

Performance Evaluation and Comparison of GRP and OLSR Routing Protocols for Video Streaming Over Mobile Ad Hoc Networks Using OPNET 14.5

Hanadi Yahya Darwiso

Faculty of Information Engineering || Tishreen University || Lattakia || Syria

ABSTRACT: Due to the increased use of mobile devices with the high demand for applications such as video application, most companies have tended to pay attention to Mobile Ad hoc Networks. This type of network is characterized by multi-hop wireless networks where data packets are sent in a "store and forward" manner from the source to an arbitrary destination via intermediate nodes. The mobile nodes are connected by multi-routes routing as the nodes in this network not only serve as hosts but also as routers where data is routed to and from other nodes in the network and therefore the mobile node not only sends its data packets but also sends data packets of other mobile nodes. The network architecture changes dynamically, mainly because of Mobility of nodes, so we need routing protocols to establish the connection. Routing protocols are categorized into proactive routing protocols, reactive routing protocols and hybrid routing protocols. So in this research, we has been studied Geographical Routing Protocol (GRP), Optimized Link State Routing Protocol (OLSR) routing protocols which is one of proactive routing protocols and hybrid routing protocols respectively on the basis of Throughput, Delay and Load..etc and evaluated the performance in a large mobile ad hoc network and in a small mobile ad hoc network as well as for different video resolutions, the OPNET 14.5 network simulator was used to obtain research results. It was found that the GRP protocol performs better for a small number of nodes whether the video resolution is low or high while its performance decreases when the number of nodes increases in the network but the OLSR protocol improves when the number of nodes is increased.

Keywords: Mobile Ad hoc Networks, routing protocol, video application, OLSR, GRP.

مقارنة وتقييم الأداء لبروتوكولات التوجيه (GRP، OLSR) في إرسال الفيديو عبر الشبكات الخاصة المتنقلة باستخدام OPNET 14.5

هنادي يحيى درويشو

كلية الهندسة المعلوماتية || جامعة تشرين || اللاذقية || سورية

الملخص: نظراً للاستخدام المتزايد للأجهزة المتنقلة إضافة إلى الطلب الكبير على التطبيقات التي تقدمها هذه الأجهزة ومنها الفيديو فقد توجهت أغلب الشركات والأبحاث إلى الاهتمام بالشبكات الخاصة المتنقلة ويتميز هذا النوع من الشبكات بأنها شبكات لا سلكية متعددة القفزات حيث يتم إرسال حزم البيانات بطريقة "التخزين والتمرير" من المصدر إلى هدف عشوائي بواسطة العقد الوسيطة. ويتم الاتصال بين العقد المتنقلة بواسطة التوجيه عبر مسارات متعددة حيث إن العقد في هذه الشبكة لا تعمل فقط كمضيفات لكن أيضاً كموجهات حيث يتم توجيه البيانات من وإلى العقد الأخرى في الشبكة وبالتالي العقدة المتنقلة لا ترسل فقط حزم البيانات الخاصة بها لكن أيضاً ترسل حزم البيانات الخاصة بالعقد المتنقلة الأخرى. كما أن البنية المعمارية للشبكة تتغير بشكل ديناميكي وهذا بشكل أساسي بسبب قابلية الحركة للعقد لذا نحتاج إلى بروتوكولات توجيه لتأسيس الاتصال. تصنف بروتوكولات التوجيه إلى بروتوكولات توجيه استباقية وبروتوكولات توجيه تفاعلية وبروتوكولات توجيه هجينة.

لذا تم في هذا البحث تقييم الأداء لبروتوكولات التوجيه OLSR (بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن)، GRP (بروتوكول التوجيه الجغرافي) والتي تعتبر واحدة من بروتوكولات التوجيه الاستباقية والهجينة على التوالي من ناحية مقاييس أداء مختلفة ومنها التدفق والتأخير والحمل..... وذلك في شبكة خاصة متنقلة كبيرة وفي شبكة خاصة متنقلة صغيرة وكذلك من أجل دقة فيديو مختلفة وتم استخدام محاكي الشبكات OPNET 14.5 للتوصل إلى نتائج البحث. تم التوصل إلى أن أداء بروتوكول GRP أفضل من أجل عدد صغير من العقد سواء كانت دقة الفيديو منخفضة أو عالية بينما يتناقص أدائه عند زيادة عدد العقد لكن بروتوكول OLSR يتحسن أدائه عند زيادة عدد العقد.

الكلمات المفتاحية: الشبكات الخاصة المتنقلة، بروتوكولات التوجيه، الفيديو، بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن، بروتوكول التوجيه الجغرافي.

1. مقدمة:

1.1 بروتوكولات التوجيه :

تتصف الشبكات الخاصة المتنقلة بأنها شبكات ذات تبولوجيا متعددة القفزات حيث تتغير بشكل مستمر بسبب قابلية الحركة وبالتالي في هذا النوع من الشبكات نحتاج إلى بروتوكولات توجيه كفؤة قادرة على تأسيس مسارات الاتصال بين العقد بدون التسبب بحمولة برسائل التحكم أو فائض حسابي على الأجهزة المتنقلة ذات الطاقة المحدودة [1][2][13][17][23].

تم اقتراح العديد من الحلول بعضها متعلق بالمعايرة ضمن فريق مهام هندسة الإنترنت (IETF) والبعض الآخر يحاول أن يكون لديه المسار الأحدث لكل العقد الأخرى في كل الأوقات وذلك عن طريق تبادل معلومات التحكم بشكل دوري عند حدوث تغيرات بالتبولوجيا وتدعى هذه البروتوكولات بروتوكولات التوجيه الاستباقية والتي تعتبر نسخ معدلة عن حالة الربط التقليدية أو بروتوكولات توجيه شعاع المسافة التي تؤخذ في الشبكات السلكية والتي تتكيف مع متطلبات محددة لبيئة الشبكة الخاصة المتنقلة الديناميكية [2][13][17][23].

وبالعوض الآخر ليس من الضروري أن يكون لديه المسار الأحدث إلى كل العقد الأخرى وبالتالي يكون لدينا بروتوكولات تفاعلية التي تكتشف المسارات عند الطلب بواسطة اجرائية اكتشاف المسار وهذه المسارات تبقى بحالة نشطة طالما يتم استخدامها وهناك نوع آخر من البروتوكولات يدمج النوعين السابقين تدعى بروتوكولات هجينة [2][13][17][23]. والشكل التالي (1) يوضح بنية الشبكات الخاصة المتنقلة [3].



الشكل (1) الشبكات الخاصة المتنقلة

2.1 مشكلة البحث وأهدافه:

تشكل الشبكات الخاصة المتنقلة مجموعة من العقد المتنقلة التي تتشارك بالقناة اللاسلكية بدون أي إدارة مركزية [1][3][4][23]. تعمل العقد فيما ليس فقط كمضيفات وانما كموجهات في الوقت نفسه كما أن العقد في هذا النوع من الشبكات قادرة على الحركة وبالتالي تتغير تبولوجيا الشبكة بشكل متكرر وهذا يعني أن الاتصال بين العقد

من الصعب أن يتم ادارته ويعتبر ذلك احدى المشاكل التي تعاني منها الشبكات الخاصة المتنقلة [4][3][1]. يتم التمييز بين ثلاثة أنواع من خوارزميات التوجيه وهي: النوع الأول البروتوكولات الاستباقية التي تتبادل معلومات التوجيه بين العقد بشكل مستمر ونذكر منها بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن OLSR الذي سوف يتم دراسته أما النوع الثاني البروتوكولات التفاعلية يتم فيها بناء المسار عند الطلب بينما النوع الثالث البروتوكولات الهجينة يتم فيها دمج النوعين السابقين ونذكر منها بروتوكول التوجيه الجغرافي GRP الذي سوف يتم دراسته أيضا" [23][15] [4][3]. يهدف هذا البحث إلى تقييم أداء كل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن OLSR وبروتوكول التوجيه الجغرافي GRP عند إرساله الفيديو ويفرض وجود مقاييس أداء مختلفة على سبيل المثال: التدفق والتأخير والحمل وذلك في شبكة خاصة متنقلة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة وكبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة ويمكن أن نوجز باختصار تعريفاً لبعض مقاييس الأداء المستخدمة في عملية المحاكاة:

☒ التدفق: يمثل كمية البيانات الرقمية المرسله بكل وحدة زمنية من عقدة المصدر إلى عقدة الهدف. انها تقاس ب bits/sec [21] [20][18][11][10] [6] [5].

☒ الحمل: يمثل الحمل الإجمالي مقدرا" بالبتات / ثانية حيث ترسلها كل الطبقات العليا إلى كل طبقات الشبكة اللاسلكية في العقد اللاسلكية للشبكة [20][11][6] [5].

☒ التأخير: يمثل الزمن الوسطي الذي تستغرقه الحزم لكي تصل من عقدة المصدر إلى عقدة الهدف [10][6][5] [23][21] [20][18][11].

3.1 منهجية وأدوات الدراسة:

تم استخدام محاكي الشبكات OPNET 14.5 حيث تم تنصيبه على الويندوز 7 وتم انشاء وتعديل متغيرات النظام (12 system variable) والتأكد من عملية تنصيب هذا المحاكي بشكل ناجح [8]. بعد ذلك تم في هذا البحث تنفيذ سيناريوهات الهدف منها دراسة وتقييم الأداء لبروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي باستخدام مقاييس الأداء الخاصة بالشبكة المحلية اللاسلكية Wireless LAN والموجودة في احصائيات المحاكي وذلك في شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة ودقة فيديو عالية حيث كان حجم الشبكة 800x800m من ناحية التدفق والتأخير مقدرا" بالثواني والحمل (bits/sec) وتأخير الوصول للوسط والحمل الناتج عن الشبكة مقدرا" بالبتات / ثانية وعدد محاولات إعادة الإرسال مقدرا" ب (packets) وكذلك في شبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة ودقة فيديو عالية حيث كان حجم الشبكة 1600x1600m أيضا" تم دراسة وتقييم الأداء لكل من البروتوكولين باستخدام مقاييس الأداء الخاصة بالشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN) وذلك في شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة ودقة فيديو منخفضة حيث كان حجم الشبكة 800x800m من ناحية التدفق والتأخير مقدرا" بالثواني والحمل (bits/sec) وتأخير الوصول للوسط والحمل الناتج عن الشبكة مقدرا" بالبتات / ثانية وعدد محاولات إعادة الإرسال مقدرا" ب (packets) وكذلك في شبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة ودقة فيديو منخفضة. بالإضافة إلى أننا قمنا بمقارنة الأداء لبروتوكول التوجيه الجغرافي من ناحية مقاييس الأداء الخاصة به والمقاييس الخاصة بالشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN) والموجودة في احصائيات المحاكي في شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة وشبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة ولكن مع دقة فيديو عالية من ناحية حزم التوجيه المستقبلية مقدرة ب (pkts/sec) وحزم التوجيه المرسله مقدرة ب (pkts/sec) والعدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة والعدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبلية مقدرة ب (pkts/sec) والعدد الإجمالي لحزم البيانات المرسله مقدرة ب (pkts/sec) والتدفق والتأخير مقدرا" بالثواني والحمل وتأخير الوصول للوسط والحمل الناتج عن الشبكة مقدرا" بالبتات / ثانية وعدد

محاولات إعادة الإرسال مقدرا" بحزم البيانات كما قمنا بمقارنة الأداء لبروتوكول التوجيه الجغرافي من ناحية مقاييس الأداء الخاصة به والمقاييس الخاصة بالشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN) المذكورة سابقا" في شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة وشبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة ولكن مع دقة فيديو منخفضة. وتم الحصول على النتائج الموجودة في الجداول من خلال ملفات الاكسل الخاصة بكل مخطط بياني تم الحصول عليه نتيجة تنفيذ (Simulation محاكاة) خلال زمن 600 seconds بالضغط على المخطط البياني بالزر الأيمن واختيار(Export Graph) Data to Spreadsheet فيتم الانتقال إلى ملف اكسل يحوي بيانات رقمية خاصة بالمخطط البياني ويتم بعد ذلك حساب العامل الذي نريده على سبيل المثال: المتوسطAverage ..

4.1. أصناف بروتوكولات التوجيه:

يمكن أن تصنف بروتوكولات توجيه الشبكات الخاصة المتنقلة إلى ثلاثة أقسام:

➤ البروتوكول الاستباقي Proactive protocol:

في هذا النوع تحتفظ العقد في الشبكة الخاصة المتنقلة بمداخل خاصة بالمسارات إلى كل الأهداف الممكنة وهذا مهم لأنه عندما تريد عقدة أن ترسل حزمة بيانات فان المسار يكون محدد مسبقا" وبالتالي يمكن أن يستخدم مباشرة وعند وجود تغيير في تبولوجيا الشبكة فان هذا التغيير يتم نشره إلى الشبكة كاملة وعلى أساس المعلومات المجمعة فان كل عقدة لاسلكية تغير جدول توجيهها فمثلا" عندما يجعل التغيير بالتبولوجيا المسار الأصلي غير متوفرا" فيتم التأسيس لأي مسار جديد وبالتالي كل العقد سوف تستقبل التحديثات على حالة المسار وفي حالة عدم وجود تغيير بتبولوجيا الشبكة فان العقدة جاهزة ومتوفرة عند الطلب [23][3]. كما يمكن اعتبار بروتوكولات توجيه شعاع المسافة هي بروتوكولات استباقية [19]. وبالتالي النظرة الاستباقية مشابهة لاتصالات بروتوكول UDP (عدم تأسيس الاتصال) وبالتالي وجود بروتوكولات النقل مفضل في بروتوكولات التوجيه الاستباقية [9]. ونذكر منها بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن الذي سوف يتم دراسته [15][10][3][2].

➤ البروتوكول التفاعلي Reactive protocol:

حيث تبني عقدة المصدر المسارات عند الطلب وبالتالي يتم اكتشاف تبولوجيا الشبكة عند الطلب أي عندما تحتاج عقدة لاسلكية أن ترسل البيانات إلى عقدة لاسلكية أخرى لكن لا يوجد مسار إلى تلك العقدة فان عقدة المصدر سوف تستدعي عملية اكتشاف المسار حيث تبدأ بالاستعداد لإرسال جدول التوجيه وعندما يتم ايجاد مسار فيتم الاحتفاظ به بواسطة اجرائية صيانة المسارات حتى يصبح الهدف غير قابل للوصول اليه أو حتى يصبح المسار غير مستخدم [24] [23] [15] [12][10][7]. ويتم حذف المسار بواسطة اجرائية حذف المسار [24]. حيث تحتفظ العقد فقط بالمسارات إلى الأهداف الفعالة [12]. وبالتالي النظرة التفاعلية مشابهة لاتصالات بروتوكول TCP(تأسيس الاتصال) [9]. ونذكر منها بروتوكول توجيه المصدر الديناميكي DSR [24][10][3]. ويبين الجدول(1) مقارنة بين البروتوكولات التفاعلية والبروتوكولات الاستباقية [3]:

الجدول (1) البروتوكولات التفاعلية reactive والبروتوكولات الاستباقية Proactive

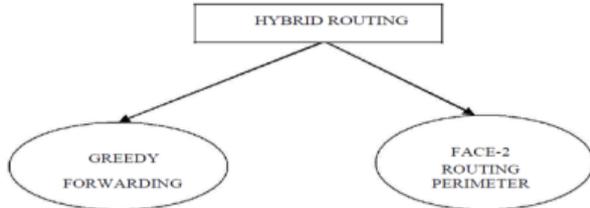
البروتوكولات التفاعلية	البروتوكولات الاستباقية
AODV ، DSR ، TORA ، ABR ، SSR ، CEDAR	DSDV ، CGSR ، WRP ، OLSR
عالي	منخفض
منخفض	عالي

البروتوكولات التفاعلية	البروتوكولات الاستباقية	التحكم
منخفض	عالي	متطلب الطاقة
منخفض	عالي	متطلب عرض الحزمة

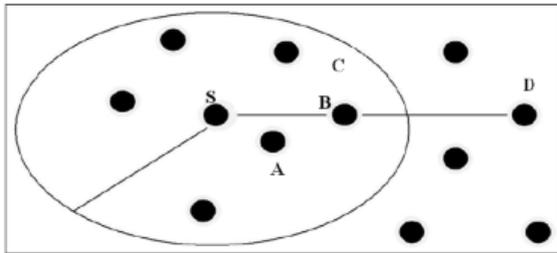
البروتوكولات الهجينة *Hybrid Protocols*:

يشمل أو يدمج هذا النوع من البروتوكولات ايجابيات بروتوكول التوجيه الاستباقي (*PRP*) وبروتوكول التوجيه التفاعلي (*RRP*) [6]. مناسب من أجل دعم البيانات الحساسة للتأخير مثل الصوت والفيديو لكنه يستهلك جزء كبير من سعة الشبكة بينما *RRP* ليس مناسب من أجل الاتصال بالزمن الحقيقي لكن الايجابية بهذه النظرة هي أنها تستطيع أن تقلل بشكل مثير حمولة التوجيه عندما تكون الشبكة استاتيكية والبيانات خفيفة لكن على أية حال ينبغي على عقدة المصدر أن تنتظر لغاية اكتشاف المسار إلى الهدف وهذا يزيد من زمن الاستجابة [20][6].

ينفذ التوجيه الهجين بطريقتين: *greedy routing*, [16] *face-2 algorithm or perimeter routing*. باستخدام مفهوم التوجيه المستند على الموقع فان بروتوكولات التوجيه الجغرافية لا تحتاج أن يتم اعدادها أو أن تحتفظ بالاتصالات [16]. لا يتطلب من العقد في التوجيه الهجين أن تخزن جداول التوجيه ولا تحتفظ بجداول توجيه حديثة بهدف إرسال المعلومات حيث انها ببساطة تكتشف موقع عقدة الهدف في الشبكة وببساطة ترسل أو تنقل المعلومات من مكان البداية إلى الهدف حيث إن طريقة إرسال المعلومات في هذه البروتوكولات مستندة على معلومات الموقع لعقدة الهدف والجيران الموجودين بعد قفزة واحدة [16]. يوجد نوعين من استراتيجيات الإرسال في التوجيه الهجين من أجل إرسال المعلومات *Greedy forwarding*, *Face-2 Routing or Perimeter*. [16]. ويبين الشكل (2) أنواع التوجيه الهجين [16].

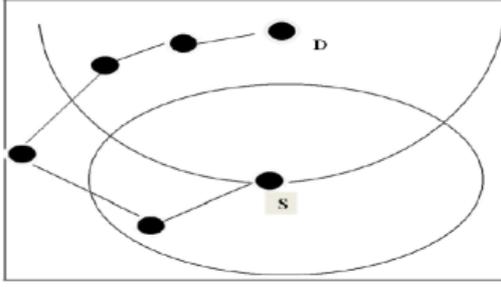


الشكل (2) أنواع التوجيه الهجين (توجيه *Greedy*، توجيه *Face-2*)

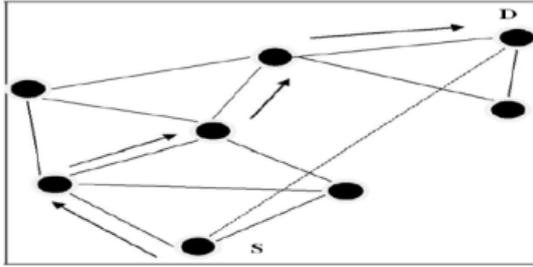


الشكل (3) استراتيجيات توجيه *Greedy*

بالنسبة لطريقة *Greedy forwarding* فان المرسل يعرف موقع عقدة المستقبل من قبل نظام تحديد الموقع العالمي ويتم بعد ذلك تمرير الرسالة إلى الجار الأقرب لعقدة المستقبل [20][16]. أما العقد الوسيطة فترسل البيانات إلى أحد الجيران ذو الوجهين (*two-faced*) في طريقها إلى عقدة المستقبل [20][16]. تستمر هذه العملية إلى أن تصل البيانات إلى عقدة المستقبل [20][16]. تحتفظ كل عقدة في الشبكة بجداول خاص بها حيث يتم فيه ادراج موقع كل عقدة [16]. الصعوبة الأساسية في *greedy forwarding* هو أن نختار عقدة الجار بشكل دقيق التي سيتم إرسال البيانات إليها [20][16]. يتم في استراتيجيات التوجيه المختلفة الأخذ بعين الاعتبار قابلية التوسيع، الفضاء والاتجاه نحو عقدة المستقبل [16]. هناك ثلاثة استراتيجيات توجيه مختلفة في *greedy routing* من



الشكل (4) استراتيجيات فشل توجيه Greedy



الشكل (5) مخطط الرسم البياني Traversal

أجل اختيار أي عقدة من العقد الجيران ينبغي أن يتم إرسال حزم البيانات إليها هي *Most Forwarded* *Nearest with Forwarded Progress* (MFR) *R* (NFP)، *Compass Routing* [16]. ويبين الشكل (3) استراتيجيات *Greedy routing* [16]. حيث نلاحظ من الشكل (3) أن هناك استراتيجيات مختلفة خاصة بكيفية إرسال المرسل المعلومات من المصدر إلى الهدف حيث *S* تشير إلى عقدة المصدر و *D* تشير إلى عقدة الهدف [16]. المساحة المحيطة مع *R* تبين مساحة التغطية أو المجال الأعظمي ل *S* [16].

الهدف الأساسي هو أن نرسل المعلومات من *S* إلى تلك العقدة الأقرب للهدف ففي المثال المعطى يمكن أن تكون هذه العقدة *C* التي يمكن أن تكون الأقرب إلى عقدة الهدف ضمن مساحة التغطية لعقدة الهدف *D* وهذه الاستراتيجية تعرف ب *Most Forwarded within R (MFR)* وهذه الاستراتيجية تحاول أن تقلل عدد القفزات لإرسال المعلومات من *S* إلى *D* [16]. *MFR* هي الأكثر استخداماً في تلك السيناريوهات حيث إن حزمة البيانات لا تغير أو تعدل قوة الإشارة من أجل الاتصال بين *S* و *D* [16]. على أية حال في أي سيناريو تتكيف حزمة البيانات فيه أو تعدل بقوة اشارتها يتم استخدام استراتيجية مختلفة وهي *Nearest with Forwarded Progress (NFP)* حيث أنه في *NFP* يتم تمرير الرسالة إلى الجار الأقرب للمرسل الذي هو الأقرب إلى الهدف ففي المثال المعطى العقدة هي *A* [16]. فإذا كانت كل العقد تستخدم استراتيجية *NFP*، فإنه يمكن أن يقل تصادم حزم البيانات كثيراً" خلال الإرسال [16].

الاستراتيجية الأخرى المستخدمة في *greedy forwarding* هي *Compass Routing* حيث تختار عقدة المرسل الجار الأقرب في الخط المستقيم بين المصدر والهدف ففي الشكل المعطى عقدة *compass routing* هي العقدة *B* [16]. استراتيجية التوجيه هذه مستخدمة لتقليل المسافة عند انتقال حزمة البيانات من المصدر إلى الهدف [16]. عند وصول حزمة البيانات إلى عقدة لم تكتشف بعد أي من العقد الجيران قريب إلى الهدف بطريقة *forwarding routing method* فإن الطريقة الثانية بالتوجيه الهجين هي *Face-2 routing or Perimeter Routing* مستخدمة لتحديد عنوان الهدف [16]. والشكل (4) يبين الفشل بتوجيه *Greedy* [16]. حيث نجد من الشكل (4) نصف الدائرة حول *D* لديها نصف قطر للمسافة بين *S* و *D* والدائرة حول *S* تبين مجال *S* [16]. نلاحظ من الشكل (4) بأنه لا يوجد اتصال مباشر بين *S* و *D* وبالتالي يفشل *greedy forwarding* في هذه الحالة ولتجنب القيود بطرائق *greedy forwarding* فإن هناك طريقة أخرى مستخدمة معروفة ب *Perimeter Method or Face-2 Algorithm* [16]. تستند خوارزمية *face-2* على *planner graph traversal* حيث لا تحتاج العقدة لتخزين أي معلومات ناقصة أو إضافية حيث يتم الاستمرار بنمط *greedy forwarding* عندما تصل العقدة إلى أقرب عقدة ومن ثم إلى الهدف [16]. ويبين الشكل (5) ال *planner graph traversal* ويمكن تعريف *Planner graphs* بأنها عبارة عن مخططات بدون تقاطع الحافات (*intersecting perimeters*) حيث إن العقد هي عبارة عن قمم والحافة توجد بين قمتين في حال كانتا الأقرب للاتصال بشكل مباشر مع بعضهم البعض [16]. في *planner graph traversal* يتم إرسال حزمة البيانات على

طول المسار بواسطة استخدام قاعدة اليد اليمنى حيث توجه حزمة البيانات إلى القفزة التالية بعكس عقارب الساعة من الحافة التي وصلت إليها [16]. الخط المرسوم في الشكل (5) بين عقدة المصدر S وعقدة الهدف D يقاطع أكثر من حافة لذا لا يتم اختيار هذه الحافات من أجل إرسال البيانات [16].

5.1 البروتوكولات الاستباقية Proactive Protocols:

1.5.1 بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن (OLSR(Optimized Link State Routing Protocol) :

✚ يعتبر تحسين لبروتوكول حالة الرابط لأنه يقلل حجم المعلومات المرسله في كل رسالة بالإضافة إلى ذلك فإنه يقلل الحمولة الناتجة عن رسائل التحكم عن طريق تقليل عدد عمليات إعادة الإرسال (البث العام) إلى الشبكة كاملة بعملية الاغراق حيث إنه يستخدم تقنية ال multi point relaying (MPRs) والتي تعتبر الفكرة الأساسية من بروتوكول حالة الربط المحسن والمستخدمه بهدف الاغراق بشكل كفوء لرسائل التحكم في الشبكة وذلك بأن تتم عملية الاغراق على بعض المناطق بالشبكة وليس على الشبكة كاملة (ال MPR فقط هي التي تقوم بعملية بث عام لرسائل الترحيب Hello عبر الشبكة) ونعني بذلك تقليل الحمولة الناتجة عن المعلومات المتبادلة وبالتالي تقليل عدد المرات التي يقوم فيها المضيف بعملية بث عام للمعلومات عبر الشبكة [15][14] [7]. يمكن الإشارة إلى أنه عندما يكون الفاصل الزمني بين رسائل التحكم قليل فهذا يعني بأنه تحدث تغيرات متتالية في تولوجيا الشبكة ويمكن أن يتغير الرد على التغيرات بتولوجيا الشبكة بواسطة تغيير الفاصل الزمني بين رسائل الترحيب [14] Hello. والحل الآخر لتقليل عدد رسائل البث العام أن يتم استخدام المسار الأقصر [14].

✓ الهدف من خوارزمية اختيار ال MPR (*MPR selection algorithm*) هو اختيار العدد الأصغر من الجيران الموجودين بعد قفزة واحدة للعقدة الذين يشملون كل الجيران ذو القفزة 2 (بعد قفرتين) [14].

✓ تختار كل عقدة مجموعة من جيرانها الموجودين بعد قفزة واحدة (*one-hop*) ليكونوا ضمن MPR ونسبي هذه المجموعة (*multi point relays (MPR)*) للعقدة [14]. فمثلاً في الشكل (6) فان العقدة A قامت باختيار العقد E, F, G من بين جيرانها الموجودين بعد قفزة واحدة ليكونوا ضمن MPR. وكذلك ينطبق ذلك على العقدة N في الشكل (7) حيث اختارت من بين جيرانها الموجودين بعد قفزة واحدة مجموعة من العقد ليكونوا ضمن MPR [22]. وبالتالي العقد التي ليست ضمن ال MPR تقوم بمعالجة وقراءة الرسائل ولا تقوم بإرسالهم أما العقد التي تكون ضمن MPRs فهي العقد الوحيدة التي تقوم العقدة (A أو N) بإرسال رسائل البث العام اليهم حيث إن هذه العقد بدورها تقوم بإرسال الرسائل إلى كل الجيران ذو القفزة 2 أو الموجودين بعد قفرتين [14]. والهدف من ذلك عدم اغراق الشبكة كاملة برسائل الترحيب. والشكل التالي (6) يبين ال MPR [14]. كما أن الشكل (7) يبين بشكل أوضح أيضاً عملية اختيار ال MPR في بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن [22]:

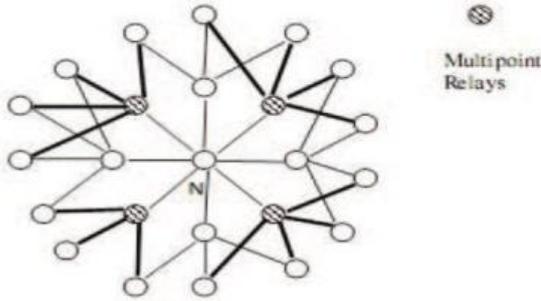
العقد E, F, G التي تعتبر جيران للعقدة A والتي تم اختيارها من قبل A لتمثل MPR .



جيران للعقدة A والتي لم يتم اختيارهم من قبل A لتمثل MPR .

الروابط أو الخطوط باللون الأزرق هي روابط لربط العقدة A بكل جيرانها الموجودة بعد قفزة واحدة.

الشكل (6) خوارزمية اختيار ال MPR في بروتوكول حالة الربط المحسن



الخطوط الخارجة من جيران العقدة A والتي لم يتم اختيارهم من قبل A لتمثل MPR إلى بعض العقد الموجودة بعد قفزتين تمثل روابط لاسلكية.

العقد أو الدوائر باللون الأبيض تمثل جيران العقدة A الموجودة بعد قفزتين والتي تم تغطيتها من قبل عقد MPR

الشكل (7) خوارزمية اختيار ال MPR في بروتوكول حالة الربط المحسن

الروابط أو الخطوط الخارجة من جيران العقدة A والتي اختيرهم من قبل A لتمثل MPR إلى كل العقد الموجودة بعد قفزتين تمثل روابط تصل عقد MPR بكل العقد الموجودة بعد قفزتين.

1.1.5.1 أنواع الرسائل في بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن:

ان بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن يستخدم أربعة أنواع من رسائل التحكم وهي:

، Hello messages ، Host and Network Association (HNA) Multiple Interface Declaration (MID) ،

Topology Control (TC) [14][15].

- ✓ ان ال *Hello messages* (رسائل الترحيب) يتم استخدامها لكي يتم ايجاد المعلومات حول حالة الرابط وجيران المضيف وهذه الرسائل ترسل لمسافة قفزة واحدة ولا يتم إرسالها عبر الشبكة كاملة دفعة واحدة [15] [14].
- ✓ أما ال *TC messages* (رسائل التحكم بالتبولوجيا) فيتم استخدامها بهدف تبادل وبناء معلومات التبولوجيا حيث يتم بثها بثا "عاما" عبر الشبكة كاملة من قبل المضيف الذي تم اختياره ك *MPR* حيث إن مضيفات ال *MPR* تستطيع أن ترسل ال *TC messages* [7]. أن حجم رسالة ال *TC* يمكن أن يكون كبيرا لذلك يتم إرسال رسالة ال *TC* في أجزاء لكن في المستقبل ينبغي أن يتم دمج كل الأجزاء خلال فترة محددة من الزمن [14].
- ✓ رسائل ال *MID* (التصريح عن الواجهة المتعددة العناوين) تحتوي على عناوين واجهة متعددة [15]. وهذه الرسائل تبث بثا "عاما" عبر الشبكة فقط بواسطة [7] *MPRS*.
- ✓ رسائل ال *HNA* (العلاقة بين الشبكة والمضيف) مستخدمة للتصريح عن معلومات الشبكة والمضيف [15]. وبالتالي يمكن اعتبار ال *HNA* كنسخة معممة ل *TC message* مع اختلاف فقط بأن ال *TC message* يمكن أن تخبر عن الغاء المسار بينما *HNA message information* (معلومات رسالة العلاقة بين الشبكة والمضيف) تخبر عن حذف مسار فقط بعد انتهاء الزمن المخصص باعتبار أن كل مسار لديه زمن مخصص له [14].
- ✚ ولكي يتم تقليل حجم رسائل البث العام فان كل موجه يصرح فقط عن مجموعة فرعية صغيرة من كل جيرانه. بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن لديه ثلاثة توابع: إرسال الباكيث، تحسس الجار، اكتشاف التبولوجيا [15].
- ✓ تقنيات إرسال الباكيث وتحسس الجار تزود الموجهات بمعلومات عن الجيران وتقدم طريقة محسنة لتنفيذ اغراق للرسائل في شبكة يستخدم فيها بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن باستخدام ال *MPRS* [15].
- ✓ عملية تحسس الجار تسمح للموجهات أن تنشر معلومات محلية إلى الشبكة كاملة [15]. لكي يتم تحسس الجيران يتم استخدام رسائل الترحيب التي يتم بثها بثا "عاما" بشكل دوري ولمسافة قفزة واحدة وبالتالي هذه الرسائل لا يتم إرسالها بعيدا" والهدف منها الحصول على معلومات عن الجيران [14].
- ✓ اكتشاف التبولوجيا مستخدمة لتحديد التبولوجيا للشبكة كاملة ولتحديث جداول التوجيه [15]. وبين الجدول (2) التالي بعض خصائص بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن.

الجدول (2) [7] خصائص بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن

[7] بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن							
الميزة	الحمولة الناتجة عن الاتصال	الخلو من الحلقات	مستودع المسارات	استرداد المسار	المعيار	التصنيف	البروتوكول
يستخدم ال <i>MPRS</i> كموجهات	عالي	ليس دائما	جدول التوجيه	تحديثات دورية	المسار الأقصر	استباقي	<i>OLSR</i>

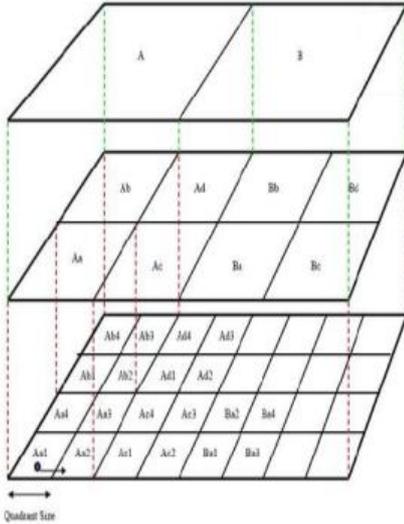
6.1 البروتوكولات الهجينة Hybrid Protocols:

1.6.1 بروتوكول التوجيه الجغرافي: (Geographical Routing Protocol or Gathering-based Routing Protocol)

وظيفة بروتوكول التوجيه المستند على التجميع في الشبكات الخاصة المتنقلة هي أن نجمع معلومات الشبكة بشكل سريع في عقدة المصدر بدون كمية كبيرة من الحمولات من خلال الاستفادة من نقاط القوة لبروتوكول التوجيه الاستباقي وبروتوكول التوجيه التفاعلي وبالتالي حزم البيانات يتم إرسالها بشكل مستمر حتى لو انقطع المسار الحالي بتأخير نقل سريع بدون المساس بأداء الحمولة أو التحكم [6]. أي أن بروتوكولات التوجيه الجغرافية هي أكثر كفاءة عندما يوجد تغيير ديناميكي بتبولوجيا الشبكة وقابلية حركة عالية وقابلية للتوسع وبالتالي التوجيه الجغرافي مستخدم لإزالة القيود المتعلقة بالتوجيه المستند على التبولوجيا حيث إن حزم البيانات ترسل إلى هدفها مع الأخذ بعين الاعتبار موقعها [16].

بروتوكول التوجيه الجغرافي هو عبارة عن بروتوكول توجيه مستند على تحديد الموقع ويصنف بأنه بروتوكول توجيه مستند على المسافة واستباقي كونه يستند على خوارزمية *Greedy* حيث يتوجب على كل عقدة أن تحتفظ بجدول وهذه الخوارزمية تفترض بأن كل عقدة في الشبكة تعرف موقعها الخاص عن طريق *GPS* [5][11][15] [25][20][16]. أي أن التوجيه مستند على المسافة الجغرافية الأقصر بين عقدة المصدر وعقدة الهدف [25][11]. يتم تحديد الموقع الخاص بالعقدة من قبل *GPS* (نظام تحديد الموقع العالمي) وعملية اغراق الشبكة سوف يتم تحسينها بواسطة تقسيم الشبكة إلى أرباع دائرة [5] [15][11]. حيث تحدث عملية اغراق الشبكة عندما تنتقل العقدة مسافة أطول من المسافة المحددة من قبل المستخدم أو عندما تعبر العقدة ربع دائرة وبالتالي بمجرد اكتمال عملية الاغراق الأولية في الشبكة تصبح كل عقدة تعرف الموقع البدائي لكل العقد الأخرى التي يمكن الوصول إليها [25][15][5]. وبالتالي بروتوكول التوجيه الجغرافي يرسل حزم البيانات إلى الهدف الذي يتم تحديده وفقاً للمسار الأقصر الذي تم حسابه من قبل عقدة المصدر وفقاً للمعلومات المجمعة الموجودة في باكيت تجميع معلومات الشبكة (*NIG*) التي يتم بثها بثاً عاماً من قبل عقدة الهدف [25][20]. لحسن الحظ فإن كل عقدة تحتفظ بجدول توجيه واحد أو أكثر لتحديث معلومات العقد الجيران وبالتالي كل عقدة مع موقعها يمكن أن تحدد بأي ربع تستقر فيه ويمكنها أيضاً أن تعرف الموقع البدائي لكل العقد الجيران [11][5] [25]. وبطريقة مماثلة فإن كل عقدة تبث بثاً عاماً وبشكل دوري رسالة الترحيب إلى جيرانها لكي يتم تحديث مواقع جيرانها بعد الاعداد الأولى حيث يعتمد معدل تبادل رسائل الترحيب على مزايا الشبكة وخصوصاً قابلية الحركة للعقد [25].

بشكل مبدئي بروتوكول الترحيب أو رسالة الترحيب سوف يتم تبادلها بين العقد لتحديد الجيران ومواقعهم [15][11][5]. وبين الشكل التالي (8) كيفية تقسيم الشبكة إلى عدة أرباع دائرة لتقليل اغراق الشبكة بالرسائل [25][15][11][5].



تقسم الشبكة الخاصة المتنقلة بالكامل إلى أرباع دائرة وكل أرباع الدائرة هي عبارة عن مربعات [15][11][5]. حجم ربع الدائرة يحدد من قبل المستخدم بالأمتار [11]. من (Latitude، -90)، Longitude، (180 إلى +90، Long)، حيث خط العرض Latitude، خط الطول [24][6] Longitude. كل أرباع دائرة (بشكل مربع) تشكل ربع دائرة بمستوى أعلى [11]. Aa1، Aa2، Aa3، Aa4 هي عبارة عن أرباع دائرة فردية في Level 1 [11]. انها تشكل ربع دائرة في Level 2 و Aa، Ab، Ac، Ad هي عبارة عن أرباع دائرة فردية في Level 2 [11]. انها تشكل ربع دائرة A في level 3 [11].

الشكل (8) تقسيم الشبكة الخاصة المتنقلة إلى

أرباع دائرة

تتضمن مفاهيم اغراق الشبكة في بروتوكول التوجيه الجغرافي معرفة الموقع البدائي لكل عقدة والعقد الأخرى التي يمكن الوصول إليها في الشبكة [11]. عندما تعبر العقدة حد ربع الدائرة فان عملية اغراق الشبكة تحدث مرة ثانية لكن مدى اغراق الشبكة يعتمد على المسافة المتنقلة من قبل العقدة مع الأخذ بعين الاعتبار حد ربع الدائرة [11]. إذا كانت تنتقل العقدة فقط ضمن ربع الدائرة الخاص بها فان حزم عملية اغراق الشبكة يتم إرسالها فقط إلى العقدة الموجودة ضمن ربع الدائرة [11]. وإذا كانت تنتقل العقدة من ربع الدائرة Aa1 إلى Aa2 (ضمن حد ربع الدائرة /level/2)، فان كل العقد ضمن ربع الدائرة Aa ترسل لها حزم عملية اغراق الشبكة [11]. وإذا كانت تنتقل العقدة من ربع الدائرة Aa2 إلى Ac1 (ضمن حد ربع الدائرة /level/3) فان كل العقد ضمن ربع الدائرة A ترسل لها حزم عملية اغراق الشبكة [11]. أما عندما يتم استقبال حزم عملية اغراق الشبكة خارج الحد المراد فان هذه الحزم يتم نبذها [11]. عدد محاولات عملية اغراق الشبكة في بروتوكول التوجيه الجغرافي يتم اعدادها إلى قيمة 7 بشكل افتراضي ويمكن أن يتم ضبطها إلى قيمة 3 كما في السيناريوهات الموجودة في محاكاتي وبالتالي عدد المرات التي تحدث فيها عملية الاغراق قليلة وهذا يتطلب أن يتم اكتشاف العقد القابل للوصول إليها. أن عملية اغراق الشبكة بالرسائل الخاصة بالموقع وزاوية الاغراق تلعب دوراً أساسياً وهاماً في ضبط بروتوكول التوجيه الجغرافي حيث يتم اختيار القيمة البدائية لزاوية اغراق الشبكة بالرسائل الخاصة بالموقع وبشكل ديناميكي يتم تغيير اغراق الشبكة بالرسائل الخاصة بالموقع في العقد الوسيطة (زيادة قيمة زاوية اغراق الشبكة بالرسائل الخاصة بالموقع عندما تعرف العقدة الوسيطة بأنه لا يوجد عقد جيران ضمن منطقة الطلب المعرفة من قبل زاوية اغراق الشبكة بالرسائل الخاصة بالموقع المنجزة في طلب المسار الواصل) [11]. قيمة عدد المرات التي سيتم القيام من خلالها بعملية اغراق الشبكة بالرسائل الخاصة بالموقع والفواصل الزمنية بينها تعتمد على حركة العقد [11]. حيث يسمح للعقد أن تنتقل مسافة 5 أمتار فقط في سيناريوهات محاكاتي. ولذلك من السهل أن نجد العقدة عندما يعرف موقعها الأخير في نظام تحديد الموقع العالمي حيث إن مساحة البحث للعقدة محدودة [11]. أما زاوية الاغراق تمثل بعدد صحيح يدعى مستوى الطلب /request level/ الذي لديه المعنى التالي [11]:

$$Request_level = 1, \text{flooding angle } 90^\circ, 2, \text{flooding angle } 180^\circ, 3, \text{flooding angle } 360^\circ$$

أما بالنسبة لتقنية التراجع (Backtracking) المستخدمة على المسارات المنبوذة أو المسدودة (blocked) في بروتوكول التوجيه الجغرافي حيث إن العقد التي تستقبل حزمة التراجع تحسب عقدة الجار الأقرب التالية إلى عقدة الهدف وترسل لها المسار الجديد [25][11]. في حال كانت العقدة التي استقبلت حزمة التراجع backtrack packet ليس

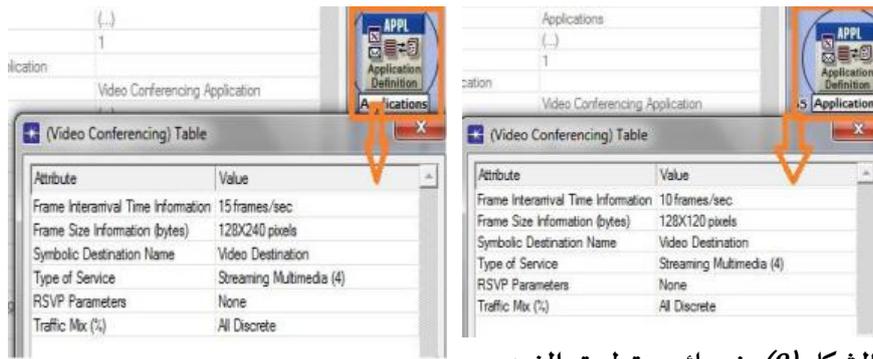
لديها مسار بديل فانها بدورها تتراجع إلى عقدة سابقة لتجد مسار بديل في النهاية إذا لم يكن ولا مسار بديل متوفر بعد كل التراجعات التكرارية وصولاً إلى عقدة المصدر فانه يتم اسقاط أو نبذ حزمة البيانات [11].

2. بارامترات بيئة المحاكاة:

سوف نقوم بتقييم أداء بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي باستخدام محاكي الشبكات ال OPNET ومقارنة أدائهما من ناحية البارامترات الخاصة بالشبكة المحلية اللاسلكية Wireless LAN وذلك في شبكة خاصة متنقلة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة وشبكة خاصة متنقلة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة ومن أجل دقة فيديو منخفضة (حجم اطارات الصور صغير وبالتالي عدد البكسلات الموجودة في الصورة صغير) وعالية (حجم اطارات الصور كبير وبالتالي عدد البكسلات الموجودة في الصورة كبير). ويبين الجدول (3) بارامترات المحاكاة المستخدمة.

الجدول (3) بارامترات المحاكاة

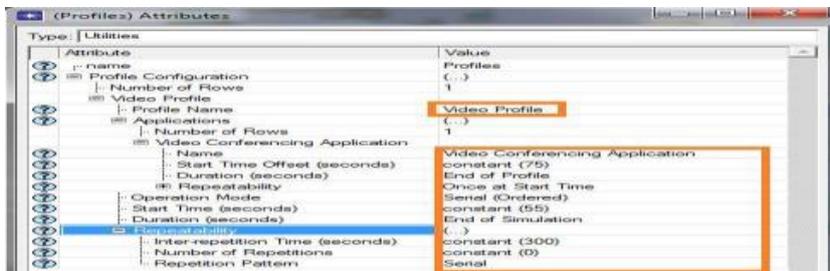
عدد العقد	30 and 85
حجم الشبكة	800mx800m and 1600mx1600m
Simulation time زمن المحاكاة	600 simulation seconds



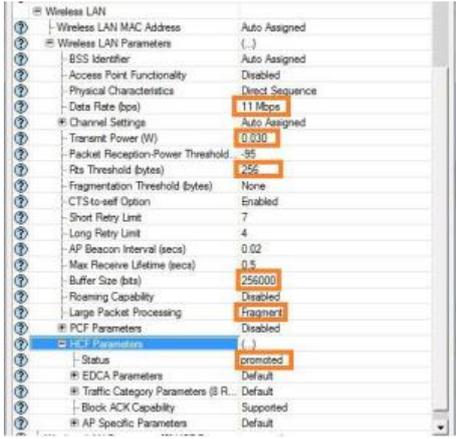
الشكل (10) خصائص تطبيق الفيديو ذو الدقة العالية المستخدمة في المحاكاة.

الشكل (9) خصائص تطبيق الفيديو ذو الدقة المنخفضة المستخدمة في المحاكاة

وتبين الأشكال (9)، (10) خصائص تطبيق الفيديو ذو الدقة المنخفضة والعالية على التوالي المستخدمة في المحاكاة. أما الشكل (11) فيبين خصائص ال Profiles سواء كان تطبيق الفيديو ذو دقة منخفضة أو عالية المستخدمة في المحاكاة.

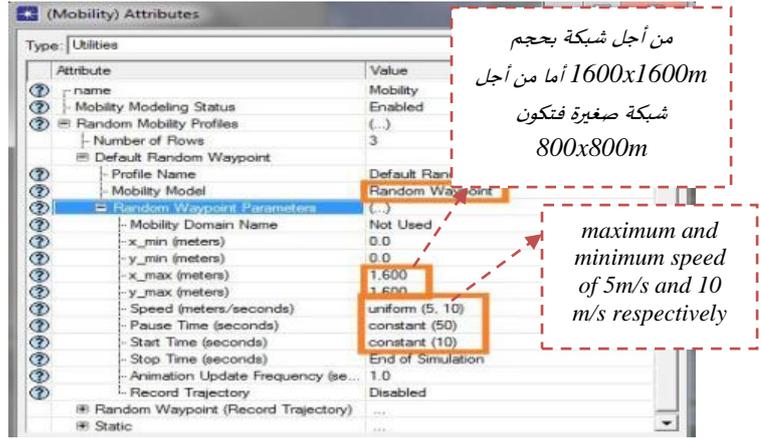


الشكل (11) خصائص ال Profiles سواء كان تطبيق الفيديو ذو دقة منخفضة أو عالية المستخدمة في المحاكاة.

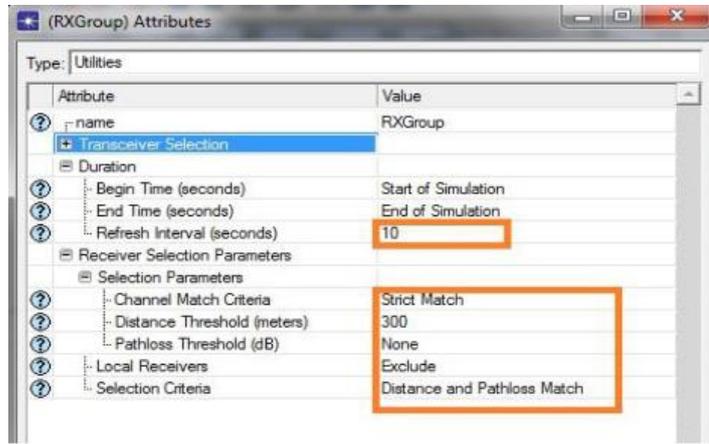


الشكل (13) خصائص بارامترات Wireless LAN المستخدمة في كل العقد المتنقلة والمخدم server وسواء كانت شبكة كبيرة أو صغيرة.

وتبين الأشكال (12)، (13) خصائص قابلية الحركة للعقد وبارامترات Wireless LAN المستخدمة في كل العقد المتنقلة والمخدم server على التوالي. أما الشكل (14) فيبين خصائص نموذج الاتصال.

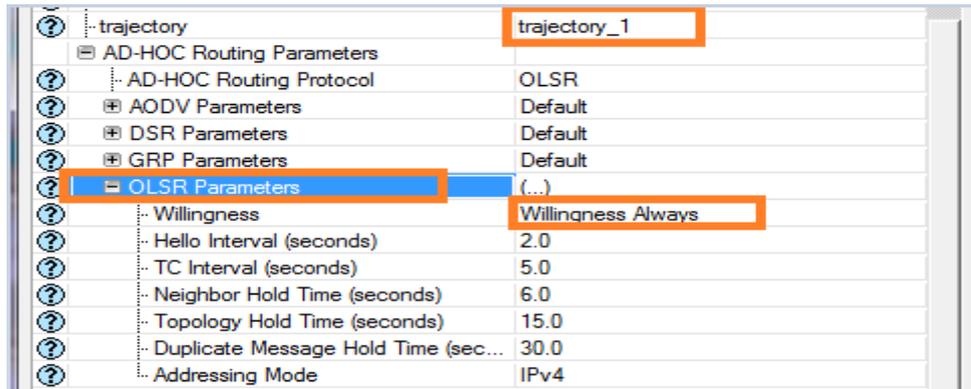


الشكل (12) Mobility قابلية الحركة للعقد المستخدمة في شبكة كبيرة أو صغيرة وسواء كانت دقة الفيديو منخفضة أو عالية.



الشكل (14) Communication Model نموذج الاتصال

1.2 بارامترات البروتوكول OLSR من أجل 30، 85 عقدة متنقلة ومن أجل دقة فيديو منخفضة وعالية:



الشكل (15) بارامترات البروتوكول OLSR من أجل 30، 85 عقدة متنقلة ومن أجل دقة فيديو منخفضة وعالية والمستخدم في كل العقد المتنقلة والمخدم server.

2.2 بارامترات البروتوكول GRP من أجل 30، 85 عقدة متنقلة ومن أجل دقة فيديو منخفضة وعالية:

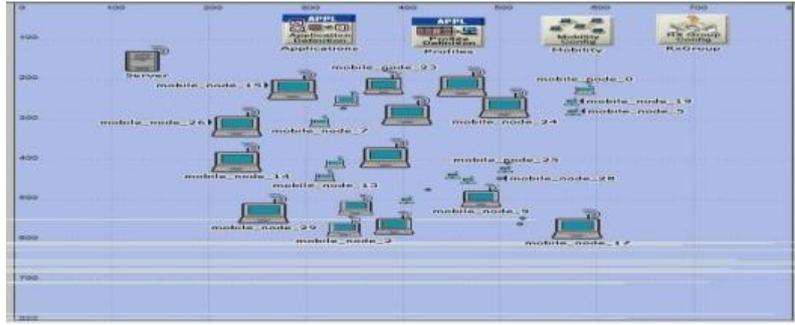
trajectory	trajectory_1
AD-HOC Routing Parameters	
AD-HOC Routing Protocol	GRP
AODV Parameters	Default
DSR Parameters	Default
GRP Parameters	(...)
Hello Interval (seconds)	constant (2)
Neighbor Expiry Time (seconds)	constant (10)
Position Update Parameters	(...)
Distance moved (metres)	5.0
Position Request Timer (seconds)	5.0
Backtrack Option	Enabled
Routes Export	Disabled
Number of Initial Floods	3

الشكل (16) بارامترات البروتوكول GRP من أجل 30، 85 عقدة متنقلة ومن أجل دقة فيديو منخفضة وعالية والمستخدم في كل العقد المتنقلة والمخدم server.

3. بيئة المحاكاة:

1.3 التبولوجيا في حالة وجود شبكة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة والبروتوكول المستخدم OLSR أو GRP وحجم الشبكة 800x800m ودقة الفيديو منخفضة أو عالية:

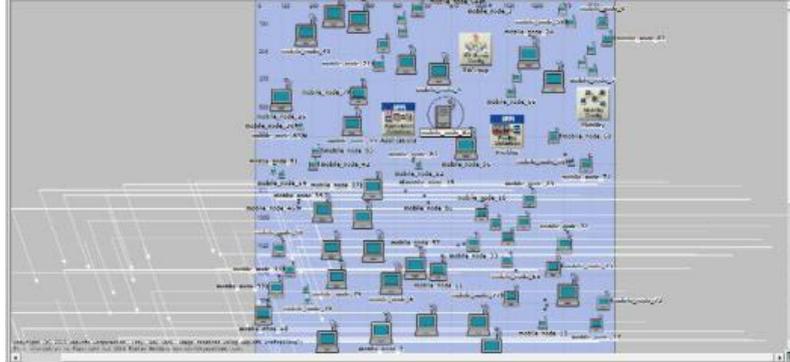
ويبين الشكل (17) التبولوجيا في حالة وجود شبكة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة والبروتوكول المستخدم OLSR أو GRP وحجم الشبكة 800x800m ودقة الفيديو منخفضة أو عالية.



الشكل (17) التبولوجيا في حالة وجود شبكة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة والبروتوكول المستخدم OLSR أو GRP وحجم الشبكة 800x800m ودقة الفيديو منخفضة أو عالية.

2.3 التبولوجيا في حالة وجود شبكة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة والبروتوكول المستخدم OLSR أو GRP وحجم الشبكة 1600x1600m ودقة الفيديو منخفضة أو عالية:

ويبين الشكل (18) التبولوجيا في حالة وجود شبكة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة والبروتوكول المستخدم OLSR أو GRP وحجم الشبكة 1600x1600m ودقة الفيديو منخفضة أو عالية.

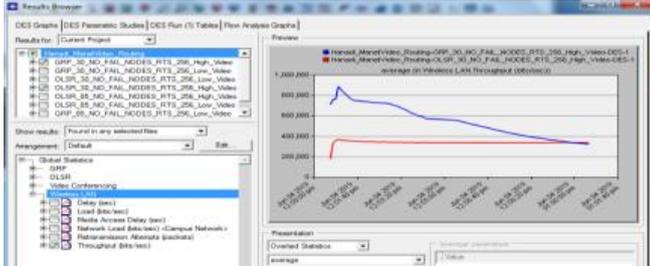


الشكل (18) التبولوجيا في حالة وجود شبكة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة والبروتوكول المستخدم OLSR أو GRP وحجم الشبكة 1600x1600m ودقة الفيديو منخفضة أو عالية.

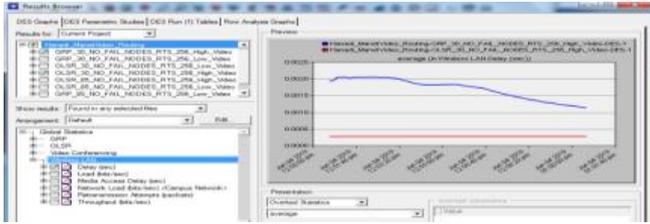
4. النتائج والمناقشة:

1.4 من أجل دقة فيديو عالية:

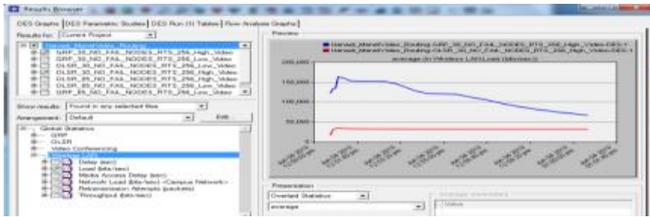
1.1.4 في حالة 30 عقدة متنقلة:



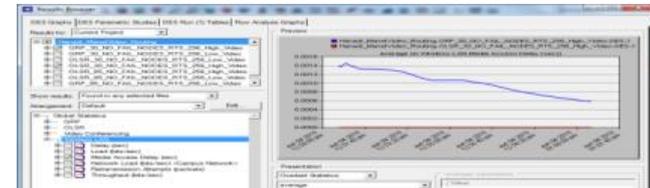
الشكل (19) التدفق لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.



الشكل (20) التأخير مقدرا" بالثواني لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.

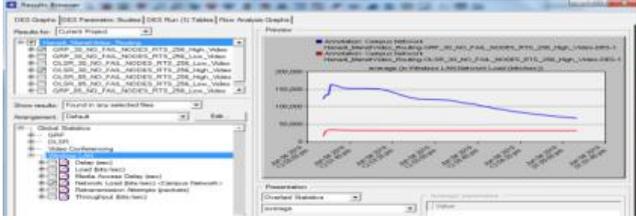


الشكل (21) الحمل لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.

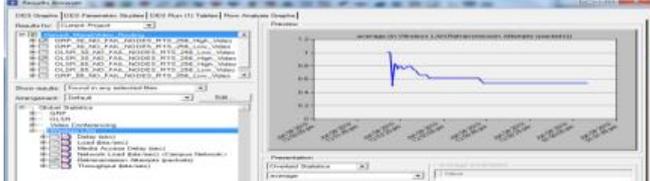


الشكل (22) تأخير الوصول للوسط لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.

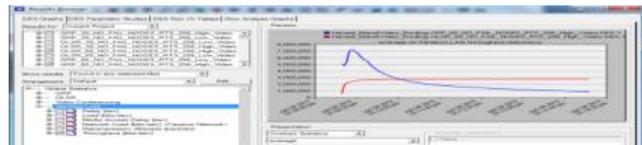
تبين الأشكال التالية، (20)، (19)، (21)، (23)، (22)، (24) المخططات البيانية للتدفق والتأخير والحمل وتأخير الوصول للوسط والحمل الناتج عن الشبكة وعدد محاولات إعادة الإرسال على التوالي في حالة شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة وكانت دقة الفيديو المستخدمة عالية والبروتوكولات المستخدمة OLSR، GRP، وتم التوصل إلى القيم الموجودة في الجدول (4) وسوف يتم شرحه لاحقا". نلاحظ أن التدفق لبروتوكول GRP عالي بالمقارنة مع بروتوكول OLSR حيث انها ببساطة تكتشف موقع عقدة الهدف في الشبكة وببساطة ترسل أو تنقل المعلومات من مكان البداية إلى الهدف لكن التأخير لبروتوكول OLSR أقل من التأخير لبروتوكول GRP حيث يتم استخدام المسار الأقصر لإرسال حزم البيانات في بروتوكول OLSR أما في بروتوكول GRP فهناك ثلاثة استراتيجيات توجيه مختلفة في greedy routing من أجل اختيار أي عقدة من العقد الجيران ينبغي أن يتم إرسال حزم البيانات إليها بينما الحمل لبروتوكول GRP أعلى من الحمل لبروتوكول OLSR حيث إن عدد المرات التي تحدث فيها عملية الاغراق في بروتوكول GRP يساوي إلى 3 وبما أننا نعلم أن عملية الاغراق في GRP تعتمد على المسافة المنتقلة من قبل العقدة مع الأخذ بعين الاعتبار حد ربع الدائرة حيث إن المسافة المنتقلة في سيناريو المحاكاة هي 5 أمتار وبالتالي عملية اغراق الشبكة بالرسائل الخاصة بالموقع سوف تحدث في بروتوكول GRP بشكل أعلى من بروتوكول OLSR التي تقتصر فيه عملية الاغراق على MPR أي تتم عملية الاغراق على بعض المناطق بالشبكة وليس على الشبكة كاملة (Hello interval=2 sec في سيناريو المحاكاة) وبالتالي الحمولة الناتجة عن استخدام GPS في بروتوكول GPR أعلى من الحمولة الناتجة عن استخدام MPR في بروتوكول OLSR كما أن تأخير الوصول



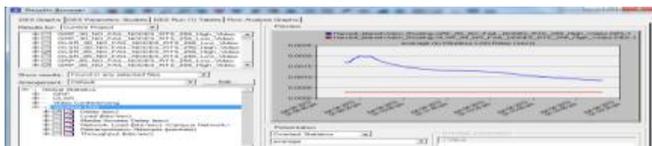
الشكل (23) الحمل الناتج عن الشبكة مقمرا" بالبتات/ ثانية لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.



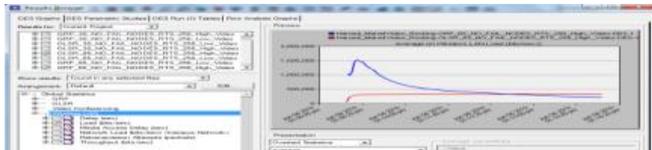
الشكل (24) عدد محاولات إعادة الإرسال مقمرا" بحزم البيانات لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.



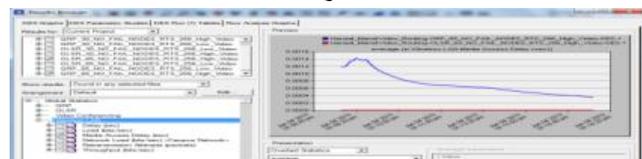
الشكل (25) التدفق لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.



الشكل (26) التأخير مقمرا" بالثواني لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.



الشكل (27) الحمل لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.



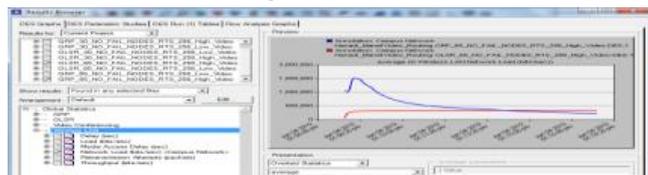
الشكل (28) تأخير الوصول للوسط لكل من بروتوكول توجيه حالة

للوسط لبروتوكول OLSR أقل بكثير من تأخير الوصول للوسط لبروتوكول GRP وعدد محاولات إعادة الإرسال بعملية الاغراق بالنسبة لبروتوكول GRP يساوي إلى 0.603707465 بينما عدد محاولات إعادة الإرسال (البث العام) بالنسبة لبروتوكول OLSR غير معروف (#N/A) وذلك في شبكة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.

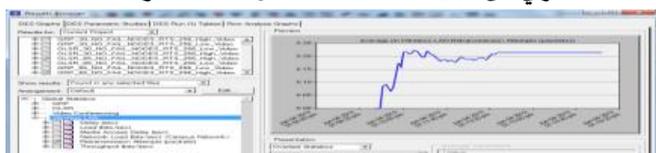
2.1.4 في حالة 85 عقدة متنقلة:

تبين الأشكال التالية، (26)، (25)، (27)، (29)، (28)، (30) المخططات البيانية للتدفق والتأخير والحمل وتأخير الوصول للوسط والحمل الناتج عن الشبكة وعدد محاولات إعادة الإرسال على التوالي في حالة شبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة وكانت دقة الفيديو المستخدمة عالية والبروتوكولات المستخدمة GRP، OLSR وتم التوصل إلى القيم الموجودة في الجدول (5) وسوف يتم شرحه لاحقا". أما عند زيادة عدد العقد لتصبح الشبكة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة مع زيادة حجم الشبكة لتصبح 1600x1600m وكانت دقة الفيديو عالية فان تدفق بروتوكول OLSR أعلى من تدفق بروتوكول GRP حيث إن الاعتماد على جدول التوجيه في إرسال حزم البيانات في بروتوكول OLSR أفضل من الاعتماد على GPS في تحديد موقع العقد من أجل إرسال حزم البيانات إليها حيث إن مساحة الشبكة كبيرة والتأخير لبروتوكول OLSR أقل من التأخير لبروتوكول GRP حيث يتم استخدام المسار الأقصر لإرسال حزم البيانات في بروتوكول OLSR أما في بروتوكول GRP فهناك ثلاثة استراتيجيات توجيه مختلفة في greedy routing من أجل اختيار أي عقدة من العقد الجيران ينبغي أن يتم إرسال حزم البيانات إليها بينما الحمل لبروتوكول

الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.



الشكل (29) الحمل الناتج عن الشبكة مقدرًا "بالببتات/ ثانية لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.



الشكل (30) عدد محاولات إعادة الإرسال مقدرًا "بحزم البيانات لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.

GRP أعلى من الحمل لبروتوكول OLSR حيث إن عدد المرات التي تحدث فيها عملية الاغراق في بروتوكول GRP يساوي إلى 3 وبما أننا نعلم أن عملية الاغراق في GRP تعتمد على المسافة المنتقلة من قبل العقدة مع الأخذ بعين الاعتبار حد ربع الدائرة حيث إن المسافة المنتقلة في سيناريو المحاكاة هي 5 أمتار وبالتالي عملية اغراق الشبكة بالرسائل الخاصة بالموقع سوف تحدث في بروتوكول GRP بشكل أعلى من بروتوكول OLSR التي تقتصر فيه عملية الاغراق على MPR أي تتم عملية الاغراق على بعض المناطق بالشبكة وليس على الشبكة كاملة وبالتالي الحمولة الناتجة عن استخدام GPS في بروتوكول GPR أعلى من الحمولة الناتجة عن استخدام MPR في بروتوكول OLSR كما أن تأخير الوصول للوسط لبروتوكول OLSR أقل بكثير من تأخير الوصول للوسط لبروتوكول GRP بينما عدد محاولات إعادة الإرسال بعملية الاغراق بالنسبة لبروتوكول GRP يساوي إلى 0.189066185 بينما عدد محاولات إعادة الإرسال بالنسبة لبروتوكول OLSR غير معروف (#N/A) وذلك في شبكة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو عالية.

الجدول (4) التدفق والتأخير والحمل وتأخير الوصول للوسط والحمل الناتج عن الشبكة وعدد محاولات إعادة الإرسال لبروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية والشبكة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة.

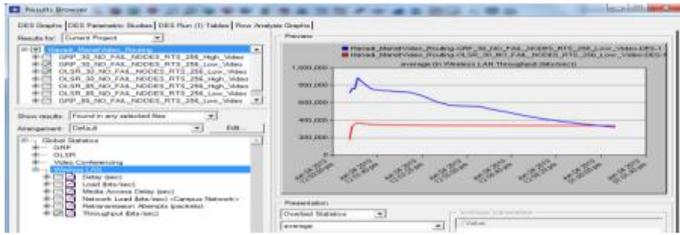
دقة فيديو عالية						
شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة						
Routing Protocols	التدفق	التأخير مقدرًا بالثواني	الحمل	تأخير الوصول للوسط	الحمل الناتج عن الشبكة مقدرًا بالببتات/ ثانية	عدد محاولات إعادة الإرسال مقدرًا بحزم البيانات
OLSR	335868.386	0.00027367	31239.0680	3.86409E-06	31239.0680	#N/A
GRP	542529.094	0.00170108	113414.811	0.00100776	113414.811	0.60370746

الجدول (5) التدفق والتأخير والحمل وتأخير الوصول للوسط والحمل الناتج عن الشبكة وعدد محاولات إعادة الإرسال لبروتوكول توجيهه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية والشبكة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة.

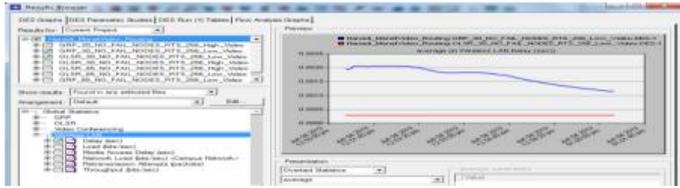
دقة فيديو عالية						
شبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة						
عدد محاولات إعادة الإرسال مقدرا" بحزم البيانات	الحمل الناتج عن الشبكة مقدرا" بالبتات/ ثانية	تأخير الوصول للوسط	الحمل	التأخير مقدرا" بالثواني	التدفق	Routing Protocols
#N/A	323380.1331	1.29781E-05	323380.1331	0.000277149	2696670.156	OLSR
0.189066185	516929.3324	0.000713195	516929.3324	0.001297615	2258606.153	GRP

2.4 من أجل دقة فيديو منخفضة:

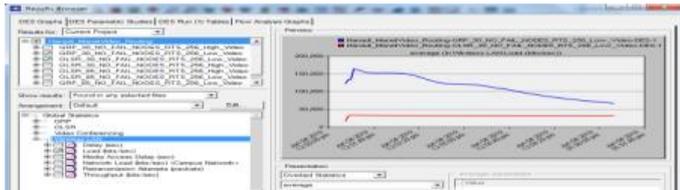
1.2.4 في حالة 30 عقدة متنقلة:



الشكل (31) التدفق لكل من بروتوكول توجيهه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.

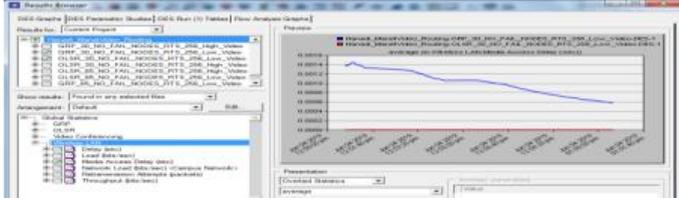


الشكل (32) التأخير مقدرا" بالثواني لكل من بروتوكول توجيهه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.

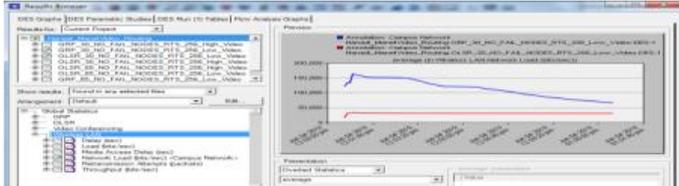


الشكل (33) الحمل لكل من بروتوكول توجيهه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.

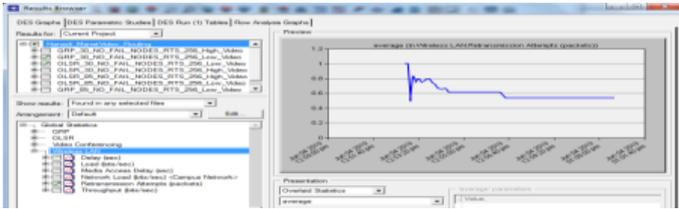
تبين الأشكال التالية، (32)، (31)، (33)، (35)، (36)، (34) المخططات البيانية للتدفق والتأخير والحمل وتأخير الوصول للوسط والحمل الناتج عن الشبكة وعدد محاولات إعادة الإرسال على التوالي في حالة شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة وكانت دقة الفيديو المستخدمة منخفضة والبروتوكولات المستخدمة، *OLSR* و *GRP* وتم التوصل إلى القيم الموجودة في الجدول (6) وسوف يتم شرحه لاحقاً. نلاحظ أن التدفق لبروتوكول *GRP* عالي بالمقارنة مع بروتوكول *OLSR* حيث انها ببساطة تكتشف موقع عقدة الهدف في الشبكة وببساطة ترسل أو تنقل المعلومات من مكان البداية إلى الهدف لكن التأخير لبروتوكول *OLSR* أقل من التأخير لبروتوكول *GRP* حيث يتم استخدام المسار الأقصر لإرسال حزم البيانات في بروتوكول *OLSR* أما في بروتوكول *GRP* فهناك ثلاثة استراتيجيات توجيهه مختلفة في *greedy routing* من أجل اختيار أي عقدة من العقد الجيران ينبغي أن يتم إرسال حزم البيانات إليها بينما الحمل لبروتوكول *GRP* أعلى من الحمل لبروتوكول *OLSR* حيث إن عدد المرات التي تحدث فيها عملية الاغراق في



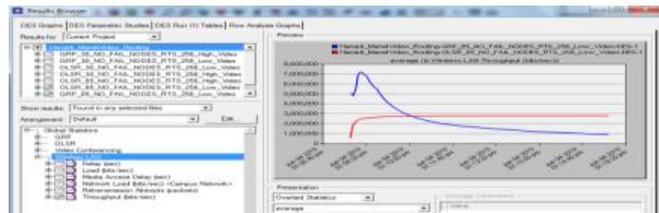
الشكل (34) تأخير الوصول للوسط لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.



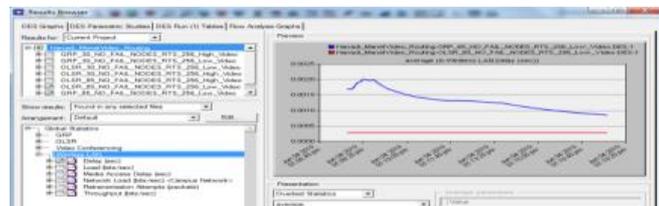
الشكل (35) الحمل الناتج عن الشبكة مقدرا" بالبتات/ ثانية لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.



الشكل (36) عدد محاولات إعادة الإرسال مقدرا" بحزم البيانات لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.



الشكل (37) التدفق لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة

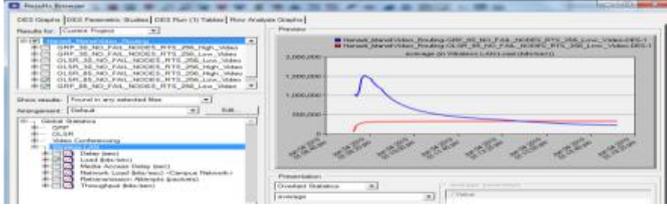


الشكل (38) التأخير مقدرا" بالثواني لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.

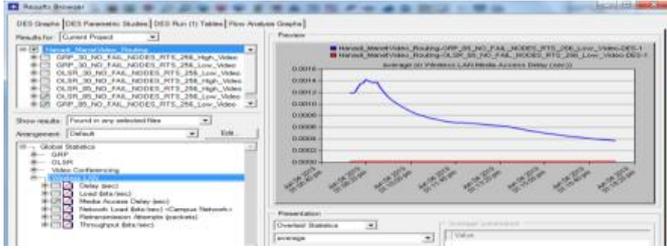
بروتوكول *GRP* يساوي إلى 3 وبما أننا نعلم أن عملية الاغراق في *GRP* تعتمد على المسافة المنتقلة من قبل العقدة مع الأخذ بعين الاعتبار ربع الدائرة حيث إن المسافة المنتقلة في سيناريو المحاكاة هي 5 أمتار وبالتالي عملية اغراق الشبكة بالرسائل الخاصة بالموقع سوف تحدث في بروتوكول *GRP* بشكل أعلى من بروتوكول *OLSR* التي تقتصر فيه عملية الاغراق على *MPR* أي تتم عملية الاغراق على بعض المناطق بالشبكة وليس على الشبكة كاملة وبالتالي الحمولة الناتجة عن استخدام *GPS* في بروتوكول *GRP* أعلى من الحمولة الناتجة عن استخدام *MPR* في بروتوكول *OLSR* كما أن تأخير الوصول للوسط لبروتوكول *OLSR* أقل بكثير من تأخير الوصول للوسط لبروتوكول *GRP* وعدد محاولات إعادة الإرسال بعملية الاغراق يساوي إلى 0.603707465 بينما عدد محاولات إعادة الإرسال (البث العام) بالنسبة لبروتوكول *OLSR* غير معروف (#N/A) وذلك في شبكة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.

2.2.4 في حالة 85 عقدة متنقلة:

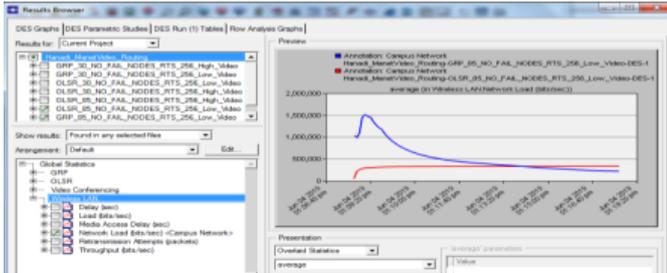
تبين الأشكال التالية، (38)، (39)، (40)، (41)، (42) المخططات البيانية للتدفق والتأخير والحمل وتأخير الوصول للوسط والحمل الناتج عن الشبكة وعدد محاولات إعادة الإرسال على التوالي في حالة شبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة وكانت دقة الفيديو المستخدمة منخفضة والبروتوكولات المستخدمة، *GRP* و *OLSR* وتم التوصل إلى القيم الموجودة في الجدول (7) وسوف يتم شرحه لاحقاً. أما عند زيادة عدد العقد لتصبح الشبكة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة مع زيادة حجم الشبكة لتصبح $1600 \times 1600m$ وكانت دقة الفيديو منخفضة فإن تدفق بروتوكول *OLSR* أعلى من تدفق بروتوكول *GRP* حيث إن الاعتماد على جدول التوجيه في إرسال حزم البيانات في بروتوكول *OLSR* أفضل من الاعتماد على *GPS* في تحديد موقع العقد من أجل إرسال



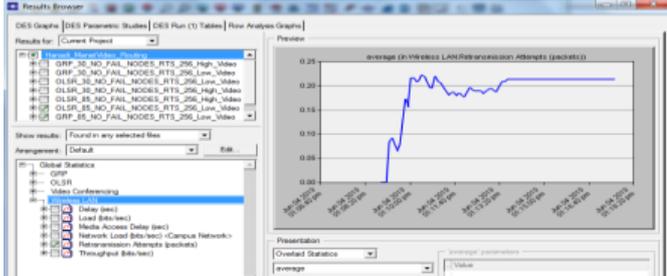
الشكل (39) الحمل لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.



الشكل (40) تأخير الوصول للوسط لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.



الشكل (41) الحمل الناتج عن الشبكة مقدرًا بالبتات/ ثانية لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.



الشكل (42) عدد محاولات إعادة الإرسال مقدرًا بحزم البيانات لكل من بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة.

حزم البيانات إليها حيث إن مساحة الشبكة كبيرة والتأخير لبروتوكول *OLSR* أقل من التأخير لبروتوكول *GRP* حيث يتم استخدام المسار الأقصر لإرسال حزم البيانات في بروتوكول *OLSR* أما في بروتوكول *GRP* فهناك ثلاثة استراتيجيات توجيه مختلفة في *greedy routing* من أجل اختيار أي عقدة من العقد الجيران ينبغي أن يتم إرسال حزم البيانات إليها بينما الحمل لبروتوكول *GRP* أعلى من الحمل لبروتوكول *OLSR* حيث إن عدد المرات التي تحدث فيها عملية الاغراق في بروتوكول *GRP* يساوي إلى 3 وبما أننا نعلم أن عملية الاغراق في *GRP* تعتمد على المسافة المنتقلة من قبل العقدة مع الأخذ بعين الاعتبار حد ربع الدائرة حيث إن المسافة المنتقلة في سيناريو المحاكاة هي 5 أمتار وبالتالي عملية اغراق الشبكة بالرسائل الخاصة بالموقع سوف تحدث في بروتوكول *GRP* بشكل أعلى من بروتوكول *OLSR* التي تقتصر فيه عملية الاغراق على *MPR* أي تتم عملية الاغراق على بعض المناطق بالشبكة وليس على الشبكة كاملة وبالتالي الحمولة الناتجة عن استخدام *GPS* في بروتوكول *GRP* أعلى من الحمولة الناتجة عن استخدام *MPR* في بروتوكول *OLSR* كما أن تأخير الوصول للوسط لبروتوكول *OLSR* أقل بكثير من تأخير الوصول للوسط لبروتوكول *GRP* بينما عدد محاولات إعادة الإرسال بعملية الاغراق بالنسبة لبروتوكول *GRP* يساوي إلى 0.189066185 بينما عدد محاولات إعادة الإرسال بالنسبة لبروتوكول *OLSR* غير معروف (#N/A) وذلك في شبكة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة ودقة الفيديو منخفضة. وبالتالي من الجداول (4)، (5)، (6)، (7) نلاحظ أن أداء بروتوكول *GRP* أفضل من أجل عدد صغير من العقد كما في سيناريو المحاكاة (30) عقدة متنقلة) سواء كانت دقة الفيديو منخفضة أو عالية بينما يتناقص أداؤه عند زيادة عدد العقد في الشبكة لكن بروتوكول *OLSR* يتحسن أداؤه عند زيادة عدد العقد.

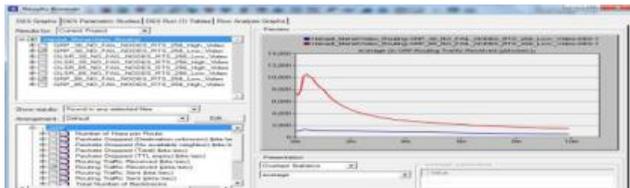
الجدول (6) التدفق والتأخير والحمل وتأخير الوصول للوسط والحمل الناتج عن الشبكة وعدد محاولات إعادة الإرسال لبروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة والشبكة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة.

دقة فيديو منخفضة						
شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة						
Routing Protocols	التدفق	التأخير مقدرا" بالثواني	الحمل	تأخير الوصول للوسط	الحمل الناتج عن الشبكة مقدرا" بالبتات/ ثانية	عدد محاولات إعادة الإرسال مقدرا" بحزم البيانات
OLSR	335868.386	0.000273675	31239.06803	3.86409E-06	31239.06803	#N/A
GRP	542529.0947	0.001701086	113414.8119	0.001007767	113414.8119	0.603707465

الجدول (7) التدفق والتأخير والحمل وتأخير الوصول للوسط والحمل الناتج عن الشبكة وعدد محاولات إعادة الإرسال لبروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة والشبكة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة.

دقة فيديو منخفضة						
شبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة						
Routing Protocols	التدفق	التأخير مقدرا" بالثواني	الحمل	تأخير الوصول للوسط	الحمل الناتج عن الشبكة مقدرا" بالبتات/ ثانية	عدد محاولات إعادة الإرسال مقدرا" بحزم البيانات
OLSR	2696670.15	0.00027714	323380.133	1.31079E-05	323380.133	#N/A
GRP	2258606.15	0.00129761	516929.332	0.00071319	516929.332	0.18906618

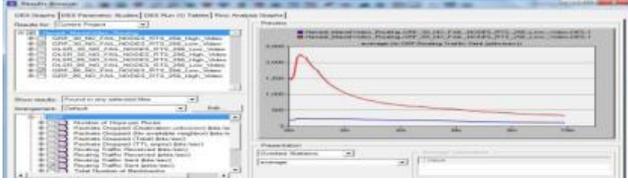
3.4 مقارنة أداء بروتوكول التوجيه الجغرافي في شبكة مؤلفة من 30 عقدة وشبكة مؤلفة من 85 عقدة ولكن مع دقة فيديو منخفضة:



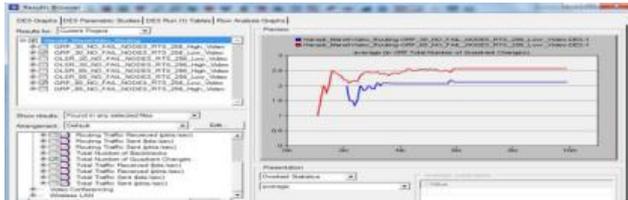
الشكل (42) حزم التوجيه المستقبلية مقدرة ب (pkts/sec) من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.

كما تم اجراء مقارنة لأداء بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ومن أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة من ناحية حزم التوجيه المستقبلية، حزم التوجيه المرسله، العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة، العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبلية، العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسله، التدفق، التأخير، الحمل، تأخير الوصول للوسط، الحمل الناتج عن الشبكة، عدد

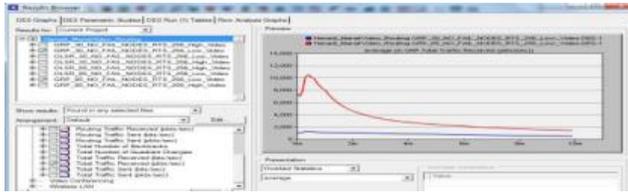
محاولات إعادة الإرسال.



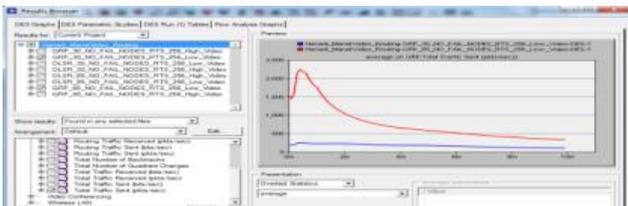
الشكل(43) حزم التوجيه المرسله مقدره ب (pkts/sec) من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة



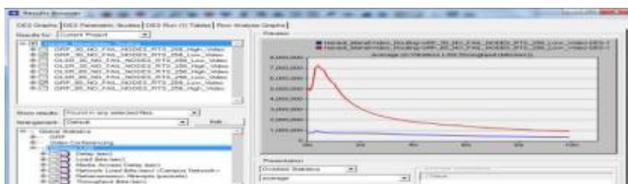
الشكل(44) العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



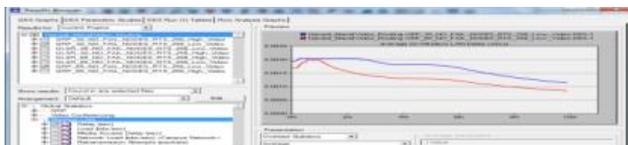
الشكل(45) العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبله مقدره ب (pkts/sec) من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



الشكل(46) العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسله مقدره ب (pkts/sec) من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.

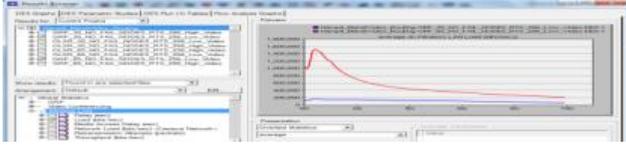


الشكل(47) التدفق مقدرا" ب (pkts/sec) من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.

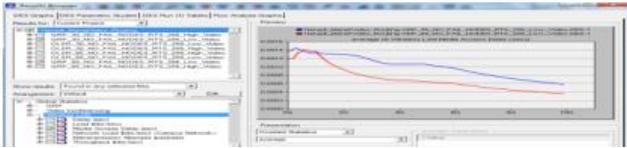


وتبين الأشكال، (43)، (42)، (44)، (46)، (45)، (47)، (49)، (48)، (50)، (52)، (51) على التوالي حزم التوجيه المستقبله، حزم التوجيه المرسله، العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة، العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبله، العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسله، التدفق، التأخير، الحمل، تأخير الوصول للوسط، الحمل الناتج عن الشبكة، عدد محاولات إعادة الإرسال في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ومن أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة وتم التوصل إلى القيم الموجوده في الجداول (8)، (9). حيث نلاحظ من الشكل (42) أن قيمة حزم التوجيه المستقبله من أجل 30 عقدة متنقلة أعلى من قيمة حزم التوجيه المستقبله من أجل 85 عقدة متنقلة. أما الشكل (43) فيبين أن قيمة حزم التوجيه المرسله من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من قيمة حزم التوجيه المرسله من أجل 30 عقدة متنقلة. ويبين الشكل (44) أن العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة من أجل 30 عقدة متنقلة يساوي إلى 2.05132352 أما العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة من أجل 85 عقدة متنقلة فيساوي إلى 2.441243843 وبالتالي العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة من أجل 30 عقدة متنقلة. كما نلاحظ من الشكل (45) أن العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبله من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبله من أجل 30 عقدة متنقلة. والشكل (46) يبين أن العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسله من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسله من أجل 30 عقدة متنقلة. والشكل (47) يبين أن التدفق من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من التدفق من أجل 30 عقدة متنقلة. أما الشكل (48) فيبين أن التأخير من أجل 30 عقدة متنقلة أعلى من التأخير من أجل 85 عقدة متنقلة.

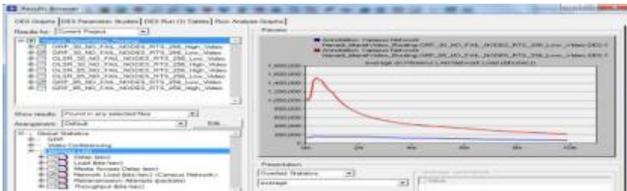
الشكل(48) التأخير مقدرا" بالثواني من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



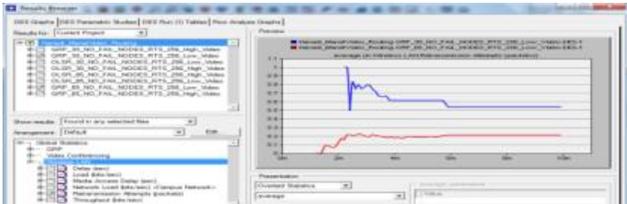
الشكل(49) الحمل من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



الشكل(50) تأخير الوصول للوسط من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



الشكل(51) الحمل الناتج عن الشبكة مقدرا" بالبتات/ ثانية من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



الشكل(52) عدد محاولات إعادة الإرسال مقدرا" بحزم البيانات من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.

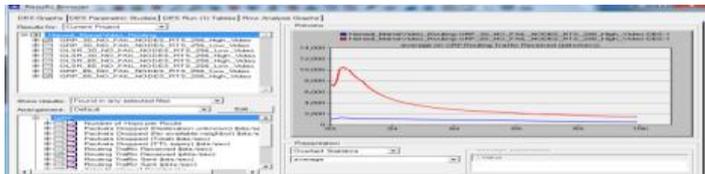
الجدول (8) مقارنة أداء بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ومن أجل 30 عقدة و85 عقدة من ناحية حزم التوجيه المستقبلية، حزم التوجيه المرسل، العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة، العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبلية، العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسل.

دقة الفيديو منخفضة							
Routing protocols	Number of Nodes		حزم التوجيه المستقبلية	حزم التوجيه المرسل	العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة	العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبلية	العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسل
GRP	30	Average	810.9875256	171.4616817	2.05132352	810.9875256	171.4616817
	85		3375.088187	771.9289528	2.441243843	3375.088187	771.9289528

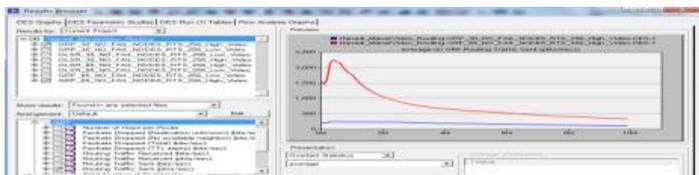
الجدول (9) مقارنة أداء بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو منخفضة ومن أجل 30 عقدة و85 عقدة من ناحية التدفق، التأخير، الحمل، تأخير الوصول للوسط، الحمل الناتج عن الشبكة، عدد محاولات إعادة الإرسال.

دقة الفيديو منخفضة								
Routing protocols	Number Of Nodes		التدفق	التأخير مقدرا" بالثواني	الحمل	تأخير الوصول للوسط	الحمل الناتج عن الشبكة	عدد محاولات إعادة الإرسال مقدرا" بحزم البيانات
GRP	30	Average	542529.0947	0.001701086	113414.8119	0.001007767	113414.8119	0.603707465
	85		2258606.153	0.001297615	516929.3324	0.000713195	516929.3324	0.189066185

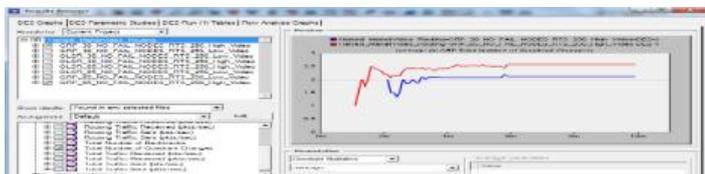
4.4 مقارنة أداء بروتوكول التوجيه الجغرافي في شبكة مؤلفة من 30 عقدة وشبكة مؤلفة من 85 عقدة ولكن مع دقة فيديو عالية:



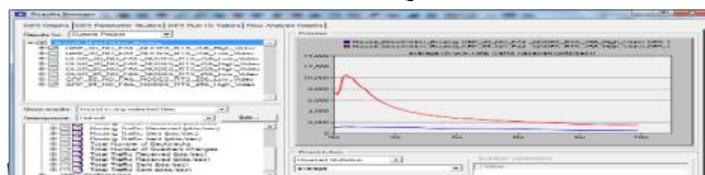
الشكل (53) حزم التوجيه المستقبلية مقدرة ب (pkts/sec) من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



الشكل (54) حزم التوجيه المرسله مقدرة ب (pkts/sec) من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



الشكل (55) العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.

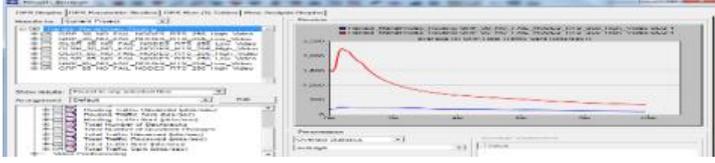


الشكل (56) العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبلية مقدرة ب (pkts/sec)

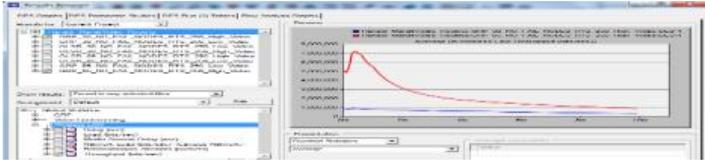
كما تم اجراء مقارنة لأداء بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ومن أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة من ناحية حزم التوجيه المستقبلية، حزم التوجيه المرسله، العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة، العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبلية، العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسله، التدفق، التأخير، الحمل، تأخير الوصول للوسط، الحمل الناتج عن الشبكة، عدد محاولات إعادة الإرسال.

وتبين الأشكال، (54)، (53)، (55)، (57)، (56)، (58)، (60)، (59)، (61)، (63)، (62) على التوالي حزم التوجيه المستقبلية، حزم التوجيه المرسله، العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة، العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبلية، العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسله، التدفق، التأخير، الحمل، تأخير الوصول للوسط، الحمل الناتج عن الشبكة، عدد محاولات إعادة الإرسال في حالة كانت دقة الفيديو عالية ومن أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة وتم التوصل إلى القيم الموجودة في

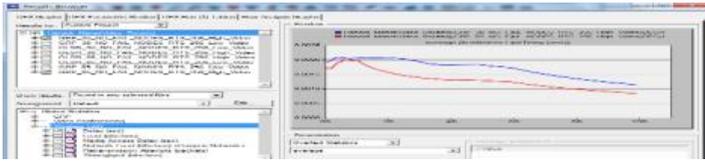
من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



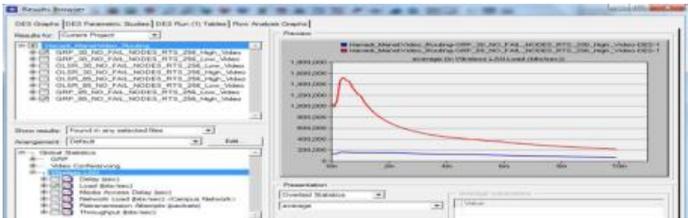
الشكل (57) العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسله مقدره ب (pkts/sec) من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



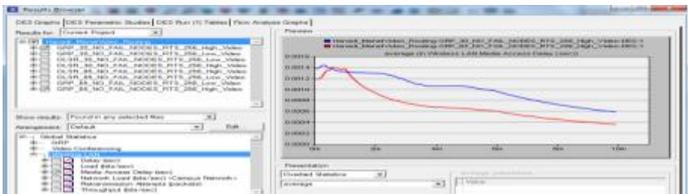
الشكل (58) التدفق من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



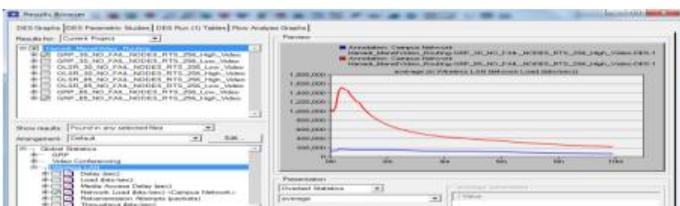
الشكل (59) التأخير مقدرا "بالثواني من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.



الشكل (60) الحمل من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة.

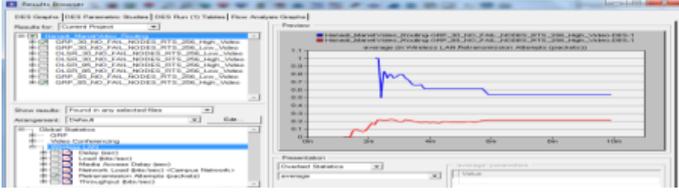


الشكل (61) تأخير الوصول للوسط من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة



الجداول (10)، (11). حيث نلاحظ من الشكل (53) أن قيمة حزم التوجيه المستقبله من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من قيمة حزم التوجيه المستقبله من أجل 30 عقدة متنقلة. أما الشكل (54) فيبين أن قيمة حزم التوجيه المرسله من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من قيمة حزم التوجيه المرسله من أجل 30 عقدة متنقلة. ويبين الشكل (55) أن العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة من أجل 30 عقدة متنقلة يساوي إلى 2.05132352 أما العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة من أجل 85 عقدة متنقلة فيساوي إلى 2.441243843 وبالتالي العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة من أجل 30 عقدة متنقلة. كما نلاحظ من الشكل (56) أن العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبله من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبله من أجل 30 عقدة متنقلة. والشكل (57) يبين أن العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسله من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسله من أجل 30 عقدة متنقلة. والشكل (58) يبين أن التدفق من أجل 30 عقدة متنقلة أعلى من التدفق من أجل 85 عقدة متنقلة. أما الشكل (59) فيبين أن التأخير من أجل 30 عقدة متنقلة أعلى من التأخير من أجل 85 عقدة متنقلة. حيث نلاحظ من الشكل (60) أن الحمل من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من الحمل من أجل 30 عقدة متنقلة. أما تأخير الوصول للوسط من أجل 85 عقدة متنقلة أقل من تأخير الوصول للوسط من أجل 30 عقدة متنقلة كما في الشكل (61). بينما الحمل الناتج عن الشبكة من أجل 85 عقدة متنقلة أعلى من الحمل الناتج عن الشبكة من أجل 30 عقدة متنقلة كما في الشكل (62). أما عدد محاولات إعادة الإرسال من أجل 85 عقدة متنقلة أقل من عدد محاولات إعادة الإرسال من أجل 30 عقدة متنقلة كما في الشكل (63).

الشكل(62) الحمل الناتج عن الشبكة مقدرًا بالبئات/ ثانية من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة



الشكل(63) عدد محاولات إعادة الإرسال مقدرًا بحزم البيانات من أجل بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ولكن من أجل 30 عقدة متنقلة و85 عقدة متنقلة

الجدول (10) مقارنة أداء بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ومن أجل 30 عقدة و85 عقدة من ناحية حزم التوجيه المستقبلية، حزم التوجيه المرسل، العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة، العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبلية، العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسل.

دقة الفيديو عالية							
Routing protocols	Number of Nodes		حزم التوجيه المستقبلية	حزم التوجيه المرسل	العدد الإجمالي للتغيرات في أرباع الدائرة	العدد الإجمالي لحزم البيانات المستقبلية	العدد الإجمالي لحزم البيانات المرسل
GRP	30	Average	810.9875256	171.4616817	2.05132352	810.9875256	171.4616817
	85		3375.088187	771.9289528	2.441243843	3375.088187	771.9289528

الجدول (11) مقارنة أداء بروتوكول التوجيه الجغرافي في حالة كانت دقة الفيديو عالية ومن أجل 30 عقدة و85 عقدة من ناحية التدفق، التأخير، الحمل، تأخير الوصول للوسط، الحمل الناتج عن الشبكة، عدد محاولات إعادة الإرسال.

دقة الفيديو عالية							
Routing protocols	Number of Nodes	التدفق	التأخير مقدرًا بالثواني	الحمل	تأخير الوصول للوسط	الحمل الناتج عن الشبكة	عدد محاولات إعادة الإرسال مقدرًا بحزم البيانات
GRP	30	542529.0947	0.001701086	113414.8119	0.001007767	113414.8119	0.603707465
	85	2258606.153	0.001297615	516929.3324	0.000713195	516929.3324	0.189066185

5.الخاتمة:

تم في الجزء الأول من هذا البحث دراسة وتقييم أداء بروتوكول توجيه حالة الربط المحسن وبروتوكول التوجيه الجغرافي في إرسال الفيديو عبر الشبكات الخاصة المتنقلة من ناحية البارامترات الخاصة بالشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN) وذلك في كل من شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة وشبكة كبيرة مؤلفة 85 عقدة متنقلة

ومن اجل كل من دقة فيديو عالية ثم دقة فيديو منخفضة في الجزء الثاني من البحث ومقارنة أدائهما حيث تبين أن أداء بروتوكول GRP أفضل من أجل عدد صغير من العقد كما في سيناريو المحاكاة (30 عقدة متنقلة) سواء كانت دقة الفيديو منخفضة أو عالية بينما يتناقص أدائه عند زيادة عدد العقد في الشبكة لكن بروتوكول OLSR يتحسن أدائه عند زيادة عدد العقد. في الجزء الثالث من البحث تم المقارنة لأداء بروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل دقة فيديو منخفضة في كل من شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة وفي شبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة من ناحية البارامترات الخاصة ببروتوكول التوجيه الجغرافي GRP والبارامترات الخاصة بالشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN) الموجودة في احصائيات المحاكى حيث كانت أغلب قيم البارامترات في شبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة أعلى بكثير من قيمها في شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة أما في الجزء الرابع من البحث فتمت المقارنة لأداء بروتوكول التوجيه الجغرافي من أجل دقة فيديو عالية في كل من شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة وفي شبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة من ناحية البارامترات الخاصة ببروتوكول التوجيه الجغرافي GRP والبارامترات الخاصة بالشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN) الموجودة في احصائيات المحاكى حيث كانت أغلب قيم البارامترات في شبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة أعلى بكثير من قيمها في شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة.

6. الأعمال المستقبلية:

يمكن أن نفكر مستقبلاً" بالقيام بدراسة الأداء لبروتوكولات توجيه أخرى تصنف على أنها بروتوكولات توجيه استباقية أو تفاعلية أو هجينة إضافة إلى البروتوكولين الموجودين في هذه الدراسة ومقارنة أدائهم في إرسال تطبيق الفيديو سواء كانت دقة الفيديو منخفضة أو عالية وتطبيقات أخرى في شبكة صغيرة مؤلفة من 30 عقدة متنقلة أو شبكة كبيرة مؤلفة من 85 عقدة متنقلة من ناحية البارامترات الخاصة بالشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN) و Video Conferencing والموجودة في احصائيات محاكي OPNET 14.5 كما يمكن دراسة أداء بروتوكولات توجيه أخرى مستخدمة في الشبكات الخاصة المتنقلة لإرسال الفيديو وغير مدعومة من قبل المحاكى OPNET 14.5 وإنما يمكن دراستها باستخدام ال Matlab واختيار البروتوكول الأفضل من بين البروتوكولات المدروسة في إرسال الفيديو في الشبكات الخاصة المتنقلة.

قائمة المراجع:

- [1]. Ahmed, D., Khalifa, O., Hashim, A., Yagoub, M." *Performance Evaluation of Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing Protocol under Video Streaming*". 2018 7th International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCCE).
- [2].Ahmed, D., Khalifa, O."A Comprehensive Classification of MANETs Routing Protocols". *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, Vol.6, No.3, 2017 pg.141-158.
- [3]. Al-Omari, S., Sumari, P."an overview of mobile ad hoc networks for the existing protocols and applications ". *International journal on applications of graph theory in wireless ad hoc networks and sensor networks (Graph-Hoc)*, Vol.1, No.1, March 2010.

- [4]. Amine, D., Kamel, A., Bouabdellah, K. " *Formal verification of a new version of AOMDV in ad hoc network*". The 5th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (EUSPN-2014), pg.160–167. Available online at www.sciencedirect.com.
- [5]. Aujla, G., Kang, S. "Comprehensive Evaluation of AODV, DSR, GRP, OLSR and TORA Routing Protocols with varying number of nodes and traffic applications over MANETs". *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, Vol.9, No.3, (Mar. - Apr. 2013), pg.54 -61.
- [6]. Bilandi, N., Verma, H. "Comparative Analysis of Reactive, Proactive and Hybrid Routing Protocols in MANET". *International Journal of Electronics and Computer Science Engineering*, June 2012, pg.1660-1667, available at www.ijecse.org.
- [7]. Boukerche, A. " *Algorithms and protocols for Wireless and Mobile Ad Hoc Networks*". Canada, 2009.
- [8]. Dunaytsev, R. "Network Simulators: OPNET Overview and Examples". November 30, 2010 .
- [9]. Giordano, S. " *Mobile Ad-Hoc Networks* ", 2000.
- [10]. Gite¹, P., Sharma², M. "Performance Evaluation of ad-hoc Network Routing Protocols using ns2 Simulation". *ACEEE International Journal of Network Security*, Vol. 03, No. 01, Jan 2012.
- [11]. Gupta, J., Gill, N. " Tuning and Performance Analysis of Geographical Routing Protocol in MANET". *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, Vol. 2, No. 5, May 2014.
- [12]. Gupta, A., Sadawarti, H., Verma, A. "Performance analysis of AODV, DSR & TORA Routing Protocols". *Verma IACSIT International Journal of Engineering and Technology*, Vol.2, No.2, April 2010.
- [13]. Hoebeke, J., Moerman, I., Dhoedt, B., & Demeester, P. "An Overview of Mobile Ad Hoc Networks: Applications and Challenges". *Journal-Communications Network*, 3(3), 2004, pg.60-66.
- [14]. Huhtonen, A. " *Comparing AODV and OLSR Routing Protocols* ". HUT T-110.551 Seminar on Internetworking, Sjököulla, 2004-04-26/27
- [15]. Islam, M., Riaz, A., Tarique, M. " Performance analysis of the routing protocols for video streaming over mobile ad hoc networks". *International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC)*, Vol.4, No.3, May 2012.
- [16]. Kaur, H., Singh, H., Sharma, A. " Geographic Routing Protocol: A Review". *International Journal of Grid and Distributed Computing*, Vol. 9, No. 2, 2016, pg.245-254.
- [17]. Kohila, N., Gowthami, R. " Routing Protocols in Mobile Ad-Hoc Network". *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, Vol.4, No.1, January 2015, pg.159-167.
- [18]. Lafta, H., Salman, F. " Performance Evaluation of Single Path (AODV) Routing Protocol Versus Multi path (AOMDV) Routing Protocol By Using NS-2". *Journal of Babylon University/Pure and Applied Sciences/*, Vol.(22), No.(9), 2014.
- [19]. Manolis, S. " *Mobile Ad-hoc NETWORKS Routing Protocols*". 16/03/2005.

- [20]. Mittal, P., Singh, P., Rani, S." Performance Analysis Of AODV, OLSR, GRP And DSR Routing Protocols With Database Load In Manet". *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, Vol. 02, No. 09, Sep-2013, pg.412-420.
- [21].Navitha, S., Velmurugan, T. " Performance Analysis of AODV and DSR routing Protocols in Mobile Ad-hoc Networks". The 3rd International Conference on Small & Medium Business 2016, January 19 - 21, 2016.
- [22]. Prajapati, S., Patel, N., & Patel, R. " Optimizing Performance of OLSR Protocol Using Energy Based MPR Selection in MANET". 2015 Fifth International Conference on Communication Systems and Network Technologies.
- [23]. Soi, V., Dhaliwal, B. "Performance comparison of DSR and AODV Routing Protocol in Mobile Ad hoc Networks". *International Journal of Computational Intelligence Research*, Vol. 13, No.7, 2017, pg. 1605-1616.
- [24].Taneja¹, K., Patel², R. B. " Mobile Ad hoc Networks: Challenges and Future ". Proceedings of National Conference on Challenges & Opportunities in Information Technology (COIT-2007) RIMT-IET, Mandi Gobindgarh. March 23, 2007.
- [25]. Uddin, J., Haque, M., Kim, J., Kim, C, Yi, M., Kim, T." Performance Analysis of Geographic Routing Protocol for File Transfer Protocol traffic in Mobile Ad-hoc Networks". *International Information Institute*, Vol.17, No.5, 2014, pg.1697-1702.