International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 37 العدد
Part 1 المجلد
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

Received	2025/07/31	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2025/08/26	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2025/08/27	تم نشر الورقة العلمية في

تحليل أداء الشبكات اللاسلكية باستخدام معدات يوبكوتي (Ubiquiti)

أحمد بن عامر محمد[1] **عمر علي عبد السلام عبد الدائم[2]**

معتز محمد احمد سعيد[3] **محمد الصديق المكي عبدالقادر[4]**

عبد السلام صالح الراشدي 5

قسم شبكات الحاسوب، كلية تقنيات الحاسوب بنغازي – وزارة التعليم التقني ليبيا [1 ، 4، 5]

قسم الكهرباء والإلكترونات، كلية العلوم والتقنية أم الأرانب، وزارة التعليم التقني، ليبيا [2]

قسم الحاسوب، المعهد العالي للعلوم والتقنية الابيار، وزارة التعليم التقني، ليبيا [3]

0009o0003o3322o8140
Mralfqyhalqhtany@gmail.com
rawatalaras@gmail.com
makdeen@hotmail.com
abdo_ly87@yahoo .com

ملخص البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة واقع شركات الاتصالات اللاسلكية الخدمية، وتقييم مدى جودة الخدمات التي تقدمها للمواطنين، لذلك أكدت النتائج العملية والتجارب الفعلية على الأجهزة ذات الشعبية في مجتمعنا أن التداخل اللاسلكي هو العامل الرئيسي المسؤول عن انخفاض جودة الإشارة وضعف الأداء في شبكات 5 GHz التابعة لشركة Ubiquiti. ومع ذلك، فإن اختيار الاستقطاب المناسب، التوجيه الدقيق، والمرشحات الترددية يمكن أن يقلل من هذه التأثيرات.

كما أن العوامل البيئية والاختراقات الأمنية أصبحتا مصدرًا مهمًا لمشاكل الاتصال، مما يستدعي انتباه المصممين والمشرفين على الشبكات لدمج عناصر السلامة والأمان في تصميم وتشغيل الشبكات اللاسلكية. ودراسة تأثير بعض العوامل الجوية على قوة الإشارة وكذلك تأثير الترددات المتشابهة وذلك من خلال تسليط الضوء على إحدى الشركات الخدمية وإجراء بعض الدراسات والاختبارات على الأجهزة المستخدمة بها وتحليل الإشارات الناتجة عن هذه الأجهزة وما مدى جودتها لتقديم أفضل الخدمات ومن خلال النتائج تم الخروج ببعض المقترحات والتوصيات.

الكلمات المفتاحية: شبكات الاتصالات اللاسلكية، العوامل الجوية، جودة الخدمة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 37 العدد
Part 1 المجلد
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ
http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

Wireless Network Performance Analysis Using Ubiquiti Equipment

Ahmed Ben Amer mohmed [1],

Omar Ali Abdel Salam Abdel Daim[2]

Moataz Mohamed Ahmed Saeed [3],

Mohamed El-Siddiq El-Makki [4]

Abdel Salam Saleh El-Rashidi [5]

Computer Networks Department، Faculty of Computer Technology، Benghazi - Ministry of Technical Education، Libya [1،4،5]
Electricity and Electronics Department، Faculty of Science and Technology، Umm El-Araneb، Ministry of Technical Education، Libya [2]
Computer Department، Higher Institute of Science and Technology، El-Abyar، Ministry of Technical Education، Libya [3]
0009o0003o3322o8140
Mralfqyhalqhtany@gmail.com
rawatalaras@gmail.com
makdeen@hotmail.com
abdo_ly87@yahoo .com

Abstract

This research aims to identify the reality of wireless telecommunications companies and the quality of services they provide to citizens. Scenarios confirmed that wireless interference is the main factor leading to reduced signal quality and poor performance in Ubiquiti 5GHz networks. However, choosing the right polarization, precise routing, and frequency filters can mitigate these effects. Environmental factors and security breaches have also become a significant source of communication problems, requiring the attention of network designers and supervisors to integrate safety and security elements into the design and operation of wireless networks. The study also examined the impact of certain weather factors on signal strength, as well as the effect of similar frequencies. This study focused on one service company, conducted studies and tests on the devices used, and analyzed the signals generated by these devices, assessing their quality and providing the best services. Based on the results, some proposals and recommendations were developed.

Keywords: Wireless Communications Networks, 5 GHz Frequency Band, Quality of Service, Ubiquiti, Signal Polarization.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

المقدمة

تُعَدُّ الاتصالات اللاسلكية ركيزة أساسية في نقل الإشارات عبر الموجات الكهرومغناطيسية دون الحاجة إلى وسائط مادية مثل الأسلاك أو الكابلات، مما يمنحها أهمية كبيرة في البنية التحتية للأنظمة الحديثة. تشمل هذه التقنية مجموعة واسعة من التطبيقات مثل الراديو والتلفزيون والأقمار الصناعية والاتصالات الخلوية والأشعة تحت الحمراء، مما يجعلها جزءًا لا غنى عنه في حياتنا اليومية، لا سيما في استخدام الهواتف المحمولة حيث تتيح مرونة عالية من خلال الإرسال اللاسلكي عبر الهواء وقد أصبحت الاتصالات اللاسلكية عنصرًا جوهريًا في البنية التكنولوجية للدول، إذ يعود أصلها إلى أواخر القرن التاسع عشر، حين تمكن العلماء من تطوير النظريات الكهرومغناطيسية وتحقيق أول بث لاسلكي، مما مهد الطريق لتطورات هائلة أفرزت تطبيقات متقدمة مثل الهواتف الذكية، وشبكات الواي فاي، والأقمار الصناعية، وتقنيات إنترنت الأشياء وعلى الرغم من الانتشار الواسع والاعتماد الكبير على هذه التقنية في المجالات الشخصية والصناعية والعسكرية، فإنها تواجه تحديات حقيقية، أبرزها التداخل الكهرومغناطيسي الذي قد يؤدي إلى ضعف الإشارة أو انقطاعها. لذا، تبرز الحاجة إلى ابتكار حلول تقنية متقدمة لتحسين جودة الأداء وضمان استمرارية وكفاءة الاتصال.[1]

لتحقيق أهداف البحث قام الباحثون بزيارة عدة شركات مزودة لخدمة الانترنت منها شركة FAST LINE و شركة الجمان الجديد وذلك لجمع بعض البيانات والإستدلالات والتواصل مع الكادر الوظيفي لمعرفة مشاكل الشبكة وكذلك للتعرف على الأجهزة المستخدمة ومدى ملائمتها للعمل في البيئات المختلفة، حيث اتاحت هذه الزيارات معرفة المشاكل عن قرب ومن ثم جمع المعلومات و البيانات و إستخدام بعض البرامج كالماتلاب وبرامج الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات و الوصول إلى الحلول المطلوبة.

