تقييم أداء خطوط شبكات اتصالات الخط المشترك الرقمي الغير متماثل (ADSL)
حالة دراسية لبعض مشتركي شركة LNET

محمد مصطفى سوالم[1]، إبراهيم خالد الجريبي[2]

كلية التقنية الصناعية – مصراتة
mohamed_sowalem@cit.edu.ly

الملخص:

أصبح الإنترنت اليوم جزءًا رئيسيا من حياتنا اليومية، ولم يقتصر فقط على نقل الصوت والبيانات والفيديو بل تعداها إلى تطبيقات أخرى، الأمر الذي قاد العالم اليوم إلى التركيز على انترنت الأشياء. وتعد تقنية ADSL من أهم التقنيات المستخدمة لنقل الإنترنت من الشركات المزودة إلى المشتركين على اختلاف متطلباتهم من الإنترنت كونها تقنية مناسبةً من حيث التكلفة والسرعة. وفي هذا البحث تم دراسة مشاكل خطوط ADSL لبعض مشتركي شركة LNET بمدينة مصراتة لبعض المناطق الريفية، وتم استخدام المعيارين توهين الخط وهامش نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء لتحديد الأماكن المسببة لتذبذب الخدمة عند بعض المشتركين. ومن خلال العمل الميداني تبين أن المشاكل تكمن في سوء البنية التحتية للشبكة الهاتفية التي تستخدمها شركات مزودي خدمة الإنترنت عن طريق ADSL كناقل للخدمة، وأن شركة LNET تزود الشركة الهاتفية عند نقطة التسليم بمستوى عالي من الخدمة.

الكلمات الرئيسية: شبكات الاتصالات، الاتصالات الرقمية، المقسم، ADSL+، LNET.

Abstract

The Internet today has become a major part of our daily life, and it is not only limited to the transmission of sound, data and video, but also to other applications, which led the world today to focus on the Internet of Things. ADSL technology is one of the most important technologies used to transfer the Internet from companies equipped to subscribers to different requirements from the Internet, as it is an appropriate technology in terms of cost and speed. In this research,

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

the problems of ADSL lines were studied by some LNET subscribers in Misurata for some rural areas, and the two parameters were used, line attenuation and signal to noise ratio to determine the places that cause the fluctuation of service to some subscribers. Through field work, it was found that the problems lie in the poor infrastructure of the public phone network used by Internet service providers through ADSL as a service carrier, and that LNET provides the phone company at the delivery point with a high level of service.

Keywords: communication network, digital communication, exchange, ADSL+, LNET.

1. المقدمة:

هندسة الاتصالات هي الهندسة التي تتعلق بكل مواضيع الاتصالات الرقمية والتناظرية وهي تشمل ضمن طياتها أنواع مختلفة من الاشارات وطرق انتقالها ومعالجتها وتعتبر الاتصالات في وقتنا الراهن وعلى مختلف أشكالها عصب الحياة، حيث أن أنظمة الاتصالات تستخدم في جميع الدوائر والمؤسسات بمختلف طبيعة عملها وذلك لأجل تعزيز كفاءتها وقدرتها على المنافسة مع نظيراتها. وتمثل الاتصالات عملية يتم بموجبها نقل المعلومات من نقطة تسمى المرسل إلى نقطة أخرى تسمي المستقبل عبر وسط ما يسمي قناة الاتصال [1]، دائما ما تكون أنظمة الاتصالات في حالة تطور دائم بسبب ارتباطها الواسع بالعديد من المجالات الهندسية التقنية الأخرى، فتقدم أحد المجالات يعطي فرصة لتطوير أنظمة الاتصالات من منحني معين.

من الأنظمة التي تعتبر لها نشاط فعلي في وقتنا الحاضر هي أنظمة اتصال البيانات عبر خطوط شبكة الهاتف المحلي والتي تعرف بخط المشترك الرقمي (DSL) وهي تقنية اتصالات ذات سرعة عالية تستخدم خطوط الهاتف للاتصال بجهاز خاص في المقسم يسمي مجمع وصول خط المشترك الرقمي (DSLAM)والتي تتصل بدورها بأجهزة الشركة المزودة لخدمة الانترنت باستخدام تقنيات سريعة لنقل المعلومات مثل أسلوب النقل الغير متزامن (ATM)، وأوساط نقل ذو سعة عالية كالالياف الضوئية [2]. ونظرا لأن إشارات DSL ذات نطاق أساسي محدود، بالتالي يتطلب أن يكون موقع المستخدم ضمن مسافة معينة من مزود خدمة الإنترنت لكي يضمن الحصول على خدمة الانترنت ذات جودة مقبولة [2]، كما تختلف وسائل نقل البيانات عبر خطوط DSL بناءً على عدة عوامل

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

كالمنطقة والشركة المقدمة للخدمة والمعدات والأجهزة المستخدمة [3][4]. كما يوجد عدة معايير أخرى نشأت امتدادا من تقنية DSL[2] ومن أشهرها خط المشترك الرقمي الغير متماثل (ADSL) وهو المعيار المستخدم في ليبيا والذي سيكون محل دراستنا.

يعاني بعض مشتركي خدمةADSL في غالب الشركات المقدمة للخدمة في مدينة مصراتة من مشاكل في جودة الخدمة والمتمثلة في الانقطاعات المتعددة وعدم الحصول على معدلات نقل البيانات المتفق عليها في عقد الخدمة ويسوء الأمر عند البعض بعدم حصوله على الخدمة مطلقا، الأمر الذي دفعنا للبحث ودراسة هذه المشكلة دراسة ميدانية لتحديد مواقع المشاكل لخطوط المشتركين.

وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد مصادر وأسباب مشاكل اتصالاتADSL والتعرف على واقع النظام المتبع لخطوط نقل ADSL، ولتحديد المسببات تم استخدام معيارين أساسيين لخطوط ADSL، وهما فقد الخط (Line Attenuation) وهامش نسبة الإشارة إلى الضوضاء (Signal to Noise Ratio Margin) عن طريق القياسات العملية لهذين المعيارين على خطوط بعض مشتركي خدمةADSL لشركة LNET بمدينة مصراتة.

2. شبكات ADSL:

2-1. تقنية ADSL

خط المشترك الرقمي الغير متماثل (ADSL) هي تقنية اتصالات البيانات التي تمكن إرسال سريع للبيانات عبر خطوط الشبكة الهاتف. وجاءت تسميتها بهذا الاسم لأنها تستخدم خطوط المشتركين لشبكة الهاتف العمومي، أما الرقمي فلأن البيانات المحمولة تكون في صورة رقمية، أما الغير متماثل فلأن معدل البيانات في اتجاه يكون أعلي من الاتجاه الآخر، حيث أن نقل البيانات في الحزمة الهابطة أسرع من الحزمة الصاعدة، كما أن مدى الترددات المستخدمة في كل حزمة يختلف عن الآخر [2][5]، الجدول (1) يعرض مقارنة لتقنية ADSL مع تقنيات DSL الأخرى.

الجدول 1. مقارنة بين تقنيات DSLالمختلفة [2]

XDSL	التماثل	المدى (km)	الوصلة الهابطة (Mbps)	الوصلة الصاعدة (Mbps)
SDSL	متماثل	3	1.544	1.544
HDSL	متماثل	3.5	1.544	1.544
ADSL	غير متماثل	5.5	8	1

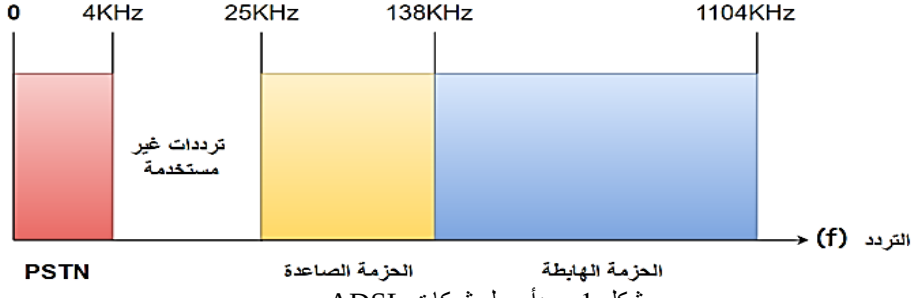
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

VDSL	متماثل	1	13	13
	غير متماثل	1	26	3

2-2. مبدأ عمل شبكات ADSL

تتلخص مبدأ عمل شبكات ADSL في استغلال مدى الترددات الكبير التي يغطيها خط المشترك للهاتف الأرضي، فمثلا في الأسلاك النحاسية تدعم مدى ترددات يصل إلى 1.1ميجا هيرتز إلا أن المستغل منها في عملية الاتصال الصوتي لا يتجاوز4kHz، أي أن السلك لديه قدرة أكبر بكثير من استخدامه للمكالمات الهاتفية فقط، لذا فإن ADSLيستخدم الترددات الزائدة ويقوم بتقسيمها إلى حزمة صاعدة (Up Stream) وحزمة هابطة (Down Stream) [5].

الحزم الصاعدة تستخدم للاتصال من المستخدم إلى البريد بترددات تبدأ من 25kHz إلى 138kHz، بينما الحزم الهابطة تستخدم للاتصال من البريد إلى المستخدم بترددات تبدأ من138kHz إلى 1104kHz، والترددات من0 Hzإلى4 kHz تستخدم في نطاق المكالمات الهاتفية عبر الشبكة العمومية (PSTN) [2]، مبدأ عمل شبكات ADSL وتقسيم حزم الترددات موضح بالشكل (1).



شكل 1. مبدأ عمل شبكات ADSL.

2-3. العوامل التي تحدد سرعة ADSL:

توجد عدة عوامل أساسية تعمل على تحديد سرعة نقل البيانات باستخدام ADSL وتتلخص في:

1. المسافة بين المستخدم والمقسم المحلي.

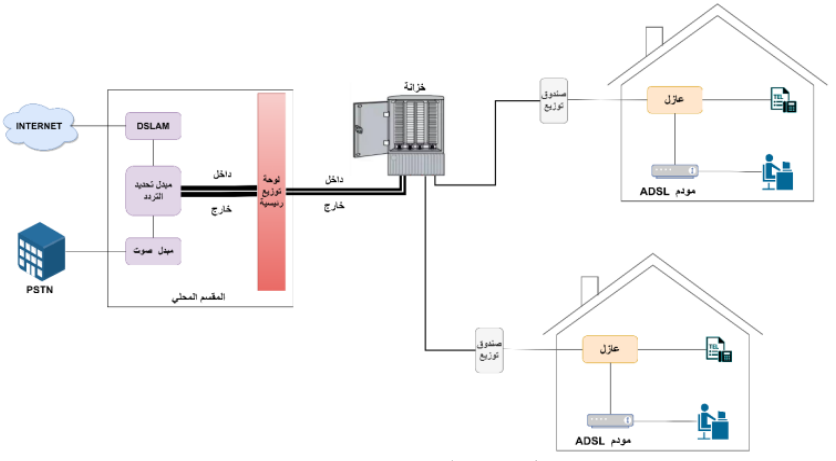
2. نوع وسمك الاسلاك المستخدمة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

3. نوع وعدد الوصلات في السلك.

2-4. هيكلية شبكات ADSL:

يوضح الشكل (2) هيكلية شبكات ADSLحيث تتكون من أنظمة فرعية مختلفة مثل مجمع وصول خط المشترك الرقمي ومبدل الصوت ومبدل تحديد التردد ولوحة التوزيع الرئيسية وصندوق التوزيع وعازل ومودم ADSL [2] [5].



شكل 2. هيكلية شبكات ADSL.

2-5. مميزات ADSL:

لا تشغل خدمة ADSL خط الهاتف ويمثل هذا ميزة عند تثبيت الخدمة في المنازل والشركات، حيث يتيح استقلالية كلتا الخدمتين. كما تقدم سرعة نقل بيانات عالية، إضافة إلى ذلك تعتبر فكرة عدم التماثل بين الوصلة الهابطة والصاعدة ميزة لأكثر مستخدمي هذه الخدمة، وذلك لأن طبيعة الاستخدام لأغلب مستخدمي هذه الخدمة تتمركز في تحميل البيانات وبالتالي احتياجهم لمدي ترددات أكتر وسرعة أعلي للوصلة الهابطة، ومن مميزاته أيضا توفير سرعة أعلى بكثير من الموديم التماثلي وتقنية ISDN.

2-6. عيوب ADSL:

تتأثر جودة الإرسال في أنظمة ADSL بالمسافة ما بين المقسم المحلي والمشترك، عمليًا يجب أن تكون في مسافة أقل من5km حتى يتحصل المشترك على خدمة مقبولة [2]. كما يتطلب توفير كوابل ذات جودة عالية لضمان الحصول على اتصال مستقر [8].

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

2-7. معايير شبكات ADSL:

توجد عدة معايير لشبكات ADSL تختلف فيما بينها من خلال معدل البيانات في الوصلتين الهابطة والصاعدة، يوضح الجدول (2) أشهر المعايير وبعض المقارنات بينها.

الجدول 2. معايير شبكات ADSL [2]

المعيار	الاسم الشائع	الوصلة الهابطة (Mbps)	الوصلة الصاعدة (Mbps)
ITU G.992.1	ADSL.G.DMT	12	1.3
ITU G.992.2	ADSL. Lite	1.5	0.512
ITU G.992.3	ADSL2	12	1
ITU G.992.5	ADSL2+	24	1
ITU G.992.5 qnnex M	ADSL2+M	24	3.5

بالنسبة لشركة LNET فيتم استخدام المعايير ADSL.G.M، ADSL2، ADSL2+M [8].

3. مقاييس جودة خطوط خدمة ADSL

إن أشهر مقاييس تحدد جودة خدمة ADSL مقياسان وهما توهين الخط (Line Attenuation) وهامش نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء (SNR Margin).

3-1. توهين الخط:

هو مقياس لفقد قدرة الإشارة أثناء مرورها عبر الكابل [1]. وتعتمد قيمة توهين الخط على المسافة التي يبعد فيها المستخدم عن المقسم المحلي [2][4]، كما يمكن أن تكون المسافة قليلة ولكن قيمة التوهين عالية وذلك إما أن جودة الكابل سيئة من حيث التصنيع أو بسبب المؤثرات الخارجية كالرطوبة الناتجة عن تسرب المياه إلى الكابل أو كثرة عمليات القطع والربط. عادة ما يقاس مقدار التوهين بالديسبل لكل متر [1][6]. المعادلة (1) تعطي حساب قدرة الإشارة المستقبلة بعد مسافة L من مصدر الإرسال [1].

$$P_{r_{dB}} = P_{t_{dB}} - \alpha L \qquad (1)$$

حيث: $P_{t_{dB}}$ القدرة الخارجة من مصدر الإرسال والداخلة إلى الكابل (قناة الاتصال) بوحدة الديسيبل، $P_{r_{dB}}$ القدرة المستقبلة بعد مسافة L، α معامل الفقد ويقاس بالديسيبل لكل متر. وعادة ما يتم تصنيف حالة الخط بناءً على قيم توهين كما في الجدول (3).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الجدول 3. معايير شبكات ADSL [2]

قيمة التوهين	حالة الخط "الخدمة"
أقل من 20dB	الخط مثالي "عالي الجودة"
من 20dB إلى 40dB	الخط مستقر "خدمة مقبولة"
من 40dB إلى 50dB	أعطال محتملة "ضعيف"
من 50dB إلى 60dB	فقد التزامن بشكل دوري "ضعيف جدًا"
60dB وفوق	المعدات لا تعمل "سيء جدً"

3-2. هامش نسبة الإشارة إلى الضوضاء:

نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR)هي مقياس لنسبة قدرة الإشارة المرغوبة إلى إشارة الضوضاء الغير المرغوبة [1][6]، وتعطي بالعلاقة

$$SNR = \frac{P_{signal}}{P_{noise}} \quad (2)$$

حيث: P_{signal} قدرة الإشارة المرغوبة، P_{noise} قدرة الضوضاء. وتحدد نسبة الإشارة إلى الضوضاء سعة الإرسال عبر القناة، وتربط معادلة شانون [6] عرض النطاق الترددي ونسبة الإشارة إلى الضوضاء وسعة القناة وفقًا للمعادلة التالية:

$$C = B\log_2(1 + SNR_{dB}) \quad (3)$$

حيث: Cسعة القناة، Bعرض النطاق الترددي. علميًا توجد عدة صور من الضوضاء وفي الخطوط الهاتفية قد تنشأ الضوضاء نتيجة المجالات الكهرومغناطيسية الناتجة من الخطوط المجاورة [6]، وأيضا الضوضاء الحرارية.

في شبكاتADSL يستخدم مقياس أكثر شيوعا وهو هامش نسبة الإشارة إلى الضوضاءSNR Margin والذي يمثل الفرق بينSNR فعلي وأدنيSNR مطلوب لمزامنة مودم ADSL بسرعة محددة [4] والذي يعطى بالمعادلة (4):

$$SNR\ Margin = SNR_a - SNR_{syc} \quad (4)$$

حيث: SNR_a نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء الفعلية، SNR_{syc} أدنى نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة ضوضاء مطلوبة لتحقيق عملية المزامنة بشكل صحيح، وعمليًا تحدد بالقيمة 35 dB عند سرعة 8 Mbps [8]. ويختلف هامش SNR المطلوب فيما يتعلق بمعدل خط ADSL، حيث تمثل القيمة العالية لهامش SNR إشارات أقوى وضوضاء أقل، وهذا هو المطلوب الأساسي

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

لاتصال شبكات ADSL أمثل وبسرعة أعلى، كما أن القيم الأعلى لهامش SNR تعني خط أكثر مثالية وأكثر استقرارية ووثوقية [8]. قيم هامش SNR القياسية وتأثيرها موضح بالجدول (4).

الجدول 4. قيم هامش SNR القياسية وتأثيرها [8]

هامش SNR	الحالة
أقل من 4dB	"أسوء SNR" لا يمكن الحصول على خدمة
من 4dB إلى 5.5dB	"مقبول" يتسبب في تحديد سرعة الخط
من 5.5dB إلى 6.5dB	"يعتبر جيد" يسبب في بعض المشاكل في عملية التزامن
من 6.5dB إلى 7.6dB	"ممتاز" خدمة عالية
7.6dB وأعلى	"مثالي"

4. القياسات الميدانية

استخدم في هذا البحث نتائج لقياسات ميدانية لبعض خطوط مشتركي خدمة ADSL المقدمة من أحد مزودي الخدمة بمدينة مصراتة وهي شركة LNET والتي تزود جميع ربوع مدينة مصراتة تقريبا. واستهدف بالدراسة ثلاثة مناطق من المدينة وهي طمينه وكرزاز والغيران، يوضح الشكل (3) خريطة المدينة وموقع المقسم المحلي للمناطق الثلاثة وموقع البريد المركزي لمدينة مصراتة.

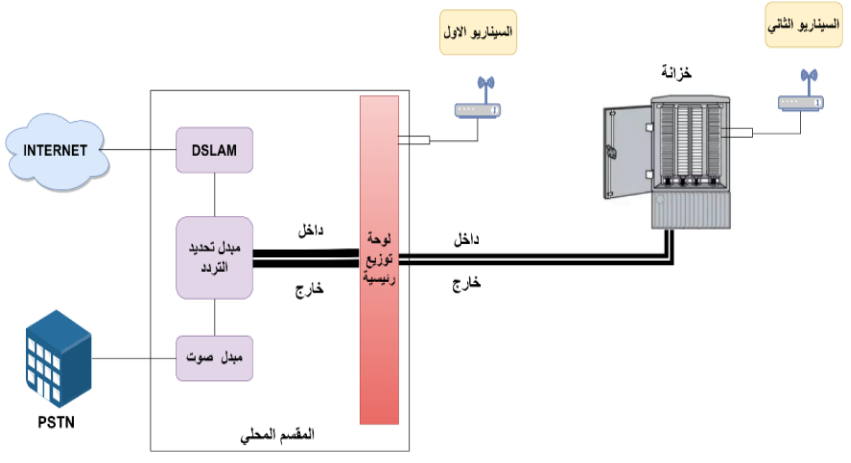
شكل 3. خريطة مدينة مصراتة ومواقع الدراسة [9].

وقد تم تقسيم عملية القياسات لكل منطقة إلى سيناريوين، كما هو موضح بالشكل (4):

- **السيناريو الأول:** قياس مجموعة مسارات "خطوط" المشتركين والبالغ عددها 84 موزعة على المناطق، من المقسم المحلي للمنطقة عند نقطة التسليم بين البريد وLNET، أي عند لوحة التوزيع الرئيسية MDP.

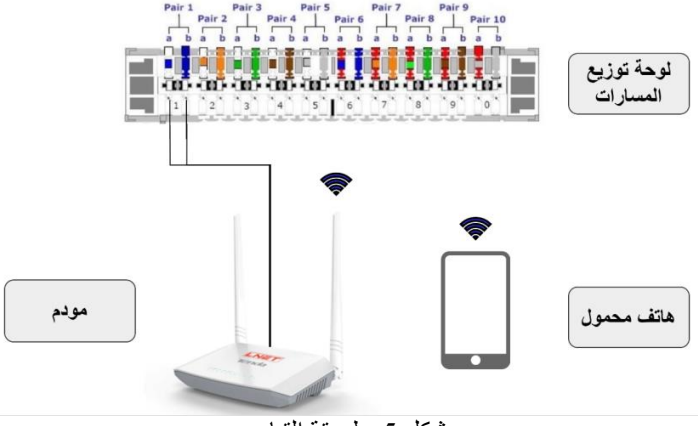
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

- **السيناريو الثاني:** القياس من خزانة التوزيع الموجودة في الطرقات والتي يتم التمديد من خلالها إلى صناديق التجميع بالمنازل.



