

## الحد من عمليات التسليم غير الضرورية في نظام بعيد المدى المتطور (LTE-Advanced)

د. هيثم الرضوان\*

محمد سعيد\*\*

(تاريخ الإيداع 21 / 8 / 2016. قُبِلَ للنشر في 1 / 2 / 2017)

### □ ملخص □

يعد تحسين أداء نظام بعيد المدى المتطور (LTE-Advanced) من حيث المردود وتقليل نسبة فقدان الحزم من المواضيع الهامة في مجال الاتصالات، حيث نستطيع تحقيق ذلك من خلال تحسين خوارزمية الاستلام والتسليم بين الخلايا في النظام وذلك عن طريق الحد من عمليات التسليم غير الضرورية مع الحفاظ على جودة الخدمة. ونظراً لعدم توفر الشبكة والمخدمات التي تعمل بنظام بعيد المدى المتطور على أرض الواقع؛ قمنا بمحاكاة الخوارزمية المقترحة على برنامج (LTE-Sim) والذي يؤمن محاكاة لعملية الاستلام والتسليم. حيث ضمت المحاكاة 7 خلايا سداسية وعدداً متغيراً من المستخدمين في كل محاكاة؛ وذلك لدراسة التحسينات الناتجة عن الخوارزمية المقترحة وتأثيرها على التأخير دون إهمال تغير عدد المستخدمين. قدم البحث طريقة لتحسين خوارزمية الاستلام والتسليم في نظام بعيد المدى المتطور عن طريق التركيز على مرحلة القياس وتحديد قيمة هامش الريح (HOM) بشكل ديناميكي حسب استخدام البيانات. باستخدام الخوارزمية المقترحة تظهر النتائج تحسناً على المردود وتقليل نسبة فقدان الحزم، إلا أنه يوجد تأخير وذلك بسبب عملية التحقق التي تتم على نوع البيانات المستخدمة لدى المستخدمين.

**الكلمات المفتاحية:** نظام بعيد المدى المتطور، عملية الاستلام والتسليم، فقدان الحزم، المردود، التأخير

\* أستاذ مساعد، قسم هندسة الاتصالات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية سورية.  
\*\* طالب دراسات عليا (ماجستير)، قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية سورية.

## Limit The Handover Of Unnecessary Operations In The Long Term Evolution Advanced System (LTE-Advanced)

Dr. Haisam Alradwan •  
Mohammad saeid ••

(Received 21 / 8 / 2016. Accepted 1 / 2 / 2017)

### □ ABSTRACT □

Improving the performance of Long Term Evolution-Advanced system (LTE-Advanced) in terms of throughput and minimize the lossless of the important topics in the field of telecommunications, where we can achieve this by improving the Handover algorithm between the cells in the system, by reducing the Handover of unnecessary operations while maintaining the quality of service optimally. Due to the lack of network servers that operate LTE-Advanced system provides on the ground; we have simulated the proposed algorithm on LTE-Sim software, which provides a simulation of Handover. Where simulation included seven hexagonal cells and a variable number of users in each simulation; and to study the resulting algorithm proposed improvements and their impact on the delay without neglecting change the number of users.

Gave way to improve the Article algorithm receipt and Handover on a long-term system developed by focusing on the measurement phase, by determining the value of handover margin (HOM) dynamically Account to use the data.

Using the proposed algorithm results show an improvement on the throughput and minimize the rate of lossless, but there is a delay Because the verification process carried out on the data used by the type of users.

**Key words:** Long Term Evolution-advanced system, Handover, lossless, throughput, delays

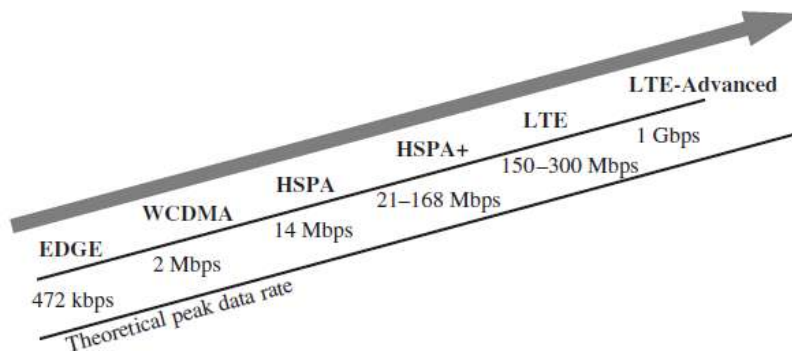
---

\*Assistant DeProfessor, Department of Communication, Faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

\*\*Master student, Department of computer and automatic control, Faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**مقدمة:**

يهدف التقدم المستمر في الأنظمة الخلوية إلى تلبية متطلبات التطبيقات التي تحتاج إلى سرعات عالية من خلال الشبكة اللاسلكية، والتي تنمو بسرعة في السنوات الأخيرة حيث تم الانتقال من شبكات الجيل الثالث (3G) إلى شبكات الجيل الرابع (4G) وذلك من خلال (LTE) بكفاءة عالية والتي توفر تحسين الأداء من حيث معدل نقل البيانات والتغطية وزيادة عدد المستخدمين مقارنةً مع الأنظمة الخلوية الأقدم [1].

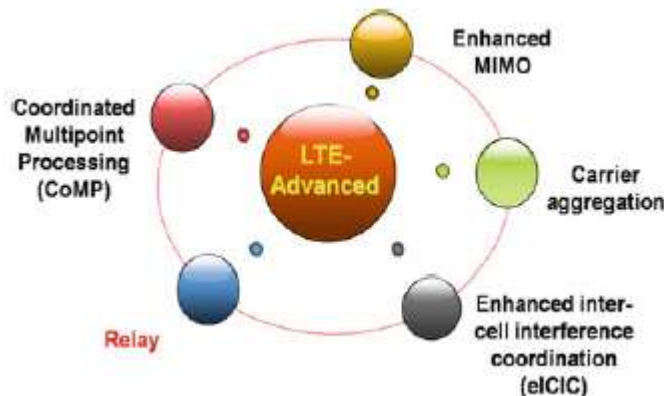


الشكل (1) تطور أجيال الخلوي ومعدل نقل البيانات [2]

لكن لم تحقق المميزات التي كانت مرجوة منها وفق معايير منظمة الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT Standard)

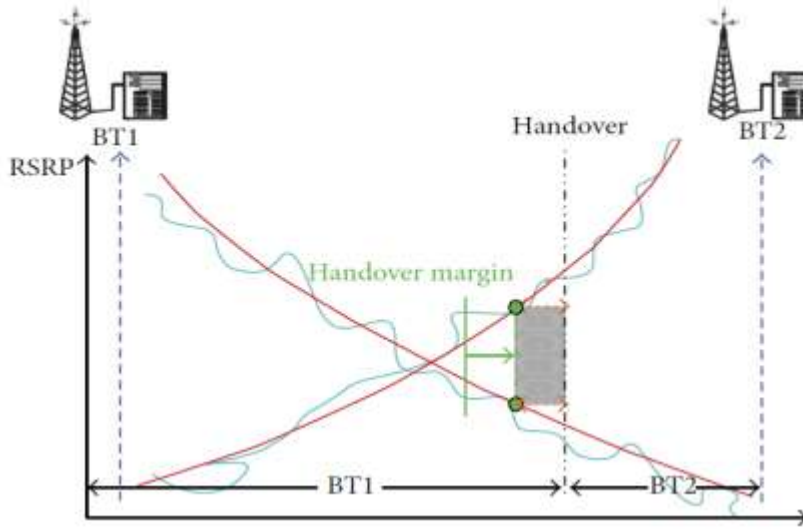
(International Mobile Telecommunications) على الرغم من تغيير الشبكة بشكل كامل، لذلك تم

إضافة بعض المزايا لتحقيق المواصفات المرجوة منها [3]:



الشكل (2) المواصفات المضافة لشبكة LTE [4]

يعد توفير تسليم سريع وسلس للانتقال من خلية إلى أخرى لتلبية متطلبات دقيقة مع الحفاظ في نفس الوقت على بساطة إدارة الشبكة من الأهداف الرئيسية لنظام بعيد المدى المتطور (LTE-Advanced)، لذلك يعتمد النجاح والكفاءة إلى حد كبير على دقة وتوقيت قرار التسليم [1]، حيث أن استخدام البيانات اللاسلكية والخدمات في الشبكة اللاسلكية يتطلب ضمان أداء الخدمة دون انقطاع [5]. لأن عملية التسليم من العمليات المهمة والحساسة في الأنظمة الخلوية حيث تتم عند الانتقال من خلية إلى أخرى، إلا أنها تصادف بعض الإشكالات التي تؤثر على عملية الاتصال وانقطاع نقل البيانات.



الشكل (3) وقت حدوث عملية الاستلام والتسليم [6]

بما أن النظام بعيد المدى المتطور يدعم سرعات نقل عالية تصل إلى 500 km/h لذلك فإن عملية التسليم تحدث بتواتر عالٍ وبالتالي فإن أداء النظام من حيث التأخير وفقدان الحزم سيكون غير منتظم [7].  
توجد العديد من خوارزميات التسليم إلا أن معظمها لديها بعض العيوب التي لا تتوافق مع معايير (International Mobile Telecommunications-Advanced) (IMT-Advanced Standard) ومنها:

- حدوث انقطاع التسليم [8].
- قد تسبب الخوارزمية حملاً زائداً فوق قدرة النظام عند التعامل مع عدد كبير من المستخدمين [9].
- كما أن عملية التسليم تنعكس سلباً على إدارة التنقل إذ أنه يوجد عدد قليل من تحسينات في (LTE-Advanced) وذلك من أجل ضمان أداء جيد في وقت التسليم [5].
- لذلك تم إنشاء خوارزمية لتكون قالباً أساسياً لجميع الخوارزميات التي يتم تطبيقها بنظام بعيد المدى المتطور والذي يعمل على تحسين أي خوارزمية تسليم، تقلل هذه الطريقة من عمليات التسليم غير الضرورية وتقلل ظاهرة التآرجح (Ping pong) بشكل كبير وتحسن إنتاجية نظام بعيد المدى المتطور.

### أهمية البحث وأهدافه:

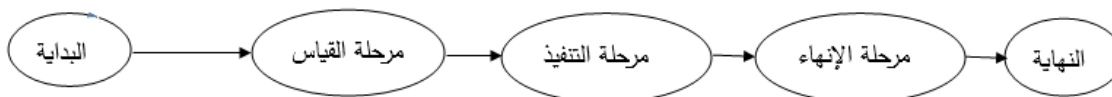
تكمن أهمية البحث في تحسين أداء خوارزمية التسليم في نظام بعيد المدى المتطور من حيث السرعة و الإنتاجية والتقليل من انقطاع الخدمة . ويقدم البحث تحسين الخوارزميات التي تطبق عليها مما سيسمح بتطوير إدارة التنقل وفق الخوارزمية المستخدمة.  
كما يهدف البحث إلى تقليل عدد الحالات اللازمة للتسليم مما سيؤدي إلى تخفيف العبء على النظام ويساهم في انتقال سريع مما يخفف التأخير وفقدان الحزم وانقطاع التسليم فيؤدي إلى تحسين جودة الخدمة وتحسين خوارزميات التسليم.

### طرائق البحث ومواده:

يتضمن البحث محاكاة عملية الاستلام والتسليم من خلال ديناميكية مرحلة القياس بالمقارنة مع حالة ثابتة لا تتغير في جميع الحالات، والتي تم إنشاؤها في بيئة تطويرية مناسبة وهي برنامج (LTE-Sim).

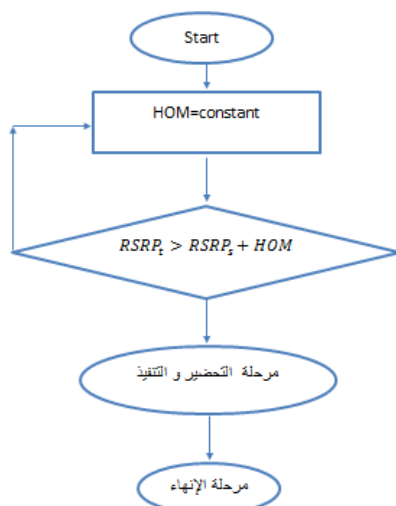
## 1- تحليل الطرق الموجودة لتحسين الخوارزمية:

- تم البحث في عملية الاستلام والتسليم حيث أنها تخضع إلى ثلاث مراحل كما يلي [10]:
- مرحلة القياس (HO Measurement)
  - مرحلة التنفيذ (HO Execution)
  - مرحلة الإنهاء (HO Completion)



الشكل (4) مراحل عملية الاستلام والتسليم

إن أغلب خوارزميات التسليم تقوم بالتعديل على مرحلة التنفيذ لذلك تم التركيز على مرحلة القياس كونها مشتركة في جميع خوارزميات التسليم والتي نستطيع من خلالها ترشيح عمليات التسليم غير الضرورية وذلك حسب استخدام البيانات. إذ تتمثل الخوارزمية الأساسية لمرحلة القياس بالشكل الآتي:



الشكل (5) مرحلة القياس [10]

بداية الخوارزمية يتم تحديد قيمة ثابتة لهامش الريح (HOM) تختلف قيمته من خوارزمية إلى أخرى و يتم اختياره حسب حجم وتباعد الخلايا في الشبكة عن بعضها البعض، هناك الكثير من الدراسات لتحديد قيمة هامش الريح (HOM) لتحقيق أفضل إنتاجية و تقليل من ظاهرة التآرجح (Ping pong) و عدم انقطاع الخدمة .

ليتم بعد ذلك التحقق من أن إشارة الخلية الهدف (RSRP<sub>t</sub>) أكبر من إشارة الخلية المصدر (RSRP<sub>s</sub>) مضاف إليها هامش الريح (HOM)، { RSRP<sub>t</sub> > RSRP<sub>s</sub> + HOM } فإذا تحقق الشرط فإنه ينتقل إلى مرحلة التحضير و التنفيذ.

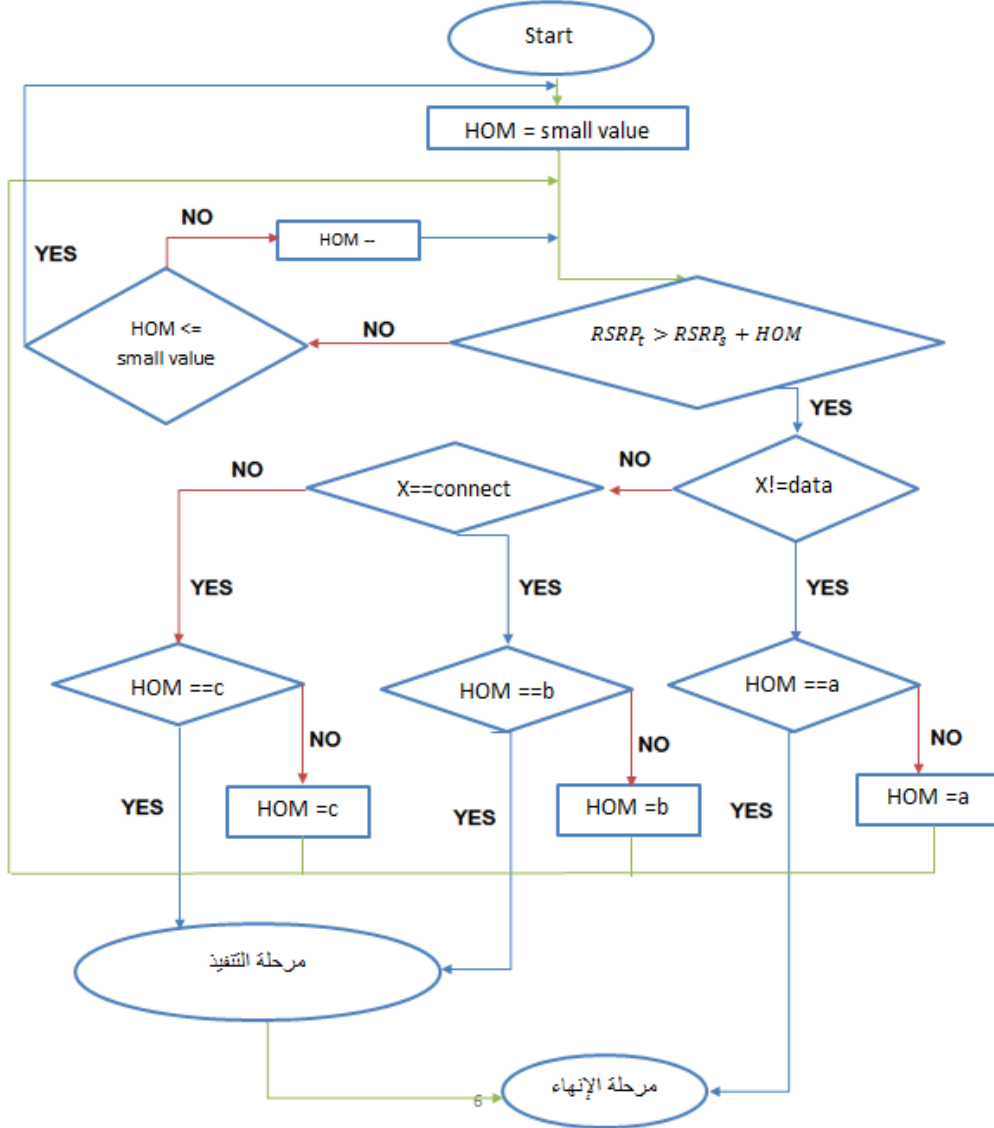
في حالة عدم تحقق الشرط يبقى في مرحلة القياس، يوجد بعض الدراسات التي أدخلت تأخير زمني بين عمليات التحقق في مرحلة القياس من أجل تخفيف عبء على النظام على حساب جودة الخدمة المطلوبة. [11]

## 2- بناء الخوارزمية المقترحة:

وفق هذه الخوارزمية لمرحلة القياس سيتم ترشيح أكبر عدد ممكن من عمليات الاستلام والتسليم غير الضرورية مع الحفاظ على جودة الخدمة، حيث يتم تحديد أفضل وقت مناسب للانتقال من خلية إلى أخرى وفقاً لاستخدام البيانات من قبل المستخدم.

## 2-1- خوارزمية مرحلة القياس المقترحة:

يبين الشكل الآتي المخطط التدفقي لخوارزمية مرحلة القياس المقترحة.



الشكل (6) الخوارزمية المقترحة لمرحلة القياس

- بداية الخوارزمية يتم تحديد هامش الريح (HOM) وذلك ليكون أقل قيمة وبعد ذلك يتم:  
التحقق من أن إشارة الخلية الهدف أكبر من إشارة الخلية المصدر مضافاً إليها هامش الريح  
 $RSRP_t > RSRP_s + HOM$  فإذا تحقق الشرط فإنه يكون أمام ثلاث حالات:  
1. المستخدم لا يستخدم الشبكة لإجراء الاتصال أو نقل البيانات

يتم التحقق من أن هامش الربح يساوي قيمة  $a$  والتي تمثل أعلى قيمة لهامش الربح فإذا لم تكن مساوية لهذه القيمة فإنه سيتم وضع قيمة  $HOM=a$  و يعود من أجل التحقق من شرط

$$RSRP_t > RSRP_s + HOM$$

أما إذا كانت قيمة  $HOM=a$  فإنه يتم الانتقال إلى حالة الإنهاء مباشرة بحيث يتم قطع الاتصال مع الخلية المصدر. ويقوم جهاز المستخدم بإعادة الاتصال مع الخلية الأقوى. حيث أن هذه العملية لا تسبب خروج المستخدم عن الشبكة في حال حاول أحد ما الاتصال به وذلك بسبب تكرار محاولة الاتصال 3 مرات قبل أن يعطي أن الجهاز خارج التغطية وتتم عملية الاتصال مع الخلية قبل المحاولة الثالثة.

2. المستخدم يستخدم الشبكة للاتصال

يتم التحقق من أن هامش الربح يساوي قيمة  $b$  والتي تمثل قيمة متوسطة لهامش الربح من حيث الإنتاجية فإذا لم تكن مساوية لهذه القيمة فإنه سيتم وضع قيمة  $HOM=b$  ويعود من أجل التحقق من شرط:

$$RSRP_t > RSRP_s + HOM$$

أما إذا كانت قيمة  $HOM=b$  فإنه يتم الانتقال إلى مرحلة التنفيذ بحيث يتم إجراء عملية الاتصال بين الخلية الهدف والمصدر وإرسال التقارير ونقل البيانات مع مخدمات (MME) (Mobility Management Entity) و (S-GW) (Serving Gateway) لتتم نقل الاتصال من الخلية الهدف إلى الخلية المصدر وفق الخوارزمية المطبقة. ففي هذه الحالة تكون نسبة حدوث ظاهرة التآرجح لمسار أكثر من الحالة الأولى.

3. المستخدم يستخدم شبكة الأنترنت

يتم التحقق من أن هامش الربح يساوي قيمة  $c$  والتي تمثل قيمة صغيرة لهامش الربح من حيث الإنتاجية فإذا لم تكن مساوية لهذه القيمة فإنه سيتم وضع قيمة  $HOM=c$  ويعود من أجل التحقق من شرط:

$$RSRP_t > RSRP_s + HOM$$

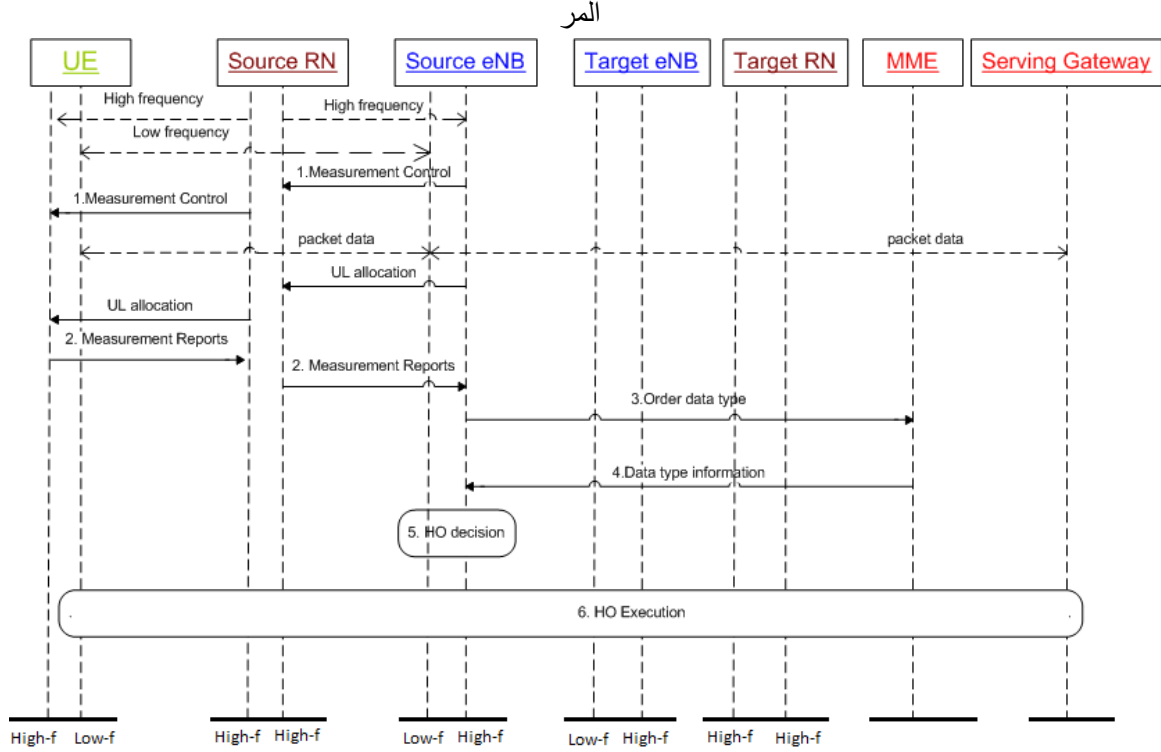
أما إذا كانت قيمة  $HOM=c$  فإنه يتم الانتقال إلى مرحلة التنفيذ بحيث يتم إجراء عملية الاتصال بين الخلية الهدف والمصدر وإرسال التقارير ونقل البيانات مع (MME) و (S-GW) لتتم نقل الاتصال من الخلية الهدف إلى الخلية المصدر وفق الخوارزمية المطبقة. ففي هذه الحالة تكون نسبة حدوث ظاهرة التآرجح لمسار أكثر من الحالة الأولى والحالة الثانية.

أما إذا لم يتحقق شرط  $RSRP_t > RSRP_s + HOM$  ، يتم التحقق إذا كانت قيمة هامش الربح هي أصغر أو تساوي (small value) فإنه يتم وضع قيمة  $HOM = \text{small value}$ .

أما إذا كانت قيمة هامش الربح أكبر من (small value) فإنه يتم إنقاص قيمة (HOM) بمقدار 1 حتى تصبح قيمته أصغر أو تساوي (small value) وهذا يعد مثيلاً للتأخير الزمني ولكن بشكل آخر، حيث يمكننا زيادة الزمن أو إنقاصه من خلال تحديد قيمة مقدار النقصان، فيمكننا زيادة الزمن بتحديد قيمة نقصان هامش الربح (HOM) يساوي (0.0001 dB) ففي هذه الحالة يتم تخفيف العبء على النظام وتقليل كل من حدوث (ping-pong) وجودة الخدمة المطلوبة، عند تقليل الزمن يتم تحديد قيمة نقصان هامش الربح يساوي (1 dB) ففي هذه الحالة يتم زيادة العبء على النظام لتحقيق أفضل إنتاجية، مما سيؤدي إلى زيادة حالات حدوث (ping-pong). [12]. تم اعتماد قيمة النقصان هامش الربح (1 dB) في هذه المحاكاة من قبل الباحث لتحقيق أفضل إنتاجية.

## 2-2- المخطط التسلسلي:

إن البحث يركز على مرحلة القياس في خوارزمية الاستلام والتسليم ولم يطرأ أي تغيير على المراحل الأخرى لذلك تم رسم المخطط التسلسلي لمرحلة القياس فقط. ولم يتم التطرق إلى باقي



الشكل (7) المخطط التسلسلي لمرحلة القياس المقترحة

## 3-3- مقاييس بيئة المحاكاة و الأداء:

يتم تقييم الخوارزمية بناءً على إنتاجية النظام و نسبة فقدان الحزم و التأخير الناتج. وتتم المحاكاة باستخدام منصة ++ C / C) تدعم نظام بعيد المدى المتطور.

إن البارامترات في التجريبتين الأولى والثانية هي نفسها كما في الجدول التالي [13]:



جدول 1 متغيرات المحاكاة [13]

المتغيرات	القيمة
Cellular Layout	Hexagonal grid, wrap around(reflect), 7 cells
Carrier Frequency	2 GHz
Bandwidth	5 MHz
Slot Duration	0.5 ms
Number of OFDM Symbols / Slot	7
Number of RBs	25
Number of Sub-carriers per RB	12
Path Loss	Cost 231 Hata model
Shadow Fading	Gaussian log normal distribution model
Multi-path	Non-frequency selective Rayleigh fading model
Packet Scheduler	Round Robin
Scheduling Time(TTI)	1 ms
Data Traffic	1 Mbps Constant Rate
UE	{ 30, 50, 80, 100 }
UE's Position	Uniform distributed, fixed
UE's Direction	Randomly choose from $[0, 2\pi]$ , constantly at all time
Sub-carrier Spacing	15 kHz
RSRP sampling timer interval	50 ms
UE's velocity	120 km/hr
Handover Margin	5 dB
Small value	4 dB
a	10 dB
b	8 dB
c	4 dB

تم تحديد قيم مختلفة لهامش الريح و ذلك لتتناسب مع الحالات (المستخدم لا يستخدم الشبكة -10 dB المستخدم يستخدم الشبكة للاتصال -8 dB المستخدم يستخدم الشبكة للأنترنيت 4 dB)، إن قيمة هامش الريح (HOM) في الخوارزمية الأساسية تساوي 5dB [13]. في هذه الدراسة لم تتم دراسة القيم الافضل لهامش الريح (HOM) لكل حالة من الحالات (المستخدم لا يستخدم الشبكة - المستخدم يستخدم الشبكة للاتصال - المستخدم يستخدم الشبكة للأنترنيت). إلا أن جودة الخدمة تتناسب عكساً مع قيمة هامش الريح [14]. فعندما يكون لدينا قيمة هامش الريح قليلة فإن جودة الخدمة تبقى جيدة. و بالعكس اذا كان هامش الريح كبير فهذا سيؤثر سلباً على جودة الخدمة. لا يمكننا دراسة هامش الريح و تحديد قيم مثالية لأنه متعلق بشكل أساسي حسب توزيع الشبكة وتوجيه الخلايا وحجم الخلية وشدة الإشارة المرسل [14]. في الخوارزمية المقترحة تم تحديد القيم (small value - a - b - c) من قبل الباحث بناءً على حاجة المستخدم لسرعة نقل البيانات. لأن السرعة و جودة الإشارة تتناسب عكساً مع قيمة هامش الريح [14] ، فعندما تكون قيمة هامش الريح قليلة فإنه يتم الانتقال إلى الإشارة الأقوى ولكن ذلك يزيد من احتمال حدوث التآرجح (Ping-Pong).

يرتبط متوسط الإشارة المستقبلية من المحطة اللاسلكية المطورة لوغاريتمياً مع قيمة المسافة بين جهاز المشترك و المحطة اللاسلكية المطورة وبالتالي فإن شدة الإشارة المستقبلية من المحطة الهدف (SS-target) يمكن صياغتها رياضياً على النحو الآتي: [10]

$$S(t)_{(eNB-target)} = K_1 - K_2 \cdot \log(d_{target}) + u_{(eNB-target)}(t) \dots \dots \dots (1)$$

أما شدة الإشارة المستقبلية من المحطة المصدر (SS-source) فيمكننا التعبير عنها رياضياً كما يلي: [10]

$$S(t)_{(eNB-source)} = K_1 - K_2 \cdot \log(d_{source}) + u_{(eNB-source)}(t) \dots \dots \dots (2)$$

حيث أن:

$K_1, K_2$  تعتمد على القدرة المرسله و نوعية الهوائي المستخدم في المحطة القاعدية المطورة و ظروف و طبيعة وسط الانتشار اللاسلكي.

$u_{(eNB-target)}(t)$  و  $u_{(eNB-source)}(t)$ : قيمة تأثير خسارة المسار و صيغة الضجيج الناتج عن التداخل بين الخلايا المتجاورة.

تعرف إنتاجية النظام بأنها العدد الكلي للبتات المستقبلية بشكل صحيح من قبل جميع المستخدمين، ويمكن التعبير عنها رياضياً على النحو الآتي: [15]

$$SystemThroughput = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^1 p_{transmit_{c-i}}(t) \quad c \forall CTP_i \dots \dots \dots (3)$$

حيث أن:

$\sum_{t=1}^T$ : العدد الإجمالي للمستخدمين

T: وقت المحاكاة

$p_{transmit_{c-i}}(t)$ : مجموع حجم الحزم التي يتم نقلها بشكل صحيح إلى الخلية C من المستخدم i في الزمن t.

كما إن الخلية C تنتمي إلى CTP لمستخدم A.

أما نسبة فقدان الحزم (PLR) فتعرف بأنها النسبة المئوية للحزم التي تم التخلص منها. وذلك لأنها تجاوزت الوقت المسموح لها بالتأخير. ويمكن التعبير عنها رياضياً على النحو الآتي: [15]

$$PLR = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^1 p_{discard_{c-i}}(t)}{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^1 p_{size_{c-i}}(t)} \quad c \forall CTP_i \dots \dots \dots (4)$$

حيث أن:

$p_{discard_{c-i}}(t)$ : يدل على إجمالي حجم الحزم المهملة بالنسبة لمستخدم في الزمن t.

$p_{size_{c-i}}(t)$ : إجمالي حجم الخلية C

أيهما تلقاها المستخدم في وقت سابق.

من المهم حساب تأخر النظام فهو يعبر عن تأخير كافة الحزم في (eNB) لنظام، ويمكننا التعبير عنها رياضياً كما يلي: [6]

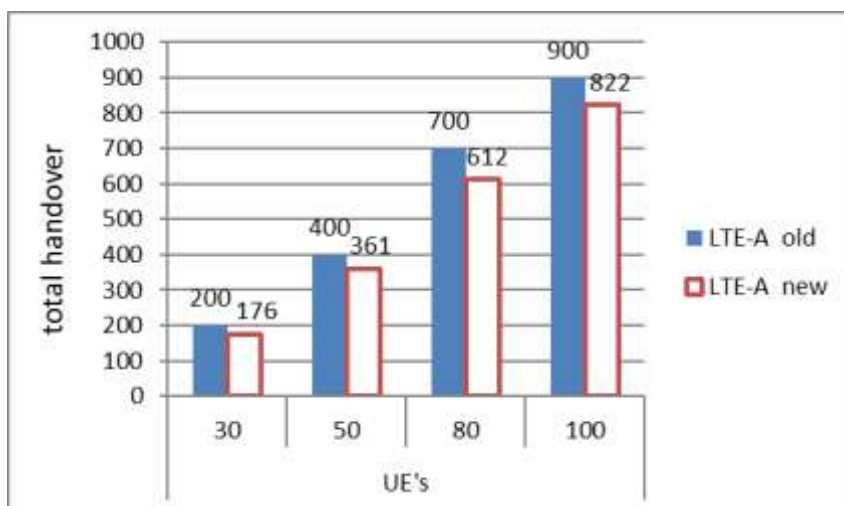
$$System Delay = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^1 W_{c-i}(t) \quad c \forall CTP_i \dots \dots \dots (5)$$

حيث أن:

$W_{c-i}(t)$ : يدل على تأخير حزم (Head-of-line HOL) لمستخدم  $i$  بالزمن  $t$  في الخلية  $c$

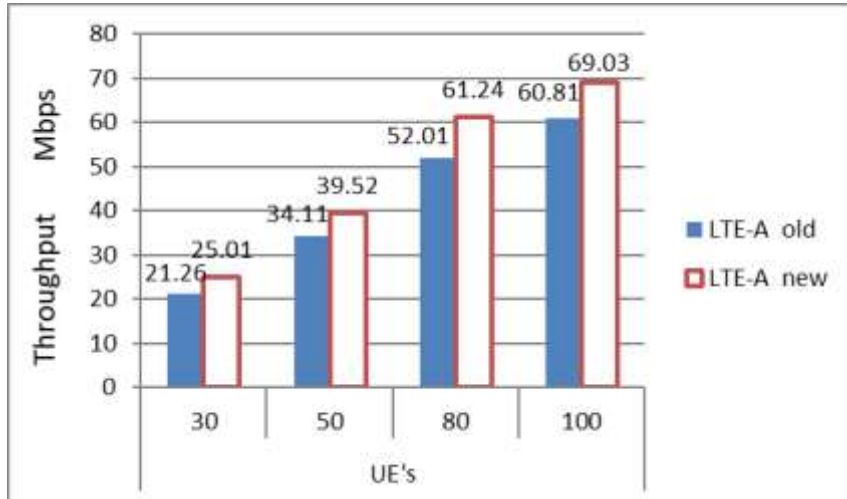
### النتائج والمناقشة:

تضمن البحث عدة مراحل، فقد تمّ تحديد بارامترات المحاكاة وفق المعايير المعتمدة ومن ثم إظهار نتائج الخوارزمية الأصلية وبعد ذلك تم بناء الخوارزمية الجديدة من خلال كتابة الكود في ملف (HOM-based-ho-manager)، ثم تمت المقارنة على نتائج عملية التسليم بعد وقبل التعديل، وأظهرت النتائج وفق الآتي:



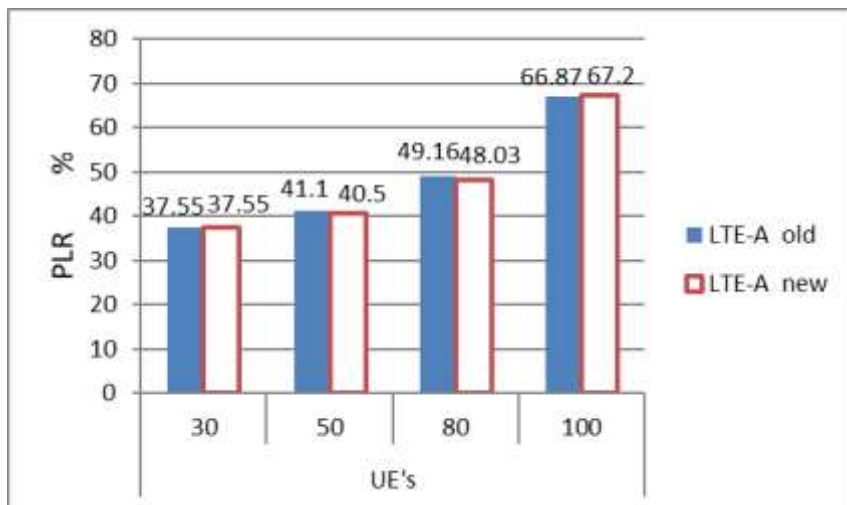
الشكل (8) عدد عمليات الاستلام و التسليم في الخوارزمية الأساسية والخوارزمية المقترحة

يظهر الشكل (8) المقارنة بين الخوارزمتين الأساسية والمقترحة من حيث عدد عمليات التسليم التي تجاوزت مرحلة القياس خلال المحاكاة. حيث تظهر النتائج ترشيح عدد عمليات التسليم في الخوارزمية المقترحة، وذلك بسبب زيادة هامش الربح في حالتين من حالات استخدام البيانات؛ على الرغم من تقليل هامش الربح في حالة استخدام البيانات للأنترنت. حيث أن نسبة انخفاض عدد عمليات التسليم في (30، 50، 80، و 100) مستخدم هو 12.75%، 9.75%، و 8.6% على التوالي. و يعود هذا التفاوت بالنسب بسبب عشوائية التحرك وعشوائية حالة استخدام البيانات.



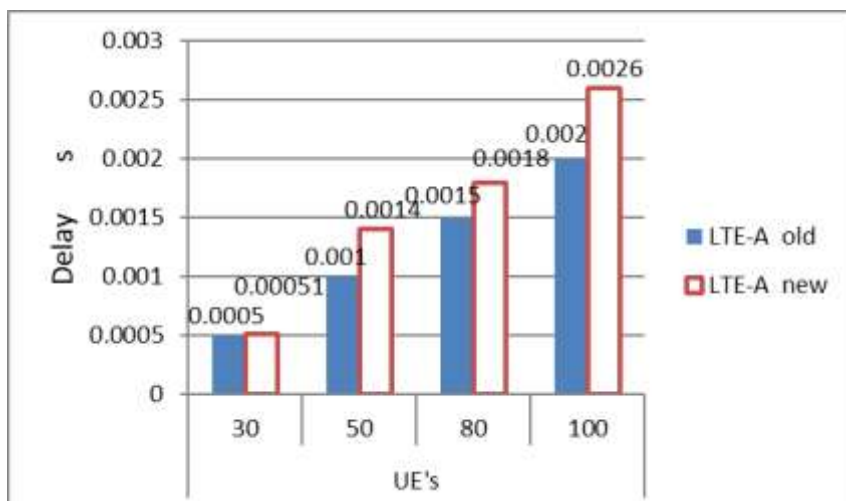
الشكل (9) الإنتاجية بين الخوارزمية الأساسية والخوارزمية المقترحة

يظهر الشكل (9) المقارنة بين الخوارزمتين الأساسية والمقترحة من حيث الإنتاجية. حيث توفر الخوارزمية الجديدة أعلى إنتاجية من الخوارزمية القديمة وذلك بسبب ترشيح عدد من عمليات التسليم، مما سيقلل عمليات الانتقال من خلية إلى أخرى مما سيحقق مردود أعلى. حيث أن نسبة زيادة الإنتاجية في (30، 50، 80، و 100) مستخدم هي 17.63%، 15.86%، 17.74% و 13.51% على التوالي.



الشكل (10) نسبة فقدان الحزم في الخوارزمية الأساسية والخوارزمية المقترحة

يظهر الشكل (10) نسبة فقدان الحزم بشكل متواتر ويفرق قليل بين الخوارزمتين وذلك بسبب عدم تحديد هامش الربح لكل حالة بالشكل الأمثل على الرغم من تقليل عدد عمليات التسليم خلال المحاكاة في الخوارزمية الجديدة.



الشكل(11) زمن التأخير في الخوارزمية الأساسية والخوارزمية المقترحة

يظهر الشكل(11) المقارنة بين الخوارزميتين الأساسية والمقترحة من حيث التأخير. حيث أظهرت الخوارزمية الجديدة قيم تأخير متفاوتة ولكنها أعلى من الخوارزمية الأساسية، وذلك بسبب الاستعلام عن نوع البيانات وزيادة عدد الاجرائيات في مرحلة القياس.

### الاستنتاجات والتوصيات:

تضمنت هذه الدراسة تعديل لمرحلة القياس في خوارزمية التسليم والتي رشحت عمليات التسليم حسب استخدام البيانات لدى المستخدم وحققت الخوارزمية المقترحة نجاحاً من حيث المردود وقللت من فقدان الحزم نتيجة ترشيح عمليات التسليم، إلا أن هناك تأخيراً قليلاً أثناء عملية التسليم ويزداد التأخير عند ازدياد عدد المستخدمين في الشبكة وذلك بسبب:

- التحقق من نوع البيانات المستخدمة من قبل المستخدم.
- وزيادة عدد الإجراءات خلال عملية القياس.
- ✓ دراسة التأخير الناتج في الخوارزمية المقترحة إذا تمكنا من تضمين نوع البيانات المستخدم (اتصال أو استخدام الانترنت أو في حالة خمول) ضمن التقرير الذي يرسله المستخدم عن قوة إشارة الخلية المصدر والخلية الهدف، حيث نكون قد ألغينا عملية الاستعلام عن نوع البيانات من MME.
- ✓ دراسة نسبة فقدان الحزم لقيم مختلفة لهامش الريح في كل حالة، وإن هذا يتطلب دراسة هامش الريح بقيم مختلف وجعل جميع المستخدمين في نفس حالة الاتصال لكل محاكاة (حالة عدم استخدام الشبكة - حالة استخدام الشبكة في الاتصال - حالة استخدام الشبكة للاتصال بالإنترنت).
- ✓ تم إغفال السرعات العالية لانتقال المستخدمين فالدراسة تعتمد على أن سرعة المستخدمين هي السرعة الافتراضية والتي تصل إلى 120 كلم / ساعة؛ لذلك يوصى بدراسة آثار الخوارزمية من حيث (متوسط عدد عمليات التسليم لمستخدم - المردود - التأخير - فقدان الحزم) وبسرعات انتقال مختلفة لمستخدم حيث يتم تثبيت عدد المستخدمين في الشبكة ودراسة التغيير بالنسبة لسرعة الانتقال.

## المراجع:

- [1] JOSÉ, B. I. RAMON, F. *LTE Handover Performance Evaluation Based on Power Budget Handover Algorithm*. Universitat Politècnica de Catalunya- Master degree, February 2014, P.56.
- [2] HARRI, H. AND ANTTI, T. *LTE for UMTS Evolution to LTE-Advanced*, Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd, 2011, P.559.
- [3] ABD-ELHAMID, M. T. AND HOSSAM, S. H. *LTE, LTE-Advanced And WIMAX*. This edition first published, John Wiley & Sons, Ltd, , Canada, 2012, P.305.
- [4] YIFEI, Y. *LTE-Advanced Relay Technology and Standardization*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013, PP.1-12.
- [5] HAIJUN, Z. WENMIM, M. WEI, L. WEI, Z. *Signalling Cost Evaluation of Handover Management Schemes in LTE-Advanced Femtocell*. Vehicular Technology Conference (VTC Spring), China, 2011 IEEE 73rd, p.10.
- [6] CHENG-CHUNG, L. KUMBESAN, S. XINNING, Z. AND ZHULIANG, X. *Limited Comp Handover Algorithm For LTE-Advanced*. Cheng-Chung Lin et al, Australia, 2013, PP.1-9.
- [7] DEEPTI, S. MYTHILI, K. VIJAYALAKSHMI, C. VINOSH, B. J. AND NADEEM, A. *LTE-Advanced: handover interruption time analysis for IMT-A Evaluation*. Signal Processing, Communication, Computing and Networking Technologies (ICSCCN), India, 2011 IEEE, PP.81-85.
- [8] KOICHIRO, K. TOSHIHIKO, K. TOSHIKI, Y. AND SATOSHI, KO. *Performance Evaluation of Handover in LTE-Advanced Systems with Pico Cell Range Expansion*. Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), China, 2012 IEEE, PP.32-38.
- [9] HAIJUN, Z. XIANGMING, W. BO, W. WEI, Z. AND YONG, S. *A Novel Handover Mechanism between Femtocell and Macrocell for LTE based Networks*. Communication Software and Networks (ICCSN), China, 2010 IEEE, PP.228-231.
- [10] د. هيثم رضوان، د. عدنان معترماوي، د. كنان غانم . دراسة تجنب ظاهرة الانتقال المتكرر و التذبذب في الشبكات النقالة – ما بعد الجيل الثالث. جامعة تشرين، قسم هندسة الاتصالات، 2014.
- [11] Raghavi, S. Senthil Kumar, T. Bhagyaveni, M. *Dwell Time And Predicted Mobility Based Handover For LTE Networks*. Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET), International Conference on, India, 2016 IEEE, PP. 1576-1579.
- [12] WANG, Y. *A handover scheme with an adaptive triggering window mechanism in LTE-advanced systems*, Sciencepaper, china, 2011. PP.1-8
- [13] CHENG-CHUNG, L. KUMBESAN, S. HUDA, A. R. AND RIYAJ B, A. *Optimized Performance Evaluation Of LTE Hard Handover Algorithm With Average Rsrp Constraint*. International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN), Australia, April 2011, PP.1-8.
- [14] Maissa, B. Sonia, B. Sami, T. *A Novel Mobility-based COMP Handover Algorithm for LTE-A / 5G HetNets*. Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), , Tunis, Tunisia, 2015, PP.1-5.
- [15] CHENG-CHUNG, L. KUMBESAN, S. AND SCOTT, R. *Handover Algorithm with Joint Processing in LTE-Advanced*. Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), Australia, 2012, PP.1-4.