تم في هذه الورقة تناول إنقطاع شبكات الإتصالات اللاسلكية وضعف إشارتها وتحديات تحسينها في شركةUbiquiti الخدمية، حيث يمكن لهذا البحث ومن خلال نتائجه المتوقعة المساعدة في تطوير هذه الشركة، وبالتالي تزويد المسؤولين ومتخذي القرار بمعلومات عن واقع الشركة والمساهمة في تحسين خدماتها وجودة إشارتها حيث: إقتصر البحث على شبكة إتصالات شركة Ubiquiti الخدمية الواقعة في مدينة بنغازي خلال الفترة الزمنية لسنة 2025.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

الدراسات السابقة

-هدفت درسة Tantoni، .A et al (2018) إلى تحديد دقة نتائج محاكاة أداء ubiquiti باستخدام منتجات Ubiquitous الشبكية الفعلية. ويرجع ذلك إلى أن النتائج المتوقعة قد لا تتطابق مع الواقع عند إجراء المحاكاة. منهجية البحث المستخدمة في PPDIOO من تطوير شركة Cisco.[2]

- قدمت دراسة Bhutani، G. (2014) نموذجاً رياضياً يهدف إلى التنبؤ بالانقطاع في الشبكات اللاسلكية حيث تم تصميم النموذج ليتم تنفيذه في شبكات الهاتف المحمول الأساسية عبر مختلف التقنيات اللاسلكية لتوقع فترات الانفصال، مما يسمح باتخاذ تدابير استباقية لتحسين أداء الشبكة.وتوصلت الدراسة على إمكانية إستخدام النموذج لتقدير مدة الإنفصال بناء على موقع وسرعة الجهاز المحمول وفي هذا الصدد تم إستخدام نموذج غاوس ماركوف للحركة كما تم تعديله لتقليل التعقيد الحسابي مما يسهل تطبيقه في البيئات المختلفة و يساهم في تحسين استقرار الشبكة وجودة الخدمة المقدمة للمستخدمين.[3]

- دراسة Mukesh، et al، (2021) وضحت أن درجة الحرارة والرطوبة تتسببان في فصل العقد وضعف الاتصالات في شبكات الاستشعار اللاسلكية، عبر تقليص نطاق الاتصال. بالمحاكاة، وُجد أن زيادة كثافة العقد تقلل من احتمالية الانفصال، بينما تؤدي زيادة العقد المنفصلة إلى انخفاض الإنتاجية .العقد تستعيد الاتصال تلقائيًا عند تحسن الظروف البيئية.[4]

- الدراسة التي قام بها Wiranto، Y.، et al. (2022) ، هي لتحليل جودة الشبكة واستقبال الهوائي الخاص بجهازي Litebeam M5 و Nanostation M5 بكاميرات المراقبة CCTV استنادًا إلى نظام Airos من Ubiquiti في عام 2022، هذه الدراسة تحلل العديد من العوامل التي تؤثر على قوة إرسال الهوائي وجودة الشبكة على هوائيات LiteBeam M5 و NanoStation M5. في هذه الدراسة، استخدم المؤلف أربعة عملاء، كل منهم في ظروف LOS و NLOS، وعلى مسافات متفاوتة من هوائي الإرسال. في هذا البحث أجرى الباحث البحث في حالتين، الأولى في ظروف جوية مشمسة، والثانية في طقس ممطر وعاصف قوي. [5]

-الدراسة التي قام بنشرها كلاً Brien ،W.، et al (2023)، في عام 2023، كشفت عن عوامل مهمة عند اختيار بروتوكول لاسلكي مناسب للمصنع، إذ سيحتاج أصحاب المصانع إلى التأكد من استعدادهم بشكل كافٍ، واختبار شبكاتهم، وربما تنويعها

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

باستخدام بروتوكولات اتصال ونطاقات لاسلكية مختلفة. هناك العديد من البروتوكولات والنطاقات الجديدة، مثل Wi-Fi 6E الذي يعمل على نطاق 6 جيجاهرتز، أو G5 الذي يستخدم طيفًا مرخصًا لنقل حركة المرور بسرعات وأداء يقترب من إيثرنت السلكي. لوحظ مستوى معين من التوهين في التوهين الأساسي عبر جميع البروتوكولات.[6]

- اولت دراسة Dhere، P.، et al (2018) العوامل المؤثرة على قوة إشارة الواي فاي داخل المنازل، موضحةً أن قوة الإشارة تتناقص مع زيادة المسافة والعوائق المادية كالجدران والأثاث .الدراسة حددت "المناطق الميتة" ذات التغطية الضعيفة واقترحت تحسينات مثل: استخدام عرض قناة 40 ميجاهرتز، اختيار قنوات أقل ازدحامًا، نشر موسعات نطاق، زيادة قدرة إرسال الراوتر، واستبدال الهوائيات بأخرى أفضل جودة .تهدف هذه التوصيات إلى تعزيز أداء وجودة الاتصال في الشبكات المنزلية.[7]

المنهجية

1-دراسة حول أداء الشبكة اللاسلكية المعدات من شركة يوبكوتي (Ubiquiti) الخدمية وتحليل البيانات التقنية.

2-تم استخدام برنامج MATLAB لمحاكاة تأثيرات العوامل المذكورة، مثل التداخل أو التوهين أو الرطوبة، على الاتصالات اللاسلكية و تضمنت الدراسة:

- تحليل نموذج التوهين باستخدام معادلات التوهين لتحديد تأثير المسافة والعوائق على الإشارة.
- نمذجة تعدد المسارات: وذلك عبر إستخدام نماذج رياضية.
- تحليل نسبة الإشارة إلى الضوضاء لقياس تأثير التداخل على أداء الشبكة.

مجتمع البحث كان شركة Ubiquiti الخدمية للإتصالات وتم تجربة الاجهزة اللاسلكية الأتية:

-جهاز LiteBeam 5AC Gen2 من شركة يوبكوتي (Ubiquiti) و هو وحدة اتصال لاسلكية خارجية متقدمة، مصممة لتوفير روابط إنترنت عالية السرعة تمتد لمسافات طويلة باستخدام تقنية airMAX AC. حيث يُستخدم هذا الجهاز بشكل شائع في الشبكات الريفية أو بين المباني أو في المناطق التي يصعب فيها تمديد الكابلات.