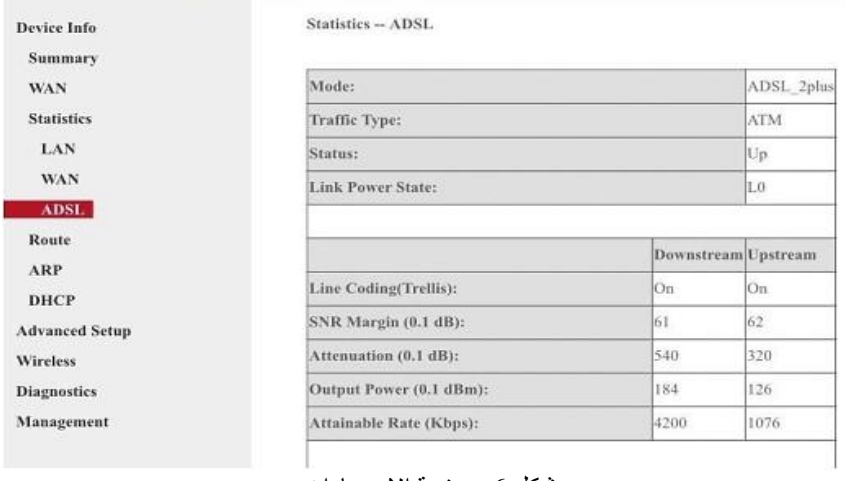
شكل 4. سيناريوات القياس.

وتم استخدام في عملية القياس مودم خاص مبرمج لتشغيل أي معيار من معايير ADSL التي توفرها شركة LNET. وتم عرض صفحة الإحصاءات على النقال من خلال ربطه بالمودم عن طريق Wi-Fi. يوضح الشكل (5) طريقة القياس، بينما الشكل (6) صفحة الإحصاءات.



شكل 5. طريقة القياس.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

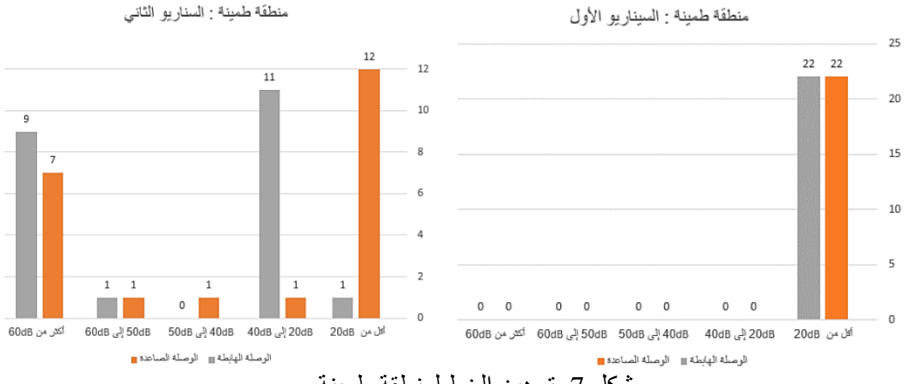


شكل 6. صفحة الإحصاءات.

5. النتائج والمناقشة

أولا: توهين الخط

- **منطقة طمينة:** تم أخذ القياسات لعدد 22 خط. يعرض الشكل (7) نتائج القياسات لكلا السيناريوين لمنطقة طمينة لكلا الوصلتين الهابطة والصاعدة.



شكل 7. توهين الخط لمنطقة طمينة.

ويوضح الجدول (5) نسبة الخطوط لكل حالة، حيث يتم تقسيم عدد الخطوط لكل حالة على العدد الكلي للخطوط المقاسة بالمنطقة وفقا للمعادلة (5)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

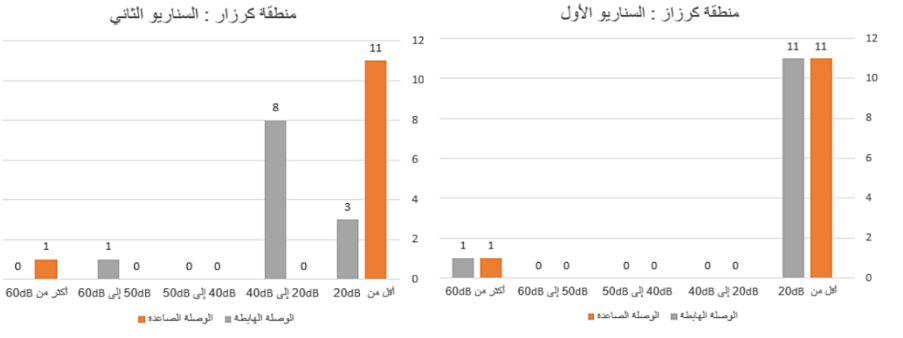
$$\text{Case\%} = \frac{\text{N. Line of Case}}{\text{N. all Lines}} \times 100\% \quad (5)$$

الجدول 5. نسبة حالات توهين الخط بمنطقة طمينة

الحالة	السيناريو الأول		السيناريو الثاني	
	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة
أقل من 20dB	%100	%100	%54.55	%4.55
من 20dBإلى 40dB	%0	%0	%4.55	%50
من 40dBإلى 50dB	%0	%0	%4.55	0
من 50dBإلى 60dB	%0	%0	%4.55	%4.55
60dBوفوق	%0	%0	%31.82	%41

في السيناريو الأول جميع الخطوط تحصل على قيم عالية الجودة في هذا المعيار مما يدل على أن نقطة التسليم بين المقسم المحلي وLNET بالمنطقة لا يوجد بها أي مشاكل. بينما في السيناريو الثاني، بالنسبة للوصلة الهابطة نلاحظ أن تقريبا 4.5% من الخطوط تحصل على جودة عالية و50% من الخطوط تحصل على خدمة مقبولة بينما 41% من الخطوط سيئة جدا مما يعني عدم حصولها على خدمة الانترنت نتيجة البنية التحتية. أما بالنسبة للوصلة الصاعدة فنجد تقريبا 55% من الخطوط تحصل على جودة عالية بينما 32% يعانون من الخدمة السيئة.

- **منطقة كرزاز:** تم أخذ القياسات لعدد 12 خط. يعرض الشكل (8) نتائج القياسات لكلا السيناريوين للوصلتين الهابطة والصاعدة بالمنطقة. ويوضح الجدول (6) نسبة الخطوط لكل حالة بالمنطقة.



شكل 8. توهين الخط لمنطقة كرزاز.

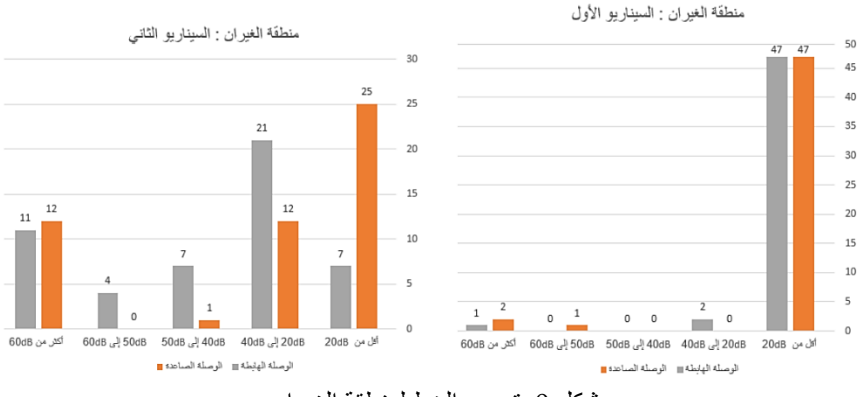
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الجدول 6. نسبة حالات توهين الخط بمنطقة كرزاز

الحالة	السيناريو الأول		السيناريو الثاني	
	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة
أقل من 20dB	%92	%92	%92	%25
من 20dBإلى 40dB	%0	%0	%0	%67
من 40dBإلى 50dB	%0	%0	%0	0
من 50dBإلى 60dB	%0	%0	%0	%8
60dBوفوق	%8	%8	%8	%0

تظهر النتائج من الجدول (6) أن نسبة 92% من الخطوط تحصل على حالة عالية الجودة لكلا الوصلتين للسيناريو الأول، بينما خط واحد يحصل على خدمة سيئة جدًا ويمكن تعليل ذلك بأن الخط غير متصل بشكل صحيح عند منفذ الإطار في DSLAM. في السيناريو الثاني، بالنسبة للوصلة الصاعدة نلاحظ أن 92% من الخطوط لها خدمة عالية بينما نسبة 8% من الخطوط سيئة جدًا والتي يمكن القول أن حالة الخط ظاهرة من السيناريو الأول. أما بالنسبة للوصلة الهابطة فنلاحظ أن نسبة 25% من الخطوط لها خدمة عالية الجودة بينما نسبة 67% من الخطوط تتحصل على خدمة مستقرة. مما يعني أن التوصيل بين لوحة التجميع الرئيسية والخزانة جيد والبنية التحتية تعتبر حسنة.

- **منطقة الغيران:** تم أخذ القياسات لعدد 50 خط. يعرض الشكل (9) نتائج القياسات لكلا السيناريوين للوصلتين الهابطة والصاعدة بالمنطقة. ويوضح الجدول (7) نسبة الخطوط لكل حالة بالمنطقة.



شكل 9. توهين الخط لمنطقة الغيران.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

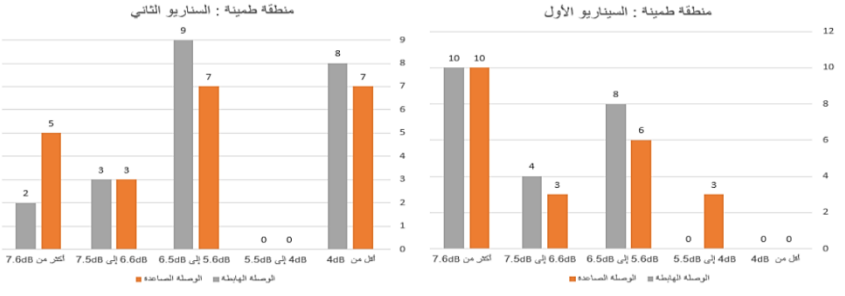
الجدول 7. نسبة حالات توهين الخط بمنطقة الغيران

الحالة	السيناريو الأول		السيناريو الثاني	
	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة
أقل من 20dB	%94	%94	%50	%14
من 20dBإلى 40dB	%0	%4	%24	%42
من 40dBإلى 50dB	%0	%0	%2	%14
من 50dBإلى 60dB	%2	%0	%0	%8
60dBوفوق	%4	%2	%24	%22

نتيجة للقياسات فإن نسبة 94% من الخطوط تحصل على قيم عالية الجودة لكلا الوصلتين في السيناريو الأول مما يدل على أن نقطة التسليم بين شركة LNET والبريد لهذه الخطوط لا يوجد بها مشاكل، بينما تعاني 4% للوصلة الصاعدة و2% للوصلة الهابطة من سوء الخدمة. ولكن القياسات من الخزائن أظهرت تباين عن السيناريو الأول، حيث أن 50% من الخطوط تحصل على خدمة عالية الجودة بالنسبة للوصلة الصاعدة، بينما 24% من الخطوط سيئة جدًا مما يعني عدم حصولها على خدمة الإنترنت. أما الوصلة الهابطة فنلاحظ أن نسبة 14% من الخطوط لها خدمة عالية الجودة، و42% من الخطوط لها حالة استقرار أي خدمة مقبولة، ونسبة 22% من الخطوط سيئة الخدمة أي عدم حصولها على خدمة الإنترنت.

