International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

# دراسة جودة الاتصال للشبكات واسعة الحزمة اللاسلكية (WiBB) لمنطقة شبه مكتظة

## حالة دراسة: منطقة الغيران بمدينة مصراتة

**عبدالهادي عبدالكريم عامر، عبدالله علي الهني، محمد عمر كريم، محمد مصطفى سوالم**
كلية التقنية الصناعية – مصراتة، ليبيا.
Mohamed_sowalem@cit.edu.ly

**الملخص:** تعتبر تقنية الاتصالات واسعة الحزمة اللاسلكية لتزويد الإنترنت من أكثر الطرق شيوعًا؛ نظرًا للسعة والسرعات التي توفرها والمساحة الجغرافية التي تغطيها بالإضافة إلى عدم احتياجها لتمديدات الكوابل للمشتركين. بالرغم من الميزات التي تقدمها الشبكات واسعة الحزمة اللاسلكية إلا أن المستخدمين يعانون من تذبذب في الخدمة وضعف للإشارة. في هذا البحث تم دراسة جودة الاتصال لمشتركي الانترنت عن طريق تقنية الشبكات واسعة الحزمة اللاسلكية بمنطقة شبه ريفية بمدينة مصراتة وذلك بالاستناد على معيارين وهما مقياس شدة الإشارة المستقبلة **RSSI**ومقياس نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء **SNR**. ومن خلال القياسات الميدانية للمشتركين المأخوذة على البرج الرئيسي بالمنطقة والذي يحتوي على أربع هوائيات قطاعية فقد أعطى مقياس **RSSI** نسبة 37.7% – 22.4% للوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على التوالي من المشتركين يتحصلون على اتصال عالٍ بالإنترنت، بينما نسبة 54.09% – 56.83% للوصلة الصاعدة والهابطة على التوالي من المشتركين يتحصلون على اتصال مستقر، في حين يحدث تذبذب للسرعات واحتمالية حدوث انقطاع بنسبة 7.65% – 16.39% للوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على التوالي، وأخيرا فإن نسبة 0% – 1.09% للوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على التوالي من المشتركين يتعرضون لانقطاعات متكررة وفقد للإشارة. بينما أعطى مقياس **SNR**معدلات مناسبة لجميع المشتركين حيث أنه حقق على الأقل الحد الأدنى من القيمة المطلوبة **(SNR ≥ 20 dB)**.

**الكلمات المفتاحية:** الشبكات واسعة الحزمة اللاسلكية، RSSI، SNR.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

# Study of the connection quality of wireless broadband networks (WiBB) for a semi-congested area

## Case study: Al-Ghiran Region in Misrata city

**Abdulhadi Abdulkarim Amer , Abdullah Ali Alhny**
**Mohamed Omar Krayem, Mohamed Mustafa Sowalem**

The College of Industrial Technology – Misrata, Libya
Mohamed_sowalem@cit.edu.ly

**ABSTRACT**: Wireless broadband technology is one of the most common ways to provide the Internet; due to the capacity and speeds it provides and the geographical area it covers, in addition to not requiring cable extensions for subscribers.Althoughthe advantages offered by fixed wireless broadband networks, users suffer from fluctuation in service and weak signal. In this paper, the quality of communication for Internet subscribers was studied using wireless broadband network technology in a semi-rural area in the city of Misrata, based on two criteria: the received signal strength indicator (RSSI) and the signal to noise ratio (SNR). Through field measurements of subscribers taken on the main tower in the region, which contains four sector antennas, the RSSI measure gave a percentage of 37.7% - 22.4% for the uplink and downlink, respectively, of subscribers receiving a high connection to the Internet, while 54.09% - 56.83% for the uplink and downlink respectively of subscribers receive astable connection, while speed fluctuation and the possibility of an interruption occur at 7.65% - 16.39% for the uplink and downlink respectively, and finally the percentage is 0% - 1.09% for the uplink and downlink Downstream subscribers are subject to frequent interruptions and signal loss.While the SNR measurement gave suitable rates for all subscribers as it achieved at least the minimum required value (SNR $\geq$ 20 dB).

**Key Words:** WiBB Network, $RSSI, SNR, Cambuim\ Network$.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

## 1. المقدمـة

تتضمن العديد من الأنشطة اليومية، مثل تصفح الإنترنت أو البريد الإلكتروني، نقل البيانات عبر مسافات طويلة. نظم الاتصالات هي المسؤولة عن ربط مجموعة من الأشخاص عبر نقل بياناتهم بعدة إشارات مختلفة منها التناظرية والرقمية، السلكية واللاسلكية. تمتاز أنظمة الاتصال الرقمي عن أنظمة الاتصال التناظري رغم تعقيدها بسعة نقل بيانات كبيرة وممانعتها للضوضاء والتشويش وسهولة اكتشاف الأخطاء ومعالجتها عبر أنظمة تشفير القناة، كما توفر معدل أعلى لأمن البيانات[1] . بينما تمتاز الأنظمة اللاسلكية – التي تستخدم الموجات الكهرومغناطيسية لنقل البيانات – عن الأنظمة السلكية بتغطيتها لمساحات جغرافية واسعة وسهولة التوسعة والتعديل في الشبكة وقلة التعقيد في تركيب معدات المشتركين [2].

ونظراً لتطور المجالات الهندسية والتقنية المختلفة صحبه تطور كبير في مجال الاتصالات؛ وذلك لإرسال البيانات لاسلكيًا بمعدلات تدفق كبيرة عبر حزم ترددية عالية تفوق 25Mbps وهو ما يعرف بالاتصال واسع الحزمة اللاسلكي (Wireless Broadband WiBB). تصنف أنظمة الاتصالات واسعة الحزمة اللاسلكية إلى صنفين: الأول واسع الحزمة ذو النقاط المتحركة والذي تتم فيه اتصال معدة المشترك مباشرة عبر الشبكة الخليوية، أما النوع الثاني والمعروف بالنقاط الثابتة والذي يستخدم نقطة الوصول–هوائي الاستقبال–والمودم كوسيط لربط المشترك مع الشبكة[3].

في أنظمة الاتصالات واسعة الحزمة اللاسلكية الثابتة يتم إرسال البيانات من مزود الخدمة إلى نقاط المستخدمين مرورًا بشبكة من الأبراج المتصلة مع بعضها لاسلكيا وذلك للوصول إلى أوسع نقطة وبمختلف المناطق الجغرافية. الأمر الذي جعل الإقبال عليها متزايد من قبل المستخدمين. ومع الازدياد في الطلب لهذه الخدمة وتوسعها – في مدينة مصراتة على وجه الخصوص – أدى إلى حصول الكثير من التداخلات فضلاً عن المشاكل الأخرى الناتجة من إشارات الشركات الأخرى المزودة لنفس الخدمة والمعدات المستخدمة، والذي نتج عنه تذبذب في الإشارة عند المستخدمين فضلا عن الانقطاعات المتكررة. الأمر الذي دفع إلى دراسة جودة الاتصال عند المستخدمين من خلال القياسات الميدانية


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

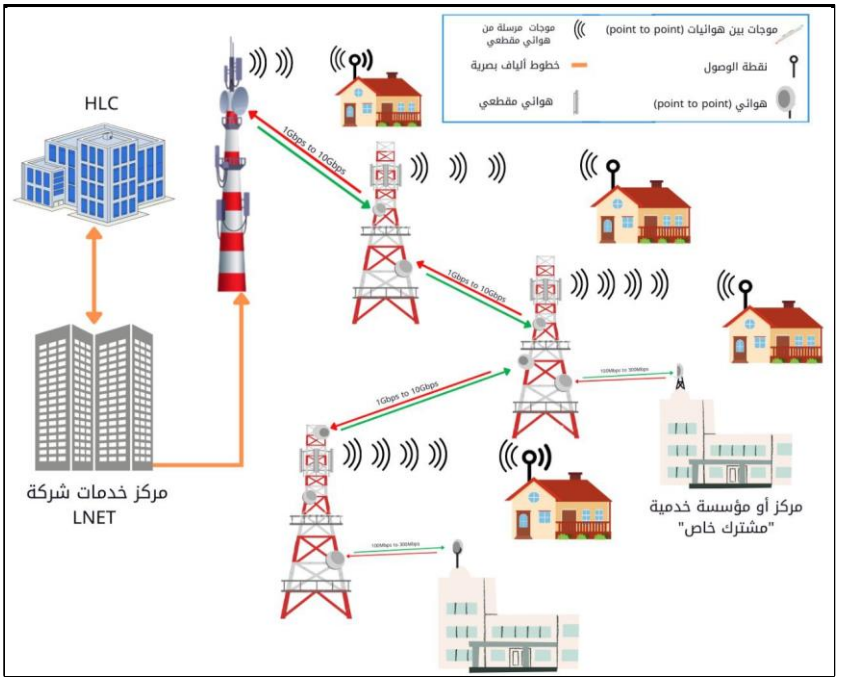
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

وتقيما لمعيارين وهما: مقياس قوة الإشارة المستقبلة ( ***Received signal strength indicator RSSI***) ونسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء ( ***Signal-to-Noise Ratio SNR***)،

عادة ما يتم تقسيم مناطق المستخدمين إلى منطقة مكتظة وغير مكتظة وشبه مكتظة[4]، تم اختيار منطقة شبه مكتظة بمدينة مصراتة وهي منطقة الغيران لقياس جودة الاتصال عند المستخدمين.

## 2. هيكلية الشبكات واسعةالحزمة اللاسلكية الثابتة.

تتكون الشبكات واسعة الحزمة اللاسلكية الثابتة من ثلاث مكونات رئيسية وهي: مزود الخدمة، شبكة الأبراج، معدة المشترك[5]. يوضح الشكل 1. الهيكلية العامة للشبكات واسعة الحزمة اللاسلكية الثابتة.




شكل 1. هيكلية الشبكات واسعة الحزمة اللاسلكية (*WiBB*).


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

### 3. مقياس قوة الإشارة المستقبلة (RSSI)

لحساب مقياس قوة الإشارة المستقبلة يتوجب معرف قدرة الإشارة المستقبلة ( Power received $P_r$). يعد نموذج الفراغ الحر (Free Space Model) من أشهر النماذج لحساب قدرة الإشارة المستقبلة والذي يعتمد فيه على قدرة الإشارة المرسلة $(P_t)$ وكسب كلا من هوائي الارسال $(G_t)$ وهوائي الاستقبال $(G_r)$، بينما تتناسب القدرة المستقبلة طرديا مع مربع الطول الموجي $(\lambda)$ وعكسيا مع مربع المسافة بين المرسل والمستقبل $(d)$ والذي يعطى بالعادلة (1)[4–6]:

$$P_r(dB) = \frac{P_t\, G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2\, L} \qquad (1)$$

والجذير بالذكر أن تحقيق نموذج الفراغ الحر يشترط أن تكون مسافة الإرسال أكبر بكثير من حجم الهوائي، وعدم وجود عوائق بين المرسل والمستقبل [4].

تحسب القدرة بالواط (watt) وهذه الوحدة عمليا كبيرة جداً بالنسبة للقدرة في الأنظمة اللاسلكية بالتالي يستخدم وحدات أقل بادئة تتمثل في الملي واط (mW) والمايكرو واط (μW). وعند تحويل هذه القيمة الى المقياس اللوغاريتمي تؤخذ بالنسبة إلى قيمة مرجعية (1mW) وتسمى هذه الوحدة (dBm).

عند مرور القدرة المرسلة من الهوائي في وسط الإرسال وتأثرها بالضوضاء الخارجية واضمحلالها بسبب عوامل الوسط يتم التعبير عن القدرة المستقبلة الفعلية عند هوائي الاستقبال بمقياس شدة الإشارة المستقبلة الفعلية ($RSSI_e$) أما شدة الإشارة المستقبلة عند المودم (RSSI) فهي تأخذ في الحسبان كسب الهوائي طبقا للمعادلة (2) [7]:

$$RSSI(dBm) = P_t + G_t + G_r - N - L \qquad (2)$$


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

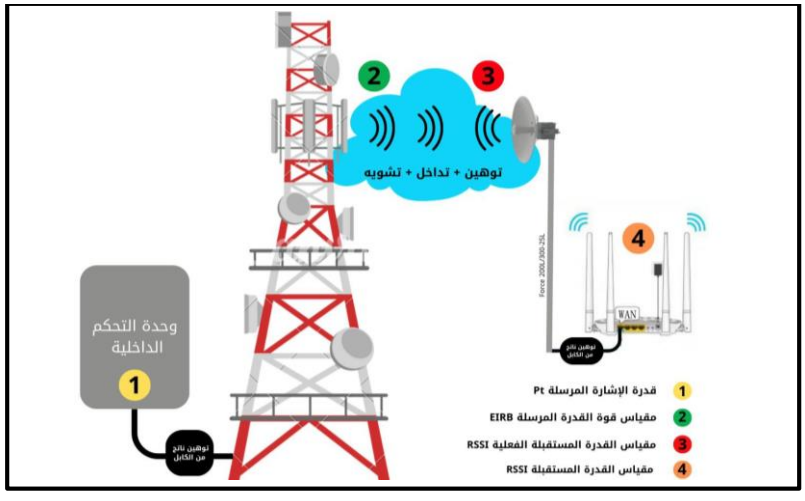
International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

يوضح الشكل 2. مسميات القدرة عند نقاط مختلفة أثناء عمليات الاتصال بين البرج ونقطة الوصول[7].

من الناحية العملية لا يتحقق وسط إرسال بين المرسل والمستقبل بدون عوائق؛ لذا يتم استخدام نموذج أكثر شمولا من نموذج الفضاء الحر وهو نموذج الظل اللوغاريتمي الطبيعي (Log Normal Shadowing Model) والذي يأخذ في الحسبان عوائق الوسط وفقا للمعادلة (3) [4-6].

$$P_L(d)_{\mathrm{dB}} = P_L(d0) + 10\eta \log\left(\frac{d}{d0}\right) + X_\sigma \qquad (3)$$

حيث: $X_\sigma$ يمثل تأثير الأجسام الكبيرة، $P_L(d_0)$ القدرة عند مسافة مرجعية مقاسة بواسطة نموذج الفضاء الحر.




شكل 2. مسميات الإشارة بين المرسل والمستقبل

عمليا تعطي الشركات المصنعة للمعدات قيم تحدد جودة الاتصال والحالة المناظرة لها، ويوضح الجدول 1. تقسيم حالات مقياس قوة الإشارة المستقبلة لشركة ***Cambium Networks*** وهي الشركة المستخدمة في معدات الشركة الليبية لتكنولوجيا تقنية المعلومات [8].


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

**جدول 1. تقسيم حالات مقياس قوة الإشارة المستقبلة (RSSI)**

| القيمة | الحالة | وصف الحالة |
|---|---|---|
| أكبر من 35- | مثالي | اعلى كفاءة اتصال |
| 36- إلى 50- | ممتاز | اتصال عالي |
| 51- إلى 60- | جيد جداً | اتصال مستقر |
| 61- إلى 70- | جيد | اتصال جيد مع حدوث تذبذب في السرعة |
| 71- إلى 80- | منخفض | اتصال رديء مع حدوث انقطاع متكرر |
| أقل من 80- | منخفض جداً | قرب فقد الإشارة |

### 4. مقياس نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR):

وهي النسبة بين قدرة الإشارة المرغوبة (Power Signal $P_s$) إلى قدرة إشارة الضوضاء (Power noise $P_n$) والتي تعطى بالمعادلة (4).

$$SNR = \frac{P_s}{P_n} \qquad (4)$$

وعند حساب النسبة قدرة الإشارة المرغوبة إلى الضوضاء بالديسبل توجد بالمعادلة (5).

$$SNR(dB) = P_S(dB) - P_n(dB) \qquad (5)$$

في الأنظمة اللاسلكية تكون حالة الاتصال جيدة ومستقرة اذا كانت في المدى بين 20 dBإلى 30 dB، وذات اتصال عالي اذا كانت من 30 dBفما فوق [9].

## 5. منطقة الدراسة

تعتبر منطقة الغيران بمدينة مصراتة منطقة شبه مكتظة نسبةً للتوزيع السكاني بها. تغطى الشركة الليبية الدولية لتكنولوجيا تقنية المعلومات منطقة الغيران


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

بستة أبراج منها برج رئيسي والأخرى يتم تغذيتها منه[5]. تم اختيار الدراسة على المشتركين المتصلين بالبرج الرئيسي بمنطقة الغيران، يعرض الجدول 2. الخصائص العامة للبرج الرئيسي بالغيران، في حين يعرض الجدول 3. الخصائص التشغيلية لنقطة الوصول. تحدد الشركات المصنعة للمعدات القدرة الاستيعابية للمشتركين لكل هوائي مقطعي، وتبلغ القدرة الاستيعابية لهوائيات شركة Cambiumعدد 175 مشترك [8]، وتجنبا لحدوث المشاكل التقنية المتمثلة في عدم حصول المشتركين على الخدمة والناتجة بسبب استهلاك السعة الكلية للبرج، فإن الشركة الليبية لتكنولوجيا تقنية المعلومات تقتصر على عدد 75 مشترك/هوائي كسياسة تشغيلية للأبراج [5].

**جدول (2): الخصائص التشغيلية للبرج الرئيسي بالغيران[5-8]**

| الخاصية | القيمة |
|---|---|
| تردد التشغيل | 5GHz |
| عرض نطاق القناة | 20MHz |
| قدرة الهوائي الخارجة | 32~25dBm |
| كسب الهوائي | 25~16dBi |
| التضمين | 128QAM, 64QAM, 16QAM, QPSK |
| عدد الهوائيات القطاعية | 4 |

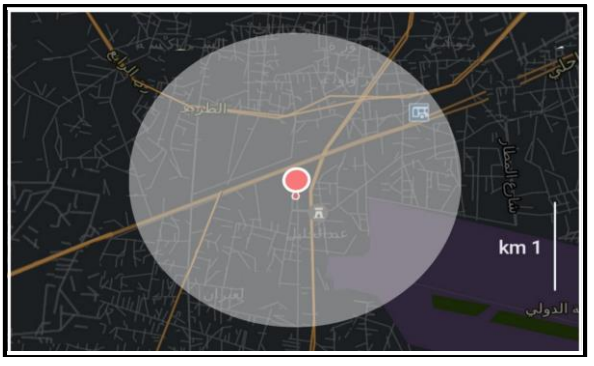
**جدول 3. الخصائص التشغيلية لنقطة الوصول [5-8]**

| الخاصية | النوع \ القيمة |
|---|---|
| الشركة المصنعة | Cambium Network |
| إصدار المعدة | Force 300-25 |
| عرض النطاق | 20MHz |
| القدرة | 30~16dBm |
| كسب الهوائي | 16dBi |
| الخصائص الفيزيائية | 802.11ac (2×2MIMO/OFDM) |
| النطاق الترددي | 4910-6080 MHz |
| واجهة الإيثرنت | 10/100/1000 Base |

الشكل 3. يعرض موقع البرج على خريطة المدينة باستخدام برنامج MAPS.ME، حيث يغطي مدى نصف قطري تقريبا 3 كيلومتر.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م




شكل 3. موقع البرج الرئيسي بمنطقة الغيران [10].

## 6. النتائج

سيتم في هذا القسم عرض نتائج القياسات المتحصل عليها من البرج الرئيسي، وذلك بعرض نتائج كل هوائي مقطعي على حدا. في كل هوائي مقطعي سيتم عرض قيم المقياس RSSI – لكلا الوصلتين الصاعدة والهابطة – أولا، ومن ثم حساب نسبة كل حالة بناءً على عدد المشتركين المتصلين بذلك الهوائي المقطعي. بعد ذلك سيتم عرض قيم المقياس SNR لكلا الوصلتين الصاعدة والهابطة، ومن ثم تحديد نسبة المشتركين المتحصلين على قيمة مقبولة من SNR.

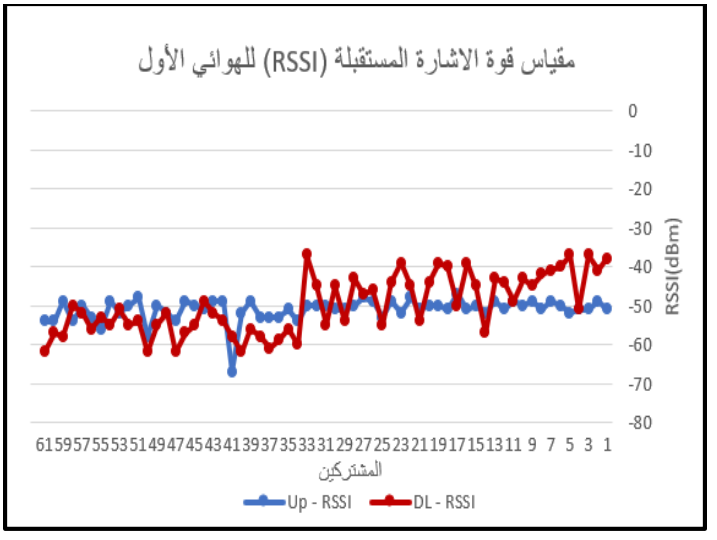
### 6-1. الهوائي الأول

• **أولا: مقياس قوة الإشارة المستقبلة (RSSI)**: يوضح الشكل 4.نتائج القراءات للوصلتين الصاعدة والهابطة لكل مشترك، ترتيب المشتركين تم اختياره بناءً على المسافة بين المشترك والبرج؛ فالمشترك رقم 1 يعتبر الأقرب من البرج بمسافة 179 متر، بنما المشترك 61 هو الأبعد بمسافة 2398متر. حيث نلاحظ أن القيم في المدى dBm (36 – ~62–) بالنسبة للوصلة الهابطة (DL-RSSI)، أما الوصلة الصاعدة (UP-RSSI) فإن غالب القيم تتمركز حول 50 dBm–. كما يُلاحظ من الشكل 4. أن قيم RSSI للوصلة الهابطة تقل كلما زاد بُعد المشترك عن البرج؛ وذلك لأن مقدار القدرة


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

المستقبلة تتناسب عكسيًا مع مربع المسافة وفقا للمعادلة (3) مع وجود بعض القيم الشاذة نتيجة تأثير الأجسام الكبيرة.



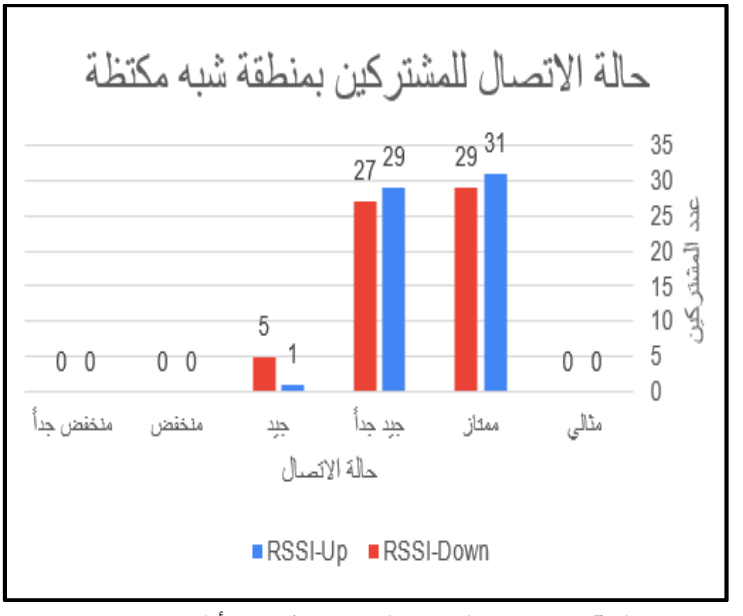

شكل 4. مقياس قوة الإشارة المستقبلة للوصلتين الصاعدة والهابطة للهوائي الأول.

يوضح الشكل 5. إحصائية لعدد المشتركين وفقا لحالة الاتصال المناظرة لقيم مقياس *RSSI*، ومن الشكل 5. نلاحظ أن عدد 31 مشترك تحصل على اتصال عال بالإنترنت للوصلة الصاعدة، في المقابل يتحصل عدد 29 مشترك في الوصلة الهابطة. في حين أن مشترك واحد يحصل على حالة اتصال جيدة مع حدوث تذبذب في الإشارة للوصلة الصاعدة، بينما نفس الحالة تحدث لخمس مشتركين عند الوصلة الهابطة. وباقي المشتركين المتصلين على هذا الهوائي يتحصلون على حالة اتصال مستقر. ويمكن إيجاد النسبة المئوية للمشتركين لكل حالة من المعادلة (6) والموضحة بالجدول 4.

$$\boldsymbol{case\%} = \frac{\boldsymbol{N.\,subscriber}}{\boldsymbol{all\ subscriber}} \times \boldsymbol{100\%} \qquad \boldsymbol{(6)}$$


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م




شكل 5. إحصائية كل حالة للهوائي القطاعي الأول ببرج الغيران

**جدول 4. النسب المئوية لحالات المشتركين**

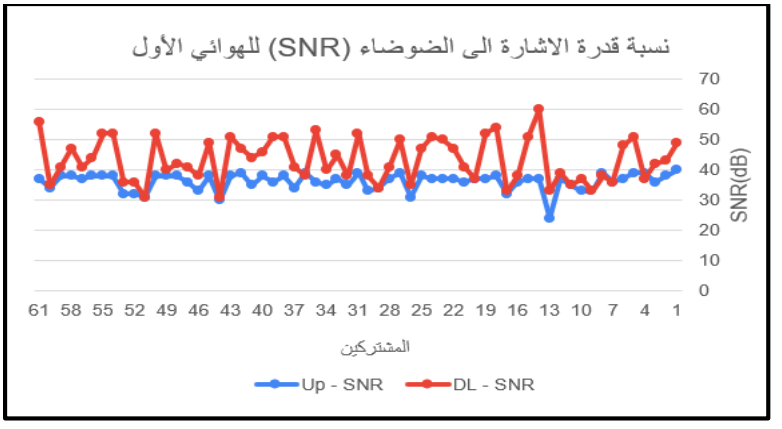
| الحالة | الوصلة الصاعدة % | الوصلة الهابطة % |
|---|---|---|
| مثالي | 0% | 0% |
| ممتاز | 50.8% | 47.54% |
| جيد جداً | 47.54% | 44.26% |
| جيد | 1.63% | 8.19% |
| منخفض | 0% | 0% |
| منخفض جداً | 0% | 0% |

• **ثانيا: نسبة الإشارة إلى الضوضاء (*SNR*)**:نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء (**SNR**) والتي توضح نسبة الإشارة المرغوب فيها التي يستقبلها الهوائي من الإشارات الغير مرغوب بها عند كل مستخدم. يوضح الشكل 6. قيم مقياس (SNR) للوصلتين الصاعدة والهابطة للمشتركين بهذا الهوائي، حيث تتمركز قيم الوصلة الصاعدة عند 35 dB بينما تنتشر قيم الوصلة


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

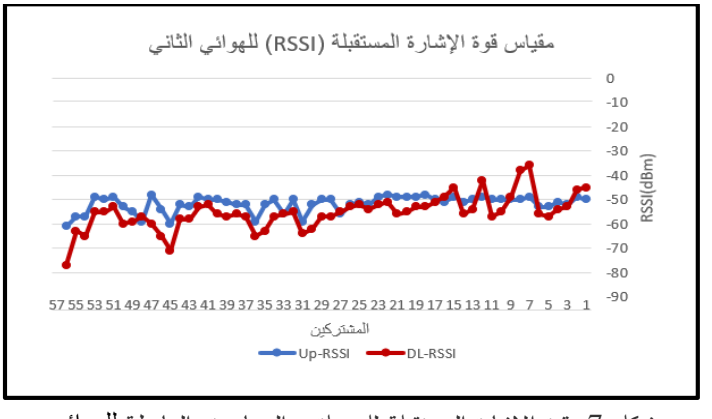
الهابطة من 30 dB إلى 60 dB؛ مما يعني أن حالة الوسط (قناة الارسال) ممتازة لجميع المشتركين.




شكل 6. نسبة الإشارة إلى الضوضاء للهوائي الأول.

### 6-2. الهوائي الثاني

• **أولا: مقياس قوة الإشارة المستقبلة (RSSI):** يوضح الشكل 7. قيم مقياس **(RSSI)** للوصلتين الصاعدة والهابطة، ويشير رقم المستخدم 1 إلى الأقرب من البرج بمسافة 149 متر، بنما المشترك 57 يعتبر الأبعد بمسافة 3 كيلومتر تقريبا.



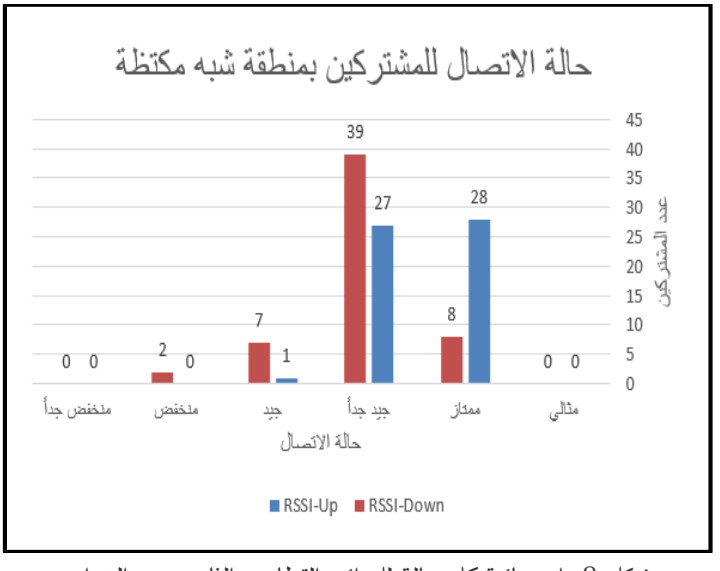

شكل 7. قوة الإشارة المستقبلة للوصلتين الصاعدة والهابطة للهوائي


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

نلاحظ انتشار قيم الوصلة الهابطة في المدى بين dBm (36 – ~70–) بشكل متناسب عكسيا مع بعد المشترك من البرج مع حصول المشترك 56 المتصل بهذا البرج على قيمة 78dBm–والتي تؤدي إلى حدوث انقطاع متكرر للوصلة الهابطة، بينما قيم الوصلة الصاعدة تتمركز حول50 dBm– للمستخدمين القريبين من البرج، في حين تتباين القيم في المدى بين dBm(48 – ~60–) للمشتركين البعيدين عن الهوائي.

ويوضح الشكل 8. اعداد المشتركين لكل حالة اتصال للوصلتين الصاعدة والهابطة حيث تحصل 27 مشتركا للوصلة الصاعدة و39 مشتركا للوصلة الهابطة على اتصال ثابت ومستقر بالإنترنت، بينما تحصل مشترك وحيد للوصلة الصاعدة و7 مشتركين للوصلة الهابطة على اتصال جيد معا احتمالية حدوث تذبذب للإشارة، في حين يعاني عدد 2 من المشتركين من حدوث انقطاع متكرر للوصلة الهابطة. يوضح الجدول 5. نسبة المشتركين المئوية لكل حاله اتصال.




شكل 8. إحصائية كل حالة للهوائي القطاعي الثاني ببرج الغيران

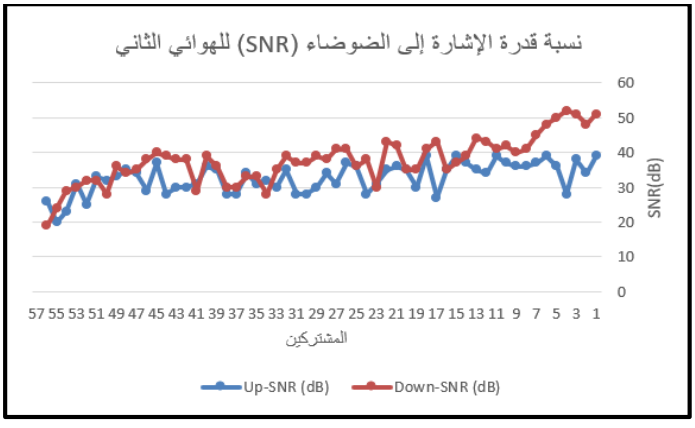

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

**جدول 5. النسب المئوية لحالات المشتركين بالهوائي القطاعي الثاني**

| الحالة | الوصلة الصاعدة % | الوصلة الهابطة % |
|---|---|---|
| مثالي | 0% | 0% |
| ممتاز | 50.00% | 14.28% |
| جيد جداً | 48.21% | 69.64% |
| جيد | 1.78% | %50.12 |
| منخفض | 0% | %3.57 |
| منخفض جداً | 0% | 0% |

• **ثانيا: نسبة قدرة الإشارة المستقبلة للضوضاء ($SNR$)**:يوضح الشكل 9. قيم نسبة قدرة الإشارة إلى الضوضاء للوصلتين الصاعدة والهابطة ونلاحظ تفاوت في القيم لكلا الوصلتين عند المشتركين، حيث تتباين القيم عند الوصلة الصاعدة بين dB(20~40)، في حين تتباين القيم عند الوصلة الهابطة بين dB(20~50)، وعموما فإن هذا المقياس يحقق الحد الأدنى من القيمة (20dB ≤) وهو ما يوفر وسط جيد –على الأقل– للإرسال.




شكل 9. نسبة قدرة الإشارة إلى الضوضاء للوصلتين الصاعدة والهابطة للهوائي الثاني.

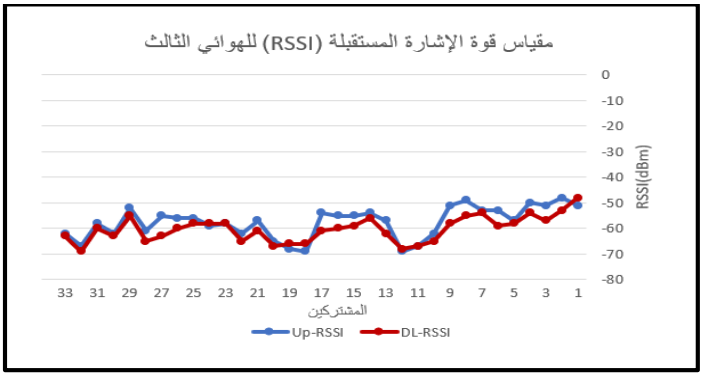
### 6-3. الهوائي الثالث

• **أولا: مقياس قوة الإشارة المستقبلة (RSSI)**:يوضح الشكل10. قيم مقياس (RSSI) للوصلتين الصاعدة والهابطة، ويبعد المستخدم رقم 1 مسافة 299 متر من البرج، بينما يبعد المشترك الأخير 1798 متر عن البرج. تتمركز قيم التسع المشتركين الأول حول 50 dBm–للوصلة الصاعدة


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

و55 dBm–للوصلة الهابطة، بينما يعاني كل من المشتركين (10–12) على انخفاض حاد في الإشارة – لكلا الوصلتين – بالمقارنة مع المشتركين الأبعد منهم، الأمر يحدث أيضا للمشركين (19،20،21)؛ ويمكن تعليل ذلك بوجود مشاكل تقنية بمعدة الاستقبال (هوائي الاستقبال) للمشتركين المشار إليهم آنفا.




شكل 10.مقياس قوة الإشارة المستقبلة للوصلتين الصاعدة والهابطة للهوائي الثالث.

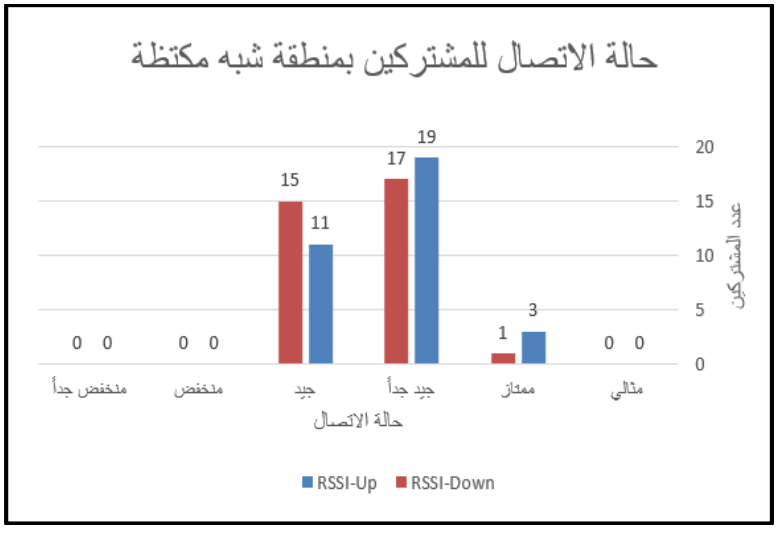
يوضح الشكل 11. تقسيم حالات المشتركين بالاعتماد على قوة الإشارة المستقبلة للوصلتين الصاعدة والهابطة حيث تحصل 19 مشترك للوصلة الصاعدة من أصل 33 مشترك و17 مشترك للوصلة الهابطة على اتصال عالٍ بالإنترنت بينما تحدث حالة التذبذب في السرعات عند 11 مشترك و15 مشترك للوصلتين الصاعدة والهابطة على التوالي، يوضح الجدول 6. النسب المئوية للمشتركين بكل حاله لهذا الهوائي القطاعي.

**جدول 6. النسب المئوية لحالات المشتركين بالهوائي القطاعي الثالث ببرج الغيران**

| الحالة | الوصلة الصاعدة % | الوصلة الهابطة % |
|---|---|---|
| مثالي | 0% | 0% |
| ممتاز | .09%9 | 3.03% |
| جيد جداً | 57.57% | 51.51% |
| جيد | 33.33% | 45.45% |
| منخفض | 0% | 0% |
| منخفض جداً | 0% | 0% |

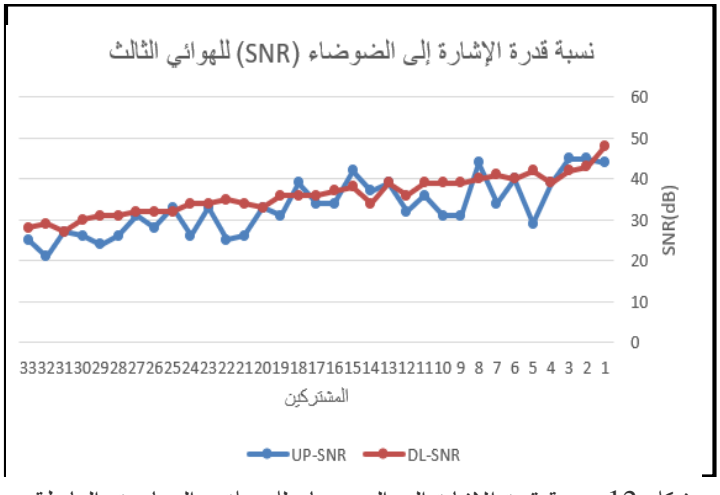

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م




شكل 11. إحصائية كل حالة للهوائي القطاعي الثالث ببرج الغيران

• **ثانيا: نسبة قدرة الإشارة المستقبلة للضوضاء ($SNR$)**: يوضح الشكل 12. قيم نسبة قدرة الإشارة الى الضوضاء للوصلتين الصاعدة والهابطة. حيث يلاحظ أن كل القيم للمقياس تحقق على الأقل الحد الأدنى ($\geq$ 20 dB) لكلا الوصلتين.




شكل 12. نسبة قدرة الإشارة إلى الضوضاء للوصلتين الصاعدة والهابطة

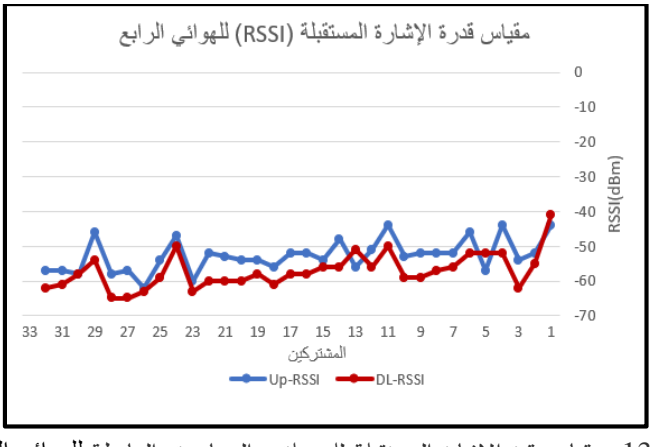

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

بالنسبة للوصلة الهابطة؛ يتحصل المشتركين الأقرب إلى البرج على نسب عالية (SNR ≥ 40 dB) وتنخفض قيم المقياس بشكل شبه خطي ابتعادًا عن البرج لتحقق أقل قيمة عند 28 dB. أما بالنسبة للوصلة الصاعدة؛ فقيم المقياس تنخفض بشكل متذبذب ابتعادا عن البرج.

### 6-4. الهوائي الرابع

• **أولا: مقياس قوة الإشارة المستقبلة (RSSI):** يوضح الشكل13. مقياس (RSSI) للوصلتين الصاعدة والهابطة للهوائي المقطعي الرابع، وفيه يبعد أقرب المشتركين مسافة 300 متر تقريبا، بينما يبعد المشترك الأخير مسافة 2098متر عن البرج. ومن القيم المقاسة يمكن اعتبار أن 9% من العينات تكون قيم الوصلة الهابطة أكبر من الوصلة الصاعدة!، وفي كثير من القيم المتحصل عليها تقل قيمة الوصلة الهابطة بمقدار يصل إلى 8dBعن الوصلة الصاعدة، وأيضا بالنظر إلى قيم المقياس التي تتراوح عند 58dBm–للوصلة الهابطة يمكن اعتبار أن السبب في ضعف الإشارة عند المشتركين ناتج من الهوائي المقطعي، والذي يتطلب زيادة القدرة الخارجة و/أو زيادة كسب الهوائي عند القيم القصوى المحددة.

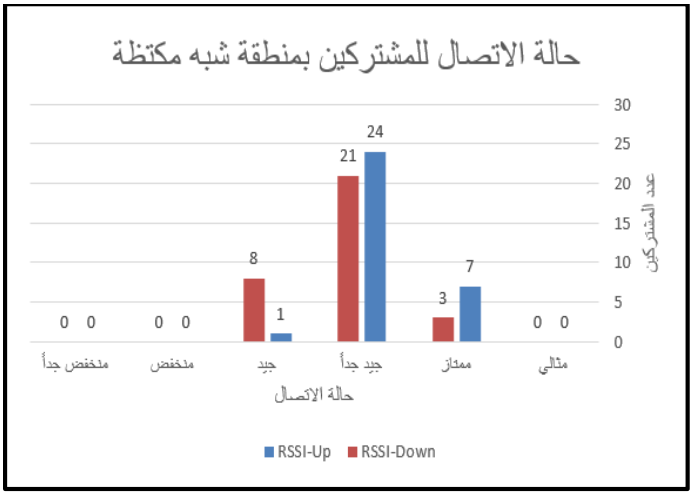



شكل 13. مقياس قوة الإشارة المستقبلة للوصلتين الصاعدة والهابطة للهوائي الرابع.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 33 العدد
Part 2 المجلد
January 2024 يناير
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

يوضح الشكل 14. تقسيم حالات المشتركين حيث يتحصل 24 مشترك للوصلة الصاعدة من أصل 32 مشترك و21 مشترك للوصلة الهابطة على اتصال مستقر، بينما يتحصل7 مشتركين للوصلة الصاعدة و3 مشتركين للوصلة الهابطة على اتصال ممتاز بالإنترنت، في حين يعاني 8 مشتركين لحدوث تذبذب في سرعة التحميل، يوضح الجدول 7. النسب المئوية للمشتركين بكل حاله لهذا الهوائي القطاعي.




شكل 14. تقسيم حالة الاتصال للمشتركين للهوائي القطاعي الرابع ببرج الغيران

**جدول 7. النسب المئوية لحالات المشتركين للهوائي الرابع**

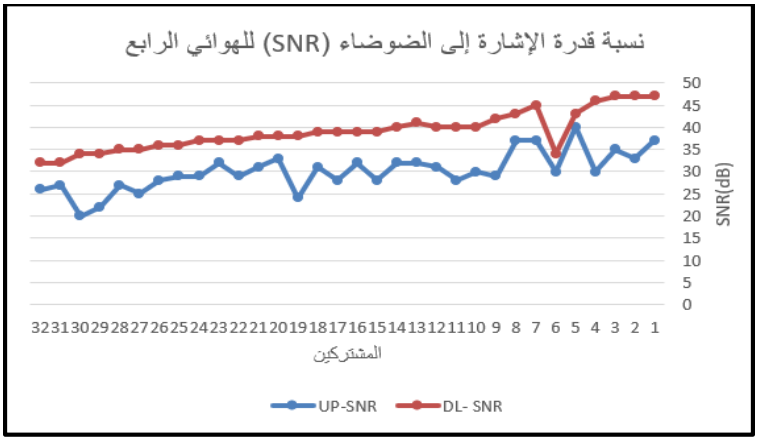
| الحالة | الوصلة الصاعدة % | الوصلة الهابطة % |
|---|---|---|
| مثالي | 0% | 0% |
| ممتاز | 21.87% | 9.37% |
| جيد جداً | 75% | 65.62% |
| جيد | 3.12% | 25% |
| منخفض | 0% | 0% |
| منخفض جداً | 0% | 0% |

• **ثانيا: نسبة قدرة الإشارة المستقبلة للضوضاء $(SNR)$**:يبين الشكل 15. قيم نسبة قدرة الإشارة الى الضوضاء للوصلتين الصاعدة والهابطة، بالنسبة للوصلة الهابطة تتفاوت


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

القيم من 47 dB إلى 31 dB ابتعادا عن البرج مما يعني أن حالة الوسط ممتازة لجميع المشتركين لهذه الوصلة، في حين تتذبذب القيم عند الوصلة الصاعدة من 40 dB إلى 20 dB والتي تحقق على الأقل الحد الأدنى من المقياس.




شكل 15. نسبة قدرة الإشارة إلى الضوضاء للوصلتين الصاعدة والهابطة

## 7. الاستنتاجات

من خلال الدراسة والعمل الميداني نستنتج أن:

- غياب الدراسات والأبحاث التي تختص بجودة الاتصال للشبكات في ليبيا.
- لا تستخدم الشركة الليبية الدولية لتكنولوجيا تقنية المعلومات الحد الأقصى لاستيعاب الهوائي المقطعي للمشتركين، وذلك لضمان عدم حدوث استنفاذ للسعة المحددة لكل برج وتفادي عدم حصول الخدمة للمشتركين.
- مقياس SNRيعطي قيم مناسبة لجميع المشتركين على البرج، حيث تحقق على الأقل الحد الأدنى من القيمة الموصي بها (≥ 20 dB).
- تختلف نسب الحالات لمقياس RSSI لكل هوائي، وتعتبر حالة الاتصال المستقر هي المهيمنة في الهوائيين الثالث والرابع، بينما تتشارك الأفضلية بين حالة الاتصال العالي وحالة الاتصال المستقر في الهوائي الثاني على حسب الوصلة، في حين


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

تهيمن حالة الاتصال العالي لكلا الوصلتين في الهوائي الأول. بالإضافة إلى عدم وجود أي مشترك يتحصل على قيمة أصغر من 80 dBm والتي تؤدي إلى فقد الإشارة.

- يمكن تحسين القيم في الهوائيين الثالث والرابع بزيادة القدرة الخارجة و/أو كسب الهوائي مع مراعاة ألّا يحدث أي نوع من أنواع التداخل وبالأخص تداخل المحطات المتتالية.

## 8. الخـــلاصة

تعتمد جودة الاتصال بخدمة الشبكات واسعة الحزمة اللاسلكية على عدة عوامل أهمها بعد المشترك عن البرج، و خط الرؤيا المباشر بين المشترك والهوائي القطاعي و كذلك كفاءة المعدات المستخدمة. ومن خلال الدراسة تبين أن نسبة ضئيلة لا تتجاوز 1.09% من مشتركي هذه المنطقة يتعرضون لانقطاعات متكررة للخدمة.

## 9. التـــوصيات

امتدادًا من هذا البحث، فإننا نوصي بدراسة جودة الاتصال لمنطقة ريفية وأخرى مكتظة، ثم إعداد نموذج رياضي للمدينة يمكن من خلاله توقع القيم عند أي نقطة. كما نوصي بدراسة لبعض الشركات الأخرى المزودة لخدمة الانترنت عبر الشبكات واسعة الحزمة اللاسلكية الثابتة.

## 10. المراجع

[1] د. موسـى موسـى، د. عبـد القـادر عكـي، نظـم هندسـة الاتصـالات الجـزء الثاني، دار الحكمة، 2017.

[2] المؤسسـة العامـة للتـدريب التقنـي والمهنـي السـعودية، تقنيـات الميكروويفو الاقمار الصناعية.

[3] Designing and Building Rural Wi-Fi Networks, APEC Telecommunications and Information Working Group, April 2005.

[4] Theodore S. Rappaport, Wireless Communications: Principlesand Practice, 2nd Edition, 2022.

[5] Libyan International Company for Technology.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 2023/12/10م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 9/ 1/2024م

[6] J.Xu, W. Liu, F.Lang, Y.Zhang, C.Wang, Distance Measurement Model Based on RSSI in WSN, Wireless Sensor Network, 2010, 2, 606-611

[7] Network Planning Guide, Huawei Company,https://support.huawei.com/enterprise/es/doc/EDOC1000113315/c3242b10/power-and-signal-strength(Access Date: 30/10/2023)

[8] Cambium Networks Company, https://www.cambiumnetworks.com/ (Access Date: 20/11/2023

[9]https://www.sonicwall.com/support/knowledge-base/wireless-snr-rssi-and-noise-basics-of-wireless-troubleshooting/ (Access Date: 28/11/2023).

[10] Maps Application: MAPS.ME


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية