مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (4) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (4) 2017

Study and Evaluation Effect of Multi Environments in Wireless Networks IEEE802.11 in Terms of Throughput and Delay

Dr. Ahmad Saker Ahmad*
Afraa Mohammad**

(Received 22 / 5 / 2017. Accepted 18 / 7 / 2017)

□ ABSTRACT □

With the tremendous development in the field of technology and communications, the need for the possibility of exchanging information and access to the Internet in any place and time, this has led researchers to develop networks and move to the field of wireless networks, which is the standard IEEE 802.11 as its representative.
The aim of this study is to evaluate the performance of WLANs defined by the standard IEEE 802.11 in terms of throughput and delay which are the most important metrics that determine the performance and effectiveness of any network.
The study was carried out using the OPNET 14.5 simulator and conducting many experiments and comparing them in terms of throughput and delay.
The results generally show that 802.11g gives similar values at different data rates, while the rest of the standards and when the data rate increases, the throughput increases and the delay decreases.
As the number of nodes increases, throughput and delay increase.
Enhanced Distributed Coordination Function (EDCF) gives good results to support requirements of Quality of Service (QoS). The results also showed that the application of the fragmentation threshold and Request to Send (RTS) improves network performance at a specific limit, while increasing Buffer Size increases delays and reduces throughput.

Key Words: Wireless Local Area Networks, Distributed Coordination Function, Enhanced Distributed Coordination Function, Fragmentation Threshold, Request to Send.

* **Professor, Department of Computer Networks & System, Faculty of Information Technology, University of Tishreen, Lattakia, Syria.**
** **Postgraduate Student, Department of Computer Networks & System, Faculty of Information Technology, University of Tishreen, Lattakia, Syria.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (4) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (4) 2017

دراسة وتقييم تأثير تعدد البيئات على أداء الشبكات اللاسلكية IEEE802.11 من حيث الإنتاجية والتأخير

الدكتور أحمد صقر أحمد*

عفراء محمد**

(تاريخ الإيداع 22 / 5 / 2017. قُبِل للنشر في 18/ 7 / 2017)

□ ملخّص □

مع التطور الهائل في مجال التكنولوجيا والاتصالات، والحاجة إلى إمكانية تبادل المعلومات والوصول إلى الانترنت في أي مكان و زمان، هذا الأمر قد دفع الباحثين إلى تطوير الشبكات والانتقال إلى مجال الشبكات اللاسلكية، والتي يعد المعيار IEEE 802.11 ممثلاً لها.

إن هدف هذا البحث هو تقييم أداء الشبكات المحلية اللاسلكية المحددة بالمعيار IEEE 802.11 من ناحيتي الإنتاجية و التأخير، كونهما من أهم المعايير التي تحدد أداء و فعالية أي شبكة.

تمت الدراسة باستخدام المحاكي OPNET 14.5 و القيام بالعديد من التجارب، و مقارنتها من ناحية الإنتاجية و التأخير.

أظهرت النتائج بشكل عام أن المعيار 802.11g يعطي قيم متشابهة عند معدلات النقل المختلفة، بينما باقي المعايير و عند زيادة معدل نقل البيانات، تزداد الإنتاجية و يقل التأخير.

أما عند زيادة عدد العقد تزداد الإنتاجية و التأخير.

كما أن تابع التنسيق الموزع المحسن EDCF (Enhanced Distributed Coordination Function) يقدم نتائج جيدة من أجل دعم متطلبات جودة الخدمة QoS (Quality of Service) ، و كذلك أظهرت النتائج أن تطبيق عتبة التجزئة و عتبة طلب الإرسال RTS (Request To Send) عند حد معين، تحسن من أداء الشبكة، أما زيادة حجم Buffer Size يزيد من التأخير و يقلل الإنتاجية.

الكلمات المفتاحية: الشبكات المحلية اللاسلكية، تابع التنسيق الموزع، تابع التنسيق الموزع المحسن، عتبة التجزئة، طلب الإرسال.

* أستاذ – قسم النظم والشبكات الحاسوبية – كلية الهندسة المعلوماتية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

** طالبة ماجستير – قسم النظم والشبكات الحاسوبية – كلية الهندسة المعلوماتية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مقدمة:

تعتبر الشبكات المحلية اللاسلكية (Wireless Local Area Network)WLAN من أكثر الشبكات انتشاراً، ويعتبر المعيار 802.11 ممثلاً لها، حيث كان بداية ظهوره في العام 1997 ، و يشمل كل من الطبقة الفيزيائية (تحدد تقنيات النقل المستخدمة) وطبقة الولوج إلى الوسط الفرعية MAC (Media Access Control) (تحدد آلية التنافس على الوسط بين المحطات).

تعرف الشبكات اللاسلكية بأنها الشبكات التي يتم فيها الاتصال بين العقد عن طريق الأمواج الكهرطيسية دون الحاجة إلى الكابلات، و تعمل الشبكات المحلية اللاسلكية وفق أحد النمطين [1]:

- Ad-hoc Mode: فيه يتم الاتصال بين العقد بشكل مباشر.
- Infrastructure Mode: و فيه تتم جميع الاتصالات عن طريق المحطة القاعدية.

تعمل في الطبقة الفيزيائية العديد من التقنيات أهمها [2]: الأشعة تحت الحمراء (InfraRed) IR ، و الطيف المنتشر بالقفز الترددي(Frequency Hopping Spread Spectrum) FHSS ، و الطيف المنتشر بالتسلسل المباشر(Direct Sequence Spread Spectrum) DSSS ، و التجميع بالتقسيم الترددي المتعامد (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) OFDM ، و تعمل هذه التقنيات إما في الحزمة 2.4 GHz ISM أو الحزمة 5 GHz.

تم إسناد كل منها إلى معيار [3] كما يوضح الجدول (1) .

الجدول (1) 802.11 Standards.

Standard	Date	Maximum Data Rate	Band	Modulation
802.11	1997	2 Mbps	2.4 GHz	IR – FHSS-DSSS
802.11 b	1999	11 Mbps	2.4 GHz	HR-DSSS
802.11 a	1999	54 Mbps	5 GHz	OFDM
802.11 g	2003	54 Mbps	2.4 GHz	OFDM-DSSS
802.11n	2009	600 Mbps	2.4 GHz 5 GHz	OFDM with MIMO

أما في الطبقة MAC ، فإن المحطات تتنافس على الوسط باستخدام بروتوكول تحسس الحامل والولوج المتعدد مع تجنب التصادم (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) CSMA/CA و يتم هذا الأمر وفق إحدى الطريقتين موزعة أو مركزية [4] .

حيث في الطريقة الموزعة (Distributed Coordination Function) DCF تتنافس المحطات على امتلاك الوسط و البدء بعملية الإرسال وفق فواصل زمنية محددة من قبل المعيار 802.11 ، و يتم ذلك دون أي تدخل من المحطة القاعدية، و في حال حدث تصادم فإنها تنفذ خوارزمية Backoff ليتم التنافس من جديد و البدء بالإرسال. أما في الطريقة المركزية (Point Coordination Function) PCF فإن المحطة القاعدية تتولى عملية التنافس، من خلال اتباع طريقة للانتخاب بشكل مركزي، و تقوم بإرسال إطار دلالي (Beacon Frame) إلى المحطات التي تريد التنافس على الوسط، و كل محطة تريد أن تدخل التنافس ترسل حقلاً ضمن هذا الإطار لكي تخبر المحطة القاعدية برغبتها بالولوج إلى الوسط و محاولة الإرسال.

إن المعيار الأساسي 802.11 لم يهتم بمفهوم جودة الخدمة، لذلك تم طرح تحسين له و هو 802.11e الذي يقدم مفهوم الأولوية في التعامل مع الأنواع المختلفة للبيانات وفق آلية تفاضلية، و خاصة في التطبيقات الحساسة للزمن.

تتمتع الشبكات المحلية اللاسلكية بالكثير من المزايا التي جعلتها تستخدم بكثرة، و من أهم هذه **المزايا** [5] :

-المرونة: تخلصنا من عبء الكابلات الذي تعاني منه الشبكات السلكية، حيث أعطت مرونة كبيرة عند إضافة عقدة جديدة إلى الشبكة، فلا حاجة هنا إلى المزيد من التوصيلات، و أصبح من الممكن التنقل بسهولة ضمن مجال تغطية الشبكة، وهذا ما كان يصعب فعله في الشبكات السلكية.

-قابلة للتوسع بسهولة و زيادة عدد المستخدمين.

-إمكانية التراسل و الوصول إلى الانترنت في أي مكان و زمان و بسرعة عالية أيضاً، فأصبح بإمكان الشخص التنقل بجهازه ضمن مجال التغطية، و إمكانية تبادل البيانات بسهولة.

-تعتبر تجهيزاتها رخيصة مقارنة مع الشبكات السلكية.

و لكن بما أنها تعمل بشكل لاسلكي فإن أهم **المشاكل** التي تعاني منها:

-التشويش و تعتبر عرضة للتداخل مع الإشارات الاخرى، و خاصة أن المعيار 802.11 يعمل في الحزمة 2.4 GHz ISM التي تتأثر بموجات البلوتوث و الشبكات اللاسلكية الأخرى.

-غير آمنة، حيث يسهل اختراق هذه الشبكات بالمقارنة مع الشبكات السلكية.

-استهلاك كبير للطاقة.

جميع ما ذكر سابقاً كان الدافع لدراسة أداء هذه الشبكات وفق عدة متغيرات، وملاحظة النتائج التي نحصل عليها، ومقارنتها من حيث الإنتاجية والتأخير كونهما من أهم المعايير التي تحدد أداء أي شبكة.

تعرف الإنتاجية (Throughput) بأنها مقدار البيانات المتبادلة في الشبكة خلال واحدة الزمن و تقاس بـ bits/sec. أما التأخير(Delay) فهو المدة الزمنية التي تفصل بين إرسال البيانات واستقبالها و يقاس بـ second.

سوف نستخدم في هذا البحث المحاكي OPNET 14.5 لإجراء العديد من التجارب وفق سيناريوهات مختلفة، ومن ثم قراءة و تحليل النتائج التي نحصل عليها بهدف معرفة تأثير المتحولات المعتمدة في التجارب على كل من الإنتاجية و التأخير.

أهمية البحث و أهدافه:

تأتي أهمية هذا البحث من أن الشبكات المحلية اللاسلكية هي المستخدمة حالياً، كما أن حاجة المستخدمين لكي يكونوا على اتصال دائم بشبكة الانترنت في جميع الأوقات، جعلت الشبكات اللاسلكية هي الحل لهم. و تعتبر أيضاً الأنسب في البيئات التي يصعب فيها تمديد الكابلات، سواء بسبب العوائق الطبيعية أو بسبب الكلفة العالية لها.

يهدف هذا البحث إلى دراسة و تقييم أداء هذه الشبكات من ناحيتي الإنتاجية و التأخير وفق عدة متحولات لكي نصل إلى أفضل أداء للشبكة.

طرائق البحث و مواده:

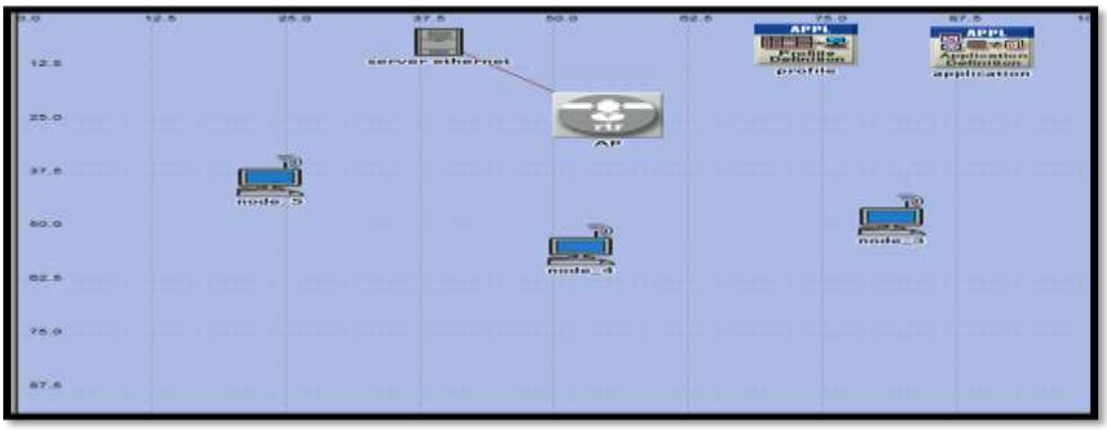
اعتمدنا في دراستنا هذه على استخدام بيئة المحاكاة OPNET 14.5 لمحاكاة شبكة لاسلكية وفق عدة متحولات، و تقييم الأداء من ناحيتي الإنتاجية و التأخير، و أهم هذه المتحولات:

1. التقنية المستخدمة في الطبقة الفيزيائية.
2. نوع التطبيق المستخدم.
3. عدد العقد الموجودة في الشبكة.
4. تابع التنسيق الموزع DCF .
5. المعيار 802.11e .
6. عتبة التجزئة.
7. عتبة RTS .

النتائج والمناقشة:

1- دراسة تأثير الطبقة الفيزيائية و نوع التطبيق المستخدم:

تم تنفيذ بيئة العمل الموضحة بالشكل (1).



الشكل (1) بيئة العمل.

و التي تتألف من 3 عقد لاسلكية ثابتة موزعة ضمن مساحة العمل (100 m x 100)، مع وجود محطة قاعدية واحدة متصلة بواسطة الوصلة 100 BaseT مع مخدم يقدم خدمة نقل الملفات FTP ، و تم تنفيذ المحاكاة لمدة ساعة.

و تنفيذ السيناريوهات التالية الموضحة بالجدول (2).

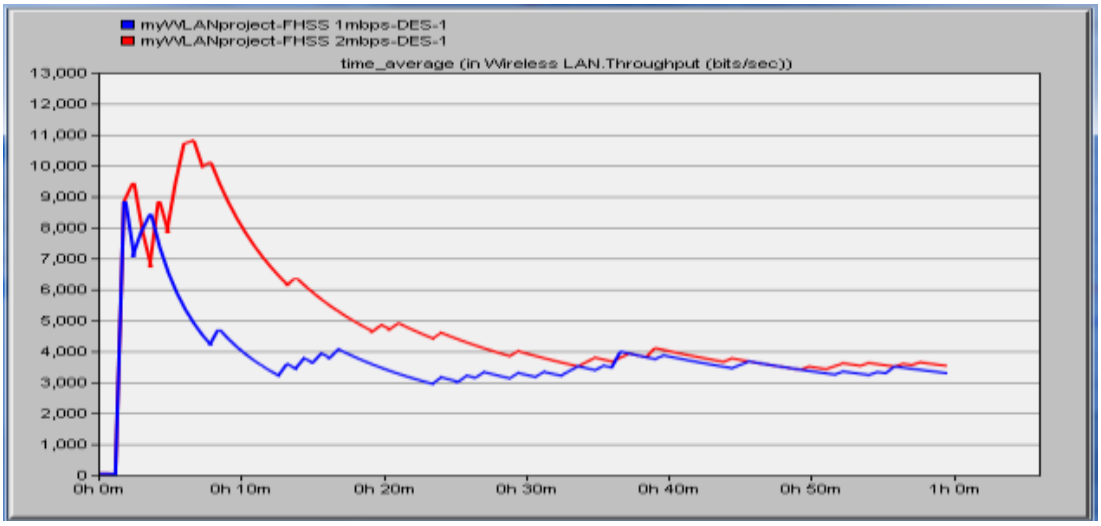
الجدول (2) سيناريوهات العمل من أجل التطبيق FTP .

Scenario Number	Physical Layer	Data Rate	Application
1	IR	1 mbps	FTP
2	IR	2 mbps	FTP
3	FHSS	1 mbps	FTP
4	FHSS	2 mbps	FTP
5	DSSS	2 mbps	FTP

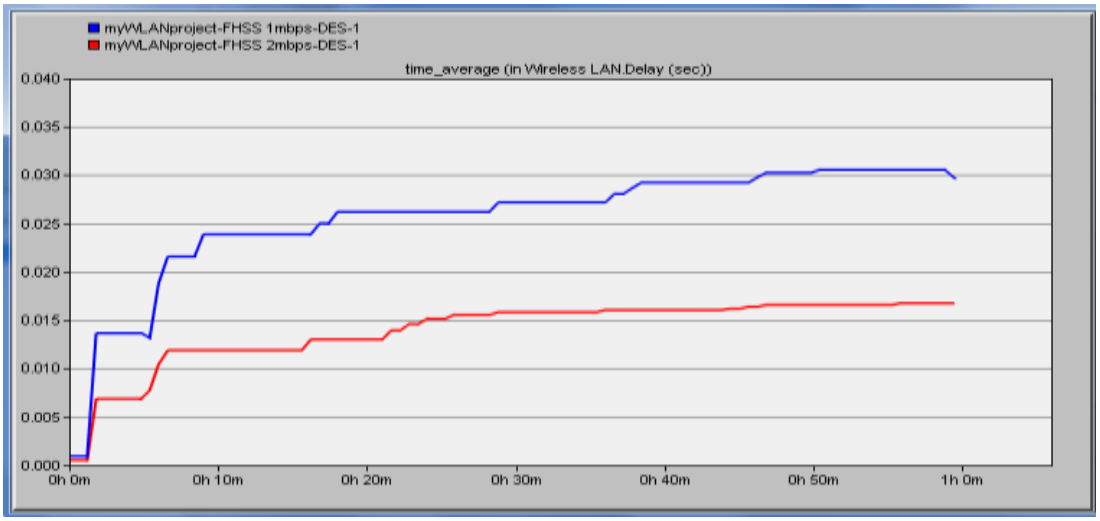
6	DSSS	5.5 mbps	FTP
7	DSSS	11 mbps	FTP
8	OFDM	6 mbps	FTP
9	OFDM	24 mbps	FTP
10	OFDM	48 mbps	FTP
11	OFDM	54 mbps	FTP

تم إعادة السيناريوهات السابقة من أجل التطبيق Video Streaming .

أظهرت النتائج بشكل عام أنه كلما زاد معدل النقل تزداد الإنتاجية و يقل التأخير، و ذلك على اختلاف التقنيات المستخدمة في الطبقة الفيزيائية و اختلاف التطبيقات المستخدمة سواء كانت Video Conferencing أو FTP ، وهذا يعود لسبب أن المعدل المرتفع يؤمن مرور البيانات بشكل أفضل، و بالتالي تزداد البيانات المرسلة خلال واحدة الزمن مما يسبب ازدياد قيمة الإنتاجية، كما يوضح الشكل (2) .



الشكل (2) الإنتاجية بالنسبة للتقنية FHSS و التطبيق FTP.

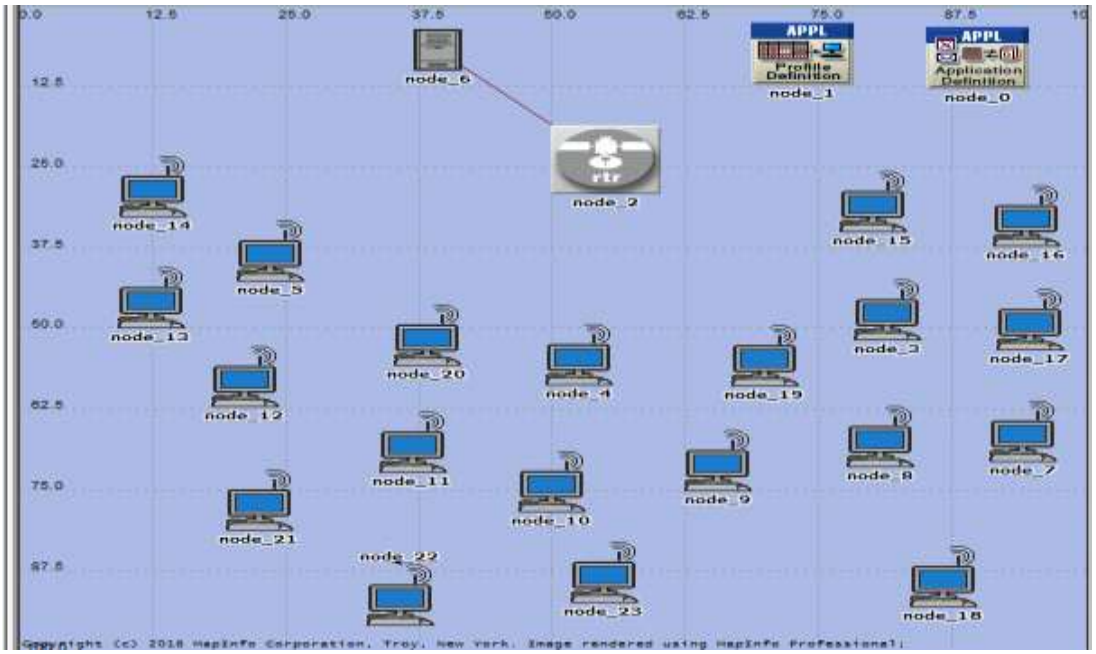


الشكل (3) التأخير بالنسبة للتقنية FHSS و التطبيق FTP.

كما أن المعدل المرتفع يجعل البيانات تستغرق وقتاً أقل لكي تصل إلى المستقبل، و بالتالي ينخفض التأخير كما يوضح الشكل (3) .

2- دراسة تأثير زيادة عدد العقد:

قمنا بزيادة عدد العقد في بيئة العمل السابقة إلى 20 عقدة وفق بيئة العمل الموضحة بالشكل (4).



الشكل (4) بيئة العمل مع زيادة عدد العقد.

و من هذه السيناريو وجدنا أنه كلما ازداد عدد العقد تزداد حركة مرور البيانات، و بالتالي تزداد الإنتاجية و تحدث حالة من الازدحام ينتج عنها المزيد من التأخير.

دراسة المعيار المحسن 802.11e:

يمثل هذا المعيار التحسين المقدم من أجل دعم متطلبات جودة الخدمة (Quality of Service) QoS ، ويقدم تابع التنسيق الموزع المحسن (Enhanced Distributed Coordination Function) EDCF الذي يتمثل عمله الأساسي من خلال تقديم مفهوم الأولويات و إعطاء الأولوية العالية للتطبيقات الحساسة للزمن، حيث يقدم آلية تفاضلية في التعامل مع الأنواع المختلفة للبيانات من خلال إسناد 8 أولويات تنتمي قيمها إلى المجال [0..7] و ترتبط كل منها بصنف وصول (Access Category) AC مختلف وفقاً للجدول (3) ، الذي يوضح أن تطبيقات الصوت والفيديو لها أولوية عالية لكونها تعتبر حساسة للزمن وهذه هي مهمة المعيار الجديد [6]. أما المعيار الأساسي 802.11 لم يتناول مفهوم جودة الخدمة، و كان يتعامل مع الأنماط المختلفة للبيانات بسوية واحدة دون الاهتمام إذا كانت حساسة للزمن أم لا.

الجدول (3) AC و أولويات كل تطبيق.

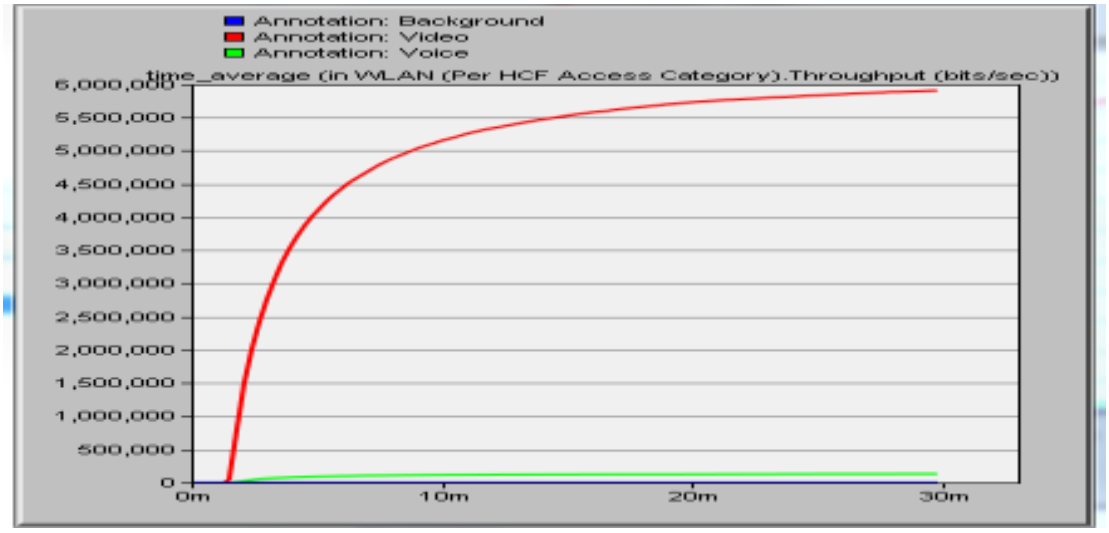
Priority	Access Category(AC)	Designation
1	0	Background
2	0	Standard
0	1	Best Effort
3	1	Excellent Effort
4	2	Streaming Multimedia
5	2	Interactive Multimedia
6	3	Interactive Voice
7	3	Reserved

من أجل دراسة 802.11e قمنا بتنفيذ بيئة العمل الموضحة بالشكل (5) .

الشكل (5) بيئة العمل من أجل دراسة EDCF .

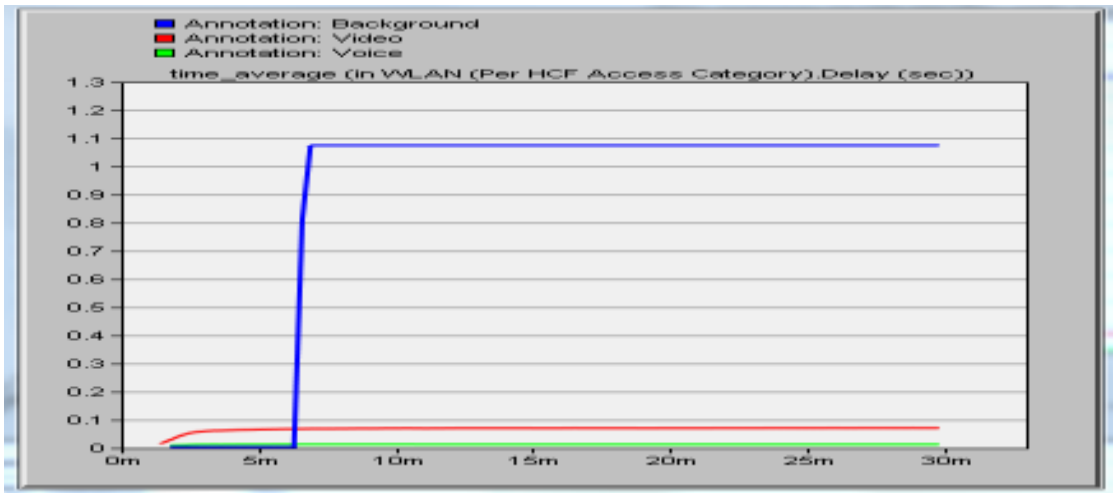
و تتألف بيئة العمل من 6 عقد لاسلكية ثابتة موزعة ضمن مساحة (100 x 100 m) ، مع وجود محطة قاعدية واحدة، و تعمل جميع العقد ضمن المعدل 11 mbps، و نوع التقنية المستخدمة في الطبقة الفيزيائية هي تقنية DSSS، بالإضافة لوجود مخدم لاسلكي يقدم كل من التطبيقات الثلاثة: (VOIP– Video Conferencing– HTTP)، حيث يوجد عقدة واحدة تستخدم التطبيق HTTP ، و عقدتان تستخدمان التطبيق VOIP، و العقد الثلاثة الباقية تستخدم التطبيق Video Conferencing ، و تستمر المحاكاة لمدة 30 دقيقة.

يوضح الشكل (6) الإنتاجية وفق السيناريوهات السابقة، ومنه نستنتج أن الإنتاجية بالنسبة لتطبيق Video Conferencing تحقق أعلى القيم طول فترة المحاكاة، و ذلك لأن هدف EDCF هو إعطاء الأولوية العالية للفيديو لتحقيق متطلبات QoS . بعد ذلك تأتي قيمة الإنتاجية من أجل VOIP يليها أقل قيمة من أجل تطبيق HTTP و تقترب من الصفر، وهذا يوافق مفهوم الأولويات التي يقدمها المعيار الجديد 802.11e .



الشكل (6) الإنتاجية في EDCF.

أما بالنسبة للتأخير، نجد من الشكل (7) أن التأخير من أجل تطبيق VOIP يكون أقل ما يمكن و يقترب من الصفر، و هذا أيضاً يعود لسبب دعم متطلبات QoS.

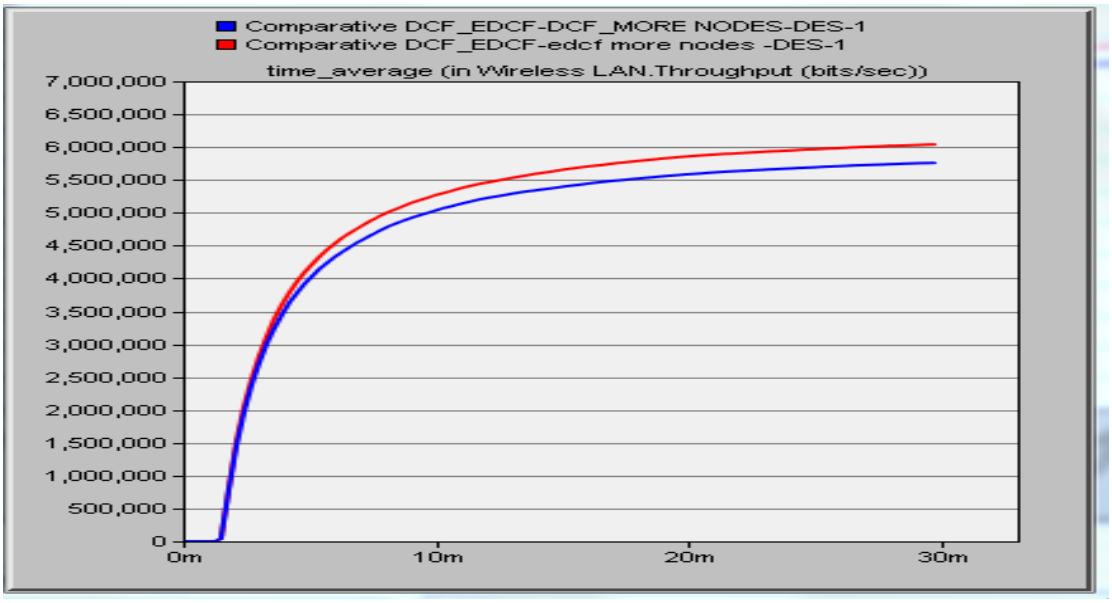


الشكل (7) التأخير في EDCF.

3- مقارنة كل من DCF و EDCF:

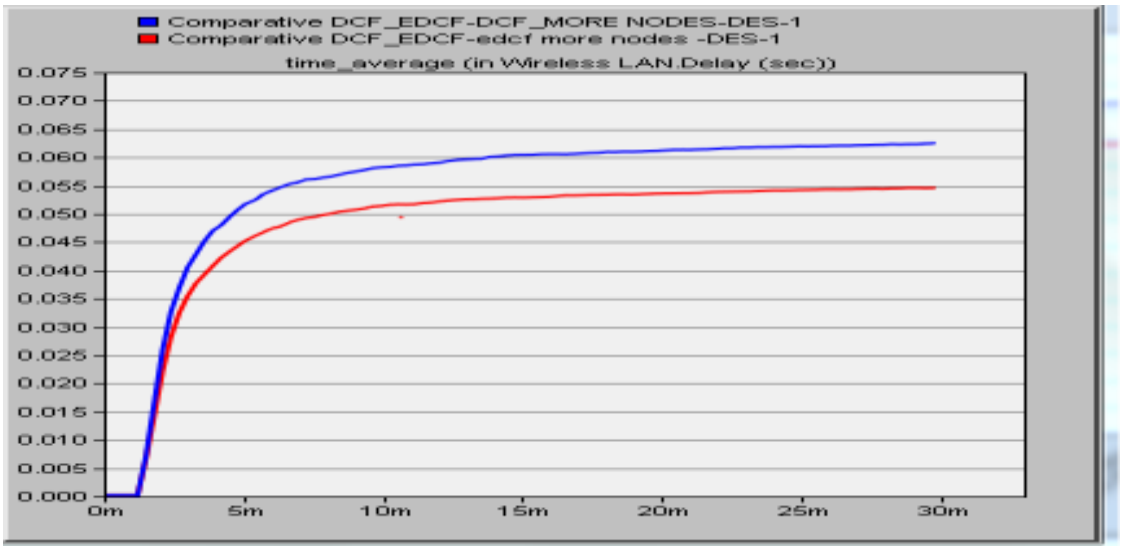
المرحلة التالية هي المقارنة بين النمطين DCF و EDCF من أجل نفس بيئة العمل السابقة، و وجدنا النتائج التالية:

يوضح الشكل (8) أن EDCF يحقق إنتاجية أعلى بقليل من DCF، و لكن القيم بشكل عام متقاربة لكلاهما، وذلك بسبب أن كل من DCF و EDCF يقومان بتأمين وصول البيانات بمعدل جيد إلى المستقبل، و لكن EDCF يكون أفضل بقليل لأنه يقدم أولوية للبيانات الحساسة للزمن.



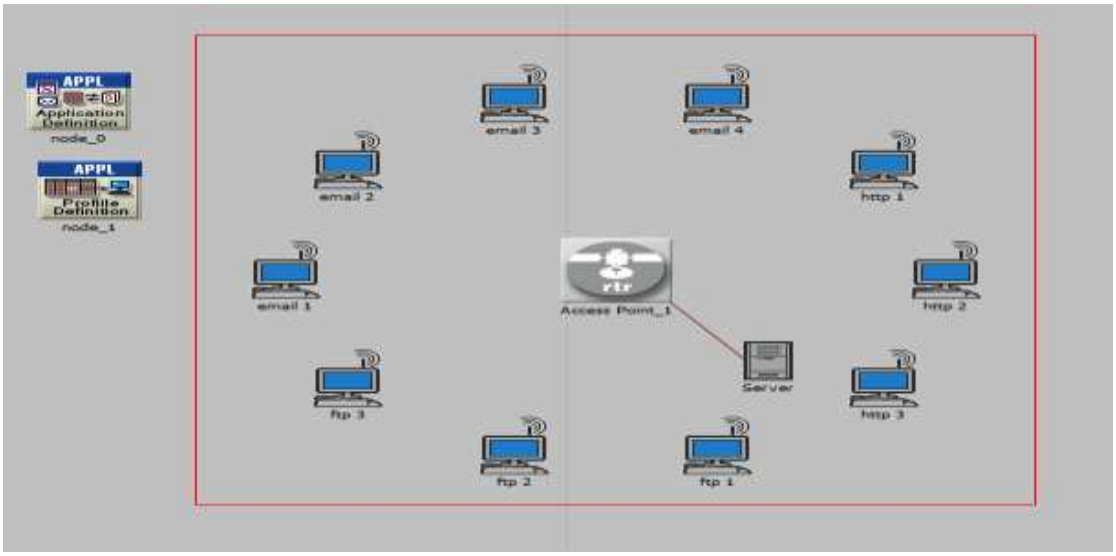
الشكل(8) مقارنة الإنتاجية بين DCF و EDCF.

يوضح الشكل (9) أن قيمة التأخير في EDCF أقل من DCF ، وذلك لأن EDCF يعطي أولوية عالية للتطبيقات الحساسة للزمن، فلا يجعلها تنتظر المزيد من الوقت على عكس DCF الذي يعامل جميع البيانات وفق أولوية واحدة.



الشكل(9) مقارنة التأخير بين DCF و EDCF.

4- دراسة تأثير عتبة التجزئة Fragmentation Threshold:



الشكل (10) بيئة العمل من أجل دراسة عتبة التجزئة.

تستخدم آلية التجزئة من أجل التقليل من الأخطاء التي تحدث أثناء الإرسال و لمعالجة مسألة القنوات المشوشة [7].

تقوم آلية التجزئة على تجزئة حزمة البيانات MSDUs (MAC Service Data Units) المستقبلة من طبقة التحكم المنطقي LLC (Logical Link Control) ، و التي حجمها أكبر من عتبة معينة إلى أجزاء أصغر (MAC MPDUs Protocol Data Units) ، و يتم إرسال كل جزء و الإعلام عنه بشكل مستقل وفق آلية التوقف والانتظار (Stop and Wait) ، أي لا يتم إرسال الجزء n+1 حتى يتم استقبال الإشعار Ack عن الجزء n . في حال حدوث أي تصادم فإنه باستخدام هذه الآلية، لا نحتاج إلى إعادة إرسال الإطار كاملاً بل يتم فقط إرسال الجزء الذي لم يتم الإشعار عنه، و بالتالي يخفف عمليات إعادة الإرسال، و تكون MSDU قد أُرسلت بنجاح عندما يتم استقبال ACK عن جميع الأجزاء.

من أجل ذلك قمنا بتنفيذ بيئة العمل الموضحة بالشكل (10) .

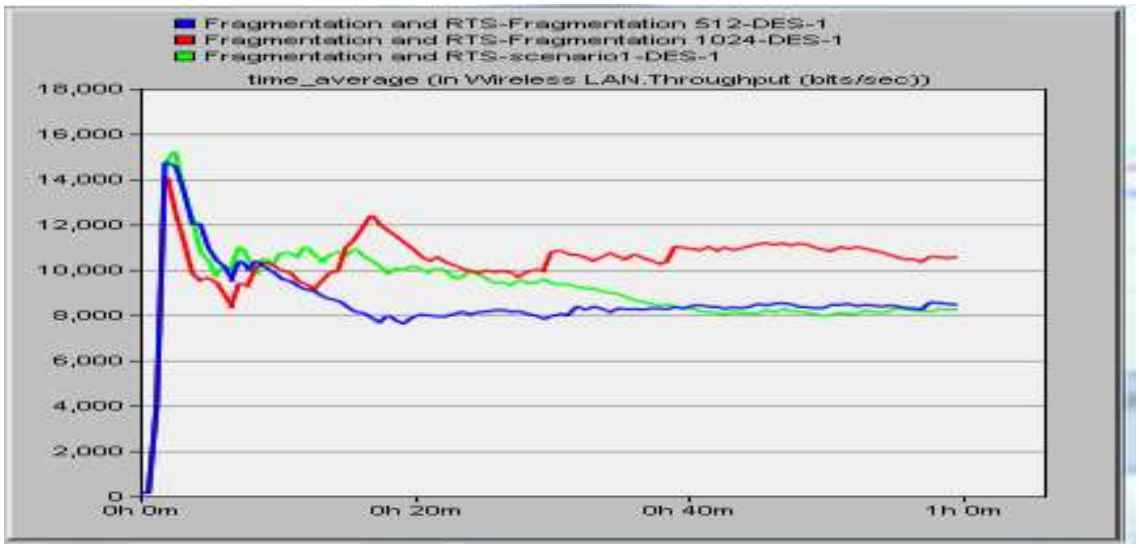
تتألف بيئة العمل من 10 عقد لاسلكية ثابتة موزعة ضمن مساحة العمل (100 x 100 m)، تعمل جميعها ضمن المعدل 11 mbps ، و نوع التقنية المستخدمة في الطبقة الفيزيائية DSSS، مع وجود محطة قاعدية واحدة متصلة بواسطة الوصلة 100 BaseT مع مخدم يقدم كل من التطبيقات الثلاثة: (HTTP- Web Browsing- FTP) ، حيث تستخدم 4 عقد التطبيق Web Browsing ، و 3 عقد تستخدم التطبيق FTP ، و 3 عقد تستخدم التطبيق HTTP ، و تستمر المحاكاة لمدة ساعة واحدة.

السيناريوهات التي تم تنفيذها من أجل هذه المرحلة موضحة في الجدول (4).

الجدول (4) سيناريوهات العمل من أجل دراسة عتبة التجزئة.

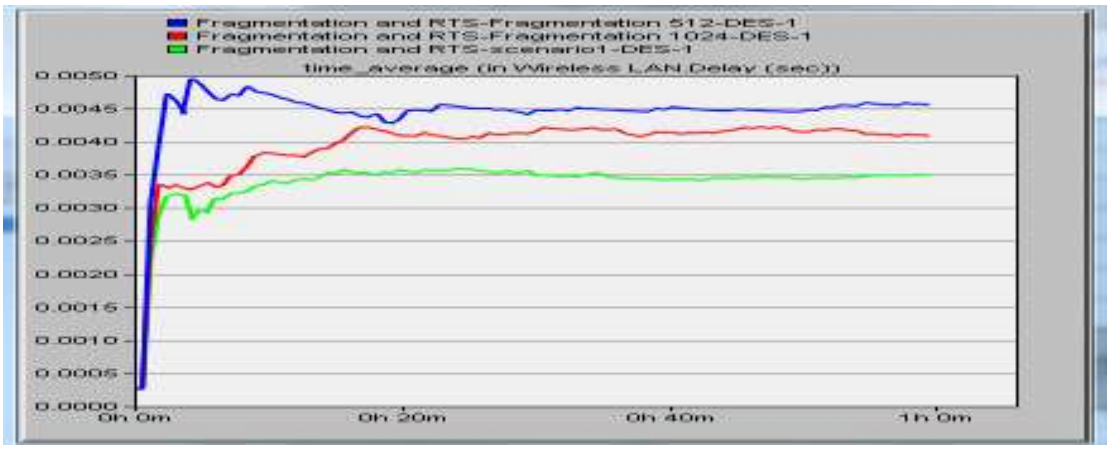
Scenario Number	Fragmentation Threshold	Application
1	None	HTTP – Web Browsing-FTP
2	512 Bytes	HTTP – Web Browsing-FTP
3	1024 Bytes	HTTP – Web Browsing-FTP

يوضح الشكل (11) أن استخدام عتبة التجزئة عند قيم معينة و حسب بيئة الشبكة يزيد من قيمة الإنتاجية، لأن التجزئة تضمن وصول الإطار بشكل سليم.



الشكل (11) الإنتاجية من أجل عتبات التجزئة.

يوضح الشكل (12) أن استخدام عتبة التجزئة قد يسبب المزيد من التأخير، لأنه يجب الإعلام عن كل جزء بشكل مستقل مما يسبب ازدحام في الشبكة، و بالتالي حدوث التأخير.



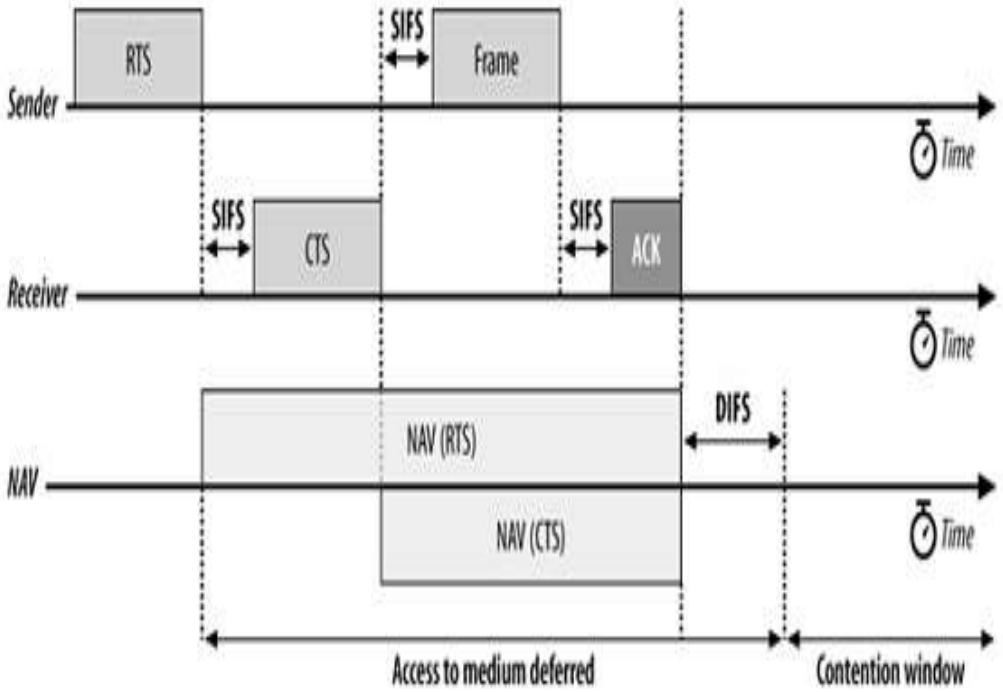
الشكل (12) التأخير من أجل عتبات التجزئة.

6- دراسة تأثير RTS/CTS :

تستخدم آلية طلب الإرسال/مسح الإرسال RTS/CTS(Request To Send/Clear To Send) من أجل حل مشكلة المحطة المخفية التي تعاني منها الشبكات اللاسلكية. طالما أن وسط النقل هو مجال راديوي إذاً ليس من الضرورة أن يكون مجال كل محطة يشمل جميع المحطات، أي بمعنى آخر عمليات النقل التي تحدث في جزء ما من الشبكة ليس بالضرورة أن تعلم بها جميع المحطات، وهذا ما يسبب مشكلة المحطة المخفية [8].

يتم حل هذه المشكلة وفق الآلية RTS/CTS ، حيث تعتمد على إجراء مصافحة رباعية بين المرسل و المستقبل وفق الآتي [9] ، و كما يوضح الشكل (13):

- عندما تريد محطة ما أن ترسل إلى محطة أخرى، تبدأ بإرسال الإطار RTS الذي يخبر المستقبل برغبة تلك المحطة بالإرسال.
- إذا كان المستقبل جاهزاً للاستقبال، يرسل الإطار CTS إلى المرسل. الإطار CTS يدل على أن المصافحة تمت بنجاح، و يؤكد أن الوسط قد أصبح مخصصاً لمرسل و مستقبل محددين.
- بعد ذلك يقوم المرسل بنقل إطار البيانات. عند انتهاء الإرسال بنجاح، يرسل المستقبل الإشعار ACK إلى المرسل. أما إذا لم يرسل ACK خلال فترة زمنية محددة، يكون تصادماً ما قد حدث، و يعاد تنفيذ هذه الطريقة من جديد.
- بدورها باقي المحطات الموجودة ضمن مجال المرسل و المستقبل تهيئ شعاع تخصيص الشبكة NAV(Network Allocation Vector)، لكي تعلن بأنها تنتظر انتهاء عملية التراسل الحالية لكي يسمح لها بالإرسال.



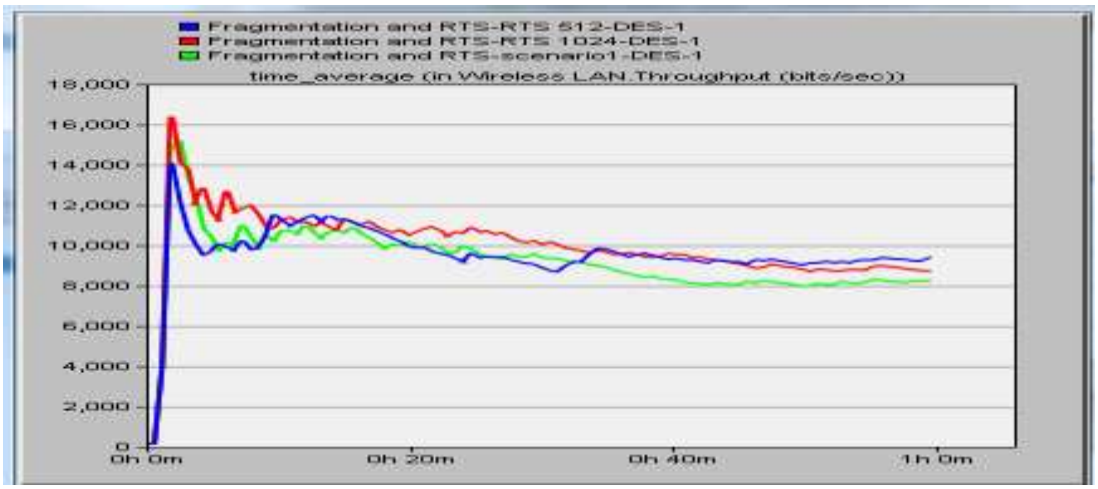
الشكل(13) آلية عمل RTS/CTS.

من أجل دراسة تأثير RTS/CTS ، قمنا بتنفيذ السيناريوهات الموضحة في الجدول (5) وفق بيئة العمل الموضحة في الشكل (10).

الجدول (5) سيناريوهات العمل من أجل دراسة RTS/CTS.

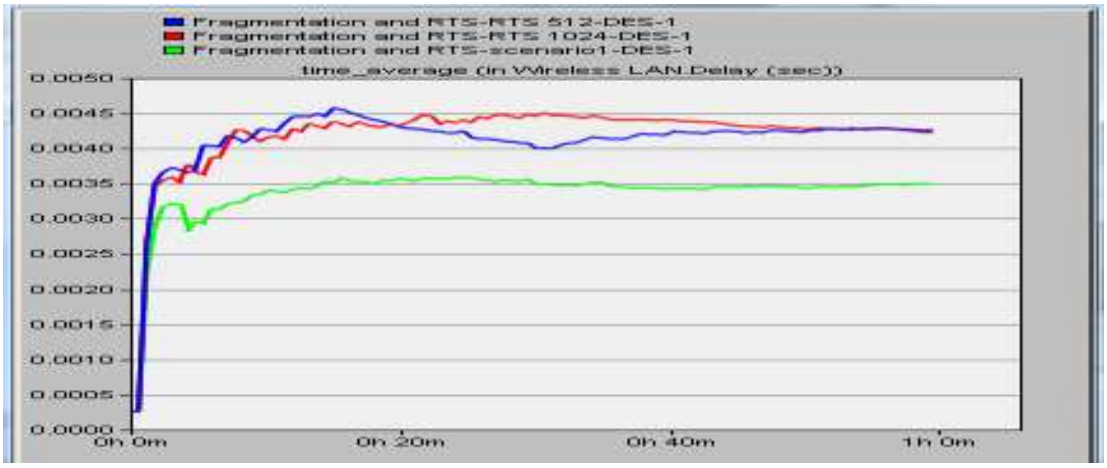
Scenario Number	RTS Threshold	Application
1	None	HTTP – Web Browsing-FTP
2	512 Bytes	HTTP – Web Browsing-FTP
3	1024 Bytes	HTTP – Web Browsing-FTP

يوضح الشكل (14) أن استخدام العتبة RTS يزيد من قيمة الإنتاجية، لأنها تخفف التصادمات التي تحدث في الشبكة، ولذلك تكون قيمة الإنتاجية أقل ما يمكن عند عدم استخدامها.



الشكل (14) مقارنة الإنتاجية بالنسبة لـ RTS.

يوضح الشكل (15) أن استخدام RTS يسبب المزيد من التأخير، لأنها تقوم على آلية مصافحة رباعية بين المرسل و المستقبل بدلاً من المصافحة الثنائية، مما يسبب المزيد من التأخير في نقل البيانات.



الشكل(15) مقارنة التأخير من أجل قيم RTS.

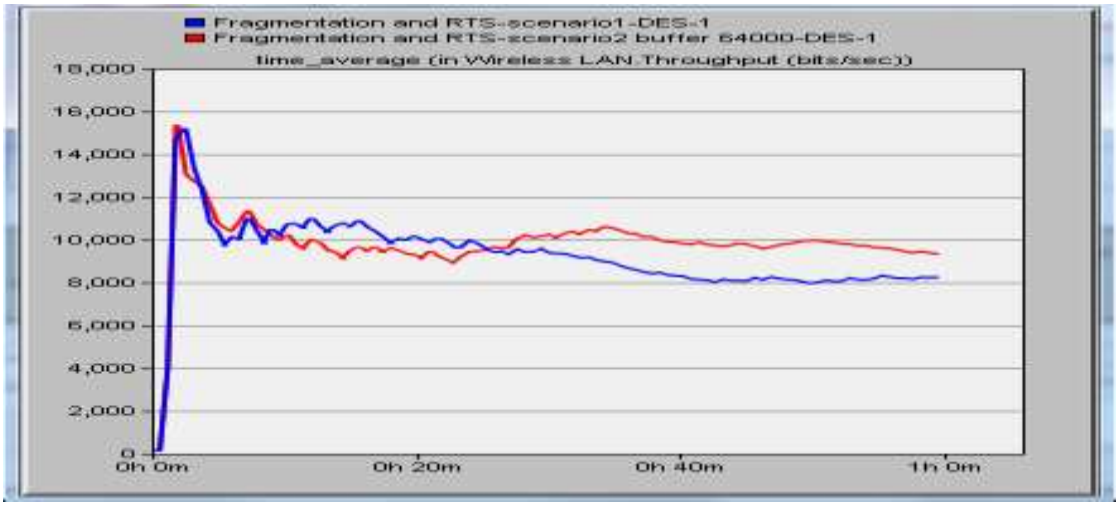
6-دراسة تأثير Buffer Size:

قمنا بتنفيذ السيناريوهين الموضحين في الجدول (6) وفق بيئة العمل الموضحة في الشكل (10).

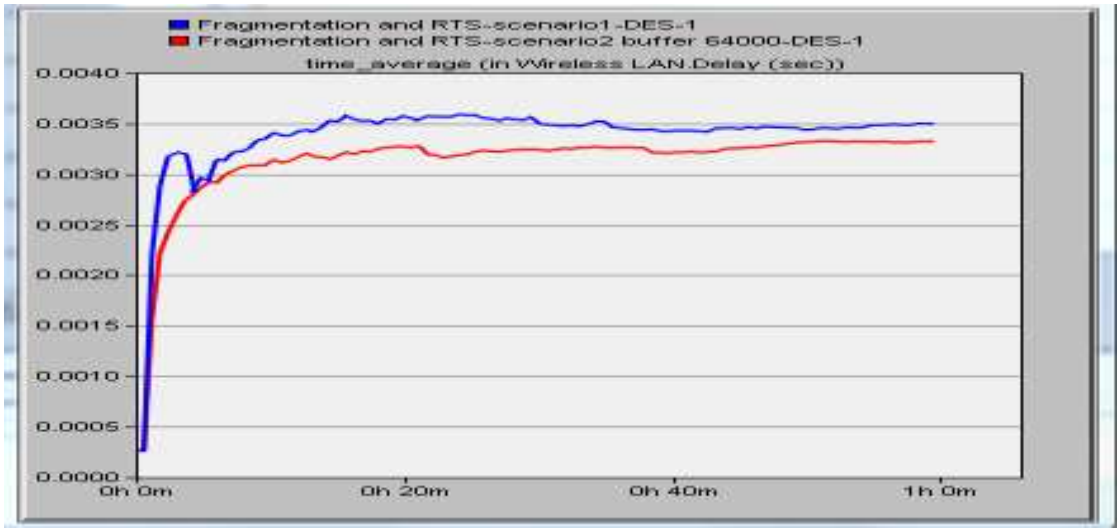
الجدول (6) سيناريوهات العمل من أجل دراسة Buffer Size.

Scenario Number	Buffer Size	Application
1	256000 bit	HTTP – Web Browsing-FTP
2	64000 bit	HTTP – Web Browsing-FTP

يوضح الشكل (16) و من نتائج التنفيذ أن زيادة حجم الـ Buffer Size يعني زيادة حجم البيانات التي تنتظر دورها في الإرسال، و هذا يؤثر على الإنتاجية.



الشكل (16) مقارنة الإنتاجية من أجل قيم مختلفة لـ Buffer Size.



الشكل (17) مقارنة التأخير من أجل قيم مختلفة لـ Buffer Size.

يوضح الشكل (17) أن زيادة حجم الـ Buffer Size يسبب المزيد من التأخير، لأنه يجعل البيانات تنتظر مدة أطول حتى يتم إرسالها.

الاستنتاجات و التوصيات:

تناولنا في هذا البحث تقييم أداء الشبكات المحلية اللاسلكية المعرفة بالمعيار IEEE802.11 من ناحيتي الإنتاجية والتأخير، و ذلك عن طريق استخدام OPNET ، و إجراء سيناريوهات مختلفة وفقاً لعدة متحولات، وحصلنا على النتائج التالية:

-**<u>في حال تغيير تقنية الطبقة الفيزيائية و نوع التطبيق المستخدم:</u>**

بشكل عام كلما زاد معدل النقل تزداد الإنتاجية و يقل التأخير، و ذلك على اختلاف التقنيات المستخدمة في الطبقة الفيزيائية و اختلاف التطبيقات المستخدمة سواء كانتFTP أو Video Streaming.

-في حال زيادة عدد العقد:

كلما ازداد عدد العقد تزداد حركة مرور البيانات، و بالتالي تزداد الإنتاجية، و تحدث حالة من الازدحام ينتج عنها المزيد من التأخير.

- في حال استخدام المعيار 802.11e:

بشكل عام ينصح باستخدام EDCF لدعم متطلبات جودة الخدمة، أما في الحالة العامة فإنه من الأفضل استخدام DCF .

-في حال استخدام عتبة التجزئة بقيم مختلفة:

إن استخدام عتبة التجزئة عند قيم معينة و حسب بيئة الشبكة يزيد قيمة الإنتاجية، لأنها تضمن وصول الإطار بشكل سليم، و لكنها تسبب المزيد من التأخير.

-في حال استخدام عتبة RTS بقيم مختلفة:

إن استخدام العتبة RTS يزيد من قيمة الإنتاجية، لأنها تخفف التصادمات التي تحدث في الشبكة، و لذلك تكون قيمة الإنتاجية أقل ما يمكن عند عدم استخدامها، إلا أنها تسبب المزيد من التأخير، لأنها تقوم على آلية مصافحة رباعية بين المرسل و المستقبل بدلاً من المصافحة الثنائية.

-في حال تغيير حجم الـ Buffer Size :

إن زيادة حجم الـ Buffer Size يعني زيادة حجم البيانات التي تنتظر دورها في الإرسال، و هذا يؤثر على الإنتاجية و يسبب المزيد من التأخير في الشبكة.

من الممكن تطوير الدراسة السابقة من خلال :

- زيادة حجم السيناريوهات.
- دراسة المعيار n 802.11 .
- دراسة الثغرات الأمنية التي تتعرض لها الشبكات اللاسلكية.

المراجع:

[1] NAVNEET PAL SINGH;KULDEEP ARORA;SUMAN GOYAL. *Performance of Wireless LAN in DCF and EDCF using OPNET.* International Journal of Engineering, Science and Metallurgy,2012.

[2] ZAINAB T. ALISA. *Evaluating the Performance of Wireless Network using OPNET Modeler.* International Journal of Computer Applications, Volume 62– No.13, January 2013.

[3] SANJEEV KUMAR;NAVPREET SINGH. *Performance Analysis and Modelling Wireless Local Area Network Metrics*. International Journal of P2P Network Trends and Technology, Volume1 Issue2, 2011.

[4] T MADHAVI;G SASI BHUSHANA RAO; M RAJAN BABU;K SRIDEVI. *Analysis of Throughput and Energy Efficiency in the IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks using Constant backoff Window Algorithm.* International Journal of Computer Applications, Volume 26– No.8, July 2011.

[5] KRITIKA SHARMA;NITIN BHATIA;NAMARTA KAPOOR. *Performance Evaluation of 802.11 WLAN Scenarios in OPNET Modeler.* International Journal of Computer Applications, Volume 22– No.9, May 2011.

[6] DR. JYOTSNA SENGUPTA;ER. GURPREET SINGH GREWAL. *Performance evaluation of IEEE 802.11 MAC layer in supporting delay sensitive services***.** International Journal of Wireless & Mobile Network,Vol.2,No.1,February,2010.

[7] MS. AMARDEEP KAUR;DR. SANDIP VIJAY;DR. S.C.GUPTA. *Performance Analysis and Enhancement of IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks.*Global Journal of Computer Science and Technology , Vol. 9 Issue 5 (Ver 2.0), January 2010.

[8] M A KHAN;TAZEEM AHMAD KHAN; M T BEG. *RTS/CTS Mechanism of MAC Layer IEEE 802.11 WLAN in Presence of Hidden Nodes*. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), Volume 2, Issue 5, November 2012**.**

[9] SALAH A. ALABADY; M. F. M. SALLEH; ABDUL HASIB. *Throughput and Delay Analysis of IEEE 802.11 DCF in the Presence of Hidden Nodes for Multi-hop Wireless Networks.* Springer, 2014.