ثانيا: هامش نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء

- **منطقة طمينة:** يوضح الشكل (10) نتائج القياسات للوصلتين الصاعدة والهابطة لمعيار هامش نسبة الإشارة إلى الضوضاء للخطوط المقاسة والتي يبلغ عددها 22 خط مشترك. ويعرض الجدول (8) نسبة الخطوط لكل حالة بالمنطقة.



شكل 10. هامش SNRلمنطقة طمينة.

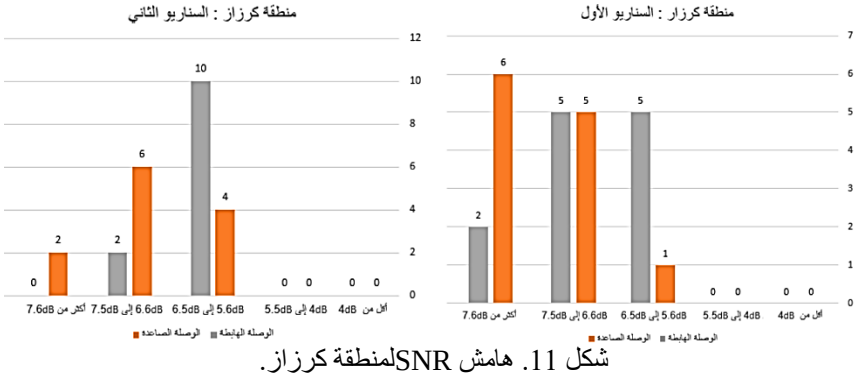
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الجدول 8. نسبة حالات هامش SNR بمنطقة طمينة

الحالة	السيناريو الأول		السيناريو الثاني	
	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة
أقل من 4dB	%0	%0	%32	%36
من 4dB إلى 5.5dB	%14	%0	%0	%0
من 5.6dB إلى 6.5dB	%27	%36	%32	%41
من 6.6dB إلى 7.5dB	%14	%18	%14	%14
7.6dB وأعلى	%45	%45	%23	%9

تتحصل 45% من الخطوط على خدمة مثالية في السيناريو الأول، بينما تنخفض إلى 23% للوصلة الصاعدة و9% فقط للوصلة الهابطة في السناريو الثاني. أما نسبة الخطوط التي تتحصل على خدمة جيدة فكانت 27% للوصلة الصاعدة و36% للوصلة الهابطة في السيناريو الأول، وتتقارب النسبة أيضا في السيناريو الثاني. بالنسبة لحالة عدم وجود الحصول على الخدمة فهي معدومة في السيناريو الأول، بينما تصل إلى نسبة 32% و36% للوصلتين الصاعدة والهابطة على التوالي في السيناريو الثاني. هذا الأمر يشير إلى أن حالة التسليم بين LNET والمقسم ممتازة، بينما تعاني الخطوط في الخزائن إلى سوء البنية التحتية.

- **منطقة كرزاز:** يوضح الشكل (11) هامش SNR لمنطقة كرزاز للسيناريوين الأول والثاني، ويعرض الجدول (9) نسب الحالات لهامش SNR لخطوط المنطقة والتي يبلغ عددها 12 خط.



شكل 11. هامش SNRلمنطقة كرزاز.

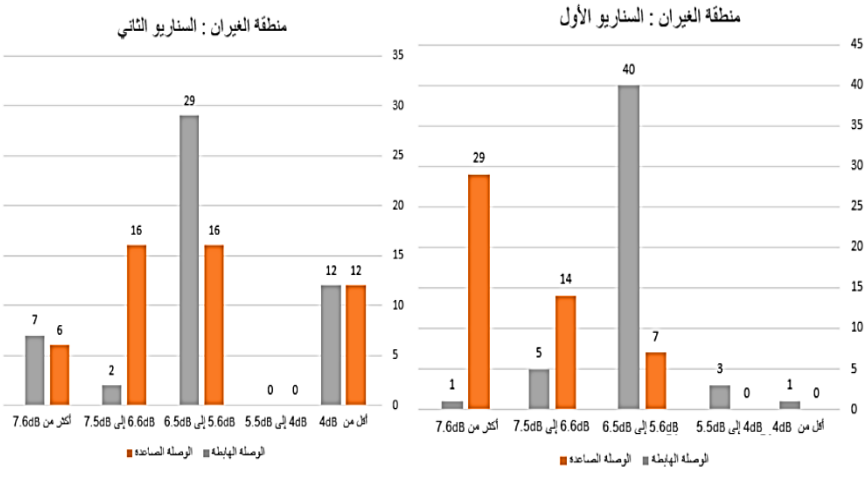
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الجدول 9. نسبة حالات هامش SNR بمنطقة كرزاز

الحالة	السيناريو الأول		السيناريو الثاني	
	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة
أقل من 4dB	%0	%0	%0	%0
من 4dB إلى 5.5dB	%0	%0	%0	%0
من 5.6dB إلى 6.5dB	%8	%42	%33	%83
من 6.6dB إلى 7.5dB	%42	%42	%50	%17
7.6dB وأعلى	%50	%17	%17	%0

من الجدول (9) يمكن ملاحظة أن حالة التسليم بين LNET والمقسم بالمنطقة، والبنية التحتية للخزائن جيدة، إذ أن قيم هامش SNR لا تقل عن 5.6 dB أي أن جميع الخطوط تتحصل على خدمة جيدة على الأقل، وتتحصل 50% من الخطوط للوصلة الصاعدة على خدمة مثالية في السيناريو الأول، بينما تتحصل 50% من الخطوط للوصلة الصاعدة على خدمة ممتازة في السيناريو الثاني.

- **منطقة الغيران:** يوضح الشكل (12) هامش SNR لمنطقة الغيران للسيناريوين الأول والثاني، ويعرض الجدول (10) نسب الحالات لهامش SNR لخطوط المنطقة والبالغ عددها 50 خط والتي تعتبر أكبر المناطق التي استهدفت من حيث عدد المستخدمين.



شكل 12. هامش SNRلمنطقة الغيران.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الجدول 10. نسبة حالات هامش SNR بمنطقة الغيران

الحالة	السيناريو الأول		السيناريو الثاني	
	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة	الوصلة الصاعدة	الوصلة الهابطة
أقل من 4dB	%0	%2	%24	%24
من 4dBإلى 5.5dB	%0	%6	%0	%0
من 5.6dBإلى 6.5dB	%14	%80	%32	%58
من 6.6dBإلى 7.5dB	%28	%10	%32	%4
7.6dBوأعلى	%58	%2	%12	%14

من الجدول (10) يمكن ملاحظة أن نسبة 58% من الوصلة الصاعدة للسيناريو الأول تتحصل على خدمة مثالية وعند نفس السيناريو تتحصل فقط 2% لوصلة الهابطة على خدمة مثالية. أما السيناريو الثاني فتتحصل 12% للوصلة الصاعدة على خدمة مثالية. وبالنسبة للخدمة الجيدة فتتحصل 80% للوصلة الهابطة لقياسات السيناريو الأول بينما تنخفض إلى 58% لقياسات السيناريو الثاني. كما يظهر الجدول أيضا ارتفاع كبير لعدد الخطوط التي لا تتحصل على خدمة للسيناريو الثاني مقارنة بالسيناريو الأول الأمر الذي يشير إلى سوء البنية التحتية للخزائن.

6. مشاكل البنية التحتية للشبكة الهاتفية

من خلال القياسات الميدانية للخطوط واجهتنا العديد من مشاكل المتمثلة في سوء البنية، سواءً في الخزائن أو حتى ربط الخطوط، بل إن بعض الخطوط ملقي على الأرض دون توصيله عن طريق لوحة التبديل سواء في الخزانة أو صناديق التوزيع، وتعرض الصور الموضحة في الشكل (13) حالة البنية لبعض الغرف الرئيسية، كما تعرض الصورة الموضحة في الشكل (14) حالة البنية لبعض الخزائن، بينما يوضح الشكل (15) الصور للبنية السيئة للخطوط.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

شكل 13. حالة البنية لبعض الغرف الرئيسية.

شكل 14. حالة البنية لبعض الخزائن.

شكل 15. حالة البنية لبعض الخزائن.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

7. الاستنتاجات

- تعتمد الشركات المقدمة لخدمة الإنترنت عن طريق ADSL على شبكة الهاتف المحلية باعتبارها وسيلة متاحة ولا يترتب على الشركات المزودة لخدمة الإنترنت عن طريق ADSL تكلفة مد الخطوط للمشتركين مما يجعل كفاءة استخدام هذه التقنية مناسبة للطرفين – الشركة والزبون– اقتصاديًا. ولكن في المقابل تعتمد جودة الخدمة على حالة الخط الهاتفي المُوَصّل إلى المشترك والذي يمر بعدة نقاط وعدة عوامل قد تحول بين المشترك وبين حصوله على الخدمة الجيدة التي تلبي احتياجاته من الإنترنت وتحقق أقصى سعة بيانات مشترك فيها.
- نقاط تسليم الخدمة بين الشبكة الهاتفية وشركة LNET ممتازة وفي حالة جيدة وهذا ظاهر من النتائج المتحصل عليها.
- بعض المشتركين لا يتحصلون على خدمة الإنترنت وهذا ناتج من البنية التحتية السيئة للشبكة الهاتفية لبعض المناطق، والذي يكون سببه غياب الصيانة الدورية للغرف الرئيسية والخزائن وحتى أعمدة التوزيع.

8. الخلاصة

تعتبر البنية التحتية لشبكات الاتصالات عبر خطوط المشتركين عاملا أساسيا يعتمد عليه جودة الخدمة عند المشترك، ومن خلال الدراسة تبين سوء البنية التحتية وغياب الصيانة الدورية لبعض المناطق الريفية بمدينة مصراتة والذي حال دون حصول المشتركين على الخدمة فضلا عن ترديها.

9. جدول الاختصارات

ADSL	**Asymmetric Digital Subscriber Line**
SNR	**Signal to Noise Ratio**
DSLAM	**Digital Subscriber Line Access Multiplexer**
PSTN	**Public Switched Telephone Network**
MDP	**Main Distribution Panel**

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

10.المراجع والمصادر

[1] موسى موسى، عبدالقادر عكي، " نظم هندسة الاتصالات– الجزء الثاني"، الطبعة الأولى دار الحكمة للنشر، 2017.

[2] "Report On DSL Technologies", 2nd Edition International Telecommunication Union, 2002.

[3] F. Fessant, V. Lemaire, "A Complete Data Mining Process to Manage the QoS of ADSL Servies", WAITS 2012, August 28th, 2012, pages 1-6.

[4]https://www.researchgate.net/publication/221425559_The_Effect_of_Signal-to-Noise_Margins_on_the_Performance_of_ADSL تاريخ الدخول 11-1-2023م

[5] "أساسيات الهاتف والمقاسم الرقمية"، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني– المملكة العربية السعودية، نسخة إلكترونية PDF.

[6] H.P. HSU, "Theory and Problems of Analog and Digital Communication", 2nd Edition, The Mc Graw-Hill Companies, 2003.

[7] HUAWEI Smart Ax MA5616 Ip DSLAM, 2007.

[8] الشركة الليبية الدولية لتكنولوجيا وتقنية المعلومات.

[9] http://maps.google.com تاريخ الدخول 21-2-2023م

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية