مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (4) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (4) 2014

# نموذج ديناميكي لإدارة عرض الحزمة في الشبكات الخليوية المعتمدة على بروتوكولCellular IP

**الدكتور محمد حجازية***
**رشا شباني****

**(تاريخ الإيداع 23 / 2 / 2014. قُبِل للنشر في 23/ 7 / 2014)**

## □ ملخّص □

تعاني الشبكات الخليوية من مشكلة تقديم خدمة بجودة عالية لكافة المستخدمين نظراً للضغط الكبير عليها، ومع تزايد عدد المستخدمين يتزايد الطلب على الانترنت عن طريق الخليوي خصوصاً بعد التطور التكنولوجي الكبير الذي يشهده عصرنا الحالي. بانتقال المستخدم بين منزله و مكان عمله يحتاج إلى شبكة تؤمن له اتصالاً بمستوى جودة مقبول على الأقل وبأقل احتمال ممكن لانقطاع اتصاله. تقدم الشبكات الخليوية المعتمدة على بروتوكول الانترنت Cellular IP Networks حلاً جيداً لكونها تدعم المستخدمين ذوي قابلية التحرك الكبيرة، لكن مع ازدياد حاجة المستخدمين و تنوعها (تحميل ملفات، مشاهدة فيديو، إرسال بريد الكتروني...) تظهر الحاجة إلى إيجاد طرق فعالة لتحسين جودة الخدمة المقدمة في هذه الشبكات.

يعتبر عرض الحزمة من أهم العوامل المؤثرة في جودة الخدمة، لذا نقترح في هذا البحث طريقة لإدارة عرض حزمة الشبكة الخليوية المعتمدة على بروتوكول الانترنت عن طريق استعارة جزء من عرض الحزمة المقدم للمستخدمين في الزمن غير الحقيقي باستخدام خوارزمية الأسراب، والحفاظ على عرض حزمة معين في الاتصالات الجارية في الزمن غير الحقيقي ضمن الخلية الهدف، والذي يشكل عتبة أمان لهذه الاتصالات بحيث لا ينخفض عرض الحزمة المخصص لها إلى أقل من هذه العتبة مما يحميها من الانقطاع .

يرتكز البحث على نمذجة عملية التسليم وتطبيق النموذج المقترح للوصول إلى أفضل نتيجة تؤمن أقل نسبة قطع لعملية التسليم وأقل نسبة لحجبها.

**الكلمات المفتاحية:** الشبكات الخليوية المعتمدة على برتوكول الانترنت، جودة الخدمة، استعارة عرض الحزمة، عملية التسليم، خوارزمية الأسراب.

* مدرس– قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.
** طالبة دراسات عليا –قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين، اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (4) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (4) 2014

# Dynamic model for bandwidth management in Cellular IP Networks

**Dr. Mohammed Hijazieh***
**Rasha Shbani****

**(Received 23 / 2 / 2014. Accepted 23 / 7 / 2014)**

## □ ABSTRACT □

Providing a good Quality of Service (QoS) for all users is a big challenge in Cellular Networks. As soon as the number of users increases, the demand on Internet service increases too, especially with using the current technology of today. While on move, a user needs Internet connectivity with good Quality of Service and minimum call dropping probability.

Cellular IP presents a good solution mobility as it supports highly mobile users. Users' needs are becoming larger and more multifarious (files downloading, video streaming, sending an e-mail….); there for the need for efficient way to improve QoS is necessity.

Bandwidth is the most important factor in Cellular IP Networks. For improving QoS in Cellular IP Networks, a model for bandwidth management is presented in this paper. The model presented here is based on borrowing bandwidth reserved to non-real-time users using Particle Swarm Optimization (PSO). The proposed model preserves a low bandwidth threshold for the ongoing non-real-time calls. This threshold is the security limit that keeps non-real-time calls from being dropped. This research models handoff process and proposes a technique that gives the lowest percentage of dropped and blocked handoffs. Simulation results show the efficacy of the proposed model.

**Key words:** Cellular IP Networks, Quality of Service (QoS), Bandwidth Borrowing, Handoff, Particle swarm optimization (PSO).

*Assistant Professor, Department of Computer and Automatic Control Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
**Postgraduate Student, Department of Computer and Automatic Control Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

## مقدمة:

اقتُرِح بروتوكول الانترنت Cellular IP عام 1999 من قبلAndras G. Valko [8,11] . وهو بروتوكول للتعامل مع المضيفين الخليويين ذوي قابلية التحرك الكبيرة highly mobile hosts. يتميز هذا البروتوكول بأنه متماسك البنية robust، وبسيط simple ومرنflexible. يسمح هذا البروتوكول بعدد كبير من المستخدمين لأنه يفصل بين المستخدمين الفعالين و غير الفعالين في الشبكة، كما أنه لا يحتاج إضافة أي تعديل على صيغة الرزم ولا يحتاج إلى عملية تغليف encapsulations[11].

أدى استخدام هذا البروتوكول إلى تطوّر نوعيّ في قدرة الشبكات اللاسلكية على دعم قابلية التحرك الكبيرة للمستخدمين. ولم تعد هناك حاجة إلى تحديث عنوان المضيف (IP Address) في العميل الأساسي Home Agentعند انتقال المستخدم ضمن الشبكة[8]. لكن نتيجة التطور التكنولوجي الكبير الذي يشهده عصرنا الحالي، ازداد الطلب على الانترنت عن طريق الخليوي بشكل كبير وتنوعت حاجات المستخدمين، لذا كان لا بد من تطوير الشبكات الخليوية المعتمدة على بروتوكول الانترنت لتلبي الحاجات المختلفة والمتزايدة لجميع المستخدمين.

يعتبر عرض حزمة الشبكة من أهم العوامل المؤثرة على جودة الخدمة ويعمل الباحثون على إيجاد الطرق المثلى لإدارة عرض الحزمة بما يؤمن أعلى مستوى من الجودة لخدمة المستخدمين .

تعد الخوارزميات التطورية أحد فروع الذكاء الصنعي وهي تحاكي التوزع الطبيعي لبعض الكائنات الحية [5]. تعتمد هذه الخوارزميات في آلية عملها على التقنيات الحيوية كإعادة الانتاج reproduction ، إعادة التجميع recombination وآلية الاصطفاء selection . هناك العديد من الخوارزميات التطورية منها: خوارزمية النمل، خوارزمية الأسراب، خوارزمية النحل، الخوارزمية الجينية. وقد أثبتت هذه الخوارزميات قدرتها على تقديم الحل الأمثل في العديد من المجالات خصوصاً في الانظمة التي تحوي فضاء بحث كبيراً [2,5]

## أهمية البحث و أهدافه:

تأتي أهمية هذا البحث من كونه يقدم طريقة فعالة لرفع مستوى جودة الخدمة المقدمة في الشبكات الخليوية المعتمدة على بروتوكول الانترنت، بهدف تقليل احتمال قطع عملية التسليم handoff dropping probability (HDP) وحجبها handoff blocking probability (HBP) أثناء انتقال المستخدم من خلية لأخرى ضمن الشبكة، وذلك عن طريق استخدام إحدى الخوارزميات التطورية ( خوارزمية الأسراب) في إدارة عرض حزمة الشبكة بالشكل الأمثل.

## طرائق البحث ومواده:

يقوم البحث على نمذجة شبكة خليوية معتمدة على بروتوكول Cellular IP ومحاكاة لعملية التسليم ضمن الشبكة وذلك وفقاً لحركة عشوائية لعدد محدد من المستخدمين ومن ثم تطبيق الخوارزمية المقترحة بصيغتها الرياضية للوصول إلى الحل الامثل للمشكلة المطروحة. تم إنجاز هذا البحث باستخدام مجموعة من البرمجيات المناسبة وذلك في الفترة ما بين 2013/6/1 و 2014/1/31 .

**1- عملية التسليم Hand off:**

تعرّف عملية التسليم بأنها تغيير نقطة الوصول أثناء عملية إرسال البيانات أو استقبالها من قبل المضيف الفعال (Active Host) وبمعنى أوضح يمكن اعتبارها انتقال المستخدم من خلية إلى أخرى ضمن الشبكة أثناء قيامه بأي عملية تراسل للبيانات.

يوجد نوعان من التسليم[1]:

-التسليم الحرج Hard Handoff

-التسليم نصف الناعم Semi-Soft Handoff

تعتبر عملية التسليم handoff من أهم العمليات التي تجري ضمن الشبكة الخليوية والتي تحدد آلية انتقال المستخدم من خلية لأخرى. إن عرض الحزمة المتاح في الخلية الجديدة هو العامل الأهم في عملية التسليم.

ينقسم مستخدمو الشبكة الخليوية حسب زمن عملية التراسل إلى نوعين من المستخدمين :

1- مستخدمون في الزمن الحقيقي real time users

2- مستخدمون في الزمن غير الحقيقيnon real time users

عندما ينتقل أحد المستخدمين من خلية لأخرى فإن عملية التسليم تتم بنجاح في حال كانت الخلية الهدف تمتلك عرض حزمة كافٍ، لكن في حالة الضغط على الشبكة فإن تزاحم المستخدمين من كلا النوعين على عرض الحزمة يؤدي إلى قطع بعض الاتصالات الجارية، أو حجب بعض المستخدمين عن الاتصال.

إن القليل من التأخير الزمني أثناء إرسال رسالة بريد الكتروني أو أثناء تصفح موقع ما لن يشكل عبئاً كبيراً على المستخدم، لكن هذا التأخير يسبب إزعاجاً كبيراً أثناء أي عملية تراسل في الزمن الحقيقي . إذا أخذنا بالحسبان أن المستخدم في الزمن غير الحقيقي يمكن أن يتحمل قدراً من التأخير الزمني أثناء عملية التراسل، نستطيع عندئذ أن نعطي الأولوية في التراسل للمستخدمين في الزمن الحقيقي، وبالتالي إذا قمنا باستعارة جزء من عرض الحزمة المخصص للمستخدمين في الزمن غير الحقيقي و خصصناه للمستخدمين في الزمن الحقيقي، فإن ذلك سيحسن من جودة التراسل في الزمن الحقيقي ويخفف من عبء الضغط على الشبكة [12]. يعتبر وجود عرض حزمة صغير ضمن الخلية الهدف كافيا لقبول أي اتصال في الزمن غير الحقيقي، وإذا تم الحفاظ على عرض حزمة صغير ضمن كل اتصال في الزمن غير الحقيقي فإنه سيشكل عتبة أمان للاتصالات في الزمن غير الحقيقي الموجودة في الخلية يحميها من الانقطاع. تعد إدارة عرض حزمة الشبكة الخليوية مشكلة ذات درجة تعقيد كبيرة (NP class of the problems)[2]،لذا فإن أساليب البرمجة التقليدية لا تعطي حلولاً مثلى، بالتالي تظهر الحاجة إلى خوارزمية قادرة على استيعاب المشكلة، وإعطاء حل مناسب يكون أمثلياً بأكبر قدر ممكن.

تعد خوارزمية الأسراب إحدى الخوارزميات التطورية والتي تعتمد على تقنيات الذكاء الصنعي. تحاكي هذه الخوارزمية الحركة العشوائية الطبيعية لأسراب الطيور وجماعات الأسماك [5]. بالاعتماد على التشابه بين حركة العناصر ضمن الأسراب و توزيع عرض الحزمة تبعاً لحركة المستخدمين ضمن الشبكة، يمكن تطبيق خوارزمية الأسراب للحصول على التوزع الأفضل لعرض الحزمة المتاح بين جميع المستخدمين في الشبكة .

تقدم الدراسات العديدة حلولاً متنوعة لتحسين جودة الخدمة المقدمة في الشبكات الخليوية، فقد ارتكز Fekri M. A. Abduljalil وآخرون في رفع جودة خدمة الشبكات الخليوية المعتمدة على بروتوكول الانترنت على تحسين آلية التسليم [1]، فقد قدم طريقة للتسليم تتمحور بإعادة توجيه الرزم من محطة حجز الخلية القديمة إلى محطة

حجز الخلية الجديدة التي انتقل إليها المستخدم ريثما يتم تحديث معلومات مساره في الشبكة. وقد أعطت الطريقة المقترحة أداءً جيداً باستخدام بروتوكول UDP مع معدل ثابت لنقل البيانات حيث لم يكن هناك أي خسارة أو مضاعفة لرزم البيانات، إلا أن أداء التسليم نصف الناعم Semi-soft Handoff كان أفضل في حالة استخدام بروتوكول TCP وذلك بسبب التأخير الناجم عن إعادة توجيه رزم البيانات.

أجرىM.Anbar وآخرون[2] مقارنة بين استخدام خوارزمية الأسراب والخوارزمية الجينيةGenetic algorithm في مخطط لإدارة عرض حزمة الشبكات الخليوية المعتمدة على بروتوكول الانترنت، بهدف تقليل احتمال قطع الاتصال. أظهرت النتائج فعالية كلا الخوارزميتين إلا أن الخوارزمية الجينية تفوقت على خوارزمية الأسراب والسبب يعود إلى أن خوارزمية الأسراب تفتقر إلى عملية العبور crossover مما يجعل العناصر ضمنهالا تتأثر ببعضها البعض إنما تتأثر فقط بقيمها المثلى، بينما يحدث تبادل جوهري بين العناصر في الخوارزمية الجينية.

طرحShashi Bhushan وآخرون [3] فكرة استخدام نموذج ديناميكي موزع مع تسامحية للأخطاء لتخصيص القناة باستخدام الخوارزمية الجينية لرفع جودة الخدمة في الشبكات الخليوية ، إلا أن الباحثان طرحا الفكرة دون نتائج تجريبية.

أظهرت الدراسة التي قام بها [4]Bartlomiej Blaszczyszyn أثر التعتيم Shadowing على جودة الخدمة المقدمة في الشبكات الخليوية اللاسلكية، حيث تمت الدراسة بأسلوب تحليلي باستخدام النسخة الفراغية من Erlang's loss formula مع خوارزمية Kaufman-Roberts بهدف تقليل احتمال حجب الاتصال call blocking . وأثبتت أنه من أجل تعتيم قوي كاف في بعض أنظمة الاتصالات لايزال احتمال حجب الاتصال قائما إلا انه أقل من الحالة التي هي بدون تعتيم.

قام S.M. ELseuofi[6] بتحسين جودة الخدمة في شبكات الإرسال المتعدد Multicast وذلك بالبحث عن الحل الأمثل لعملية التوجيه. اعتمد على خوارزمية الأسراب في إيجاد شجرة الإرسال المتعدد ذات الكلفة الأقل والتي تأخذ بعين الاعتبار بارامترات جودة الخدمة لكل نوع من الخدمة (Class of Service (CoS، وقد استطاع تسريع استجابة الشبكة نتيجة التقارب السريع للخوارزمية، وأعطى الحل المقترح فعالية في مواجهة أي تغير يطرأ على بيئة الشبكة كالازدحام congestion أو فشل أحد الموجهات router failure.

أماChenn-Jung Huang وآخرون [7] فقد قدموا مقارنة بين استخدام خوارزمية الأسراب و خوارزمية آلة شعاع الدعمSupport vector machines في مخطط لحجز عرض الحزمة في الشبكات الخليوية . عملت الدراسة على تخفيض احتمال حجب الاتصال call blocking probability عن طريق تقنية استعارة القناة channel borrowing technique من الخلايا المجاورة. بالنتيجة أظهرت كلا الخوارزميتين أداءً جيداً في حجز عرض الحزمة إلا أن خوارزمية الأسراب أبدت سرعة أكبر في المعالجة مما يجعلها خوارزمية مناسبة لتطبيقات الزمن الحقيقي.

اقترح J. D. Mallapur وآخرون [9] نموذجاً لتحسين جودة الخدمة في شبكات الوسائط المتعددة اللاسلكية عن طريق إدارة العازل buffer management باستخدام المنطق الضبابي، تم في هذا النموذج تخصيص العازل buffer allocation بالاعتماد على العوامل الثلاث التالية :Priority الأفضلية – rate of flow معدل التدفق – packet size حجم الرزمة .أعطى النموذج المقترح أداءً أفضل من النموذج المعتمد على المخطط التقليدي المعتمد على مبدأ التخصيص الساكن للعازل static buffer allocation.

وضع D. S. Shu'aibu وآخرون [10] نموذجاً لرفع جودة الخدمة المقدمة في شبكات WiMAX وذلك عن طريق تخصيص الحاملة الفرعية subcarrier allocation باستخدام خوارزمية الأسراب. قورن النموذج مع نماذج مطروحة سابقاً وقد أعطى معدل أقل بنسبة 22.5% لاستخدام وحدة المعالجة المركزية central processing unit (CPU) .

عمل RolandZander وآخرون [12]على تحسين جودة الخدمة بإدارة عرض حزمة الشبكات الخليوية عن طريق الجمع بين استعارة وحجز عرض الحزمة combining bandwidth borrowing and reservation، تم تطبيق تابع لتخفيض عرض الحزمة المخصص للمستخدمين في الزمن غير الحقيقي تبعاً ليكون أقل حد مسموح به لقبول أي اتصال في الزمن غير الحقيقي هو نصف عرض الحزمة الذي يتطلبه ذلك الاتصال . استخدمت الدراسة شبكة مؤلفة من 100 خلية سداسية ونوعين من المكالمات (صوتية عادية – ذات جودة صوت منخفضة)، أعطت الطريقة المستخدمة نتائج جيدة من حيث إدارة عرض الحزمة بشكل فعال و زيادة مرونة الشبكة لكن كان هناك تعقيد في المعالجة و زيادة في عملية التراسل .

مما سبق نجد أن الأبحاث [2,7,12] اعتمدت على إدارة عرض حزمة الشبكة، بينما اعتمدت بقية الأبحاث على نماذج أخرى لرفع جودة الخدمة المقدمة. استخدمت الأبحاث [2,6,7,10] الخوارزميات التطورية كوسيلة للبحث عن الحل الأفضل للمشكلة المطروحة، طرح البحثان [2,7] فكرة استعارة عرض الحزمة من الخلايا المجاورة للخلية الهدف، بينما طرح البحث [12] فكرة استعارة عرض الحزمة من المستخدمين في الزمن غير الحقيقي عن طريق تطبيق تابع لتخفيض عرض الحزمة المخصص لكل منهم.

نقترح في هذا البحث نموذجاً لتحسين جودة الخدمة في الشبكات الخليوية المعتمدة على بروتوكول الانترنت وذلك بالعمل على تقليل قطع وحجب عملية التسليم إلى أقل قدر ممكن عن طريق إدارة عرض حزمة الشبكة باستخدام خوارزمية الأسراب. سيتم الأخذ بالاعتبار قبول الاتصال في الزمن غير الحقيقي ضمن الخلية الهدف بالحد الأدنى المقبول لعرض الحزمة ( أقل حد هو العتبة المستخدمة) وذلك في حال كان عرض الحزمة المتاح ضمن الخلية الهدف أقل من عرض الحزمة الذي يتطلبه المستخدم، وسيتم الحفاظ على عتبة أمان لمنع قطع الاتصالات في الزمن غير الحقيقي الجارية ضمن الخلية الهدف.

**2- خوارزمية الأسراب الأمثلية:Particle swarm optimization**

وضع العالمان Dr.Eberhart و Dr.Kennedy نموذج الخوارزمية في عام 1995[5] ، وهذا النموذج مستوحىً من السلوك الاجتماعي لأسراب الطيور و جماعات الأسماك أثناء تنقلها من مكان لآخر.

تقوم هذه الخوارزمية على تجمع population من العناصر يعتمد في سلوكه بشكل أساسي على تقنيات الأَمثلة optimizationالمعتمدة على الإحصاء الرياضي . يتكون هذا التجمع من مجموعة من العناصر particles، التي تمثل مجموعة من حلول النظام المعتبر .

هدف الخوارزمية هو الحصول على الحل الأمثل للمشكلة عبر محاكاة سلوكيات الطيور في البحث عن المصدر الأفضل للطعام وبالتالي فإن اي نظام يعتمد على هذه الخوارزمية سيتشكل في البداية من تجمع عشوائي من الحلول العشوائية ، ويتم البحث ضمن هذا التجمع عن الحل الأمثل من خلال اتباع العناصر الأفضل . يتم تحديث كل عنصر من العناصر ضمن التجمع عبر اتباع القيم المثلى التالية:

(Pbest (particle best: تمثل أفضل قيمة ملائمة مر بها العنصر أثناء حركته ضمن السرب.

(Gbest (global best : تمثل افضل قيمة ملائمة ضمن السرب.

بعد ايجاد القيم الافضل يعدل كل عنصر سرعته وموضعه وفق المعادلتين :[5,7]

$$v(t) = v(t=1) + c_1 * rand() * (Pbest - Present) + c_2 * rand() * (Gbest - Present) \quad (1)$$

$$Present(t) = Present(t-1) + v(t) \quad (2)$$

حيث أن v : تمثل سرعة العنصر particle velocity.

persent : يمثل موضع العنصر

rand(): عدد عشوائي يقع ضمن المجال [0,1]

c1, c2 : معاملات التسارع ، وعادة ما تحمل القيم c1 = c2 = 2.

نلاحظ من المعادلتين السابقتين مايلي :

في المعادلة الأولى : تتأثر السرعة الناتجة عن المعادلة الاولى بثلاث عوامل وهي :

- السرعة في اللحظة السابقة
- أفضل وضعية قد مر بها العنصر على الاطلاق
- أفضل وضعية على مستوى السرب ككل.

في المعادلة الثانية : كل عنصر ضمن السرب سيغير موضعه إلى موضع جديد ، هذا التغير مرتبط بشكل وثيق بالسرعة.

تبقى العناصر في حلقة تحديث مستمرة لسرعتها و مواضعها حتى تتقارب الخوارزمية إلى النتيجة الأفضل.

**3-3 نموذج البحث:**

يختلف عرض الحزمة الذي يتطلبه كل اتصال حسب نوع الخدمة المطلوبة [7]، يبين الجدول التالي كلا صنفي الاتصالات مع عرض الحزمة الذي يتطلبه كل منها حيث يعبر الصنف الأول عن الاتصالات في الزمن الحقيقي، بينما يعبر الصنف الثاني عن الاتصالات في الزمن غير الحقيقي.

**الجدول(1): خصائص صنفي الاتصالات[7]**

| Traffic class (صنف التراسل) | Bandwidth requirement (عرض الحزمة المطلوب) | Average call duration (مدة الاتصال وسطياً) | Example |
|---|---|---|---|
| Class 1 | 30 Kbps | 3 min | Voice service |
| Class 1 | 256 Kbps | 5 min | Video-phone |
| Class 1 | 1 – 4Mbps | 10 min | Video service |
| Class 2 | 5 – 20 Kbps | 30 s | E –mail ,paging |
| Class 2 | 64 – 512 Kbps | 3 min | Remote login and data on demand |
| Class 2 | 1 – 5 Mbps | 2 min | Ftp |

نلاحظ من الجدول اختلاف عرض الحزمة المطلوب تبعاً لنوع الخدمة المقدمة وقد اعتمدنا في عملية المحاكاة على نوعين فقط مما سبق وذلك باعتبار أن هذين النوعين يتطلبان عرض حزمة أكبر من باقي الاتصالات وهما:

- اتصالات في الزمن الحقيقي : تتطلب عرض حزمة 1 – 4 ميغا بت بالثانية.
- اتصالات في الزمن غير الحقيقي: تتطلب عرض حزمة 1 – 5 ميغا بت بالثانية .

يعتمد النموذج المقترح على مجموعة من النقاط يتم أخذهما بعين الاعتبار و هي:

- إعطاء الأولوية للاتصالات الجارية بكلا نوعيها (في الزمن الحقيقي/ في الزمن غير الحقيقي ) بحيث لا يتم قطع أي اتصال جارٍ، من ثم تأتي أولوية الاتصالات في الزمن الحقيقي، فإذا كان عرض الحزمة المتاح ضمن الخلية الهدف عند قدوم أي اتصال في الزمن الحقيقي، فإنه يتم خدمة هذا الاتصال ولا يتم قطعه أو تخفيض عرض الحزمة المخصص له حتى ينتقل إلى خلية أخرى أو ينتهي تلقائيا، عندها يتم إلغاء حجز عرض الحزمة المخصص له.

- تتم عملية الاستعارة فقط من المستخدمين في الزمن غير الحقيقي، ولن تتم عملية استعارة عرض الحزمة من المستخدم في الزمن غير الحقيقي إلا في حال كان عرض الحزمة الذي سيبقى مخصصاً له بعد الاستعارة أكبر من العتبة المحددة.

- عند ولوج أحد المستخدمين في الزمن الحقيقي إلى خلية ما تقوم محطة الإرسال بحساب عرض الحزمة المطلوب له، فإذا كان عرض الحزمة المتاح في الخلية غير كاف عندها يتم تطبيق خوارزمية الأسراب على المستخدمين في الزمن غير الحقيقي الموجودين ضمن مدى خليتها بالشكل التالي:

1- تهيئة متحولات الخوارزمية بقيمها الابتدائية: باعتبار شعاع الموضع هو عرض الحزمة المخصص لكل عنصر والسرعة الابتدائية هي نسبة عرض الحزمة المخصص للعنصر إلى عرض الحزمة المطلوب.

2- يتم حساب احتمال انقطاع التسليم لكل عنصر بالشكل التالي:

$$HDP = \frac{BW_{req} - BW_{res}}{BW_{req}} \qquad (3)$$

HDP : احتمال انقطاع التسليم.

BWreq: عرض الحزمة الذي يتطلبه المستخدم.

BWres: عرض الحزمة المقدم للمستخدم.

3- بتهيئةPbest لكل عنصر في السرب بقيمة ابتدائية مساوية لعرض الحزمة المخصص له.

4- إيجاد قيمة Gbest وهي قيمة أفضل عرض حزمة مخصص في السرب والتي تقابل أقل احتمال لقطع التسليم بين كل عناصر السرب.

5- حساب السرعة الجديدة لكل عنصر x في السرب حسب المعادلة (1)

6- إذا كان (عرض حزمة المستخدم + السرعة الجديدة ≤عتبة الاستعارة المحددة ) عندها يتم تحديث الموضع حسب المعادلة (2) كذلك تحديث قيمة عرض الحزمة المتاح في الخلية الهدف بالشكل التالي:

$$BW_{av} = BW_{av} - v \qquad (4)$$

BWav: عرض الحزمة المتاح ضمن الخلية الهدف.

V: سرعة العنصر الجديدة.

7- حساب الاحتمال الجديد لانقطاع تسليم كل عنصر في السرب حسب المعادلة (3)

8- إذا كان$HDP(Pbest_i) > HDP(x_i)$ عندها يتم تحديث $Pbest_i$كما يلي:

$$Pbest_i = X_i(BW_{res}) \quad (5)$$

$$\mathbf{HDP(Pbest_i) = HDP(x_i)} \quad (6)$$

9- كذلك بالنسبة لقيمة Gbest، إذا كان $HDP(Gbest_i) > HDP(x_i)$ عندها يتم تحديث $Gbest_i$ كما يلي:

$$\mathbf{Gbest_i = X_i(BW_{res})} \quad (7)$$

$$\mathbf{HDP(Gbest_i) = HDP(x_i)} \quad (8)$$

10- تكرر الخطوات من 5 إلى 9 حتى الحصول على عرض حزمة متاح ضمن الخلية يكون أكبر أو يساوي عرض الحزمة المطلوب أو حتى تتقارب الخوارزمية.

- عند ولوج أحد المستخدمين في الزمن غير الحقيقي إلى خلية ما فإن محطة الإرسال تقوم بنفس الآلية السابقة، وفي حال تم تطبيق خوارزمية الأسراب ولم يكن عرض الحزمة المتاح في الخلية كافيا، عندها تلجأ محطة الإرسال إلى تخديم هذا المستخدم (في الزمن غير الحقيقي) بالحد الأدنى المسموح به وهو عتبة الاستعارة المحددة المستخدمة وذلك إذا كان عرض حزمة الخلية الهدف أكبر من عتبة الاستعارة المحددة، وفي حال كان عرض الحزمة المتاح أقل من عتبة الاستعارة المحددة، عندها تفشل عملية التسليم ولن يتم تخديم المستخدم.

يجدر التنويه إلى أنه يجب اختيار عتبة الاستعارة بحيث تعمل على استعارة أكبر كمية ممكنة من عرض حزمة المستخدمين في الزمن غير الحقيقي، وبنفس الوقت تحافظ على مستوى مقبول من جودة الخدمة للاتصال في الزمن غير الحقيقي الذي يتم الاستعارة منه.

### 3-4 الشبكة المستخدمة و السيناريوهات المدروسة:

تفترض الشبكة الخليوية المستخدمة في النموذج المقترح وجود 30 خلية سداسية متجاورة كما في الشكل التالي :

**الشكل (1) الشبكة المستخدمة**

الاتصال في الشبكة الداخلية يمكن أن يتم بعدة تقنيات وفي هذا البحث نفترض أن النظام المستخدم هو نظام الوصول المتعدد بتقسيم الشيفرة ذو النطاق الترددي العريض WCDMA والذي يسمح بمعدل عالٍ لنقل البيانات مما

يدعم التطبيقات في الزمن الحقيقي. إن بروتوكول Cellular IP يدعم قابلية الحركة على المستوى الميكروي Micro Mobility إلا أنه في هذا البحث تم دراسة الانتقال من خلية إلى أخرى ضمن نفس الشبكة على المستوى الماكروي Macro Mobility وأما الحركية على المستويات الجغرافية الأصغر لم تؤخذ بالاعتبار.

تم اعتماد التوزيع المتساوي لعرض الحزمة على خلايا الشبكة لأغراض تجريبية بحيث يصبح في كل خلية 10-50 ميغابت بالثانية كما ويمكن تطبيق التوزيع العشوائي على نفس النموذج في دراسة أخرى. بداية يوزع المستخدمون بشكل متساوٍ على جميع الخلايا وتحسب النسبة المئوية لاستخدام عرض الحزمةutilization كما يلي:

$$BW_{utilization}\% = \frac{\sum BW\ reserved\ for\ each User}{N * BW_{cell}}\% \quad (9)$$

N : عدد خلايا الشبكة.

$BW_cell$: عرض الحزمة المخصص لخلية واحدة.

من ثم يبدأ كل مستخدم حركته ضمن خلايا الشبكة بحيث تطبق 1000 عملية تسليم في الشبكة ككل خلال مرحلة المحاكاة وذلك بشكل عشوائي بين خلايا الشبكة. عتبة الأمان المختارة تساوي 0.5 Mbps .

تمت دراسة نموذج الشبكة على ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى : دراسة الشبكة السابقة بوجود 10 مستخدمين في الزمن غير الحقيقي و 3 مستخدمين في الزمن الحقيقي في كل خلية.

المرحلة الثانية: زيادة عدد المستخدمين في الزمن الحقيقي ليصبح 6 في كل خلية لنفس الشبكة.

المرحلة الثالثة: زيادة عدد المستخدمين في الزمن الحقيقي ليصبح 9 في كل خلية لنفس الشبكة.

في كل مرحلة مما سبق تم تطبيق السيناريوهات الأربعة التالية:

1-سيناريو لنموذج الشبكة بدون أي تحسينwithout enhancement: أي القيام بعملية تسليم ناجحة فقط في حال كان عرض الحزمة المتاح ضمن الخلية الهدف أكبر أو يساوي عرض الحزمة الذي يطلبه المستخدم.

2-سيناريو الاستعارة باستخدام خوارزمية الأسراب فقط: أي استعارة أكبر كمية ممكنة من عرض الحزمة بشرط ألا ينقطع أي اتصال جارٍ في الزمن غير الحقيقي.

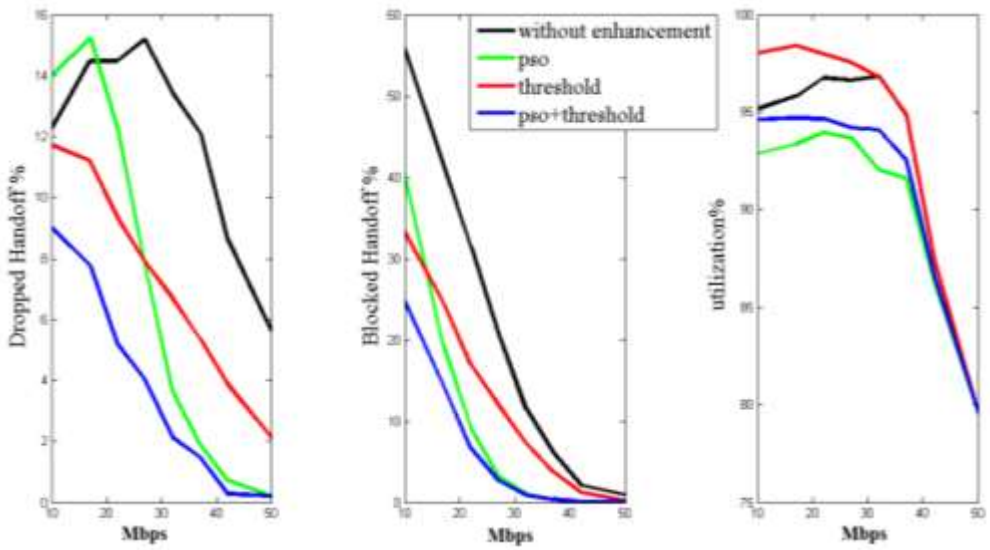
3-سيناريو العتبة threshold: وهو نموذج الشبكة بدون استعارة عرض حزمة لكن أخذنا بعين الاعتبار اتمام عملية التسليم للاتصالات في الزمن غير الحقيقي في حال كانت الخلية الهدف تملك عرض حزمة يساوي على الأقل الحد الأدنى الذي يمكن أن يقبله المستخدم، أي في حال كان عرض الحزمة المتاح أكبر من عتبة محددة لكنه غير كافٍ لطلب المستخدم في الزمن غير الحقيقي، فإنه يتم إعطاء المستخدم أقل عرض حزمة مسموح به وهو العتبة المستخدمة وإلا ستفشل عملية التسليم.

4-سيناريو خوارزمية الأسراب مع عتبة الاستعارة pso+threshold: وهو النموذج المقترح والمعتمد على خوارزمية الأسراب مع عتبة الاستعارة المنخفضة ويأخذ بالاعتبار نفس العتبة كحد أدنى من عرض الحزمة لقبول المستخدم في الزمن غير الحقيقي.

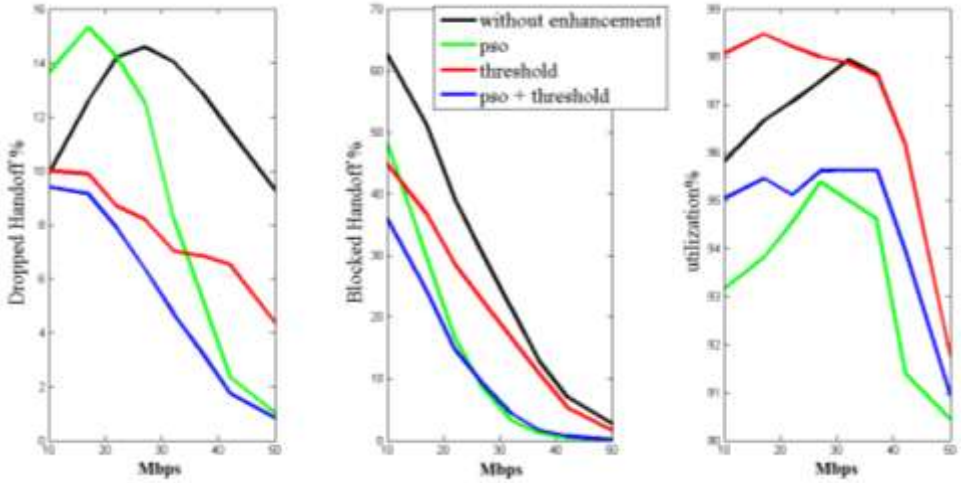
تم في كل نموذج حساب النسبة المئوية لعدد مرات التسليم التي تم قطعها بالنسبة لعدد مرات التسليم الكلي، كذلك حساب النسبة المئوية لعدد مرات التسليم التي تم حجبها بالنسبة لعدد مرات التسليم الكلي.

## النتائج و المناقشة:

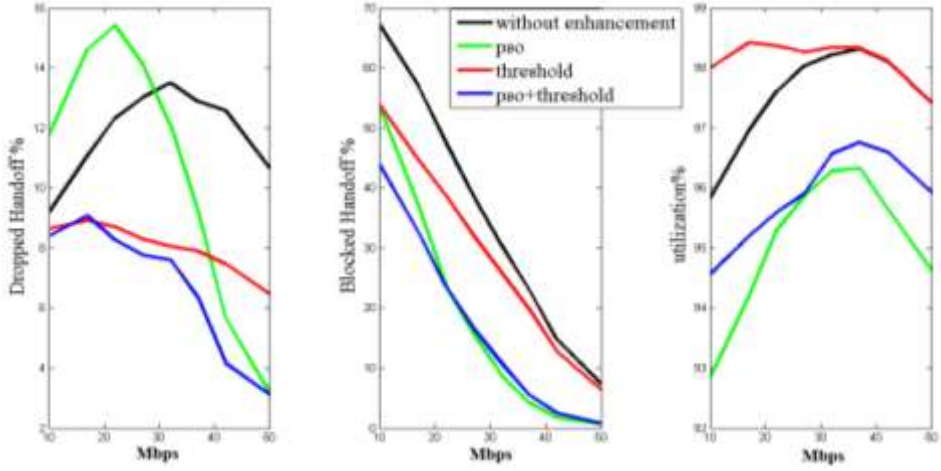
فيما يلي عرض لنتائج محاكاة الشبكة المستخدمة بالسيناريوهات الأربعة وفقاً للمراحل المذكورة بالترتيب:




**الشكل(2)المرحلة الأولى: 3 مستخدمين في الزمن الحقيقي لكل خلية**




**الشكل (3)المرحلة الثانية: 6 مستخدمين في الزمن الحقيقي لكل خلية**




**الشكل (4) المرحلة الثالثة :9 مستخدمين في الزمن الحقيقي لكل خلية**

- إن استخدام خوارزمية الأسراب دون عتبة يعطي نتيجة جيدة من ناحية تقليل حجب التسليم، لكن عند القيم الصغيرة لعرض الحزمة نجد أنه يزيد من قطع التسليم، ويعود السبب في ذلك إلى أن الخوارزمية ستعمل على استعارة أكبر قدر ممكن من عرض حزمة المستخدمين في الزمن غير الحقيقي، وبالتالي خدمة أكبر قدر ممكن من عرض حزمة المستخدمين ذوي الزمن الحقيقي، وبالتالي فإن ذلك سيؤثر سلباً على الاتصالات في الزمن غير الحقيقي ويخفض عرض الحزمة المتاح لها إلى درجة كبيرة لن تسمح بعدها بأي مرونة في عملية الاستعارة (خصوصاً أن عرض الحزمة المتاح للخلية صغير أيضاً)، مما يزيد من نسبة قطع الاتصالات الجارية، كما يزيد من نسبة حجب الاتصال لكن التأثير على حجب الاتصالات لا يبدو واضحاً بينما يظهر جلياً على نسبة قطع الاتصالات، والسبب يعود إلى أن حجم الاتصالات الجارية أكبر بكثير من حجم الاتصالات التي هي في مرحلة محاولة الاتصال من البداية. هذه المشكلة تغلب عليها النموذج المقترح لأن العتبة المستخدمة تحد من درجة استعارة عرض الحزمة كما أن النموذج يأخذ بعين الاعتبار مسألة إعطاء الاتصالات في الزمن غير الحقيقي أقل قدر ممكن من عرض الحزمة (حد عتبة الاستعارة) في حال لم تنجح الخوارزمية باستعارة قدر كافٍ من عرض الحزمة. هذا الأمر يعطي مرونة لإدارة عرض الحزمة.

- نلاحظ انخفاض في استخدام عرض الحزمة بعد 40 MHZ والسبب أنه يصبح لدينا عرض حزمة إضافي أكبر من القدر اللازم لسد حاجة المستخدمين وهذه الزيادة غير مستخدمة مما يؤدي إلى هبوط المنحني بعد 40 MHZ.

- أما بالنسبة إلى ما قبل 40 MHZ فنجد أن الحل المقترح يعطي نسبة استخدام أقل من التشغيل الطبيعي للشبكة بدون تحسين بنسبة حوالي 1% ، يعود السبب إلى أن النموذج المقترح بعد توزيع أغلب المستخدمين على خلايا الشبكة سيصبح عرض الحزمة المتاح صغيراً، وتقوم بعملية الاستعارة حتى تنتهي إلى عرض حزمة لا يقوى على خدمة أي مستخدم جديد ولا يمكن استعارة أي عرض حزمة له من المستخدمين في الزمن غير الحقيقي نظرا لوجود شرط العتبة، وبالتالي يبقى عرض الحزمة هذا موجوداً وهو حقيقة أمر سلبي، لكن إذا ما أخذنا بالاعتبار أن أي مستخدم سينتهي اتصاله عما قريب فإن عرض الحزمة المتبقي سيكون داعما في زيادة عرض الحزمة المتاح ضمن الخلية، مما يعني قبول اتصالات أكبر.

- مع ازدياد عدد المستخدمين الحقيقيين في كل خلية يبقى التحسين واضحاً لأداء الشبكة باستخدام الحل المقترح، لأنه يجمع بين محاسن كل من استخدام العتبة والاستعارة بخوارزمية الأسراب.

- يخدم النموذج المقترح عدداً أكبر من المستخدمين زيادة عن التشغيل الطبيعي للشبكة، ويظهر قدرة على دعم المستخدمين في الزمن الحقيقي بشكل كبير كما هو مبين في الجدول التالي، والذي يبين مقارنة بين عدد المستخدمين الذين نجحت عملية ولوجهم إلى الشبكة في مرات تشغيل مختلفة، حيث أن عرض الحزمة المستخدم ضمن كل خلية 30 MHZ ، عدد المستخدمين الكلي 570 مستخدم، العدد الكلي للمستخدمين في الزمن غير الحقيقي الذين حاولوا الولوج إلى الشبكة 300 مستخدم، عدد المستخدمين في الزمن الحقيقي الذين حاولوا الولوج إلى الشبكة 270 مستخدم.

**الجدول (2): عدد المستخدمين ضمن الشبكة حسب نوع كل منهم.**

| رقم عملية التشغيل | تشغيل طبيعي بدون تحسين | | خوارزمية الأسراب مع العتبة | |
|---|---|---|---|---|
| | مستخدمون في الزمن الحقيقي | مستخدمون في الزمن غير الحقيقي | مستخدمون في الزمن الحقيقي | مستخدمون في الزمن غير الحقيقي |
| 1 | 32 | 274 | 174 | 299 |
| 2 | 31 | 281 | 168 | 300 |
| 3 | 28 | 284 | 168 | 300 |
| 4 | 37 | 274 | 166 | 300 |
| 5 | 23 | 276 | 166 | 298 |
| 6 | 16 | 283 | 166 | 300 |
| 7 | 29 | 281 | 162 | 300 |

## الاستنتاجات والتوصيات:

نستنتج مما سبق ما يلي:

- تطبيق نموذج خوارزمية الأسراب مع عتبة الأمان المنخفضة يقلل من قطع عملية التسليم مما يزيد من موثوقية الشبكة

- يقلل من احتمال حجب التسليم مما يؤدي إلى زيادة عدد المستخدمين من كلا النوعين (حسب ما ذكر في الجدول 2).

- يزيد من مرونة الشبكة في إدارتها لعملية التسليم ويعمل على رفع مستوى جودة الخدمة المقدمة فيها.

لتطوير النموذج المقترح نقترح ما يلي:

- توسيع عملية المحاكاة لتشمل جميع أنواع الاتصالات المذكورة في الجدول رقم (1).

- العمل على تحسين آلية تطبيق خوارزمية الأسراب بدراسة النماذج المطورة من هذه الخوارزمية.

- دمج النموذج المقترح مع النموذج المطروح سابقاً في البحث[2,7] للاستفادة بأكبر شكل ممكن من عملية استعارة عرض الحزمة.

- استخدام خوارزميات تطورية أخرى كالخوارزمية الجينية التي أثبتت تفوقها في البحث [2].

## المراجع:

1- Abduljalil,M. A. F., Bodhe,K. S. *Forward-Based Handoff Mechanism In Cellular IP Access Networks*.University of technology sydny , Auswireless Conference ,2007.

2- Anbar.M., Vidyarthi,D.P. *On Demand Bandwidth Reservation for Real-TimeTraffic in Cellular IP Network Using Evolutionary Techniques*. International Journal of Recent Trends in Engineering, Vol 2, No. 1, November, 2009.

3- Bhushan, S., Antoschuk, S. G.*GA Based Model for Distributed Dynamic Fault Tolerance Channel Allocation in Cellular Networks*. Journal of Information and Operations Management ISSN: 0976–7754 & E-SSN: 0976–7762 , Volume 3, Issue 1, 2012, pp-316-318

4- Błaszczyszyn, B. , Karray, M.K. *Quality of Service in Wireless Cellular Networks Subject to Log-Normal Shadowing*. IEEE Transactions on Communications, Volume: 61 , Issue: 2, 2013.
5- Eberhart,R., Shi,Y. , Kennedy,J. *Swarm Intelligence* , 1st Edition, Morgan Kaufmann division of Academic Press,2001,512.
6- ELseuofi, S.M.*Quality of Service Using PSO Algorithm*. International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT) Vol 4, No 1, Feb 2012.
7- Huang,C., Chuanga,Y., Laib,W., Sunb, Y. and Guana,C.*Adaptive resource reservation schemes for proportional DiffServ enabled fourth-generation mobile communications system*. Computer Communications Journal,Volume 30, Issue 7, 26 May 2007, Pages 1613-1623.
8- Lian, D., Hao-liang, Z., Wei-ling, W.*Resource Reservation Management in Cellular IP Network*. International conference on telecomunications -ICT-; 1; 798-801.2002 .
9- Mallapur, J. D., S. S. Manviyand D. H. Raoz. *Fuzzy based buffer management in wireless multimedia networks*. Communications in Computer and Information Science, 2010, Volume 70, 81-90, DOI: 10.1007/978-3-642-12214-9_15
10- Shu'aibu, D. S., Syed Yusof, S. K. and Fisal, N. *Dynamic resource allocation in mobile WiMAX using particle swarm optimization techniques*. International Journal of the Physical Sciences Vol. 6(5), pp. 1009-1014, 4 March, 2011.Available online at http://www.academicjournals.org/IJPS.ISSN 1992 - 1950 ©2011 Academic Journals.
11- Valko A. G.*Cellular IP: A New Approach to Internet Host Mobility*. ACM ComputerCommunication Review, January 1999.
12- Zander ,R., Karlsson ,J. *Combining Bandwidth Borrowing and Reservationin Cellular Networks* .International Journal of Wireless Information Networks, Vol. 12, No. 3, July 2005, DOI: 10.1007/s10776-005-0004-z