، حيث يتراوح بين (٠.٨٧-٠.٠٢٣)، ويرجع سبب الانخفاض في البروتوكول AODV إلى أن زمن توقف العقد المستخدم مساوي لزمن المحاكاة مما يقلل من الحاجة إلى صيانة المسارات، عدا عن أنه مع ازدياد عدد العقد المرسلة فان عملية اكتشاف المسارات تصبح أقل صعوبة وذلك لأن العقد الوسطية تصبح لديها معرفة بالمسارات المؤدية إلى العقد الهدف نتيجة عمليات النشر المتكررة لإيجاد المسارات.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (٥-٤٣): تأثير عدد العقد المرسلة على الكلفة الاضافية.

٥-١-٥- تأثير سرعة العقد العالية جداً

سنقوم بدراسة تأثير سرعة العقد العالية جدا على أداء البروتوكول المقترح في الشبكات الضخمة ذات المواصفات (مساحة١٠٠٠X١٠٠٠، و٥٠ عقدة، ومدى إرسال راديوي ٢٥٠ متر)، كما سنقوم بمقارنة النموذج الثنائي الوجهة من البروتوكول المقترح مع البروتوكول AODV وذلك لأنه من خلال الدراسات السابقة كما وضحنا أعلاه، كانت جميع قيم النموذج الثنائي الوجهة أعلى من النموذج الأحادي الوجهة، وبذلك سنركز هنا على النموذج الثنائي الوجهة فقط في هذه المقارنة أيضاً، ويبين الجدول(٥-5) قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد سرعة العقد إلى المستويات العالية جداً.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

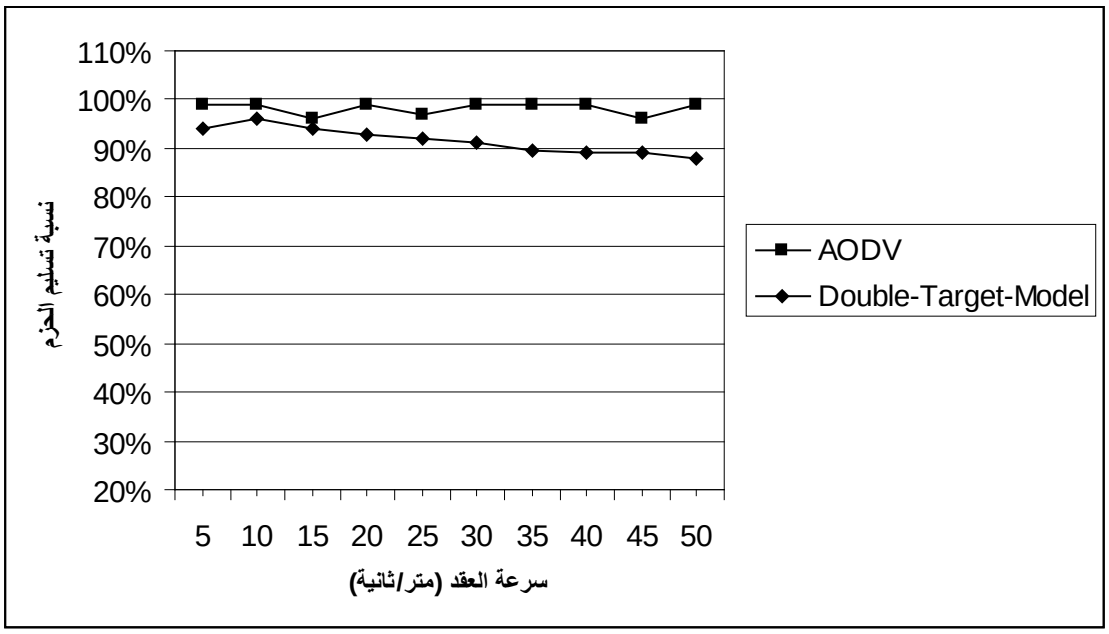
سرعة العقد	(٥-٥٠) متر/ ثانية
عدد العقد المرسلة	٢٠ عقدة
معدل إرسال الحزم	٤حزم/ثانية
زمن المحاكاة الكلي	٩٠٠ ثانية
زمن التوقف للعقدة	٩٠٠ ثانية

جدول(٥-٥):قيم مدخلات المحاكي مع ازدياد سرعة العقد العالية جدا.

تأثير السرعة العالية على نسبة تسليم الحزم:

يتبين من الشكل (٥-٤٤) أن نسبة تسليم الحزم في البروتوكول المقترح تنخفض مع ازدياد سرعة العقد من المستويات المعتدلة إلى العالية جدا، حيث تتراوح انخفاضاً بين (٩٦%-٨٨%)، كما أن البروتوكول AODV تنخفض نسبة التسليم فيه في بعض النقاط ولكن بشكل عام حافظ على نسبة تسليم ثابتة نسبياً مع ازدياد سرعة العقد وصولاً إلى المستويات العالية جداً، حيث تتراوح نسبة التسليم من أعلى قيمة إلى أقل قيمة بين (٩٩%-٩٦%)، كما نلاحظ أن نسبة التسليم في البروتوكول المقترح أقل من البروتوكول AODV ويزداد هذا الفرق لصالح البروتوكول AODV مع ازدياد السرعة ولكن كان الفرق بينهما مقبولا، فقد تراوحت الفروق بين(٢%-١١%) مع ازدياد سرعة العقد، ويرجع سبب هذا الانخفاض إلى أن البروتوكول المقترح لا يعتمد على بناء المسارات في تمرير الحزم ولكن يستخدم الإرسال العشوائي مما قد يؤدي إلى ازدياد عدد الحزم المتولدة في الشبكة لكل حزمة مستلمة، مما يؤدي إلى ضياع العديد من الحزم نتيجة التصادم والتزاحم، أو أن تضل الحزمة طريقها في الوصول إلى الهدف.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

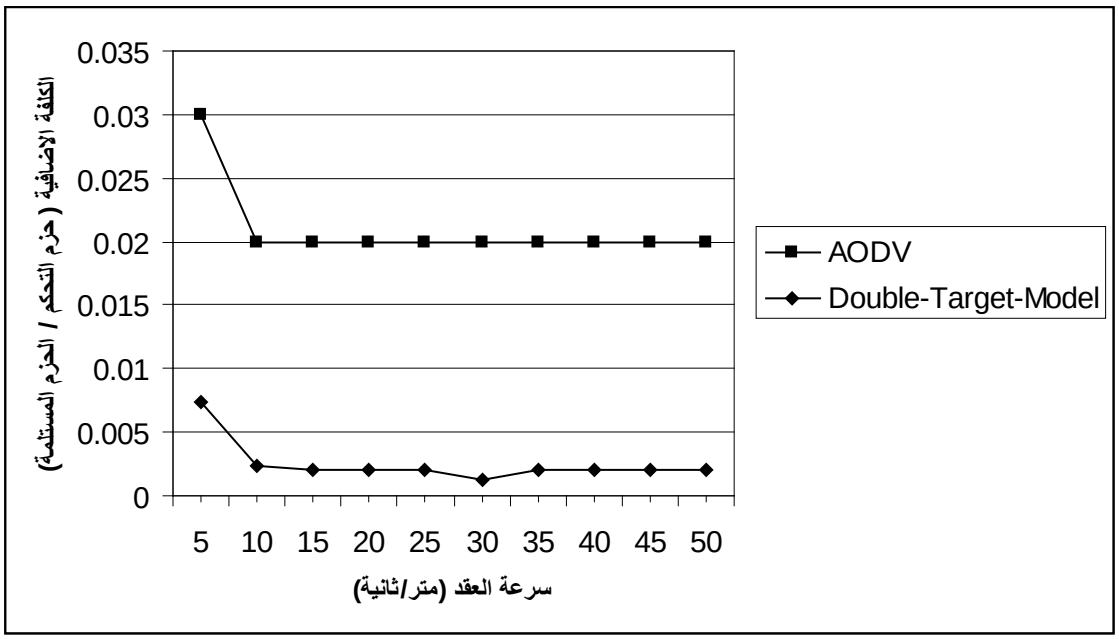


شكل (٥-٤٤): تأثير السرعة العالية جدا للعقد على نسبة تسليم الحزم.

تأثير السرعة العالية للعقد على الكلفة الاضافية:

يتبين من الشكل (٥-٤٥) أن سلوك البروتوكولين في تأثير السرعة على الكلفة الاضافية متشابه حيث تبدأ بالانخفاض ثم تحافظ على قيمة محددة، ولكن نجد أن البروتوكول المقترح قد عمل تحسينا على قيمة الكلفة الاضافية مع ازدياد سرعة العقد، حيث تراوحت قيم الكلفة الاضافية في البروتوكول المقترح انخفاضاً بين (٠.٠٠٢-٠.٠٠٧٤)، أما في البروتوكول AODV فقد تراوحت قيمها انخفاضاً بين (٠.٠٢-٠.٠٣)، حيث يتراوح الفرق بين البروتوكول المقترح والبروتوكول AODV بين (٠.٠١٨-٠.٠٢٣)، وسبب هذا الفرق أن البروتوكول AODV يفشل في المحافظة على المسارات بين العقد فيه نتيجة ارتفاع سرعة العقد، مما يؤدي إلى ضرورة صيانة المسارات من جديد، وهذا يحتاج إلى كلفة إضافية، أما في البروتوكول المقترح فانه لا يحتاج إلى بناء مسارات في تمرير الحزم ولذلك لا يؤثر عليه انقطاعها مع ازدياد سرعة العقد.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



شكل (٥-٤٥): تأثير السرعة العالية جداً للعقد على الكلفة الاضافية.

٥-٢- عناصر جودة البروتوكول المقترح

يتمتع البروتوكول المقترح ببعض المميزات في كل من النموذجين، ففي النموذج الأحادي الوجهة تميز بالخصائص التالية:

يعطي هذا النموذج نسبة تسليم منخفضة ولكن مقبولة في مختلف الظروف من زيادة سرعة العقد أو حتى من زيادة معدل إرسال العقد واختلاف مواصفات الشبكة.

لا يعتمد هذا البروتوكول على وجود مسارات محددة مسبقا مما يعطي البروتوكول مرونة عالية في توجيه حزم البيانات و توزيع الحمل في الشبكة إلى العقد ذات الحمل الأقل، مما يؤدي إلى التقليل من الازدحام والآثار السلبية الناجمة عنه، مع أنه لا يلغيه تماماً.

لا يحتاج البروتوكول إلى كلفة إضافية عالية وقدم كلفة إضافية منخفضة جدا، ومتوسط زمن تأخير منخفض، وذلك لعدم اعتماده على بناء مسارات مسبقة، وهذا يوفر من مصادر الطاقة و سعة النطاق، حيث أن البيئة التي نتعامل معها تعاني من محدودية الطاقة وسعة النطاق.

يتميز هذا النموذج بالثبات النسبي تحت تأثير الظروف المختلفة.

يقدم أداء أفضل في التطبيقات التي لا تحتاج إلى سرعة عالية و معدل إرسال منخفض مواصفات شبكة صغيرة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أما النموذج الثنائي الوجهة فقد كانت مميزاته ما يلي:

يقدم هذا النموذج تحسين على نسبة تسليم الحزم عن النموذج الأحادي الوجهة في مختلف الظروف من زيادة سرعة العقد أو حتى من زيادة معدل إرسال العقد واختلاف مواصفات الشبكة، ازدياد زمن التوقف للعقد، وازدياد عدد العقد المرسلة.

لا يعتمد هذا البروتوكول على وجود مسارات محددة مسبقا مما يعطي البروتوكول مرونة عالية في توجيه حزم البيانات و توزيع الحمل في الشبكة إلى العقد ذات الحمل الأقل، مما يؤدي إلى التقليل من الازدحام والآثار السلبية الناجمة عنه، مع أنه لا يلغيه تماماً بسبب عدد الحزم الكبير المتولد في الشبكة نتيجة الإرسال العشوائي.

لا يحتاج البروتوكول إلى كلفة إضافية عالية وقدم كلفة إضافية منخفضة جدا، ومتوسط زمن تأخير منخفض، وذلك لعدم اعتماده على بناء مسارات مسبقة، وهذا يوفر من مصادر الطاقة و سعة النطاق، حيث أن البيئة التي نتعامل معها تعاني من محدودية الطاقة وسعة النطاق، غير أن قيمها كانت أعلى من النموذج الأحادي الوجهة.

يقدم أداء أفضل في التطبيقات التي لا تحتاج إلى سرعة عالية و معدل إرسال منخفض مواصفات شبكة ضخمة، حيث أن جودتها تقل في التطبيقات التي تكون سرعة العقد فيها عالية جدا.

٥-٣- خلاصة النتائج

قدمت هذه الدراسة تقنية جديدة للتمرير الوحيد الوجهة، يقوم مبدأ هذه التقنية على عدم اعتماد مسار محدد لإرسال البيانات، وإنما يعطي لكل عقدة مسؤولية اختيار العقدة التالية بشكل منفصل لكل حزمة، وفي هذه التقنية هناك نموذجان مقترحان، النموذج الأول والذي أجريت عليه الدراسة المبدئية هو النموذج الأحادي الوجهة Single-Target Model، والذي يستخدم أسلوب اختيار عقدة واحدة فقط كقفزة تالية عند إرسال البيانات، أما النموذج الثاني والذي هو عبارة عن تحسين للنموذج الأحادي الوجهة وهو النموذج الثنائي الوجهة Double-Target Model، الذي يستخدم أسلوب اختيار عقدتين بدل واحدة كقفزة تالية عند إرسال البيانات.

ثم قمنا بمقارنة النموذجين المقترحين لهذه التقنية مع التقنية المستخدمة في بروتوكول متجه المسافة حسب الطلب AODV، وقد استخدمت في المقارنة منهجية المحاكاة ومجموعة من مقاييس تقييم الأداء وهي نسبة تسليم الحزم، الكلفة الاضافية، متوسط زمن التأخير، عدد حزم

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، والعدد الكلي للحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة، وبعض العوامل المؤثرة عليها وهي سرعة العقد بمستويات مختلفة من منخفضة ومعتدلة و عالية، و زيادة معدل إرسال حزم البيانات، وذلك تحت تأثير تغير مواصفات الشبكات، حيث تم تطبيق المحاكاة باستخدام نوعين من مواصفات الشبكات الأول يصنف بين الشبكات الصغيرة والمعتدلة أما النوع الثاني فيصنف ضمن الشبكات الضخمة.

تبين من نتائج المحاكاة أن النموذج الأحادي الوجهة كانت نسبة تسليم الحزم فيه للشبكات الصغيرة تتراوح بين (٩٢%- ٧٤%) في مستويات السرعة المنخفضة، و (٨٠%-٥٦%) في مستويات السرعة العالية، حيث يظهر أنها تنخفض نسبة التسليم مع ازدياد السرعة، أما في الشبكات الضخمة فتتراوح بين (٨٩%-٧١%) في مستويات السرعة المنخفضة، و (٧١%-٦٢%) في مستويات السرعة العالية، حيث يظهر أن نسبة التسليم في هذا النموذج تنخفض باختلاف مواصفات الشبكة، أما في مقياس متوسط زمن التأخير فنلاحظ أنه في الشبكات الصغيرة حافظ على ثبات نسبي حيث كانت تتراوح بين (٣.٦-٤.٦) ملي ثانية في مستويات السرعة المنخفضة، و (٤-٦) ملي ثانية في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أن القيم كانت تتراوح بين الارتفاع والانخفاض مما يعطيها صفة الثبات لأن الفرق بينها ضئيل، أما في الشبكات الضخمة فقد حافظ على نفس السلوك حيث كان الزمن يتراوح بالتناقص بين (١١-٧.٧) ملي ثانية في مستويات السرعة المنخفضة، وبين (٨-٧.٧) ملي ثانية في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أن ازدياد حجم الشبكة أدى إلى زيادة زمن التأخير، أما الكلفة الاضافية فقد كانت قيمه منخفضة في هذا النموذج ففي الشبكات الصغيرة تراوحت القيم بين (٠.٢٤-١) في مستويات السرعة المنخفضة و بين (٠.٤٣-١.٢) في مستويات السرعة العالية، أما في الشبكات الضخمة فقد تراوحت الكلفة الاضافية بين (١-١.٥) في مستويات السرعة المنخفضة، وبين (١.٣-١.٦) في مستويات السرعة العالية، حيث كانت القيم متفاوتة بين الارتفاع والانخفاض بقيم ضئيلة لذلك تظهر وكأنها ثابتة، وفي مقياس عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة كانت قيمه في الشبكات الصغيرة تتراوح بين (٣-٥) في مستويات السرعة المنخفضة، وبين (٥-١٠) في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أنها تزداد مع ازدياد السرعة، أما في الشبكات الضخمة فكانت تتراوح بين (٦-١١) في مستويات السرعة المنخفضة، وبين (٨-١١) في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أنها تزداد مع ازدياد حجم الشبكة.

أما النموذج الثنائي الوجهة فقد كانت نسبة تسليم الحزم فيه للشبكات الصغيرة تتراوح بين (١٠٠%- ٩٦%) في مستويات السرعة المنخفضة، و (٩٨%-٨٩%) في مستويات السرعة العالية، أما في الشبكات الضخمة فتتراوح بين (١٠٠%-٩٩%) في مستويات السرعة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المنخفضة، و (٩٩%-٩٣%) في مستويات السرعة العالية، حيث يظهر أنها تنخفض نسبة التسليم مع ازدياد السرعة، كما يظهر أن نسبة التسليم في هذا النموذج تزداد بازدياد حجم الشبكة، أما في مقياس متوسط زمن التأخير فنلاحظ أنه في الشبكات الصغيرة يتراوح الزمن بين (٨-٢٠) ملي ثانية في مستويات السرعة المنخفضة، و (٢٠-٤٤) ملي ثانية في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أن الزمن يزداد مع ازدياد السرعة، أما في الشبكات الضخمة فقد حافظ على نفس السلوك حيث كان الزمن يتراوح متزايداً بين (١٨-٢٤) ملي ثانية في مستويات السرعة المنخفضة، وبين (٢٠-٤٠) ملي ثانية في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أن ازدياد حجم الشبكة أدى إلى زيادة زمن التأخير، أما الكلفة الاضافية فقد كانت قيمه منخفضة في هذا النموذج كذلك؛ ففي الشبكات الصغيرة تراوحت القيم بين (٠.٢٤-١) تقريباً في مستويات السرعة المنخفضة، و بين (٠.٢-٤) في مستويات السرعة العالية، أما في الشبكات الضخمة فقد تراوحت الكلفة الاضافية بين (١-١.٣) في مستويات السرعة المنخفضة، وثبتت على القيمة (١) في مستويات السرعة العالية، حيث كانت القيم متفاوتة بين الارتفاع والانخفاض بقيم ضئيلة لذلك تظهر وكأنها ثابتة، وفي مقياس عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة كانت قيمه في الشبكات الصغيرة تتراوح بين (١٠-٢١) في مستويات السرعة المنخفضة، وبين (١٨-٢٣) في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أنها تزداد مع ازدياد السرعة، أما في الشبكات الضخمة فكانت تتراوح بين (٣٢-٣٨) في مستويات السرعة المنخفضة، وبين (٣٨-٤٧.٥) في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أنها تزداد مع ازدياد حجم الشبكة.

أما البروتوكولAODV ، فقد كانت نسبة تسليم الحزم فيه للشبكات الصغيرة تتراوح بين (١٠٠%- ٩٨%) في مستويات السرعة المنخفضة، و (٩٨%-٩١%) في مستويات السرعة العالية، أما في الشبكات الضخمة فقد كانت ثابتة بنسبة (١٠٠%) في مستويات السرعة المنخفضة، و (١٠٠%-٩٨.٥%) في مستويات السرعة العالية، حيث يظهر أنها تنخفض نسبة التسليم مع ازدياد السرعة، كما يظهر أن نسبة التسليم فيه تزداد بازدياد حجم الشبكة، أما في مقياس متوسط زمن التأخير فنلاحظ أنه في الشبكات الصغيرة يتراوح الزمن بين (٢٠-٤٢) ملي ثانية في مستويات السرعة المنخفضة، و (١٩-٩٤) ملي ثانية في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أن الزمن يزداد مع ازدياد السرعة، أما في الشبكات الضخمة فقد حافظ على نفس السلوك، حيث كان الزمن يتراوح متزايداً بين (٣٢-٣٨) ملي ثانية في مستويات السرعة المنخفضة، وبين (٣٨-٦٠) ملي ثانية في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أن ازدياد حجم الشبكة أدى إلى زيادة زمن التأخير، أما الكلفة الاضافية فقد كانت قيمها عالية فيه؛ ففي الشبكات الصغيرة تراوحت القيم بين (٢٤-٢٦) تقريباً في مستويات السرعة المنخفضة، و بين (٢٢-٢٩)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

في مستويات السرعة العالية، أما في الشبكات الضخمة فقد تراوحت الكلفة الاضافية بين (٣٩-٤١) في مستويات السرعة المنخفضة، وبين (٤٠-٤٣) في مستويات السرعة العالية، ولكن كانت القيم متفاوتة بين الارتفاع والانخفاض بقيم ضئيلة لذلك تظهر وكأنها ثابتة، وفي مقياس عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة كانت قيمه في الشبكات الصغيرة تتراوح بين (١.٧-٢.٢) في مستويات السرعة المنخفضة، وبين (٢-٢.٥) في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أنها تزداد مع ازدياد السرعة بنسب ضئيلة لذلك ممكن أن تعتبر ثابتة تقريباً، أما في الشبكات الضخمة فكانت ثابتة بقيمة (٢) في مستويات السرعة المنخفضة، وبين (٢-٢.٧) في مستويات السرعة العالية، حيث نلاحظ أنها تزداد مع ازدياد حجم الشبكة.

ومن النتائج السابقة يظهر لنا أنه تحت تأثير زيادة سرعة العقد و اختلاف مواصفات الشبكة يكون ترتيب التقنيات الخاضعة للدراسة من حيث نسبة تسليم الحزم ما يلي:

النموذج الأحادي الوجهة كان ذا أقل نسبة تسليم للحزم ثم النموذج الثنائي الوجهة ثم البروتوكول AODV، ولكن فيما يتعلق بالبروتوكول المقترح؛ فان نسب التسليم كانت مقبولة، غير أنه يعود سبب فشل بعض الحزم في الوصول إلى الهدف إلى سببين، الأول يتعلق بكل من النموذجين وهي طبيعة التقنية التي تعتمد الإرسال العشوائي باتجاه العقد ذات الحمل الأقل، وعدم تحديد مسار مسبق مما يؤدي إلى أن تضل بعض الحزم طريقها إلى الهدف، أما السبب الثاني فهو متعلق بالنموذج الأحادي الوجهة والذي أدى إلى انخفاض نسبة التسليم فيه أكثر من النموذج الثنائي الوجهة، حيث يقوم النموذج بتمرير الحزمة إلى عقدة واحدة فقط، وقد تضيع الحزمة بسبب التصادم والتزاحم، أو احتجاز الحزمة في أية عقدة نتيجة عدم توفر عقدة مجاورة فيها المعايير المطلوبة لانسياب الحزم.

لذلك جاء النموذج الثنائي الوجهة الذي حسن نسبة تسليم الحزم بشكل واضح مقارنة مع النموذج الأحادي الوجهة، حيث أنه يعزز إرسال البيانات بحزمتين بدل حزمة واحدة مما يقلل من فرص ضياع الحزم، ولكن تنخفض نسبة التسليم بنسبة قليلة مع ازدياد سرعة العقد، كما لوحظ أن هذا النموذج تزداد كفاءته في تسليم الحزم في الشبكات الضخمة مقارنة مع الشبكات الصغيرة، وقد يرجع سبب ذلك إلى أن نسبة الحزم التي تضيع نتيجة التصادم والتزاحم تزداد في الشبكات الصغيرة لأن عدد الحزم المتولدة في هذا النموذج لكل حزمة مستلمة كبير مما يولد ضغط على الشبكة ككل وهذا يؤثر على نسبة تسليم الحزم، غير أن التحسين الذي أحدثه النموذج الثنائي الوجهة في نسبة التسليم كان على حساب أداء المقاييس الأخرى، حيث ارتفع زمن التأخير، وارتفعت نسبة حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، وسيتم تفصيل هذا التأثير لاحقاً.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أما البروتوكول AODV الذي كان له أعلى نسبة في تسليم الحزم، فيرجع سبب ذلك إلى أن البروتوكول يقوم بتحديد مسار الحزم قبل البدء بعملية الإرسال مما يقلل من فرصة ضياع الحزم كما في البروتوكول المقترح، ولكن الضياع الذي يحدث يكون نتيجة انقطاع الاتصال بين العقد نتيجة لحركتها، أو نتيجة للتزاحم على العقد التي تشكل المسار، ولكن كانت نسبة التسليم فيه متقاربة إلى حد كبير مع النموذج الثنائي الوجهة.

وفي مقياس متوسط زمن التأخير فقد كان البروتوكول المقترح بشكل عام أفضل من البروتوكول AODV، سواء في ازدياد سرعة العقد أو اختلاف حجم الشبكة، فتحت تأثير زيادة سرعة العقد قد تتعرض المسارات بين العقد في البروتوكول AODV للانقطاع، وبالتالي تأخير الحزم حتى يتم صيانة أو اكتشاف مسار آخر جديد، أما في البروتوكول المقترح فان الحزمة لا تحتاج أن تنتظر وقتاً إضافياً عندما تنقطع المسارات بين العقد، حيث يتم الإرسال مباشرة إلى العقد المجاورة المتاحة ذات الحمل الأقل، وعند اختلاف مواصفات الشبكة فانه قد توجد هناك صعوبات في إيجاد المسار بين المصدر والهدف، وينتج عن ذلك زيادة في متوسط زمن التأخير.

أما فيما يتعلق بالبروتوكول المقترح فقد كان النموذج الأحادي الوجهة أقل من النموذج الثنائي الوجهة من حيث متوسط زمن التأخير، و ذلك بسبب انخفاض نسبة التسليم في النموذج الأحادي الوجهة، ولكن النموذج الأحادي الوجهة كان لديه ثبات في زمن التأخير في حين كان هناك ارتفاع ملموس في زمن التأخير للنموذج الثنائي الوجهة مع ازدياد سرعة العقد، ولكن تحت تأثير ازدياد حجم الشبكة فان زمن التأخير يزداد أيضاً في كلا النموذجين وذلك لأن المسارات تطول بسبب كبر مساحة الشبكة وعدد العقد مما يؤدي إلى زيادة في متوسط زمن التأخير، ولكن مع هذا فإنه يقل عن الزمن الذي يستغرقه البروتوكول AODV، لأن البروتوكول AODV يستغرق وقتا أكبر في إيجاد المسار، ومع أن المسار يكون الأقصر من حيث عدد القفزات، ولكن قد يؤدي إلى زيادة في التأخير بسبب الازدحام الناشئ عن استخدام نفس المسار، عدا عن الوقت الذي قد يستغرقه في صيانة المسار حال انقطاعه أو إنشاء آخر جديد عن فشله كلياً.

وفي مقياس الكلفة الاضافية كانت التقنية المقترحة تعطي قيم أفضل بكثير من البروتوكول AODV، حيث كانت قيم النموذجين متقاربة جدا، كما أنها تتخذ صفة الثبات مع ازدياد سرعة العقد و ازدياد حجم الشبكة ولكن الكلفة الاضافية انخفضت قليلا في النموذج الثنائي الوجهة وذلك لأن التحسين الذي طرأ على النموذج الأحادي الوجهة كان في طور إرسال البيانات وليس في طور الاستكشاف، والكلفة الاضافية هي عبارة عن نسبة حزم التحكم إلى الحزم المستلم، فعند زيادة نسبة الحزم المستلمة في النموذج الثنائي الوجهة أدى ذلك إلى انخفاض قليل في الكلفة الاضافية فيه مقارنة مع النموذج الأحادي الوجهة، أما البروتوكول AODV فتزداد قيم الكلفة الاضافية فيه

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تحت تأثير زيادة سرعة العقد وازدياد حجم الشبكة لأنه يستخدم آلية النشر Broadcast في عملية بناء المسار بين المصدر والهدف، أما البروتوكول المقترح فإنه يقنن هذه الآلية إلى أدنى حد مع إمكانية الوصول إلى أكبر عدد ممكن من العقد، وبالتالي فانه يوفر في استهلاك الطاقة ويوفر في عمليات المعالجة اللازمة لتوصيل حزم البيانات، وهكذا فان التقنية المقترحة عملت على تحسين قيم الكلفة الاضافية، بحيث أصبحت أقل.

أما في مقياس نسبة حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة فان البروتوكول AODV أعطى قيم أقل من البروتوكول المقترح بنموذجيه في جميع مستويات السرعة و مواصفات الشبكات، ويرجع ذلك لأنه يستخدم مسار محدد وهو المسار الأقصر من حيث عدد القفزات للوصول بين المصدر والهدف، في حين أن البروتوكول المقترح يقوم بإرسال حزم البيانات عشوائيا تجاه الحمل الأقل بدون وجود مسار محدد مسبقا، مما قد يؤدي إلى طول المسارات وبالتالي يزيد من حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، فعند استخدام النموذج الأحادي الوجهة فانه يعطي ارتفاع في عدد الحزم اللازمة لكل حزمة مستلمة ولكن تعتبر نسبة قليلة مقارنة مع استخدام النموذج الثنائي الوجهة الذي يعطي أعلى قيم، وذلك لأن كل عقدة ترسل حزمتين مما يضاعف عدد الحزم على الشبكة، وهكذا نجد أن التحسين الذي عمله البروتوكول المقترح على الكلفة الاضافية قابله ارتفاع في عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، مما دعانا إلى استخدام مقياس آخر لقياس أداء البروتوكولات بشكل عام من حيث عدد الحزم المتولدة في الشبكة لكل حزمة مستلمة، وهو مقياس عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة ويشمل حزم البيانات وحزم التحكم.

ففي هذا المقياس كان وجدنا أن البروتوكول AODV أعطى قيم أعلى من البروتوكول المقترح بنموذجيه في جميع مستويات السرعة، وذلك عند تقييمه بشكل عام من حيث عدد الحزم المتولدة في الشبكة لكل حزمة مستلمة، ويرجع ذلك لأن البروتوكول AODV يستخدم طريقة النشر في بناء المسارات بين المصدر والهدف، أما بالمقابل فان البروتوكول المقترح يرسل فقط إلى اثنين كحد أقصى من العقد المجاورة فقط، وبالنسبة للبروتوكول المقترح فكلما زاد عدد الحزم التي ترسلها العقدة كلما كبرت القيمة التي يمثلها هذا المقياس، فالنموذج الأحادي الوجهة أعطى قيم أقل من النموذج الثنائي الوجهة، ولكن كان ذلك على حساب نسبة تسليم الحزم، وعند أخذ تأثير حجم الشبكة بعين الاعتبار نجد أن استخدام طريقة النشر في البروتوكولAODV عند اكتشاف المسار، وبناء المسارات المسبقة لإرسال البيانات أثر بشكل سلبي على عدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة إذا ما قورنت مع البروتوكول المقترح بشكل عام، حيث أنه كان أداء النموذجين في التقنية المقترحة أفضل من البروتوكول AODV.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

و عند دراسة تأثير ازدياد معدل إرسال الحزم مع اختلاف حجم الشبكة على بروتوكولات التمرير الخاضعة للدراسة فقد تبين ما يلي:

أن نسبة التسليم في النموذج الأحادي الوجهة كانت شبه ثابتة تتراوح بين (٩١%-٨٨%)، في حين كانت نسبة التسليم في النموذج الثنائي الوجهة تتراوح بين (٩٨%-٩٤%)، أما البروتوكول AODV فقد كانت نسبة تسليم الحزم فيه ثابتة وهي ١٠٠%، هذا في الشبكات الصغيرة، أما في الشبكات الضخمة فقد بقيت نسبة التسليم في النموذج الأحادي الوجهة كما هي، أما النموذج الثنائي فارتفعت حيث أصبحت تتراوح بين (١٠٠%- ٩٣%)، أما البروتوكول المقترح فكانت نسبة التسليم ١٠٠% انخفضت إلى ٩٩% مع ازدياد معدل إرسال حزم البيانات.

فعند مقارنة البروتوكول المقترح بشكل عام مع البروتوكولAODV، نجد أن البروتوكول AODV كانت نسبة التسليم فيه أعلى، ويعود سبب ذلك إلى أن البروتوكول المقترح يستخدم طريقة الإرسال العشوائي للوصول إلى الهدف، مما يؤدي إلى ضياع بعض الحزم، أما البروتوكول AODV فانه يرسل إلى مسار محدد مما يجعل نسبة ضياع الحزم أقل بكثير وتكاد تكون معدومة مع استخدام سرعة منخفضة للعقد، أما عند مقارنة النموذج الأحادي الوجهة مع النموذج الثنائي الوجهة نجد أن نسبة التسليم في النموذج الثنائي الوجهة أفضل من النموذج الأحادي الوجهة، وذلك بسبب استخدام عدد أكبر من الحزم للوصول إلى الهدف.

كما نلاحظ أن البروتوكول المقترح بنموذجيه قد حافظ على ثبات نسبي في تسليم الحزم أي أن الانخفاض لم يكن بقيم كبيرة ملحوظة، وذلك بسبب قدرة البروتوكول في التأقلم مع الضغط على العقد في الشبكة، حيث تنساب الحزم باتجاه العقد ذات الحمل الأقل وهذا يخفف من التزاحم الذي يؤدي إلى ضياع الحزم.

كما بينت الدراسة أن الكلفة الاضافية للبروتوكول AODV تنخفض بشكل كبير مع ازدياد معدل إرسال الحزم، مع أنها تتأثر بالارتفاع مع ازدياد حجم الشبكة، ولكنها تبقى منخفضة جداً عن تلك النتائج التي حصلنا عليها في دراسة تأثير سرعة العقد، وذلك لأنه تم تخفيض معدل إرسال الحزم إلى ١حزمة/١٠ ثواني كي يظهر تأثير تغير سرعة العقد، ونتج عن ذلك أنه كان الوقت بين كل حزمة وأخرى كبير، حيث ينتهي الوقت الافتراضي لصلاحية المسار، فتحتاج العقدة المصدر إلى استكشاف مسار آخر جديد للوصول إلى الهدف، أما عند زيادة معدل الإرسال، فان المسار يستخدم لعدد أكبر من الحزم مما يؤدي إلى التقليل من عدد مرات البحث عن مسار جديد، هذا عدا عن أن النسبة بين كلفة التحكم إلى عدد الحزم المستلمة تقل أكثر مع ازدياد معدل إرسال البيانات المرسلة لأن حزم التحكم كقيم تكون متقاربة في حين تزداد عدد الحزم المستلمة، أما البروتوكول المقترح فقد تأثر النموذجان فيه بازدياد معدل الإرسال، حيث تنخفض الكلفة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الاضافية، وذلك بسبب تزايد عدد الحزم المستلمة؛ فكلما ازداد عدد الحزم المستلمة كلما قلت نسبة حزم التحكم إلى الحزم المستلمة، وكما يظهر فان النموذجين كانت قيمهما متطابقة، وذلك لأن نسب التسليم فيها لهذا النوع من الشبكات كانت متقاربة، عدا عن أن كلا النموذجين يستخدمان نفس العدد من حزم التحكم، كما أنه تأثر كلا النموذجين باختلاف مواصفات الشبكة، حيث ازدادت الكلفة الاضافية في الشبكات الضخمة عن الشبكات الصغيرة والمتوسطة، وقد يعود سبب ذلك إلى أنه مع ازدياد مواصفات الشبكة من عدد عقد ومساحة يؤدي إلى مرور الحزم على عقد أكثر حتى تستطيع الوصول إلى الهدف مما يؤدي إلى ازدياد قيم الكلفة الاضافية.

أما عند مقارنة البروتوكول المقترح بشكل عام مع البروتوكول AODV تحت تأثير ازدياد معدل إرسال البيانات، نجد أن البروتوكول AODV كانت الكلفة الاضافية فيه أعلى، ويعود سبب ذلك إلى أن البروتوكول المقترح لا يحتاج إلى بناء مسارات في عملية الوصول إلى الهدف مما يقلل من حزم التحكم، أما البروتوكول AODV فانه يجب أن يحدد المسار أولاً، وهذا يحتاج كلفة إضافية أكبر من البروتوكول المقترح.

كما بينت الدراسة تأثير زيادة معدل إرسال الحزم مع تغير مواصفات الشبكة على عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة، حيث أن البروتوكول AODV أعطى قيمة ثابتة في عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة و هي (٢)، وذلك لأنه يستخدم مسار محدد ومهما ازداد معدل إرسال الحزم فسيبقى طول المسار هو نفسه، كما أن هذه القيمة لم تتغير بشكل واضح مع ازدياد حجم الشبكة.

أما النموذج الأحادي الوجهة فقد أعطى قيمة ثابتة ولكن أعلى بقليل من البروتوكول AODV وهي (٣)، في حين كانت قيم النموذج الثنائي الوجهة هي الأعلى وكانت تتراوح انخفاضاً بين (١٠-٧)، وعند مقارنة النموذجين معاً، نجد أن النموذج الأحادي الوجهة قد حافظ على ثباته مقارنة مع النموذج الثنائي، عدا عن أن النموذج الأحادي كانت قيمه أقل من النموذج الثنائي الوجهة، و قد يرجع سبب اختلاف سلوك النموذجين إلى أن النموذج الثنائي الوجهة يتولد فيه عن كل حزمة مستلمة عدد كبير من الحزم مقارنة مع النموذج الأحادي الوجهة، وذلك بسبب ضياع بعض الحزم المرسلة نتيجة للتزاحم والتصادم الناتج عن ازدياد معدل إرسال الحزم، أما النموذج الأحادي الوجهة فان عدد الحزم المرسلة يبقى محدودا، وبالتالي لا يتأثر كثيرا مع ازدياد معدل إرسال الحزم، عدا عن ارتفاع نسبة تسليم الحزم الذي يؤثر على النسبة، ويعود سبب هذا الارتفاع في عدد حزم البيانات اللازمة لكل حزمة مستلمة إلى أن البروتوكول المقترح يعتمد في عملية الوصول إلى الهدف على الإرسال العشوائي، ومن ناحية تأثير حجم الشبكة على النموذجين، فقد تأثر كل من النموذجين باختلاف مواصفات الشبكة، حيث ازدادت نسبة حزم البيانات المرسلة إلى

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الحزم المستلمة في الشبكات الضخمة عن الشبكات الصغيرة والمتوسطة، وقد يعود سبب ذلك إلى أنه مع ازدياد مواصفات الشبكة من عدد عقد ومساحة يؤدي إلى مرور الحزم على عقد أكثر حتى تستطيع الوصول إلى الهدف مما يؤدي إلى ازدياد نسبة حزم البيانات المرسلة إلى الحزم المستلمة.

وعند دراسة تأثير ازدياد زمن التوقف للعقد، وتحت تأثير مواصفات الشبكات الضخمة على بروتوكولات التمرير الخاضعة للدراسة فقد تبين ما يلي:

أن نسبة التسليم في النموذج الثنائي الوجهة تتراوح بين (٦١%-٩٨%)، أما البروتوكول AODV فقد كانت نسبة تسليم الحزم فيه تتراوح بين (٩٩%-١٠٠%)، حيث ان نسبة التسليم تزداد فيهما مع ازدياد زمن التوقف للعقد.

وعند مقارنة البروتوكول المقترح بشكل عام مع البروتوكولAODV، نجد أن البروتوكول AODV كانت نسبة التسليم فيه أعلى، ويعود سبب ذلك إلى أن البروتوكول المقترح يستخدم طريقة الإرسال العشوائي للوصول إلى الهدف، مما يؤدي إلى ضياع بعض الحزم، أما البروتوكول AODV فانه يرسل إلى مسار محدد مما يجعل نسبة ضياع الحزم أقل.

كما بينت الدراسة أن البروتوكول المقترح عمل تحسينا على الكلفة الاضافية؛ فقد كانت ثابتة نسبياً، أما البروتوكول AODV فقد انخفضت فيه الكلفة الاضافية مع ازدياد زمن التوقف للعقد مع بقائها أعلى من تلك في البروتوكول المقترح، وذلك لأنه مع ازدياد زمن التوقف تصبح العقد أقل حركة وأكثر ثباتا، مما يقلل من حدوث انقطاع المسارات والحاجة إلى ترميمها مرة أخرى، أما البروتوكول المقترح فانه مهما كان زمن التوقف للعقد فانه لن يتأثر، لأنه لا يحتاج إلى بناء مسارات في عملية الوصول إلى الهدف، ولذلك فانه يحافظ على ثباته مهما كان زمن التوقف للعقد.

و في دراسة تأثير ازدياد عدد العقد المرسلة، وتحت تأثير مواصفات الشبكات الضخمة على بروتوكولات التمرير الخاضعة للدراسة فقد تبين ما يلي:

أن نسبة التسليم في النموذج الثنائي الوجهة انخفضت بقيم تتراوح بين (٩٩%-٩٤%)، أما البروتوكول AODV فقد كانت نسبة تسليم الحزم فيه تتراوح بين (١٠٠%-٩٩%)، حيث أن نسبة التسليم تنخفض فيهما مع ازدياد عدد العقد المرسلة.

و عند مقارنة البروتوكول المقترح بشكل عام مع البروتوكولAODV، نجد أن البروتوكول AODV كانت نسبة التسليم فيه أعلى، ويعود سبب ذلك إلى أن البروتوكول المقترح يستخدم طريقة الإرسال العشوائي للوصول إلى الهدف، مما يؤدي إلى ضياع بعض الحزم، عدا عن ضياع الحزم نتيجة للتزاحم والتصادم الناتج عن تولد عدد كبير من الحزم على الشبكة نتيجة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

استخدام طريقة الإرسال العشوائي، أما البروتوكول AODV فانه يرسل إلى مسار محدد مما يجعل نسبة ضياع الحزم أقل.

كما بينت الدراسة أن الكلفة الاضافية للبروتوكول المقترح والبروتوكول AODV تنخفض مع ازدياد عدد العقد المرسلة، كما نلاحظ أن الفرق في الكلفة الاضافية بين البروتوكول المقترح والبروتوكول AODV يتضاءل مع ازدياد عدد العقد المرسلة، ويرجع سبب انخفاض الكلفة الاضافية في البروتوكول AODV إلى أن زمن توقف العقد المستخدم مساوي لزمن المحاكاة مما يقلل من الحاجة إلى صيانة المسارات، عدا عن أنه مع ازدياد عدد العقد المرسلة فان عملية اكتشاف المسارات تصبح أقل صعوبة وذلك لأن العقد الوسطية تصبح لديها معرفة بالمسارات المؤدية إلى العقد الهدف نتيجة عمليات النشر المتكررة لإيجاد المسارات.

و عند دراسة تأثير ازدياد سرعة العقد إلى المستويات العالية جدا، وتحت تأثير مواصفات الشبكات الضخمة على بروتوكولات التمرير الخاضعة للدراسة فقد تبين ما يلي:

أن نسبة التسليم في النموذج الثنائي الوجهة انخفضت مع ازدياد السرعة بقيم تتراوح بين (٩٦%-٨٨%)، أما البروتوكول AODV فقد كانت نسبة تسليم الحزم فيه تتراوح بين (٩٩%-٩٦%)، حيث أن نسبة التسليم فيه حافظت على ثبات نسبي مع ازدياد سرعة العقد إلى المستويات العالية جداً.

و عند مقارنة البروتوكول المقترح بشكل عام مع البروتوكولAODV، نجد أن البروتوكول AODV كانت نسبة التسليم فيه أعلى، ويعود سبب ذلك إلى أن البروتوكول المقترح يستخدم طريقة الإرسال العشوائي للوصول إلى الهدف، مما يؤدي إلى ضياع بعض الحزم، عدا عن ضياع الحزم نتيجة للتزاحم والتصادم الناتج عن تولد عدد كبير من الحزم على الشبكة نتيجة استخدام طريقة الإرسال العشوائي، أما البروتوكول AODV فانه يرسل إلى مسار محدد مما يجعل نسبة ضياع الحزم أقل.

كما بينت الدراسة أن سلوك البروتوكولين في تأثير السرعة على الكلفة الاضافية متشابه حيث تبدأ بالانخفاض ثم تحافظ على قيمة محددة، ولكن نجد أن البروتوكول المقترح قد عمل تحسينا على قيمة الكلفة الاضافية مع ازدياد سرعة العقد، وسبب هذا التحسين أن البروتوكول AODV يفشل في المحافظة على المسارات بين العقد فيه نتيجة ارتفاع سرعة العقد، مما يؤدي إلى ضرورة صيانة المسارات من جديد، وهذا يحتاج إلى كلفة إضافية، أما في البروتوكول المقترح فانه لا يحتاج إلى بناء مسارات في تمرير الحزم ولذلك لا يؤثر عليه انقطاعها مع ازدياد سرعة العقد.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ومن خلال النتائج التي ذكرناها سابقا، نجد أنه في كل من النموذجين المقترحين مميزات تقابلها عيوب، فالنموذج الأحادي الوجهة كانت قيمه أفضل من النموذج الثنائي الوجهة من حيث متوسط زمن التأخير، الكلفة الاضافية، وعدد الحزم المرسلة لكل حزمة مستلمة، ولكن كانت نسبة تسليم الحزم منخفضة، ولكن ضمن الحد المقبول، كما أنه يتميز بثبات أكبر في قيمه، أما عند مقارنة عند مقارنة البروتوكول المقترح مع البروتوكول AODV فإننا نلاحظ أن النموذج الثنائي الوجهة فقد عمل تحسين في المقاييس المذكورة أعلاه ولكن لم تكن بنفس المقدار الذي حققه النموذج الأحادي الوجهة، أما في نسبة التسليم فقد قارب البروتوكول AODV وفاقه في بعض الأحيان، وفي أغلبها كان هناك تقارب وتتطابق في نسبة التسليم خاصة في مستويات السرعة المنخفضة.

وبشكل عام فان هذه التقنية المقترحة لا تكون ذات جودة عالية في التطبيقات الصوتية والمرئية وذلك لاحتمالية وصول الحزم بشكل غير متسلسل، كما أنها تعمل بشكل أفضل في التطبيقات التي لا تحتاج إلى سرعة عالية.

٦- قائمـــة المراجـــع

1- Bruce, A., **A mobility-based Framework for Adaptive Dynamic Cluster-based Hybrid Routing in Wireless Ad Hoc Networks**, Ph.D. Thesis, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, 2000.

2- Camara, Daniel and Louriero, Antonio, **A novel Routing Algorithm for Ad hoc Networks**, proceedings of the 33rd Hawaii international conference on system sciences, 2000.

3- Chen, W., Jain, N., and Singh, S., **ANMP: Ad Hoc Networks Management Protocol, IEEE Journal on Selected Areas in Communications**, Vol.17, No. 8 , 1999, PP. 1506-1531.

4- Chiang, C.C., Liu, H-K., Gerla, M., **Routing in Clustered Multihop Mobile Wireless Networks with Fading Channel**, in proceedings of IEEE Singapore International conference on Networks, 1997.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

5- Corson, S. and Macker, J., **Mobile Ad Hoc Networking (MANET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations,** IETF, Jan, 1999.

6- Das, Samir, Perkins, Charles, and Royer, Elizabeth, **Performance Comparison of Two On-demand Routing Protocols for Ad Hoc Networks,** the University of Texas, San Antonio, U.S.A., **2000.**

7- Haas, Zygmunt and pearlman, Marc, **The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad hoc Networks**, in IETF MANET, 1999.

8- Johansson, P., Larsson, T., Hedman, N., Mielczarek, B., and Degermark, M., **Scenario-based Performance Analysis of Routing Protocols for Mobile Ad-hoc Networks,** Mobicom '99.

9- Johnson, David and Maltz, David, **Dynamic Source Routing protocol**, mobile computing Kluwer Academic publishers, 1996, pp.153-181.

10- Kelleher, Daragh, **Simulation of IEEE802.11e in GlomoSim**, MS. Thesis, University of DUBLIN, Dublin, 2003.

11- Kopp, Carlo, **Ad Hoc Networking, systems**, 1999, pp. 33-40.

12- Larsson, Tony and Hedman, Nicklas, **Routing protocols in wireless Ad-hoc Networks A simulation study**, Stockholm, 1998, LuleaUniversity of technology.

13- Murtada, Yasser, **Routing Basics and Protocols**, 2000.

14- Murthy, Shree and Garcia-Luna-Aceves, J.J., **An Efficient Routing Protocol for wireless Networks**, ACM Mobile Networks and Applications Journal,1996.

15- Nguyen, Dan, Zhao, Li, Uisawang, Pra-ornsiri and Platt, John, **Security Routing Analysis for mobile Ad Hoc Networks**, 2000.

16- Nuevo, Jorge, **A Comprehensible GlomoSim Tutorial**, Université du Québec, INRS, march 2003.

17- Perkins, Charles, **Ad Hoc Networking**, Addison-Wesley, Newyork, 2001.

18- Perkins, Charles and Royer, Elizabeth, **Ad-Hoc On-demand Distance Vector Routing**, on proceedings of 2nd IEEE workshop on mobile computing systems and Applications, 1999.

19- Perkins, Charles and Bhagwat, Parvin, **Highly Dynamic Destination Distance Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers**, in proceedings of ACM SIGCOMM'94, 1994, pp.234-244.

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

20- Rooney, Yvonne, **Extending the Range of Wireless LANs using AODV**, Bachelor project, university of DUBLIN, Dublin, April 2004.

21- Royer, Elizabeth and Toh, C-K, **A review of current routing protocols for Ad-Hoc Mobile Wireless Networks**, in IEEE personal communications, vol. 6, no. 2, pp. 46-55, 1999.

22- Subbarao, Madhavi, **Performance of routing protocols for Mobile Ad-Hoc Networks,** National institute of standards & Technology.

23- Sulistio, Anthony, Yeo, Chee Shin, and Buyya, RajKumar, **A Taxonomy of Computer-based Simulations and its Mapping to Parallel and Distributed Systems Simulation Tools**, University of Mellbourne, Australia, 2003.

24- Toh, C-K, **Ad Hoc Mobile Wireless Networks Protocols and Systems**, Prentice Hall PTR, NewJersey, 2002.

25- Website1: http://w3.antd.nist.gov/wctg/manet/docs/perf_routing_protocols.pdf

26- Website2: http://tannant.itd.nrl.navy.mil/manet/manet_home.html

27- Zhu, Y., **Pro-Active Connection Maintenance in AODV and MAODV**, Master Thesis, University of Carleton, Ottawa, Canada, 2002.

٢٨- الخزاعلة، فايز، إدامة مجموعة التمرير لبروتوكول التمرير متعدد الوجهات حسب الطلب في الشبكات اللاسلكية الانية المتنقلة، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة آل البيت، المفرق، الاردن، ٢٠٠٥.

٢٩- صغير ، محمد ، التمرير متعدد الوجهات المعتمد على الهيكلية الهرمية ذات الشبكة الثنائية في الشبكات اللاسلكية الخاصة ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة آل البيت ، المفرق ، الأردن ، ٢٠٠٤.

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

Abstract

Ad Hoc Networking have recently become a very attractive research area, due to the special and important features these networks typically possess. They require no infrastructure or base stations, which minimizes the overall complexity and cost. Further, they provide long life-time connectivity for mobile devices with very low power requirements.

Ad Hoc Networks are suitable to be used in special environments, such as battlefields and during earthquake disasters. They are also suitable for use in conferences, meetings and lectures.

In these networks, a node acts as host as well as a router. If two nodes are in the radio range of each other, they can directly communicate. Otherwise, they should use a multi-hop path to establish a communication link. Hence, each node must act as a router to forward the packets directed to other nodes.

Due to their power and bandwidth limitations, and the mobile nature of stations, Ad Hoc Networks remain a challenge for researchers, especially in the prospect of multi-hop routing.

Many studies have focused on unicast routing protocols. Most of these protocols were based on the idea of computing a route between two nodes, and then use it for data communication. When a computed route fails as a link breaks, the protocol attempts to fix the route or initiate a new route establishment process. This operation increases the overhead as it use broadcasting to compute the route, the overall end-to-end delay of the network and the congestion over a specific links. In spite, the delivery Ratio was reasonable.

In this thesis, we suggest a new routing protocol that does not compute routes before sending data, but instead, it gives each node the responsibility to choosing the next hop for each packet independently. The suggested protocol uses the least loaded link for packet forwarding. The protocol has two phases. In the first phase, it discovers whether the destination is available for receiving data. The discovery technique minimizes the redundancy of packets in the network by choosing only the least loaded two nodes of the neighbors for sending the discovery packet. When the source receives an acknowledgment from the final destination confirming its availability, the second phase starts. In the second phase (the data transmission phase), we propose two

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

models: the Single-Target-Model and the Double-Target-Model. The former elects the least loaded node of the neighbors as the next hop, while the latter elects the least loaded two neighbors as next hops.

In this study, the proposed protocol is compared to the AODV protocol using the GLOMOSIM simulator. The study has considered the packet delivery ratio, overhead, end-to-end delay, number of data packets per each delivered packets, and the total number of packets for each delivered packet, as performance metrics in different configurations of node speed, traffic rate, pause time, number of source nodes and network size.

In the suggested protocol, the Single-Target-Model has showed no improvement in the delivery ratio over AODV; however, it has showed significant improvement in terms of overhead, end-to-end delay and the total number of packets for each delivered data packet. On the other hand, the Double-Target-Model has given comparable results of delivery ratio to those of the AODV and improvement in the overhead, end-to-end delay and the total number of packets for each delivered data packet.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com