- جهاز يوبكوتي (Ubiquiti) Rocket Prism 5AC Gen2 (RP 5 AC) GEN2 وهو محطة قاعدية لاسلكية متقدمة تعمل بتقنية airMAX AC، مصممة لتوفير اتصالات عالية الأداء في بيئات الشبكات الخارجية. يتميز هذا الجهاز بقدرته

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

على إنشاء روابط نقطة إلى نقطة (PtP) أو نقطة إلى عدة نقاط (PtMP) بسرعات تصل إلى 500+ ميجابت في الثانية، مما يجعله مثاليًا لمزودي خدمات الإنترنت اللاسلكي (WISPs) والشبكات الريفية أو الصناعية.

المُحاكاة والنتائج

1- العوامل المؤدية إلى ضعف الاتصالات اللاسلكية في شبكات 5 GHz

تم محاكاة البرنامج عن طريق إجراء عدة سيناريوات و من النتائج المتحصل عليها أن هناك عدة عوامل تؤدي إلى ضعف في الإشارات اللاسلكية في شبكات 5 GHz منها:

1.1 العوامل المؤثرة على الاشارات اللاسلكية بشكل متكرر:

1.1 .1 التداخل (Interference) التداخل مع الشبكات المجاورة: قد تتداخل شبكات من النوع 5 GHz أو من شبكات لاسلكية أخرى تعمل ضمن نفس النطاق الترددي أو نطاقات مجاورة(تداخل من شبكة مجاورة على نفس القناة الترددية).

- سيناريو التداخل:

جهاز انتيلا (LiteBeam M5) مُضبوط على القناة 40 و تردد (5.745 GHz) بإرسال قوة إشارة TX Power = 23 dbm. و شبكة مجاورة تستخدم نفس القناة (40) بقوة إشارة TX Power = 20 dbm.

- نتائج السيناريو:

بسبب التداخل على نفس التردد، قد تنخفض جودة الإشارة (نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR)) من 90 dB إلى 40 dB، مع فقد في السرعة يصل الي نسبة 60% من السرعة المعطاة مما يؤدي إلى تقطع في الاتصال (Packet Loss).

ملاحظة :عندما يكون التداخل متعامدًا، إذا كانت الشبكة المجاورة تستخدم استقطابًا أفقيًا (Horizontal Polarization) بينما انتيلا (LiteBeam M5) يستخدم استقطابًا عموديًا (Vertical Polarization)، يقل التداخل بسبب عدم التطابق(Mismatch) في لاستقطاب ، مما يرفع SNR إلى 25 dB ويحسن السرعة إلى 100 Mbps .

2.1.1 تداخل من الأجهزة الإلكترونية: قد تتسبب بعض الأجهزة الإلكترونية مثل أفران الميكروويف أو الأجهزة اللاسلكية الأخرى في حدوث تداخل.

- **تداخل من أجهزة غير اجهزة واي فاي WiFi مثل أفران الميكروويف :**

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

- السيناريو:

جهاز انتيلا (LiteBeam M5) يعمل على القناة 30 (5.180 GHz) . و جهاز ميكروويف قريب يعمل على نفس التردد (5 GHz) ويُصدر ضوضاء بقوة 60 dbm.

- نتائج السيناريو:

بدون معالجة، قد ينخفض SNR من 80 dB إلى 50 dB ، مما يسبب تأخير في نقل البيانات (Latency > 100 ms). انقطاعات متكررة.

ملاحظة: عند استخدام مرشح ترددي (Band Pass Filter) ، إذا وُضِع مرشح يعزل الترددات خارج نطاق انتيلا (LiteBeam M5) (مثل 5.150 الي 5.250 GHz)، ينخفض تأثير الضوضاء إلى 80%dbm، ويرتفع SNR إلى 30 db .

- التداخل من أبراج اتصالات قريبة :

- السيناريو:

انتيلا(LiteBeam M5) مُوجَّه نحو برج اتصالات على بعد 3 كيلومترات ، بإشارة قوة 65 dbm. برج آخر مجاور يعمل على نفس التردد(5.8 GHz) ويُرسل إشارة بقوة 70dbm بزاوية 90 درجة متعامده.

- نتائج السيناريو:

بسبب التوجيه المتعامد انتيلا (LiteBeam M5)، يُقلل من استقبال الإشارة الجانبية عبر تصميم الهوائي الاتجاهي، مما يحافظ على SNR حول 25 dB . إذا لم يكن التداخل متعامدًا (زاوية 0 درجة)، قد ينخفض SNR إلى 10 dB ويسبب فقدان الاتصال.

3.1.1 تداخل بسبب الانعكاسات المتعدد (Multipath)

- السيناريو:

انتيلا (LiteBeam M5) يستقبل إشارة مباشرة بقوة 60 dBm إشارة منعكسة عن مبنى مجاور تصل بقوة 70 dBm وبتأخير زمن(Delay Spread) .

- التداخل الناتج:

إذا كانت الإشارة المنعكسة متعامدة في الطورالمتعامد (Phase orthogonal)، قد تتداخل جزءًا من الإشارة الأصلية، مما يخفض SNR إلى 20 dB . إذا كانت الإشارة المنعكسة غير متعامدة، قد تسبب تشويهًا في الطور المتعامد (Phase Distortion) وتُخفض SNR إلى 10 dB .

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

كيفية حساب تأثير التداخل:

$$SNR\ (dB) = Signal\ Strength\ (dBm) - Noise\ Level\ (dBm) \quad (1)$$

على سبيل المثال:

- قوة الإشارة المستقبلة(Signal Strength) مثلا(40 dBm) .
- مستوى الضوضاء(Noise Level) عادة أرقام سالبة، مثلاً (dBm −90) .

إذا كانت الإشارة الأصلية 60 dBm ، والتداخل 70 dBm فإن SIR=10 التحليل:

$Ps= -60dbm \Rightarrow 10^{-60}/10\times10^{-3}=10^{-9}Watt$

$Pi= -70dbm \Rightarrow 10^{-70}/10\times10^{-3}=10^{-10}Watt$

$SIR = 10 \cdot \log_{10}(10^{-10}/10^{-9}) = 10\ dB$

4.1.1 التوهين (Attenuation): من عوامله:

– فقدان الإشارة بسبب المسافة: تضعف قوة الإشارة كلما زادت المسافة بين برج الاتصال وجهاز الاستقبال.

– العوائق المادية: قد تتسبب المباني والأشجار والتضاريس في امتصاص أو تشتيت الإشارات.

– التهوين بسبب الظروف الجوية: يمكن أن تتسبب الظروف الجوية القاسية في زيادة التوهين.

2.1 العوامل العامة:

1.2.1 التحديث الغير مدروس لأنظمة اجهزة الارسال والاستقبال

عند استخدام تحديثات النظام المطورة التي تصدر كل عدة أشهر في بعض الاحيان من الشركة المصنعة قد يحتوي بعضها على مشاكل وخاصة التحديث المصنف علي انه تحت التطوير مثل ما يحدث من فقدان الاتصال بالعملاء او عدم اتصال جميع العملاء بالبرج و غيرها من الاخطاء وهذه الاخطاء تحدث بسبب التحديث الغير مدروس او التحديث التجريبي.

2.2.1 عدم تفاعل الجهاز Stack Overflow

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

عند طول فترة استخدام الجهاز أو ارتفاع درجة حرارته (خاصة في الأجواء الحارة) يمكن أن يؤدي إلى عدم تفاعل الجهاز Stack Overflowو توقفه عن العمل.

3.2.1 الصدمات الكهربائية

في حال الامطار الغزيرة تدخل المياه إلى سلك الشبكة (مع وجود الرياح القوية تدخل قطرات الماء بطرق غير متوقعة) مما قد يتسبب في حدوث تماس كهربائي أو تلف الجهاز وهذا يرجع لشكل تصنيع الجهاز او من خلال الاخطاء الناتجة عن فني تركيب الهوائي.

4.2.1 الأسباب المناخية:

الرطوبة والضباب يمكن أن يؤثرا على جودة الإشارة وقوة الاتصال، خاصة في الترددات العالية المستخدمة في 5ghz فهذه الظروف الجوية يمكن أن تزيد من امتصاص الإشارة وتشتتها. كما أن الرطوبة الناتجة عن المطر قد تؤدي إلى زيادة في مستوى الضوضاء الخلفية (Noise Floor)، مما يقلل من نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) .

أما الامطار فينتج عنها امتصاص للإشارة (Signal Absorption) حيث أن قطرات المطر تمتص جزءًا من طاقة الإشارة مما يؤدي إلى انخفاض قوتها عند الجهاز المُستقبل. وكلما زادت كمية الأمطار (Rain Rate) زاد مقدار التوهين و تشتيت الإشارة (Scattering) و هذا يؤدي إلى فقدان البيانات (Packet Loss) أو زيادة زمن التأخير (Latency).

5.2.1 أخطاء تقنية عند التركيب او الصيانة:

– المسار الأمثل: إن أهمية اختيار المسار الأمثل لتركيب الجهاز المُستقبل تكمن بأن يكون هناك خط رؤية مباشر بين برج الاتصال وجهاز الاستقبال، مع تقليل العوائق المادية قدر الإمكان وتثبيت الجهاز المستقبل بشكل جيد فذلك يزيد من قوة الاشارة.

– لإعدادات الخاطئة: إن استخدام إعدادات خاطئة في الجهاز (مثل تفعيل خدمة التحقق Ping Watch) والتي تُستخدم لفحص استمرارية التوصيل الشبكي بين جهازين يمكن أن يؤدي إلى مشاكل في الاتصال وتوقف الجهاز عن العمل.

– اخطاء في تكوين الشبكة: في تقنيات مثل المدخلات متعددة والمخرجات متعددة MIMO (Multiple Input Multiple output) أو تشكيل الحزمة Beamforming ، أي خطأ في ضبط الإشارات المتعددة قد يؤدي إلى تداخل بين الأبراج.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

– عمل تحديث للأجهزة: اغلب اجهزة العملاء متصلة مع البرج منها قديمة وحديثة وعند عمل تحديث لأجهزة الارسال الموجودة في الابراج معظم لتحديثات الجديدة مصممة للاتصال مع الاجهزة الحديث فقط فتصبح الاجهزة القديمة دون اتصال.

– عدم مراعاة المسافة بين الأبراج او التغطية المتداخلة (Overlapping Coverage): إن تركيب ابراج قريبة من بعضها البعض أو من خطوط كهرباء الضغط العالي أو قريبة من أبراج شركة اتصالات اخري تسبب مجالات مغناطيسية عشوائية والتي بدورها تؤدي الي ما يسمى التلوث المغناطيسي.

– التغييرات غير المصرح بها: تعديل إعدادات الأبراج أو الهوائيات دون دراسة تأثيرها على الشبكة مثل تغيير عرض القناة او تغيير مفاتيح التشفير وغيرها.

– اهمال الصيانة الدورية: الصيانة الدورية مهمة تجنب العديد من المشاكل في ابراج الاتصال. ربط مستخدمين جدد علي ابراج مزدحمة: ارتفاع الكثافة السكانية في منطقة تغطية البرج دون تحديث السعة (Capacity) بأجهزة البرج يؤدي إلى ازدحام الشبكة وضعف الإشارة.

6.2.1– الأثار الجانبية الناتج عن زيادة قوة الإشارة: (Signal power)

– **تداخل الإشارات (Signal Interference):**

تجاوز نطاق التغطية المُخطط: عند زيادة قوة الإرسال ((TX Power) لجهاز انتيلا (LiteBeam M5)، قد تنتشر الإشارة إلى مناطق خارج النطاق المخصص لها، وهذا يؤدي إلى تداخل ترددي (Frequency Interference) مع أبراج أو أجهزة أخرى تعمل على نفس التردد أو الترددات المجاورة، و هذا يسمى بظاهرة التداخل Overlapping)بحيث أنه إذا كان جهاز العميل قريبًا جدًا من برج اتصالات أو شبكة أخرى، فإن الإشارة القوية قد تُغطي على إشارات الأبراج المجاورة، مما يُضعف أدائها أو يُسبب تشويشًا.

– **تشويه الإشارة (Signal Distortion):**

عند زيادة قوة الإشارة بشكل مصطنع، قد تتفاعل الموجات مع مكونات الجهاز أو البيئة المحيطة (مثل المعادن أو الأسلاك)، مما يُنتج ترددات غير مرغوب فيها تداخل غير خطي، تُسمى التشوه الناتج عن التضمين البيني، وتؤثر على جودة الإشارة في الأبراج المجاورة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

- **إرباك أنظمة الابراج:**

خلل في التحكم التلقائي في الكسب Automatic Gain Control (AGC): الأبراج مزودة بأنظمة تحكم تلقائي في قوة الإشارة (AGC) لموازنة استقبال الإشارات الضعيفة والقوية. إذا أرسل جهاز انتيلا (LiteBeam M5) إشارة أقوى من المتوقع، قد تُفسر الأبراج هذه الإشارة على أنها "ضوضاء" أو تشويش، مما يؤدي إلى خفض حساسية الاستقبال (Receiver Sensitivity) وتدهور الخدمة.

- **انعكاسات الموجات (Multipath Interference):**

الانعكاسات غير المرغوب فيها تحدث عندما تنعكس الإشارات على الأسطح العاكسة (مثل المباني أو الجبال) بطريقة تؤدي إلى تداخل إشارات متعددة تصل عبر مسارات مختلفة، مما يسبب تشوّهًا في الطور أو انخفاضSNR وتصل إلى البرج عبر مسارات متعددة، مما يسبب تشويهًا في الطور (Phase Distortion) أو إلغاء الإشارة (Signal Cancellation) في بعض الحالات.

7.2.1 - اختراق الشبكة

- استهلاك النطاق الترددي (Bandwidth): عندما تتصل أجهزة غير مصرح بها بالشبكة، فإنها تستهلك جزءًا من سعة النطاق الترددي المخصصة للأجهزة المُصرح بها مما يؤدي إلى اختناق الشبكة (Network Congestion) ويُضعف سرعة نقل البيانات ويُسبب تقطع الإشارة أو تأخيرها (Latency).

- الهجمات الخبيثة: المُخترقون قد يستخدمون الأجهزة المُخترقة لشن هجمات مثل: الهجوم بالرفض الخدمي (DDOS) أو إغراق الشبكة بطلبات وهمية للاتصال لتعطيلها.

- بث إشارات تشويش: استخدام الأجهزة المُخترقة لإرسال إشارات تداخل مع الإشارات الأصلية وهذه الهجمات تُضعف جودة الإشارة وتُسبب انقطاعات متكررة.

- تغيير إعدادات الشبكة: عند اختراق الشبكة، قد يتمكن المهاجمون من تعديل إعدادات الراوتر أو نقطة الوصول (Access Point)، مثل: خفض قوة الإشارة (TX Power)، تغيير القناة الترددية (Channel) إلى قناة مزدحمة أو تعطيل ميزات الأمان مثل WPA3 أو WPA2.

- الاختراقات المرتبطة بكلمات المرور الضعيفة:

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

– سهولة التخمين: كلمات المرور القصيرة أو الشائعة (مثل 123456 أو password) يمكن كسرها في ثوانٍ باستخدام أدوات بسيطة.

– عدم تغيير الكلمات المرور: ترك كلمة المرور الافتراضية للراوتر (مثل admin/admin) يسهّل على المخترقين الدخول إلى الشبكة.

– عدم استخدام التشفير القوي: الاعتماد على بروتوكولات قديمة مثل بروتكول التشفير WEP بدلًا من بروتوكولات المحدثة WPA3/WPA2 يجعل الشبكة عرضة للاختراق.

2. تمثيل نماذج

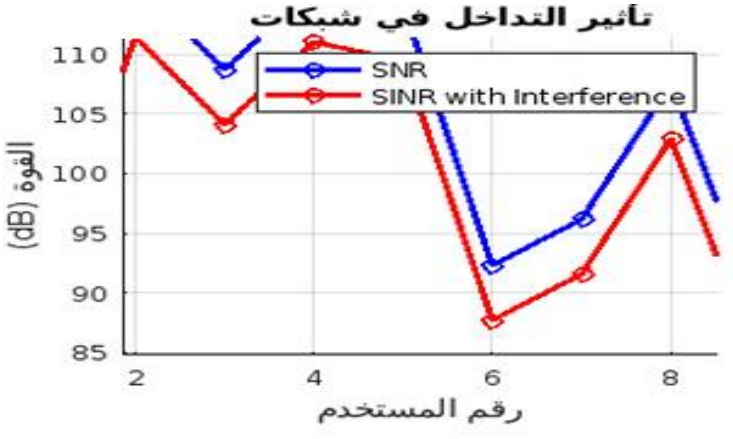
يتم تمثيل نماذج التداخل (Interference Models) ونماذج التوهين (Attenuation Models) لشبكات 5ghz ببرنامج الماتلاب MATLAB وذلك باستخدام أدوات المحاكاة الرياضية وتحليل الإشارات.

فيما يلي بعض الأمثلة العملية التي يمكنك تنفيذها:

1.2 نماذج التداخل في 5ghz (Interference Models)

يمكن تمثيل التداخل في شبكات 5ghz من خلال نماذج مختلفة كما هو موضح في الشكل 1، مثل:

- التداخل التداخلي بين الخلايا(Inter-Cell Interference – ICI)
- التداخل الحراري والضوضاء البيضاء(Thermal Noise & AWGN)
- التداخل الناجم عن الأجهزة الأخرى(Co-Channel Interference – CCI)



شكل رقم .1 التداخل في شبكات 5ghz

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

يتم حساب نسبة الإشارة إلى الضوضاء و التداخل (SINR) ، الفرق بين SNR و SINR و ذلك لتوضيح تأثير التداخل و ذلك باستخدام المعادلة الاتية :

- معادلة حساب التشويش في اشارة الراديو:
-

$$SIR = 10 \cdot \log_{10}(P_i * P_s) \quad (2)$$

حيث:

SIR: Signal to Interference Ratio

P_s: قوة الإشارة الأصلية(dbm) .

P_i: قوة الإشارة المتدخلة(dbm) .

- معادلة حساب التشويش و الضوضاء:

$$SINR = 10 \cdot \log_{10}(P_i + N_0.P_s) \quad (3)$$

حيث:

SINR : Signal to Interference + Noise Ratio

N_0 : مستوى الضوضاء الخلفية (Noise Floor) dbm

ملاحظة: الهوائيات المستخدمة تستطيع حساب هذه المعادلات تلقائياً و تعرض بياناتها للمُستخدم عن طريق خدمة airview .

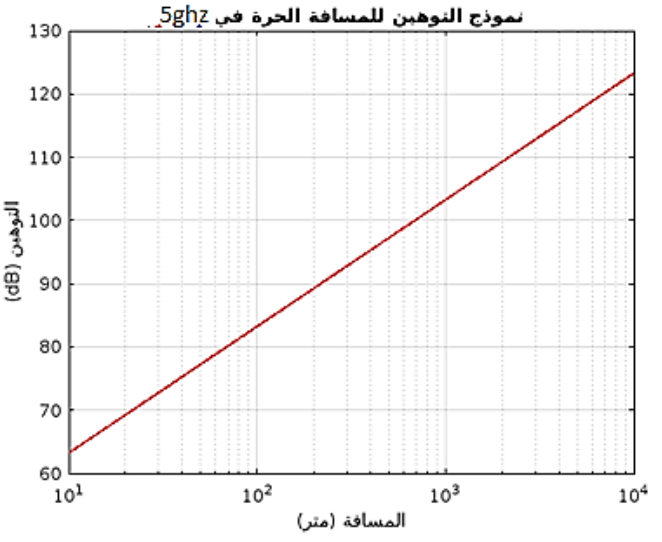
2.2 نماذج التوهين في 5ghz (Attenuation Models)

يحدث التوهين نتيجة العوامل البيئية والعوائق الفيزيائية، ويمكن حسابه باستخدام نماذج مثل:

Free Space Path Loss (FSPL) أو ITU-R Rain Attenuation Model، بينما يُستخدم نموذج التداخل مثل (CCI ،AWGN،CCI) لقياس تأثير الضوضاء والتداخل على جودة الإشارة(CCI) و كما موضح في الشكل 2.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708



الشكل 2. العلاقة بين التوهين والمسافة باستخدام مقياس لوغاريتمي

لحساب القيمة بوحدة ديسيبل (dB) تكون المعادلة بالشكل التالي:

$$FSPL(dB) = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) - 147.55 \qquad (4)$$

حيث ان:

(f) هو التردد و (d) هي المسافة.

3.2 نموذج التوهين بسبب المطر في 5ghz (Rain Attenuation Model)

شبكات نوع تردد قيقا هرتز 5ghz، خاصة في نطاقات التردد العالية (24 GHz – 100 GHz)، تتأثر بالمطر ممثل بيانياً في الشكل 3.

يتم حساب التوهين باستخدام المعادلة الاتية:

$$A = a.R^b.L_{eff} \quad (5)$$

حيث:

A التوهين بسبب المطر

R شدة المطر (Rainfall rate).

a ،b معاملات تعتمد علي التردد تحسب من جداول خاصة.

L_{eff}الطول الفعال للمسار المتأثر بالمطر.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

الشكل3. حساب التوهين بسبب المطر

4.2 تأثير الرطوبة على قوة الإشارة:

تؤثر الرطوبة على قوة الإشارة اللاسلكية، حيث أن المستويات العالية من الرطوبة يمكن أن تتسبب في تشتت الموجات اللاسلكية، مما يؤدي إلى تدهور الإشارة وضعفها. تتفاعل الرطوبة مع الموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة في الاتصالات اللاسلكية، مما قد يؤدي إلى امتصاص أو تشتت هذه الموجات، وبالتالي تقليل مدى الإشارة وقوتها. الجدول1 والشكل 4 يوضحان ذلك.

المعادلة المستخدمة لحساب التوهين الناتج عن الرطوبة:

$$Attenuation_{humidity} = k \cdot \rho \qquad (6)$$

حيث:

k معامل الامتصاص للهواء الجاف(dB/km / g/m³) .

ρ كثافة بخار الماء (الرطوبة المطلقة) بوحدة جم/م³

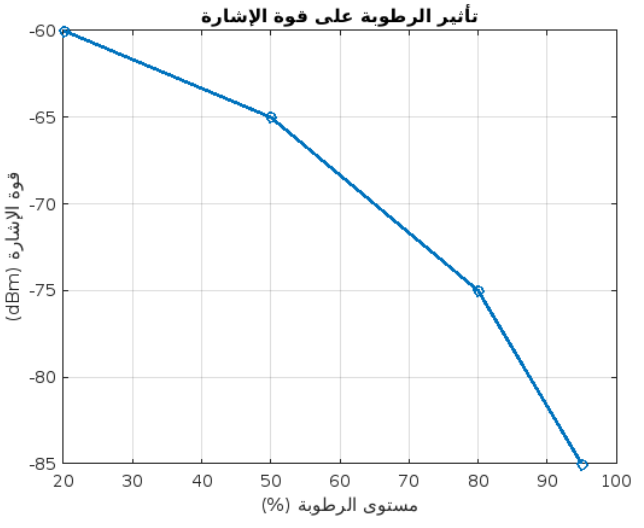
ملاحظة: عند تشغيله، سيُحسب مقدار التوهين (Attenuation) الناتج عن الرطوبة بالاعتماد على: درجة الحرارة - الرطوبة النسبية - معامل الامتصاص (يعتمد على التردد المستخدم).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

جدول 1. درجة الرطوبة الجوية و قوة الاشارة للهوائي

قوة الإشارة (dBm)	الرطوبة (%)
60°	20
65°	50
75°	80
85°	95



الشكل 4. تأثير الرطوبة على قوة الإشارة

5.2 تأثير الترددات المتشابهة على زمن الاستجابة (Latency):

التداخل بين الإشارات اللاسلكية ذات الترددات المتشابهة يؤدي إلى زيادة زمن الاستجابة (latency) في الشبكات اللاسلكية .هذا التداخل يتسبب في اضطراب الإشارة الأصلية، مما يؤدي إلى فقدان البيانات أو تأخيرها، وبالتالي زيادة الوقت الذي تستغرقه البيانات للانتقال من المرسل إلى المستقبل . الجدول 2 و الشكل 5. يوضحان بعض الترددات التي حدث فيها تشابه في الارسال والزمن الذي استغرق للوصول بعد التشويش.

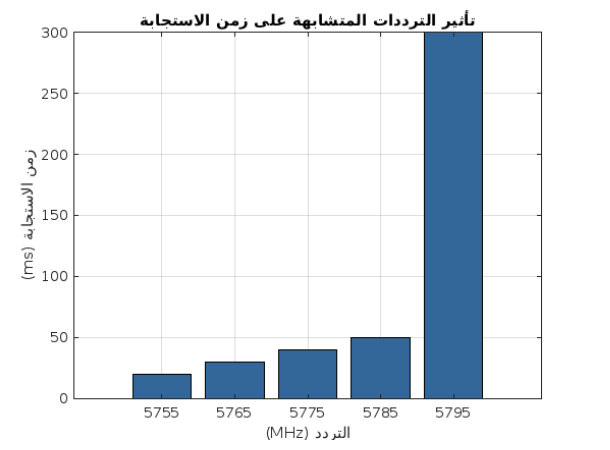
جدول 2 . زمن استجابة للمستقبلات و التردد المستخدم من برجين اتصلات يستخدم نفس التردد

الزمن المستغرق (MS)	التردد (MHZ)
20	5755
30	5765

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

5775	40
5785	50
5795	300



الشكل 5. تأثير الترددات المتشابهة على زمن الاستجابة

6.2 تأثير Ping Watch على انقطاع الاتصال إذا استخدمت لجودة الخدمة:

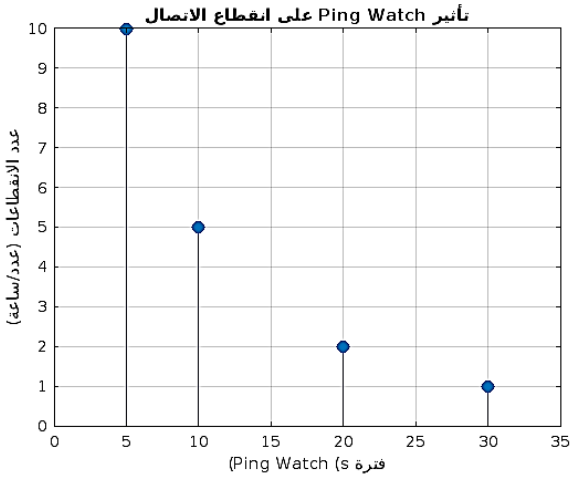
Ping watch، أو زمن الوصول، هو مقياس لسرعة استجابة الاتصال بالإنترنت، ويقاس بالمللي ثانية (ms). كلما كان زمن الوصول أقل، كان الاتصال أسرع وأفضل كما في الجدول 3 .عندما يكون زمن الوصول مرتفعًا، قد يواجه المستخدمون تأخيرًا في استجابة التطبيقات، خاصةً في الألعاب عبر الإنترنت أو مكالمات الفيديو أنظر الى الشكل 6 .

جدول 3 يبين استخدام خدمة PING WATCH كل ثانية من ارسال البيانات وعدد انقطاع الاتصال

فترة PING WATCH (S)	عدد الانقطاعات (عدد/ساعة)
5	10
10	5
20	2
30	1

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708



الشكل 6. تأثير Ping Watch

النتائج

تم التوصل إلى عدة نتائج من هذه الدراسة وهي:

1 .لتحسين جود الخدمة وتقديم أفضل الخدمات للمواطنين يوصي البحث بما يلي:

- تجنب تداخل شبكة الواي فاي و5GHz .

- تغيير القناة الترددية :استخدام قنوات أقل ازدحامًا) مثل 40، 44، 48 في نطاق 5 (GHz بالاعتماد على تحليلات محلل إشارة الواي فاي.
- تعديل الاستقطاب واستخدام هوائيات اتجاهية ضيقة :ضبط استقطاب هوائي LiteBeam M5 ليكون عموديًا أو أفقيًا بناءً على الشبكات المجاورة، واستخدام هوائيات اتجاهية لتقليل استقبال الإشارات الجانبية.
- تثبيت مرشحات ترددية وزيادة ارتفاع الهوائي :عزل الضوضاء من الأجهزة غير المتصلة بالواي فاي، وزيادة ارتفاع الهوائي لتجاوز العوائق والانعكاسات.
- ضبط قوة الإرسال (TX Power) واختيار التردد المناسب :اتباع تعليمات الشركة المصنعة لجهاز LiteBeam و تجنب زيادة قوة الإرسال إلا للضرورة القصوى، مع اختيار ترددات غير مزدحمة (Channels) بعيدًا عن ترددات الأبراج الرئيسية، مع مراعاة عرض النطاق الترددي (Bandwidth) المناسب.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

- تحسين التوجيه والتصميم :التأكد من توجيه هوائي LiteBeam M5 بدقة نحو الهدف المحدد (رؤية مباشرة) لتجنب تسرب الإشارة، استخدام هوائيات اتجاهية ذات زاوية ضيقة (Narrow Beamwidth) تقلل من انتشار الإشارة إلى المناطق غير المستهدفة، مما يحسن تركيز الإشارة ويعزز جودتها. يُنصح باستخدام أدوات مساعدة مثل Google Earth Pro لتحديد المواقع المناسبة لضمان خط رؤية واضح.

2 .لتطوير الشركات من الناحية الفنية وملائمة الأجهزة خلص البحث إلى:

- استخدام تقنيات تقليل التشويش:

- تركيب فلاتر ترددية :(Band Pass Filters) لعزل الترددات غير المرغوب فيها ومنعها من الوصول إلى الأبراج المجاورة.
- تفعيل خاصية :Dynamic Frequency Selection (DFS) في حال دعم الجهاز لها، لتجنب الترددات المزدحمة تلقائيًا.
- استخدام تقنيات مثل MIMO و :Beamforming لتقليل تأثير الانعكاسات وتوجيه الإشارة بدقة.

- التعاون مع مزود الخدمة:

–التنسيق مع شركات الاتصالات إذا كان الجهاز يعمل في نطاق ترددي مخصص لتجنب التداخل مع بنيتها التحتية.
–فحص التداخل باستخدام أجهزة التحليل الطيفي (Spectrum Analyzer) لتحديد مصدر التشويش بدقة واتخاذ الإجراءات اللازمة.

3 . بناءً على ملاحظات الفنيين، يقدم البحث التوصيات التالية لتحسين الأداء الفني والإداري:

- تحسين أمن الشبكة:

– استخدام كلمات مرور قوية :اختيار كلمات مرور طويلة (أكثر من 12 حرفًا) تحتوي على أحرف كبيرة وصغيرة وأرقام ورموز، وتجنب المعلومات الشخصية.
–تغيير كلمة المرور بشكل دوري :يُفضل تغييرها كل 3–6 أشهر.
–تفعيل التشفير القوي :استخدام WPA3 أو WPA2 وتجنب WEP أو.WPS

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

- عزل الأجهزة غير المصرح بها:

–تفعيل تصفية العناوين الفيزيائية (MAC Filtering): السماح فقط للأجهزة المصرح بها بالاتصال بالشبكة.

–إنشاء شبكة ضيف (Guest Network): فصل الأجهزة الضيفة عن الشبكة الرئيسية لتجنب الوصول غير المصرح به.

- مراقبة الشبكة:

– فحص الأجهزة المتصلة :التحقق من قائمة الأجهزة المتصلة بالراوتر عبر واجهة الإدارة.

– تفعيل تنبيهات الأمان :استخدام أجهزة راوتر تدعم إشعارات عند محاولة اختراق الشبكة.

– تحديث نظام التشغيل (Firmware) للراوتر :التأكد من تحديث نظام الراوتر إلى آخر إصدار لسد الثغرات الأمنية.

– استخدام جدار ناري (Firewall): تفعيل جدار الحماية في الراوتر لمنع الهجمات الخارجية.

4 .العوامل المؤثرة على ضعف الإشارة وتأثيرها على تحقيق إشارة مستقرة

لتحقيق إشارة مستقرة، يجب معالجة العوامل التالية التي تؤدي إلى ضعفها:

–العشوائية في اختيار الترددات :عدم تنظيم وتوزيع الترددات بشكل يتناسب مع بنية الشبكة يؤدي إلى ضعف الإشارة.

–البنية التحتية الضعيفة :البنية التحتية المهترئة للشركات الخدمية تساهم في ضعف الإشارة والانقطاعات المتكررة.

–المسافة :زيادة المسافة بين المرسل والمستقبل تؤدي إلى تضاءل الإشارة.

–العوائق :العوائق الطبيعية (ارتفاع الأرض، الأشجار) أو المباني تؤدي إلى تدني قوة الإشارة.

–الانعكاسات والانكسارات :تسبب هذه الظواهر تداخلاً يؤدي إلى تدهور جودة الإشارة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

-العوامل الجوية :الرطوبة، الرياح، الأمطار، والضباب (خاصة في القرى الساحلية) تؤثر بشكل كبير على جودة الإشارة اللاسلكية وتزيد من احتمالية انقطاعها.

-استخدام برنامج :MATLAB أظهرت الدراسة أن برنامج MATLAB يوفر بيئة فعالة لتحليل أداء الشبكات اللاسلكية وفهم تأثير العوامل المختلفة على الإشارة. هذه النتيجة تدعم إمكانية تحسين تصميم شبكات الاتصالات اللاسلكية وتقليل مشكلات الانقطاع والضعف في المستقبل.

الخلاصة :

يهدف البحث إلى تحسين جودة الخدمات اللاسلكية المقدمة للمواطنين ورفع الكفاءة الفنية للشركات المشغلة، من خلال تحليل معمق للعوامل التي تؤثر سلبًا على جودة الإشارة، مثل التداخل بين الترددات، والرطوبة الجوية، والازدحام الطيفي، والعوائق البيئية. تم في هذا السياق استخدام برنامج MATLABليس فقط لتمثيل المعادلات الرياضية التي تُوصف بها نماذج التداخل والتهوين الناتج عن الرطوبة، بل أيضًا لتحليل البيانات الميدانية وتمثيل النتائج بيانيًا بشكل دقيق وواضح، مما يسمح برؤية تأثير كل عامل على جودة الاتصال برسوم بيانية تفاعلية وسهلة التفسير. وقد أظهرت هذه التمثيلات البيانية تغيرات في مؤشرات الأداء مثل RSSI و SNRاستجابة لتغيرات في درجة الرطوبة، واتجاه الهوائي، وقوة الإرسال، فضلاً عن تأثير تداخل شبكات الواي فاي و5 Gعلى استقرار الاتصال. بناءً على هذه التحليلات، تُوصى باتخاذ إجراءات عملية لتعزيز جودة الخدمة، منها تجنب التداخل بين شبكات الواي فاي و5 Gمن خلال توزيع ذكي للقنوات الترددية، واستخدام هوائيات اتجاهية مع ضبط دقيق لاستقطابها لزيادة كفاءة الاستقبال. كما يُقترح تثبيت مرشحات ترددية لتقليل الضوضاء، وزيادة ارتفاع الهوائيات لتخطي العوائق الأرضية والحفاظ على خط رؤية مباشر. بالإضافة إلى ذلك، يُعد ضبط قوة الإرسال واختيار التردد الأنسب للبيئة المحيطة من العوامل المهمة في تقليل التوهين وتحسين الاستقرار. ويُعد تحسين توجيه الهوائيات باستخدام أدوات مثل Google Earth Pro خطوة فعالة لضمان تغطية دقيقة وتقليل تسرب الإشارة. يُسهم هذا النهج التكاملي، القائم على التحليل العملي والمحاكاة الدقيقة والتمثيل البياني المدعوم بـMATLAB ، في بناء شبكات لاسلكية أكثر كفاءة وموثوقية، مما ينعكس إيجابًا على جودة الخدمات في التطبيقات الحيوية مثل المراقبة الأمنية والمدن الذكية.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

التوصيات

- إستخدام تقنيات الذكاء الإصطناعي من أجل التنبؤ بالإنقطاعات التي تحدث في الشبكة وكذلك فترات إنخفاض الإشارة لتحسين الإستقرار في الشبكة.

-استخدام آليات لإكتشاف التداخل لتحسين نقل البيانات وتفادي التداخل بين الإشارات.

-تصميم هوائيات ذات كفاءة عالية وذلك لتحسين جودة الإشارة في حالة ضعفها.

- تعزيز البنى التحتية للشركات اللاسلكية وتحديث الترددات المستخدمة لتحسين التغطية وتقليل التداخل.

-التشجيع على عمل بحوث علمية في مجال الإتصالات وتسليط الضوء على المشاكل التي تحدث في هذا المجال ووضع الخطط والحلول الممكنة للحد منها.

-استخدام تقنيات مثل تقنية mimo للحد من تأثير تعدد المسارات.

-تحسين تقنيات التشفير وتصحيح الأخطاء.

المراجع

[1] Rappaport، T. S. (2021). Wireless Communications: Principles and Practice (2nd ed.). Pearson Education.

[2] Tantoni، A.، & Zain، M. T. A. (2018). A comparative analysis of Ubiquiti AirLink simulation and Ubiquiti devices using Cisco’s PPDIOO methodology. [It was published on ResearchGate].

[3]Bhutani، G. (2014). An Analytical Framework for Disconnection Prediction in Wireless Networks. International Journal of Communications، Network and System Sciences، 7(6)، 165–174. doi:10.4236/ijcns.2014.76018.

[4] Mukesh، & Habashri. (2021). Analysis of disconnected nodes in wireless sensor networks. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). Retrieved from

[5] Wiranto، Y.، and others. (2022). Analisa kualitas jaringan dan daya terima antena LiteBeam M5 dan NanoStation M5 untuk CCTV berbasis AirOS Ubiquiti. Journal of Electrical Engineering، Energy، and Information Technology، 10(1). Retrieved from.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/aoma2708

[6] Brien، W.، Penica، M.، Hayes، M.، & O'Connell، E. (2023). [Enabling *Communications for Industry 4.0: Private 5G in Smart Manufacturing]*. *[2023* 34th Irish Signals and Systems Conference (ISSC)].

[7] Dhere، P.، Vatti، R.، Chilveri، P.، Iyer، V.، & Jagdale، K. (2018). Wireless Signal Strength Analysis in a Home Network. In 2018 IEEE International Conference on Current Trends toward Converging Technologies (ICCTCT). doi:10.1109/ICCTCT.2018.8550931.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية