مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (3) العدد (3) 2019
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (3) No. (3) 2019

دراسة تأثير ترميزات الصوت على شبكات AD-HOC باستخدام بروتوكول التوجيه TORA وتطبيق VOIP

جمال الياسين *

سليمان الضرف**

(تاريخ الإيداع ٦ / ١ / ٢٠١٩ . قُبل للنشر ٢٠ / ٦ / ٢٠١٩)

ملخص

تُعدّ شبكات الـ MANETs (Mobile Ad-Hoc Networks) اللاسلكية من الشبكات الفعالة والمفيدة في نقل البيانات، نظراً لكونها لا تحتاج العقد فيها إلى إعدادات مسبقة، وتتمتع بديناميكية فعالة لنقل البيانات في أثناء حركة العقد ؛ مما يجعلها مقصداً مهماً لتبادل البيانات.

تختلف بروتوكولات التوجيه في الشبكات الخاصة عن بروتوكولات الإنترنت الحالية، المصممة للشبكات اللاسلكية القائمة على البنية الثابتة. تواجه بروتوكولات MANETs تحديات كبيرة بسبب التغير الديناميكي للطبولوجيا، وقدرة الإرسال المنخفضة والروابط غير المتماثلة. ونظرًا لعدم استقرار الارتباط، يصبح تنقل العقدة وتغيير طبولوجيا التوجيه بنحوٍ متكرر إحدى المشكلات الأساسية في MANETs. توفر بروتوكولات التوجيه الحالية حلول توجيهٍ حتى مستوى معين، ومعظمها جرى تصميمها وتنفيذها في مناطق صغيرة. لا يزال العديد من الباحثين يعملون على تطوير بروتوكولات توجيه شبكات MANET.

قدم هذا البحث دراسة لتأثير بعض ترميزات الصوت voice codecsفي شبكات ad-hoc؛ وذلك باستخدام بروتوكول التوجيهTORA، ومن خلال تشغيل تطبيق Voice over IP على سيناريو عشوائي للشبكة؛ إذ ستتم مقارنة هذا التأثير من خلال بارامترات الأداء للشبكة المستخدمة، وتم استخدام برنامج محاكاة الشبكة (OPNET)، والذي يُعدّ البرنامج الأول في مجال شبكات الاتصالات عموماً، وهو يعطي نتائج دقيقة للدراسات في مجال الشبكات.

الكلمات المفتاحية:شبكاتMANET ، تطبيق VOIP ، بروتوكول TORA ، شبكات AD-HOC.

---

*أستاذ مساعد، قسم هندسة الحواسيب والأتمتة، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة دمشق ، سوريا.

** طالب دراسات عليا (ماجستير)، هندسة الحواسيب وشبكاتها، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة دمشق، سوريا.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (3) العدد (3) 2019

Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (3) No. (3) 2019

Study the effect of sound encodings on AD-HOC networks using TORA routing protocol and VOIP application

Jamal Al-yassin*

Suleiman aldarf**

(Received 6 /1 / 2019 . Accepted 20 / 6 / 2019)

Abstract

Mobile Ad-Hoc Networks are used for data transfer. The nodes of such networks do not require presetting. They are characterized by dynamic data transfer during their movement of the nodes.

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

Currently existent routing protocols provide routing solutions up to a certain level

and most of them are designed and implemented in small areas. Many researchers are still

working on the developments of MANET routing protocols.

This research study effect of some voice codecs on ad-hoc networks using the (TORA routing protocol) and by running the VOIP application on a network randomized scenario. This effect will be compared through several performance parameters for the network used. The Network Simulation Program (OPNET), which is the first program in the area of telecommunications networks in general, is used to provide accurate results for studies in the field of networks.

Key Words: MANETs (Mobile Ad-Hoc Networks), Protocol (TORA), VOIP application, Ad-Hoc Networks.

*Assistant Professor, Department of Computer & Automation Engineering, Faculty of mechanical and electrical engineering, Damascus University, Syria.

**Postgraduate Student, Master degree of networks engineering , Faculty of mechanical and electrical engineering, Damascus University, Syria.

مقدمة:

إن أنظمة الاتصالات تتطور بسرعة يوماً بعد يوم؛ والهدف من هذا التطور هو توفير خدمات الاتصال للمستخدم في أي وقت و أي مكان في العالم؛ ومع وجود هذه التكنولوجيا المتقدمة و الإقبال على أجهزة الحوسبة المحمولة أصبح هذا الغرض سهل المنال؛ إذ يمكن للمستخدم التنقل، مع الحفاظ على الاتصال مع بقية العالم؛ وتصنف الحوسبة المتنقلة في فئتين هما:

١-شبكات تعتمد على بنية تحتية.

٢-شبكات Ad-Hoc النقالة.

الشبكات ذات البنية التحتية: تتم إدارتها وصيانتها مركزياً، أما الشبكات النقالة هي شبكات لامركزية ولها خاصية التحكم وتبادل البيانات، وتحوي عقداً محمولة وحرة التنقل؛ وهذه العقد ممكن أن تكون (أجهزة موبايل ، لابتوب محمولة ، مشغلات Mp3 ، حواسيب شخصية ، أجهزة PADs) [1].

تطلق تسمية Mobile Ad-Hoc Network (MANET) على الشبكات اللاسلكية التي تتألف من الأجهزة النقالة، والتي تؤلف فيما بينها طوبولوجية عشوائية لشبكة، من دون وجود بنية تحتية مركزية، وتسمى أيضاً Wireless Mobile Mesh Network؛ تتميز بسهولة بنائها لذلك هي تنتشر كثيراً في المناطق النائية التي يعد فيها إنشاء شبكة ذات بنية تحتية مركزية أمراً مكلفاً. إن عملية نقل الصوت (VoIP) عبر الشبكات الخاصة النقالة من المواضيع البحثية المهمة والحديثة، والتي تأخذ حيزاً كبيراً من اهتمام الباحثين؛ لما تؤديه هذه العملية من دور مهم في مثل هذا النوع من الشبكات وخاصة أماكن الاكتشافات، الكوارث، المؤتمرات، المناطق العسكرية. لكن في المقابل هذا النوع من الشبكات يعاني من تحديات ومشاكل بسبب الطبيعة الخاصة لها؛ حيث يمكن لأي جهاز محمول الدخول عليها والتجسس على عمليات النقل فيها، كما أن نقل الصوت تتضمن عمليتي ضغط وفك ضغط الصوت، والذي يُعدّ تحدياً متمثلاً بالحجم والسرعة والتأخير؛ كما تعاني الإشارة فيها من التداخل (interference)، وعرض الحزمة المحدودة، ومحدودية الطاقة؛ إذ إن معظم المستخدمين يستخدمون الأجهزة المحمولة [2,3].

إن من أهم البروتوكولات المستخدمة في مثل هذا النوع من الشبكات هو بروتوكول IEEE 802.11، وهو يستخدم لإدارة عملية النفاذ إلى الوسط اللاسلكي الذي يجري تشاركه بين المحطات المؤلفة للشبكة، يقوم بروتوكول IEEE 802.11 بتعريف تابع التنسيق الموزع Distributed Coordination Function (DCF) ، الذي يوفر تقانات للتحكم بالنفاذ إلى الوسط حيث يسمح للمحطات والعقد بالإرسال في حال كان الوسط خالياً ، يدعم هذا البروتوكول بطاقات شبكة بمعدل تراسل بيانات من (١ Mbps إلى ١١ Mbps) [2].

تتألف الشبكات الخاصة (Ad-Hoc) من مجموعة من العقد المتنقلة، التي تتصل مع بعضها بوصلات لاسلكية، وهذه الوصلات تستخدم برتوكولات توجيه مختلفة، يكون أداء بروتوكولات التوجيه جيداً عندما تكون العقد ثابتة، ولكن هذا الأداء يسوء عندما تكون العقد متحركة. وقد تم إيجاد العديد من بروتوكولات التوجيه لتطبيقها على بيئات محاكاة مختلفة؛ منها (NS2 , OMNET, OPNET.. etc). في هذه الدراسة سيتم استخدام برنامج المحاكاة OPNET مع بروتوكول التوجيه Temporally Ordered Routing Algorithm (TORA) والحصول على النتائج ومقارنتها [4].

أهمية البحث وأهدافه:

أُنجِزت أبحاثاً عديدة في هذا المجال، وكانت تهدف إلى مقارنة كفاءة بروتوكولات التوجيه، وخاصةً بروتوكول التوجيه TORA مع بروتوكولات أخرى وفقاً لتطبيق معين مثل الصوت أو الفيديو أو البيانات النصية، من دون التطرق إلى تفاصيل النقل المتعلقة بالتطبيق المستخدم، وركزت أبحاث أخرى على دراسة QOS لتطبيق VOIP، من دون البحث في خصائص هذا التطبيق، كما اهتمت أبحاث أخرى بدراسة تطبيق VOIP وفقاً لـ Throughput من دون التركيز على ترميزات الصوت ومدى تأثيرها على هذا النوع من المحددات، وركزت أبحاث أيضاً على دراسة تطبيق الصوت VOIP على الشبكات النقالة MANET وفق البروتوكول 802.11P من دون التطرق إلى خصائص ترميزات الصوت ومدى تأثيرها على النتائج التي تم الحصول عليها.

تكمن أهمية هذا البحث في دراسة تأثير ترميزات الصوت Voice Codecs على الشبكات النقالة (MANET)؛ وذلك من خلال استخدام بروتوكول TORA وهو بروتوكول توجيه هجين وموزع، حيث سيتم اختبار تطبيق VOIP على شبكة نقالة عشوائية تستخدم بروتوكول TORA للاتصال اللاسلكية بين العقد المكونة للشبكة، وسيتم نقل الصوت بين هذه العقد وفق ترميزات صوت مختلفة ومقارنتها فيما بينها من خلال البارامترات المؤثرة على أداء الشبكة؛ وذلك بهدف الوصول إلى ترميز الصوت المناسب والأفضل الذي يتوافق مع هذا البروتوكول. ويمكن الاستفادة من هذا البحث عند عملية بناء شبكة نقالة في منطقة بعيدة؛ فعندما نريد نقل بيانات بين مجموعة العقد المكونة للشبكة، وهذه البيانات هي صوتية كما في هذا البحث فعلينا إيجاد أسهل طريقة وأسرعها لنقل هذه البيانات بين العقد من خلال المعطيات المتوفرة لدينا؛ لذلك قمنا بدراسة احد بروتوكولات توجيه الشبكات النقالة مع مجموعة تراميز الصوت بهدف الوصول إلى الحل المثالي والسريع.

طرائق البحث ومواده:

الشبكات اللاسلكية الخاصة :MANET

يعد هذا النوع من الشبكات نوعاً لا مركزياً من الشبكات المحمولة، وهي شبكات خاصة لأنها لا تحتوي بنيةً تحتية مركزية؛ حيث إن كل عقدة من هذه الشبكة تشارك بالتوجيه من خلال إعادة توجيه البيانات للنقاط الأخرى، لذلك فإن عملية تحديد أي النقاط التي ستقوم بعملية الإرسال يتم بشكل حيوي ومرن، ويعتمد على أساسيات الاتصال بالشبكة وأيضاً خوارزمية التوجيه المستخدمة [5].

الشبكات اللاسلكية الخاصة: هي شبكات ذاتية التهيئة، ومرنة من حيث التحرك للنقاط المتصلة، وتفتقر إلى تعقيدات إنشاء البنية التحتية الأساسية وإدارتها؛ حيث إنها تسمح للأجهزة بالإنشاء والانضمام إلى الشبكة بسرعة، وفي أي وقت وفي أي مكان.

-خصائص شبكات [1]MANET:

١-عدم وجود خط واضح للدفاع:

لا توجد طرق حماية لصد التدخلات والهجمات الخارجية في شبكات MANET؛ إذ يمكن أن يأتي الهجوم من أي اتجاه لأن الحدود التي تفصل الشبكة الداخلية عن العالم الخارجي ليست واضحة.

٢-الموارد المحدودة:

إن وجود قيود على موارد أية شبكة يشكل ضعفاً كبيراً؛ إذ يمكن أن يكون هناك مجموعة كبيرة من الأجهزة المستخدمة في مثل هذا النوع من الشبكات، وهي تمتلك قدرات حوسبة وتخزين مختلفة، وهذا يجعلها عرضة لهجمات

جديدة؛ وعملية إدخال المزيد من السمات الأمنية في الشبكة يزيد من حساب الحوسبة والاتصال والإدارة وهذا يشكل تحدياً في الشبكات التي تعاني من محدودية الموارد.

٣-طوبولوجية ديناميكية:

تتوزع العقد في هذه الشبكة بحرية، وبالتالي فإن طوبولوجية الشبكة يمكن أن تتغير بشكل لحظي وسريع وعشوائي، ويمكن أن تكون الوصلات اللاسلكية فيها أحادية الاتجاه أو ثنائية.

٤-قيود الطاقة:

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

-بارامترات شبكة الاتصالMANET:

- حجم الشبكة Network Size.
- معدل تغيرات الطوبولوجية Topology rate of change.
- عدم استقرار الإرسال Jitter.
- متوسط نهاية إلى نهاية End To End (ETE).
- نقاط الرأي Mean Opinion Score(MOS).

بروتوكول التوجيه الهجين(TORA) Temporally Ordered Routing Algorithm:

يعتمد هذا البروتوكول على خوارزمية عكس الوصلة link reversal، ولا يعتمد على شعاع المسافة أو حالة الوصلة نهائياً؛ حيث يستخدم هذا البروتوكول بارامتر جديداً يسمى الارتفاع height، ويعتمد على تشكيل مخطط موجه من المصدر باتجاه الهدف(DAG) direct acyclic graph، حيث يتم انتقال الرزم حصراً من العقد ذات الارتفاع الأكبر إلى العقد ذات الارتفاع الأقل.[6] إن هذا البروتوكول مصمم للعمل بمقدرة تكيفية عالية مع الشبكات الديناميكية، للوصول إلى العقدة الهدف، حيث يستخدم طرقاً مختلفة مع بارامترات متعددة لتحديد المسارات بين أي عقدتين؛ وذلك لوجود مسالك متعددة غالباً ما تعطي الهدف، الذي لا يكون بالضرورة هو الأقصر [7].

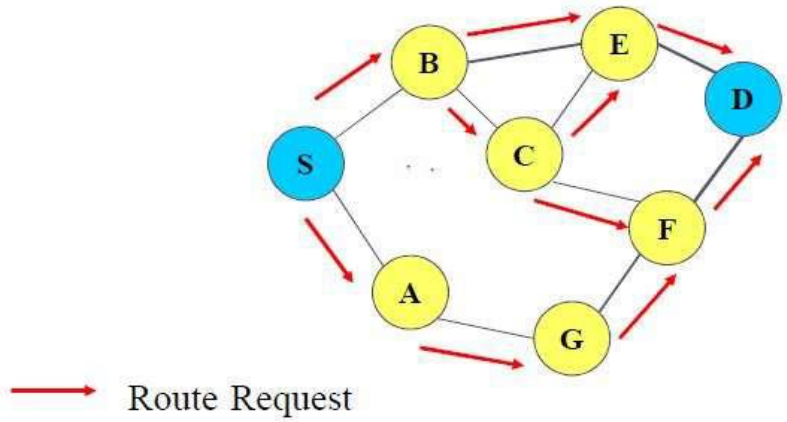
إن تقليل رسائل التحكم بعيدة المدى لمجموعة من العقد الجيران من أهم مميزات البروتوكول TORA، والتي تظهر بتغيير طوبولوجية الشبكة، والميزة الأخرى له دعمه للإرسال المتعدد، كما يمكن استخدام بروتوكول TORA بالاقتران مع الخوارزمية الكيفية ذات الإرسال المتعدد الخفيف Lightweight Adaptive Multicast Algorithm (LAM)، لذلك يمكننا أن نعدَّ البروتوكول TORA خوارزمية توجيهٍ تستخدم بنحو أساسي في شبكات الـ MANETs لتعزيز قابلية التوسع.

يدعم بروتوكول TORA وجود مسالك توجيه متعددة وممكنة، ويحتفظ فيها بزوج واحد من المصدر، كما يحتفظ بعرض النطاق (الحزمة) بسبب إمكانية إعادة بناء مسارات التوجيه [6].

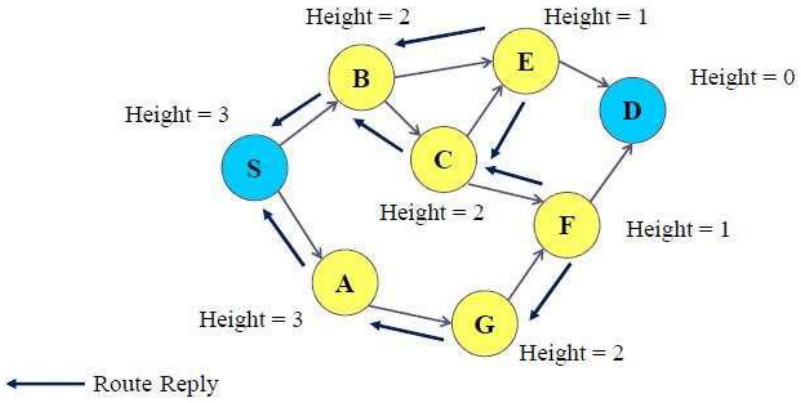
ويعتمد اكتشاف المسار في هذا البروتوكول على إرسال رسالة query إلى العقدة الهدف والتي تتضمن معلومات Identification(ID) للعقدة الهدف، كما هو مبين بالشكل (1).

حيث ترسل العقدة المصدر S رسالة query إلى العقدة الهدف الممثلة بـ D ببث عام عبر الشبكة وهذه الرسالة تسلك كافة المسارات التي تصل بين العقدة المصدر والعقدة الهدف مروراً بكل العقد الجيران وهي مبينة بأسهم باللون الأحمر في الشكل (١).

يبين الشكل (٢) استجابة العقدة الهدف D لطلب العقدة المصدر S عند وصول هذا الطلب إليها، حيث إن كل مسار من هذه المسارات يكون له وزن ممثل بالرسم بـ Height؛ إذ تزداد قيمته كلما زادت المسارات المقطوعة، أي عند كل عقدة من العقد تزداد قيمته بمقدار ١، ويسجَّل في كل عقدة حتى الوصول إلى العقدة المصدر S؛ وبناءً عليه يتم اختيار أقصر مسار بحسب قيمة Height [6].



الشكل (1) طريقة إرسال رسالة اكتشاف المسار في بروتوكول .TORA



الشكل (2) استجابة العقدة الهدف في بروتوكول .TORA

مميزات بروتوكول [6] TORA:

-دعم المسارات المتعددة.
-تخفيض الـ overhead لحزمة البيانات.
-متطلبات تخزين صغيرة للعقد (تخزين بارامتر واحد).
-المسار المستخدم ليس دائماً هو الأقصر.
-يحتاج إلى التزامن.
-تبدأ عملية إصلاح المسار عندما تفشل جميع المسارات في الوصول إلى الهدف.
-يتم تعديل بارامتر الارتفاع للعقد وذلك بتطبيق خوارزمية عكس الوصلة.
-تبدأ عملية التعديل من العقدة التي لا تملك أية وصلة هابطة.

ترميزات الصوت VOICE CODECS:

إن الترميز: هو مصطلح يستخدم لعملية الضغط وفك الضغط؛ أي تحويل الإشارة الصوتية التناظرية إلى رقمية مضغوطة، ثم فك ضغطها والعودة إلى الإشارة التناظرية غير المضغوطة لاستقبالها، وهذه العملية تفيد في تقليل عرض الحزمة المستخدمة، ويمكن نقل البيانات بنحو أسرع عبر الإنترنيت [3,8].

توجد عدة أنواع لترميزات الصوت، وتختلف فيما بينها وفقاً لـ: معدل أخذ العينات المختارة ، معدل البيانات ، وحدة تنفيذ الضغط؛ كما هو مبين في الجدول الآتي:

الجدول (1) الفرق بين ترميزات الصوت.

Codec	Bit Rate (kbit/s)	Link Utilization (kbit/s)	Delay (ms)	Loss (%)	MOS
G.711	64	87.2	0.125	7-10	4.10
G.729	8.0	31.2	15	< 2	3.92
G.723.1	5.3	20.8	37.5	< 1	3.65

G.711: وهو الترميز الموجي الأكثر شيوعاً ويعتمد على خوارزمية (تعديل ترميز النبضة).

G.729: ويستخدم هذا الترميز تقنية الأجراء الخطي للترميز الجبري، ذي البينة الوحدوية (يستخدم عرض نطاق ترددي ممتاز).

G.723.1: ويستخدم هذا الترميز تقنية الأجراء الخطي للترميز الجبري (ضغط عالٍ ذو جودة عالية ويستهلك الكثير من المعالجة) [9].

تطبيق VOICE OVER IP:

يُعدّ تطبيق VOIP تقنية لنقل الصوت مثل اتصالات الهاتف العادية عبر شبكات تبديل حزم البيانات، وتسمى أيضاً تقنية IP، تسمح هذه التقنية بإجراء الاتصالات عبر شبكة الحاسب وهي تقوم بتحويل إشارة الهاتف التناظرية إلى

رقمية وإرسالها عبر شبكة الإنترنيت، كما يمكن إجراء الاتصال عبر الحاسب مباشرةً باستخدام الميكروفون، ولها أهمية كبيرة لإبقاء تكاليف شركات الهاتف أقل لأنها تقوم بنقل الصوت في الزمن الحقيقي [10,11].

نموذج المحاكاة [12]:

برنامج محاكاة الشبكة (OPNET)، والذي يُعدّ البرنامج الأول في مجال شبكات الاتصالات عموماً، ليس على مستوى شبكات الحاسوب فحسب بل على مستوى جميع أنواع الشبكات. البرنامج يتمتع بإمكانيات كبيرة في مجالات متعددة وهو الأكثر استخداماً في جميع الجامعات العالمية لأغراض البحث العلمي.

يوفر برنامج OPNET مجموعة متنوعة من أدوات العمل؛ لتصميم ومحاكاة وتحليل طوبولوجية الشبكة، والمكونات التي استخدمت لتصميم الشبكة في MANET_STATION وهي كالاتي:

* Application configuration: الذي يقرر أي نوع من التطبيقات التي هي قيد التشغيل في الشبكة وفي هذه الشبكة سوف نستخدم تطبيق VoIP.
* Profile configuration: الذي يقوم بتشكيل النوع من البيانات الشخصية على هذه الشبكة.
* Attributes of workstation: التي تحدد ساحة العمل التي سيقوم بروتوكول التوجيه بالعمل ضمنها.

جرى تشغيل المحاكاة لمدة 15 دقيقة، بمساحة شبكة تبلغ (1000m×1000m) وتوضع العقد بشكل عشوائي، كما وأُنشئ 2 سيناريو لدراسة تأثير ترميزات الصوت على بروتوكول TORA في حالة الشبكات الصغيرة والمتوسطة؛ حيث جرى اختيار 15 عقدة في حالة الشبكات الصغيرة و 30 عقدة في حالة الشبكات المتوسطة وتم اختيار تطبيق VOIP ليعمل ضمن الشبكة، ويبين الجدول الآتي بارامترات المحاكاة:

الجدول (2) بارامترات المحاكاة.

Simulator	OPNET Modeler 14.5
Examined protocols	TORA
Simulation time	900 seconds
Simulation area (m×m)	1000×1000
Number of Nodes	15 – 30
Performance Parameter	ETE, MOS , Jitter.
Date Rate (Mbps)	.11 Mbps
Transmit Power (W)	.0.005

مقاييس الأداء[13] :

1-MOS (Mean Opinion score):

هو مقياس أداء يعبر عن الرأي البشري حول الجودة QOS وهو يقدر مدى رضا المستخدمين عن النتيجة التي تختلف من 1.0 إلى 5.0.

2-التأخير في الشبكة Delay:

هو متوسط الزمن اللازم لانتقال البيانات من المصدر إلى الهدف عبر الشبكة، متضمناً: التأخير الناتج عن اكتشاف المسار، والتأخير الناتج عن عمليات التخزين المؤقت، والمعالجة في العقد الوسيطة، وكذلك التأخير الناتج عن عمليات إعادة الإرسال في طبقة MAC وغيرها.

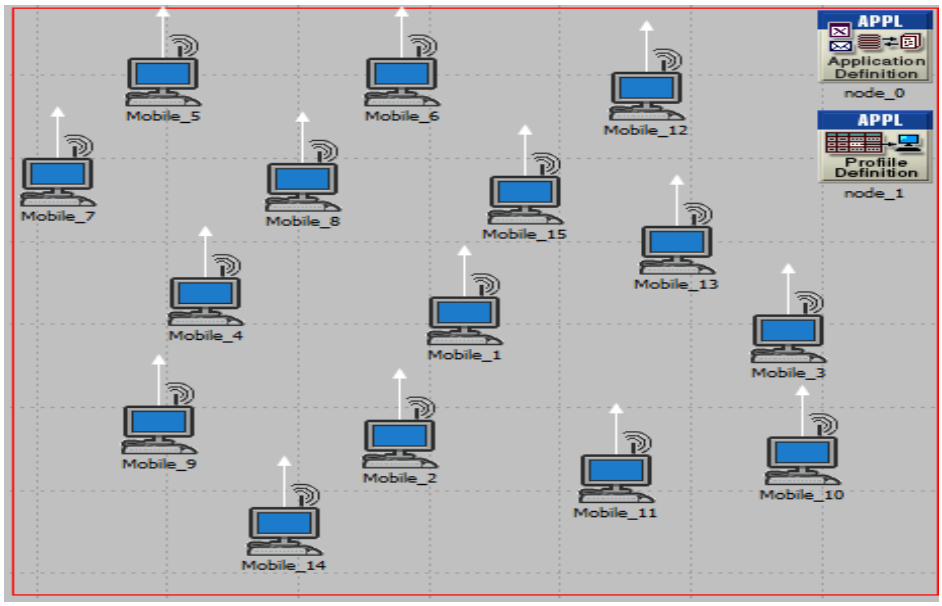
٣-عدم استقرار الإرسال (Jitter):

يصف تأخير الحزمة غير الثابت في العقد الهدف، كما أن معدل الإرسال قد يختلف عندما يتم الإرسال عبر شبكة IP وهو يمكن أن يحدث عندما يتم إرسال الحزم من التيار نفسه بطرق مختلفة من خلال شبكة الاتصال، ويمكن أن يحدث بسبب الكثافة في حركة المرور على الشبكة.

النتائج والمناقشة:

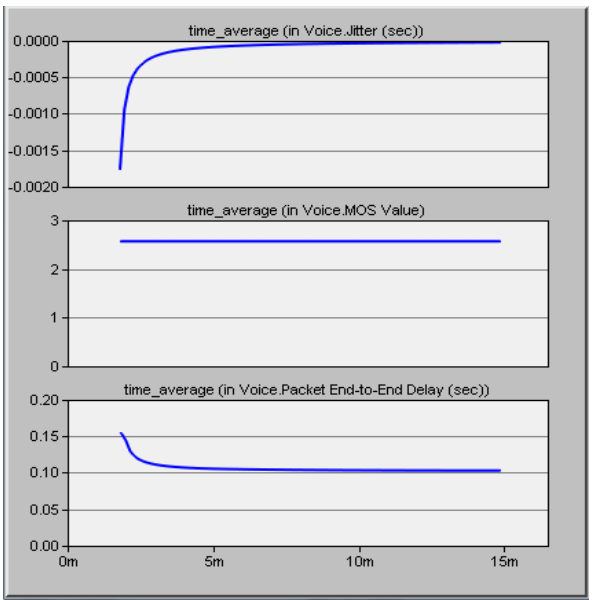
-تطبيق السيناريو الأول:

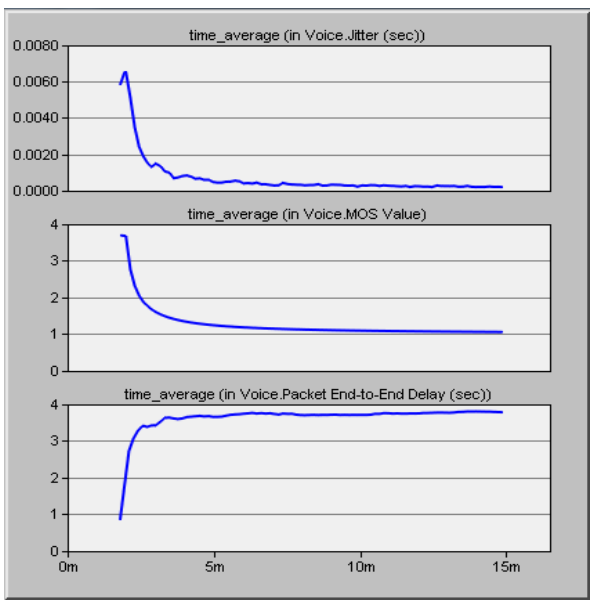
استخدمت في السيناريو الأول 15عقدة موزعة بشكل عشوائي؛ ليتم اختبار الشبكة ببروتوكول TORA ومقارنة النتائج من أجل ترميزات الصوت (G.729A , G723.1, G.711). والشكل الآتي (٣) يبين هذا السيناريو



الشكل (3) السيناريو الأول بوجود 15 عقدة.

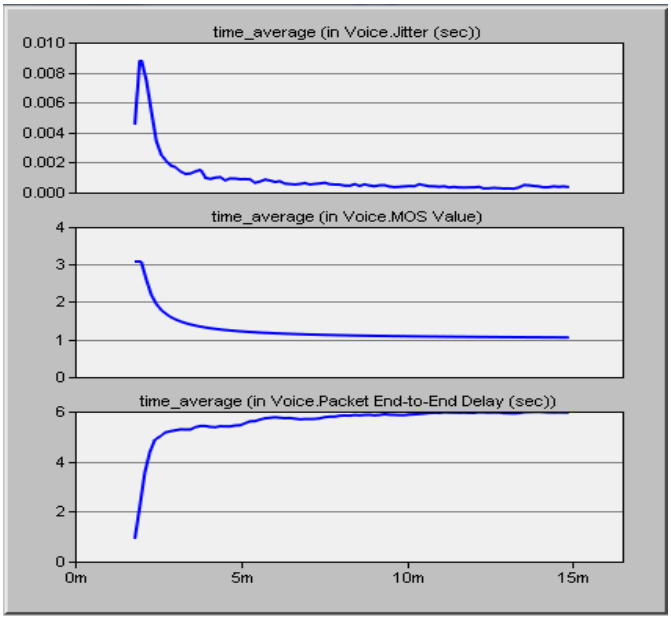
يظهر في الشكل (4) محاكاة السيناريو الأول المؤلف من 15 عقدة من أجل بروتوكول التوجيه TORA وترميزات الصوت G.711، G.723.1 ، G729A و محددات الأداء (Jitter , MOS ,END TO END (ETE) حيث





يظهر لنا ثلاثة مخططات لقيم المحددات الثلاثة (Jitter, MOS, ETE)، من أجل الـ Jitter وETE يتم قياسهما بالثانية عبر مرور زمن المحاكاة ويتم أخذ القيمة المتوسطة عبر هذا الزمن؛ أما قيمة الـ MOS فهي قيمة محددة تتراوح بين ١ إلى ٥ وهي تتناقص أو تتزايد مع زمن المحاكاة ومع اختلاف ترميز الصوت المستخدم.

G.711 G723



G.729A

الشكل (4) محددات الأداء لترميزات الصوت المستخدمة في السيناريو الشبكة الأول.

مناقشة نتائج السيناريو الأول:

بعد تشغيل السيناريو الأول وفق المعطيات المحددة، وبعد تدقيق عملية نقل تطبيق الصوت بين العقد لمدة ١٥ دقيقة حصلنا على النتائج السابقة، لذلك يجب علينا مقارنة هذه النتائج مع بعضها للحصول على أفضل خيار لمثل هذا النوع من الشبكات:

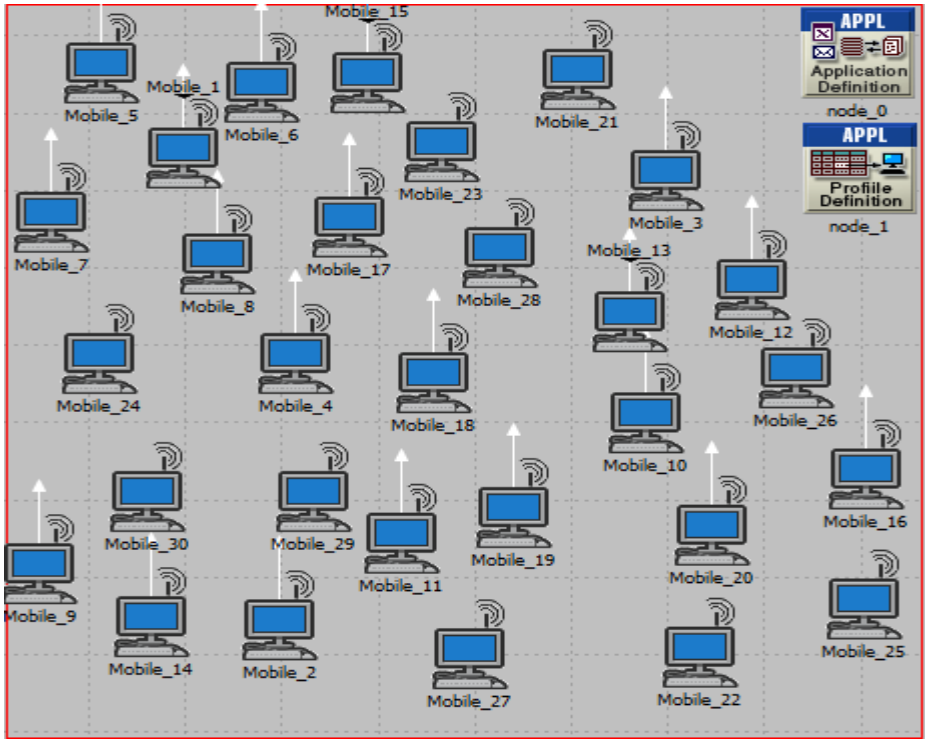
عند تشغيل الشبكة وفق ترميز الصوت G.711 كما هو مبين في الشكل (٤) نجد أن محدد الأداء Jitter يبدأ من القيمة 0.006 ثانية ثم ينتهي إلى ٠ ثانية، وعند تشغيل الشبكة وفق ترميز الصوت G.723.1 كما هو مبين بالشكل (٤) فإن هذا المحدد يبدأ من 0.003- ثانية وبعد ذلك ينتهي إلى ٠ ثانية، أما عند تشغيل الشبكة وفق ترميز الصوت G.729A فهو يبدأ من القيمة 0.005 ويرتفع إلى 0.009 ثانية ثم ينتهي إلى ٠ ثانية.

وبالنسبة إلى محدد الأداء MOS عند تشغيل الشبكة وفقاً لترميز الصوت G.711 فهو يبدأ من القيمة 3.9 ثم ينتهي إلى القيمة ١، أما عند تشغيل الشبكة وفق ترميز الصوت G.723.1 فهو ذو قيمة ثابتة وهي 2.8، وعند تشغيل الشبكة وفق ترميز الصوت G.729 A فهو يبدأ من القيمة 3 وينتهي إلى القيمة ١.

أما بالنسبة إلى محدد الأداء ETE عند تشغيل الشبكة وفقاً لترميز الصوت G.711 يبدأ من القيمة 1 ثانية ثم يرتفع إلى القيمة 4 ثانية، وعند التشغيل وفق الترميز الصوتي G.723.1 تبدأ من القيمة 0.15 ثانية ثم تنخفض إلى القيمة 0.10 ثانية، أما عند التشغيل وفق الترميز الصوتي G.729 A فهو يبدأ من القيمة 1 ثانية ويرتفع إلى القيمة 6 ثانية.

كما يتبين لنا أنه من أجل محدد الأداء Jitter فإن استخدام ترميز الصوت G723.1 هو الأفضل، ومن أجل محدد الأداء MOS فإن استخدام ترميز الصوت G.723.1 هو الأفضل أيضاً، ومن أجل محدد الأداء ETE فإن استخدام ترميز الصوت G.723.1 هو الأفضل أيضاً.

خلاصة لما سبق: نجد أن ترميز الصوت G.723.1 لمثل هذا النوع من الشبكات الصغيرة والمؤلفة من عدد عقد 15 مع بروتوكول التوجيه TORAيحقق نتائج جيدة من أجل محددات الأداء المستخدمة في عملية المقارنة.



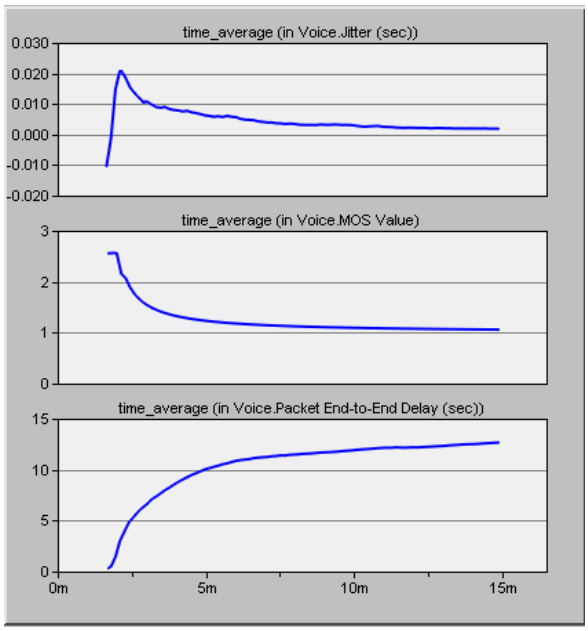
الشكل (5) السيناريو الثاني بوجود ٣٠ عقدة.

-تطبيق السيناريو الثاني:

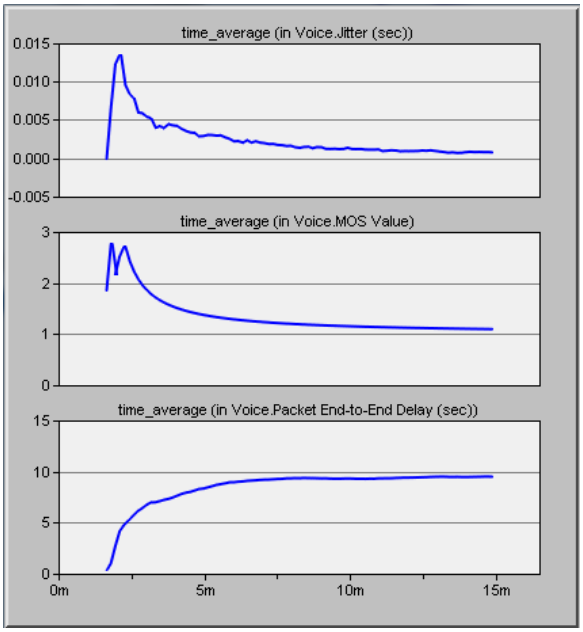
استخدمت في السيناريو الثاني 30عقدة موزعة بشكل عشوائي؛ ليتم اختبار الشبكة ببروتوكول TORA ومقارنة النتائج من أجل ترميزات الصوت (G.729A , G723.1 , G.711). والسيناريو الثاني للشبكة مبين في الشكل (5).

نلاحظ في هذا السيناريو أنه جرى توزيع العقد بشكل عشوائي، ضمن مساحة محددة؛ ويمكن توزيعها بمساحة أكبر ولكن قد نعاني من مشكلة انقطاع إحدى العقد وخروجها من الشبكة، ويمكن أن تكون هذه العقدة هي عقدة الهدف، وبالتالي لا يمكن للشبكة أن تعمل بطريقة صحيحة؛ ولحل هذه المشكلة يمكن زيادة عدد العقد والحصول على شبكة كبيرة.

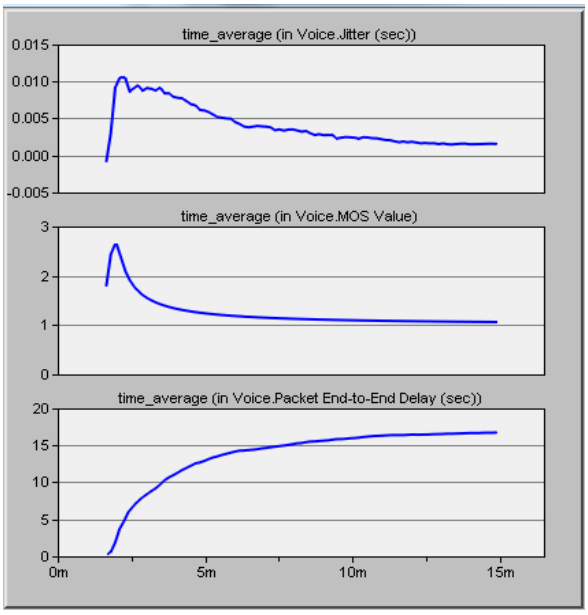
عند تشغيل هذا السيناريو وفق محددات الأداء التي قمنا بتعيينها سابقاً سوف تظهر لدينا النتائج لكل من ترميزات الصوت G.711،G723.1 ، G729 مع بروتوكول التوجيه TORA، وفي حالة استخدام تطبيق VOIP كما هي موضحة في الشكل (6).



G.723.1



G.711



G.729A

الشكل (6) محددات الأداء لترميزات الصوت المستخدمة في السيناريو الشبكة الثاني.

بعد عملية التشغيل لهذا السيناريو لمدة 15 دقيقة ظهرت لدينا النتائج السابقة، وهذه النتائج تختلف عن نتائج محاكاة السيناريو الأول؛ إذ نلاحظ اختلاف قيم المحددات مع مرور زمن المحاكاة، حيث يظهر لنا ثلاثة مخططات لقيم المحددات الثلاثة (Jitter, MOS, ETE)، من أجل الـ Jitter وETE يتم قياسهما بالثانية عبر مرور زمن المحاكاة، ويتم أخذ القيمة المتوسطة عبر هذا الزمن؛ أما قيمة الـ MOS فهي قيمة محددة تتراوح بين ١ إلى ٥ وهي تتناقص أو تتزايد مع زمن المحاكاة ومع اختلاف ترميز الصوت المستخدم. وسنناقش قيم هذه المحددات ونقارنها مع بعضها البعض للوصول إلى أفضل نتيجة يمكن استخدامها في مثل هذا النوع من السيناريوهات.

مناقشة نتائج السيناريو الثاني:

عند تشغيل السيناريو الثاني وفق المعطيات المحددة وبعد تدقيق عملية نقل تطبيق الصوت بين العقد لمدة ١٥ دقيقة حصلنا على النتائج السابقة، لذلك يجب علينا مقارنة هذه النتائج مع بعضها للحصول على أفضل خيار لمثل هذا النوع من الشبكات.

عند التشغيل وفق ترميز الصوت G.711 كما هو مبين في الشكل (٦) نجد أن محدد الأداء Jitter يبدأ من القيمة 0 ثانية ثم يرتفع إلى القيمة 0.014 ثانية وبعد ذلك يتناهى إلى القيمة ٠ ثانية، أما عند التشغيل وفق ترميز الصوت G.723.1 فهو يبدأ من القيمة 0.01 – ثانية وبعد ذلك يرتفع إلى القيمة 0.020 ثانية ويتناهى إلى القيمة ٠ ثانية، وعند التشغيل وفق ترميز الصوت G.729 A فهو يبدأ من القيمة 0 ثانية ويرتفع إلى 0.010 ثانية ثم ينتهي إلى القيمة ٠ ثانية.

عند التشغيل وفق ترميز الصوت G.711 كما هو مبين في الشكل (٦) نجد أن محدد الأداء MOS من القيمة 2 ثم يتذبذب بين القيمتين 2 و ,3 وبعد ذلك يتناهى إلى القيمة 1، أما بالنسبة إلى ترميز الصوت G.723.1 فإن هذا المحدد يبدأ من القيمة 2.5 وبعد ذلك يتناهى إلى القيمة 1، ومن أجل ترميز الصوت G.729 A فإن الـ MOS يبدأ من القيمة 1.9 وينتهي إلى الواحد.

عند التشغيل وفق ترميز الصوت G.711 كما هو مبين في الشكل (٦) نجد أن محدد الأداء END TO END (ETE) يبدأ من القيمة 0 ثانية ثم يرتفع إلى القيمة 10ثانية ويتناهى إلى هذه القيمة، وعند تشغيل الشبكة وفقاً لترميز الصوت G.723.1 تبدأ من القيمة 0 ثانية ثم ترتفع إلى القيمة 13 ثانية، أما بالنسبة إلى ترميز الصوت G.729 A فهو يبدأ من القيمة 0 ثانية ويرتفع إلى القيمة 17 ثانية.

كما تبين لنا أن النتائج متقاربة جداً، وفي هذه الحالة تتم عملية مقارنة النتائج وفقاً لسير عملية المحاكاة؛ أي يجب الأخذ بعين الاعتبار لحظة تناقص أو تزايد قيمة كل محدد من المحددات السابقة وفق ما يلي:

بالنسبة إلى محدد الأداء Jitter فإنه في جميع النتائج لترميزات الصوت الثلاثة القيمة تتناهى إلى الصفر؛ ولكن ما يهم هو الترميز الأسرع في التناهي إلى القيمة 0 ثانية، ونجد أن التناهي في ترميز الصوت G711 عند الدقيقة الرابعة كما يظهر في الشكل (٦) هو الأسرع وبالتالي فإن هذا الترميز هو الأفضل بالنسبة إلى محدد الأداء هذا، أما من أجل محدد الأداء MOS أيضاً جميع النتائج تتناهى إلى القيمة 1 ولكن نسبة الرضا لترميز الصوت G.711 تبقى ذات قيمة أعلى لمدة زمنية أطول بقليل من الترميزات الأخرى وبالتالي هي الأفضل، ومن أجل محدد الأداء ETE فإن استخدام ترميز الصوت G.711 هو الأفضل لأنه لا يتجاوز القيمة 10 بينما باقي الترميزات تتجاوزها .

خلاصة لما سبق: نجد أن ترميز الصوتG.711 لمثل هذا النوع من الشبكات الصغيرة والمؤلفة من عدد عقد 30 مع بروتوكول التوجيه TORAيحقق نتائج جيدة من أجل محددات الأداء المستخدمة في عملية المقارنة.

التوصيات والاستنتاجات:

بعد دراسة تأثير ترميزات الصوت عبر الشبكات اللاسلكية الخاصة Ad-Hoc، وذلك من خلال تطبيق VOIP على نموذجين للشبكة وهما: شبكة صغيرة وشبكة متوسطة حصلنا على نتائج وجدنا من خلالها الترميز

المناسب لكل نوع من أنواع الشبكات، وهذا يسهل علينا عملية اختيار ترميز الصوت المناسب والأسرع لنقل الصوت عبر هذه الشبكات؛ لأن الهدف الرئيس من هذه العملية هو أنه عند عملية بناء شبكة في منطقة بعيدة، ووصل العقد مع بعضها البعض لنقل بيانات الصوت عبرها يكون الهدف وصول الصوت بدقة ودون ضياع وبسرعة عالية؛ لذلك يمكن إعداد الشبكة وفقاً للنتائج التي حصلنا عليها مما يوفر علينا الوقت والجهد لاكتشاف أفضل الإعدادات الواجب إتباعها في ضبط عملية نقل البيانات.

إن هذه الدراسة تمت بوساطة بروتوكول توجيه واحد فقط وهو بروتوكول التوجيه TORAوباستخدام ثلاثة ترميزات صوت فقط وهي (G729A , G723.1 , G.711)، يمكننا تطوير هذه الشبكات واختبارها من أجل سيناريوهات عديدة مؤلفة من عدد عقد كبير وذلك حسب الحاجة وحسب المنطقة والغاية التي سوف تبنى لأجلها مثل هذا النوع من الشبكات.

كما يمكننا أيضاً اختبار هذه الشبكات من أجل بروتوكولات توجيه عديدة والحصول على النتائج؛ لاختيار أفضل بروتوكول توجيه واستخدامه مع أفضل ترميز صوت.

المراجع:

[1]M.K. J. Kumar, R.S. Rajesh, *"Performance Analysis of MANET Routing Protocols in different Mobility Models*" IJCSNS International Journal of Computer Science and Network 22 Security, VOL.9 No.2, February 2012.

[2] K. Neupane, and et al, *" Measuring the Performance of VoIP over Wireless LAN,"* In Proceedings of the 2011 conference on Information technology education (SIGITE '11), New York, USA, pp. 269- 274, 2011.

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

[4] S. El Brak, M. Bouhorma, A.A. Boudhir,. "*VoIP over MANET (VoMAN): QoS Performance a nalysis of Routing Protocols for Different Audio Codec*s", IJCA Journal , Volume 36, doi, 2011.

[5] Dr. Maher Abbas, En Ahmad alali , *Enhanced Routing Protocols in Mobile Wireless Networks*. Albath University Journal for Research and Scientific Studies – Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (7) 2017.

[6] Dr. Mohammed Hijazieh, Dr. MouinYounes, Bashar Abbas, RituSindhu,. *Effect of Proactive, reactive and hybrids protocol on the performance of wireless network (MANET)*, Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies – Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (4) 2016.

[7] Dr. Ing. Mohammad Yassin Sobeih, *Study of performance TORA and OLSR Routin Protocols Under the influence of the Black Hole Attack in AD-HOC Networks with High TrafficLoad*. Albath University Journal for Research and Scientific Studies – Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (17) 2017.

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

[9] S. Brak , and et al, " *Speech Quality Evaluation Based CODEC for VOIP over 802.11P,"* International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN), Vol. 5, No. 2, April, pp. 59-69,2013.

[10] T. Daengsi, and et al, "*A Study of Perceptual VoIP Quality Evaluation with Thai Users and Codec Selection Using Voice Quality - Bandwidth Tradeoff. Analysis*," ICT Convergence (ICTC), 2013 International Conference ,pp.691-696, 2013.

[11] U. R. Alo, and Nweke Henry, " *Investigating the Performance of VOIP over WLAN in Campus Network*," Journal of Computer Engineering and Intelligent Systems, Vol.4, No.4, pp. 47-58, 2013.

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

[13] AymanWazwaz, and et al, *" Analysis of QoS parameters of VOIP calls over Wireless Local Are Networks" The 13th International Arab Conference on Information Technology ACIT*', Dec.10-13, pp. 409-414, 2012.