

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الهندسية الميكانيكية و
الكهربائية و المعلوماتية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 44 . العدد 13

1443 هـ - 2022 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

رئيس هيئة التحرير

أ. د. ناصر سعد الدين

رئيس التحرير

أ. د. هائل الطالب

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

عضو هيئة التحرير	د. محمد هلال
عضو هيئة التحرير	د. فهد شريباتي
عضو هيئة التحرير	د. معن سلامة
عضو هيئة التحرير	د. جمال العلي
عضو هيئة التحرير	د. عباد كاسوحة
عضو هيئة التحرير	د. محمود عامر
عضو هيئة التحرير	د. أحمد الحسن
عضو هيئة التحرير	د. سونيا عطية
عضو هيئة التحرير	د. ريم ديب
عضو هيئة التحرير	د. حسن مشرقي
عضو هيئة التحرير	د. هيثم حسن
عضو هيئة التحرير	د. نزار عبشي

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 963 31 2138071 ++

. موقع الإنترنت : www.albaath-univ.edu.sy

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto:magazine@albaath-univ.edu.sy)

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
- طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
- اذا كان الباحث طالب دراسات عليا:
- يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
- اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:
- يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
- اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :
- يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.
- اذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :
- يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث , وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.
- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1- مقدمة
- 2- هدف البحث
- 3- مواد وطرق البحث
- 4- النتائج ومناقشتها .
- 5- الاستنتاجات والتوصيات .
- 6- المراجع.

- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب - الاقتصاد - التربية - الحقوق - السياحة - التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1. مقدمة.
2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
3. أهداف البحث و أسئلته.
4. فرضيات البحث و حدوده.
5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
7. منهج البحث و إجراءاته.
8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
9. نتائج البحث.
10. مقترحات البحث إن وجدت.
11. قائمة المصادر والمراجع.

7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:

- أ- قياس الورق B5 25×17.5.
 - ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54 - أسفل 2.54 - يمين 2.5 - يسار 2.5 سم
 - ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8
 - ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.

- ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجدول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.
- 8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.
- 9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.
- 10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:

آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (-) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة . وفيما يلي مثال على ذلك:

-MAVRODEANUS, R1986- Flame Spectroscopy. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة, اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.

مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases Clinical Psychiatry News , Vol. 4. 20 – 60

ج . إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. دفع رسم نشر (20000) ل.س عشرون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (50000) ل.س خمسون الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
4. دفع مبلغ (3000) ل.س ثلاثة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
60-11	م. علاء سلامه د. علي ذياب	تقييم أداء بروتوكولات إدارة الحركية باستخدام النموذج الرياضي العام
94-61	منى الحلاق محمد مازن محابري	دراسة تحليلية للعمليات في ETOM ذات العلاقة بتحسين مستوى رضا العملاء في شركات الاتصالات
122-95	نور عادل شعبان ندى أحمد حسين	دراسة تأثير سرعة حركة وحدة الحراثة المطرحية في إنتاجية ونوعية عملها
158-123	د.م يمان غازي	تحقيق نموذج تقييم جودة الكلام <i>E-model</i> في المحاكى أوبنت واستخدامه في تقييم خوارزميات ترميز الصوت في نموذج شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث

تقييم أداء بروتوكولات إدارة الحركة باستخدام النموذج الرياضي العام

طالب الدراسات العليا: م. علاء سلامه

قسم هندسة التحكم الآلي والحواسيب

إشراف د. علي ذياب

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية جامعة البعث

ملخص البحث

تشهد شبكات الاتصالات تطوراً هائلاً حيث أن الشبكات المستقبلية ستربط الشبكات غير المتجانسة، المكونة من أجهزة حاسب وأجهزة أخرى، بأنظمة تشغيل وبروتوكولات مختلفة مع بعضها البعض، بواسطة نواة عامة تعتمد على بروتوكول IP ويصطلح على تسميتها ALL-IP. وتبرز إدارة الحركة **Mobility Management** كواحدة من أهم المشكلات وأكثرها تحدياً لشبكات إنترنت الأشياء (IoT)، وتتألف هذه الشبكات من أجهزة إنترنت الأشياء **IoT devices** والتي هي أساساً العقد المتنقلة **Mobile Nodes (MNs)** التي تتطلب وجود بروتوكولات إدارة الحركة والتنقل **Mobility Management Protocols (MMPs)** لتوفير خدمات شفافة للمستخدمين دون التعرض لمقاطعة أو انقطاع الاتصال. يقوم هذا البحث بدراسة تحليلية لبروتوكولات إدارة الحركة والتنقل باستخدام النماذج الرياضية لتحليل الأداء، يستعرض هذا البحث أشهر وأحدث بروتوكولات إدارة الحركة والتنقل **MMPs**، ويركز على تحليل الأداء. تبعاً لزمان التسليم **handoff latency** خلال التنقل مع أخذ ضياع رسائل التحكم بعين الاعتبار باستخدام النماذج الرياضية. يقوم البحث بمقارنة أهم البروتوكولات إدارة الحركة والتنقل وهي: بروتوكول الإنترنت المتنقل بإصداره الرابع **Mobile IP version 4 (MIPv4)**، بروتوكول الإنترنت المتنقل بإصداره السادس **Mobile IP version 6 (MIPv6)**، بروتوكول الإنترنت

المتنقل بإصداره السادس السريع (Fast MIPv6 (FMIPv6، بروتوكول إدارة التنقل المعتمد على بروتوكول التطبيقات محدودة المصادر (CoMP)، الشبكة المعتمدة على ملصق التنقل (MLBN) Mobility Label Based Network . تخلص دراستنا إلى أن بروتوكول الشبكة المعتمدة على ملصق التنقل بحالة التنقل المحلي MLBN-Local يظهر أداءً أفضل مقارنةً مع أداء البروتوكولات المدروسة، حيث يقلل زمن التسليم الناتج من تنقل العقدة المتنقلة MN بين الخلايا من خلال تتبع Tracks العقدة المتنقلة MN. لكن الأداء المتميز لهذا البروتوكول يتم من خلال فرض مكونات جديدة مستقلة تماماً عن بروتوكول Mobile IP ومشتقاته ومكوناته والذي يعد أكثر البروتوكولات انتشاراً، كما يحتاج تطبيق هذا البروتوكول إلى فرض بنية تحتية جديدة.

الكلمات المفتاحية: شبكات إنترنت الأشياء، إدارة الحركة والتنقل، بروتوكول الإنترنت المتنقل، الحركة والتنقل المعتمد على الشبكة، الحركة والتنقل المعتمد على المضيف، زمن التسليم.

Performance evaluation of mobility management protocols using a generic mathematical model

Abstract

Communication networks are witnessing a tremendous development as the future networks will connect heterogeneous networks, consisting of computers and other devices, with different operating systems and protocols with each other, by a general kernel based on the IP protocol called ALL-IP. Mobility management emerges as one of the most important and challenging issues for Internet of Things (IoT) networks, and these networks consist of IoT devices which are primarily Mobile Nodes (MNs) that require Mobility Management Protocols (MMPs).

To provide transparent services to users without being interrupted or disconnected. This research conducts an analytical study of kinetic and mobility management protocols using mathematical models to analyze performance. This research reviews the most famous and latest kinetic and mobility management protocols (MMPs), and focuses on analyzing performance according to the

handoff latency during mobility, taking into account the loss of control messages using mathematical models. The research compares the most important mobility management protocols, namely: Mobile IP version 4 (MIPv4), Mobile IP version 6 (MIPv6), Fast MIPv6 (FMIPv6), a management protocol Mobility Label Based Network (CoMP), Mobility Label Based Network (MLBN).

Our study concludes that the MLBN-Local label-based network protocol shows better performance compared to that of the studied protocols, as the resulting delivery latency reduces the mobility of the mobile node MN between cells by tracking the MN Tracks. But the outstanding performance of this protocol is achieved by imposing new components that are completely independent of the Mobile IP protocol and its derivatives and components, which is the most common protocol, and the implementation of this protocol needs to impose a new infrastructure.

Keywords: Internet of things networks, mobility management, mobile Internet protocol, network-based mobility, host-based mobility, handoff latency.

1. المقدمة

أدى التطور الكبير والمتزايد الذي تشهده شبكات الاتصالات من حيث عدد الأجهزة المحمولة وتقنيات الوصول إلى ظهور مجالات جديدة للباحثين والأكاديميين، وكما هو معلوم فإن الإنترنت عبارة عن تجمع شبكات مترابطة يُشار إليها بشبكات فرعية **Subnets**. كل شبكة فرعية تملك فضاء عنوان خاص بها، يُسمى عنوان الشبكة. تتألف الشبكة الفرعية بدورها من مجموعة طرفيات مترابطة^[1]. يُخصص لكل طرفية ضمن الشبكة الفرعية عنوان وحيد يُسمى عنوان الطرفية. إن الجمع بين عنوان الشبكة وعنوان الطرفية يُحدد الطرفية ضمن الإنترنت. تترابط الشبكات الفرعية مع بعضها من خلال عقد خاصة تدعى الموجهات (Routers).^[2] تقسم شبكات الاتصالات إلى قسمين أساسيين، السلكي **wireless** واللاسلكي **wired one**. في الأنظمة المعتمدة على البنية التحتية **infrastructure-based systems**، تتصل كل عقدة متنقلة **Mobile Node (MN)** مع أخرى ثابتة أو متحركة عبر نقطة وصول **Access Point (AP)**. تُدعى الشبكة اللاسلكية متجانسة **Homogenous** عندما تستخدم نقاط الوصول **APs** نفس التقنية اللاسلكية وغير متجانسة **Heterogeneous** بخلاف ذلك. عندما تتحرك عقدة متنقلة خارج نطاق التغطية لنقطة وصول معينة إلى داخل نطاق تغطية نقطة وصول جديدة، فإن المسؤولية عنها تنتقل لنقطة الوصول الجديدة. هذا الإجراء يدعى مرحلة التسليم **Handoff** ويتضمن ثلاث أطوار، اكتشاف مرحلة التسليم، التهيئة والتنفيذ. تتضمن مرحلة التسليم تبادل رسائل التحكم **Signaling** بين العقدة المتنقلة والشبكة من جهة، وبين عقد الشبكة مع بعضها البعض من جهة أخرى.^[3]

تحظى شبكات إنترنت الأشياء **Internet of Things (IoT)** اهتماماً كبيراً كونها تضم عدداً كبيراً من العقد الثابتة والمتحركة التي تتفاعل وتتبادل البيانات مع بعضها

البعض ضمن شبكات غير متجانسة، ويتطلب نشر هذه الشبكات التغلب على العديد من التحديات. أحد أكبر هذه التحديات يتمثل في كيفية إدارة الحركة والتنقل **Mobility management** بين خلايا متصلة عبر الشبكة بما يحقق متطلبات العمل في الزمن الحقيقي، تمكن إدارة الحركة والتنقل الشبكة من تحديد موقع العقدة المتنقلة (MN) لتسليم حزم البيانات، والحفاظ على استمرار الاتصال أثناء تغيير نقطة الربط. لكن معظم الأجهزة (مثل أجهزة الكمبيوتر المحمولة والهواتف المحمولة) أو أي أدوات أخرى مرتبطة بـ IOT هي أجهزة محمولة والتي تتطلب بروتوكولات خاصة لإدارة الحركة والتنقل، حيث ينبغي أن تتواجد آليات تمكننا من تحقيق تسليم سلس **seamless handoffs** للاتصال.^[2] علاوة على ذلك ينبغي أن تزود هذه الشبكات بالحركة الشخصية **Personal mobility** والحركة الطرفية **Terminal mobility** وحركة الشبكة **Network mobility**. تعبر الحركة الشخصية عن قدرة المستخدم على الوصول لخدمات الشبكة الخاصة به أثناء تواجده بعيداً عن الشبكة التي ينتمي إليها. تعبر حركة الطرفية عن مقدرة الشبكة على تحديد موقع العقدة المتنقلة، وتوجيه المكالمات الواردة، أو الصادرة والحفاظ على الاتصال مع العقدة المتنقلة أثناء تواجدها بعيداً عن الشبكة التي تنتمي إليها. تتطلب حركة الطرفية دعماً لمهمتين أساسيتين هما إدارة الموقع **Location management** وإدارة مرحلة التسليم **Handoff management**. تعبر حركة الشبكة عن مقدرة الشبكة على دعم حركة شبكة فرعية بكاملها أو شبكة ذات بنية تلقائية.^[3]

يقوم هذا البحث بدراسة تحليلية لبوتوكولات إدارة الحركة والتنقل وآليات تحقيق التسليم، ويركز البحث على تحليل الأداء تبعاً لزمان التسليم **handoff latency** خلال التنقل لأشهر وأحدث بروتوكولات إدارة الحركة والتنقل **MMPs**، مع أخذ ضياع رسائل التحكم بعين الاعتبار باستخدام النماذج الرياضية.

يقوم البحث بمقارنة ثمانية من أهم البروتوكولات المدروسة وهي:

1. بروتوكول الإنترنت المتنقل بإصداره الرابع (MIPv4) Mobile IP version 4

2. توسعة التوجيه الأمثلي لبروتوكول الإنترنت المتنقل بإصداره الرابع

MIPv4–Route Optimization Extension

3. بروتوكول الإنترنت المتنقل بإصداره السادس Mobile IP version 6

(MIPv6) بحالة التوجيه المثلثي MIPv6–Triangular routing

4. بروتوكول الإنترنت المتنقل بإصداره السادس بحالة التوجيه الأمثلي –MIPv6

route optimization

5. بروتوكول الإنترنت المتنقل بإصداره السادس السريع (FMIPv6) Fast MIPv6

6. بروتوكول إدارة التنقل المعتمد على بروتوكول التطبيقات محدودة المصادر

(CoMP)

Constrained Application Protocol (CoAP)–based Mobility Management Protocol

7. الشبكة المعتمدة على ملصق التنقل بحالة التنقل المحلي Mobility Label

Based Network Local (MLBN–Local)

8. الشبكة المعتمدة على ملصق التنقل بحالة التنقل بين المناطق MLBN–Inter

2. المشكلة قيد البحث

يمكن أن تُصنف التطبيقات العاملة على الشبكات إلى مجموعتين أساسيتين، تطبيقات الزمن الحقيقي (Real–time applications) وتطبيقات الزمن غير الحقيقي (Elastic applications). تتطلب تطبيقات الزمن الحقيقي (مثل الفيديو

والصوت) قيمة صغرى محدودة من عرض الحزمة لتعمل بشكل جيد. بالمقابل تستخدم تطبيقات الزمن غير الحقيقي (مثل نقل الملفات، البريد الإلكتروني، تصفح الويب) عرض الحزمة المتاحة. إذا لم يتوفر عرض حزمة لفترة مؤقتة، تنتظر هذه التطبيقات من دون أن تتأثر بشكل كبير. تتسامح تطبيقات الزمن الحقيقي مع ضياع البيانات. لكن تتطلب تطبيقات الزمن غير الحقيقي نقل بيانات موثوق. [3]

المعايير الرئيسية لجودة الخدمة QoS هي: التأخير delay، التذبذب Jitter، الوثوقية reliability، عرض الحزمة bandwidth. يُعبر التأخير عن الزمن اللازم لإرسال حزمة بيانات من مصدر ما إلى هدف محدد. إن التغيير في هذا التأخير يُعبر عنه بالتذبذب. تصف الوثوقية كيف يمكن أن تتحمل التطبيقات الضياع في رزم البيانات. يُعبر عرض الحزمة عن إمكانية نقل البيانات ضمن الشبكة. [3]

تؤثر حركية الطرفية بشكل كبير على جودة الخدمة المقدمة للتطبيقات. يمكن أن يزيد بروتوكول إدارة الحركة والتنقل تأخير رزم البيانات من خلال التوجيه عبر طريق غير مثالي، ويمكن ألا تكون التطبيقات قادرة على تحمل هذا التأخير، والذي يمكن أن ينتج عنه ضياع في رزم البيانات. بالإضافة لذلك يمكن أن يُهمل بروتوكول إدارة الحركة والتنقل رزم البيانات التي يجري إرسالها أثناء حركة الطرفية، والتي ينتج عنها ضياع رزم البيانات عند المستقبل، أو من الممكن توجيههم من نقطة وصول قديمة إلى أخرى جديدة خلال مرحلة التسليم، والذي سيؤدي إلى زيادة التأخير وبالتالي زيادة التذبذب لهذه الرزم مقارنةً مع الرزم المستقبلية قبل وبعد مرحلة التسليم.

يمكن أن تصنف مرحلة التسليم تبعاً لمعايير متعددة، كعدد نقاط الوصول المضمنة، الوصلة اللاسلكية المستخدمة في عملية التسليم، بداية مرحلة التسليم، تغيير تقنية الوصول، بنية شبكة الربط، حالة الطرفية واستمرارية الخدمة. [3]

بالنسبة لعدد نقاط الوصول المضمنة في عملية التسليم، يمكن أن تصنف عملية التسليم إلى تسليم صلب (Hard)، ناعم (Soft)، أنعم (Softer) وتنبؤي (Predictive). تملك كل عقدة متنقلة اتصالاً مع نقطة وصول واحدة عند اعتبار التسليم الصلب. لكن يمكن أن تتصل العقدة المتنقلة مع أكثر من نقطة وصول بنفس الوقت في حالة التسليم الناعم. يتطلب التسليم الناعم بالطبع تداخل الخلايا اللاسلكية. تدعى عملية التسليم من مقطع إلى آخر متحكم به عن طريق نقطة الوصول نفسها بالتسليم الأنعم. يمكن مع عملية التسليم التنبؤي أن يتم التنبؤ بمجموعة من نقاط الوصول والتي يمكن أن تنتقل إليها العقدة المتنقلة في المستقبل.^[3]

بالاعتماد على الوصلة اللاسلكية المستخدمة في عملية التسليم، يمكن أن يكون التسليم إما خلفي (Backward handoff) أو أمامي (Forward handoff). تسمح عملية التسليم الخلفية للعقدة المتنقلة بتنفيذ عملية التسليم بينما تبقى على اتصال. بالنسبة لعملية التسليم الأمامية تنفذ العقدة المتنقلة عملية التسليم عبر نقطة الوصول الجديدة بعد انهيار الوصلة الراديوية مع نقطة الوصول القديمة.^[3]

بأخذ بداية عملية التسليم بعين الاعتبار يمكن أن تكون عملية التسليم محرّضة من قبل الطرفية أو من قبل الشبكة أو من قبل الشبكة بمساعدة الطرفية. في عملية التسليم المحرّضة بالطرفية، تدير الطرفية عملية التسليم وتقرر مع أية نقطة وصول ينبغي بناء وصلة لاسلكية. في المقابل يكون للشبكة الدور الأساسي في عملية التسليم المحرّضة من قبل الشبكة، إلا أنه من المفترض أن تكون الشبكة قادرة على تحديد موقع الطرفية. تدير الشبكة عملية التسليم أيضاً في عملية التسليم المحرّضة من قبل الشبكة بمساعدة الطرفية. إلا أن الطرفية ترسل بشكل دوري تقارير للشبكة لتساعد في اتخاذ قرار التسليم.^[3]

بالاعتماد على تغيير تقنية الوصول يمكن أن يكون التسليم ضمن التقنية نفسها أو من تقنية لأخرى. مرحلة التسليم ضمن التقنية نفسها هي التسليم بين نقاط وصول عاملة على نفس التقنية اللاسلكية. أما مرحلة التسليم من تقنية لأخرى فهي التسليم بين نقاط وصول عاملة بتقنيات لاسلكية مختلفة.^[3]

بأخذ بنية شبكة الربط بعين الاعتبار يمكن أن يكون التسليم محلي أو عام. تتحرك العقدة المتنقلة داخل نفس نطاق المجال الإداري في التسليم المحلي. يعبر التسليم العام عن الحركة إلى نقطة وصول جديدة تعود لنطاق تابع لمجال إداري آخر.^[3]

بالاعتماد على حالة الطرفية يقسم التسليم إلى تسليم فعال وتسليم غير فعال. يدل التسليم الفعال على التسليم خلال جلسة عمل نشطة. بالمقابل يمثل التسليم غير الفعال التسليم بينما تكون الطرفية غير فعالة.

بالاعتماد على استمرارية الخدمة، تُصنف عملية التسليم إلى تسليم بلا خسائر وتسليم سلس وتسليم غير سلس، يضمن التسليم بلا خسائر بأنه لا يوجد ضياع في استمرارية الخدمة ممثلة بعدم وجود ضياعات في رزم البيانات. أما التسليم السلس فيكون غير ملحوظ بالنسبة للمستخدم، بينما يلاحظ المستخدم التسليم غير السلس. من خلال المناقشة السابقة، ينبغي أن يأخذ أي حل لإدارة الحركة المتطلبات التالية في الحسبان:

1. المحافظة على هوية ثابتة للعقدة المتنقلة بغض النظر عن موقعها الحالي.
2. إعطاء شركاء الاتصال إمكانية تحديد موقع العقدة المتنقلة بعد الحركة.
3. تقليل تأثير حركة العقدة المتنقلة على التطبيقات.

4. تقليل كلفة دعم الحركية (تكلفة إشارات التحكم (Signaling cost)، تكلفة تسليم رزم البيانات، وغيرها).

5. عدم التسبب بإضافة ثغرات أمنية جديدة للشبكة.

6. عدم التأثير على قابلية الشبكة للتوسع (Network scalability)، لكن ينبغي أن يكون بروتوكول إدارة الحركية قابل للتوسع (Scalable)، متين (Robust)، قابل للنشر (Deployable).

3. هدف البحث

يهدف البحث الى دراسة حزمة واسعة من بروتوكولات إدارة الحركية والتنقل وتقييم أدائها باستخدام نموذج رياضي عام أثبت فعاليته، وتحليل أداء زمن التسليم خلال تنقل العقدة المتنقلة تبعاً للبروتوكولات المدروسة.

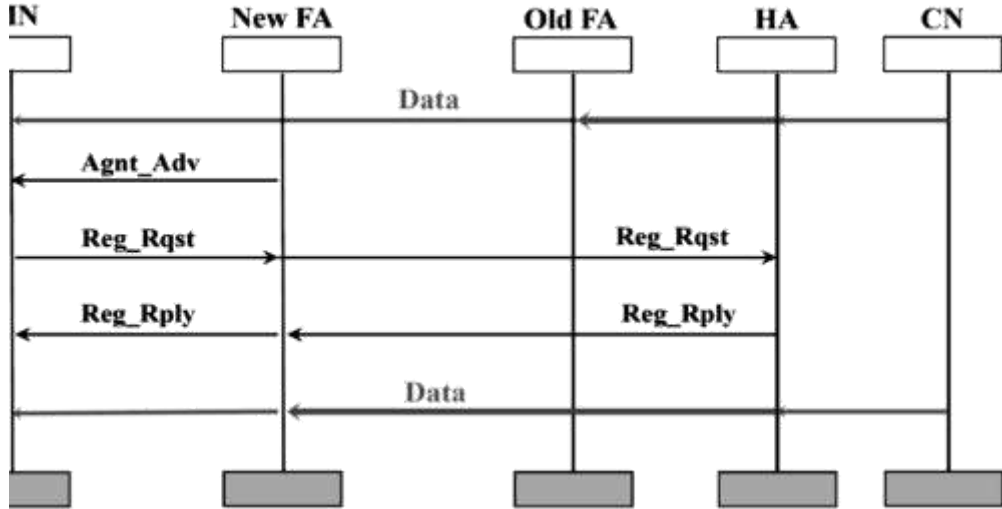
4. الدراسة المرجعية

يُعتبر الإصدار الرابع لبروتوكول الإنترنت (IPv4) IP version 4، والإصدار السادس لبروتوكول الإنترنت (IPv6) IP version 6 المعيار الأساسي المستخدم لتوجيه حزم البيانات من مصدر ما لهدف محدد. ويعتبر بروتوكول الإنترنت المتنقل بإصداره الرابع (MIPv4) Mobile IP version 4 والسادس Mobile IP version 6 (MIPv6) من أكثر البروتوكولات انتشاراً.

1. MIPv4 [4][5]

يقدم هذا البروتوكول وحدتين جديدتين هما العميل المحلي (Home Agent (HA) والعميل الأجنبي (Foreign Agent (FA). العميل المحلي هو عبارة عن مخدم موجود في الشبكة الأم التي تنتمي لها العقدة المتنقلة. يتحقق هذا المخدم من هوية

العقدة المتنقلة ويوفر لها الخدمات سواء كانت ضمن الشبكة الأم أو خارجها. أما العميل الأجنبي فهو عبارة عن مخدم موجود في الشبكة التي تزورها العقدة المتنقلة حالياً. العقدة التي تتواصل مع العقدة المتنقلة يشار لها بشريك الاتصال (CN)، وقد تكون عبارة عن عقدة ثابتة أو عقدة متنقلة. يتم تعيين عنوان IP فريد لكل عقدة متنقلة كعنوان محلي ضمن الشبكة الأم ويكون عبارة عن معرف ثابت لها. عند ابتعاد العقدة المتنقلة عن الشبكة الأم، يتم تعيين عنوان IP مؤقت لها Care of Address (CoA) يحدد نقطة الاتصال الحالية بالشبكة. يعلن كل عميل أجنبي عن وجوده ومميزاته بواسطة نشر دوري لرسائل الإعلان عن العميل Advertisement messages (Agnt_Adv). بعد انتقال العقدة المتنقلة العاملة ببروتوكول MIPv4 إلى نقطة وصول تنتمي إلى شبكة فرعية مختلفة وإنشائها للاتصال اللاسلكي معها، تقوم بعملية تسليم على مستوى الطبقة الثالثة. تتضمن عملية التسليم في الطبقة الثالثة مرحلتين هما اكتشاف الانتقال (Movement detection) وطور التسجيل (Registration phase). يقصد بمصطلح اكتشاف الانتقال اتخاذ القرار بأن العميل الحالي الذي يقدم الخدمات للعقدة المتنقلة غير متاح، والبحث عن عنوان IP جديد للعميل الجديد الذي يخدم الشبكة الفرعية الجديدة. تتضمن مرحلة التسجيل الخطوات اللازمة لإعلام HA بعنوان IP المؤقت (CoA) الجديد الذي حصلت عليه العقدة المتنقلة. يبين الشكل (1) تفاصيل هذه المرحلة.



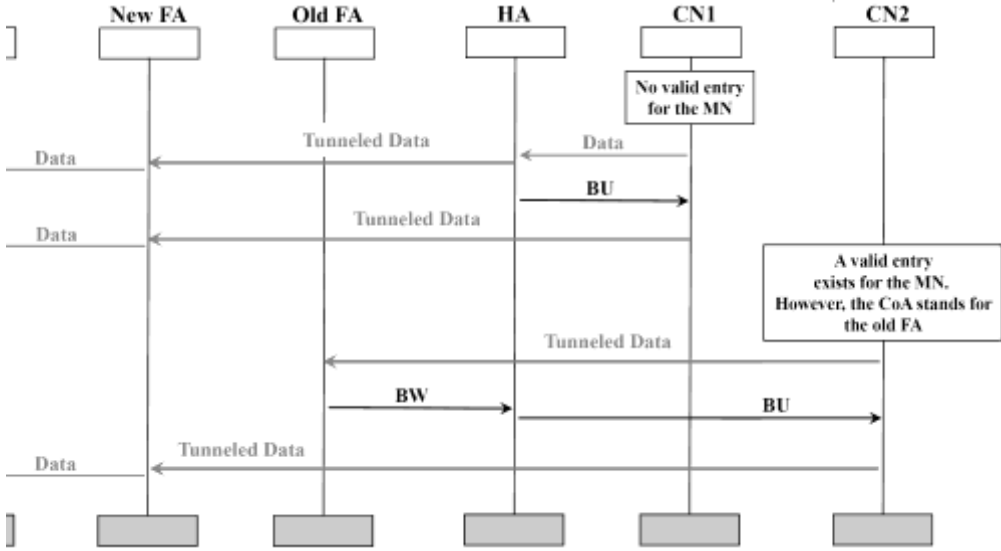
شكل 1: عملية التسليم عند استخدام بروتوكول MIPv4 [4]

بعد اكتشاف العقدة المتنقلة لخروجها خارج نطاق تغطية الشبكة القديمة وحصولها على عنوان مؤقت جديد، فإنها ترسل طلباً للتسجيل **Registration Request (Reg_Rqst)** إلى العميل الأجنبي الجديد، والذي بدوره يسجل العقدة المتنقلة ضمن لائحة الزوار **Visitor list** الخاصة به ويمرر طلب التسجيل إلى العميل المحلي الخاص بالعقدة المتنقلة. يقوم العميل المحلي بالتحقق من رسالة طلب التسجيل للتأكد من أن مصدرها هو العقدة المتنقلة بالفعل. عندما تتم عملية التحقق بنجاح يسجل العميل المحلي العنوان المؤقت للعقدة المتنقلة ضمن قائمة الارتباط **(Binding list)** ويولد رداً على طلب التسجيل **Registration Reply (Reg_Rply)** ويرسله إلى العقدة المتنقلة. لكل عملية تسجيل زمن حياة محدد وإن انتهاء هذا الزمن يجبر العقدة المتنقلة على إعادة التسجيل مع العميل المحلي بواسطة عملية تبادل الرسائل الموضحة فيما سبق. عندما يرغب شريك الاتصال بالتواصل مع عقدة متنقلة ما، فإنها تقوم بإرسال رزم البيانات إلى عنوان العقدة المتنقلة في شبكتها الأم **(MN's home address)**، تمرر هذه الرزم إلى العميل المحلي لأن عنوان العقدة المتنقلة الأساسي يقع ضمن نطاقه. في حال كون العقدة

المتنقلة خارج نطاق شبكتها الأم، يقوم العميل المحلي باعتراض رزم البيانات وتغليفها وتميرها إلى العنوان المؤقت الجديد للعقدة المتنقلة. يتم فك تغليف البيانات المغلفة (Encapsulated data) ضمن العميل الأجنبي ويمررها إلى العقدة المتنقلة في حال كانت الأخيرة تمتلك عنواناً معيناً لها من قبل العميل الأجنبي.

2. توسعة التوجيه الأمثلي لبروتوكول MIPv4 [4][5]

تمكن توسعة التوجيه الأمثلي لبروتوكول MIPv4، شركاء الاتصال من الحفاظ على سجل للارتباطات يحتوي على العناوين المؤقتة (CoAs) لواحدة أو أكثر من العقد المتنقلة. عندما يرغب شريك الاتصال بإرسال رزم بيانات إلى عقدة متنقلة تتحقق أولاً من وجود ارتباط صالح في سجل الارتباط، وفي حال وجوده يرسل شريك الاتصال البيانات عبر قناة (Tunnel) إلى العنوان المؤقت للعقدة المتنقلة. في حال عدم وجود ارتباط صالح في سجل الارتباط، يرسل شريك الاتصال البيانات إلى العنوان المحلي في الشبكة الأم للعقدة المتنقلة، حيث يعترض المخدم المحلي رزم البيانات ويقوم بإرسالها عبر قناة (Tunnel) إلى العنوان المؤقت للعقدة المتنقلة. ونتيجةً لذلك يقوم المخدم المحلي بإبلاغ شريك الاتصال عن العنوان المؤقت للعقدة المتنقلة بواسطة رسالة تحديث ارتباط. يُسجل شريك الاتصال العنوان المؤقت الجديد في سجل ارتباطاته ويرسل البيانات بعدها مباشرة إلى هذا العنوان. لا تتطلب رسالة تحديث الارتباط هذه إشعاراً بالقبول وذلك لأن شريك الاتصال سيستمر بإرسال البيانات للمخدم المحلي حتى تستلم منه رسالة تحديث ارتباط. عندما يستلم أي مخدم أجنبي رزم بيانات لعقدة متنقلة لا تقع ضمن مجاله فإنه يرسل رسالة تحذير ارتباط (Binding Warning (BW)) للمخدم المحلي، والذي يُعلم بدوره شريك الاتصال بالعنوان المؤقت الجديد للعقدة المتنقلة. إن الرسائل المتبادلة خلال إجرائية التوجيه الأمثل مبيّنة في الشكل (2).

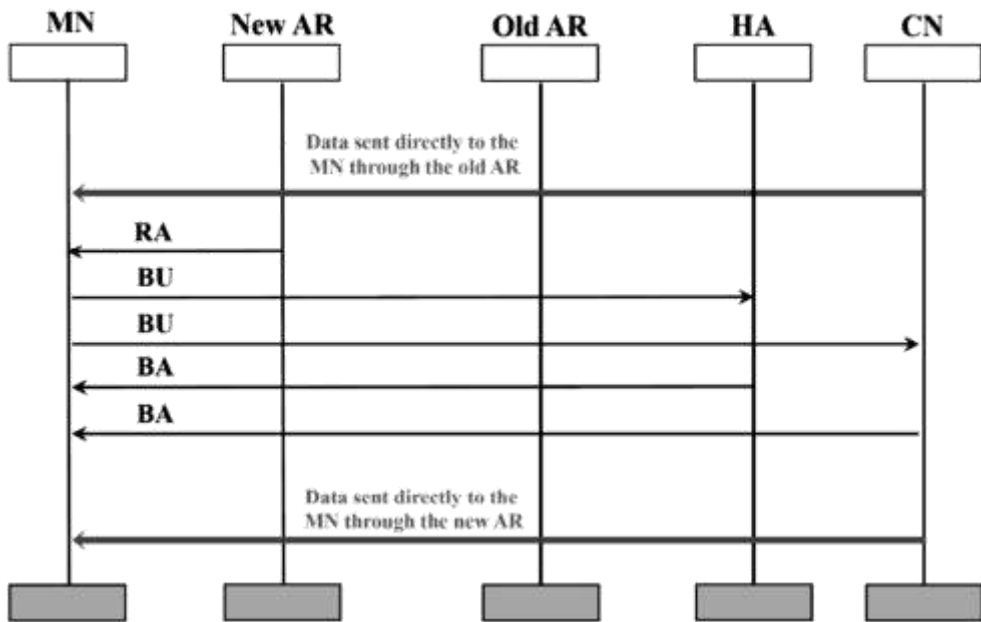


شكل 2: الرسائل المتبادلة خلال إجرائية التوجيه الأمثل لبروتوكول MIPv4 [5]

3. MIPv6 [6]

يمكن افتراض افتراضات مشابهة للافتراضات الخاصة ببروتوكول MIPv4. يمكن الفرق في كون MIPv6 لا يحتاج إلى موجهات خاصة تدعم الحركية في الشبكات الفرعية التي تزورها العقدة المتنقلة، إذ أن موجهات الوصول العادية AR الخاصة ببروتوكول IPv6 كافية. ويقدم MIPv6 توسيعات جديدة لترويسات بروتوكول IPv6 وهي: ترويسة استخدام عنوان الشبكة الأم كعنوان للوجهة (Home address destination option)، ترويسة التوجيه (Routing header) وترويسة نقل البيانات ضمن القناة (Tunneling header). بعد انتقال العقدة المتنقلة لضمن نطاق موجه وصول (AR) جديد، تنتظر وصول رسالة الإعلان عن الموجه (RA) Router Advertisement وتقوم باختيار عنوان CoA الخاص بها بعد استلام رسالة الإعلان. يمكن بشكل بديل أن يتم حث إرسال رسالة الإعلان عن الموجه (RA) بإرسال رسالة استعلام عن الموجه (Router Solicitation (RS)). بعد أن يتم الانتقال والحصول على عنوان CoA جديد، تقوم العقدة المتنقلة بإعلام

كل من شريك الاتصال والعميل المحلي الخاص بها (HA) بعنوانها المؤقت الجديد. للقيام بذلك ترسل العقدة المتنقلة رسالة تحديث الارتباط (BU) Binding Update (BU) إلى شريك الاتصال ورسالة تحديث ارتباط أخرى إلى العميل المحلي. يتم بعدها إرسال رسالة إقرار بالارتباط (BA) Binding Acknowledgement (BA) من قبل كل من شريك الاتصال والعميل المحلي كرد على رسالة تحديث الارتباط، كما هو موضح في الشكل (3).



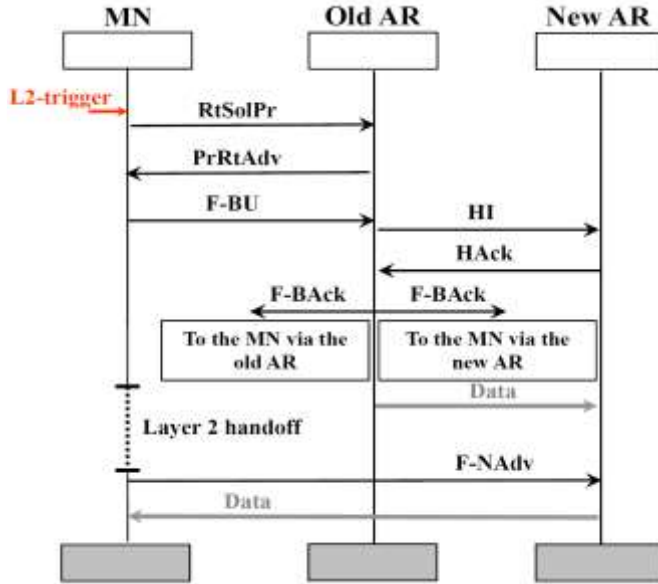
شكل 3: عملية التسليم عند استخدام بروتوكول MIPv6 [6]

يرسل شريك الاتصال عادةً حزم البيانات إلى الشبكة الأم للعقدة المتنقلة، عندما يعترض المخدم المحلي سبيل هذه الرزم ويقوم بتمريرها إلى العنوان المؤقت (CoA) الحالي للعقدة المتنقلة. تؤدي هذه العملية إلى توجيه دون الأمثل، يُعرف باسم التوجيه المثلي، يؤدي إلى زيادة زمن الاتصال بين العقدة المتنقلة وشريك الاتصال.

4. بروتوكول MIPv6 السريع [7][8]

يسرع بروتوكول MIPv6 السريع (FMIPv6) Fast MIPv6 من عملية التسليم على مستوى طبقة الشبكة بالاستفادة من مثيرات الطبقة الثانية أيضاً، حيث يهدف هذا البروتوكول إلى اكتشاف العميل الأجنبي الجديد والقيام بتهيئة العنوان المؤقت الجديد فيما تكون العقدة المتنقلة لا تزال متصلة مع موجه الوصول القديم. يعتمد مبدأ العمل هذا البروتوكول على إنشاء قناة ثنائية الاتجاه بين موجهي الوصول القديم والجديد بعد انطلاق مثير الطبقة الثانية. تُنقل البيانات الواردة للعقدة المتنقلة عبر هذه القناة من موجه الوصول القديم إلى موجه الوصول الجديد خلال عملية التسليم على مستوى الطبقة الثانية، أما البيانات المرسله فتنتقل عبر هذه القناة من موجه الوصول الجديد إلى الموجه القديم بعد عملية التسليم حتى يتم تحديث الارتباط الجديد ويكون موجه الوصول القديم هو المسؤول عن تمرير الرزم. يمكن تشغيل بروتوكول FMIPv6 بنمطي عمل هما النمط التنبؤي Predictive والنمط التفاعلي Reactive. النمط الافتراضي للعمل هو النمط التنبؤي حيث تحاول العقدة المتنقلة التعرف على موجه الوصول الجديد من مثير الطبقة الثانية قبل حصول عملية التسليم على مستوى الطبقة الثانية وبالتالي تبدأ بعملية التسليم على مستوى الطبقة الثالثة مقدماً. تقوم العقدة بإجراء عملية التسليم على مستوى الطبقة الثانية وتنتقل للعمل بالنمط التفاعلي في حال فشلها بالعمل بالنمط التنبؤي. عمل بروتوكول FMIPv6 في النمط التنبؤي مبين في الشكل (4). عندما تلاحظ العقدة المتنقلة أن هناك حاجة لإجراء عملية التسليم، فإنها ترسل رسالة وكيل لاستدراج الموجه Router Solicitation Proxy message (RtSolPr) لموجه الوصول القديم والتي تحتوي على بعض المعلومات التي يمكن من خلالها لموجه الوصول القديم تحديد عنوان IP للموجه الجديد. ونتيجة لذلك يرسل موجه الوصول القديم رسالة PrRtAdv للعقدة المتنقلة تحتوي على معلومات كافية تسمح لها بتحديد عنوانها

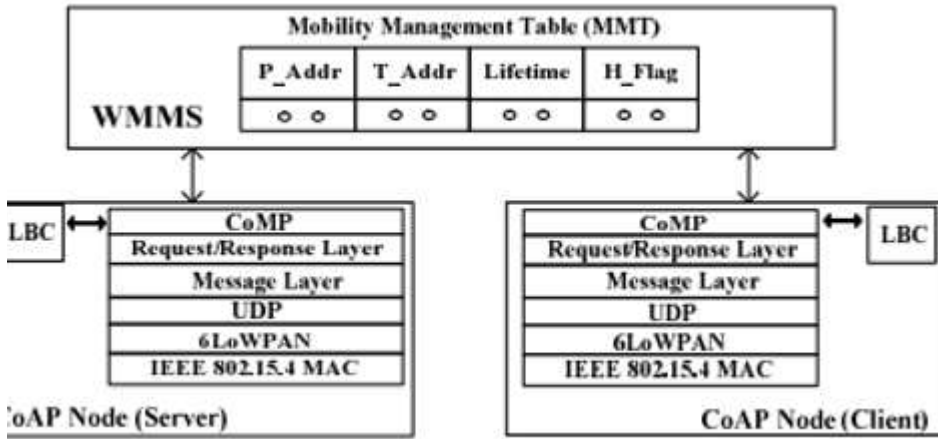
المؤقت الجديد. يمكن للموجه القديم إجبار العقدة المتنقلة على إجراء عملية التسليم بإرسال رسالة PrRtAdv تحتوي على عنوان الشبكة الفرعية الجديدة. بعد تهيئة عنوانها المؤقت الجديد، ترسل العقدة المتنقلة رسالة تحديث ارتباط سريع Fast Binding Update (F-BU) إلى موجه الوصول القديم لتعلمه باكمال عملية التسليم. فور استلام موجه الوصول القديم لرسالة F-BU يرسل رسالة البدء بالتسليم (HI) لموجه الوصول الجديد ليعلمه من خلالها بالعقدة المتنقلة القادمة. ينبغي أن تحتوي رسالة HI العنوان المؤقت الحالي والعنوان المؤقت الجديد المقترح للعقدة المتنقلة ضمن الشبكة الفرعية لموجه الوصول الجديد.



شكل 4: عمل بروتوكول FMIPv6 في النمط التنبؤي [7]

[9][10] CoMP .5

طورت مجموعة عمل IETF CoRE بروتوكول التطبيقات محدودة المصدر (CoAP) Constrained Application Protocol المخصص للتعامل مع التطبيقات المستندة إلى الويب في بيئة إنترنت الأشياء IoT، ويتمثل أحد قيود CoAP في أنه لا يعالج إدارة التنقل للعقد المتنقلة، يوفر بروتوكول CoMP إدارة التنقل للعقد المتنقلة لبروتوكول CoAP. يقوم CoMP بتتبع عناوين IP الحالية للعقد المتنقلة وتمكن من تسليم البيانات إلى عملاء الويب بشكل موثوق وذلك باستخدام كل من HTTP و CoAP. ويستخدم وظيفة منفصلة لإدارة الموقع لدعم قابلية تنقل، يوضح الشكل (5) بنية إدارة التنقل باستخدام CoMP.

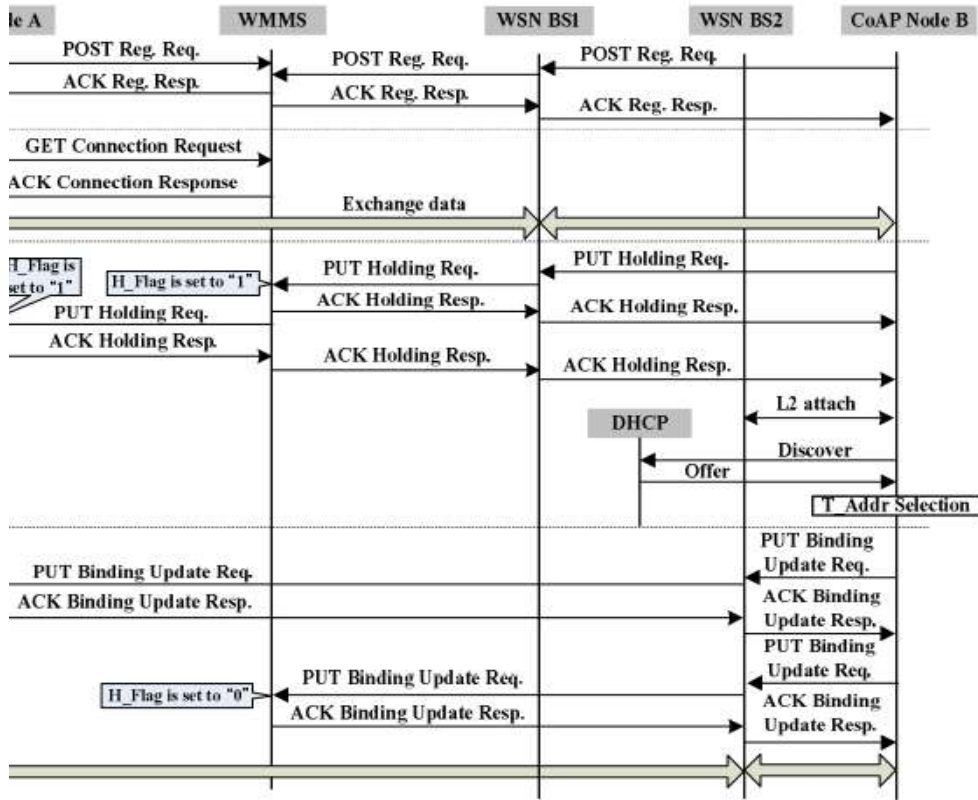


الشكل 5: بنية إدارة التنقل باستخدام CoMP [9]

تتكون مكونات البنية من CoAP server و client nodes ونظام إدارة الحركة لويب الأشياء (WoT Mobility Management System) و جدول إدارة الحركة (MMT) Mobility Management Table، تحتفظ WMMS بمعلومات عنوان الموقع في MMT لتتبع موقع العقدة المتنقلة. ويتم استخدام أساليب GET و POST و PUT و DELETE في طبقة CoAP

Request/Response من أجل توفير وظائف إدارة الحركة والتنقل. وتحتوي عقدة CoAP على ذاكرة تخزين مؤقت للربط المحلي (LBC) cache، والتي تتضمن P_Addr و T_Addr و Lifetime و H_Flag وهي نفسها لتلك الموجودة في جدول إدارة الحركة MMT، حيث يشير P_Addr إلى عنوان IP الدائم للعقدة، و T_Addr إلى عنوان IP المؤقت للعقدة، و H_Flag إلى حالة تسليم العقدة فإذا كان H_Flag هو "1"، فهذا يشير إلى أن العقدة لا تزال تؤدي عملية التسليم. ويشير Lifetime إلى زمن ربط P_Addr مع T_Addr.

