

## تأثير الغش على خوارزميات بناء أشجار التغطية في الشبكات التطبيقية متعددة البث

الدكتور منى القبيلي\*

(تاريخ الإيداع 9 / 3 / 2015. قُبِلَ للنشر في 31 / 5 / 2015)

### □ ملخص □

تم اقتراح الشبكات التطبيقية متعددة البث كحل فعال لتجاوز مشكلة انتشار نموذج اتصال البث المجموعاتي. تبني هذه الشبكة شجرة تغطية مؤلفة من اتصالات نهاية إلى نهاية أحادية البث اعتماداً على تعاون أعضاء المجموعة مع بعضهم البعض. وتعتمد فعالية الشجرة المبنية بشكل أساسي على صدق وتعاون كل الأعضاء المشكلين لها، لكن من الصعب ضمان مثل هذا السلوك عموماً، حيث يمكن أن تستفيد بعض العقد الأتانية وغير المتعاونة من إخلاص العقد الأخرى ضمن الشجرة.

حديثاً، درس العديد من الباحثين تأثير العقد الأتانية في الشبكات التطبيقية متعددة البث. تم في هذا البحث وصف تفصيلي للخوارزميات الأساسية المستخدمة في بناء شجرة التغطية، وتقييم تأثير العقد الغشاشة على استقرار وأداء شجرة التغطية المبنية باستخدام هذه الخوارزميات.

**الكلمات المفتاحية:** البث المجموعاتي، الشبكات التطبيقية متعددة البث، شجرة التغطية، الغش وعدم التعاون.

\* مدرس، قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات ، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية سوريا .

## Cheating Impact on Overlay Tree Construction Algorithms in Application-Level Multicast Networks

Dr. Mothanna Alkubaily\*

(Received 9 / 3 / 2015. Accepted 31 / 5 / 2015)

### □ ABSTRACT □

Application-Level Multicast (ALM) has been proposed as an alternative solution to overcome the lack of deployment of the IP Multicast group communication model. It builds an overlay tree consisting of end-to-end unicast connections between end-hosts based on the collaboration of group members with each other. The efficiency of the constructed overlay tree depends entirely on the honesty and on the cooperation of all participating members. However such behaviour can not be guaranteed and some selfish and non-cooperative nodes may take profit from the honesty of other members in the overlay.

Recently, many researchers have been investigating the impact of selfishness of nodes in the overlay multicast. Our contribution in this paper is to describe in detail the basic algorithms used to construct the overlay tree, and evaluate the impact of cheating nodes on the stability and on the performance of constructed overlay tree using these algorithms.

**Keywords:** Multicast, Application-Level Multicast, Overlay Tree, Cheating and non-cooperation.

---

\*Assistant Professor, Departement of Communication and Electronics, Faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**مقدمة:**

تم اقتراح الشبكات التطبيقية متعددة البث (Application-Level Multicast or Overlay Multicast (ALM)) [1] التي تعمل في طبقة التطبيقات كبديل فعال واعد لمواجهة مشاكل عدم انتشار شبكات البث المجموعاتي [2]، تكمن الفكرة الأساسية لهذه الشبكات في بناء شجرة تغطية بين كل عقد المجموعة في أعلى الشبكة الفيزيائية، ويتم بعد ذلك نقل البيانات أو المعطيات بين العقد باستخدام البث الأحادي. بمعنى آخر، هي تستخدم بروتوكولات البث الأحادي لشبكة الانترنت ولا تحتاج لأي تعديل في البنية التحتية للشبكة العالمية، وإنما تتم إزالة عملية إدارة المجموعات وآلية توجيه البيانات من موجهاً الشبكة (طبقة الشبكة) إلى المستخدمين النهائيين (طبقة التطبيقات). تستخدم أغلب بروتوكولات ALM قياسات RTT (Round Trip Time) (زمن الذهاب والعودة) كبارامتر أساسي خلال بناء شجرة التغطية، ويوجد ثلاث خوارزميات أساسية لبناء أشجار التغطية اعتماداً على هذا البارامتر وهي خوارزميات: كروسكال kruscal وبراييم Prime والخوارزمية الهرمية العنقودية Hierarchical clustering. تعتمد فعالية الشجرة المبنية بشكل كامل على نزاهة وتعاون كل العقد المشاركة في بناء الشجرة. لكن بسبب السلوك الأناني لبعض العقد بهدف الاستفادة من موارد الشبكة، فإن مثل هذا السلوك لا يمكن أن يكون مضموناً، ويساهم هذا السلوك في التأثير على باقي العقد الصادقة ضمن الشجرة المبنية. يمكن أن نصنف الأعضاء الأنانيين في جلسة ALM إلى نوعين: عقد غشاشة وعقد غير متعاونة. يبحث هذان النوعان من العقد الأنانية من أجل تحسين مواقعهم في شجرة التغطية وبالتالي تحسين جودة استقبالهم ولا يهدفون بأي حال من الأحوال إلى تدمير الشجرة المبنية. الفرق بين هذين النوعين هو أن العقد الغشاشة تُرور قياساتها المسلمة إلى العقد الأخرى في الجلسة، بينما تمتنع العقد غير المتعاونة عن التعاون مع العقد الأخرى خلال بناء شجرة التغطية.

**أهمية البحث و أهدافه:**

تم دراسة أثر الغش في الشبكات التطبيقية متعددة البث على استقرارية الشجرة، أو تأثيره على بعض البروتوكولات التي تعتمد هذا النمط من الشبكات، فتبين أن للعقد الغشاشة تأثير سلبي واضح وملحوظ على استقرارية الشجرة والذي قد يؤثر على التطبيقات التي تدعمها هذه الشبكات [3]، نذكر منها: بث المؤتمرات، والتعليم عن بعد، وتطبيقات مؤسسات - مستخدمين، والفيديو عند الطلب، ونقل الفيديو.... الخ. لكن لم يتم دراسة تأثير الغش على الخوارزميات الأساسية لبناء الأشجار في الشبكات التطبيقية متعددة البث، لذا سندرس مقدار التأثير على استقرارية الشجرة المبنية وكذلك على أداءها.

**طرائق البحث ومواده**

تم تهيئة المحاكاة باستخدام مخططات مستوية عشوائية Random flat graphs وباستخدام نسخة معدلة من خوارزمية واكسمان Waxman مكتوبة باستخدام مكتبة الشبكات في بايثون [4] NetworkX Python library. تبني هذه التقنية مخططات تملك خصائص مشابهة لشبكات الانترنت، ويتم إضافة الوصلات بين العقد باستخدام النموذج الاحتمالي Probabilistic Model. يعتبر هذا المحاكى طريقة فعالة من أجل البرمجة غرضية التوجه Object Oriented Programming، كما يعد لغة برمجة فعالة، وسهلة التعلم، وذات بنية معطيات عالية المستوى. حيث يحتوي على عدة مكتبات معيارية والتي تعتبر أحد نقاط قوته وتقدم عدة أدوات تتناسب العديد من المهام. تم تصنيف

بايثون على أنه لغة كتابة لتطبيقات الويب وبناءً على إحصائيات موقع IEEE Spectrum تم تصنيفه كثاني أكثر برنامج يُستخدم لتطبيقات الويب [5]. وقد استخدمنا في بحثنا نسخة Python 2.4.2 وهي نسخة مطوّرة مجانية. قمنا باستخدام نموذج الميروث-عمار الموضح في [6, 7] من أجل توليد جلسات شبكة تطبيقية متعددة البث حقيقية. يقترح هذا النموذج جلسات ديناميكية يمكن نمذجتها كآلاتي: يصل المستخدمون إلى المجموعة وفقاً لعملية بواسون Poisson Process بمعدل  $(\lambda)$  (Arrivals/Time Unit)، وبمدة إقامة لكل عضو في المجموعة معادلة ل  $1/(\mu)$  (Time Unit) موزعة بشكل أسي (Exponential Distribution)، لذا يُعطى العدد الوسطي للمستخدمين في المجموعة الجزئية ب  $\lambda/\mu$ .

### 1. الشبكات التطبيقية متعددة البث

هي عبارة عن شبكات افتراضية تبنى بمستوى أعلى من الموجهات والوصلات، وتعتمد على فكرة التغطية (Overlay) كركيزة لإضافة خدمات شبكية جديدة ونشرها، أو لتوفير طوبولوجيا خاصة للتوجيه غير متوافرة في الشبكة الفيزيائية الأساسية. إذ يتم تشكيل شجرة التغطية من المضيفين المشاركين في جلسة البث المجموعاتي، وتستخدم تقنية الإرسال أحادي الاتجاه (Unicast) بين كل زوج من المضيفين لتوزيع البيانات. كما يعالج المضيفون أنفسهم عمليات إدارة المجموعات والتوجيه وعملية بناء الشجرة دون دعم الموجهات [8].

تعمل هذه الشبكات في طبقة التطبيقات، لذا يتم الاستفادة من الخدمات المقدمة من الطبقات الأدنى حسب متطلبات الخدمة. مثل: دعم الوثوقية، ودعم الأمن، وتقادي الازدحام. فمثلاً إذا كانت الخدمة بحاجة إلى اتصال موثوق نستخدم بروتوكول التحكم بالنقل (TCP: Transport Control Protocol) وإذا كان العكس نستخدم بروتوكول التحكم بحزمة بيانات المستخدم (UDP: User Datagram control protocol).

### 2. تأثير العقد الغشاشة على شجرة التغطية :

تستخدم أغلب بروتوكولات ALM قياسات RTT (زمن الذهاب والعودة) كبارامتر أساسي لبناء شجرة التغطية. سيحاول العضو الغشاش تحسين موقعه في شجرة التغطية من خلال التلاعب في قياسات RTT الخاصة به. بفعل ذلك، من الممكن أن يحصل المستقبل على مكان أقرب إلى المنبع وبالتالي يمكن أن يملك زمن تأخير أقل، أو من الممكن أن يمتلك عدداً قليلاً من الأبناء وبالتالي تخفيض الحمل الإضافي للنسخ والإرسال.

يمكن أن تكون الطريقة المستخدمة من قبل عقدة غشاشة لتغش حول قياساتها في RTT كآلاتي:

عندما تخبر العقدة الجديدة الغشاشة CH عن قياسها RTT إلى المنبع RP، فإنها ستُخفّض مسافتها بالقدر الأعظمي الممكن باتجاه المنبع  $D(CH \rightarrow Source) \approx 0$  وتزيد من الجانب الآخر بالقدر الأعظمي الممكن مسافتها باتجاه العقد الأخرى في الجلسة  $D(CH \rightarrow Mi) \approx \infty$ . باستخدام هذه الاستراتيجيات، سنظهر العقد الغشاشة كما لو أنها قريبة جداً من المنبع وبعيدة جداً عن كل الأعضاء الآخرين، مما سيزيد من احتمالية أن تتصل العقدة الغشاشة مباشرةً إلى المنبع وتزيد بنفس الوقت احتمالية أن لا تتصل العقد الأخرى كأبناء لها في شجرة التغطية. كنتيجة لذلك، سنصبح العقد الغشاشة عقداً مميزة في الجلسة.

يحلل الباحثون في [9] التأثير السلبي للعقد الغشاشة على إجهاد الوصلة Link stress وعلى تمدد الوصلة Link stretch لشجرة التغطية المبنية. يطبق المؤلفون استراتيجيات غش متشابهة على أربعة بروتوكولات ALM: HBM، TBCP، NICE، NARADA. يبين الباحثون، أن العقد الغشاشة في كل هذه البروتوكولات تستفيد من استراتيجيات غشها فقط إذا كان عدد العقد الغشاشة قليلاً في شجرة التغطية. لكن، إذا كانت أغلب العقد هي عقد

غشاشة، فإن الاستفادة من غشها سيضيع بسبب المنافسة فيما بينها. بالمقارنة بين البروتوكولات الأربعة، وجدوا أن NARADA يملك مستوى المقاومة الأفضل ضد العقد الغشاشة فيما يتعلق بإجهاد الوصلة في شجرة التغطية. لكن هذا البروتوكول، إضافة إلى NICE، يعطيان أفضل الشروط الملائمة للعقد الغشاشة من أجل تحسين أدائها فيما يتعلق بتمدد الوصلة.

يستعرض الباحث في [10] التأثير السلبي للغش في المسافة على البروتوكول ESM. وهو يقترح خوارزمية لاكتشاف الأعضاء الغشاشين وخوارزمية أخرى ليمحو آثار الغش في شجرة التغطية. تعتمد هاتان الخوارزمتان على فحص كامل للقيمة الوسطية للتأخير من عقدة لعقدة المرسل من قبل كل عضو في شجرة التغطية. يدرس الباحثون في [11] تأثير العقد الغشاشة على استقرار شجرة التغطية. وهم يحللون بارامترين أساسيين: تغير بنية أو هيكلية شجرة التغطية الكلية وتغير موقع المستقبلين بعد الغش. استخلصوا كنتيجة لذلك أن العقد الغشاشة لها تأثير سلبي مهم على استقرار شجرة التغطية.

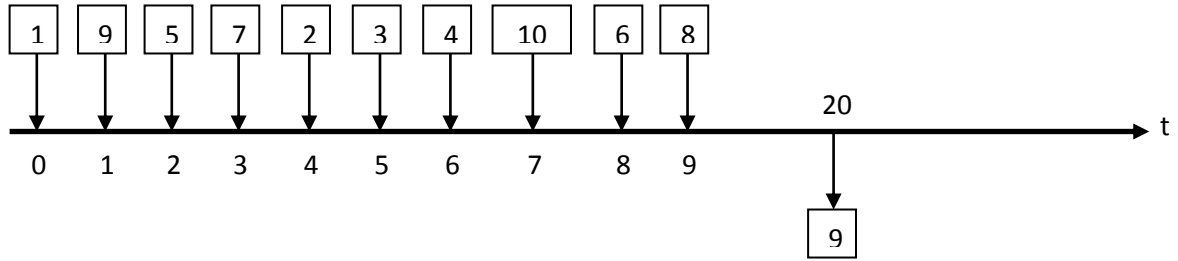
كما استعرض الباحثون في [12] كيف يمكن اكتشاف وجود أنشطة خبيثة (ماكرة) في شجرة التغطية اعتماداً على تاريخ سلوكها. بحيث تراقب كل عقدة أداء جيرانها وترسل تقريراً عنهم إلى متحكم الجلسة RP. واعتماداً على هذه التقارير، يحسب متحكم الجلسة محصلة لكل عضو ويعتبر كعقد خبيثة العقد التي تمتلك محصلات منخفضة.

### 3. خوارزميات بناء شجرة التغطية ALM Overlay Tree Construction Algorithms:

يوجد عملياً ثلاث خوارزميات أساسية لبناء أشجار التغطية في معظم بروتوكولات الشبكات التطبيقية متعددة البث. تعتمد هذه الخوارزميات على بارامترين أساسيين وهما عدد الأبناء الأعظمي المسموح به لكل عقدة وهو ما يسمى fanout or max. outdegree وزمن الذهاب والعودة RTT. للمقارنة بين هذه الخوارزميات سنأخذ المثال الآتي المكون من 10 عقد بحيث تكون العقدة 1 هي العقدة المركزية RP، ودرجة خدمة كل عقدة  $\max \text{fanout} = 2$  وهو عدد الأبناء الأعظمي الذي يمكن أن تخدمه كل عقدة، و يبين الشكل (1) أحداث انضمام ومغادرة العقد وهو يبين الأزمنة التي انضمت فيها العقد إلى الجلسة وأزمنة مغادرتها لها، بينما يبين الجدول (1) مسافات التأخير الزمني RTT بين جميع العقد.

الجدول (1) : مسافات RTT بين عقد المثال التوضيحي :

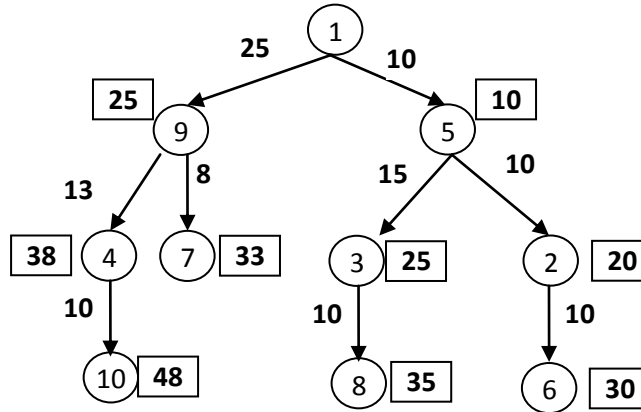
Nodes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	20	15	10	10	20	35	20	25	20
2	20	-	40	20	10	10	15	12	17	25
3	15	40	-	20	15	15	30	10	16	50
4	10	20	20	-	16	30	18	12	13	10
5	10	10	15	16	-	30	10	25	30	15
6	20	10	15	30	30	-	21	30	14	30
7	35	15	30	18	10	21	-	11	8	30
8	20	12	10	12	25	30	11	-	11	20
9	25	17	16	13	30	14	8	11	-	30
10	20	25	50	10	15	30	30	20	30	-



الشكل (1): أحداث انضمام و مغادرة العقد.

### 1-3. خوارزمية كروسكال Kruscal Algorithm:

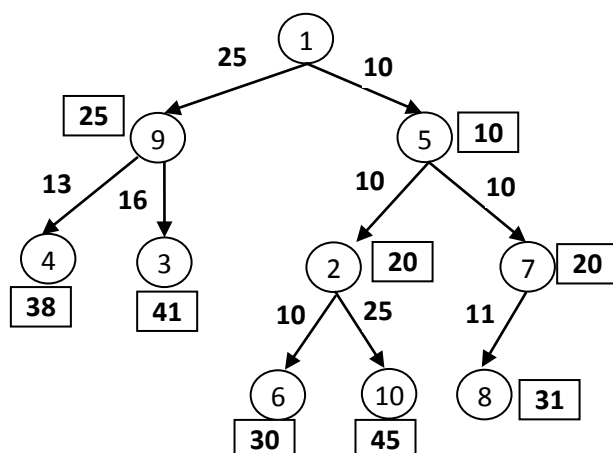
تختار فيها العقدة الجديدة العقدة التي يكون لديها إمكانية من حيث الأبناء والتي تعطي أفضل تأخير زمني عقدة لعقدة بالنسبة لها كأب لها (best end-to-end delay (parent  $\rightarrow$  NM)). أي بمعنى آخر يتم قياس مسافات التأخير من العقدة الجديدة باتجاه جميع العقد المرشحة لتكون أباً لهذه العقدة، ومن ثم يتم اختيار العقدة المرشحة ذات زمن التأخير الأدنى باتجاهها لتكون أباً لها . ويتم استخدام هذه الخوارزمية في العديد من البروتوكولات مثل HMTP [13] و TBCP [14]... الخ. يوضح الشكل (2) شجرة التغطية الناتجة عن المثال التوضيحي اعتماداً على هذه الخوارزمية، حيث أن القيمة ضمن المربع هي مقدار التأخير نهاية إلى نهاية انطلاقاً من المنبع.



الشكل (2): شجرة التغطية المبنية باستخدام خوارزمية كروسكال .

### 2-3. خوارزمية برايم Prime Algorithm:

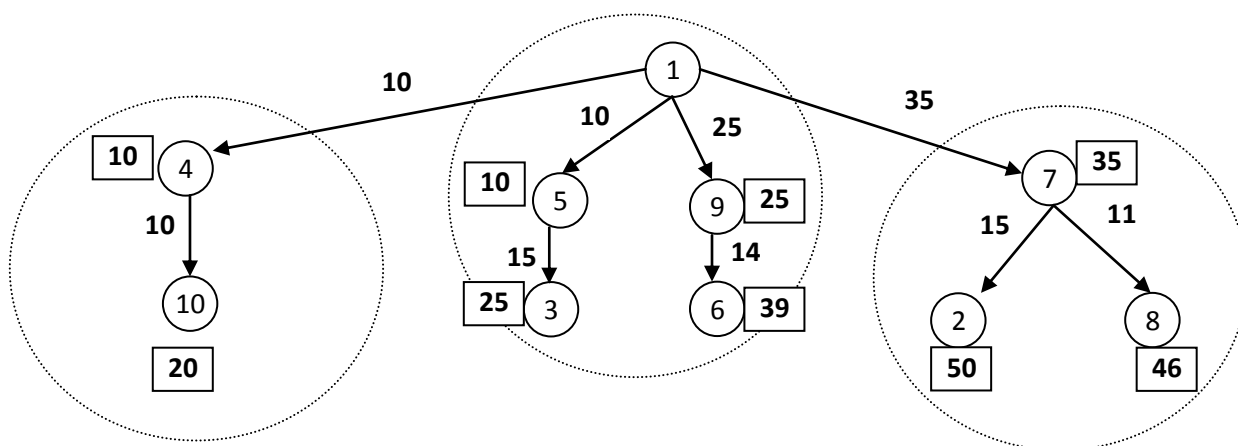
وفيها تختار العقدة الجديدة العقدة التي يكون لديها إمكانية من حيث الأبناء والتي تعطي أفضل تأخير زمني عقدة لعقدة انطلاقاً من المنبع كأب للعقدة الجديدة (best end-to-end delay (source  $\rightarrow$  parent  $\rightarrow$  NM))، ويتم استخدام هذه الخوارزمية في العديد من البروتوكولات مثل NARADA [15] و HBM [16] و TAG [17] ... الخ. يوضح الشكل (3) شجرة التغطية الناتجة عن المثال التوضيحي اعتماداً على هذه الخوارزمية.



الشكل (3): شجرة التغطية المبنية باستخدام خوارزمية برايم.

### 3-3. الخوارزمية الهرمية العنقودية Hierarchical Clustering Algorithm

وفيها يتم تقسيم شجرة التغطية إلى عناقيد، حيث ينضم أولاً العضو الجديد إلى العنقود الأقرب ومن ثم يختار العقدة التي يكون لديها إمكانية من حيث الأبناء والتي تعطي أفضل تأخير زمني عقدة لعقدة من قائد العنقود المحلي كأب لها. يتم في هذا النمط من الخوارزميات استخدام تابع هو  $3k-1$ ، حيث  $k$  ثابت يتعلق بالبروتوكول، وذلك لتحديد عدد الأعضاء في كل عنقود. ويتم استخدام هذه الخوارزمية في العديد من البروتوكولات مثل [18] NICE و [19] ZIGZAG... الخ. يوضح الشكل (4) شجرة التغطية الناتجة عن المثال التوضيحي اعتماداً على هذه الخوارزمية مع العلم بأنه سيتم بناء 3 عناقيد وستكون العقد 1 و 7 و 4 هي قادة العناقيد وستكون العقدة 1 هي قائد الشجرة والعقدتين 7 و 10 يتصلان مباشرة مع العقدة 1.



الشكل (4): شجرة التغطية المبنية باستخدام الخوارزمية الهرمية العنقودية.

#### 4. المحاكاة وإظهار النتائج

##### 4-1. بيئة المحاكاة Simulation Environment

تم تهيئة المحاكاة كما ذكرنا باستخدام مخططات مستوية عشوائية Random flat graphs وباستخدام نسخة معدلة من خوارزمية واكسمان Waxman مكتوبة باستخدام مكتبة الشبكات في بايثون NetworkX Python library. قمنا باستخدام نموذج الميروث-عمار الموضح في [6, 7] من أجل توليد جلسات شبكة تطبيقية متعددة البث حقيقية والذي يسمح بتشكيل مخططات ذات خصائص مشابهة لشبكات الانترنت، ومن أجل الحصول على نتائج المحاكاة كانت قيم تأخير الوصلة منتظمة التوزيع بين 1 و 5 ميلي ثانية، وتم في كل مرة توليد شبكة مؤلفة من عدد متغير من العقد (300-50) عقدة بحيث تم تغيير عدد الأبناء (5-2). وتغيير نسبة العقد الغشاشة بين 0% أي كل العقد صادقة وحتى 90% من العقد غشاشة.

تم تقسيم المحاكاة إلى سيناريوهين:

**السيناريو الأول:** تم تثبيت عدد الأبناء الأعظمي إلى 3، وتغيير نسبة الغشاشين وحجم المجموعة حسب النسب المذكورة سابقاً، والهدف هو دراسة تأثير الغش على الخوارزميات الثلاث بتغيير حجم المجموعة المناسب لمعظم التطبيقات، وكذلك بتغيير نسبة الغشاشين.

**السيناريو الثاني:** تم أخذ حجم مجموعة متوسط مقداره 100 عقدة وتغيير عدد الأبناء ونسبة الغشاشين حسب ما ذكر أعلاه بهدف دراسة تأثير العقد الغشاشة مع تغير عدد الأبناء على الخوارزميات الثلاث واستنتاج كيف يتم التغيير مع البناء العرضاني للأشجار.

##### 4-2. البارامترات المحددة لأداء الشبكات التطبيقية متعددة البث

يوجد عدة بارامترات [3, 20] تحدد أداء عمل الشبكات التطبيقية متعددة البث وسندرس منها:

##### 4-2-1. الحمل الإضافي لإعادة التنظيم Rearrangement Overhead

وهو بارامتر لقياس استقرارية شجرة التغطية، ويعرف بأنه العدد الكلي للعقد التي أُجبرت على إعادة انضمامها إلى شجرة التغطية بعد حدوث مغادرة خلال كامل جلسة البث.

##### 4-2-2. بارامترات الأداء: Performance Parameters

إن البارامترات الأساسية المستعملة لتقييم أداء وفعالية بروتوكولات ALM هي: القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية Mean End-to-End Delay وتمدد الوصلة Link Stress، وإجهاد الوصلة Link Stretch.

✓ القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية Mean End-to-End Delay: وهو مجموع التكلفة (التأخير) لوصلات الشبكة انطلاقاً من المنبع باتجاه جميع العقد مقسوماً على عدد الوصلات.

✓ تمدد الوصلة Link Stretch or Relative Delay Penalty (RDP): وهو الجزء المدفوع من عقدة ما لاستقبال المعطيات باستخدام الشبكات التطبيقية متعددة البث عوضاً عن البث الأحادي المباشر.

✓ إجهاد الوصلة Link Stress: وهو عدد النسخ المتماثلة المكررة لرزمة بيانات مرسل على وصلة

فيزيائية.

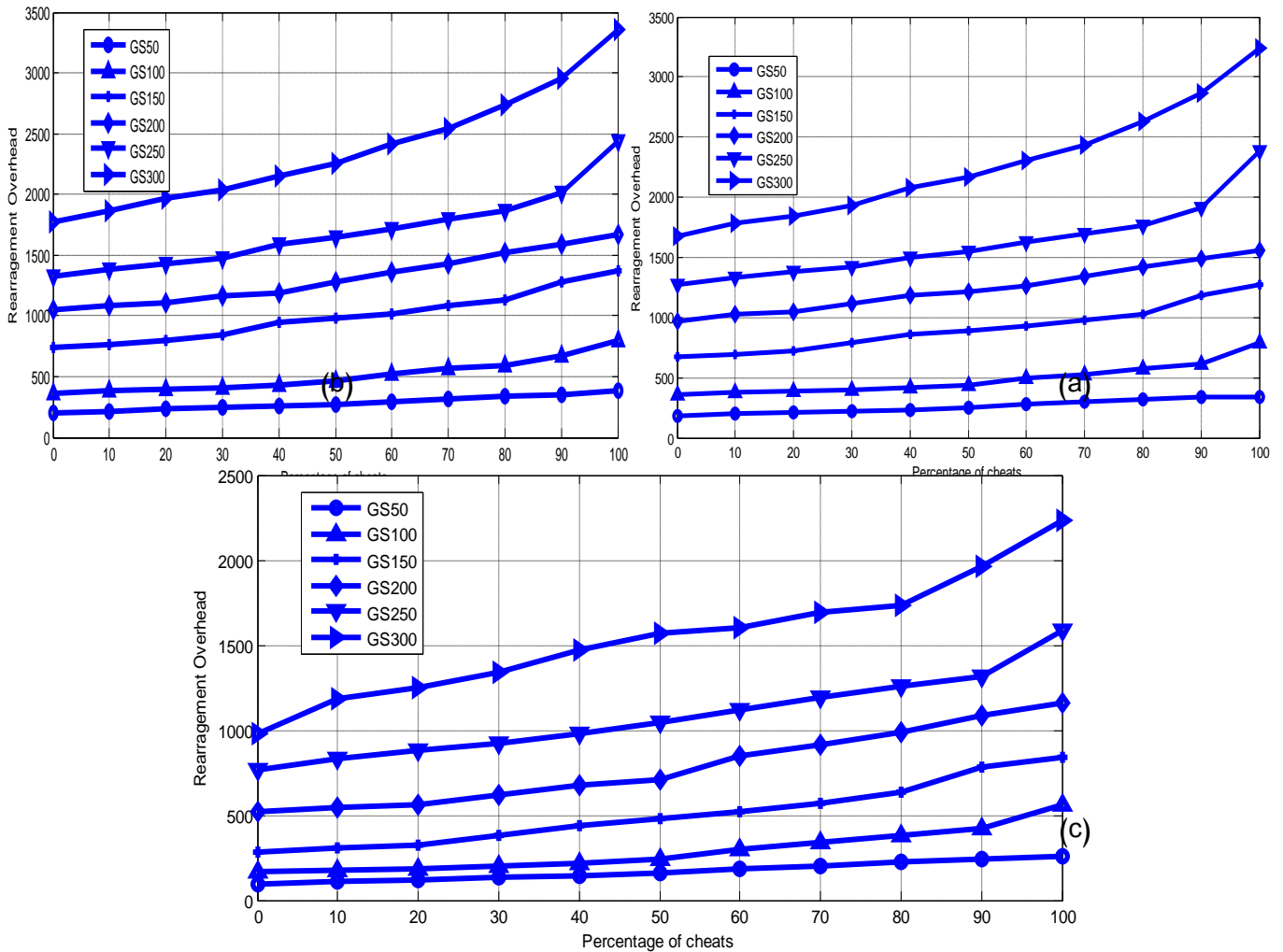


### 3-4. نتائج المحاكاة

#### 1-3-4. نتائج السيناريو الأول

#### 1-1-3-4. حمل إعادة الانضمام :Rearrangement Overhead

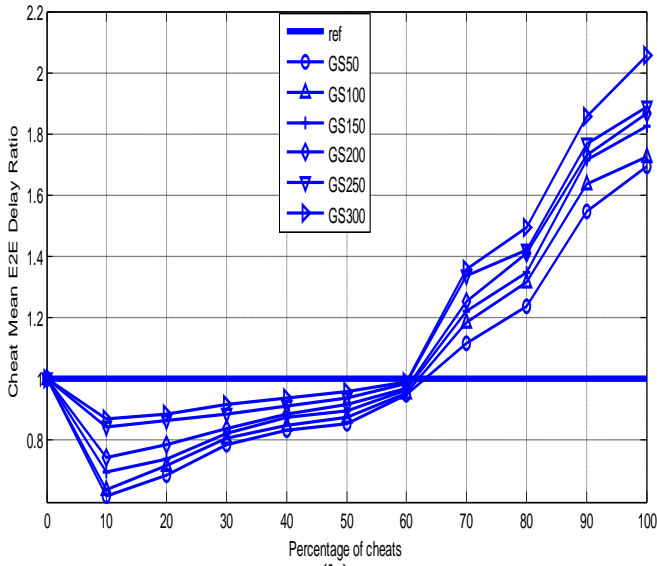
يبين الشكل (5) المنحنيات البيانية الممثلة لعلاقة حمل إعادة الانضمام مع عدد العقد في شجرة التغطية وذلك من أجل الخوارزميات الثلاث ومن أجل ست مجموعات مختلفة الحجم من 50 إلى 300 عقدة. كما هو متوقع، فإن الحمل الإضافي لإعادة التنظيم يزداد مع زيادة حجم المجموعة وزيادة عدد العقد العشوائية.



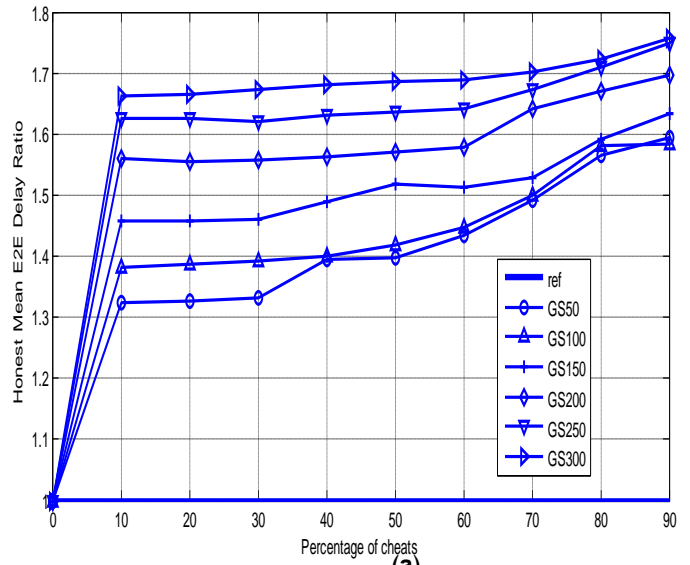
الشكل (5): علاقة حمل إعادة الانضمام مع عدد العقد في شجرة التغطية وبنسب غش مختلفة (a) لخوارزمية كروسكال (b) لخوارزمية برايم (c) للخوارزمية الهرمية العنقودية

#### 2-1-3-4. القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية :Mean end to end delay

تستعرض الأشكال 6 (a,b) و 7 (a,b) و 8 (a,b) تأثير العقد العشوائية على القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية من أجل العقد العشوائية والعقد النزيهة على التوالي من أجل ست مجموعات مختلفة الحجم وللخوارزميات الثلاث على التوالي.

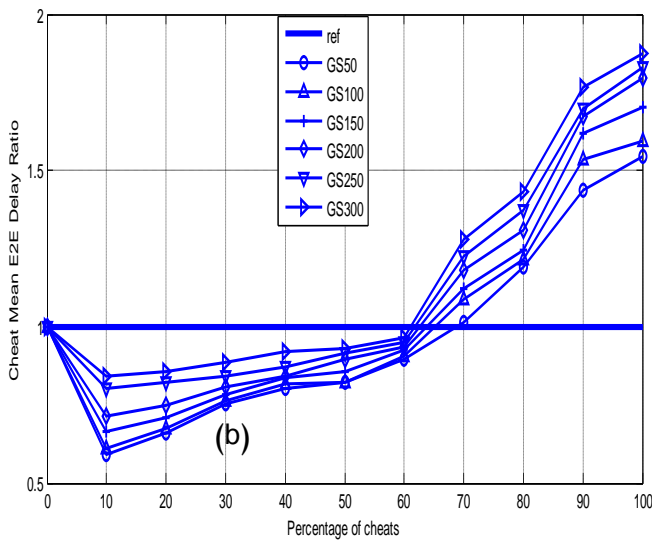


(b)

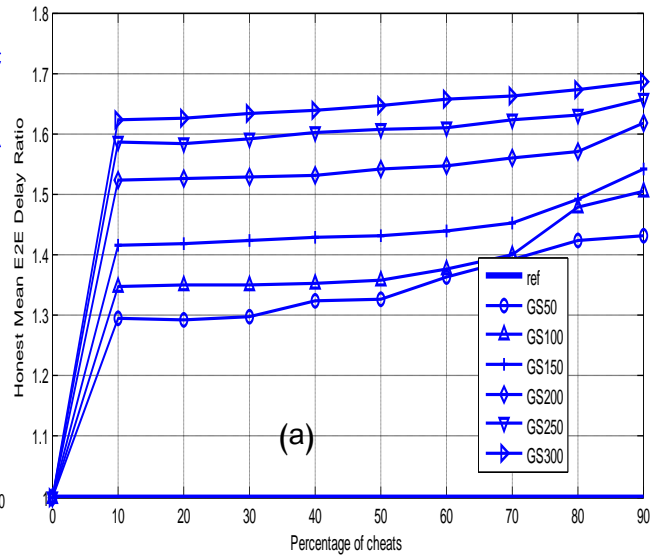


(a)

الشكل (6): القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية من أجل خوارزمية كروسكال: (a) للعقد الصادقة (b) للعقد الغشاشة.

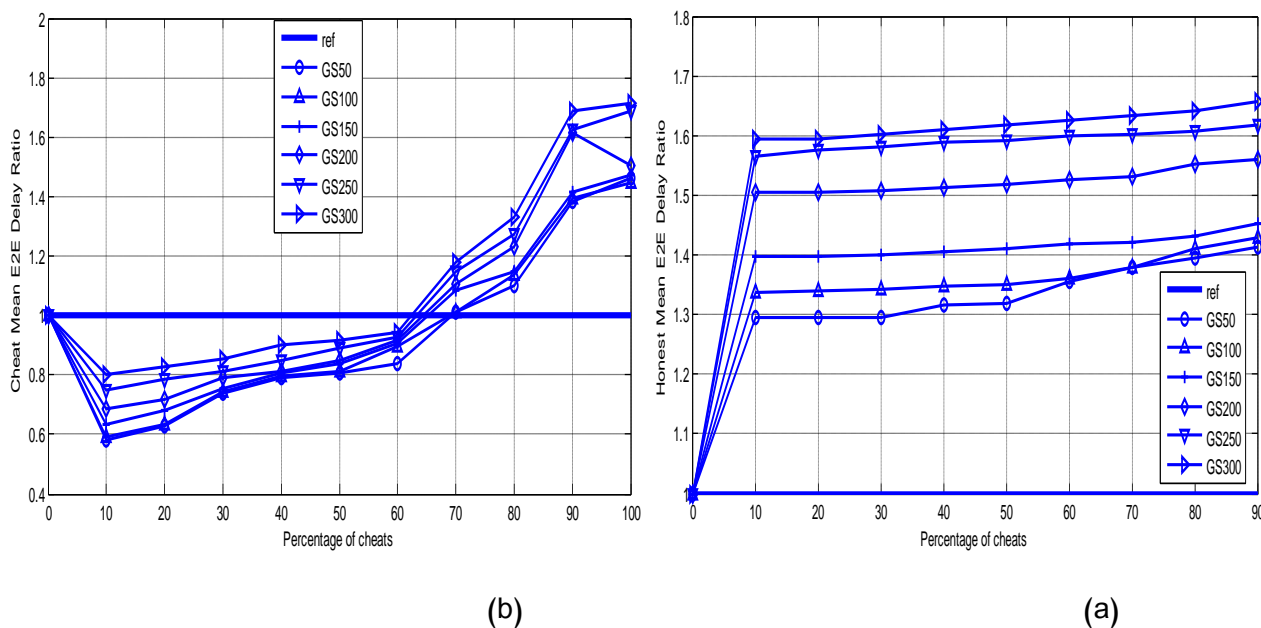


(b)



(a)

الشكل (7): القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية من أجل خوارزمية برايم: (a) للعقد الصادقة (b) للعقد الغشاشة.



الشكل (8): القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية من أجل الخوارزمية الهرمية العنقودية: (a) للعقد الصادقة (b) للعقد الغشاشة.

يمكن أن نلاحظ أن القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية من أجل العقد الصادقة يزداد عند وجود عدة مستخدمين غشاشين في الجلسة، ويصبح هذا التدهور أكثر أهمية مع ازدياد عدد العقد الغشاشة. وهذا نتيجة لواقع أن هذه العقد ستتحرك باتجاه الأسفل بعيدة عن المنبع. عندما يكون عدد العقد الغشاشة منخفضاً (أقل من 60% من أجل عدد أبناء أعظمي = 3 مثلاً)، فإن العقد الغشاشة ستحسن مقدار تأخيرها عقدة لعقدة على اعتبار أنها قادرة على الاتصال قريباً من المنبع. لكن إذا ازداد عدد العقد الغشاشة في الجلسة (أكثر من 60%)، فلن تكون هذه العقد قادرة على الاستفادة من غشها بسبب المنافسة بينهم. كما يمكن أن نستنتج أن التأثير السلبي للعقد الغشاشة على القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية لا يعتمد على حجم المجموعة.

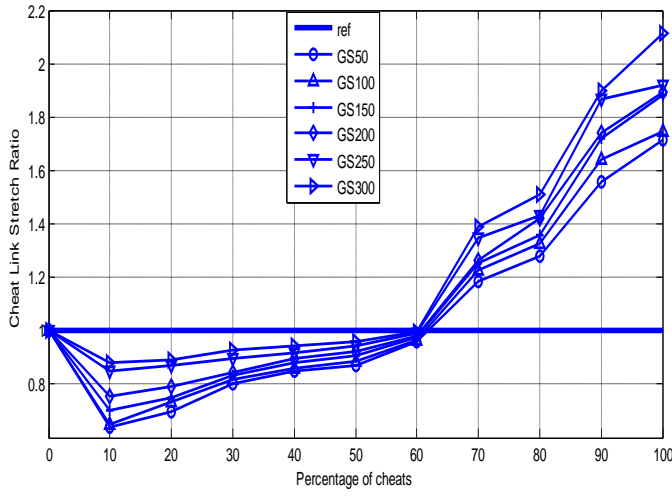
#### 3-1-3-4. تمدد الوصلة Link Stretch

توضح الأشكال 9 (a,b) و 10 (a,b) و 11 (a,b) المنحنيات البيانية الممثلة لتأثير العقد الغشاشة على تمدد الوصلة من أجل العقد الغشاشة والعقد النزيهة على التوالي من أجل ست مجموعات مختلفة الحجم وللخوارزميات الثلاث على التوالي.

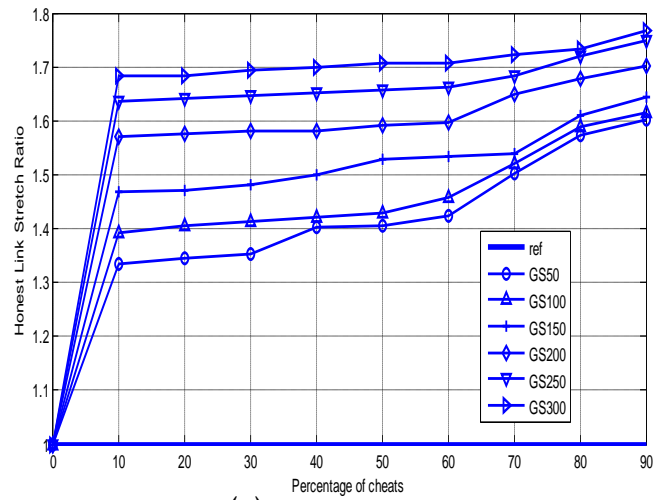
تمدد الوصلة هو عبارة عن مقدار التأخير في الحصول على المعلومات لعقدة ما باستخدام ALM مقارنة بالتأخير باستخدام النقل الأحادي، ويكون هذا البارامتر مقاساً لكل عقدة. الحالة المثلى هي أن تكون قيمة تمدد الوصلة مساويةً للواحد. وهو يعطى بالعلاقة [1]:

$$= D_{ALM} / D_u \quad \text{تمدد الوصلة (1)}$$

حيث:  $D_{ALM}$ : التأخير باستخدام الـ ALM.  $D_u$ : التأخير أحادي البث.

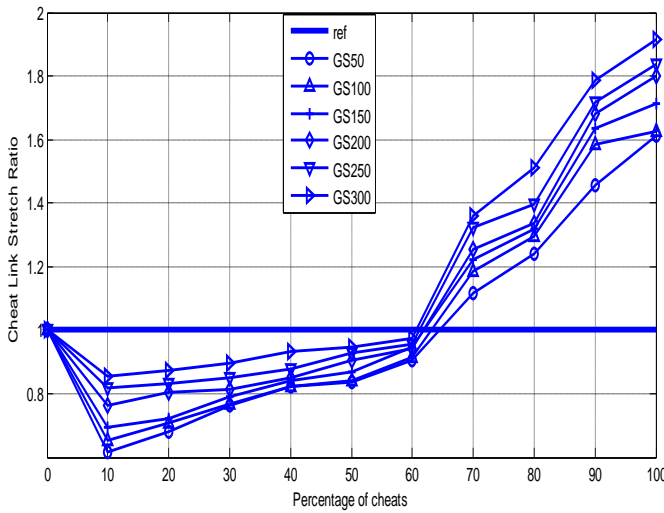


(b)

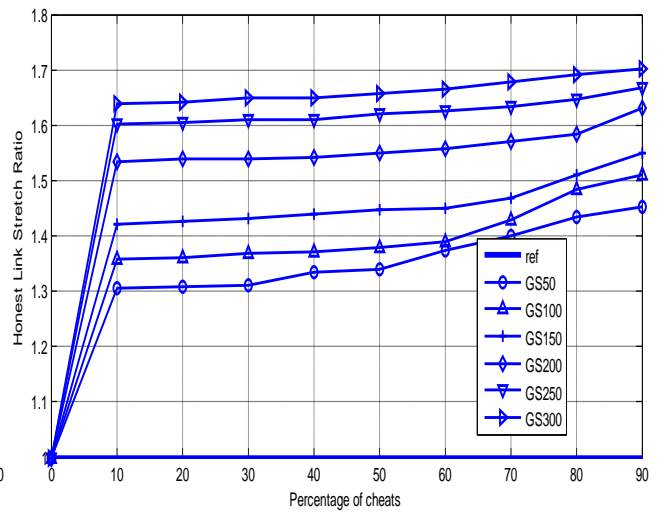


(a)

الشكل (9): نسبة تمدد الوصلة من أجل خوارزمية كروسكال: (a) للعقد الصادقة (b) للعقد الغشاشة.

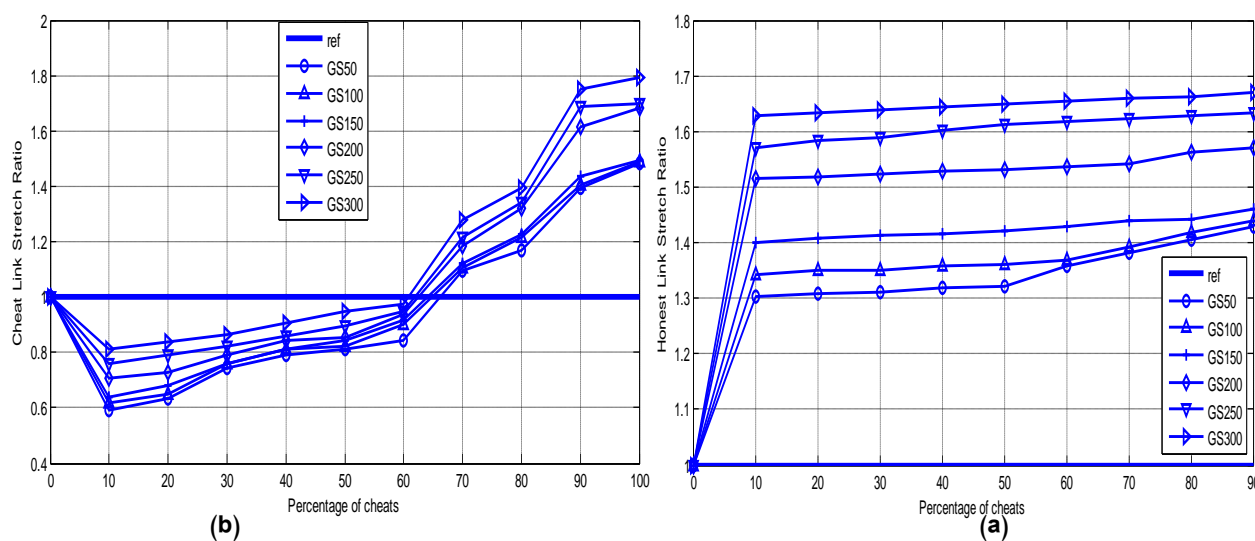


(b)



(a)

الشكل (10): نسبة تمدد الوصلة من أجل خوارزمية برايم: (a) للعقد الصادقة (b) للعقد الغشاشة.



الشكل (11): نسبة تمدد الوصلة من أجل الخوارزمية الهرمية العنقودية: (a) للعقد الصادقة (b) للعقد الغشاشة.

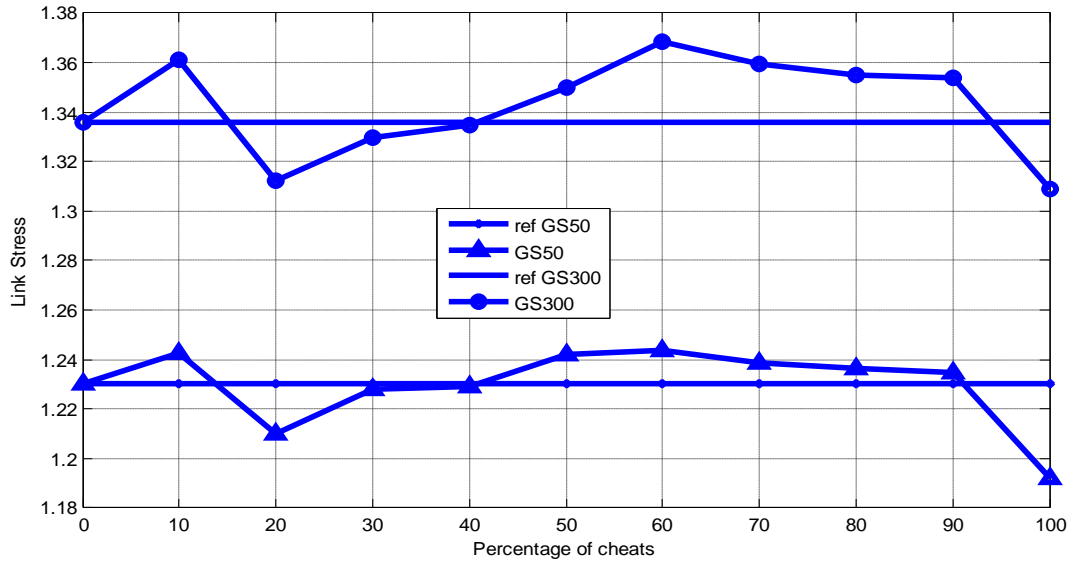
بما أن هذا البارامتر يرتبط بالبارامتر السابق على اعتبار أنه يرتبط بالتأخير الزمني، لذا فإننا سنحصل على نتائج مشابهة للبارامتر السابق وهو ما يؤكد النتائج التي حصلنا عليها للقيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية.

#### 4-1-3-4. الإجهاد الوسطي للوصلة Average Link Stress:

يتم قياس هذا البارامتر اعتماداً على الوصلة الفيزيائية، ويحدد توزع هذا البارامتر فيما إذا كان الحمل موزعاً بشكل عادل، فإذا لم يكن ذلك محققاً فسيتركز ازدحام الشبكة على طول وصلات فيزيائية معينة مما يسبب إجهاداً شديداً على هذه الوصلات، يمكن أن يصل إلى حد الإشباع و يؤدي إلى فقدان بعض البيانات، والحالة المثلى هي أن تكون قيمة إجهاد الوصلة مساوية للواحد. ولصعوبة الدراسة نثبت الشبكة بعد مرور 2/3 من زمن الجلسة ونحسب الإجهاد الوسطي للوصلة بالعلاقة [1]:

$$average\ stress = \frac{\sum_{i=0}^i stress\ value(i) \cdot i}{\sum stress\ value} \quad (2)$$

ويبين الشكل (12) المنحنيات البيانية الممثلة لعلاقة الإجهاد الوسطي للوصلة مع عدد عقد مقداره 100 و 300 عقدة في شجرة التغطية وبوجود عقد صادقة فقط وهو ماسمي بـ ref وكذلك في حالة وجود نسب مختلفة للعقد الغشاشة. وبالنتيجة كما نلاحظ من الشكل بأن الغش لا يمتلك تأثيراً مهماً على هذا البارامتر باعتباره يتعلق بالوصلات الفيزيائية وليس بالشجرة المبنية، فمثلاً من أجل حجم مجموعة مقداره 100 عقدة يكون الإجهاد الوسطي للوصلة للجلسة المرجعية (وهي حالة عدم وجود عقدة غشاشة) هو 1.23 وهو يتغير بين 1.2 و 1.24 في حالة وجود العقد الغشاشة.

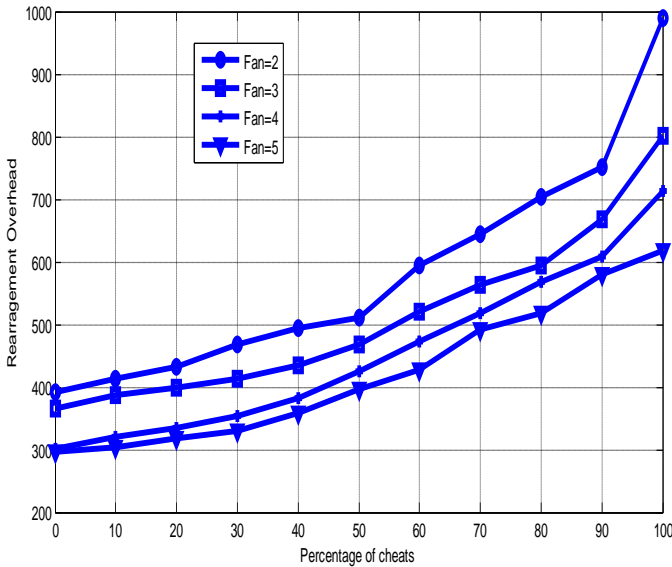


الشكل (12): علاقة الإجهاد الوسطي للوصلة في خوارزمية برايم مع عدد عقد مقداره 100 و 300 عقدة.

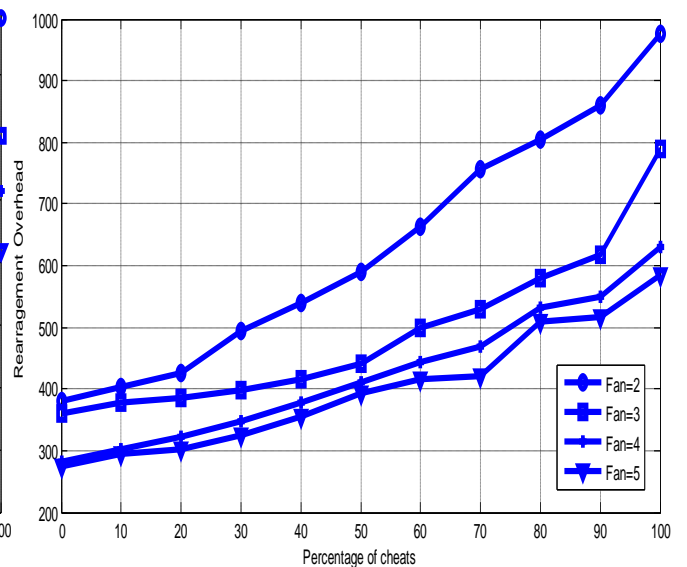
#### 2-3-4. نتائج السيناريو الثاني

#### 1-2-3-4. حمل إعادة الانضمام :Rearrangement Overhead

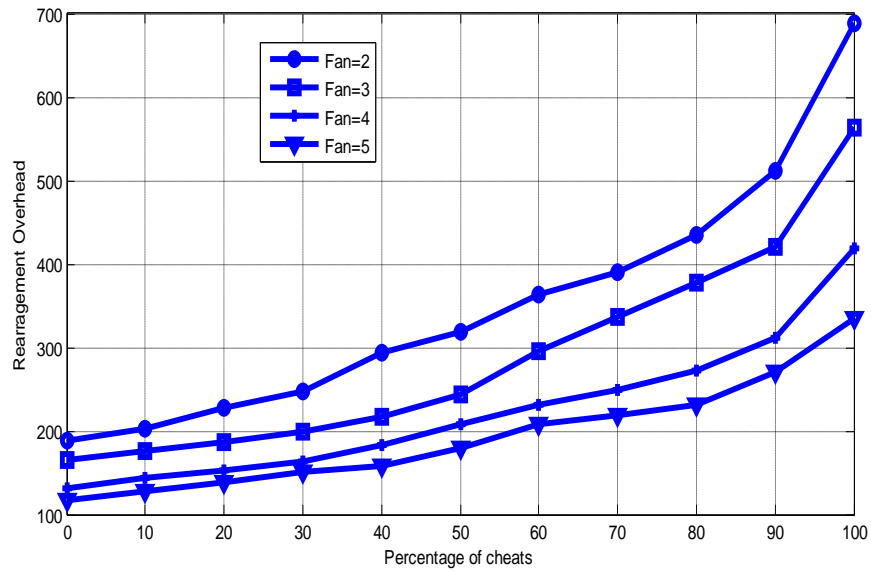
يبين الشكل (13) الحمل الإضافي لإعادة تنظيم شجرة التغطية من أجل عدة قيم لعدد الأبناء الأعظمي عند تتويع (تغيير) نسبة العقد الغشاشة في الجلسة ومن أجل حجم جلسة مقداره 100 عقدة. يمكن أن نلاحظ زيادة هامة وكبيرة في الحمل الإضافي لإعادة التنظيم عند وجود العقد الغشاشة في الجلسة، وهذا يُظهر بأن لعدد العقد الغشاشة تأثيراً سلبياً هاماً على استقرار شجرة التغطية بغض النظر عن الخوارزمية المستخدمة لبناء شجرة التغطية.



(b)



(a)

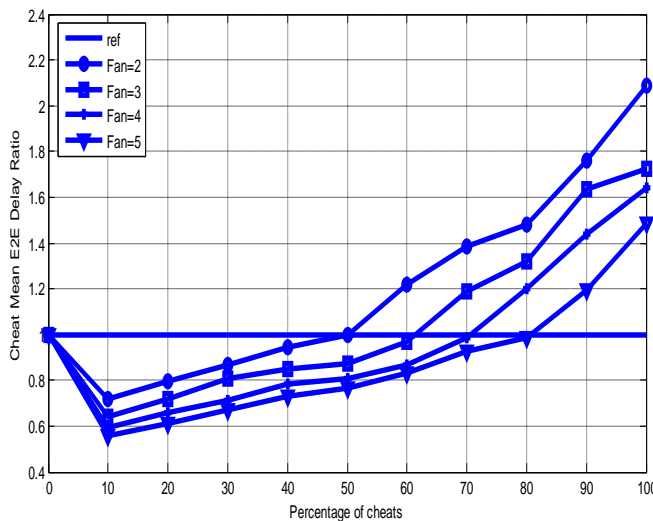


(c)

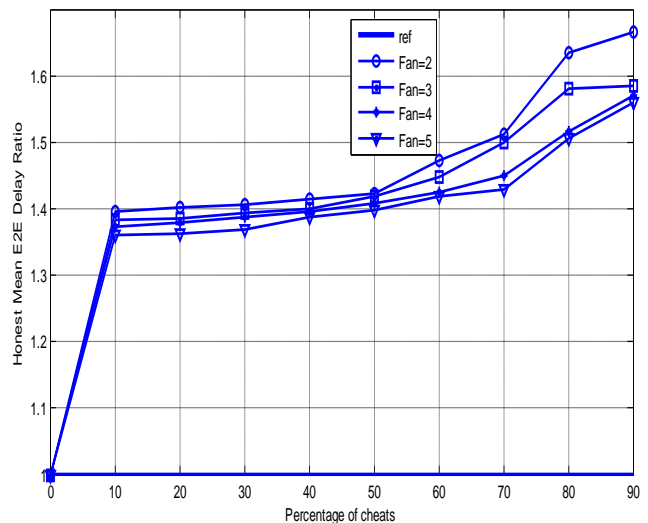
الشكل (13): علاقة حمل إعادة الانضمام مع عدد العقد في شجرة التغطية وينسب غش مختلفة (a) لخوارزمية كروسكال (b) لخوارزمية برايم (c) للخوارزمية الهرمية العنقودية

#### 2-2-3-4. القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية Mean end to end delay:

تستعرض الأشكال 14 (a,b) و 15 (a,b) و 16 (a,b) تأثير العقد الغشاشة على القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية من أجل العقد الغشاشة والعقد النزيهة على التوالي من أجل حجم مجموعة متوسط قدره 100 عقدة ويعدد أبناء متغير وللخوارزميات الثلاث على التوالي.

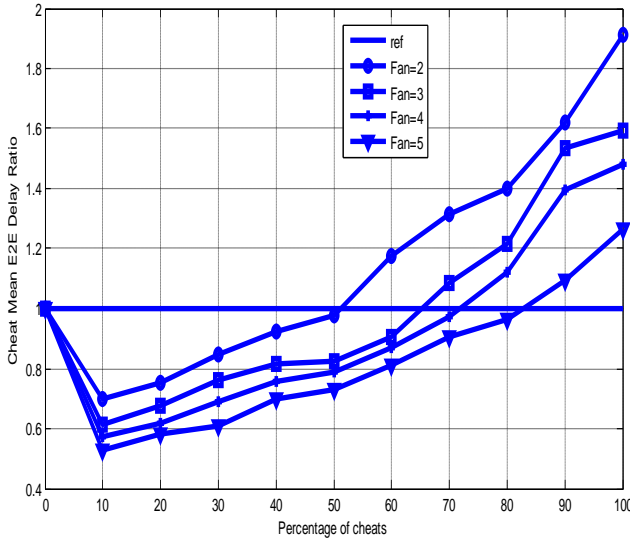


(b)

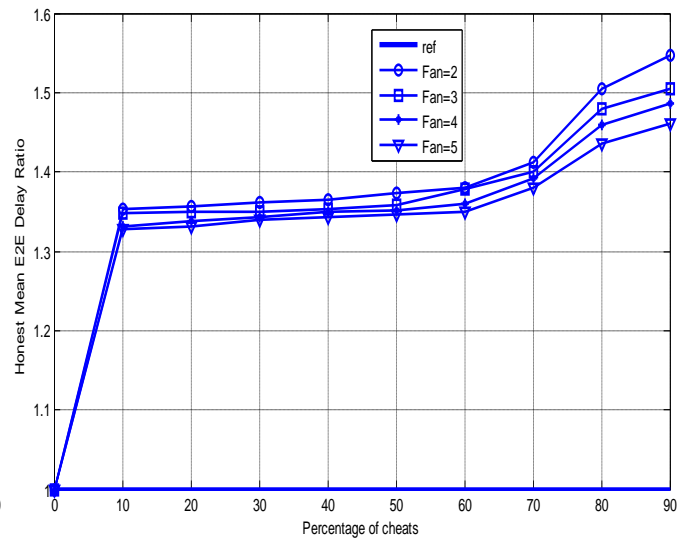


(a)

الشكل (14): القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية من أجل خوارزمية كروسكال: (a) للعقد الصادقة (b) للعقد الغشاشة.

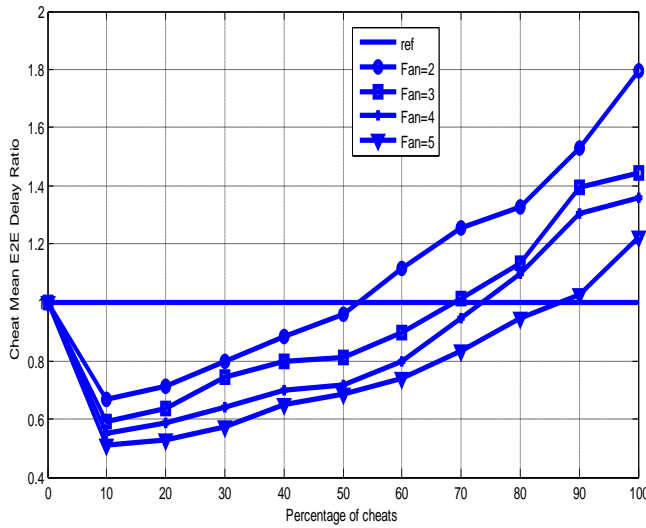


(b)

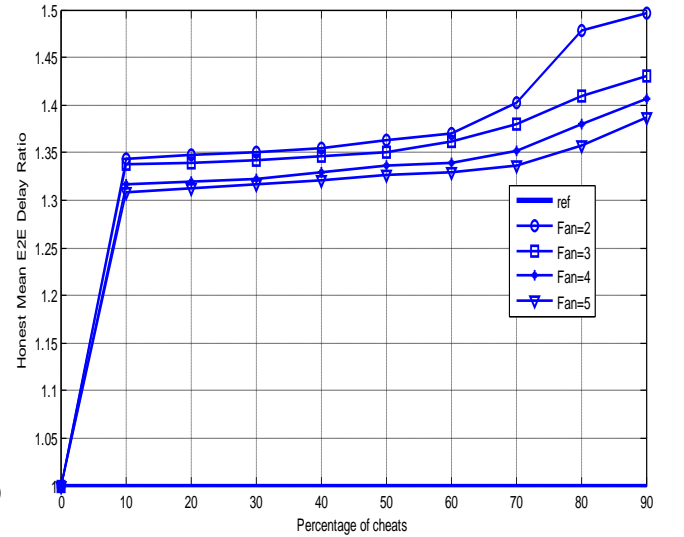


(a)

الشكل (15): القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية من أجل خوارزمية برايم: (a) للعقد الصادقة (b) للعقد الغشاشة.



(b)



(a)

الشكل (16): القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية من أجل الخوارزمية الهرمية العنقودية: (a) للعقد الصادقة (b) للعقد الغشاشة.

يمكن أن نلاحظ أن القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية من أجل العقد الصادقة يزداد عند وجود عدة مستخدمين غشاشين في الجلسة، ويصبح هذا التدهور أكثر أهمية مع ازدياد عدد العقد الغشاشة. وهذا نتيجة لواقع أن هذه العقد ستتحرك باتجاه الأسفل بعيداً عن المنبع. كما نلاحظ بأن العقد الغشاشة ستحسن مقدار تأخيرها لعقدة على اعتبار أنها قادرة على الاتصال قريباً من المنبع. كما يمكن أن نستنتج أن التأثير السلبي للعقد الغشاشة على القيمة الوسطية للتأخير من نهاية إلى نهاية لا يعتمد على حجم المجموعة وإنما يزداد بزيادة عدد الأبناء الأعظمي المسموح بهم لكل عقدة ضمن الشجرة. مثلاً، من أجل عدد أبناء أعظمي مكافئ لـ 4 و 5، فإن 70% و 80% تقريباً من العقد الغشاشة على الترتيب ستحسن تأخيرها لعقدة في شجرة التغطية.



## الاستنتاجات والتوصيات:

- قمنا في هذا البحث بدراسة تأثير الغش على الخوارزميات الأساسية لبناء أشجار التغطية في الشبكات التطبيقية متعددة البث، وأثبتنا من خلال إجراء المحاكاة باستخدام بيئة المحاكاة Python مايلي:
1. تخفض العقد الغشاشة بشكل واضح من أداء واستقرار شجرة التغطية المبنية بغض النظر عن الخوارزمية المستخدمة للبناء.
  2. تستفيد العقد الغشاشة من سلوكها الأناني فقط إذا كان عددها قليلاً ضمن الجلسة، وإلا فإنها تفقد هذه الاستفادة بسبب التنافس فيما بينها.
  3. لا يتعلق التأثير السلبي للعقد الغشاشة على أداء الشجرة المبنية على حجم المجموعة وإنما على عدد الأبناء الأعظمي المسموح به لكل عقدة.
  4. لا يؤثر الغش بشكل واضح على بارامتر الإجهاد الوسطي للوصلة لأنه يرتبط بالوصلات الفيزيائية وليس بشجرة التغطية المبنية.
- وبالنتيجة نجد أن الغش تأثير واضح على أداء واستقرارية شجرة التغطية المبنية بغض النظر عن الخوارزمية المستخدمة لبناء هذه الشجرة، وينصح باستخدام عدد أبناء منخفض (حسب التطبيق المراد تنفيذه) لتخفيض مقدار الاستفادة للعقد الغشاشة من غشها.

## المراجع

- [1] Ayman El-Sayed. "Application-Level Multicast Transmission Techniques Over The Internet". PhD thesis, INRIA Rhne Alpes, March (2004).
- [2] C. Diot, B.N. Levine, B. Lyles, H. Kassem, and D. Balensiefen. "Deployment issues for the IP multicast service and architecture". IEEE Network, 14:78-88, February (2000).
- [3] Zhiye Huang, Jinxiang Peng and Jian Zhang, "The application level Multicast Technique Algorithms Oriented to P2P video", Applied Mechanics and Material, vol.8, no. 303-306, pp: 2260-2264, January 2013.
- [4] <https://networkx.lanl.gov/wiki>
- [5] Kanishk Kunal, "Top Programming Languages in 2014", IEEE Spectrum's Ranking, July 2014.
- [6] K. Almeroth and M. Ammar. "Collecting and Modelling the Join/Leave behaviour of Multicast Group Members in the Mbone". In 5th International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC'96), pages 209–216, Syracuse, NY, USA, August (1996).
- [7] K. Almeroth and M. Ammar. "Multicast group behaviour in the internet's multicast backbone (mbone)". IEEE communications Magazine, 35:124-129, june (1997).
- [8] S. Fahmy and M. Kwon. "Characterizing Overlay Multicast Networks". In Proceedings of the IEEE International Conference On Network Protocols (ICNP), pages 61–70, Atlanta, Georgia, USA, November 2003.
- [9] L. Mathy, N. Blundell, V. Roca and A. El-Sayed, "Impact of Simple Cheating in Application-Level Multicast". In Proceedings of IEEE INFOCOM'04, Hong Kong, China, Mar 2004. Vol.2, PP: 1318-1328.
- [10] A. El-Sayed, "Cheating Avoidance Algorithms for an Overlay Multicast Protocol". 17<sup>th</sup> International Conference on Computer Theory and Applications, Alexandria, Egypt, September 2007.

- [11] D. Li, Yong Cui, Ke Xu, and Jianping Wu, “*Impact of receiver cheating on the stability of alm tree*”. In *Global Telecommunications Conference, 2005. GLOBECOM '05. IEEE, Vol.2*, St Louis, Missouri, USA, Nov/Dec. 2005.
- [12] A. Habib and J. Chuang, “*Incentive Mechanism for Peer-to-Peer Media Streaming*”. In *Proceedings of IWQOS'04, the Twelfth IEEE International Workshop on Quality of Service*, Montreal, Canada, June 2004. PP: 171-180.
- [13] B. Zhang, S. Jamin, and L. Zhang. “*Host Multicast: A Framework for Delivering Multicast to End Users*”. In *The 21st Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (IEEE INFOCOM'02)*, volume 3, pages 1366–1375, New York, USA, June 2002.
- [14] L. Mathy, R. Canonico, and D. Hutchison. “*An Overlay Tree Building Control Protocol*”. In *Third International Workshop on Network Group Communication (NGC)*, pages 76–87, London, UK, November 2001.
- [15] Y. H. Chu, S. G. Rao, S. Sechan, and H. Zhang. “*Enabling Conferencing Applications on the Internet using An Overlay Multicast Architecture*”. In *ACM SIGCOMM'01*, San Diego, California, USA, August 2001.
- [16] A. El-Sayed. “*A New Approach for Centralized End-System Multicast Protocol*”. *International Journal of Information Acquisition(IJIA)*, 3(1):77–84, March 2006.
- [17] M. Kwon and S. Fahmy. “*Topology-Aware Overlay Networks for Groupe Communication*”. In *Proceedings of ACMNOSSDAV*, pages 127–136, Miami Beach, Florida, USA, May 2002.
- [18] S. Banerjee and B. Bhattacharjee. “*Analyse of the NICE Application Layer Multicast Protocol*”. Technical Report UMIACS TR 2002-60 and CS-TR 4380, Department of Computer Science, University of Maryland, College Park, USA, June 2002.
- [19] D. Tran, K. Hua, and T. Do. “*ZIGZAG: An Efficient Peer-to-Peer Scheme for Media Streaming*”. In *The 22nd Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (IEEE INFOCOM'03)*, volume 2, pages 1283–1292, San Francisco, USA, April 2003.
- [20] Krzysztof Stachowiak, Tytus Pawlak and Maceij Piechowiak, “*Performance Evaluation of Multicast Overlay Routing Protocols*”, *Image Processing & Communication*, 17(1-2): 19-32, January (2013).