يوضح الشكل (6) إجراءات إدارة التنقل الخاصة بـ CoMP.



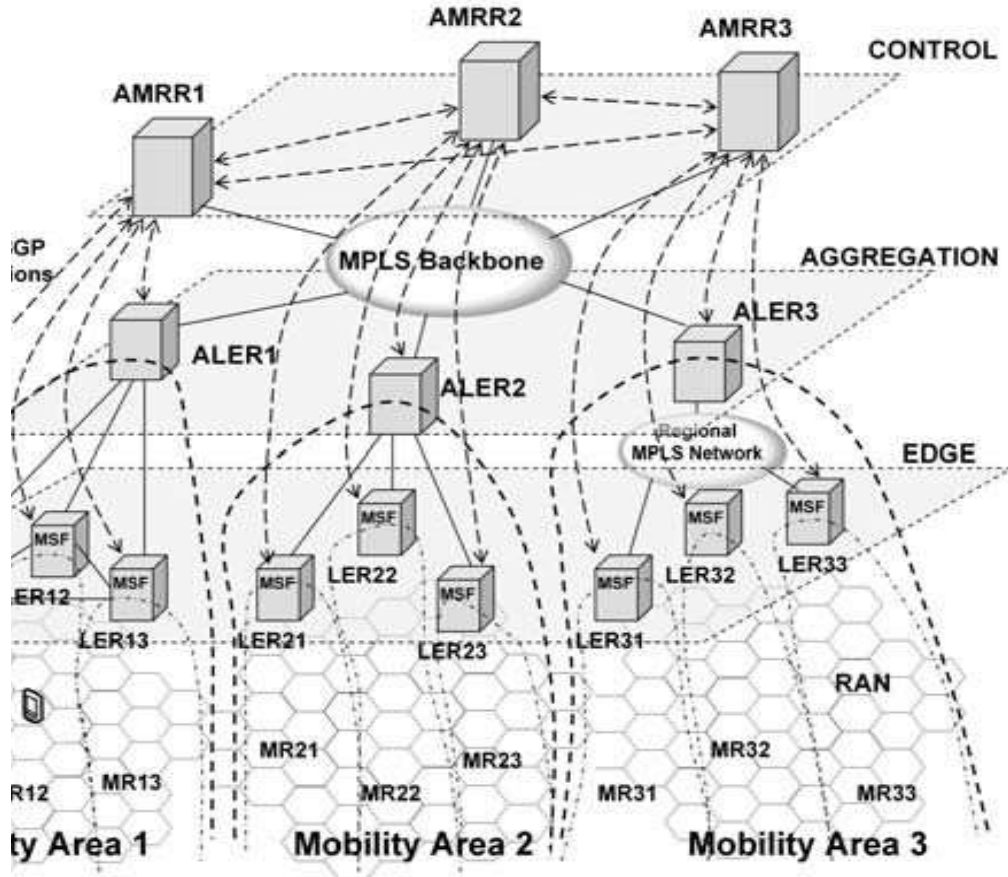
الشكل 6: إجراءات إدارة التنقل الخاصة بـ CoMP [9]

تقوم كل من العقدة A و B بتسجيل عنوانها الدائم P_Addr و Lifetime في جدول إدارة الحركية MMT الموجود في WMMS من خلال تبادل رسالة طلب تسجيل POST والاستجابة ACK، بفرض ان العقدة B انتقلت من BS1 إلى BS2 وذلك يتطلب عملية تسليم IP. ترسل العقدة B رسالة طلب تعليق PUT إلى WMMS للاحتفاظ برسائل الطلب من العقد الأخرى (من أجل منع ضياع الحزمة)، تقوم WMMS بتحديث H_Flag للعقدة B في MMT إلى القيمة "1". وتقوم WMMS بعد ذلك بإرسال رسالة طلب PUT إلى العقدة A، ثم تقوم العقدة A بتحديث H_Flag في LBC إلى القيمة "1". استجابةً لذلك ترسل العقدة A رسالة ACK إلى WMMS، ومن ثم تقوم العقدة B بقطع الاتصال مع BS1 والاتصال مع BS2 واسترداد عنوان مؤقت T_Addr جديدة عبر خادم DHCP، ثم ترسل العقدة B رسالة طلب تحديث PUT إلى كل من WMMS والعقدة A من خلال BS2، لكي يتم تحديث T_Addr و Lifetime في MTT و LBC وكما يتم تعيين قيمة H_Flag إلى القيمة "0" والتي تدل على اكتمال عملية التسليم.

6. MLBN [11]

يعتبر بروتوكول الشبكة المعتمدة على ملصق التنقل نظام لإدارة الحركية والتنقل على مستوى طبقة الشبكة والمستقل تماماً عن بروتوكول Mobile IP، لا يحتاج هذا البروتوكول إلى وكيل محلي HA أو عنوان مؤقت CoA أو أنفاق Tunneling، حيث تعامل المضيفين المسجلين أو أجهزة التوجيه على أنها عقد متنقلة. يهدف هذا البروتوكول إلى دمج مستوى التحكم في التنقل على مستوى الطبقة الثالثة مع نظام التوجيه MPLS من أجل تحقيق التسليم الأمثل وتجنب أوجه القصور في الحلول المعتمدة على بروتوكول الإنترنت المتنقل Mobile IP. ويتم تحقيق ذلك باستخدام ملصق التنقل (ML) Mobility Label لتمثيل الموقع

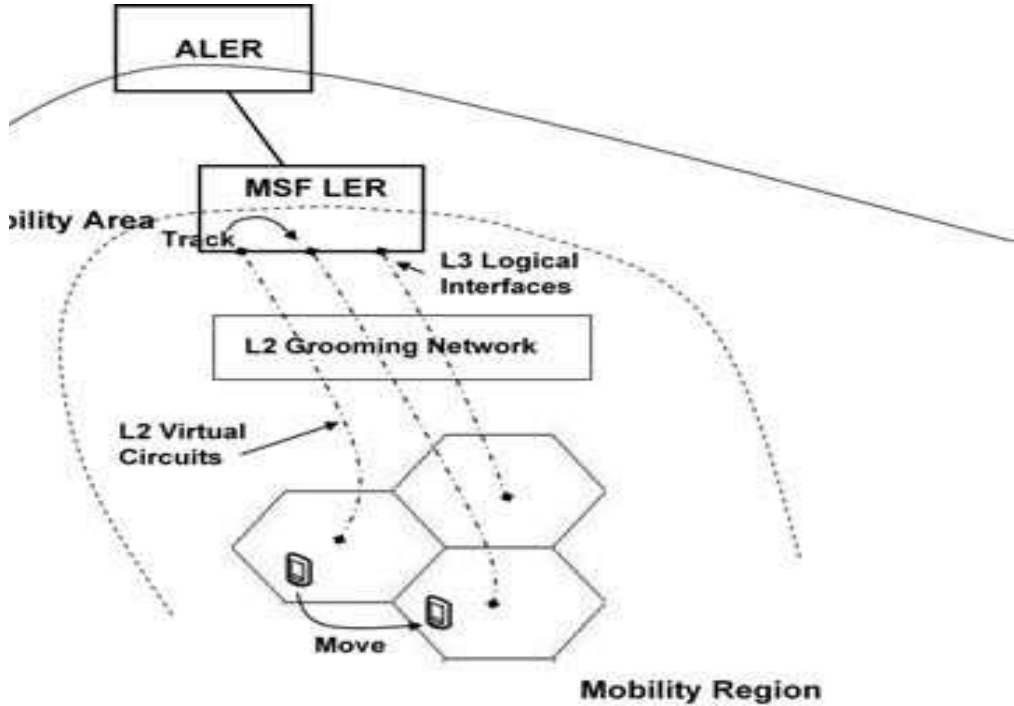
الحالي للعقدة المتنقلة في الشبكة. ترتبط ملصقات التنقل بعناوين IP للعقد المتنقلة أو بادئات IP التي تقدمها أجهزة التوجيه المتنقلة وذلك لتشكيل روابط التنقل **Mobility Bindings (MB)**. من الناحية المعمارية يتبع **MLBN** بنية **MPLS** الكلاسيكية والتي أهم مكوناتها هي: [1] - **Label Edge Router (LER)** والتي هي عقدة حافة في **MLBN**. يتصل **LER** بـ **RAN** باستخدام شبكة **L2 grooming**، وتنفذ **LER** وظيفة دعم التنقل (**MSF**). [2] - **Router-ID (RID)** وهو عنوان IP يعرف بشكل فريد لعقدة في **MLBN**. [3] - **Mobility Support Function (MSF)** وظيفة دعم التنقل-مجموعة من العمليات المنفذة في **LER** والمسؤولة عن تسجيل الجهاز المتنقل (المضيف أو الموجه)، وتخصيص ملصق التنقل، وإنشاء رابط التنقل وتوزيعه باستخدام تحديث الشبكة. [4] - **Area LER (ALER)** -عقدة تجميع **MPLS** التي تنفذ **MSF** وتشارك في إعادة توجيه الحزمة. [5] - **Area Mobility Route Reflector (AMRR)** -عاكس مسار التنقل يخدم منطقة التنقل. لا تشارك **AMRR** في إعادة توجيه الحزمة وتؤدي وظائف مستوى التحكم (**signaling**). تتعامل جميع أجهزة **MSF LERs** في منطقة التنقل بالإضافة إلى **ALER** مباشرة مع **AMRR**. [6] - **Mobility Region (MR)** -مجموعة من خلايا **RAN** التي يخدمها **MSF** واحد مقيم في عقدة **LER**. [7] - **Mobility Area (ML)** -مجموعة من مناطق التنقل **MR** مجمعة بواسطة **Area LER (ALER)**. [8] - **Mobility Label (ML)** -ملصق **MPLS** مرتبط ببدائة العقدة. يتم تخصيص ملصقات التنقل بواسطة **LERs** واستخدامها كعناوين داخلية. [9] - **Local Mobility Label (LML)** -مهم محلياً عند **LER** أو **ALER** معين. [10] - **Current Mobility Label (CML)** -مرتبط ببدائة عنوان العقدة ويحدد معلومات **RAN** المحددة للوصول إلى العقدة. قد يتغير **CML** مع تنقل العقدة، بينما قد يظل **LML** المرتبط به دون تغيير. يوضح الشكل (7) بنية **MLBN** المفترضة.



الشكل 7: بنية MLBN المفترضة [11]

يشار إلى عمليات التسليم بين شبكات RAN المختلفة في نفس منطقة التنقل MR على أنها عمليات تسليم MSF-Local ولا تؤدي إلى إجراءات الاكتشاف والتسجيل الجديدة أو تحديث الشبكة باستخدام معلومات ملصق التنقل الجديدة. يقوم MSF في LER "بتتبع tracks" العقدة المتنقلة من خلال ملاحظة أن الحزم على الوصلة المصدر الخاصة بالعقدة المتنقلة وعناوين IP بدأت في الوصول إلى واجهة منطقية مختلفة مرتبطة بخلية أو مجموعة RAN الجديدة. ويقوم MSF بعد ذلك بتحديث جدول الارتباط المحلي في LER بمعرف واجهة الطبقة 3 الجديد للعقدة المتنقلة. إذا انتقلت العقدة المتنقلة إلى RAN بخصائص مختلفة للطبقة الثانية من RAN الأصلي، فقد تقوم MSF بتحديث سجل الارتباط المحلي بالمعلومات المحددة

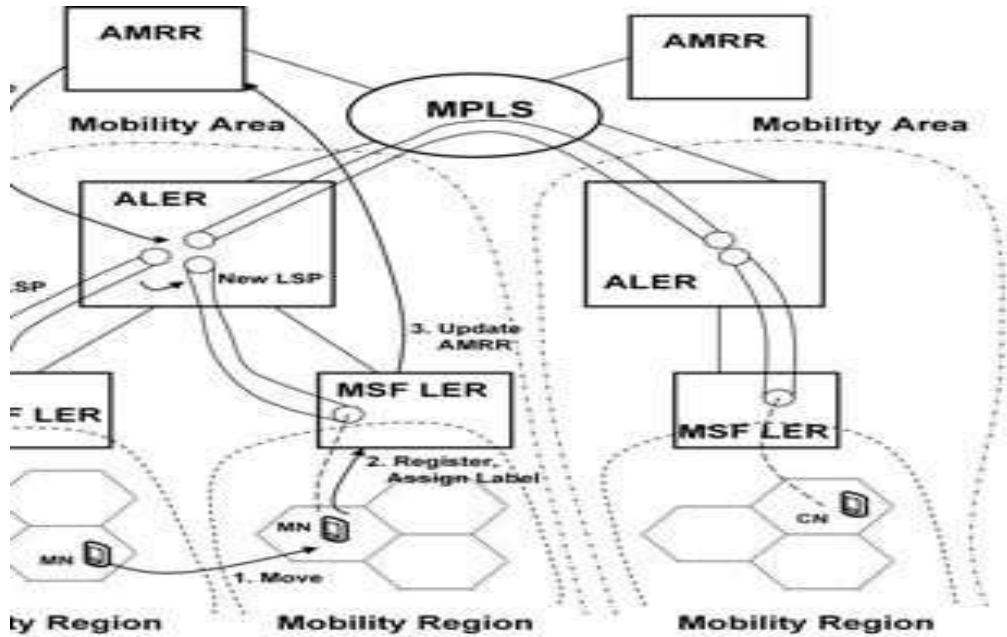
للطبقة الثانية (مثل التغليف ورؤوس طبقة الارتباط). وهذا موضح في الشكل (8) حيث انه في هذا النوع من التسليم ملصق التنقل الخاصة بالعقدة المتنقلة لا يتغير ولا يوجد حاجة لتحديث ربط التنقل.



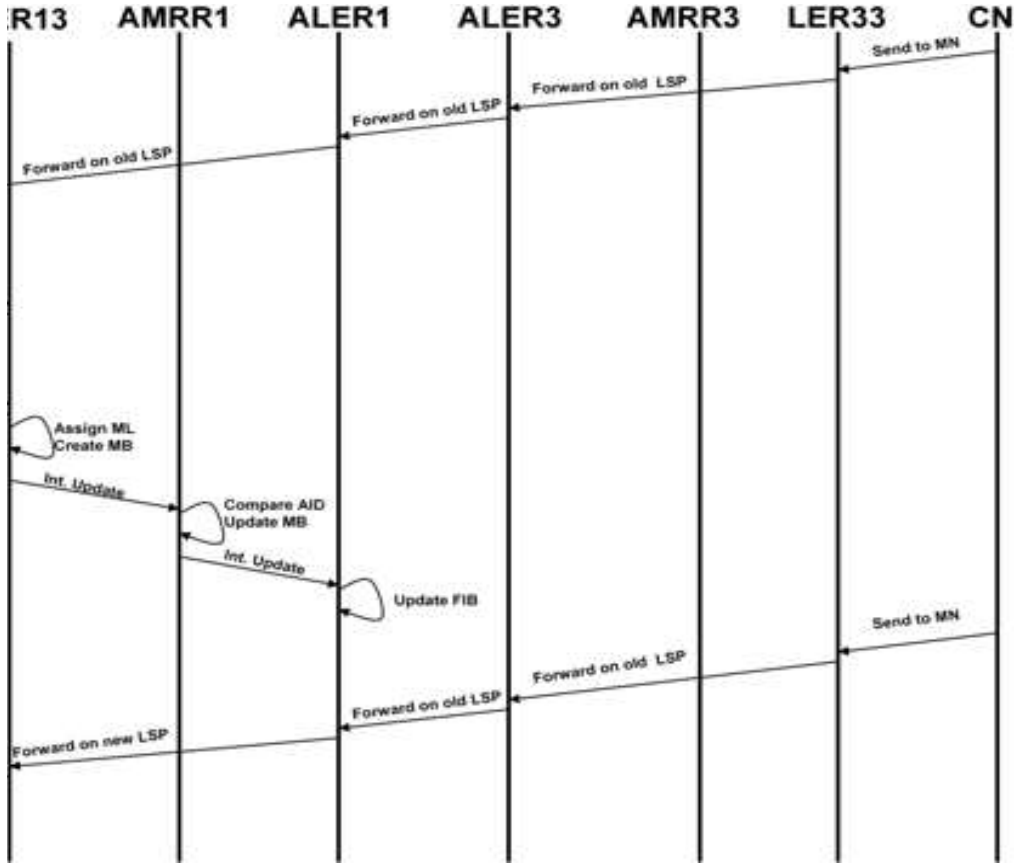
الشكل 8: عملية التسليم MSF-Local [11]

ويشار إلى عمليات التسليم بين مناطق التنقل MR باسم عمليات التسليم المشتركة بين MSF-Inter. يعد التنقل بين مناطق التنقل MR داخل نفس منطقة AR مثلاً أيضاً على micro-mobility حيث لا يلزم تحديث الشبكة خارج المنطقة area. وبعبارة أخرى تنتقل العقدة المتنقلة من التحكم في MSF في LER إلى آخر مع توصيل كل منهما بنفس ALER. قد تختلف تقنية RAN في MR الجديد عن تلك الموجودة في MR القديم وفي هذه الحالة قد تختلف أيضاً عنوانة طبقة الارتباط. لذلك يُفترض عمومًا أن العقدة المتنقلة ستحتاج إلى تنفيذ إجراء اكتشاف وتسجيل

جديد مع MSF الجديد. بهذه الحالة يبدأ MN التسجيل مع MSF الجديد في LER، والذي يقوم بتحديث AMRR بربط التنقل لـ MN بما في ذلك ملصق التنقل الجديد وقيمة معرف المنطقة المستلمة من MN باستخدام التحديث الداخلي. يقرأ AMRR قيمة معرف المنطقة ويقارنها بآخر معرف منطقة مسجل لـ MN. إذا كانت القيم هي نفسها فإن AMRR يعكس ربط التنقل MB الى ALER دون إجراء تحديث آخر تجاه عقد AMRR النظرية الأخرى. يتلقى ALER التحديث الداخلي ويقوم بدوره بتحديث سجل تتبع الملصق لـ MN في FIB الخاص به. لا يقوم ALER بتنفيذ التحديث الخارجي لـ AMRR نظراً لوجود رابط التنقل لـ MN مسبقاً. يوضح الشكل (9) تنقل العقدة المتنقلة بين عقد Inter-MSF، ويوضح الشكل (10) عملية التسليم Inter-MSF.



الشكل 9: تنقل العقدة المتنقلة بين عقد Inter-MSF [11]



الشكل 10: عملية التسليم Inter-MSF. [11]

يوضح الجدول (1) مقارنة تحليلية بين بروتوكولات إدارة الحركة والتنقل المدروسة

Characteristi cs	Mobility Protocols				
	MIPv4	MIPv6	FMIPv6	CoMP	MLBN
Date	2002	2004	2005	2015	2021
Scalability	No	Yes	Limited	Yes	Yes
Router	No	Support	Support	No	No

optimisation		ed	ed		
QoS	No	(partial)	(partial)	(partial)	(partial)
Additional infrastructure	Yes	No	Yes	Yes	Yes
Packet reordering	No	No	Yes	No	No
Handover Type	Reactive	Reactive	Reactive / Proactive	Reactive	Reactive / Proactive
Mobility Scope	Global	Global	Global/ Local	Global	Global/ Local
Handover	Long	Long	Moderate	Long	Low
Mobility Class	Host based	Host based	Host based	Hybrid	Network based
MN Modification	High	High	High	High	Low
Power	High	High	High	Low	High
DAD	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

الجدول (1) مقارنة تحليلية بين بروتوكولات إدارة الحركية والتنقل المدروسة

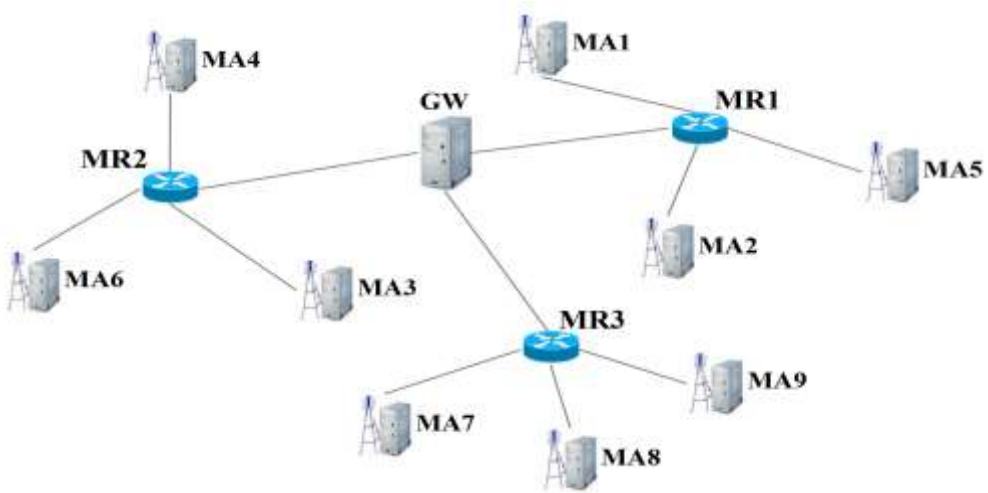
5. النموذج الرياضي

يمكن إجراء التحليلات للحلول المقدّمة لإدارة الحركة باستخدام النماذج الرياضية، المحاكاة، أو التشغيل الفعلي. تستغرق محاكاة أو تحقيق البروتوكولات عادةً زمناً طويلاً، لكنها على أية حال تعطي نتائج مفصلة ودقيقة، بينما يمكن تطوير النماذج الرياضية بسرعةٍ لتعطي تقييماً جيداً للأداء. يتمّ تعيين المتحولات للنموذج الرياضي العام تبعاً لمواصفات وخصائص البروتوكولات المستخدمة، بنية الشبكة وسيناريوهات الحركة (mobility scenarios)، أما تحليل الأداء فيتّم تبعاً لزمان التسليم الواسطي (average handoff latency) مع أخذ حذف رسائل التحكم بعين الاعتبار. من المفترض أنّ جميع عقد الحركة تتحرك ضمن مجالٍ واحد. تقوم كلّ عقدة بتوفير اتصال (IP-connectivity) ضمن المجال مشكّلةً بدورها عقدة العميل التي تدعم الحركة ((Mobility Agent (MA)، على سبيل المثال (MAG, AR, FA). تكون العقدة المتنقلة غير قادرة على إرسال أو استقبال الرزم خلال التسليم (handover)، وفي حال تمّ حذف رسالة التحكم فإنّ قيمة المؤقت T_{timer} سوف تتضاعف. تعرّف رسالة التحديث (update message) بأنّها رسالة التحكم التي يتمّ إرسالها من أجل تعديل معلومات ربط الحركة (mobility binding). ومن المفترض أنّ جميع التأخيرات التي تعانيها الرزمة ضمن عناصر شبكة والوصلات مختلفة (links) تكون محددة.^[3]

وخلال هذه الدراسة التحليلية، تمّ افتراض دفتين تابعين للبروتوكول (UDP) بمعدل بتّ ثابت (constant bit rate UDP streams). الدفق الأول هو عبارة عن دفق هابط تابع للبروتوكول (UDP) (downlink UDP stream) يتمّ توليده من قبل شريك الاتصال (CN) وتوجيهه إلى العقدة المتنقلة، أمّا الدفق الثاني فهو عبارة عن دفق وصلة صاعدة تابعة للبروتوكول (UDP) مرسل من قبل العقدة المتنقلة (MN) وموجّه إلى شريك الاتصال (CN).^[3]

5.1. نمذجة بنية الشبكة

يملك كل نطاق أو مجال في النموذج المقترح بوابة افتراضية واحدة (GW)، ويفترض أن مجموعة عقد العملاء (Ma_s) المؤلفة من v عقدة يتم التحكم بها من قبل مجموعة الموجهات (MR_s) التي تدعم الحركية (9) والموجودة ضمن نفس المجال يوضح الشكل (11) بنية الشبكة المقترحة من أجل $v=3$ و $z=9$ و $g=3$. ويعرف جهاز التوجيه المشترك (crossover router) بأنه العقدة التي تشترك بالمسار بين البوابة (GW) وعقدة العميل القديمة (MA) وكذلك تشترك بالمسار بين البوابة وعقدة العميل الجديدة.



شكل 11: بنية الشبكة المقترحة

يمكن حساب المسافات بين عقدة العميل الحالية والموجه الذي يدعم الحركية MR والبوابة وعقدة العميل القديمة أو عقدة محددة ببساطة من خلال عدد القفزات hops بالاعتماد على المسار الأقصر. نطلق على العقدة التي يجب تحديث معلومات ربط الحركية عندها اسم عقدة تحديث معلومات الربط Binding Update

node

(*BUnode*). ويشار إلى أي عقدة يتم اختيارها لتكون *BUnode* ومختلفة عن المخدم الأساسي للعقدة المتنقلة (HA) وموجه دعم الحركة (MR) وعقد العميل القديمة والجديدة بالنقطة المرجعية (Anchor Point (*ANP*)). أي عقدة قادرة على استيعاب الحركة ومختلفة عن HA، GW، MR، وكلّ من MA الجديدة والقديمة و *ANP* يشار إليها بالعقدة الوسيطة (*InNode*) [3].

نفرض أنّ المتحولات الخاصة ببنية الشبكة المقترحة موضحة في الجدول (1).

جدول 2: المتحولات الخاصة ببنية الشبكة المفترضة.

δ_d	δ_s	ρ	τ_2	$D_{GW,HA}$	$D_{GW,CN}$	$D_{CN,HA}$	$\overline{D}_{MA,GW}$	$\overline{D}_{newMA,oldMA}$	$\overline{D}_{MA,MR}$
0.0	0.	1	5ms	5ho	4	3ho	3	2hops	1.5ho
5	5	0	ec	ps	hop	ps	hops		ps
					s				

تعتمد قيمة τ_1 على تقنية الوصول الراديوية، فعلى سبيل المثال تمتلك الشبكة اللاسلكية تقنية وصول راديوية سريعة، وبالتالي تكون τ_1 مساوية لـ 2 msec. وبالعكس فإنّ GSM و UMTS تمتلك تقنيات وصول راديوية أبطأ، بقيمة 80 msec من أجل UMTS و 150 msec من أجل GSM.

5.2. زمن التسليم

يمكن وصف زمن التسليم **handoff latency** رياضياً كما في المعادلة (1)^[3]، وذلك بحالة عدم ضياع رسالة التحديث **update message** خلال طريقها إلى العقدة **BUnode**

$$T_{BUnode} = \Delta t + k_1 * t_{MN,MA} + k_2 * t_{currentMA,BUnode} + k'_1 * a_{MA} + k'_2 * a_{BUnode} + k'_3 * ni * a_{InNode} + \gamma \quad (1)$$

في حال ضياع رسالة التحديث **update message** خلال طريقها إلى العقدة **BUnode**، يتم اشتقاق زمن التسليم من المعادلة (2)^[3].

$$T_{BUnode} = \Delta t + k_1 * t_{MN,MA} + k_2 * t_{currentMA,BUnode} + k'_1 * a_{MA} + k'_2 * a_{BUnode} + k'_3 * ni * a_{InNode} + \gamma + \sum_{i=2}^S 2^{(i-2)} * T_{timer} \quad (2)$$

حيث تمثل k_1 عدد الرسائل المتبادلة على الوصلة اللاسلكية خلال التسليم، أما k_2 فتمثل عدد الرسائل المتبادلة بين عقدة العميل الحالية والعقدة **BUnode** على الوصلة السلكية. تشير القيم k'_1 و k'_2 و k'_3 إلى عدد مرات معالجة رسالة التحديث ضمن العقد العملاء (MA) الحالية، **BUnode** و **InNode** على التوالي. يمثل المتحول ni عدد العقد الوسيطة. ويمثل المتغير a_x زمن معالجة الرسالة ضمن العقدة x ، وتشير Δt إلى زمن اكتشاف الانتقال. يكون المتحول $t_{currentMA,BUnode}$ مساوياً إلى $\tau_2 * D_{currentMA, BUnode}$ في حال كان التأخير الحاصل على الوصلة بين كل قفرتين متتاليتين داخل وخارج النطاق هو نفسه، بينما يساوي المتحول $t_{MN,MA}$ إلى قيمة τ_1 .

تمثل γ الزمن الإضافي المطلوب من أجل بروتوكول حركية محدد مثل زمن التوثيق **authentication time**، التشكيل التلقائي للعنوان **address auto-configuration**، رسائل التحفيز **solicitation**، تختلف γ من بروتوكول إلى آخر وقد تكون قيمتها غير ثابتة، كما يمكن أيضاً حسابها من معادلة خاصة ببروتوكول محدد. نفترض بأن العقدة المتنقلة تستقبل رسالة إعلان من عقدة العميل الجديدة وتتبادل رسائل الإعلام والتحفيز خلال الفترة المحددة ضمن منطقة التداخل وهذا يعني أن زمن كشف الانتقال أو الحركية (Δt) مساوٍ إلى الصفر، وتم إسناد القيمة 4 ميلي ثانية إلى γ من أجل التعبير عن التأخير الناتج عن WAN، والسبب في ذلك أن رزم المعطيات بالإضافة إلى رسائل التحكم يجب أن تتم معالجتها أولاً ضمن جهاز التوجيه الذي ينفذ WAN قبل المرور إلى WAN بحد ذاتها. وفي حال ضياع رسالة التحديث تسند القيمة $2 * RTT$ إلى T_{timer} حيث أن RTT (round trip time) هو عبارة عن زمن التداول بين العقدة المتنقلة و $BUnode$ والموضح بالمعادلة (4). ويعرف المتغير T_{timer} بأنه القيمة البدائية للمؤقت الزمني عند إرسال رسالة التحكم ريثما يتم تلقي استجابة عليها والموضح بالمعادلة (3). ويمثل المتغير s عدد مرات إرسال رسالة تحكم محددة.^[3]

$T_{timer} = 2 * RTT$	(3)
$RTT = \tau_1 + \tau_2 * D_{MA.BUnode}$	(4)

6. تطبيق النموذج الرياضي العام على البروتوكولات

6.1. البروتوكول MIPv4

يتم الاتصال دوماً مع المخدم الأساسي HA الذي يمثل *BUnode*، تتم معالجة الانتقالات (*mobility*) فقط ضمن العقد العملاء (*MAs*) والمخدم الأساسي (*HA*)، إذ لا توجد عقد وسيطة *InNodes*. خلال عملية التسليم يتم الاتصال من خلال *New-MA* والتي تمثل *Current-MA*. يوضح الجدول (3) قيم المتحولات المطلوبة لحساب زمن التسليم.

جدول 3: المتحولات المطلوبة من أجل حساب الزمن T_{HA} التابع للبروتوكول (*MIPv4*).

Δt	k_1	k_2	k'_1	k'_2	k'_3	a_{MA}	a_{BUnode}	a_{InNode}	ni	γ
0	2	2	2	1	0	0.1	0.5	0	0	4
						msec	msec			msec

حساب زمن التسليم يتم بتطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (3) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (1)

$$T_{BUnode} = \Delta t + k_1 * t_{MN,MA} + k_2 * t_{currentMA,BUnode} + k'_1 * a_{MA} + k'_2 * a_{BUnode} + k'_3 * ni * a_{InNode} + \gamma$$

حيث:

$$t_{MN,MA} = \tau_1 = 2msec$$

$$t_{currentMA,BUnode} = \tau_2 * D_{currentMA, BUnode} = \tau_2 * (\bar{D}_{MA,GW} + D_{GW,HA}) = 5 * (3 + 5) =$$

$$40msec$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (2 * 40) + (2 * 0.1) + (1 * 0.5) + 0 + 4 = 88.7msec$$

بحالة ضياع رسالة التحكم مرة واحدة يتم تطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (3) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (2):

$$T_{BUnode} = \Delta t + k_1 * t_{MN,MA} + k_2 * t_{currentMA,BUnode} + k'_1 * a_{MA} + k'_2 * a_{BUnode} + k'_3 * ni * a_{InNode} + \gamma + \sum_{i=2}^S 2^{(i-2)} * T_{timer}$$

حيث:

$$s = 2 \quad RTT = \tau_1 + \tau_2 * D_{MA,BUnode} = 2 + 5 * 8 = 42msec, \quad T_{timer} = 2 * RTT,$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (2 * 40) + (2 * 0.1) + (1 * 0.5) + 0 + 4 + (2 * 42) = 172.7msec$$

6.2. توسعة التوجيه الأمثل لبروتوكول MIPv4

بشكل مشابه لبروتوكول MIPv4 يتم الاتصال دوماً مع المخدم الأساسي HA الذي يمثل BUnode، تتم معالجة الانتقالات (mobility) فقط ضمن العقد العملاء (MAs) والمخدم الأساسي (HA)، إذ لا توجد عقد وسيطة InNodes. خلال عملية التسليم يتم الاتصال من خلال New-MA والتي تمثل Current-MA. ولكن يتم إرسال رسالة تحذير ارتباط على الوصلة السلكية مما يؤدي الى زيادة عدد الرسائل المتبادلة. يوضح الجدول (4) قيم المتحولات المطلوبة لحساب زمن التسليم.

جدول 4: المتحولات المطلوبة من أجل حساب الزمن التابع لتوسعة التوجيه الأمثل لبروتوكول (MIPv4).

Δt	k_1	k_2	k'_1	k'_2	k'_3	a_{MA}	a_{BUnode}	a_{InNode}	ni	γ
0	2	3	2	2	0	0.1	0.5	0	0	4
						msec	msec			msec

حساب زمن التسليم يتم بتطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (4) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (1) حيث:

$$t_{MN,MA} = \tau_1 = 2msec$$

$$t_{currentMA,BUnode} = \tau_2 * D_{currentMA, BUnode} = \tau_2 * (\bar{D}_{MA,GW} + D_{GW,HA}) = 5 * (3 + 5) = 40msec$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (3 * 40) + (2 * 0.1) + (2 * 0.5) + 0 + 4 = 89.2msec$$

بحالة ضياع رسالة التحكم مرة واحدة يتم تطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (4) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (2):

$$s = 2 RTT = \tau_1 + \tau_2 * D_{MA,BUnode} = 2 + 5 * 8 = 42msec ، T_{timer} = 2 * RTT ،$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (3 * 40) + (2 * 0.1) + (2 * 0.5) + 0 + 4 + (2 * 42) = 173.2msec$$

6.3. بروتوكول MIPv6-التوجيه المثلثي

بشكل مشابه لبروتوكول MIPv4 يتم الاتصال دوماً مع المخدم الأساسي HA الذي يمثل BUnode، تتم معالجة الانتقالات (mobility) فقط ضمن المخدم الأساسي (HA)، إذ لا توجد عقد وسيطة InNodes. وتكون a_{MA} الذي يكون مساوياً إلى الصفر بسبب عدم الحاجة إلى دعم الحركة ضمن العقد العملاء، و γ المساوية

إلى $\Delta_{DAD} + \Delta_{Auto-Conf} + 4$ حيث تشير كل من $\Delta_{Auto-Conf}$ و Δ_{DAD} إلى التأخير الناتج من التهيئة التلقائية للعنوان وإجرائية DAD على التوالي. من المعروف أن إجرائية DAD تتطلب كمية كبيرة من الوقت من أجل إتمامها، توجد عدة طرق مقترحة من أجل إنقاص الوقت المستنفذ من قبل هذه الإجرائية، في هذه الدراسة التحليلية تم افتراض طريقة التهيئة التلقائية للعنوان المستقلة عن الحالة، وافترض أن الزمن $\Delta_{Auto-Conf} + \Delta_{DAD}$ يساوي إلى 50 msec. خلال عملية التسليم يتم الاتصال من خلال *New-MA* والتي تمثل *Current-MA*. يوضح الجدول (5) قيم المتحولات المطلوبة لحساب زمن التسليم.

جدول 5: المتحولات المطلوبة من أجل حساب الزمن T_{HA} التابع لبروتوكول (MIPv6) - التوجيه المثلي.

Δt	k_1	k_2	k'_1	k'_2	k'_3	a_{MA}	a_{BNode}	a_{InNode}	ni	γ
0	2	2	2	1	0	0	0.5 msec	0	0	54 msec

حساب زمن التسليم يتم بتطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (5) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (1) حيث:

$$t_{MN,MA} = \tau_1 = 2msec$$

$$t_{currentMA,BNode} = \tau_2 * D_{currentMA, BNode} = \tau_2 * (\overline{D}_{MA,GW} + D_{GW,HA}) = 5 * (3 + 5) =$$

$$40msec$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (2 * 40) + 0 + (1 * 0.5) + 0 + 54 = 138.5 \text{ msec}$$

بحالة ضياع رسالة التحكم مرة واحدة يتم تطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (5) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (2):

$$s = 2 RTT = \tau_1 + \tau_2 * D_{MA,BUnode} = 2 + 5 * 8 = 42 \text{ msec} , T_{timer} = 2 * RTT ,$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (2 * 40) + 0 + (1 * 0.5) + 0 + 54 + (2 * 42) = 222.5 \text{ msec}$$

6.4. بروتوكول MIPv6-التوجيه الأمثلي

بحالة التوجيه الأمثلي لبروتوكول MIPv6 يتم الاتصال مع شريك الاتصال CN الذي يمثل BUnode، تتم معالجة الانتقالات (mobility) فقط ضمن شريك الاتصال CN، إذ لا توجد عقد وسيطة InNodes. وبشكل مشابه للتوجيه المثلي تكون a_{MA} الذي يكون مساوٍ إلى الصفر بسبب عدم الحاجة إلى دعم الحركة ضمن العقد العملاء، و γ المساوية إلى $4 + \Delta_{Auto-Conf} + \Delta_{DAD}$ وتساوي 54 msec، خلال عملية التسليم يتم الاتصال من خلال New-MA والتي تمثل Current-MA. يوضح الجدول (6) قيم المتحولات المطلوبة لحساب زمن التسليم.

جدول 6: المتحولات المطلوبة من أجل حساب الزمن T_{HA} التابع لبروتوكول (MIPv6) -التوجيه الأمثلي.

Δt	k_1	k_2	k'_1	k'_2	k'_3	a_{MA}	a_{BUnode}	a_{InNode}	ni	γ
0	2	2	2	1	0	0	0.5	0	0	54
							msec			msec

حساب زمن التسليم يتم بتطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (6) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (1) حيث:

$$t_{MN,MA} = \tau_1 = 2msec$$

$$t_{currentMA,BUnode} = \tau_2 * D_{currentMA, BUnode} = \tau_2 * (\overline{D}_{MA,GW} + D_{GW,CN}) = 5 * (3 + 4) =$$

$$35msec$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (2 * 35) + 0 + (1 * 0.5) + 0 + 54 = 128.5msec$$

بحالة ضياع رسالة التحكم مرة واحدة يتم تطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (6) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (2):

$$s = 2 RTT = \tau_1 + \tau_2 * D_{MA,BUnode} = 2 + 5 * 7 = 37msec , T_{timer} = 2 * RTT ,$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (2 * 35) + 0 + (1 * 0.5) + 0 + 54 + (2 * 37) = 165.5msec$$

6.5 . بروتوكول FMIPv6

في بروتوكول FMIPv6 يتم الاتصال مع عقدة العميل الجديدة والتي تمثل *BUnode* ، تتم معالجة الانتقالات (*mobility*) فقط ضمن عقدة العميل الجديدة والقديمة، إذ لا توجد عقد وسيطة *InNodes* . وبشكل مشابه لبروتوكول MIPv6 تكون γ المساوية إلى $4 + \Delta_{Auto-Conf} + \Delta_{DAD}$ وتساوي 54 msec ، خلال عملية التسليم يتم الاتصال من خلال *old-MA* والتي تمثل *Current-MA* . يوضح الجدول (7) قيم المتحولات المطلوبة لحساب زمن التسليم.

جدول 6: المتحولات المطلوبة من أجل حساب الزمن T_{HA} التابع لبروتوكول (MIPv6) -التوجيه الأمثلي.

Δt	k_1	k_2	k'_1	k'_2	k'_3	a_{MA}	a_{BUnode}	a_{InNode}	ni	γ
0	1	2	2	1	0	0.1 msec	0.1 msec	0	0	54 msec

٤

حساب زمن التسليم يتم بتطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (7) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (1) حيث:

$$t_{MN,MA} = \tau_1 = 2msec$$

$$t_{currentMA,BUnode} = \tau_2 * D_{currentMA, BUnode} = \tau_2 * (\bar{D}_{old-MA, New-MA}) = 5 * 2 = 10msec$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (2 * 10) + (2 * 0.1) + (1 * 0.1) + 0 + 54 = 78.3msec$$

بجالة ضياع رسالة التحكم مرة واحدة يتم تطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (7) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (2):

$$s = 2 RTT = \tau_1 + \tau_2 * D_{MA, BUnode} = 2 + 5 * 2 = 12msec ، T_{timer} = 2 * RTT ،$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (2 * 10) + (2 * 0.1) + (1 * 0.1) + 0 + 54 + (2 * 12) = 102.3msec$$

6.6. بروتوكول CoMP

في بروتوكول CoMP يتم الاتصال مع عقدة WMMS الموجودة في البوابة GW والتي تمثل BUnode، تتم معالجة الانتقالات (mobility) فقط ضمن WMMS وشريك الاتصال CN، إذ لا توجد عقد وسيطة InNodes وكذلك تكون a_{MA} مساوية إلى الصفر بسبب عدم الحاجة إلى دعم الحركة ضمن العقد العملاء. وتبعاً لبروتوكول CoMP تكون γ ناتجة عن التأخير الإضافي الناجم من تبادل الرسائل مع شريك الاتصال والبوابة عند ملاحظة ضعف إشارة عقدة العميل القديمة وتساوي 100 msec، خلال عملية التسليم يتم الاتصال من خلال New-MA والتي تمثل Current-MA. يوضح الجدول (8) قيم المتحولات المطلوبة لحساب زمن التسليم.

جدول 8: المتحولات المطلوبة من أجل حساب الزمن T_{HA} التابع لبروتوكول (CoMP)

Δt	k_1	k_2	k'_1	k'_2	k'_3	a_{MA}	a_{BUnode}	a_{InNode}	ni	γ
0	4	4	0	2	0	0	0.5	0	0	100
							msec			msec

حساب زمن التسليم يتم بتطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (8) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (1) حيث:

$$t_{MN,MA} = \tau_1 = 2msec$$

$$t_{currentMA,BUnode} = \tau_2 * D_{currentMA, BUnode} = \tau_2 * (\bar{D}_{New-MA,GW}) = 5 * 3 = 15msec$$

$$T_{BUnode} = 0 + (4 * 2) + (4 * 15) + 0 + (2 * 0.5) + 0 + 100 = 169msec$$

بحالة ضياع رسالة التحكم مرة واحدة يتم تطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (8) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (2):

$$s = 2 RTT = \tau_1 + \tau_2 * D_{MA,BUnode} = 2 + 5 * 3 = 17msec, T_{timer} = 2 * RTT,$$

$$T_{BUnode} = 0 + (4 * 2) + (4 * 15) + 0 + (2 * 0.5) + 0 + 100 + (2 * 17) = 203msec$$

6.7. بروتوكول Local-MLBN

في بروتوكول Local-MLBN يقوم LER (يمثل موجه يدعم الحركة MR) بعملية التسليم دون الحاجة الى تبادل رسائل أو تحديث رابط التنقل من خلال تتبع البيانات على الوصلات، يمثل MR عقدة BUnode، تتم معالجة الانتقالات (mobility) فقط ضمن MR، إذ لا توجد عقد وسيطة InNodes وكذلك تكون a_{MA} مساوية إلى الصفر بسبب عدم الحاجة إلى دعم الحركة ضمن العقد العملاء. وتبعاً لبروتوكول MLBN تكون γ ناتجة عن التأخير الإضافي الناجم WAN وتساوي 4 msec، خلال عملية التسليم يتم الاتصال من خلال New-MA والتي تمثل Current-MA. يوضح الجدول (9) قيم المتحولات المطلوبة لحساب زمن التسليم.

جدول 9: المتحولات المطلوبة من أجل حساب الزمن T_{HA} التابع لبروتوكول Local- (MLBN)

Δt	k_1	k_2	k'_1	k'_2	k'_3	a_{MA}	a_{BUnode}	a_{InNode}	ni	γ
0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	4

							msec			msec
--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	------

حساب زمن التسليم يتم بتطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (9) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (1) حيث:

$$T_{BUnode} = 0 + 0 + 0 + 0 + (1 * 5) + 0 + 4 = 9msec$$

بما انه لا يوجد حاجة لتحديث رابط التنقل فانه بحالة ضياع الرسالة التي يتم تتبعها بواسطة العقدة MR مرة واحدة يتم تطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (9) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (2):

$$s = 2 RTT = \tau_1 + \tau_2 * D_{MA,BUnode} = 2 + 5 * 1.5 = 9.5msec , T_{timer} = 2 * RTT ,$$

$$T_{BUnode} = 0 + 0 + 0 + 0 + (1 * 5) + 0 + 4 + (2 * 9.5) = 28msec$$

6.8 . بروتوكول Inter-MLBN

بشكل مشابه لبروتوكول local -MLBN يقوم LER (يمثل موجه يدعم الحركة (MR) بعملية التسليم ويمثل MR عقدة BUnode ، تتم معالجة الانتقالات (mobility) فقط ضمن MR و AMMR و ALER التي تمثل عقد وسيطة InNodes ، وتكون a_{MA} مساوية إلى الصفر بسبب عدم الحاجة إلى دعم الحركة ضمن العقد العملاء . وتبعاً لبروتوكول MLBN تكون γ ناتجة عن التأخير الإضافي الناجم WAN وتساوي 4 msec ، خلال عملية التسليم يتم الاتصال من خلال

New-MA والتي تمثل *Current-MA*. يوضح الجدول (10) قيم المتحولات المطلوبة لحساب زمن التسليم.

جدول 10: المتحولات المطلوبة من أجل حساب الزمن T_{HA} التابع لبروتوكول (inter-MLBN)

Δt	k_1	k_2	k'_1	k'_2	k'_3	a_{MA}	a_{BUnode}	a_{InNode}	ni	γ
0	2	2	2	1	1	0	5	0.5	2	4
							msec	msec		msec

حساب زمن التسليم يتم بتطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (10) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (1) حيث:

$$t_{currentMA,BUnode} = \tau_2 * D_{currentMA,BUnode} = \tau_2 * (\bar{D}_{New-MA,MR}) = 5 * 1.5 = 7.5msec$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (2 * 7.5) + 0 + (1 * 5) + (1 * 2 * 0.5) + 4 = 29msec$$

بحالة ضياع رسالة التحكم مرة واحدة يتم تطبيق قيم المتحولات المذكورة بالجدول (10) والقيم الخاصة بالبنية المقترحة المذكورة بالجدول (2) على المعادلة (2):

$$s = 2 RTT = \tau_1 + \tau_2 * D_{MA,BUnode} = 2 + 5 * 1.5 = 9.5msec ، T_{timer} = 2 * RTT ،$$

$$T_{BUnode} = 0 + (2 * 2) + (2 * 7.5) + 0 + (1 * 5) + (1 * 2 * 0.5) + 4 + (2 * 9.5) = 48msec$$

7. مقارنة النتائج

يوضح الجدول (11) النتائج التي تم الحصول عليها نتيجة تطبيق النموذج الرياضي على بروتوكولات أدرة الحركة والتنقل المدروسة.

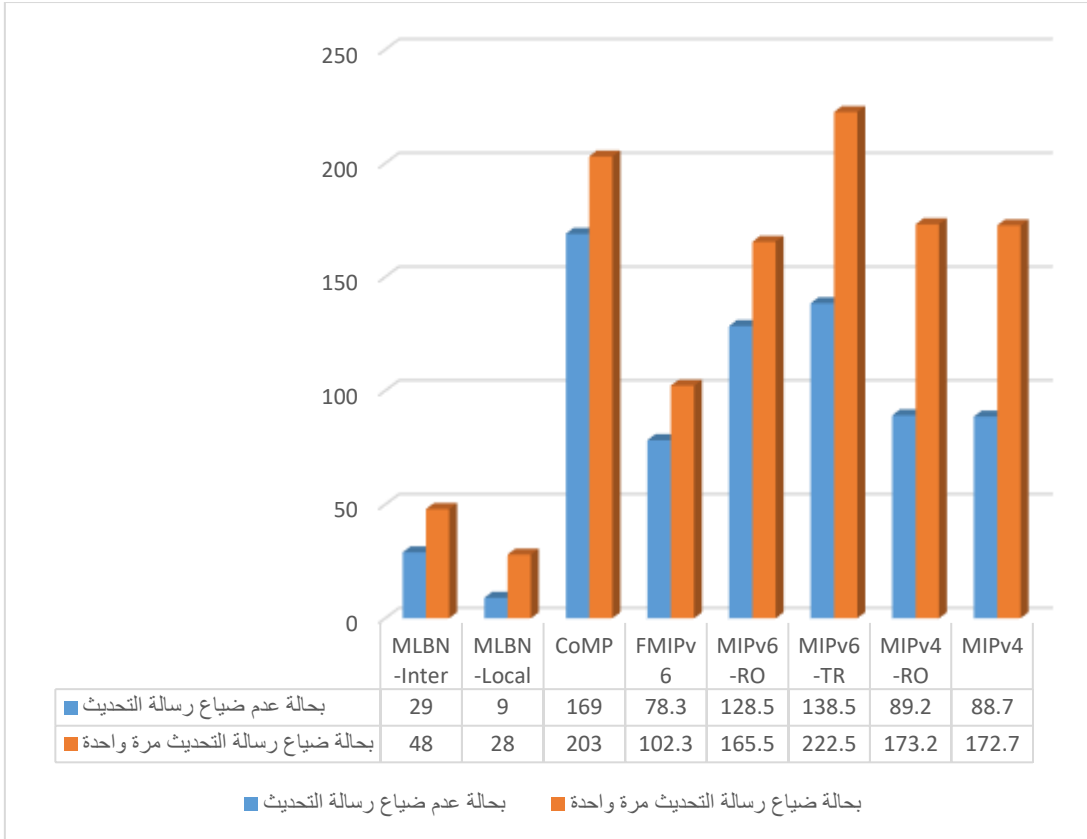
الجدول (11) : مقارنة نتائج تحليل البروتوكولات المدروسة

البروتوكول	زمن التسليم $T_{BU\text{node}}$ (msec)	
	عدم ضياع رسالة التحديث	ضياع رسالة التحديث مره واحده
MIPv4	88.7	172.7
MIPv4\ Route Optimization Extension	89.2	173.2
MIPv6\ triangular routing	138.5	222.5
MIPv6\ route optimization	128.5	165.5
FMIPv6	78.3	102.3
CoMP	169	203
MLBN -Local	9	28

MLBN	-Inter	29	48
------	--------	----	----

يظهر الشكل (12) مقارنة النتائج الموضحة بالجدول (11)، وبمناقشة زمن التسليم بحالة عدم ضياع رسالة التحديث. تكون تبعاً للدراسة التحليلية قيمة MLBN-Local أفضل بمعدل 68.9% من MLBN-Inter، وبالمقارنة مع CoMP فإن بروتوكول FMIPv6 يكون أفضل بمعدل 94.6%. وأفضل بمعدل 88.5% من بروتوكول MIPv6 بحالة التوجيه الأمثل والتوجيه المثلي على الترتيب، وأفضل بنسبة 89.9% بالمقارنة مع توسعة التوجيه الأمثل لبروتوكول MIPv4، وأفضل بنسبة 89.8% بالمقارنة مع بروتوكول MIPv4، ويمكن تفسير ذلك كون بروتوكول MLBN-Local يقوم باتباع Tracks العقدة المتنقلة MN دون الحاجة الى تغيير ملصق التنقل (ML) Mobility Label أو تحديث رابط التنقل (MB) Binding، ولا تحتاج الى إجراءات اكتشاف وتسجيل جديدة وبالتالي يقوم بروتوكول MLBN-Local بتخفيض عدد رسائل التحكم المتبادلة لتنفيذ عملية التسليم للحد الأدنى، وبذلك يتم تخفيض زمن التسليم.

الشكل 12: مقارنة زمن التسليم للبروتوكولات المدروسة بحالة ضياع رسالة التحديث مرة واحدة وبحالة عدم ضياع الرسالة



كما يتفوق بروتوكول **MLBN-Local** بحالة ضياع رسالة التحديث مرة واحدة على البروتوكولات المدروسة الأخرى، حيث يكون أفضل بمعدل **41.6%** من **MLBN-Inter**، وبالمقارنة مع **CoMP** فإن **MLBN-Local** يكون أفضل بمعدل **86.2%**. وأفضل بمعدل **72.6%** من بروتوكول **FMIPv6**. وأفضل بنسبة **83%** و **87.4%** بالمقارنة مع بروتوكول **MIPv6** بحالة التوجيه الأمثلي والتوجيه المثلي على الترتيب، وأفضل بنسبة **83.3%** بالمقارنة مع توسعة التوجيه الأمثلي لبروتوكول **MIPv4**، وأفضل بنسبة **83.7%** بالمقارنة مع بروتوكول **MIPv4**، هذا يعود إلى فترة المؤقت المستخدم والتي تكون أصغر في حالة **MLBN-Local**.

8. خلاصة البحث

بناءً على نتائج الدراسة التي تم إجراؤها، يمكن استخلاص النتائج التالية:

1. بروتوكول إدارة الشبكة المعتمدة على ملصق التنقل MLBN يظهر أداءً

متميزاً بشكل كبير، حيث انه استطاع تخفيض التأخير النتائج عن عملية

التسليم للحد الأدنى تقريباً

2. قدم بروتوكول MLBN حلول جديدة لقابلية توسع شبكة ونظام إدارة فعال.

3. على الرغم من أن أداء بروتوكول CoMP لا يعتبر الأفضل، إلا انه يحقق

إمكانية استخدام بروتوكولات ويب الأشياء ودعمها بآليات لإدارة الحركية

والتنقل.

4. الأداء المتميز لبروتوكول MLBN يتم على حساب فرض بنية تحتية جديدة

مستقلة تماماً عن بروتوكول Mobile IP ومكوناته.

9. التوصيات المستقبلية

تحليل البروتوكولات المدروسة باستخدام بارامترات إضافية، على سبيل

المثال عدد الحزم المفقودة والكلفة الكلية لإرسال الحزم، بالإضافة الى تطبيق

نماذج حركية مختلفة وبنى شبكة متنوعة.

المراجع العلمية

1. Yassein, M. B., Aljawarneh, S., & Al-Sarayrah, W. (2017, May). Mobility management of Internet of Things: Protocols, challenges and open issues. In 2017 International Conference on Engineering & MIS (ICEMIS) (pp. 1–8). IEEE.
2. Ghaleb, S. M., Subramaniam, S., Zukarnain, Z. A., & Muhammed, A. (2016). Mobility management for IoT: a survey. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2016(1), 1–25.
3. Diab, A. (2010). Mobility Management in IP-Based Networks ,Analysis, Design, Programming and Computer-Based Learning Modules
4. Perkins, C. (Ed.). (2002). RFC3220: IP Mobility Support for IPv4.
5. Perkins, C. (2010). IP mobility support for IPv4, revised.
6. Johnson, D., Perkins, C., & Arkko, J. (2004). Mobility support in IPv6.
7. Koodli, R. (2005). Fast handovers for mobile IPv6 (pp. 1–42). RFC 4068, july.

8. Koodli, R., & Perkins, C. (2009). Mobile IPv6 fast handovers (pp. 931–934). RFC 5568, July.
9. Chun, S. M., & Park, J. T. (2015, January). Mobile CoAP for IoT mobility management. In 2015 12th Annual IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC) (pp. 283–289). IEEE.
10. Chun, S. M., & Park, J. T. (2017). A mechanism for reliable mobility management for internet of things using CoAP. *sensors*, 17(1), 136.
11. Berzin, O. (2021). Mobility label based network: Hierarchical mobility management and packet forwarding architecture. *Computer Networks*, 53(12), 2153–2181. <https://arxiv.org/abs/2110.09609>

دراسة تحليلية للعمليات في ETOM ذات العلاقة بتحسين مستوى رضا العملاء في شركات الاتصالات

طالبة الدراسات العليا المهندسة: منى الحلاق (1)
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية جامعة دمشق
اشرف الدكتور محمد مازن محاييري (2)

ملخص البحث

تعتبر شركات الاتصالات السورية من أهم المنظمات الخدمية في سورية، حيث أنها تقوم على توفير جميع أشكال التواصل في المجتمع، وبالتالي لا بد لهذه الشركات أن تقوم بشكل مستمر بتطوير آلية تقديم خدماتها ورفع مستوى جودتها وذلك لتعزيز رضا العملاء، بما ينعكس بالنتيجة النهائية على حصة الشركة السوقية ومكانتها في المنافسة في سوق خدمات الاتصالات في سورية.

ومن ضمن إطار التحسين المستمر لهذه الشركات هو إدارة العمليات التي تعتبر أصول وممتلكات مهمة للشركة بطريقة فعالة وفهمها ومراقبتها وقياس أدائها وتطويرها لضمان تحسين مؤشرات الأداء الرئيسية وتخفيض التكرار و نسبة الاخطاء إلى اقل مايمكن وبالتالي تقديم منتجات وخدمات ذات جودة عالية و قيمة مضافة للعملاء .

من أجل إدارة العمليات وتحسين أدائها في شركات الاتصالات يعتبر الـ ETOM إطار عمل متكامل تم اصداره من قبل قطاع تقييس الاتصالات (منتدى إدارة الاتصالات ،2010) حيث أنه يقدم طريقة قياسية موحدة في تمثيل ونمذجة وتحليل جميع الوظائف والعمليات التشغيلية في قطاع الاتصالات والقضاء على الفجوات في داخل العمليات وعلى التكرار، مع فرص تحسين التكلفة والزمن والأداء. وبالتالي هدفت هذه الدراسة إلى تقديم دراسة نظرية حول أهم العمليات في الـ ETOM ومبادئه وإمكانية تطبيقه كإطار عمل موحد يقوم بتحليل العمليات وتمثيلها ونمذجتها ودراسة العلاقة فيما بينها بطريقة قياسية تعمل على منع التكرار وخفض الاخطاء. ومن أجل تحقيق هدف الدراسة تم توصيف كافة العمليات التي لها علاقة بالعملاء وخدماتهم فقط ومن ثم تم تحليل ونمذجة وتمثيل هذه العمليات التي لها علاقة بتحسين مستوى رضا العملاء في شركات الاتصالات حسب إطار العمل المقترح في الـ ETOM ليتم توضيح كيفية انعكاسها على الخدمة المقدمة و رضا العملاء ومما يشجع على تعميم هذه المبادئ على مختلف العمليات في شركات الاتصالات وتحديد أثرها على جودة الخدمات وارباح الشركات.

الكلمات مفتاحية: ETOM، قطاع تقييس الاتصالات، منتدى إدارة الاتصالات

An analytical study for processes at ETOM (Enhanced Telecom Operations Map) related to customer satisfaction in telecommunications sector

Abstract

Syrian telecommunications companies are considered as one of the most important service organizations in Syria, as they are based on providing all forms of communication in society, and therefore these companies must constantly develop the mechanism for providing their services and improve the level of their quality in order to achieve customer satisfaction, and this will be reflected in the final result on the profits of this company and on its market share and its position in competition in the telecom services market in Syria. Within the framework of continuous improvement of companies is the Processes Management, which are considered important assets of the company. Understanding processes, controlling them, measuring their performance, developing them, in order to reduce the percentage of errors to the least possible in and provide products and services with high quality and added value to customers.

ETOM is an integrated framework has been standardized by the ITU-T (TeleManagement Forum, 2010) and provides a standardized telecom-oriented Business Process map covering all functions of an operator, and it proposes a complete set of hierarchically layered processes describing all operator activities and processes in a standard way.

ETOM is a framework used to model, map and standardized processes and services that cover all operational functions in order to improve service quality and customer satisfaction. Therefore, this research aimed to provide a analytical study on ETOM and its principles, layers as well as to identify the mechanism to apply this framework in a standard way that prevents repetition and reduces processes errors and thus improve the key performance indicators of the process and the quality of services. In order to achieve the goal of the study, all processes related to customers satisfaction and their services were identified in order to analyze, model and map all these processes and improve the level of customer satisfaction in telecommunications sector according to the proposed framework in ETOM.

Keywords

ETOM -enhanced Telecom Operations Map,

ITU-T, International Telecommunication Union – Telecommunication

1- مقدمة :

حتى العام 1950 ، كانت معظم الشركات في العالم تعمل بنفس الطريقة تقريباً، حيث كان التركيز على كمية الإنتاج، و لكن بعد الحرب العالمية الثانية تبنت معظم منظمات الاعمال العديد من المعايير والممارسات العالمية وكذلك المفاهيم والمداخل الادارية الحديثة وذلك من أجل الاستفادة من هذه الممارسات العالمية لادارة عملياتها وتحسين أدائها من أجل التركيز على النوعية و الجودة والذي يعتبر طريقاً أكثر ذكاء لتحقيق الأهداف. ومن أهم الأساليب التي برزت حديثاً في قطاع الاتصالات هو تطبيق الـ ETOM من أجل إدارة العمليات وتحليلها والتي تعتبر من أهم أصول وممتلكات الشركات.

يعتبر الـ ETOM إطار عمل متكامل يُمكن قطاع الاتصالات من ادارة العمليات بطريقة فعالة وأكثر كفاءة عن طريق توصيف وتمثيل ونمذجة جميع العمليات ودراسة العلاقة فيما بينها في بطريقة قياسية وموحدة ، و كذلك تقديم مجموعة كاملة من مخطط العمليات ذات الطبقات الهرمية التي تصف جميع أنشطة المشغل بطريقة قياسية وتسمح بتحليل مفصل لهذه العمليات وتحديد مؤشرات الأداء مما يقضي على الفجوات والتكرار في داخل العمليات ويخلق فرص تحسين للتكلفة والزمن والأداء.

و قد ازداد الاهتمام مؤخراً في قطاع الاتصالات بتطبيق الـ ETOM الذي تم اصداره من قبل قطاع تقييم الاتصالات (منتدى إدارة الاتصالات، 2010) كإطار عمل متكامل من أجل ادارة العمليات وتحسين أدائها وقد أظهر تطبيقه العديد من الفوائد لدى الكثير من شركات الاتصالات والتي تتضمن تحديد الهدر المفقود، وتخفيض التكرار والاطفاء وزيادة هامش الربح، و زيادة رضا الزبون.

2- مشكلة البحث

تشهد بيئة الأعمال العديد من التحديات الداخلية والخارجية ضمن إطار التنافس بين المنظمات من أجل رفع جودة المنتج والخدمة المقدمة وتعزيز رضا العملاء من جهة ومن جهة أخرى سعيها لمواكبة تطور التكنولوجيا العالمية وزيادة حصتها السوقية، وبالتالي اتجهت العديد من المنظمات لتطبيق أفضل المعايير والممارسات العالمية من أجل إدارة عملياتها بطرق قياسية وموحدة ومن أهم هذه الممارسات العالمية الـ ETOM الذي يعتبر إطار عمل متكامل يمكن المنظمات من تحليل وإدارة العمليات بطرق أكثر فعالية وكفاءة تعمل على تحسين أدائها ورفع جودة الخدمات المقدمة من أجل تعزيز رضا العملاء. وبالتالي فإن مشكلة البحث تتمحور حول دراسة إمكانية تحسين رضا العملاء عن الخدمات المقدمة من الشركة ابتداء من توقيع العقد مع الشركة وطلب الخدمات الخاصة والفوترة وتقديم الشكاوي وذلك عن طريق تحديد كافة العمليات ذات العلاقة بخدمة العملاء ليتم اعادة توصيفها ونمذجتها حسب أهم المعايير العالمية الـ ETOM و التعرف على المشاكل والعيوب الراهنة ليتم العمل عليها وتحسين أداء العملية مما ينعكس على جودة الخدمات المقدمة وزيادة رضا العملاء .

3- أهمية البحث

تتجلى أهمية البحث فيما يلي:

- إعطاء فكرة نظرية عن إطار العمل ETOM الذي يعتبر من أفضل المعايير والممارسات العالمية والذي تمكن شركات الاتصالات من نمذجة وإدارة العمليات بطرق أكثر فعالية وكفاءة.
- تحديد العمليات التي لها علاقة بتحسين مستوى رضا العملاء في شركات الاتصالات
- دراسة تطبيق الـ ETOM على العمليات التي لها علاقة بخدمة العملاء في شركات الاتصالات وذلك عن طريق تحليلها ونمذجتها وتوصيفها وإيجاد العلاقة فيما بينها حسب الـ ETOM
- المساهمة في تحسين الجودة في شركات الاتصالات وتوضيح أهمية استخدام الممارسات العالمية في تحسين الاداء في قطاع الاتصالات.

4- أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى تقديم توصيف نظري حول أهم الممارسات العالمية المطبقة في شركات الاتصالات ، كما يهدف هذا البحث إلى توضيح جدوى تطبيق الـ ETOM في ادارة العمليات من خلال تحليلها و نمذجتها وتوصيفها في شركات الاتصالات وخاصة العمليات التي لها علاقة بخدمة العملاء في هذه الشركات وتوضيح كيفية انعكاسها على رضا العملاء مما يشجع على تعميم هذه المبادئ على مختلف العمليات في شركة الاتصالات.

وقد تم خلال الدراسة الإجابة على الاسئلة البحثية التالية:

- 1- ماهو مفهوم إدارة العمليات في الشركات؟
- 2- ماأهمية تطبيق المعايير العالمية مثل الـ ETOM في شركات الاتصالات؟
- 3- ماهي العمليات ذات الصلة بالخدمات المقدمة للعملاء في شركات الاتصالات؟
- 4- ماهي آلية تطبيق الايتوم على العمليات ذات الصلة بالخدمات المقدمة للعملاء وبالتالي تحسين اداءها من اجل تعزيز رضا العملاء ؟
- 5- طريقة تنفيذ البحث:

تمت معالجة مشكلة البحث من خلال الاعتماد على كلٍ من النهج النظري، و الميداني، و التطبيقي، ضمن الخطوات الآتية:

- الدراسات المرجعية السابقة ذات الصلة.
- ماهو مفهوم ادارة العمليات في قطاع الاتصالات ؟ **What is Business process management in telecommunication sector ?**
- الدراسة النظرية للـ ETOM وآلية تطبيقه كإطار عمل لادارة العمليات في شركات الاتصالات.

- الدراسة التحليلية للعمليات في الـ ETOM من خلال اختيار العمليات التي لها علاقة بالخدمات المقدمة للعملاء في شركات الاتصالات ونمذجتها وتحديد العلاقة فيما بينها حسب اهم المعايير العالمية (ETOM) (
- الاستنتاجات و التوصيات.

5-1- الدراسات المرجعية السابقة ذات الصلة

1- A Success Model for Business Process Management Implementation. By A. Zeinab Dabaghkashani, B. Nastsran Hajiheydari, and C. Manijeh Haghghinasab, 2012

هدف المقالة إعطاء لمحة نظرية عامة عن مفهوم إدارة العمليات في المؤسسات وأهميته، حيث أن الباحث عرف إدارة العمليات بأنها عملية ديناميكية تشمل مجموعة منسقة من الأنشطة التي تقدم قيمة للعملاء. وقد عرف أهم المراحل التي يجب ان تلتزم بها الشركات عند تطبيق نظام إدارة العمليات مثل تحليل الإجراءات ونمذجتها وتحديد الأخطاء من أجل تحسين ادائها. كما قام بتحديد سبعة عوامل نجاح هامة تؤثر على نجاح تطبيق نظام إدارة العمليات وذلك من خلال اتباع منهجية نوعية “Meta Synthesis” والتي تعتمد على الدراسات والابحاث السابقة وتتضمن هذه العوامل المحددة المصنفة كل مايتعلق ب(1) الاستراتيجيات، (2) الأشخاص، (3) التحسين و إدارة العمليات ، (4) بنية العملية ، (5) تكنولوجيا المعلومات ، (6) إدارة المشاريع ، (7) المعايير و القياسات وقد ينتج عنها عوامل فرعية توصف العلاقة ما بين هذه العوامل ونجاح تطبيق نظام إدارة العمليات. ثم قام من ناحية أخرى بتقييم نجاح تنفيذ إدارة العمليات من خلال تقييم كفاءة وجودة وخفة العملية والتي توضح آلية التحسن في أداء العملية. وقد أكد الباحث على ضرورة اتباع هذا النموذج قبل و خلال عملية تنفيذ إدارة العمليات من قبل المديرين والمحليين في الشركات من أجل الوفاء بالمتطلبات.

2- Improve the ITIL process in Incident Management with Matching Lean-ETOM, By Fernando Almeida Teles, 2015

هدف المقالة تقديم منهجية مبتكرة توضح آلية تطبيق مبادئ الـ ITIL مع ETOM كإطار عمل متكامل لتوصيف العمليات ذات العلاقة بإدارة الحوادث في شركات الاتصالات، وتم توضيح أهمية هذه المنهجية من خلال تقديم دراسة متكاملة في قسم تكنولوجيا المعلومات وأثرها على تحسين الاجرائيات وكفاءة العمليات ذات الصلة بعمليات إدارة الحوادث في إحدى أكبر شركات الاتصالات العالمية. وقد قدم الباحث دراسة نظرية حول الـ ITIL وكذلك الـ ETOM و آلية تطبيقهما معاً وكيفية الاستفادة من ذلك من أجل تحسين العمليات الخاصة بإدارة الحوادث في الشركة. ومن اهم المزايا التي توصل لها الباحث بعد تطبيق هذه المنهجية ان هذه العمليات اصبحت أكثر بساطة وأقل ضياع وأكثر كفاءة، كما ان عملية الدخول الى الحوادث ومعالجتها ابسط بسبب

وجود نظام مركزي واحد لتسجيل الحوادث والدخول اليها ومعالجتها، وكذلك نظام مركزي واحد لكافة الانذارات في الشبكة ومراقبته مما يعمل على تقليل الزمن اللازم للاستجابة واسترداد الخدمة في أقرب وقت وتحسين إدارة الحوادث في الشركة.

3- The use of ETOM and the quality of customer experience in Zambian telecommunications call centers for process gap identification By Kasweka Mbilikita, 2019

هدف البحث هو إعطاء لمحة عامة عن وظائف الـ ETOM واستخدامه في إدارة العمليات في الشركات، حيث قام الباحث بتحديد الثغرات الموجودة في العمليات والتي تؤثر على جودة تجربة العملاء في مراكز الاتصال في إحدى شركات الاتصالات عن طريق تطبيق الـ ETOM . وقد تم ذلك من خلال مقارنة العمليات أو الأنظمة الحالية في الشركة ومقارنتها مع العمليات والوظائف في الـ ETOM باعتباره من أهم المعايير العالمية من أجل التوصل إلى المجالات التي تتطلب التحسين.

بعد التحليل والدراسة باستخدام كل من الأساليب النوعية والكمية في منهجية هذا البحث أكد الباحث على وجود هذه الثغرات بين مركز الاتصال وبقية العمليات التشغيلية للشركة في الأقسام المختلفة والتي تقوم على معالجة مشاكل العملاء وذلك بسبب تدفقات العمليات الغير المحددة بين الاثنين والذي ادى الى وجود تأخير في حل المشاكل المقدمة من العملاء مما يؤثر على جودة تجربة العملاء، وفي النهاية قدم الباحث الحلول المناسبة التي تعمل على تطبيق الايتوم كاحد المعايير والمقاييس العالمية لالغاء التأخير وزيادة رضا العملاء.

من خلال العرض السابق للدراسات والبحوث والتي تناولت تقديم مفهوم عام حول إدارة العمليات في المؤسسات واستخدام الـ ETOM كإطار عمل متكامل لإدارة العمليات نبيّن ما يلي:

1. ساهمت هذه الدراسات في التعرف على طبيعة عمل الـ ETOM وكذلك متطلبات تنفيذه، وأهمية استخدامه والفوائد التي يمكن تحقيقها عند تطبيقه في إحدى المجالات في شركات الاتصالات والصعوبات التي تواجه الباحث أثناء التطبيق. كما أظهرت معظم الدراسات أن هناك علاقة قوية بين تطبيق الـ ETOM وبين تزايد مستويات الأداء و الجودة في عمل الشركات التي تقوم بتطبيقه.

2. إن الأبحاث تناولت ودرست ماتم ذكره وذلك من خلال معالجة احدى الجوانب التي تعاني منها بعض شركات الاتصالات إلا انها لم تتناول أي من هذه الدراسات دراسة متكاملة وتوصيف من البداية إلى النهاية لكافة العمليات ذات الصلة بالعملاء حسب أهم المعايير العالمية وكذلك ربطها برضا العملاء وهو ما يعتبر من إحدى النقاط الهامة التي يجب فهمها وتطبيقها لإيجاد آلية للعمل على تحسين أدائها وبالتالي تحسين رضا العملاء.

2-5 إدارة العمليات في قطاع الاتصالات: Business process management in telecommunication sector

إدارة العمليات هو نهج إداري شامل لإدارة وتحسين كفاءة وفعالية العمليات في المؤسسة حيث أنه يهتم بالموظفين والطريقة التي يعملون بها معا، وأهداف المؤسسة ومؤشرات الأداء، وفي الوقت نفسه يتعلق الأمر بالتكنولوجيا المستخدمة لجعل هذه الرؤية حقيقة.

إن إدارة العمليات تتضمن مزيج من النمذجة والأتمتة والتنفيذ والتحكم والقياس والتحسين من تدفقات العمليات والانشطة، ووضع آلية التحسين المستمر لتحقيق أهداف الأعمال، ويشمل ذلك العمليات والنظم والموظفين والعملاء والشركاء داخل وخارج حدود المنظمة، للقضاء على الفجوات وإزالة التكرار، والحد من الخطأ البشري، وزيادة كفاءة العمل وتحسين أداء العملية وذلك وفق آلية معينة تتضمن المراحل الآتية:

- مرحلة توثيق وفهم سير اجرائيات العمل والمهام في المنظمة كاملة كما هي وكما يتم انجازها في الوقت الراهن وتحديد المسؤوليات، ووصف وتقييم العملية، وتقييم المخاطر المرتبطة بالعملية، ومستوى الضعف الذي تعاني منه العملية وتقييم أثر العمليات على أداء المنظمة.
- مرحلة تحليل العمليات ضمن المنظمة في كل قسم وكذلك تحليل العمليات المتبادلة والمتعلقة بين الأقسام و إجراء تحليل للمشاكل ونقاط الضعف في العمليات من أجل إيجاد امكانية وفرص للتحسين.
- مرحلة التحسينات التي يمكن إجراؤها على سير العمليات والمهام في المنظمة وإعادة تصميم كيفية تنفيذ العملية في المنظمة والمسؤوليات والعلاقة بين العمليات بما يتماشى مع المعايير والأطر الدولية مثل:

(ETOM, COBIT and ITIL.....)

- مرحلة المراقبة والتحسين المستمر وتتضمن إدارة التنفيذ وأتمتة العمليات ومراقبة أداء العمليات والمهام ضمن المنظمة والتحكم بها من أجل تطبيق فرص تحسين إضافية تعمل على تحقيق كفاءة وفعالية أعلى في الأداء.

3-5 الدراسة النظرية لإطار العمل الـ ETOM (The enhanced Telecom Operations Map)

يعتبر الـ ETOM إطار عمل متكامل معترف به كميّار دولي (ITU-T، 2004)، تم تطويره بواسطة Tele-Management Forum، والذي يمكن استخدامه كدليل عند تحليل كافة العمليات التشغيلية والإدارية لتتمكن شركات الاتصالات من إدارة عملياتها بطريقة فعالة، حيث يتيح استخدامه إنشاء تدفقات للعمليات

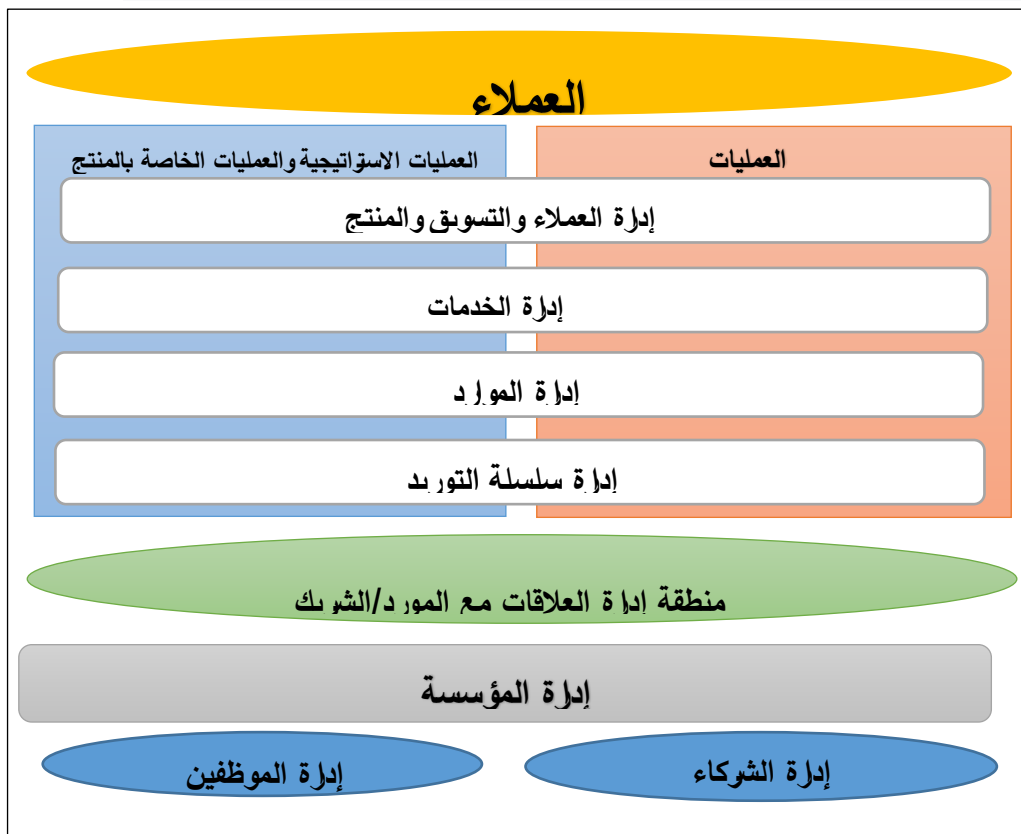
بطريقة قياسية وفعالة من البداية إلى النهاية مما يقضي على الفجوات في داخل العمليات وعلى التكرار، مع فرص تحسين التكلفة والزمن والأداء.

كما يوفر إطار عمل مرجعي لتصنيف جميع العمليات والأنشطة وعلى جميع مستويات المنظمة ليتم تقديم لغة واحدة قياسية في توصيف العمليات وتحليلها وتوصيف العلاقة فيما بينها وتحديد مؤشرات أدائها وبالتالي إدارتها بشكل فعال بحيث يستطيع الجميع فهمها والعمل على تطويرها.

يقوم الـ ETOM بالتركيز على جميع العمليات الخاصة بالأقسام المختلفة والعمليات المرتبطة بين الأقسام المختلفة وكذلك جميع العمليات المستخدمة لتحديد الواجهات اللازمة لتلبية احتياجات العملاء والعمليات اللازمة لتقديم الخدمات وتأمين الموارد اللازمة بشكل مثالي ومتكامل يعمل على رفع الأداء والجودة.

تتألف بنية إطار عمل الـ ETOM من خمس مستويات ولكل مستوى خصائصه ووظائفه المختلفة ومن أجل تطبيقه واستخدامه لابد من الوصول إلى مستويات أعمق تمكننا من فهم العمليات وتحديد المسؤوليات والقضاء على الفجوات والتكرار وتحسين الأداء.

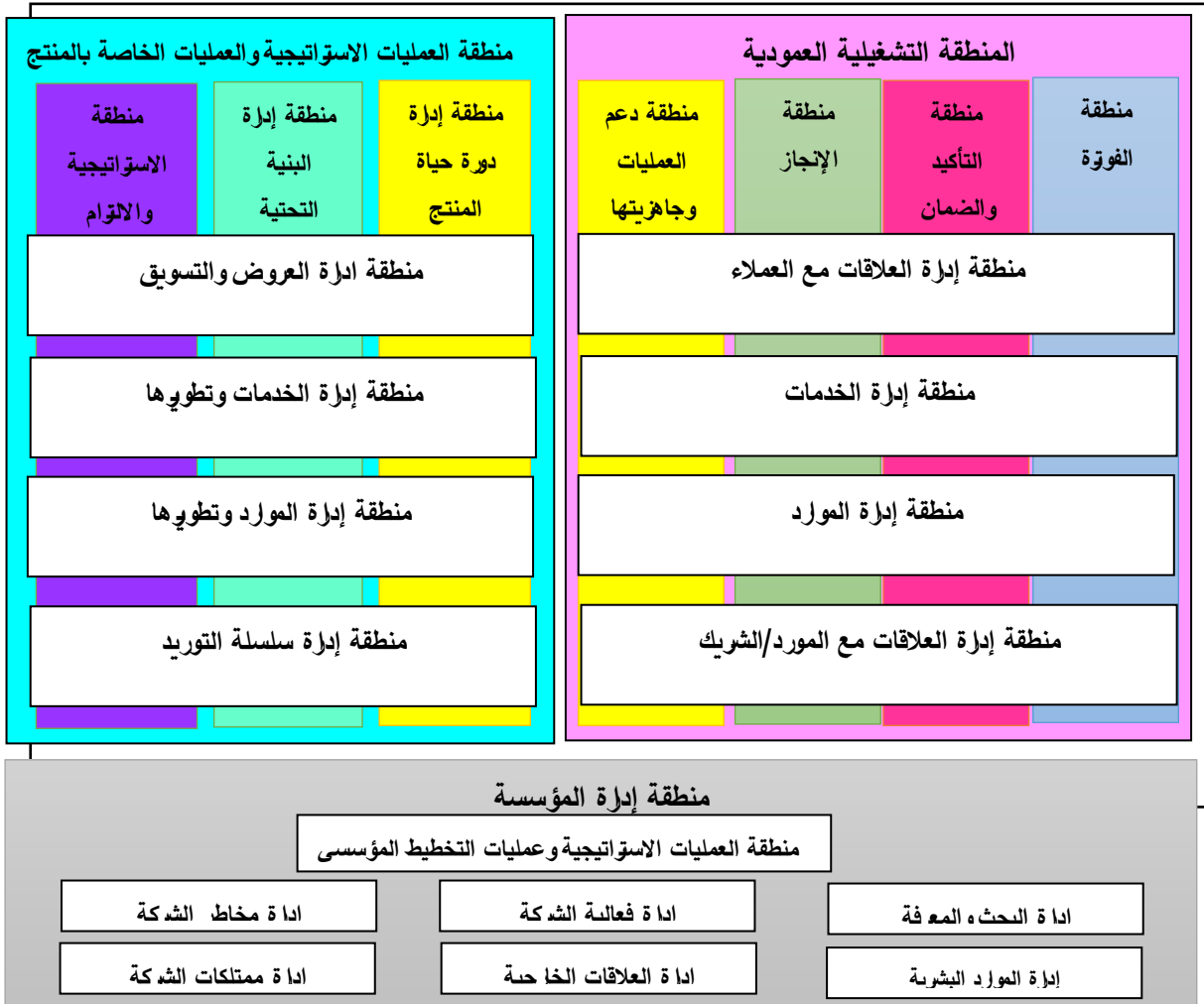
ويمثل الشكل (1) المستوى (0) والذي يعطي نظرة عامة لبنية الـ ETOM والذي يتكون من مناطق عملية أفقية ورأسية مختلفة ، حيث يوجد منطقتي عمل عموديتان رئيسيتان ترتبطان بالعمليات الإستراتيجية والبنية التحتية والمنتج من جهة والعمليات التشغيلية من جهة أخرى، مع وجود أربع طبقات أفقية وظيفية تتخللها. بالإضافة إلى ذلك هناك منطقة رئيسية أخرى في الجزء السفلي من الرسم التخطيطي لها علاقة بالعمليات الخاصة بإدارة المؤسسة. كما يوجد مناطق أخرى لها علاقة بالعمليات الخاصة بالعملاء والموردين / الشركاء والأطراف الخارجية ذات الصلة ليتم توصيفهم والوصول إلى أفضل تنفيذ وأداء لهذه العمليات.



الشكل (1) - المستوى (0) لإطار العمل ETOM

لدى تحليل عمليات المستوى (0) نحصل على المستوى (1) والذي يعطي رؤية شاملة أكثر تفصيلاً لإطار العمل

ETOM



الشكل (2) - المستوى (1) لإطار العمل ETOM

ويتم تمثيل العمليات الموجودة في هذا المستوى كما هو موضح بما يلي:

5-3-1 المنطقة التشغيلية العمودية “ Operation ” وتنقسم إلى أربعة مناطق عمودية أساسية وهي منطقة دعم العمليات وجاهزيتها - منطقة التحقيق/ الإنجاز - منطقة التأكيد / الضمان - ومنطقة الفوترة وتحدد مسؤولية كل منطقة كما يلي:

- منطقة دعم العمليات وجاهزيتها: هذه العمليات مسؤولة عن تقديم الدعم الإداري والتشغيلي لضمان أن جميع العمليات في منطقة الإنجاز والضمان والفوترة جاهزة لإدارة عملياتها وكذلك قادرة على إدارة التفاعل مع متطلبات العميل وتقديم الخدمات ذات الصلة حسب المطلوب،
- منطقة الإنجاز: هذه العمليات مسؤولة عن تزويد العملاء بمجموعة من الخدمات تم انشاؤها مسبقاً مع مستويات أداء (برونزية - فضية - ذهبية) تم الإتفاق عليها مع العملاء حسب اشتراكهم في الوقت المناسب وبطريقة صحيحة.
- منطقة التأكيد والضمان: هذه العمليات مسؤولة عن تطبيق كافة الاجراءات الاستباقية واللازمة لضمان استمرارية الخدمات المقدمة للعملاء وحسب مستويات الاداء المتفق عليها من قبل الشركة مع العميل.
- منطقة الفوترة: هذه العمليات مسؤولة عن إنتاج الفواتير الدقيقة وفي الوقت المناسب، وتوفير المعلومات اللازمة للاستعلام عن الفواتير، وحل مشاكل الفواتير في الوقت المناسب.

تتقاطع العمليات الموجودة في المناطق العمودية الاساسية الأربعة مع مجموعة من العمليات في المناطق الوظيفية الأفقية والتي تتمثل بأربعة مناطق وظيفية أفقية وهي منطقة ادارة العلاقات مع العملاء ومنطقة إدارة الخدمات ومنطقة إدارة الموارد ومنطقة إدارة الموردين والعلاقة مع الشركاء وتحدد مسؤولية كل منطقة بما يلي:

- منطقة إدارة العلاقات مع العملاء : هذه العمليات تأخذ بعين الاعتبار المعرفة الأساسية بإحتياجات العملاء وهي تشمل على جميع الوظائف والمهام اللازمة لأكتساب وتعزيز العلاقة مع العميل.
- منطقة إدارة الخدمات: هذه العمليات تركز حول المعرفة بالخدمات (الوصول الى الشبكة، الاتصال،.....) وهي مسؤولة عن كافة الوظائف اللازمة لإدارة وتأمين هذه الخدمات حسب متطلبات العملاء.
- منطقة إدارة الموارد: هذه العمليات تركز على المعرفة المتعلقة بالموارد (التطبيقات ، الحوسبة ، الشبكة والبنية التحتية) وهي مسؤولة عن إدارة جميع هذه الموارد (مثل الشبكات، أنظمة تكنولوجيا المعلومات والخوادم وأجهزة التوجيه.....) وكذلك تقديم ودعم الخدمات المستخدمة او المطلوبة من قبل العملاء.
- منطقة إدارة العلاقات مع المورد/الشريك: تدعم العمليات التشغيلية الأساسية مع الموردين والشركاء، وهذه العمليات مسؤولة عن إصدار أوامر الشراء وتتبعها حتى التسليم ، ومعالجة المشاكل ، والتحقق من صحة الفواتير وتخويل الدفع وفقاً لإدارة الجودة.

5-3-2 منطقة العمليات الاستراتيجية والعمليات الخاصة بالمنتج Strategy, infrastructure and product

يميز الـ ETOM بين العمليات الاستراتيجية والعمليات المسؤولة عن دورة حياة المنتج من جهة وبين العمليات التشغيلية من جهة أخرى وذلك لأن العمليات الاستراتيجية لاتدعم العميل مباشرة، وهي تنقسم إلى ثلاث مناطق

عمودية أساسية وهي المنطقة المسؤولة عن الاستراتيجيات والالتزام - منطقة إدارة دورة حياة البنية التحتية - ومنطقة إدارة دورة حياة المنتج وتحدد مسؤولية كل منطقة كما هو موضح بما يلي:

- منطقة الاستراتيجية والالتزام: هذه العمليات مسؤولة عن وضع الاستراتيجيات لدعم البنية التحتية وعمليات دورة حياة المنتج.
- منطقة إدارة دورة حياة المنتج: هذه العمليات مسؤولة عن قيادة وتمكين وإظهار العمليات الأساسية وعمليات العملاء من أجل تلبية متطلبات السوق وتوقعات العملاء. وهذه العمليات مسؤولة عن التعريف والتخطيط والتنفيذ لجميع قدرات الشركة و البنى التحتية ودورة حياة المنتج من أجل تقديم وتطوير المنتجات الموجودة في محفظة الشركة.

تتقاطع العمليات الموجودة في المناطق العمودية الأساسية الثلاثة مع مجموعة من العمليات في المناطق الوظيفية الأفقية والتي تتمثل بأربعة مناطق وظيفية أفقية وهي منطقة ادارة العروض والتسويق وإدارة الخدمات وتطويرها وإدارة الموارد وتطويرها وإدارة سلسلة التوريد وتطويرها وتحدد مسؤولية كل منطقة بما يلي:

- منطقة ادارة العروض والتسويق: وتشمل على الوظائف اللازمة لتحديد وتعريف الاستراتيجيات، وتطوير المنتجات الجديدة، وإدارة المنتجات الموجودة وتنفيذ الاستراتيجيات الخاصة بالعروض والتسويق وخاصة بالمنتجات والخدمات ذات العلاقة بالمعلومات والاتصال.
- منطقة إدارة الخدمات وتطويرها: تتضمن كافة العمليات اللازمة من اجل تحديد وتعريف كافة الاستراتيجيات الخاصة بإنشاء الخدمات الجديدة وتصميمها وكذلك تطوير الخدمات الموجودة وإدارتها والتأكد من توفر كافة القدرات والمتطلبات لتلبية متطلبات الخدمات المستقبلية.
- منطقة إدارة الموارد وتطويرها: مسؤولة عن تخطيط وتطوير وتقديم الموارد اللازمة لدعم المنتج والخدمة من اجل تقديمها الى المنطقة التشغيلية، وهي تتألف من كافة العمليات اللازمة لتطوير الشبكة والموارد ومواكبة التكنولوجيا الجديدة وربطها مع الموجود في الشركة.
- منطقة إدارة سلسلة التوريد : وتطويرها هذه العمليات تركز على العلاقات مع الموردين والشركاء من أجل ضمان توريد كافة المنتجات وكذلك تحسين الانتاجية وضمان اختيار أفضل الموردين، كما انها توفر المعلومات اللازمة عند وجود اي تفاعل مع الموردين .

3-3-5 منطقة إدارة المؤسسة: هذه المنطقة مسؤولة عن تحديد وتحقيق أهداف ومخططات المؤسسة الاستراتيجية، وتعتبر عملياتها ذات علاقة مع العديد من العمليات الاستراتيجية والبنية التحتية والتشغيلية للشركة. تتألف هذه المنطقة من خمس مناطق وهي منطقة العمليات الاستراتيجية وعمليات التخطيط المؤسسي - إدارة مخاطر الشركة - إدارة فعالية الشركة -إدارة البحث والمعرفة - إدارة ممتلكات الشركة - إدارة العلاقات الخارجية و إدارة الموارد البشرية وتحدد مسؤولية كل منطقة بما يلي:

- منطقة العمليات الاستراتيجية وعمليات التخطيط المؤسسي: هذه العمليات تقود مهمة الشركة والرؤية العامة لها حيث تهتم بالتخطيط الاستراتيجي الذي يركز على أعمال المؤسسة ويقوم بتبادل هذه الخطط مع جميع اقسام المؤسسة الهامة، كما يحدد الاسواق التي يجب التواجد فيها و المتطلبات المالية وماهي الامور التي تدعم وضع الشركة المالي وكذلك مكانتها في السوق.
- إدارة مخاطر الشركة: تهتم هذه العمليات بتعريف وتحديد جميع المخاطر والتهديدات التي قد تتعرض لها الشركة مع تحديد جميع الضوابط التي تضمن حماية الشركة من هذه المخاطر او التخفيف من اثر هذا الخطر. وهذا يعتبر ضمان للشركة من الاخطار التي قد تتعرض لها الانظمة والتطبيقات والعمليات التشغيلية والاتصالات
- إدارة فعالية الشركة: تهتم هذه العمليات بتحديد وتقديم كافة الادوات والانظمة ومنهجيات العمل والتدريب اللازم لضمان أن جميع العمليات والانشطة تتم في المؤسسة بطريقة فعالة ترفع من كفاءة العمل. كما تهتم بإدارة المشاريع والجودة وتقييم الأداء وإدارة المرافق لضمان ان جميع الانشطة يتم تنفيذها بطريقة فعالة وضمن الوقت المحدد لها.
- إدارة البحث والمعرفة : هذه العمليات تنقسم الى إدارة المعرفة في الشركة والتي تضمن أن جميع الموظفين لديهم المعرفة الكافية لأداء مهامهم وأعمالهم بكفاءة وفعالية، وإدارة البحث التي تهتم بالتخطيط ووضع الاولويات لجميع الانشطة الخاصة بالبحث والتطوير وهذه العمليات تتكامل وتتعاون مع الاستحواذ على التكنولوجيا لمساعدة المؤسسة باتخاذ القرارات المناسبة بما يتعلق بالاستثمارات الخاصة بالبحث والتطوير.
- إدارة ممتلكات الشركة: هذه العمليات تهتم بإدارة أصول وممتلكات المؤسسة وإدارة الامور المالية بما تتضمن تقارير المصاريف وضمان الإيرادات والرواتب والضرائب والمدفوعات. حيث ان هذه العمليات تقوم بتجميع المعلومات والتقارير وتحليل النتائج الخاصة بالمؤسسة وهي مسؤولة عن بيان دخل المؤسسة ووضع سياسات الأصول وتتبعها وإدارة الميزانية العمومية.
- إدارة العلاقات الخارجية: هذه العمليات تهتم بإدارة علاقات المؤسسة مع جميع أصحاب المصلحة والكيانات الخارجية بما فيهم المساهمين والبنقات و الدوائر الحكومية وغيرها من الاتحادات والدوائر الخاصة والحكومية.
- إدارة الموارد البشرية: تهتم هذه العمليات بجميع الامور المتعلقة بالموظفين وتأهيلهم لأداء مهامهم وتطويرهم، فهي مسؤولة عن تقديم سلم الرواتب لكافة المستويات في المؤسسة وتحديد المزايا والتعويضات وكذلك إدارة عملية التقييم لأداء الموظفين وايجاد آلية لتحفيزهم وإدارة عملية التوظيف والترقية وكذلك وضع سياسات العمل الخاصة بالموظفين بما فيهم العقوبات والمزايا وسياسات الدوام وغيرها من السياسات الخاصة بالعاملين.

ومن أجل تحقيق هدف هذا البحث سيتم لاحقاً تقديم سلسلة من المخططات التي توضح التفاصيل الخاصة فقط بالعمليات التي تؤثر على جودة الخدمة المقدمة للعملاء والتي لها انعكاس على رضا العملاء.

تم القيام بإجراء دراسة ميدانية تطبيقية تضمنت القيام بدراسة عامة لواقع العمليات الموجودة في شركة الاتصالات على وضعها الحالي وتوصيفها وتقييمها وتحديد مؤشرات الأداء الخاصة بها ومن ثم اختيار العمليات التي لها علاقة بشكل مباشر بالخدمات المقدمة للعملاء في شركات الاتصالات. حيث تم توصيفها ونمذجتها وتحليلها حسب أهم المعايير العالمية (ETOM) للوصول إلى الفجوات والقضاء على التكرار لتحسين الجودة وتعزيز رضا العملاء الذي أصبح لازمة لأي مؤسسة أو منظمة لابد من التركيز عليه وإيجاد الطرق المناسبة لقياسه والعمل على تحسينه بشكل مستمر.

1-4-5 تحديد وتوصيف العمليات التي لها علاقة مباشرة بالعملاء حسب أهم المعايير العالمية (ETOM):

إن أهم العمليات التي تتمحور حول العميل في علاقته مع شركة الاتصالات هي عدة عمليات مركزية للعميل وتبدأ عند توقيع العقد الذي يقوم به العميل وانتهاءً بالغاء العقد مع الشركة. وتشمل العمليات التي تركز على العملاء على سبيل المثال العمليات المسؤولة عن معالجة طلب الاتصال أو أي معلومات، بيع جديد، الاشتراك بالخدمات الجديدة والعروض، وتوليد الفاتورة وحل المشاكل ومعالجة الشكاوى. من أجل توصيف وتحليل هذه العمليات حسب المستويات الموجودة في الـ ETOM سوف نقوم بالتركيز على العمليات الأكثر أهمية والتي لها علاقة مباشرة مع العميل والموجودة في المنطقة التشغيلية من خلال دراسة العمليات التالية:

الحالة الأولى: تقديم الخدمة للعميل والتي يجب دراسة كافة العمليات التي لها علاقة بإدارة وإجهاة العميل والتي تشمل توقيع العقد مع العملاء، وعمليات معالجة الطلبات والاشتراك بالخدمات والعروض.

الحالة الثانية: الفوترة وهنا يجب دراسة كافة العمليات التي لها علاقة بحساب الفواتير وتوليدها.

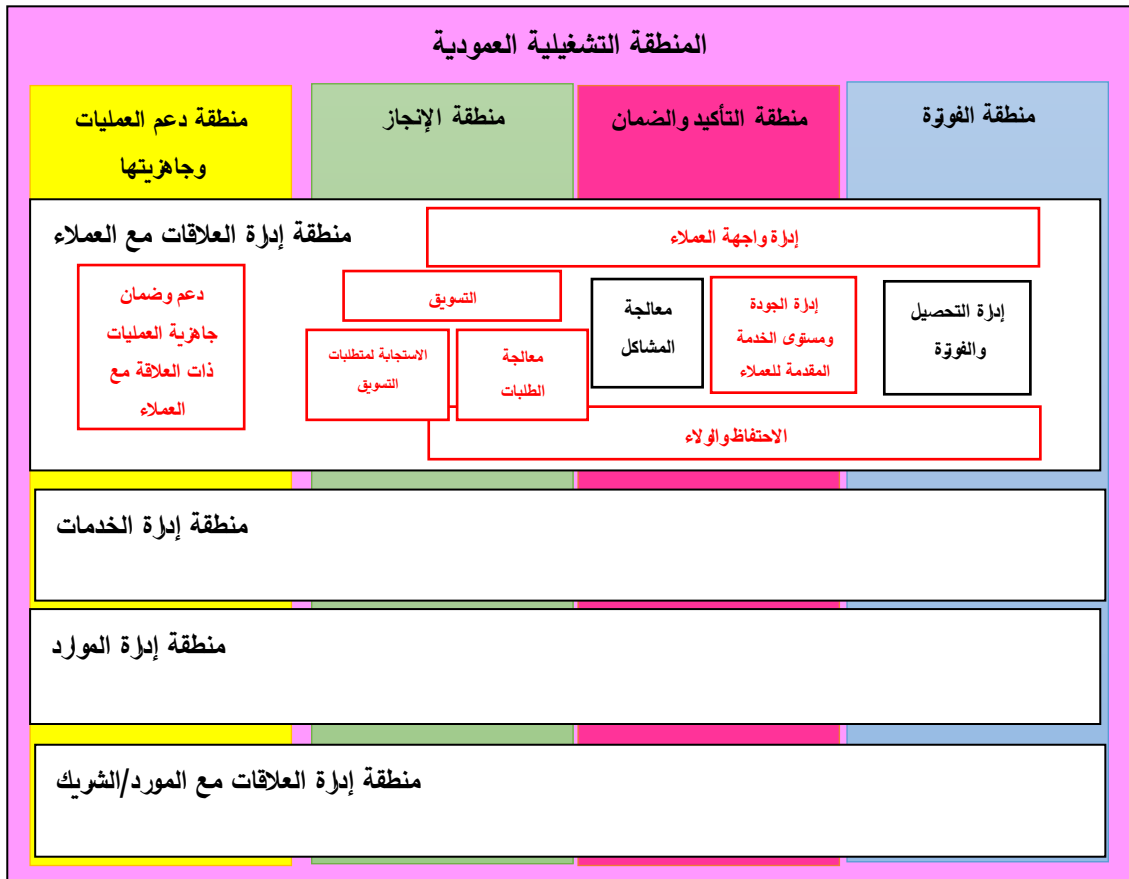
الحالة الثالثة: حل المشاكل ومعالجة الشكاوى وهنا يجب دراسة كافة العمليات التي لها علاقة بمعالجة جميع المشاكل التقنية والغير تقنية وكيفية إدارة مشاكل الخدمات،

1-1-4-5 دراسة الحالة الأولى - تقديم الخدمة للعميل:

1-1-1-4-5 توصيف وتحليل العمليات الخاصة بتقديم الخدمات للعملاء إلى المستوى الثالث:

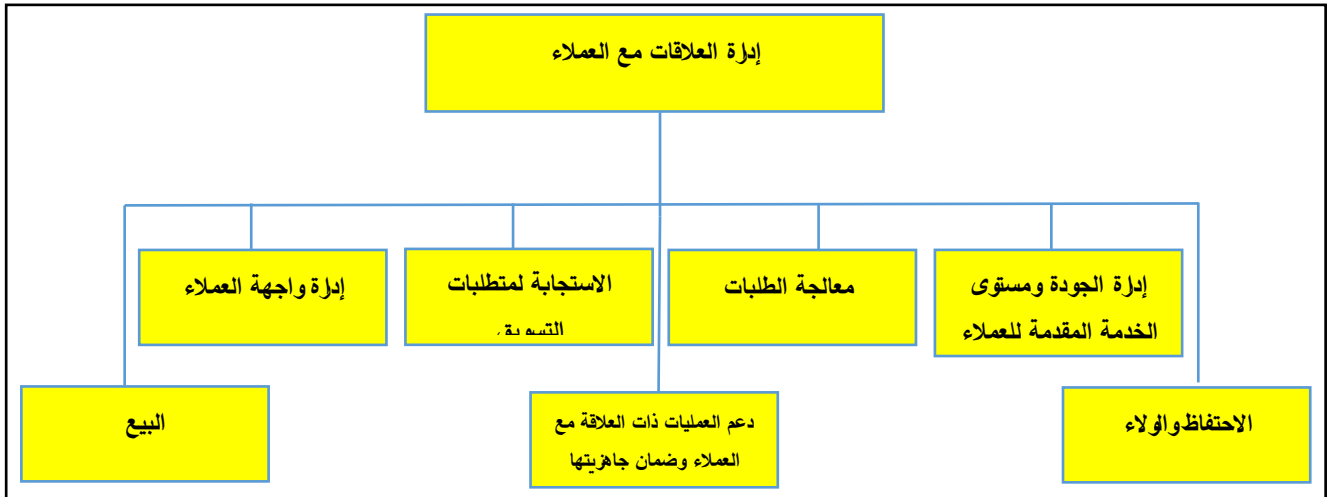
وتتضمن دراسة كافة العمليات الخاصة ابتداءً من توقيع العقد بين العميل و الشركة وانتهاءً بالغاء هذا العقد وكذلك تشمل متابعة كافة طلبات المشتركين وتقديم العروض والخدمات في الوقت المحدد وحسب الجودة المطلوبة.

ان الدراسة العملية ستكون في المستوى الثالث حيث يتم فيه تحليل عمليات المستوى (2) ذات الصلة والموجودة في المنطقة العمودية التشغيلية "Operations" والتي تتضمن العمليات التالية كما هو في الشكل الاتي:



الشكل (3) - تمثيل العمليات التي لها علاقة بتقديم الخدمة للعملاء حسب الـ ETOM

- إدارة العلاقات مع العملاء "customer relation management": هذه العمليات تأخذ بعين الاعتبار المعرفة الأساسية بإحتياجات العملاء وهي تشمل على جميع الوظائف والمهام اللازمة لأكتساب وتعزيز العلاقة مع العميل وتتضمن عند تحليلها إلى المستوى الثالث كما هو موضح بالشكل (5) العمليات ذات الصلة بخدمات ومتطلبات العميل التالية:

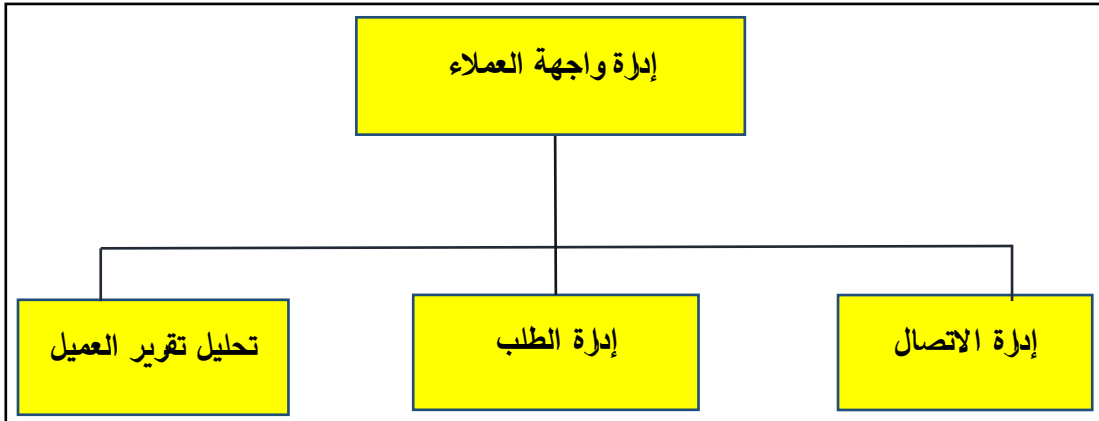


المخطط (1) - إدارة العلاقات مع العملاء في المستوى (2) حسب الـ ETOM

وعند تحليل هذه العمليات إلى المستوى (3) نحصل على التفاصيل التالية:

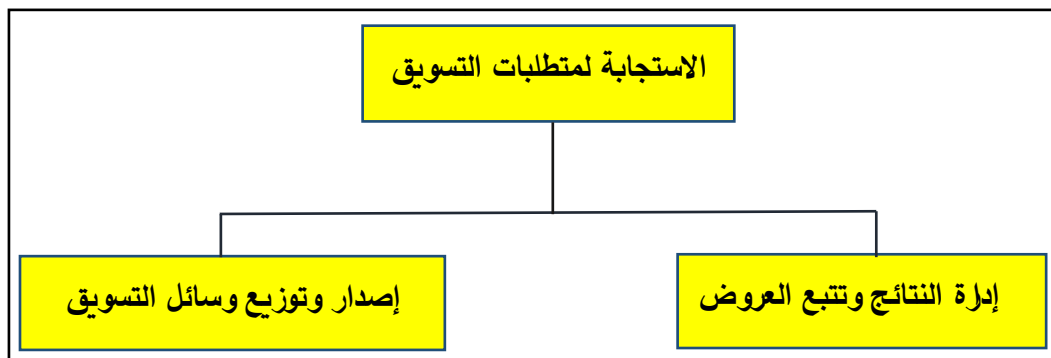
- إدارة واجهة العملاء "Customer interface management" هذه العمليات تدير جميع العلاقات ما بين الشركة والعملاء الموجودين والمتوقع انضمامهم لها وتتضمن العمليات التالية على المستوى الثالث:

- إدارة الاتصال: هذه العمليات مسؤولة عن إدارة الطلبات بين المشتركين المحتملين و الشركة.
- إدارة الطلب: هذه العمليات مسؤولة عن إدارة جميع الطلبات التي يتم إجراؤها حسب إمكانيات وعقود المشتركين.
- تحليل تقرير العميل: هذه العمليات مسؤولة عن إنشاء التقارير الخاصة بطلبات الخدمات للعملاء.



المخطط (2) - إدارة واجهة العملاء في المستوى (2) حسب الـ ETOM

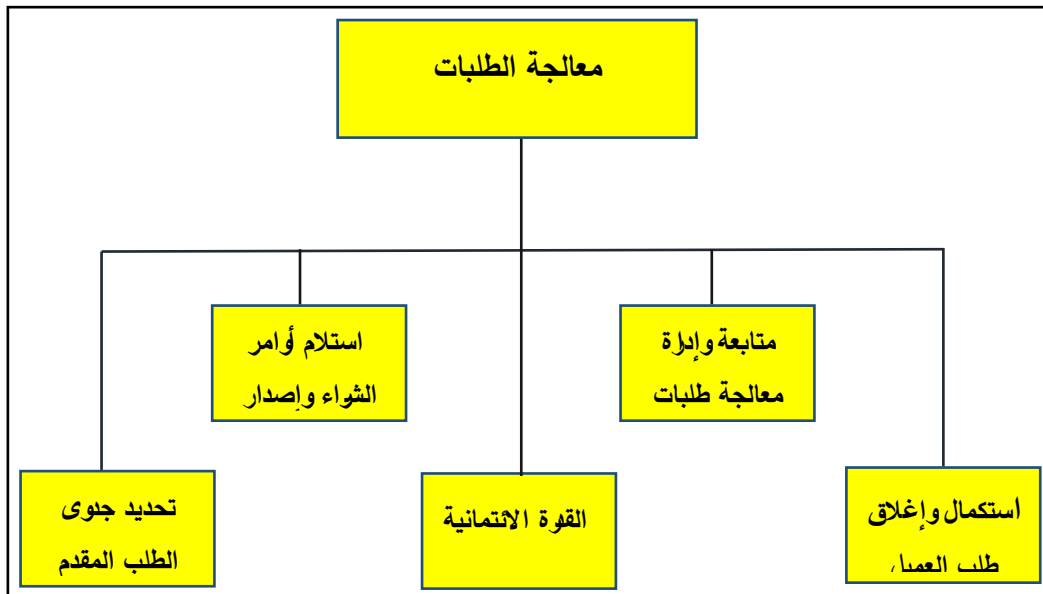
- الاستجابة لمتطلبات التسويق " Marketing Fulfillment response " هذه العمليات مسؤولة عن إدارة وسائل الدعاية والإعلان ودراسة النتائج منها وتتضمن العمليات التالية عند المستوى الثالث :
- إصدار وتوزيع وسائل التسويق: هذه العمليات مسؤولة عن إدارة العلاقة مع وسائل الدعاية والإعلان وتوزيع مواد الدعاية التسويقية المرافقة لأي حدث خاص بالدعاية والإعلان والعروض مباشرة الى العملاء.
- إدارة النتائج وتتبع العروض: هذه العملية مسؤولة عن تحليل البيانات ونتائج التغطية الاعلانية والدعاية المرافقة لأي حدث اعلامي أو عرض وكذلك تتبع العملاء المتوقعين وتحليل أداء التسويق من أجل إدارة خطط التسويق وتعديلها والوصول الى مايجب اتباعه في المستقبل.



المخطط (3) - عمليات الاستجابة لمتطلبات التسويق في المستوى (2) حسب الـ ETOM

- معالجة الطلبات " Order Handling " : هذه العمليات مسؤولة عن قبول طلبات العملاء وإصدارها وتتضمن العمليات التالية عند المستوى الثالث :

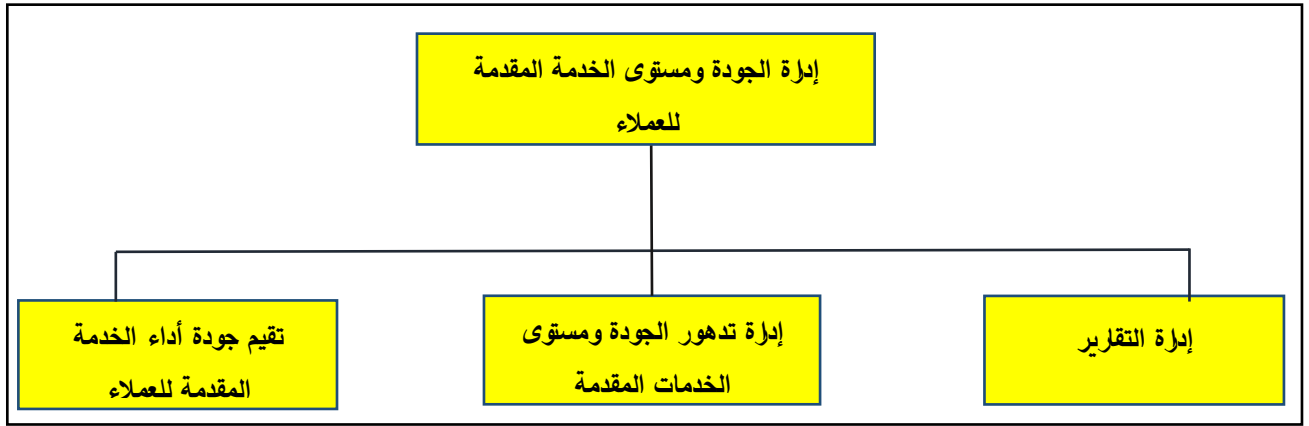
- استلام أوامر الشراء وإصدار طلب الخدمة: هذه العمليات مسؤولة عن إصدار طلب الخدمة الخاص بالعميل.
- القدرة الائتمانية: هذه العمليات مسؤولة عن تقييم قدرة المشترك على الدفع والالتزام بالواجبات المالية تجاه المؤسسة وعدم التعرض للمخاطر المالية.
- تحديد جدوى الطلب المقدم: تقوم هذه العمليات بدراسة جدوى الطلب المقدم من العميل قبل تفعيل الخدمات والمنتجات الخاصة به وتقديم الدعم له.
- متابعة وإدارة معالجة طلبات العملاء: هذه العمليات مسؤولة عن التأكد من حالة طلب الشراء وطلب تقديم الخدمة للعملاء وتخصيص الأنشطة اللازمة لتزويد المشتركين بالخدمة وإدارتها و تعقبها ليتم تسليمها بالوقت المحدد لها.
- استكمال وإغلاق طلب العميل: هذه العمليات مسؤولة عن إدارة معلومات العملاء أثناء مرحلة إكمال طلب الخدمة وبعد الإنتهاء من تقديم الخدمة للعملاء، وإغلاق ملف طلب العملاء بعد الإنتهاء من تقديم الخدمة لهم حسب الطلب.



المخطط (4) - عمليات معالجة الطلبات في المستوى (2) حسب الـ ETOM

- إدارة الجودة ومستوى الخدمة المقدمة للعملاء " customer QoS / SLA management " : هذه العمليات مسؤولة عن مراقبة وإدارة المنتج المقدم من حيث الجودة ومستوى الخدمة المتفق عليها والعقود الموقعة مع العملاء، وتقديم تقارير الجودة الخاصة بالخدمة المقدمة. وتتضمن العمليات التالية عند المستوى الثالث:

- تقييم جودة أداء الخدمة المقدمة للعملاء: هذه العمليات مسؤولة عن ادارة وتقييم جودة الخدمات ليتم التأكد من توافقها مع مستوى الجودة المتفق عليه في العقد المبرم مع العملاء وفي حال عدم التوافق يجب استدعاء العمليات المسؤولة لاتخاذ الاجراءات اللازمة لرفع مستوى الخدمة المقدمة.
- إدارة تدهور الجودة ومستوى الخدمات المقدمة: هذه العمليات مسؤولة عن التأكد من أن العملاء والمسؤولين عن العمليات الداخلية ذات الصلة على علم بتدهور جودة الخدمة وأنه يتم اتخاذ الإجراءات اللازمة حسب السبب.
- إدارة التقارير: هذه العمليات مسؤولة عن تقديم كافة التقارير الخاصة بإدارة أداء الجودة للخدمات.



المخطط (5) - إدارة الجودة ومستوى الخدمة المقدمة للعملاء في المستوى (2) حسب الـ ETOM

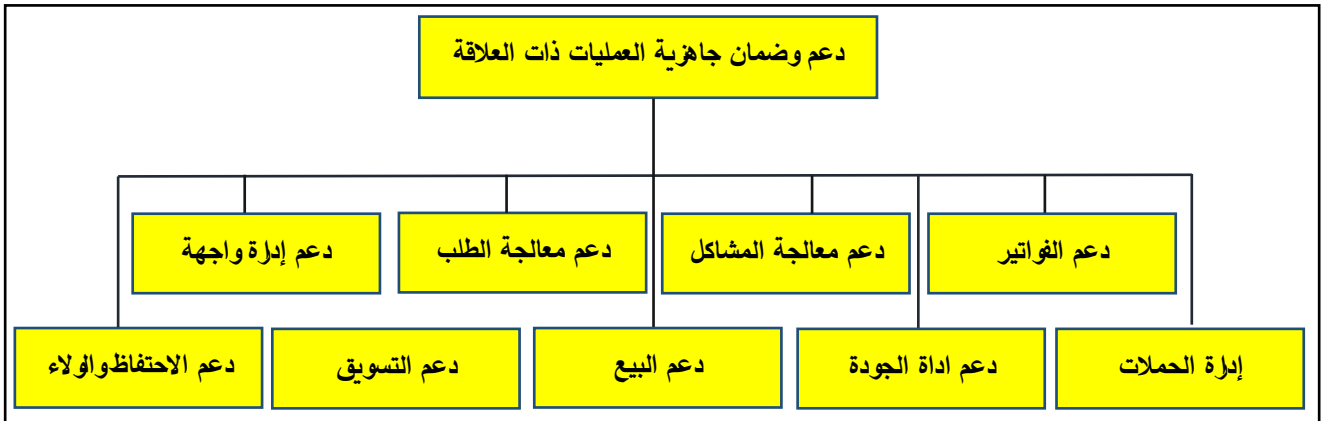
- الاحتفاظ والولاء: "retention & Loyalty" تتعامل مع جميع العمليات المتعلقة بالاحتفاظ بالعملاء والاستحواذ عليهم عن طريق الفهم الكامل لاحتياجاتهم، وتحديد قيمة العميل للشركة.
- إنشاء وإنهاء العلاقة مع العملاء: هذه العمليات مسؤولة عن التحقق من هوية العميل وإدارة تعريفه وكذلك إدارة إنهاء العقد الخاص بالعميل مع الشركة حسب الاقتضاء.
- بناء رؤية للعملاء: هذه العمليات مسؤولة عن التأكد من أن الشركة و العملاء يشعران بالثقة تجاه العلاقة القانونية بينهما والمبنية على السرية والمعلومات المحدثة حسب المستجدات.
- تحليل وإدارة مخاطر العملاء: هذه العمليات مسؤولة عن التأكد من أن تحديد المخاطر في الشركة يعتمد على تحسين العمليات التشغيلية والوصول إلى الهدف وبالتالي الحصول على العميل المناسب و الاحتفاظ به.
- تخصيص ملف تعريف العميل من أجل الاحتفاظ بالعملاء: هذه العمليات مسؤولة عن تقديم فرص خاصة بالعملاء من أجل الاحتفاظ بهم ودعمهم من أجل البقاء مع الشركة.
- التحقق من رضا العملاء: هذه العمليات مسؤولة عن التأكد من أن الحلول والخدمات المقدمة من الشركة تعزز رضا العملاء.



المخطط (6) - عمليات الاحتفاظ والولاء بالعملاء في المستوى (2) حسب الـ ETOM

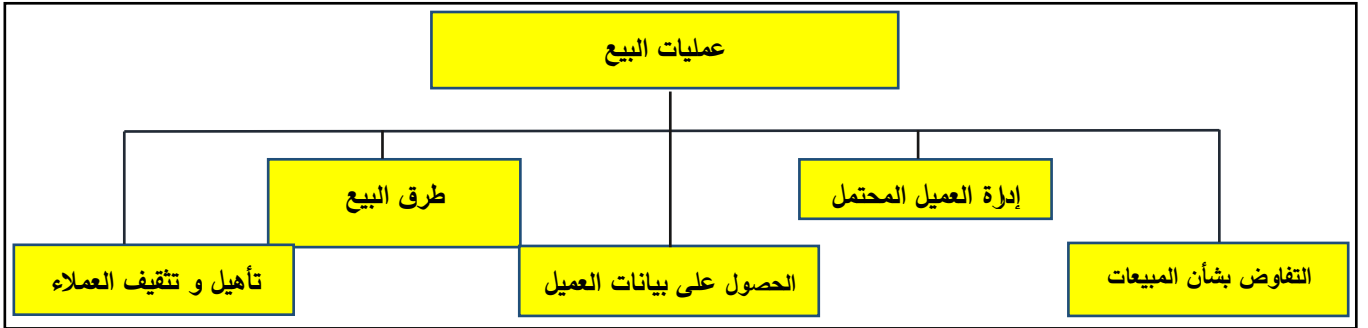
○ دعم وضمن جاهزية العمليات ذات العلاقة مع العملاء " CRM Support & Readiness " : هذه العمليات مسؤولة عن إدارة جميع أنواع المنتجات، والتأكد من قدرة جميع العمليات ذات الصلة بإدارة العلاقة مع العملاء من التواصل مع العملاء بشكل مباشر وفوري وبطريقة فعالة، وتتضمن هذه العمليات عند تحليلها في المستوى الثالث:

- دعم إدارة واجهة العملاء
- دعم معالجة الطلب
- دعم معالجة المشاكل
- دعم الفواتير والتحصيلات
- دعم الاحتفاظ والولاء
- دعم التسويق
- دعم البيع
- دعم اداة الجودة ومستوى الخدمات المقدمة للعملاء
- إدارة الحملات التسويقية.



المخطط (7) - دعم العمليات ذات العلاقة مع العملاء وضمان جاهزيتها في المستوى (2) حسب الـ ETOM

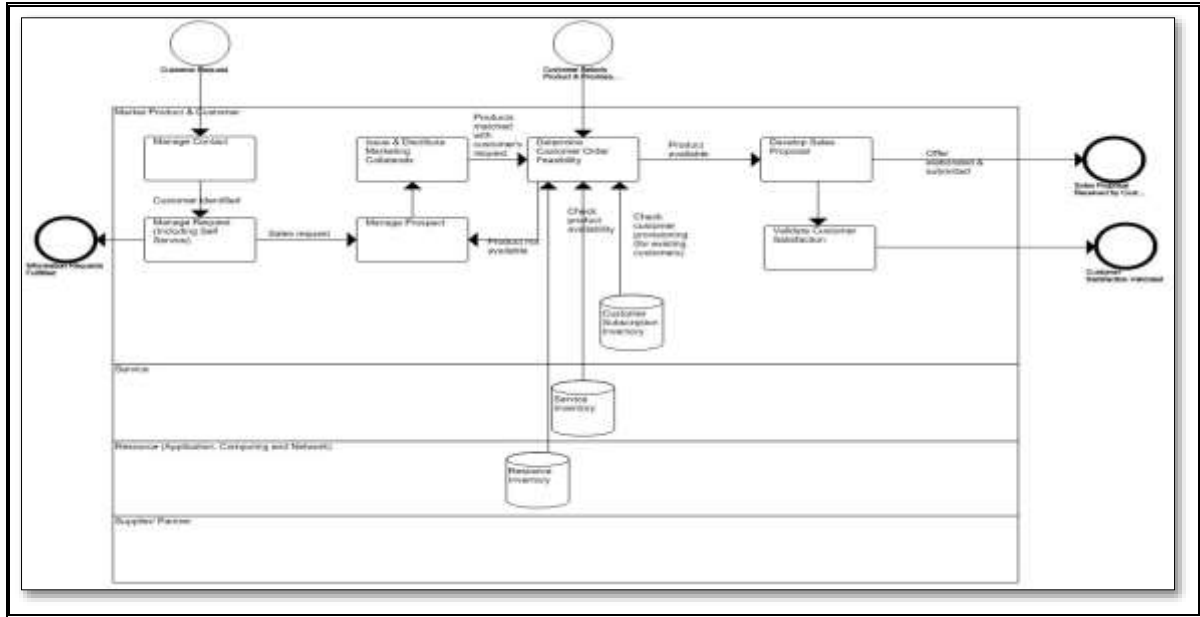
- البيع " selling " هذه العمليات مسؤولة عن إدارة العملاء المستقبليين وتأهيلهم وتثقيفهم وكذلك العمل من أجل التوافق مع توقعات العملاء وتتضمن العمليات التالية عند المستوى الثالث:
 - إدارة العميل المحتمل
 - تأهيل و تثقيف العملاء
 - التفاوض بشأن المبيعات
 - الحصول على بيانات العميل
 - طرق البيع



المخطط (8) - العمليات المسؤولة عن البيع في المستوى (2) حسب الـ ETOM

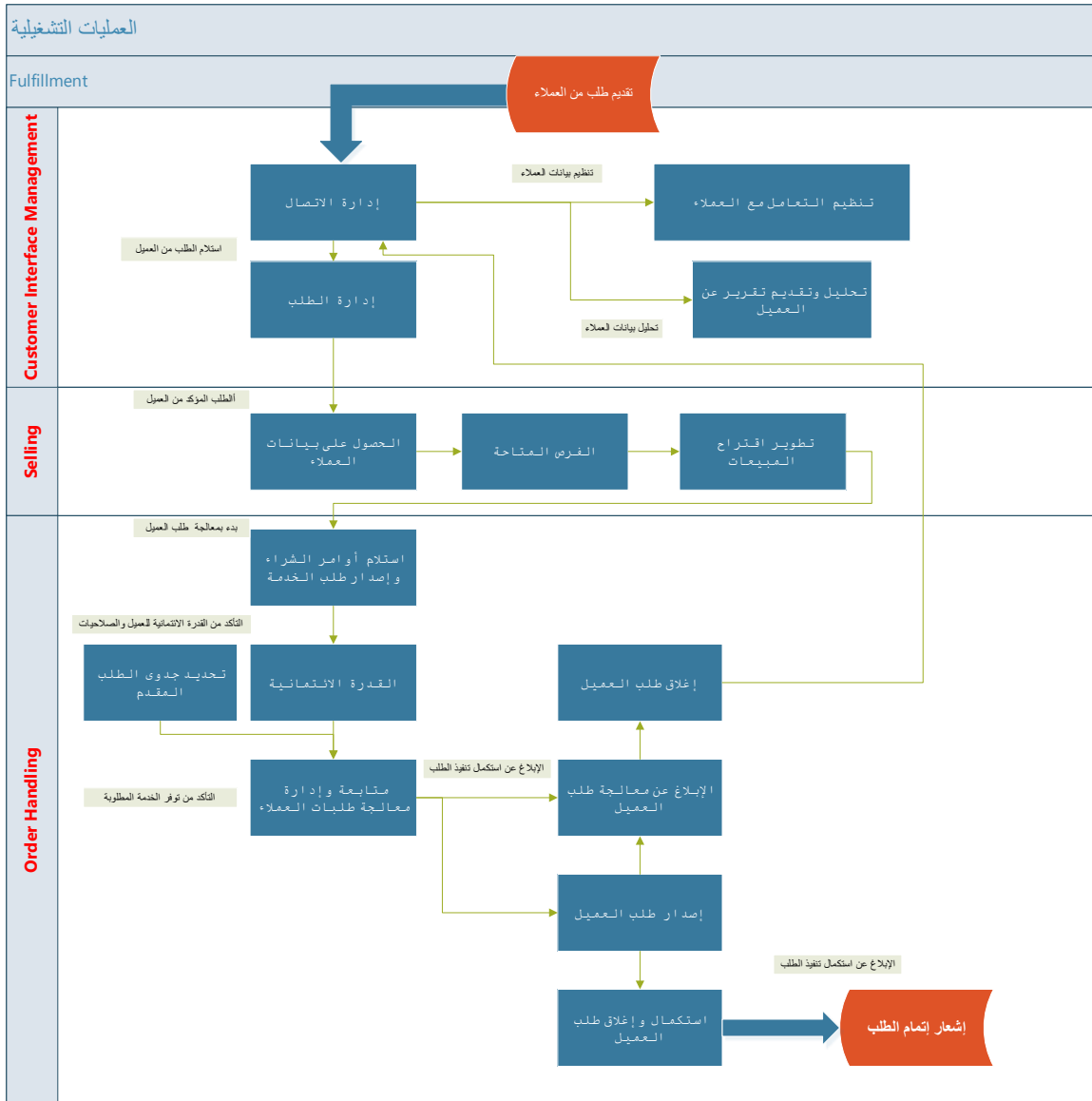
2-1-1-4-5 إيجاد مخطط تدفق العمليات حسب أهم المعايير العالمية (ETOM) للعمليات في المستوى الثالث:

تم توصيف هذه العمليات ذات الصلة بالخدمات المقدمة للعملاء في الفقرة السابقة وسنقوم بتقديم المخطط الانسيابي الخاص بها حسب الـ ETOM وباستخدام الـ VISIO والذي يعتبر من أهم الأدوات المستخدمة لوصف تدفق العمليات بشكل موحد وقياسي وخالي من التكرار مع تحديد المسؤوليات والادوار.



المخطط (9) - المخطط الانسيابي لإدارة الخدمات المقدمة للعملاء

وكمثال تم رسم المخطط الأنسيابي لتدفق العمليات الذي يوصف عملية الاتصال التي قام بها العميل من أجل طلب خدمة من الشركة ويوضح المخطط كافة العمليات المسؤولة عن تقديم الخدمة للعميل وكيفية ارتباطها مع بعضها البعض.

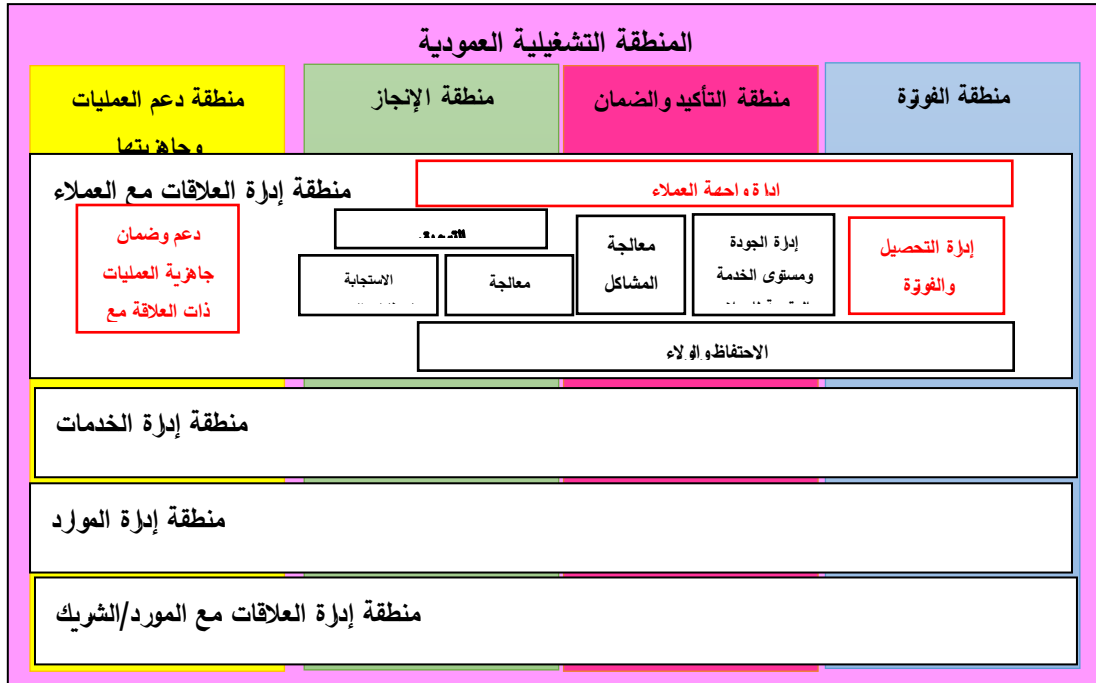


المخطط (10) المخطط الانسيابي لمعالجة طلب العميل

2-1-4-5 دراسة الحالة الثانية - توليد الفواتير الخاصة بالعملاء وحسابها:

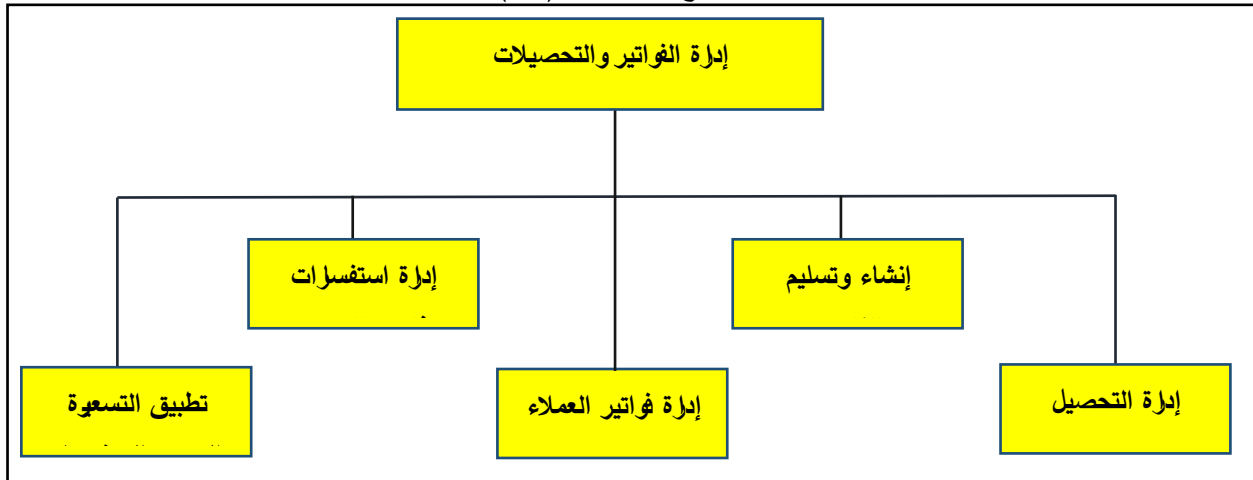
1-2-1-4-5 توصيف وتحليل العمليات الخاصة بتقديم الفواتير للعملاء إلى المستوى الثالث:

وتتضمن هنا دراسة كافة العمليات ابتداء من طلب الفاتورة من العميل مقابل الخدمات المقدمة من الشركة وتوليدها على النظام الخاص بالفوترة وطباعتها وانتهاء بتقديم الفاتورة الموقعة إلى العميل في الوقت المحدد والدقة المطلوبة لضمان رضا العملاء.



الشكل (4) - تمثيل العمليات التي لها علاقة بتقديم الفواتير للعملاء حسب الـ ETOM

- إدارة الفواتير والتحصيلات "Billing & Collections Management": تشمل إنشاء ملف خاص بحساب فواتير العميل ، ومعالجة مدفوعاتهم، ومراقبة حالة رصيد الحساب الخاص بالعملاء . وتتضمن عند تحليلها إلى المستوى الثالث كما هو موضح بالمخطط (15) كافة العمليات التالية ذات الصلة بفاتورة



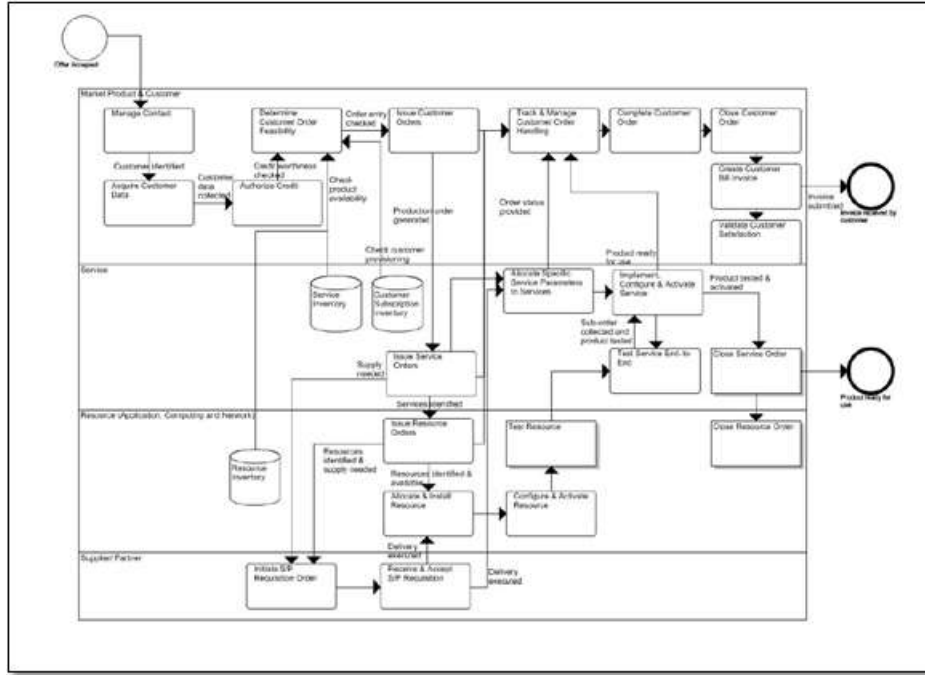
المخطط (11) - إدارة الفواتير والتحصيلات في المستوى (2) حسب الـ ETOM

- إدارة استفسارات فاتورة العملاء: هذه العمليات مسؤولة عن إدارة العلاقة بين العملاء والشركة بما يتعلق بالفوترة وهذا يشمل الرد على كافة الاستفسار عن حساب الفاتورة الخاصة بالعميل ، وضمان اتخاذ الإجراءات المناسبة لجميع الاستفسارات الخاصة بفواتير العملاء ليتم حل المشاكل في الوقت المناسب.
- تطبيق التسعيرة والحسم والتخفيضات: هذه العمليات مسؤولة عن التأكد من أن العميل يتلقى الفاتورة الصحيحة والتي تعكس قيمة الخدمات القابلة للفوترة التي يقدمها مزود الخدمة حسب العقد، وضمان التأكد من صحة الضرائب المناسبة ، الحسومات والائتمانات على فاتورة العميل في حال وجودها.
- إنشاء وتسليم الفاتورة: هذه العمليات مسؤولة عن إنتاج فاتورة دقيقة وفي الوقت المناسب تعكس رسوم الخدمات المقدمة إلى العميل من قبل مقدم الخدمة، كما تشمل على كافة العمليات المسؤولة عن تصميم وتنسيق الفواتير وتطوير عملية إصدارها و تسليمها إلى العملاء بعد التحقق من صحة الفاتورة والجودة.
- إدارة فواتير العملاء: هذه العمليات مسؤولة عن إدارة حساب فاتورة العميل من حيث صلته بالخدمات المقدمة واستهلاكه لها طوال دورة الفوترة، وتركز على إدارة التغييرات في حساب الفواتير مثل تغيير العنوان وإدارة محفظة خدمة العملاء ، والتأكد من صحة الخدمات المقدمة للعميل حسب طلبه وإصدار الفاتورة الخاصة به بناء على ذلك.
- إدارة التحصيل: هذه العمليات مسؤولة عن تحصيل المدفوعات التي قام بها العميل ومطابقتها مع الفواتير، ومع الخدمات ، والتحقق من أن المدفوعات تتم في الوقت المناسب أو اتخاذ الإجراءات المناسبة مثل تعليق الخدمة المقدمة

5-4-1-2-2 إيجاد مخطط تدفق العمليات حسب أهم المعايير العالمية (ETOM) للعمليات في المستوي

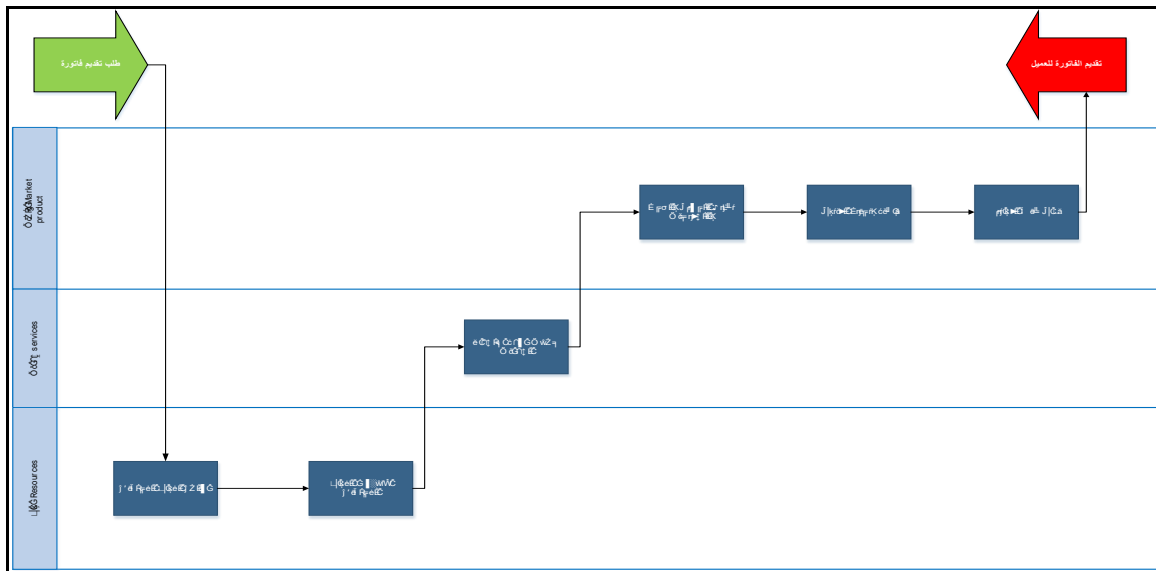
الثالث:

تم توصيف العمليات ذات الصلة بالفواتير وكافة الاستفسارات الخاصة بها في الفقرة السابقة وسنقوم بتقديم المخطط الانسيابي الخاص بها حسب الـ ETOM وباستخدام الـ VISIO والذي يعتبر من أهم الادوات المستخدمة لوصف تدفق العمليات بشكل موحد وقياسي وخالي من التكرار مع تحديد المسؤوليات والادوار.



المخطط (12) - المخطط الانسيابي لإدارة طلب الفواتير والتحصيلات

وكمثال تم رسم المخطط الأنسيابي لتدفق العمليات الذي يوصف عملية طلب الفاتورة التي قام بها العميل ويوضح كافة العمليات المسؤولة عن استلام الطلب ومعالجته وإصدار الفاتورة مقابل الخدمات المقدمة له وكيفية ارتباطها مع بعضها.

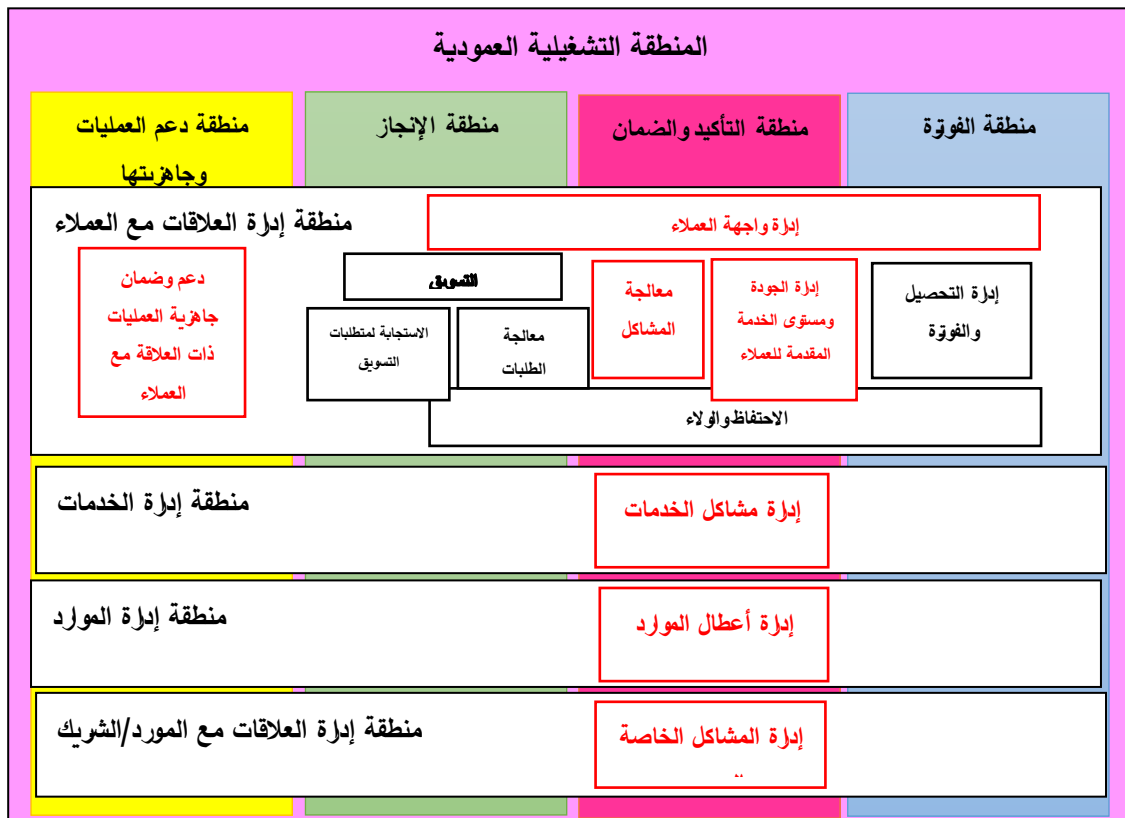


المخطط (13) - المخطط الانسيابي لطلب الفاتورة المقدم من العميل

5-4-1-3 دراسة الحالة الثالثة - حل المشاكل ومعالجة الشكاوى المقدمة من العملاء:

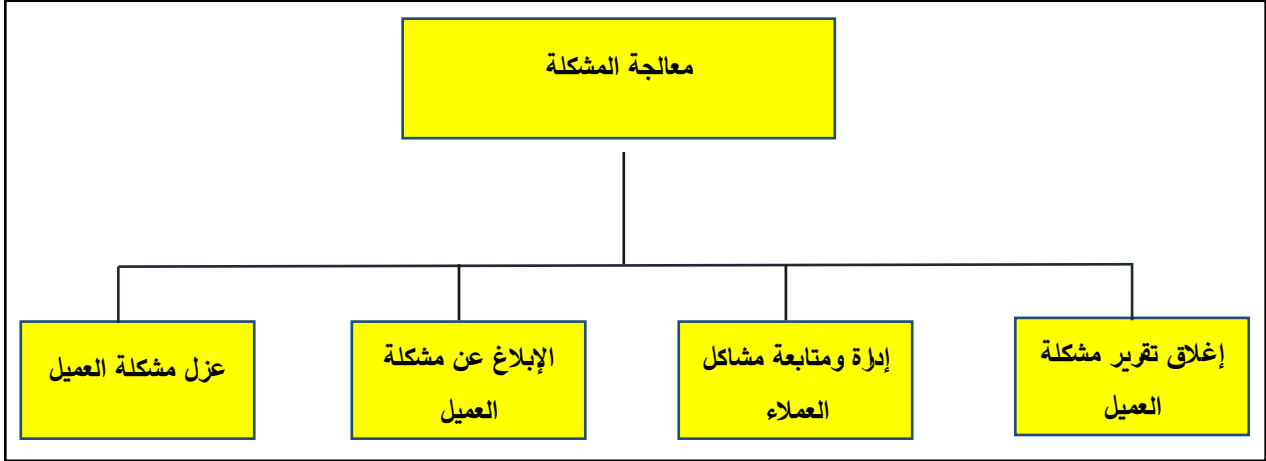
5-4-1-3-1 توصيف وتحليل العمليات الخاصة بمعالجة المشاكل والشكاوى المقدمة من العملاء إلى المستوى الثالث:

تتضمن كافة العمليات ابتداء من تقديم الشكاوي أو الاعلان عن مشكلة وانتهاء بحلها وإغلاق ملفها. تتناول هذه العملية شكوى أو مشكلة فنية يتم إعلانها من قبل العميل ليتم تحليلها ومعرفة اسبابها واقتراح وتطبيق الحلول المناسبة لها ومراقبتها ليتم بعد التأكد من حلها تماما إغلاق طلب الشكوى المقدمة. إن المشكلة عادة تعود إلى مشاكل تقنية لها علاقة بالمنتج أو انقطاع الخدمة (لايتمكن إجراء اتصال أو ارسال رسالة) أو تدهور في جودة الخدمة المقدمة، بينما الشكاوي فهي تعود إلى المشاكل الغير تقنية والتي تتعلق بعدم رضا العميل عن المنتج أو السرعة التي يتم فيها تلبية متطلباته أو استفساراته.



الشكل (5) - تمثيل العمليات التي لها علاقة بمعالجة المشاكل المقدمة من العملاء

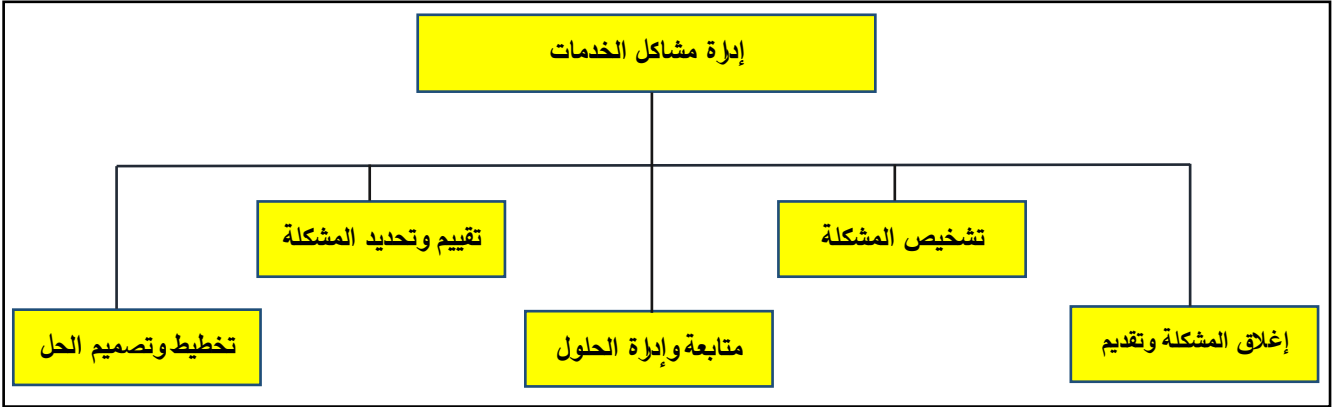
- معالجة المشكلة "Problem handling" : هذه العمليات في المستوى الثاني مسؤولة عن استقبال ومعالجة طلب الشكاوي المقدم من العملاء ودراسته والعمل على حله وكذلك التواصل مع العملاء في حال حصول أي مشكلة في الخدمات المقدمة وإعلامه عند حلها، وتتضمن هذه العمليات عند تحليلها إلى المستوى الثالث كما هو موضح بالمخطط (19) كافة العمليات ذات الصلة بالمشاكل التقنية والغير تقنية:



المخطط (14) - العمليات المسؤولة عن معالجة المشاكل في المستوى (2) حسب الـ ETOM

- عزل مشكلة العميل: هذه العمليات مسؤولة عن استلام طلب الشكاوي من العملاء وتسجيله ضمن النظام الخاص بشكاوي العملاء ليتم متابعته وكذلك البحث في اسباب المشكلة وآثارها ليتم توجيهها إلى الأطراف المعنية وحلها.
- الإبلاغ عن مشكلة العميل: هذه العمليات مسؤولة عن إنشاء وإدارة كافة التقارير التي توصف حالة الشكاوي المقدمة من العملاء وتقديمها للإدارة.
- إدارة ومتابعة مشاكل العملاء: هذه العمليات مسؤولة عن إدارة ومتابعة طلب المشاكل والتأكد بأن الإجراءات اللازمة تم اتخاذها وتنفيذها بطريقة فعالة لحل المشاكل بأسرع وقت، كما تقوم بتصعيد جميع المشاكل التي تم تقديمها من المشترك ولم يتم حلها لاتخاذ الإجراء اللازم.
- إغلاق تقرير مشكلة العميل: هذه العمليات مسؤولة عن التأكد من ان مشاكل العملاء قد تم حلها وأن الخدمات قد عادت إلى مستوى الجودة المتفق عليها مع العملاء، وأنه تم إغلاق طلب حل المشكلة الموثق على النظام.

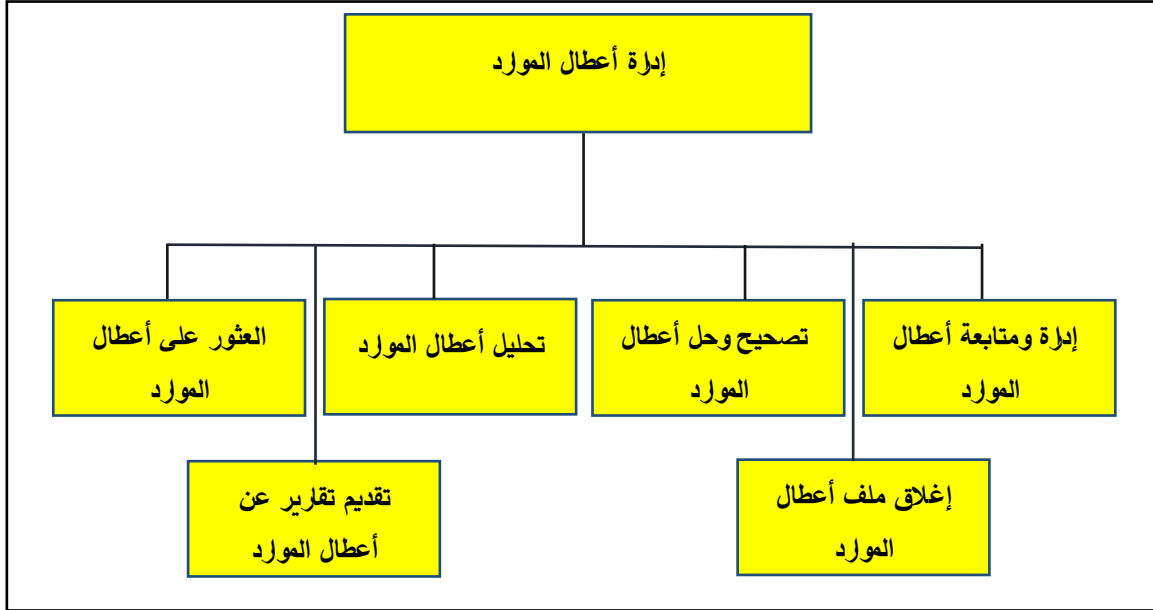
- إدارة مشاكل الخدمات "service problem management": هذه العمليات في المستوى الثاني مسؤولة عن تقديم الاستجابة الفورية لمشاكل الخدمات التي تقدمها المؤسسة للتقليل من تأثيرها على العملاء ومحاولة ايجاد الحلول البديلة عند تعذر حلها. وتتضمن هذه العمليات عند تحليلها إلى المستوى الثالث كما هو موضح بالمخطط (20) كافة العمليات ذات الصلة بمتابعة وحل المشاكل التي تتعرض لها الخدمات:



المخطط (15) - إدارة مشاكل الخدمات في المستوى (2) حسب الـ ETOM

- تقييم وتحديد المشكلة: هذه العمليات مسؤولة عن تحديد طبيعة المشكلة المقدمة من قبل العميل وتحليل المعطيات لتحديد أثرها على العميل. وكذلك تقديم التقارير اللازمة إلى العمليات المسؤولة عن معالجة المشكلة حول الوقت اللازم لاستعادة الخدمة وأهمية العميل، وكذلك إعلام إدارة جودة الخدمات عن التأثير المحتمل لهذه المشكلة على أداء الخدمات المقدمة.
- تشخيص المشكلة: هذه العمليات مسؤولة عن تشخيص وتوصيف السبب الجذري لمشاكل الخدمة.
- تخطيط وتصميم الحل: هذه العمليات مسؤولة عن تحديد الخطوات اللازمة من أجل تفعيل جميع الوحدات الوظيفية المختلفة المسؤولة عن حل المشاكل الموجودة في الخدمات المقدمة، وذلك بناء على المعلومات المقدمة من العمليات المسؤولة عن تشخيص المشكلة، حيث يتم وضع مخطط زمني لمعالجة المشكلة وحلها.
- متابعة وإدارة الحلول: هذه العمليات مسؤولة عن التأكد بانه تم حل المشاكل بشكل كامل وفقاً للمخطط الذي تم وضعه في البداية ووفق الزمن والجودة المطلوبة.
- إغلاق المشكلة وتقديم التقارير: هذه العمليات مسؤولة عن التأكد من الحل النهائي للمشكلة وتحديث النظام بذلك وتقديم التقارير التي توثق المشكلة بشكل كامل والسبب الجذري لحدوثها والانشطة ذات الصلة بالحلول المقدمة.

- إدارة أعطال الموارد "resource trouble management": هذه العمليات في المستوى الثاني مسؤولة عن إدارة جميع الأعطال التي لها علاقة بتخصيص الموارد المتاحة. وتتضمن في المستوى الثالث مايلي:



المخطط (16) - إدارة أعطال الموارد في المستوى (2) حسب الـ ETOM

- تحليل أعطال الموارد: هذه العمليات مسؤولة عن مراقبة الموارد والإعلان عن فشل أحد الموارد في الوقت الحقيقي ليتم حله، وفي حال لم يتم حل المشكلة حسب الوقت المتوقع يتم التصعيد لاتخاذ الإجراءات اللازمة.
- العثور على أعطال الموارد: هذه العمليات مسؤولة عن إجراء الفحوصات وتحديد السبب الجذري لحدوث العطل.
- تصحيح وحل أعطال الموارد: هذه العمليات مسؤولة عن إعادة تشغيل أو استبدال الموارد التي يوجد عليها مشاكل والتأكد من ان الخدمات المرتبطة بهذه الموارد الفاشلة قد تم إعادتها للعمل نظامياً
- إدارة ومتابعة أعطال الموارد: هذه العمليات مسؤولة عن التأكد من ان جميع عمليات الاصلاح تم تفعيلها ومتابعتها والوصول إلى الحل ضمن الوقت المناسب مع تقديم التقارير عن الحالة بشكل مستمر.
- تقديم تقارير عن أعطال الموارد: هذه العمليات مسؤولة عن تقديم التقارير اللازمة عن وضع المشاكل الخاصة بالموارد الموجودة حالياً، أو تقديم تقارير عن حدوث أعطال جديدة.

- إغلاق ملف أعطال الموارد: هذه العمليات مسؤولة عن إغلاق الملف الخاص بأعطال الموارد وتوثيق كافة البيانات الخاصة بالعطل والسبب الجذري له والحل المقترح ليتم العودة للمعلومات في حال حدوث عطل مماثل لاحقاً.

• إدارة المشاكل الخاصة بالموردين "supplier problem reporting & management" هذه العمليات في المستوى الثاني مسؤولة عن إدارة جميع المشاكل التي لها علاقة بالموردين عند التعامل معهم وتتضمن هذه العمليات عند تحليلها إلى المستوى الثالث كما هو موضح بالمخطط (23) كافة



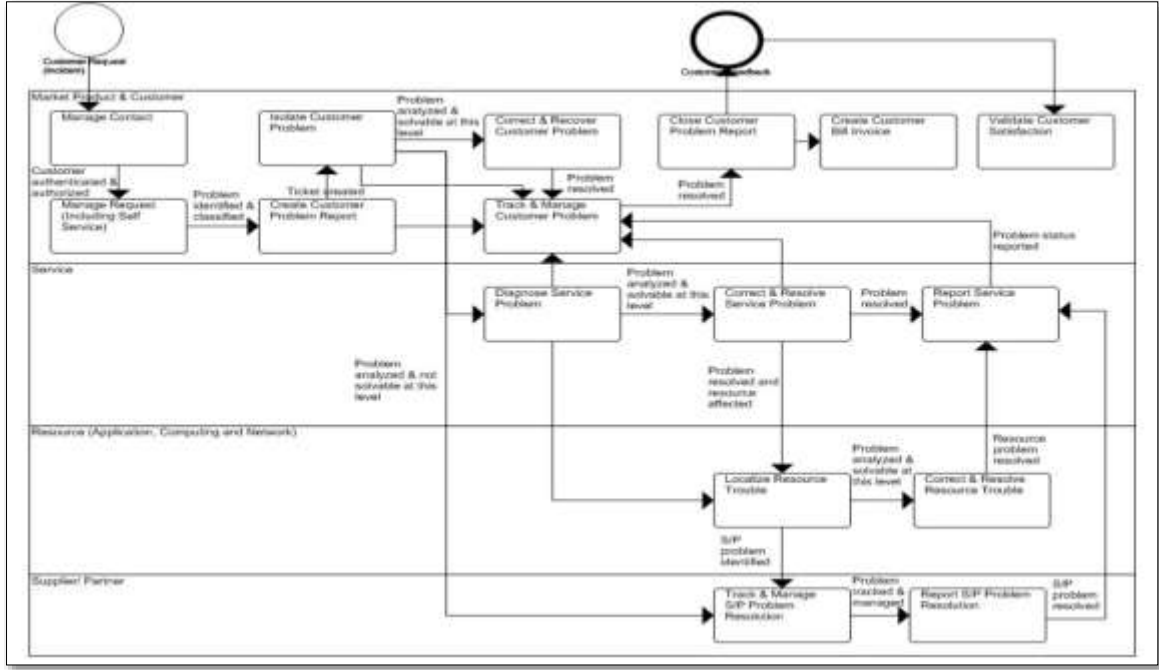
المخطط (17) - إدارة المشاكل الخاصة بالموردين في المستوى (2) حسب الـ ETOM

- الإبلاغ عن مشكلة للمورد : هذه العمليات مسؤولة عن إبلاغ المورد عن مشاكل تم اكتشافها من قبل الشركة أو تكررت مع العملاء فتم الإبلاغ عنها.
- استلام والإعلام بالمشكلة من المورد: هذه العمليات مسؤولة عن استلام بلاغ بوجود مشكلة تم العثور عليها من قبل المورد ليتم إدارة اثر هذه المشكلة على العمليات التشغيلية والعملاء.
- إدارة حل مشكلة الموردين: هذه العمليات مسؤولة عن متابعة الحلول المقترحة والموصى بها من قبل المورد، كما انها مسؤولة عن مراقبة المشكلة ليتم حلها تماما والحصول على الجودة والاداء المطلوبين وكذلك المتابعة مع العملاء لابلاغهم بحل المشكلة، كما أنها توثق المشكلة واسبابها وطرق حلها ليتم اغلاق الملف بعد الانتهاء.

5-4-3-2 إيجاد مخطط تدفق العمليات حسب أهم المعايير العالمية (الأيوم) للعمليات في المستوى

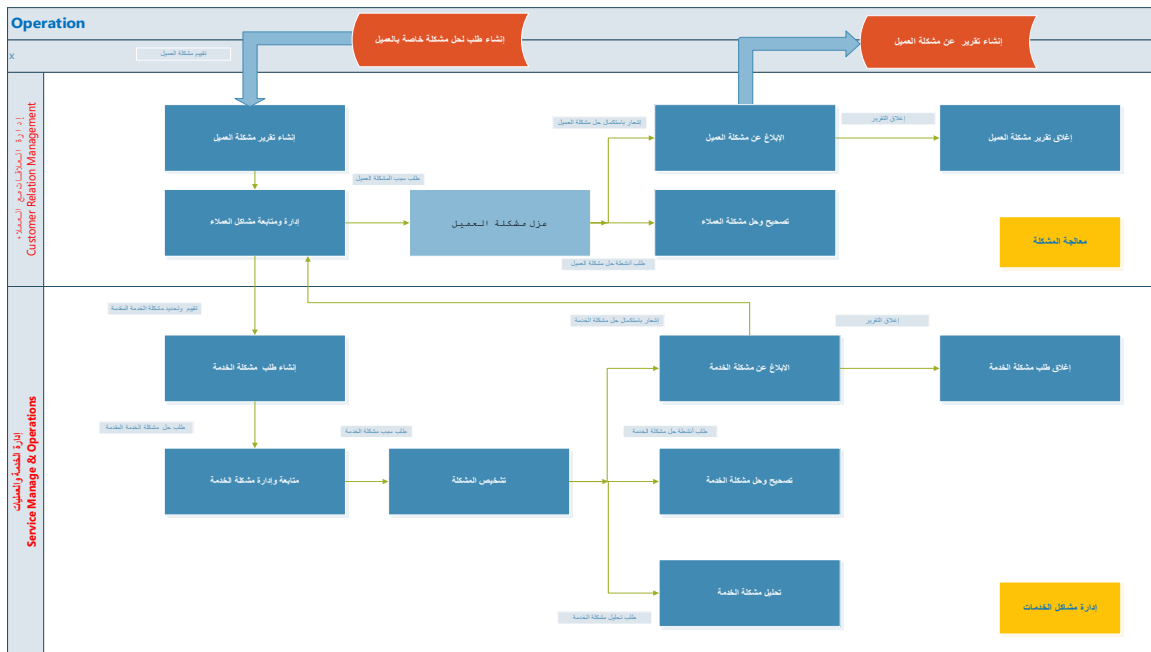
الثالث:

تم توصيف العمليات الخاصة بطلب المشاكل المقدم من العملاء وسنقوم بتقديم المخطط الانسيابي الخاص بها حسب الـ ETOM وباستخدام الـ VISIO والذي يعتبر من الادوات المستخدمة لوصف تدفق العمليات بشكل موحد وقياسي.



المخطط (18) - المخطط الانسيابي لإدارة حل المشاكل ومعالجة الشكاوى المقدمة من العملاء

وكمثال تم رسم المخطط الأنسيابي لتدفق العمليات الذي يوصف عملية الاتصال التي قام بها العميل من أجل الإبلاغ عن وجود مشاكل في الخدمات المقدمة من الشركة ويوضح المخطط كافة العمليات المسؤولة عن استلام الطلب ومعالجته واتخاذ التدابير اللازمة لحل المشكلة وكيفية ارتباطها مع بعضها البعض.



المخطط (19) - المخطط الانسيابي لحل مشكلة الخدمة المقدمة إلى العملاء

6- انجازات البحث:

إن إدارة العمليات في شركات الاتصالات يعتبر من الأمور المعقدة التي تحتاج إلى الكثير من التوثيق والمتابعة والتحسين المستمر مع ضرورة الربط بين العمليات من أجل الوصول إلى آلية التحكم بتدفق هذه العمليات في كافة المجالات والتطبيقات، ولذلك يعتبر الـ ETOM إطار عمل متكامل تم تطويره حسب أهم المعايير والمقاييس العالمية في عالم الاتصالات ليتم تحليل وتصنيف هذه البيئة المعقدة ، وبالتالي هذا البحث قدم دراسة نظرية يتم من خلالها التعرف على مفهوم ومبدأ الـ ETOM وأهم العمليات الموجودة ضمنه في المنطقتين الادارية والتشغيلية في الشركات لئتم العمل على توصيفهم وتحليلهم من أجل تحسين مؤشرات الأداء الخاصة بهذه العمليات.

إن شركات الاتصالات تضم مجموعة كبيرة من العمليات التي لا يمكن العمل على توصيفها وتحليلها دفعة واحدة من جهة وكذلك من جهة أخرى مع تطور التكنولوجيا والمنافسة في الاسواق التجارية والثقة الكبيرة بأن رضا العملاء اصبح لازمة لأي شركة يجب الاهتمام به، وكذلك عند فهم العملية والعميل ، يمكن للمؤسسة أن تدرك وتقدر معنى الجودة، لهذا قدم هذا البحث أيضاً دراسة نظرية وتحليلية تم من خلالها تحديد كافة العمليات التي لها علاقة بالخدمات المقدمة للعملاء وتوصيفها وتحليلها ورسم تدفق العمليات لتوضيح العلاقة فيما بينها مع تحديد الأدوار والمسؤوليات، وبالتالي فإن هذا البحث يعتبر مرجع لشركات الاتصالات التي تهتم بتعزيز رضا العملاء من خلال العمل على تحسين الأداء لهذه العمليات التي تم توصيفها وتحليلها وايجاد العلاقة فيما بينها وذلك حسب الاولويات والمشاكل التي تعاني منها هذه الشركات بما يخص تحسين مستوى رضا العملاء في شركات الاتصالات

إن توصيف العمليات في شركات الاتصالات حسب التوصيف والتحليل الذي تم العمل عليه من خلال أهم المعايير العالمية في هذا البحث يساهم في تحسين الجودة والاداء في قطاع الإتصالات مما ينعكس على الشركة ايجابياً من حيث الكلفة والوقت.

فبعد تطبيق الـ ETOM على سبيل المثال على العمليات التي لها علاقة بتوقيع العقد وتفعيل شريحة الخط الخليوي (SIM) الخاصة بالعميل الجديد تبين تحسن كبير في مؤشرات الاداء الخاصة بهذه العمليات

عدد ونسبة التسجيلات لتفعيل شريحة الخط الخليوي التي استغرقت وقتاً أطول من فترة زمنية محددة عدد الشكاوى المرتبطة بعملية تفعيل شريحة الخط الخليوي (SIM).

النسبة المئوية لمقدمي طلب تفعيل شريحة الخط الخليوي ولم يتم التفعيل في المرة الأولى ولا بد من إعادة العملية.

متوسط وقت تسجيل المشترك

وبالتالي إن تحسن مؤشرات الاداء السابقة ينعكس ايجاباً على رضا العملاء على الخدمة المقدمة.

7- الاستنتاجات والتوصيات.

تم تقديم في هذا البحث دراسة نظرية عن أهم المعايير والممارسات العالمية المطبقة في عالم الإتصالات الـ ETOM والذي تم اصداره من قبل قطاع تقييس الاتصالات والذي يعتبر إطار عمل متكامل. كما تم تقديم دراسة نظرية وتحليلية لكافة العمليات ذات العلاقة مع العملاء والتي تُمكن مزود الخدمة من استخدام طريقة قياسية موحدة في تمثيل وتوصيف وتحليل جميع الوظائف والعمليات التشغيلية مع تحديد العلاقة بينهم وتحديد المسؤوليات والادوار لهذه العمليات في الشركة، مما يقضي على الفجوات والتكرار في داخلها، كما يقدم إمكانية كبيرة لتحسين الجودة للخدمات المقدمة وبالتالي تعزيز رضا العملاء وولائهم. إلا أنه مما سبق نجد ان البحث تناول فقط العمليات ذات العلاقة بالعملاء وبالتالي تطبيق هذا المعيار العالمي على جميع العمليات في الشركة يحتاج إلى مجموعة ضخمة جداً من المستندات التي تحتوي على ملفات تعريف للعمليات على مستويات هرمية مختلفة يصعب الوصول إليها وكذلك إلى أعداد كبيرة من مخططات تدفق العمليات الذي يوصف آلية عمل العمليات والعلاقة فيما بينهم ، والذي يعتبر من اهم التحديات التي يجب العمل عليها في المستقبل عن طريق تصميم نظام يقوم باتمته عملية إدارة العمليات التي يتم توصيفها باستخدام أهم المعايير العالمية الـ ETOM مع فرص تحسين التكلفة والزمن والأداء،.

بالإضافة إلى ذلك وضمن إطار التحسين المستمر لإدارة العمليات والتي تعتبر أصول وممتلكات مهمة للشركة بطريقة فعالة وفهمها ومراقبتها وقياس ادائها وتطويرها لضمان تحسين مؤشرات الأداء الرئيسية وبالتالي تقديم منتجات وخدمات ذات جودة عالية و قيمة مضافة للعملاء نجد أنه تم تطبيق مبادئ الـ ETOM الذي يقدم طريقة قياسية موحدة في تمثيل وتوصيف وتحليل جميع الوظائف والعمليات التشغيلية والإدارية في قطاع الاتصالات، الا انه يفتقر إلى وجود آلية تضمن تقييم الاداء للعمليات ومراقبتها وتحسينها بشكل مستمر من اجل تقليل الاخطاء و تحسين مؤشرات الأداء الرئيسية بشكل دائم والذي يعتبر من اهم التحديات التي يجب العمل عليها في المستقبل وذلك عن طريق ايجاد آلية لتطبيق الـ ETOM مع إحدى منهجيات إدارة الجودة مثل الستة سيغما على سبيل المثال والتي تعمل على تحديد المشاكل والعيوب الموجودة في العمليات التي تم توصيفها وتمثيلها حسب الـ ETOM مع دراسة اسبابها والعمل على حلها وتخفيض العيوب والأخطاء بشكل مستمر حتى يتم الوصول إلى نسبة أخطاء شبه معدومة وبالتالي تحسين جودة الخدمات من اجل تعزيز رضا العملاء الذي أصبح لازمة لأي مؤسسة أو منظمة لابد من التركيز عليه وايجاد الطرق المناسبة لقياسه والعمل على تحسينه وبشكل مستمر.

8- المراجع العلمية:

- [1] DABAGHKASHANI Z, HAJIHEYDARI N, and HAGHIGHINASAB M, 2012 - **A Success Model for Business Process Management Implementation**, International Conference on Future Information Technology, DOI:10.7763/IJIEE.2012.V2.196,
- [2] ALMEIDA F, 2015- **Improve the ITIL process in Incident Management with matching Lean – ETOM**, Teles, Tiago Vieira, nr. 45599
- [3] MBILIKITA K, 2019- **The use of etom and the quality of customer experience in Zambian telecommunications call centers for process gap identification**, The University of Zambia
- [4] PRANOTO S, NURCAHYO Z, 2014- **Implementation of Integrated System Six Sigma and Importance Performance Analysis for Quality Improvement of HSDPA Telecommunication Network and Customer Satisfaction**, Bali, Indonesia, January 7 – 9,
- [5] TOUZI J, BENABEN F, PINGAUD H, & LORR'E J P, 2009 - **A model-driven approach for collaborative service-oriented architecture design**. International Journal of Production Economics, 121(1), 5–20.
- [6] BROCKE J. T, SCHMIEDEL J, RECKER P, TRKMAN W, MERTENS and VIAENE S, 2014 - **Ten principles of good business process management**. Business Process Management Journal 20 (4), 530-548.

دراسة تأثير سرعة حركة وحدة الحراثة المطرحية في إنتاجية ونوعية عملها

المهندسة ندى أحمد حسين**

المهندسة نور عادل شعبان*

*قائم بالأعمال-قسم المكننة الزراعية-كلية الهندسة التقنية-جامعة طرطوس

**مشرف على الأعمال-قسم المكننة الزراعية-كلية الهندسة التقنية-جامعة طرطوس

الملخص

نُفذت التجربة في أحد الحقول الزراعية التابعة لمنطقة صافيتا في محافظة طرطوس، في تربة رملية سلتية-خفيفة للعام 2021 للمقارنة بين نظم السرعة المختلفة والمستخدمات وتأثيرها على إنتاجية وحدة الحراثة المطرحية.

تضمنت الدراسة استخدام جرار فرات [HP] 60 مع المحراث المطرحي القلاب ثلاثي الأبدان، حيث استخدم في التجربة نظم سرعات متباينة لوحدة الحراثة والتي أعطت مواصفات حراثة وإنتاجية مختلفة، وتم اعتماد المعيار الروسي لتقييم جودة الحراثة.

تم حساب متوسط السرعة والإنتاجية عند كل نظام سرعة مستخدم، حيث أظهرت النتائج أن أفضل إنتاجية عملية لوحدة الحراثة المطرحية كانت عند العمل بنظام السرعة الأولى سريع وسجلت [Hek/h] 0.195 ونظام السرعة الثانية سريع وسجلت [Hek/h] 0.23.

كما بينت النتائج أن أداء العمل بناءً على المواصفات المستخدمة للتقييم كان أفضل ما يمكن عند استخدام نظام السرعة الأولى سريع [Km/h] 2.61 والثانية سريع [Km/h] 3.015.

الكلمات المفتاحية: محراث مطرحي، عمق الحراثة، سرعة الجرار، الإنتاجية العملية.

Study of The Effect of Movement Speed of The Plow Tillage Unit in The Productivity And Quality of Its Work

En.Nour a shaaban*

En.Nada a hussien**

*works established, Department of Agricultural Mechanization, Technical Faculty, Tartous University.

**Teaching Assistant, Department of Agricultural Mechanization, Technical Faculty, Tartous University.

Abstract

A Field experiment was conducted in one of the agricultural fields of the Safita region in Tartous Governorate. In a light sandy-silty soil, to compare between the different speed systems used and their effect on the productivity of the plow tillage unit.

The study included using of a Furat tractor 60 [HP] with a three-hull plow, where different speed systems were used for the tillage unit, which gave different plowing specifications and productivity, and the Russian standard was adopted to evaluate the quality of plowing.

The average speed and productivity were calculated at each speed system used, the results showed that the best practical productivity of the plowing unit was when working with the first speed system-fast 0.195 [hek/h] and the second speed system-fast 0.23 [hek/h]. The results also showed that the work performance based on the specifications used for the evaluation was the best possible when using the first speed – fast 2.61 [km/h] and the second speed - fast 3.015 [km/h].

Key words: moldboard plow, tillage depth, tractor speed, process productivity.

المقدمة:

تهدف عملية الحراثة إلى الحصول على المهد المناسب لزراعة التقاوي، ولا يمكن تأمين هذا المهد إلا بوجود آلات ومعدات متخصصة بحراثة التربة؛ إذ أنها تؤثر فيها بأساليب مختلفة تتعلق بعمق الحراثة وسرعة العمل ونوع السلاح وشكله وغيرها من العوامل.

تعد المحارث المطرحية أهم أنواع محارث التربة وأكثرها شيوعاً واستخداماً، وهي تستخدم لإجراء الحراثة لكل أنواع الأراضي، ماعدا تلك التي لها ظروف خاصة، كالأراضي المحجرة والجافة القاسية وذات الرطوبة الزائدة. وتقوم المحارث المطرحية بالحراثة العميقة والحراثة السطحية، ويمكن أن تصمم محارث للحراثة العميقة ومحارث للحراثة السطحية تختلف فيما بينها بـ كبر البدن فقط (الجزء العامل من المحراث)، كما يمكن أن يعاير نفس المحراث على حراثات مختلفة العمق حسب الحاجة إلى عمق الحراثة، وبما يناسب متطلبات كل محصول، وهذا ما يقلل من عدد المحارث في مجمع الآلات وبالتالي يخفض من رأس المال اللازم للمزرعة (غانم وأسعد، 2017).

تعتمد الصفات النوعية للحراثة على السرعة العملية للآلة وطبيعة التربة المعاملة، إن الاختيار الأمثل لمعدات الحراثة يساعد على المحافظة على الصفات النوعية للتربة وإذا لم يتم اختيار تلك المعدات بصورة صحيحة فإن ذلك سيؤدي إلى حدوث تأثيرات سلبية في صفات التربة ويجعلها غير ملائمة لنمو النبات (البناء، 1990).

يعد المحراث المطرحي القلاب من أكثر أنواع المحارث انتشاراً في العالم وأكفئها من حيث تحقيق جميع أهداف الحرث في تفكيك وتفنت التربة وقلبها (الطحان والنعمة 1988).

ذكر (علي 1986) أن المحراث المطرحي القلاب أكثر أنواع المحارث استخداماً في العراق وفي بقية أنحاء العالم، لمزاياه الكثيرة في تحضير مرقد البذور وقابليته العالية على دفن البقايا النباتية وخلطها بالتربة بالإضافة إلى تعرض بيوض الحشرات والمسببات المرضية لأشعة الشمس والجو للقضاء عليها.

أشار (الجاسم وآخرون، 2003) بأن زيادة عمق الحراثة أدى إلى انخفاض الإنتاجية الفعلية للجرار عند استعمال آلة الحراثة بالمحراث المطرحي مع الجرار (عنتر 71).

توصل (الشريفي، 2003) بأن الإنتاجية العملية تعتمد بدرجة كبيرة على الزمن الفعلي وعرض العمل الفعلي للآلة، وتتناسب الإنتاجية طردياً مع السرعة والعرض الفعلي إذ بزيادتها تزداد الإنتاجية وحجم التربة المثارة.

تعد السرعة الأمامية لوحدة الحراثة واحدة من العوامل المهمة والمباشرة التي تؤثر في إنتاجيتها كمياً ونوعاً، إذ بواسطتها تحدد إنتاجية الآلات الزراعية، إن زيادة السرعة ضمن الحدود المسموح بها تؤدي إلى زيادة في الإنتاجية النظرية من حيث الكم وإن الإنتاجية النظرية تزداد بزيادة السرعة الأمامية (Bukhari, S. and Collective, 1990)، إن سرعة الجرار المناسبة للعمل هي السرعة التي تعطي أقل انزلاق وأعلى نوعية عمل.

ومن المؤشرات المهمة لتحديد الكفاءة الحقلية للآلة ونوعية الأداء هي الإنتاجية العملية لوحدة الآلة إذ تعتبر الإنتاجية العملية عامل رئيس في تقييم أداء المحارث والآلات الزراعية، كما وتتأثر الإنتاجية العملية لوحدة الآلة بنوع الآلة وتصميمها وعرض العمل والسرعة العملية ونوع التربة وصفاتها الفيزيائية ومعامل الاستفادة من الزمن (علي وآخرون، 2008).

بين (غانم وأسعد، 2017) أن النسبة المئوية للانزلاق ازدادت مع زيادة مستويات السرعة والعمق لوحدة الحراثة لتصل إلى أعلى قيمة (26.39%) عند العمق [cm] 30 في حين وصلت قيمتها عند أعلى سرعة [Km/h] 3.24 إلى (27.99%)، كما أشار إلى أن الإنتاجية العملية للمحراث المطرحي القلاب زادت بشكل معنوي عند ازدياد السرعة الأمامية للجرار من (1.43 إلى 2.54 و 3.24) [Km/h] وأعلى قيمة لها [Hek/h] 0.265 كانت عند السرعة [Km/h] 3.24 مقارنة مع باقي السرعات، في حين أدى زيادة عمق الحراثة إلى انخفاض الإنتاجية العملية وأعلى قيمة لها [Hek/h] 0.2 عند العمق [cm] 25.

بين (الرجبو وآخرون، 2005) أن زيادة عمق الحراثة بالمحراث المطرحي القلاب من [cm] (10-15) إلى [cm] (20-25) أدت إلى زيادة النسبة المئوية للانزلاق للعجلات القائدة للجرار الزراعي وبصورة معنوية من 8.43% إلى 10.16% على التوالي وعزى سبب ذلك إلى أن زيادة عمق الحراثة صاحبه زيادة تحميل الجرار بقوة سحب إضافية وهذا بدوره أدى إلى تقليل في الإنتاجية العملية وبصورة معنوية من [Hek/h] 0.118 إلى [Hek/h] 0.115.

بين (الشكرجي وآخرون، 2006) أن زيادة السرعة العملية لوحدة الآلة أدت إلى زيادة الإنتاجية الفعلية وذلك بسبب كون السرعة هي إحدى مركبات الإنتاجية الرئيسية والتي بزيادتها تزداد الإنتاجية الفعلية.

أوضح (البديري والحديثي، 2011) أن زيادة السرعة العملية للمحراث المطرحي القلاب من (3.21 إلى [Km/h] 3.71) أدت إلى زيادة معنوية في الإنتاجية الفعلية من [Hek/h] (0.21 إلى 0.24) ، في حين أدت زيادة العمق للمحراث المستخدم من [cm] (10 إلى 20 ثم إلى 30) إلى زيادة معنوية في كل من النسبة المئوية للانزلاق وحجم التربة المثار مع انخفاض معنوي في الإنتاجية الفعلية من (0.25 إلى [Hek/h] 0.22 ثم إلى [Hek/h] 0.21).

كما أشار (الجبوري، 2011) إلى وجود فروق معنوية عند زيادة سرعة الحراثة للمحراث المطرحي ثلاثي الأبدان من (2.16 إلى 7.44) Km/h حيث أدت إلى زيادة في الإنتاجية الفعلية من (0.116 إلى [Hek/h] 0.373)، في حين أشار إلى أن زيادة عمق الحراثة للمحراث المستعمل من (10 إلى 15 ثم إلى [cm] 20) أدى إلى انخفاض معنوي في الإنتاجية الفعلية من (0.259 إلى 0.250 ثم إلى [Hek/h] 0.224).

1. الهدف من البحث:

يهدف البحث إلى تحديد سرعة الحركة المثالية لوحدة الحراثة المطرحية المكونة من جرار فرات + محراث مطرحي محمول ثلاثي الأبدان في ظروف منطقة صافيتا معتمدين على نوعية العمل والإنتاجية كأساس للتقييم.

2. مواد البحث وطرائقه:

1. موقع تنفيذ البحث:

نُفذت التجربة الحقلية في أحد الحقول الزراعية في منطقة صافيتا التابعة لمحافظة طرطوس خلال شهر آذار من العام 2021م، في تربة رملية سلتية- خفيفة (الرمل 47%، الطين 22%، السلت 32%)، حيث كانت الأرض مستوية والحقل موبوء بالأعشاب الحولية.

2. تصميم التجربة:

استخدم في تنفيذ التجربة وحدة حراثة مكونة من جرار فرات باستطاعة 60 حصان ميكانيكي بمحرك ديزل رباعي الأشواط ذي أربع أسطوانات حقن مباشر، مع محراث مطرحي ثلاثي الأبدان، ارتفاع مطرحته [43cm]، العرض النظري للبدن [42cm]، والعرض الشغال للبدن الواحد [25cm].

استخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة واستخدم في التجربة نظم سرعات متباينة لوحدة الحراثة والتي تم ضبطها عن طريق التحكم بنسبة الحركة المنقولة (الغيار)، والتي أعطت مواصفات حراثة وإنتاجية مختلفة. والسرعات التي استخدمت هي:

1. نظام السرعة الأولى بطيء [1.68Km/h]

2. نظام السرعة الأولى سريع [2.61Km/h]

3. نظام السرعة الثانية بطيء [1.48Km/h]

4. نظام السرعة الثانية سريع [3.015Km/h]

5. نظام السرعة الثالثة بطيء [2.18Km/h]

6. نظام السرعة الثالثة سريع (لم تنفذ)

3. مواد البحث وطرائقه:

استخدم لتحديد السرعة شريط القياس بطول [25m] واستخدمت ساعة توقيت لمعرفة زمن قطع المسافة، وحددت السرعة بناءً على المسافة المقطوعة (طول الحقل) على زمن قطع المسافة وبثلاث مكررات لنفس نظام السرعة ومن ثم أخذ المعدل، حيث تم حساب المؤشرات التالية وفق المعادلات التالية:

1- متوسط السرعة المستخدمة على نظام السرعة المركب في علبه السرعة:

$$V_P = 3.6 \frac{ml_P}{\sum T_P} \quad (1)$$

إذ أن: V_P : متوسط السرعة الفعلية المستخدمة [Km/h]

m : عدد المشاوير

l_P : طول المشوار المنتج [m]

$\sum T_P$: الزمن الصافي المصروف لقطع المشاوير المنتجة [S]

2- متوسط عمق الحراثة لكل نظام سرعة، تم مقارنة متوسط العمق المسجل مع العمق المثالي (المعياري) 18[cm]، حيث تم تحديد عمق الحراثة لكل نظام سرعة في 10 مرات لقطع المشاوير المنتجة على طول خط الحراثة:

$$M = \frac{\sum f_i}{n} \quad (2)$$

إذ أن: M : متوسط عمق الحراثة

$\sum f_i$: مجموع عدد قراءات العمق بـ [cm]

n : عدد قراءات عمق الحراثة على طول المشاوير المدروسة.

3- تحديد عرض العمل لوحددة الحراثة:

$$W_P = \frac{\sum W_{Pi}}{n} \quad (3)$$

إذ أن: $\sum W_{Pi}$: مجموع عرض العمل لوحددة الحراثة (الفعلية) على مشاوير التجربة لكل نظام سرعة.

n : عدد القياسات لعرض العمل على مشاوير التجربة.

4- حساب الإنتاجية الفعلية لكل نظام سرعة مستخدم وعلى المشاوير المنتجة من المعادلة المقترحة من قبل (الطحان وآخرون، 1991):

$$P_P = 0.1 W_P * V_P * T \quad (4)$$

حيث أن: P_P : الإنتاجية العملية [Hek/h]

W_P : عرض العمل الفعلي [m]

T : الزمن المستغرق [hour] هنا تم الحساب على أساس 1[h]

5- نسبة الكدر: لتقييم نسبة الكدر تم اختيار عشرة مواقع عشوائية من كامل الحقل، وتم استخدام إطار معدني على شكل مربع طول ضلعه 50[cm] ورمي للخلف بشكل عشوائي في أماكن أخذ القراءات بثلاثة مكررات لكل موقع، ثم تم حصر عدد الكتل الترابية التي يزيد قطرها عن

15[cm] ثم إسقاطها على الورق الميليمتري بدقة، ثم حددت المساحة التي غطتها باستخدام جهاز البلانومتر، وأخذ متوسط قراءات المساحة للمكررات الثلاث الخاصة بكل موقع ثم حسبت كنسبة مئوية استناداً الى العلاقة الآتية:

$$(6) \quad \text{نسبة الكدر} \% = \frac{R}{2500} * 100$$

حيث: R: مجموع القراءات المأخوذة لمساحة الكدر في مربع القياس [cm²].

(2500): مساحة مربع القياس الذي طول ضلعه 50[cm] [cm²].

6- تقييم جودة ونوعية الحراثة: استخدم المعيار الروسي الذي يعتمد على عدة مؤشرات لتقييم جودة الحراثة وإعطائها الدرجة المطلوبة حيث تعطى المواصفة الدرجة (3) في حال كانت بالصورة المثالية، وفي حال كانت قيمة المواصفة ليست المطلوبة ولكنها تقع ضمن المجال المسموح به فتعطى الدرجة (2)، وفي حال خرجت قيمة المواصفة عن الحدود المسموح بها تعطى الدرجة (1)، وفي حال كانت المواصفة بعيدة كثيراً تعطى الدرجة (0).

تحدد نوعية الحراثة بقيمة متوسط الدرجات التي تأخذها المواصفة وفق العلاقة التالية: [11]

$$(5) \quad cp_f = \frac{\sum f_i}{N}$$

إذ أن: $\sum f_i$: مجموع الدرجات لكل المواصفات والمعايير المقيمة.

N : عدد المواصفات المقيمة

وتعتبر نوعية الحراثة وفق المعيار الروسي ممتازة عندما يكون متوسط الدرجات التي حصلت عليها الحراثة بين (2.5-3) [درجة]، وتكون نوعية الحراثة جيدة عندما يكون المتوسط (1.5-2.5) [درجة]، وتكون مقبولة عندما يكون متوسط الدرجات (1-1.5) [درجة]، وغير مقبولة إذا انخفضت عن ذلك. [7]

يوضح الجدول (1) المؤشرات التي اعتمدها المعيار الروسي لتقييم جودة الحراثة:

الجدول (1) معايير تقييم نوعية الحراثة

تقييم جودة الحراثة			الانحراف المسموح به	طرق القياس	العدة المستخدمة بالقياس	عدد القياسات	المعيار
درجة واحدة	درجتان	3 درجات					
ينحرف متوسط عمق الحراثة عن المطلوب أكثر من 2[cm]	متوسط عمق الحراثة ينحرف عن العمق المطلوب $\pm 2[cm]$	كل القياسات بالعمق المطلوب أو $\pm 1[cm]$	$\pm 4 [cm]$	قياس عمق الأرض المحروثة، عمق الخطوط الطولية وتحديد متوسط العمق لمجال القياسات	مقياس العمق أو المسطرة	15-25	عمق الحراثة
حتى 20% من القياسات لا تنحرف عن العمق أكثر من 4[cm] وفي الحقول المتجانسة لعمق أكثر من 5[cm]	حتى 80% من القياسات لا تنحرف عن متوسط العمق أكثر من 4[cm] تعتبر متجانسة وتعتبر غير	كل 90% من القياسات لا يوجد انحراف عن المتوسط	حتى 15% عمق متجانس، وحتى 20% غير متجانس فما فوق	الانحراف عن متوسط العمق يمكن إيجاده بنتيجة القياس لعمق الحراثة	مقياس العمق أو المسطرة	15-25	تجانس العمق وانتظام عمق الحراثة

دراسة تأثير سرعة حركة وحدة الحراثة المطرحية في إنتاجية ونوعية عملها

	متجانسة عندما تزيد عن 5[cm]						
سطح التربة غير مستو يزيد الطول أكبر من 7% لكل 10[m]	سطح التربة تتكرر فيه يكون طول 15[m] من سطح التربة يزيد حتى 7% لكل 70[cm] 10[m]	سطح التربة مستو على طول القطاع	7%	الطول المقاس من سطح التربة عرضياً يقاس بطول 20[m] بشكل عرضي يتقاطع مع اتجاه الحراثة على امتداد 15m، بعدها يقاس سطح التربة كما هو في حال كان الطول 20m أو زاد أكثر من 5% أي 50[cm] 15[m]	شريط القياس 15m والمرتبطة بالمسطرتين	3-5	استواء سطح التربة
نسبة البقايا النباتية الغير مطمورة تزيد عن 5%	نسبة البقايا النباتية الغير مطمورة حتى 5%	كل المخلفات النباتية مطمورة	-	ينظر إلى الحقل وإلى الحراثة بشكل طولي	نظرياً	-	تعمق المخلفات النباتية والمادة العضوية وبقايا المحصول السابق
أكثر من 5.1%	الأسمدة غير المطمورة نسبتها حتى 5.1%	كل الأسمدة مطمورة	-	معاينة الحقل عند اجتيازه طولياً	بصرياً	-	نوعية تعمق الأسمدة
نسبة البور أكثر من 5.1% من المساحة المحروثة	نسبة البور أقل من 5.1% من المساحة المحروثة	لا يوجد بور	-	معاينة الحقل بالسير مع خطوط الحراثة	بصرياً	-	غياب مناطق غير محروثة (بور)
سطح غير متجانس ارتفاع البتون وعمق الأخاديد أكثر من 7[cm]	سطح التربة متجانس وهذا يتم بغياب الأخاديد والبتون	سطح التربة متجانس وهذا يتم بغياب الأخاديد والبتون	7[cm]	قياس التسوية للأخاديد العادية وبين المروريات للأخاديد والبتون في نهاية الحراثة	بالمسطرة المزدوجة	10-15	تجانس سطح التربة

المساحة المتكدرة لا تزيد عن المغطاة 10- 15% من المساحة المحروثة	لا يوجد تقريباً كتل ترابية قطرها أكثر من 15[cm]	10-15%	تعداد الكدر وتحديد المساحة التي تغطيها الكتل الترابية والتي يزيد قطرها عن 10[cm] داخل الشريط المربع	بالمسطرة وشريط مربع الشكل	3-5	تكدس سطح التربة
يوجد مناطق بور على أطراف وزوايا الحقل وعرض الأرض غير المحروثة تزيد عن 1[m] ويمكن أن نشاهد تضرر للطرق والحقول المجاورة	عدم حراثة الوسائد على عمق متجانس وسطح التربة غير مستوي وعرض الأجزاء غير المحروثة على الوسائد تزيد عن 0.5% وتصل إلى 1[m]	وسائد الدوران حرثت بشكل جيد، عرض الأماكن غير المحروثة على الوسائد أقل من 0.5[m] ولا يوجد تضرر للطرق القريبة من الحقل أو الحقول المجاورة الأخرى	-	معاينة وسائد الدوران وأطراف الحقل	3-5	نوعية حراثة وسائد الدوران وزوايا الحقل

4. النتائج والمناقشة:

4-1- نظام السرعة الأولى بطيء:

1- سرعة الحركة وإنتاجية وحدة الحراثة : يبين الجدول (2) تأثير سرعة العمل للجرار في الإنتاجية العملية للمحراث المطرحي، حيث بلغ متوسط السرعة وفقاً لمعطيات المسافة المقطوعة والزمن المستغرق قيمة 1.68 [Km/h] والعرض الفعلي للمحراث [cm] (0.25*3=0.75) وسجلت الإنتاجية قيمة 0.12 [Hek/h].

الجدول (2) سرعة الحركة لوحدة الحراثة على نظام السرعة الأولى بطيء

رقم الموقع	المسافة المقطوعة [m]	الزمن المستغرق [s]	السرعة [Km/h]	متوسط السرعة [Km/h]	الإنتاجية [Hek/h]
الموقع الأول	9.30	26	1.287	1.68	0.12
الموقع الثاني	26	45	2.08		

2- معايير جودة الحراثة:

a. متوسط عمق الحراثة: تم أخذ عشرة مواقع عشوائياً ومن ثم أخذت ثلاث قراءات في كل موقع وذلك باستخدام مسطرتين إحداها عمودية على خط الحراثة (أفقية) والثانية لقياس العمق فكانت القراءات كما في الجدول (3)، حيث سجل متوسط عمق الحراثة عند التشغيل على نظام السرعة الأولى بطيء قيمة 17.4[cm] وبلغت قيمة متوسط الانحراف عن العمق [cm] (α=0.85)، كما أن كل القياسات كانت بالعمق المثالي 18[cm] بينما انحراف متوسط

العمق عن العمق المثالي بمقدار $0.6[cm]$ وبالتالي تعطى الحراثة الدرجة (3) وفق المعيار الروسي.

الجدول (3) متوسط عمق الحراثة ومقدار الانحراف عن المتوسط على نظام السرعة الأولى بطيء

القراءة	عمق الحراثة [cm]	الانحراف عن المتوسط $[\pm cm]$
1	19	1.6
2	19	1.6
3	16.5	-0.9
4	17	-0.4
5	16	-1.4
6	18	0.6
7	18	0.6
8	17.5	0.1
9	17	-0.4
10	16.5	-0.9
متوسط عمق الحراثة [cm]	17.4	
متوسط الانحراف (α) $[\pm cm]$	-0.6	0.85
مدى الانحراف الأعظمي $[\pm cm]$		± 1.5

- b. تجانس عمق الحراثة: بعد أخذ القراءات وحساب متوسط العمق تم إيجاد الانحراف عن متوسط العمق وحسب المعيار الروسي تعطى الحراثة الدرجة (2)، بالتالي الحراثة متجانسة كون 80% من القياسات لا تحرف عن العمق المطلوب أكثر من $\pm 2[cm]$
- c. تجانس سطح التربة: والذي حسب على أساس زيادة طول 10m بشكل عرضي، يتقاطع مع اتجاه الحراثة على امتداد $15[m]$ بعدها يقاس سطح التربة المحروثة كما هو في حال كان الطول $20[m]$ أو زاد أكثر من 5%. كما هو موضح بالجدول (4):

الجدول (4) طول 10m لسطح تربة محروثة على نظام السرعة الأولى بطيء

رقم القراءة	1	2	3	المتوسط [m]	مقدار الزيادة [m]	النسبة المئوية للزيادة %
طول 10[m] لسطح التربة المحروثة	10.98	10.75	10.91	10.88	0.88	8.8

يبين الجدول (4) أن النسبة المئوية لزيادة طول 10m لسطح تربة محروثة وفق نظام السرعة الأولى بطيء بلغت (8.8%) أي 88[cm] لكل 10[m] وبالتالي يعتبر سطح التربة غير مستوي حيث يزيد الطول أكبر من 7% وهذا ما أشار إليه (الجبوري، 2011) في أبحاثه حيث أن العمل بنظام السرعة المنخفض يقلل من إنتاجية وحدة الحراثة ويصبح سطح التربة غير مستوي ودرجة تفتيت التربة ضعيفة، ووفقاً لذلك تعطى الحراثة درجة واحدة.

d. درجة طمر المخلفات النباتية والأعشاب: يقاس نظرياً حيث ينظر إلى الحقل وإلى الحراثة بشكل طولي، أخذت مسافة $1m^2$ وقدر متوسط نسبة الطمر كنسبة مئوية بحوالي (55-65)% ، ويعزى ذلك إلى أن خفض السرعة يقلل من درجة قلب التربة كما أوضح (Bukhari, S. and (Collective, 1990).

e. تكرر سطح التربة (نسبة الكدر %): رمي مربع القياس في عشرة مواقع عشوائية من الحقل ومن ثم أخذت ثلاث قراءات في كل موقع ومن ثم حسبت مساحة الكتل الترابية التي يزيد قطرها عن 15[cm] وإسقاطها على الورق الميليمتري وحساب المساحة بجهاز البلانومتر، وأخذ متوسط قراءات المساحة لثلاث مكررات فكانت النتائج كما في الجدول (5):

الجدول (5) متوسط المساحات التي يغطيها الكدر بعد الحراثة على نظام السرعة الأولى بطيء

النسبة المئوية للكدر %	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	الموقع
متوسط المساحة $[m^2]$	115	112.66	78.43	55.66	110.66	122.33	145	215.66	152.66	165	

يبين الجدول (5) أن مساحة الكدر في المتر المربع الواحد بعد الحراثة بنظام التشغيل على السرعة الأولى بطيء سجل قيمة $0.046 [m^2]$ من المساحة المحروثة والنسبة المئوية للكدر (4.6%) وبالتالي تعطى الحراثة الدرجة (3) وفق النظام الروسي.

f. وجود مناطق بور: تتم بالملاحظة من خلال معاينة الحقل بالسير مع خطوط الحراثة، حيث لاحظنا عدم وجود مناطق غير محروثة عند العمل بنظام السرعة الأولى بطيء. وفي هذه الحالة تعطى الحراثة الدرجة (3) وفقاً للمعيار الروسي.

4-2- نظام السرعة الأولى سريع:

1. سرعة العمل وإنتاجية وحدة الحراثة المطرحة: يبين الجدول (6) نتائج سرعة العمل لوحدة الحراثة المطرحة وتأثيرها في الإنتاجية العملية للمحراث، فعندما زادت السرعة من (1.68 إلى 2.61) [Km/h] ازدادت الإنتاجية العملية للمحراث من (0.12 إلى 0.195) [Hek/h] وقد يعود

السبب في ذلك لكون السرعة العملية هي إحدى المتغيرات الخاصة بمعادلة الحصول على الإنتاجية العملية، وأن السرعة تتناسب طردياً مع الإنتاجية العملية، وتتفق هذه النتائج مع النتائج التي حصل عليها (الشكرجي وآخرون، 2006) والذي حصل على زيادة في الإنتاجية العملية من جراء الزيادة في السرعة.

الجدول (6) سرعة الحركة لوحدة الحراثة المطرحية على نظام السرعة الأولى سريع

رقم الموقع	المسافة المقطوعة [m]	الزمن المستغرق [s]	السرعة [Km/h]	متوسط السرعة [Km/h]	الإنتاجية [Hek/h]
1	38.5	51	2.71	2.61	0.195
2	32	46	2.50		

2. معايير جودة الحراثة:

a. متوسط عمق الحراثة: (تمت المقارنة على أساس القيمة المعيارية [18cm]، يبين الجدول (7) نتائج قياس متوسط عمق الحراثة ومقدار الانحراف عن المتوسط لوحدة الحراثة المطرحية عند العمل بنظام السرعة الأولى سريع، حيث انحراف متوسط العمق عن العمق المثالي بمقدار [0.2cm]+ وسجل متوسط الانحراف قيمة [0.68cm] ($\alpha=0.68$)، وبالتالي تعطي الحراثة الدرجة (3) وفق المعيار الروسي.

الجدول (7) متوسط عمق الحراثة ومقدار الانحراف عن المتوسط على نظام السرعة الأولى سريع

القراءة	عمق الحراثة [cm]	الانحراف عن المتوسط [±cm]
1	18	-0.2
2	18	-0.2
3	20	1.8
4	18	-0.2
5	18	-0.2
6	19	0.8
7	17	-1.2
8	20	1.8
9	16	-2.2
10	18	-0.2
متوسط العمق [cm]	18.2	+0.2

متوسط الانحراف (α) [\pm cm]	0.68
مدى الانحراف الأعظمي [\pm cm]	± 2

b. تجانس العمق: بعد أخذ القراءات وحساب متوسط العمق تم إيجاد مدى انحراف القياسات عن العمق المثالي وبلغ [± 2 cm] وبالتالي يعتبر عمق الحراثة متجانس ومنظم وتعطى الحراثة الدرجة (2) بحسب المعيار الروسي.

c. تجانس سطح التربة: يوضح الجدول (8) أن النسبة المئوية لزيادة طول 10[m] لسطح تربة محروثة وفق نظام السرعة الأولى سريع بلغت (5.7%) أي [57 cm] لكل 10 [m] وبالتالي يعتبر سطح التربة مستوي على طول القطاع لأن زيادة السرعة أدى إلى زيادة درجة تفتيت التربة وبحسب المعيار الروسي تعطى الحراثة ثلاث درجات.

الجدول (8) طول 10[m] لسطح تربة محروثة على نظام السرعة الأولى سريع

رقم القراءة	1	2	3	المتوسط [m]	مقدار الزيادة [m]	النسبة المئوية للزيادة %
طول 10[m] لسطح تربة محروثة [m]	10.45	10.64	10.62	10.57	0.57	5.7

d. نسبة طمر الأعشاب والبقايا النباتية: تم النظر إلى الحقل وإلى الحراثة بشكل طولي عند تشغيل وحدة الحراثة المطرحة على نظام السرعة الأولى سريع، حيث أخذت مسافة $1[m^2]$ وقر متوسط نسبة الطمر كنسبة مئوية بحدود (60-75)%.

e. غياب مناطق غير محروثة (بور): تتم من خلال معاينة الحقل بالسير مع خطوط الحراثة، حيث لوحظ عدم وجود مناطق بور عند الحراثة بالمحراث المطرحة بنظام السرعة الأولى سريع، وبالتالي تعطى الحراثة درجة (3) وفق النظام الروسي.

f. تكدر سطح التربة: تم حساب المساحة التي تغطيها الكتل الترابية التي يزيد قطرها عن 10[cm] داخل الشريط المربع في عشر مواقع عشوائية، ثم أخذ متوسط قراءات المساحة لثلاث مكررات ودونت في الجدول (9) الذي يبين أنه عند الحراثة بالمحراث المطرحة على السرعة الأولى سريع سجلت مساحة الكدر في المتر المربع قيمة $0.053 [m^2]$ من المساحة المحروثة والنسبة المئوية للكدر (5.3%) والتربة مفككة وناعمة وتكدرها بسيط وبالتالي تعطى الحراثة الدرجة (3) وفق النظام الروسي.

الجدول (9) نسبة الكدر بعد الحراثة بنظام السرعة الأولى سريع

النسبة المئوية للكدر %	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	الموقع
متوسط المساحة [m ²]	125.33	74.66	136.67	110.66	115	85.66	149.33	215.33	187	125.66	
%5.3											

4-3- نظام السرعة الثانية بطيء:

1. دراسة تأثير السرعة في إنتاجية وحدة العمل: يبين الجدول (10) نتائج سرعة العمل لوحد الحراثة المطرحية وتأثيرها في الإنتاجية العملية للمحراث وفق نظام السرعة الثانية بطيء، حيث أدى انخفاض السرعة من (2.61 إلى 1.48) [Km/h] إلى انخفاض في الإنتاجية العملية للمحراث بمقدار (43.07%) حيث سجلت إنتاجية وحدة العمل قيمة [0.11 Hek/h].

الجدول (10) سرعة الحركة والإنتاجية لوحد الحراثة المطرحية على نظام السرعة الثانية بطيء

الموقع	المسافة [m]	الزمن [s]	السرعة [Km/h]	متوسط السرعة [Km/h]	الإنتاجية [Hek/h]
1	11.15	28	1.43	1.48	0.11
2	20.20	47	1.54		

2. معايير جودة الحراثة:

a. متوسط عمق الحراثة: يبين الجدول (11) أن متوسط العمق عند العمل بنظام الحراثة على السرعة الثانية بطيء انحرف عن العمق المطلوب بمقدار [0.7cm]+ بينما سجل متوسط الانحراف قيمة [1.16cm] ($\alpha=1.16$)، وتراوح مقدار انحراف القياسات عن العمق المطلوب بين قيمتين (+3 و -1) [cm] وبحسب المعيار الروسي تعطى الحراثة الدرجة (3).

الجدول (11) متوسط عمق الحراثة ومدى الانحراف عن المتوسط على نظام السرعة الثانية بطيء

القراءة	عمق الحراثة [cm]	الانحراف عن المتوسط [cm]
---------	------------------	--------------------------

1.3	20	1
-1.7	17	2
0.3	19	3
-0.7	18	4
-1.7	17	5
-1.7	17	6
0.3	19	7
1.3	20	8
0.3	19	9
2.3	21	10
	18.7	متوسط العمق (cm)
1.16	+0.7	متوسط الانحراف \pm [cm]
+3		الانحراف الأعظمي \pm [cm]
-1		

b. تجانس عمق الحراثة: تم إيجاد انحراف القياسات عن العمق المطلوب وبلغ $+0.7$ [cm] وبلغت قيمة متوسط الانحراف $[cm]$ ($\alpha=1.16$) وحسب المعيار الروسي تعطى الحراثة الدرجة (2) حيث أن 80% من القياسات لا تنحرف عن العمق المطلوب أكثر من 4 [cm] وبالتالي يعتبر العمق منتظم.

c. تجانس سطح التربة: يوضح الجدول (12) أن النسبة المئوية لزيادة طول 10 [m] لسطح تربة محروثة بمحراث مطرحي على نظام السرعة الثانية بطيء سجلت قيمة (6.7%) أي 67 [cm] لكل 10 [m] وتعطى الحراثة الدرجة (2)، حيث يمكن اعتبار سطح التربة تتكرر فيه يكون طول 15 [m] من سطح التربة حتى (7%) وفقاً للمعيار الروسي.

الجدول (12) طول 10 [m] لسطح تربة محروثة على نظام السرعة الثانية بطيء

النسبة المئوية للزيادة %	مقدار الزيادة [m]	المتوسط [m]	3	2	1	القراءة
6.7	+0.67	10.67	10.58	10.75	10.68	طول 10 [m] لسطح تربة محروثة [m]

d. نسبة طمر الأعشاب والبقايا النباتية: تم النظر إلى الحقل وإلى الحراثة بشكل طولي عند تشغيل وحدة الحراثة المطرحية على نظام السرعة الثانية بطيء، حيث أخذت مسافة 1 [m²] وقدر متوسط نسبة الطمر كنسبة مئوية وكانت بحدود (75-70) %، وهذا ما أشار إليه

(الطحان والنعمة، 1988) لقابلية المحراث المطرحي على قلب البقايا النباتية وخلطها في التربة وتحقيق هدف الحرث في تفكيك وتفتيت التربة وقلبها.

e. غياب مناطق غير محروثة (بور): تتم من خلال معاينة الحقل بالسير مع خطوط الحراثة، حيث لوحظ عدم وجود مناطق بور عند الحراثة بالمحراث المطرحي بنظام السرعة الثانية بطيء، وبالتالي تعطى الحراثة الدرجة (3) وفق النظام الروسي.

f. تكرر سطح التربة: يوضح الجدول (13) أنه عند الحراثة بالمحراث المطرحي على السرعة الثانية بطيء ظهرت بعض الكتل الترابية غير المفككة، حيث سجلت مساحة الكدر في المتر المربع قيمة $0.105 [m^2]$ من المساحة المحروثة والنسبة المئوية للكدر (10.5%) وبالتالي تعطى الحراثة الدرجة (2) وفق المعيار الروسي.

الجدول (13) نسبة الكدر بعد الحراثة بنظام السرعة الثانية بطيء

النسبة المئوية للكدر %	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	الموقع
متوسط المساحة $[m^2]$	336.67	308.34	225.33	270.66	292.33	153	229.33	215.33	298	208.67	10.5%

4-4- نظام السرعة الثانية سريع:

1. تأثير سرعة الحركة في إنتاجية وحدة الحراثة المطرحية: دونت النتائج في الجدول (14) الذي يبين أنه بزيادة السرعة من (2.61 إلى 3.015) [Km/h] عند الحراثة بالمحراث المطرحي زادت الإنتاجية بمقدار (15.2%) عما كانت عليه عند العمل بنظام السرعة الأولى سريع، حيث بلغت متوسط السرعة قيمة $3.015 [Km/h]$ بينما سجلت الإنتاجية قيمة $0.23 [Hek/h]$ ، كما أدى انخفاض العمق للمحراث المستخدم من (18.2 إلى 17.8) [cm] إلى زيادة في الإنتاجية العملية من (0.195 إلى 0.23) [Hek/h] ويعود سبب زيادة الإنتاجية العملية بزيادة السرعة الأمامية للجرار إلى أن السرعة هي إحدى المركبات الداخلة في المعادلة لحساب هذه الصفة مع وجود علاقة طردية بينهما وتتفق هذه النتائج مع النتائج التي حصل عليها (الجبوري، 2011).

الجدول (14) سرعة الحركة والإنتاجية لوحدة الحراثة المطرحية على نظام السرعة الثانية سريع

الإنتاجية [Hek/h]	متوسط السرعة [km/h]	السرعة [Km/h]	الزمن [s]	المسافة [m]	الموقع
0.23	3.015	3.03	38	32	1
		3	36	30	2

2. تقييم جودة الحراثة:

a. متوسط عمق الحراثة: يبين الجدول (15) متوسط العمق بعد الحراثة على نظام السرعة الثانية سريع و مقدار الانحراف عن العمق المثالي، حيث أنه عند تشغيل وحدة الحراثة المطرحية على نظام السرعة الثانية سريع بلغت السرعة المقاسة 3.015 [K/h] انحراف متوسط عمق الحراثة عن العمق المثالي بمقدار 0.2 [cm] ، وسجل متوسط الانحراف $[\alpha=1.16] \text{ [cm]}$ بينما تراوح مدى الانحراف الأعظمي بين قيمتين (-2 و $+3$) $[\text{cm}]$ وبحسب المعيار الروسي تعطى الحراثة الدرجة (3)، لأن متوسط العمق لم ينحرف عن العمق المطلوب أكثر من $\pm 1 \text{ [cm]}$.

الجدول (15) متوسط عمق الحراثة ومقدار الانحراف عن المتوسط على نظام السرعة الثانية سريع

القراءة	عمق الحراثة $[\text{cm}]$	الانحراف عن المتوسط $[\pm \text{cm}]$
1	17	-0.8
2	17	-0.8
3	16	-1.8
4	17	-0.8
5	17	-0.8
6	18	0.2
7	18	0.2
8	20	2.2
9	17	-0.8
10	21	3.2
متوسط العمق $[\text{cm}]$	17.8	
متوسط الانحراف $[\pm \text{cm}]$	-0.2	1.16
الانحراف الأعظمي $[\pm \text{cm}]$		+3 -2

b. تجانس عمق الحراثة: بعد أخذ القراءات وحساب متوسط العمق تم إيجاد الانحراف عن العمق المثالي، يعتبر عمق الحراثة منتظم ومتجانس كون أن 80% من القياسات لا تنحرف عن العمق المطلوب أكثر من 4 [cm] وبالتالي تعطى الحراثة الدرجة (2).

c. استواء سطح التربة: يوضح الجدول (16) نتائج حساب استواء سطح التربة على أساس زيادة طول 10 [m] بشكل عرضي، يتقاطع مع اتجاه الحراثة على امتداد 15 [m] ، حيث بلغت النسبة المئوية لزيادة طول 10 [m] لسطح تربة محروثة وفق نظام السرعة الثانية سريع

(6.7%) أي 67[cm] لكل 10[m]، حيث يمكن اعتبار سطح التربة مستوي تتكرر فيه طول 15m من سطح التربة حتى (7%) وتعطى الحراثة وفقاً لذلك الدرجة (2).

الجدول (16) طول 10[m] لسطح تربة محروثة على نظام السرعة الثانية سريع

النسبة المئوية %	مقدار الزيادة [m]	المتوسط [m]	3	2	1	القراءة
%6.7	0.67	10.67	10.58	10.75	10.68	طول 10[m] لسطح تربة محروثة

d. نسبة طمر الأعشاب والبقايا النباتية: تم النظر إلى الحقل وإلى الحراثة بشكل طولي عند تشغيل وحدة الحراثة المطرحية على نظام السرعة الثانية سريع، حيث أخذت مسافة $1[m^2]$ وقدر متوسط نسبة الطمر كنسبة مئوية وكانت بحدود (65-75)%.

e. غياب مناطق غير محروثة (بور): تتم من خلال معاينة الحقل بالسير مع خطوط الحراثة، حيث لوحظ وجود شريط صغير من التربة غير محروث عند العمل بنظام السرعة الثانية سريع، وبالتالي تعطى الحراثة الدرجة (2) وفق النظام الروسي.

f. درجة تكدس التربة: تم تسجيل النتائج وتدوينها في الجدول (17) حيث نلاحظ أن التربة مفككة وناعمة ولا يوجد تقريباً كدر ترايبية حيث كانت قيمة المساحة المتكدرة في المتر المربع $0.031[m^2]$ و سجلت النسبة المئوية للكدر (3.1%) وبالتالي قلت نسبة الكدر الترايبية عند الحراثة بنظام السرعة الثانية سريع بمقدار (70.4%) عما كانت عليه عند العمل بالسرعة الثانية بطيء، وفي هذه الحالة تعطى الحراثة الدرجة (3).

الجدول (17) نسبة الكدر بعد الحراثة بنظام السرعة الثانية سريع

النسبة المئوية للكدر %	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	القراءة
%3.1	60.33	74.66	48.87	78	64.33	109.63	55.66	119.63	112.66	75	متوسط المساحة $[m^2]$

g. يلاحظ وجود انزلاق لعجلات الجرار مع زيادة السرعة الأمامية للجرار وذلك بسبب زيادة قوة السحب الناتجة من زيادة حجم التربة المثار مع انخفاض الفترة الزمنية لتلامس عجلات الجرار الدافعة مع سطح التربة، وهذا ما أشار إليه (البدرى والحديثي، 2011).

4-5- نظام السرعة الثالثة بطيء:

1. سرعة الحركة وإنتاجية وحدة العمل المطرحية: النتائج مبينة في الجدول (18) الذي يبين أنه بزيادة السرعة المقاسة عند تشغيل وحدة الحراثة المطرحية على نظام السرعة الثالثة بطيء زادت الإنتاجية بمقدار (32.11%) عما كانت عليه عند العمل بنظام السرعة الثانية بطيء، وبالمقارنة مع نظام السرعة الثانية سريع فقد انخفضت السرعة الأمامية للجرار من (3.015 إلى 2.18) [Km/h] وزاد متوسط العمق من (17.8 إلى 19) [cm] مما أدى إلى انخفاض الإنتاجية العملية للمحراث من (0.23 إلى 0.16) [Hek/h] ، وقد يعود سبب انخفاض الإنتاجية أنه بزيادة العمق سيؤدي إلى زيادة قوة السحب لتتخفف السرعة العملية نتيجة لزيادة الانزلاق للعجلات الدافعة للساحبة فتتخفف الإنتاجية العملية وتتفق هذه النتيجة مع النتائج التي حصل عليها (غانم وأسعد، 2017).

الجدول (18) سرعة الحركة والإنتاجية لوحدة الحراثة المطرحية على نظام السرعة الثالثة بطيء

الإنتاجية [Hek/h]	متوسط السرعة [Km/h]	السرعة [Km/h]	الزمن [s]	المسافة [m]	الموقع
0.16	2.18	2.25	51	32	1
		2.12	39	23	2

1. معايير جودة الحراثة:

a. متوسط عمق الحراثة: أخذت النتائج وسجلت في الجدول (19) الذي يوضح متوسط العمق بعد الحراثة على نظام السرعة الثالثة بطيء و مقدار انحراف القياسات عن العمق المطلوب والذي تراوح بين قيمتين (+3 و -1) [cm] ، بينما انحرف متوسط عمق الحراثة عن العمق المثالي بمقدار +1 [cm]، وسجل متوسط الانحراف [cm] ($\alpha=1$) وبحسب المعيار الروسي تعطى الحراثة الدرجة (3).

الجدول (19) متوسط عمق الحراثة ومقدار الانحراف عن المتوسط على نظام السرعة الثالثة بطيء

الانحراف عن المتوسط [cm]	عمق الحراثة [cm]	القراءة
-1	18	1
0	19	2
+1	20	3
-1	18	4
-2	17	5
-1	18	6
0	19	7
+1	20	8

+1	20	9
+2	21	10
	19	متوسط العمق [cm]
+1	+1	متوسط الانحراف [\pm cm]
+3	-1	الانحراف الأعظمي [\pm cm]

b. تجانس عمق الحراثة: نلاحظ من الجدول السابق (20) أن 80% من القياسات لا تنحرف عن العمق المطلوب أكثر من +4[cm] وبالتالي يعتبر العمق متجانس ومنتظم، وتعطى الحراثة الدرجة (2) وفقاً للمعيار الروسي.

c. استواء سطح التربة: يوضح الجدول (21) أن النسبة المئوية لزيادة طول 10[m] لسطح تربة محروثة عند تشغيل وحدة الحراثة المطرحية على نظام السرعة الثالثة بطيء بلغت (5%) أي 50[cm] لكل 10[m]، وبالتالي سطح التربة مستوي على طول القطاع وتعطى الحراثة وفقاً لذلك الدرجة (3).

الجدول (21) طول 10[m] لسطح تربة محروثة على نظام السرعة الثالثة بطيء

النسبة المئوية (%)	مقدار الزيادة [m]	المتوسط [m]	3	2	1	القراءة
5%	0.50	10.5	10.61	10.48	10.41	طول 10[m] لسطح تربة محروثة

d. نسبة طمر الأعشاب والبقايا النباتية: تم النظر إلى الحقل وإلى الحراثة بشكل طولي عند تشغيل وحدة الحراثة المطرحية على نظام السرعة الثالثة بطيء، حيث أخذت مسافة 1[m²] وقدر متوسط نسبة الطمر كنسبة مئوية وكانت بحدود (65-70)%.

e. وجود مناطق بور: تتم من خلال معاينة الحقل بالسير مع خطوط الحراثة، حيث لوحظ عدم وجود مناطق غير محروثة عند العمل بنظام السرعة الثالثة بطيء، وبالتالي تعطى الحراثة الدرجة (3) وفق النظام الروسي.

f. درجة تكدر التربة: تم تسجيل النتائج وتدوينها في الجدول (22) حيث نلاحظ وجود شرائح ترابية غير مفتتة ولكنها قليلة حيث سجلت النسبة المئوية للكدر (10.6%) و كانت قيمة المساحة المتكدر في المتر المربع [m²] 0.106، وبالتالي نستنتج أنه وعند التشغيل على السرعة الثالثة بطيء زادت نسبة تكدر التربة قليلاً عما كانت عليه عند العمل بالسرعة الثانية بطيء وبلغت هذه النسبة (0.94%) وفي هذه الحالة تعطى الحراثة الدرجة (2).

g. نلاحظ عند تطبيق نظام السرعة الثالثة بطيء وجود انزلاق لعجلات الجرار.

الجدول (22) نسبة الكدر بعد الحراثة بنظام السرعة الثالثة بطيء

النسبة المئوية للكدر %	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	القراءة
متوسط المساحة [m ²]	236.67	292.33	179	363.67	308.66	229.33	357	220.66	270.34	208	

4-6- نظام السرعة الثالثة سريع: لم تنفذ التجارب لانزلاق لعجلات الجرار المستمر.

5. نتائج تقييم جودة الحراثة بالعلاقة مع نظام السرعة المستخدم:

1. نتائج السرعة الأولى بطيء: يظهر الجدول (23) نتائج التقييم:

الجدول (23) نتائج تقييم نوعية الحراثة عند استخدام نظام السرعة الأولى بطيء

التقييم النهائي	متوسط الدرجات	مجموع الدرجات	درجة التقييم	الانحراف المسموح به [±cm]	قيمة المعيار		المعيار
					الحقيقية	المثالية	
نوعية الحراثة جيدة	2.16	13	3	±2 [cm]	17.4	18	عمق الحراثة [m]
			2	حتى 15% عمق متجانس وحتى 20% غير متجانس فما فوق	-	-	تجانس العمق
			1	غير متجانس حتى 7%	88 [cm] (8.8%)	زيادة طول 10[m] حتى 5[cm]	استواء سطح التربة
			1	-	(55-65)%	كل المخلفات مطمورة	درجة تعمق المخلفات النباتية
			3	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	وجود مناطق بور
			3	من (10-15)%	4.6%	أقل من (10-15)%	تكدس سطح التربة

2. نتائج تقييم السرعة الأولى سريع: وهي مبينة في الجدول (23):

الجدول (23) نتائج تقييم نوعية الحراثة عند استخدام نظام السرعة الأولى سريع

التقييم النهائي	متوسط الدرجات	مجموع الدرجات	درجة التقييم	الانحراف المسموح به [±cm]	قيمة المعيار		المعيار
					الحقيقية	المثالية	
نوعية الحراثة جيدة	2.5	15	3	±2 [cm]	18.2	18	عمق الحراثة [m]
			2	حتى 15% عمق متجانس وحتى 20% غير متجانس فما فوق	-	-	تجانس العمق
			3	متجانس حتى 7%	57 [cm] (5.7%)	زيادة طول حتى 10[m] 5[cm]	استواء سطح التربة
			1	-	60-75%)	كل المخلفات مطمورة	درجة تعمق المخلفات النباتية
			3	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	وجود مناطق بور
			3	من 10-15%)	5.3%	أقل من 10-15%)	تكدس سطح التربة

3. نتائج تقييم نظام السرعة الثانية بطيء:

الجدول (24) نتائج تقييم نوعية الحراثة عند استخدام نظام السرعة الثانية بطيء

التقييم النهائي	متوسط الدرجات	مجموع الدرجات	درجة التقييم	الانحراف المسموح به [±cm]	قيمة المعيار		المعيار
					الحقيقية	المثالية	

نوعية الحراثة جيدة	2.16	13	3	±2 [cm]	18.7	18	عمق الحراثة [m]
			2	حتى 15% عمق متجانس وحتى 20% غير متجانس فما فوق	-	-	تجانس العمق
			2	متجانس حتى 7%	67 [cm] (6.7%)	زيادة طول 10[m] حتى 5[cm]	استواء سطح التربة
			1	-	75-70%)	كل المخلفات مطمورة	درجة تعمق المخلفات النباتية
			3	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	وجود مناطق بور
			2	من 10-15%)	10.5%	أقل من 10-15%)	تكدس سطح التربة

4. نتائج تقييم نظام السرعة الثانية سريع: وهي مبينة في الجدول (25):

الجدول (25) نتائج تقييم نوعية الحراثة عند استخدام نظام السرعة الثانية سريع

التقييم النهائي	متوسط الدرجات	مجموع الدرجات	درجة التقييم	الانحراف المسموح به [±cm]	قيمة المعيار		المعيار
					الحقيقية	المثالية	
نوعية الحراثة جيدة	2.33	14	3	±2 [cm]	17.8	18	عمق الحراثة [m]
			2	حتى 15% عمق متجانس وحتى 20% غير متجانس فما فوق	-	-	تجانس العمق
			3	متجانس حتى 7%	67 cm (6.7%)	زيادة طول 10[m] حتى 5[cm]	استواء سطح التربة
			1	-	75-65%)	كل المخلفات مطمورة	درجة تعمق المخلفات النباتية

			2	-	شريط صغير	لا يوجد	وجود مناطق بور
			3	من (10-15)%	3.1%	أقل من (10-15)%	تكدر سطح التربة

5. نتائج تقييم نظام السرعة الثالثة بطيء:

الجدول (26) نتائج تقييم نوعية الحراثة عند استخدام نظام السرعة الثالثة بطيء

التقييم النهائي	متوسط الدرجات	مجموع الدرجات	درجة التقييم	الانحراف المسموح به [±cm]	قيمة المعيار		المعيار
					الحقيقية	المثالية	
نوعية الحراثة جيدة	2.16	13	3	±2 [cm]	19	18	عمق الحراثة [m]
			2	حتى 15% عمق متجانس وحتى 20% غير متجانس فما فوق	حدوث تعمق أكثر للأبدان	-	تجانس العمق
			2	متجانس حتى 7% لكل 15[m] حتى 5% لكل 10[m]	0.50 (5%)	زيادة طول 10[m] حتى 5[cm]	استواء سطح التربة
			1	-	(65-70)%	كل المخلفات مطمورة	درجة تعمق المخلفات النباتية
			3	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	وجود مناطق بور
			2	من (10-15)%	10.6%	أقل من (10-15)%	تكدر سطح التربة

6. المقارنة بين نظم السرعة المختلفة والمستخدمة وتأثيرها على إنتاجية وحدة الحراثة المطرحية

ومعايير الجودة:

الجدول (27) مقارنة بين نظم السرعة المستخدمة وفقاً للإنتاجية ومعايير الحراثة

الملاحظات	المعيار			نظام السرعة المستخدم
	معايير الجودة	الإنتاجية [Hek/h]	متوسط السرعة	

			[Km/h]	
-	حراثة جيدة	0.12	1.68	ا بطيء
-	حراثة جيدة	0.195	2.61	ا سريع
-	حراثة جيدة	0.11	1.48	II بطيء
وجود انزلاق لعجلات الجرار	حراثة جيدة	0.23	3.015	II سريع
-	حراثة جيدة	0.16	2.18	III بطيء
-	لم تنفذ الحراثة	انزلاق العجلات		III سريع

نلاحظ من معطيات الجداول السابقة لتقييم جودة الحراثة أن جودة العمل بناءً على المواصفات المستخدمة للتقييم كانت أفضل ما يمكن عند استخدام نظام السرعة الأولى سريع [Km/h] 2.61 والثانية سريع [Km/h] 3.015، ولكن لوحظ انزلاق للعجلات عند السرعة الثالثة سريع وهذا لم يدخل في التقييم، كما نلاحظ أن أفضل إنتاجية عملية لوحدة الحراثة المطرحة كانت عند استخدام نظام السرعة الأولى سريع حيث بلغت [Hek/h] 0.195 ونظام السرعة الثانية سريع وسجلت [Hek/h] 0.23، ولكن وفقاً لمعايير جودة الحراثة فإن أفضل نظام سرعة كان عند استخدام نظام الأول سريع وذلك نظراً لثباتية عمق الحراثة مقارنة بنظام السرعة الثانية سريع حيث وجد أن هناك عدم ثباتية لعمق الحراثة.

الاستنتاجات والتوصيات:

- أدت زيادة السرعة الأمامية للجرار من (2.61 إلى 3.015) [Km/h] ومن (1.48 إلى 2.18) [Km/h] إلى ازدياد في مؤشر الإنتاجية العملية للمحراث بنسبة (15.2%) و (32.11%) على التوالي مع وجود انزلاق لعجلات الجرار ضمن الحدود المسموح بها للانزلاق.
- يوصى باستخدام السرعة الأولى سريع عند تشغيل وحدة الحراثة المكونة من جرار فرات مع محراث مطرحة ثلاثي الأبدان لأنها تعطي أفضل نوعية حراثة و إنتاجية عملية حيث بلغت إنتاجيتها [Hek/h] 0.195.

المراجع العربية:

1. الطحان، ياسين هاشم؛ ومحمد جاسم النعمة، 1988، المكنان والآلات الزراعية، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.
2. غانم، محمد؛ وأسعد، مجد. دراسة تأثير عمق الحراثة وسرعة العمل للمحراث المطرحي في بعض مؤشرات الأداء وبعض الخواص الفيزيائية للتربة. مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية. العدد (1)، 2017.
3. علي، لطفي حسين محمد. 1986. الساحبات ومعدت وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة بغداد، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.
4. البنا، عزيز رمو. 1990. معدات تهيئة التربة، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.
5. الجاسم، عبد الستار محمد علي؛ وجمال نور الدين إبراهيم. تأثير ضغوط انتفاخ الإطارات في أداء الجرار (عنتر 71). مجلة العلوم الزراعية. العدد الرابع، 2003.
6. الشريفي، صالح كاظم علوان. مقارنة تأثير آلات حراثة مختلفة في بعض مؤشرات الأداء والصفات الفيزيائية للتربة. رسالة ماجستير، قسم المكننة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، 2003.
7. الشكرجي، حيدر فوزي محمود؛ وكمال محسن القزاز؛ وعبد الرزاق جاسم. تأثير المخلفات النباتية ومحارث مختلفة في بعض مؤشرات الأداء والإيصالية المائية للتربة تحت سرع مختلفة. مجلة العلوم الزراعية العراقية. العدد الأول، 2006، 81-90.
8. البدري، سامر بدري؛ وهاني إسماعيل الحديثي. دراسة بعض المؤشرات الفنية ومتطلبات القدرة للوحدة الميكانيكية للساحبة ماسي فيركسن (MF- 650) مع المحراث المطرحي الثلاثي القلاب. مجلة العلوم الزراعية العراقية. العدد الأول، 2011، 118-124.
9. الجبوري، رياض عبد الحميد. مقارنة تأثير السرعة الأمامية البطيئة والعالية على إنتاجية المحراث المطرحي القلاب. مجلة ديالى للعلوم الزراعية. العدد الثامن والستون، 2011، 1-72.
10. علي، محمد مبارك؛ عبد الرزاق عبد اللطيف؛ جاسم وحسين عباس جبر. تأثير بعض أنواع المحارث في الإنتاجية العملية وتكاليف الاقتصادية للوحدة الميكانيكية. المجلة المصرية للهندسة الزراعية، المجلد (25)، العدد (2)، 2008، 185-194.
11. بله، عدنان. أسس إنتاج المحاصيل. كلية الزراعة، جامعة تشرين، 1982.

المراجع الأجنبية:

12. Bukhari, S. and Collective , " Effect of Different Speeds on the per Performance of mold board plow " , Agri. Mech. In Asia , Africa and Latin America , Vol.21 , No.1 , pp:2124 , 1990.
13. MAHMOOD, H.F; Q.A.Subhi and E.K.Hussein.Comparison of vibrations of vibrations tillage depths and soil properties for moldboard and disk plows at three tillage speed. Asian Journal of Agricultural Research. 2011, 5:90-97.
14. Varsa, E.C; Chong, S.K.; Abolaji, J.O; Farquhar, D.A; and Olsen, F.J. Effect of deep tillage on soil physical characteristics and corn root growth and production. Soil and Tillage Res., Vol. 43, NO . 3, 1997, 219-228.

تحقيق نموذج تقييم جودة الكلام E-model في المحاكي أوبنت واستخدامه في تقييم خوارزميات ترميز الصوت في نموذج شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث

د.م يمان غازي¹

الملخص

يشكل بروتوكول نقل الصوت عبر الانترنت في الوقت الحالي كتلة لا تتجزأ من غالبية منصات ونماذج محاكاة الشبكات الحديثة. تعاني معظم منصات المحاكاة الموجودة حالياً من المحدودية في محاكاة نماذج تقييم جودة الكلام الذاتية والموضوعية، تهدف هذه الدراسة الى إجراء تكامل لمنهجيات تقييم جودة الكلام الموضوعية الغير التطفلية في المحاكي أوبنت، وذلك من خلال تضمين النموذج (E-model) الذي يمكننا من قياس قيمة متوسط الرأي الشخصي (MOS) للبيانات الصوتية التي يتم محاكاتها. حيث يتم ذلك من خلال التعديل على عقدة توليد حمل الخلفية التي تم اضافتها سابقاً الى المحاكي [1]، وفي الجزء الأخير من الدراسة تم تقييم لأداء خمسة من أشهر خوارزميات ترميز الكلام ذات معدل النقل الثابت (G.711, G.729, iLBC) والمتغيرة (AMR-NB, Speex) باستخدام النموذج السابق وذلك في نموذج شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث. أظهرت النتائج دقة التعديل على العقدة المضافة مقارنةً بالقيم النظرية لترميز الصوت كما أشارت إلى إن تحديد الخوارزمية المستخدمة هو أمر معقد ويعتمد على السيناريو المدروس وعلى حالة الشبكة المتغيرة وتوصيفها وبالأخص سرعة الوصلات، كما أظهرت أن الترميز الأكثر اعتدالاً من منظور جميع القياسات هو الترميز المتغير AMR-NB حيث أنه حقق أقل قيمة للحمل المستلم مع قيمة متوسط رأي شخصي جيدة وبالتالي يعد الأكثر ملائمةً لتطبيقه في شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث من بين الترميز المدروسة.

الكلمات المفتاحية: النموذج E-model، نماذج تقييم جودة الكلام، النمذجة والمحاكاة، المحاكي أوبنت، بروتوكول نقل الصوت عبر الانترنت، خوارزميات ترميز الكلام، ترميز الصوت، شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث.

¹ مدرس في قسم هندسة الشبكات والنظم الحاسوبية -كلية الهندسة المعلوماتية-جامعة البعث.

**Implementing of the E-model Speech Quality Assessment Model
in OPNET Simulator and using it to Evaluating the Voice Codec
in the Network of the College of Informatics Engineering at Al-
Baath University**

Dr.Eng Yaman Ghazi*

ABSTRACT

VoIP is currently an integral part of most modern network simulation platforms and models. Most of the existing simulation platforms are suffer from limited ability to simulate the subjective and objective speech quality assessment models. This study aims to integrate non-intrusive objective speech quality assessment methodologies in the OPNET simulator, by including the E-model, which enables us to measure the average Mean Opinion Score (MOS) for simulated voice data. This is done by modifying the background traffic generating node that was previously added to the simulator [1], and in the final part of the study the performance of five of the most popular fixed-rate speech coding algorithms (G.711, G.729, iLBC) and the variable (AMR-NB, Speex) will be evaluated using the previous model in the network of the faculty of information engineering AL-Baath university. The results showed the accuracy of the modification of the added node compared to the theoretical values of the voice codecs. It also indicated that the determination of the algorithm used is a complex matter and depends on the scenario studied and on the state of the changing network and its characterization, especially the speed of the links. AMR-NB as it achieved the lowest value of the received load with a good average MOS, and thus it is considered the most suitable for its application in the network of the Faculty of Information Engineering at Al-Baath University among the studied coding.

Keywords: E-model, Speech Quality Assessment Models, Simulation and Modeling, OPNET Simulator, Voice over Internet Protocol, Speech Encoding Algorithms, Voice Codec, Network of IT Engineering Al-Baath University.

*Lecturer, Department of Systems and Computer Network, Faculty of Informatics Engineering, Al-Baath University, Homs, Syria.

1. مقدمة:

يشير بروتوكول نقل الصوت عبر الانترنت الى تكامل الخدمات الهاتفية مع شبكات تبديل الرزم وهو خدمة هاتفية رقمية تستخدم شبكة الانترنت العامة بالإضافة الى الشبكة الخاصة بدلاً من شبكة الهاتف التقليدية. تحول أنظمة الـ VOIP الإشارة التماثلية الى إشارة رقمية لكي يتم نقلها على شكل رزم باستخدام بروتوكول الانترنت حيث توزع هذه الرزم عبر شبكة الانترنت أو أي شبكة تبديل رزم أخرى. يعتبر بروتوكول VOIP أحد أهم تقنيات الاتصالات الحالية حيث أنه يساعد في تحقيق الاستخدام الفعال لكل من عرض الحزمة والمعدات وخطوط النقل بالإضافة إلى تقليله لكلفة الاتصال. كما أنه يسمح بنقل أكثر من مكالمات هاتفية واحدة بالإضافة الى البيانات عبر نفس الحزمة. كما أنه من الممكن ترميز الكلام باستخدام خوارزميات مختلفة بغرض التكيف مع سعة القناة والملائمة مع الجودة المطلوبة مما يسمح بكفاءة وتحكم أكثر لاستخدام القناة. أي أنه مكن من استخدام المصادر الشبكية لاستخدامات متعددة، كما حقق كل من المرونة في التنقل، وإمكانية التوسعة، سهولة في الاستخدام، تكامل خدمات جديدة مثل [2]:

- القدرة على المحادثات الجماعية والبريد الصوتي.
- إمكانية تخصيص النغمات بالإضافة إلى إمكانية الاحتفاظ وإضافة تفاصيل الأشخاص المتصل بهم.
- إمكانية التحكم في الأرقام ومنع اتصال أو استقبال رقم معين.
- تسجيل سجل بجميع المكالمات الصادرة والواردة.
- رسائل تنبيهية والسماح بإعادة توجيه المكالمات من رقم معين إلى البريد الصوتي.
- عند الاتصال على رقم محدد يمكن أن نجعل أكثر من جهاز يقومون بعملية الرنين بشكل متزامن أو على التوالي (هذه الخاصية ملائمة كثيراً للأشخاص متعددي الخطوط الهاتفية).
- تحديد رقم واحد افتراضي يمكن أن يرتبط مع العديد من الخطوط الفعلية.

أدى نمو وزيادة استخدام بروتوكول نقل الصوت عبر الإنترنت إلى زيادة الحمل على الشبكة مما شكل مشكلة إذا لم يتم أخذه بعين الاعتبار حيث أنه من المتوقع أن خدمات VOIP سوف تستبدل كامل خدمات الاتصالات التقليدية. أحد الحلول الممكنة لكن المكلفة هي انشاء شبكة بيانات جديدة خاصة بالـ VoIP . إلا أن شبكات بروتوكول الإنترنت المتقاربة تسعى إلى تحقيق التعاون والنقل لكل من البيانات والصوت والفيديو باستخدام نفس العتاد الصلب أي تحقيق الدمج بين شبكة البيانات الموجودة مع خدمة VoIP وهو الحل الأفضل. مما يتطلب مراقبة النظام لمعرفة هل يلبي حاجة المستخدم أم لا. لكي نحصل على جودة كلام جيدة بواسطة تطبيقات VOIP يجب أن نحل مجموعة من وسائل جودة الخدمة. هذه الوسائط تساعدنا بتقييم كل من أداء مختلف البروتوكولات الشبكية، خوارزميات ترميز الكلام وغيرها. على أية حال فإن التكامل بين جميع أنواع الحمل في شبكة IP واحدة له العديد من الميزات والسلبيات. فرغم أنه يخفف الكلفة ويزيد كل من الوظيفية والحركة، إلا أنه يعاني أحياناً من تراجع في جودة الصوت، وعدم التوافق وغيرها.

2. الهدف من البحث:

المساهمة الرئيسية في هذا البحث هي بناء نموذج ضمن بيئة الأوبنت (من خلال التعديل على عقدة مولد حمل الخلفية التي تم اضافتها سابقاً الى المحاكى في [1]) تسمح بإجراء تكامل لمنهجيات تقييم جودة الكلام الموضوعية الغير التطفلية في المحاكى أوبنت، وذلك من خلال تضمين النموذج (E-model) الذي يمكننا من قياس قيمة متوسط الرأي الشخصي (MOS) للبيانات الصوتية التي يتم محاكاتها ضمن المحاكى. ومن ثم سوف يتم تقييم لأداء خمسة من أشهر خوارزميات ترميز الكلام ذات معدل النقل الثابت (, G.711 G.729, iLBC) والمتغيرة (AMR-NB, Speex) باستخدام النموذج السابق وذلك في نموذج شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث.

3. نماذج تقييم جودة الكلام:

جودة الكلام هي واحدة من أهم الخصائص التي تميز مرمزات الكلام، حيث تستخدم هذه المقاييس في تحسين كل من تصميم خوارزميات ومعدات نقل الكلام، بالإضافة الى

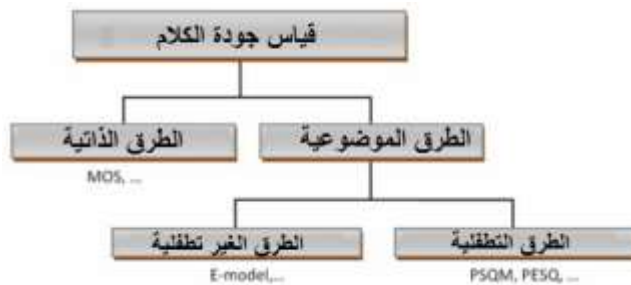
المساعدة في اختيار خوارزمية الترميز الأفضل من أجل التقييم. كما تستخدم في مراقبة جودة خدمات بروتوكول VOIP وتتخذ الإجراءات اللازمة للحفاظ على مستوى جودة الخدمة.

في المراحل المبكرة لتطور الاتصالات الرقمية كان معيار نسبة الإشارة إلى الضجيج هو الطريقة المتبعة لاختيار وتقييم جودة الترميز التي تعتمد على شكل الموجة مثل PCM وADPCM. وهناك الكثير من الأبعاد لإدراك الجودة بعض منها:

- ❖ الوضوح : يشير فيما إذا كانت رسالة إشارة الكلام مفهومة بشكل واضح أم لا.
- ❖ طبيعة و لطف الصوت: يرتبط هذا البعد بوجود أو غياب مختلف أنواع التشويه على الكلام، مثل الضجيج، الصدى، النقر، البهتان.
- ❖ تميز المتكلم لصوته: هذا المعيار يشير فيما إذا كان بإمكان المتكلم تميز أن هذا هو كلامه أم لا.

ومن المهم أن نلاحظ أن قياس جودة الكلام يجب أن يتم في ظل ظروف مختلفة مثل: الاعتماد على المتكلم - اللغة - مستويات الإشارة - ضجيج الخلفية - أخطاء القناة - الإشارة الغير الكلامية وغيرها.

كما هو موضح في الشكل (1) هناك نوعين أساسيين لمقاييس جودة الكلام هما المقاييس الذاتية والمقاييس الموضوعية. تشتمل المقاييس الذاتية على استماع البشر على محادثة حية أو مسجلة ويقومون بإعطاء تقييم للجودة المدركة. هذا التقييم يمكن أن يكون تقييم شامل لجودة الصوت أو تقييم خصائص معينة (مثل وضوح الكلام أو جهد الاستماع) أو تشوه معين (مثلاً لجزء معين) حيث إن الطلب من البشر الاستماع الى المقنطفات من الكلام ثم التماس رأيهم يعدّ الأسلوب الأكثر موثوقية لتقييم جودة الصوت.



الشكل (1): تصنيف طرائق تقييم جودة الكلام

تنطوي الطريقة الذاتية على تقديم مجموعة من عينات الكلام التي تميز ظروف مختلفة من النظام ليتم اختبارها من قبل مجموعة من المستمعين في بيئة مسيطر عليها. بعد سماع كل عينة يطلب من المستمع أن يعطي تقييماً بمقياس شخصي بسيط. من أجل كل عينة فإنه يتم أخذ المتوسط الحسابي للآراء. من الواضح إن الحصول على المقياس على النحو المبين في الأعلى يمكن أن يكون مقياساً جيداً لجودة الكلام المتصورة. مع ذلك فإن لهذه المقاييس بعض العيوب أيضاً. على وجه الخصوص إنه يمكن أن يكون مضيعة للوقت ومكلفاً. فقد لا يملك بعض الباحثين أو المنظمات الموارد اللازمة لإجراء هذه الاختبارات. كما أنه لا يمكن أن يستخدم في أي نوع من أنواع تطبيقات الزمن الحقيقي أو التطبيقات المباشرة (online) بغرض التنبؤ المباشر بجودة الكلام. تم سابقاً تحقيق طريقة لتقييم جودة الكلام ذاتياً من خلال اضافة عقدة الى بنية المحاكى أوبنت مخصصة لمحاكاة حمل الصوتي الحقيقي في الدراسة [4].

في السنوات الماضية تم تحقيق الكثير من الطرائق المؤتمتة بهدف نمذجة السلوك البشري والتنبؤ بشكل موضوعي بجودة الكلام. حيث كان هناك ضرورة ملحة لإيجاد النماذج التي يمكن أن تقدر جودة الكلام وذلك من تحليل الخصائص الفيزيائية للنظام (للطرفيات والشبكات) أو بشكل مباشر من إشارة الكلام التي يتم استلامها.

أدخلت النماذج الموضوعية للمرة الأولى بغرض تقييم جودة الكلام لأنظمة الصوت [5]. هنالك مجموعة من التصنيفات المشتركة التي يتم تطبيقها على النماذج الموضوعية وهذه التصنيفات تتعلق بالإشارة المستخدمة في توليد أو حساب التقييم النهائي لجودة الكلام. من أهم هذه التصنيفات الصنفين التاليين: تطفلية أو نشطة وغير تطفلية أو سلبية (خاملة).

تعتمد الأساليب التطفلية عموماً على حقن الإشارة المختبرة عبر الشبكة وخلال هذا الوقت فإن الشبكة لا يمكنها أن تنقل الحمل المباشر. وهذه الأساليب تقوم بتقدير نوعية الكلام عن طريق قياس الفرق بين مدخلات ومخرجات إشارة الكلام ورسم القيم المشوهة وذلك لتوقع مقياس الجودة. على العكس من التجارب الذاتية فإن هذه النماذج تمكن من إجراء اختبارات مكثفة خلال فترات قصيرة، وبالتالي فهي مفيدة خلال عملية تطوير/اختيار الترميز والمعدات. مع ذلك فإن الحاجة الى إشارة اختبار يضيف عبء اضافي على الشبكة وفي

بعض التطبيقات التي تتطلب تقييم جودة الكلام الموضوعي، قد لا تكون إشارة دخل الكلام متاحة بسهولة أو لا يمكن مقارنتها مباشرة مع إشارة الخرج، كما هو الحال في المكالمات الحية حيث أنه لا يوجد إشارة مرجعية. غالباً ما تستخدم الطرق التطفلية خلال مراحل تطوير النظام قبل نشره للمستخدمين.

في مثل هذه الحالات سوف يتم استخدام نهجاً بديلاً لحصول على تقييم جودة الكلام باستخدام إشارة الخرج فقط، مثلاً تقييم جودة الكلام الغير تداخلية. حيث هذا النوع مهم جداً للتطبيقات عندما تكون إشارة الدخل ليست متاحة، مثلاً تقييم أداء السمع ومراقبة أداء أنظمة الاتصالات الغير تطفلية مثل الاتصالات اللاسلكية وبروتوكول VOIP. تم تطويره بشكل أساسي لاستخدامه مع الحمل الحقيقي ويعتمد في عملية التقييم على معاملات الشبكة مثل التغيرات والتأخير وفقدان الرزم وغيرها.

سوف نركز في هذا البحث على تحقيق أحد اشهر النماذج الموضوعية غير التطفلية وهو النموذج E-model من خلال تحقيقه في المحاكى أوبنت.

4. النموذج E-model:

تم تطوير هذا النموذج من قبل المعهد الأوروبي للاتصالات الموحدة بين عامي 1993 و1996 كأداة لتخطيط للإرسال. أخيراً تم تقيسه في توصيات ITU-T G.107 [6] نموذجاً تحليلياً لتقدير جودة الصوت، يزودنا هذا النموذج بمنصة عمل لتوقع جودة الكلام بشكل مباشر بالاعتماد على مقاييس أداء الشبكة (كالتأخير وفقدان الرزم وغيرها) وعلى العوامل في مستوى التطبيقات. بكلمات مبسطة أنه أداة تساعدنا على توقع جودة الصوت خلال إجراء المحادثة الصوتية، هذا المعامل يساعد في دمج تأثير مختلف وسيطات الإرسال التي تؤثر في جودة المكالمات. يستند هذا النموذج على مفهوم أن العوامل النفسية على المقاييس النفسية هي المضافة وأن كل عامل تشوه والذي يؤثر على المكالمات الصوتية يمكن أن يحسب بشكل منفصل ولكنها تظل مرتبطة. النتيجة الأساسية للنموذج E هي حساب تصنيف انتقال العامل R، والذي هو مقياس بسيط لتقييم جودة الصوت وتتراوح قيمته بين قيمة 0 (ضعيفة) إلى القيمة 100 (ممتازة) والقيمة الأقل من 50 بالعموم هي قيمة غير مقبولة كما أنه القيم عادةً لا تزيد عن 94 ولذا فإن المجال النموذجي هو بين

في المحاكى أوبنت واستخدامه في تقييم خوارزميات ترميز E-model تحقيق نموذج تقييم جودة الكلام الصوت في نموذج شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث

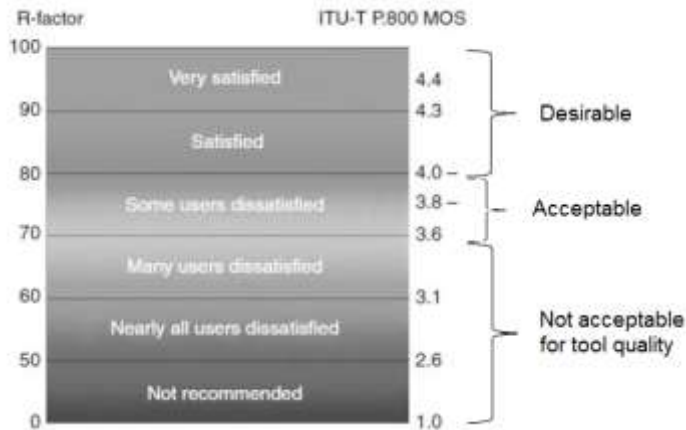
50-94، من أجل التراميز ذات النطاق العريض فإن قيمة R تزداد فوق القيمة 100. ثم يتم ترجمة العامل R لتحديد قيمة متوسط الرأي الشخصي (MOS). يغطي العامل R بعض قيم الانخفاض المفاجئ الناتجة عن الصفات مثل الصدى، وفقدان إشارة ضجيج الخلفية، وتشوهات الترميز وغيرها. وفقاً لـ [6] فإن المعامل R يرتبط بـ MOS من خلال المعادلة (1).

وبالاعتماد على العامل R يتم إسقاط قيمته للحصول على النتيجة MOS كما يظهر في الجدول (1)، كما يوضح الشكل (2) أيضاً رأي المستخدم بجودة الخدمة والتطابق بين مجالي MOS و R. الـ MOS لشبكات VOIP تستخدم نموذج E لتوقع الجودة المنعكسة عن التشوهات الناجمة عن كل من ضياع الضغط، فقدان الرزم، تقطيع الصوت، التغيرات خلال الفترات النشطة للصوت، تداخل الإشارة، الضجيج، والفرط في تشوه التوهين. يجب أن توافق جودة الصوت ضمن شبكة PSTN المجال التشغيلي $MOS \leq 3.6$. مجال التشغيل المرغوب فيه للحصول على جودة صوة مثالية $MOS \geq 4$.

$$\begin{aligned} MOS &= 1 & \text{if } R < 0 \\ MOS &= 1 + 0.035R + R(R - 60)(100 - R)7 \times 10^{-6} & \text{if } 0 < R < 100 \\ MOS &= 4.5 & \text{if } R > 100 \end{aligned} \quad [1]$$

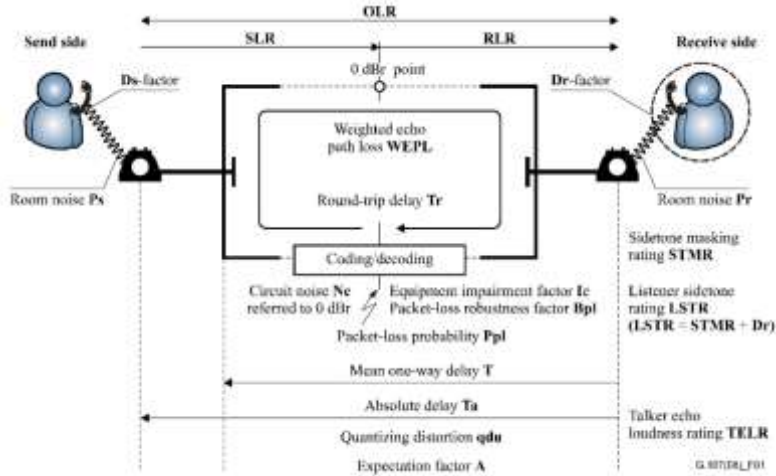
الجدول (1): إسقاط قيمة المعامل R على قيمة MOS [6]

<u>R-Factor</u>	<u>تقييم الجودة</u>	<u>MOS</u>
90 < R < 100	ممتاز	4.34 – 4.5
80 < R < 90	جيد	4.03 – 4.34
70 < R < 80	معتدل	3.60 – 4.03
60 < R < 70	ضعيف	3.10 – 3.60
50 < R < 60	سيء	2.58 - 3.10
0 < R < 50	لا ينصح به	1.0- 2.58



الشكل (2): يصنف جودة المكالمات في الشبكات VOIP باستخدام مقياس MOS والعامل R. [7]

يبين الشكل (3) وسيطات الارسال التي تستخدم كدخل للنموذج الحسابي E حيث إنه يقسم إلى جانبين هما جانب المرسل وجانب المستقبل. حيث إن النموذج يحسب جودة المحادثة من الفم للأذن عند استقبالها في طرف المستقبل. حيث أن Ps و Pr يمثلان ضجيج الغرفة عند كل من الشخص المرسل والمستقبل على التوالي أي يعبران عن ضجيج الخلفية. كما تمثل D-Factors الضجيج الناجم عن الميكروفون والسماعات، والذي من الممكن أن يتغير من جانب المرسل إلى جانب المستقبل والقيم تعالج بشكل منفصل في الخوارزمية. الوسطاء معدل جهازة صوت المرسل (SLR) ومعدل جهازة صوت المستقبل (RLR) وضجيج الدارة (Nc) تشير إلى نقطة 0dBm بشكل افتراضي. الوسطاء الأخرى تتضمن مجموع SLR و RLR، وتشوهات التكميم (qdu)، وتشوهات المعدات (Ie) هي قيم تؤخذ في جانب المستقبل فقط.

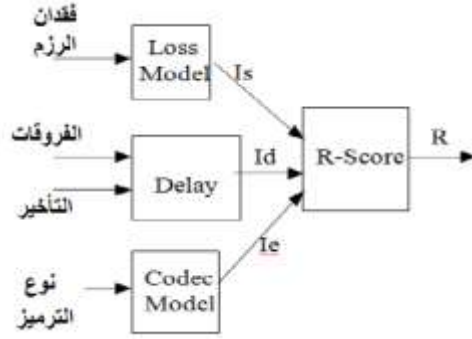


الشكل (3): وسيطات الإرسال لخوارزمية النموذج E [6].

$$R = R_0 - I_s - I_d - I_e + A \quad [2]$$

معامل التقييم R يدمج بين جميع وسيطات الإرسال السابقة وتبين المعادلة (2) طريقة حساب المعامل R على النحو المبين في المعيار ITU-T G.107 [6]. حيث R_0 تمثل من نسبة الإشارة الأساسية إلى الضجيج عند المستقبل، بما في ذلك مصادر الضجيج مثل ضجيج الدارة وضجيج الغرفة. المعامل I_s يمثل الحمل على شبكة الاتصال ويدمج بين جميع التشوهات التي تحدث بشكل أكثر أو أقل مزامنة مع إشارة الصوت مثل تشويه التكميم (ضجيج التكميم). يرتبط كلا المصطلحين السابقين بإشارة الصوت الأصلية ولا يعتمدان على الإرسال ضمن الشبكة، وهما لا يرتبطان ببعضهما بعضاً. أما المعامل I_d يجمع كل العوامل التي تؤدي إلى حدوث التأخير والصدى في الإشارة الصوتية بالإضافة إلى تأثير ضعف المعدات الصلبة. المعامل I_e يمثل التشوه الناتج عن التراميز ذات معدل البتات المنخفضة بالإضافة إلى ضياع الرزم بسبب التوزيع العشوائي. يسمى الرمز A بعامل الأفضلية الذي يستفيد من كون المستخدمين على استعداد لقبول بعض التدهور في جودة الخدمة مقابل سهولة الوصول، يتم ضبطه من قبل المستخدم لكي يسمح للمستخدم بالتعويض عن عوامل التشوهات نتيجة لبعض الحالات مثل الحركة أو صعوبة الوصول للموقع. يتم جعل هذا العامل مساوياً إلى الصفر عند المقارنة مع المكالمات ضمن شبكة PSTN. تم تصميم برنامج من قبل الـ ITU-T يتيح إدخال قيم العوامل السابقة، ليعطي في خرجه قيمة كلاً من R و MOS. [6]

يوضح الشكل (4) اعتماد المعامل R على الوسطاء المختلفة.



الشكل (4): اعتماد المعامل R على الوسطاء المختلفة

تشير الفقرة (3-7) من المعيار ITU-T G.107 [6] الى القيم الافتراضية لجميع المعاملات في المعادلة (2). ويقترح بقوة في نفس الجزء أن القيم الافتراضية تتكيف مع جميع معاملات المعادلة (2) التي لا تتغير خلال العملية الحسابية. بتتبع هذا المبدأ فإن المعادلة (2) يمكن أن تكتب بطريقة بسيطة كما هو موضح في المعادلة (3) أدناه.

$$R = 93.2 - I_d - I_e \quad [3]$$

من المعادلة (3)، المعامل R (وبالتالي MOS) يمكن أن نفترض وصفه بأنه وظيفة لتشويه التأخير وعامل تشويه المعدات. في [6] تم تقديم تحليل مفصل لحساب هذين التشويهن. المعادلة (4) تمثل العوامل التي تدخل في كل من انخفاض التأخير، حيث يمثل المعامل I_{dte} تقدير التشوهات الناتجة عن صدى المتكلم. المعامل I_{dle} يمثل التشوهات الناتجة عن صدى المستمع، والمعامل I_{dd} يمثل التشوهات الناتجة عن قيم التأخير المطلق الكبيرة جداً T_a والتي تحدث حتى مع صدى الإلغاء التام [6].

$$I_d = I_{dte} + I_{dle} + I_{dd} \quad [4]$$

[6] يقدم نموذجاً لحساب عامل ضعف المعدات. المعادلة (5) تعرض جميع العوامل التي تدخل في حساب قيمة المعامل I_e لعملية الترميز تحت عشوائية فقدان الرزم. حيث I_{e0} تمثل معامل ضعف المعدات اللازمة من أجل عدم فقدان أي رزمة، قيمة الوسيط مستقلة عن الدخل والقيمة الموصى بها تعرض في ITU-T G.103 [8] للتراميز المختلفة. يعبر B_{pl} عن متانة فقدان الرزم لتراميز متحكم بها والقيم الافتراضية هي أيضاً مغطاة في [8]. يمثل احتمال فقدان الرزم بـ P_{pl} . الـ $BurstR$ تمثل نسبة انفجار فقدان الرزم.

$$I_e = I_{e0} + (95 - I_{e0}) \frac{P_{pl}}{\frac{P_{pl}}{BurstR} + B_{pl}} \quad [5]$$

من المعادلة (5) نستطيع أن نعرف نسبة خسارة الرزم المتدفقة (burst).

$$BurstR = \frac{\text{average length of observed bursts in an arrival sequence}}{\text{average length of bursts expected for the network under "random loss"}}$$

مثلاً: بإسناد القيم الافتراضية لكل المعاملات فإنه قيمة المعامل R للاتصال النموذجي باستخدام الترميز G.729A والذي لا يعاني من أية فروقات أو تأخير أو فقدان هي $R = R_0 - I_e = 94 - 11 = 83$

يعدّ النموذج E أكثر الطرق الهدفية وغير التطفلية استخداماً في تقييم جودة الصوت. بالأخص بالاعتماد على قاعدة بيانات IEEExplore فإن النموذج E مطبق بشكل كبير بالأخص في توجهات الأبحاث الحالية التي تعنى بتقييم جودة الصوت، حيث أنه منذ عام 1997 هنالك أكثر من 120 ورقة بحثية تتكلم عن هذا النموذج [9].

5. خوارزميات ترميز الكلام:

الكلمة codec هي اختصار لـ compressor-decompressor أو كما هو شائع أكثر coder-decoder (ترميز ضغط) وفك الترميز (فك الضغط)) الإشارة الصوتية إلى بتات رقمية لكي تستخدم من قبل شبكات الحاسب. يأخذ المرز الصوت المحلي ويحوّله إلى صيغة قابلة للنقل عبر الشبكة الرقمية. بينما يقوم مفك الترميز بالعمل المعاكس أي يأخذ الإشارات الرقمية من الشبكة ويحوّلها أو يفك تشفيرها إلى صيغة تمكن مكبر الصوت من قراءة الصوت المستقبل من الموقع البعيد [10]. بالعموم إن ترميز الكلام هو إجرائية تمثيل إشارة الكلام الرقمية باستخدام عدد بتات مختصر قدر الإمكان، مع تقدير مستوى الإجابة لجودة الصوت في الوقت ذاته. نتيجة لزيادة الحاجة إلى الاتصالات الصوتية فإن تقنيات ترميز الكلام حصلت على اهتمام واسع من قبل الباحثين وهيئات التقييس ومجتمعات رجال الأعمال. حيث أكدت الدراسات أن الترميز هي أحد أهم الجوانب في اتصالات VOIP وهناك العديد من الترميز المتاحة. حتى نحقق جودة صحيحة للصوت علينا اختيار الترميز الصحيح والمناسب.

الهدف الرئيسي لترميز الكلام هو إما زيادة الدقة مع معدل بتات ثابت أو إنقاص معدل البتات مع الحفاظ على جودة معينة. معدل البتات المناسب الذي سوف يرسل به الكلام أو يخزن يعتمد على كل من كلفة الإرسال أو التخزين، وكلفة الترميز (الضغط) لإشارة الكلام ومتطلبات جودة الكلام. في معظم الحالات وفي جميع مرمزات الكلام إن الإشارة المعاد بناؤها تختلف عن الإشارة الأصلية. معدل البتات سوف يتناقص من خلال تمثيل إشارة الكلام مع نقصان الدقة [11] ، لذا فإن الخصائص المطلوبة في مرمزات الكلام تتضمن: معدل بتات منخفض، جودة كلام عالية، المرونة من خلال الاختلافات بين المتكلمين / اللغات، الأداء الجيد عند ترميز الإشارات غير الصوتية (النفقات مثلاً)، استخدام حجم قليل من الذاكرة وتعقيد حسابي أقل، تأخير ترميز منخفض [11]. يمكن تصنيف خوارزميات ترميز الكلام بعدة وجهات نظر مثل معدل بتات الخرج (ثابت ومتغير)، ووفقاً لتقنيات الترميز (الترميز المعتمدة على شكل الموجة، المعتمدة على الوسطاء، الترميز الخليطة، الترميز ذات النمط الوحيد والترميز ذات الأنماط المتعددة)، وغيرها [12]. هنالك نقص في دعم خوارزميات الترميز عموماً ضمن المحاكيات وبالأخص ذات معدل الخرج المتغير-التي هي حالياً مستخدمة بشكل كبير في شبكات الحمل الصوتي-حيث أن هذه الترميز قادرة على التكيف مع ضعف قناة الإرسال وبالتالي تحسين في استخدام عرض الحزمة مع التقليل من فقدان الرزم وفي بعض الحالات التقليل من التغيرات. سوف نقدم في الجزء التالي لمحة سريعة عن الترميز المراد مقارنتها في عملية الإختبار.

5-1. ITU-T G.711: هو أحد أنواع ترميز التعديل النبضي (PCM) للترددات الصوتية ، مقيس من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات [13] بالتوصيات [14] ، صدر لأول مرة للاستخدام في عام 1972 من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات. خوارزمية G.711 مستخدمة بشكل كبير في الاتصالات الهاتفية (شبكات PSTN)، في الوقت الحاضر يتم تضمينه في معظم الخدمات الصوتية ومنتجاتها. معدل أخذ العينات في هذا الترميز هو 8000 عينة في الثانية الواحدة (كما هو معروف حسب نظرية شانون). مع نسبة تسامح بمعدل 50 جزء في المليون [14]. كما أنه يستخدم التكميم غير الموحد (لوغاريتمي) بـ 8 بت لتمثيل كل عينة مما ينتج معدل نقل مقداره 64 كيلو بايت في الثانية ومدة الإطار هي 10 ميلي ثانية. لهذا الترميز اصدارين مختلفين قليلاً: الأول هو μ -law ويستخدم بشكل

أساسي في شمال أمريكا واليابان، والأخر هو A-law ويستخدم في باقي البلدان. خوارزمية الترميز G.711 لا تنتج تأخير كبير. الملحق الأول للتوثيق الصادر عن الاتحاد العالمي للاتصالات [15] يعرف خوارزمية اخفاء فقدان الرزم (PLC)، أما الملحق الثاني [16] يعرف خوارزمية الارسال غير المستمر (DTX) والتي تستخدم نماذج الكشف عن نشاط الصوت (VAD) ونماذج تحمل توليد الضجيج (CNG) كي نقل من عرض الحزمة خلال فترات الصمت من المحادثة.

5-2. ITU-T G.729: أصبح هذا الترميز معياراً في عام 1996 بعد أن تم تقيسه من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات بالمعيار [17]، وهو خوارزمية تستخدم لترميز إشارات الكلام بمعدل 8 كيلو بت في الثانية باستخدام طريقة التنبؤ الخطي ذو الشفرة الجبرية المنفصلة ذات البنية المترافقة (CS-ACELP). المرمز مصمم ليعمل بمعدل أخذ عينات هو 8000 هرتز يتبع بتحويل PCM خطي ب 16 بت. خرج عملية فك الترميز يجب أن يتم تحويله الى اشارة تشابهية بطريقة مماثلة [17]. العملية التفصيلية لكل من اجرائية الترميز وفك الترميز يمكن أن نجدها في البندين 3 و4 من [17]. حجم الإطار الناتج عن الترميز هو 10 بايت ومدة الإطار هي 10 ميلي ثانية. عرض الحزمة الناتج هو 8 كيلوبت في الثانية. في G.729 يتم تطبيق تأخير 5 ميلي ثانية وتقييم تعقيد هذه الخوارزمية هو 15 وذلك باستخدام مقياس نسبي حيث أن خوارزمية G.711 [14] تقيمها 1 وخوارزمية G.723.1 [18] تقيمه 25. هنالك أكثر من 12 مرفق تم اضافتها الى المعيار الأصل. في بعض هذه الملاحق تم وصف الوظائف الجديدة التي تم تضمينها. يفتقر هذا الترميز يفتقر لمعدل النقر المتغير وDTX.

5-3. iLBC: ترميز معدل النقل المنخفض للإنترنت [19] هو خوارزمية مجانية لترميز الكلام ذو النطاق الضيق. تم تطويره من قبل Global IP Sound وتم تقيسه من قبل IETF بالمعيار RFC 3951 في عام 2004، وهو مناسب لكل من الاتصالات الصوتية عبر بروتوكول IP، تدفق الملفات الصوتية وأرشفة الملفات. هذه الخوارزمية تستخدم الخوارزميات الخطية للتنبؤ بالترميز (block-independent linear-predictive coding (LPC)). يدعم طولين أساسيين للإطارات هما: 20 ميلي ثانية و30 ميلي ثانية وبتردد أخذ عينات مقداره 8000 هرتز. الجدول (2)

يعرض عرض الرزمة وحجم الإطار لكل من نمطي هذا الترميز. ترميز iLBC يحقق خوارزمية اخفاء فقدان الرزم للتحكم بالاستجابة عند فقدان الرزم بشكل مشابه لما تم الإشارة اليه في الملحق الأول للخوارزمية G.711.

الجدول (2): أنماط معدل النقل للخوارزمية iLBC [19]

نمط الترميز	حجم الإطار (bits)	معدل نقل الخرج (kbps)
20 ميلي ثانية	304 (38 Byte)	15.2
30 ميلي ثانية	400 (40 Byte)	13.3

4-5 Adaptive Multi-rate Compression (AMR): تهدف هذه الخوارزمية إلى ترميز الكلام بمعدل بتات خرج متغير، حيث أنها أصبحت قياسية من خلال المشروع (3GPP) في عام 1998 [20] وهي حالياً مستخدمة بشكل كبير في كل من أنظمة اتصالات الموبايل (GSM و UMTS)، وشبكات بروتوكول VOIP [21]. اعتمد AMR من قبل مشروع 3GPP كترميز الزامي في كل من أنظمة الاتصالات اللاسلكية 2.5G و 3G بالاعتماد على تطور شبكات GSM. كتلة هذا الترميز يتكون من عدة رموزات بمعدلات متعددة، الية التحكم بمعدل المصدر تتضمن خوارزمية اكتشاف نشط الصوت (VAD)، وتحمل تولد الضجيج (CNG)، والية التسامح بالخطأ لمكافحة آثار أخطاء الإرسال وفقدان الرزم. رمز هذه الخوارزمية يأخذ مدخلات بمقدار 13 بت من اشارة PCM المنتظمة إما من الجزء الصوتي الخاص بمعدات المستخدم أو من جانب الشبكة من PSTN عبر تحويل الـ 8 بت A-law أو μ -law إلى 13 بت من PCM المنتظم. الكلام المرمز عند خرج مرمز الكلام يتم تغليفه وتسليمه الى بطاقة الشبكة، وعند المستقبل تحدث العملية المعاكسة.

خوارزمية AMR ذات النطاق الضيق (Narrow Band) صممت خصيصاً لتحسين متانة الخطوط حيث أنها تدعم التكيف الديناميكي مع شروط الشبكة باستخدام معدل بتات منخفض خلال مراحل ازدهام الشبكة أو تدهورها مع الحفاظ على جودة الكلام. من خلال تداول معدل نقل الكلام لترميز القناة فإن AMR تزيد من احتمال استقبال الإشارة في المسافات البعيدة. يعمل الترميز AMR-NB بمعدل بتات مقداره 8 بتات، الجدول (3)

يعرض جميع الأنماط الثمانية بالإضافة الى النمط AMR_SID، والذي يشير الى وصف
الاطارات الصامتة. مدة الإطار لترميز AMR-NB هي 20 ميلي ثانية.

الجدول (3): أنماط معدل النقل وارتباطها مع عرض الحزمة لترميز AMR-NB [20]

نمط الترميز	معدل بتات الخرج (kbps)
AMR_12.20	12.20
AMR_10.20	10.20
AMR_7.95	7.95
AMR_7.40	7.40
AMR_6.70	6.70
AMR_5.90	5.90
AMR_5.15	5.15
AMR_4.75	4.75
AMR_SID	1.8

5-5. Speex: ترميز [22] Speex هو برمجية مجانية ومفتوحة المصدر. تم تطويرها
من قبل Jean-Marc Valin ومؤسسة Xiph.org. كما أنها تشهد تطور وتحسن
مستمر حيث يقوم مجموعة من المستخدمين ومجموعات متحمسة من المبرمجين بتطويره
دورياً. حالياً تم دمج هذا الترميز مع أكثر من 15 من المنصات والتطبيقات وتستخدم بشكل
كبير مع بيئات بروتوكول VOIP نظراً لأن هذا الترميز صمم خصيصاً من أجل دمج الكلام
مع شبكات IP [22] [23]. يستخدم هذا الترميز مع كل من Asterisk، Microsoft
Netmeeting، Microsoft Xbox live و Google voice. ترميز Speex صمم
لكي يكون مرناً جداً ويدعم مجموعة واسعة من جودة الكلام وتغير معدل البتات. دعم جودة
الكلام العالية جداً تعني أن هذا الترميز يمكنه أن يرمز الكلام ذا النطاق العريض مثلاً
عينات بمعدل 16 كيلو هرتز بالإضافة الى الكلام ذي النطاق الضيق وبمعدل أخذ عينات
يساوي الى 8 كيلوهرتز. ترميز Speex قادر على تغير التعقيد للرمز. عدد صحيح يتراوح
بين 1-10 للتحكم بإجرائية الترميز المفضلة (القيمة 1 تعني أقل جودة وأقل عرض للرمز
بينما القيمة 10 هي أفضل جودة للكلام وأعلى استهلاك لعرض الرزمة). عند التطبيق

العملي فإن أفضل قيمة هي التي تكون بين 2 و4 على الرغم من أن القيم العليا مفيدة عند ترميز الأصوات التي لا تحوي على كلام مثل نغمات [22].

الجدول (4) يعرض الأنماط المختلفة لترميز Speex ذو النطاق الضيق. كما هو مبين في القسم السابق فإن خوارزمية الترميز سوف تبدل بين المعدلات بالاعتماد على خصائص إشارة الدخل وإعدادات الترميز. ترميز Speex يمكنه أيضاً أن يعمل بنمط معدل البيانات ثابت عندما يتم ضبط وسيطاته على ذلك.

الجدول (4): أنماط التشغيل لترميز Speex narrowband [22]

نمط الترميز معدل ترميز شيفرة المصدر

معدل الترميز	نمط الترميز
250 bps	0
2.15 kbps	1
5.95 kbps	2
8 kbps	3
11 kbps	4
15 kbps	5
18.2 kbps	6
24.6 kbps	7
3.95 kbps	8

يجدر الإشارة الى أن الخوارزميات الخمسة قد تم تضمينها سابقاً في المحاكى وأبنت كما ورد في كل من الدراسة [1] والدراسة [24] والدراسة [25].

6. الدراسات السابقة:

قبل إجراء هذه الدراسة تم مسح لمجموعة كبيرة من نماذج تقييم جودة الكلام وهي: نماذج تقييم جودة الكلام الذاتية:

- طرق (MOS) ITU-T P.800 لتحديد موضوعية جودة الإرسال [26].
- تصنيف التقييم المطلق ACR. (جهد السمع - جهازة الصوت).
- DCR (تقييم التراجع).
- CCR (تقييم الضغط).

• نموذج Opinion Equivalent-Q [27].

• طريقة Diagnostic Acceptably Method [28].

نماذج تقييم جودة الكلام الموضوعية:

طرق تقييم جودة الكلام الموضوعية يمكن أن تصنف إلى عدة مجموعات وذلك من عدة وجهات للنظر، إجرائية القياس ومعلومات الدخل المستخدمة من قبل نموذج تقييم الجودة. هذه التصنيفات هي:

• نماذج طبقة الكلام (Speech-Layer Models): هي نماذج موضوعية تتطلب

إشارة الكلام كدخل لها وتتوقع جودة الكلام [27] [29]. قد طورت أساليب متعددة لهذا الصنف، بدءاً من نماذج بسيطة للغاية حيث يتم فحص التشوه الموجي من خلال مقارنة إشارة الدخل مع إشارة الخرج بالاعتماد على التشوه الطيفي والتصنيفية الرقمية المطبقة على إشارة الصوت.

• نماذج طبقة الرزمة (Packet-Layer Models): نماذج موضوعية تستخدم

خصائص رزم IP فقط لتنتج جودة الكلام [27] [29]. هذه النماذج لديها ميزة القدرة على مراقبة جودة المكالمات الهاتفية الحية، وعادة يتم تطبيقها في هواتف IP.

على الرغم من أن النموذجين السابقين ينتجان الوسطاء أنفسهم (مثلاً جودة المكالمات)، إلا أنه يستخدمان في سيناريوهات مختلفة. على سبيل المثال إن كان من المستحيل أو من الصعب الحصول على عينات من الكلام الحقيقي عن طريق مراقبة جودة الخدمة، وبالتالي يتعين علينا أن نستخدم نماذج طبقة الرزمة. على العكس من ذلك إن كان من الصعب الحصول على معلومات الرزمة الضرورية أو أننا بحاجة للحصول على دقة عالية للجودة قدر الإمكان فعندها يجب أن نستخدم نماذج طبقة الكلام.

• نماذج الرأي (Opinion Models): نماذج الرأي هي مجموعة من منهجيات تقييم

النوعية الموضوعية التي تستخدم كل من الشبكة ووسيطات الجودة كي تقدر جودة المكالمات [27] [29]. هذه النماذج يشار إليها إلى أنها الأكثر اكتمالاً لأنها تنظر إلى كل من تدهور الجودة الناتجة عن ترميز الكلام، أخطاء البتات، التدهورات الناتجة عن محاولات الطاقة الصوتية، فضلاً عن نقاط الضعف التي تتعلق بشبكات IP مثل فقدان

الرزم والتغيرات وتأخير الشبكة. يمكن أن ينظر الى هذه النماذج على أنها مزيج من النموذجين السابقين. هذه النماذج تم دراستها منذ مدة طويلة ومع ذلك لا يوجد الكثير من المقترحات التي وصلت الى مرحلة أن تصبح معايير قياسية.

نماذج تقييم جودة الكلام الموضوعية التطفلية التي تم مسحها:

- ITU-T P.861. Perceptual Speech Quality Measure (PSQM, PSQM+, PSQM/IP) [30] [31] [32] [33]
- ITU-T P.862 الإدراك الحسي لتقييم جودة الكلام (Perceptual Evaluation of Speech Quality (PESQ) [34].

نماذج تقييم جودة الكلام الموضوعية الغير تطفلية التي تم مسحها:

- طريقة ITU-T P.563 الموضوعية والأحادية الجانب لتقييم جودة الكلام في تطبيقات الاتصالات الهاتفية ذات النطاق الضيق (طبقة الكلام) [35] [36].
- تقنيات تكميم الشعاع (Vector quantization techniques) (طبقة الكلام) [37] [38].
- تقييم جودة الكلام الغير تطفلي باستخدام واجهة نظام Neurofuzzy المتكيفة (طبقة الكلام) [39].
- المراقبة في الزمن الحقيقي لقياس جودة مكالمات VOIP المباشرة (طبقة الرزمة) (P.VTQ) [40].
- ITU-T G.107 (E-model)، النموذج الحسابي المستخدم في التخطيط للإرسال (نموذج الرأي) [6].

إن جميع المقالات البحثية توصي باضافة احد نماذج تقييم جودة الكلام الموضوعية ضمن كل محاكي شبكي وقد وجدنا أن أكثر خوارزمية ملائمة للمحاكي الشبكي أوبنت هي E-model، لذا كان هدف هذا البحث هو تحقيق نموذج يمكننا من اضافة النموذج E-model في المحاكي أوبنت والذي يزودنا بطريقة فعالة وبسيطة لإيجاد ارتباطات بين التنبؤ بجودة الكلام وتشوهات الشبكة، ومن ثم تقييم أداء خمسة من خوارزميات الترميز

(الثابتة والمتغيرة) الأكثر شهرة واستخداماً في الدراسات المرجعية باستخدام النموذج
المضاف وذلك في نموذج شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث.
7. محاكي الشبكات أوبنت:

إن OPNET عبارة عن أداة تجارية من شركة MIL3 [41] طورها الطالب Alain Cohen في عام 1986 وهو اختصار لـ Optimized Network Engineering Tools أي أدوات هندسة الشبكات المحسنة. هو أحد أشهر المحاكيات الشبكية وأكثرها شعبية نتيجةً لاستخدامه الواسع في مجالي الصناعة والأبحاث الشبكية [42]، وهو نظام هندسي قادر على محاكاة شبكات اتصال ضخمة مع نمذجة تفصيلية للبروتوكولات، والتطبيقات، والأجهزة، وتحليل للأداء. في عام 2000 تم تغيير اسم الشركة MIL3 إلى OPNET Technologies, Inc وذلك تزامناً مع الإصدار السابع منه، وتم شراؤها من قبل Riverbed في عام 2012.

ميزته أنه يمتلك واجهات صورية قوية جداً للنموذج، محاكاة ديناميكية، وجدولة للأحداث، وأدوات تحليل متكاملة، وهرمية للبيانات [43]. ببساطة هو أداة محاكاة للشبكة تتيح تعريف طوبولوجيا الشبكة، العقد، التوصيلات، التطبيقات وغيرها. كما يمكن للمستخدم أن يعرف العمليات التي يمكن أن تحدث في عقدة جزئية وخصائص توصيلات الإرسال، وبعد ذلك تنفذ المحاكاة وتحلل النتائج لأي عنصر في شبكة المحاكاة [44]. كما إن OPNET هو بيئة محاكاة غرضية التوجه يحقق كل المتطلبات ويعتبر محاكي الشبكة الأكثر فعالية للأغراض العامة، ويشمل أيضاً على أدوات التحليل المخصصة لتفسير وتركيب الخرج ويعتمد محاكاة الأحداث المتقطعة. علاوة على ذلك فهو يتضمن دعم للغة C مزوداً بالقدرة على تحقيق أي مهمة أو بروتوكول. إن مجال واسع من أنظمة الاتصال بدءاً من شبكات LAN البسيطة حتى شبكات الأقمار الصناعية مدعومة من قبل OPNET. لكن من سيئاته أنه يحتاج إلى Compiler مثبت على جهاز الكمبيوتر لكي يستطيع العمل كما انه كبير الحجم وغالي الثمن إذا استخدم للأغراض التجارية ولكنه مجاني للأغراض البحثية بالإضافة إلى انه معقد مما يستغرق الكثير من الوقت أثناء التعلم.

لقد قمنا في هذا البحث باختيار برنامج (OPNET Modeler version 14.5) وهو برنامج معروف عالمياً في مجال محاكاة الشبكات ذات الأغراض العامة، وقد تم اختياره نتيجة لدعومه المميز لبروتوكول نقل الصوت عبر الإنترنت كما أنه يعد السباق في محاكاة خوارزميات ترميز الكلام، كما أن معظم الأبحاث المرجعية التي شملتها الدراسة المرجعية قامت باستخدامه، ومعظم المحاكيات الأخرى التي قمنا بتجريبها لا تحتوي على نماذج تدعم أبسط خوارزميات الترميز الشائعة، بالإضافة إلى ما يتمتع به من ميزات سواء احتواءه على واجهة رسومية GUI تسهل على المستخدم تصميم النماذج، كما أنه يملك مكتبة كبيرة جداً من النماذج الجاهزة للاستخدام والقابلة للتعديل، ونتيجةً للتبسيط والسهولة التي يقدمها لإضافة أي مكون جديد نتيجة لاعتماده على مفهوم الطبقات ومخطط الحالات وعلى لغة Proto C البسيطة والشهيرة، إضافةً إلى دعمه للعديد من نماذج التطبيقات كالبريد الإلكتروني وتصفح الإنترنت ونقل الملفات والاستعلامات وغيرها والتي يمكن تخصيصها بسهولة، بالإضافة إلى أنه موثوق بشكل جيد ويؤمن إمكانية عرض النتائج بشكل رسومي مما يسهل تحليلها، أي انه ببساطة يؤمن متطلبات البحث.

8. تحقيق النموذج E-model في المحاكى أوبنت:

كما ذكرنا سابقاً لتحقيق هذا النموذج يجب حساب "معامل التقييم (Rating Factor)" والذي يقيس جودة الكلام ويأخذ قيمة ضمن المجال 0 و 100 ويمكن أن يسقط ليعطي تقييم لرأي المستخدم (متوسط الرأي الشخصي). بالأخذ بالحسبان كل من الفرضيات والاقتراحات من ITU-T G.107 التي تم مناقشتها [25] وبالأخص التعديلات التي اضيفت في عام 2000 والتي عرضت في الملحق A من [6]، المعادلة (3) تختزل المعادلة (2). حيث I_e تمثل معامل تلف المعدات، حيث إن هذا المعامل يعدّ تأثير للترميز وفقدان الرزم نتيجةً لتوزيع العشوائي، والمعامل I_d هو تلف التأخير المرتبط بالصدى والتأخير الكلي في مسار النقل. لأغراض توضيحية فإن المعادلة (3) يعاد تعريفها كما في المعادلة (6).

$$R = 93.2 - I_d - I_e \quad [6]$$

8-1. حساب معامل تشوه المعدات (I_e): تمثل المعادلة (5) النموذج المقترح من قبل ITU-T G.107 [6] لحساب معامل تلف المعدات I_e . من هذه المعادلة اثنين من العوامل

المستقلة يمكن اخراجها. الأول معامل تلف المعدات عندما يكون فقدان الرزم صفرية حيث أنه يبحث حصراً في تدهور نوعية الكلام كنتيجة لانخفاض معدل بتات عملية الترميز. العامل الثاني يتضمن التأثير على جودة الكلام كنتيجة لفقدان الرزم. هذان العاملان مستقلان عن بعضهما، على الرغم من أن كل منهما تابع للترميز. يمكن كتابة نسخة مبسطة وصالحة من المعادلة (5) كما في المعادلة (7) حيث I_{e0} تمثل معامل ضعف المعدات الموافق لشرط [7] يكون فقدان الرزم صفرية و $I_{e_pktloss}$ تمثل معامل تأثير ضعف المعدات المرتبط بمعدل فقدان الرزم.

$$I_e = I_{e0} + I_{e_pktloss}$$

الإجرائية التالية الموصى بها من قبل ITU لإيجاد الترميز الصحيح التابع لوسيطاته والذي يساهم في حساب ضعف المعدات (مثلاً I_e عندما تكون الرزم المفقودة صفرية أو مرونة فقدان الرزم) يتطلب إجراء اختبار ذاتي موسع. قيمة I_e الموافقة لفقدان الرزم الصفري ومرونة فقدان الرزم لبعض مقاييس ITU التي تخص خوارزميات ترميز الكلام يمكن أن نجدها في ITU-T G.113 [8]. الاختبارات الذاتية يمكن أن تكون مستهلكة للوقت وعملية مكلفة. بعض الباحثين والمنظمات ربما ليس لديهم المصادر لإجراء الاختبار، لتغطية هذه المحدودية فإن المنهجية المعروضة في [45] تسمح بتوليد الوسطاء الضرورية للنموذج E للترميز المتحكم به. أيضاً الدراسة المقدمة في [46] تحسن العمل المعروض في [45]. بهذا فإن النموذج E يصبح متاحاً لعدد واسع من الترميز بما يتضمن بعض خوارزميات الترميز المتغيرة. في الدراسة [46] يتم الحصول على الوسطاء المراد تكاملها مع النموذج E لكل من الترميز AMR-NB والترميز iLBC.

الجدول (5): وسطاء خوارزمية ملائمة المنحني التي تعطي التابع التحليلي المستخدم في

حساب معامل ضعف المعدات [46] [45]

الوسيط	AMR (H)	AMR (L)	G.729	G.711	iLBC
a	16.68	30.86	21.14	30	12.59
b *100	30.11	4.26	12.73	15	9.45
c	14.96	31.66	22.45	0	20.42

الخوارزمية المقدمة في [46] في خطواتها الأولى تستخدم PESQ [34]، نموذج تقييم جودة الكلام الموضوعي التداخلي وذلك لحساب I_{e0} . قيمة MOS عند شروط فقدان الرزم الصفري يتم الحصول عليها من PESQ. بحل المعادلة (1) من أجل المعامل R ، وبافتراض أن قيمة MOS المحسوبة باستخدام PESQ لا تأخذ بالاعتبار أي تأخير من النوع $M2E (I_d=0)$ يضعف المعدات الموافق لفقدان الرزم الصفري (I_{e0}) يمكن الحصول عليه بسهولة. الخطوة الثانية هي أن نحدد كم مقدار تأثر كل خوارزمية ترميز بفقدان الرزم ($I_{e_pktloss}$). يتم إنجاز عملية مشابهة حيث إن الكلام يتعرض الى قيم متزايدة من فقدان الرزم التي يتم حقنها في نموذج PESQ [34]. بمعرفة قيمة I_{e0} للترميز المستخدم، يمكن رسم الشكل الذي يوصف $I_{e_pktloss}$ مقارنةً مع فقدان الرزم. أخيراً باستخدام خوارزمية ملائمة المنحني (والتي تعطي تابعاً تحليلياً). المعادلة (8) تعرض مثل هذا التابع حيث P هي نسبة الرزم المفقودة و a و b و c هي وسيطات هذه الخوارزمية. الجدول (5) يعرض قيم a و b و c للترميز PLC G.711، والترميز AMR-NB($H=12.2$)، والترميز AMR-NB($L=4.75$)، والترميز iLBC-20ms، ولخوارزمية G.729.

$$I_e = a \ln(1 + bp) + c \quad [8]$$

2-8. حساب معامل تشوه التأخير (I_d):

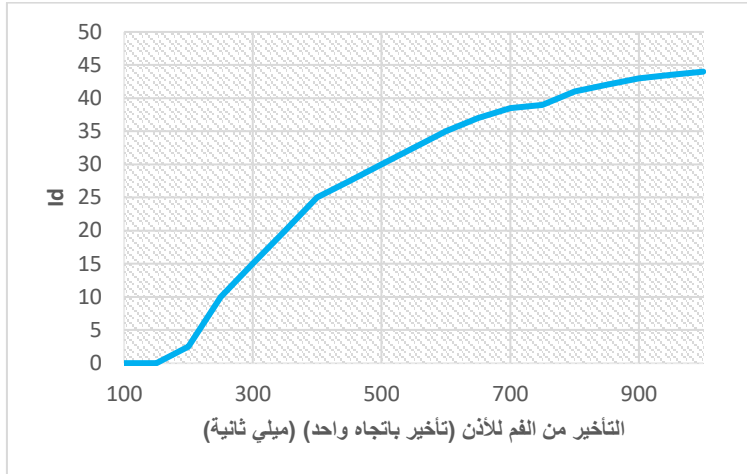
المعادلة (4) تعرض جميع العناصر اللازمة لحساب معامل ضعف التأخير I_d . طالما أن الهدف من هذا البحث هو التركيز على تطوير أداة تقييم لشبكات تبديل الرزم، التأثير الذي نحصل عليه في شبكة تبديل الدارة هو ضئيل. علاوة على ذلك بالأخذ بالحسبان الغاء الصدى المثالي. من ITU-T G.107 [6]، I_d كتابع للتأخير M2E ((ميلي ثانية)) باتجاه واحد، T_a يمكن أن يكتب بـ:

$$I_d = I_{dd} = 25 \left[\sqrt[6]{1 + X^6} - \sqrt{1 + \left(\frac{X}{3}\right)^6} + 2 \right] \quad [9]$$

$$\text{where } X = \log_2\left(\frac{T_a}{100}\right)$$

لأغراض مرجعية فإن المعادلة (9) ترسم في الشكل (5) من أجل M2E أعلى من ثانية واحدة. يمكن أن نلاحظ أنه من أجل التأخير الأدنى من 200 ميلي ثانية فإنه لا يوجد تشوه في الصوت وذلك وفقاً لضعف التأخير المسجل. من أجل قيمة التأخير M2E بين 200 ميلي ثانية و600 ميلي ثانية فإن تأثير التأخير M2E ينعكس تقريباً بشكل خطي في ضعف التأخير. من أجل قيمة التأخير M2E أعلى من 600 ميلي ثانية فإن Id ينتقل بشكل متقارب رياضياً الى القيمة 50. ($\lim_{x \rightarrow \infty} eq. 3.14 = 50$).

المعادلة (6-1) المبينة في [25] تستخدم لحساب التأخير M2E باتجاه واحد. احترام هذا المعادلة الموجودة في حساب الإطار AMR-NB أنها تطبق على جميع الترميز. القيم المرجعية للتأخير المتعلقة بخوارزميات الترميز - فك الترميز لكل من G.711 و G.729 و iLBC يمكن أن نجدها في الملحق الأول لـ ITU-T G.114 [47]. معظم الأبحاث الحالية التي تعتمد على النموذج E [46] [48] لا تأخذ بالحسبان اختلاف الوقت وفقاً لطبيعة التشوه. مما يعطي نتائج مضللة. كمثال توضيحي، بافتراض محادثة مدتها 100 ثانية. من أجل فقدان 1% النماذج التقليدية سوف تكتشف معظم تدهورات الجودة الغير الملحوظة. على أية حال إذا كان معدل فقدان الرزم 1% متركز في ثلاثة ثواني، وبالتالي خلال هذا الوقت فإنه حصل فقدان رزم بمعدل 30% مما يعطي تشوهاً في جودة الصوت ملحوظاً ومعتبراً. في هذه الأطروحة طالما أن كل من قيم معدل فقدان الرزم والتأخير M2E ومدة المخزن المؤقت يتم الحصول عليهم خلال المحاكاة، فإن اختلاف الوقت للتشوهات الشبكية يسبب تدهورات في الكلام. الشكل (6) يعرض تحقيق الأوبنت لحساب الـ MOS بالاعتماد على تحقيق النموذج E-model في عقدة الزبون. من أجل حساب ضعف المعدات فإن الوسطاء gamma1 و gamma2 و gamma3 مرتبطة بالوسطاء c و a و b من المعادلة (6-13) على الترتيب.



الشكل (6): نموذج تلف التأخير للمعيار ITU-T G.107

```
// حساب معامل تشوه التأخير //log(x) is actually ln(x) in C programming
X = 1.442695*log ((double) delay_total/100); //log2(x) = ln(x)/ln(2); 1/ln(2) ~ 1.443
Id = 25*( pow( 1+pow(X,6), (double)1/6) - 3*( pow( 1+ pow((double)X/3,6), (double)1/6) ) + 2 );
// حساب معامل تشوه المعدات
Ief = gamma1 + gamma2*log(1+ (double)gamma3*pkt_loss_ratio/100);
// حساب قيمة المعامل R
R = 93.2 - Id - Ief;
// استنتاج قيمة متوسط الرأي الشخصي من القيمة R
1T (R<6.5)
MOS = 1;
else if (R> 100)
MOS = 4.5;
else // 6.5<R<100
MOS = 1 + 0.035*R + 7e-6*R*(R-60)*(100-R);
```

الشكل (7): حساب الـ MOS بالاعتماد على تحقيق النموذج E في عقدة الزبون

9. تقييم أداء الخوارزميات المدروسة في نموذج شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة

البعث باستخدام النموذج E-model:

في هذا السيناريو سوف يتم تقييم أداء جميع خوارزميات ترميز الكلام المدروسة باستخدام عقدة توليد حمل الخلفية وذلك في نموذج شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث التي تم توصيفها سابقاً بشكل مفصل سابقاً في الدراسة [1] والدراسة [24] والدراسة [4].

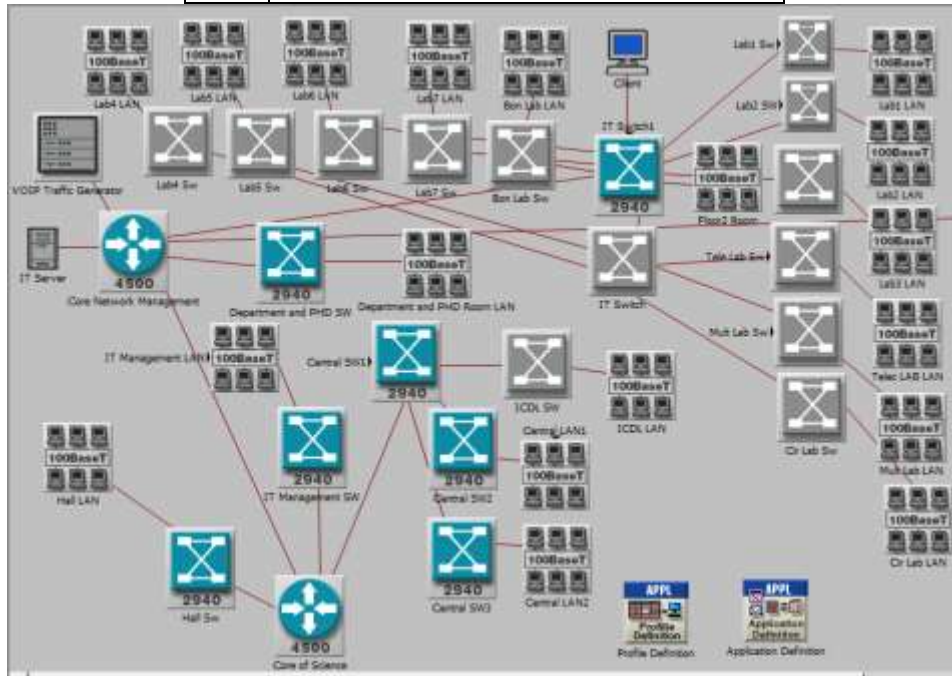
حيث أن شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث تتوزع على ثلاثة طوابق في الطابق الأول تتوضع المكاتب الإدارية (العميد - سكرتاريا العميد - نواب العميد - محاسب

الرواتب - رئيس الدائرة - الذاتية - شؤون الطلاب - الديوان - الامتحانات - قاعة
السمنار - التصوير - معتمد الرسوم) بالإضافة إلى المخبر المركزي الذي يحتوي على
شبكة مكونة من 100 جهاز حاسوب ومخبر علوم الحاسب والقاعات حيث أن جميع
تجهيزات هذا الطابق تتصل شبكياً بالمبدلة الرئيسية في كلية العلوم التي تتوضع في الطابق
الأرضي لكلية العلوم والتي تتصل بدورها بالمبدلة الرئيسية الأخرى الموجودة في غرفة إدارة
الشبكة في الطابق الثاني. أما بالنسبة للطابق الثاني فيحتوي على بعض الغرف الإدارية
(المكتبة - المخبرين - مراقب الدوام - الدراسات العليا) والمخابر (1-2-3- الوسائط
المتعددة - الاتصالات - الدارات) التي تتصل جميعها بالمبدلتين IT_Switch و
IT_Switch1 الموجودتين في نفس الطابق والتي تتصل احدهما بشكل مباشر مع
المبدلة الرئيسية في غرفة إدارة الشبكة في نفس الطابق، وفي الطرف الآخر يوجد بعض
الغرف الإدارية التي تخص أعضاء الهيئة التدريسية وغرفة أعضاء الهيئة الفنية والأقسام
والسكرتارية الخاصة بهم وجميعها تتصل بالمبدلة Department and PHD SW
التي تتصل بدورها بالمبدلة الرئيسية في غرفة إدارة الشبكة. أما الطابق الثالث يحتوي على
المخابر (البنيان - 4 - 5 - 6 - 7) والتي تتصل جميعها بالمبدلتين IT_Switch
وIT_Switch1 الموجودتين في الطابق الثاني. يبين الشكل (8) الطوبولوجيا الشبكية
لكلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث. كما يجمع الجدول (6) كافة التجهيزات الشبكية
الخاصة بكلية الهندسة المعلوماتية. حيث تم استخدام المكون BaseT_LAN100
الموجود ضمن المحاكى أوبنت للتعبير عن الشبكات الداخلية للمكاتب الإدارية والمخابر
والقاعات وغيرها بحيث تم ضبط عدد الأجهزة ضمنها باستخدام الخاصية (Number of
Workstations). كما تم تعريف خمسة أنواع من الحمل في هذه الشبكة كما هو مبين
في الجدول (7)، وتم ضبط استخدام الأنواع الخمسة من الحمل في عقدة المخدم الخاصة
بالكلية والمتوضع في غرفة إدارة الشبكة من خلال ضبط قيمة الخاصية Supported
Services. بالنسبة لسرعة الكابلات فإن جميع سرع الكابلات المستخدمة في الشبكات
الداخلية الفرعية (داخل كل من المخابر والقاعات والمكاتب الإدارية والوصلات بين مبدلات
المخابر (الغير قابلة للإدارة) والمبدلات الرئيسية في الطوابق والوصلات بين المبدلة
الرئيسية في المخبر المركزي والمبدلات الأخرى داخله) هي 100 ميغابت في الثانية، أما

بالنسبة للكابلات التي تربط بين المبدلات الرئيسية (التي من النوع سيسكو 2940) في الطوابق والمبدلتين الرئيسيتين (من النوع سيسكو 4500) في كلية العلوم وفي إدارة الشبكة هي من النوع فايبر بسرعة 1000 ميغابت في الثانية.

الجدول (6): تجميع التجهيزات الشبكية الخاصة بكلية الهندسة المعلوماتية

العدد	التجهيز الشبكية
338	النقاط الشبكية
5	مبدلة ب 24 منفذ قابلة للإدارة
2	مبدلة ب 48 منفذ قابلة للإدارة
13	مبدلة ب 24 منفذ غير قابلة للإدارة
2	مبدلة شبكية مركزية من النوع سيسكو 4500
1	مخدم تطبيقات
325	أجهزة حواسيب
1	طابعة شبكية



الشكل (8): الطوبولوجيا الشبكية الداخلية لشبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث
مع العقد الجديدة المضافة

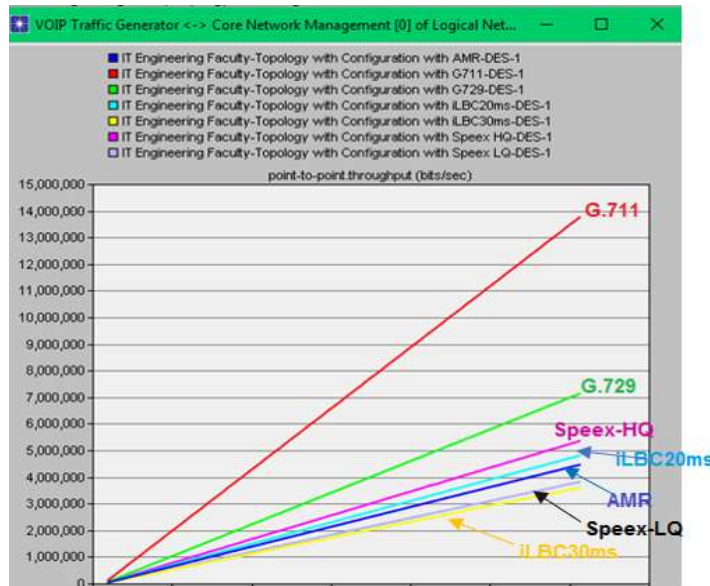
الجدول (7): التطبيقات المستخدمة في الشبكة

اسم التطبيق	نوع الحمل
نقل الملفات (FTP)	عالي
طباعة (Print)	متوسط
بريد الكتروني ((Email (POP 3 , SMTP))	ملفات نصية
قواعد بيانات (Database)	متوسط
تصفح مواقع الويب والتحميل (HTTPs)	عالي جداً
الحمل الصوتي (VOIP)	متوسط

تم تعريف اثنان من البروفایل الأول عام باسم (General Profile) يعمل بالتطبيقات الخمسة السابقة يتم استخدامه في أجهزة كل من المكاتب الإدارية وغرف أعضاء الهيئة التدريسية والفنية والأقسام ومخبر علوم الحاسب والمخبر المركزي، والثاني محدود باسم (Lab Profile) يعمل باثنان من التطبيقات فقط (نقل الملفات - تصفح الويب) تعمل بشكل متزامن مع بعضها ويتم استخدامه في أجهزة المخابر جميعها وفي القاعات. حيث أن كلاهما يبذلان بالعمل عند الثانية 100 من بدء المحاكاة وينتهيان عند انتهاء زمن المحاكاة. تم ضبط استخدام كل من البروفایل الأول والثاني في العقد BaseT_LAN100 من خلال ضبط قيمة الخاصية Supported Profile.

حيث إنه في البداية سوف يتم اختبار الأداء ضمن الشبكة الداخلية (عقدة توليد حمل الخلفية ومصب الحمل يتوضعان داخل الشبكة) ومن ثم اختبارها عند إجراء المكالمات خارج شبكة الجامعة لكي يظهر التأثير بشكل أكبر. حيث تم تنفيذ سيناريو منفصل لكل خوارزمية من خوارزميات الترميز وتم قياس قيمة الإنتاجية لإحدى الوصلات الشبكية. في الاختبار الأول تم وضع كل من عقدة توليد حمل الصوت الذي يعمل في الخلفية للترميز السبعة وعقدة الزبون الذي يشكل مصب للحمل في الشبكة الداخلية كما هو ظاهر في الشكل (8)، وتم ضبط اعدادات عقدة مولد حمل الخلفية لكل ترميز بمعدل إطار واحد لكل رزمة، وعدد

المحادثات هو 125 محادثة (عدد عشوائي) تبدأ عند بداية تشغيل المحاكاة وبفاصل زمني ثابت بينها وتم تحديد عنوان عقدة الزبون كمصّب للحمل. في عقدة الزبون يتم ضبط تردد RTCP بمعدل رزمة كل 150 رزمة RTP (تقريباً 3 ثوان بين كل رزمة RTCP وأخرى) وذلك للترميز AMR، ومن ثم تم تشغيل المحاكاة لفترة زمنية مقدارها 10 دقائق. من نتائج الشكل (9) الذي يعبر عن قيمة الإنتاجية لإحدى الوصلات الشبكية في حالة كل من خوارزميات الترميز المدروسة نلاحظ أن أكبر قيمة للإنتاجية (الأكثر استهلاكاً) هي للخوارزمية G.711 (تصل إلى 14 ميغابت في الثانية تقريباً) تليها الخوارزمية G.729 (تصل إلى 7 ميغابت في الثانية) ومن ثم قيم باقي الخوارزميات متقاربة نوعاً ما وأن أفضل قيمة تحققت مع الخوارزمية iLBC30ms تليها الخوارزمية Speex-LQ بشكل قريب عليها ومن ثم الخوارزمية AMR والخوارزمية iLBC20ms، من هذا الشكل نستنتج أن استخدام خوارزميات الترميز ذات معدل بتات الخرج المتغير أعطى أقل استهلاك لعرض الرزمة (بغض النظر عن الخوارزمية iLBC30ms التي تغلف حجماً كبيراً من البيانات الصوتية (مدة الاطار 30 ميلي ثانية) وبالتالي مساومة بشكل كبير في الجودة) مع المحافظة على جودة معتدلة نتيجة لتغير حجم الاطار وفقاً لشروط الشبكة الحالية.



الشكل (9): مقارنة قيمة الإنتاجية لكافة الخوارزميات المدروسة ضمن الشبكة الداخلية

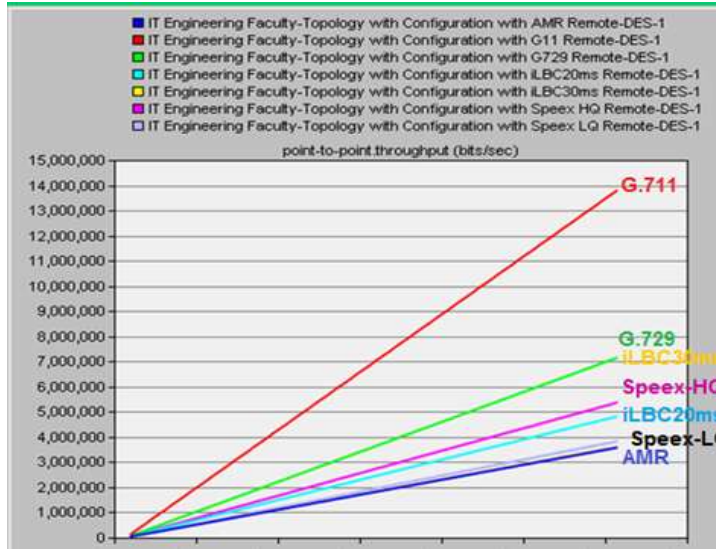
في المحاكى أوبنت واستخدامه في تقييم خوارزميات ترميز E-model تحقيق نموذج تقييم جودة الكلام
الصوت في نموذج شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث

في الاختبار الثاني تم نقل عقدة الزبون إلى شبكة خارجية متصلة عبر الإنترنت (ولتوضع مثلاً في الوزارة) بغرض دراسة تأثير الخوارزميات السبعة في عرض الرزمة للوصلات الخارجية عند إجراء المكالمات خارج الجامعة. الشكل (10) يبين التعديل على الشبكة المدروسة حيث إن الشبكة الفرعية IT Faculty تشكل الشبكة الداخلية للكلية التي تم توصيفها سابقاً، والوصلة بين موجه الجامعة والمكون IP Cloud من النوع PPP_DS3 تعمل بسرعة 44.736 ميغابت في الثانية أما الوصلة الثانية بين IP Cloud والطرف الموجه الخارجي فهي من النوع PPP_DS1 وتعمل بسرعة (1.54) ميغابت في الثانية وتم تطبيق تأخير في العقدة IP Cloud كتوزيع طبيعي خصائصه $N(0.175, 0.001)$ ، وبالإعدادات نفسها وزمن المحاكاة للاختبار السابق، وتم قياس الإنتاجية للوصلة الخارجية الأولى.



الشكل (10): الطوبولوجيا المدروسة بعد التعديل

الشكل (11) يظهر قيمة الإنتاجية للوصلة بين موجه الجامعة والـ IP Cloud حيث نلاحظ أن الخوارزمية AMR أعطت أقل قيمة للإنتاجية (الأفضل) تقريباً تصل إلى (3.5) ميغابت في الثانية) ومن ثم الخوارزمية Speex-LQ بقيمة قريبة جداً منها (3.9) ميغابت في الثانية) وأن اسوء قيمة للإنتاجية كانت للخوارزمية G.711 (13.9) ميغابت في الثانية) ومن ثم G.729 (7.2) ميغابت في الثانية). لا ننسى أن هذا الحمل يعبر عن المكالمات الصوتية فقط وكلية واحدة ولم يتم الأخذ بالحسبان حمل المكالمات الصوتية لباقي الكليات وبالإضافة إلى حمل باقي التطبيقات الشبكية على هذه الوصلة، لذا من المفيد تطبيق التراميز ذات معدل بتات الخرج المتغير بدلاً من التراميز الثابتة عند إجراء مكالمات بروتوكول نقل الصوت عبر الإنترنت خارج نطاق الشبكة الداخلية حيث نحصل على أقل استهلاك لعرض الرزمة مع المحافظة على جودة معتدلة نتيجةً لتغير حجم الإطار لملائمة شروط وحالة الشبكة. تم تكرار كل من السيناريوهات 10 مرات لكل ترميز ولم نلاحظ أي تأثير أو سلوك عشوائي.



الشكل (11): مقارنة قيمة الإنتاجية لكافة الخوارزميات المدروسة ضمن الشبكة الخارجية

10. ملخص النتائج والتطلعات المستقبلية:

أظهرت النتائج دقة التعديل على العقدة المضافة مقارنةً بالقيم النظرية لتراميز الصوت كما أشارت إلى إن تحديد الخوارزمية المستخدمة هو أمر معقد ويعتمد على السيناريو المدروس وعلى حالة الشبكة المتغيرة وتوصيفها وبالأخص سرعة الوصلات، كما أظهرت أن الترميز الأكثر اعتدالاً من منظور جميع القياسات هو الترميز المتغير AMR-NB حيث أنه حقق أقل قيمة للحمل المستلم مع قيمة متوسط رأي شخصي جيدة وبالتالي يعد الأكثر ملائمةً لتطبيقه في شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث من بين الترميز المدروسة.

حالياً نتطلع الى اضافة نماذج تقييم أخرى مثل نموذج الإدراك الحسي لتقييم جودة الكلام (ITU-T P.862)، (ITU-T P.563)، POLQA (ITU-T P.863)، وتقنيات تكميم الشعاع وغيرها. كما نتطلع الى تطوير العقد المضافة من خلال محاكاة خوارزميات ترميز أخرى ذات معدل بتات خرج متغيرة مثل EVCR و OPUS و SILK ومقارنتها مع الخوارزمية الأفضل AMR-NB التي حصلنا عليها في هذه الدراسة، مجالات أخرى يمكن أن تتم هذا البحث هي دراسة تأثير الخوارزميات المضافة على أداء العقد الشبكية مثل

في المحاكى أوبنت واستخدامه في تقييم خوارزميات ترميز E-model تحقيق نموذج تقييم جودة الكلام الصوت في نموذج شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث

المعالج والذاكرة العشوائية. كما يمكن إجراء دراسة لتطبيق بعض مفاهيم جودة الخدمة وتقنيات التعامل مع الأرتال وقياس أداء الشبكة بعد تطبيقها.

11. جدول المختصرات:

3GPP	Generation Partnership Project
AMR- NB	Adaptive Multi-Rate Compression Narrow Band
CNG	Comfort Noise Generation
CS-ACELP	Conjugate-Structure Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction
DTX	Discontinuous Transmission
iLBC	Internet Low Bitrate Codec
LPC	linear-predictive coding
MOS	Mean Opinion Score
MOS	Mean Opinion Score
OPNET	Optimized Network Engineering Tool
PCM	Pulse Code Modulation
PESQ	Perceptual Evaluation of Speech Quality
PLC	Packet Loss Concealment
PSTN	Public Switched Telephone Network
RLR	Receiver Loudness Rating
RTCP	Real-Time Control Protocol
RTP	Real-Time Protocol
SLR	Sender Loudness Rating
VAD	Voice Activity Detection
VOIP	Voice over Internet Protocol

12. المراجع:

- [1] م. يمان غازي and د. ماهر عباس, "تحقيق خوارزمية ترميز الكلام AMR-NB ذات معدل بنات الخرج المتغير في المحاكى أوبنت واختبار أداؤها على شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث" مجلة جامعة البعث, vol. 40, 2018.
- [2] Sheetal Jalendr and Shradha Verma, "A Detail Review on Voice over Internet Protocol (VoIP)," *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, May 2015.
- [3] Rahul Singh and Ritu Chauhan, "A Review Paper: Voice over Internet Protocol," *International Journal of Enhanced Research in Management & Computer Applications*, January 2014.
- [4] د.م يمان غازي, "تحقيق عقدة توليد حمل الكلام الحقيقي في المحاكى أوبنت وتقييمها باستخدام خوارزميات ترميز الصوت في شبكة كلية الهندسة المعلوماتية بجامعة البعث" مجلة جامعة البعث, 2021.

- [5] M. Karjalainen, "A new Auditory Model for the Evaluation of Sound Quality of Audio Systems," *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, pp. 608-611, 1985.
- [6] I.-T. R. G. 107, "The E-model, a Computational Model for Use in Transmission Planning," *International Telecommunication Union*, 2003.
- [7] Shahid Ali and Bilal Zahid Rana, "OPNET Analysis of VoIP over MPLS VPN with IP QoS," *Blekinge Institute of Technology - Sweden*, March 2011.
- [8] I. T. Union, "Transmission Impairments Due to Speech Processing," *ITU-T Recommendation G.113*, 2007.
- [9] Therdpong Daengsi and Pongpisit Wuttidittachotti, "QoE Modeling A Simplified E-model Enhancement Using Subjective MOS Estimation Model," *ICUFN, IEEE*, pp. 386 - 390, 2015.
- [10] J. D. Gibson, "Speech Coding Methods, Standards, and Applications". *Department of Electrical & Computer Engineering - University of California, Santa Barbara*.
- [11] W. C. CHU, SPEECH CODING ALGORITHMS Foundation and Evolution of Standardized Coders, San Jose, California - USA: John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [12] "Performance Analysis Of VOIP Codec's With QoS Parameters," *International Journal of Advance Foundation and Research in Computer (IJAFRC)*, pp. 96-103, May 2015.
- [13] "International Telecommunications Union," [Online]. Available: <http://www.itu.int/>. [Accessed Dec 2017].
- [14] I.-T. R. G. 711, "Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies," in *International Telecommunication Union*, 2003.
- [15] I. T. Union, "Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies. Appendix I: A High Quality Low-Complexity Algorithm for Packet Loss Concealment for G.711," *ITU-T Recommendation G.711*, 1999.
- [16] I. T. Union, "Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies. Appendix II: A Comfort Noise Payload Definition for ITU-T G.711 Use in Packet-Based Multimedia Communication Systems," *ITU-T Recommendation G.711*, 2000.
- [17] I. T. Union, Coding of speech at 8 kbps using conjugate structure algebraic-codec-excited linear-prediction, ITU-T Recommendation G. 729, 1996.
- [18] I.-T. R. G.723.1, "Dual Rate Speech Coder for Multimedia Communication Transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s," in *International Telecommunication Union*, 1996.
- [19] A. D. H. A. R. H. W. K. J. L. S. Andersen, Internet Low Bit Rate Codec (iLBC), 2004.
- [20] 3GPP, "AMR Speech Codec; General Description," *TS 26.071*, 1999.
- [21] I. Johansson and T. Frankkila, "Bandwidth efficient AMR Operation for VoIP," *IEEE Proceedings of the Workshop on Speech Coding*, pp. 150-152, 2002.
- [22] J. M. Valin, "The Speex Codec Manual Version 1.2 Beta 3," 2007.
- [23] "The Xiph Open Source Community," [Online]. Available: <http://www.speex.org/>. [Accessed 2017].
- [24] د. ماهر عباس, "مقارنة خوارزميات ترميز الكلام ذات معدل بنات الخرج الثابت على شبكة كلية and م. يمان غازي", *مجلة جامعة البعث*, vol. 40, 2018. الهندسة المعلوماتية في جامعة البعث باستخدام المحاكى أوبنت
- [25] "د. ماهر عباس, "تطوير وتحقق نماذج محاكاة ذات تطبيقات خاصة لمحاكي الشبكات أوبنت and م. يمان غازي", *جامعة البعث - أطروحة دكتوراه*, 2018.
- [26] I. T. Union, "Methods for Subjective Determination of Transmission Quality," *ITU-T*

Recommendation P.800, 1996.

- [27] A. Takahashi, H. Yoshino and N. Kitawaki, "Perceptual QoS Assessment Technologies for VoIP," *IEEE Communications Magazine*, pp. 28-34, 2004.
- [28] W. D. Voiers, "Diagnostic Acceptability Measure for Speech Communication Systems," *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, pp. 204-207, 1977.
- [29] H. Y. N. K. A. Takahashi, "Objective Assessment Methodology for Estimating Conversational Quality in VoIP," *IEEE Transaction on Audio, Speech and Language Processing*, pp. 1984-1993, 2006.
- [30] J. G. Beerends and J.A. Stemerdink, "A Perceptual Audio Quality Measure," *AES Convention*, 1992.
- [31] I. T. Union, "Objective Quality Measurement of Telephone-Band (300-3400Hz) Speech Codecs," *ITU-T Recommendation P.861*, 1998.
- [32] I. T. Union, "Artificial Voices," *ITU-T Recommendation P.50*, 1999.
- [33] M. Goudarzi, "Evaluation of Voice Quality in 3G Mobile Networks," *MASc thesis, School of Computing, Communications and Electronics, University of Plymouth*, 2008.
- [34] I. T. Union, "Perceptual Evaluation of Speech Quality (PESQ): An Objective Method for End-to-End Speech Quality Assessment of Narrow-Band Telephone Networks and Speech Codecs," *ITU-T Recommendation P.862*, 2001.
- [35] I. T. Union, "Single-Ended Method for Objective Speech Quality Assessment in Narrow-Band Telephony Applications," *ITU-T Recommendation P.563*, 2005.
- [36] I. T. Union, "Mean Opinion Score (MOS) Terminology," *ITU-T Recommendation P.800.1*, 2003.
- [37] Ch. Jin and R. Kubichek, "Vector Quantization Techniques for Output-Based Objective Speech-Quality," *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, pp. 491-494, 1996.
- [38] D. Picovici and A.E. Mahdi, "New Output-Based Perceptual Method for Predicting Subjective Quality of Speech," *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, pp. 633-636, 2004.
- [39] G. Chen and V. Parsa, "Nonintrusive Speech Quality Evaluation Using an Adaptive Neurofuzzy Inference System," *IEEE Signal Processing Letters*, pp. 403-406, 2005.
- [40] I. NetQoS, "VoIP: Do You See What I Am Saying? Managing VoIP Quality of Experience on Your Network," 2017 2008. [Online]. Available: http://www.netqos.com/SEO_promo/ebook/.
- [41] "OPNET official websit," [Online]. Available: <http://www.riverbed.com/products/performance-management-control/opnet.html>.
- [42] S. Siraj, A. K. Gupta and R. Badgujar, "Network Simulation Tools Survey," *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 1, no. 4, p. 10, 2012.
- [43] J. Pan and R. Jain, "A Survey of Network Simulation Tools: Current Status and Future Developments," *Project*, 2008.
- [44] A. S. Sethi and V. Y. Hnatyshin, *The Practical OPNET® User Guide for Computer Network Simulation*, CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business, 2013.
- [45] R. G. Cole and J. Rosenbluth, "Voice over IP Performance Monitoring," *ACM Computer Communication Review*, p. 9-24, 2001.

- [46] L. Sun and E. C. Ifeachor, "Voice Quality Prediction Models and their Applications in VoIP Networks," *IEEE Transactions on Multimedia*, pp. 809-820, 2006.

