منشورات ITU

الاتحاد الدولي للاتصالات
قطاع التنمية

دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير

خيارات التوصيلية المستدامة للمواقع غير الموصولة

2020

ITU

دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير

خيارات التوصيلية المستدامة للمواقع غير الموصولة

2020

شكر وتقدير

أُعد دليل الحلول على يد جون غاريتي وأميناتا أمادو غاربا.

قدم التالي ذكره من المنظمات والأفراد مساهمات بشأن توصيلية الميل الأخير و/أو دراسة حالات التقابل في شكل مساهمات مباشرة للإسناد والإدراج، دون تحرير مستفيض من جانب المؤلفين، (يرد الإدراج أبجدياً حسب المنظمة والكُنى الفردية): 1 World Connected (كريستوفر يو)؛ شبكات الاتصالات المتنقلة الإفريقية (مايكل دارسي)؛ Airbus (دافينا إغبونا)؛ هيئة الاتصالات الوطنية البرازيلية (Anatel) (روبرتو ميتسواكي هيرایاما، أغوستينو لينهاريس، إدواردو ماركيز دا كوستا جاكوماسي، باتريشيا رودريغيز فيريرا)؛ رابطة الاتصالات التقدمية (إريك هويرتا، مايك جنسن، لياندرو نافارو، كارلوس ري مورينو وستيف سونغ)؛ Bluetown (ساتيا إن جوبتا)؛ Connected Pacific (جوناثان بروير)؛ رابطة مشغلي السواتل في أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا (ESOA) (ناتالي فيسنتي)؛ Fraym (بن ليو وراشيل ماندیل وروب موريلو)؛ GÉANT (كاثرين ستوفر)؛ HIP Consult (جودا لفين وأميليا برايور)؛ Huawei (نيومان وو)؛ GSMA (جينارو كروز وكلير سيبثورب)؛ جمعية الإنترنت (نافيد حق)؛ Masae Analytics (إيمانويل دي دينتشين)؛ Microsoft (ليديا كارون وجيفري يان)؛ Ookla (بريان دار وكاثرين ماكدونالد)؛ مشروع محطة قاعدة قرية PCARI (كلير باريلا، جوزفين ديونيسيو، سيدريك فيستين، فيليب مارتينيز، فريق VBTS)؛ حكومة بولندا (مارشين سيتشي وأغنيسكا غلاديس)؛ Telefonica (خوان كامبيلو ألونزو)؛ Vanu (أندرو بيرد)؛ ViaSat (ريان جونسون)؛ البنك الدولي (تيم كيلي)؛ مختبرات الاتصالات العالمية (سيمون بيرسون).

قدم التالي ذكره من المنظمات والأفراد تعليقات على مشاريع النصوص والمفاهيم المعروضة هنا (يرد الإدراج أبجدياً حسب المنظمة والكُنى الفردية): أ. أكاديمية أوديسا الوطنية للاتصالات أ.س بوبوف (فاديم كابتور)؛ AFRINIC (أمريش فوكر وآرثر كارينداال)؛ التحالف من أجل الإنترنت الميسور التكلفة (سونيا جورج ومايكو ناكاجاكي)؛ رابطة الاتصالات التقدمية (إريك هويرتا، مايك جنسن، لياندرو نافارو، كارلوس ري مورينو وستيف سونغ)؛ ARIN (آن راشيل إن)؛ فريق عمل توصيلية المدارس التابع للجنة النطاق العريض (اجتماعات 6 و29 أبريل)؛ تحالف الطيف الدينامي (مارثا سواريز)؛ EchoStar (جينيفر مان)؛ رابطة مشغلي السواتل في أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا (ESOA) (آرتي هولا، ناتالي فيسينتي)؛ GÉANT (كاثرين ستوفر)؛ شركة شبكة الأعمال الحميدة العالمية المحدودة (فرانك مكوسكر)؛ لجنة البريد والاتصالات اليونانية (كونستانتينوس ماسيلوس)؛ HIP Consult (جودا لفين)؛ Huawei (نيومان وو وجانغ زينيو ولي وينزين وزو جيو)؛ Intel (تورهان ملوك)؛ جمعية الإنترنت (دييغو كانابارو وجين كوفين وخوان بييرانو)؛ الاتحاد الدولي للاتصالات (دورين بوغدان-مارتن، وإستفان بوزوكي، وسيرجيو بونومو، وروتينج تشانغ، وجيونغي كيم، وكاتالين مارينيسكو، وماركو أوبيسو، وأورهان عثماني، وبرونو راموس، وجواكين ريستريبو، وصوفي مادنز، ونيك سنانيس، ونانسي سوندبرغ، وماريا فيكتوريا سوكينيك وأليكس وونغ)؛ لجنة الدراسات 1 التابعة لمكتب تنمية الاتصالات بالاتحاد؛ Microsoft (ليديا كارون وجيفري يان)؛ الإنترنت المتمحورة حول الناس (مي لين فونغ)؛ Royal Holloway، ساندیب تاكسالي؛ Telco2 New Zealand (جوناثان بروير)؛ المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (جون وارنز)؛ اليونيسف (UNICEF) (خايمي أرشوندیا وناروا زوروتوزا)؛ جامعة لندن (تيم أونوين)؛ البنك الدولي (دويل غاليغوس)؛ ViaSat (ريان جونسون).

وقدم أنجيلو غوتيريز وكريستوفر ت كاباردو دعماً بحثياً.

وقدمت خدمات النشر في الاتحاد الدولي للاتصالات الدعم للتصميم والتخطيط التصويري.

ترجى موافاة المؤلفين بأفكاركم وتصحيحاتكم ومقترحاتكم بشأن إضافات عن طريق إرسال بريد إلكتروني إلى أميناتا أمادو غاربا (aminata.amadou-garba@itu.int) وجون غاريتي (jdgarrity@gmail.com).

© الاتحاد الدولي للاتصالات، 2020

بعض الحقوق محفوظة. هذا العمل متاح من خلال رخصة المشاع الإبداعي للمنظمات الحكومية الدولية Creative Commons Attribution-Non-Commercial-Share Alike 3.0 IGO license (CC BY-NC-SA 3.0 IGOP; https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo).

وبموجب شروط هذه الرخصة، يمكن نسخ هذا المنشور وإعادة توزيعه وتكييفه لأغراض غير تجارية، على أن يُقتبس العمل على النحو الصحيح وعلى النحو الموضح أدناه. وأيّاً كان استخدام هذا المنشور، ينبغي عدم الإيحاء بأن الاتحاد الدولي للاتصالات يدعم أي منظمة أو منتجات أو خدمات محددة. ولا يُسمح باستخدام أسماء الاتحاد أو شعاراته على نحو غير مرخص به. ويجب ترخيص أي تكييف للمنشور بموجب رخصة المشاع الإبداعي للمنظمات الحكومية الدولية نفسها أو ما يكافئها. وإذا أنتجت ترجمة لهذا المنشور، يضاف إخلاء المسؤولية التالي إلى جانب الاقتباس المقترح: "هذه الترجمة غير صادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU). والاتحاد غير مسؤول عن محتوى هذه الترجمة أو دقتها. والنسخة الإنكليزية الأصلية هي النسخة الملزِمة والمعتمدة".

يجب إجراء أي وساطة تتعلق بالنزاعات الناشئة بموجب الرخصة وفقاً لقواعد الوساطة لدى المنظمة العالمية للملكية الفكرية (http://www.wipo.int/amc/en/ mediation/rules).

اقتباس مقترح. دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير: خيارات التوصيلية المستدامة للمواقع غير الموصولة. جنيف: الاتحاد الدولي للاتصالات، 2020. الرخصة: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

مواد الطرف الثالث. على أي شخص يرغب في إعادة استخدام مادة من هذا المنشور منسوبة إلى طرف ثالث، مثل الجداول أو الأشكال أو الصور، أن يحدد ما إذا كان يلزم الحصول على إذن لإعادة الاستخدام والحصول على إذن من صاحب حقوق الطبع والنشر. وتقع مخاطر المطالبات الناتجة عن انتهاك أي مكون مملوك لجهة خارجية في المنشور على عاتق المستخدم وحده.

إخلاء مسؤولية عام: التسميات المستخدمة في هذا المنشور وطريقة عرض المواد فيه لا تعني بأي حال من الأحوال التعبير عن أي رأي من جانب الاتحاد الدولي للاتصالات أو من جانب أمانة الاتحاد فيما يتعلق بالوضع القانوني لأيٍّ من البلدان أو الأقاليم أو المدن أو المناطق أو لسلطاتها، أو فيما يتعلق بتعيين حدودها أو تخومها. وتمثل الخطوط المنقطة والمتقطعة على الخرائط خطوطاً حدودية تقريبية قد لا يكون هناك اتفاق كامل بشأنها حتى الآن. والأفكار والآراء الواردة في هذا المنشور هي آراء المؤلفين؛ ولا تعبِّر بالضرورة عن تلك الخاصة بالاتحاد الدولي للاتصالات. والإشارة إلى شركات محددة أو خدمات معينة لا تعني أن الاتحاد الدولي للاتصالات يدعمها أو يوصي بها تفضيلاً لها على غيرها المماثلة لها التي لم يشر إليها. عدا ما يتعلق بالخطأ والسهو، يشار إلى المنتجات المسجلة الملكية بأسمائها (بالأحرف الأولية من أسمائها بالإنكليزية). اتخذ الاتحاد الدولي للاتصالات جميع الاحتياطات المعقولة للتحقق من المعلومات الواردة في هذا المنشور. ومع ذلك، توزَّع المواد المنشورة دون أي ضمان من أي نوع، سواء كان صريحاً أو ضمنياً. وتقع مسؤولية تفسير المواد واستعمالها على عاتق القارئ. ولن يكون الاتحاد الدولي للاتصالات بأي حال من الأحوال مسؤولاً عن الأضرار الناشئة عن استعمالها.

ISBN

978-92-61-32136-9 (نسخة ورقية)
978-92-61-32146-8 (نسخة إلكترونية)
978-92-61-32156-7 (نسخة EPUB)
978-92-61-32166-6 (نسخة Mobi)

تمهيد

مر الآن 35 عاماً منذ أن قدم تقرير ميتلاند[1] حجة مقنعة مؤيدة للتوصيلية الشاملة كأساس ضروري لتحقيق الازدهار الاقتصادي والاجتماعي.

ولكن ولا يزال 3,7 مليار شخص منقطعي الصلة تماماً عن قوة عالم الإنترنت، وما زالت هناك ملايين كثيرة غيرهم ممن يفتقرون حقاً إلى توصيلية مفيدة من شأنها أن تغير حياتهم".

لقد عرَّت جائحة فيروس كورونا (COVID-19) حقائق عالمنا الحديث: في العصر ما بعد الرقمي حيث، عدم التوصيل يعني الاستبعاد من فرص العمل والتعليم والنفاذ إلى خدمات ومعلومات الرعاية الصحية الحيوية - وباختصار، الاستبعاد من المشاركة الكاملة الاقتصادية والاجتماعية التي ينبغي أن يتمتع بها كل مواطن.

فإيجاد طرق لتوسيع التوصيلية الهادفة وسد الفجوة الرقمية هو الولاية الأساسية لقطاع تنمية الاتصالات. وفي حين تكثر العوائق التي تحول دون النفاذ، فإن إنشاء البنية التحتية للشبكة لدعم خدمات النطاق العريض لا يزال يمثل تحدياً كبيراً للبلدان - النامية والمتقدمة على حد سواء - حيث يتمثل أحد العوامل في المسافات الجغرافية الشاسعة أو التضاريس الوعرة أو الموحشة أو المجتمعات الجزرية المبعثرة على نطاق واسع.

بالإضافة إلى ذلك، فإن العائد المنخفض على الاستثمار في نشر الشبكة في المناطق ذات الكثافة السكانية المنخفضة يعني أن التوصيلية في العديد من البلدان النامية تقتصر إلى حد كبير على المناطق الحضرية، مما يترك المناطق الريفية والنائية معزولة تماماً.

إن تحقيق توصيلية ذات مغزى للجميع وضمان عدم تخلف أي شخص عن الركب يعني إيجاد سبل جديدة لتقديم شبكات وخدمات الميل الأخير التي يمكن الاعتماد عليها بتكلفة ميسورة للمواطنين والمجتمعات التي تغيب أو تشح فيها الخدمات.

ويتناول دليل حلول الإنترنت في الميل الأخير هذه التحديات. وهو يتألف من مبادئ توجيهية يمكن أن تساعد واضعي السياسات والمهنيين على اختيار حلول توصيلية الميل الأخير المناسبة وتخصيصها لتلائم بيئاتهم الفريدة وأهدافهم الرقمية.

ويشكل هذا الدليل جزءاً من مجموعة أدوات توصيلية الميل الأخير الأوسع نطاقاً الصادرة عن مكتب تنمية الاتصالات (BDT) والتي تهدف إلى توجيه استراتيجيات تعاونية جديدة لتوسيع التوصيلية كي تشمل القابعين في أسفل الهرم الاجتماعي، وتمكّن أصحاب المصلحة الرئيسيين من اعتماد نُهج أكثر شمولية تتعامل مع النطاق العريض باعتباره مرفق عام أساسي وأداة أساسية للتنمية الاجتماعية والاقتصادية.

ولاستكمال دليل الحلول هذا، يطور مكتب تنمية الاتصالات مجموعة من الموارد لمساعدة الدول الأعضاء على مواجهة تحديات توصيلية الميل الأخير، بما في ذلك قاعدة بيانات لدراسات الحالة وأدوات التشخيص وصنع القرار التفاعلية بشأن توصيلية الميل الأخير. ونقدم أيضاً خدمات بناء القدرات والمساعدة في التصميم والتخطيط والتنفيذ، بما في ذلك تحديد المناطق غير الموصولة وتقديم إرشادات الخبراء بشأن اختيار الحلول التقنية والمالية والتنظيمية المستدامة.

[1] الاتحاد الدولي للاتصالات، *الحلقة المفقودة*، تقرير اللجنة المستقلة لتنمية الاتصالات في جميع أنحاء العالم (برئاسة السير دونالد ميتلاند) (جنيف، 1984).

ولدى مكتب تنمية الاتصالات أيضاً عدد من البرامج ستستخدم هذا الدليل للمساعدة في تصميم وتنفيذ حلول توصيلية مستدامة، مثل مبادرة Giga - وهي مبادرة مشتركة بين الاتحاد الدولي للاتصالات واليونيسيف لتوصيل كل مدرسة بالإنترنت، وكل الشبان بالمعلومات والفرص والخيارات؛ وشراكة القرى الذكية 2.0 مع حكومة النيجر وغيرها؛ ومبادرة Connect2Recover - وهي مبادرة تهدف إلى تعزيز تقديم توصيلية ميسورة التكلفة وموثوقة في البلدان المستفيدة.

إنني على ثقة من أن أعضاء الاتحاد، إلى جانب أصحاب المصلحة عبر النظام الإيكولوجي لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات بأكمله، سيرحبون بدليل الحلول هذا كأداة لا غنى عنها ستسهل الجهود المبذولة لتوسيع النفاذ إلى النطاق العريض كي يشمل جميع المواطنين والمجتمعات، أينما كانوا.

دورين بوغدان-مارتن
مديرة مكتب تنمية الاتصالات

جدول المحتويات

شكر وتقدير ii

تمهيد iv

قائمة الجداول والأشكال والأطر ix

المختصرات xiii

ملخص تنفيذي xv

مقدمة 1

1 نبذة عن دليل الحلول 2
2 تصفح دليل الحلول 3
3 التعاريف 3
4 وصف مكونات شبكة الاتصالات 4
5 الخلفية والدافع والأهداف 6
6 خطوات دليل الحلول 11

الفصل 1. تحديد المناطق الجغرافية غير الموصولة رقمياً (وشحيحة التخديم) (الخطوة 1) 12

1.1 فهم التحديات الأساسية التي تعترض رسم خرائط النفاذ والاعتماد (الخطوة 1 أ) 13
2.1 اختيار نهج رسم الخرائط المتدرج من أعلى إلى أسفل و/أو المتدرج من أسفل إلى أعلى (الخطوة 1ب) 14
3.1 رسم خارطة ارتباطات العناصر الرئيسية: أصول البنية التحتية للشبكة، والطلب المحتمل والجدوى المالية، والقيود المفروضة على خيارات التكنولوجيا (الخطوة 1ج) 20

الفصل 2. استعراض الخيارات من تصنيف الحلول القائمة (الخطوة 2) 27

1.2 استعراض قاعدة بيانات دراسة الحالة لحلول توصيلية الميل الأخير (الخطوة 2 أ) 28
2.2 الاستفادة من تصنيف/فرز التدخلات (الخطوة 2ب) 28
3.2 فهم الخصائص الرئيسية والمفاضلات بين مختلف التدخلات (الخطوة 2ج) 33
4.2 تكنولوجيات شبكة النفاذ الشائعة (اللاسلكية) 43
5.2 تكنولوجيات النفاذ السلكي الشائعة 50
6.2 شرح تكنولوجيات النفاذ الشائعة 51
7.2 تكنولوجيات الوصلات الوسيطة 64
8.2 تكنولوجيات النفاذ الناشئة 69
9.2 الحلول الهجينة في نماذج التكنولوجيا والأعمال 72
10.2 السياسة العامة والأنظمة التنظيمية 74

الفصل 3. اختيار الحلول المستدامة من خلال مطابقة الجدوى مع القيود (الخطوة 3) 79

1.3 اختيار حل توصيلية الميل الأخير ميسور التكلفة (الخطوة 3 أ) 80
2.3 تحديد مكونات الحل المناسب لتوصيلية الميل الأخير (الخطوة 3ب) 83
3.3 رسم مصفوفة القرار للحلول الممكنة (الخطوة 3ج) 90

4.3 النظر في أدوات إضافية لتقييم الحلول (الخطوة 3د) 92

الفصل 4. تنفيذ التدخلات لتوسيع خدمة التوصيلية المستدامة (الخطوة 4) 93

1.4 خيارات التدخل – مقدمة (الخطوة 4 أ) 94
2.4 خيارات التدخل - إجراءات كفاءة السوق (الخطوة 4ب) 94
3.4 خيارات التدخل - التمويل لمرة واحدة (الدعم المالي الذكي) (الخطوة 4ج) 98
4.4 خيارات التدخل - التمويل/الدعم المالي المتكرر (الخطوة 4د) 100
5.4 أمثلة على الخيارات من دراسات الحالة المقدَمة (الخطوة 4ه) 101

الخلاصة والخطوات التالية 105

الملحق 1: أمثلة على رسم خرائط الشبكة 106

الملحق 2: وثائق مرجعية وموارد إضافية 115

الملحق 3: تطبيق دليل الحلول على عمليات النشر المتزامنة متعددة المواقع (تصميم الشبكة) 118

قائمة الجداول والأشكال والأطر

الجداول

الجدول 1. مكونات شبكات الاتصالات الداعمة لتدخلات الميل الأخير في البلدان النامية..... 5

الجدول 2. محتوى رسم الخرائط الأساسي لأنواع مختلفة من خرائط التوصيلية..... 15

الجدول 3. عملية مشتركة لجميع أنواع رسم خرائط النطاق العريض..... 15

الجدول 4. النهج المتدرج من أعلى إلى أسفل مقابل النهج المتدرج من أسفل إلى أعلى: الميزات والعيوب..... 15

الجدول 5. رسم خرائط البنية التحتية المتدرج من أعلى إلى أسفل: أمثلة..... 16

الجدول 6. رسم الخرائط القطري المتدرج من أعلى إلى أسفل: أمثلة..... 18

الجدول 7. مصادر بيانات البنية التحتية للشبكة..... 20

الجدول 8. البيانات الاجتماعية والديموغرافية اللازمة لتقدير الطلب المحتمل على الخدمات المختلفة..... 25

الجدول 9. العناصر الجغرافية الأخرى وأصول البنية التحتية التي يراد دمجها من أجل الحصول على صورة أكثر اكتمالاً للفرص والقيود..... 26

الجدول 10. فئات خصائص التدخلات في قاعدة بيانات دراسات حالة توصيلية الميل الأخير (LMC)..... 28

الجدول 11. تصنيف التدخلات بشأن توصيلية الإنترنت في الميل الأخير..... 31

الجدول 12. خصائص خيارات التدخل المختلفة بشأن توصيلية الميل الأخير..... 32

الجدول 13. عينة من متطلبات النطاق العريض لمختلف الأنشطة في قطاع التعليم (سرعات التنزيل)*..... 36

الجدول 14. عينة متطلبات عرض النطاق حسب نوع مقدم التطبيب عن بُعد..... 37

الجدول 15. نماذج الأعمال التي تقدم خدمات في شبكات الميل الأخير..... 38

الجدول 16. نماذج الإيرادات في خدمات البيع بالتجزئة في الميل الأخير..... 41

الجدول 17. مقارنة بين التكنولوجيات الشائعة لشبكات النفاذ اللاسلكي*..... 46

الجدول 18. عائلات الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT)..... 47

الجدول 19. مقارنة تكنولوجيات شبكات النفاذ السلكية الشائعة..... 49

الجدول 20. مقارنة بين الأجيال المتنوعة لتكنولوجيا Wi-Fi..... 52

الجدول 21. مقارنة بين مختلف أجيال التكنولوجيا الخلوية*..... 55

الجدول 22. مساحة التغطية القصوى حسب التردد الراديوي (MHz) باستخدام LTE*..... 56

الجدول 23. خصائص ساتل المدار الأرضي المتزامن مع الأرض (GEO) والمدار الأرضي المنخفض (LEO) والمدار الأرضي المتوسط (MEO)..... 62

الجدول 24. مقارنة تكنولوجيات الوصلات الوسيطة الشائعة..... 68

الجدول 25. مقارنة بين التكنولوجيات الناشئة في مجال التوصيلية..... 71

الجدول 26. مقارنة التدخلات حسب فئة فجوة النفاذ مقابل إمكانية التطبيق..... 76

الجدول 27. مكونات تقييمات الجدوى المالية..... 85

الجدول 28. تقدير الطلب حسب عدد السكان والدخل..... 86

الجدول 29. خيارات شبكة النفاذ على أساس المنطقة والمعالم الجغرافية*..... 87

الجدول 30. قيود الوصلات الوسيطة حسب السعة (عرض النطاق وسقوف البيانات) 88
الجدول 31. المسائل التنظيمية حسب هيكل المنظمة 89
الجدول 32. اعتبارات الاستدامة حسب الهيكل التنظيمي 90
الجدول 33. مصفوفة قرار لتحديد الحلول المناسبة 91
الجدول 34. أدوات إضافية لتقييم الحلول (دعم القرار ونمذجة الاستثمار) 92
الجدول 35. التدخلات لتحقيق كفاءة السوق وقابليتها للتطبيق على نماذج توصيلية الميل الأخير المختلفة 97
الجدول 36. خيارات التمويل لمرة واحدة أو تدخل الدعم المالي المحدود وإمكانية تطبيقها على نماذج توصيلية الميل الأخير المختلفة 99
الجدول 37. تدخلات الدعم المالي المتكرر وإمكانية تطبيقها على نماذج توصيلية الميل الأخير المختلفة 101
الجدول 38. أمثلة على الخيارات من دراسات الحالة المقدَمة 101

الأشكال

الشكل 1. خطوات في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير 3
الشكل 2. مكونات شبكات الاتصالات الداعمة لتدخلات الميل الأخير في البلدان النامية 5
الشكل 3. الأفراد الذين يستخدمون الإنترنت، 2005- 2019* 6
الشكل 4. النسبة المئوية للأفراد الذين يستخدمون الإنترنت، حسب المنطقة وحالة التنمية، 2019* 7
الشكل 5. تباطؤ معدل النمو في عدد مستخدمي الإنترنت في جميع أنحاء العالم 7
الشكل 6. السكان ضمن مدى الاستفادة من الألياف البصرية، مارس 2019* 8
الشكل 7. عدد البلدان التي حققت أهداف لجنة النطاق العريض بشأن خدمات النطاق العريض المتنقل القائمة على الحاسوب (1,5 GB شهرياً)، 2020* 9
الشكل 8. عدد البلدان التي حققت أهداف لجنة النطاق العريض بشأن خدمات النطاق العريض الثابت القائمة على الحاسوب (5 GB في الشهر)، 2020 9
الشكل 9. القدرة على تحمل تكلفة 1 GB من البيانات في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، حسب المنطقة (2018) 10
الشكل 10. خطوات في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير 11
الشكل 11. الخطوة 1 في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير 12
الشكل 12. فجوات تغطية واستخدام الاتصالات المتنقلة الأرضية حول العالم 13
الشكل 13. الفروق بين النهجين المتدرج من أعلى إلى أسفل والمتدرج من أسفل إلى أعلى لرسم خرائط السكان غير الموصولين وغير المخدَّمين تخديماً كافياً 14
الشكل 14. مثال على الاختبار أثناء المشي لتحديد استخدام طيف GSM لنشر شبكة خلوية مجتمعية 21
الشكل 15. مثال على الاختبار أثناء القيادة لتحديد مدى توفر الطيف 21
الشكل 16. مثال على جدول وطني لتوزيع الترددات: مولدوفا 23
الشكل 17. مثال على جهود البيانات المفتوحة لتتبع تخصيصات الطيف في إفريقيا (النطاق 900 MHz) 24
الشكل 18. الخطوة 2 في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير 27
الشكل 19. تصنيف تدخلات الميل الأخير على أساس نوع الشبكة واعتبارات الربح 29

الشكل 20. الاختلافات في خصائص الاستخدام 34
الشكل 21. المستويات المختلفة لاستخدام الإنترنت (المنتدى الاقتصادي العالمي) 35
الشكل 22. تمايز التدخلات في مختلف فجوات النفاذ 43
الشكل 23. عمليات نشر الشبكات الشائعة 51
الشكل 24. أمثلة على طوبولوجيات شبكات Wi-Fi* 53
الشكل 25. كيف يمكن لشبكة بصرية منفعلة بسعة GB 16 خدمة 024 1 مشتركاً 59
الشكل 26. مقارنة خصائص ساتل المدار الأرضي المتزامن مع الأرض (GEO) والمدار الأرضي المنخفض (LEO) والمدار الأرضي المتوسط (MEO)، بما في ذلك مناطق التغطية* 63
الشكل 27. تأثير الكمون على تطبيقات وخدمات مختارة 64
الشكل 28. الوصلات الوسيطة للمكالمات الصوتية والبيانات المتنقلة حسب الأسلوب، على مستوى العالم وفي إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (2017) 67
الشكل 29. الخطوة 3 في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير 79
الشكل 30. نماذج النفاذ المجمَّعة حسب الصعوبات (الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID)) 80
الشكل 31. مكونات اختيار حل توصيلية مستدامة وميسورة التكلفة في الميل الأخير 82
الشكل 32. مكونات حل توصيلية الميل الأخير الميسور التكلفة والمتصل بأطر أخرى 82
الشكل 33. الجدوى المالية مقابل القدرة على تحمل التكاليف 83
الشكل 34. الخطوة 4 في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير 93
الشكل 35. تمييز التدخل بشأن مختلف فجوات النفاذ 94
الشكل 1.A1. خارطة تغطية الاتصالات المتنقلة لدى رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSMA): مثال 106
الشكل 2.A1. خوارزمية شركة Masae Analytics بالبيانات التفصيلية المفتوحة لكثافة السكان ومعلومات التغطية لاكتشاف المناطق الواعدة ("البقع البيضاء") لتركيب محطات قاعدة جديدة 108
الشكل 3.A1. تقاطع خرائط التغطية وبيانات الشبكة الكهربائية وطبقات السكان والبيانات الاجتماعية والديموغرافية في بلد معين لاكتشاف المناطق المختلفة المسترعية للاهتمام وتجميعها 109
الشكل 4.A1. عينة من بيانات البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في منصة InfraNav، بما في ذلك مسارات الألياف البصرية والأبراج الخلوية ووصلات الموجات الصغرية والمحطات الأرضية 110
الشكل 5.A1. يمكن لشبكة الألياف البصرية ذات التراكب مع شبكة القدرة الكهربائية أن تحدد مسارات التوسع 111
الشكل 6.A1. مواقع برج الجيل الرابع (4G) وعدد الأشخاص لكل برج ضمن شبكة مساحتها كيلومتر مربع واحد 113
الشكل 1.A3. الخطوات الأربع الواردة في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير 118

الأطر

الإطار 1. مثال لرسم الخرائط المتدرج من أعلى إلى أسفل: Internet para Todos (بيرو) 18
الإطار 2. مثال لرسم الخرائط المتدرج من أسفل إلى أعلى: مشروع PCARI VBTS (الفلبين)..... 19
الإطار 3. دراسة حالة: شبكة النفاذ عبر Wi-Fi (الهند) 53
الإطار 4. عمليات نشر الشبكات الخلوية في الميل الأخير (شبكات الاتصالات المتنقلة الإفريقية)..... 57
الإطار 5. عمليات نشر الألياف البصرية في المجتمعات المحلية الريفية (إسبانيا)..... 60
الإطار 6. عمليات نشر الألياف البصرية في المجتمعات المحلية الريفية (الولايات المتحدة)..... 61
الإطار 7. مثال شبكة هجينة (Hughes Express Wi-Fi)..... 72
الإطار 8. السلامة السيبرانية والأمن للمستخدمين الجدد في عمليات نشر توصيلية الميل الأخير..... 78

المختصرات

ARPU	متوسط الإيرادات من كل مستخدم
BDT	مكتب تنمية الاتصالات بالاتحاد
CDMA	النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن
CIESIN	مركز شبكة معلومات علوم الأرض الدولية، جامعة كولومبيا
(A/V)DSL	خط المشترك الرقمي (غير متناظر/عالي السرعة جداً)
FTTH	الألياف البصرية إلى المنزل
GB	غيغا بايتة
Gbit/s	غيغابتة في الثانية
GDP	إجمالي الناتج المحلي
GEO	مدار أرضي متزامن مع الأرض
GNI	الدخل القومي الإجمالي
GSM	النظام العالمي للاتصالات المتنقلة
GSMA	رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة
HAPS	محطة منصة عالية الارتفاع
IP	بروتوكول الإنترنت
ICT	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
IoT	انترنت الأشياء
IMF	صندوق النقد الدولي
IMT	الاتصالات المتنقلة الدولية
ISP	مقدم خدمة الإنترنت
ITU	الاتحاد الدولي للاتصالات
Kbit/s	كيلو بتة في الثانية
LEO	مدار أرضي منخفض
LDCs	أقل البلدان نمواً
LMC	توصيلية الميل الأخير
LTE	تطور طويل الأمد
(k)m	(كيلو) متر
Mbit/s	ميغا بتة في الثانية
MEO	مدار أرضي متوسط
M(V)NO	مشغل شبكة الاتصالات المتنقلة (الافتراضية)
ms	ميلّي ثانية

(تابع)

PoP	نقطة الحضور
QoS	جودة الخدمة
SDG	هدف تنمية مستدامة
TDMA	النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن
UNHCR	مفوض الأمم المتحدة السامي لشؤون اللاجئين
USAID	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية
(V)HTS	ساتل عالي الصبيب (جداً)
VoIP	الاتصالات الصوتية عبر بروتوكول الإنترنت

ملخص تنفيذي

على الرغم من السرعة الفائقة لنمو الإنترنت وتوصيلية النطاق العريض، إلا أن حوالي 49 في المائة من سكان العالم، أو 3,7 مليار شخص، كانوا في نهاية عام 2019 [1] لا يزالون خارج الإنترنت ومستبعدين من الفوائد المباشرة للاقتصاد الرقمي العالمي. ويتركز السكان غير الموصولين بشكل خاص في أقل البلدان نمواً، حيث لم يكن سوى 19 في المائة من الأفراد موصولين بالإنترنت في عام 2019. وإقليمياً، في إفريقيا وآسيا والمحيط الهادئ، نجد أقل من نصف السكان موصولين بالإنترنت (29 و45 في المائة، على التوالي) (انظر الشكل 4).

وتتعدد الأسباب المتقاطعة التي تُبقي المليارات من الناس خارج الإنترنت، وهي أسباب تتراوح عدم تيسر البنية التحتية للشبكة وخدمات الإنترنت بأسعار ميسورة، والثغرات في المهارات والقدرات، وتوفر الأجهزة الشخصية وتكلفتها، والانتفاء المتصوَر لضرورة الإنترنت. فعلى سبيل المثال، لا يشمل النطاق العريض المتنقل (الجيل الثالث (3G) أو أعلى)[2] أكثر من 750 مليون شخص (حوالي 10 في المائة من سكان العالم). ويتركز هذا النقص في التغطية بشكل خاص في المناطق الريفية والنائية. وبالإضافة إلى فجوة التغطية، توجد فجوات في الاستخدام في الأماكن المشمولة بتغطية النطاق العريض. فعلى سبيل المثال، في حين أن ما يصل إلى 31 في المائة من الأفراد في إفريقيا غير مشمولين بتغطية النطاق العريض المتنقل، فإن حوالي 45 في المائة لا يستخدمون الإنترنت المتنقلة على الرغم من أنهم يعيشون في أماكن مشمولة بتغطية الاتصالات المتنقلة. وتشير التقديرات أيضاً إلى أن هناك ما لا يقل عن 88 بلداً في جميع أنحاء العالم يُعتبر فيها متوسط أسعار خدمة النطاق العريض المتنقل الأساسية غير ميسور التكلفة (أعلى من 2 في المائة من متوسط الدخل القومي الإجمالي الشهري للفرد).[3]

وأُعد دليل حلول الإنترنت لتوصيلية الميل الأخير لدعم تصميم وتطوير البرامج والتدخلات التي تعالج اثنتين من هذه القضايا الرئيسية:

- عدم توفر البنية التحتية للإنترنت في مناطق معينة؛
- أسعار خدمات الإنترنت المرتفعة التي تجعل توصيلية الإنترنت غير ميسورة للسكان المحليين.

ويقدم دليل الحلول منهجية لتقديم حلول توصيلية مستدامة بأسعار ميسورة في المناطق الجغرافية غير الموصولة شحيحة التخديم. وعلى الرغم من أن التحديات الأخرى (مثل الإلمام بالمهارات الرقمية والأجهزة الشخصية والمحتوى ذي الصلة محلياً) لا تقل أهمية، إلا أنها ليست محور التركيز هنا، حيث يرد تناولها بعمق في الموارد الأخرى المدرجة في الملحق 2.

وأُعد دليل الحلول هذا للمساعدة في تسريع الإجراءات التي تتخذها الدول الأعضاء لمعالجة مشاكل توصيلية الإنترنت في الميل الأخير في المواقف التي تشمل الافتقار إلى البنية التحتية للشبكة بغية تشجيع تقديم خدمات بأسعار أيسر. وقد كُتب من منظور المناطق والمستخدمين في المناطق الجغرافية التي لا تتوفر فيها إمكانية النفاذ إلى الإنترنت: أي مجتمعات توصيلية الميل الأخير. لذلك تبين الأدوات والتدخلات الخدمية والحلول السياساتية أفضل السبل لتوسيع النفاذ إلى الإنترنت لتلك المواقع، مع مراعاة خصائصها الفريدة.

وصُمم دليل الحلول للاستخدام أثناء المشاورات الأولية بشأن كيفية معالجة هذه الثغرات وهو يتضمن مواد مرجعية وموارد وروابط لمحتويات أخرى من أجل دعم العملية والحوار واتخاذ القرار المصاحب لتصميم التدخل. وعلى هذا النحو، ينبغي أن يكون الدليل بمثابة المرحلة الأولى في محاولات تصميم حلول مستدامة لفجوات التوصيلية.

ويناقش دليل الحلول الخطوات الأربع الرئيسية في العملية (انظر الشكل 1)، كل منها مغطى في فصل منفصل ويمكن تقسيمها إلى الأنشطة التالية:

[1] الاتحاد الدولي للاتصالات، *قياس التنمية الرقمية. حقائق وأرقام 2020* (جنيف، 2020).
[2] ج. هاندفورث، *سد فجوة التغطية. كيف يمكن للابتكار أن يدفع عجلة التوصيلية الريفية* (لندن، المملكة المتحدة، GSMA، 2019).
[3] الاتحاد الدولي للاتصالات، *قياس التنمية الرقمية. اتجاهات أسعار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لعام 2019* (جنيف، 2020). علاوةً على ذلك، ففي العديد من البلدان التي تستوفي معيار 2 في المائة، يتجاوز متوسط الأسعار لشرائح السكان ذات الدخل المنخفض 2 في المائة من متوسط نصيب الفرد من الدخل القومي الإجمالي الشهري.

الفصل 1: تحديد المناطق الجغرافية غير الموصولة رقمياً (وشحيحة التخديم) (الخطوة 1)

1 أ - فهم التحديات الأساسية التي تعترض رسم خرائط النفاذ والاعتماد

1ب - اختيار نهج رسم الخرائط المتدرج من أعلى إلى أسفل و/أو المتدرج من أسفل إلى أعلى

1ج - رسم خارطة ارتباطات العناصر الرئيسية: أصول البنية التحتية للشبكة، والطلب المحتمل والجدوى المالية، والقيود المفروضة على خيارات التكنولوجيا

الفصل 2: استعراض الخيارات من الحلول القائمة (الخطوة 2)

2 أ - استعراض قاعدة بيانات دراسة الحالة لحلول توصيلية الميل الأخير

2ب - الاستفادة من تصنيف/فرز التدخلات

2ج - فهم الخصائص الرئيسية والمفاضلات بين مختلف التدخلات

الفصل 3: اختيار الحلول المستدامة من خلال مطابقة الجدوى مع القيود (الخطوة 3)

3 أ - اختيار حل توصيلية الميل الأخير ميسور التكلفة

3ب - تحديد مكونات الحل المناسب لتوصيلية الميل الأخير

3ج - رسم مصفوفة القرار للحلول الممكنة

3د - النظر في أدوات إضافية لتقييم الحلول

الفصل 4: تنفيذ التدخلات لتوسيع خدمة التوصيلية المستدامة (الخطوة 4)

4 أ - خيارات التدخل – مقدمة

4ب - خيارات التدخل - إجراءات كفاءة السوق

4ج - خيارات التدخل - التمويل لمرة واحدة (الدعم المالي الذكي)

4د - خيارات التدخل - التمويل/الدعم المالي المتكرر

4هـ - أمثلة على الخيارات (من دراسات الحالة المقدَمة)

بالإضافة إلى الخطوات المحددة أعلاه، يعرض القسم التمهيدي مواد أساسية عن توصيلية الإنترنت والاتصالات، ويورد التعاريف والأشكال الشائعة لنقل المصطلحات الرئيسية. وتعرَّف شبكات الميل الأخير، المعروفة أيضاً باسم شبكات النفاذ، على أنها المكان الذي تصل فيه الإنترنت إلى المستخدمين النهائيين وأجهزة المستخدم النهائي. وهذا يميزها عن شبكات الميل الأوسط (المعروفة أيضاً باسم الوصلات الوسيطة) التي توصل الشبكة الفقرية الوطنية (أو الشبكة الأساسية) بنقطة في المناطق الخارجية أو المناطق الجغرافية، وبذلك توسع الخدمة من أجل توزيع أوسع حتى الميل الأخير. والشبكات الفقرية الوطنية هي شبكات عالية السرعة وذات سعة عالية توصل كبريات المراكز السكانية في البلد وعادة ما تكون أول نقطة توصيل لحركة الإنترنت الدولية. ويستخدم دليل الحلول مصطلح "الميل الأخير" كمرادف لمصطلح "الميل الأول"، على أساس أن العديد من المناطق المحلية تعمل بنشاط على بناء وصلات البنية التحتية للتوصيل بشبكة الاتصالات العالمية الأوسع.

وفي الفصل الأول، المعنون تحديد المناطق الجغرافية غير الموصولة رقمياً (وشحيحة التخديم)، يناقش دليل الحلول أهمية رسم خارطة ارتباطات أصول البنية التحتية للشبكة الموجودة في منطقة جغرافية معينة، والقيود الاجتماعية والاقتصادية والجغرافية والبيئية الأخرى. ويتمثل التحدي الذي يواجه رسم الخارطة في غياب مجموعة بيانات شاملة واحدة تتضمن جميع تكنولوجيات توصيلية الشبكة وكيفية تراكب تلك المعلومات مع المعلومات الرئيسية (مثل الكثافة السكانية) والقيود الحرجة الأخرى (مثل التضاريس الجغرافية أو توفر الشبكة الكهربائية). ويناقش الفصل 1 نهجين مختلفين لرسم الخارطة (المتدرج من أعلى إلى أسفل مقابل المتدرج من أعلى إلى أسفل، انظر الشكل 15) واستخدامهما معاً، إلى جانب أنواع مختلفة من خرائط توفر الشبكة (الطلب، والبنية التحتية، والاستثمار، وخارطة ارتباطات الخدمة). وهو يقدم عدداً من الموارد العالمية المعنية بأنواع مختلفة من

خرائط البنية التحتية حسب تكنولوجيا التوصيلية، إلى جانب أمثلة البيانات على المستوى القطري عن التوصيلية التي جمعتها الحكومات الوطنية.

ويبدأ الفصل 2 المعنون استعراض الخيارات من الحلول القائمة، بوصف لقاعدة بيانات دراسات حالة توصيلية الميل الأخير التي أُعدت من أجل دليل الحلول هذا. وتشتمل دراسات الحالة على بيانات أولية عن 51 حالة قُدمت مباشرة إلى المؤلفين من أجل هذا المشروع، بالإضافة إلى 72 حالة أخرى من مصادر ثانوية. وتتضمن قاعدة البيانات معلومات عن 17 بُعداً مختلفاً للتدخل (انظر الجدول 10).[4]

وجرى تحليل الحالات لاشتقاق فرز التدخلات على أساس فئتين مختلفتين: نوع خدمة الشبكة (نشر شبكة الاتصالات المتنقلة مقابل مقدمي خدمات الإنترنت العامين) والربح (الكيانات التجارية مقابل الكيانات غير الساعية للربح). وبناءً على هاتين الفئتين، تصنَّف الكيانات ضمن أربعة أنواع رئيسية من حلول توصيلية الميل الأخير: مقدمو خدمات الإنترنت التجاريون؛ ومشغلو شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجاريون؛ ومقدمو خدمة الإنترنت المحليون غير الساعين للربح؛ ومشغلو شبكة الاتصالات المتنقلة غير الساعين للربح (انظر الجدول 11).

ويوضح سائر الفصل الثاني المشاكل المختلفة التي تواجه التدخلات المختلفة وخصائصها، بما في ذلك ميزات الاستخدام ونماذج الأعمال ونماذج الإيرادات وتكنولوجيات النفاذ إلى الشبكات السلكية واللاسلكية الشائعة وتكنولوجيات الوصلات الوسيطة والسياسات والأنظمة التنظيمية وتكنولوجيات النفاذ الناشئة والنشر المتزايد لحلول هجينة من حيث التكنولوجيات ونماذج الأعمال.

ويركز الفصل 3، المعنون اختيار الحلول المستدامة من خلال مطابقة الجدوى مع القيود، على عملية تحديد تدخل مناسب من أجل توصيلية الميل الأخير. ويتضمن النموذج الذي يعرضه للمكونات الحرجة لعملية الاختيار، تحديد المعايير ذات الصلة على أساس القدرة على تحمل التكاليف والاستخدام والجدوى المالية والهيكل والاستدامة (انظر الشكل 33).

وينظر الفصل 3 في كل مكون بالتفصيل ويعرض مصفوفة قرار توضح كيف يمكن أن يساعد النهج التكراري في تحديد نوع الحل الذي قد يناسب موقفاً معيناً بشكل أفضل. ولكم يمكن أن يشتمل كل حل على مجموعة من التكنولوجيات و/أو نماذج الأعمال. وتُعرض أدوات دعم القرار ونماذج الاستثمار الإضافية في نهاية الفصل 3.

ويعرض الفصل 4، المعنون تنفيذ التدخلات لتوسيع خدمة التوصيلية المستدامة، خيارات لدعم التدخلات على أساس التعديلات السياساتية والتنظيمية لتحسين الجدوى الاقتصادية للتدخل المباشر، وأنواع مختلفة من تدخلات الدعم (الدعم لمرة واحدة مقابل التدخلات المستمرة والمتكررة). وتُعرض أمثلة على تدخلات دراسة الحالة المختلفة، مع تسليط الضوء على الإجراءات السياساتية التي دعمت نشرها.

ويختتم دليل الحلول بعرض مجموعة من المحتويات الإضافية في الملحقات. وهو ليس سوى جزء واحد من مجموعة أدوات توصيلية الإنترنت في الميل الأخير.

[4] انظر البيانات هنا.

مقدمة

صُمم دليل الحلول هذا كي يعالج، بالتشاور والمشاركة والمناقشة مع الحكومات ومقدمي الخدمات والمجتمعات المحلية والمجتمع المدني والمنظمات التقنية، نقص تقديم خدمات الاتصالات (اتصالات الصوت والبيانات) في البلدان النامية حول العالم. وهو يوضح تفاصيل عملية لتحديد حلول توسيع خدمات الاتصالات لتشمل المناطق الجغرافية التي تنعدم فيها الخدمات وتشح فيها الخدمات في البلدان النامية، والتي تضم الجزء الأكبر من 49 في المائة من سكان العالم غير الموصولين بالإنترنت بعد. ولكن يمكن أيضاً تطبيق الحلول المعروضة هنا على المناطق الجغرافية شحيحة التخديم وغير الموصولة في بلدان ذات دخل الأعلى.

ويوضح دليل الحلول عملية تساعد في تحديد حلول محددة للمواقع التي تنعدم أو وتشح فيها الخدمات من حيث خيارات الاتصالات والتي لا تستفيد حالياً من التوصيلية. ويُشار إلى الوصلة بالشبكة العالمية لاتصالات الصوت والبيانات باسم "الميل الأخير"، وهو في هذا الدليل مرادف لاسم "الميل الأول".

1 نبذة عن دليل الحلول

يركز دليل الحلول بوضوح على جانبين. أولاً، يصف الحلول التي يمكن نشرها حالياً لخدمة اتصالات مستدامة بأسعار ميسورة للمجتمعات غير الموصولة في البلدان النامية (البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل والبلدان النامية المطوقة باليابسة والدول الجزرية الصغيرة النامية). ونظراً لأن التركيز ينصب على الحلول المستدامة والميسورة التكلفة للمواقع شحيحة التخديم حالياً والتدخلات التي يمكن نشرها اليوم، فإنه يشير إلى تكنولوجيات النفاذ القديمة الموجودة في الاقتصادات المتقدمة والتكنولوجيات الناشئة التي لم تُنشر تجارياً على نطاق واسع بعد، ولكنه لا يناقشها مطولاً.[1]

ثانياً، يركز دليل الحلول على الظروف والقيود التي تواجهها فرادى المجتمعات المحلية، وتهدف الحلول التي يعرضها إلى تزويد المجتمعات بخدمة مستدامة بأسعار ميسورة. وفي حين يمكن تجميع هذه التدخلات الفردية والنظر إليها من منظور إقليمي أو وطني (بعين الوكالات الحكومية الوطنية التي تركز على النفاذ الشامل على سبيل المثال)، إلا أنها في الغالب تُعرض بشكل فردي. وتستند العناصر الإضافية لمجموعة أدوات توصيلية الميل الأخير لدى الاتحاد إلى دليل الحلول من خلال إعداد أدوات تخطيط تفاعلية إقليمية ووطنية.

ويتناول دليل الحلول القيود المفروضة على النفاذ إلى الإنترنت واستخدامها التي تفرضها الفجوات في تغطية البنية التحتية وقضايا القدرة على تحمل تكاليف الخدمة. وفي حين أن هناك قيوداً كبيرة أخرى على استخدام الإنترنت (مثل الإلمام بالمعارف الرقمية والمحتوى ذي الصلة وإمكانية النفاذ إلى الأجهزة الشخصية والمواقف الثقافية السائدة تجاه الجنسين)، ويرد بحثها في وثائق مرجعية أخرى، مما يسمح لدليل الحلول بالتركيز على نشر البنية التحتية والقدرة على تحمل التكاليف.

ويعتمد دليل الحلول على الدروس المستفادة من الحكومات ومقدمي الخدمات وبائعي التكنولوجيا والمنظمات الدولية ومصارف التنمية متعددة الأطراف والمانحين الثنائيين والأكاديميين وغيرهم على مدى الثلاثين عاماً الماضية. وهو ليس دليلاً تقنياً شاملاً لمواجهة تحديات توصيلية الإنترنت، بل يعرض إشكالات حرجة وحلولاً محتملة، بما يمكّن كل فرد من تقييم هدف تقديم الخدمة.

فالإنترنت يوصل بينياً شبكات الشبكات في نظام لامركزي للغاية، وستتأثر فرص وقيود كل حالة كثيراً بالسياسة الوطنية الشاملة والإطار التنظيمي، وهياكل السوق السائدة، والاعتبارات الجغرافية، والتركيبة السكانية. لذلك يهدف دليل الحلول إلى تزويد المستخدمين بالأدوات التي يحتاجون إليها لتحديد الحلول الممكنة المختلفة وتقييمها والنظر فيها. ويراد له أن يكون دليلاً متجدداً نشطاً تتواصل تحديثاته ومراجعاته والإضافات إليه.

ويمكن التعامل مع دليل الحلول بطريقتين رئيسيتين. فيمكن للمستخدمين التعامل معه كدليل شامل، والعمل بالتعاون مع الشركاء المعنيين للخوض في العملية الكاملة والخطوات المحددة هنا من أجل تحديد التدخل واستعراضه واختياره وتنفيذه لتوسيع خدمة التوصيلية كي تشمل المجتمعات غير المخدَّمة سابقاً. وبدلاً من ذلك، يمكنهم اعتماد نهج مجزأ إلى وحدات. إذ يشكل كل قسم، من المقدمة حتى الملحقات، موارد وأدوات قائمة بذاتها يمكن استخدامها بشكل مستقل.

[1] على سبيل المثال، يمكن أن يكون استخدام البنية التحتية النحاسية لتوصيلية DSL مناسباً للمناطق ذات شبكات المهاتفة السلكية القديمة، ولكن لن يوصى بها في عمليات النشر الجديدة بسبب صبيبها المنخفض وتكلفتها العالية.

2 تصفح دليل الحلول

ينقسم دليل الحلول إلى أربع خطوات رئيسية تشكل مراحل التخطيط ووضع السياسات للتدخلات الرامية لتشجيع عمليات النشر (انظر الشكل 1).

الشكل 1. خطوات في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير

تقسّم كل خطوة إلى خطوات فرعية مع إشارات إلى مصادر المحتوى المعروض والموارد من أجل استعراض أكثر تعمقاً للموضوع.

3 التعاريف[2]

اتصالات الوصلات الوسيطة: نقل إشارات الاتصالات المجمعة من محطات القاعدة إلى الشبكة الأساسية.

عرض النطاق: مدى الترددات المتاحة لتشغلها الإشارات. ويقاس، في الأنظمة التماثلية بوحدة هرتز (Hz) وفي الأنظمة الرقمية بوحدة البتة في الثانية. وكلما زاد عرض النطاق الترددي، زادت كمية المعلومات التي يمكن إرسالها في وقت معين.

محطة القاعدة (أو المحطة المركزية): الاسم الشائع لجميع المعدات الراديوية الموجودة في نفس المكان والمستخدمة لخدمة خلية واحدة أو عدة خلايا.

النفاذ اللاسلكي عريض النطاق: النفاذ اللاسلكي الذي تكون فيه قدرات التوصيل(التوصيلات) أعلى من المعدل الأساسي.

التوصيلية: القدرة على تقديم توصيل بالإنترنت أو بشبكات اتصالات أخرى للمستخدمين النهائيين.

معدات مباني العميل: المعدات/الشبكة التي يديرها المستخدم.

المستخدم النهائي: أي إنسان أو منظمة أو نظام اتصالات ينفذ إلى الشبكة للتواصل عبر الخدمات التي تقدمها.

النفاذ اللاسلكي الثابت: تطبيق نفاذ لاسلكي (توصيل (توصيلات) راديوية للمستخدم النهائي إلى الشبكات الأساسية) يثبَّت فيه موقع انتهائية المستخدم النهائي (هوائي المعدات الراديوية للمستخدم النهائي) ونقطة نفاذ الشبكة التي ستوصَّل مع المستخدم النهائي.

محطة منصة عالية الارتفاع: محطة تقع على جسم على ارتفاع يتراوح بين 20 و50 km وعند نقطة اسمية محددة ثابتة بالنسبة إلى الأرض.

مقدم خدمة الإنترنت: كيان، عادة ما يكون شركة خاصة، ولكن في بعض الحالات، كياناً غير هادف للربح أو كياناً مملوكاً للحكومة، يقدم النفاذ إلى الإنترنت من خلال توصيلية بيانات باستخدام مجموعة متنوعة من التكنولوجيات مثل الكبلات الهاتفية (الطلب الهاتفي)، أو DSL، أو كبل (متحد المحور)، أو اللاسلكي أو الألياف البصرية. وعادة، يكون مقدمو خدمات الإنترنت منفصلين عن كيانات الاتصالات أو مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة التي تقدم خدمات صوتية بالإضافة إلى البيانات.

شبكة الميل الأخير: هي المكان الذي تصل فيه الإنترنت إلى المستخدمين النهائيين وتتضمن شبكة النفاذ المحلية، بما في ذلك العروة المحلية والمكتب المركزي والبدالات وصواري الاتصالات اللاسلكية.

[2] انظر التوصية ITU-R F.1399-1: مفردات مصطلحات النفاذ اللاسلكي.

شبكة الميل الأوسط (الوصلات الوسيطة): شبكة توزيع توصل الشبكة الفقرية الوطنية بنقطة في منطقة محلية/منطقة جغرافية (نقطة حضور (PoP)) لتوسعة التوزيع إلى شبكة الميل الأخير.

الشبكة الفقرية (أو الأساسية) الوطنية: توصل حركة الإنترنت الدولية (عادةً عبر كبلات الألياف البصرية الأرضية أو البحرية) بالشبكة الفقرية الوطنية عالية السرعة والسعة التي توصل بين المدن الكبرى والمراكز السكانية الرئيسية في البلاد.

النفاذ اللاسلكي المتنقل: تطبيق للنفاذ اللاسلكي يكون فيه موقع انتهائية المستخدم النهائي متنقلاً.

مشغل شبكة الاتصالات المتنقلة: كيان يقدم خدمات خلوية متنقلة عبر البنية التحتية للشبكة الخاصة به أو البنية التحتية لمشغل آخر (في هذه الحالة سيكون مشغل شبكة اتصالات متنقلة افتراضية). ويتضمن ذلك خدمات الصوت والنصوص (SMS) بالإضافة إلى إمكانية خدمات البيانات.

النفاذ اللاسلكي الجوال: تطبيق نفاذ لاسلكي قد يختلف فيه موقع انتهائية المستخدم النهائي ولكن يجب أن يكون ساكناً أثناء الاستخدام.

النفاذ الشامل: يشير إلى نفاذ الجميع المعقول إلى الاتصالات. وهو يتضمن الخدمة الشاملة لأولئك الذين يستطيعون تحمل تكاليف خدمة الهاتف الفردية والتقديم الواسع للهواتف العمومية على مسافة معقولة من الآخرين.

النفاذ اللاسلكي: توصيل (توصيلات) راديوية للمستخدم النهائي بالشبكات الأساسية. وتشمل الشبكات الأساسية الشبكات الهاتفية العمومية التبديلية، والشبكات الرقمية متكاملة الخدمات، والشبكات المتنقلة البرية العمومية، وشبكات البيانات العمومية التبديلية، والإنترنت، وشبكات المنطقة الواسعة/المحلية، وتلفزيون الهوائي المجتمعي.

التوصيل السلكي (خط ثابت): خط مادي يوصل المشترك بشبكة، ويستخدم مصطلح "سلكي" أو "خط ثابت" لتمييز الشبكة عن نظيراتها اللاسلكية.

4 وصف مكونات شبكة الاتصالات

على النحو المذكور في التعاريف، تتعدد طرق وصف المكونات المختلفة لشبكة الاتصالات (انظر أيضاً الشكل 2 والجدول 1).[3] وهي تشمل ما يلي:

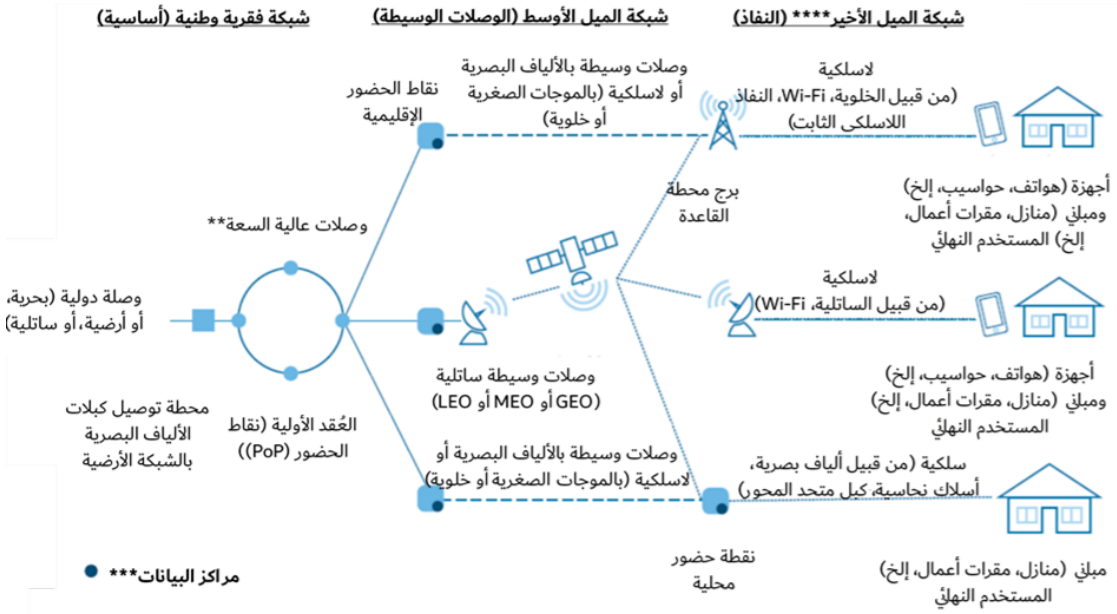
الشبكة الفقرية (أو الأساسية) الوطنية: هذه شبكة توصل حركة الإنترنت الدولية (عادةً عبر كبلات الألياف البصرية الأرضية أو البحرية) بالشبكة الفقرية الوطنية عالية السرعة والسعة التي توصل بين المدن الكبرى والمراكز السكانية الرئيسية في البلاد. وتقدم الشبكة الأساسية في البلاد الطبقة الأولى من التكرار الرديف الكلي للشبكة في حال حصول انقطاعات بين نقاط حضور الشبكة الأساسية ومراكز البيانات.

شبكة الميل الأوسط (الوصلات الوسيطة): هذه شبكة توزيع توصل الشبكة الفقرية الوطنية بنقطة في منطقة محلية/منطقة جغرافية خارجية لتوسعة التوزيع إلى شبكة الميل الأخير.

الميل الأخير أو شبكة النفاذ: هي المكان الذي تصل فيه الإنترنت إلى المستخدمين النهائيين وتتضمن شبكة النفاذ المحلية، بما في ذلك العروة المحلية والمكتب المركزي والبدالات وصواري الاتصالات اللاسلكية. وتصل شبكة النفاذ إلى أجهزة المستخدم النهائي، وعادةً ما تكون أجهزة أساسية وهواتف ذكية وأجهزة حاسوب محمولة وأجهزة حاسوب لوحية وأجهزة حاسوب مكتبية وأجهزة أخرى مفعَّلة بالإنترنت. وفي دليل الحلول هذا، يعتبر "الميل الأخير" مرادفاً "للميل الأول"، حيث تقوم المجتمعات المحلية في كثير من الحالات بمد وصلات البنية التحتية اللازمة للتوصيل بشبكة الاتصالات العالمية الأوسع.

[3] انظر، على سبيل المثال، أنماط الفرز والأرقام التي قدمها الاتحاد الأوروبي والبنك الدولي.

الشكل 2. مكونات شبكات الاتصالات الداعمة لتدخلات الميل الأخير في البلدان النامية



المصدر: المؤلفون، مقتبس من مصادر مختلفة

ملاحظات: الشكل ليس شاملاً لجميع التفاصيل، بل هو لأغراض التوضيح وبعض الأجزاء قابلة لمزيد من التبديل البيني، لا سيما في الميل الأخير؛

* في حالات بلدان قليلة، لا يزال الساتل هو المصدر الرئيسي، أو الوحيد، للتوصيلية الدولية؛

** هذه الوصلات هي في الغالب وصلات ألياف بصرية (أرضية وبحرية) ولكن في حالات قُطرية قليلة، تستخدم الشبكات الفقرية الوطنية الموجات الصغرية اللاسلكية والسواتل؛

*** يمكن وضع مراكز البيانات في أجزاء مختلفة من الشبكة، حسب الحاجة إلى تجميع البيانات (في الشبكات الأساسية مثلاً)، أو وضع البيانات بالقرب من المستخدمين النهائيين قدر الإمكان (في شبكات الميل الأوسط وشبكات الميل الأخير مثلاً)؛

**** التكنولوجيات المدرجة للميل الأخير ليست شاملة لجميع التكنولوجيات.

الجدول 1. مكونات شبكات الاتصالات الداعمة لتدخلات الميل الأخير في البلدان النامية

اسم المكون	يُعرف أيضاً باسم	وصف موجز	المسافات النمطية	تكنولوجيات البنية التحتية الشائعة
مجمل الحركة الدولية عبر الحدود	عرض النطاق الدولي	يوصل البلدان بالبلدان الأخرى والعالم	آلاف الكيلومترات	كبلات الألياف البصرية (البحرية والأرضية)، الساتل
الحركة العابرة الدولية	عبور	تسري على الحركة العابرة للبلدان إلى البلدان المطوقة باليابسة، مما يضيف إلى تكاليف عرض النطاق الدولي	مئات إلى آلاف الكيلومترات	كبلات الألياف البصرية (البحرية والأرضية)، الساتل
شبكة فقرية وطنية	أساسية	توصل مخدمات الشبكة الرئيسية ومراكز البيانات (نقاط الحضور (PoP)) ضمن بلد ما	مئات إلى آلاف الكيلومترات	كبلات الألياف البصرية (الأرضية وبعضها بحرية)
شبكة الميل الأوسط	الوصلات الوسيطة	توصل الشبكة الأساسية بنقاط الحضور الإقليمية	عشرات إلى مئات الكيلومترات	الألياف البصرية، الموجات الصغرية، الساتل
شبكة الميل الأخير	النفاذ	تصل إلى المستخدمين النهائيين ذوي التوصيلية من نقاط الحضور الإقليمية	عشرات الكيلومترات	اللاسلكية (الخلوية: 2G، 3G، 4G، 5G، النفاذ اللاسلكي الثابت، Wi-Fi، الساتل، وما إلى ذلك)؛ والسلكية (ألياف بصرية، أسلاك نحاسية، كبل متحد المحور، وما إلى ذلك)

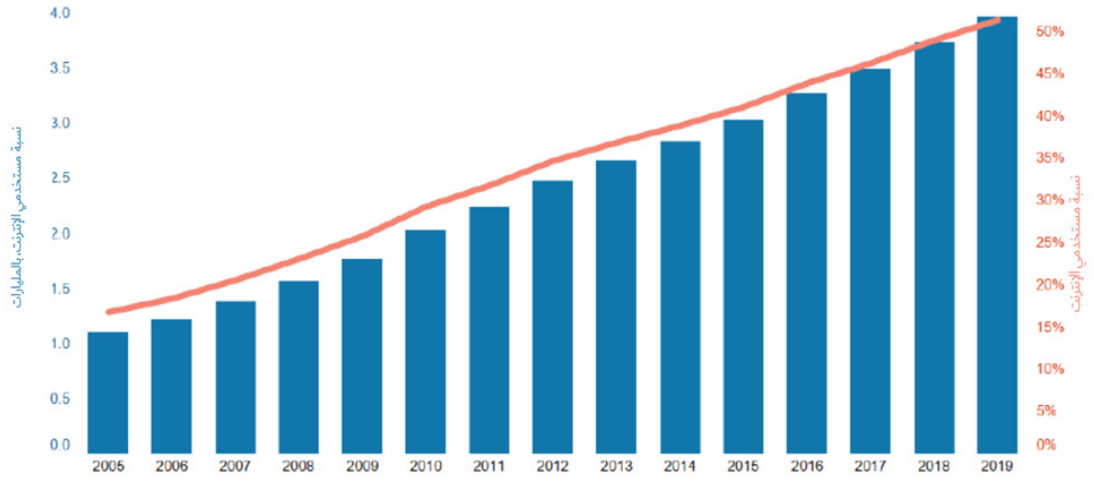
5 الخلفية والدافع والأهداف

يعتمد التحول الرقمي للاقتصادات على التوصيلية الشاملة التي ترتكز بدورها إلى توصيلية النطاق العريض. وفي عام 2016، عندما اعتمد المجتمع العالمي أهداف التنمية المستدامة، أدرج هدفاً محدداً (الهدف 9ج) بشأن النفاذ الشامل إلى الإنترنت بتكلفة ميسورة في أقل البلدان نمواً بحلول عام 2020.[4] وفي عام 2019 وحده، أكدت ثلاث مجموعات رئيسية متعددة أصحاب المصلحة على مركزية توسيع نطاق النفاذ الشامل إلى الإنترنت كخطوة أولى على طريق التحول الرقمي. فعلى سبيل المثال، في تقرير موجز صدر في يونيو 2019، كتب الفريق الرفيع المستوى المعني بالتعاون الرقمي التابع للأمين العام للأمم المتحدة: [5]"نوصي بحلول عام 2030، أن يتسنى لكل شخص بالغ نفاذ ميسور التكلفة إلى الشبكات الرقمية، فضلاً عن الخدمات المالية والصحية المفعَّلة رقمياً، كوسيلة لتقديم مساهمة كبيرة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة ".

وبالمثل، حدد تقرير صادر عن فريق المهام الجديد المعني بالاقتصاد الرقمي لدى الاتحاد الأوروبي والاتحاد الإفريقي في يونيو 2019[6] هدفه الأول على النحو التالي: "1. تسريع النفاذ الشامل إلى النطاق العريض الميسور التكلفة "؛ فيما يركز تقرير عام 2018 الصادر عن لجنة سبل الازدهار بشأن توسيع رقعة النفاذ الشامل على توصيلية ذات مغزى.[7]

والتركيز العالمي على التوصيلية الشاملة ينبع جزئياً من أن حوالي 49 في المائة من سكان العالم، أو 3,7 مليار شخص، كانوا في نهاية عام 2019 لا يزالون خارج الإنترنت ومستبعدين من الفوائد المباشرة للاقتصاد الرقمي العالمي (انظر الشكل 3)، على الرغم من السرعة الفائقة لنمو الإنترنت وتوصيلية النطاق العريض.[8] ويتركز السكان غير الموصولين بالإنترنت بشكل خاص في أقل البلدان نمواً، حيث كان 19 في المائة من الأفراد فقط موصولين بالإنترنت في عام 2019. وعلى الصعيد الإقليمي، كان أقل من نصف سكان إفريقيا وآسيا والمحيط الهادئ موصلين بالإنترنت (29 و45 في المائة على التوالي) (انظر الشكل 4).

الشكل 3. الأفراد الذين يستخدمون الإنترنت، 2005- 2019*



المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات، انظر الملاحظة 2

*** تقديرات**

[4] مع ذلك، يقدر التحالف من أجل الإنترنت الميسور التكلفة أن الهدف 9 ج من أهداف التنمية المستدامة لن يتحقق إلا في عام 2044، أي بعد 24 عاماً من التاريخ المستهدف لعام 2020 (انظر تقرير التحالف من أجل الإنترنت الميسور التكلفة، *تقرير القدرة على تحمل التكاليف 2015 / 16* (واشنطن العاصمة، 2016)).

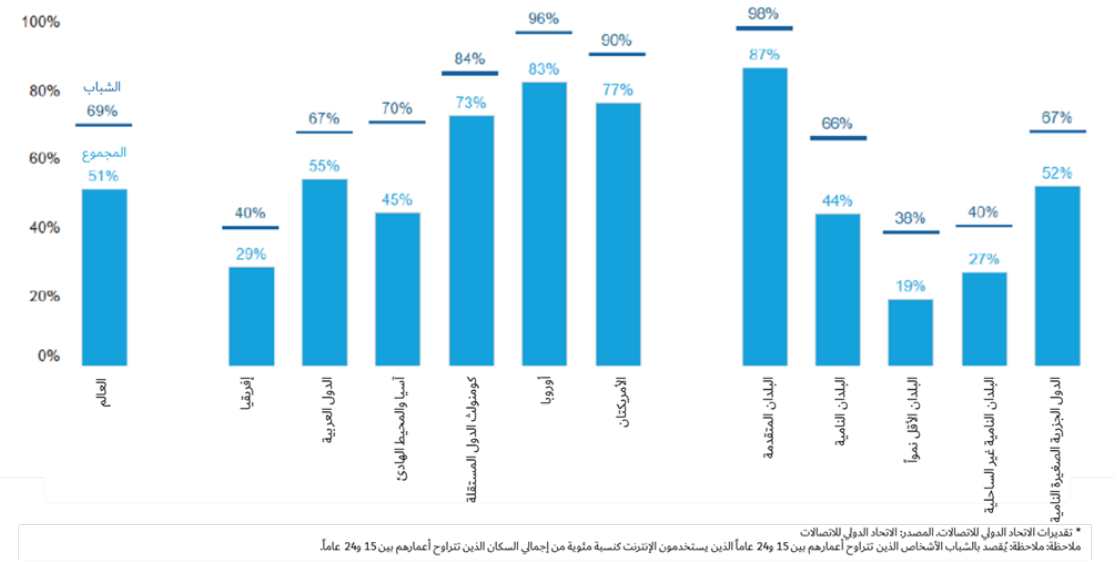
[5] الأمم المتحدة، *عصر الاعتماد المتبادل الرقمي*، تقرير الفريق الرفيع المستوى المعني بالتعاون الرقمي التابع للأمين العام للأمم المتحدة (نيويورك، 2019)، ص 7.

[6] فريق المهام الجديد المعني بالاقتصاد الرقمي لدى الاتحاد الأوروبي والاتحاد الإفريقي، *تسريع تحقيق أهداف التنمية المستدامة* (2018).

[7] لجنة سبل الازدهار، *الحياة الرقمية. توصيلات ذات مغزى للمليارات الثلاثة التالية* (2018).

[8] الاتحاد الدولي للاتصالات، مرجع الحاشية السابقة رقم 2.

الشكل 4. النسبة المئوية للأفراد الذين يستخدمون الإنترنت، حسب المنطقة وحالة التنمية، 2019*



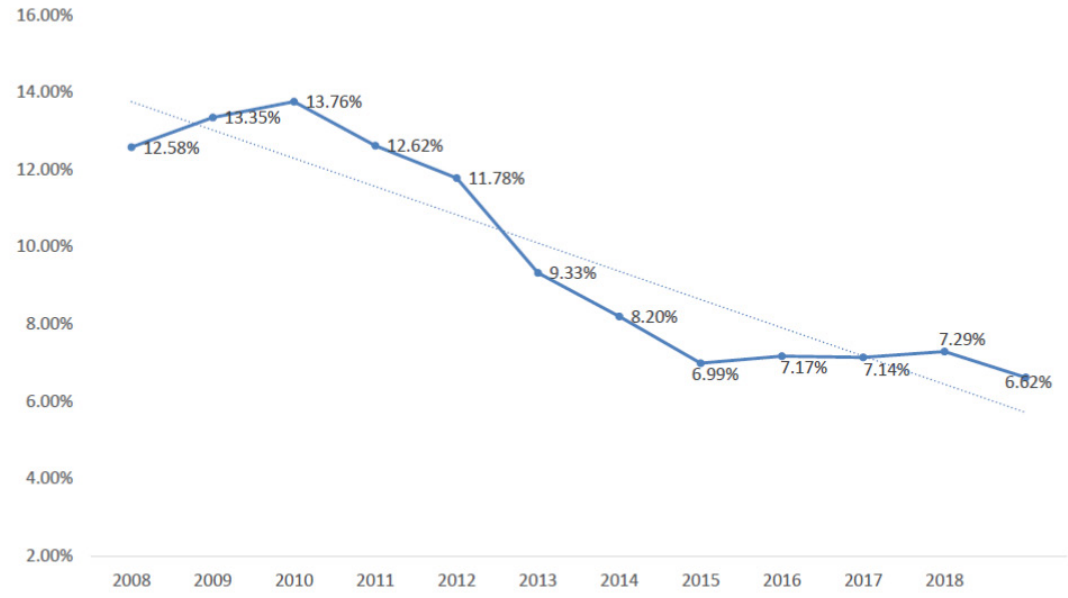
* تقديرات الاتحاد الدولي للاتصالات. المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات
ملاحظة: ملاحظة: يُقصد بالشباب الأشخاص الذين تتراوح أعمارهم بين 15 و24 عاماً الذين يستخدمون الإنترنت كنسبة مئوية من إجمالي السكان الذين تتراوح أعمارهم بين 15 و24 عاماً.

المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات، انظر الملاحظة 2

*** تقديرات**

على الرغم من نجاح عمليات نشر الشبكات التي يقودها القطاع الخاص، يتباطأ نمو مستخدمي الإنترنت، مما يؤخر فوائد اعتماد الإنترنت لمئات الملايين من الأشخاص. وبالنسبة للأفراد الذين يستخدمون الإنترنت، تباطأ معدل النمو لمجموع سكان العالم. وكما يوضح الشكل 5، فإن متوسط الثلاث سنوات حتى الوقت الحاضر لنمو مستخدمي الإنترنت العالميين مستمر في الانخفاض. وفي حين يُتوقع تباطؤ النمو مع نضوج اعتماد التكنولوجيا، فإن اعتماد الإنترنت العالمي يزيد قليلاً عن 50 في المائة، وقد يستغرق الاعتماد العالمي عقوداً.

الشكل 5. تباطؤ معدل النمو في عدد مستخدمي الإنترنت في جميع أنحاء العالم



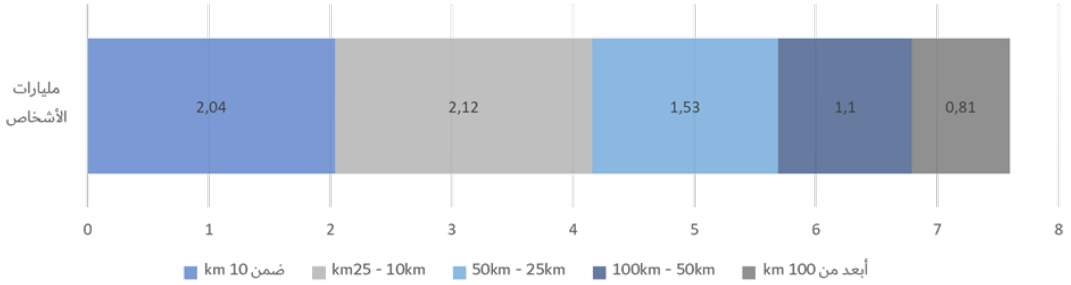
المصدر: حسابات تستند إلى "تقديرات نهاية عام 2020 للمؤشرات الرئيسية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات" من بيانات الاتحاد الدولي للاتصالات في *حقائق وأرقام عن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لعام 2020*

تكمن أربعة أسباب رئيسية وراء بقاء مليارات الأشخاص خارج الإنترنت: عدم توفر البنية التحتية للشبكة؛ ونقص خدمة الإنترنت بأسعار ميسورة؛ والفجوات في المهارات والقدرات؛ والانتفاء المتصوَر لضرورة الإنترنت.

ولا تزال فجوات التغطية قائمة في نشر جميع تكنولوجيات الشبكة. فعلى سبيل المثال، بينما تقدم الشبكات الخلوية المتنقلة مستويات واسعة من التوصيلية، تشير البيانات الحديثة من رابطة مشغلي الشبكات (GSMA) إلى أن ما يصل إلى 750 مليون شخص في جميع أنحاء العالم يعيشون في مناطق تتخللها "فجوة تغطية"، أي لا توجد فيها إشارة من أي شبكة نطاق عريض متنقل (من الجيل الثالث (3G) على الأقل).[9] ويقع 3,28 مليار شخص آخر في "فجوة الاستخدام"، أي أنهم يعيشون في منطقة تغطيها شبكة النطاق العريض المتنقل لكنهم لا يستخدمون الإنترنت المتنقلة، لأسباب تتعلق بالقدرة على تحمل التكاليف (الخدمة والأجهزة)، ومدى الصلة بالاحتياجات ومهارات المستخدم.

وتقدم شبكات كبلات الألياف البصرية توصيلية بيانات عالية السرعة ولكن امتدادها إلى السكان محدود خارج المناطق الحضرية والضواحي. وحول العالم، لا يقع سوى ملياري شخص على بعد عشرة كيلومترات من شبكات كبلات الألياف البصرية الحالية، مما يشير إلى أن الغالبية العظمى من سكان العالم لا يزالوا محرومين حتى من إمكانية النفاذ إلى شبكات الألياف البصرية بسبب المسافة الجغرافية (الشكل 6). بالإضافة إلى ذلك، فإن رقم النفاذ الفعلي إلى شبكات الألياف البصرية قد يكون مبالغاً فيه، لأن الأفراد حتى إذا كان يقيمون على بعد عشرة كيلومترات من شبكات الألياف، فقد لا تتوفر حالياً نقطة حضور أو مطراف خط بصري أو كبلات توصيل بالألياف البصرية قادرة على توصيل الشبكة بمحل إقامة الفرد أو بمكتبه.

الشكل 6. السكان ضمن مدى الاستفادة من الألياف البصرية، مارس 2019*



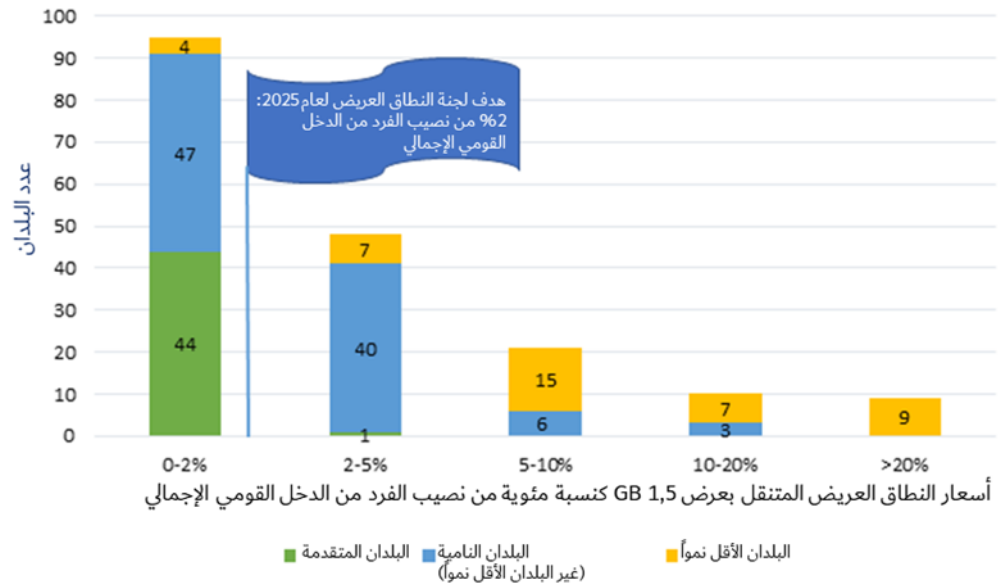
المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات

*** غير تراكمي؛ يصور الشكل السكان ضمن الفئة غير الشاملة للعتبات الدنيا.**

علاوةً على ذلك، حتى في حال وجود شبكات اتصالات، قد يكون النفاذ إلى الإنترنت مقيداً بأسعار باهظة. وقد تكون الخدمة مجدية اقتصادياً لمقدم الخدمة في مثل هذه الحالات، حيث يمكن أن تشتريها شرائح معينة من السكان، ولكن قد يقصي التسعيرُ الأفراد والأسر ذوي الدخل المنخفض خارج التوصيلية. وهذا ما حمل لجنة النطاق العريض التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات/اليونسكو والمعنية بالتنمية المستدامة إلى اعتماد هدف يقضي بأن تكلف خدمات النطاق العريض الأساسية في البلدان النامية أقل من 2 في المائة من نصيب الفرد من الدخل القومي الإجمالي الشهري.[10] وتشير آخر البيانات الصادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات إلى أن متوسط أسعار خدمة النطاق العريض المتنقل الأساسية في 88 بلداً على الأقل في مختلف بقاع العالم - جميعها تقريباً من البلدان النامية وأقل البلدان نمواً (انظر الشكلين 7 و8) - يُعتبر باهظ الثمن (أعلى من 2 في المائة من متوسط الدخل القومي الإجمالي).

[9] GSMA، *المجتمع الموصول. حالة توصيلية الإنترنت المتنقلة 2019* (2019).
[10] انظر: https://www.broadbandcommission.org/Pages/targets/Target-2.aspx.

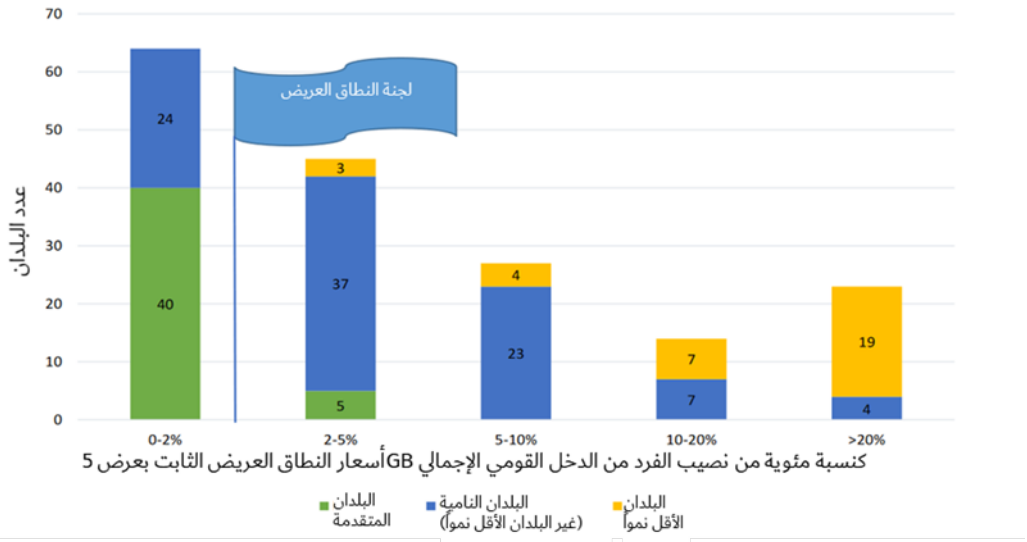
الشكل 7. عدد البلدان التي حققت أهداف لجنة النطاق العريض بشأن خدمات النطاق العريض المتنقل القائمة على الحاسوب (1,5 GB شهرياً)، 2020*



المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات، *قياس التنمية الرقمية: اتجاهات أسعار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لعام 2019* (الرسم البياني 21، ص 46)

*** سرعات بيانات الجيل الثالث (3G) فأعلى**

الشكل 8. عدد البلدان التي حققت أهداف لجنة النطاق العريض بشأن خدمات النطاق العريض الثابت القائمة على الحاسوب (5 GB في الشهر)، 2020



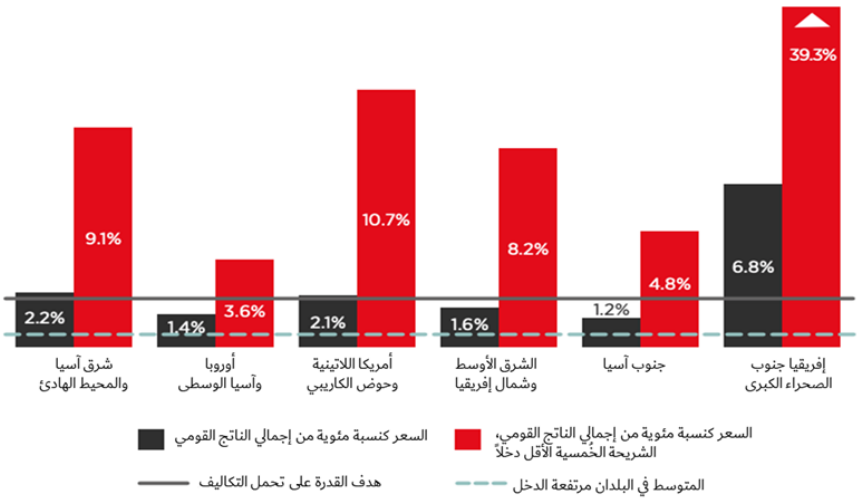
المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات، *قياس التنمية الرقمية: اتجاهات أسعار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لعام 2019* (الرسم البياني 37، ص 65)

*** سرعات بيانات 256 Kbit/s فأعلى**

اعتُمدت عتبة 2 في المائة عبر المنظمات المختلفة كمقياس مفيد لتقدير الخدمة الميسورة التكلفة. ولكن يجب ألا يغيب عن الأذهان أن هذا هو متوسط الدخل لسكان معينين وأن أسعار النفاذ للفئات ذات الدخل المنخفض قد تكون أكثر بكثير من 2 في المائة من الدخل القومي الإجمالي حتى في الحالات التي يلبي فيها تسعير بلد ما الحد الأدنى. وقد تقتضي الضرورة التركيز على الفئات ذات الدخل المنخفض بمستوى أعلى من التفصيل

والاستهداف[11] (انظر الشكل 9). ولهذا السبب يركز دليل الحلول هذا على التدخلات التي تقدم خدمة ميسورة التكلفة.

الشكل 9. القدرة على تحمل تكلفة GB 1 من البيانات في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، حسب المنطقة (2018)



المصدر: حسابات مجلة GSMA Intelligence على أساس بيانات التسعير من Tarifica. وعن كل منطقة، يؤخذ المتوسط الأوسط على أساس البلدان التي نمتلك بيانات عنها. وأخذت البيانات عن توزع الدخل من البنك الدولي.

المصدر: GSMA (انظر الملاحظة 14)

أُعد دليل الحلول هذا للمساعدة في تسريع الإجراءات التي تتخذها الدول الأعضاء لمعالجة مشاكل توصيلية الإنترنت في الميل الأخير في المواقف التي تشمل الافتقار إلى البنية التحتية للشبكة بغية تشجيع تقديم المزيد من الخدمات في حالات النفاذ غير الميسور. وقد كُتب من منظور المجتمعات المحلية والمستخدمين في المناطق الجغرافية التي لا تتوفر فيها إمكانية النفاذ الميسور إلى الإنترنت: أي مجتمعات توصيلية الميل الأخير. وتتعلق الأدوات والتدخلات الخدمية وحتى الحلول السياساتية التي يوصي بها بأفضل السبل لتوسيع النفاذ إلى الإنترنت لتلك المواقع، مع مراعاة خصائصها الفريدة. وتتعمق موارد أخرى، بما فيها تلك المدرجة في الملحق 2، في التحديات الأخرى مثل المهارات (أي الإلمام بالمهارات الرقمية) وضرورة الإنترنت المتصوَرة (أي المحتوى ذي الصلة محلياً).

[11] تعرِّف حملة التحالف من أجل إنترنت ميسور التكلفة "1 مقابل 2" الإنترنت الميسور التكلفة بأنه GB 1 من بيانات النطاق العريض المتنقل بسعر 2 في المائة أو أقل من متوسط الدخل الشهري (https://a4ai.org/affordable-internet-is-1-for-2). ويناقش *تقرير القدرة على تحمل التكاليف 2015/2016* (انظر الملاحظة 9، الفصل 3) المؤشرات المشوهة لعدم المساواة في الدخل على قياسات القدرة على تحمل التكاليف.

6 خطوات دليل الحلول

يحدد دليل الحلول أربع خطوات مميزة، يتكون كل منها من سلسلة من الخطوات الفرعية. ويوضح الشكل 10 أدناه تفاصيل الخطوات والخطوات الفرعية.

الشكل 10. خطوات في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير

الخطوة 1: تحديد المناطق الجغرافية غير الموصولة رقمياً (وشحيحة التخديم) (الخطوة 1)

1 أ - فهم التحديات الأساسية التي تعترض رسم خرائط النفاذ والاعتماد

1ب - اختيار نهج رسم الخرائط المتدرج من أعلى إلى أسفل و/أو المتدرج من أسفل إلى أعلى

1ج - رسم خارطة ارتباطات العناصر الرئيسية: أصول البنية التحتية للشبكة، والطلب المحتمل والجدوى المالية، والقيود المفروضة على خيارات التكنولوجيا

الخطوة 2: استعراض الخيارات من الحلول القائمة (الخطوة 2)

2 أ - استعراض قاعدة بيانات دراسة الحالة لحلول توصيلية الميل الأخير

2ب - الاستفادة من تصنيف/فرز التدخلات

2ج - فهم الخصائص الرئيسية والمفاضلات بين مختلف التدخلات

الخطوة 3: اختيار الحلول المستدامة من خلال مطابقة الجدوى مع القيود (الخطوة 3)

3 أ - اختيار حل توصيلية الميل الأخير ميسور التكلفة

3ب - تحديد مكونات الحل المناسب لتوصيلية الميل الأخير

3ج - رسم مصفوفة القرار للحلول الممكنة

3د - النظر في أدوات إضافية لتقييم الحلول

الخطوة 4: تنفيذ التدخلات لتوسيع خدمة التوصيلية المستدامة (الخطوة 4)

4 أ - خيارات التدخل – مقدمة

4ب - خيارات التدخل - إجراءات كفاءة السوق

4ج - خيارات التدخل - التمويل لمرة واحدة (الدعم المالي الذكي)

4د - خيارات التدخل - التمويل/الدعم المالي المتكرر

4هـ - أمثلة على الخيارات (من دراسات الحالة المقدَمة)

الفصل 1. تحديد المناطق الجغرافية غير الموصولة رقمياً (وشحيحة التخديم) (الخطوة 1)

تتمثل الخطوة الأولى على الطريق نحو تقديم توصيلية مستدامة بأسعار ميسورة في تحديد الحدود الجغرافية للبنية التحتية للشبكة فيما يتعلق بموقع السكان. ويكمن التحدي هنا في عدم وجود مجموعة بيانات منهجية شاملة متاحة للعموم عن البنية التحتية للتوصيلية العالمية. ويحدد الشكل 11 مكانة الخطوة 1 في العملية الإجمالية ويحدد أنشطتها.

الشكل 11. الخطوة 1 في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير

الخطوة 1: أنشطة تحديد المناطق الجغرافية غير الموصولة رقمياً (وشحيحة التخديم)

1 أ - فهم التحديات الأساسية التي تعترض رسم خرائط النفاذ والاعتماد

1ب - اختيار نهج رسم الخرائط المتدرج من أعلى إلى أسفل و/أو المتدرج من أسفل إلى أعلى

1ج - رسم خارطة ارتباطات العناصر الرئيسية: أصول البنية التحتية للشبكة، والطلب المحتمل والجدوى المالية، والقيود المفروضة على خيارات التكنولوجيا

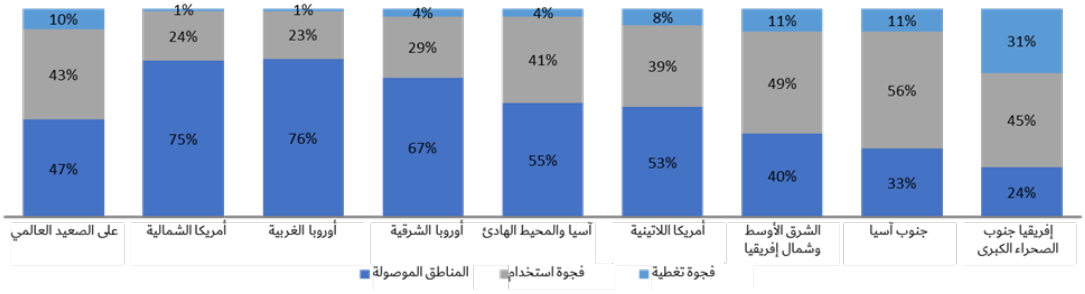
1.1 فهم التحديات الأساسية التي تعترض رسم خرائط النفاذ والاعتماد (الخطوة 1 أ)

إن الأساس المنطقي للبدء برسم الخرائط هو تحديد مناطق التوصيلية المحدودة أو ذات التكلفة الباهظة من أجل بدء عملية تحديد الأسباب المحتملة للخدمة المحدودة والحلول المستدامة المحتملة.

ورسم خرائط التوصيلية محفوف بالتعقيدات لأن العديد من التكنولوجيات تقدم اتصالات رقمية؛ ولذلك، فإن مزيجاً من مناطق التغطية التي تخدمها تلك التكنولوجيات يحتاج إلى الإعداد والمقارنة بالموقع الجغرافي للأفراد. فعلى سبيل المثال، يقدر الاتحاد الدولي للاتصالات أن ما يزيد قليلاً عن ملياري شخص يقيمون ضمن مسافة لا تقل عن 10 كيلومترات من كبلات الألياف البصرية عالية السرعة (انظر الشكل 6). ومع ذلك، فيما يتعلق بالتوصيلية الخلوية، تقدر رابطة GSMA أن 90 في المائة من سكان العالم يعيشون في مناطق تغطية مشغلي شبكات البيانات المتنقلة (انظر الشكل 12).

ووفق رابطة GSMA،[12] فإن أكثر من 750 مليون شخص (حوالي 10 في المائة من سكان العالم) غير مشمولين بتغطية النطاق العريض المتنقل (الجيل الثالث (3G) أو أعلى)، لا سيما في المناطق الريفية والنائية. ويتفاقم ذلك بفجوة استخدام في الأماكن ذات تغطية النطاق العريض. فعلى سبيل المثال، في حين أن ما يصل إلى 31 في المائة من الأفراد في إفريقيا غير مشمولين بتغطية النطاق العريض المتنقل، فإن حوالي 45 في المائة من أولئك المشمولين بمثل هذه التغطية لا يستخدمون الإنترنت المتنقلة.

الشكل 12. فجوات تغطية واستخدام الاتصالات المتنقلة الأرضية حول العالم



المصدر: هاندفورث، انظر الحاشية 3

من ناحية أخرى، يقدم مقدمو السواتل الخدمة لبعض المناطق الجغرافية التي لا تزال غير مشمولة بخدمات الشبكات الأرضية (التي تتألف من تكنولوجيا الألياف البصرية والتكنولوجيا الخلوية وغيرها من التكنولوجيات)، بما في ذلك الضواحي والمناطق الريفية والمعزولة.[13]

ولكن لم يُرسم مشهد مركَّب لجميع مناطق تغطية الخدمة، أو حتى معظمها، على المستوى العالمي، ونادراً ما يوجد هذا المشهد على المستوى الوطني، لأن رسم خرائط الأنواع المختلفة للبنية التحتية لشبكة الاتصالات هو مسعى معقد، لعدد من الأسباب هي: الطبقات المختلفة للتكنولوجيا ذات التغطية المختلفة؛ وكثرة بيانات البنية التحتية مسجَّلة الملكية التجارية؛ وتغير البيانات باستمرار بمرور الوقت بسبب الاستثمار وإيقاف التشغيل؛ والنطاق الجغرافي؛ والحاجة إلى تراكب السمات الجغرافية ذات الصلة مثل الطوبوغرافيا والبيانات الاجتماعية والاقتصادية.

ولا توجد في الوقت الحالي مجموعة بيانات منهجية شاملة ومتاحة للعموم عن البنية التحتية للتوصيلية العالمية. وليس هذا هو الحال بالنسبة للبنية التحتية الأساسية الأخرى، مثل رسم خرائط شبكات الطرق أو الشبكات الكهربائية، أو بالنسبة للموارد المهمة الأخرى، مثل الغطاء الحراجي العالمي. فعلى سبيل المثال، تعاون البنك الدولي وفيسبوك (Facebook) وآخرون لتطوير نموذج تنبؤي جديد لرسم خرائط أصح للشبكات الكهربائية. وبالمثل، يدير معهد الموارد العالمية مرصد الحراج العالمي (Global Forest Watch)، وهو منصة مراقبة شبه فورية للغطاء الحراجي.

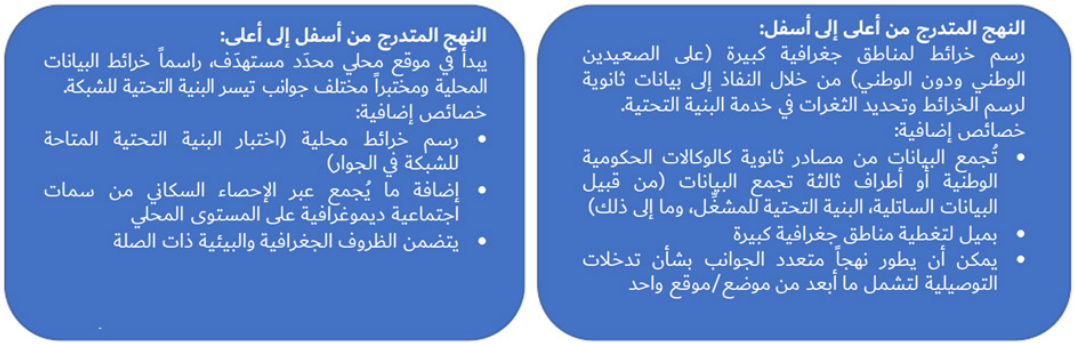
[12] هاندفورث، مرجع الحاشية السابقة رقم 3.
[13] انظر، على سبيل المثال، Satbeams، عبر الرابط https://www.satbeams.com/footprints.

وتوجد بيانات يُعتد بها عن البنية التحتية للشبكة بمعزل عن غيرها: إما في طبقات متباينة أو خلف مجموعات بيانات مسجَّلة الملكية. ويميل مقدمو الخدمات إلى امتلاك خرائط يُعتد بها عن البنية التحتية لشبكتهم. بيد ان هذه البيانات تظل، في أغلب الأحيان، مسجَّلة الملكية ومعزولة وغير مدمجة بجميع طبقات البنية التحتية الأخرى ذات الصلة. وبعض المقدمين، وخاصة مقدمي خدمة المحتوى عبر الإنترنت وشركات إنترنت المحتوى المستقل عن المشغِّل، يكشف المواقع الجغرافية لعملائهم حيث أن لديهم مئات الملايين، إن لم يكن المليارات، من المستخدمين، وتستطيع أيضاً التطبيقات التي تشغل خدماتهم تحديد ماهية أنواع التوصيلية التي يستخدمها الأفراد للتوصيل بالإنترنت. وفي كثير من الحالات، ستقدم هذه الكيانات النفاذ إلى البيانات لأغراض تخطيط الشبكة، ولكن على أساس كل حالة على حدة حصراً.

2.1 اختيار نهج رسم الخرائط المتدرج من أعلى إلى أسفل و/أو المتدرج من أسفل إلى أعلى (الخطوة 1ب)

هناك نهجان رئيسيان لرسم الخرائط الجغرافية للبنية التحتية للشبكة والنفاذ إليها، حسب النطاق الجغرافي للعملية. والنهج الأول هو المتدرج من أعلى إلى أسفل ويتضمن رسم خرائط لمنطقة جغرافية كبيرة من خلال النفاذ إلى مصادر البيانات الثانوية وتحديد الثغرات في خدمة البنية التحتية. ويختلف ذلك عن النهج المتدرج من أسفل إلى أعلى الأكثر تفصيلاً والأقرب إلى الخصائص المحلية والذي يبدأ باختيار مسبق لموقع معين ويبني فهماً للظروف الحالية من خلال التعداد المباشر للمساكن والاستطلاع المادي لأصول الشبكة. وكلا النهجين يراكب أصول البنية التحتية والتغطية على الكثافة السكانية. ويفرق الشكل 13 أدناه بين الاثنين، ولكن يجوز لعملية رسم خرائط محددة أخذ عناصر من كلا النهجين، والنفاذ إلى رسم خرائط ثانوي لأصول الشبكة، والكثافة السكانية والبنية التحتية الأخرى ذات الصلة، ودمجها مع استطلاع وتعداد على الأرض.

الشكل 13. الفروق بين النهجين المتدرج من أعلى إلى أسفل والمتدرج من أسفل إلى أعلى لرسم خرائط السكان غير الموصولين وغير المخدَّمين تخديماً كافياً



وقد يتعلق ما جُمع من البيانات بالبنية التحتية للشبكة المتاحة (شبكات وأسعار النفاذ والوصلات الوسيطة، وأبراج شبكات الاتصالات المتنقلة، واستخدام الطيف الراديوي، ونقاط توصيلية Wi-Fi، ونقاط حضور الكبلات والألياف)، والجدوى المالية (حجم المنطقة حسب المساحة الجغرافية والسكان، والكثافة السكانية، ومستويات دخل الفرد، والبيانات الديموغرافية مثل حصة البالغين من السكان، ومستويات الإلمام بالقراءة والكتابة والتوزع بين الجنسين) وغير ذلك من القيود البيئية والجغرافية (وجود الشبكة الكهربائية، وشبكات الطرق، وأنماط الطوبوغرافيا والطقس). وبالإضافة إلى النهجين الرئيسيين، هناك ما لا يقل عن أربعة أنواع مختلفة من خرائط التوصيلية تغطي عناصر وجوانب مختلفة من خدمة التوصيلية: رسم خرائط الطلب، ورسم خرائط البنية التحتية، ورسم خرائط الاستثمار، ورسم خرائط الخدمة (انظر الجدول 2[14]).

[14] يعرض الاتحاد الأوروبي الاختلافات والأمثلة بين أنواع الخرائط المختلفة عبر هذا الرابط: https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/broadband-and-infrastructure-mapping-project.

الجدول 2. محتوى رسم الخرائط الأساسي لأنواع مختلفة من خرائط التوصيلية

رسم خرائط الطلب	رسم خرائط البنية التحتية	رسم خرائط الاستثمار	رسم خرائط الخدمة
• الطلب على عرض النطاق • جودة الخدمة • الاستعداد للدفع • الخدمات المطلوبة	• البنية التحتية للاتصالات • البنية التحتية الأخرى (المرافق) ذات الصلة • الأعمال الإنشائية (الطرق والمباني)	• تقسيم البنية التحتية حسب مصادر الاستثمار • خاص/ممول • مخطط/محقق	• عرض النطاق وتكنولوجيا النفاذ (مستوى توفر الخدمة) • مقدم الخدمة • استخدام حجم البيانات، الإقبال على الخدمة • السعر

ويمكن أن تتضمن عملية معيارية لإعداد الخرائط ثلاث مراحل (انظر الجدول 3): جمع البيانات ومعالجة البيانات ونشر البيانات. ويمتد جمع البيانات إلى تحديد المصادر ذات الصلة وسلسلة البيانات المناسبة المزمع جمعها. وتتضمن معالجة البيانات الجمع بين سلاسل البيانات وفحوصات الجودة الدقيقة. ويشمل نشر البيانات تداول البيانات مع الجهات المناسبة على المستويات ذات الصلة.

الجدول 3. عملية مشتركة لجميع أنواع رسم خرائط النطاق العريض

جمع البيانات	معالجة البيانات	نشر البيانات
اختيار – مصادر البيانات – المعلومات المزمع جمعها – المستوى المكاني لجمع البيانات – عملية/تواتر توريد البيانات	– فحوصات الجودة (فحوصات يدوية إضافية/ملاحظات المستخدم التقييمية) – تحويل البيانات – التكامل المكاني للبيانات الإضافية	اختيار – مستوى النفاذ إلى البيانات – المستوى المكاني للنشر – نسق النشر

المصدر: J. Navas-Sabater، *رسم خرائط النطاق العريض - الممارسات الدولية السليمة وتجربة البنك الدولي* (عرض شرائح، 2 يوليو 2019)، فريق البنك الدولي

بمجرد إجراء استعراض للنهجين (المتدرج من أعلى إلى أسفل والمتدرج من أسفل إلى أعلى)، يمكن اتخاذ قرار بشأن النهج الذي يجب اتباعه، أو العناصر التي يجب دمجها من كلا النهجين. ونظراً لأن دليل الحلول قد صيغ من منظور فرادى المجتمعات التي لم تخدمها بعد خدمات اتصالات يمكن النفاذ إليها بأسعار ميسورة، فهو سيركز على العناصر اللازمة في النهج المتدرج من أسفل إلى أعلى. ولكن تكثر الشركات والموارد (على النحو المذكور في وصف النهج المتدرج من أعلى إلى أسفل) التي يمكن الاتصال بها للحصول على دعم شامل لنهج متدرج من أعلى إلى أسفل. وتميل عجلة النهج المتدرج من أسفل إلى أعلى لأن تتحرك أكثر بفعل المستخدم والمنطقة المحلية. ويلخص الجدول 4 ميزات وعيوب كلا النهجين. وترد أمثلة رسم الخرائط ودراسات الحالة الإضافية في الملحق 1.

الجدول 4. النهج المتدرج من أعلى إلى أسفل مقابل النهج المتدرج من أسفل إلى أعلى: الميزات والعيوب

	النهج المتدرج من أعلى إلى أسفل	النهج المتدرج من أسفل إلى أعلى
الميزات	• عرض شامل عبر منطقة جغرافية كبيرة • يمكنه تحديد مجتمعات متعددة في حاجة إلى دعم خدمة التوصيلية • يمكنه أن يفي بأهداف متعددة في جمع بيانات يُعتد بها وفي المراقبة (التزامات الخدمة، قضايا الكهرباء، وما إلى ذلك)	• قادر على التركيز بعمق على رسم صورة تفصيلية للغاية للتوصيلية في موقع محلي معين على نحو لن يتسنى بالضرورة في منطقة كبيرة أو العديد من المجتمعات • يمكن إجراؤه وإتمامه بفعالية أكبر وبموارد أقل

الجدول 4. النهج المتدرج من أعلى إلى أسفل مقابل النهج المتدرج من أسفل إلى أعلى: الميزات والعيوب (تابع)

	النهج المتدرج من أعلى إلى أسفل	النهج المتدرج من أسفل إلى أعلى
العيوب	• يتطلب موارد كثيرة: الوقت والعمالة ورأس المال والمهارات وقدرة المعالجة • قد يتطلب تدخلاً تنظيمياً للحصول على مجموعات بيانات معينة • يتطلب الالتزام بضمان صحة البيانات ودقتها (التحديث) • قد يخل بنهج التدخل في حال عدم اكتمال مجموعات البيانات (كالتركيز على الخيارات الخلوية دوناً عن سائر التكنولوجيات اللاسلكية)	• حصر التركيز الجغرافي في مجتمعات فردية أو مجتمعات قليلة • يؤثر على المنطقة المحلية المعروضة فقط، وليس على بلد أو منطقة • يمكن أيضاً أن يتطلب الكثير من الوقت والعمالة في السعي لجمع أكبر قدر ممكن من البيانات ذات الصلة

الجدول 5. رسم خرائط البنية التحتية المتدرج من أعلى إلى أسفل: أمثلة

اسم الخارطة	التغطية الجغرافية	الشبكات الأرضية أو البحرية	متاحة للعموم أو خدمة تجارية	يمكن للعموم تنزيل جميع البيانات	URL
خرائط النطاق العريض لدى الاتحاد الدولي للاتصالات	عالمية	الألياف البصرية الأرضية والموجات الصغرية والألياف البصرية البحرية	للعموم	نفاذ محدود	https://itu.int/go/Maps
خارطة الكبلات البحرية لدى Telegeography	عالمية	الألياف البصرية البحرية	للعموم	نعم	https://www.submarinecablemap.com وhttps://github.com/telegeography/www.submarinecablemap.com
مشروع رسم خرائط كبلات الألياف البصرية الأرضية الإفريقية (AfTerFibre)	إفريقيا	الألياف البصرية الأرضية والألياف البصرية البحرية	للعموم	نعم	https://afterfibre.nsrc.org/
The Connected Pacific	شرق آسيا والمحيط الهادئ	الألياف البصرية البحرية	للعموم	نعم	https://connectedpacific.org
Satbeams	عالمية	ساتلية	للعموم	بعضها	https://www.satbeams.com/
خرائط تغطية الاتصالات المتنقلة لدى GSMA	إفريقيا (8 بلدان)	الخلوية الأرضية	للعموم	لا	http://www.mobilecoveragemaps.com/
Masae Analytics	عالمية	شبكات أرضية وكبل بحري	تجارية	لا	https://www.masae-analytics.com/
InfraNav	عالمية	شبكات أرضية وكبل بحري	تجارية	لا	https://www.infranav.com/
Fraym	Africa	شبكات أرضية وكبل بحري	تجارية	لا	https://fraym.io/
TowerSource (بنية تحتية)	عالمية	شبكات أرضية	تجارية	لا	https://www.towersource.com/
mapELEMENTS (تغطية)	عالمية	تغطية الاتصالات المتنقلة الأرضية	تجارية	لا	https://www.mapelements.com/
Opensignal	عالمية	تغطية الاتصالات الخلوية الأرضية	تجارية	لا	https://www.opensignal.com/

لعل لخمسة موارد لرسم الخرائط قيمة خاصة لجهود رسم الخرائط واسعة النطاق.

1) خارطة النطاق العريض لدى الاتحاد الدولي للاتصالات (https://itu.int/go/Maps) هي خارطة تفاعلية عبر الإنترنت لإرسال النطاق العريض أعدها الاتحاد وهي متاحة للعموم. وهي تُظهر البنية التحتية البحرية والأرضية؛ وتقدم معلومات عن الموقع من خلال العرض المرئي للبيانات، وأداة نظام المعلومات الجغرافية (GIS) لتطوير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

وتُصوِّر الخارطة حالياً بيانات من أكثر من 480 مشغلاً، و19 775 ملاحظة، وأكثر من 3,5 مليون كيلومتر من البنية التحتية للشبكة. وتتضمن أداة رسم الخرائط أيضاً طبقات كاسية من الحدود المعترف بها لدى الأمم المتحدة، والطوبوغرافيا الطبيعية للأرض، والكثافة السكانية، والمسافات إلى العقد، والمحطات الأرضية الساتلية، ونقاط تبادل الإنترنت.

2) يقدم مشروع رسم خرائط كبلات الألياف البصرية الأرضية الإفريقية (AfTerFibre، https://afterfibre.nsrc.org) خارطة لمبادرات البنية التحتية للألياف البصرية الأرضية الإفريقية (والآن تحت سطح البحر). وأُعد بدعم أولي من شركة Google ويستضيفه الآن ويدعمه مركز موارد بدء التشغيل الشبكي. وAfTerFibre هي مبادرة البيانات المفتوحة ذات مصادر البيانات المتاحة للتنزيل العام. وعادةً ما تحصَّل خرائط AfTerFibre كصور نقطية، أحياناً من المواقع الإلكترونية لشركات المشغلين، وأحياناً من الدراسات أو التقارير عن تطور البنية التحتية الإقليمية، وأحياناً من خلال جهات الاتصال الشخصية. وتُرفع الخرائط غير المتوفرة أصلاً على شبكة الإنترنت إلى موقع فليكر (Flickr) الإلكتروني. وبعد ذلك تُتبع الصور النقطية رقمياً وتحوَّل إلى نسق نظام المعلومات الجغرافية (GIS) وتُرفع إلى منصة CartoDB، وهي منصة GIS سحابية.

3) تستمد شركة Connected Pacific (https://connectedpacific.org) المدعومة أيضاً من مركز موارد بدء التشغيل الشبكي ومؤسسة APNIC، مسارات الكبلات الخاصة بها من مجموعة من المصادر الأولية، بما في ذلك تراخيص لجنة الاتصالات الفيدرالية (FCC) والإيداعات المالية والمخططات البحرية وبيانات موقع سفينة الكبلات والموافقات البيئية وعروض المشغلين.

4) أنشأت رابطة GSMA خرائط GSMA لتغطية الاتصالات المتنقلة المحدثة حديثاً (http://www.mobilecoveragemaps.com/) على منصة خرائط تغطية الاتصالات المتنقلة لمعالجة نقص بيانات التغطية الموثوقة والدقيقة في الأسواق الناشئة. وتتيح الخرائط التفاعلية للمستخدمين ما يلي:

- الحصول على صورة دقيقة وكاملة لتغطية الاتصالات المتنقلة في بلد معين لكل جيل من تكنولوجيا الاتصالات المتنقلة (2G و3G و4G)؛
- تقييم حالة التغطية لكل مستوطنة سكانية في البلاد، مهما كانت صغيرة أو بعيدة؛
- محاكاة نشر مواقع الاتصالات المتنقلة الجديدة وتقدير السكان المشمولين بالتغطية.

ولضمان قرب الصلة والدقة وقابلية التنفيذ، تستند خرائط التغطية إلى بيانات مباشرة على مستوى مرتفع من التفصيل. وتحقيقاً لهذه الغاية، تجمع رابطة GSMA معلومات الشبكة (مثل موقع الهوائيات وارتفاع الأبراج) مباشرة من مشغلي الاتصالات المتنقلة وتقدر التغطية المشتركة لجميع مشغلي الاتصالات المتنقلة في السوق باستخدام نموذج انتشار معياري. ثم تُراكَب بيانات التغطية على بيانات سكانية عالية الاستبانة أعدها مختبر التوصيلية لدى شركة Facebook ومركز CIESIN. وتقدر البيانات توزع السكان على مستوى شديد المحلية، بناءً على بيانات تعداد السكان وصور السواتل عالية الاستبانة. وأخيراً، تدمج الخرائط المؤشرات الاجتماعية والاقتصادية الأخرى والمباني الرئيسية مثل المدارس والمستشفيات والمراكز الطبية. وتستضيف المنصة الإلكترونية حالياً ثماني خرائط: لغانا، وساحل العاج، وليبيريا، ونيجيريا، ورواندا، وتنزانيا، وأوغندا، وزامبيا؛ وستضاف بلدان أخرى في الأشهر المقبلة. وتحتوي خرائط التغطية على عدد من حالات الاستخدام، لكن الحالة الرئيسية هي التخطيط للبنية التحتية الريفية. ولهذا الغرض، طورت رابطة GSMA خوارزميات تستخدم البيانات الأساسية في الخرائط لتوليد عمليات النشر المثلى التي تزيد من تغطية السكان إلى أقصى حد مع تقليل التكاليف إلى أدنى حد. ومن خلال هذا التحليل، تساعد رابطة GSMA مشغلي الاتصالات المتنقلة على تحديد المناطق الريفية التي يمكنهم فيها توسيع التغطية بطريقة مجدية تجارياً. وهي تساعد أيضاً السلطات العامة في تحديد أولويات جهود التوصيلية الخاصة بها من خلال تحديد المجالات التي تتطلب شكلاً من أشكال الدعم المالي أو التهاون لخفض تكلفة النشر (مثل تخفيف رسوم الاستيراد).

5) Satbeams (https://www.satbeams.com/footprints) هي عبارة عن خلاصة وافية عن السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض/سواتل الاتصالات، بما في ذلك مناطق تغطيتها وتفاصيلها التقنية ومخططاتها

الترددية. ولديها حالياً واحدة من أكبر مكتبات رُقع التغطية الساتلية، بمعلومات مفصلة عن أكثر من 800 1 حزمة، وأكثر من 400 ساتل ثابت بالنسبة للأرض، و500 7 مرسل مستجيب و000 32 قناة.

وعلى المستوى القطري، تقوم العديد من الدوائر الحكومية بتطوير وتعقب البنية التحتية للشبكة ونشر الخدمات. انظر الجدول 6 للاطلاع على أمثلة على كيفية قيام الحكومات الوطنية في بولندا والمملكة المتحدة وأيرلندا، إلى جانب الاتحاد الأوروبي، بإدارة على قواعد بيانات الخرائط كي يستقي نشر الخدمة المعلومات منها.

الجدول 6. رسم الخرائط القطري المتدرج من أعلى إلى أسفل: أمثلة

البلد	الدائرة	نوع الخارطة	بيانات مفتوحة	URL
بولندا	مكتب الاتصالات الإلكترونية	البنية التحتية	نعم	https://wyszukiwarka.uke.gov.pl/
المملكة المتحدة	مكتب الاتصالات (Ofcom)	تغطية خدمة الاتصالات المتنقلة	لا	https://checker.ofcom.org.uk/
أيرلندا	هيئة تنظيم الاتصالات (ComReg)	تغطية خدمة الاتصالات المتنقلة	لا	https://coveragemap.comreg.ie
الاتحاد الأوروبي	المديرية العامة لشبكات الاتصالات والمحتوى والتكنولوجيا (DG CNECT)	تغطية خدمة النطاق العريض	نعم	https://www.broadband-mapping.eu/

الإطار 1. مثال لرسم الخرائط المتدرج من أعلى إلى أسفل: Internet para Todos (بيرو)

Internet para Todos (https://internetparatodos.tid.es/) (IpT) هي مسعى لتوسيع توصيلية الإنترنت، في بيرو أول الأمر، بقيادة شركة Telefónica وبالشراكة مع مصرف التنمية للبلدان الأمريكية وشركة Facebook ومصرف التنمية لأمريكا اللاتينية. وهي شركة مستقلة تنشر وتشغل وتملك البنية التحتية الاتصالات المتنقلة الخاصة بها (بما في ذلك البنية التحتية لشبكة النفاذ الراديوي المفتوحة) لدعم شركائها من مشغلي شبكات الاتصالات (انظر الجدول 16 بشأن تعاريف نموذج الأعمال).

وكان العنصر الرئيسي في شركة IpT هو عنصر رسم الخرائط المتين للمشروع المتدرج من أعلى إلى أسفل والذي ركز على المشكلة الأولية المتمثلة في تحديد جميع المعلومات ذات الصلة اللازمة لاتخاذ القرارات التقنية والمالية. وتعاملت شركة IpT مع تحدي رسم الخرائط من خلال دمج صور السواتل عالية الاستبانة على مستوى البلاد، إلى جانب مجموعات البيانات الأخرى ومعلومات الشبكة الداخلية الخاصة بها، ونماذج الشبكة العصبونية المطبقة، مثل خوارزميات تعلم الآلة المدربة بواسطة بيانات التعداد السكاني، من أجل تحديد المنازل والمستوطنات والميزات الأخرى ذات الصلة بشكل صحيح.

انظر أيضاً:

http://www.ipt.pe

https://www.telefonica.com.pe/es/ipt

https://www.linkedin.com/pulse/how-telef%C3%B3nica-uses-ai-ml-connect-unconnected-patrick-lopez/

https://www.slideshare.net/wap13/big-data-for-social-good-106562070

الإطار 2. مثال لرسم الخرائط المتدرج من أسفل إلى أعلى: مشروع PCARI VBTS (الفلبين)

مشروع محطة قاعدة قرية PCARI (VBTS) (https://pcarivbts.github.io/) هو مشروع شبكة خلوية مجتمعية يركز على تقديم خدمة اتصالات الصوت الأساسية (2G) وخدمة الرسائل القصيرة (SMS) للقرى النائية غير الموصولة سابقاً على طول الساحل الشرقي للفلبين. وكمثال على شبكة الاتصالات المتنقلة المحلية غير الساعية للربح (انظر القسم 2.2 الاستفادة من تصنيف/فرز التدخلات)، دخل مشروع VBTS في شراكة مع شركة شبكة اتصالات متنقلة (MNO) وطنية للحصول على التوصيل البيني والإذن باستخدام تخصيص الطيف الخاص بشركة شبكة الاتصالات المتنقلة.

ويهدف المشروع أيضاً إلى تقييم الأثر الاقتصادي لتوصيلية الصوت والبيانات الوليدة (انظر تجربة التحكم العشوائية التي نتجت عن هذا المسعى: http://jblumenstock.com/files/papers/jblumenstock_2020_ccn.pdf). والخطوة الأولى في هذه العملية تمثلت في تحديد المجتمعات التي لم يكن لديها خدمة توصيلية. واتخذ فريق المشروع سلسلة من الخطوات لتحديد قيود التوصيلية، بما في ذلك:

- التحقق الأولي على الأرض (سؤال القرويين عن استخدام أجهزتهم، وتوفر الإشارة، ومواقع النفاذ إلى الإشارة)؛
- تحليل الطيف باستخدام مجموعة متنوعة من الأدوات (محللات الطيف الاتصالات المتنقلة، وهوائيات النطاق الواسع لفحص الترددات، والهواتف الخلوية المزودة بقدرة مراقبة خاصة) (انظر الشكل 14)؛
- رسم خارطة نتائج مؤشر شدة الإشارة المستقبَلة الذي يقيس جودة الإشارة بالديسيبل.

شكل الإطار 2: مواقع نشر VBTS

المصدر: ج. ديونيسيو، وك. فيستين وك. باريلا، محطات قاعدة القرية (VBTS): توصيل المجتمعات من خلال شبكات الاتصالات المتنقلة، عرض في ورشة عمل US-ACTI عن مراكز النفاذ إلى الإنترنت وإيصال الميل الأخير في رابطة أمم جنوب شرق آسيا (ASEAN)، 15 أغسطس 2018، جامعة الفلبين

لمزيد من المعلومات، انظر:

https://pcarivbts.github.io/

https://kurti.sh/pubs/ccn_takeup_paper.pdf

3.1 رسم خارطة ارتباطات العناصر الرئيسية: أصول البنية التحتية للشبكة، والطلب المحتمل والجدوى المالية، والقيود المفروضة على خيارات التكنولوجيا (الخطوة 1ج)

بغض النظر عما إذا كان قد تحدد نهج متدرج من أعلى إلى أسفل أو من أسفل إلى أعلى أو مختلط، يجب رسم خارطة البنية التحتية للشبكة القائمة لتحديد خيارات الخدمة المحتملة المتاحة أو التي يلزم إنشاؤها.

ويتضمن ذلك تحديد مصادر سعة الوصلات الوسيطة، مثل مسارات كبلات الألياف البصرية ونقاط الحضور، لفهم مقدار السعة التي ستتاح لشبكة النفاذ - وتكلفتها. وتُعتبر تكلفة سعة إنترنت الوصلات الوسيطة (الميل الأوسط) إحدى أكبر النفقات التشغيلية للشبكات الريفية والنائية. وبالتالي، فإن توفر خدمة الوصلات الوسيطة القائمة إلى منطقة ما يقلل من تكلفة تقديم الخدمة (في النفقات الرأسمالية والتشغيلية على السواء). وقد يشير وجود خدمات توصيلية أخرى (مثل الخدمة الخلوية، حتى لو كانت من الجيل الثاني (2G) فقط) إلى وصلات سعة الوصلات الوسيطة القائمة إلى المنطقة المحلية. ولكن قد تدعو الحاجة إلى زيادة هذه السعة إذا لزم مزيد من الصبيب، أو طُلب، لخدمات أكثف استخداماً للبيانات.

بالإضافة إلى ذلك، قد تُتطلب وصلات وسيطة جديدة إذا كانت السعة غير كافية (أو السعة غير موجودة). وسيحدد مستوى الطلب والاستعداد للدفع في المنطقة المحلية بعد ذلك نوع سعة الوصلات الوسيطة التي ستدعمها الخدمة الجديدة. وفي بعض الحالات، قد تتوفر وصلات وسيطة منخفضة التكلفة، مثل الوصلات الصغرية من نقطة إلى نقطة أو خيارات الوصلات الوسيطة الخلوية. وفي حالات أخرى، خاصةً في المواقع النائية جداً، قد تُتطلب وصلات وسيطة ساتلية، بتكلفة أعلى لكل صبيب.

ويتضمن رسم خارطة الوصلات الوسيطة تحديد خيارات الوصلات الوسيطة القائمة المتاحة حالياً للمنطقة المحلية، وتحديد أقرب نقاط الحضور للشبكات الأساسية الأخرى والبنية التحتية للميل الوسط وتحديد تكلفة إنشاء وصلات وسيطة جديدة.

وبالمثل، يعد رسم خارطة تغطية شبكة الاتصالات المتنقلة وبيانات موقع البرج في المنطقة المستهدفة طريقة جيدة لتحديد التغطية القائمة والمصادر المحتملة للوصلات الوسيطة. وفي حين يقدم بعض مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة خرائط تغطية، لا تتوفر في معظم البلدان بيانات التغطية مباشرةً من مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة أو الهيئات التنظيمية الوطنية. وفي مثل هذه الحالات، يمكن استخدام مصادر أخرى، مثل بيانات موقع البرج من مصادر جماعية، للوقوف أولاً على ما إذا كانت أي أبراج تقع داخل المنطقة تقدم تغطية الخدمة. واثنان من هذه الموارد هما OpenSignal (https://www.opensignal.com)، الذي يحدد تغطية الشبكة، وOpenCellId (https://opencellid.org)، الذي يحدد البيانات الشرحية لموقع البرج.

ويوحي وجود الأبراج القريبة بالإمكانيات التالية:

- العمل مع مشغل شبكة الاتصالات المتنقلة القائم إما لتوسيع أو زيادة التغطية والسعة؛
- أو إعداد نموذج الطرف الثالث الذي يوسع خدمة مشغل شبكة الاتصالات المتنقلة من خلال اتفاق تقاسم الإيرادات؛
- أو تحديد مصدر الوصلات الوسيطة للأبراج والتعاقد على سعة لخدمة جديدة تقدَّم إلى المنطقة المحلية المعنية.

الجدول 7. مصادر بيانات البنية التحتية للشبكة

نوع البنية التحتية	الأساس المنطقي لرسم الخرائط	المصادر المحتملة
مسارات ونقاط حضور كبلات الألياف البصرية	تشير إلى تيسر الوصلات الوسيطة لعرض نطاق عالي السعة منخفض التكلفة	مقدمو وصلات الألياف البصرية الوسيطة، المنظم الوطني، خرائط إرسال النطاق العريض لدى الاتحاد الدولي للاتصالات
الشبكة الخلوية (التغطية والأبراج)	تشير إلى تيسر محتمل لوصلات وسيطة (الألياف البصرية أو الموجات الصغرية إلى البرج) ولشبكة النفاذ القائمة	خرائط تغطية مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة، المنظم الوطني، بيانات من مصادر جماعية (من قبيل OpenSignal وOpenCellID)

الجدول 7. مصادر بيانات البنية التحتية للشبكة (تابع)

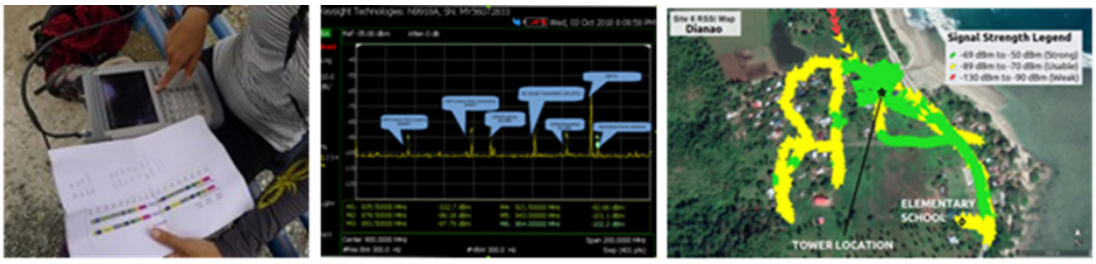
نوع البنية التحتية	الأساس المنطقي لرسم الخرائط	المصادر المحتملة
خرائط التغطية الساتلية	تحدد ما إذا كانت الخدمات الساتلية تغطي المنطقة، وما نوع الخدمة المتاحة	SatBeams: https://www.satbeams.com/؛ خرائط LyngSat: http://www.lyngsat-maps.com/ (انظر الملحق 2 للاطلاع على مراجع إضافية بشأن الخرائط الساتلية)
نقاط توصيلية Wi-Fi	تشير إلى تيسر محتمل لوصلات وسيطة (الألياف البصرية أو الموجات الصغرية إلى المبنى) ولشبكة النفاذ القائمة	خدمات Mozilla لتحديد المواقع وتطبيق Facebook
حقوق الطيف	يمكنها تحديد ما إذا كانت نطاقات الطيف الموزعة لخدمات معينة سبق تخصيصها لمقدمي الخدمات. فإذا كانت الإجابة بالإيجاب، يرد تأكيد على الإيفاء بالالتزامات؛ أما إذا كانت الإجابة بالنفي، فستظهر إمكانية الاستفادة من الطيف غير المخصص (أو غير المستخدم) بشكل قانوني.	منظم وطني، تتبع بيانات الاتصالات المفتوحة من مصادر جماعية (في إفريقيا: https://opentelecomdata.org/spectrum-chart/)

وحسب الخيارات قيد النظر، من شأن استعراض استخدام الطيف أن يساعد في تحديد مدى توفر الخدمة والنطاقات. ومن شأن رسم خرائط نطاقات الطيف في الجوار المباشر للمنطقة أن يعمل على تحديد ما يلي:

- استخدام أي نطاقات طيفية في القنوات الخلوية المعيارية؛
- استخدام نطاقات طيف في قنوات أخرى ذات صلة (خاصة للموجات الصغرية)؛
- مدى التداخل في توصيلية Wi-Fi والنطاقات غير المرخصة.

وتشمل النُهج المعيارية لرسم خرائط استخدام نطاق الطيف نشر محللات الطيف أثناء المشي (الشكل 14) أو الاختبارات أثناء القيادة (الشكل 15).

الشكل 14. مثال على الاختبار أثناء المشي لتحديد استخدام طيف GSM لنشر شبكة خلوية مجتمعية



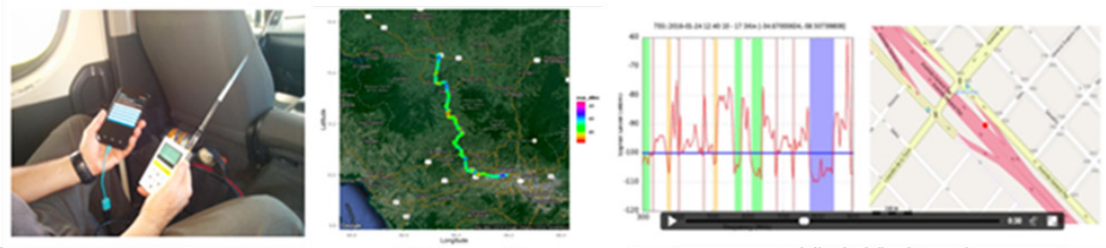
مسح الطيف باستخدام محلل طيف محمول.

تحليل عينة استعمال الطيف الذي أجري بعد المسح.

رسم خارطة عينة RSSI باستخدام تطبيق Network Monitor Lite.

المصدر: مشروع محطة قاعدة قرية PCARI عبر الرابط https://pcarivbts.github.io/

الشكل 15. مثال على الاختبار أثناء القيادة لتحديد مدى توفر الطيف



قابلية حمل نظام RFTrack

مثال مسير القيادة

فيديو يظهر قياسات الطيف

المصدر: المركز الدولي للفيزياء النظرية (ICTP)، تريستا، إيطاليا، عبر الرابط http://wireless.ictp.it/Papers/RFTrack-ICTD.pdf؛ وللاطلاع على شرح لاختبارات القيادة، انظر الرابط https://www.telecomhall.net/t/what-is-rf-drive-test-testing/6392

تشمل الخيارات الإضافية لرسم خرائط استخدام الطيف الطائرات بدون طيار. على سبيل المثال، يستخدم أحد شركاء مبادرة Airband من شركة Microsoft، Astrea، طائرات بدون طيار مجهَّزة بمحللات الطيف لقياس نسبة الإشارة إلى الضوضاء على ارتفاعات مختلفة فوق مستوى الأرض وتحديد مدى "نظافة" الطيف في موقع معين. ومن شأن الخدمة الراديوية في نفس المنطقة وعلى نفس التردد أن تتسبب في حدوث تداخل وتردي أداء الإشارة اللاسلكية. وفي المستقبل القريب، قد تتمكن سواتل المدار الأرضي المنخفض من المساعدة في مراقبة استخدام الطيف الراديوي وتقديم معلومات عن خيارات الخدمة المحتملة.[15]

ومن شأن المزيد من المعلومات المتاحة علناً عن البنية التحتية للشبكة أن تساعد جميع الأطراف المهتمة في تحديد فجوات الخدمة بسرعة أكبر. ولكن هذه المعلومات محدودة، مما يشير إلى أن مبادرات البيانات المفتوحة التي تفصح عن المزيد من المعلومات يمكن أن يكون لها تأثير. والخطوة الأولى نحو تحديد مدى توفر الطيف في منطقة معينة تتمثل في محاولة الحصول على معلومات عن توزيع وتخصيص الطيف من الهيئات ذات الصلة في بلد معين ويشير "التوزيع" إلى عملية تحديد استخدام كتلة معينة من الترددات، بينما يشير "التخصيص" إلى تحديد من يُسمح له باستخدام تلك الكتلة.[16] ولكن في العديد من البلدان، قد يصعب تحديد توزيع وتخصيص الطيف. ويمكن لمزيد من الحكومات دعم النشر المفتوح لتوزيع وتخصيص الطيف، فضلاً عن الجوانب الأخرى للبنية التحتية للشبكة، من أجل تسريع عملية توسيع الخدمة لتشمل المناطق الجغرافية غير الموصولة وزيادة كفاءة التغطية إجمالاً. ومن شأن نشر المعلومات المفتوحة عن الجوانب المختلفة للبنية التحتية للشبكة أن يعزز الجهود المتدرجة من أعلى إلى أسفل والمتدرجة من أسفل إلى أعلى لتخطيط خدمة الشبكة وتوسيعها. وتشمل هذه المعلومات ما يلي:

- قيام المنظمين الوطنيين بتوزيع الطيف وتخصيصه؛
- بيانات التسعير بشأن حركة المسيِّر متعدد البروتوكولات الدولي تعدد البروتوكولات (محطة التوصيل بالكبل البحري)؛ وتسعير عبور الميل الأوسط للشبكة الأساسية؛ والنفاذ إلى خدمة الشبكة؛
- بيانات موقع برج شبكة الاتصالات المتنقلة.

ومن الأمثلة على الجهود الوطنية في هذا الصدد، من حيث تخصيص الطيف، نيجيريا التي تبرز عندما يتعلق الأمر بكيفية إفصاحها عن بيانات التخصيص.[17] ويجعل المنظم الماليزي أسعار الجملة أكثر شفافية.[18] وينشر المنظم الكندي ملف قيم مفصولة بفواصل قابل للتنزيل وتمكن قراءته آلياً مع موقع كل برج في كندا.[19] ولمزيد من المعلومات عن بيانات الاتصالات المفتوحة، انظر الرابط https://wiki.opentelecomdata.org/good-practice/transparency. ويورد الشكل 16 مثالاً على الجدول الوطني لتوزيع الترددات، ويعرض الشكل 17 مبادرة البيانات المفتوحة من مصادر جماعية لتتبع تخصيص طيف في إفريقيا وهي مبادرة يمكن توسيعها. وأحد موارد تتبع التطورات في هذا الصدد هو opentelcomdata.org.

15 على سبيل المثال، يقصد أحد حلول المدار الأرضي المنخفض، HawkEye 360، استخدام أجهزة الاستشعار الفضائية التي توفر القدرة على مسح نطاق واسع للترددات عبر مناطق واسعة من الأرض. وتقدم خدمتهم للشركات والهيئات التنظيمية تحليلات الترددات الراديوية لتحسين الكفاءة التشغيلية وصمود الاتصالات وتساعد المشغلين في التعرف على مصادر المشاكل وتحديد موقعها بسرعة عند مواجهة التداخل على شبكات الاتصالات الحرجة.

16 لمزيد من المعلومات، انظر لوائح الراديو، ولا سيما المادة 4، حيث يشير توزيع نطاق ترددي إلى التسجيل في جدول توزيع الترددات لنطاق ترددي معين كي تستخدمه واحدة أو أكثر من خدمات الاتصالات الراديوية الأرضية أو الفضائية، بينما التخصيص هو التفويض الممنوح من إدارة لمحطة راديوية لاستخدام تردد راديوي أو قناة تردد راديوي بشروط محددة.

17 انظر هيئة الاتصالات النيجيرية، خطة النطاق 900 MHz.

18 انظر س. رجا ور. ركورد، حاجة ماليزيا للسرعة: كيف يطلق الإجراء التنظيمي العنان للإنترنت فائق السرعة (منشور مدونة، 7 أغسطس 2019، مدونات البنك الدولي).

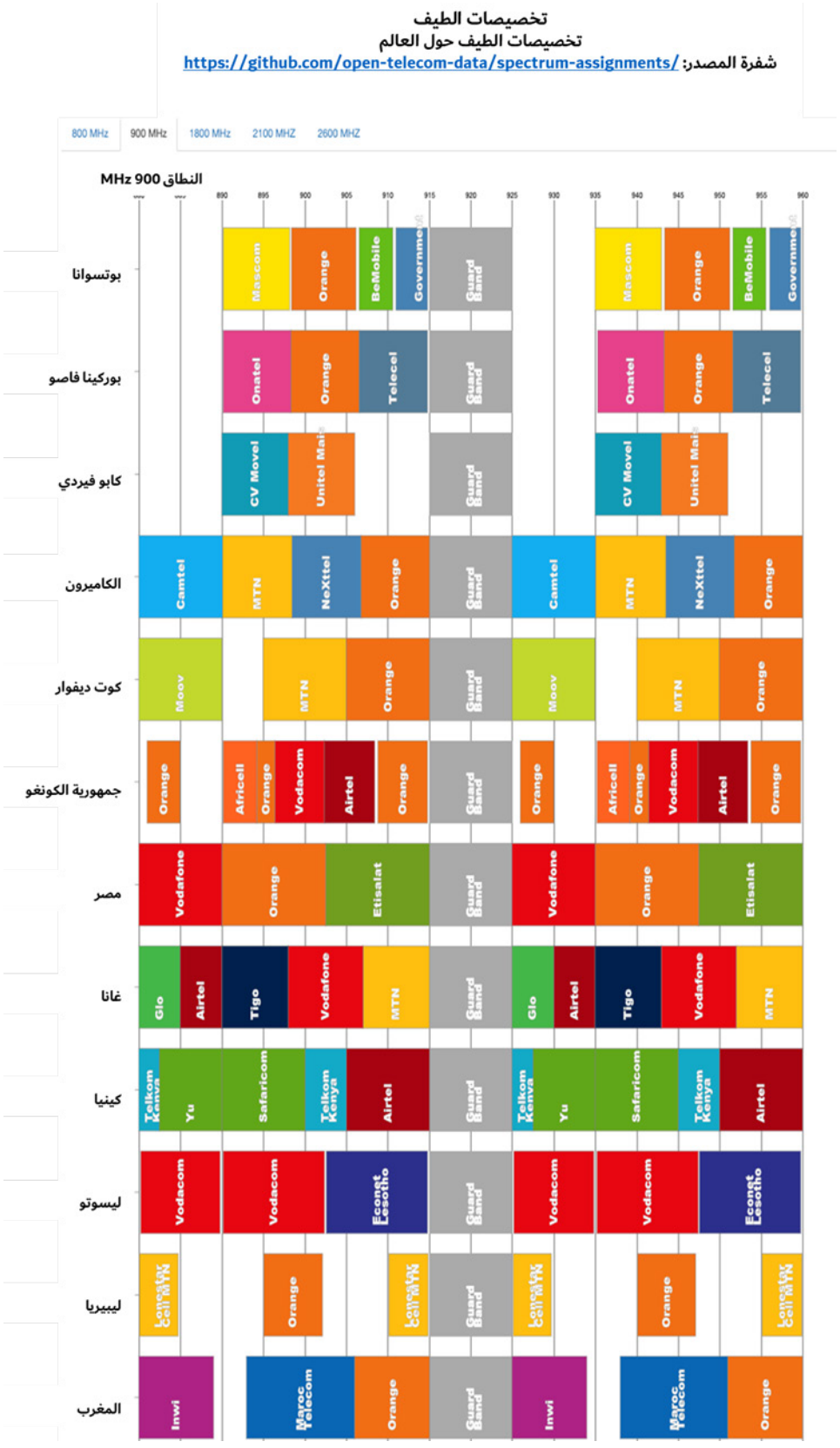
19 انظر حكومة كندا، بيانات نظام إدارة الطيف (صفحة ويب).

الشكل 16. مثال على جدول وطني لتوزيع الترددات: مولدوفا

الإقليم 1	التوزيع الوطني		
النطاق الترددي - الخدمات - الحواشي	النطاق الترددي - الخدمات	الحواشي	الاستخدام
MHz 144-143,65 متنقلة للطيران (OR) 214.5 ،212.5 ،211.5 ،210.5	**MHz 144-143,65** متنقلة للطيران (OR)	RN035 ،RN018	G
MHz 146-144 هواة ساتلية – ساتلية 216.5	**MHz 146-144** هواة ساتلية – ساتلية	RN035 ،RN018	NG
MHz 148-146 ثابتة متنقلة باستثناء متنقلة للطيران (R)	**MHz 148-146** ثابتة متنقلة باستثناء متنقلة للطيران (R)	RN018، RN018A، RN018B، RN035	G
MHz 149,9-148 ثابتة متنقلة باستثناء متنقلة للطيران (R) متنقلة-ساتلية (أرض-فضاء) 209.5، 218.5، 219.5، 221.5	**MHz 149,9-148** ثابتة متنقلة باستثناء متنقلة للطيران (R) متنقلة-ساتلية (أرض-فضاء)	209.5، 218.5، 219.5، 221.5 RN018، RN018A، RN035	G
MHz 150,5-149,9 ملاحة راديوية-ساتلية 224B.5 متنقلة-ساتلية (أرض-فضاء) 209.5، 223.5 ،222.5 ،220.5 ،224A.5	**MHz 150,5-149,9** ملاحة راديوية - ساتلية متنقلة-ساتلية (أرض-فضاء)	209.5، 220.5، 222.5، 223.5، 224A.5، 224B.5 RN018، RN035 ،RN018A	P
MHz 153-150,05 ثابتة متنقلة باستثناء متنقلة للطيران علم الفلك الراديوي 149.5	**MHz 153-150,05** ثابتة متنقلة باستثناء متنقلة للطيران علم الفلك الراديوي	149.5 RN018، RN018A، RN035 ،RN019	P
MHz 154-153 ثابتة متنقلة باستثناء متنقلة للطيران (R) مساعدات الأرصاد الجوية	**MHz 154-153** ثابتة متنقلة باستثناء متنقلة للطيران (R) مساعدات الأرصاد الجوية	RN018، RN018A، RN035 ،RN019	P
MHz 156,4875-154	**MHz 156,4875-154**	226.5	P

المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات، *مبادئ توجيهية لإعداد جدول وطني للتوزيعات الترددية (NTFA)* (جنيف، 2015)

الشكل 17. مثال على جهود البيانات المفتوحة لتتبع تخصيصات الطيف في إفريقيا (النطاق 900 MHz)



المصدر: opentelecomdata.org، عبر الرابط https://opentelecomdata.org/spectrum-chart/

بالإضافة إلى عناصر البنية التحتية للشبكة، ستلزم بيانات اجتماعية وديموغرافية لتقدير الطلب المحتمل على الخدمات المختلفة. ويتضمن تحديد الطلب المحتمل والجدوى المالية لخدمات توصيلية الإنترنت المختلفة ما يلي:

- تحديد حجم سكان المنطقة، لبناء قاعدة مستخدمين/مشتركين محتملين؛
- تحديد المنطقة الجغرافية المزمع تغطيتها والتي ستحدد جدوى تكنولوجيات النفاذ المختلفة؛
- تقدير الدخل الفردي الذي سيشير إلى متوسط الإيرادات المحتملة من كل مستخدم؛
- تقدير "الجهات المستأجِرة الأساسية" أو اشتراكات الشركات المحتملة من الكيانات التجارية والمكاتب الحكومية (بما في ذلك المدارس والعيادات الصحية) والتي ستحدد مصادر أخرى لدعم الخدمة (الدخل)؛
- تقدير الإعانة المالية من مصادر الحكومة أو الجهات المانحة.

ويرد تلخيص ذلك في الجدول 8؛ علماً بأن العوامل الديموغرافية (معدل الإلمام بالقراءة والكتابة والتوازن بين الجنسين والديناميات وتوزع السكان وحصة الشباب من السكان) يمكن أن تؤثر أيضاً على قاعدة المشتركين. ويوضح دليل حلول تخطيط أعمال البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات لعام 2019 في الاتحاد الدولي للاتصالات[20] تفاصيل منهجيات مختلفة لتقدير الطلب (حسابات بسيطة، ونماذج اقتصادية قياسية، ولوحات دلفي (Delphi)) والإيرادات المحتملة (انظر على وجه الخصوص الفصلين 2 (تقدير الطلب على خدمات النطاق العريض) و3 (تقدير الإيرادات من تقديم خدمة النطاق العريض)).

الجدول 8. البيانات الاجتماعية والديموغرافية اللازمة لتقدير الطلب المحتمل على الخدمات المختلفة

نوع البيانات الاجتماعية والديموغرافية	الأساس المنطقي	المصادر المحتملة
حجم السكان	لبناء قاعدة محتملة لفرادى المشتركين في خدمات التوصيلية	استطلاع/تعداد سكاني مباشر؛ مجموعات البيانات الحكومية؛ بيانات رصد الأرض الساتلي عن الكثافة السكانية (من قبيل سكان طبقة المستوطنات البشرية العالمية لدى JRC، وWorldPop - جامعة ساوثهامبتون، لاندسكان - أوك ريدج، وشبكة سكان العالم (GPW) لدى CIESIN، وخارطة طبقة المستوطنات عالية الاستبانة (HRSL) لدى CIESIN/Facebook)
المنطقة الجغرافية للخدمة	يجب تقدير منطقة الخدمة الإجمالية لاختيار تكنولوجيات النفاذ القابلة للتطبيق	رسم خارطة نظام المعلومات الجغرافية
تقديرات الدخل الفردي	تشير إلى تقديرات متوسط الإيرادات المحتملة من كل مستخدم والمطلوبة لصافي الإيرادات، وإلى الجدوى المالية للخدمات المختلفة	استطلاع/تعداد سكاني مباشر؛ مجموعات البيانات الحكومية
العملاء المحتملون (المستأجرون الرئيسيون: الحكومة، المؤسسات، الفعاليات التجارية)	عوامل في التقديرات المطلوبة لصافي الإيرادات والجدوى المالية للخدمات المختلفة	استطلاع/تعداد سكاني مباشر
مصادر الإيرادات الأخرى (مثل الدعم الحكومي أو تمويل الجهات المانحة)	عوامل في التقديرات المطلوبة لصافي الإيرادات والجدوى المالية للخدمات المختلفة	استطلاع/تعداد سكاني مباشر

قد تكون الخصائص الجغرافية والعوامل البيئية بمثابة قيود على خيارات التكنولوجيا. فعلى سبيل المثال، تعتبر الكثافة السكانية، كمدخلات في إجمالي الإيرادات المحتملة الكلية، أساسية لتحديد جدوى خيارات التكنولوجيا المختلفة. ومن المفيد أيضاً دمج العناصر الجغرافية الأخرى وأصول البنية التحتية من أجل الحصول على صورة أكثر اكتمالاً للفرص والقيود. وهي تشمل مدى كهربة المنطقة، والطبوغرافيا (رسم خرائط انتشار الترددات الراديوية) والعوامل البيئية الأخرى.

[20] الاتحاد الدولي للاتصالات، *دليل حلول تخطيط أعمال البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات لعام 2019* (جنيف، 2019).

وسيحدد امتداد البنية التحتية للشبكة الكهربائية المتاحة ما إذا كانت تكاليف إضافية ستُتكبد في شكل رأس مال (لإضافة أنظمة توليد القدرة) ونفقات تشغيل. وأصدر البنك الدولي ومعهد الموارد العالمية وفيسبوك (Facebook) مؤخراً نموذجاً تنبؤياً جديداً لرسم خارطة دقيقة للشبكة الكهربائية (انظر الجدول 9).

ورسم الخرائط الطبوغرافية مهم لتحديد انتشار الترددات الراديوية. ويمكن أن تختلف تقديرات تغطية خدمة الشبكة اختلافاً كبيراً عند أخذ الطبوغرافيا وانتشار الترددات الراديوية في الاعتبار. وثمة أداة مفتوحة المصدر شائعة الاستخدام لرسم خرائط انتشار الترددات الراديوية مقابل البيانات الطبوغرافية وهي أداة SPLAT (انتشار الإشارة والخسارة والتضاريس، انظر الجدول 9). وتوجد برمجيات تجارية أخرى، ومنها:
(https://cloudrf.com) CloudRF، GEOG (التي تشير إلى قاعدة بيانات لارتفاعات تضاريس المملكة المتحدة، عبر الرابط https://www.qsl.net/g8yoa/geog/geog.html) وQRadioPredict (http://qradiopredict.sourceforge.net/) و(http://www.ve2dbe.com/english1.html) Radio Mobile وTAP Mapper (https://www.softwright.com) وTower Coverage (https://www.towercoverage.com/).

ويمكن تحديد عوامل المخاطر الأخرى ورسم خرائطها، لا سيما إذا كانت تمثل مخاطر أعلى من المتوسط للمنطقة المحلية المعنية. على سبيل المثال، بالنسبة للمجتمعات الموجودة في المواقع المعرضة للأعاصير الموسمية أو الرياح الموسمية، لعل من المفيد تحديد المسار الذي يسلكه عادةً مثل هذا الطقس المتطرف عبر المنطقة.

ويلخص الجدول 9 العناصر الإضافية التي يراد تضمينها في أي تحليل لرسم خرائط.

الجدول 9. العناصر الجغرافية الأخرى وأصول البنية التحتية التي يراد دمجها من أجل الحصول على صورة أكثر اكتمالاً للفرص والقيود

البيانات الأخرى ذات الصلة	الأساس المنطقي	المصادر المحتملة
الكهربة	سيحدد امتداد البنية التحتية للشبكة الكهربائية المتاحة ما إذا كانت تكاليف إضافية ستُتكبد في شكل رأس مال (لإضافة أنظمة توليد القدرة) ونفقات تشغيل.	أصدر البنك الدولي ومعهد الموارد العالمية وفيسبوك (Facebook) مؤخراً نموذجاً تنبؤياً جديداً لرسم خارطة دقيقة للشبكة الكهربائية: https://engineering.fb.com/connectivity/electrical-grid-mapping
الطرقات	ستساعد في قياس إمكانية النفاذ إلى المنطقة المحلية والمواقع التي قد تحتاج إلى إنشاء بنية تحتية.	الخرائط المفتوحة للشوارع (https://www.openstreetmap.org/) أو وكالات النقل الحكومية الوطنية
الطبوغرافيا	مهمة لتحديد انتشار الترددات الراديوية. ويمكن أن تختلف تقديرات تغطية خدمة الشبكة اختلافاً كبيراً عند أخذ الطبوغرافيا وانتشار الترددات الراديوية في الاعتبار.	SPLAT هي أداة مفتوحة المصدر شائعة الاستخدام لرسم خرائط انتشار الترددات الراديوية مقابل البيانات الطبوغرافية (انتشار الإشارة، الخسارة والتضاريس: http://www.qsl.net/kd2bd/splat.html) وتوجد برمجيات تجارية أخرى.
عوامل المخاطر الأخرى	قد يواجه المجتمع المعني مخاطر أعلى من المتوسط. على سبيل المثال، بالنسبة للمجتمعات الموجودة في المواقع المعرضة للأعاصير الموسمية أو الرياح الموسمية، لعل من المفيد تحديد المسار الذي يسلكه عادةً مثل هذا الطقس المتطرف عبر المنطقة.	كل حالة على حدة

الفصل 2. استعراض الخيارات من تصنيف الحلول القائمة (الخطوة 2)

تُنشر حالياً مجموعة واسعة وغير متجانسة من حلول التوصيلية في جميع أنحاء العالم. وكمقياس للمدى الهائل لعدد الشبكات التي تشكل الإنترنت ككل، تُظهر أحدث البيانات حتى 4 مايو 2020 وجود ما لا يقل عن 175 96 رقماً متميزاً للنظام الذاتي[21] تدل على عدد الميادين الفردية المتحكَم فيها بواسطة مجموعة من عناوين بروتوكول الإنترنت (IP). وتميل أرقام النظام المستقل إلى أن تمثل مقدمي خدمات الإنترنت والمؤسسات الكبيرة التي تدير عناوين IP الخاصة بها. وفي حين أن هذا الرقم يبالغ في تقدير عدد مقدمي خدمة الإنترنت على مستوى العالم، فحتى في البلدان الأصغر، يصل عدد أرقام النظام المستقل إلى المئات الكثيرة أو الآلاف، وكثير منهم من مقدمي خدمات التوصيلية. علاوة على ذلك، يسلط عدد من التقارير الأخيرة الضوء على التحديات والنُهج المتبعة لتوسيع نطاق التوصيلية ليشمل المناطق النائية والريفية.[22] غير أن هذه التقارير تقصِّر عن عرض عملية للتعرف على الحلول المناسبة المعتمدة في ضوء الخصائص المحددة. ويعرض هذا القسم أمثلة على الحلول القائمة في فئات مختلفة ويسلط الضوء على خصائص مكونات الحل. ويوضح الشكل 18 الخطوة 2 في العملية الإجمالية ويحدد الأنشطة التي تشتمل عليها.

الشكل 18. الخطوة 2 في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير

[21] إحصاءات سجلات الإنترنت الإقليمية، عبر الرابط https://www-public.imtbs-tsp.eu/~maigron/RIR_Stats/RIR_Delegations/World/ASN-ByNb.html.

[22] انظر الملحق 2 للاطلاع على موارد إضافية.

الخطوة 2: استعراض الخيارات من الحلول القائمة (الخطوة 2)

2 أ - استعراض قاعدة بيانات دراسة الحالة لحلول توصيلية الميل الأخير

2ب - الاستفادة من تصنيف/فرز التدخلات

2ج - فهم الخصائص الرئيسية والمفاضلات بين مختلف التدخلات

1.2 استعراض قاعدة بيانات دراسة الحالة لحلول توصيلية الميل الأخير (الخطوة 2 أ)

لتوجيه عملية تحديد الحلول المناسبة بأسعار ميسورة، بدأ هذا التحليل بإعداد قاعدة بيانات دراسات الحالة لتوصيلية الميل الأخير، وهي قاعدة بيانات واسعة النطاق لدراسات الحالة المختلفة لحلول توصيلية الميل الأخير. وأخذت الحلول من المصادر الأولية (بالتعامل المباشر مع مديري الحلول والمنفذين) ومن المصادر الثانوية (التقارير، وما إلى ذلك). وصُنفت الحالات في 17 بُعداً عبر خمس فئات رئيسية (المواد المرجعية، والكيان، والتكنولوجيات، وخصائص المنطقة المحلية، والمعلومات الإضافية).

وحتى أغسطس 2020، احتوت قاعدة البيانات على 123 حالة، 51 منها من مصادر أولية و72 من مصادر ثانوية، لا سيما World Connected 1 (http://1worldconnected.org/) و*APC/IDRC GIS Watch 2018*.[23] وقاعدة البيانات هي وثيقة متجددة ويصار إلى تحديثها باستمرار عند تقديم المزيد من دراسات الحالة.

الجدول 10. فئات خصائص التدخلات في قاعدة بيانات دراسات حالة توصيلية الميل الأخير (LMC)

مادة مرجعية	الكيان	التكنولوجيات	خصائص المنطقة المحلية	معلومات إضافية
اسم المنظمة أو المشروع؛ البلد	الكيان التشغيلي لشبكة النفاذ؛ نموذج الإيرادات؛ مستوى الإعانة المالية	تكنولوجيات الوصلات الوسيطة؛ تكنولوجيات شبكة النفاذ؛ الجهاز الأساسي للنفاذ	الكثافة السكانية/مستوى التحضر؛ حجم السكان؛ المنطقة الجغرافية؛ الطبوغرافيا. دخل الفرد/ARPU للمستخدمين؛ مستويات معرفة القراءة والكتابة؛ العوامل الاجتماعية الديموغرافية والبيئية الأخرى	لا تزال قيد التشغيل؛ الاعتبارات التنظيمية والسياساتية

2.2 الاستفادة من تصنيف/فرز التدخلات (الخطوة 2ب)

أظهر استعراض 123 تدخلاً مختلفاً قُدمت في قاعدة بيانات دراسات حالة توصيلية الميل الأخير أن التدخلات اختلفت على محورين (انظر الشكل 19). الأول هو نوع خدمة الشبكة، على النحو المحدد بتكنولوجيا شبكة النفاذ الأولية المستخدمة. وركزت التدخلات إما على:

أ) عمليات نشر شبكات الاتصالات المتنقلة التي تقدم خدمات لاسلكية متنقلة متنوعة، بما في ذلك الخدمة الصوتية، وحيث يكون جهاز المستخدم النهائي متنقلاً وغير ثابت؛ أو،

ب) مقدمي خدمات الإنترنت العامين الذين استخدموا مجموعة من التكنولوجيات المختلفة، الثابتة واللاسلكية على حد سواء، لتقديم خدمات تركز على البيانات.

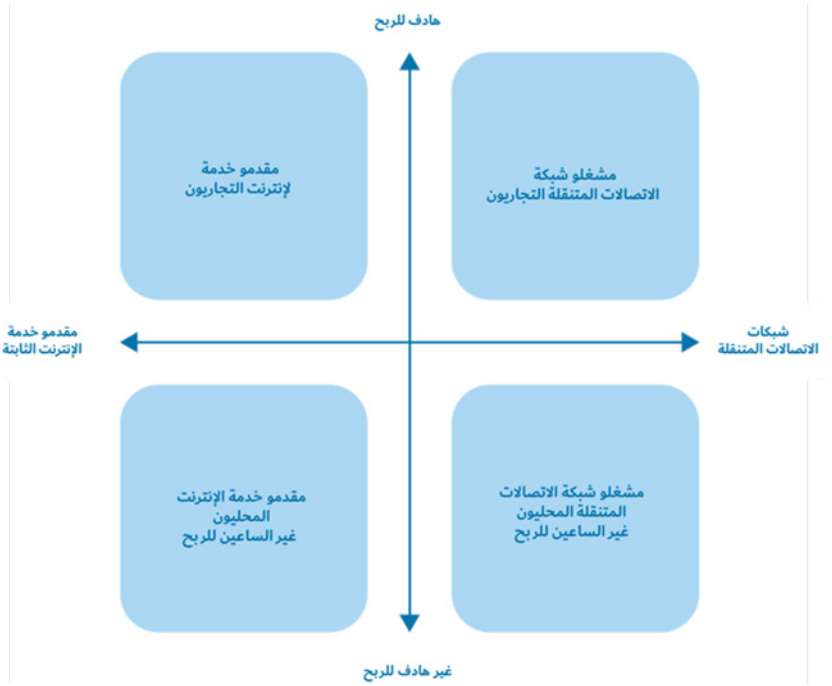
أما المحور الثاني فهو يتعلق *بالربح*. ففي حين أن معظم الكيانات أدرجت عمليات تجارية رسمية بالشراكة مع الخدمات التجارية، كانت بعض التدخلات إما:

أ) لا تهدف للربح، وتقدم خدمة توصيلية دون التركيز على العوائد التجارية؛ أو

ب) تجارية تبني قرارات استثمارية على حسابات العائد الاقتصادي.

[23] رابطة الاتصالات التقدمية (APC) والمركز الدولي لبحوث التنمية (IDRC)، و*مرصد مجتمع المعلومات العالمي 2018. الشبكات المجتمعية* (الولايات المتحدة، APC، 2018). الصورة مقدمة من Bluetown.

الشكل 19. تصنيف تدخلات الميل الأخير على أساس نوع الشبكة واعتبارات الربح



يشير تحليل واستعراض مدى التدخلات في توصيلية الميل الأخير التي جُمعت في قاعدة البيانات إلى إمكانية تنظيم الحلول بشكل فعال حسب نوع دافع الربح (أي تجاري مقابل غير هادف للربح) وتكنولوجيا شبكة النفاذ (أي مشغلي الشبكات الخلوية المتنقلة مقابل مقدمي خدمات الإنترنت المعمم (البيانات)).

ويتميز كل نوع من أنواع التدخل في توصيلية الميل الأخير بالخدمات التي يقدمها ونموذج إيراداته وتكنولوجيا النفاذ أو التكنولوجيات التي يستخدمها. وحسب نوع التدخل والتصميم التشغيلي للشبكة، سيخضع التدخل أيضاً لأنواع ومستويات مختلفة من التنظيم التي تضفي عليه معاً مزيجاً من المزايا والصعوبات.

وتصنَّف التدخلات وفقاً للخدمة التي تقدمها وما إذا كانت تعمل من أجل الربح أم لا. ويعرض مقدمو خدمات الإنترنت، الذين يمكن أن يكونوا تجاريين أو غير ربحيين، توصيلية إنترنت في الغالب. ويمكن أن يكون مقدمو خدمات الإنترنت التجاريون من مقدمي الخدمات الإقليميين أو الوطنيين، ويعملون بموجب تراخيص أو إجازة (أقل صرامة)، سواءً في شبكات الخطوط الثابتة (الألياف البصرية، والكبلات، وما إلى ذلك) أو الشبكات اللاسلكية، بما في ذلك الشبكات الساتلية. ومن ناحية أخرى، فإن مقدمي خدمة الإنترنت المحليين غير الساعين للربح يشكلون شبكات صغيرة تقتصر على البيانات يديرها متطوعون عادة.

وتقدم التدخلات الأخرى أكثر من مجرد خدمات الإنترنت وعادة ما تشمل خدمات الصوت عبر الاتصالات المتنقلة. ويقدم مشغلو شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجاريون عادة خدمات الصوت والبيانات التقليدية ويعملون من خلال نظام ترخيص وطني (مثل تراخيص الاتصالات) باستخدام الطيف المرخص. وبالمقارنة مع ذلك، يشكل مشغلو شبكات الاتصالات المتنقلة المحليون غير الساعين للربح شبكات خلوية صغيرة يتطوع لتشغيلها في كثير من الأحيان المستخدمون النهائيون المحليون.

وفيما يتعلق بنموذج الإيرادات، يحقق مقدمو خدمات الإنترنت وكذلك مشغلو الاتصالات المتنقلة التجاريون دخلاً من مزيج من الرسوم المستندة إلى استخدام خدمات الصوت والبيانات والخدمات المدفوعة الأخرى، مثل VoIP. ويقدم مشغلو شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) غير الساعين للربح مزيجاً من الخدمات المدفوعة والنفاذ المجاني، ويتوقف النموذج الدقيق على سياق التدخل. ومن جانبهم، يقدم مقدمو خدمات الإنترنت المحليون غير الساعين للربح نفاذاً مجانياً في الغالب، أو يمنحون المستخدمين إمكانية النفاذ إلى خدمات تكميلية منخفضة التكلفة في بعض الأحيان.

وكثيراً ما يتأثر نموذج الإيرادات الذي يستخدمه التدخل بشدة بدرجة الإعانة المالية التي يتلقاها، إن وُجد. وبينما يميل كلا النوعين من الشبكات التجارية إلى تلقي دعماً مالياً قليلاً أو معدوماً باستثناء اعتمادات الخدمة الشاملة لدعم النشر في المناطق المهمشة، كثيراً ما يستفيد مقدمو خدمات الإنترنت ومشغلو الاتصالات المتنقلة غير

الساعين للربح من النفاذ إلى الإعانة المالية الجزئية (لمرة واحدة ومتكررة) أو الإعانة المالية المتكررة الكاملة، بما في ذلك الموارد المجمعة في بعض الأحيان.

وتعتمد تكنولوجيا النفاذ التي يستخدمها التدخل على الخدمة التي يقدمها (حسبما إذا اقتصرت على الإنترنت أو كانت خدمة كاملة) ومدى الملاءمة التقنية للتكنولوجيا المستخدَمة للمنطقة المحلية المستهدفة، وبمراعاة التكلفة والاعتبارات الأخرى. يستخدم مشغلو شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) تكنولوجيات الطيف المرخصة مثل 2G و3G و4G. ويستخدم مشغلو شبكة الاتصالات المتنقلة التجاريون المستفيدون من التمويل والحجم الكبير أيضاً تكنولوجيات اتصالات متنقلة أحدث أو أكثر تخصصاً (بما في ذلك 5G)، مثل الموجات المليمترية، أو يكمّلون شبكة الاتصالات المتنقلة الخاصة بهم بنقاط نفاذ Wi-Fi لتفريغ الاتصالات الخلوية.

ويستخدم مقدمو خدمات الإنترنت واحداً أو مزيجاً من تكنولوجيات الأسلاك الثابتة (الألياف البصرية، متحدة المحور، النحاسية) و/أو اللاسلكية (النفاذ اللاسلكي الثابت، أو نقاط توصيلية Wi-Fi، أو توصيلية ساتلية). واستخدم بعض مقدمي خدمة الإنترنت غير الساعين للربح أيضاً تكنولوجيات ناشئة تجريبية لتوسيع امتدادهم وتوصيل المزيد من المواقع المحلية بشبكتهم.

وبالإضافة إلى اتخاذ قرار بشأن تكنولوجيا النفاذ التي يراد استخدامها، يجب أن تختار التدخلات أيضاً من بين تكنولوجيات الوصلات الوسيطة المختلفة المتاحة، أي الوصلات الوسيطة بالألياف أو بالموجات الصغرية أو الساتلية. والمزيج المحدد من التكنولوجيات التي تستخدمها الشبكة في النهاية يحدد جزئياً اللوائح التي سيخضع لها التدخل، مع مراعاة اختلاف القوانين والسياسات المعمول بها على اختلاف الولايات القضائية.

وعلى جميع مشغلي شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) عادةً التعامل مع اللوائح المتعلقة باستخدام الطيف المرخص، وشهادات الراديو، وامتياز الاتصالات (عند الاقتضاء)، واتفاقات الارتفاق والتعليق على الأعمدة، وتراخيص الأعمال (التراخيص المحلية عادةً لمشغلي شبكة الاتصالات المتنقلة غير الساعين للربح، والتراخيص الوطنية والإقليمية لمشغلي شبكة الاتصالات المتنقلة التجاريين). ويخضع مقدمو خدمات الإنترنت، من جانبهم، لمعظم المتطلبات التنظيمية نفسها، باستثناء الامتياز وترخيص الطيف، لأنهم يستخدمون عادةً ترددات غير مرخصة، إن استخدموها أصلاً. وقد تحتاج التدخلات القائمة على التكنولوجيا الساتلية أيضاً إلى الحصول على حقوق التوصيل بالحزمة الساتلية من المنظِّم المعني.

والتحدي الآخر لاستخدام الاتصالات المتنقلة في الميل الأخير يكمن في توفر موارد الطيف المناسبة، وحيثما توفرت هذه الموارد، في التراخيص المناسبة لترددات راديوية محددة. وفي حين أن اللوائح التنظيمية تختلف باختلاف الولايات القضائية، يجري تخصيص الترددات الراديوية للاتصالات المتنقلة عموماً في مزاد، مما يعني تخصيصها لمشغلي خدمات كاملة كبيرة. وقد يصعب بالتالي على الشبكات الصغيرة المشغَّلة لمجرد النفاذ في الميل الأخير الحصول على التراخيص المناسبة للترددات الخلوية، خاصةً إذا كانت تخدم منطقة صغيرة أو قاعدة مستخدمين صغيرة حصراً، إلا أن مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة غير الساعين للربح في طور الظهور وإثبات جدواهم.

وتستتبع الاختلافات بين أنواع التدخل المختلفة مزايا وتحديات محددة. إذ يرجَّح أن يكون لمشغلي شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجاريين أوسع تغطية جغرافية في بعض الأحيان بسبب التزامات التغطية الناشئة عن السياسة أو اللوائح الوطنية التي قد تشمل أيضاً معايير جودة الخدمة. إلا أن نموذج أعمالهم يتطلب موارد رأسمالية كبيرة ويميل إلى إيلاء الأولوية لمناطق جغرافية ذات عائد أعلى على الاستثمار.

وإلى جانب مشغلي الخدمة الكاملة التقليديين، يساعد وجود مقدمي خدمة إنترنت تجاريين على زيادة المنافسة على خدمة البيانات، لا سيما من خلال تمييز العروض من الخدمة الخلوية. ولسوء الحظ، قد تكون تغطيتهم الجغرافية محدودة بسبب قيود النفاذ والتغطية في الوصلات الوسيطة، خاصة بالمقارنة مع المشغلين التقليديين.

وعلى نفس المنوال، يثبت مشغلو شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) المحليون غير الساعين للربح جدوى الخدمة الخلوية حيث لا يقدم مشغلو شبكة الاتصالات المتنقلة التقليديون التغطية، غالباً في مناطق ستخلو لولاهم من أي خدمة على الإطلاق. وعادة ما تكون عمليات النشر هذه صغيرة جداً ضمن نطاق محدود، ولكنها تظل تتطلب سعة محلية للتفاوض على التوصيل البيني مع مشغلي شبكة الاتصالات المتنقلة التقليديين والحفاظ على الشبكة. ويُظهر مقدمو خدمات الإنترنت المحليون غير الساعين للربح أيضاً إمكانية تقديم خدمات البيانات بشكل مستدام للمجتمعات المحلية المحرومة من النفاذ، أو حيث تكون الخدمات الأخرى باهظة التكلفة. ومع ذلك، فإن استدامة الخدمة دون استمرار الإعانة المالية يمثل تحدياً لهذه التدخلات، وكذلك حجم الشبكات والخدمات.

الجدول 11. تصنيف التدخلات بشأن توصيلية الإنترنت في الميل الأخير

		تكنولوجيا شبكة النفاذ	
		شبكات الاتصالات المتنقلة	*مقدم خدمة الإنترنت الثابتة*
نموذج الإيرادات	*تجاري*	**مشغلو شبكة الاتصالات المتنقلة** التجاريون: تقديم خدمة MNO التقليدية، والتدخلات المماثلة حيث يكون المستخدم والجهاز متنقلين	**مقدمو خدمة الإنترنت** التجاريون: مقدمو خدمة الإنترنت، ومقدمو خدمة الإنترنت اللاسلكية، مع التركيز على المجتمعات الريفية والحضرية بتكنولوجيات الخطوط الثابتة واللاسلكية
	غير ساع للربح	**شبكات الاتصالات المتنقلة المحلية** غير الساعية للربح: المجتمعات المحلية التي تمتلك و/أو تشغل البنية التحتية للشبكة الخلوية الخاصة بها، بالشراكة أحياناً مع مشغلي شبكة الاتصالات المتنقلة التقليديين	**شبكات مقدمي خدمة الإنترنت المحليين** غير الساعية للربح: الشبكات التي أنشأتها المنظمات غير الربحية أو الحكومات أو المجتمعات المحلية والتي تركز على تقديم النفاذ إلى المناطق التي تشح فيها الخدمة

1.2.2 نموذج الإيرادات: التجاري مقابل غير الساعي للربح

توجد أنواع تنظيمية مختلفة لشبكات النفاذ في الميل الأخير في المناطق التي يغيب عنها مقدمو الخدمات التقليديون أو يعجزون عن تقديم خدمة مناسبة (من حيث الجودة أو السعر أو التغطية أو مزيج من الثلاثة). وإلى حد ما، صُممت هذه المنظمات لتحقيق نفس الهدف المتمثل في تغطية رأس مال الشبكة والنفقات التشغيلية لضمان الاستدامة. لذلك يمكن فهمها وتمييزها بناءً على نماذج الاستثمار والإيرادات التي تساعد بدورها في تحديد مدى ملاءمتها لسياق معين.

والكيانات التجارية هي المنظمات التي تعمل صراحة لتحقيق الربح. وهذا الجانب من نموذج الإيرادات الخاص بها هو سمتها المميزة ويؤثر تأثيراً ذا شأن على الاستثمار. ويجب أن تعمل الشبكات التجارية بالضرورة في المناطق التي يمكن أن تولد إيرادات أعلى من نقطة التعادل وبالتالي يرجَّح أن لا تستثمر وتقدم الخدمة إلا في المناطق التي توجد فيها مصلحة تجارية كافية للشبكة - في المجتمعات المحلية التي يمتلك المستخدمون فيها القدرة المالية على الدفع مقابل اشتراك أو شكل آخر من أشكال العضوية. بيد أن الحاجة إلى تحقيق عوائد مالية على الاستثمار (لتغطية تكاليف رأس المال) قد تؤدي إلى نشر سريع لتغطية الخدمة.

والشبكات غير الساعية للربح موجودة في المقام الأول لخدمة احتياجات المجتمعات المحلية المضيفة. وهي تميل إلى العمل في المناطق التي تكون فيها مشكلة التوصيلية الأكثر إلحاحاً هي نقص النفاذ - المجتمعات المحلية التي يشح أو ينعدم فيها النفاذ من المشغلين التقليديين. وفي حين أن العديد من الشبكات غير الساعية للربح تقدم النفاذ إلى الاشتراك أو الدفع عند الاستخدام (مثل المدفوعات المسدَدة مسبقاً لكمية ثابتة من البيانات، أو قسائم النفاذ على أساس الوقت)، يعتمد بعضها على المساهمات الطوعية من المستخدمين أو تقديم النفاذ بالمجان تماماً. وتناسب المنظمات غير الساعية للربح بشكل خاص المجتمعات الصغيرة والمهمشة التي قد تكون لها احتياجات أو ظروف معينة تتعذر تلبيتها بسهولة بالنماذج التنظيمية الأخرى (خاصة المشغلين التجاريين التقليديين).

ويلخص الجدول 12 الجوانب المختلفة للأنواع الأربعة المختلفة للتدخل بشأن توصيلية الميل الأخير، على امتداد أبعاد مختلفة.

الجدول 12. خصائص خيارات التدخل المختلفة بشأن توصيلية الميل الأخير

التدخل	الوصف/الخدمات	نموذج الإيرادات (شبكة النفاذ)	مستوى الإعانة المالية	تكنولوجيات النفاذ شائعة الاستخدام	تكنولوجيات الوصلات الوسيطة شائعة الاستخدام	الشواغل التنظيمية	أمثلة من قاعدة بيانات دراسات الحالة (التبليغات)	المزايا	التحديات
مشغل شبكة اتصالات متنقلة تجاري	خدمات الصوت والبيانات التقليدية؛ تعمل من خلال نظام ترخيص وطني (مثل تراخيص الاتصالات) باستخدام طيف مرخص	مزيج من الخدمات المستندة إلى الاستخدام للصوت والبيانات، والخدمات الأخرى المدفوعة	قليل أو معدوم، باستثناء صناديق الخدمة الشاملة لدعم النشر في المناطق المهمشة	تكنولوجيات الطيف المرخص: 2G، 3G، 4G، 5G؛ وفي بعض الحالات Wi-Fi؛		الطيف المرخص؛ شهادات الراديو؛ الامتياز؛ اتفاقات الارتفاق والتعليق على الأعمدة؛ تراخيص الأعمال الوطنية والإقليمية والمحلية	Ruralstar غانا؛ WTL المغرب؛ WTL تنزانيا	تغطية جغرافية واسعة النطاق (بسبب التزامات التغطية أحياناً)؛ معايير جودة الخدمة يتعين الإيفاء بها	موارد رأسمالية مهمة مطلوبة؛ التمنع عن خدمة المناطق الجغرافية التي تقدم عائداً منخفضاً على الاستثمار
مقدم خدمة إنترنت تجاري	يمكن أن يكون إقليمياً أو وطنياً، ويعمل بموجب تراخيص أو إجازة (أقل صرامة)، في شبكات الخطوط الثابتة (الألياف البصرية، أو الكبلات، وما إلى ذلك) أو الشبكات اللاسلكية على السواء، بما في ذلك الشبكات الساتلية	مزيج من الخدمات القائمة على الاستخدام للصوت (الخط الثابت) والبيانات وغيرها من الخدمات المدفوعة (على الرغم من أن VoIP منظمة في بعض البلدان)	قليل أو معدوم، باستثناء صناديق الخدمة الشاملة لدعم النشر في المناطق المهمشة	السلكية الثابتة (الألياف البصرية، والكبلات، ومتحدة المحور، والنحاسية)؛ النفاذ اللاسلكي الثابت (بما في ذلك Wi-Fi)؛ الساتلية	الألياف البصرية، الموجات الصغرية؛ الساتلية	شهادات الراديو؛ الامتياز؛ اتفاقات الارتفاق والتعليق على الأعمدة؛ تراخيص الأعمال الوطنية والإقليمية والمحلية؛ حقوق التوصيل بالحزمة الساتلية	AirJaldi الهند؛ Mawingu كينيا؛ Bluetown غانا والهند؛ Brightwave جنوب إفريقيا؛ Viasat المكسيك	تزيد المنافسة على خدمات البيانات، لا سيما من خلال التمييز بين العروض من الخدمة الخلوية	قد تكون التغطية الجغرافية محدودة بسبب القيود على النفاذ إلى الوصلات الوسيطة والتغطية
شبكة اتصالات متنقلة محلية غير ساعية للربح	شبكة خلوية صغيرة، يشغّلها المجتمع المحلي عادةً	مزيج من الخدمات المدفوعة والنفاذ المجاني	جزئي (لمرة واحدة ومتكرر) إلى متكرر بالكامل؛ يتضمن أحياناً الموارد المجمعة	تكنولوجيات الطيف المرخص: 2G، 3G، 4G		الطيف المرخص؛ شهادات الراديو؛ الامتياز؛ اتفاقات الارتفاق والتعليق على الأعمدة؛ تراخيص الأعمال المحلية	CELCOM Brazil؛ Tecnologías Indígenas Comunitarias	يوضح جدوى الخدمة الخلوية حيث لا تقدم التغطية من مشغلي شبكة الاتصالات المتنقلة التقليديين	عمليات نشر صغيرة جداً على نطاق محدود؛ تتطلب سعة محلية للتفاوض على التوصيل البيني مع مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة التقليدية وصيانة الشبكة
شبكات مقدم خدمة إنترنت محلية غير ساعية للربح	شبكات البيانات الصغيرة فقط، يشغّلها المجتمع المحلي عادة	النفاذ المجاني أو الخدمات منخفضة التكلفة غالباً	جزئي متكرر إلى كامل التكرار؛ ويتضمن أحياناً الموارد المجمعة	السلكية الثابتة (الألياف البصرية، والكبلات، ومتحدة المحور، والنحاسية)؛ النفاذ اللاسلكي الثابت (بما في ذلك Wi-Fi)؛ الساتلية		شهادات الراديو؛ الامتياز؛ اتفاقات الارتفاق والتعليق على الأعمدة؛ تراخيص الأعمال المحلية	Zenzeleni Networks وAltermundi وPamoja Net وBOSCO Uganda	توضح جدوى تقديم خدمات البيانات للمجتمعات المحلية التي لا تتوفر لها إمكانية النفاذ (أو عندما تكون الخدمات الأخرى باهظة التكلفة)	استدامة الخدمة دون استمرار الإعانة المالية؛ حجم الشبكات والخدمة

3.2 فهم الخصائص الرئيسية والمفاضلات بين مختلف التدخلات (الخطوة 2ج)

تعرض قاعدة بيانات دراسات الحالة لتوصيلية الميل الأخير مجموعة من التدخلات المختلفة، ولكل منها توليفة فريدة من الخصائص التنظيمية. ومع ذلك، يمكن تصنيف التدخلات باستخدام السمات الرئيسية الموضحة أدناه.

وأول تدخلات التمايز المميزة ذات المغزى هي الاستخدام، أي الاستخدام المقصود لخدمات التوصيلية والمتطلبات التقنية المقابلة. ويؤثر الاستخدام المقصود على الخيارات التشغيلية والتقنية للتدخل، ويتضح ذلك أكثر عندما يتعلق الأمر بمستوى جودة الخدمة المطلوب تقديمه.

النقطة التالية في التمايز هي اختيار نموذج الأعمال، أي كيف ينظم الكيان التشغيلي عملياته، ويبني هيكله التنظيمي، ويؤسس علاقاته التجارية ويحافظ عليها.

ومن نقاط التصنيف الأخرى اختيار نموذج الإيرادات، أي ما إذا كان الكيان التشغيلي يغطي تكلفة تقديم الخدمة من خلال تحصيل الإيرادات و/أو بوسائل بديلة، بما في ذلك الإعانة المالية والإعانة العينية.

ويعد اختيار الكيان التشغيلي لتكنولوجيا شبكة النفاذ سمة مميزة أخرى. فالطرق المختلفة التي تُستخدم بها التكنولوجيات في شبكة النفاذ تميز الكيان عن الكيانات الأخرى ويمكن أن تحدد من يمكنه النفاذ إلى التوصيلية وكيف. ويتضمن ذلك، في بعض الحالات، استخدام تكنولوجيات النفاذ الناشئة التي يمكن أن تساعد في معالجة المشاكل التقنية الخاصة باستخدام أو سياق محلي.

في حين أن اختيار تكنولوجيا أو مزيج من تكنولوجيات الوصلات الوسيطة لتقديم سعة عرض النطاق ليس واضحاً للمستخدم النهائي، يمكن أن يكون له تأثير كبير على جودة الخدمة المقدمة للمستخدمين. لذلك تعد تكنولوجيات الوصلات الوسيطة نقطة تمايز أخرى ذات مغزى.

وتؤثر كل هذه الاختيارات على نوع السياسات والأنظمة التنظيمية التي تنطبق على الكيان التشغيلي، مما يساعد أيضاً على التمييز بين التدخلات، حيث تعمل الاختلافات في السياسات والبيئة التنظيمية كمفعلات أو قيود لأنواع مختلفة من نموذج الأعمال ونموذج الإيرادات واستخدام التكنولوجيا والكيان التشغيلي.

2.3.1 خصائص الاستخدام

يمكن أن تستند الاختلافات في خصائص الاستخدام والقيود إلى مجموعة من القيود. ويرد بعض هذه الاختلافات في الشكل 20. وتتنوع طرق النظر في اختلافات الاستخدام، حيث تختلف خصائص وقيود الاستخدام على نطاق واسع بناءً على مجموعة من متطلبات الخدمة والقيود التكنولوجية. وقد يستفاد من تعريف استخدام التدخل بدلالة نطاقه وحجمه بالنسبة للتدخلات الأخرى.

على سبيل المثال، قد يكون مدى *التوصيلية* في التدخل مقصوراً على الشبكة المحلية (عندما يقدم مسيِّر محلي نفاذاً محدوداً عبر الشبكة المحلية المشتركة إلى الموارد التعليمية غير الموصولة بالإنترنت مثلاً). وفي المقلب الآخر، قد يقدم تدخل آخر توصيلية متينة بالإنترنت العامة العالمية التي تقدم، كشبكة شبكات، النفاذ إلى أوسع نطاق ممكن من التوصيلية من حيث الجغرافيا واتساع المحتوى وعمقه.

وتعد استمرارية الخدمة طريقة مهمة أخرى للنظر في خصائص استخدام التدخل ويمكن أن تؤثر على نوع الأنشطة التي يمكن للمستخدمين المشاركة فيها بالتوصيلية المقدمة. فمن ناحية، قد تعني التوصيلية المتقطعة حصر إتاحة النفاذ ببضع ساعات في اليوم، مما يسمح للمستخدمين باستخدام الشبكة من حين لآخر لإرسال بريد إلكتروني مثلاً أو تنزيل ملفات للاستخدام خارج الإنترنت. ومن ناحية أخرى، يمكن أن تغير التوصيلية غير المنقطعة أنماط الاستخدام وتسمح للمستخدمين بجعل تطبيقات مثل المراسلة في الوقت الفعلي والعمل عن بُعد جزءاً من نسيج حياتهم اليومية.

ونوع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الذي تقدمه الشبكة من أجل النفاذ يحدد أيضاً ما يمكن للمستخدمين فعله بالتوصيلية المقدمة. فباستخدام توصيل الجيل الثاني (2G) لخدمات الصوت والرسائل القصيرة، على سبيل المثال، يمكن للمستخدمين إرسال واستقبال الرسائل النصية الأساسية وإجراء مكالمات مع مستخدمين آخرين. وبالمقارنة، فإن توفر خدمات البيانات والصوت عالية السرعة يسمح للمستخدمين بالنفاذ إلى محتوى متعدد الوسائط، سواء من المستخدمين الآخرين ومن الإنترنت بشكل عام، مما يفتح أبواب العديد من الاحتمالات فيما يتعلق بالتطبيقات وحالات الاستخدام.

وصبيب البيانات يشكل طريقة أخرى مفيدة للتمييز بين خصائص استخدام الشبكات المختلفة. إذ يتيح توصيل النطاق الضيق للمستخدمين مشاهدة محتوى عرض النطاق المنخفض، مثل رسائل البريد الإلكتروني النصية أو أنشطة الشبكات الاجتماعية الأساسية. ولكن بتوصيلية النطاق العريض، يمكن للمستخدمين النفاذ إلى مجموعة متنوعة من المحتوى، مثل مقاطع الفيديو عالية الوضوح من منصات ومواقع تدفق المحتوى عبر الإنترنت، والمشاركة في مكالمات فيديوية في الوقت الفعلي والنفاذ بسهولة إلى مواقع مثقلة بالوسائط المتعددة.

ويعتبر النظر إلى أجهزة النفاذ المطلوبة للتوصيل بشبكة الكيان طريقة مفيدة أخرى لتفحص الاستخدام. فإذا كانت الشبكة مصممة للعمل في الغالب مع الهواتف الأساسية، على سبيل المثال، يرجَّح أن لا يتعدى الغرض منها تمكين خدمات الصوت والمكالمات الأساسية. ومن ناحية أخرى، فإن الشبكة التي تهدف إلى تقديم النفاذ إلى العديد من الأجهزة عالية السرعة، قادرة بشكل عام على تلبية مجموعة متنوعة من التطبيقات التي يحري النفاذ إليها جميعاً في الوقت نفسه.

الشكل 20. الاختلافات في خصائص الاستخدام

من ناحية أخرى، يصنف المنتدى الاقتصادي العالمي مستويات الاستخدام بشكل مختلف[24] (انظر الشكل 21). فهو يفحص أنماط استخدام الإنترنت التي تتيحها الشبكة، مصنفة حسب درجة مركزية النفاذ إلى الإنترنت في حياة المستخدمين اليومية. ويصف هذا الفرز أيضاً الحد الأدنى من المتطلبات التقنية اللازمة لكل مستوى من مستويات استخدام الإنترنت، من حيث جودة الخدمة والتكنولوجيات المحددة القادرة على تقديم المستوى المطلوب من الخدمة.

ويوصف أدنى مستوى من استخدام الإنترنت، المستوى 1، بأنه "استخدام الإنترنت في أبسط أشكاله"، أو "النفاذ المحدود إلى الإنترنت، بسبب رداءة التوصيلية، أو قيود الموارد، أو المهارات المحدودة، أو نقص المحتوى ذي الصلة عادةً ". ومن الناحية العملية، يشير ذلك على الأرجح إلى إرسال رسائل بريد إلكتروني عرضية أو استخدام موارد الإنترنت في المدرسة أو بيئة العمل في فترات متباعدة.

وبالمقارنة، يتميز استخدام المستوى 2 "بالاستخدام المتكرر للإنترنت، غير المقيد بتكلفة النفاذ في الغالب، والمدمَج في بعض جوانب الحياة اليومية". ويندرج ضمن هذه الفئة مستخدمو وسائل التواصل الاجتماعي على مدار اليوم ومستخدمو منصات المراسلة عبر الإنترنت للتواصل الشخصي المنتظم.

وتتميز المستويات من 3 إلى 5 بالأهمية المتزايدة لتوصيلية الإنترنت التي تُعرَّف على أنها نسبة أنشطة المستخدم التي تعتمد على النفاذ ومدى أهمية هذه الأنشطة للمستخدمين. ويتراوح ذلك من كون التوصيلية "ضرورية لأسباب شخصية ومهنية" (المستوى 3) إلى الاعتماد على التوصيلية المستمر وإنترنت الأشياء التي تجعل انقطاع الإنترنت "معطِلاً للغاية وخطيراً في بعض الأحيان" (المستوى 4). أما أعلى مستوى لاستخدام الإنترنت في هذا التصنيف، المستوى 5، فهو محجوز لأنماط الاستخدام الناشئة التي تتجاوز مركزيتها بالنسبة للأفراد والمجتمع حتى المستوى 4 أي: "دور مجهول حتى الآن لتطبيقات الإنترنت المستقبلية".

ومن حيث جودة الخدمة، يصف المنتدى الاقتصادي العالمي أيضاً معيار خدمة الإنترنت المطلوبة لتمكين كل مستوى من الاستخدام، من حيث سرعات التنزيل والرفع، والكمون، وإجمالي استهلاك عرض النطاق الشهري لكل مستخدم مقابل كل مستوى استخدام. فيتطلب استخدام المستوى 1، على سبيل المثال، سرعات تنزيل تبلغ 512 Kbit/s فقط، وسرعات رفع تبلغ 64 Kbit/s، وكمون قدره 1 000 ms وإجمالي استهلاك شهري من 10 إلى 100 ميغابايتة.

[24] المنتدى الاقتصادي العالمي، *تمويل الإنترنت الاستشرافية للجميع*، الكتاب الأبيض (جنيف، 2018).

على النقيض من ذلك، يستدعي استخدام المستوى 3 سرعات تنزيل تبلغ 25 Mbit/s، وسرعات رفع تبلغ 10 Mbit/s، وكمون قدره 20 ms واستهلاك شهري قدره 50 GB. وبالمضي قدماً، يُتوقع أن لا يكون استهلاك المستوى 5 ممكناً إلا عندما تصل سرعات التنزيل والرفع إلى 1 GB في الثانية على الأقل، ويصل الكمون إلى 10 ms (و1 ms أو أقل لتطبيقات محددة)، ويُعتبر استهلاك شهري بواقع 1 تيرابايتة عادياً.

ولا يمكن لجميع التكنولوجيات تقديم المستوى الضروري من الخدمة لكل مستوى استخدام. وتتطلب المستويات الأعلى من الاستخدام تكنولوجيات أحدث وأقدر بشكل مطَّرِد. ويحدد المنتدى الاقتصادي العالمي تكنولوجيات الميل الأخير اللازمة في آخر 100 متر لتمكين كل مستوى من الاستخدام.

فالمستويات من 1 إلى 3، على سبيل المثال، يمكن أن تخدمها البنية التحتية السلكية النحاسية، حسب النشر المحدد وتصميم الشبكة. وفي حين أن الجيل الثاني (2G) يمكنه تمكين استخدام المستوى 1 لاسلكياً، يتطلب المستوى 2 توصيلية الجيل الثالث (3G) على الأقل أما المستوى 3 فهو يتطلب الجيل الرابع (4G). وهذا يؤكد أن للتكنولوجيات المختلفة قيوداً مختلفة، وأن الاستخدام المكثف سيتطلب حلولاً أكثر حداثة قادرة على تقديم جودة الخدمة اللازمة. ويرجِّح تقرير المنتدى الاقتصادي العالمي أن لا يكفي لاستخدام المستوى الخامس إلا الألياف البصرية (للاتصالات السلكية) ومعيار الجيل الخامس (5G) الناشئ (للاتصالات اللاسلكية).

وتختلف متطلبات عتبة الاستخدام وجودة الخدمة لكل تطبيق وخدمة حسب القطاع، ويمكن أن يختلف مقدار عرض النطاق "الكافي" حسب احتياجات المستخدم ومتطلباته، وحسب التطبيقات التي ستُستخدَم التوصيلية من أجلها. لذلك يجب النظر بعناية إلى ما يرجَّح أن يفعله المستخدمون بالنفاذ وإلى التطبيقات التي يرجَّح أن يستخدموها، لضمان وجود عرض نطاق كافٍ للجميع.

الشكل 21. المستويات المختلفة لاستخدام الإنترنت (المنتدى الاقتصادي العالمي)

	1	2	3	4	5
	مستخدمو الإنترنت في شكلها الأساسي	**الإنترنت لإثراء الحياة اليومية**	**الإنترنت كجزء حيوي من معظم الأنشطة**	**الإنترنت كمفعِّلة للمجتمع**	**الإنترنت باعتبارها الشبكة الفقرية للمستقبل**
	النفاذ المحدود إلى الإنترنت، بسبب رداءة التوصيلية، أو قيود الموارد، أو المهارات المحدودة، أو نقص المحتوى ذي الصلة عادةً	الاستخدام **المتكرر** للإنترنت، غير المقيد بتكلفة النفاذ في الغالب، والمدمَج في بعض جوانب الحياة اليومية	توصيلية **شبه دائمة** تُعتبر ضرورية لأسباب شخصية ومهنية على حد سواء	توصيلية بينية **دائمة** عبر إنترنت الأشياء؛ تجعل انقطاع الإنترنت معطِلاً للغاية وخطيراً في بعض الأحيان	دور **مجهول** حتى الآن لتطبيقات الإنترنت المستقبلية
	المستوى 1	**المستوى 2**	**المستوى 3**	**المستوى 4**	**المستوى 5**
سرعة التنزيل	Kbit/s 512	Mbit/s 3-2	Mbit/s 25	Mbit/s 100	Gbit/s 1
سرعة الرفع	Kbit/s 64	Kbit/s 512	Mbit/s 10	Mbit/s 100	Gbit/s 1
الكمون	ms 1 000	ms 400	ms 100	ms 20	ms 10 (ms 1 لتطبيقات محددة)
الاستخدام الشهري	MB 100-10	MB 500	GB 50	GB 200	TB 1

المصدر: مقتبس من المنتدى الاقتصادي العالمي، الحاشية 29

من منظور العالم الحقيقي، هذا يعني أن بعض القطاعات يرجِّح أن تحتاج إلى عرض نطاق أكبر من غيرها، وما قد يكون كافياً لقطاع ما لن يفي بحاجة قطاع آخر. وفي الولايات المتحدة، على سبيل المثال، قدرت جمعية مديري التكنولوجيا التعليمية الحكومية سرعات النطاق العريض المطلوبة في قطاع التعليم لاستخدام تطبيقات معينة أو القيام بأنشطة معينة[25] (انظر الجدول 13).

وإذ يرجَّح أن يتدبر المستخدمون أمورهم بتوصيل لا يزيد عن 0,03 Mbit/s عند تصفح الوسائط الاجتماعية، حتى تدفق الفيديو ذي الوضوح العادي فقط يتطلب سرعات أسرع 100 مرة - على الأقل بواقع 3 Mbit/s.

[25] جمعية مديري التكنولوجيا التعليمية الحكومية، *هدف النطاق العريض الثاني: النفاذ العادل للتعلم*. (2016)

ويقفز هذا المتطلب إلى 25 Mbit/s عند تدفق مقاطع الفيديو بجودة فائقة الوضوح، مما يوضح المقدار الذي يمكن أن تتغير به متطلبات التوصيلية حتى لنفس النشاط حين يصبح المحتوى أكثر شراهة لعرض النطاق.

ويقدم قطاع التعليم أيضاً بياناً جيداً لكيفية تمكين مجموعة واسعة من الاستخدامات، وزيادة إنتاجية المستخدمين على الشبكة عند تحسين التوصيلية. على الرغم من كفاية سرعة 0,25 Mbit/s للطالب كي يلتحق بفصل دراسي عبر الإنترنت أو يكمل واجباً دراسياً متعدد الخيارات، وعلى سبيل المثال، فإن زيادة السرعة إلى 1 Mbit/s فقط يمكن أن تسمح لنفس الطالب بمشاهدة مؤتمر فيديوي أو المشاركة فيه أو الانخراط في محاكاة أو إجراء بحث عبر الإنترنت.

ويجب أن تحدد التدخلات مستوى الاستخدام الذي تريد تمكينه لتقدير السرعات التي تريد أن يتلقاها المستخدمون النهائيون. وهذا ينطوي على فهم من هم المستخدمون لديهم وماذا يفعلون وما الذي يحتاجون إليه أو يسترعي اهتمامهم. إذ أن فهم المنطقة المحلية التي سيعمل فيها التدخل مهم كي يلمس المستخدمون على الشبكة تأثيره.

الجدول 13. عينة من متطلبات النطاق العريض لمختلف الأنشطة في قطاع التعليم (سرعات التنزيل)*

النشاط	سرعات النطاق العريض
الالتحاق بفصل دراسي عبر الإنترنت	0,25 Mbit/s
البحث في شبكة الإنترنت	1 Mbit/s
تفحص البريد الإلكتروني	0,5 إلى 1 Mbit/s
تنزيل المواد التعليمية الرقمية، بما في ذلك المصادر التعليمية المفتوحة	1 Mbit/s
التعامل مع وسائل التواصل الاجتماعي	0,03 Mbit/s
إكمال تقييمات الاختيار من خيارات متعددة	0,06 Mbit/s
تدفق الموسيقى	2 Mbit/s
تدفق الفيديو - بجودة وضوح عادي	3 Mbit/s
تدفق الفيديو - بجودة وضوح عال	5 Mbit/s
تدفق الفيديو - بجودة وضوح فائق	25 Mbit/s
تدفق فيديو عالي الوضوح أو محاضرة جامعية	4 Mbit/s
مشاهدة مؤتمر فيديوي	1 Mbit/s
المشاركة في مؤتمر فيديوي عالي الوضوح	4 Mbit/s
المشاركة في مؤتمر فيديوي	1 Mbit/s لكل مستخدم
الانخراط في المحاكاة والألعاب	1 Mbit/s
الانخراط في ألعاب ثنائية الاتجاه عبر الإنترنت	4 Mbit/s

المصدر: مقتبس من جمعية مديري التكنولوجيا التعليمية الحكومية، الحاشية 30

*** لا يُقصد من الجدول استخدامه لحساب عرض النطاق المتوقع لمدرسة أو منطقة بأكملها، إذ تدعو الحاجة لمراعاة عوامل أخرى، مثل التطبيقات الإدارية والخدمات السحابية واستراتيجيات التجميع.**

يقدم قطاع الرعاية الصحية مثالاً جيداً على كيف يمكن أن تكون التطبيقات الناشئة أو الآخذة في النضوج شديدة الشراهة لعرض النطاق، وتتطلب توصيلية يعتد بها لتمكين الاستخدام.

وإذ يمكن للمرضى في كثير من الأحيان تدبر أمورهم بتوصيل يتراوح بين 1,5 و3 Mbit/s لاستشارات فيديوية، تتطلب مهنة الطبيب الواحد ما لا يقل عن 4 Mbit/s للعمل كمقدم للتطبيب عن بُعد[26] (انظر الجدول 14). ومثل هذا التوصيل "يدعم وظائف إدارة المهنة والبريد الإلكتروني وتصفح الإنترنت؛ ويسمح بالاستخدام المتزامن للسجلات الصحية الإلكترونية (EHR) والاستشارات الفيديوية عالية الجودة؛ ويمكّن تنزيل الصور في غير الوقت الفعلي؛ ويمكّن المراقبة عن بُعد ".

وهذا يدل على أن الطلب على عرض النطاق يزيد بما يتناسب مع نطاق الأنشطة. والطلب على عرض النطاق يواكب عدد المستخدمين أيضاً: فممارسة مهنة الطبابة الصغيرة بطبيبين إلى أربعة أطباء يشاركون في نفس الأنشطة الموضحة أعلاه التي يضطلع بها طبيب بمفرده تتطلب توصيلاً بسرعة 10 Mbit/s على الأقل.[27]

الجدول 14. عينة متطلبات عرض النطاق حسب نوع مقدم التطبيب عن بُعد

المشارك في التطبيب عن بُعد	الخدمات	عرض النطاق
المريض	استشارة فيديوية؛ النفاذ إلى السجلات الإلكترونية	1,5 إلى 3 Mbit/s
ممارسة مهنة الطبيب المنفرد	تدعم وظائف إدارة ممارسة المهنة والبريد الإلكتروني وتصفح الويب؛ وتتيح الاستخدام المتزامن للسجلات الصحية الإلكترونية واستشارات فيديوية عالية الجودة؛ وتمكّن تنزيلات الصور في غير الوقت الفعلي؛ وتمكّن المراقبة عن بُعد	4 Mbit/s
ممارسة مهنة الطبابة الصغيرة (بطبيبين إلى أربعة أطباء)	تدعم وظائف إدارة ممارسة المهنة والبريد الإلكتروني وتصفح الويب؛ وتتيح الاستخدام المتزامن للسجلات الصحية الإلكترونية واستشارات فيديوية عالية الجودة؛ وتمكّن تنزيلات الصور في غير الوقت الفعلي؛ وتمكّن المراقبة عن بُعد؛ وتمكّن استشارات فيديوية عالية الوضوح	10 Mbit/s
دار التمريض	تدعم وظائف إدارة المرافق والبريد الإلكتروني وتصفح الويب؛ وتتيح الاستخدام المتزامن للسجلات الصحية الإلكترونية واستشارات فيديوية عالية الجودة؛ وتمكّن تنزيلات الصور في غير الوقت الفعلي؛ وتمكّن المراقبة عن بُعد؛ وتمكّن استشارات فيديوية عالية الوضوح	10 Mbit/s
عيادة صحية ريفية (حوالي 5 أطباء)	تدعم وظائف إدارة العيادة والبريد الإلكتروني وتصفح الويب؛ وتتيح الاستخدام المتزامن للسجلات الصحية الإلكترونية واستشارات فيديوية عالية الجودة؛ وتمكّن تنزيلات الصور في غير الوقت الفعلي؛ وتمكّن المراقبة عن بُعد؛ وتمكّن استشارات فيديوية عالية الوضوح	10 Mbit/s
عيادة/مستوصف طبي كبير (5 - 25 طبيباً)	تدعم وظائف إدارة العيادة والبريد الإلكتروني وتصفح الويب؛ وتتيح الاستخدام المتزامن للسجلات الصحية الإلكترونية واستشارات فيديوية عالية الجودة؛ وتمكّن نقل الصور في غير الوقت الفعلي؛ وتمكّن المراقبة عن بُعد؛ وتمكّن استشارات فيديوية عالية الوضوح	25 Mbit/s
مستشفى	تدعم وظائف إدارة المستشفى والبريد الإلكتروني وتصفح الويب؛ وتتيح الاستخدام المتزامن للسجلات الصحية الإلكترونية واستشارات فيديوية عالية الجودة؛ وتمكّن نقل الصور في غير الوقت الفعلي؛ وتمكّن المراقبة المستمرة عن بُعد؛ وتمكّن استشارات فيديوية عالية الوضوح	100 Mbit/s
مركز طبي أكاديمي/كبير	تدعم وظائف إدارة المستشفى والبريد الإلكتروني وتصفح الويب؛ وتتيح الاستخدام المتزامن للسجلات الصحية الإلكترونية واستشارات فيديوية عالية الجودة؛ وتمكّن نقل الصور في غير الوقت الفعلي؛ وتمكّن المراقبة المستمرة عن بُعد؛ وتمكّن استشارات فيديوية عالية الوضوح	1 000 Mbit/s

المصدر: تكنولوجيا المعلومات الصحية، الحاشية 31

ستتطلب تطبيقات التطبيب عن بُعد الأكثر تقدماً أو تعقيداً أيضاً عرض نطاق أكبر من عرض نطاق الاستشارات الفيديوية الأساسية. وتتمثل إحدى حسنات التطبيب عن بُعد في القدرة على التشاور مع المتخصصين عن بُعد بمجرد إرسال البيانات التشخيصية المناسبة إليهم. ولكن بوجود المزيد من البيانات، تأتي أحجام ملفات أكبر، مما يعني أن بعض الفحوصات الطبية ستتطلب عرض نطاق أكبر وسرعات أكبر كي يتمكن المتخصصون من فحص البيانات في الوقت المناسب.

[26] تكنولوجيا المعلومات الصحية، *ما هو عرض النطاق الموصى به لمختلف أنواع مقدمي الرعاية الصحية؟* (HealthIT.gov، 2019).
[27] تكنولوجيا المعلومات الصحية، *ما هو عرض النطاق الموصى به لمختلف أنواع مقدمي الرعاية الصحية؟* (HealthIT.gov، 2019).

2.3.2 نماذج الأعمال

نموذج الأعمال هو طريقة أخرى مفيدة لتصنيف الكيانات التشغيلية، وفحص الاختلافات بينها ومطابقة المنطقة المحلية بنموذج قادر على تلبية احتياجاتها. وبينت قاعدة بيانات دراسات حالة توصيلية الميل الأخير ستة أنواع من نماذج الأعمال التي تقدم مستوى معيناً من الخدمة في شبكة النفاذ المحلي في الميل الأخير. ويرد تلخيصها في الجدول 15.

ويمتلك *المشغل الدولي المتكامل* البنية التحتية الوطنية للإرسال والوصلات الوسيطة وشبكة النفاذ في الميل الأخير، ويمكن أن يقدم خدمات البيع بالتجزئة. والشاغل الرئيسي للمشغلين في نموذج الأعمال هذا يتمثل في بيع السعة للمشغلين المحليين ومشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة الافتراضية (MVNO)، وخدمة عملاء التجزئة، كل ذلك من عرض النطاق المشترى دولياً أو في محطات توصيل الكبل البحري أو الحزمة الساتلية بالشبكة الأرضية.

ومن ناحية أخرى، يمتلك *المشغل المحلي المتكامل* البنية التحتية للوصلات الوسيطة الإقليمية وشبكة النفاذ في الميل الأخير، ويقدم خدمات البيع بالتجزئة. ويجوز أن يبيع هؤلاء المشغلون سعة البيع بالجملة لمشغلين إقليميين آخرين وأن يقدموا خدمة البيع بالتجزئة للمستخدمين النهائيين. وهم عادة ما يشترون عرض النطاق من مقدم الشبكة الفقرية الوطنية المحلي.

ويمتلك *مشغل البنية التحتية كخدمة* بنية تحتية منفعلة للشبكة ولكنه لا يشغل المعدات النشطة للشبكة ولا يقدم خدمة شبكة لأي مستخدم. وبدلاً من ذلك، يدور نموذج الأعمال هذا حول تأجير العقارات (الأبراج والمجاري والألياف البصرية الداكنة) لمشغلي الشبكات النشطين الذين يمكنهم بعد ذلك استخدام البنية التحتية كجزء من شبكتهم الخاصة.

على النقيض من ذلك، يمتلك *مشغل التوصيلية كخدمة* بنية تحتية نشطة للشبكة في شبكة النفاذ في الميل الأخير ولكنه لا يقدم خدمة بيع بالتجزئة ذات علامات تجارية خاصة به. بدلاً من ذلك، فهو يبيع سعة البيع بالجملة على الشبكات الإقليمية لمقدمي خدمة التجزئة، الذين يقومون بعد ذلك ببيع السعة للمستخدمين باستخدام علاماتهم التجارية الخاصة. ويمكن للكيانات التي تستخدم نموذج الأعمال هذا شراء سعة الشبكة الفقرية الوطنية أو المسيِّر متعدد البروتوكولات الدولي لشبكتها.

ويمتلك *مشغل توصيلية الميل الأخير (LMC) المتكامل* البنية التحتية لشبكة النفاذ في الميل الأخير ويقدم خدمات البيع بالتجزئة ذات العلامات التجارية الخاصة به أثناء شراء سعة الوصلات الوسيطة. وفي المقابل، لا يمتلك مشغل خدمة توصيلية الميل الأخير أي بنية تحتية للشبكة ولكنه يقدم خدمات ذات علامة تجارية خاصة به. وبدلاً من تشغيل شبكته، يشتري هذا المشغل السعة مباشرة على شبكات النفاذ المحلية.

الجدول 15. نماذج الأعمال التي تقدم خدمات في شبكات الميل الأخير

نموذج الأعمال	الوصف	اتفاق الشراكة/الأعمال	أمثلة
المشغل الدولي المتكامل	يمتلك البنية التحتية الوطنية للإرسال والوصلات الوسيطة وشبكة النفاذ في الميل الأخير، ويمكن أن يقدم خدمات البيع بالتجزئة	يبيع السعة للمشغلين المحليين ومشغلي الشبكات الافتراضية المتنقلة وعملاء التجزئة؛ ويشتري عرض النطاق دولياً أو في محطات توصيل الكبل البحري أو الحزمة الساتلية بالشبكة الأرضية	Liquid Telecom
المشغل المحلي المتكامل	يمتلك البنية التحتية للوصلات الوسيطة الإقليمية وشبكة النفاذ في الميل الأخير، ويقدم خدمات البيع بالتجزئة	يجوز أن يبيع سعة البيع بالجملة لمشغلين إقليميين آخرين، ويقدم خدمة البيع بالتجزئة؛ يشتري عرض النطاق من مقدم الشبكة الفقرية الوطنية المحلي	
مشغل البنية التحتية كخدمة	يمتلك بنية تحتية منفعلة للشبكة ولكنه لا يشغل المعدات النشطة للشبكة ولا يقدم خدمة الشبكة	يؤجر العقارات (الأبراج والمجاري والألياف البصرية الداكنة) لمشغلي الشبكات	American ؛IHS Tower
مشغل التوصيلية كخدمة	يمتلك بنية تحتية نشطة للشبكة في شبكة النفاذ في الميل الأخير ولكنه لا يقدم خدمة البيع بالتجزئة ذات علامات تجارية خاصة به	يبيع سعة البيع بالجملة على الشبكة الإقليمية لمقدمي التجزئة؛ ويجوز له شراء سعة الشبكة الفقرية الوطنية أو المسيِّر متعدد البروتوكولات الدولي	Internet para Todos (بيرو)؛ شبكات الاتصالات المتنقلة الإفريقية

الجدول 15. نماذج الأعمال التي تقدم خدمات في شبكات الميل الأخير (تابع)

نموذج الأعمال	الوصف	اتفاق الشراكة/الأعمال	أمثلة
مشغل توصيلية الميل الأخير (LMC) المتكامل	يمتلك البنية التحتية لشبكة النفاذ المحلية في الميل الأخير ويقدم خدمات البيع بالتجزئة ذات العلامات التجارية الخاصة به	يبيع خدمات التجزئة ذات العلامات التجارية أثناء شراء سعة الوصلات الوسيطة	Bluetown (الهند)؛ AirJaldi (الهند)
مشغل خدمة توصيلية الميل الأخير (LMC)	لا يمتلك أي بنية تحتية للشبكة ولكنه يقدم خدمات ذات علامة تجارية خاصة به	يبيع خدمات التجزئة ذات العلامات التجارية أثناء شراء السعة على شبكة النفاذ المحلية	

3.3.2 نماذج الإيرادات

بشكل عام، في توصيلية الميل الأخير، تتناول نماذج الأعمال على مستوى المنظمات متطلبات نفقات رأس المال الأولية، بينما يوضح نموذج الإيرادات تغطية نفقات التشغيل. وتتميز شبكات النفاذ إلى توصيلية الميل الأخير بأربعة نماذج رئيسية للإيرادات، لكل منها اختلافاته، وهي تركز على إدارة نفقات التشغيل. وأحد أهم الاعتبارات لاستدامة شبكة النفاذ في الميل الأخير هو مصدر دخلها على المدى الطويل. وفي حين يمكن أن تكون النفقات الرأسمالية للبنية التحتية للشبكة باهظة التكلفة، فإن توفر تكنولوجيات الشبكة منخفضة التكلفة يمكن أن يسهل على الشبكات الصغيرة جمع الأموال لنشر شبكة. وعلى المدى الطويل، يعد التعامل مع النفقات التشغيلية – أي التكاليف المتكررة مثل عرض النطاق والكهرباء والموظفين والصيانة - تحدياً مستمراً لبقاء الشبكة (انظر الجدول 16).

ونموذج الإيرادات المستند إلى الاستخدام والمدفوع مسبقاً (المعروف أيضاً باسم الدفع أولاً بأول) يتضمن بيع النفاذ المحدود بالوقت أو بالبيانات إلى التوصيلية؛ فيدفع المستخدمون مسبقاً للنفاذ إلى الشبكة حتى انقضاء وقتهم أو استهلاك خطة البيانات الخاصة بهم. ويباع النفاذ من خلال نظام قائم على الإيصال أو نظام مشابه، أو عند نقطة الاستخدام في حالات إيصال التوصيلية من خلال مركز نفاذ مشترك.

والنوع الآخر من نماذج الإيرادات القائمة على الاستخدام هو نموذج الدفع الآجل أو نموذج الاشتراك. ومثل أنظمة الدفع المسبق، تعتمد نماذج الدفع الآجل/الاشتراك على خدمات توصيلية المستهلك (أو الشركة). ويتضمن النفاذ المستند إلى الاشتراك مدفوعات متكررة منتظمة على مدى فترة، مما يمنح الشبكة مصدراً منتظماً للإيرادات من قاعدة مستقرة من المستخدمين. وتغطي الاشتراكات عادة فترة شهرية، يمكن خلالها للمستخدمين النفاذ إلى كمية ثابتة أو غير محدودة من البيانات.

ومن منظور إدارة الشبكة، تبسط الاشتراكات مهمة حساب المقدار الإجمالي لعرض النطاق الذي تحتاج الشبكة لشرائه أو تقديمه للمستخدمين. ولكن يمكن أن تكون الاشتراكات مرهقة للمستخدمين ذوي الدخل المنخفض الذين قد يعجزون على الإيفاء بالتزاماتهم المالية المنتظَمة تجاه الشبكة. وبالتالي، فإن الاعتماد على نموذج الإيرادات القائم على الاشتراك يتطلب قاعدة مستقرة من المستخدمين القادرين على دفع تكاليف توصيلاتهم أو خفض تكلفة الاشتراك إلى مستوى ميسور من خلال الاستفادة من الإعانات المالية أو ترتيبات تقاسم التكاليف.

ويمكن أن يكون النفاذ المدفوع مسبقاً أكثر فعالية من حيث التكلفة للمستخدمين الذين لا يستخدمون البيانات إلا لماماً أو لا يتطلبون بشأن البيانات إلا متطلبات محدودة. وهو يسمح لمزيد من الأشخاص بالنفاذ إلى الشبكة وتوليد الإيرادات من المستخدمين العاجزين بغير ذلك على الدفع مقابل الاشتراك العادي وفي إحدى الحالات، لم يحقق الكيان التشغيلي إيرادات إلا من سياح يدفعون مقابل النفاذ قصير الأجل إلى التوصيلية؛ وسمحت هذه الإيرادات للشبكة بدعم الأعضاء الدائمين في المنطقة المحلية مالياً وبمنحهم النفاذ مجاناً.[28] وفي مثال آخر، من الهند، أتاحت شبكة تديرها الحكومة النفاذ على أساس الاشتراك لسكان القرية وعلى أساس الدفع المسبق للزوار العرضيين خلال المهرجانات الدينية.[29]

أحد العيوب المحتملة لنموذج الإيرادات المدفوعة مسبقاً في المقام الأول هو مدى اختلاف الطلب على عرض النطاق مقارنة بقاعدة المستخدمين المكونة أساساً من الاشتراكات. ويمكن أن يتضح ذلك بشكل خاص عندما تكون قاعدة الإيرادات عابرة، كما هو الحال عندما يباع النفاذ للسائحين الذين يأتون ويرحلون كما يحلو لهم. وفي

[28] رابطة الاتصالات التقدمية (APC) والمركز الدولي لبحوث التنمية (IDRC)، مرجع الحاشية السابقة رقم 28، رابطة شركات تشغيل الاتصالات الصغيرة والمتوسطة في جورجيا وصندوق التنمية توشيتي (Tusheti)، ص 124 - 127.

[29] الحاشية السابقة نفسها، حالة تخص مشروع غرام مارغ (Gram Marg) للنطاق العريض الريفي، ص 150 - 156.

هذا السياق، وبدرجة أقل حتى عندما يكون المستخدمون الأساسيون مقيمين في منطقة ما، فإن الإدارة السليمة لنفقات التشغيل المتغيرة (خاصة تكلفة عرض النطاق) تتطلب تنبؤاً فعالاً بالطلب. ويمكن أن تكون إيرادات الخدمة المدفوعة مسبقاً متكتلة وغير منتظمة ومتقلبة أكثر من نظيراتها القائمة على الاشتراك إذا كثر تبديل العملاء لمقدمي الخدمة.

وبمعزل عن نماذج الإيرادات القائمة على الاستخدام، تمتلك بعض شبكات النفاذ أيضاً مصادر إيرادات جديدة أو بديلة. ويتمثل أحد النُهج في فرض رسوم على النفاذ إلى الخدمات ذات القيمة المضافة أو استخدامها. وفي هذه الحالة، تغطى نفقات التشغيل من خلال خدمات تتجاوز استخدام البيانات، مثل الإعلانات المدفوعة أو خدمات القيمة المضافة الأخرى (الأموال عبر الاتصالات المتنقلة، وخدمات المعلومات الزراعية، والتعليم، وما إلى ذلك) التي تدعم مالياً تقديم البيانات بشكل غير مباشر. ونموذج الخدمة ذات القيمة المضافة ليس واسع الانتشار، ولكنه يظهر في مشاريع الميل الأخير حيث تظهر فوائد محددة للمستخدم النهائي. وفي أحد الأمثلة، لا تفرض الشبكة التي قدمت النفاذ من خلال مركز نفاذ مشترك رسوماً على استخدام الإنترنت ولكنها تفرض رسوماً على الطباعة والخدمات الشخصية الأخرى. بالإضافة إلى ذلك، تسمح نماذج الدفع القائمة على الإجراءات للمستخدمين بدفع تكلفة التوصيلية بوسائل غير مالية. ويمكن للمستخدمين أو العملاء تنفيذ إجراءات معينة (مثل إعادة تدوير البلاستيك أو أخذ دورات تدريبية) مقابل كتل من وقت التوصيلية أو السعة. ويخلق ذلك خيارات يمكن فيها استخدام الإنفاق العام أو إنفاق الإعانة بشكل فعال لتحقيق نتائج باستخدام التوصيلية كمكافأة. وهذا النموذج جديد نسبياً وغير مثبت حالياً ولكنه ينطوي على إمكانيات كبيرة.

وبالمثل، فإن المحتوى المدعوم، مثل الأحداث الترفيهية والرياضية المفضَّلة على مقاس الأهواء المحلية، يمنح مقدمي التوصيلية تدفقاً إضافياً للإيرادات باستخدام نموذج تسعير منخفض للغاية لكل استخدام. وتمثل منصة PockitTV أحد الأمثلة على ذلك، وهي منصة ترفيهية ورياضية متنقلة مقرها إفريقيا وتتقاضى أقل من 0.06 دولار أمريكي في اليوم للنفاذ إلى المحتوى المحلي والدولي. والتصنيف الصفري هو شكل من أشكال المحتوى المشمول بالرعاية حيث يقوم مقدم الخدمة بشكل أساسي بدعم رسوم البيانات للنفاذ إلى تطبيقات أو خدمات معينة.

وتعمل بعض التدخلات بالكامل على أساس غير ساع للربح أو على مبدأ تقديم النفاذ المجاني للمستخدمين. وكثيراً ما يعتمد نموذج الإيرادات المحدودة/غير الساعية للربح/النفاذ المجاني على المساهمات العينية (مثل الإدارة المجتمعية للشبكة) أو الإعانة المالية المتكررة المستمرة لتغطية نفقات التشغيل.

وتوجد أمثلة على شبكات يقدم المستخدمون فيها مساهمات طوعية بعرض نطاق مشترك وصيانة البنية التحتية للشبكة.[30] وتتيح الإعانات المالية المتكررة، سواء من الشركاء المانحين العامين أو الخاصين، للكيانات التشغيلية بتقديم التوصيلية مجاناً أو (عند دمجها مع نماذج الإيرادات الأخرى) بتكلفة منخفضة جداً للمستخدمين. ويمكن أن تأتي الإعانات في شكل مساهمات نقدية أو عينية، مثل عرض النطاق المجاني من مقدم خدمة إنترنت ذي نقطة حضور قريبة.[31] وفي مثل هذه الحالات، تغطي الإعانات المالية جزءاً من نفقات تشغيل الشبكة أو كلها. ومن ناحية أخرى، تمكن تغطية النفقات الرأسمالية مثل توسعات الشبكة وتبديل المعدات من خلال إعانات مالية منفصلة لمرة واحدة أو مصادر إيرادات أخرى.[32]

ومع ذلك، فإن هذا النموذج ينطوي على مخاطر تقصير الإيرادات عن تغطية تكاليف الشبكة، لا سيما عندما تعتمد الشبكة على المساهمات الطوعية. وبالتالي، فهو أنسب للشبكات الأصغر حيث تكون المخاطر أكثر قابلية للإدارة أو، بدلاً من ذلك، كمكمل للاشتراكات أو الرسوم المدفوعة مسبقاً التي يمكن أن تمثل مصدراً أكثر استقراراً للإيرادات.

30 الحاشية السابقة نفسها.

31 الحاشية السابقة نفسها، حالات بشأن معهد تونابواندا (ص 166 - 170) ومشروع غرام مارغ للنطاق العريض الريفي (ص 150 - 156).

32 الحاشية السابقة نفسها.

الجدول 16. نماذج الإيرادات في خدمات البيع بالتجزئة في الميل الأخير

نموذج الإيرادات	وصف
على أساس الاستخدام (الدفع المسبق)	هذا هو نظام التسعير المعياري لخدمات توصيلية المستهلك في الأسواق الناشئة، حيث يدفع المستهلك مقابل خدمات البيانات التقليدية من خلال نموذج الدفع المسبق (المعروف أيضاً باسم الدفع أولاً بأول). ويمكن أن تكون إيرادات الخدمة المدفوعة مسبقاً متكتلة وغير منتظمة ومتقلبة أكثر من نظيراتها القائمة على الاشتراك إذا كثر تبديل العملاء لمقدمي الخدمة.
على أساس الاستخدام (الدفع الآجل/ الاشتراك)	مثل نموذج الدفع المسبق، تعتمد نماذج الدفع الآجل/الاشتراك على خدمات توصيلية المستهلك (أو الشركة).
خدمات القيمة المضافة	تغطى نفقات التشغيل من خلال خدمات أخرى غير استخدام البيانات، مثل الإعلانات المدفوعة أو خدمات القيمة المضافة الأخرى (الأموال عبر الاتصالات المتنقلة، وخدمات المعلومات الزراعية، والتعليم، وما إلى ذلك) التي تدعم مالياً تقديم البيانات بشكل غير مباشر؛ وهذا النموذج ليس منتشراً على نطاق واسع، ولكنه يظهر في مشاريع الميل الأخير حيث تظهر فوائد محددة للمستخدم النهائي.
إيرادات محدودة، غير ساع للربح، نفاذ مجاني	في هذا النموذج، تميل نفقات التشغيل لأن تغطى من خلال مساهمات عينية (مثل الإدارة المجتمعية للشبكة) أو دعم مالي مستمر

1.3.3.2 الأساس المنطقي للإعانات المالية (المعدومة، أو لمرة واحدة أو المتكررة)

تتلقى بعض شبكات النفاذ في الميل الأخير مستويات متفاوتة من الإعانات المالية من الجهات المانحة والشركاء في القطاع العام أو الخاص. وبالإضافة إلى مستوى الإعانة المالية بالنسبة إلى إجمالي نفقات الشبكة، تختلف هذه الإعانات المالية أيضاً من حيث الانتظام، حيث تتخذ بعض الإعانات شكل منح لمرة واحدة ويتكرر البعض الآخر منها على مدى فترة طويلة، إن لم يكن طوال عمر الشبكة. ويبحث هذا القسم في المستويات المختلفة للإعانات المالية، وما تُستخدم من أجله، وكيفية استخدامها على النحو الأمثل، وآثارها على تشغيلات الشبكة.

والشبكات التجارية التقليدية ليست مدعومة مالياً بشكل عام. وتشمل الاستثناءات المحتملة عمليات النشر في المناطق غير المربحة، وفي هذه الحالة قد يتلقى المشغلون دعماً مالياً في شكل دفعة من صندوق النفاذ الشامل أو الخدمة الشاملة. ومن ناحية أخرى، يرجَّح أكثر أن تتلقى المنظمات غير الساعية للربح إعانات من القطاعين العام والخاص. وكثيراً ما تكون الشبكات التي تديرها الحكومة متلقية لتبرعات القطاع العام.

ويكمن أهم فرق بين الإعانات المالية في تواترها. وعادة ما تهدف الإعانات المالية لمرة واحدة إلى المساعدة في نشر الشبكة أو اقتناء المعدات أو التكاليف الأخرى التي يمكن اعتبارها نفقات رأسمالية. من ناحية أخرى، يمكن أن تهدف الإعانات المالية المتكررة إلى تغطية جزء على الأقل من التكاليف التشغيلية للشبكة أيضاً.

وإذ تسمح الإعانات المالية الكاملة لمرة واحدة للمنظمة بتركيب الشبكة وبدء العمليات؛ يظل يتعين على الشبكة تحقيق إيرادات لتغطية تكاليف التشغيلات. وتعمل الإعانات المالية الجزئية لمرة واحدة بنفس الطريقة ولكن بدرجة أقل، مما يساعد الشبكات على الحصول على المعدات ونشر الموظفين وتغطية التكاليف المرتبطة بإنشاء البنية التحتية.

وعلى الرغم من أن الإعانات المالية المقدمة لمرة واحدة مساعِدة، إلا أنها لا تؤثر بالضرورة كثيراً على نموذج تحقيق الدخل للشبكة. وتكون الإعانات المالية "كاملة" عندما تكفي لتغطية جميع النفقات الرأسمالية والتشغيلية على مدى فترة زمنية. في حين أن عدم الاضطرار إلى استرداد النفقات الرأسمالية من الإيرادات يمكن أن يكون مفيداً، يظل يتعين على الشبكة تغطية نفقات التشغيل بمجرد نفاد الدعم - وهو أمر لا مفر منه. وبالمثل، سيتعين على الجهات المتلقية للإعانات المالية الجزئية لمرة واحدة أن تحقق إيرادات، مع اختلاف كونها أقرب إلى مواجهة هذا التحدي من الشبكات التي تتلقى إعانات مالية كاملة لمرة واحدة.

وتُظهر الأمثلة الواردة في الأدبيات أن الشبكات التي تتلقى إعانات مالية لمرة واحدة تعمل بشكل مشابه لتلك التي لا تتلقاها؛ أي أنها تستمر في الاعتماد على الاشتراكات أو غيرها من الأنشطة المدرة لإيرادات لضمان الاستدامة.[33] وتتمثل أكبر فائدة للإعانات المالية لمرة واحدة في أنها تساعد الشبكات على تخطي الحواجز المالية أمام الدخول (تقليل مخاطر الاستثمار)، مما يسمح لها بالنشر في المناطق التي قد لا يرجَّح أو يُحْجم فيها إقدام

[33] الحاشية السابقة نفسها.

رأس المال الاستثماري على المخاطرة. وبالمقارنة، فإن الإعانات المالية المتكررة تؤثر تأثيراً ملموساً وطويل الأمد على تشغيلات شبكة.

وتغطي الإعانات المالية المتكررة الكاملة، كما يوحي الاسم، التكلفة الكاملة لأنشطة الشبكة طوال عمر الشبكة أو لفترة زمنية طويلة. ومن ناحية أخرى، تغطي الإعانات المالية المتكررة الجزئية جزءاً من نفقات تشغيل الشبكة عادةً. وتؤثر تأثيراً أكبر من الإعانات المالية التي تُدفع لمرة واحدة كونها تسمح للشبكات بالتشغيل في المجتمعات المحلية الذي قد لا يكون مستداماً بدون الإعانات.

وتسمح الإعانات المالية المتكررة الكاملة للشبكة بتقديم النفاذ بالمجان تماماً.[34] وهي أكثر شيوعاً في المجتمعات التي لا يستطيع المستخدمون فيها الدفع مقابل النفاذ أو تستبعد خصائصها استرداد التكاليف من الأنشطة التقليدية المدرة لإيرادات. ومن الأمثلة على ذلك شبكة في بورنيو تخدم مجتمعات الغابة الأصلية، وشبكة حضرية في كينيا مصممة لتزويد المستخدمين الفقراء بالنفاذ.[35]

ويمكن للشبكات التي تتمتع بإعانات مالية متكررة كاملة أن تؤثر تأثير اً يحدث تحولات في مجتمعاتها المحلية، ولكن يمكن أيضاً أن تصطدم بإشكالات الاستدامة إذا كان ذلك هو مصدر تمويلها الوحيد: فخفض التمويل قد يعني موت الشبكة. وللتحوط من هذا الاحتمال، تحقق بعض الشبكات المدعومة بالكامل إيرادات من خدمات القيمة المضافة على الشبكة، على الرغم من أن النفاذ إلى التوصيلية نفسها يبقى مجانياً. ومع ذلك، عليها إنشاء تدفقات إيرادات من أجل تغطية التكاليف الأخرى وضمان استدامة الشبكة.

وأخيراً، صُممت الإعانات المالية المتكررة الجزئية لتغطية جزء من التكاليف التشغيلية المتكررة للشبكة. ومن الأمثلة الشائعة على الإعانة المتكررة الجزئية تكلفة عرض النطاق التي يغطيها مقدم خدمة الإنترنت كشريك خاص مجاناً أو تُسدَد من خلال المساهمات المالية من الجهات المانحة.[36] وفي حين أن الشبكات التي تتلقى إعانات مالية جزئية متكررة لا تقدم خدمات مجانية بشكل عام (على عكس تلك التي تتلقى إعانة مالية متكررة كاملة)، فيمكنها عادةً أن تقدم التوصيلية بسعر أقل مما يمكن أن يتسنى لو لم يكن الدعم موجوداً.

وتعتبر مسألة متى تكون الإعانات المالية أكثر كفاءة من الاعتبارات المهمة للمؤسسات العامة وكذلك الخاصة التي قد تفكر في شكل من أشكال الإعانة المالية لتحسين النفاذ في الميل الأخير. وتقدم مجموعة أدوات تنظيم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لدى الاتحاد الدولي للاتصالات دليلاً مفيداً لتحديد متى يمكن للإعانات المالية أن تحدث أثراً.[37] (انظر الشكل 22).

وعندما توجد فجوة في كفاءة السوق والتوسع، قد لا تكون الإعانات المالية هي الأداة الفضلى لتحسين النفاذ. وبدلاً من ذلك، يمكن لتقديم الخدمات الخاصة أن يسد الفجوة إذا سُنت سياسة لإزالة الحواجز غير الاقتصادية من خلال اعتماد لوائح تمكينية وغرس مناخ مالي وتجاري واستثماري إيجابي يركز على تشجيع مشاركة السوق. وهذا يسمح للقطاع الخاص بتلبية الطلب القائم، دون اللجوء إلى الإعانات المالية والاعتماد حصراً على حوافز السوق.

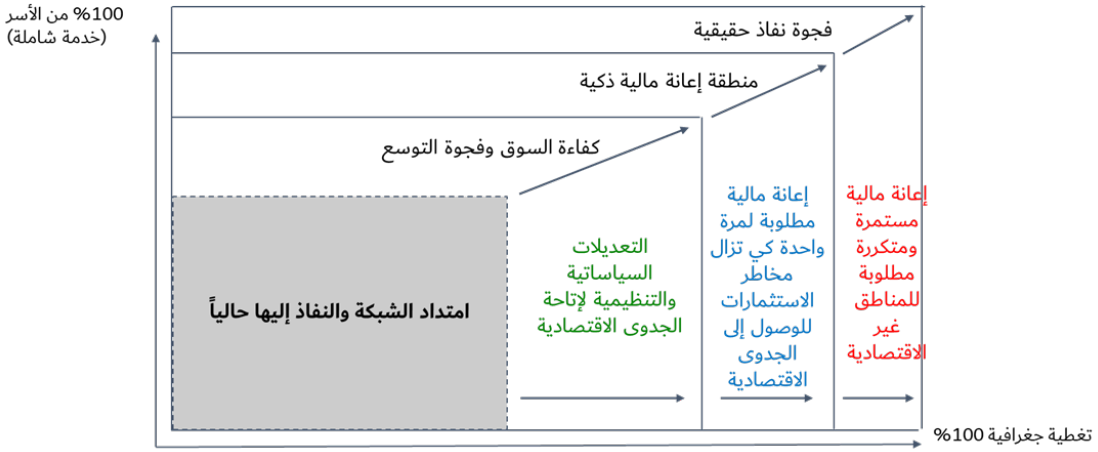
ومن ناحية أخرى، قد لا تكون بعض المجالات جذابة لاستثمارات القطاع الخاص، ربما بسبب صعوبات تقنية في توسيع الشبكة القائمة إلى المنطقة المحلية المستهدفة. وفي مثل هذه الحالات، تقترح مجموعة أدوات تنظيم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات استخدام ما تسميه "الإعانات المالية الذكية"، وهي إعانات لمرة واحدة يمكن أن تشجع الكيانات التشغيلية الجديدة أو القائمة على تقديم الخدمة في المنطقة. وكما بُحث سابقاً، يتمثل الاستخدام الرئيسي للإعانة المالية في مساعدة التدخل على تغطية ما يمكن أن يكون بخلاف ذلك نفقات رأسمالية باهظة لنشر الشبكة، وبعد ذلك يمكن توقع أن يقوم المشغل بالعمل كالمعتاد. وهذه الإعانات المالية هي الأنسب في المناطق ذات الجدوى التجارية لكيان تجاري، لولا العوائق التقنية التي يمكن تذليلها أو التخفيف منها بإعانة لمرة واحدة.

وأخيراً، بعض المناطق يُستبعد تماماً أن تكون مجدية تجارياً، في المديين القريب والمتوسط على الأقل. ويرجَّح أن تكون هذه مناطق نائية وذات كثافة سكانية منخفضة سيعجز المشغل التجاري فيها من تعويض نفقات تشغيله. وتصف مجموعة أدوات تنظيم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات هذه الحالة بأنها "فجوة نفاذ حقيقية"، تبرر مد التوصيلية إليها على أساس المصلحة العامة بدلاً من المكسب التجاري. وتتطلب مثل هذه الحالات دعماً

34 الحاشية السابقة نفسها.
35 الحاشية السابقة نفسها، حالات بشأن FORMADAT (ص 157 - 161) وبشأن معهد تونابواندا (ص 166 - 170).
36 الحاشية السابقة نفسها.
37 الاتحاد الدولي للاتصالات، مجموعة أدوات تنظيم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، الفصل 3.3.1.4 (فجوات السوق وسياسة النفاذ الشامل).

اقتصادياً مستمراً ومتكرراً يمكن أن يأخذ شكل إعانات مالية متكررة كاملة أو جزئية يمكنها أن تساعد كياناً عاملاً في تغطية تكاليف نشر شبكته في المنطقة.

الشكل 22. تمايز التدخلات في مختلف فجوات النفاذ



المصدر: مجموعة أدوات تنظيم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لدى لاتحاد الدولي للاتصالات، انظر الملاحظة 42

4.2 تكنولوجيات شبكة النفاذ الشائعة (اللاسلكية)

يقارن هذا القسم تكنولوجيات التوصيلية السلكية واللاسلكية المتنوعة المستخدمة في نشر شبكة النفاذ في للميل الأخير في ضوء مجموعة من العوامل تشمل تكاليف نشر النفقات الرأسمالية وتكاليف التشغيل ومدى التكنولوجيا وصبيب عرض النطاق. وتركز المقارنة على النشر في كل موقع، بما يتماشى مع التركيز العام لدليل الحلول على الحلول المحتملة لفرادى المواقع غير الموصولة وشحيحة التخديم. ومع ذلك، هناك اختلافات أخرى، بما في ذلك الاختلافات بين التراخيص التجارية ورسوم الطيف مقابل تكلفة نشر التكنولوجيا الأساسية، وهذا يشكل أحد عوامل التكلفة الكلية لملكية الشبكة الإجمالية. وتشكل أيضاً الاختلافات في المدى والصبيب لكل موقع أحد عوامل التكلفة الكلية لملكية الشبكات ذات الأحجام المختلفة.

وتقدم بعض الشبكات نفاذاً في الميل الأخير باستخدام التكنولوجيا الخلوية بشكل أساسي. ويتضمن النفاذ الخلوي في الميل الأخير توصيل أجهزة المستخدمين النهائيين مباشرةً بمحطات القاعدة، دون الحاجة إلى نقطة توصيل وسيطة. وهذه هي تكنولوجيا شبكة النفاذ الرئيسية التي يستخدمها المشغلون الذين يقدمون أيضاً خدمات الاتصالات الأساسية؛ وفي هذه الحالة، تقدَّم خدمات الصوت والرسائل النصية القصيرة والبيانات عبر ترددات راديوية موزَّعة ومخصصة أو مبيعة بالمزاد لخدمات الاتصالات المتنقلة.

ويمكن للتكنولوجيا الخلوية أن تغطي مساحة واسعة من خلال برج واحد، على الرغم من أنها تتعرض أيضاً للتداخل ويمكن أن تتردى الجودة عندما تطول المسافة. وهذا يعني أن المستخدمين النهائيين الذين لديهم هواتف ذكية وغيرها من الأجهزة الاتصالات المتنقلة المفعَّلة بالإنترنت يمكنهم الحصول على توصيلية في أي مكان ضمن مدى البرج - حتى أثناء التنقل. والعيب الرئيسي للتكنولوجيا الخلوية كتكنولوجيا نفاذ هو التكلفة. ويمكن أن يتعقد نشر الشبكات الخلوية أيضاً بسبب صعوبة الطبوغرافيا، مما قد يجعل استخدام التكنولوجيا الخلوية في المواقع البعيدة أو في الطبوغرافيا الصعبة مكلفاً بشكل غير معقول، إن لم يكن غير عملي البتة.

والتحدي الآخر لاستخدام الاتصالات المتنقلة في الميل الأخير يكمن في توفر موارد الطيف المناسبة، وحيثما توفرت هذه الموارد، في التراخيص المناسبة لترددات راديوية محددة. وفي حين أن اللوائح التنظيمية تختلف باختلاف الولايات القضائية، يجري تخصيص الترددات الراديوية للاتصالات المتنقلة عموماً في مزاد، مما يعني تخصيصها لمشغلي خدمات كاملة كبيرة. وقد يصعب بالتالي على الشبكات الصغيرة المشغَّلة لمجرد النفاذ في الميل الأخير الحصول على التراخيص المناسبة للترددات الخلوية، خاصةً إذا كانت تخدم منطقة صغيرة أو قاعدة مستخدمين صغيرة حصراً، إلا أن مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة غير الساعين للربح في طور الظهور وإثبات جدواهم. ولكن في حال الحصول بالفعل على التراخيص الوطنية المناسبة، لا توجد رسوم إضافية لتوسيع التغطية.

ويستخدم النفاذ اللاسلكي الثابت الترددات اللاسلكية المرخصة الموزَّعة للخدمات الثابتة أو النطاقات غير المرخصة (مثل Wi-Fi) لتقديم التوصيلية. على الرغم من أنه أيضاً يمكنه استخدام نطاقات الخدمة المتنقلة، فإن استخدام مثل هذه النطاقات للنفاذ اللاسلكي الثابت لن يحظى بحماية إضافية من التداخل تتجاوز ما يراد لمستخدمي الاتصالات المتنقلة. ويتمثل الاختلاف الرئيسي مع التكنولوجيا الخلوية في أن النفاذ اللاسلكي الثابت يُقصد به في المقام الأول أن يُستقبل عبر نقطة نفاذ لاسلكية ثابتة، بدلاً من استقباله مباشرة بواسطة أجهزة المستهلك. ومدى برج النفاذ اللاسلكي الثابت يضاهي مدى البرج الخلوي، ولكن يُتطلب مودم لإرسال التوصيلية عبر الإثرنت أو Wi-Fi.

وأحد الأمثلة على النفاذ اللاسلكي الثابت هو تكنولوجيا WiMAX، وهو جزء من عائلة تكنولوجيات الجيل الثالث التي تستخدم تكنولوجيا الموجات الصغرية لإيصال التوصيلية من نقطة حضور إلى نقطة نفاذ. وتستخدم تكنولوجيا الموجات الصغرية ترددات فائقة العلو أو أعلى لتوصيل أجهزة الراديو ضمن خط البصر. ومتطلب خط البصر هو عيبه الرئيسي، لأن الجبال والتضاريس الصعبة الأخرى يمكن أن تمنع أجهزة الراديو من التوصيل ببعضها البعض. ويمكن أن تحد الحاجة إلى نقطة حضور قريبة من قابلية استخدام الموجات الصغرية؛ وفي حال عدم تيسر محطة صغرية موصولة بالألياف البصرية ضمن خط البصر، سيلزم بناء مرحِّل ميكروي، مما يزيد من تكلفة النشر. وكتكنولوجيا لاسلكية، يخضع استخدام الأجهزة الراديوية الصغرية أيضاً للوائح الطيف الراديوي التي يمكن أن تختلف وفقاً للولاية القضائية التي تقع فيها الشبكة.

وفي المناطق الجغرافية التي يتعذر فيها النفاذ الخلوي واللاسلكي الثابت وخيارات الموجات الصغرية، يمكن استخدام التوصيلية الساتلية لتقديم عرض النطاق لشبكة نفاذ. وتعتمد هذه تكنولوجيا على مقدمي عرض النطاق الساتلي لتوصيل أنأى المجتمعات المحلية. وحسب النوع الدقيق للتكنولوجيا المستخدمة، يمكن نشر التوصيلية الساتلية بسرعة، دون الحاجة إلى بناء البنية التحتية المكلفة والصعبة تقنياً واللازمة للتكنولوجيات الأخرى.

وتوجد مجموعة متنوعة من مقدمي السواتل الذين يقدمون مستويات مختلفة من الخدمة، بسواتل متزامنة بالنسبة إلى الأرض (GEO) تلبي تطبيقات عرض النطاق العالي وسواتل المدار الأرضي المتوسط (MEO) التي تخدم المستخدمين الأصغر، بما في ذلك شبكات النفاذ في الميل الأخير.

وعلى الرغم من أن السواتل تتمتع بميزة على التكنولوجيات الأخرى لسهولة وسرعة النشر، إلا أن جودة خدمتها تتخلف عن بدائل مثل الألياف البصرية، لا سيما من حيث عرض النطاق والكمون. وحسب التكنولوجيا الساتلية المحددة والنطاق المستخدم، يمكن أن تتردى الجودة أيضاً في ظروف مناخية معينة. ويعد التطوير المستقبلي للكوكبات الكبيرة من سواتل المدار الأرضي المنخفض بتحسين جودة التوصيلية الساتلية والقدرة على تحمل تكاليفها.

وتتطلب التكنولوجيات المذكورة أعلاه، باستثناء الخلوية منها، مودماً أو معدات مماثلة لمباني العميل لتوزيع التوصيلية على أجهزة المستخدمين النهائيين. وتعد تكنولوجيا Wi-Fi أحد الخيارات اللاسلكية لتوصيل المستخدمين. وعلى الرغم من أن شبكة Wi-Fi هي تكنولوجيا نفاذ لاسلكي، إلا أنها تستخدم ترددات غير مرخصة وبالتالي لا تحتاج إلى نفس النوع من الموافقة التنظيمية المطلوبة من التكنولوجيا الخلوية. وتكنولوجيا Wi-Fi شائعة جداً أيضاً، مما يعني توفر عدد كبير من المسيِّرات بأسعار ميسورة للمستهلكين. وهذان العاملان يجعلان Wi-Fi تكنولوجيا ميسورة التكلفة نسبياً للنشر.

ولكن الطبيعة غير المرخصة للنطاقات الترددية الصناعية والعلمية والطبية التي تستخدمها تكنولوجيا Wi-Fi تجبر الأنظمة على قبول التداخل ليس من الخدمات الأخرى فحسب بل أيضاً فيما بينها (ازدحام Wi-Fi)، مع ضمان الحد الأدنى من مستويات الإشعاع في الوقت نفسه.

وبالتالي يمكن أن تختلف جودة توصيلية Wi-Fi اختلافاً كبيراً، لأنها عرضة للتداخل. والمدى أيضاً محدود للغاية: فمدى مسيِّر Wi-Fi المتوسط يقل بإضعاف مضاعفة عن مدى محطة خلوية.

ولكن على امتداد الشبكة، هناك طرق للتغلب على بعض هذه القيود والاستفادة من القدرة على تحمل تكاليف Wi-Fi وسهولة نشرها على نطاق أوسع. والأسلوب الشائع بشكل متزايد بين كيانات التشغيل يتمثل في استخدام مسيِّرات Wi-Fi في معمارية شبكة متشابكة، حيث توصَّل فرادى المسيِّرات ببعضها البعض على أساس مخصص وتحصل على توصيليتها من أي مسيِّر هو الأقرب إليها أو لديه أقوى توصيل بها.

وباستخدام شبكة متشابكة، يمكن لتكنولوجيا Wi-Fi أن تخدم منطقة أوسع وهي أكثر متانة أيضاً، حيث لا توجد نقطة تعطل واحدة عندما تكون الشبكة المتشابكة لا مركزية بالكامل. ومع ذلك، فإن لبعض الشبكات المتشابكة

قيوداً كبيرة، حيث تعجز بعض المسيِّرات عن إرسال واستقبال البيانات في وقت واحد، ويمكن أن تنخفض كفاءة الشبكة الكلية بزيادة عدد المسيِّرات. بالإضافة إلى ذلك، تقل بالشبكات المتشابكة إعادة استخدام الطيف، حيث لا يمكن استخدام سوى عدد قليل من القنوات غير المتراكبة في المرة الواحدة.

وعلى الرغم من هذه القيود، نجحت شبكات Wi-Fi المتشابكة في توصيل المجتمعات المحلية، حتى في التضاريس الصعبة، مما يجعل تكنولوجيا Wi-Fi خياراً أكثر جاذبية للشبكات التي لا توجد بها بنية تحتية قائمة، وستكون التكنولوجيات الأخرى باهظة الثمن أو صعبة النشر.

ويقدم الجدول 17 مقارنة موجزة لتكنولوجيات شبكات النفاذ اللاسلكية الشائعة ويفصِّل الجدول 18 عائلات الاتصالات المتنقلة الدولية وتكنولوجياتها.

الجدول 17. مقارنة بين التكنولوجيات الشائعة لشبكات النفاذ اللاسلكي*

تكنولوجيا شبكة النفاذ	إمكانية الصبيب/ جودة الخدمة	المدى	النفقات الرأسمالية لنشر شبكة جديدة	نفقات التشغيل	البنية التحتية المطلوبة	ملاءمة لعمليات النشر الريفية	متطلبات ترخيص الطيف	نوع جهاز النفاذ
Wi-Fi: 802.11	2 Mbit/s (a) إلى 10 Gbit/s (ax)	مئات الأمتار	منخفضة	منخفضة	مسيِّرات Wi-Fi	نعم، ولكن تُتطلب وصلات وسيطة (ساتلية أو صغرية أو بألياف بصرية)	لا يوجد ترخيص محدد عدا الالتزام بالمواصفات التقنية عبر "ترخيص شامل" بموجب نظام عدم التداخل/ عدم طلب حماية	الهواتف الذكية والحواسيب اللوحية وأجهزة الحاسوب المفعَّلة بتكنولوجيا Wi-Fi
الخلوية المتنقلة (2G، 3G، 4G، 5G)	0,1-1 000 Mbit/s	15 إلى 5 km	متوسطة إلى عالية	متوسطة إلى عالية	أبراج ومعدات راديوية	نعم، ولكن تُتطلب وصلات وسيطة (ساتلية أو صغرية أو بألياف بصرية)	نعم	الهواتف المتنقلة الخلوية، أجهزة الحاسوب المحمولة، أجهزة الحاسوب الشخصية (عبر الدونغل)
النفاذ اللاسلكي الثابت (5G/4G)	20-1 000 Mbit/s	ما يصل إلى 10 km	منخفضة إلى متوسطة	منخفضة	أبراج ومعدات راديوية	ربما، حسب الجدوى المالية والطلب	حسب لوائح البلاد	مودمات مقر المستهلك إلى الإثرنت أو Wi-Fi
الساتلية (HTS GEO وMEO)	5-150 Mbit/s	آلاف الكيلومترات	عالية (لنشر ساتل جديد)؛ منخفضة (لمطاريف المستخدم النهائي)	منخفضة	محطة أرضية، ساتل، مطراف ذو فتحة صغيرة جداً	نعم	نعم	مطراف ذو فتحة صغيرة جداً، مودمات مقر المستهلك إلى الإثرنت أو Wi-Fi

المصدر: مقتبس من مصادر متنوعة، بما فيها الاتحاد الأوروبي، وشركة سيسكو (Cisco)، وشركة هواوي (Huawei)، والاتحاد الدولي للاتصالات، ومصرف التنمية للبلدان الأمريكية، والبنك الدولي ورابطة مشغلي السواتل في أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا (المراجع التقنية مدرجة في الملحق 2)

*** بفضل تطوير 4G و5G، يمكن أن تصل الصبيب إلى 1 Gbit/s.**

الجدول 18. عائلات الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT)

	IMT-2000	IMT-Advanced
توصية قطاع الاتصالات الراديوية	**ITU-R M.1457-14 (2019/01)**: مواصفات مفصلة للسطوح البينية الراديوية للأرض في الاتصالات المتنقلة الدولية–2000 (IMT-2000)	**ITU-R M.2012-4 (2019/11)**: مواصفات مفصلة للسطوح البينية الراديوية للأرض في الاتصالات المتنقلة الدولية-المتقدمة (IMT-Advanced)
المعايير التقنية الرئيسية	1 درجة عالية من تماثل التصميم على الصعيد العالمي	1 درجة عالية من تماثل الوظائف على الصعيد العالمي مع الحفاظ على المرونة لدعم طائفة واسعة من الخدمات والتطبيقات بطريقة فعالة من حيث التكاليف؛
	2 مواءمة الخدمات داخل الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 ومع الشبكات الثابتة	2 مواءمة الخدمات داخل الاتصالات المتنقلة الدولية ومع الشبكات الثابتة؛
	3 جودة عالية	3 قدرة العمل البيني مع أنظمة نفاذ راديوية أخرى؛
	4 مطراف صغير للاستخدام في جميع أنحاء العالم	4 خدمات متنقلة عالية الجودة؛
	5 القدرة على التعامل مع تطبيقات الوسائط المتعددة، ومجموعة واسعة من الخدمات والمطاريف	5 معدات المستعمل الملائمة للاستخدام على الصعيد العالمي؛
	6 قدرة التجوال على الصعيد العالمي	6 تطبيقات وخدمات ومعدات ميسورة الاستعمال؛
		7 قدرة التجوال على الصعيد العالمي
		8 معدلات ذروة محسنة للبيانات لدعم خدمات وتطبيقات متقدمة (تحددت قيمة 100 Mbit/s للمعدل العالي للتنقلية وقيمة 1 Gbit/s للمعدل المنخفض للتنقلية بمثابة هدفين للبحث (مصدر المعدلات هو التوصية ITU-R M.1645))

الجدول 18. عائلات الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT) (تابع)

	IMT-2000		IMT-Advanced	
السطوح البينية الراديوية المعترف بها	المعيار	الاسم التجاري	المعيار	الاسم التجاري
	1) IMT-2000 CDMA الانتشار المباشر	**W-CDMA UMTS UTRA FDD,** (عائلة UMTS/HSPA/LTE؛ 3GPP)	1) تكنولوجيا التطور طويل الأجل المتقدمة **"LTE-Advanced"**	**إصدار E-UTRA 10** (عائلة LTE؛ 3GPP)
	2) IMT-2000 CDMA متعدد الموجات الحاملة	**CDMA 2000 UMB** (3GPP2)	2) تكنولوجيا الشبكات اللاسلكية المتقدمة للمناطق الحضرية **"WirelessMAN-Advanced"**	**WiMAX IEEE 802.16m** (عائلة WiMAX؛ IEEE)
	3) IMT-2000 CDMA TDD	**TD-CDMA UMTS UTRA TDD, E-UTRA TD** (عائلة UMTS/HSPA/LTE؛ 3GPP)		
	4) IMT-2000 TDMA أحادي الموجة الحاملة	(UWC 136 (ATIS/TIA EDGE (عائلة GSM)		
	5) IMT-2000 FDMA/TDMA	*DECT* (ETSI)		
	6) IMT-2000 OFDMA TDD WMAN	*WiMAX IEEE 802.16-2012* (عائلة WiMAX؛ IEEE)		

المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات

الجدول 19. مقارنة تكنولوجيات شبكات النفاذ السلكية الشائعة

تكنولوجيا شبكة النفاذ	إمكانية الصبيب/جودة الخدمة	المدى	النفقات الرأسمالية لنشر شبكة جديدة	نفقات التشغيل	البنية التحتية المطلوبة	ملاءمة لعمليات النشر الريفية	قضايا تنظيمية إضافية	نوع جهاز النفاذ
الألياف البصرية	100-1 000 Mbit/s	مئات الكيلومترات	للكبلات الهوائية: منخفضة إلى متوسطة	متوسطة	برج، أعمدة، خزائن، معدات الشبكة النشطة	في بعض الحالات، بقوة شرائية وكثافة سكانية كافية	التعليق على الأعمدة	مودم الألياف البصرية إلى الأجهزة المفعَّلة بالإثرنت أو إلى وصلة Wi-Fi
			تحت الأرض: متوسطة إلى عالية (حفريات جديدة)	منخفضة إلى متوسطة	أعمال مجاري تحت الأرض، خزائن، معدات شبكة نشطة	لا	حق الارتفاق	
(كبل) متحد المحور	ما يصل إلى 200 Mbit/s	ما يصل إلى 100 km	منخفضة إلى متوسطة	منخفضة إلى متوسطة	برج، أعمدة، خزائن، معدات الشبكة النشطة	في بعض الحالات، بقوة شرائية وكثافة سكانية كافية	التعليق على الأعمدة	مودم كبلي إلى الأجهزة المفعَّلة بالإثرنت أو إلى وصلة Wi-Fi
أسلاك نحاسية	0 إلى 24 Mbit/s (في ADSL وADSL2 و+ADSL2)؛ 100 Mbit/s (في VDSL، VDSL2، إرسال بتنسيق إشارات الخط)؛ 1 Gbit/s (G.Fast)	0,1 إلى 5 km	منخفضة إلى متوسطة	منخفضة إلى متوسطة	برج، أعمدة، خزائن، معدات الشبكة النشطة	في بعض الحالات، بقوة شرائية وكثافة سكانية كافية	التعليق على الأعمدة	مودم إلى الأجهزة المفعَّلة بالإثرنت أو إلى وصلة Wi-Fi

المصدر: مقتبس من مصادر متنوعة، بما فيها الاتحاد الأوروبي، وشركة سيسكو (Cisco)، وشركة هواوي (Huawei)، والاتحاد الدولي للاتصالات، ومصرف التنمية للبلدان الأمريكية، والبنك الدولي والمدرسة الأوروبية للهوائيات (المراجع التقنية مدرجة في الملحق 2)

5.2 تكنولوجيات النفاذ السلكي الشائعة

تشمل تكنولوجيات النفاذ السلكي الألياف البصرية والأسلاك النحاسية و(الكبل) متحد المحور. ويتمثل عيبها في تكلفة نشرها الأعلى على كل مستخدم. وهذا يجعل النفاذ السلكي إشكالياً في المناطق التي تكون فيها كثافة المستخدمين غير كافية لتحقيق وفورات الحجم. ويلخص الجدول 20 التكنولوجيات السلكية الشائعة لعمليات النشر في الميل الأخير.

وفي الأماكن التي توجد فيها بالفعل شبكات نحاسية أو شبكات متحدة المحور تقليدية، يكون استخدام البنية التحتية القائمة لتقديم التوصيلية قراراً بسيطاً نسبياً. وأكبر مشكلة في النفاذ السلكي هي الإشكالات التقنية والمالية والتنظيمية التي يراد تذليلها عند نشر بنية تحتية جديدة.

ومن بين التكنولوجيات السلكية، تقدم الألياف البصرية أعلى قيمة قصوى لعرض نطاق. علاوة على ذلك، لا تحتاج الألياف البصرية إلى موارد طيفية، بصفتها تكنولوجيا سلكية، وبالتالي فهي معفاة من بعض أنواع الموافقة التنظيمية. غير أن عمليات النشر السلكية تتطلب الموافقة على حقوق الارتفاق، والتعليق على الأعمدة الكهربائية، والأنابيب المؤرضة وغيرها من جوانب النشر. وقد يكون نشر الألياف البصرية مكلفاً للغاية، خاصة في المناطق النائية أو ذات الكثافة السكانية المنخفضة، أو عبر التضاريس الصعبة.

ونظراً لأن الألياف البصرية يجب أن تمر عبر موقع ما مادياً، يمكن لها أن تتعارض أيضاً مع التكنولوجيات السلكية الأخرى (النحاسية/DSL ومتحدة المحور) في حق الارتفاق وإشكالات التصاريح الأخرى المتعلقة بالإنشاءات. وتتضح هذه الإشكالات أكثر عند استخدام الألياف البصرية حصرياً لتوصيل المستخدمين من خلال FTTH أو معمارية شبكة الألياف البصرية إلى المبنى. لذلك، مثل التكنولوجيا الخلوية، الألياف البصرية هي الأنسب للمناطق التي تعلو فيها كثافة المستخدمين نسبياً ويمكن أن تؤدي وفورات الحجم إلى خفض تكلفة النشر على كل مستخدم.

وتتمثل الميزة الرئيسية للكبلات متحدة المحور والأسلاك النحاسية في وجود شبكات تقليدية في مناطق قد لا توجد فيها بعد ألياف بصرية. وإذ تبلغ الألياف البصرية إلى سرعات تصل إلى 1000 Mbit/s، فإن الكبلات متحدة المحور - الأكثر استخداماً لخدمات التلفزيون الكبلي - عادةً ما يبلغ سقفها 200 Mbit/s.[38] ولكن تتمثل إحدى مزايا الكبلات متحدة المحور في مداها الذي يمكن أن يصل إلى 100 km قبل أن تتردى الإشارة وتصبح أجهزة مكررات الإرسال وغيرها من المعدات ضرورية. وفي المقابل، يتراوح مدى أسلاك الهاتف النحاسية بين 0,1 و5 km فقط (حسب ظروف تقنية معينة)، بينما يمكن نشر خط متواصل من الألياف البصرية عبر مئات الكيلومترات قبل أن يصبح تردي الإشارة إشكالياً.

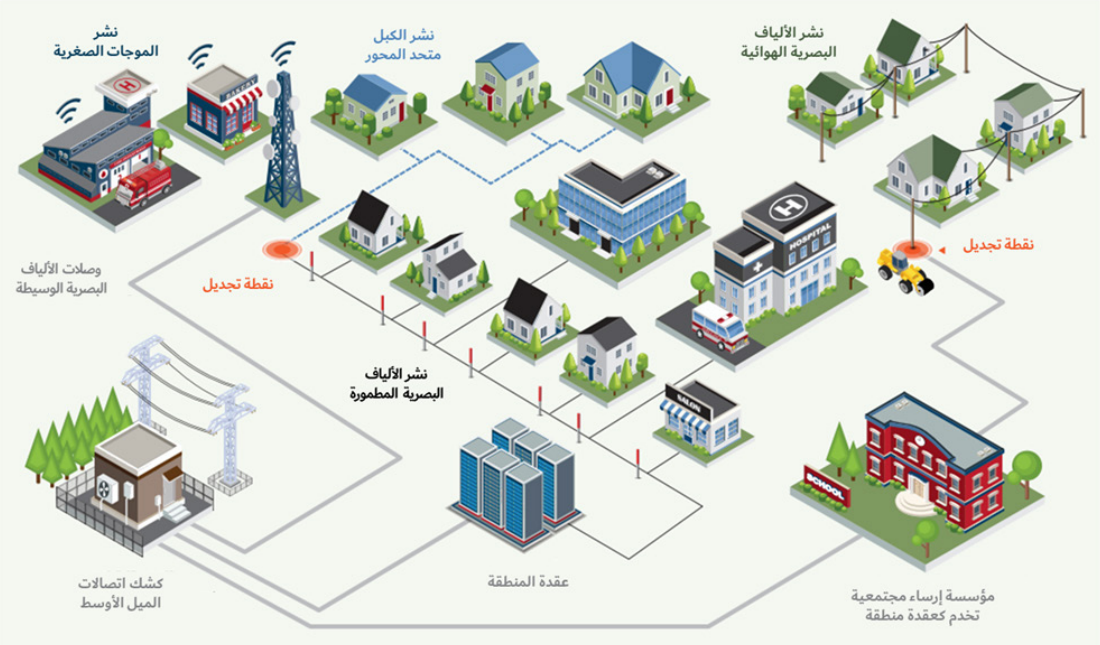
ومقارنةً بالألياف البصرية والكبلات متحدة المحور، تتصف الأسلاك النحاسية بأكبر محدودية للمدى قبل أن تصبح معدات الشبكة النشطة ضرورية، وعادةً ما تنخفض السرعات القصوى لهذه الأسلاك، حيث تصل تكنولوجيات VDSL وVDSL2 والإرسال بتنسيق إشارات الخط إلى مجرد 100 Mbit/s (على الرغم من شبكات G.Fast النحاسية غير الشائعة نسبياً يمكن أن تصل إلى سرعات 1 Gbit/s). والنحاس شائع بسبب انتشاره: إذ تستخدم شبكات الهاتف السلكية التقليدية الكبلات النحاسية، مما يعني أن البنية التحتية متوفرة بالفعل في العديد من الأماكن.

وهذا أمر مهم، لأن تكلفة نشر الألياف البصرية تحت الأرض يمكن أن ترتفع كثيراً، على الرغم من أن نشرها من خلال الكبلات الهوائية يعد خياراً أيضاً. ولكن في معظم التكنولوجيات السلكية، تتراوح تكاليف النشر والتشغيل بين المنخفضة والمتوسطة. وتتطلب جميع الخيارات السلكية أيضاً مجموعة متنوعة من معدات الشبكة النشطة، بالإضافة إلى البنية التحتية المنفعلة مثل الأبراج والأعمدة والخزائن والمجاري تحت الأرض. وبمجرد وصول الألياف البصرية أو الأسلاك النحاسية أو الكبلات إلى المبنى، فإنها توصل بعد ذلك بمودم يُخرج التوصيلية عبر الإثرنت أو عبر وصلة Wi-Fi.

وبالنسبة لجميع التكنولوجيات السلكية، يتمثل العائق أمام الانتشار الريفي في الافتقار إلى القوة الشرائية الكافية وانخفاض الكثافة السكانية في بعض المجتمعات المحلية. وبدونهما، قد يكون يصعب على كيانات التشغيل تغطية تكاليف نشر الشبكة وتشغيلها. ويمكن أيضاً أن تصعّب إشكالات التعليق على العمود (وأن ترفع تكلفة) نشر شبكة، وكذلك فإن تأمين حق الارتفاق للمجاري تحت الأرض أمر بالغ الأهمية لعمليات النشر تحت الأرض. ويصور الشكل 23 عمليات النشر السلكية إلى جانب اللاسلكية منها.

[38] الاتحاد الأوروبي، مقارنة النطاق العريض السلكي واللاسلكي.

الشكل 23. عمليات نشر الشبكات الشائعة



المصدر: الإدارة الوطنية للاتصالات والمعلومات في الولايات المتحدة، لمحة عن التكاليف: الألياف البصرية والشبكات اللاسلكية (مايو 2017)

* يستثني عدداً من تكنولوجيات النفاذ مثل السواتل وDSL

6.2 شرح تكنولوجيات النفاذ الشائعة

1.6.2 Wi-Fi

Wi-Fi هو الاسم الشائع الاستخدام لطائفة من تكنولوجيات النفاذ الراديوي المختلفة التي تستند إلى مجموعة معايير IEEE 802.11 التي تُستخدم في الغالب لإرسال البيانات عبر نطاقات ترددات الطيف المعفاة من الترخيص. ويشيع استخدام وصلة Wi-Fi في التوصيل الشبكي لمنطقة محلية شخصية، وتوصيل الإنترنت بنقطة نفاذ Wi-Fi الموصولة بدورها بأجهزة المستخدم النهائي. ويمكن أيضاً نشر الشبكات المتشابكة القائمة على Wi-Fi لتوصيل القرى والمجتمعات المحلية في المناطق التي تشح فيها الخدمة.

وWi-Fi هي تكنولوجيا نفاذ في الميل الأخير وهي شائعة جداً وفعالة من حيث التكلفة. ولا تعمل هذه التكنولوجيا في نطاقات الطيف التي تسمح بالتشغيل غير المرخص فحسب (خافضةً تكلفة النشر والتشغيل)، بل إن العديد من الأجهزة مفعَّلة بوصلة Wi-Fi (الهواتف وأجهزة الحاسوب المحمول وما إلى ذلك) وبالتالي فهي قادرة على التوصيل مباشرة بنقاط نفاذ Wi-Fi. ومن السمات الشائعة لشبكات الميل الأخير توصيل نقطة نفاذ في المنطقة المحلية بالوصلة الوسيطة باستخدام الألياف البصرية.

وتعمل شبكة Wi-Fi على ترددات غير مرخصة وبالتالي فهي لا تتطلب ترخيصاً للتشغيل إذا كانت الإدارة قد أعفت ذلك الطيف من الترخيص. ويسمح الطيف المعفى من الترخيص للمستخدمين بتشغيل أي تكنولوجيا لأي غرض ترفيهي أو تجاري في النطاق (مثل LTE-U وMulteFire وNR-U وZIGBEE وBluetooth وألعاب التحكم عن بُعد ولوحة المفاتيح/الفارة اللاسلكية). ولكن الإعفاء من الترخيص لا يعني دائماً النأي عن التنظيم. إذ يجوز أن تفرض بعض الإدارات لوائح إضافية (داخل المباني/في الخلاء، من نقطة إلى نقطة، قدرة إرسال محدودة). ونظراً لسعة انتشار استخدام Wi-Fi، يتوفر عدد كبير من المسيِّرات ذات الأسعار الميسورة من الفئة الاستهلاكية.

وهذه التكنولوجيا مدعومة في مجموعة متنوعة من نطاقات الطيف غير المرخصة أو المعفاة من الترخيص[39]: GHz 2,4 وGHz 5.[40] وتمنح الترددات المعنية وصلة Wi-Fi مدىً محتملًا بواقع مئات الأمتار لنقاط نفاذ المنطقة المحلية، وبصل إلى عشرات الكيلومترات لأجهزة الراديو من نقطة إلى نقطة ومن نقطة إلى عدة نقاط - بناءً على وبمراعاة الاستثناءات التنظيمية وكثافة Wi-Fi والأجهزة الأخرى في النطاق غير المرخص نفسه. وبالتالي يمكن أن تختلف جودة توصيلية Wi-Fi اختلافاً كبيراً، لأنها عرضة للتداخل. والمدى أيضاً محدود للغاية: فمدى مسيِّر Wi-Fi المتوسط يقل بإضعاف مضاعفة عن مدى محطة خلوية.

وكمعيار آخذ في التطور، شهدت تكنولوجيا Wi-Fi تكرارات متنوعة على مر السنين، جلب كل منها معه تحسينات على الحد الأقصى لمعدل البيانات. فمعايير (a) 802.11 و(b) و(g) الأولية، على سبيل المثال، والتي نُشرت في الفترة من عام 1997 إلى عام 2003، شهدت سرعات تتراوح بين 2 و54 Mbit/s. وكان للمعيار التالي الذي صدر برقم 802.11n، معدل بيانات أقصى يبلغ 600 Mbit/s - أي أسرع بعشر مرات. ويتميز أحدث معيار 802.11ax، صدر في عام 2020 وأطلق عليه اسم Wi-Fi 6، ليس بمجرد تحسين السرعة (من 900 6 Mbit/s لمعيار 802.11ac إلى 600 9 Mbit/s لمعيار 802.11x)، بل أيضاً باستخدامه النطاق الترددي 6 GHz إلى جانب النطاقين 2,4 GHz و5 GHz (انظر الجدول 21).

الجدول 20. مقارنة بين الأجيال المتنوعة لتكنولوجيا Wi-Fi

إصدار بروتوكول IEEE 802.11	سنة النشر	نطاق (نطاقات) تردد الطيف المنتشر، GHz	معدل البيانات الأقصى (Mbit/s)
802.11ax (“Wi-Fi 6”)	2020	2,4 GHz، 5 GHz، 6 GHz	9 600 Mbit/s
802.11ac	2014	5 GHz	6 900 Mbit/s
802.11n	2009	2,4 GHz و5 GHz	600 Mbit/s
802.11 (a)، (b)، (g)	2003-1997	2,4 GHz و5 GHz	2 Mbit/s إلى 54 Mbit/s

تتمثل إحدى الميزات المميزة لتكنولوجيا Wi-Fi في أنها تجمع بين التكلفة المنخفضة لكل جهاز، وانعدام تكلفة استخدام الطيف، والتكنولوجيات والعتاد ذات الوحدات التجميعية، ونظام إيكولوجي ناضج فيه العديد من البائعين. ونتيجة لذلك، تكبر كثيراً تصاميم الشبكة الطبوغرافية لعمليات النشر، حيث يمكنها الاستفادة من نقاط النفاذ المتشابكة معاً من خلال وصلات من نقطة إلى نقطة ومن نقطة إلى عدة نقاط.

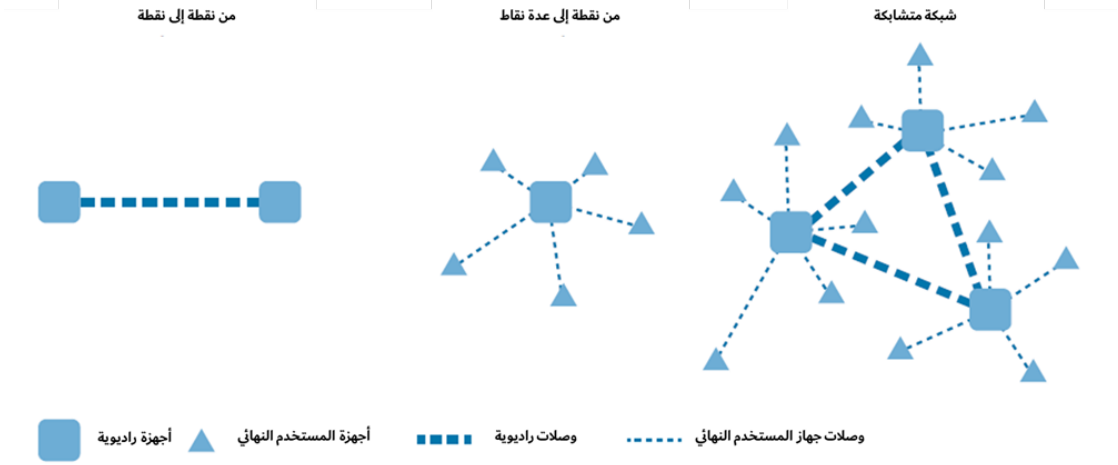
وتتضمن بعض أنماط الشبكات الخاصة لتكنولوجيا Wi-Fi نمط شجرة، حيث تتجمع كل الحركة صعوداً بشكل تراتبي؛ ونمط حلقة، حيث توصَّل كل عقدة بعقدتين أخريين؛ ونمط متشابك، حيث توصَّل كل عقدة بعدة عقد للتكرار الرديف؛ ونمط النجمة، حيث توصَّل كل عقدة بعقدة مركزية (انظر الشكل 24).

إن تعدد استخدامات تكنولوجيا Wi-Fi إلى جانب تكلفتها المنخفضة وسهولة نشرها تجعلها خياراً جذاباً للمواقع المحلية التي تقل فيها الخبرات ويُتوقع من المستخدمين إجراء بعض أعمال الصيانة الأساسية للشبكة بأنفسهم. وتعمل تكنولوجيا Wi-Fi على ما يرام أيضاً مع التكنولوجيات الأخرى بوصفها الطبقة الأخيرة التي تربط، على سبيل المثال، تكنولوجيا الألياف البصرية أو الموجات الصغرية بأجهزة المستخدم النهائي.

[39] علاوة على ذلك، فإن النطاقات غير المرخصة ليست حصرية، بل يُتشارك فيها مع خدمات أولية/ثانوية أخرى، وتشجع الاستخدام الانتهازي للطيف.

[40] في بعض الأقاليم، مثل الولايات المتحدة، يوزَّع نطاق 6 GHz لوصلات Wi-Fi 6.

الشكل 24. أمثلة على طوبولوجيات شبكات Wi-Fi*



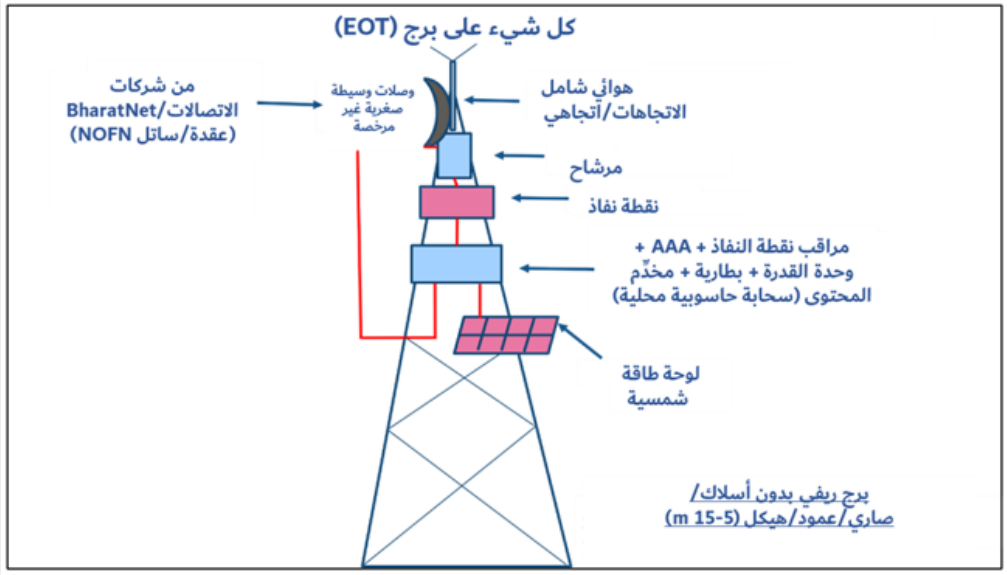
* يمكن الاطلاع على طوبولوجيات إضافية للشبكات عبر الرابط
.https://ec.europa.eu/digital-single-market/ar/network-and-topology

الإطار 3. دراسة حالة: شبكة النفاذ عبر Wi-Fi (الهند)

في الهند، أفادت شركة Bluetown بأنها تعمل كمقدم خدمة نقطة توصيل ساخنة مُدارة للمناطق الريفية بالشراكة مع شركة BSNL في جاركهاند (Jharkhand)، وهي ولاية في شرق الهند. وتفيد شركة Bluetown بأنها تقدم، عبر وصلات وسيطة من شركة BSNL، نقاط توصيلية Wi-Fi في المناطق الريفية في أكثر من 782 موقعاً بعيداً في كل أرجاء جاركهاند كجزء من ترقية الخدمة في المواقع التي لم يكن لديها سابقاً سوى نفاذ الجيل الثاني (2G) من الاتصالات المتنقلة.

ويعتمد نموذج الأعمال جزئياً على توصية هيئة تنظيم الاتصالات في الهند بشأن نموذج غير منظم، حيث يمكن لمجمّع (مجمّع بيانات مكتب البيانات العامة) تقديم البنية التحتية لتكنولوجيا Wi-Fi في الميل الأخير، فيما يقوم رواد الأعمال الصغار بإنشاء مكاتب بيانات عامة في المناطق المحلية لنفاذ العملاء. وسيسهل مجمّع بيانات مكتب البيانات العامة لعدد من مكاتب البيانات العامة كي تقدم خدمات Wi-Fi العامة، دون الحاجة إلى ترخيص اتصالات، حيث سيعمل بشكل أساسي كموزع لمقدمي خدمة الإنترنت.

ويقدَّم النطاق العريض في مثل هذه المناطق الريفية من مقدم خدمة نقطة توصيل ساخنة مُدارة (MHSP) يعمل بالشراكة مع الاتصالات/مقدم خدمة إنترنت، ويركِّب المعدات التي سيديرها رائد أعمال على مستوى القرية (VLE). ويعمل رائد الأعمال على مستوى القرية، بصفته صاحب امتياز من MHSP، كجهة اتصال واحدة بشأن جميع المنتجات والخدمات ذات الصلة بالنطاق العريض. ويزوده مقدم خدمة نقطة التوصيل الساخنة المُدارة بالتدريب الأساسي على الصيانة الدورية وتشغيل البنية التحتية لنقاط التوصيل الساخنة، ويقدم وصلة Wi-Fi لخدمات النطاق العريض المساعَدة للقرويين. ويتولى أيضاً مسؤولية نشر المعارف الرقمية وخدمات النطاق العريض المساعدة (مثل الإدارة الإلكترونية) بين الجماهير الريفية. وسيستخدم رائد الأعمال على مستوى القرية البنية التحتية لتكنولوجيا Wi-Fi لتحقيق إيرادات من خلال أنشطة أخرى (مثل ترسيم الاتصالات المتنقلة، وحجز تذاكر السكك الحديدية، والحصول على أسعار السوق للمحاصيل، والمساعدة في المعاملات التجارية، والصيرفة الإلكترونية الريفية، وتسهيل الرعاية الطبية من المراكز الصحية الحضرية، وهذا غيض من فيض).



حالياً، تقدم شركة Bluetown الخطط التالية:

الخطط المدفوعة مسبقاً	التنزيل المعروض (بوحدة GB)	فترة صلاحية الخطة	المبلغ (بالروبية الهندية)	المبلغ (بالدولار الأمريكي تقريباً)
الخطة 1	30	28 يوماً	69	1
الخطة 2	7	7 أيام	39	0,5
الخطة 3	2	يومان	19	0,25

التكلفة لكل GB: يبلغ متوسط تكلفة توصيلية النطاق العريض 1 دولار أمريكي لكل 30 GB أي 0,03 دولار أمريكي لكل GB.

المصدر: مساهمة مباشرة من ساتيا إن غوبتا (Bluetown الهند)

انظر أيضاً http://saamcorpadvisors.com/assets/converting-unemployment-into-intrapreneurship-through-rural-wi-fi-hotspots.pdf

2.6.2 الاتصالات المتنقلة

ما لبث أن اعتمد مليارات الأشخاص في جميع أنحاء العالم تكنولوجيات الاتصالات المتنقلة، فدفعوا بعجلة "معجزة الاتصالات المتنقلة" عبر إفريقيا وآسيا. ويوجد اليوم أكثر من 5 مليارات من فرادى مستخدمي الاتصالات الخلوية المتنقلة، مما يجعلها إحدى أكثر التكنولوجيات الرقمية انتشاراً، إن لم تكن الأكثر انتشاراً في جميع أنحاء العالم. وستستمر الغالبية العظمى من سكان العالم في التوصيل بالإنترنت عبر تكنولوجيات الاتصالات المتنقلة.

وتشير الاتصالات الخلوية إلى أجيال التكنولوجيا المعتمدة بفضل الهواتف المتنقلة. وتتميز التكنولوجيا الخلوية المتنقلة بنظام إيكولوجي ناضج يكثر فيه بائعو الأجهزة والتكنولوجيات والعتاد ذات الوحدات التجميعية، وبمناطق تغطية أوسع (قدرة خرج أعلى) مقارنة بتكنولوجيا Wi-Fi. وهي تستخدم نطاقات متنوعة مرخصة موزَّعة لخدمات الاتصالات المتنقلة ومخصصة لمشغلي الاتصالات الخلوية، عادة من خلال المزادات و/أو "المنافسات" و/أو الإلزام الإداري. ويمكن أن يغطي برج واحد مساحة واسعة تمتد لعشرات الكيلومترات، ولكنه يخضع أيضاً للتداخل والقيود التقنية الأخرى.

وتكمن إحدى الميزات المميزة للتكنولوجيا الخلوية المتنقلة في تكاليفها الميسورة والتوفر الواسع لأجهزة النفاذ في شكل هواتف متنقلة. وقد تطورت هذه التكنولوجيا على مدى الأجيال المتعاقبة، حيث أدى كل جيل جديد إلى تحسين جودة الخدمة. وكان الجيل الأول من التكنولوجيا الخلوية (1G) تماثلياً بحتاً ولا يسهِّل سوى الاتصالات الصوتية. وعند ظهور تكنولوجيات الجيل الثاني (GSM وCDMA وTDMA)، حصل المستخدمون النهائيون على إمكانية النفاذ إلى الرسائل المستندة إلى البيانات (في شكل رسائل SMS) بمعدلات رفع وتنزيل قصوى تبلغ 14,4 Kbit/s (انظر الجدول 21 للاطلاع على مقارنة بين خصائص الأجيال المتنوعة للتكنولوجيا الخلوية).

ومن خلال الجيل الثالث الكامل (3.5G-3G)، الذي يشمل UMTS، W-CDMA، EV-DO، HSPA، HSPA+، DC-HSDPA)، تكيفت التكنولوجيا الخلوية المتنقلة بالكامل لاستيعاب الاستخدام المعتمد على البيانات، بما في ذلك تطبيقات مثل تدفق الفيديو وتصفح الإنترنت. وحقق هذا الجيل من التكنولوجيات ذروة معدلات تنزيل يمكن أن تصل إلى 42 Mbit/s، مع معدلات رفع قصوى تبلغ 22 Mbit/s. واتضح أن البيانات هي الأفق المستقبلي، وأصبحت الثورة في الهواتف الذكية والأجهزة الأخرى الموصولة باستمرار ممكنة بفضل التحسينات في التكنولوجيات الخلوية.

وذهبت العلاقة بين تطور التكنولوجيات الخلوية وأنماط الاستخدام المستندة إلى البيانات في الاتجاه الآخر أيضاً. وبظهور الجيل الرابع (4G) (IMT-Advanced: LTE Advanced وWi-Max Advanced)، اعتمدت التكنولوجيا الخلوية البيانات وبروتوكول الإنترنت بالكامل كنموذج شامل. ويمكن وصف الجيل الرابع (4G) بأنه "تطور النطاق العريض لبيانات الاتصالات المتنقلة" الذي يقدم سرعات أعلى بكثير من الجيل السابق مع تقديم انتقال الخدمات التقليدية (مثل الخدمات الصوتية) إلى منصة قائمة على بروتوكول الإنترنت (كما هو الحال مع الاتصالات الصوتية عبر LTE أو VoLTE).

الجدول 21. مقارنة بين مختلف أجيال التكنولوجيا الخلوية*

الجيل	الوصف	التكنولوجيات	ذروة معدلات تنزيل البيانات	ذروة معدلات رفع البيانات
5G	معدلات بيانات عالية جداً، وتأخير (كمون) منخفض جداً	IMT-2020: عمليات تقييم التكنولوجيا لا تزال جارية	20 Gbit/s	10 Gbit/s
4G (LTE Advanced، Wi-Max Advanced)	تطور النطاق العريض لبيانات الاتصالات المتنقلة، سرعة عالية، قائم على بروتوكول الإنترنت	IMT-Advanced: LTE Advanced، Wi-Max Advanced	1 Gbit/s	500 Mbit/s
3G	الصوت والبيانات (الفيديو وتصفح الإنترنت)	IMT-2000: UMTS، W-CDMA، EV-DO، HSPA، HSPA+، DC-HSDPA، WiMAX	384 Kbit/s إلى 42 Mbit/s	63 Kbit/s إلى 22 Mbit/s
2G	الصوت والبيانات (SMS)؛ رقمي	GSM، CDMA، TDMA	14,4 Kbit/s	14,4 Kbit/s
1G	إشارات راديو تماثلية، صوت فقط (بدون رسائل SMS)	NMTS، AMPS، TACS	لا توجد	لا توجد

المصادر: متنوعة

*** تعتمد المعدلات على الحدود القصوى المعيارية التقنية**

يقدم تحليل منطقة التغطية رؤى مهمة بشأن مدى أهمية تفاصيل النشر بالنسبة إلى المستوى النهائي لأداء الشبكة. وتتأثر مناطق التغطية لعمليات نشر التكنولوجيا الخلوية المختلفة بمجموعة واسعة من العوامل، ومنها نطاق الطيف المستخدم (انظر الجدول 22)، وارتفاع البرج الراديوي، والقدرة الكهربائية/تضخيم الإشارات الراديوية (في أجهزة الإرسال والاستقبال على السواء) والظروف البيئية (مثل الضغط الجوي والرطوبة).

فوفقاً لرابطة مشغلي الشبكات (GSMA)، على سبيل المثال، عندما يتعلق الأمر بعمليات النشر الريفية، تختلف مساحات التغطية حسب ارتفاع البرج، بثبات جميع العوامل الأخرى:[41] إذ يمكن أن يغطي البرج الذي يزيد ارتفاعه عن 30 m مساحة واسعة (على بعد 8-15km)، بينما الأبراج التي يتراوح طولها بين 12 و30 m لا تغطي سوى مساحة على بعد 4 إلى 8 km. في حين يمكن للحلول المستهدفة التي تتراوح ارتفاعات أبراجها بين 9 و19

[41] هاندفورث، مرجع الحاشية السابقة رقم 3.

متراً أن ترسل إشارات على مسافة تزيد عن 2 إلى 4 km. وبالحلول المبتكرة قيد التطوير حالياً للمناطق مترامية الأطراف، مثل محطة المنصة العالية الارتفاع (HAPS) التي يمكن استخدامها في الوصلات الوسيطة وكذلك النفاذ في الميل الأخير، يمكن أن تتسنى مساحات تغطية على بعد يتراوح بين 500 و2 000 km.[42]

لذلك يجب أن يُنظر إلى أرقام ذروة الأداء الموضحة لكل تكنولوجيا خلوية في الجدول 21 على أساس أن الأداء في العالم الحقيقي قد يختلف عن الحدود العليا التقنية للتكنولوجيا. ويتطلب تحليل مزايا وعيوب أي تكنولوجيا خلوية معينة للنشر فهماً جيداً للخصائص التقنية والبيئية المقترحة للشبكة.

ويمكن للتكنولوجيا الخلوية أن تغطي مساحة واسعة من خلال برج واحد، على الرغم من أنها تتعرض أيضاً للتداخل ويمكن أن تتردى الجودة عندما تطول المسافة. وهذا يعني أن المستخدمين النهائيين الذين لديهم هواتف ذكية وغيرها من الأجهزة الاتصالات المتنقلة المفعَّلة بالإنترنت يمكنهم الحصول على توصيلية في أي مكان ضمن مدى البرج - حتى أثناء التنقل. والعيب الرئيسي للتكنولوجيا الخلوية كتكنولوجيا نفاذ هو تكلفة التنفيذ. مثل تكلفة البنية التحتية للبرج، حيث تتراوح تكلفة محطات القاعدة بين 20 000 و100 000 دولار أمريكي. ويمكن أن يتعقد نشر الشبكات الخلوية أيضاً بسبب صعوبة الطبوغرافيا، مما قد يجعل استخدام التكنولوجيا الخلوية في المواقع البعيدة أو في الطبوغرافيا الصعبة مكلفاً بشكل غير معقول، إن لم يكن غير عملي البتة. وتتطلب المقارنة بين عمليات نشر الشبكات باستخدام تكنولوجيات مختلفة مقارنات التكلفة الإجمالية التي تأخذ في الاعتبار مجموعة من العوامل، مثل مساحة التغطية الإجمالية وعدد محطات القاعدة الراديوية المطلوبة والوصلات الوسيطة. ويمكن لترتيبات التشارك في البنية التحتية بين مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة أن تساعد في خفض تكلفة توسيع شبكاتهم وتكثيفها.

الجدول 22. مساحة التغطية القصوى حسب التردد الراديوي (MHz) باستخدام LTE*

التردد (MHz)	نصف قطر الخلية (km)	مساحة التغطية (km^2)	عدد الخلايا النسبي (مقارنة بخصائص 450 MHz)
450	48,9	7 521	1
850	29,4	2 712	2,8
950	26,9	2 269	3,3
1 800	14,0	618	12,2
1 900	13,3	553	13,6
2 500	10,0	312	24,1

المصدر: J. Bright، LTE450 (عرض شرائح في ندوة LTE450 العالمية 2014) (Ovum، 2014)

*** هذه مقارنة نظرية لتغطية محطة القاعدة في عروض نطاق مختلفة، بناءً على تضاريس مسطحة، ومكبر مثبت على برج مزود بجهاز راديوي على ارتفاع 60 m فوق سطح الأرض، وبدون تداخل. ويمكن تحقيق مساحة التغطية القصوى عندما يكون المعيار الرئيسي هو انتشار الموجة وليس حمولة الحركة.**

[42] Google Loon هو مثال على محطات المنصات عالية الارتفاع المستخدمة كحل يقدم تغطية الميل الأخير مباشرة إلى الأجهزة.

الإطار 4. عمليات نشر الشبكات الخلوية في الميل الأخير (شبكات الاتصالات المتنقلة الإفريقية)

تعد شبكات الاتصالات المتنقلة الإفريقية (AMN) أحد الأمثلة على النشر الخلوي في المناطق الجغرافية الريفية والنائية لتوسيع الخدمة كي تشمل المجتمعات ذات الكثافة السكانية المنخفضة. وشبكات الاتصالات المتنقلة الإفريقية هي في الغالب مشغل التوصيلية كخدمة (انظر 2.3.2 نماذج الأعمال) وتعمل بالشراكة مع مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة مثل شركتي Orange وMTN عبر إفريقيا. وهي تنشر البنية التحتية النشطة والمنفعلة اللازمة لتشغيل شبكات الاتصالات المتنقلة نيابة عن شركائها من مشغلي الاتصالات المتنقلة في نماذج تقاسم الإيرادات ونفقات التشغيل (حيث يدفع المشغل لشبكات الاتصالات المتنقلة الإفريقية رسوماً ثابتة بدلاً من حصة من الإيرادات). وهي تشغِّل حالياً ما يقرب من 2 000 موقع في الكاميرون، وجمهورية الكونغو، وجمهورية الكونغو الديمقراطية، وغينيا بيساو، وغينيا، وليبيريا، ونيجيريا، وزامبيا، مع عمليات نشر مقررة أيضاً في السودان وجنوب السودان في عام 2020.

وتقدم شبكات الاتصالات المتنقلة الإفريقية (AMN) خدمة تجارية للمجتمعات النائية ذات الكثافة السكانية المنخفضة المستقرة (500 إلى 5 000 شخص) ومتوسطات الإيرادات المنخفضة من كل مستخدم (1,20 دولار أمريكي).

وتتضمن البنية التحتية النمطية لنشر الموقع إما برجاً يبلغ ارتفاعه 9,5 m وهو هوائي أحادي القطب أو برج شبكي بطول 20 m، وكلاهما يدعم معدات راديوية من الأجيال الثانية والثالثة والرابعة. وتعمل جميع المواقع بالطاقة الشمسية والبطارية، بأوقات تشغيل تصل إلى 99,8 في المائة أو أكثر على مدار العام، وتستخدم بشكل أساسي مطاريف ذات فتحات صغيرة جداً للوصلات الوسيطة (وهناك عدد قليل منها يستخدم الوصلات الوسيطة بالموجات الصغرية).

عمليات نشر المواقع الصغيرة النائية لشبكات الاتصالات المتنقلة الإفريقية (AMN) والتي تخدم عادةً حوالي 1 000 شخص. ويتراوح نصف قطر التغطية بين 1,5 و3 km للبرج الذي يبلغ ارتفاعه 12 m، وبين 3,5 و7 km للبرج الذي يبلغ ارتفاعه 20 m، حسب التضاريس.

المصدر: شبكات الاتصالات المتنقلة الإفريقية، نظرة عامة على شبكات الاتصالات المتنقلة الإفريقية كما نُشرت في موقع LinkedIn الإلكتروني، يناير 2017

مصادر إضافية:

http://www.africamobilenetworks.com/

https://media-exp1.licdn.com/dms/document/C4E1FAQF7O-xfEKuMvw/feedshare-document-pdf-analyzed/0?e=1592272800&v=beta&t=Za7bDiqlc1BtlC9GtXY8n5EdVfLHTkQNJVO4ghA2-Jc

3.6.2 الألياف البصرية

تنقل تكنولوجيا الألياف البصرية الغالبية العظمى من حركة بيانات بروتوكول الإنترنت (IP) العالمية، وتحمل 99 في المائة من حركة الإنترنت الدولية العابرة للحدود عبر كبلات الألياف البصرية الأرضية والبحرية.[43] وفي الوصلات الوسيطة، يعتبر سعر السعة الخاصة بالألياف البصرية أحد أكثر تكنولوجيات التوصيلية فعالية من حيث التكلفة.

وتُنشر أيضاً الألياف البصرية بشكل متزايد في شبكات النفاذ حيث تصبح أرخص وأقل تعقيداً في التثبيت. وتُمد عادةً مباشرةً إلى المباني أو إلى خزانة قريبة في حي محلي (حيث تُستخدم الأسلاك النحاسية القائمة أو الإرسال اللاسلكي للإرسال عبر المسافة النهائية).

وتتميز الألياف البصرية بالعديد من المزايا وهي: الأداء العالي وسعة البيانات العالية ومعدلات خطأ الإرسال المنخفضة. ولكنها لا تزال تكنولوجيا نفاذ عالية التكلفة نسبياً. على الرغم من أن عمليات النشر الهوائية يمكن أن تقلل إلى حد ما من تكلفة الميل الأخير، إلا أن التمديد تحت الأرض يظل مهمة مكلفة، لا سيما في المناطق التي لا توجد بها بنية تحتية منفعلة قائمة.

وعند تُجمع تلك التكلفة مع تكلفة معدات الشبكة النشطة اللازمة لنشر الألياف البصرية، يمكن أن تكون هذه التكنولوجيا باهظة التكلفة بالنسبة لبعض المواقع المحلية، مما يضيق نطاق الجدوى التجارية للألياف. ونظراً لأن تكلفة الأعمال المدنية لعمليات النشر تستفيد كثيراً من وفورات الحجم، فإن الألياف البصرية هي الأنسب للمناطق المكتظة بالسكان حيث يمكن الوصول إلى العديد من المستخدمين من خلال مرحلة واحدة من النشر.

وتتفاوت تكاليف نشر وصلات الألياف البصرية الوسيطة كثيراً وتتأثر بشكل أساسي بالأعمال المدنية وتكاليف الالتزام التنظيمي. وكشف استعراض لأحد برامج حكومة الولايات المتحدة المدعومة من الحكومة لنشر الأميال المتوسطة عن مجموعة واسعة من متوسط التكاليف لكل ميل من نشر الألياف البصرية، من حوالي 65 مليون دولار أمريكي لأكثر 000 10 ميل من الألياف البصرية فعاليةً من حيث التكلفة إلى ما يقرب من 820 مليون دولار أمريكي لأقل 000 10 ميل فعاليةً من حيث التكلفة، أو 500 6 دولار أمريكي لكل أكثر ميل فعاليةً من حيث التكلفة إلى 000 82 دولار أمريكي لكل أقل ميل فعاليةً من حيث التكلفة.[44] وفي تقديرات هيكل تكلفة عمليات نشر الألياف البصرية، يرتبط ما متوسطه حوالي 45 في المائة من عمليات الشبكة مباشرة بتكاليف النشر (استرداد النفقات الرأسمالية)، مما يبين طبيعتها الشرهة لرأس المال.

وتعد تكاليف النشر وتحديات التنسيق من العوائق الرئيسية لمد كبلات الألياف البصرية، لا سيما في المناطق الريفية. ويمكن تذليلها من خلال التركيز على الألياف البصرية الهوائية المعلقة على أعمدة الهاتف أو الكهرباء، على الرغم من الإرباكات المحتملة، في بعض الحالات، التي ينطوي عليها الحصول على الموافقة التنظيمية أو الاتفاقات التجارية المطلوبة. وفي بعض الولايات القضائية، يمكن اعتماد سياسات لتسهيل عمليات نشر الألياف البصرية (من قبيل سياسة "الحفر مرة واحدة"،[45] أو تسهيل حقوق الارتفاق،[46] أو تشريعات وقوانين قيام جهة واحدة بتهيئة تعليق الكبلات على الأعمدة[47]).

ومع ذلك، يمكن أن تغطي الألياف البصرية مساحة واسعة، حيث يبلغ مدى التكنولوجيا نفسها مئات الكيلومترات. وثمة ميزة أخرى للألياف في سعتها العالية جداً، إذ يمكن لخيط واحد من الألياف البصرية حمل عرض نطاق كافٍ لدعم احتياجات مستخدمين متعددين. ونظراً لأن كبلات الألياف البصرية نفسها (تسمى الألياف البصرية الداكنة) هي تكنولوجيا منفعلة، فإنها تستفيد من التطورات في تكنولوجيات الشبكة النشطة، بحيث يمكن استخدام نفس الكبل لتقديم خدمة أسرع باطراد لعدد أكبر من المستخدمين.

فعلى سبيل المثال، في تعدد الإرسال بتقسيم الموجة، يمكن ترقية سعة الألياف البصرية باستمرار باستخدام ترددات ضوئية متعددة. وتُنشر تكنولوجيا الشبكة البصرية المنفعلة، ولا سيما إصدار غيغابتة (GPON)، بشكل متزايد كطريقة لتكنولوجيا الألياف البصرية للوصول إلى مباني المستخدم النهائي (المنزل أو المكتب) بطريقة أيسر تكلفة، حيث لا تمتد معدات الشبكة النشطة إلا إلى بدالة مركزية. وبدلاً من نشر معدات نشطة للتعامل مع

---

43 NEC، أسرار الكبلات البحرية - إرسال 99 بالمائة من جميع البيانات الدولية!

44 س. ولستون ول. غامبوا، *الاستثمار العام في البنية التحتية للنطاق العريض: دروس من الولايات المتحدة والخارج* (معهد سياسة التكنولوجيا، يونيو 2017).

45 لجنة الاتصالات الفيدرالية، مدونة نموذجية للبلديات. مدونة نموذج اللجنة الاستشارية لنشر النطاق العريض لدى هيئة الاتصالات الفيدرالية من أجل فريق عمل البلديات (مشروع 81/91/7).

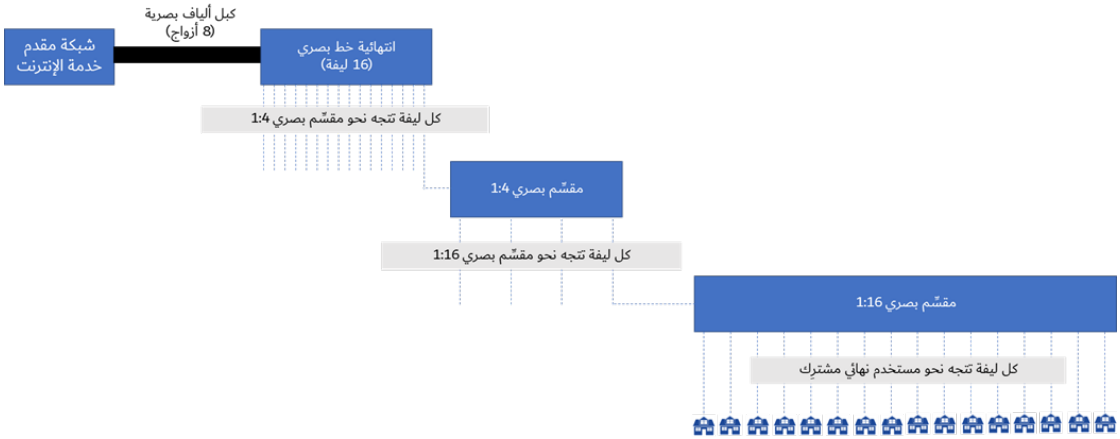
46 منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، *حقوق الارتفاق العامة لمد الألياف البصرية إلى المنزل*، أوراق الاقتصاد الرقمي لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، رقم 143 (منشورات منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، باريس، 2008).

47 انظر الرابط https://en.wikipedia.org/wiki/One_Touch_Make_Ready.

كل توصيل بمستخدم نهائي، يمكن للشبكة استخدام سلسلة من المقسمات البصرية لإيصال عرض النطاق من بدالة مركزية إلى مبان متعددة. وباستخدام هذا الأسلوب، يمكن لكبل واحد من الألياف البصرية ذي ثمانية خيوط مزدوجة (بما مجموعه 16 خيطاً من الألياف البصرية) خدمة ما يصل إلى 1 024 مشتركاً، مما يسهل تحقيق وفورات الحجم اللازمة للجدوى التجارية وخفض تكاليف النفاذ على المستخدمين النهائيين (انظر الشكل 25).

ويمكن لتوليفة من التحسينات في تكنولوجيا الألياف البصرية والسياسات التي تخفف من التكلفة العالية للأعمال المدنية لنشر الألياف البصرية أن تجعل الألياف البصرية ميسورة التكلفة حتى بالنسبة للمواقع المحلية النامية. وفي عدد من الأسواق الناشئة، يقدم مقدمو خدمات الإنترنت خدمة FTTH بمستويات متوسط الإيرادات من كل مستخدم (ARPU) تقل كثيراً عنها في الاقتصادات المتقدمة، بما يبين القدرة على تحمل تكاليف الخدمات عالية الصبيب. وتشمل الأمثلة على عروض النطاق العالية، وعروض الخدمات ميسورة التكلفة من مقدمي خدمات الإنترنت في الأسواق الناشئة، فريق البريد والاتصالات الفيتنامية، وهي شركة الاتصالات والبريد الوطنية المملوكة للحكومة التي تقدم خدمات الألياف البصرية ضمن العروة بمتوسط إيرادات شهري من كل مستخدم قدره 8,70 دولار أمريكي فقط.[48] وفي الوقت نفسه، تستوفي شركة WorldLink في نيبال، وهي أكبر مقدم لخدمات الإنترنت والشبكات في البلاد، متوسط إيرادات شهري من كل مستخدم بقيمة 10 دولارات أمريكية نظير الألياف البصرية ضمن العروة.[49]

الشكل 25. كيف يمكن لشبكة بصرية منفعلة بسعة GB 16 خدمة 1 024 مشتركاً



المصدر: مقتبس عن ج. بروير وآخرين، الحاشية 53

[48] ج. بروير وآخرون، *من التماثلية إلى الرقمية - السياسة الفلبينية وتكنولوجيات الإنترنت الناشئة* (مؤسسة آسيا، أكتوبر 2018).

[49] مقابلات مباشرة مع مقدمي خدمة الإنترنت أجراها صندوق Connectivity Capital، وهو صندوق استثماري مؤثر ومقدم لرأس مال الديون.

الإطار 5. عمليات نشر الألياف البصرية في المجتمعات المحلية الريفية (إسبانيا)

Guifi.net هي شبكة اتصالات مفتوحة النفاذ تستند إلى نموذج المشاعات الذي بدأ في عام 2004 في مقاطعة أوسونا في كاتالونيا، إسبانيا، لمعالجة نقص النطاق العريض في المناطق الريفية في ضوء قلة الاهتمام بين المشغلين التقليديين في تقديم الخدمة. واليوم، توجد لدى شبكة Guifi.net أكثر من 30 000 عقدة نشطة تعمل عبر 68 000 km من الوصلات (اللاسلكية وعبر الألياف البصرية). وفي عام 2009، بدأت الشبكة في نشر الألياف البصرية في المناطق الريفية في إطار مبادرة الألياف البصرية من مزارع النطاق العريض. ويمكن للشبكة أن تحقق تكلفة مخفضة لنشر الألياف البصرية في كل كيلومتر بسبب المشاركة النشطة للمجتمع المحلي.

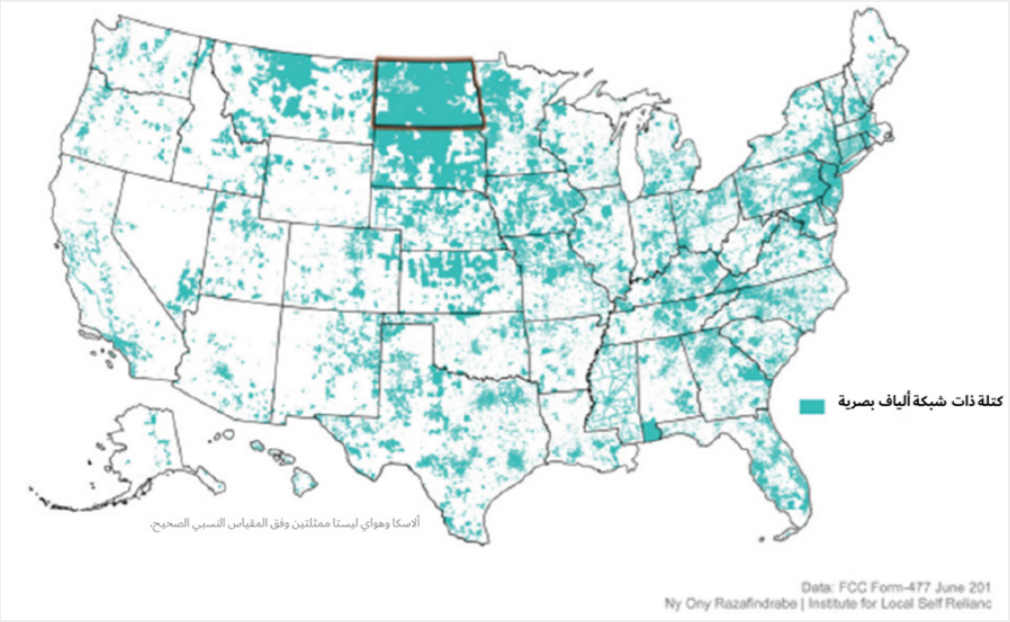
مثال على عمليات نشر الألياف البصرية الهوائية شبكة Guifi.net

المصدر: عرض رامون روكا، 14 نوفمبر 2019

موارد إضافية: https://guifi.net/ وhttps://en.wikipedia.org/wiki/Guifi.net

الإطار 6. عمليات نشر الألياف البصرية في المجتمعات المحلية الريفية (الولايات المتحدة)

في الولايات المتحدة، كانت الشبكات التعاونية البلدية والريفية في ولاية داكوتا الشمالية رائدة في مجال مد شبكات الألياف البصرية إلى المجتمعات المحلية في المناطق الريفية والنائية. وقد كانت جهودها مدفوعة جزئياً بالتعاون بين بدالات الهاتف الريفية الصغيرة وبالاستفادة من الاعتمادات الفيدرالية للاستثمار في البنية التحتية للنطاق العريض. واليوم، يتمتع أكثر من 75 في المائة من سكان الريف في الولاية بإمكانية النفاذ إلى الألياف البصرية (مقارنة بنسبة 20 في المائة فقط من سكان الريف على مستوى البلاد) وتغطي شبكات الألياف البصرية أكثر من 80 في المائة من الولاية.



النفاذ إلى شبكات الألياف البصرية حسب كتل التعداد السكاني (يونيو 2019) (داكوتا الشمالية مؤطرة بخط داكن)

المصدر: ك. كينبوم وآخرون، *كيف بنى المقدمون المحليون أفضل نفاذ إلى لإنترنت في البلاد في ريف داكوتا الشمالية* (معهد الاعتماد المحلي على الذات، مايو 2020)

4.6.2 الساتل

التكنولوجيا الساتلية هي تكنولوجيا ناضجة تُستخدم بشكل متزايد في اتصالات بيانات الإنترنت. ويوجد حالياً أكثر من 775 ساتلاً للاتصالات تدور حول الكوكب، وهذه التكنولوجيا مفيدة بشكل خاص للوصول إلى الضواحي والمناطق الجغرافية الريفية والنائية والنائية جداً التي تقع خارج امتداد البنية التحتية للاتصالات الأخرى.[50]

وتُستخدم التوصيلية الساتلية في مجموعة من سيناريوهات النشر المختلفة لدعم توصيلية الميل الأخير، من قبيل الوصلات الوسيطة المتنقلة ووصلات Wi-Fi والنطاق العريض المباشر إلى المباني. وتجمَّع السواتل عادةً في ثلاث فئات مختلفة: سواتل في مدار أرضي متزامن مع الأرض (GEO) وفي مدار أرضي متوسط (MEO) وفي مدار أرضي منخفض (LEO) (انظر الجدول 23 لمقارنة خصائص GEO وMEO وLEO).

وتقع سواتل المدار الأرضي المتزامن مع الأرض (GEO) عند أعلى علوها في الغلاف الجوي، على ارتفاع 786 35 km، في موقع ثابت بالنسبة إلى نقطة على الأرض. وعلوها يعني أن للبيانات المرسَلة من وإلى الساتل كموناً مرتفعاً نسبياً، بمتوسط كمون ذهاباً وإياباً قدره 477 ms. ولكن موقع سواتل المدار الأرضي المتزامن مع الأرض يعني أيضاً لزوم بضعة سواتل لتغطية الكرة الأرضية بأكملها، ويكفي وجود ثلاثة سواتل لتكون لها بصمة

[50] لجنة النطاق العريض التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات/اليونسكو والمعنية بالتنمية المستدامة، *حالة النطاق العريض لعام 2019. النطاق العريض كأساس للتنمية المستدامة* (جنيف، 2019).

في كل مكان تقريباً. وبفضل حزم السواتل الكبيرة ذات السعة العالية، يمكن للسواتل المتزامنة مع الأرض عالية الصبيب (GEO HTS) والسواتل عالية الصبيب جداً (VHTS) تحقيق معدلات بيانات تصل إلى 1 تيرابتة في الثانية.[51] وبتكلفة تتراوح ما بين 100 إلى 400 مليون دولار أمريكي لكل ساتل، تعد سواتل المدار الأرضي المتزامن مع الأرض الأغلى تكلفة للنشر. وتعوَّض تكلفتها جزئياً من خلال عمرها الفعال الطويل، حيث يمكن لكل ساتل تقديم الخدمة لمدة 15 إلى 20 عاماً.

وتوجد سواتل المدار الأرضي المتوسط (MEO) بين سواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO) وسواتل المدار الأرضي المتزامن مع الأرض (GEO) على ارتفاع يصل إلى 2 000 كيلومتر فوق سطح الأرض. ويحسِّن ذلك الكمون كثيراً، حيث يبلغ الكمون الكلي ذهاباً وإياباً إلى أقرب سواتل المدار الأرضي المتوسط حوالي 27 ms. ويظهر أحد عيوبها في ارتفاعها المنخفض الذي يستلزم المزيد من السواتل لتكون لها بصمة عالمية، بما يتراوح بين 5 سواتل و30 ساتلاً حسب ارتفاعها. وتكلف سواتل المدار الأرضي المتوسط ما بين 80 و100 مليون دولار أمريكي لكل ساتل ويتراوح عمرها الفعال بين 10 أعوام و15 عاماً.

وسواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO) هي فئة ناشئة من السواتل تعد بتقديم خدمة كمون منخفض للغاية للمستخدمين، تضاهي تلك التي تقدمها تكنولوجيات الأرض. وعند وضعها على ارتفاعات منخفضة تصل إلى 160 km فوق سطح الأرض، يمكن لسواتل المدار الأرضي المنخفض أن ينخفض كمونها ذهاباً وإياباً بما يصل إلى 2 ms وتقدم صبيباً يصل إلى 70 Gbit/s من كل ساتل.[52] وإذ تقل تكلفة سواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO) عن تكلفة سواتل المدار الأرضي المتزامن مع الأرض (GEO) والمدار الأرضي المتوسط (MEO) – بما يتراوح بين 45 مليون دولار أمريكي و500 000 دولار أمريكي لكل منها - يمكن أن ترتفع التكلفة الإجمالية لكوكبة من سواتل المدار الأرضي المنخفض، حيث قد تُتطلب مئات أو آلاف السواتل لتقديم تغطية عالمية بسبب حُزمها الأصغر. ولعل معلمات إضافية يتعين أن تؤخذ في الحسبان أيضاً، مثل تكاليف المطراف والمسيِّر متعدد البروتوكولات، وقد يكون للسواتل أيضاً عمر قصير نسبياً، حيث يُتوقع أن يمضي كل ساتل في الخدمة مدة 5 إلى 10 سنوات فقط. وتمثل سواتل المدار الأرضي المنخفض تكنولوجيا واعدة للتطبيقات التي تتطلب كموناً منخفضاً للغاية، ولتقديم الخدمة إلى المناطق التي لا توجد فيها بنية تحتية قائمة.

الجدول 23. خصائص ساتل المدار الأرضي المتزامن مع الأرض (GEO) والمدار الأرضي المنخفض (LEO) والمدار الأرضي المتوسط (MEO)

فئة الساتل	العلو	الدور المداري	الكمون (ذهاباً وإياباً)	عدد السواتل اللازم لتغطية الكرة الأرضية	تكلفة كل ساتل	العمر الفعال للساتل
GEO	35 786 km	24 ساعة	477 ms تقريباً	3*	100 إلى 400 مليون دولار أمريكي تقريباً	15 إلى 20 عاماً
MEO	2 000 إلى** 35 786 km	127 دقيقة إلى 24 ساعة تقريباً	27 إلى 477 ms تقريباً	من 5 إلى 30 (حسب العلو)	80 إلى 100 مليون دولار أمريكي	10 أعوام إلى 15 عاماً
LEO	160 إلى 2 000 km	88 دقيقة إلى 127 دقيقة	2 إلى 27 ms تقريباً	مئات أو آلاف (حسب العلو)	500 000 دولار أمريكي إلى 45 مليون دولار أمريكي تقريباً	5 إلى 10 أعوام

المصدر: مؤلفون مختلفون (انظر الملحق 2)

*** هذا لا يشمل مناطق خطوط العرض العليا، أي فوق الدوائر القطبية.**

**** نظرياً. وفي الممارسة العملية، من 5 000 إلى 20 000 km.**

يتطلب استخدام السواتل النفاذ إلى موارد الطيف المرخصة، حيث تعمل التكنولوجيات الساتلية في النطاقات الترددية الموزَّعة لها على وجه التحديد. وأكبر ميزة للسواتل هي منطقة تغطيتها الواسعة للغاية، إذ تتوفر الخدمة أينما كان هناك خط بصر إلى الساتل من محطة تقع في أي مكان ضمن البصمة الساتلية. وتقدم التوصيلية الساتلية تغطية عالمية تشمل الضواحي والمناطق الريفية والمعزولة. وعلى الرغم من ذلك، فإن الحلول الهجينة

[51] Viasat، التحول نحو العالمية.

[52] إ. رالف، تفيد شركة سبيس إكس (SpaceX) بأن سواتل ستارلينك (Starlink) المحسنة تتمتع بعرض نطاق وحزم أفضل وغير ذلك (منشور مدونة، تيسلاراتي (Teslarati)، 12 نوفمبر 2019).

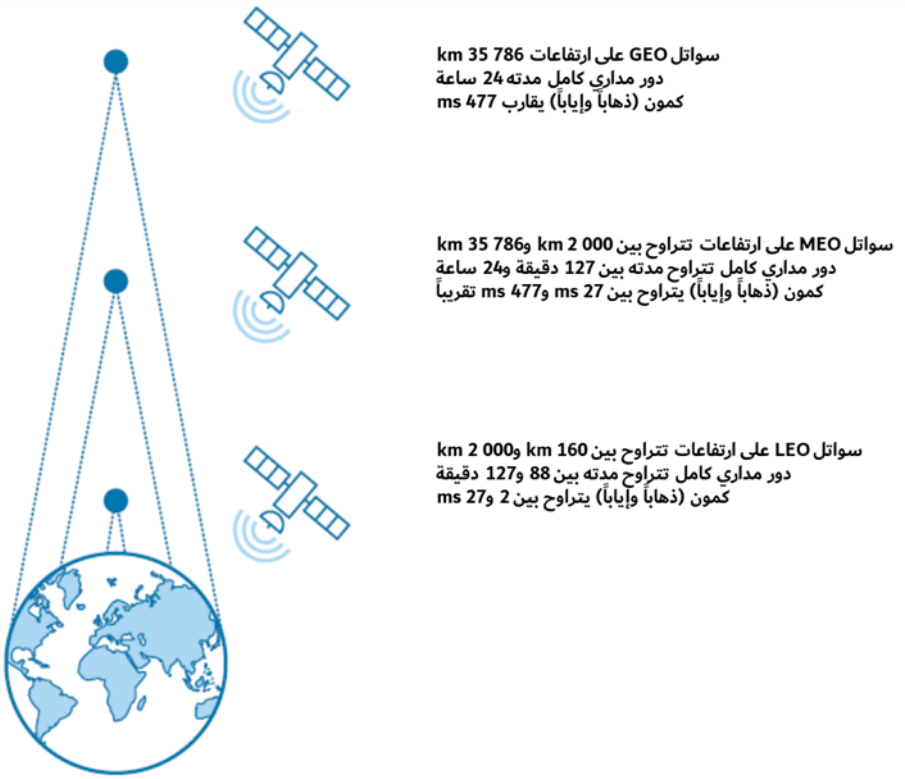
وعمليات النفاذ المباشر إلى النطاق العريض الساتلي ليست منتشرة في جميع القارات، لأنها لا تزال حلولاً مجهولة نسبياً. فبعض القارات متقدمة بالفعل، بينما لا يزال البعض الآخر منها يتطور.

وللنفاذ في الميل الأخير، تعد المطاريف ذات الفتحة الصغيرة جداً لمباني المستخدم النهائي منخفضة التكلفة نسبياً، لا سيما في الحالات التي لا تفرض فيها اللوائح الداعمة حواجز تنظيمية مثل رسوم ترخيص مرتفعة على الخدمة الساتلية أو رسوم استيراد على المعدات.[53] ولكن يمكن أن يكون تسعير عرض النطاق الساتلي أعلى مقارنة بالبدائل، وقد يكون توفر عرض النطاق محدوداً بدرجة أكبر، خاصةً بالمقارنة مع الألياف البصرية. فالسواتل نفسها باهظة الثمن، ويتطلب نشر الشبكات الساتلية الجديدة استثمارات رأسمالية كبيرة، بما في ذلك استثمارات في الساتل وإطلاقه ومحور المحطة الأرضية.

وبسبب الاستثمار الرأسمالي الكبير المطلوب، عادة ما ينفِّذ مشغلو السواتل من القطاع الخاص مشاريع تتضمن بناء وإطلاق ساتل. وقد تجد بعض البلدان أن الاستفادة من تلك القدرة القائمة مجزية التكلفة، بينما قد يجد البعض الآخر منها أن الخَيار الأكثر اقتصادا يتمثل في استخدام قدرة السواتل المحلية لسد الفجوة الرقمية. وتستمر تكاليف إنتاج وإطلاق جميع فئات السواتل في الانخفاض.

وبالتحسينات في التكنولوجيا الساتلية، تتزايد معدلات البيانات في الجيل التالي من السواتل المتزامنة مع الأرض (GEO) عالية الصبيب (HTS)، وسواتل المدار الأرضي المتوسط (MEO) الجديدة وعمليات نشر سواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO) الناشئة. ولسواتل المدار الأرضي المنخفض ميزة خاصة تتمثل في انخفاض الكمون، على الرغم من أن عمليات النشر أظهرت أن كمون السواتل المتزامنة مع الأرض مقبول لمكالمات VoIP ومكالمات الفيديو، وأن كمون سواتل المدار الأرضي المتوسط يقع ضمن مدى عمليات نشر مشغلي الاتصالات المتنقلة من الجيل الرابع (4G). ويوضح الشكل 26 الاختلافات بين كوكبات المدار الأرضي المتزامن مع الأرض والمدار الأرضي المتوسط والمدار الأرضي المنخفض.

الشكل 26. مقارنة خصائص ساتل المدار الأرضي المتزامن مع الأرض (GEO) والمدار الأرضي المنخفض (LEO) والمدار الأرضي المتوسط (MEO)، بما في ذلك مناطق التغطية*



[53] تعتبر التراخيص الشاملة ورسوم الاستيراد المتناسبة لمقدمي خدمات الإنترنت الساتلية أكثر السياسات المواتية لتقديم خدمة ميسورة التكلفة.

*** لا ترد في الشكل صور: سواتل صغيرة، سواتل نانوية، سواتل المكعبات في مدى يتراوح بين 50 و500 kg وهي تُستخدم عادةً لجمع البيانات العلمية وللترحيل الراديوي.**

يؤثر الكمون على تجربة المستخدم، وإن كان ذلك بطرق مختلفة. وإذ تُعرف السواتل بكمون أعلى، فإن بعض عمليات النشر في العالم الحقيقي تُظهر أن كمون المدار الأرضي المتزامن مع الأرض (GEO) مقبول لبعض تطبيقات النطاق العريض (بما في ذلك البث التدفقي والمكالمات الصوتية والفيديوية)، ويمكن أن يدعم كمون GEO وMEO شبكات الجيل الرابع LTE/(4G)، ويُتوقع أن يكون كمون LEO أقل من كمون GEO وMEO.

ويوضح الشكل 27 تأثير الكمون على الأداء والتجربة لتطبيقات مختلفة في بعض التطبيقات الاستهلاكية والصناعية المختارة. فبالنسبة للبعض، يمكن أن يكون التأثير على تجربة المستخدم ملحوظاً.

الشكل 27. تأثير الكمون على تطبيقات وخدمات مختارة

كيف يؤثر الكمون على تجربة المستخدم

في بعض التطبيقات، يقل تأثير الكمون على الأداء أو خبرة المستخدم. وفي بعض التطبيقات الأخرى، يمكن أن يكون التأثير ذا شأن على خبرة المستخدم، أو أن يجعل التطبيق غير قابل للاستخدام. وترد أدناه بعض الأمثلة المختارة على التطبيقات الاستهلاكية والصناعية.

الألياف البصرية | وصلة خلوية | وصلة Wi-Fi عمومية | ساتل

التطبيق	الحساسية للكمون	تقنيات التخفيف	واسطة الإرسال المرجَّحة
تلفزيون	منخفضة	بعضها متاح	
SCADA، وتطبيقات تليماتية أخرى	منخفضة	بعضها متاح	
خدمات البث التدفقي	منخفضة	كثيرة	
تحديثات عبر الأثير (OTA)	منخفضة	بعضها متاح	
تصفح الإنترنت	متوسطة	كثيرة، فعالة جداً	
تصفح الإنترنت المجفَّر	متوسطة	قليلة	
مؤتمرات صوتية وفيديوية	متوسطة	قليلة	
الحوسبة السحابية وERP	متوسطة - عالية	بعضها متاح	
التبادل التجاري عالي التواتر	شديدة جداً	قليلة	
V2V وV2X	حسب التطبيق	قليلة	
توصيلية التنقلية (على متن الطائرات/المركبات المائية/السيارات/القطارات)	حسب التطبيق	كثيرة	
إنترنت الأشياء (IoT)	حسب التطبيق	قليلة جداً	

المصدر: رابطة مشغلي السواتل في أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا

7.2 تكنولوجيات الوصلات الوسيطة

تعد الوصلات الوسيطة لشبكة النفاذ في الميل الأخير الأسلوب التي تحصِّل الشبكة من خلاله عرض النطاق من المصدر لتوزيعه على عملائها. ويمكن استخدام تكنولوجيات متنوعة وترتيبات الأعمال المقابلة لها في الوصلات الوسيطة؛ ولكل منها خصائصها الخاصة التي تحدد مدى ملاءمتها لسياق معين. ويقدم هذا القسم لمحة موجزة عن تكنولوجيات الوصلات الوسيطة المختلفة ومقارنة بين مزاياها وعيوبها لاستخدامها في سياقات مختلفة.

ويشيع أيضاً استخدام مجموعة من التكنولوجيات المختلفة في شبكات النفاذ لمسافات أطول في وصلات الميل الأوسط/الوصلات الوسيطة. وفي حين أن غالبية حركة البيانات للوصلات الأرضية في شبكات الوصلات الوسيطة تمر عبر وصلات الموجات الصغرية، لا يزال استخدام تكنولوجيات أخرى مثل الألياف البصرية والوصلات الساتلية والخلوية وحتى الأسلاك النحاسية جارياً اليوم. ويستمر التخلص التدريجي من الأسلاك النحاسية، ولكن تُستخدم التكنولوجيات اللاسلكية والناشئة الأخرى (مثل WiMAX وHAPS) حالياً في حالات محدودة.

وتكنولوجيا الموجات الصغرية، صاحبة أكبر حصة من الحركة الأرضية في الوصلات الوسيطة، تستخدم ترددات فائقة العلو أو أعلى في وصلات الشبكة الراديوية اللاسلكية عالية القدرة وعالية السعة بين الأبراج التي توصل

شبكات النفاذ في الميل الأخير بالشبكة الفقرية الوطنية. وهذه الوصلات، التي عادة ما تتخذ شكل مرحلات من نقطة إلى نقطة تتطلب طوبولوجيا و/أو أبراجاً لتقديم خط بصر مباشر بين الأجهزة الراديوية، يمكن أن تكلف أقل لكل مسافة من مسافات نشر الألياف البصرية، خاصة في المناطق الجغرافية والتضاريس حيث الطوبوغرافيا أو غيرها التحديات المادية (مثل المسطحات المائية) تعيق نشر الألياف البصرية. ويمكن أن تغطي وصلات الموجات الصغرية عالية القدرة ما بين عشرات وعدة مئات من الكيلومترات في قفزة واحدة، وتُستخدم قفزات متعددة في إرسالات الوصلات الوسيطة.

وتعمل الوصلات اللاسلكية الاتجاهية عادةً بأسلوب نظير إلى نظير، وتُستخدم بشكل أساسي كبديل فعال من حيث التكلفة يشبه الأسلاك في قطاع الوصلات الوسيطة لتوصيل تكنولوجيات الميل الأخير بالشبكة الفقرية، وعادةً ما تُستخدم لتقديم محطات قاعدة متنقلة ونقاط نفاذ Wi-Fi أو لتلبية احتياجات الاتصالات لمصالح الأعمال والمدارس التي تقدم بدورها حل النفاذ الخاص بها (مثل الإثرنت وWi-Fi وLTE).

ويتمثل العيب الرئيسي للوصلات الوسيطة بالموجات الصغرية في الحاجة إلى خط بصر قد يمثل تحدياً في المناطق الجبلية وغيرها من التضاريس الصعبة. ويمكن أن تكون الحاجة إلى نقطة حضور قريبة عاملاً مقيداً أيضاً؛ ففي حال عدم تيسر محطة صغرية موصولة بالألياف البصرية في خط البصر، سيلزم بناء مرحِّل ميكروي، مما يزيد من تكلفة النشر. وكتكنولوجيا لاسلكية، فإن الاتصالات الراديوية بالموجات الصغرية تخضع أيضاً للوائح الطيف الراديوي التي يمكن أن تختلف حسب الولاية القضائية الذي توجد فيها الشبكة.

ويمكن لوصلات الألياف البصرية الوسيطة التي تستخدم كبلات الألياف البصرية لتقديم عرض النطاق إلى الشبكة، أن تقدم باتساق عرض النطاق بسرعة عالية. ومن خلال تقديم التوصيلية بسرعة الضوء، يرتقي باستمرار الحد الأقصى المسموح به لعرض النطاق الذي يمكن إرساله عبر الألياف البصرية، حيث تُطوَر معدات الشبكة النشطة المستخدمة في الإرسال دون تطلّب تبديل كبلات الألياف البصرية بالضرورة.

وقد يكون نشر الألياف البصرية صعباً ومكلفاً، ولكن يصعب استخدامها بشكل خاص في التضاريس الصعبة. لذلك فهي مثالية في المناطق الحضرية الكثيفة ذات مسارات البنية التحتية القائمة حيث يمكن، بالاستفادة أيضاً من وفورات الحجم، تنفيذ وصلات الألياف البصرية الوسيطة بتكلفة منخفضة. وتعتمد وصلات الألياف البصرية الوسيطة أيضاً على توفر نقطة حضور بالقرب نسبياً من شبكة النفاذ في الميل الأخير، مما قد يمثل تحدياً في المجتمعات البعيدة أو المعزولة. وبالاقتران مع متطلبات عرض النطاق المنخفضة نسبياً للمجتمعات الريفية، يمكن أن يكون استخدام وصلات الألياف البصرية الوسيطة لشبكات الميل الأخير الريفية غير اقتصادي. ولكن في حال التغلب على هذه العوامل، يمكن أن تكون الألياف البصرية مناسبة لعمليات النشر الريفية وهي طريقة جيدة لضمان وجود البنية التحتية اللازمة لتلبية الطلبات المتزايدة للمنطقة المحلية.

والتكنولوجيا اللاسلكية الأخرى التي يمكن استخدامها للوصلات الوسيطة هي التكنولوجيا الخلوية. وتعتمد الوصلات الخلوية الوسيطة على ترددات البيانات المتنقلة لإيصال عرض النطاق إلى الشبكة. وتوصل الشبكة بمحطة قاعدة خلوية تحصل بدورها على عرض النطاق الخاص بها من الألياف البصرية أو الموجات الصغرية. وحسب السياق وتكنولوجيا الاتصالات المتنقلة المحددة، يمكن أن تكون التكنولوجيا الخلوية موجودة في كل مكان ويمكن أن تقدم سرعات كافية لإعادة التوزيع باستخدام شبكة الميل الأخير، على الرغم من أن عرض النطاق الإجمالي يمكن أن يكون محدوداً، خاصة بالمقارنة مع الألياف البصرية.

ومثل تكنولوجيا الموجات الصغرية، يمكن أن تقدم التكنولوجيا الخلوية نفاذاً ملائماً إلى عرض النطاق في الأماكن التي تكون فيها الألياف البصرية غير اقتصادية أو صعبة النشر. وعلى عكس الموجات الصغرية، لا تتطلب التكنولوجيا الخلوية خط بصر من أجل الحصول على توصيل. ومع ذلك، يمكن أن يكون للموجات الصغرية مدى فعال أطول من التكنولوجيا الخلوية، مما يؤدي إلى المشكلة الرئيسية في استخدام الوصلات الخلوية كوصلات وسيطة وهي: الحاجة إلى القرب من محطة قاعدة خلوية. وإذ يمكن استخدام الموجات الصغرية عبر مسافات أطول لتوصيل حتى المجتمعات المعزولة، فإن توفر الوصلات الوسيطة الخلوية محدود بمدى أقرب برج خلوي، والذي يُستبعد لأسباب تتعلق بالتكلفة أن يكون موجوداً في المناطق قليلة السكان.

ويمكن أن يكون نصب برج خلوي باهظ التكلفة، وربما يكون ذلك أحد الأسباب الرئيسية لكون تشغيل الأبراج الخلوية مقتصراً عادةً على مقدمي خدمات كاملة (الصوت والرسائل النصية القصيرة والبيانات). وتكلفة البنية التحتية للشبكة الخلوية، المقدرة بحوالي 000 200 إلى 000 250 دولار أمريكي لكل موقع، تعني أن المشغلين لن يقوموا بنصب برج إلا عندما تتحقق جدوى تجارية للنشر.[54] ولسوء الحظ، لا ينطبق ذلك عادةً إلا في المواقع الحضرية وشبه الحضرية، ويستبعد المجتمعات الريفية وغيرها من المجتمعات النائية أو المعزولة. وبالتالي، في

[54] GSMA، *التغطية الريفية: استراتيجيات الاستدامة (دراسات حالة قُطرية)* (2015)، ص. 15.

حين أن استخدام الوصلات الوسيطة الخلوية قد يكون أسهل من استخدام الألياف البصرية، فإن تطبيقه مماثل من حيث أنه أنسب للمناطق الحضرية أو ذات الكثافة السكانية العالية.

وثمة نظام ذو صلة هو النفاذ اللاسلكي الثابت الذي يستخدم تكنولوجيات مثل الجيل الرابع (4G) والجيل الخامس (5G) لتقديم توصيلية بمدى يصل إلى 10 km. وبصبيب محتمل يتراوح بين 20 و1 000 Mbit/s، يقدم النفاذ اللاسلكي الثابت وصلات عالية السعة للوصلات الوسيطة بمتطلبات للبنية التحتية تماثل متطلبات نظيره الخلوي. ونظراً لمداه القصير مقارنة بالموجات الصغرية، فإن النفاذ اللاسلكي الثابت يتطلب مكررات متعددة لتغطية مساحة واسعة. وهو يعتمد أيضاً على شبكة قائمة للحصول على عرض النطاق، مما يحصر استخدامه بالأماكن التي تتوفر فيها نقطة حضور قريبة.

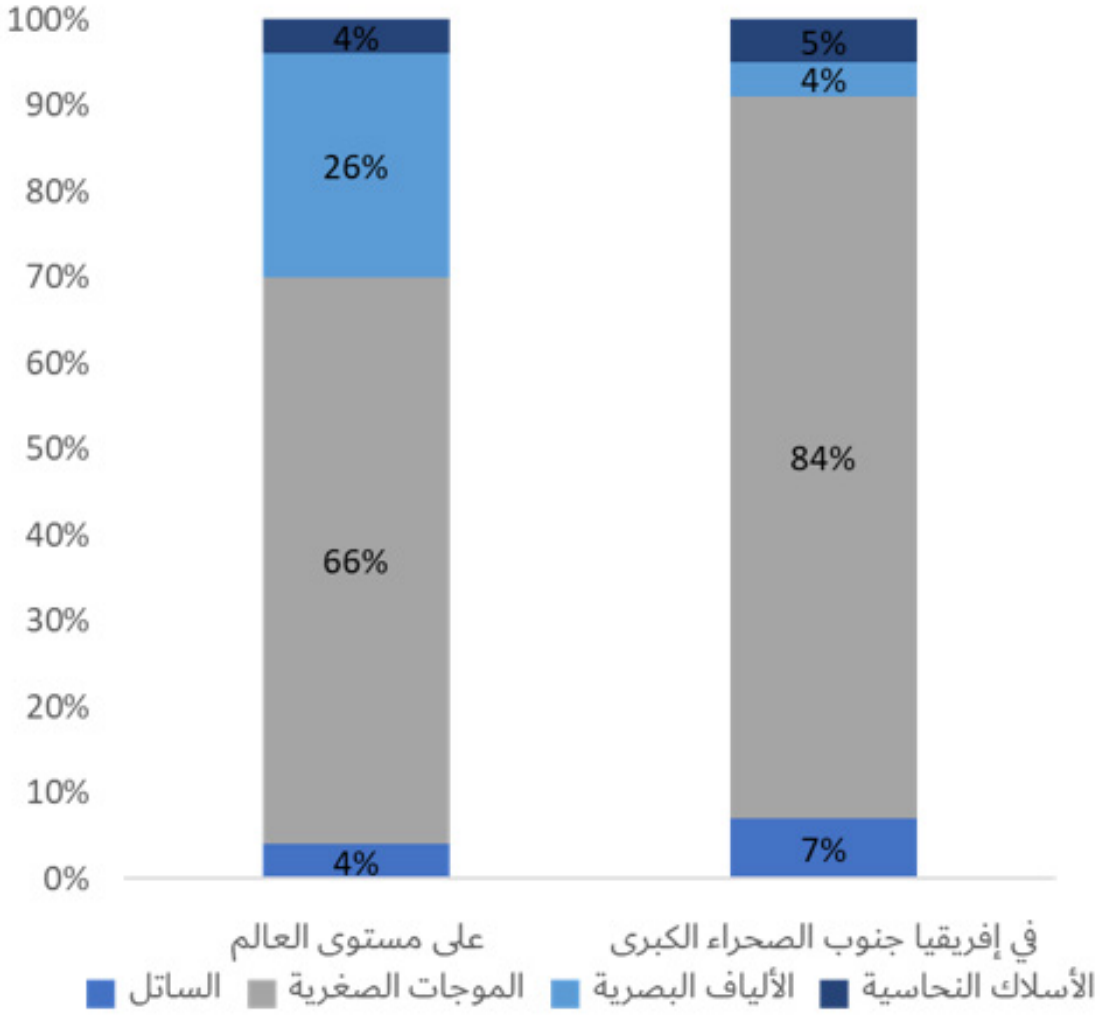
وفي المناطق التي لا تتوفر فيها نقطة حضور للأرض، قد يكون الساتل هو التكنولوجيا الوحيدة المتاحة للوصلات الوسيطة. وتعتمد الوصلات الوسيطة الساتلية على مقدمي عرض النطاق الساتلي لتوصيل أنأى المجتمعات المحلية. وحسب النوع الدقيق للتكنولوجيا المستخدمة، يمكن نشر الوصلات الوسيطة الساتلية بسرعة، دون الحاجة إلى بناء البنية التحتية المكلفة والصعبة تقنياً واللازمة لتكنولوجيات الوصلات الوسيطة الأخرى.

وعلى الرغم من أن السواتل تتمتع بميزة على تكنولوجيات الوصلات الوسيطة الأخرى لسهولة وسرعة النشر، إلا أن جودة خدمتها تتخلف عن بدائل مثل الألياف البصرية، لا سيما من حيث عرض النطاق والكمون. وحسب التكنولوجيا الساتلية المحددة والنطاق المستخدم، يمكن أن تتردى الجودة أيضاً في ظروف مناخية معينة. ومع ذلك، تعتبر السواتل تكنولوجيا فعالة للوصلات الوسيطة في المناطق التي لا توجد فيها خيارات أخرى لشراء عرض النطاق. وتبقى التكلفة هي التحدي الأكبر لاستخدام السواتل. ومع ذلك، فإن تكلفة عرض النطاق الساتلي آخذة في الانخفاض، لا سيما مع إطلاق سواتل HTS GEO وكوكبات المدار الأرضي المنخفض الناشئة. وفي حين أن تكلفة عرض النطاق الساتلي أعلى بالمقارنة من أساليب الوصلات الوسيطة الأخرى، تتحقق وفورات بفضل الاستغناء عن بنية تحتية أرضية لتوصيل الميل الأخير.

أما الشكل 28، الذي يصور حصص الحركة الإجمالية للمكالمات الصوتية والبيانات المتنقلة ضمن الوصلات الوسيطة على مستوى العالم وفي إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى في عام 2017، فهو يوضح أن معظم الأماكن في العالم اليوم تعتمد غالباً على الموجات الصغرية للشبكات الخلوية، ولكن أيضاً على الألياف البصرية والساتل. ولكنه يوضح أيضاً أن الأنظمة الساتلية LEO وMEO (بالإضافة إلى HAPS) يجري نشرها وقد تقدم بدائل مقنعة للوصلات الوسيطة بالموجات الصغرية من نقطة إلى نقطة، نظراً لقدرتها على تغطية جميع المناطق الجغرافية بشكل فعال من حيث التكلفة ولسهولة نشرها. وقد استُخدمت تكنولوجيات السواتل مؤخراً لتوسيع وترقية شبكات الاتصالات المتنقلة الأرضية من الجيل الثاني (2G) إلى الجيل الثالث (3G) والجيل الرابع (4G)، وكثيراً ما جرى ذلك في توليفة مع الوصلات الأرضية الثابتة. وكانت هناك عمليات نشر واعدة من هذا القبيل في بلدان متنوعة مثل شيلي وجمهورية الكونغو الديمقراطية وميانمار وبابوا غينيا الجديدة.[55]

[55] انظر، على سبيل المثال، Intelsat، شركتا Intelsat وAMN تجليان التوصيلية المتنقلة إلى الموقع رقم 1000 في إفريقيا جنوب الصحراء (Intelsat Corporate Communications، 20 أبريل 2020) وHISPASAT، HISPASAT proveerá enlaces satelitales en banda Ka para extender la Red Compartida de Altán en zonas remotas de México (بيان صحفي، 4 يونيو 2020).

الشكل 28. الوصلات الوسيطة للمكالمات الصوتية والبيانات المتنقلة حسب الأسلوب، على مستوى العالم وفي إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى (2017)



المصدر: هاندفورث، الحاشية رقم 3

يقدم الجدول 24 مقارنة موجزة بين تكنولوجيات الوصلات الوسيطة المختلفة وخصائصها.

الجدول 24. مقارنة تكنولوجيات الوصلات الوسيطة الشائعة

تكنولوجيا الوصلات الوسيطة	إمكانية الصبيب/ جودة الخدمة	المدى	النفقات الرأسمالية لنشر شبكة جديدة	نفقات التشغيل	البنية التحتية المطلوبة	ملاءمة لعمليات النشر الريفية	المزايا	العيوب
الموجات الصغرية	Mbit/s 200+-5	مئات الكيلومترات	أقل	أقل	معدات راديوية، أبراج/ أعمدة	نعم	سعة عالية؛ معدات منخفضة التكلفة؛ نشر منخفض التكلفة	تتطلب خط بصر؛ قيود الترخيص
الوصلات الوسيطة الساتلية (GEO, MEO)	Mbit/s 1 600-1	آلاف الكيلومترات	متوسطة إلى عالية	متوسطة إلى عالية	السواتل، المحطات الأرضية المحورية، المحطات الأرضية البعيدة	نعم	تغطية واسعة؛ سهولة النشر؛ تتغلب على التحديات الطبوغرافية	الكمون. التكلفة
الألياف البصرية	Mbit/s 1 000-100	مئات الكيلومترات	عالية	متوسطة	كبل الألياف البصرية الممدود في الأرض أو الهواء عبر أعمدة	ربما	أعلى السرعات؛ الموثوقية؛ المرونة (ترقيات)	التكلفة؛ وقت النشر؛ امتداد جغرافي محدود

المصدر: مقتبس من مصادر متنوعة، بما فيها الاتحاد الأوروبي، وشركة سيسكو (Cisco)، وشركة هواوي (Huawei)، والاتحاد الدولي للاتصالات، ومصرف التنمية للبلدان الأمريكية، والبنك الدولي ورابطة مشغلي السواتل في أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا (المراجع التقنية مدرجة في الملحق 2)

8.2 تكنولوجيات النفاذ الناشئة

إن مختلف التكنولوجيات الناشئة قيد التطوير حالياً للاستخدام التجاري تَعد بتحسين التغطية وجودة التوصيلية. وقد سبق استخدام هذه التكنولوجيات الناشئة، في بعض الحالات، لتقديم النفاذ إلى المناطق النائية كاختبار لمدى صلاحيتها. وبعضها، مثل سواتل المدار الأرضي المنخفض والألياف البصرية عبر خطوط توزيع الجهد المتوسط الهوائية، هي إصدارات أحدث أو تكييفات للتكنولوجيا القائمة، في حين أن البعض الآخر، مثل الاتصالات البصرية في الفضاء الطلق وHAPS، هي تطورات جديدة نسبياً.

وعند تفحص التكنولوجيات الناشئة للنفاذ في الميل الأخير، من المهم النظر في مدى ملاءمتها للنشر الريفي. ويستبعد ذلك استخدام تكنولوجيات مثل التعرف على الترددات الراديوية ووصلة Bluetooth منخفضة الطاقة خفيفة الأمانة التي تعمل بشكل أفضل على مسافات قصيرة في المناطق المكتظة بالسكان. ولكن بدون عمليات نشر تجارية واسعة النطاق، تظل جدواها المالية موضع تساؤل.

والمساحة التلفزيونية البيضاء (TVWS) هي جزء من الطيف يقع في النطاق الموزَّع للخدمة الإذاعية ويستعمل للإذاعة التلفزيونية. وتحددها إدارة ما بوصفها متاحة للاتصالات اللاسلكية في وقت معيَّن وفي منطقة جغرافية معيَّنة على أساس عدم التداخل وعدم الحماية فيما يتعلق بالخدمات الأخرى ذات الأولوية الأعلى على أساس وطني.[56]

والمساحة التلفزيونية البيضاء تقدم مثالاً على تكنولوجيا الميل الأخير التي تستفيد من النفاذ الدينامي إلى الطيف وتقوم "بالاستخدام الانتهازي" للطيف، في منطقة معينة وفي وقت محدد، لا سيما في الترددات التي لا تستخدمها خدمة أولية (مثل الإذاعة التلفزيونية). وفي مثل هذه الحالات، يمكن لخدمات أخرى استخدام الطيف بشكل انتهازي. ويمكن أن تمتد المساحة التلفزيونية البيضاء إلى مسافات طويلة وترسل عبر طبوغرافيا كثيفة أو صعبة، إلى ما وراء خط البصر. ولكن فإن الترددات المنظورة في المساحة التلفزيونية البيضاء موزَّعة حالياً للإذاعة التلفزيونية، ولم تعتمد جميع الولايات القضائية قواعد لاستخدامها في إيصال البيانات. وهذا لم يجعل استخدام المساحة التلفزيونية البيضاء تحدياً قانونياً فحسب، بل صعَّب أيضاً معالجة مشاكل التداخل الحرجة، نظراً لمدى محطة المساحة التلفزيونية البيضاء. والجدوى التجارية للمساحة التلفزيونية البيضاء غير مؤكدة، إذ يتعذر ضمان حيازة الطيف على المدى الطويل.

وثمة تكنولوجيا لاسلكية ناشئة أخرى، هي محطات المنصات عالية الارتفاع (HAPS)، وهي تستخدم حالياً بالونات عالية الارتفاع أو طائرات بدون طيار ذاتية القيادة لاستضافة معدات نفاذ ترسل التوصيلية إلى الأرض. ومحطات المنصات عالية الارتفاع هي محطات موجودة على جسم واقع على ارتفاع يتراوح بين 20 و50 km، عند نقطة اسمية محددة ثابتة بالنسبة إلى الأرض. وتتكون الأنظمة التي تستخدم محطات المنصات عالية الارتفاع من محطة منصة عالية الارتفاع ومحطات أرضية تقع عند انتهائية المستخدم النهائي. ويمكن أن تقدم توصيلية النطاق العريض من محطة منصة عالية الارتفاع النفاذ إلى الإنترنت للمستخدمين إما بشكل مباشر (مثل النفاذ من المنزل) أو كوصلة وسيطة للنفاذ. يمكن أن تكون حلاً بديلاً في المناطق التي تصعِّب التضاريس الصعبة أو العوامل الأخرى نشر البنية التحتية التقليدية.

ونظراً لارتفاعها، يمكن أن يصل مدى محطات المنصات عالية الارتفاع (HAPS) إلى آلاف الكيلومترات وهي مناسبة لإيصال التوصيلية حتى إلى المناطق الريفية النائية. واستخدم تنفيذ شركة Google لمحطات المنصات عالية الارتفاع، المعروف باسم مشروع لون (Project Loon)، معدات خلوية لتقديم النفاذ إلى مواقع الاختبار، فسهَّل الحصول على التوصيلية على أجهزة الاتصالات المتنقلة وغيرها من المعدات التي تستخدم التكنولوجيا.[57]

---

[56] الاتحاد الدولي للاتصالات، *مقدمة إلى الأنظمة الراديوية الإدراكية في الخدمة المتنقلة البرية*، التقرير ITU-R M.2225 (2011)، السلسلة M، الخدمات المتنقلة وخدمات الاستدلال الراديوي، وخدمات الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة.

[57] إن لوائح الراديو العالمية الناظمة لمحطات المنصات عالية الارتفاع مرنة. انظر، على سبيل المثال، لوائح الراديو التالية:

- الرقم 66A.1: محطة منصة عالية الارتفاع: محطة توجد على جسم واقع على ارتفاع يتراوح بين 20 و50 km، عند نقطة اسمية محددة ثابتة بالنسبة إلى الأرض.
- الرقم 66.1: المحطة الثابتة: هي محطة في الخدمة الثابتة.
- الرقم 23.4: تقتصر الإرسالات إلى محطات المنصات عالية الارتفاع أو منها على النطاقات المحددة لها صراحة في المادة 5.
- الرقم 388A.5: يجوز استخدام محطات المنصات عالية الارتفاع كمحطات قاعدة في إطار المكوّنة الأرضية في الاتصالات المتنقلة الدولية، في النطاقات 885 1-980 MHz و010 2-025 MHz و110 2-170 MHz في الإقليمين 1 و3، وفي النطاقين MHz 885 1-980 و110 2-160 MHz في الإقليم 2، وأن استعمال تطبيقات الاتصالات المتنقلة الدولية محطات المنصات عالية الارتفاع كمحطات قاعدة لا يحول دون استعمال هذه النطاقات من جانب أي محطة في الخدمات الموزعة عليها هذه النطاقات ولا يعطي أولوية في لوائح الراديو.

ويجب على محطات المنصات عالية الارتفاع باعتبارها محطة قاعدة للاتصالات المتنقلة الدولية أن تلتزم بالمعلمات التقنية المحددة في القرار 221 (Rev.WRC-07).

وهذا، إلى جانب سهولة نشر محطات المنصات عالية الارتفاع، يجعلها خيارات جذابة لنشر توصيلية الطوارئ عند الضرورة.

أما سواتل المدار الأرضي المنخفض، التي نوقشت سابقاً، فهي مصممة للعمل في صفيف من أجل تقديم تغطية عالمية (بما في ذلك الأغطية القطبية، فوق خط عرض 67 درجة). وتهدف كوكبات السواتل في المدار الأرضي المنخفض إلى تغطية أجزاء من الكرة الأرضية، مما يتيح التوصيلية على مدار الساعة مع المحطات الأرضية التي تحافظ على خط البصر مع فرادى السواتل.

وتتضمن أمثلة مشاريع توصيلية مدار أرضي منخفض (LEO)، ساتل Starlink من شركة SpaceX الذي يهدف إلى بدء تقديم نفاذ أولي في المستقبل القريب. ومن الاعتبارات المهمة بالنسبة لسواتل المدار الأرضي المنخفض تكلفتها: فإطلاق مئات السواتل مكلف، مما يجعله نشاطاً تقوم به الكيانات التجارية بشكل أساسي. وإذ لا تزال الأسعار والتفاصيل الأخرى غير واضحة، فإن منطقة تغطية كوكبات المدار الأرضي المنخفض تجعلها خياراً واعداً لتقديم التوصيلية إلى المناطق التي لا تتوفر فيها بنية تحتية أخرى.

ويعد استخدام الموجات المليمترية (mmWave) حلاً لاسلكياً ناشئاً آخر يهدف إلى تقديم التوصيلية باستخدام ترددات عالية جداً (30 GHz وما فوق). وطبيعة الترددات المعنية تعني أن مداها يقتصر على مئات الأمتار على الأكثر. ولكن هذا يعني أيضاً أن الصبيب المحتمل للتكنولوجيا عال جداً، بسرعات تصل إلى 20 Gbit/s. ويتضمن تطبيق الموجات المليمترية نشر شبكات الجيل الخامس (5G).

علاوة على ذلك، ومن أجل الاستفادة الكاملة من إمكانات الموجات المليمترية، فإن وصلات الألياف البصرية الوسيطة مطلوبة لتقديم عرض النطاق اللازم. وهذان الاعتباران مجتمعان يجعلان الموجات المليمترية غير مناسبة لعمليات النشر الريفي، ويقصرانها إلى حد كبير على المناطق الحضرية المكتظة بالسكان.

وبالمقارنة، تعد تكنولوجيا المدى الطويل (LoRa) حلاً منخفض القدرة ومنخفض الصبيب باستخدام ترددات ما دون الغيغاهيرتز في النطاقات الصناعية والعلمية والطبية الخالية من الترخيص. ويبلغ مدى المدى الطويل عشرات الكيلومترات وهو مصمم بشكل رئيسي لتستخدمه أجهزة إنترنت الأشياء. على الرغم من أن مداه يوحي بأنه مناسب للنشر في المناطق الريفية، بيد أن قيمته قد تكون محدودة بالسرعات المنخفضة جداً التي يمكنه تقديمها - حتى 50 Kbit/s ليس إلا. في حين أن هذا قد يكفي كي تتواصل أجهزة إنترنت الأشياء، إلا أنه سيصعّب كثيراً مشاهدة أي وسائط متعددة عبر الإنترنت. وتستخدم تكنولوجيا المدى الطويل أيضاً أجهزة راديوية مخصصة لا توجد عادةً في أجهزة المستخدم النهائي، مما يقصر تطبيقها على إنترنت الأشياء. فيستفاد من المدى الطويل للاتصالات المحدودة وليس كتكنولوجيا نطاق عريض.

وتستخدم الاتصالات البصرية في الفضاء الطلق أطوال موجات بصرية لإرسال كميات هائلة من البيانات على مدى عدة كيلومترات. ولذلك، يتراوح صبيبها المحتمل بين عشرات ومئات Gbit/s، أي إنها أسرع بكثير من الحلول اللاسلكية الأخرى. ونظراً لأن الاتصالات البصرية في الفضاء الطلق تنطوي على معدات متخصصة تستخدم الضوء لنقل البيانات عالية السرعة، فإنها تُستخدم بشكل رئيسي في الوصلات الوسيطة وتتطلب طبقات أخرى من المعدات قبل أن يتمكن المستخدمون النهائيون من النفاذ إلى التوصيلية. وهي واعدة بشكل رئيسي كحل بديل للوصلات الوسيطة، بما في ذلك ضمن المناطق الريفية حيث يوجد خط بصر بين المعدات.

والاتجاه الناشئ في التكنولوجيا السلكية هو الألياف البصرية عبر خطوط توزيع الجهد المتوسط الهوائية (OHMV) التي تستخدم التحكم الإشرافي والبنية التحتية لتحصيل البيانات من أجل تمكين شبكة القدرة الكهربائية من إيصال التوصيلية إلى المباني. وكما هو الحال مع الألياف البصرية بشكل عام، تتمتع الألياف البصرية عبر خطوط توزيع الجهد المتوسط الهوائية بجودة خدمة عالية جداً، مما يقدم سرعات متوسطة تتراوح بين 100 Mbit/s و1 Gbit/s. ويصل مداها أيضاً إلى مئات الكيلومترات، وكونها أطول بثماني مرات من خطوط الجهد العالي يمنحها إمكانية الوصول إلى عدد أكبر بكثير من المستخدمين النهائيين. ولكن كي تعمل الألياف البصرية عبر خطوط توزيع الجهد المتوسط الهوائية، يجب استثمار مبالغ كبيرة في البنية التحتية المنفعلة ومعدات الشبكة النشطة على السواء، ولا يُعرف ما إذا كانت الجهات المعنية بالقدرة الكهربائية على استعداد لبذل موارد لتحقيق هذه الغاية.

ويعرض الجدول 25 عدداً من تكنولوجيات التوصيلية الناشئة ويقارن خصائصها. ولا يزال عدد من هذه التكنولوجيات في مرحلة التجربة؛ وقد لا تكون متاحة تجارياً وقد لا تكون النظم الإيكولوجية لسوقها قد بلغت بعد مستوى نضج التكنولوجيات السلكية واللاسلكية الشائعة المعروضة آنفاً.

الجدول 25. مقارنة بين التكنولوجيات الناشئة في مجال التوصيلية

التكنولوجيا	سلكية أو لاسلكية	الصبيب المحتمل/ جودة الخدمة	المدى	البنية التحتية المطلوبة	الملاءمة لعمليات النشر الريفية	هل ترخيص الطيف مطلوب	الملاءمة لوصلات وسيطة	نمط جهاز النفاذ
HAPS		حتى 30 Mbit/s	آلاف الكيلومترات	بالونات عالية الارتفاع، وطائرات بدون طيار ذاتية التحكم	نعم	نعم	يمكن أن تلائم الوصلات الوسيطة والنفاذ معاً	أجهزة خلوية في حالات الميل الأخير (مثل Google Loon)
ساتل مدار أرضي منخفض (LEO)		* حتى 100 Mbit/s	آلاف الكيلومترات	سواتل LEO (لعمليات نشر الشبكة الجديدة)	نعم	نعم	يمكن أن تلائم الوصلات الوسيطة والنفاذ معاً	يحدّد لاحقاً
الموجات المليمترية	لاسلكية	حتى 20 Gbit/s	1 إلى 10 km	أبراج ومعدات راديوية، وصلات ألياف بصرية وسيطة	لا	نعم لبعض النطاقات، وبعضها غير مرخص/معفي	لوصلات وسيطة محلية	يحدّد لاحقاً
اتصالات بصرية في الفضاء الطلق		من عشرات إلى مئات Gbit/s	1 إلى 10 km	معدات متخصصة تستخدم الضوء لإرسال البيانات عالية السرعة	نعم، ولكنها تتطلب إرسال البيانات عبر خط البصر	لا	لوصلات وسيطة محلية	مستخدَم لوصلات وسيطة
المساحة التلفزيونية البيضاء		150-5 Mbit/s	10 إلى 25 km	أبراج ومعدات راديوية	نعم، خاصة للانتشار خارج خط البصر	ترخيص الاستخدام مطلوب على مبدأ الاستخدام الانتهازي	يمكن أن تلائم الوصلات الوسيطة والنفاذ معاً	مودم مباني المستهلك إلى الإثرنت أو Wi-Fi
المدى الطويل		حتى 50 Kbit/s	عشرات الكيلومترات	أبراج ومعدات راديوية	نعم (على الرغم من الصبيب المنخفض جداً)	لا (تستخدم نطاقات صناعية وعلمية وطبية بدون ترخيص)		أجهزة راديوية طويلة المدى لأجهزة/تطبيقات إنترنت الأشياء
اتصالات عبر خطوط القدرة الكهربائية: الألياف البصرية عبر خطوط توزيع الجهد المتوسط الهوائية	سلكية	100-1 000 Mbit/s	مئات الكيلومترات	الأبراج والأعمدة والخزائن ومعدات الشبكة النشطة	نعم (ثماني مرات أطول من خطوط الجهد العالي)	لا	نعم	مودم الألياف البصرية إلى أجهزة أو شبكة Wi-Fi المفعَّلة بالإثرنت

*حاشية: *تقدِّم رابطة مشغلي السواتل في أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا (ESOA) قيمة حالات 100 Mbit/s في هذا التقرير من الاختبار التجريبي المُبلغ عنه.*

المصدر: مقتبس من مصادر متنوعة، بما فيها الاتحاد الأوروبي، وشركة سيسكو (Cisco)، وشركة هواوي (Huawei)، والاتحاد الدولي للاتصالات، ومصرف التنمية للبلدان الأمريكية، والبنك الدولي ورابطة مشغلي السواتل في أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا (المراجع التقنية مدرجة في الملحق 2)

*** هناك تكنولوجيات اتصالات ناشئة أخرى قيد الاستخدام أو في طور الدخول إلى السوق. ولكن العديد من هذه التكنولوجيات (تحديد الهوية بالترددات الراديوية، وتكنولوجيا Bluetooth منخفضة الطاقة، واتصالات المجال القريب، والأمانة الضوئية، وZigbee، وما إلى ذلك) ليست مناسبة لعمليات النشر الريفية.**

9.2 الحلول الهجينة في نماذج التكنولوجيا والأعمال

تعد الحلول الهجينة مفتاحاً لسد فجوة التغطية، نظراً لأن عمليات نشر توصيلية الميل الأخير ستستخدم بالتأكيد تكنولوجيات مختلفة في شبكة النفاذ وباتجاه المصدر في الميل الأوسط والشبكة الأساسية. وحتى الشبكات التي تنشر التكنولوجيات الناشئة في شبكة النفاذ ستتقارب عادةً على شبكة Wi-Fi أو شبكة خلوية للنفاذ إلى أجهزة المستخدم النهائي، وستوصل بالألياف البصرية في مرحلة ما باتجاه المصدر. وهذه عبارة عن شبكات تكنولوجيات هجينة تتضمن عدداً من تكنولوجيات التوصيلية المختلفة (تسمى أحياناً الشبكات غير المتجانسة، أو HetNets، إذا استُخدمت مجموعة من أنظمة التشغيل والبروتوكولات المختلفة).

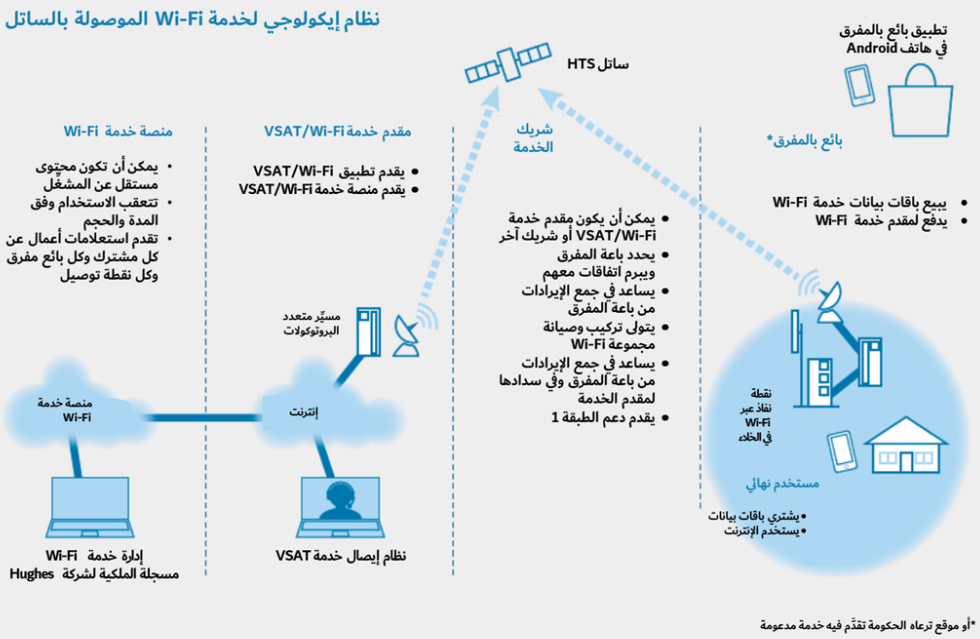
وتحدث نماذج الأعمال الهجينة أيضاً في شبكات الميل الأخير حيث يمزج المشغلون مجموعة من العلاقات باتجاه المصدر مع نماذج الإيرادات المختلفة.

الإطار 7. مثال شبكة هجينة (Hughes Express Wi-Fi)

في جميع أنحاء البرازيل وكولومبيا والمكسيك وبيرو، أبلغت شركة هيوز (Hughes) عن نشر حل Wi-Fi مجتمعي يُعرف باسم Hughes Express Wi-Fi، بالشراكة مع شركة Facebook. وتشكل كل نقطة توصيلية Wi-Fi Hughes Express وصلة وسيطة عبر وصلات ساتلية، مما يمكّن التجار من تقديم النفاذ إلى الإنترنت على أساس الدفع لكل استخدام لحوالي 500 شخص في مجتمع ريفي حيث تكون الخدمة الأرضية باهظة الثمن أو حتى غير متوفرة.

وتتيح هذه الخدمة للمستخدمين النهائيين في المجتمعات الريفية توصيلية الإنترنت باستخدام توصيلية النطاق العريض المتعددة الوسائط للتصفح والمراسلة والبريد الإلكتروني والدردشة الصوتية والمرئية. وبالنسبة للأشخاص الذين لا يستطيعون تحمل تكلفة اشتراك شهري ويتطلبون الدفع عند الاستخدام، تقدم توصيلية Hughes Express Wi-Fi أسعار حزمة بيانات باستخدام أجهزة Wi-Fi المتنقلة للمستخدِم (الهواتف/الحواسيب اللوحية/أجهزة الحاسوب المحمولة) المجهَّزة بأي نوع من أنظمة التشغيل (Android/IOS/Windows/Linux).

ويتضمن نموذج الخدمة خطط استخدام وفق مقاس البايتات، من قبيل 100 ميغا بايتة مقابل 0,50 دولار أمريكي أو ساعة واحدة من الاستخدام. وتشمل حلول Hughes Community Wi-Fi مطرافاً ذا فتحة صغيرة جداً ومعدات Wi-Fi تبث الإشارة عبر دائرة يتراوح نصف قطرها بين 50 و80 m بهواتف متنقلة منخفضة التكلفة؛ وباستخدام هاتف رفيع المستوى، تحسَّن النفاذ بنسبة 100 في المائة. وبمجرد نشر الموقع وإعداده باستخدام نقطة توصيلية، يمكن لمجتمع المستخدمين المحلي الاستفادة من النفاذ إلى الإنترنت عالي السرعة. والسوق المستهدف هو المجتمعات ذات خدمة توصيلية محدودة والتي تضم حوالي 500 إلى 1 000 شخص.



النظام الإيكولوجي لخدمة Wi-Fi Hughes الموصولة بالساتل

باقات البيانات			
الباقة	بيانات (ميغا بايتة)	السعر (بيزوس)	السعر (بالدولار الأمريكي) (تقريباً)*
ساعة	100	10	0,5
يوم	250	30	1,5
3 أيام	500	60	3
أسبوع	750	90	4,5
شهر	1 000	120	6
شهر	2 000	220	11
شهر	4 000	400	20

* القيم تقريبية والأسعار الأصلية قُدمت بالبيزو وحُولت إلى الدولار الأمريكي

باقات بيانات Hughes express Wi-Fi.
دراسة حالة مقدمة من شركة Hughes[1]. وترد معلومات إضافية عبر الرابط: https://www.hughes.com/expresswifi/mexico

[1] الشكل والجدول مقتبسان من دراسة الحالة المقدمة.

10.2 السياسة العامة والأنظمة التنظيمية

إن السياسة العامة والبيئة التنظيمية لتوصيلية الإنترنت في أي بلد معين ستساهم بمجملها كثيراً في تمكين وتشجيع نشر خدمة جديدة للمجتمعات غير الموصولة أو ستعمل كعائق معرقل. وهناك ثلاث خطوات لفهم القيود المحتملة التي تفرضها السياسات القائمة ولتحديد الخيارات المسموح بها.

1) *تحديد البيئة التنظيمية العامة لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في البلاد من خلال استعراض أجيال من تنظيم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لدى الاتحاد الدولي للاتصالات (انظر التوقعات العالمية لتنظيم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لعام 2020 لدى الاتحاد)*

ويمكن أن تساعد أحدث البيانات من فريق البيئة التنظيمية والأسواق في الاتحاد الدولي للاتصالات[58] في تحديد كيفية تصنيف بلد معين من حيث النضج التنظيمي الإجمالي في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

2) *تحديد سياسة البلاد بشأن النفاذ الشامل والتغطية الشاملة*

تنفذ العديد من البلدان سياسات محددة مصممة لتشجيع المبادرات الساعية لتوسيع النفاذ إلى التوصيلية في مناطق تشح فيها الخدمة، ولدعم هذه المبادرات بشكل مباشر. وهي تشمل خطط النطاق العريض الوطنية وسياسات الخدمة الشاملة، وقد تشمل التزامات واعتمادات الخدمة الشاملة. فعلى سبيل المثال، تتعقب لجنة النطاق العريض التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات/اليونسكو والمعنية بالتنمية المستدامة عدد البلدان[59] التي أنشأت خطط نطاق عريض وطنية والتي أدرجت النطاق العريض في مبادرات النفاذ الشامل، وذلك بالبيانات الأساسية والتتبع الذي تقدمه قاعدة بيانات نافذة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لدى الاتحاد.[60] وعادة ما تقود هذه المبادرات وكالة السلطة التنفيذية ذات الصلة المعينة لتولي قيادة للاتصالات (وكالات، إدارات، وما إلى ذلك)، لكن بعضها ترأسها الوزارات المعنية (التعليم، التنمية الاجتماعية، وما إلى ذلك).

3) *دراسة خيارات السياسة القائمة على وجه التحديد بحثاً عن:*

- *كيانات جديدة لتقديم خدمة جديدة للمنطقة غير المخدومة؛*
- *السياسات التي تسهل لمقدمي الخدمة القائمين توسيع الخدمة لتشمل المنطقة؛*
- *السياسات التي تُلزم الكيانات الجديدة أو مقدمي الخدمة القائمين بإنشاء الخدمة.*

وتشمل هذه السياسات عملية الترخيص والموافقات القائمة لإنشاء مقدمي خدمة إنترنت جدد؛ والسياسات التي تسمح لمقدمي الخدمات القائمين بالتوسع في منطقة تشح فيها الخدمة، ربما من خلال الإعانات المالية؛ والسياسات التي تتطلب توسيع التغطية، مثل التزامات التغطية المرتبطة بمزادات الطيف أو تخصيصات طيف التغطية، عادة مقابل رسوم أقل. فعلى سبيل المثال، عادةً ما تتوجه تراخيص المشغلين نحو المشغلين الوطنيين الكبار، لذلك قد يكون الحصول على تراخيص مكلفاً ومعقداً إدارياً بالنسبة للمشغلين الصغار الجدد. ولكن في بعض البلدان، مثل البرازيل وجنوب إفريقيا وأوغندا والأرجنتين، تسمح الإعفاءات للمشغلين الصغار أو غير الربحيين أو المحليين بإنشاء وتقديم الخدمات. وبالمثل، يختلف النفاذ إلى الطيف اللاسلكي باختلاف البلدان. وبالنسبة للتكنولوجيات ونطاقات الطيف (Wi-Fi) المعفاة من الترخيص/غير المرخصة، تتطلب بعض البلدان التسجيل ورسوماً سنوية لكل خط من نقطة إلى نقطة (ويمكن أن تختلف مستويات خرج القدرة المسموح بها أيضاً، مما يحد من فعالية التكنولوجيا). وبالنسبة لطيف الاتصالات المتنقلة الدولية، جرى ترخيص الطيف الخلوي المتنقل على مستوى قومي ولكن المكسيك والبرازيل والولايات المتحدة والمملكة المتحدة تستحدث أطر ترخيص رائدة تتيح استخدام طيف الاتصالات المتنقلة الدولية غير المستخدم في المناطق الريفية. وبدأت لوائح الطيف الدينامي في بلدان أخرى، مثل موزمبيق وجنوب إفريقيا ونيجيريا وأوغندا، في السماح باستخدام تكنولوجيا المساحة التلفزيونية البيضاء. وبالمثل، تساعد السياسات التي تضمن النفاذ المفتوح إلى الوصلات الوسيطة والتبادل بين النظراء المفتوح والميسور التكلفة (مثل نقاط التبادل عبر الإنترنت) في دعم عمليات النشر والتوسعات الجديدة.

ويعتمد مدى ملاءمة التدخل في جزء كبير منه على سبب أو أسباب فجوة النفاذ في أي سياق معين. وكما نوقش سابقاً، يمكن تصنيف التدخلات وفقاً لماهية وكيفية ما تتناوله. أما *ماهية* التدخلات، بشكل عام، فهي تنبئ عما تفعله من أجل تحسين النفاذ، ويمكن فهمها بدلالة ثلاثة تأثيرات غير متعارضة (أي، يمكن أن يكون للتدخل أكثر من تأثير واحد). وهذه التأثيرات هي: تسهيل الدخول الجديد لكيانات جديدة كي تقدم خدمة جديدة للمناطق

58 انظر https://www.itu.int/en/ITU-D/Regulatory-Market/Pages/default.aspx.
59 لجنة النطاق العريض التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات/اليونسكو والمعنية بالتنمية المستدامة، مرجع الحاشية السابقة رقم 56.
60 انظر https://www.itu.int/net4/itu-d/icteye/FocusAreas.aspx?paramWorkArea=TREG.

التي تشح أو تغيب فيها الخدمة؛ وتسهيل و/أو إجبار مقدمي الخدمة القائمين على توسيع الخدمة لتشمل المناطق التي تشح أو تغيب فيها الخدمة؛ وتمكين استخدام التوصيلية، مثل الأجهزة ذات الصلة أو بناء القدرات.

وهذه التأثيرات جميعها تعالج سبب الافتقار إلى النفاذ من خلال تمكين التوصيلية على جانب العرض أو الطلب. وفي المناطق التي يكون فيها العرض (أي توفر التوصيلية) هو العائق المكبِّل لتوصيل الناس بالإنترنت، تمكن الاستعانة كثيراً بالتدخلات التي تشجع مقدمي الخدمة القائمين على توسيع نطاق وجودهم أو تسهل دخول مقدمي خدمات جدد. ومن ناحية أخرى، يعد تمكين الاستخدام عن طريق خفض تكلفة أجهزة النفاذ مناسباً في المناطق التي توجد بها شبكات بالفعل.

وتجمع العديد من التدخلات بين اثنين هذه التأثيرات أو كلها من أجل تقديم توصيلية فعال للمستخدمين. علاوة على ذلك، يمكن أن يساعد الجمع بين التدخلات في معالجة الأسباب المتعددة لفجوة النفاذ، لا سيما عندما تتعلق الأسباب بالحواجز الهيكلية التي تمنع نشر الشبكات وتشغيلها.

وتشير كيفية التدخلات إلى تصنيف التدخلات التي نوقشت سابقاً. ويفرز التصنيف التدخلات وفقاً للطريقة التي يتحقق من خلالها التأثير: كفاءة السوق والتدخلات التوسيعية؛ وتدخلات التمويل أو الدعم المالي لمرة واحدة؛ وتدخلات الدعم المالي المتكررة.

وسبق أن بُحث السياق الذي تكون فيه مجموعة أو أنواع التدخل هي الأكثر ملاءمة. ولكن من المهم ملاحظة إمكانية تعدد السياقات وفجوات النفاذ في وقت واحد، وأن استخدام نوعين أو أكثر من أنواع التدخل معاً يمكن أن يعمل على معالجة الأسباب المختلفة لفجوات النفاذ. وبشكل عام، لا يمنع استخدام أحد التدخلات استخدام التدخلات الأخرى؛ ففي كثير من الحالات، يكمن الحد المقيِّد في مقدار الموارد التي يمكن تخصيصها عبر التدخلات، أو أولويات سياسة الحكومة أو أي هيئة متدخلة أخرى.

ويصور الجدول 26 مختلف التدخلات المحتملة المجمَّعة حسب إشكال فجوة النفاذ وما إذا كانت تسهل دخول مقدمي خدمات جدد، وتسهل و/أو تفرض على مقدمي الخدمات الحاليين توسيع مناطق تغطية الخدمة، أو تمكِّن استخدام التوصيلية من خلال معالجة قضايا جانب الطلب مثل توفر الجهاز وبناء القدرات.

وفي مجموعة التدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع، صُمم العديد من التدخلات لإزالة الحواجز الهيكلية التي تمنع المشغلين الجدد أو القائمين من تقديم الخدمات في المناطق تشح أو تغيب فيها الخدمة. ومن الأمثلة على ذلك، السماح بالاستخدام الثانوي للطيف،[61] وإزالة القيود المفروضة على الملكية الأجنبية لتقديم خدمات الإنترنت والاستثمار فيها، والسماح بالاستخدامات المبتكرة لتكنولوجيا الاتصالات لنشر الخدمات التجارية وغير التجارية. وتمكِّن هذه التدخلات السوق من تلبية الطلب الحالي من خلال التوسع إلى مناطق جديدة، واستخدام تكنولوجيات جديدة أو أكثر ملاءمة لمناطق معينة، أو تخصيص التمويل للشبكات في المناطق المحلية التي لا توجد بها خدمة قائمة.

ولبعض التدخلات في هذه الفئة القدرة على إحداث تأثيرات متعددة، مما يساعد الكيانات التشغيلية على تقديم التوصيلية إلى المناطق المحلية والمستخدمين النهائيين للنفاذ إلى الشبكات. ويتمثل أحد الأمثلة على ذلك في السماح بالاستخدام التجاري وغير التجاري للنطاقات غير المرخصة. ويتيح ذلك لمشغلي الشبكات نشر الشبكات على النطاقات غير المرخصة، وللمستخدمين التوصيل بالشبكات على تلك الترددات باستخدام الأجهزة التي قد يمتلكونها بالفعل أو يمكنهم الحصول عليها بتكلفة منخفضة. ويمكن لمثل هذا النظام إيصال التوصيلية إلى موقع لا توجد فيه شبكة، أو تقديم خدمة بديلة و/أو منافسة لتلك التي يقدمها المشغلون التقليديون.

ومن ناحية أخرى، فإن تنفيذ سياسة "الحفر مرة واحدة" لضمان النشر المشترك لمجاري التمديدات اللازمة لشبكات الألياف البصرية عند شق طرق جديدة هو في الأساس تدخل من جانب العرض. وهو يسمح للمشغلين بتقليل تكلفة نشر الشبكة، وخفض عتبة إقامة الحجة التجارية المؤيدة للمنطقة المحلية المستهدفة. ويستفاد من هذه التدخلات في تشجيع مقدمي الخدمات الجدد والقائمين على نشر الشبكات في مناطق جديدة.

ويعد التدخل الذي يقلل الضرائب على أجهزة الاتصالات المتنقلة وأجهزة التوصيلية شكلاً من أشكال الدعم المالي الذي يمكن أن يساعد المشغلين على تقليل تكلفة شراء المعدات لشبكاتهم مع إتاحة المزيد من الأجهزة بأسعار ميسورة للمستخدمين النهائيين. وفي هذه الحالة، توجد فجوة في النفاذ بسبب التحدي المتمثل في تمويل التوصيلية جزئياً على الأقل. ويمكن لمثل هذه التدخلات، التي تنطوي على تمويل أو دعم مالي لمرة واحدة، أن

[61] يختلف الاستخدام الثانوي عن التوزيع الثانوي ويرتبط غالباً بإمكانية التشارك في ترخيص الطيف الحالي.

تساعد في معالجة حاجز التكلفة لسد فجوة النفاذ، في حين يمكن تنفيذ تدخلات أخرى بجانبها لمعالجة المزيد من الحواجز الهيكلية.

وأخيراً، بالنسبة لحالات فجوة النفاذ الحقيقية حيث لا تقوم حجة تجارية وجيهة لسدها حتى مع كفاءة السوق القائمة وتدخلات الدعم المالي، يمكن للحكومات أو الهيئات الأخرى استخدام الإعانات المالية المتكررة لإتاحة النفاذ في المناطق المحلية المستهدفة. وفي السياقات التي ترجِّح فيها الظروف الصعبة أو البُعد أو عوامل أخرى أن لا تقدم السوق النفاذ التجاري، يمكن لواضعي السياسات النظر في ترتيبات ضريبية أكثر مرونة وفائدة للشبكات التكميلية المحلية غير الساعية للربح من أجل المساعدة في تقديم التوصيلية. وأفضل مرأىً لهذا الأمر أن يُعتبَر مسعىً لتشجيع كيان جديد غير هادف للربح على إنشاء شبكة بديلة في منطقة غير مجدية تجارياً وملء المكان الذي كان سيشغله مقدم خدمة تجاري.

الجدول 26. مقارنة التدخلات حسب فئة فجوة النفاذ مقابل إمكانية التطبيق

إشكال فجوة النفاذ	التدخلات	تسهل دخول كيانات جديدة لتقديم خدمة جديدة للمناطق التي تشح/تغيب فيها الخدمة	تسهل لمقدمي الخدمة القائمين (و/أو تجبرهم على) توسيع الخدمة لتشمل المناطق التي تشح/تغيب فيها الخدمة	تتيح استخدام التوصيلية (المتعلقة بالجهاز مثلاً) أو بناء القدرات
تدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع	تحسين موارد بيانات معلومات السوق بشأن تغطية الشبكة، وأصول البنية التحتية، والكثافة السكانية والدخل، وكهربة الشبكة، على سبيل المثال، لتحديد السكان غير المشمولين بالتغطية والحلول ذات الصلة	√	√	√
	إنشاء تراخيص محددة للمناطق الريفية بمتطلبات مبسطة	√		√
	إنشاء تراخيص لمشغِّل مجتمعي لا تُفرض عليه نفس الرسوم الباهظة والالتزامات الصارمة كالتي تُفرض على المشغلين التجاريين	√		√
	خصم لتراخيص الطيف للمناطق الريفية و/أو تقديم تخصيص مباشر للأغراض الاجتماعية	√		
	السماح بالاستخدام الثانوي للطيف	√	√	
	السماح بالاستخدام التجاري وغير التجاري للنطاقات غير المرخصة	√	√	√
	تنفيذ وإنفاذ التزامات التغطية (مع متطلبات جودة الخدمة) لتخصيصات تراخيص الطيف الوطنية، مقابل خفض رسوم ترخيص أو إعانات مالية على سبيل المثال		√	
	تعزيز الاستخدام المبتكر لتكنولوجيا الاتصالات لنشر الخدمات التجارية وغير التجارية	√	√	√
	دعم التجوال الوطني والتشارك في البنية التحتية (الشبكات المنفعلة والنشطة)	√	√	
	تنظيم سعر سعة النطاق العريض بالجملة للميل الأوسط، بما يضمن شروطاً عادلة لصغار مقدمي خدمات النفاذ إلى الإنترنت	√		
	إزالة القيود المفروضة على الملكية الأجنبية لتقديم خدمات الإنترنت وإزالة القيود على الاستثمار	√	√	
	النظر في بدائل لتوزيع الطيف عبر المزادات باهظة الثمن	√	√	
	تشجيع المنافسة في السوق	√	√	
	اختصار عمليات الترخيص المطولة والرسوم التنظيمية المرتفعة للمطاريف والطيف	√	√	

الجدول 26. مقارنة التدخلات حسب فئة فجوة النفاذ مقابل إمكانية التطبيق (تابع)

إشكال فجوة النفاذ	التدخلات	تسهل دخول كيانات جديدة لتقديم خدمة جديدة للمناطق التي تشح/تغيب فيها الخدمة	تسهل لمقدمي الخدمة القائمين (و/أو تجبرهم على) توسيع الخدمة لتشمل المناطق التي تشح/تغيب فيها الخدمة	تتيح استخدام التوصيلية (المتعلقة بالجهاز مثلاً) أو بناء القدرات
	تنفيذ سياسات "الحفر مرة واحدة" التي تضمن النشر المشترك لمجاري التمديدات لعمليات نشر الألياف البصرية عند شق طرق جديدة	√	√	
	تخفيف متطلبات حق الارتفاق التعليق على الأعمدة لمد الميل الأوسط إلى المناطق الريفية والنائية	√	√	
	إنشاء/مراجعة سياسات صندوق الخدمة الشاملة المحايدة من الناحية التكنولوجية	√	√	
	تمكين التواجد في السوق بدون أي التزام بمحور أو مسيِّر متعدد البروتوكولات ساتلي داخل البلد عندما لا يكون ذلك ضرورياً من الناحية التقنية	√		
	إدخال ترخيص شامل لمعدات مطراف المستخدم النهائي	√	√	
التمويل لمرة واحدة أو تدخلات الدعم المالي	جمع وتوزيع أموال الخدمة الشاملة بغية تقديم إعانات مالية لمرة واحدة لتقليل مخاطر عمليات النشر	√	√	
	تشجيع الشراكات بين القطاعين العام والخاص للحد من المخاطر	√	√	
	تشجيع هياكل الاستثمار المالي المختلط التي تجمع رأس المال التجاري لتمويل المشاريع مع أشكال من رأس المال العام و/أو ما دون التجاري الخاص الساعي إلى تحقيق عوائد (المعروف باسم رأس المال الصبور)	√	√	
	السماح بتبرعات عينية مرنة (عتاد وبرمجيات وقدرات تقنية) من القطاعين العام والخاص للكيانات غير التجارية	√	√	√
	تقديم حوافز ضريبية لمقدمي خدمة الميل الأخير	√	√	√
	خفض الضرائب على أجهزة الاتصالات المتنقلة وأجهزة التوصيلية	√	√	√
	تخفيض رسوم الاستيراد على معدات الشبكة	√	√	
تدخلات الدعم المالي المتكررة	جمع وتوزيع أموال الخدمة الشاملة كإعانات مالية متكررة لتقليل مخاطر عمليات النشر	√	√	
	النظر في ترتيبات ضريبية أكثر مرونة وفائدة للشبكات التكميلية المحلية غير الربحية	√		√

الإطار 8. السلامة السيبرانية والأمن للمستخدمين الجدد في عمليات نشر توصيلية الميل الأخير

سيستمر عدد حوادث الأمن السيبراني في التزايد بتوصيل المزيد من الأشخاص بالإنترنت وقيامهم بالمزيد من أنشطتهم اليومية عبر الإنترنت. ومنذ عام 2010، أدت أكبر 10 خروقات للبيانات إلى اختراق أكثر من 20 مليار سجل[1] ويوصِّل العديد من المستخدمين في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل بالإنترنت من خلال هواتفهم؛[2] غير أن مجلة GSMA Intelligence[3] وجدت أن مخاوف السلامة والأمن هي من بين العوائق الرئيسية التي تحول دون اعتماد الإنترنت عبر الهاتف الاتصالات المتنقلة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. ووفقاً لتقرير الاستعلامات عن التهديدات لدى شركة Nokia،[4] بلغ متوسط معدل الإصابة الشهرية في شبكات الاتصالات المتنقلة 0,31 في المائة في عام 2019 (لجهاز واحد من كل 300 جهاز متنقل إصابة ببرمجيات ضارة ذات مستوى تهديد عال). وفي عام 2019، صُنفت حوادث الأمن السيبراني على أنها مخاطر أكبر على مصالح الأعمال العالمية[5] من انقطاع سلسلة التوريد أو الاضطرابات السياسية أو الكوارث الطبيعية.

وإذ تجلب التوصيلية فرصاً، فإنها تجلب مخاطر أيضاً. ويتعين النظر في الأمن السيبراني على المستوى الاستراتيجي لضمان اتباع نهج متماسك في مجابهة التهديدات التي يمكن أن تفوق المكاسب الاجتماعية والاقتصادية للتوصيلية المحسنة. ويمكن اتخاذ مجموعة من التدابير للحد من مخاطر الأمن السيبراني؛ وكلها تتطلب مشاركة مستمرة ونشطة من جانب الحكومات والقطاع الخاص والمجتمع المدني والأفراد - والموارد.

ويؤدي مقدمو خدمات الإنترنت دوراً حاسماً بشكل خاص في ضمان كفاية الأمن السيبراني لشبكاتهم. وفي يناير 2020، أصدر المنتدى الاقتصادي العالمي وشركاؤه مبادئ إجمالية[6] لمقدمي خدمات الإنترنت كي يأخذوها في الاعتبار عند نشر خدمات الشبكة، وقد تكون هذه المبادئ أيضاً ذات صلة بعمليات نشر توصيلية الميل الأخير. وفيما يلي المبادئ الأربعة:

1. حماية المستهلكين مبدئياً من الهجمات السيبرانية واسعة النطاق والتصرف بشكل جماعي مع النظراء لتحديد التهديدات المعروفة والتصدي لها؛
2. اتخاذ إجراءات لزيادة الوعي وفهم التهديدات ودعم المستهلكين في حماية أنفسهم وشبكاتهم.
3. العمل بشكل أوثق مع مصنعي وبائعي العتاد والبرمجيات والبنية التحتية لزيادة مستويات الأمن الدنيا؛
4. اتخاذ إجراءات لدعم أمن التسيير والتشوير لتعزيز الدفاع الفعال ضد الهجمات.

---

1 لمعلومات جميلة، أكبر عمليات اختراق البيانات في العالم (آخر تحديث في 11 مايو 2020).

2 ج. كليمنت، حصة حركة الإنترنت المتنقلة في بلدان مختارة عام 2020 (مقال على شبكة الإنترنت، Statista، 20 يونيو 2020).

3 GSMA، مرجع الحاشية السابقة رقم 14.

4 *تقرير الاستعلامات عن التهديدات لدى شركة Nokia*. متاح عبر الرابط https://networks.nokia.com/solutions/threat-intelligence/infographic

5 Allianz، *مقياس المخاطر 2020 لدى شركة Allianz. تحديد مخاطر الأعمال الرئيسية لعام 2020* (2020).

6 المنتدى الاقتصادي العالمي، منع الجرائم السيبرانية - مبادئ لمقدمي خدمات الإنترنت (جنيف، 2020).

الفصل 3. اختيار الحلول المستدامة من خلال مطابقة الجدوى مع القيود (الخطوة 3)

تركز الخطوة 3 من دليل الحلول على عملية اختيار الحلول المستدامة والميسورة التكلفة التي يمكن أن تعمل ضمن القيود التي يفرضها كل سيناريو فريد. ويوضح الشكل 29 موضع الخطوة 3 في مجمل العملية ويحدد الأنشطة التي تشتمل عليها.

الشكل 29. الخطوة 3 في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير

أنشطة الخطوة 3 لاختيار الحلول المستدامة من خلال مطابقة الجدوى مع القيود

3 أ - اختيار حل توصيلية الميل الأخير ميسور التكلفة

3ب - تحديد مكونات الحل المناسب لتوصيلية الميل الأخير

3ج - رسم مصفوفة القرار للحلول الممكنة

3د - النظر في أدوات إضافية لتقييم الحلول

1.3 اختيار حل توصيلية الميل الأخير ميسور التكلفة (الخطوة 3 أ)

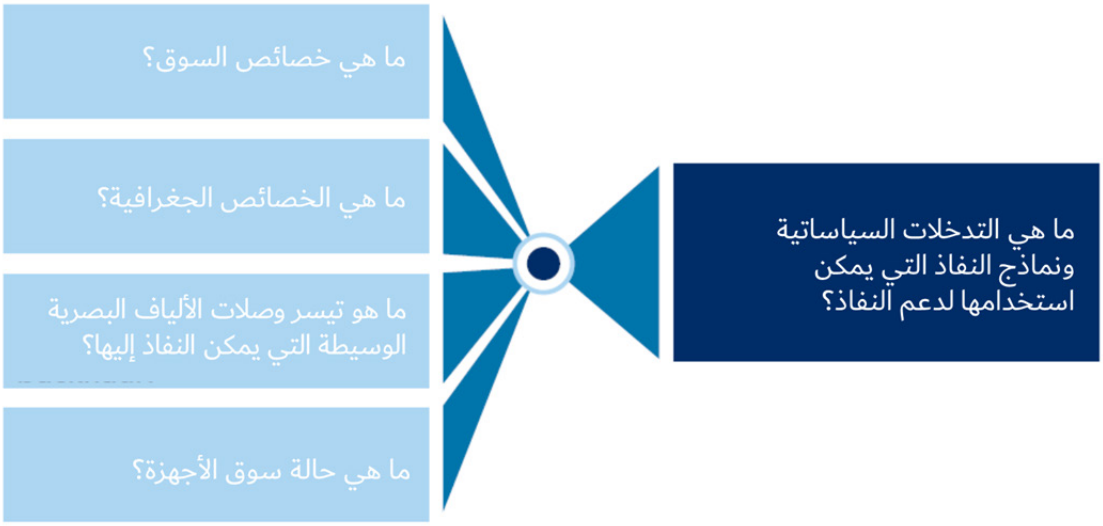
إن اختيار حلول النفاذ في الميل الأخير يعني فهم طبيعة فجوة النفاذ في المنطقة أو المناطق المحلية المستهدفة أولاً. وسيفشل الحل ما لم يكن قابلاً للبقاء على الرغم من القيود. وتحديد ما هو "الأفضل" يتضمن الجمع بين أنسب التدابير التقنية والمالية والتنظيمية في السياق.

ويشكل تحديد الحلول للمجتمعات غير الموصولة مسعىً خاص بالسياق بدرجة كبيرة. ويقدم عدد من التقارير الحديثة عن توصيلية الميل الأخير إرشادات بشأن الحلول المحتملة. فعلى سبيل المثال، يقترح أحد التقارير استخدام نسبة تستند إلى "جودة الخبرة المتوقعة وتكاليف كل تكنولوجيا معنية فيما يتعلق بمستوى جاهزيتها التكنولوجية" لتحديد مدى ملاءمة التكنولوجيا أو الحل التقني بالنسبة للخيارات الأخرى.[62]

وتلاحظ جهات أخرى، مثل البنك الدولي، أن هناك مجموعة من الاعتبارات يتعين أخذها في الاعتبار، بما في ذلك بيئة الأعمال (هل السوق تنافسية؟)، والحجة التجارية المحتَملة المحفزة للقطاع الخاص، والحلقات المفقودة في البنية التحتية القائمة، والسلطة التنظيمية الكافية للتحكم في هيمنة السوق، وقدرة الحكومة على دخول السوق في شراكة بين القطاعين العام والخاص، إذا لزم الأمر.[63]

واقترحت الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID) مصفوفة حل مشاكل (انظر الشكل 30) لتحديد نموذج النفاذ المطلوب لتحسين النفاذ في الميل الأخير بالنسبة لسياق محدد، وأفادت بأن "كل سوق يرجَّح أن يتطلب محفظة من ابتكارات النفاذ تلبي احتياجات مجتمعات متنوعة".[64]

الشكل 30. نماذج النفاذ المجمَّعة حسب الصعوبات (الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID))



المصدر: الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID) وجهات أخرى.، الملاحظة 77

لتحديد تدخلات توصيلية الميل الأخير المناسبة، بعد اختيار جغرافية/منطقة محلية معينة غير موصولة، تقتضي الضرورة أولاً تحديد الجوانب الرئيسية الخمسة لحالة معينة تكون بمثابة قيود ملزمة ويمكن أن تقدم التوجيه لأي حل ممكن. ويرد تصويرها في الشكل 31 الذي يوضح أن تحديد حل توصيلية الإنترنت الأجدى بأسعار ميسورة

---

62 انظر معهد فراونهوفر لتكنولوجيا المعلومات التطبيقية، *توصيل غير الموصولين - مواجهة تحدي الإنترنت عريضة النطاق ذات التكلفة المجزية في المناطق الريفية* (ألمانيا، 2019).

63 انظر البنك الدولي، *نماذج الأعمال المبتكرة لتوسيع شبكات الألياف البصرية وسد فجوة النفاذ* (واشنطن، مجموعة البنك الدولي، 2018).

64 الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (USAID)، شركة Caribou Digital وتحالف التأثير الرقمي، *سد فجوة النفاذ - الابتكار لتسريع اعتماد الإنترنت الشاملة* (2017)، صفحة 31؛ انظر أيضاً الجدول 2 في التقرير المعنون، "الاعتبارات الرئيسية الفريدة لكل سيناريو مجتمعي".

هو مسألة تناسب بين الجوانب المختلفة ويمكن اعتبارها عملية تكرارية تتطلب تحديد وتحسين الخيارات والانتقاءات المتخَذة ضمن أبعاد العوامل التالية:

1) **القدرة على تحمل التكاليف:** ضمان أن يقع التسعير لمستخدمي خدمة التوصيلية ضمن عتبة معينة من القدرة على تحمل التكاليف، مثل 2 في المائة من الدخل القومي الإجمالي الشهري للفرد مقابل 1 GB من بيانات النطاق العريض المتنقل التي نوقشت أعلاه. والقدرة على تحمل التكاليف بالغة الأهمية لتقديم النفاذ إلى المستخدمين المقصودين في منطقة محلية. ويمكن أن يكون للقرارات التقنية والمالية تأثير على التكلفة النهائية للتوصيلية؛ لذلك، من المهم اختيار الخصائص التي يمكن أن تساعد في تحقيق المستوى المستهدف من القدرة على تحمل التكاليف.

2) **الاستخدام:** تحديد التطبيقات والخدمات التي يتعين تقديمها للمنطقة المحلية، ومستوى جودة الخدمة التي تتطلبها تلك التطبيقات والخدمات. ويعد فهم الغرض من استخدام التوصيلية أمراً مهماً ليس لمجرد ضمان تقديم نفاذ ذي مغزى، بل أيضاً لتحديد نوع الشبكة الأنسب للمنطقة المحلية. فعلى سبيل المثال، قد لا تكون الشبكة عالية السرعة عريضة النطاق هي الشبكة الأكثر عملية للنشر في المجتمعات الريفية ذات الكثافة السكانية المنخفضة والتي يرجَّح أن تكتفي باستخدام تطبيقات المراسلة الأساسية.

ولكن في الوقت نفسه، يجب أن تتمكن الشبكة من استيعاب نمو الطلب وأنماط الاستخدام المتغيرة، بحيث لا تضيِّق على تطوير المهارات الرقمية والإقبال على الخدمات المفيدة عبر الإنترنت. واختيار الحل المناسب للنفاذ في الميل الأخير يقيم توازناً بين تلبية الاستخدام الحالي (أو المتوقع) وتمكين النمو المستقبلي.

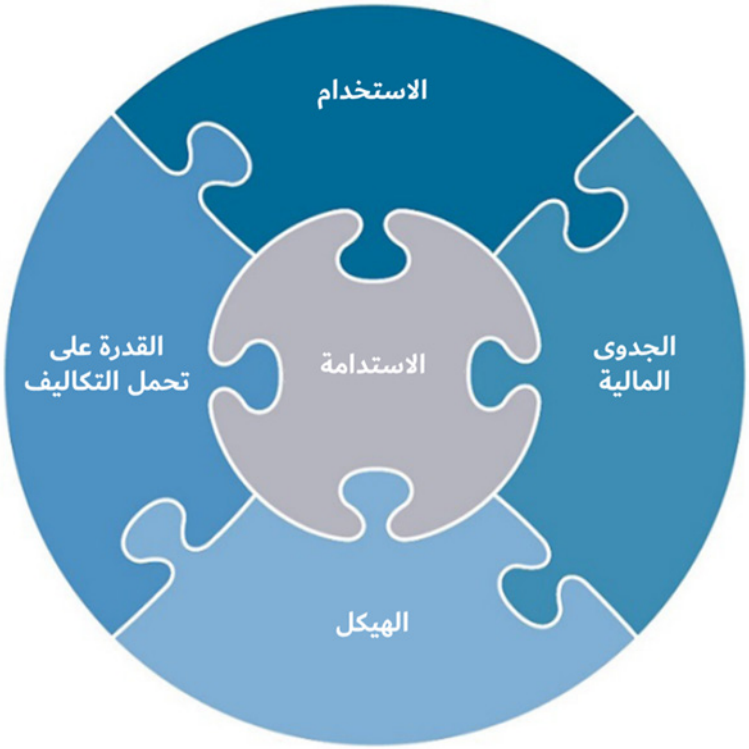
3) **الجدوى المالية:** وهذا يشمل قياس الجدوى الاقتصادية للاستثمار الخاص في خدمة التوصيلية، بناءً على تقديرات متوسط الإيرادات من كل مستخدم (ARPU)، وتوفر توصيلية /الميل الأوسط، والخيارات من تكنولوجيات النفاذ المحلية المختلفة والمستوى المحتمل لجودة الخدمة. ويساعد هذا البعد في تحديد طبيعة فجوة النفاذ في المنطقة المحلية المستهدفة وله تأثير كبير محتمل على نوع الكيان التشغيلي المناسب للتدخل. وقد لا تحتاج المناطق التي يمكن أن تدعم شبكة مجدية من الناحية المالية إلا إلى كفاءة السوق أو تدَخل إعانة مالية لمرة واحدة، في حين أن تلك التي يُستبعد أن تدعم أي نوع من الخدمات التجارية ستتطلب إعانات مالية متكررة.

وتؤثر الجدوى المالية أيضاً على جوانب أخرى من حل النفاذ في الميل الأخير، لأن بعض التكنولوجيات أنسب للعمليات التجارية، بينما يرجَّح أن تفضل الكيانات غير الساعية للربح تكنولوجيات النفاذ منخفضة التكلفة. وكما في الأبعاد الأخرى، يتطلب التقييم الصحيح لظروف المنطقة المحلية المستهدفة رؤية شمولية لخصائص المنطقة المستهدفة، وفهم كيفية تأثير الأبعاد المختلفة على بعضها البعض وتحديد الحلول الأكثر ملاءمة.

4) **الهيكل:** وهو يتضمن توضيح نموذج أعمال تقديم الخدمات وتحديد أي قيود تنظيمية على النموذج والتكنولوجيات المستخدمة. وعلى الرغم من أن بعض التكنولوجيات أو نماذج الأعمال قد تبدو الأنسب لمنطقة محلية، إلا أن السياسات أو اللوائح القائمة يمكن أن تجعلها مرهقة، إن لم تكن مستحيلة التنفيذ. وفي معظم الحالات، تعتبر السياسات واللوائح قيوداً ملزمة تضيِّق مجال خيارات التدخلات، خاصة تلك التي تنشرها الكيانات غير الحكومية. وتضييق مجال الخيارات لتقتصر على الخيارات العملية في بيئة السياسة المعمول بها يمكن أن يكون مساعداً من الناحية العملية. ومن ناحية أخرى، فإن فهم السياسات أو اللوائح التي تقف في طريق تبني التكنولوجيا المناسبة أو نموذج الأعمال المناسب يمكن أن يوجه واضعي السياسات والهيئات التنظيمية التعاونية أثناء قيامهم بالإصلاح وإزالة الحواجز الهيكلية.

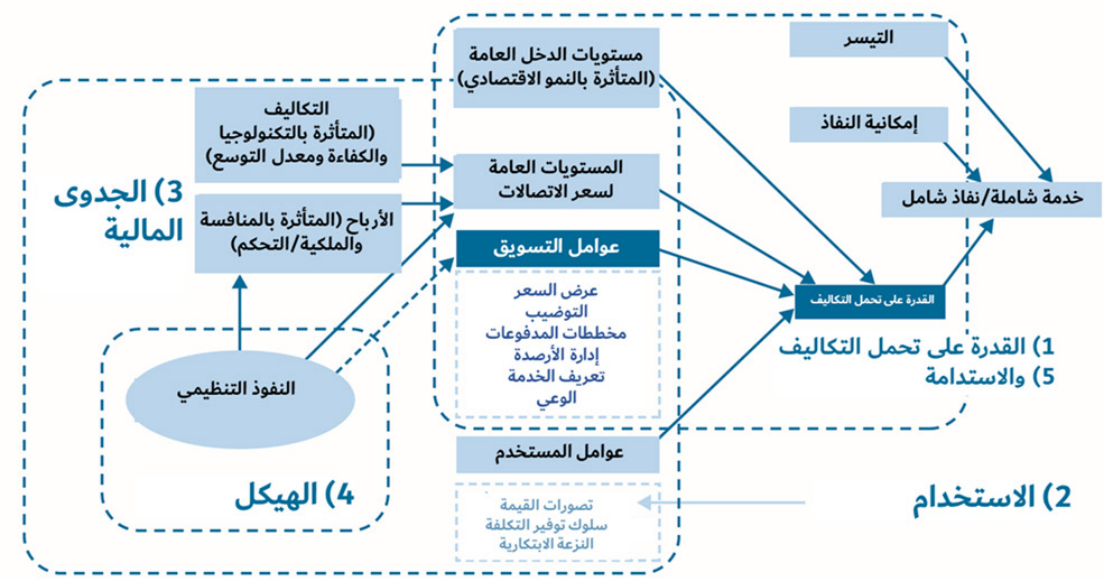
5) **الاستدامة:** وهي تتطلب فهم نموذج إيرادات الخدمة وأي دعم مالي محتمل (لمرة واحدة و/أو متكرر). ويرتبط هذا البعد ارتباطاً وثيقاً ببعد الجدوى المالية؛ فهو يتعلق بالتفاعل بين نموذج إيرادات الحل المحتمل، والمستوى المتوقع للإقبال (والإيرادات) في المنطقة المحلية المستهدفة، ومدى ملاءمة الإيرادات المتوقعة لتغطية نفقات تشغيل الشبكة (كحد أدنى). وبالنسبة للكيانات التجارية الساعية للربح، هناك سؤال إضافي عن إمكانية تحقيق مستوى الربح المقبول ضمن إطار زمني معقول بالنظر إلى الحل المحتمل. ومن ناحية أخرى، لعل الكيانات غير الساعية للربح تنظر في استخدام شكل من أشكال الدعم المالي للمساعدة في دعم الشبكة عند توفره. السؤال إذن هو ما مدى موثوقية الدعم المالي، ومدى أهميته لبقاء الحل المحتمل، وما إذا كانت بدائل الدعم المالي ممكنة في حال اختفائه. ولا بد من الإجابة على هذه الأسئلة لتحديد استدامة التدخل على المدى الطويل.

الشكل 31. مكونات اختيار حل توصيلية مستدامة وميسورة التكلفة في الميل الأخير



تحدد العوامل الخمسة في اختيار حل توصيلية الميل الأخير الميسور التكلفة ما يقابلها من أطر أخرى لمكونات النفاذ الشامل (انظر، على سبيل المثال، الشكل 32). والتأثير التنظيمي هو منطلَق الجدوى الاقتصادية، وهو يعكس نهج التدخل متعدد المستويات الذي يبدأ بتدخلات توسيع السوق التي تزيد من كفاءة السوق. سوى أن الحكومة قد ترغب في تقديم النفاذ الشامل حتى في حال عدم تحقيق عتبة الربحية، كما في تدخلات سياساتية وتنظيمية من قبيل الإعانات المالية والتخفيضات الضريبية والترخيص المجاني أو المنخفض التكلفة.

الشكل 32. مكونات حل توصيلية الميل الأخير الميسور التكلفة والمتصل بأطر أخرى



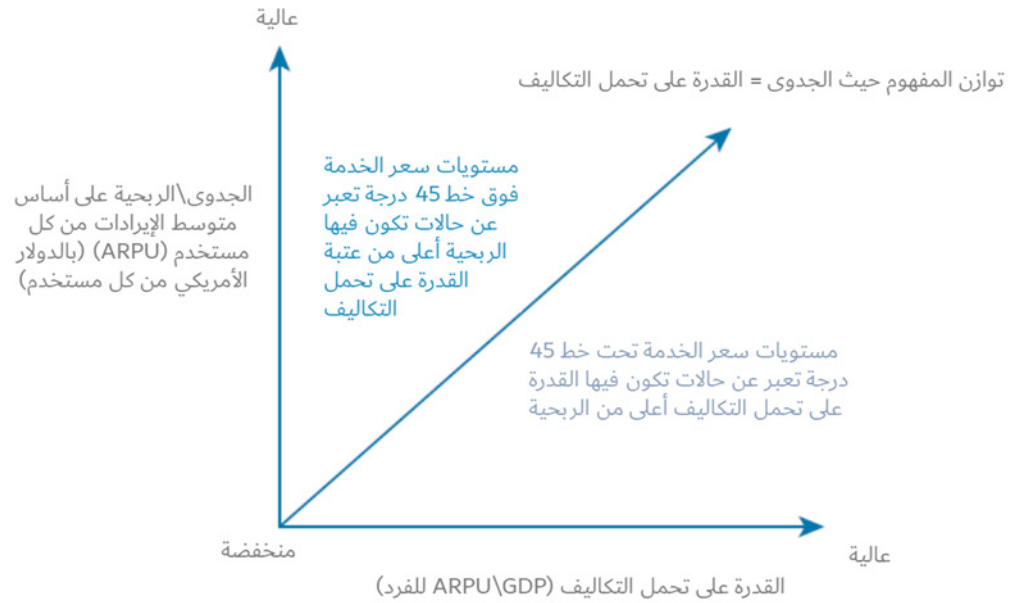
المصدر: مقتبس عن س. ميلن، تحسين القدرة على تحمل تكاليف الاتصالات: التخصيب المتبادل بين العالم المتقدم والعالم النامي (15 أغسطس 2006)، TPRC 2006. متاح على شبكة بحوث العلوم الاجتماعية (SSRN): https://ssrn.com/abstract=2104397

1.1.3 الجدوى المالية مقابل القدرة على تحمل التكاليف

يجدر التأكيد على أن الجدوى المالية لإنشاء الخدمة (كما تُرى من وجهة نظر المستثمر، سواء كان المشروع استثماراً تجارياً أو نشراً مدعوماً) تختلف عن القدرة على تحمل تكاليف الخدمة المقدمة (كما تُرى من وجهة نظر من الأفراد في المنطقة المحلية المنظورة التي تشح فيها الخدمة). وفي حين أن الجدوى المالية تعتمد على توليد الإيرادات، من مدفوعات المستهلكين المفترضة، لا صلة للجدوى المالية بكون هؤلاء العملاء أعلى أو أقل دخلاً، أو بكونهم مصالح أعمال ومنظمات بدلاً من المستخدمين. فما يهم هو قدرة الإيرادات المتولدة على تغطية تكاليف النشر. ومن ناحية أخرى، تتشكل القدرة على تحمل التكاليف، ولا سيما القدرة على تحمل تكاليف النطاق العريض التي تُقاس على أساس 2 في المائة من نصيب الفرد من الدخل القومي الإجمالي الشهري، من خلال البيانات الوصفية للمستهلك. لذلك، في حين أن النشر قد يكون قابلاً للتطبيق مالياً من منظور مقدم الخدمة، من حيث أنه يقدم التوصيلية للمستهلكين (أو الشركات) ذوي الدخل المرتفع، فإن هذا النشر المعين لن يخدم هدف القدرة على تحمل التكاليف.

ويظهر هذا الاختلاف في الشكل 33 الذي يوضح أن الخدمة قد تكون مجدية/مربحة للغاية (في نظر مقدم الخدمة)، ولكنها بعيدة المنال بمقياس القدرة على تحمل التكاليف (للمستهلك العادي).

الشكل 33. الجدوى المالية مقابل القدرة على تحمل التكاليف



إن التمييز بين الجدوى المالية والقدرة على تحمل التكاليف يؤكد طبيعة العلاقة بين الأبعاد الخمسة. ويتضمن اختيار الحل المناسب إيجاد التدخل الذي تتقاطع به هذه الأبعاد أكثر ما تتقاطع من الناحية المثالية من حيث بلوغ الأهداف المرغوبة لكل بُعد. ومن الناحية العملية، بطبيعة الحال، نادراً ما يناسب تدخل واحد الموقف تماماً. وكثيراً ما تتعدد التدخلات بدرجات متفاوتة من تقاطع الأبعاد، بناءً على الحلول الوسط المختلفة التي تقدمها فيما يتعلق بأهداف معينة. وسيعتمد الأنسب بينها على مجموعة الحلول الوسط الأكثر قبولاً قياساً بأهداف الجهة المتدخلة لسد فجوة النفاذ. وبدلاً من ذلك، قد يقيم مثل هذا الموقف الحجة المؤيدة لنشر تدخلات تكميلية متعددة جنباً إلى جنب.

2.3 تحديد مكونات الحل المناسب لتوصيلية الميل الأخير (الخطوة 3ب)

1.2.3 القدرة على تحمل التكاليف

نظراً لأن التركيز في دليل الحلول هذا ينصرف إلى تشجيع حلول توصيلية الميل الأخير التي تقدم إنترنت ميسور التكلفة للمجتمعات التي تغيب أو تشح فيها الخدمة، فإن تصميم الحلول المحتملة يبدأ بتحديد مستويات أسعار الخدمة التي يمكن اعتبارها ميسورة التكلفة.

ويتمثل أحد النُهج في تحديد عتبات القدرة على تحمل التكاليف البالغة 2 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي الشهري للفرد، وكذلك 5 في المائة لتحليل الحساسية، باستخدام المتوسطات الوطنية. ومن شأن النهج الأكثر تعمقاً أن يأخذ في الاعتبار متوسط مستويات الدخل الإقليمية أو المحلية التي يمكن الحصول عليها من الوكالات الإحصائية الوطنية.

وستكون أرقام القدرة على تحمل التكاليف هذه بمثابة دليل لتحديد أنواع الخدمات التي يمكن اعتبارها ميسورة التكلفة، مع الأخذ في الاعتبار أن 2 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي الشهري للفرد هو ثمن 1 GB من بيانات الاتصالات المتنقلة. (للاطلاع على بحث حدود القدرة على تحمل التكاليف، انظر المقدمة، 5 الخلفية والدافع والأهداف).

والتركيز على القدرة على تحمل التكاليف (وعلى المكونات المهمة الأخرى التي سُلط الضوء عليها في نموذج الاختيار، وخاصة الاستدامة) يؤكد أهمية ضمان أن يؤدي أعضاء المنطقة المحلية أو المجتمع المحلي – أي العملاء المحتملين للخدمة الجديدة - دوراً في تحديد كيفية إنشاء الخدمة الجديدة. وينبغي أن تتضمن عملية تصميم حل توصيلية الميل الأخير آليات مشاركة لأصحاب المصلحة المتعددين لإظهار ومراعاة مجموعة واسعة من وجهات النظر.

في نهاية المطاف، فإن مسألة القدرة على تحمل التكاليف هي مسألة تصورية، حيث إنها تنطوي على القيمة التي يعزوها المستخدمون للتوصيلية بالنسبة للتكلفة المالية التي يدفعونها مقابل الخدمة. لذلك يجب أن يتضمن تحديد مستوى السعر الميسور أيضاً فهم الخدمات التي سيستخدم المستخدمون التوصيلية أو يمكن أن يتوقعوا استخدام التوصيلية من أجلها، ومدى أهميتها بالنسبة لأفراد المنطقة المحلية - مما يشير مرة أخرى إلى الحاجة إلى آلية مشاركة تعزز فهم احتياجات وأهواء المنطقة المحلية.

والقدرة على تحمل التكاليف بالغة الأهمية لنجاح أي تدخل، لأنها تحدد تأثير التوصيلية على المنطقة المحلية المستهدفة. وعلى هذا النحو، فإن أسعار السوق العامة قليلة الشأن - فمجرد أن كل شخص آخر يدفع سعر معين مقابل التوصيلية لا يعني أن المستخدمين في المنطقة المحلية المستهدفة سيكونون على استعداد للقيام بذلك أيضاً. وينبغي للتدخلات المستهدِفة القادرة على تحديد مستويات الأسعار الخاصة بالمنطقة المحلية المستهدَفة أن تأخذ ذلك في الاعتبار؛ وقد تواجه الكيانات التجارية التي تقدم خدمات ذات علامة تجارية صعوبة أكبر في تعديل الأسعار، وهو أمر يجب أخذه في الاعتبار عند اختيار الحل.

2.2.3 الاستخدام

سيؤثر التحديد المرتقَب لاستخدام خدمة توصيلية الميل الأخير كثيراً على حسابات نوع الخدمة التي يمكن إنشاؤها وما ستكون عليه تكاليف وأسعار هذه الخدمة. ويجوز أن تتحدد جودة الخدمة (وبالتالي الاستخدام العام) من خلال ما يمكن أن يدعمه السوق؛ أو يمكن أن يكون الاستخدام ذا صفة إلزامية أكبر في تلك الأنشطة المحددة المطلوبة لخدمة توصيلية الميل الأخير، مثل تقديم التوصيلية لخدمات الرعاية الصحية (التطبيب عن بُعد) أو التعلم عن بُعد أو الخدمات الحكومية.

وعلى النحو المذكور في القسم 1.3.2 (خصائص الاستخدام)، تتضمن خدمة التوصيلية العامة مجموعة واسعة من مستويات الاستخدام التي عادة ما تكون مقيدة بجودة الخدمة وسعر التوصيلية. وإذا كانت تطبيقات قطاعية محددة هي محور خدمة التوصيلية، ستتحدد جودة الخدمة التي تحتاجها الشبكة لدعم تلك التطبيقات والخدمات من خلال عتبات جودة الخدمة المطلوبة لها. وقد تكون اعتبارات الشبكة مثل عرض النطاق لكل مستخدم وجودة الخدمة الإجمالية أكثر أو أقل من السوق العام، خاصة في المناطق المحلية المستهدفة غير المخدومة إطلاقاً. ولعل آلية مشاركة تضم العديد من أصحاب المصلحة (إن لم يكن جميعهم) تعود بالفائدة في هذا الصدد.

وفي المجتمعات المحلية شحيحة التخديم، يرجَّح أن يشعر المستخدمون بمدى فجوة النفاذ في منطقتهم المحلية، من حيث ما يمكنهم وما لا يمكنهم فعله بالتوصيلية القائمة. وتتمثل إحدى الصعوبات التي تواجه المجتمعات المحلية غير المخدومة إطلاقاً في إمكانية افتقادها لأنماط استخدام قائمة إمكانية افتقارها لفهم عميق لمستوى التوصيلية الأنسب لها. وهذا سبب آخر يجعل الاستخدام المعياري مقياساً أكثر فائدة للاستخدام في تلك المواقع المحلية المستهدفة، على الأقل عندما يتعلق الأمر بالخدمات الرقمية الأساسية مثل الطب عن بُعد والتعليم.

ومع ذلك، يمكن أن يكون نهج المشاركة مفيداً في أي من الحالتين، ولا توجد قواعد صارمة وسريعة لتحديد مستويات الاستخدام الفعلية أو المحتملة في منطقة المحلية معينة. ويعد تحديد الاستخدام مهماً لاختيار نموذج الأعمال والحل التقني المناسبين ويجب أن يؤخذ في الاعتبار الواجب أثناء عملية الاختيار.

3.2.3 الجدوى المالية

تعتمد الجدوى المالية لمختلف أشكال تقديم الخدمات على عدد من العوامل. ويمكن أن تكون عتبات القدرة على تحمل التكاليف (في حال تطبيقها) ومتطلبات الاستخدام (في حال تطبيقها) من الأقسام السابقة بمثابة مدخلات لحساب الجدوى المالية. ويمكن أيضاً استبعادها، حسب الهدف النهائي للتدخل. وتعتمد الجدوى المالية على عدد من عوامل التمكين والقيود الملزمة التي يرد توضيح بعضها هنا.

وتقتضي الضرورة تقدير الطلب المحتمل على خدمة التوصيلية من أجل تحديد ما إذا كانت الخدمة ستولد إيرادات كافية لتغطية الاستثمارات الرأسمالية ونفقات التشغيل المستمرة. فعلى جانب العرض، ستتحدد خيارات الخدمة من خلال القيود البيئية/الجغرافية، والاعتبارات التقنية، والتسعير (للوصلات الوسيطة)، والمتطلبات والقيود التنظيمية.

وتشمل المكونات الأساسية لتقدير الجدوى المالية تقدير الطلب وهو يتضمن تحديد دخل الفرد المحلي (أو متوسط الإيرادات من كل مستخدم (ARPU))، ومستوى السكان وبيئة الأعمال؛ ومعرفة تكلفة تصميم وتكنولوجيات شبكة النفاذ المناسبة، وهي تتضمن تقييم منطقة التغطية الجغرافية، والكثافة السكانية للعملاء، وتوفر الشبكة الكهربائية، والاعتبارات التنظيمية والسياساتية (خاصة فيما يتعلق بالترخيص لمقدم خدمة الإنترنت واستخدام الطيف) وخيارات التمويل (بما في ذلك تكلفة رأس المال)؛ وقيود الوصلات الوسيطة، بما في ذلك المسافة إلى نقطة الحضور (PoP) والسعة المتاحة وتكلفة عرض النطاق (انظر الجدول 27).

وتساعد هذه العوامل مجتمعة في رسم صورة أوضح لنوع النفقات الرأسمالية والتشغيلية التي ينبغي أن يتوقعها الكيان التشغيلي، ومستوى الإيرادات المطلوب لضمان استمرارية المؤسسة. وبالنسبة للكيانات غير الساعية للربح العاملة بمستوى محدود من التمويل، يمكنها أيضاً المساعدة في تحديد نوع الحل المجدي مالياً لشبكة النفاذ، نظراً للقيد المتمثل في عدم جني الأرباح.

وترتبط شبكة النفاذ والتكنولوجيات نفسها غالباً بالاستثمار الرأسمالي ويرجَّح تثبيتها وفقاً لسعر المعدات والنشر والترخيص، وهو ما يحدده السوق في الغالب. ومن ناحية أخرى، تعد قيود الوصلات الوسيطة والطلب على الخدمة جانبين من معادلة نفقات التشغيل، وقد تخضع لنموذج الإيرادات المحدد الذي يختاره الكيان. بعبارة أخرى، يمثل استثمار رأس المال الحد الأدنى من تكلفة نشر الخدمة، بينما تؤثر اعتبارات نفقات التشغيل في قدرة الكيان المستمرة على الحفاظ على تشغيل الشبكة.

الجدول 27. مكونات تقييمات الجدوى المالية

اعتبارات الجدوى المالية	تقدير الطلب	تصميم شبكة النفاذ وتكنولوجياتها	قيود الوصلات الوسيطة
مكونات البيانات	نصيب الفرد من الدخل (أو متوسط الإيرادات من كل مستخدم (ARPU)) سكان المجتمع المحلي (أو الاشتراكات النشطة) تعداد مصالح الأعمال (المؤسسة، الحكومة، المنظمات غير الربحية، وما إلى ذلك)	المنطقة الجغرافية المراد تغطيتها الكثافة السكانية للعملاء توفر الشبكة الكهربائية اعتبارات السياسة التنظيمية (الترخيص لمقدم خدمة الإنترنت، استخدام الطيف) خيارات التمويل (بما في ذلك تكلفة رأس المال)	المسافة إلى نقطة الحضور في بعض الحالات السعة المتاحة تكلفة عرض النطاق

1.3.2.3 تقدير الطلب

إن الطلب المقدر على خدمة التوصيلية يعتمد على عدد السكان ودخل الفرد (أو متوسط الإيرادات من كل مستخدم (ARPU)). وسيؤثر العدد التقديري لعملاء المؤسسة المحتملين (أعلى أو أدنى من التوقعات لحجم سكاني معين) على خيارات الخدمة، وكذلك وجود مصادر أخرى محتملة للإيرادات (مثل الدعم المالي المباشر المتكرر).

ويقدم الجدول 28 دليلاً لنوع الخدمة التي يرجَّح أن تكون أجدى من الناحية المالية في أي موقع معين، بالنظر إلى عدد السكان المحدد ومتوسط الإيرادات من كل مستخدم (ARPU). ومع ذلك، يمكن أن تختلف الظروف الفعلية لمناطق محلية محددة من حالة إلى أخرى، حسب الهدف المحدد للتدخل: ولن تتأثر الحكومة التي تعتزم

تقديم خدمة سلكية لمنطقة منخفضة الدخل وقليلة الكثافة السكانية بالاعتبارات التجارية التي تؤثر على ملخص. الخيارات الموضحة أدناه.

وبالنسبة لمعظم الكيانات (خاصة المقدمين التجاريين)، يغلب أن تناسب الخدمة السلكية الثابتة المناطق ذات الكثافة السكانية الكبيرة، حتى في المناطق ذات متوسط إيرادات منخفض من كل مستخدم (ARPU)، والسبب هو تكلفة نشر شبكات سلكية جديدة والحاجة إلى الحجم الكبير كي تصبح التوصيلية السلكية مجدية مالياً. وعلى الطرف الآخر من الطيف، تعد خدمة نقطة توصيلية Wi-Fi حلاً منخفض التكلفة ترجَّح استمراريته، لا سيما كخدمة تكميلية لأشكال النفاذ الأخرى، ولكن ذلك يحتاج إلى حل للوصلات الوسيطة قابل للاستمرار.

وبالنسبة للكيانات غير الساعية للربح، أو الكيانات التي تتلقى التمويل أو الإعانات المالية بطريقة أخرى، ويمكن أن يساعد التمويل الإضافي في سداد التكاليف الرأسمالية المرتفعة لحل معين، مما يسمح بنشره في المناطق التي يكون فيها العائد على الاستثمار منخفضاً. فعلى سبيل المثال، في حين أن التكنولوجيا اللاسلكية الثابتة الأرضية، مثل الموجات الصغرية، تُنشر عادةً في مناطق متوسط الإيرادات العالي من كل مستخدم (ARPU) حيث يمكن استرداد النفقات الرأسمالية، يمكن أن تسمح الإعانة المالية للكيان بنشر التكنولوجيا حتى في المناطق ذات متوسط الإيرادات المتوسط إلى المنخفض من كل مستخدم. وهذا يوضح أن الجدوى المالية تعتمد على الظروف الخاصة للنشر وأن الحلول التقنية المناسبة تتطلب المزيج الصحيح من التمويل وتصميم الشبكة.

الجدول 28. تقدير الطلب حسب عدد السكان والدخل

	عدد قليل جدا من السكان (< 3 000 شخص)	عدد قليل من السكان (يتراوح بين 3 000 و10 000 شخص)	عدد أكبر من السكان (> 10 000 شخص)
أدنى دخل (ARPU < 3 دولارات أمريكية/شهرياً)	بيانات خلوية محدودة (الجيل الثاني (2G)، الجيل الثالث (3G))؛ خدمة بيانات نقطة توصيلية Wi-Fi محدودة (يمكن دعمها بالساتل)	بيانات خلوية محدودة (الجيل الثاني (2G)، الجيل الثالث (3G))؛ خدمة بيانات نقطة توصيلية Wi-Fi محدودة (يمكن دعمها بالساتل)	بيانات خلوية (الجيل الثاني (2G)، الجيل الثالث (3G)، الجيل الرابع (4G))؛ خدمة بيانات نقطة توصيلية Wi-Fi (يمكن دعمها بالساتل) أو خدمة لاسلكية ثابتة (أرضية أو ساتلية)؛ خدمات سلكية ثابتة (FTTH، كبلات، أسلاك نحاسية)
دخل منخفض (ARPU بين 3 و10 دولارات أمريكية/شهرياً)	بيانات خلوية محدودة (الجيل الثاني (2G)، الجيل الثالث (3G))؛ خدمة بيانات نقطة توصيلية Wi-Fi محدودة (يمكن دعمها بالساتل)	بيانات خلوية (الجيل الثاني (2G)، الجيل الثالث (3G)، الجيل الرابع (4G))؛ خدمة بيانات نقطة توصيلية Wi-Fi (يمكن دعمها بالساتل) أو خدمة لاسلكية ثابتة (أرضية أو ساتلية)	بيانات خلوية (الجيل الثاني (2G)، الجيل الثالث (3G)، الجيل الرابع (4G)، الجيل الخامس (5G))؛ خدمة بيانات نقطة توصيلية Wi-Fi (يمكن دعمها بالساتل) أو خدمة لاسلكية ثابتة (أرضية أو ساتلية)؛ خدمات سلكية ثابتة (FTTH، كبلات، أسلاك نحاسية)
دخل أعلى (ARPU أعلى من 10 دولارات أمريكية/شهرياً)	بيانات خلوية (الجيل الثاني (2G)، الجيل الثالث (3G)، الجيل الرابع (4G))؛ خدمة بيانات نقطة توصيلية Wi-Fi (يمكن دعمها بالساتل) أو خدمة لاسلكية ثابتة (أرضية أو ساتلية)	بيانات خلوية (الجيل الثاني (2G)، الجيل الثالث (3G)، الجيل الرابع (4G))؛ خدمة بيانات نقطة توصيلية Wi-Fi (يمكن دعمها بالساتل) أو خدمة لاسلكية ثابتة (أرضية أو ساتلية)؛ خدمات سلكية ثابتة محتملة	بيانات خلوية (الجيل الثاني (2G)، الجيل الثالث (3G)، الجيل الرابع (4G)، الجيل الخامس (5G))؛ خدمة بيانات نقطة توصيلية Wi-Fi (يمكن دعمها بالساتل) أو خدمة لاسلكية ثابتة (أرضية أو ساتلية)؛ خدمات سلكية ثابتة (FTTH، كبلات، أسلاك نحاسية)

2.3.2.3 تصميم وتكنولوجيات شبكات النفاذ

تتحدد خيارات التكنولوجيا المجدية في شبكة النفاذ حسب عدد السكان والمنطقة الجغرافية والخصائص الطبوغرافية. وتمكن خدمة المناطق الصغيرة ذات الكثافة السكانية العالية بالتكنولوجيات الموضعية مثل Wi-Fi. أما المناطق الواسعة فقد تحتاج إلى تغطية شبكة خلوية أو توصيلية ساتلية مباشر إلى المبنى. وبالمثل، قد تتطلب التضاريس الجبلية ذات خيارات خط البصر المحدودة بين الأجهزة الراديوية تصميم شبكة أكثر تعقيداً و/أو استخدام تكنولوجيات خارج خط البصر.

ويقدم الجدول 29 ملخصاً موجزاً لخيارات التكنولوجيا والخدمة لتوليفات معينة من عدد السكان والطبوغرافيا. وتعد المناطق ذات التضاريس المستوية الأكثر تنوعاً من حيث حلول التكنولوجيا المتاحة للنشر، نظراً لاعتماد بعض التكنولوجيات على خط البصر. علاوة على ذلك، تعد تكنولوجيات مثل شبكات Wi-Fi المتشابكة الأنسب

للمناطق الصغيرة ذات التضاريس المسطحة، نظراً لتحديات توسيع نطاق شبكة Wi-Fi لتغطي مساحات كبيرة بالنسبة لتكلفة معدات الشبكة.

ومن بين تكنولوجيات النفاذ المختلفة، تُظهر التكنولوجيا الخلوية جدواها عبر أي نوع من التضاريس والكثافة السكانية، على الرغم من أن الجانب المالي للنشر يمكن أن يختلف اختلافاً كبيراً نظراً لعوامل مثل التضاريس وتوفر نقطة الحضور (PoP) والكثافة السكانية. وفي جميع التكنولوجيات اللاسلكية، يجب أخذ تكلفة استخدام موارد الطيف المرخصة في الاعتبار، باستثناء الحلول التي تكتفي باستخدام النطاقات غير المرخصة مثل Wi-Fi.

الجدول 29. خيارات شبكة النفاذ على أساس المنطقة والمعالم الجغرافية*

	منطقة جغرافية صغيرة، تضاريس مسطحة	منطقة جغرافية صغيرة، تضاريس جبلية	منطقة جغرافية كبيرة، تضاريس مسطحة	منطقة جغرافية كبيرة، تضاريس جبلية
العتبات النسبية	< 10 km^2؛ ممكنة على خط البصر عبر معظم التضاريس	< 10 km^2؛ خارج خط البصر عبر معظم التضاريس	< 10 km^2؛ ممكنة على خط البصر عبر معظم التضاريس	< 10 km^2؛ خارج خط البصر عبر معظم التضاريس
خيارات الخدمة المحتملة	شبكة متشابكة لنقاط نفاذ Wi-Fi بوصلات من نقطة إلى نقطة أو من نقطة إلى عدة نقاط؛ تكنولوجيا خلوية	تكنولوجيا خلوية أو ساتلية	حلول خلوية أو ساتلية لمنطقة واسعة؛ وصلات موجات صغرية من نقطة إلى نقطة أو من نقطة إلى عدة نقاط في متشابكة لاسلكية	حلول خلوية أو ساتلية لمنطقة واسعة

*** يركز الجدول 29 على التكنولوجيات اللاسلكية الشائعة. ويمكن أيضاً النظر في التكنولوجيات الناشئة الأخرى في مواقف محددة، مثل البلدان التي شرعت في ترخيص التكنولوجيات الناشئة الموصوفة سابقاً.**

3.3.2.3 قيود الوصلات الوسيطة

إن خيارات جودة الخدمة (مقاييس صبيب البيانات بدلالة التنزيل والرفع والكمون) في شبكة النفاذ محدودة بالوصلات الوسيطة المتوفرة للتوصيل البيني لشبكة النفاذ مع البنية التحتية للشبكة الأساسية في البلاد. وعلى هذا النحو، من الأهمية بمكان تحديد خيارات الوصلات الوسيطة قبل اختيار التكنولوجيا. وبدون مصدر مناسب للوصلات الوسيطة، سيقل الصبيب المحتمل لأي شبكة نفاذ.

وفيما يتعلق باختيار تكنولوجيا النفاذ، ستحتاج الكيانات إلى النظر في الاستخدام الممكن بعرض النطاق المتاح من الوصلات الوسيطة، وفي تصميم الشبكة باستخدام التكنولوجيات التي ترقى إلى مستوى المهمة. وفي حين أن بعض التدخلات تختار نشر شبكات سلكية عالية السعة ترقباً للنمو المستقبلي في توفر الوصلات الوسيطة، فإن عمليات النشر الاستباقية هذه تندرج إلى حد كبير في مجال الحكومات أو الكيانات الأخرى التي لديها موارد كبيرة تحت تصرفها.

وفي معظم عمليات النشر حيث يكون التمويل مقيداً، فإن الاستخدام الأفضل للموارد النادرة يعني اختيار تكنولوجيا شبكة النفاذ بناءً على الوصلات الوسيطة المتوفرة، مع مراعاة معتدلة للنمو المستقبلي حسب الاقتضاء. وللتوضيح، قد تختار المناطق التي يشح فيها عرض النطاق نشر خدمة خلوية محدودة (مثل الجيل الثاني (2G) الأساسي وخدمة الرسائل القصيرة (SMS))، مع الأخذ في الاعتبار أن الوصلات الوسيطة لن تتيح إلا استخداماً محدوداً. ويؤثر ذلك أيضاً على ما يمكن للكيان أن يتقاضاه من المستخدمين مقابل النفاذ إلى الشبكة، فيؤثر بالتالي في مجمل الجدوى المالية للمؤسسة.

ويؤثر تيسر الوصلات الوسيطة أيضاً على اختيار نموذج الأعمال والإيرادات ويساعد في تحديد ما إذا كانت هناك حاجة إلى اعتمادات (أو إعانات مالية) إضافية. وتكلفة عرض النطاق هي نفقة تشغيل متكررة وذات شأن، وفهم ما إذا كانت الإيرادات المتوقعة مقابل الاستخدام المتوقع ستكفي لتغطية التكاليف أمر بالغ الأهمية للاستمرارية. ويصف الجدول 30 القيود التي تفرضها توليفات متنوعة من تيسر عرض النطاق وتكلفة الوصلات الوسيطة على شبكات النفاذ.

ويمكن أن تؤثر قيود الوصلات الوسيطة كثيراً على جدوى النماذج التقنية والتجارية ويجب أخذها في الاعتبار في ضوء أهداف شبكة النفاذ. ففي الحالة التي لا تقدم فيها الوصلات الوسيطة إلا عرض نطاق ضيق بسعر مرتفع، لا تتسنى الجدوى التجارية إلا إذا استهدفت الخدمة كبار المستخدمين، مثل الشركات والمنظمات الأخرى. وإذا كان الهدف هو تقديم خدمة ميسورة التكلفة للجميع في منطقة محلية ما، فهذا إما متعذر نظراً لقيود الوصلات

الوسيطة، أو يتطلب استخدام الإعانات المالية لخفض تكلفة عرض النطاق على كل مستخدم إلى مستويات مقبولة.

والوضع الأمثل للوصلات الوسيطة هو الوضع الذي يكون فيه عرض النطاق وفيراً ومتاحاً بسعر منخفض، حيث يقدم ذلك أكبر قدر من المرونة من حيث تصميم الشبكة والاستخدام المحتمل (وبالتالي نماذج الإيرادات). ولكن يجدر الانتباه إلى ندرة هذا الوضع حتماً في عمليات النشر الريفية حيث تقل أو تنعدم التوصيلية لا سيما في المناطق النائية. وعادةً ما تؤدي الندرة إلى ارتفاع الأسعار، وفي الأسواق الأكثر نضجاً، كثيراً ما تقل لدى مقدمي الوصلات الوسيطة السعة المتاحة للمناطق التي لا يتوقعون فيها طلباً كبيراً. ويعد ذلك تحدياً فيما يتعلق بتوصيل المناطق النائية قليلة السكان بمستويات معقولة؛ قد يتطلب الأمر إعانات مالية متكررة لسد فجوة النفاذ الحقيقية.

وفي حالات أخرى، قد يؤدي تحسين كفاءة السوق إلى تشجيع مقدمي الوصلات الوسيطة على توسيع شبكاتهم وإتاحة السعة لمناطق جديدة. وبالنسبة لشبكات النفاذ، يمثل ذلك فرصة للحصول على عرض نطاق للتسليم إلى مناطق محلية جديدة. ويتمثل التحدي هنا مرة أخرى في ضمان تسعير ميسور للوصلات الوسيطة، عبر تدخلات من جانب العرض (مثل التخفيضات الضريبية أو أشكال أخرى من الحوافز لخفض تكلفة عرض النطاق) أو من جانب الطلب (عن طريق الإعانات المالية).

الجدول 30. قيود الوصلات الوسيطة حسب السعة (عرض النطاق وسقوف البيانات)

	سعة الوصلات الوسيطة المنخفضة (عرض النطاق وسقف البيانات)	سعة الوصلات الوسيطة العالية (عرض النطاق وسقف البيانات)
الأسعار المنخفضة	هناك حالات قليلة تنخفض فيها السعة والأسعار معاً، حيث سيدفع شح السعة الأسعار إلى الارتفاع عادة؛ ولكن يمكن أن يحدث ذلك في حال تخصيص سعة الوصلات الوسيطة للمستأجرين الأساسيين أو للخدمات الحكومية بأسعار منظمة وإتاحة السعة الإضافية الطفيفة للترتيبات التجارية. ويمكن أن تدعم مثل هذه الحالات خدمات التوصيلية الأساسية.	تقدم السعة العالية والأسعار المنخفضة أكبر قدر من المرونة في تصميم نشر شبكة النفاذ، وتفرض أقل قيود على الاستخدام المحتمل من جانب المستهلكين النهائيين.
الأسعار المرتفعة	السعة المنخفضة والأسعار المرتفعة هي العرف السائد في المناطق النائية والريفية حيث تتاح وصلات وسيطة محدودة في الجوار المباشر. وتؤدي مثل هذه الحالات إلى المزيد من حالات نشر شبكة النفاذ المحدودة، من قبيل ارتفاع الأسعار على المستخدم النهائي أو الحاجة إلى الإعانات المالية.	قد تؤدي السعة العالية بتكلفة عالية إلى حالات لا يقدر فيها على تحمل تكاليف الخدمات سوى المستهلكين ذوي الدخل المرتفع، أو قد يُتطلب دعم مالي عام، ما لم تتمكن نماذج أعمال شبكة النفاذ والإيرادات من تمييز الأسعار بشكل فعال وتقسيم المستهلكين إلى شرائح لتحقيق أقصى قدر من الكفاءة.

4.2.3 الهيكل

سيتحدد هيكل الكيان الذي يقدم الخدمة من خلال توفر الخيارات في السياسة العامة وبيئة السوق التنظيمية (انظر القسم 10.2 السياسة العامة والأنظمة التنظيمية). فالسياسة العامة والبيئة التنظيمية لتوصيلية الإنترنت في أي بلد معين ستساهم بمجملها كثيراً في تمكين وتشجيع نشر خدمة جديدة للمجتمعات غير الموصولة أو ستعمل كعائق معرقل. وحسب نوع التدخل المختار بشأن توصيلية الميل الأخير، وبيئة السياسة العامة، ستواجه أنواع مختلفة من تدخلات توصيلية الميل الأخير قضايا تنظيمية مختلفة.

وللكيانات التجارية، بشكل عام، متطلبات تنظيمية أكثر صرامة من تلك غير التجارية، ولمشغلي خدمة شبكة الاتصالات المتنقلة الكاملة (MNO) متطلبات أكثر من مقدمي خدمة الإنترنت. ومع ذلك، يمكن أن تختلف بيئات السياسة العامة اختلافاً كبيراً حسب الولاية القضائية، وتعتمد اللوائح الناظمة للكيان على السياق المحدد. فعلى سبيل المثال، تتطلب البيئات التنظيمية في بعض الاقتصادات المتقدمة، مثل اليابان، عملية تسجيل فقط للكيانات المقتصرة على الإنترنت، أما في الفلبين، فيتطلب مشغِّل الخدمة الكاملة امتيازاً تشريعياً من الكونجرس، بالإضافة إلى التراخيص الأخرى، بما في ذلك للطيف.

وبالنسبة للكيانات غير الساعية للربح، فإن العائق المعتاد أمام الدخول هو منح الترخيص لاستخدام الطيف الذي يتوفر في بعض الولايات القضائية للكيانات التجارية حصراً. وفي حالات أخرى، توجد أحكام لاستخدام الطيف لأغراض غير تجارية. ونتيجة لذلك، فإن التكنولوجيات التي ينوي الكيان استخدامها يمكن أن تؤثر على نوع الهيكل الذي يناسب أغراضه بشكل أفضل.

وعادةً لا يحتاج الكيان الذي ينوي إعادة توزيع عرض النطاق الخلوي المتاح تجارياً باستخدام شبكة Wi-Fi المتشابكة إلى التقدم بطلب للحصول على أي تراخيص للطيف، حيث تستخدم شبكة Wi-Fi ترددات راديوية غير مرخصة. ومن ناحية أخرى، يتطلب استخدام الترددات الخلوية عادةً ترخيص لمشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة، بالإضافة إلى الترخيص الخاص بالتردد المستخدم. وبالنسبة للكيانات غير الساعية للربح، تتمثل إحدى طرق تجنب الاضطرار إلى التقدم بطلب للحصول على ترخيص للطيف في الدخول في شراكة مع مشغِّل شبكة اتصالات متنقلة قائم لاستخدام تردداته (وغالباً، للنفاذ إلى شبكته أيضاً). ولكن ذلك يخضع عادةً لاتفاق تجاري مع مشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO).

وحسب بيئة السياسة المحددة، قد يؤثر الهيكل المختار أيضاً على الترددات (والتكنولوجيات) التي يمكنه النفاذ إليها، وبأي تكلفة يمكن الحصول على موارد الطيف. وفي بعض الولايات القضائية، وُضعت سياسات خاصة لتسهيل حصول الكيانات غير الربحية أو الجهات التجارية الصغيرة على موارد الطيف في المزاد، عن طريق أرصدة في المزاد مثلاً.

وفي نهاية المطاف، لا يؤثر اختيار الهيكل على الجانب التنظيمي للكيان التشغيلي فحسب، بل يؤثر أيضاً على نماذجه التقنية والتجارية. وكما هو الحال مع الأبعاد الأخرى، يُختار الهيكل الأنسب في ضوء سياق التدخل وأهدافه، مع الأخذ في الاعتبار القيود المشفوعة بهياكل محددة، خاصة فيما يتعلق باستخدام التكنولوجيات اللاسلكية. ويسلط الجدول 31 الضوء على بعض القضايا التنظيمية المختلفة التي قد تواجهها أنواع مختلفة من التدخلات بشأن توصيلية الميل الأخير.

الجدول 31. المسائل التنظيمية حسب هيكل المنظمة

	مشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجارية	مقدم خدمة الإنترنت (ISP) التجارية	شبكة الاتصالات المتنقلة المحلية غير الساعية للربح	شبكة مقدم خدمة الإنترنت المحلية غير الساعية للربح
القضايا التنظيمية	تراخيص تشغيل الاتصالات التجارية المطلوبة؛ تتطلب حقوقاً باستخدام الطيف	ترخيص مطلوب لمقدم خدمة الإنترنت (ISP) التجارية	تتطلب حقوقاً مرخصة باستخدام الطيف (باستثناء الشراكات مع MNO)؛ وقد يُتطلب ترخيص للاتصالات	قد يُتطلب ترخيص لمقدم خدمة الإنترنت

5.2.3 الاستدامة

تتجاوز الاستدامة في هذا السياق نمذجة الإيرادات للنظر في جدوى التدخل على المدى الطويل، بما يضمن أخذ نفقات التشغيل والنمو المستقبلي والترقيات في الاعتبار. وهذا أمر اعتيادي بالنسبة للكيانات التجارية القائمة، عند اتخاذ قرار بشأن جدوى موقع نشر جديد. أما بالنسبة للجهات التجارية الجديدة أو الكيانات غير الساعية للربح، فإن ضمان قدرة مصادر التمويل (من الإيرادات والمصادر الأخرى) على دعم العمليات والنمو على المدى الطويل يمكن أن يمثل تحدياً.

وعلى الكيانات غير الساعية للربح التي تعتمد على الإعانات المالية المتكررة بشكل خاص أن تحتاط لإمكانية إنهاء الإعانات المالية أو تخفيضها كثيراً. وكثرت حالات شبكات النفاذ الصغيرة التي تقدم النفاذ المجاني والتي توقفت عن العمل بمجرد نضوب الإعانات المالية. وبالنسبة لهذه الكيانات، تشجَّع بعض أشكال رسوم الاستخدام كطريقة لضمان جدوى التدخل.

وكحد أدنى، ينبغي أن يكون لدى الكيانات الربحية وغير الساعية للربح على حد سواء مصادر تمويل كافية لتغطية النفقات التشغيلية المتكررة، وعلى رأسها عرض النطاق والكهرباء والإدارة المنتظمة لمعدات الشبكة وصيانتها. وتستطيع بعض الكيانات التجارية تبرير استمرار تقديم الخدمة في منطقة ما بخسارة كشكل من أشكال المسؤولية الاجتماعية للشركات، أو من أجل تلبية متطلبات التزام التغطية. أما الكيانات غير الساعية للربح التي لا تستطيع العمل بخسارة والتي لا تكفي رسوم استخدامها لتغطية نفقاتها، فيمكنها النظر في المساهمات العينية (معدات الشبكة، وفي شكل عمالة لتركيب الشبكة وصيانتها) أو الإعانات المالية المستمرة من المنطقة المحلية أو الحكومة.

وبمجرد أن تحقق الشبكة استدامة العمليات الجارية، تبرز مسألة نمو الشبكة وتوسعها. وبالنسبة للكيانات التجارية، يأتي ذلك عادةً استجابة للطلب المتزايد من المنطقة المحلية، ويعد توسيع الشبكة قراراً استثمارياً له مسوغاته التجارية. وبالنسبة للكيانات غير التجارية التي تقدم التوصيلية لأغراض إنسانية أو أغراض أخرى مماثلة،

قد يتطلب توسيع امتداد الشبكة تمويلاً إضافياً كبيراً لا يتوفر بسهولة من رسوم الاستخدام والإعانات المالية القائمة.

وتتمثل إحدى طرق معالجة هذا الأمر في مساهمة بالمعدات من الشركاء أو من أعضاء المنطقة المحلية. ويفترض ذلك أن رسوم الاستخدام في المنطقة المستهدفة الجديدة ستكفي لتغطية عرض النطاق الإضافي المطلوب، أو أن الإعانات المالية ستتاح أيضاً للتوسع. وينطبق المنطق نفسه على ترقية معدات الشبكة أو زيادة عرض النطاق، وهو ما تمكن معالجته إما برسوم استخدام أعلى أو بزيادة الإعانات المالية. ويسلط الجدول 32 الضوء على مختلف قضايا الاستدامة التي تواجهها أنواع التدخلات المختلفة بشأن توصيلية الميل الأخير.

الجدول 32. اعتبارات الاستدامة حسب الهيكل التنظيمي

	مشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجارية	مقدم خدمة الإنترنت (ISP) التجارية	شبكة الاتصالات المتنقلة المحلية غير الساعية للربح	شبكة مقدم خدمة الإنترنت المحلية غير الساعية للربح
اعتبارات الاستدامة	تشغيل تجاري يجب أن يغطي نفقاته (أو يقدم تغطية كمسعى للنهوض بمسؤولية اجتماعية للشركة أو لتلبية مطلب التزام بالتغطية)	تشغيل تجاري يجب أن يغطي نفقاته (أو يقدم تغطية كمسعى للنهوض بمسؤولية اجتماعية للشركة أو لتلبية مطلب التزام بالتغطية)	قد يلزم استكمال رسوم الاستخدام بالمساهمات العينية (تركيب الشبكة وتشغيلها) أو بالإعانات المالية المجتمعية أو الحكومية الجارية.	قد يلزم استكمال رسوم الاستخدام بالمساهمات العينية (تركيب الشبكة وتشغيلها) أو بالإعانات المالية المجتمعية أو الحكومية الجارية.

3.3 رسم مصفوفة القرار للحلول الممكنة (الخطوة 3ج)

يتسع مدى الخيارات المتاحة لأي تدخل فردي ويمكن أن تكون عملية اصطفاء خصائص القيود خطية (مثل شجرة قرار) أو تكرارية (تحدد ملاءمة جيدة على أساس جميع المدخلات والقيود التي ينفرد بها كل موقف).

وترد أدناه في الجدول 33 إحدى مصفوفات القرار التي يمكن أن تساعد في اصطفاء خيارات التدخل ذات الصلة بناءً على خصائص الموقف والقيود المعروضة أعلاه. ويمكن لمعايير الاستخدام والقدرة على تحمل التكاليف أن تطبَّق مسبقاً على عملية الاختيار بناءً على القرارات المتخذة لحصر التدخلات في تلك التي تفي بعتبات معينة من أسعار الخدمة لمستويات الخدمة المحددة مسبقاً.

وبالنسبة لمعايير الجدوى المالية وهيكل الكيانات المحتملة والاستدامة، ستحدد الخصائص المختلفة لأنواع التدخل الأربعة المختلفة ما يمكن أن يكون الحل الأجدى.

ولكن بالنسبة لأي من أنواع التدخل المدرجة أدناه (مشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجارية، أو مقدم خدمة الإنترنت التجارية، أو شبكة الاتصالات المتنقلة المحلية غير الساعية للربح أو شبكة مقدم خدمة الإنترنت المحلية غير الساعية للربح)، يمكن استخدام تكنولوجيات مختلفة، وفي معظم الحالات، يمكن أن تُنشر تكنولوجيات متعددة في أجزاء مختلفة من سلسلة قيمة الاتصالات، وكذلك في أجزاء مختلفة من الشبكات. ويمكن لهذه الشبكات الهجينة القائمة على التكنولوجيا (المعروفة أيضاً باسم الشبكات غير المتجانسة) أن تتميز كذلك بنماذج أعمال مختلفة. وأحد أنواع مصفوفة القرار لتحديد حلول التدخل المحتملة هو شجرة القرار (انظر الملحق 3).

الجدول 33. مصفوفة قرار لتحديد الحلول المناسبة

		مشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجارية	مقدم خدمة الإنترنت (ISP) التجارية	شبكة الاتصالات المتنقلة المحلية غير الساعية للربح	شبكة مقدم خدمة الإنترنت المحلية غير الساعية للربح
القدرة على تحمل التكاليف		المقياس المسبق لعتبة القدرة على تحمل التكاليف (من قبيل 2 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي الشهري للفرد مقابل 1 GB من بيانات النطاق العريض المتنقل) المطبق على المستوى الوطني أو المحلي؛ وتحديد ما إذا كان ذلك سيحكم عملية الاختيار أو سيُستخدَم كمقياس خارجي للتقدم المحرز فقط			
الاستخدام		التحديد المسبق لمتطلبات الاستخدام: هل سيتحدد الاستخدام وفقاً لما تدعمه الأسواق (والجدوى المالية)، أم أن هناك خدمات وتطبيقات محددة (مثل الحكومة الإلكترونية أو الصحة أو التعليم) تتطلب استيفاء عتبة محددة لجودة الخدمة؟			
الجدوى المالية	تقدير الطلب والجدوى المالية	عدد قليل من السكان/ دخل منخفض عدد قليل من السكان/ دخل أعلى عدد أكبر من السكان/ دخل منخفض عدد أكبر من السكان/ دخل أعلى	عدد قليل من السكان/دخل منخفض عدد قليل من السكان/دخل أعلى عدد أكبر من السكان/ دخل منخفض عدد أكبر من السكان/ دخل أعلى	عدد قليل من السكان/ دخل منخفض	عدد قليل من السكان/ دخل منخفض عدد قليل من السكان/ دخل أعلى عدد أكبر من السكان/ دخل منخفض
	خيارات جودة الخدمة (الوصلات الوسيطة)	سعة عالية وأسعار تنافسية سعة منخفضة وأسعار عالية	سعة عالية وأسعار تنافسية	سعة منخفضة وأسعار عالية	سعة منخفضة وأسعار عالية
	خصائص شبكة النفاذ	منطقة صغيرة/ تضاريس مسطحة منطقة جغرافية كبيرة/ تضاريس مسطحة	منطقة صغيرة/ تضاريس مسطحة منطقة صغيرة/ تضاريس جبلية منطقة كبيرة/ تضاريس مسطحة منطقة كبيرة/ تضاريس جبلية	منطقة صغيرة/ تضاريس مسطحة منطقة صغيرة/ تضاريس جبلية منطقة كبيرة/تضاريس مسطحة	منطقة صغيرة/ تضاريس مسطحة منطقة صغيرة/ تضاريس جبلية منطقة كبيرة/ تضاريس مسطحة منطقة كبيرة/ تضاريس جبلية
الهيكل		تراخيص تشغيل الاتصالات التجارية المطلوبة؛ تتطلب حقوقاً باستخدام الطيف	ترخيص مطلوب لمقدم خدمة الإنترنت (ISP) التجارية	تتطلب حقوقاً مرخصة باستخدام الطيف (باستثناء الشراكات مع MNO)؛ وقد يُتطلب ترخيص للاتصالات	قد يُتطلب ترخيص لمقدم خدمة الإنترنت
الاستدامة		تشغيل تجاري يجب أن يغطي نفقاته (أو يقدم تغطية كمسعى للنهوض بمسؤولية اجتماعية للشركة أو لتلبية مطلب التزام بالتغطية)	تشغيل تجاري يجب أن يغطي نفقاته (أو يقدم تغطية كمسعى للنهوض بمسؤولية اجتماعية للشركة أو لتلبية مطلب التزام بالتغطية)	قد يلزم استكمال رسوم الاستخدام بالمساهمات العينية (تركيب الشبكة وتشغيلها) أو بالإعانات المالية المجتمعية أو الحكومية الجارية.	قد يلزم استكمال رسوم الاستخدام بالمساهمات العينية (تركيب الشبكة وتشغيلها) أو بالإعانات المالية المجتمعية أو الحكومية الجارية.

4.3 النظر في أدوات إضافية لتقييم الحلول (الخطوة 3د)

تتوفر مجموعة من الأدوات الإضافية لدعم الحجم الصحيح لعمليات نشر الشبكة وتقدير احتياجات الاستثمار. فتستخدم المفوضية الأوروبية، على سبيل المثال، شجرة قرار تتدفق من وضع خطة أولية للنطاق العريض إلى اختيار أنواع البنية التحتية ونماذج الاستثمار ونماذج الأعمال وأدوات التمويل، قبل أن تنتهي بخطة عمل للتنفيذ[65]. وبالمثل، لدى البنك الدولي شجرة قرار لسيناريوهات مختلفة، أو مستويات مشاركة، للتدخل الحكومي في نشر البنية التحتية.[66]

ويرد عرض أشجار قرار أخرى في الجدول 34، بالإضافة إلى أدوات نمذجة الاستثمار (التقارير وجداول البيانات) التي تساعد في تقدير تكاليف النشر والإيرادات المحتملة والجدوى الاقتصادية. وتقدم مجموعة أدوات تخطيط أعمال البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات لدى الاتحاد الدولي للاتصالات، على وجه الخصوص، مجموعة من التحليلات الاقتصادية المختلفة لتقدير المقاييس المالية الرئيسية لأي استثمار محتمل في البنية التحتية مثل الطلب والإيرادات والنفقات الرأسمالية ونفقات التشغيل ومتوسط التكاليف المرجح وصافي القيمة الحالية.[67]

الجدول 34. أدوات إضافية لتقييم الحلول (دعم القرار ونمذجة الاستثمار)

نوع الأداة	اسم الأداة	URL	قابلية التطبيق
دعم القرار	نمذجة الاستثمار في الاتحاد الأوروبي	https://ec.europa.eu/digital-single-market/node/77755	عملية اختيار نموذج الأعمال
	نماذج الأعمال المبتكرة للبنك الدولي	http://documents.worldbank.org/curated/en/674601544534500678/pdf/132845-7-12-2018-17-20-11-InnovativeBusinessModels.pdf	تحديد الدعم العام للبنية التحتية للشبكة الأساسية
	اختيار البنية التحتية للاتصالات الريفية	https://pdfs.semanticscholar.org/1b90/b5db52b035292c06d35f95d13cb4ba1e9e5e.pdf	معايير متنوعة لتوصيلية الميل الأخير الريفية
	تقرير "إغلاق فجوة النفاذ"، مع الاعتبارات الرئيسية ونماذج النفاذ	https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/15396/Closing-the-Access-Gap.pdf	تحديد نماذج النفاذ إلى توصيلية الميل الأخير
نمذجة الاستثمار	مجموعة أدوات تخطيط أعمال البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات بالاتحاد	https://www.itu.int/en/ITU-D/Technology/Documents/Publications/ICT%20Infrastructure-business-toolkit.pdf	متطلبات الاستثمار في الشبكة
	نموذج تقرير "توصيل إفريقيا عبر النطاق العريض"	https://www.broadbandcommission.org/Documents/working-groups/DigitalMoonshotforAfrica_Report.pdf	نمذجة الاستثمارات الوطنية في النفاذ الشامل
	أداة استثمار في الإنترنت للجميع (المنتدى الاقتصادي العالمي)	http://www3.weforum.org/docs/IFA_models_for_year.xlsx	توضح أداة نمذجة الاستثمار المستخدمة في شرق إفريقيا
	أداة نمذجة أعمال توصيلية الميل الأخير (USAID)	http://inclusion.digitaldevelopment.org/resources/last-mile-connectivity-business-modeling-tool	النمذجة المالية للتدخلات بشأن توصيلية الميل الأخير

[65] المفوضية الأوروبية، نماذج الأعمال الأساسية (صفحة الويب، آخر تحديث 3 يوليو 2020).
[66] البنك الدولي، مرجع الحاشية السابقة رقم 76.
[67] الاتحاد الدولي للاتصالات، *مجموعة أدوات تخطيط أعمال البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات* (جنيف، 2019).

الفصل 4. تنفيذ التدخلات لتوسيع خدمة التوصيلية المستدامة (الخطوة 4)

بمجرد تحديد الحلول القابلة للتطبيق، فإن الخطوة التالية في العملية هي تحديد الإجراءات الإضافية التي قد تلزم لدعم تنفيذها. وتركز الخطوة 4 على هذه الإجراءات الداعمة. ويوضح الشكل 34 موضع هذه الخطوة في مجمل العملية ويحدد أنشطتها.

الشكل 34. الخطوة 4 في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير

أنشطة الخطوة 4 لتنفيذ التدخلات لتوسيع خدمة التوصيلية المستدامة (الخطوة 4)

4 أ - خيارات التدخل – مقدمة

4ب - خيارات التدخل - إجراءات كفاءة السوق

4ج - خيارات التدخل - التمويل لمرة واحدة (الدعم المالي الذكي)

4د - خيارات التدخل - التمويل/الدعم المالي المتكرر

4هـ - أمثلة على الخيارات (من دراسات الحالة المقدَمة)

1.4 خيارات التدخل – مقدمة (الخطوة 4 أ)

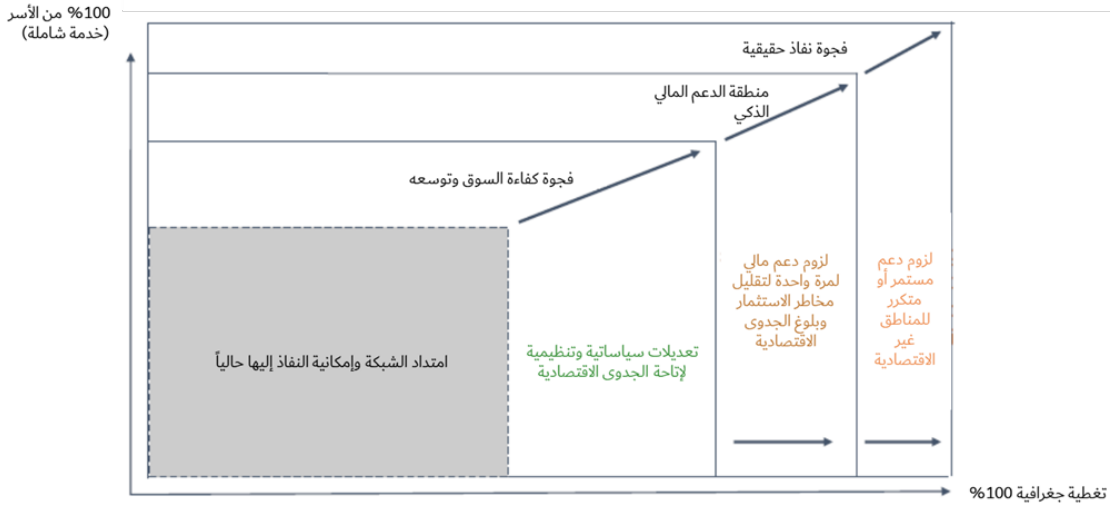
كما لوحظ في القسم 1.3.3.2 (الأساس المنطقي للإعانات المالية (المعدومة، أو لمرة واحدة أو المتكررة))، هناك ثلاثة أنواع عامة من التدخل لزيادة التغطية والخدمة الشاملة لتوصيلية الإنترنت. وتُستخدم فئات التدخل الثلاث هذه أيضاً في دليل الحلول هذا لتجميع التدخلات التي تشجع نشر خدمة توصيلية الميل الأخير (انظر الشكل 35).

وتتضمن الفئة الأولى سياسة عامة وتدخلات تنظيمية توسع تقديم الخدمات المجدية اقتصادياً (الموصوفة هنا بكفاءة السوق وتدخلات التوسع). وهي تشمل الإجراءات التي تعالج تعطل السوق وتحد من إمكانية استثمار القطاع الخاص في تقديم الخدمات.

وتتعلق الفئة الثانية بالتمويل لمرة واحدة أو الإعانات المالية المحدودة التي تقلل من مخاطر الاستثمار الخاص (الموصوف أيضاً بالإعانات المالية الذكية). وهي تحتوي على مجموعة من تدابير التمويل العام لمرة واحدة (والحوافز الضريبية) وهي موصوفة في القسم 3.4 المعنون خيارات التدخل - التمويل لمرة واحدة (الدعم المالي الذكي).

وتركز الفئة الأخيرة على التمويل العام المتكرر في الحالات التي لا يجدي فيها تقديم الخدمة اقتصادياً، حيث يقدم السوق عائداً غير كافٍ على استثمار رأس المال الخاص، وتدعو الحاجة إلى دعم مستمر ومتكرر لتقديم الخدمة. أما القسم 4.4 المعنون خيارات التدخل - التمويل/الدعم المالي المتكرر فهو يصف خيارات التدخل المتاحة.

الشكل 35. تمييز التدخل بشأن مختلف فجوات النفاذ



المصدر: مجموعة أدوات تنظيم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لدى لاتحاد الدولي للاتصالات، الملاحظة 42

2.4 خيارات التدخل - إجراءات كفاءة السوق (الخطوة 4ب)

يلخص الجدول 35 عدداً من الإجراءات السياساتية والتنظيمية، التي توسع تقديم الخدمات المجدية اقتصادياً من خلال تشجيع توسع السوق ونشره ومعالجة تعطل السوق، وإمكانية تطبيقها على التدخلات المختلفة بشأن توصيلية الميل الأخير.

وتُتخذ خطوة تأسيسية نحو تحسين كفاءة السوق عند تحسين موارد بيانات معلومات السوق عن تغطية الشبكة، وأصول البنية التحتية، والكثافة السكانية والدخل، وكهربة الشبكة، على سبيل المثال، من أجل تحديد السكان غير المشمولين بالتغطية والحلول التي يحتاجونها. ويمكن أن تؤدي الترتيبات التجارية القائمة إلى تعطل السوق خاصة عندما تظل المناطق التي تشح أو تغيب فيها الخدمة خافية. ويمكن لضمان التوفر المفتوح لمعلومات كافية للكيانات التجارية، كي تتخذ قرارات مدروسة بشأن توسيع الشبكة، أن يساعد في تحسين التغطية وجلب التوصيلية إلى الميل الأخير.

ويساعد التخويل بمتطلبات مبسطة لتراخيص محددة للمناطق الريفية في تشجيع دخول الكيانات التجارية وغير الساعية للربح على حد سواء إلى المناطق المحلية التي تشح أو تغيب فيها الخدمة. فعلى سبيل المثال، يشجع ترخيص مشغل شبكة اتصالات متنقلة صغرية في تنزانيا على نشر الخدمة الخلوية في مناطق ريفية قليلة السكان.

ويستعان بهذا النموذج بشكل خاص عندما تشكل المتطلبات التنظيمية لمشغل الخدمة الكاملة حاجزاً هيكلياً يعترض دخول كيانات جديدة.

وعلى نفس المنوال، فإن التخويل بتراخيص للمشغلين غير الساعين للربح لا تنطوي على نفس الرسوم الباهظة والالتزامات الصارمة كتلك الخاصة بالمشغلين التجاريين، يخفض الحواجز التنظيمية أمام الدخول، اعترافاً بأن هذه الكيانات لا تستفيد من نفس نماذج الإيرادات الخاصة بالمشغلين التجاريين. ويمكن أيضاً تقديم مثل هذه الحوافز لتمكين الجهات الفاعلة القائمة من توسيع شبكاتها وخدماتها.

ويُستشف من خصم تكلفة تراخيص الطيف للمناطق الريفية و/أو تقديم توزيع ترددات مباشر للأغراض الاجتماعية إقرارٌ بأن رسوم ترخيص الطيف يمكن أن تشكل عائقاً كبيراً أمام نشر الكيانات الصغيرة للتوصيلية اللاسلكية في الميل الأخير. وقد يصعب استرداد تكلفة ترخيص الطيف في المناطق الريفية ذات الكثافة السكانية المنخفضة، لا سيما عندما تقترن بتكلفة النشر وخاصة بالنسبة للترددات الخلوية في أنظمة التخصيص القائمة على المزاد. ولئن كان خصم تكلفة الترخيص، أو تقديم أرصدة في مزاد الترددات، أو توزيع الترددات للاستخدام الاجتماعي، يقلل من العائق المالي لنشر التكنولوجيا الخلوية في المجالات التي قد تكون مناسبة من الناحية التقنية، فإن تكلفة ترخيص الطيف تجرد هذه التسهيلات من جدواها المالية.

ويتضمن تدخل مشابه السماح بالاستخدام الثانوي للطيف. وفي المناطق التي لا يستخدم فيها الكيان الذي لديه ترخيص باستخدام نطاقات ترددية معينة تلك الترددات، أو ليس لديه فيها شبكة على الإطلاق، يعزز السماح بالاستخدام الثانوي للطيف الاستخدام الفعال لموارد الطيف الشحيحة. ويساعد التشارك في الطيف على تلافي أوجه القصور في السوق التي تشوب الترخيص؛ وفي هذه الحالة، تقتضي الضرورة إدراك أن الكيانات الصغيرة (خاصة مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة غير الربحية) يمكنها الاستفادة من ترددات سبق تخصيصها لجهة فاعلة أخرى عندما لا تجد تلك الجهة طريقة مجدية تجارياً لجلب التوصيلية إلى المنطقة المحلية المستهدَفة.

والسماح بالاستخدام التجاري وغير التجاري للنطاقات غير المرخصة و/أو غير المستلزِمة للترخيص يفتح الخيارات التكنولوجية للنشر باستخدام التكنولوجيات اللاسلكية. وفي حالة البرازيل، كان السماح لشبكة CELCOM، وهي شبكة خلوية مجتمعية، باستخدام الترخيص الخاص للأغراض العلمية والتجريبية لاستيعاب خدمات وتطبيقات النطاق العريض، قد ساعد المناطق المحلية المستهدفة على سد فجوة النفاذ. وحيثما توجد التكنولوجيات القائمة للاستفادة من النطاقات غير المرخصة و/أو غير المستلزِمة للترخيص كي تقدم التوصيلية، فإن السماح للجهات الفاعلة بالاستفادة من هذه التكنولوجيات يفتح خياراتَ للكيانات التي تتطلع إلى تقديم النفاذ في الميل الأخير.

وفي العديد من الولايات القضائية، تُمنح تراخيص الطيف على المستوى الوطني، بحيث يجوز أن تحصل الكيانات على ترخيص لنطاقات ترددية معينة حتى في المناطق التي لا تُستخدم فيها هذه الترددات. وتتمثل إحدى طرق ضمان استخدام موارد الطيف الشحيحة بكفاءة في تنفيذ وإنفاذ التزامات التغطية (وفق متطلبات جودة الخدمة) لتخصيصات تراخيص الطيف. ومن خلال تكليف الجهات الفاعلة بتقديم جودة خدمة مستهدفة عبر منطقة تغطية محددة، يمكن للمستخدمين الاستفادة بقدر أوسع من موارد الطيف المخصصة لمشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة. ويمكن استكمال مثل هذه السياسة برسوم طيف أقل أو إعانات أو حوافز مالية أخرى،[68] وهي مساعدة بشكل خاص في الولايات القضائية التي يركز فيها مشغلو شبكات الاتصالات المتنقلة على بناء شبكتهم (المراكز الحضرية).

وبشكل أعم، فإن التخويل بالاستخدامات المبتكرة لتكنولوجيا الاتصالات لنشر الخدمات التجارية وغير التجارية يخلق بيئة سياسة محايدة من الناحية التكنولوجية تشجع الاستخدام الإبداعي للتكنولوجيا المتاحة للنشر في المناطق التي تحتاج إليها. وفي كثير من الحالات، توجد حلول تكنولوجية للمشاكل التقنية (مثل التضاريس) التي تمنع النفاذ في منطقة محلية. فالسماح للكيانات بالاستفادة من تكنولوجيات، مثل محطات المنصات العالية الارتفاع (HAPS)، للتغلب على هذه التحديات يمكن أن يساعد في سد فجوة النفاذ، خاصة عندما تكون التكنولوجيات التقليدية غير كافية أو غير مجدية من الناحية المالية.

وفي المناطق ذات الأسواق الناضجة نسبياً، يمكن أن يساعد دعم التجوال الوطني والتشارك في البنية التحتية (للشبكات المنفعلة والنشطة) في التغلب على مشاكل المنافسة التي تمنع النفاذ الميسور التكلفة في الميل الأخير. فعلى سبيل المثال، في الحالات التي يكون فيها لكبار المشغلين الأقوياء شبكات متميزة تغطي مناطق

[68] في عام 2018، أعلنت هيئة تنظيم الاتصالات الإلكترونية والبريد (ARCEP) ومشغلو الاتصالات المتنقلة عن خطة تسمى "صفقة الاتصالات المتنقلة الجديدة" ("New Deal Mobile") لتحسين التوصيلية في المناطق الريفية بفرنسا.

جغرافية مختلفة، يمكن لمخطط التجوال الوطني والتشارك في البنية التحتي أن يساعد ة في جلب الخدمات المنافسة إلى مناطق محلية جديدة، مما سيساعد في خفض الأسعار للمستهلكين.

وبالنسبة إلى الولايات القضائية التي تضم عدداً قليلاً من الجهات الفاعلة في الميل الأوسط، ولا سيما عندما يكون مقدمو خدمات الميل الأوسط كيانات ذات اختصاصات متكاملة تقدم أيضاً خدمات ذات علامات تجارية منافسة للمستخدمين النهائيين، تتمثل إحدى طرق تحسين المنافسة في تنفيذ تنظيم أسعار سعة النطاق العريض لمبيعات الميل الأوسط بالجملة، مما يضمن عدالة الشروط المفروضة على صغار مقدمي النفاذ إلى خدمة الإنترنت. وبتكافؤ الفرص في الميل الأخير، يتمكن صغار مقدمي النفاذ إلى خدمة الإنترنت من تمرير وفورات عرض النطاق إلى المستهلكين في شكل توصيلية بأسعار أيسر.

وتجلب إزالة القيود المفروضة على الملكية الأجنبية لتقديم خدمات الإنترنت وعلى الاستثمار عدة فوائد تعمل جميعها لتحقيق كفاءة السوق القصوى. وعلى الفور الأقرب، يؤدي فتح السوق أمام الجهات الفاعلة الأجنبية إلى تحسين المنافسة، مما يساعد في خفض تكاليف النفاذ على المستخدمين النهائيين. وكذلك يشجع الترخيص لمقدمي خدمة الإنترنت المملوكة للأجانب بالكامل على دخول المواهب الأجنبية التي تجلب معها خبرة من أسواق أكثر نضجاً يمكن أن تترجم إلى قرارات نشر أوعى. ويمكن أن تساعد إزالة حدود الاستثمار أيضاً في جلب جهات فاعلة إلى السوق ترغب في استخدام تكنولوجيات أكثر مخاطرة وأقل نضجاً من الشركات القائمة، مما يعزز الابتكار في تقديم النفاذ.

ومن المشاكل الشائعة التي تواجه الجهات الفاعلة الصغيرة الساعية إلى استخدام الترددات الخلوية، التكلفة العالية للحصول على موارد الطيف في المزاد. فالنظر في بدائل عن توزيع الطيف عبر المزادات عالية السعر يتيح للجهات الفاعلة ذات الموارد الأقل النفاذ إلى الترددات الخلوية، ويساعدها على نشر شبكات الاتصالات المتنقلة الخاصة بها ويحسِّن النفاذ إلى التوصيلية. وبالمثل، فإن خفض سعر الطيف على المشغلين الوطنيين القائمين يمكن أن يسمح لهم بزيادة الاستثمار في نشر الشبكة وبالتالي توسيع نطاق تغطيتهم.

وبشكل أعم، يعتبر تشجيع المنافسة في السوق طريقة مهمة لتحسين كفاءة السوق. وسواء كان تحسين المنافسة من خلال المزيد من الجهات الفاعلة، أو المسابقة، أو لوائح مكافحة الاحتكار أو آليات أخرى، فإنه يساعد على خفض تكلفة النفاذ على المستخدمين النهائيين. والسوق الأكثر تنافسية يمثل أيضاً عائقاً أهون للوافدين الجدد المحتملين، الذين قد يختارون نشر شبكاتهم في المناطق التي لا يخدمها كبار المشغلين، مما يزيد بشكل مباشر من تغطية النفاذ.

وتقليل عمليات الترخيص المطولة والرسوم التنظيمية المرتفعة للمطاريف الساتلية والطيف لا يؤدي إلى تحسين الجدوى المالية للكيانات اللاسلكية فحسب، بل يساعد أيضاً على تسريع النشر وتقديم التوصيلية بشكل أسرع إلى المناطق المحلية الأحوج إليها. وتقف العمليات المطولة والرسوم المرتفعة عائقاً أمام تقديم الخدمات بكفاءة، وينبغي للمنظمين أن ينظروا في تبسيطها عند الإمكان من أجل تحسين كفاءة السوق.

ولتنفيذ لوائح "الحفر مرة واحدة" التي تضمن النشر المشترك لمجاري التمديدات اللازمة لشبكات الألياف البصرية عند شق طرق جديدة تأثير مماثل لشبكات النفاذ السلكية، أو لتقديم الوصلات الوسيطة. ويتضمن جزء كبير من تكلفة نشر الشبكات السلكية تحت الأرض الأعمال المدنية اللازمة لمد الألياف البصرية (أو غيرها من التكنولوجيات السلكية). علاوة على ذلك، يستلزم حفر الطرق عمليات بيروقراطية مطولة تشمل تصاريح البناء وحقوق الارتفاق ومتطلبات أخرى مماثلة، ويمكن أن يتسبب في إعاقة لا داعي لها في المناطق المزدحمة بحركة المرور. ويساعد تنفيذ سياسة "الحفر مرة واحدة" على إزالة هذه الحواجز ويعزز من جاذبية نشر الشبكات السلكية للكيانات المعنية، سواء في المناطق الحضرية أو في المناطق الريفية.

وبالمثل، فإن تيسير متطلبات حق الارتفاق والتعليق على الأعمدة لنشر الميل الأوسط في المناطق الريفية والنائية يزيد من الجدوى المالية لجلب الوصلات الوسيطة إلى المناطق المستهدفة. خاصة عندما تكون تكلفة الوصلات الوسيطة وتوفرها قيداً ملزماً، ويمكن أن يساعد هذا التدخل في جعل النفاذ في الميل الأخير أيسر تكلفةً ومتاحاً أكثر.

الجدول 35. التدخلات لتحقيق كفاءة السوق وقابليتها للتطبيق على نماذج توصيلية الميل الأخير المختلفة

التدخلات (غير المالية) لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع	أمثلة	مشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجارية	مقدم خدمة الإنترنت (ISP) التجارية	شبكة الاتصالات المتنقلة المحلية غير الساعية للربح	شبكة مقدم خدمة الإنترنت المحلية غير الساعية للربح
تحسين موارد بيانات معلومات السوق بشأن تغطية الشبكة، وأصول البنية التحتية، والكثافة السكانية والدخل، وكهربة الشبكة، على سبيل المثال، لتحديد السكان غير المشمولين بالتغطية والحلول التي يحتاجونها بشكل أدق	يمكن لخرائط التغطية المتنقلة لدى GSMA تحسين كفاءة استثمار MNO في البنية التحتية ومساعدة أصحاب المصلحة الآخرين على وضع أهداف لأنشطتهم بشكل استراتيجي؛ ويحتوي أطلس البنية التحتية الألماني، وهو أداة المعلومات والتخطيط المركزية لتوسيع النطاق العريض في ألمانيا، على بيانات من أكثر من 1 500 مشغل شبكة والسلطات الفيدرالية وسلطات الولايات والمقاطعات والسلطات المحلية؛ وطلب ولاية كاليفورنيا القاضي بإنشاء قاعدة بيانات/تعداد مشترك لأعمدة المرافق الخدمية والمجاري؛ وللاطلاع على أمثلة أخرى لبيانات الاتصالات المفتوحة، انظر عمل ستيف سونغ المعنون بيانات الاتصالات المفتوحة	√	√	√	√
تخويل تراخيص محددة للمناطق الريفية بمتطلبات مبسطة	التخويل في تنزانيا بإجراء اختبار للترخيص في المناطق الريفية لنموذج MNO الصغير (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))؛ وتجربة الهند مع شركة Bluetown والإذن لمقدمي خدمات الإنترنت اللاسلكية بالعمل كمقدمي خدمة نقطة توصيلية مُدارة يخدمون المجتمعات منخفضة الدخل (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))؛ ومثال بيرو بترخيص مشغل البنية التحتية للاتصالات المتنقلة في المناطق الريفية (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))	√	√	√	√
تخويل تراخيص لمشغِّل مجتمعي لا تُفرض عليه نفس الرسوم الباهظة والالتزامات الصارمة كالتي تُفرض على المشغلين التجاريين	القرار التنظيمي الأرجنتيني رقم 4958 لعام 2018 الذي يمنح إعفاءً خاصاً لصغار المشغلين المحليين؛ وتجربة الهند مع شركة AirJaldi، التي بدأت كمشغل مجتمعي محلي صغير ثم اكتسبت صفة رسمية لتوسيع العمليات التجارية كي تصل لمئات الآلاف من المستخدمين (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))			√	√
خصم لتراخيص الطيف للمناطق الريفية و/أو تقديم تخصيص مباشر للأغراض الاجتماعية	قانون الاتصالات والإذاعة الفيدرالي المكسيكي لعام 2014 الذي عرَّف بامتياز "الاستخدام الاجتماعي" في تخصيصات الطيف، المخصص لأغراض المجتمع أو التعليم أو الثقافة أو العلوم	√		√	
تنظيم سعر سعة النطاق العريض بالجملة للميل الأوسط، بما يضمن شروطاً عادلة لصغار مقدمي خدمات النفاذ إلى الإنترنت	معيار ماليزيا الإلزامي بشأن تسعير النفاذ؛ ومثال بيرو في إنشاء أسعار توصيل بيني غير متناظر (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))	√	√	√	√
إزالة القيود المفروضة على الملكية الأجنبية لتقديم خدمات الإنترنت وإزالة القيود على الاستثمار	تجربة كمبوديا في تشجيع المنافسة في سوق مقدمي خدمة الإنترنت	√	√		
النظر في بدائل لتوزيع الطيف عبر المزادات باهظة الثمن	تجربة كمبوديا في خفض تكاليف التشغيل في سوق مقدمي خدمات الإنترنت.	√		√	
تشجيع المنافسة في السوق	تجربة غانا في منح تراخيص إضافية لضمان عدم احتكار تقديم الخدمة	√	√	√	√
اختصار عمليات الترخيص المطولة والرسوم التنظيمية المرتفعة للمطاريف والطيف	الممارسات الفضلى من مبادرة التوصيل المجتمعي لدى منظمة خبراء بلا حدود (Geeks Without Frontiers) لمشغلي الشبكات الساتلية، والمنظمين، ومقدمي ومجمعي الخدمات	√	√	√	√

الجدول 35. التدخلات لتحقيق كفاءة السوق وقابليتها للتطبيق على نماذج توصيلية الميل الأخير المختلفة (تابع)

التدخلات (غير المالية) لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع	أمثلة	مشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجارية	مقدم خدمة الإنترنت (ISP) التجارية	شبكة الاتصالات المتنقلة المحلية غير الساعية للربح	شبكة مقدم خدمة الإنترنت المحلية غير الساعية للربح
تنفيذ سياسات "الحفر مرة واحدة" التي تضمن النشر المشترك لمجاري التمديدات لعمليات نشر الألياف البصرية عند شق طرق جديدة	مدونة نموذجية للولايات بشأن تسريع نشر البنية التحتية للنطاق العريض والاستثمار فيها، صادرة عن اللجنة الاستشارية لنشر النطاق العريض التابعة لهيئة الاتصالات الفيدرالية الأمريكية؛ ودليل شركة CTC Net التقني بشأن سياسات الحفر مرة واحدة والورقة البيضاء	√	√	√	√
تخفيف متطلبات حق الارتفاق التعليق على الأعمدة لمد الميل الأوسط إلى المناطق الريفية والنائية	قانون الجاهزية بلمسة واحدة (المعروف أيضاً باسم لمسة واحدة، واختصاراً باسم OTMR) هو بند من أمر صادر عن هيئة الاتصالات الفيدرالية بالولايات المتحدة (FCC 18-111) وهو يهدف إلى تسريع وتقليل تكاليف عملية تعليق مرافق شبكة جديدة على أعمدة المرافق، من خلال السماح لطرف واحد بإعداد العمود بسرعة، بدلاً من نشر العمل عبر أطراف متعددة.	√	√	√	√
التخويل بالاستخدام الثانوي للطيف		√		√	
التخويل بالاستخدام التجاري وغير التجاري للنطاقات غير المرخصة و/أو غير المستلزِمة للترخيص.	تجربة البرازيل بالسماح لشبكة CELCOM، وهي شبكة خلوية مجتمعية، باستخدام الترخيص الخاص للأغراض العلمية والتجريبية على النحو المنصوص عليه من هيئة التنظيم، Anatel (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))؛ وتجربة البرازيل بالسماح بتحديد هيئة التنظيم، Anatel لمدى ترددات الطيف 225 - 270 MHz كبديل لاستيعاب خدمات وتطبيقات النطاق العريض (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC)).	√	√		√
تنفيذ وإنفاذ التزامات التغطية (مع متطلبات جودة الخدمة) لتخصيصات تراخيص الطيف الوطنية	تراخيص 5G 700 MHz النمساوية ستشمل تغطية 900 مجتمع محلي غير مخدوم؛ والتزام السويد بالتغطية في نطاق 700 MHz؛ وتجربة البرازيل في ضمان التزامات التغطية كجزء من ترخيص الطيف	√			
تعزيز الاستخدام المبتكر لتكنولوجيا الاتصالات لنشر الخدمات التجارية وغير التجارية	تجربة بيرو مع السياسة التنظيمية التي تسمح لمشغلي MNO بالدخول في اتفاقات بشأن التشارك والعمل من خلال شراكة البيع بالجملة (Internet para Todos) (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))؛ وتجربة البرازيل التي تسمح لشركة Viasat بتقديم خدمة تجارية على الشبكة الحكومية Telebras (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))	√	√	√	√
دعم التجوال الوطني والتشارك في البنية التحتية (الشبكات المنفعلة والنشطة)	البنية التحتية الريفية المشتركة في المملكة المتحدة؛ وتجربة البرازيل في التشارك في الطيف	√	√	√	√
دعم ترخيص شامل لمعدات مطراف المستخدم النهائي	كتيب تطبيقات الاتصالات الساتلية؛ وقرار لجنة الاتصالات الإلكترونية (ECC) 04 (03)	√	√	√	√

3.4 خيارات التدخل - التمويل لمرة واحدة (الدعم المالي الذكي) (الخطوة 4ج)

يمكن أن يساعد الدعم التمويلي المحدود في تقليل مخاطر استثمارات القطاع الخاص. ويلخص الجدول 36 أمثلة على إجراءات محددة في هذا الصدد.

وبالنسبة للأسواق ذات الجهات الفاعلة الراسخة، فإن جمع أموال الخدمة الشاملة وتوزيعها في شكل إعانات مالية لمرة واحدة للتقليل من مخاطر عمليات النشر، يشجع كبار المشغلين على جلب شبكاتهم إلى المناطق الريفية والنائية. وكثيراً ما تكون تكلفة بناء الشبكات في المناطق التي يحتمل أن يقل الطلب فيها عنه في المناطق

التي تغطيها الشبكة القائمة تكلفةً غير جذابة للمشغلين، الذين لا يرون مسوِّغاً تجارياً أو سوى القليل منه للقيام بذلك بمستويات التكلفة الحالية. ويمكن للدعم لمرة واحدة الذي يقلل من تكلفة النشر أن يحسن المسوِّغ التجاري للكيانات ويجعل النشر في المناطق المستهدفة مجدياً من الناحية المالية.

وفي أسواق أقل نضجاً مخاطرها النظامية أكثر، فإن السماح بالشراكات التي تحد من المخاطر بين القطاعين العام والخاص وتشجيعها يشجع الجهات الفاعلة الجديدة على دخول السوق وتلك القائمة على توسيع شبكاتها. ومن خلال التخفيف من تعرض الكيانات الخاصة للمخاطر عبر هذه الشراكات، تصبح هذه الكيانات أكثر استعداداً لاستثمار مواردها في مناطق - ريفية غالباً - قد لا تقدم عائداً جيداً مثل منطقة التغطية القائمة.

وعلى نفس المنوال، فإن السماح بهياكل الاستثمار عبر التمويل المختلط وتشجيعها، وتجميع رأس المال التجاري لتمويل المشاريع بأشكال من رأس المال العام و/أو ما دون التجاري الخاص الساعي إلى تحقيق عائد (معروف أيضاً باسم رأس المال الصبور) يقلل من مخاطر نشر أو توسيع شبكات مناطق العائد المنخفض. ويمكن لاستراتيجيات التمويل الإبداعية التي تهدف إلى تخفيف المخاطر أن تساعد في سد فجوة النفاذ الناتجة عن عدم اليقين بشأن الطلب أو تأخُر نمو الطلب في المناطق الريفية.

بالنسبة للكيانات غير الساعية للربح، تتمثل إحدى الطرق المهمة لتقليل تكلفة عمليات النشر في التخويل بمساهمات عينية مرنة (عتاد وبرمجيات وقدرات تقنية) من القطاعين العام والخاص. وكثيراً ما تتطلع هذه الكيانات إلى تغطية نفقات التشغيل، على الأكثر، ولا تبحث عن عائد على رأس المال المستثمر. وهذا يعني أن المناطق غير الجذابة عادةً للمشغلين التجاريين هي مناطق محلية مجدية للكيانات غير الساعية للربح. ولعل العقبة الكبيرة في حالتها هي تكلفة شراء معدات الشبكة ونشرها من أجل تقديم النفاذ. والسماح بالمساهمات العينية يقلل التكاليف ويشجع على دخول جهات فاعلة غير تجارية.

وفي السياقات التي تتوفر فيها وصلات وسيطة ولكن شبكات النفاذ في الميل الأخير لا تعمل لأسباب تتعلق بالجدوى المالية، فإن تطبيق الحوافز الضريبية لمقدمي خدمات الميل الأخير يمكن أن تشجع الجهات الفاعلة على الدخول هذه الشريحة وتقديم التوصيلية. وبتقديم دعم مالي فعلياً لنشر شبكة، فإن تدخلات، مثل حافز بدل الاستثمار الماليزي بشأن الإنفاق الرأسمالي لمقدمي خدمات النطاق العريض في الميل الأخير، تحفز التوسع إلى مناطق ليست مجدية تجارياً بخلاف ذلك.

وفي سياقات أخرى، قد يكون ارتفاع أسعار أجهزة النفاذ عائقاً كبيراً أمام النفاذ. ويؤدي خفض الضرائب على هواتف الاتصالات المتنقلة وأجهزة التوصيلية إلى تحسين النفاذ مباشرة في المناطق التي توجد بها شبكات بالفعل. علاوة على ذلك، تساعد مثل هذه التدخلات في تحسين الطلب المحتمل في مناطق تشح أو تغيب فيها الخدمة، حيث سيكون لدى المزيد من الأشخاص أجهزة بالفعل عندما تصبح التوصيلية متاحة. ويمكن أن يساعد ذلك في تقديم مسوِّغ تجاري لدخول أو توسع شبكة إلى مناطق جديدة.

الجدول 36. خيارات التمويل لمرة واحدة أو تدخل الدعم المالي المحدود وإمكانية تطبيقها على نماذج توصيلية الميل الأخير المختلفة

التمويل لمرة واحدة أو تدخل الدعم المالي	أمثلة	مشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجارية	مقدم خدمة الإنترنت (ISP) التجارية	شبكة الاتصالات المتنقلة المحلية غير الساعية للربح	شبكة مقدم خدمة الإنترنت المحلية غير الساعية للربح
جمع أموال الخدمة الشاملة وتوزيعها في شكل إعانات مالية لمرة واحدة للتقليل من مخاطر عمليات النشر	صندوق رواندا للخدمة الشاملة والنفاذ الشامل الذي يركز على خفض تكلفة النطاق العريض في المجتمعات الريفية والحضرية الفقيرة، وتقديم التوصيلية للخدمات الأساسية؛ وصندوق النفاذ الشامل للاتصالات في كوستاريكا، FONATEL، الذي خطا خطوات كبيرة نحو النفاذ الشامل؛ وصندوق الخدمة الشاملة في المغرب يدعم برنامج النفاذ الشامل الخاص به لتوصيل المواقع النائية البعيدة عن متناول الشبكات الأرضية (8 000 موقع في البداية) باستخدام الساتل في نموذج أعمال مدفوع مسبقاً ذي جدوى تجارية (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))	√	√	√	√

الجدول 36. خيارات التمويل لمرة واحدة أو تدخل الدعم المالي المحدود وإمكانية تطبيقها على نماذج توصيلية الميل الأخير المختلفة (تابع)

التمويل لمرة واحدة أو تدخل الدعم المالي	أمثلة	مشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجارية	مقدم خدمة الإنترنت (ISP) التجارية	شبكة الاتصالات المتنقلة المحلية غير الساعية للربح	شبكة مقدم خدمة الإنترنت المحلية غير الساعية للربح
السماح بالشراكات وتشجيعها بين القطاعين العام والخاص للحد من المخاطر	البنية التحتية الريفية المشتركة في المملكة المتحدة؛ ونشر الألياف البصرية ذات النفاذ المفتوح في جورجيا؛ وشبكة كبلات التبادل 1 (ICN1)، التي توصل فانواتو بشبكة الكبلات المتقاطعة الجنوبية؛ ومثال بيرو في منح تمويل مناقصة أقل دعم مالي من صندوق الخدمة الشاملة لنماذج الشراكة بين القطاعين العام والخاص (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))	√	√	√	√
السماح بهياكل الاستثمار عبر التمويل المختلط وتشجيعها، وتجميع رأس المال التجاري لتمويل المشاريع بأشكال من رأس المال العام و/أو ما دون التجاري الخاص الساعي إلى تحقيق عائد (معروف أيضاً باسم رأس المال الصبور)	تجربة الصين في تقديم قروض ميسرة لمشاريع نشر النطاق العريض في مناطق التنمية على مستوى الدولة في المنطقة الغربية (انظر دراسة الحالة توصيلية الميل الأخير (LMC))؛ وتجربة بوركينا فاصو بالسماح بالشراكة بين وكالة Lux Dev والحكومة وخدمات اتصالات شركة SES للنشر في المناطق الريفية (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))؛ ومبادرة غيغا التي تهدف إلى توصيل كل مدرسة بالإنترنت	√	√	√	√
التخويل بالمساهمات العينية المرنة (العتاد والبرمجيات والقدرات التقنية) للكيانات غير التجارية من القطاعين العام والخاص				√	√
تقديم حوافز ضريبية لمقدمي خدمات الميل الأخير	حافز بدل الاستثمار الماليزي بشأن الإنفاق الرأسمالي لمقدمي خدمات النطاق العريض في الميل الأخير؛ وتجربة البرازيل في منح أرصدة ضريبية حكومية لمقدمي خدمات الاتصالات المتنقلة، لتحفيز التوسع نحو المناطق غير المجدية تجارياً	√	√	√	√
خفض الضرائب على الهواتف المتنقلة وأجهزة التوصيلية	إجراءات كينيا لإعفاء الهواتف المتنقلة من ضريبة القيمة المضافة البالغة 16 في المائة، والتي أدت إلى زيادة هائلة في المشتريات والملكية	√	√	√	√

4.4 خيارات التدخل - التمويل/الدعم المالي المتكرر (الخطوة 4د)

قد يلزم دعم متكرر للتمويل بشروط ميسرة لبعض عمليات النشر، على النحو الموجز في الجدول 37.

وبالنسبة إلى المناطق التي تشكل فيها استدامة الشبكة مشكلة بسبب ظروف السوق والتكاليف القائمة، فإن جمع أموال الخدمة الشاملة وتوزيعها في شكل إعانات مالية متكررة لتقليل مخاطر عمليات النشر، يساعد في تقديم النفاذ إلى المناطق التي لن تحصل على توصيلية بخلاف ذلك. وتمثل هذه المناطق فجوة نفاذ حقيقية؛ كثيراً ما تجتمع كثافتها السكانية المنخفضة وتضاريسها الصعبة لتجعل العمليات غير مجدية للمشغلين التجاريين، حتى مع الإعانات المالية لنشر شبكتهم. وفي هذه الحالة، يساعد الدعم المالي المتكرر في تغطية نفقات التشغيل في المنطقة المحلية.

وبالنسبة للشبكات غير الساعية للربح على وجه التحديد، فإن الترتيبات الضريبية الأكثر مرونة وفائدة للشبكات التكميلية المحلية غير الربحية تشجع الكيانات وتساعدها في تشغيل الشبكات في المناطق الريفية والنائية. وتمثل هذه المواقع مبرراً إنسانياً (وليس تجارياً) لتقديم توصيلية، ويعترف تدخل من هذا النوع بالمصلحة العامة التي تقدمها هذه الشبكات إلى مناطقها المحلية. ومن ناحية أقرب إلى الاعتبارات المادية، تقلل هذه الترتيبات الضريبية من تكلفة تشغيل الشبكات وتساعد في الدعم المالي لتقديم الخدمات للمستخدمين النهائيين.

الجدول 37. تدخلات الدعم المالي المتكرر وإمكانية تطبيقها على نماذج توصيلية الميل الأخير المختلفة

تدخلات الدعم المالي المتكرر	أمثلة	مشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) التجارية	مقدم خدمة الإنترنت (ISP) التجارية	شبكة الاتصالات المتنقلة المحلية غير الساعية للربح	شبكة مقدم خدمة الإنترنت المحلية غير الساعية للربح
جمع أموال الخدمة الشاملة وتوزيعها في شكل إعانات مالية متكررة للتقليل من مخاطر عمليات النشر	صندوق الخدمة الشاملة والنفاذ الشامل الماليزي قدم الدعم لنشر المبادرات الست الرئيسية في مبادرة النطاق العريض الوطنية؛ وتجربة الغابون في استخدام صندوق الخدمة الشاملة لتمويل توسيع الشبكة والعمليات لتشمل 700 2 قرية نائية في المناطق التي تعتبر غير مربحة إطلاقاً لمشغلي المهاتفة من القطاع الخاص (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))؛ وتجربة جنوب إفريقيا في استخدام الإعانات المالية المتكررة من صندوق الخدمات الشاملة في جنوب إفريقيا لتقديم خدمة Wi-Fi مجانية للمدارس والعيادات الريفية (انظر دراسة حالة توصيلية الميل الأخير (LMC))	√	√	√	√
النظر في ترتيبات ضريبية أكثر مرونة وفائدة للشبكات التكميلية المحلية غير الربحية				√	√

5.4 أمثلة على الخيارات من دراسات الحالة المقدَمة (الخطوة 4ه)

تحتوي قاعدة بيانات دراسات حالة توصيلية الميل الأخير على مجموعة واسعة من أمثلة الحلول، ويُظهر العديد منها خياراً واحداً أو أكثر من خيارات التدخل الموضحة في الجداول أعلاه. ويرد عرض عدد من دراسات الحالة في الجدول 38 وهي مرتبطة بخيارات التدخل المختلفة.

الجدول 38. أمثلة على الخيارات من دراسات الحالة المقدَمة

أمثلة من قاعدة بيانات دراسات حالة توصيلية الميل الأخير (LMC) (التبليغات المقدَّمة)	خيار التدخل	تفاصيل
المغرب – شركة مختبرات الاتصالات العالمية (World Telecom Labs)	إعانة مالية لمرة واحدة (صندوق الخدمة الشاملة)	برنامج النفاذ الشامل الذي تديره الهيئة الوطنية المغربية لتنظيم الاتصالات سعياً لتوصيل المواقع النائية البعيدة عن متناول الشبكات الأرضية (000 8 موقع في البداية) باستخدام الساتل في نموذج أعمال مدفوع مسبقاً ذي جدوى تجارية.
تنزانيا – شركة Amotel (WTL)	كفاءة السوق وتدخلات التوسع (الترخيص المناسب؛ دعم من المنظم للنُهج التجريبية المبتكرة) دعم مالي لمرة واحدة (صناديق الخدمة الشاملة)	تمويل صندوق الخدمة الشاملة لتجربة إثبات المفهوم كبيان عملي لصغار مشغلي شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) والموافقة التنظيمية للعمل كمشغل شبكة اتصالات متنقلة افتراضية (MVNO) يستفيد من شراكات مشغل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) ولكن أيضاً من القدرة على بناء البنية التحتية لشبكته.
الغابون – شركة مختبرات الاتصالات العالمية (World Telecom Labs)	إعانة مالية متكررة (صندوق الخدمة الشاملة)	ضريبة تُفرض على جميع مشغلي الاتصالات كجزء من سياسة الخدمة الشاملة (صندوق الخدمة الشاملة) المستخدمة لتمويل توسيع الشبكة والعمليات في 700 2 قرية نائية في المناطق التي تعتبر غير مربحة إطلاقاً لمشغلي المهاتفة من القطاع الخاص.
الهند – شركة AirJaldi	تدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع (السماح بالشبكات المجتمعية، والتحول إلى شبكات تجارية)؛ دعم لمرة واحدة (تمويل بالمنحة)	بدأت شركة AirJaldi كشبكة مجتمعية وأتيح لها العمل في بيئة السياسة التنظيمية. وبعد نموها إلى حجم كبير، تمكنت من التحول إلى عملية تجارية كي تحسِّن خدمتها لأعضائها/عملائها. وتلقت أيضاً منحاً من مجموعات متنوعة، بما في ذلك مؤسسة APNIC وشركة Microsoft.
كينيا – شركة Mawingu	تدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع (ترخيص تجريبي للاستخدام التجاري للمساحات التلفزيونية البيضاء)؛ دعم لمرة واحدة (تمويل بالمنحة)	حصلت شركة Mawingu على إذن خاص من المنظِّم لتجربة تكنولوجيا المساحة التلفزيونية البيضاء، وتلقت أيضاً منحاً من مجموعات مختلفة، بما في ذلك الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية وشركة مايكروسوفت.

الجدول 38. أمثلة على الخيارات من دراسات الحالة المقدّمة (تابع)

أمثلة من قاعدة بيانات دراسات حالة توصيلية الميل الأخير (LMC) (التبليغات المقدَّمة)	خيار التدخل	تفاصيل
الهند – شركة Bluetown	تدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع (نموذج غير منظم حيث يقدم المُجمِّع (مجمِّع مكتب البيانات العامة) البنية التحتية لنقطة توصيلية Wi-Fi في الميل الأخير ويقوم صغار رواد الأعمال بإنشاء مكاتب بيانات عامة في المناطق المحلية كي ينفذ إليها العملاء، باستخدام الأصول المنفعلة (الأبراج) القائمة دعم مالي متكرر (وصلات وسيطة مدعومة مالياً من الحكومة)	يعمل مقدم خدمة الإنترنت اللاسلكية كمقدم خدمة نقطة توصيلية مُدارة في المجتمعات الريفية منخفضة الدخل.
جنوب إفريقيا -شركة Brightwave	دعم مالي لمرة واحدة (مبادرة Microsoft (Airband دعم مالي متكرر من صندوق الخدمات الشاملة في جنوب إفريقيا التابع لوكالة الخدمة الشاملة والنفاذ الشامل بجنوب إفريقيا (USAASA)	مقدم خدمة الإنترنت التجاري الذي يقدم توصيلية Wi-Fi المجانية للمدارس والعيادات الريفية بدعم إعانات مالية.
بيرو - خيارات السياسات الحكومية	تدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع (التغييرات التنظيمية والسياساتية بما في ذلك التزامات الترخيص، ورخصة مشغل البنية التحتية الريفية للاتصالات المتنقلة، وأسعار التوصيل البيني غير المتناظرة) دعم مالي متكرر (تُمنح اعتمادات الخدمة الشاملة عبر مناقصة أقل دعم مالي في نموذج شراكة بين القطاعين العام والخاص)	خيارات السياسة التي سنتها حكومة بيرو لتوسيع التوصيلية كي تشمل المناطق شحيحة التخديم. وأهم الحواجز هي الحواجز الجغرافية في جبال الأنديز وحوض الأمازون، وانتشار الفقر، ومحدودية الإلمام القراءة والكتابة، وضعف النفاذ إلى الإنترنت، والمنافسة غير الكافية، مما يجعل النفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق في بيرو أحد الأبطأ والأغلى تكلفة في المنطقة. ولطالما كان تحسين التوصيلية الريفية هدفاً للمنظمين وواضعي السياسات. ويقدم صندوق الاستثمار في الاتصالات في بيرو مثالاً ناجحاً على صندوق نفاذ شامل يتبنى نهجاً مبتكراً لتحقيق النفاذ في المناطق الريفية، وهو الآن يتكرر على نطاق واسع أي: مناقصة أقل دعم مالي. ويمكن لاستخدام هذا المخطط المالي، إلى جانب السياسات التنظيمية المرنة والتكنولوجيات منخفضة التكلفة، أن تساعد في تحقيق هذا الهدف.
البرازيل - شبكة CELCOM الخلوية المجتمعية	تدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع (تستخدم شبكة CELCOM الترخيص الخاص للأغراض العلمية والتجريبية المقدمة من هيئة الاتصالات الوطنية البرازيلية (Anatel) فيما يتعلق بقضايا التشريعات) الدعم المالي المتكرر (الممول من المؤسسات المعنية)	تتعلق دراسة الحالة هذه بشبكات المجتمع الخلوي في المناطق المعزولة وقليلة الكثافة السكانية في البرازيل، مع التركيز على المجتمعات ذات الدخل المنخفض للغاية ومنطقة الأمازون البرازيلية. وتصف التكنولوجيات المعتمدة لثلاثة مشاريع تجريبية في المجتمعات الواقعة في منطقة الأمازون، إلى جانب الجوانب التقنية والاقتصادية. البرازيل.
البرازيل - خيارات السياسات الحكومية	تدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع (التزامات مزاد الطيف) الدعم المالي المتكرر (تحويل الأموال من الولايات بمنح أرصدة ضريبية من الولاية لمقدمي خدمات الاتصالات المتنقلة، تقتصر على المبلغ المثبت الذي استثمرته الشركة)	تجارب البرازيل في تنفيذ السياسات العامة لتحفيز مقدمي الخدمات على نشر الشبكات في المناطق التي يمكن اعتبارها غير مجدية تجارياً، بما في ذلك المناطق الريفية والنائية.
بيرو - Internet para Todos	تدخلات تحقيق الكفاءة والتوسيع (السياسة التنظيمية التي تتيح لمشغلي شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) الشركاء بتقديم الحصرية التجارية في المناطق المستهدفة، وحق استخدام الطيف، والتراخيص، وما إلى ذلك، والعلاقات القائمة بشأن البيع بالجملة) دعم مالي لمرة واحدة (مع بعض الاستثمار الأجنبي المباشر (مصرف التنمية للبلدان الأمريكية، مصرف التنمية لأمريكا اللاتينية) لذلك ربما بعض الإعانات المالية لمرة واحدة بالتمويل الميسر)	يوصل مسعى Internet para Todos مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة (MNO) بالمناطق الأقل جاذبية من الناحية المالية في نموذج أعمال مفتوح؛ ويقدم بنيته التحتية إلى مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة كي يتمكنوا من الوصول إلى المناطق منخفضة الكثافة؛ وتدعى المجتمعات المحلية ورجال الأعمال وغيرهم من مشغلي الاتصالات للانضمام والمشاركة في بناء الشبكة؛ ويمكن لأي مشغل شبكة اتصالات متنقلة توسيع خدماته نحو المناطق منخفضة الكثافة باستخدام البنية التحتية لمسعى Internet para Todos أو نشر وتشغيل الجيل التالي من شبكات الاتصالات الخلوية والنقل، ويقدم مشغلو شبكة الاتصالات المتنقلة الشركاء الحصرية التجارية في المناطق المستهدفة، وحق استخدام الطيف، والتراخيص، وما إلى ذلك، والعلاقات القائمة بشأن البيع بالجملة).

الجدول 38. أمثلة على الخيارات من دراسات الحالة المقدَمة (تابع)

أمثلة من قاعدة بيانات دراسات حالة توصيلية الميل الأخير (LMC) (التبليغات المقدَّمة)	خيار التدخل	تفاصيل
البرازيل - برنامج GESAC (Viasat وTelebras)	تدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع (اتفاق مبتكر يسمح لشركة Viasat بتقديم خدمة تجارية على شبكة المشغل Telebras وتسويق السعة تجارياً، حيث أن المشغل Telebras هو الطرف المتعاقد لبرامج الحكومة الفيدرالية، مثل GESAC والشراكة تدفع للمشغل Telebras حصة من الإيرادات من تسويق شركة Viasat للسعة تجارياً) الدعم المالي المتكرر (التمويل الحكومي لتوصيلية المدارس)	في مواجهة أكثر من 15 000 مدرسة عامة بدون نطاق عريض عالي الجودة، لجأت الحكومة البرازيلية إلى السواتل باعتبارها التكنولوجيا المفضلة وأطلقت برنامج Programa Governo Eletrônico - Serviço de Atendimento ao Cidadão لتوصيل مدارسها. وحقق البرنامج، المعروف اختصاراً باسم GESAC، نجاحاً غير منقوص، حيث تحقق توصيل مليوني تلميذ في غضون 9 أشهر فقط.
المكسيك - شبكة Wi-Fi المجتمعية (Viasat)	لم يُلتزم بأي سياسة مباشرة أو تدخل دعم مالي، حيث ينصب التركيز على الخدمة التجارية المستدامة، ولكن يمكن النظر في تحسين البنية التحتية للشبكة الكهربائية والدعم المالي لتقليل مخاطر عمليات النشر.	يستخدم نموذج "توصيلية Wi-Fi المجتمعية" منهجية ناجحة تجارياً لتوصيل غير الموصولين، لا سيما في المناطق التي لطالما اعتبرت غير اقتصادية لمشغلي الأرض. وما برح البرنامج يخضع أيضاً لتجارب عبر تغطية الساتل Viasat-2 ويجري توسيعه ليشمل العديد من بلدان أمريكا الوسطى ومنطقة البحر الكاريبي في الإطار الزمني 2020-2021. وسيجري توسيع توصيلية Wi-Fi المجتمعية وسيبدأ تنفيذها عالمياً باستخدام كوكبة ViaSat-3، بدءاً من عام 2021.
الصين - خيارات السياسات الحكومية	تدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع (يمكن للسلطات العامة أن تطلب من مطوري العقارات مد كبلات الألياف البصرية في المباني السكنية المبنية حديثاً كتوصيلة للميل الأخير؛ وتفاوضت الحكومة على البناء المشترك والتشارك مع المشغلين وشكلت شركة جديدة لتنفيذه) الدعم المالي المتكرر (صناديق الخدمة الشاملة وبرنامج الدعم المالي لتحسين التوصيلية عريضة النطاق) الدعم المالي - لدى الحكومة برنامج دعم مالي للمشغلين البادئين بتنفيذ البنية التحتية للألياف البصرية والجيل الرابع (4G) في المناطق المستهدفة القروض الميسرة والتمويل الميسر -تتاح القروض الميسرة لمشاريع تطوير النطاق العريض المؤهلة في مناطق التنمية على مستوى الدولة في المنطقة الغربية الحوافز الضريبية - توجد حوافز ضريبية لبناء وتشغيل شبكات النطاق العريض	من أجل تحسين تطوير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، أصدر مجلس الدولة في أغسطس 2013 استراتيجية "الصين ذات النطاق العريض" لدفع عجلة تقدم النطاق العريض الشمولي، وتسريع بناء النطاق العريض، وبناء بنية تحتية وطنية آمنة وشاملة للمعلومات من الجيل التالي. ولتعزيز تنمية النطاق العريض طويلة الأجل، ترتبط استراتيجية "الصين ذات النطاق العريض" بالخطة الخمسية الثانية عشرة لصناعة المعلومات والاتصالات.
البرازيل - شبكات LTE الخاصة في نطاق 250 MHz لإنترنت الأشياء/الزراعة	حددت هيئة الاتصالات الوطنية البرازيلية (Anatel) تدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع (اللوائح الخاصة بالمدى الترددي 225-270 MHz (ما يسمى النطاق 250 MHz) كبديل لاستيعاب خدمات وتطبيقات النطاق العريض وبالتالي استغلال خصائص انتشار الترددات الراديوية المتميزة للنطاقات الترددية الأخفض لزيادة التغطية الخلوية، وهو جانب مهم فيما يتعلق بتقديم الخدمات في المناطق الريفية وقليلة الكثافة السكانية.	طور مركز البحوث CPQD تكنولوجيا LTE 250 MHz في مشروع AgroTICS، بناءً على شراكة مع São Martinho S/A وTropico، بتمويل من مصرف BNDES وهي تكنولوجيا تركز على زيادة كفاءة إنتاج السكر والإيثانول من خلال استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وقد صُممت تكنولوجيا LTE 250 MHz لتطبيقات الأعمال التجارية الزراعية. وهي تقدم وسيلة مجدية لزيادة التغطية عبر حل منخفض التكلفة وقابل للتشغيل البيني يمكن تطبيقه في شبكات النفاذ والنقل باستخدام ملف تعريف 3GPP جديد مقترح يطبق تكنولوجيا LTE في النطاق 250 MHz على إنتاج طويل المدى واسع النطاق. ويمكن تكرار الحل في البرازيل والبلدان الأخرى وفقاً لقواعد وقرارات كل هيئة تنظيم اتصالات.
غانا - حل Ruralstar (Huawei)	تدخلات لتحقيق كفاءة السوق والتوسيع (إدخال التحسينات التكنولوجية ومعلومات السوق المحسنة)	حل RuralStar من شركة Huawei هو حل تغطية شبكة ريفية خفيف يدعم توصيلية 2G و3G و4G. وهو ينطوي على إمكانيات بنية تحتية ريفية خفيفة لتوسيع التغطية الريفية بطريقة مستدامة تجارياً. ويؤدي تطوير رسم الخرائط المحسّن (خرائط تغطية الاتصالات المتنقلة لدى GSMA) إلى تحليل كيف يمكن الوصول إلى ملايين الأشخاص غير المشمولين بالتغطية بطريقة مجدية تجارياً باستخدام ابتكارات تكنولوجية، مثل Ruralstar.

الجدول 38. أمثلة على الخيارات من دراسات الحالة المقدّمة (تابع)

أمثلة من قاعدة بيانات دراسات حالة توصيلية الميل الأخير (LMC) (التبليغات المقدَّمة)	خيار التدخل	تفاصيل
خدمات اتصالات شركة SES في بوركينا فاصو	التدخل المالي (شراكة للتمويل بين القطاعين العام والخاص بما في ذلك وكالة Lux Dev، وهي وكالة التنمية في لوكسمبورغ؛ وحكومة بوركينا فاصو للتمويل وملكية المشروع على الأرض؛ وخدمات اتصالات شركة SES للنشر)	يدمج الشبكات اللاسلكية الأرضية وشبكات الألياف البصرية القائمة في البلاد مع النظام الساتلي O3b في المدار الأرضي المتوسط (MEO) لإنشاء شبكة اتصالات هجينة من طرف إلى طرف. ويتضمن النظام الإيكولوجي الهجين خمسة مطاريف O3b في المدار الأرضي المتوسط (MEO) و65 برجاً و114 محطة قاعدة راديوية من نقطة إلى عدة نقاط لإنشاء شبكة اتصالات أسرع وأوسع وأكثر موثوقية تخدم 43 مقاطعة و19 مليون مستخدم محتمل من خلال إدارة بوركينا فاصو. وتشمل الخدمات: تطبيقات الحكومة الإلكترونية، والصحة الإلكترونية، والتعليم الإلكتروني. وتوصيل إنترنت عريض النطاق لموظفي الخدمة المدنية؛ وتبادل البيانات الحكومية؛ وإنشاء مركز بيانات، ومكتب شركة SES المحلي؛ والصيانة من صندوق ANSIP التنموي؛ وإدارة البيانات وبناء القدرات (تدريب موظفي صندوق ANSIP التنموي ومقدمي الخدمات المحليين).
توصيلية Wi-Fi المجتمعية من شركة Intelsat لمخيم لاجئين	تدخل مالي (دعم مالي متكرر كامل من شركة Intelsat ومفوضية الأمم المتحدة لشؤون اللاجئين، بتمويل من شركة Intelsat للبرنامج التجريبي في أمبين (Ampain) إلى حين أن تتمكن المفوضية من تأمين تمويل بديل)	في عام 2016، طورت مفوضية الأمم المتحدة لشؤون اللاجئين وIntelsat برنامجاً تجريبياً للنفاذ إلى الإنترنت لمخيم للاجئين في Ampain في غانا. والمخيم يؤوي حوالي 500 3 شخص. ويقدم مركز تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في Ampain لسكان المخيم أجهزة حاسوب للنفاذ إلى دورات Coursera عبر الإنترنت. وفي العام الماضي، أكمل 220 من سكان المخيم ما مجموعه 280 دورة عبر الإنترنت. ولعل نشر النفاذ إلى الإنترنت على نطاق واسع عبر 100 مخيم يؤدي إلى اكتساب 400 2 لاجئ مهارات جديدة كل شهر، أو 800 28 لاجئ في السنة.
الإنترنت للجميع في جنوب إفريقيا (Intelsat)	التدخل المالي (شراكة بين القطاعين العام والخاص في إطار الإنترنت للجميع في جنوب إفريقيا في شكل مشروع تجريبي بين إدارة الاتصالات وخدمات البريد وشركائها الاجتماعيين والمنتدى الاقتصادي العالمي، بما في ذلك شراكة استراتيجية مع شركة Intelsat ومقدمي الخدمات المحليين)	طورت شركة Intelsat برنامجاً تجريبياً يهدف إلى اختبار السيناريوهات التجارية والاجتماعية التي قد تؤثر على بدء تنفيذ برنامج الإنترنت للجميع في المناطق الريفية في البلدان النامية. ويبدأ تنفيذ البرنامج التجريبي عادةً في خمسة مواقع في جميع أنحاء البلاد ويشغَّل لمدة ستة أشهر بينما تُجمع المعلومات من كل موقع. وتشكل هذه المعلومات تقرير المشروع، وهو الناتج النهائي للمشروع التجريبي. وقدمت شركة Intelsat استثمارات رأسمالية للمشروع التجريبي. وعند طرح البرنامج على نطاق أوسع، يجب تمويل الاستثمار الرأسمالي من الحكومة أو عن طريق الاستثمار الأجنبي المباشر. وينبغي أن تكفي المدفوعات من المستخدمين النهائيين لتغطية تكاليف التشغيل وتقديم دخل متواضع للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة أو متناهية الصغر التي تعتني بالبيئة.
مشروع Teleglobal-Bakti (SES)	التدخل المالي (دعم مالي من صندوق الخدمة الشاملة، حيث يعد تعاون شركتي SES وTeleglobal جزءاً من نهج BAKTI متعدد الجوانب للتوصيلية الشاملة التي تتضمن حلقة الكبلات البحرية Palapa لتوصيل الجزر الرئيسية في إندونيسيا، والاستئجار المؤقت لسعة 50 Mbit/s الساتلية (التي يشكل الساتل SES-12 جزءاً منها)، وإنشاء وإطلاق ساتل جديد متعدد الوظائف لتقديم 150 Gbit/s من التوصيلية في جميع أنحاء البلاد).	بموجب اتفاق جديد وُقع في عام 2019، ستشارك شبكات شركتي Teleglobal وSES في مشروع الالتزام بالخدمة الشاملة لوزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات، عبر وكالة الخدمة الشاملة التابعة لها (Badan Aksesibilitas Telekomunikasi dan Informasi، أو BAKTI)، لتقديم النفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق وخدمات الوصلات الوسيطة للاتصالات المتنقلة إلى ما يصل إلى 150 000 موقع في الأجزاء النائية من البلاد، وهو مشروع يستخدم 1,3 GHz من سعة الساتل SES-12 الجديد عالي الصبيب (HTS) لشركة SES العامل في مدار أرضي متزامن مع الأرض (GEO).
توصيلية Hughes Express Wi-Fi في المكسيك	لم يُلتزم بأي سياسة مباشرة أو تدخل دعم مالي مباشر، حيث ينصب التركيز على الخدمة التجارية المستدامة، لكن الابتكارات تشمل استراتيجية للتعامل مع بائع التجزئة لتوصيلية Wi-Fi الجديدة، مع دليل المستخدم، والتدريب في الموقع ومكتب المساعدة؛ واستراتيجيات جديدة مع الشريك، وهو توصيلية Facebook، لتحسين خبرة المستخدم النهائي في تطبيقات العملاء الجديدة وتطبيق بائع التجزئة المحسن؛ ومساعدة ودعم المستخدمين النهائيين من بائع التجزئة المحلي؛ وعوامل النجاح (اختيار السوق المستهدف بحكمة؛ وتلبية احتياجات عملاء بمتوسط إيرادات منخفض من كل مستخدم (ARPU))	تساعد توصيلية Hughes Express Wi-Fi في توصيل الأشخاص الذين لا يستطيعون تحمل تكلفة اشتراك شهري ويتطلبون الدفع أولاً بأول، من خلال تقديم أسعار باقات بيانات ميسورة باستخدام معدات Wi-Fi المتنقلة الخاصة بأجهزتهم (الهواتف/الحواسيب اللوحية/أجهزة الحاسوب المحمولة) المجهزة بأي نوع من أنظمة التشغيل (Android/IOS/Windows/Linux). فأصبحت الخدمة غير مكلفة بفضل خطط الاستخدام بمقاس البايتات، والتي تصل إلى 0,50 دولار أمريكي لكل 100 ميغابايتة أو ما يصل إلى ساعة من الاستخدام. وتشمل حلول Hughes Community Wi-Fi مطرافاً ذا فتحة صغيرة جداً ومعدات Wi-Fi التي تمد الإشارة عبر دائرة نصف قطرها 50 إلى 80 m بهواتف متنقلة منخفضة التكلفة؛ وباستخدام هاتف رفيع المستوى، يتحسّن الامتداد بنسبة 100 في المائة. وبمجرد نشر الموقع وإعداده باستخدام نقطة توصيلية، يستفيد مجتمع المستخدمين المحلي من النفاذ عالي السرعة إلى الإنترنت.

الخلاصة والخطوات التالية

يهدف دليل الحلول هذا إلى توجيه تصميم وتنفيذ التدخلات المستقبلية التي تسعى إلى معالجة الثغرات في خدمة الإنترنت المستدامة. وهو يعرض مجموعة واسعة من الخبرات، من الفصل 1 (تحديد المناطق الجغرافية غير الموصولة رقمياً (وشحيحة التخديم)) إلى العديد من دراسات حالة توصيلية الميل الأخير الواردة في الفصل 2 (استعراض الخيارات من الحلول القائمة). ويسلط الفصل 3 (اختيار الحلول المستدامة من خلال مطابقة الجدوى مع القيود) الضوء على كيفية توجيه القيود والاعتبارات المختلفة لأنواع التدخل التي قد تناسب المواقف الفريدة بشكل أفضل، ويصف الفصل 4 (تنفيذ التدخلات لتوسيع خدمة التوصيلية المستدامة) مختلف السياسات والتدخلات المباشرة التي يمكن الاستفادة منها. وفي حين أن المعلومات المقدمة هنا ليست شاملة - تتطلب العديد من المواقف حلولاً هجينة تجمع بين التكنولوجيات ونماذج الأعمال - فالهدف هو بدء عملية معالجة أوجه القصور في خدمة مستدامة بأسعار ميسورة.

وتقدم الملحقات التالية موارد إضافية لدعم تدخلات محددة. وتشمل الخطوات التالية الأخرى المحتملة للانخراط استخدام أدوات قرار أكثر تطوراً مدعومة بالبرمجيات، مثل تلك قيد التطوير ضمن برنامج مجموعة أدوات توصيلية الميل الأخير.

الملحق 1: أمثلة على رسم خرائط الشبكة

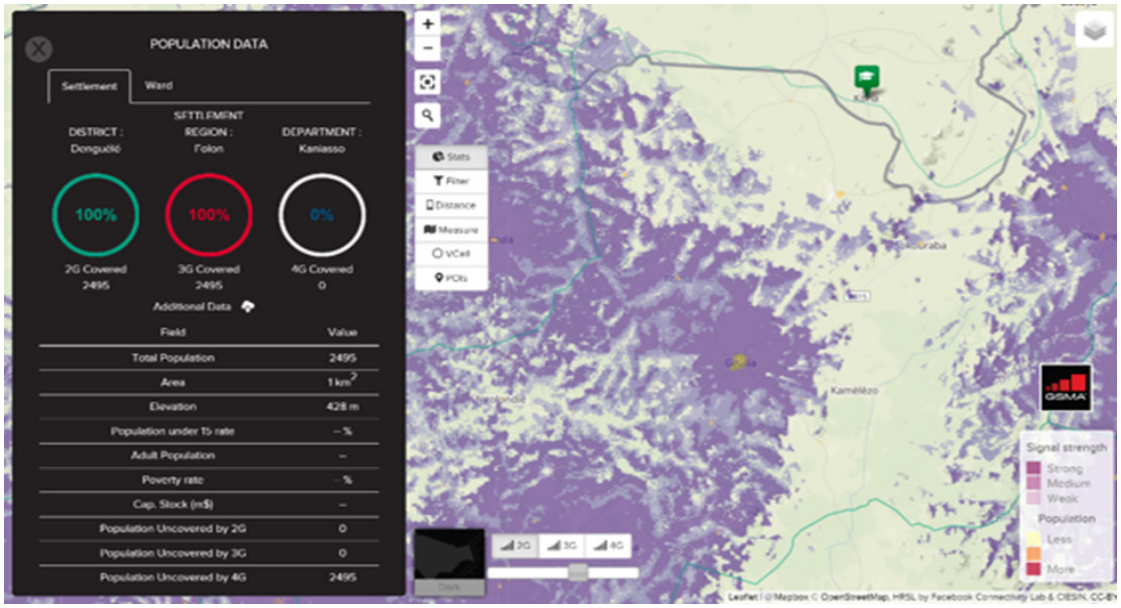
تصف الحالات التالية منصات مختلفة لرسم الخرائط واستخدامها في نشر الشبكة وتحليلها.

خرائط تغطية الاتصالات المتنقلة لدى رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSMA)

أنشأت رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة منصة خرائط تغطية الاتصالات المتنقلة (http://www.mobilecoveragemaps.com/)، انظر الشكل 1.A1 للاطلاع على مثال للخارطة) لمعالجة نقص بيانات التغطية الموثوقة والدقيقة في الأسواق الناشئة. وتتيح الخرائط التفاعلية للمستخدمين ما يلي:

- الحصول على صورة دقيقة وكاملة لتغطية الاتصالات المتنقلة في بلد معين لكل جيل من تكنولوجيا الاتصالات المتنقلة (2G و3G و4G)؛
- تقييم حالة التغطية لكل مستوطنة سكانية في البلاد، مهما كانت صغيرة أو بعيدة؛
- محاكاة نشر مواقع الاتصالات المتنقلة الجديدة وتقدير السكان المشمولين بالتغطية.

الشكل 1.A1. خارطة تغطية الاتصالات المتنقلة لدى رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSMA): مثال



ولضمان قرب الصلة والدقة وتقديم أفكار قابلية التنفيذ، تستند خرائط التغطية إلى بيانات مباشرة على مستوى مرتفع من التفصيل. وتحقيقاً لهذه الغاية، تجمع رابطة GSMA معلومات الشبكة (مثل موقع الهوائيات وارتفاع الأبراج) مباشرة من مشغلي الاتصالات المتنقلة وتقدر التغطية المشتركة لجميع مشغلي الاتصالات المتنقلة في السوق باستخدام نموذج انتشار معياري. ثم تُراكَب بيانات التغطية على بيانات سكانية عالية الاستبانة أعدها مختبر التوصيلية لدى شركة Facebook ومركز CIESIN. وتُقدر البيانات توزع السكان على مستوى شديد المحلية، بناءً على بيانات تعداد السكان وصور السواتل عالية الاستبانة. وأخيراً، تدمج الخرائط المؤشرات الاجتماعية والاقتصادية الأخرى والمباني الرئيسية مثل المدارس والمستشفيات والمراكز الطبية. وتستضيف المنصة الإلكترونية حالياً ثماني خرائط: لغانا، وساحل العاج، وليبيريا، ونيجيريا، ورواندا، وتنزانيا، وأوغندا، وزامبيا؛ وستضاف بلدان أخرى في الأشهر المقبلة.

وتحتوي خرائط التغطية على عدد من حالات الاستخدام، لكن الحالة الرئيسية هي التخطيط للبنية التحتية الريفية. ولهذا الغرض، طورت رابطة GSMA خوارزميات تستخدم البيانات الأساسية في الخرائط لتوليد عمليات النشر المثلى التي تزيد من تغطية السكان إلى أقصى حد مع تقليل التكاليف إلى أدنى حد. ومن خلال هذا التحليل، تساعد رابطة GSMA مشغلي الاتصالات المتنقلة على تحديد المناطق الريفية التي يمكنهم فيها توسيع التغطية بطريقة مجدية تجارياً. وهي تساعد أيضاً السلطات العامة في تحديد أولويات جهود التوصيلية الخاصة بها من خلال تحديد المجالات التي تتطلب شكلاً من أشكال الدعم المالي أو التهاون لخفض تكلفة النشر (مثل تخفيف رسوم الاستيراد).

بالإضافة إلى تحقيق الاستثمار الأمثل في البنية التحتية، تستخدم الأطراف الثالثة خرائط تغطية الاتصالات المتنقلة من خلال منصة GSMA المفتوحة والمجانية على الإنترنت. فعلى سبيل المثال، تحدد الشركات الخاصة المناطق التي يمكنهم فيها استخدام القنوات الرقمية للوصول إلى العملاء في المناطق الريفية؛ ويقيس الباحثون تأثير التوصيلية على الاقتصاد الريفي؛ وتضيف المنظمات الإنسانية التوصيلية كمُدخل في خطط تدخلها.

شركة Masae Analytics

https://www.masae-analytics.com/

السياق: يحتاج مشغلو الاتصالات إلى تحديد المناطق التي يملي المنطق الاقتصادي فيها تركيب محطات قاعدة جديدة لتوسيع امتدادهم. وبتوسعهم في المناطق الريفية ذات الكثافة السكانية الأقل، يجب اختيار المواقع بدقة جراحية، لتحقيق الحد الأقصى من أعداد السكان المشمولين بالتغطية حديثاً ومن العائد على الاستثمار.

المنهجية: طورت شركة Masae Analytics خوارزمية تجمع بين البيانات التفصيلية المفتوحة لكثافة السكان ومعلومات التغطية لاكتشاف المناطق الواعدة ("البقع البيضاء") حيث ينبغي تركيب محطات قاعدة جديدة (انظر الشكل 2.A1). وتحاكي الخوارزمية، في جميع النقاط في البلاد، عدد الأشخاص الإضافيين الذين ستغطيهم محطة قاعدة افتراضية جديدة، بفضل تقنيات الالتفاف. ثم تختار المناطق التي يبلغ فيها هذا العدد أقصاه وتصنفها لتحديد الأولويات.

النواتج:

منصة تفاعلية مؤمنة عبر الإنترنت تعرض جميع الطبقات والخواص الوظيفية ذات الصلة:

- خارطة تغطية المشغل (4G/3G/2G)؛
- خارطة تغطية المنافسين المقدرة (إذا كانت متوفرة في البيانات المفتوحة)؛
- طبقة السكان التفصيلية (عادةً طبقة استيطان عالية الاستبانة بواسطة بيانات CIESIN وFacebook أو WorldPop)؛
- البقع البيضاء التي حددتها شركة Masae Analytics، إلى جانب عدد الأشخاص المشمولين بالتغطية حديثاً والمعلومات الاجتماعية الديموغرافية حسب البيانات المتاحة؛
- أدوات الاصطفاء؛
- وظيفة تصدير ملفات Excel، من قبيل التركيز على البقع البيضاء المكتشفة في مناطق معينة وترتيبها بالتدرج المحتمل من أعلى إلى أسفل.

التأثير: تمكن مشغلو شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) الذين عملت معهم شركة Masae Analytics من زيادة عائد الاستثمار وعائد النفقات الرأسمالية المتعلقة بالنشر.

الشكل 2.A1. خوارزمية شركة Masae Analytics بالبيانات التفصيلية المفتوحة لكثافة السكان ومعلومات التغطية لاكتشاف المناطق الواعدة ("البقع البيضاء") لتركيب محطات قاعدة جديدة

يتضمن المثال الثاني من شركة Masae Analytics الحالات التي تعمل فيها شركة Masae بشكل متزايد مع المستثمرين والشركات الناشئة المقطوعة عن الشبكة الكهربائية، ومع المرافق المحيطة بترابط النفاذ إلى الطاقة/النفاذ إلى التوصيلية.

المنهجية: من خلال تقاطع خرائط التغطية وبيانات الشبكة الكهربائية وطبقات السكان والبيانات الاجتماعية والديموغرافية في بلد معين (انظر الشكل 3.A1)، يمكن لخوارزميات Masae Analytics اكتشاف المناطق المختلفة المسترعية للاهتمام وتجميعها وفقاً للأهداف التي تريد كل جهة فاعلة تقنية تحقيقها. فتحتاج صناعة الطاقة الشمسية التي تسدَد مدفوعاتها أولاً بأول، على سبيل المثال، إلى استهداف مناطق مأهولة خارج الشبكة الكهربائية بتوصيلية لائقة تسمح بمرور المدفوعات المالية المتنقلة عبر مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة، وبالتالي فهي تولي أولوية نشر محطات قاعدة جديدة للمناطق غير المشمولة بالنفاذ إلى الشبكة الكهربائية. وستركز الجهات الفاعلة في الشبكة الكهربائية المصغرة على المناطق غير الموصولة بالشبكة الكهربائية، وعلى وجود محطة قاعدة (يمكن أن تكون بمثابة مستأجر بارز محتمل) وتجمع كبير وكثيف للسكان.

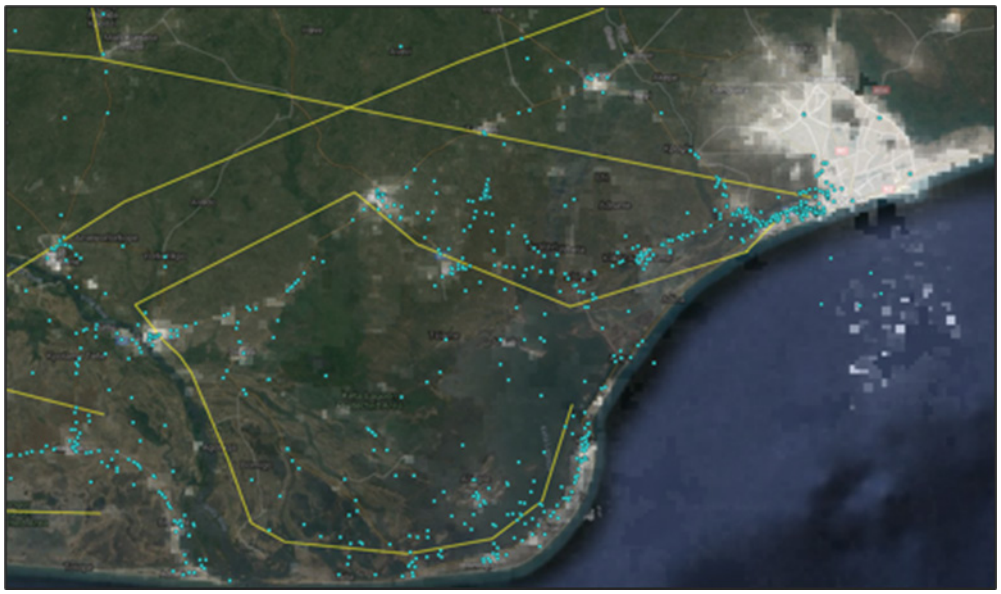
النواتج:

منصة تفاعلية مؤمنة عبر الإنترنت تعرض جميع الطبقات والخواص الوظيفية ذات الصلة:

- خرائط التغطية ومواقع محطات القاعدة المقدرة (إذا كانت متوفرة في البيانات المفتوحة)؛
- خرائط الشبكة الكهربائية المتاحة، أو الشبكة الكهربائية المقدرة بفضل الصور الساتلية الليلية (من قبيل أنوار VIIRS DNB الليلية وخوارزمية Pathfinder مفتوحة المصدر لأبحاث Facebook لنمذجة أثر النفاذ إلى الشبكة)؛
- طبقة السكان التفصيلية (عادةً طبقة استيطان عالية الاستبانة بواسطة بيانات CIESIN وFacebook أو WorldPop)؛
- مناطق تسترعي الاهتمام حددتها شركة Masae Analytics إلى جانب المعلومات ذات الصلة بها (السكان المخدومون الإضافيون، والمسافة إلى الشبكة، والمسافة إلى التغطية، وما إلى ذلك)؛
- أدوات الاصطفاء، ملفات Excel.

التأثير: يستخدم مقدمو الطاقة أداة Masae Analytics لتحديد أولويات المناطق من حيث الجاذبية السوقية وتحديد المدن ذات الأولوية لمراكز الصيانة/قطع الغيار.

الشكل 3.A1. تقاطع خرائط التغطية وبيانات الشبكة الكهربائية وطبقات السكان والبيانات الاجتماعية والديموغرافية في بلد معين لاكتشاف المناطق المختلفة المسترعية للاهتمام وتجميعها



شركة HIP الاستشارية

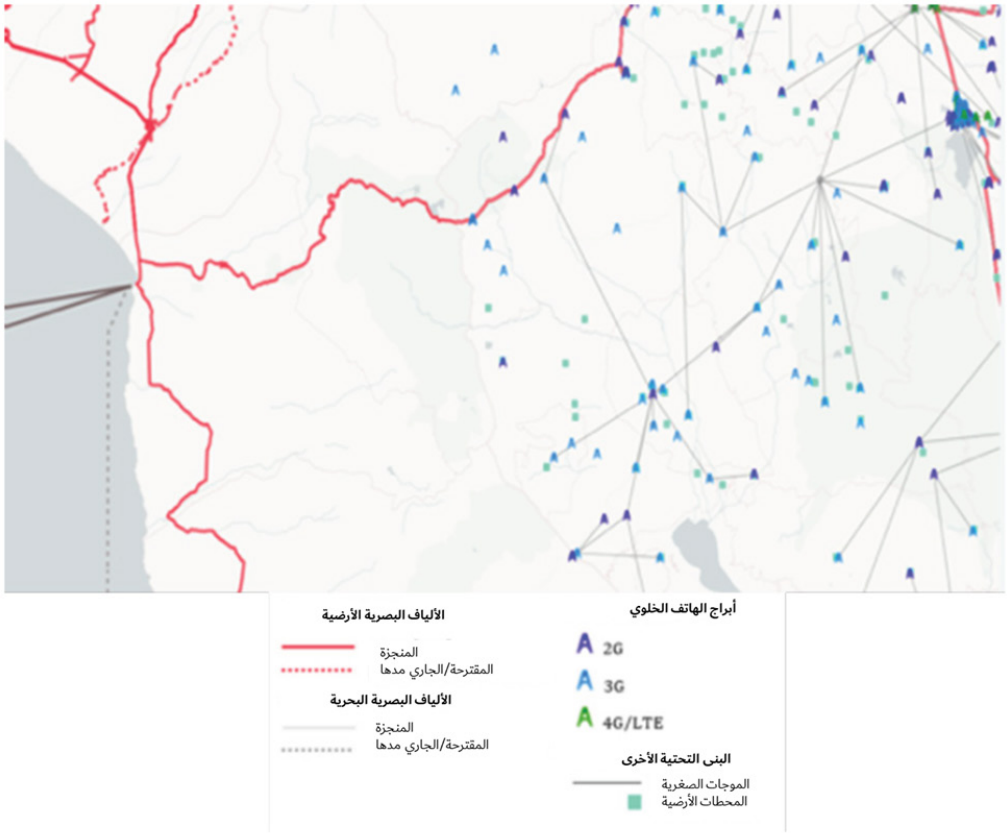
https://www.hipconsult.com/

حتى في الوقت الذي تستأثر فيه الجهود المبذولة لرقمنة الاقتصادات بالاهتمام وتتسارع وتيرتها على الصعيد العالمي، لا تزال توصيلية النطاق العريض المطلوبة بعيدة عن الوجود في كل مكان في معظم الأسواق النامية والعديد من الأسواق الناضجة. ويبدأ تحديد فجوات التغطية وتحديد الأولويات، حيث ينبغي نشر الألياف البصرية وغيرها من أصول التوصيلية، برؤية شاملة لمكان وجودها أصلاً. ولهذا السبب، أنشأت شركة HIP الاستشارية، المتخصصة في البنية التحتية والخدمات الرقمية للأسواق الناشئة، منصة InfraNav، وهي منصة للتمثيل المرئي للبيانات ولتحليلاتها وهي مصممة لتخطيط أصول الشبكة ووضعها في سياقها على النحو الأمثل (انظر الشكل 4.A1).

وأُعدت منصة InfraNav لتقديم وتوسيع نطاق عملية رسم خرائط البنية التحتية وتحليلاتها. وبعد عدة سنوات من البحث والوصاية والتحقق في مجال شبكات الألياف البصرية ومراكز البيانات ونقاط التبادل عبر الإنترنت وأصول تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الأخرى، تمتد قاعدة بيانات InfraNav للبنية التحتية الرقمية لأكثر من 100 بلد في إفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية وأماكن أخرى، ويستمر نمو استعلامات هذه المنصة. ويتمثل أحد التحديات الرئيسية في العديد من الأسواق في أن معلومات الشبكة غير كاملة أو غير متاحة بسهولة. وتتضمن عمليات رسم الخرائط في منصة InfraNav خطوات لالتقاط البيانات ودمجها وتطبيق تقنيات ضبط الجودة.

ولوضع البنية التحتية في سياقها، تتطلب طبقات InfraNav اعتبارات مثل الكثافة السكانية والنشاط الاقتصادي والحضور المؤسسي ومؤشرات التنمية في المناطق ذات الشبكات القائمة أو المنشودة. ويتيح ذلك التعمق في الاختناقات والفرص المحتملة على المستوى المحلي. وبالإضافة إلى شبكات النطاق العريض، تتضمن منصة InfraNav أيضاً مجموعات بيانات جانب العرض الأخرى، مثل إرسال القدرة وحقوق الاتفاق الأخرى، لتوجيه الخيارات الممكنة، الأقل التكلفة في كثير من الأحيان، لتوسيع الشبكة.

الشكل 4.A1. عينة من بيانات البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في منصة InfraNav، بما في ذلك مسارات الألياف البصرية والأبراج الخلوية ووصلات الموجات الصغرية والمحطات الأرضية



ترجمة بالإضافة إلى تسهيل الشفافية والتبصر في مشهد البنية التحتية الرقمية، تدعم منصة InfraNav أيضاً تخطيط الشبكة وتقدم مقاييس لقياس مؤشرات الأداء الرئيسية. ويرد مثال على التخطيط في خوارزمية لتحديد المكاسب السريعة وتحديد أولوياتها للوصول إلى السكان غير المخدومين إطلاقاً وغير المخدومين بالقدر الكافي (انظر الشكل 5.A1). ويرد مثال على المقاييس في لوحة قياس لتحديد خط الأساس للوضع الراهن وتتبع التقدم بمرور الوقت.

وتقدم مجموعات البيانات المقيَّسة والتحليلات مسجَّلة الملكية بمنصة InfraNav لأصحاب المصلحة في النظام الإيكولوجي الرقمي، مثل واضعي السياسات والمنظمين والمستثمرين ومقدمي الخدمات، القدرة على فهم بيئة التشغيل بشكل أفضل وتحديد الأهداف والقيام بالاستثمار الأمثل.

الشكل 5.A1. يمكن لشبكة الألياف البصرية ذات التراكب مع شبكة القدرة الكهربائية أن تحدد مسارات التوسع

تحقيق التطور الأمثل للنطاق العريض

تؤدي زيادة كفاءة توزيع رأس المال بشكل مثالي إلى انخفاض هيكل التكلفة الإجمالية للقطاع، وتفضي إلى دفع هوامش الجدوى التجارية إلى أبعد من الحدود السابقة. ويستفيد المقدمون من تحرير موارد كان يمكن استخدامها دون التحرير في عمليات نشر تكرر إلى حد كبير تلك الخاصة بمنافسيهم. ويمكن إنفاق هذه الموارد بشكل أفضل على تطوير خدمات ذات قيمة مضافة بهامش أعلى، وترقى مبادرات التنمية الوطنية درجة إذا تحسنت تغطية النطاق العريض والقدرة على تحمل التكاليف. ويستفيد عملاء جميع القطاعات من عروض أكثر استهدافاً وأقرب صلة إذ تتعزز متانة النظام الإيكولوجي.

ويمكن أن تؤدي زيادة الشفافية أيضاً إلى تقليل الاعتماد على الوسطاء في سلسلة القيمة فتتعزز صحة سوق جملة. شهدت العديد من الأسواق دورات من الاستحواذ والكيانات الفرعية حيث يسعى المشغلون للسيطرة ثم يدركون إمكانية العجز عن مواصلة العمل بميزانية عمومية متضخمة بالعديد من خدمات الشبكة. وتعد مراكز البيانات مجرد مثال حديث على ذلك، حيث قامت الشركات العالمية ببناء مراكز البيانات الخاصة بها قبل البحث عن شراكات مع المتخصصين أو المستثمرين.

وبالمثل، فإن تحليلات نظام المعلومات الجغرافية المجمعة عبر مشغلي الشبكات تسمح لمقدمي الخدمة بالوقوف على أفضل مصدر ممكن كي يستأجروا السعة من الآخرين، وبتحقيق "اقتصادات السيليكون" بفضل زيادة الاستفادة من الأصول. ويمكن للمشغلين بعد ذلك تركيز نفقاتهم الرأسمالية على الفجوات الأكثر صلة بتموضعهم التنافسي. ومن الناحية المثالية، يؤدي تخطيط الشبكة المحسن هذا إلى مجموعة من التكنولوجيات وعروض القيمة وفق الظروف المحلية على أرض الواقع.

تحديد فجوات البنية التحتية الرقمية وفرص الاستثمار

تهدف مبادرة البنية التحتية الرقمية لمؤسسة التمويل الدولية، وهي مبادرة عالمية تمتد لأكثر من 50 بلداً عبر إفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية، إلى زيادة النفاذ إلى، والإقبال على، الإنترنت عريض النطاق والخدمات الرقمية الأخرى في الأسواق شحيحة التخديم.

ولدعم هذه المبادرة، قامت شركة HIP الاستشارية باستخدام منصة InfraNav، إلى جانب تحليلات السوق والتنافسية والتنظيمية، بتحديد فجوات البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات وفرص الاستثمار فيها في أكثر من 20 بلداً في إفريقيا وآسيا. وقد أثبت هذا النهج أنه سديد وكفء في تحديد أولويات الاستثمار المحتمل عبر طبقات البنية التحتية وتقليل نشر البنية التحتية الزائدة عن الحاجة، في المناطق الحضرية والريفية على السواء.

فعلى سبيل المثال، يقل كثيراً انتشار النطاق العريض في إثيوبيا، ويقدر أن أقل من ثلث السكان يعيشون على بعد 5 km من شبكة الألياف البصرية. وبالنظر إلى العدد الكبير من السكان في البلاد (أكثر من 100 مليون)

والقدرة على اعتماد الخدمات الرقمية، فإن هذا من شأنه أن يوحي بحاجة كبيرة لبنية تحتية إضافية للتوصيلية وبفرصة جذابة للاستثمار يمكنها بعد ذلك التقليل من المخاطر إلى حد كبير إذا توجهت وفق عوامل العرض والطلب المحليين.

ومع ذلك، فإن العديد من المستثمرين المحتملين، سواء كانوا من القطاع الخاص أو مؤسسات تمويل التنمية أو الوكالات الحكومية، تخبطوا تقليدياً في تشخيص فجوات السوق في غياب الخرائط والأدوات الأخرى لتقييم البنية التحتية القائمة. وهذا هو أحد الأسباب التي جعلت تشخيصات السوق هذه تنتج مدخلات قيِّمة لتخطيط الاستثمار، فأتاحت القدرة على النظر في كيف تستقيم البنية التحتية القائمة مع الطلب المحتمل، وأين يمكن أن يُتطلب مزيد من التوسع ويُسوَّغ. وبالمثل، يمكن بعد ذلك دمج هذه الأفكار بشأن عمليات النشر السابقة مع تحليلات البيئة التنظيمية والتنافسية للبدء في تقييم الحواجز الكامنة الأخرى التي قد تحتاج إلى المعالجة لتحفيز الإقبال والطلب.

التحليلات الجغرافية التوصيل المدارس والمستشفيات في باراغواي

استفادت شركة HIP الاستشارية من منصة InfraNav لمساعدة مصرف التنمية للبلدان الأمريكية على تعزيز توفر وجودة وميسورية تكلفة النفاذ إلى الإنترنت ذات النطاق العريض في باراغواي، مع التركيز بشكل خاص على المناطق الريفية.

ومن خلال العرض المرئي للتوصيلية والبيانات الاجتماعية والاقتصادية ووضعها في سياقها في جميع أنحاء البلاد، حددت منصة InfraNav مناطق جغرافية معينة وأعطتها الأولوية للتوسع المحتمل للألياف البصرية المحلية. وفي موازاة ذلك، استُخدمت منصة InfraNav أيضاً لتحديد توصيلات متعددة محتملة عبر الحدود وتوجيه القرار بشأن ما إذا كانت ستُنشر وصلة دولية أخرى ومكانها. واستخدم المشروع أيضاً التجميع المكاني وتخطيط المسارات وخوارزميات التحسين الأمثل لإعطاء الأولوية للاستثمار في البنية التحتية للمستشفيات والمدارس والمباني الحكومية. وأخيراً، طُبقت أساليب تجميع متنوعة لتأهيل المناطق المناسبة لاستثمارات القطاع الخاص مقابل تلك التي قد تتطلب تدخل القطاع العام. وضمن "منطقة التدخل" هذه، تحددت مجموعات عالية التأثير من المدارس والمستشفيات والبنية التحتية الأخرى.

منصة Fraym

https://fraym.io/

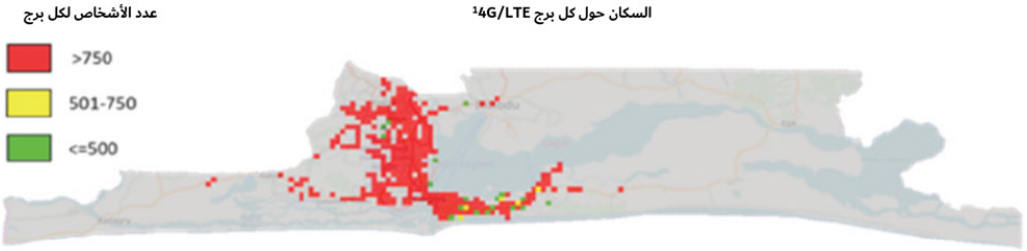
مع قيام المزيد من الشركات والحكومات والمنظمات متعددة الأطراف بالاستثمار في البنية التحتية للاتصالات وإطلاق العنان للقيمة في السوق، يكتسي تحديد مواقع الطلب والتوزيع الأمثل للموارد أهمية متزايدة. وتقدم البيانات الجغرافية المكانية شديدة المحلية طريقة مبتكرة للإجابة على هذه الأسئلة وتقديم إرشادات بشأن مكان ترقية خدمات الشبكة وتوسيعها.

ويسهل على الحلول الجغرافية المكانية أن تكشف المناطق التي لا تتوفر فيها التوصيلية أو تتردى جودتها. وفي تقرير سوق الاتصالات المتنقلة الذي نشرته شركة Bain & Company، نسجت منصة Fraym الصور الساتلية والبيانات الجغرافية المكانية لإنتاج عرض مفصل لتغطية الشبكة وجودتها في ولاية لاجوس النيجيرية. إذ رسمت منصة Fraym مواقع برج الجيل الرابع (4G) وحسبت عدد الأشخاص لكل برج ضمن شبكة مساحتها كيلومتر مربع واحد (انظر الشكل 6.A1). وتُظهر الخارطة شديدة المحلية تردي جودة خدمات شبكة الجيل الرابع (4G) في معظم أصقاع لاغوس، مما يشير إلى فجوة خدمية كبيرة كي تسدها الاستثمارات والتدخلات.

وباستخدام المعلومات الجغرافية المكانية التفصيلية، يمكن للقطاعين الخاص والعام تحديد المناطق شحيحة التخديم ووضع خطط استراتيجية مستنيرة. فمن ناحية، يمكن للشركات استهداف المناطق التي يلبي فيها الاستثمار طلباً مرتفعاً ويظهر عوائد مالية متينة. ومن ناحية أخرى، يمكن للحكومات والمنظمات متعددة الأطراف تقديم قروض وإعانات مالية وحوافز أخرى لتطوير شبكات الاتصالات في المجتمعات الأقل ثراءً، مما يضمن استفادة الأشخاص في أسفل الهرم من الاتصالات الجيدة بأسعار ميسورة.

وتقدم البيانات الجغرافية المكانية شديدة المحلية رؤى موثوقة وقابلة للتنفيذ للجهات الفاعلة من القطاعين العام والخاص، مما يمكّنها من وضع استراتيجيات مناسبة لتلبية الاحتياجات. ونظراً لاكتساب القطاعين العام والخاص معرفة أفضل بأماكن الاستثمار والتدخل، يصبحان مجهزين بشكل أفضل لتقليص فجوات التوصيلية وإفادة المجتمعات المحلية إفادة فعالة.

الشكل 6.A1. مواقع برج الجيل الرابع (4G) وعدد الأشخاص لكل برج ضمن شبكة مساحتها كيلومتر مربع واحد



الملاحظة 1: المناطق الرمادية في الرسم هي الأماكن الخالية من أبراج 4G/LTE ضمن شبكة مساحتها كيلومتر مربع واحد

تدعم البيانات الجغرافية المكانية التفصيلية مراقبة وتقييم المشروع من خلال إظهار تأثير الاستثمارات على النفاذ إلى تكنولوجيات الاتصالات. وبالتعاون مع شركة Harith General Partners، استخدمت منصة Fraym الاستبيانات الأسرية ذات الوسوم الجغرافية لتحليل النفاذ إلى الإنترنت واستخدامه قبل وبعد نشر الكبل الواحد الرئيسي (Main One Cable)، وهو كبل بحري بطول 7 000 km يوصل بلدان غرب إفريقيا ببقية العالم. ويُظهر تحليل البيانات ذات الوسوم الجغرافية تحسناً كبيراً في معدلات النفاذ إلى الإنترنت واستخدام الخدمات عبر الإنترنت على امتداد المدن بالنفاذ عبر الكبل الواحد الرئيسي، مما يشير إلى أن الاستثمار الاستراتيجي أدى إلى تحسن.

خرائط VanuMaps™
https://www.vanu.com/solutions/coverage-mapping/

تشكل خرائط VanuMaps عنصراً أساسياً في إستراتيجية شركة Vanu لتغطية الأسواق خارج الشبكة الكهربائية. وتستخدم خرائط VanuMaps توليفة من مصادر البيانات لرسم خرائط تغطية الشبكة القائمة، وتقييم إمكانات مصالح الأعمال في المناطق غير المغطاة، والتخطيط الفعال للشبكات الجديدة لتغطية تلك المناطق.

وتبدأ خرائط VanuMaps ببيانات موضع الموقع. ويمكن النفاذ إلى هذه البيانات من مجموعة متنوعة من المصادر المختلفة، ولكن أفضلها يأتي عادة من المشغلين، حيث يمكنهم تقديم بيانات تتعلق بعلو الهوائي، وميل الهوائي، والسمت، وقدرة الخرج، وعناصر أخرى قد يصعب التأكد منها بخلاف ذلك. وتُستخدم البيانات بعد ذلك، إلى جانب مجموعات البيانات الأخرى وتوليفة من نماذج الانتشار، لإنشاء تنبؤات بالتغطية. وتأخذ التنبؤات في الاعتبار معلومات طبوغرافية، تعتبر ضرورية لفهم دقيق للتغطية.

وبعد إنشاء نموذج التغطية، تقوم خرائط VanuMaps بتحليل المناطق غير المغطاة وتحديد السكان المقيمين هناك. وتُستخدم مخرجات هذا التحليل لإنشاء تقييم أولي للسكان الذين يمكن تغطيتهم عبر شبكة تعمل في المنطقة، بما في ذلك التقدير الأولي للمشتركين المشمولين بالتغطية. وبعد ذلك يجري الضبط الدقيق لتغطية الشبكة الإضافية المقترحة بغية الاستفادة من الميزات الطبوغرافية ولتقييم التوصيلية بين المواقع لأغراض الوصلات الوسيطة. وبمجرد الانتهاء، تستخدم خرائط VanuMaps بيانات تغطية الموقع المقترحة لتوليد تنبؤات الإيرادات بناءً على متوسط الإيرادات السائد من كل مستخدم (ARPU) والعوامل المحلية والإقليمية والحصة من السوق والمتغيرات الأخرى.

ويسمح نهج تقييم التغطية هذا لشركة Vanu بتوقع الأداء الاقتصادي للمواقع قبل أنشطة الاستطلاع. ومن خلال التركيز على أكثر المواقع الواعدة، يمكنه أن يحسن عائد المشغل على الاستثمار ويقلل من تكلفة الوقت ومخاطر دخول أسواق جديدة.

واستخدمت شركة Vanu خرائط VanuMaps على نطاق واسع للتخطيط لعمليات نشرها مع شركة MTN في جنوب إفريقيا. وفي نوفمبر 2019، أعلنت شركتا MTN وVanu رسو المناقصة الريفية لشركة MTN على شركة Vanu. وبموجب المناقصة، تخطط شركة MTN لنشر ما يصل إلى 5 000 موقع في الأسواق الريفية. وقد عملت شركة Vanu بشكل وثيق مع فرق شركة MTN لتحديد مواضع المواقع المحتملة وتحقيق أقصى تأثير لهذه المبادرة المهمة من شركة MTN.

وكذلك استخدمت شركة Vanu مؤخراً خرائط VanuMaps لمساعدة مجمّع النظام على تقييم مواضع المواقع التي يختارها مشغّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) واقتراح مواضع جديدة يرجح أن تحقق ريعاً أكبر بشكل

ملحوظ. ويرتدي هذا الأمر أهمية خاصة لمجمِّع النظام لأنه يمول بناء الموضع وسيتعزز ضمان السداد إذا زادت قيمة المواضع.

أخيراً، عملت شركة Vanu مؤخراً مع مشغِّل شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) لتقييم عدد من المواضع المخطط لها. وبعد تقييم توزيع السكان والتضاريس باستخدام خرائط VanuMaps، أوصت بخطة مختلفة لبناء الشبكة. ومن خلال تغيير موقع الموضع والبناء في عدد من المواضع، تمكن المشغل من تغطية المزيد من الأشخاص في نفس المناطق وفي المناطق المحيطة بها برأس مال أقل ونفقات تشغيلية أقل.

وتشكل الأسواق خارج الشبكة الكهربائية العديد من التحديات لأنها تميل إلى تقديم إمكانات أقل للإيرادات وتكاليف أعلى. بيد أنها تمثل أيضاً فرصة لإنماء قواعد المشتركين، وربما تقدم مساهمات إيجابية كبيرة في حياة العاجزين عن النفاذ إلى الاتصالات والخدمات الرقمية. وتساعد خرائط VanuMaps مشغلي شبكات الاتصالات المتنقلة في تقديم خدمة أفضل للأسواق خارج الشبكة الكهربائية الأحوج إلى التوصيلية.

الملحق 2: وثائق مرجعية وموارد إضافية

رسم خرائط البنية التحتية

شبكة الألياف البصرية (البحرية والأرضية)

الاتحاد الدولي للاتصالات - خرائط النطاق العريض

الجغرافيا عن بُعد (Telegeography) - خارطة الكبلات البحرية

مشروع رسم خرائط كبلات الألياف البصرية الأرضية الإفريقية

المحيط الهادئ الموصول (The Connected Pacific)

التغطية الساتلية

خرائط ومخططات تغطية SatBeams

خرائط LyngSat

خارطة تغطية IntelSat

خارطة تغطية Iridium

خارطة تغطية Inmarsat

مواقع محطة القاعدة وتغطيتها

GSMA - خرائط تغطية الاتصالات المتنقلة

بيانات الاتصالات المفتوحة (Open Telecom Data) - موقع البرج (بلدان مختلفة)

OpenCellID

OpenSignal

تغطية Wi-Fi

خدمة تحديد المواقع Mozilla (Mozilla Location Service) (MLS)

الطيف

بيانات الاتصالات المفتوحة (Open Telecom Data) - توزيعات الطيف (إفريقيا)

البيانات الاجتماعية والديموغرافية والبيئية والجغرافية

الكثافة السكانية

سكان طبقة المستوطنات البشرية العالمية لدى JRC

WorldPop - جامعة ساوثهامبتون

Landscan – Oak Ridge

شبيكة سكان العالم (GPW) لدىCIESIN

خارطة طبقة الاستيطان عالية الاستبانة (HRSL) لدى CIESIN/Facebook

الكهربة

Gridfinder

نموذج البنك الدولي/ Facebook

موارد الخرائط الأخرى

المراجع/الكيفية

البنك الدولي - رسم خرائط النطاق العريض

جون برويز (Jon Brewer) - استخدام نظام المعلومات الجغرافية لتقديم النطاق العريض الشامل

اليونيسف – مشروع التوصيل (Project Connect)

نمذجة انتشار الترددات الراديوية

SPLAT

CloudRF

المراجع التقنية

الشبكات

تخطيط شبكة الاتصالات لتطوير معماريات الشبكة - دليل مرجعي

التوصيل الشبكي اللاسلكي في العالم النامي

بناء شبكة مجتمعية لاسلكية في هولندا

تخطيط الشبكات المجتمعية اللاسلكية
بوابة البنية التحتية لدى الاتحاد الدولي للاتصالات
كيفية العمل مع مشغِّلي شبكة الاتصالات المتنقلة (MNO) (المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين)
الشبكات المجتمعية من خلال الرسوم الهزلية
كتيب شركة Ericsson بشأن النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA)
مقارنة الاتحاد الأوروبي بين تكنولوجيات النطاق العريض السلكية واللاسلكية

التمويل

دليل حلول تخطيط أعمال البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات 2019
دليل الاستثمار في النطاق العريض بالاتحاد الأوروبي

قضايا جانب الطلب

اعتبارات الإدارة الوطنية للمعلومات والاتصالات (NTIA) بشأن جهود الشمول الرقمي

التوصيات السياساتية والتنظيمية

مجموعة أدوات تنظيم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات
التحالف من أجل قاعدة بيانات الممارسات السليمة بشأن الإنترنت ميسورة التكلفة
الشبكات المجتمعية في أمريكا اللاتينية
تقارير مواضيع الاتصالات لدى منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)
لوائح تحالف الطيف الدينامي

دراسات الحالة

قاعدة بيانات دراسات حالة توصيلية الميل الأخير (LMC)
قاعدة بيانات مشاريع توصيلية المدارس
1WorldConnected
تقرير APC
مبادرة Microsoft Airband
تعاون المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين بشأن التوصيلية
دليل النطاق العريض لدى الاتحاد الأوروبي
تأثير السواتل حول العالم (التحالف العالمي بشأن السواتل)

مصادر أخرى

دليل حلول استراتيجيات النطاق العريض لدى البنك الدولي
اللبنات الرقمية القابلة للتشغيل البيني (المحتوى والتطبيقات والخدمات)
اقتصادات BCG لجلب النطاق العريض إلى المناطق الريفية في الولايات المتحدة
موارد الإدارة الوطنية الأمريكية للمعلومات والاتصالات (NTIA)
الحلقات الدراسية الإلكترونية للإدارة الوطنية الأمريكية للمعلومات والاتصالات (NTIA)
دليل حلول التشارك في البنية التحتية عبر القطاعات لدى البنك الدولي
دليل حلول تقييم الجاهزية السحابية لدى البنك الدولي
كتيب الطاقة الشمسية (مبادرة الطاقة المتحركة)
دليل المنظمات غير الحكومية لحلول الطاقة (NetHope)
التوصيلية للاجئين لدى المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين
التحول الرقمي للتعليم (لجنة النطاق العريض)

تقارير إضافية أحيل إليها واستؤنس بها كمراجع

التعاون من أجل التوصيلية (مفوضية الأمم المتحدة السامية لشؤون اللاجئين، 2020)
النفاذ الرقمي في إفريقيا (Caribou Digital، 2019)
توصيل غير الموصولين - المواجهة الفعالة من حيث التكلفة لتحدي الإنترنت العريضة النطاق في المناطق الريفية (Fraunhofer FIT، 2019)
سد فجوة التغطية: كيف يمكن للابتكار أن يقود التوصيلية الريفية (GSMA، 2019)
التأهب للنطاق العريض - مجموعة أدوات للمجتمعات (مدن القرن القادم، 2019)
الاقتصاد المتنقل 2019 (GSMA، 2019)

استراتيجيات التوصيلية المتدرجة من أسفل إلى أعلى (APC، 2019) المكاسب الرقمية: أفكار لقرارات الطيف (الاتحاد الدولي للاتصالات، 2018)

حالة التوصيلية المتنقلة لعام 2018 (GSMA، 2018)

نماذج أعمال مبتكرة لتوسيع شبكات الألياف البصرية وسد فجوات النفاذ (البنك الدولي، 2018)

دراسة حالة ابتكار توصيلية ريفية: استخدام المواقع الخفيفة لدفع عجلة التغطية الريفية - Huawei RuralStar وMTN Ghana (GSMA، 2018)

الشبكات المجتمعية في أمريكا اللاتينية: التحديات واللوائح والحلول (جمعية الإنترنت، 2018)

المرصد العالمي لمجتمع المعلومات 2018: الشبكات المجتمعية (APC وIDRC، 2018)

دراسة حالة ابتكار توصيلية ريفية: البطاقة الخلوية في كمبوديا (GSMA، 2018)

تزويد توصيلية الميل الأخير بالقدرة (Facebook/Bloomberg New Energy Finance، 2018)

مبادئ إدارة الطيف والتحديات والقضايا المتعلقة بالنفاذ الدينامي إلى النطاقات الترددية عن طريق الأنظمة الراديوية التي تستخدم القدرات الإدراكية (الاتحاد الدولي للاتصالات، 2017)

أدوات إدارة الطيف المتطورة لدعم احتياجات التنمية (الاتحاد الدولي للاتصالات، 2017)

معمارية البنية التحتية لشبكة لاسلكية في المجتمعات الريفية (أوساهون وإيمانويل، 2017)

سد فجوة النفاذ: الابتكار لتسريع اعتماد الإنترنت الشاملة (الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، 2017)

توصيلية الميل الأخير في الأسواق الناشئة (الاتصالات النامية، 2016)

فتح أبواب التغطية الريفية (GSMA، 2016)

نماذج الأعمال لآخر مليار: نهج السوق لزيادة توصيلية الإنترنت (الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، 2016)

تسخير إنترنت الأشياء من أجل التنمية العالمية (ITU وCisco، 2015)

التغطية الريفية: استراتيجيات الاستدامة (GSMA، 2015)

فوائد وتكاليف أهداف البنية التحتية لخطة التنمية لما بعد عام 2015، (مركز توافق كوبنهاغن، 2014)

الحوسبة من أجل التمكين الريفي: التمكين من خلال اتصالات الميل الأخير (مختلف، 2013)

اختيار البنية التحتية للاتصالات الريفية باستخدام عملية الشبكة التحليلية (مصادر مختلفة، 2010)

التوصيلية في المناطق الناشئة: الحاجة إلى تحسين التكنولوجيا ونماذج الأعمال (CMU، 2007)

تحسين القدرة على تحمل تكاليف الاتصالات: التلاقح بين العالم المتقدم والعالم النامي (كلير ميلن، 2006)

الشبكات المجتمعية والتكنولوجيات المبتكرة: نماذج جديدة لخدمة الفقراء وتمكينهم (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2005)

الملحق 3: تطبيق دليل الحلول على عمليات النشر المتزامنة متعددة المواقع (تصميم الشبكة)

بينما يركز دليل الحلول في المقام الأول على تصميم نشر التوصيلية في موقع فردي، يمكن استخدام الخطوات الواردة في دليل الحلول (انظر الشكل 1.A3)، إلى جانب المعلومات المرجعية ومصفوفة القرار، لتصميم نشر الشبكة متعدد المواقع.

الشكل 1.A3. الخطوات الأربع الواردة في دليل حلول توصيلية الإنترنت في الميل الأخير

الخطوة 1 - الخطوة 1 تبقى كما هي.

الخطوتان 2 و3 - نظراً لأن تعدد المواقع سيحتاج إلى التوصيل، فقد يعجز حل توصيلية واحد عن توصيل جميع المواقع، وفي هذه الحالة قد يُتطلب حل هجين لمطابقة القيود المتنوعة مع الحلول المحتملة. وسيتطلب هذا الحل الهجين استكشاف عوامل متنوعة مهمة إلى جانب الموقع، بما في ذلك عدد المواقع المراد توصيلها، ومتطلبات الاستخدام (واحتياجات عرض النطاق) لكل موقع، والطوبولوجيا والظروف البيئية، والاختلافات في الخصائص الاجتماعية والاقتصادية للمواقع، وكيف يمكن أن يؤثر ذلك على القدرة على تحمل التكاليف والاستدامة. ويجب أن يأخذ تصميم الشبكة في الاعتبار أقصر مسار ممكن لتوصيل العقد المختلفة.

الخطوة 4 - في هذه الحالة، تظل مجموعة خيارات التنفيذ كما هي ولكنها ستحتاج إلى احتساب عمليات النشر المتعددة عبر أنواع مختلفة من التكنولوجيا.

الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)
مكتب تنمية الاتصالات (BDT)
مكتب المدير

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Email: bdtdirector@itu.int
Tel.: +41 22 730 5035/5435
Fax: +41 22 730 5484

مكتب نائب المدير ودائرة تنسيق العمليات الميدانية للحضور الإقليمي (DDR)

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Email: bdtdeputydir@itu.int
Tel.: +41 22 730 5131
Fax: +41 22 730 5484

دائرة الشبكات الرقمية والمجتمع الرقمي (DNS)

Email: bdt-dns@itu.int
Tel.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

دائرة محور المعارف الرقمية (DKH)

Email bdt-dkh@itu.int
Tel.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

دائرة الشراكات من أجل التنمية الرقمية (PDD)

Email: bdt-pdd@itu.int
Tel.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

إفريقيا

إثيوبيا

المكتب الإقليمي للاتحاد

Gambia Road
Leghar Ethio Telecom Bldg. 3rd floor
P.O. Box 60 005
Addis Ababa - Ethiopia

Email: itu-ro-africa@itu.int
Tel.: +251 11 551 4977
Tel.: +251 11 551 4855
Tel.: +251 11 551 8328
Fax: +251 11 551 7299

الكاميرون

مكتب المنطقة للاتحاد

Immeuble CAMPOST, 3e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé - Cameroon

Email: itu-yaounde@itu.int
Tel.: + 237 22 22 9292
Tel.: + 237 22 22 9291
Fax: + 237 22 22 9297

السنغال

مكتب المنطقة للاتحاد

8, Route des Almadies
Immeuble Rokhaya, 3e étage
Boîte postale 29471
Dakar - Yoff - Senegal

Email: itu-dakar@itu.int
Tel.: +221 33 859 7010
Tel.: +221 33 859 7021
Fax: +221 33 868 6386

زيمبابوي

مكتب المنطقة للاتحاد

TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and
Hampton Road
P.O. Box BE 792
Belvedere Harare - Zimbabwe

Email: itu-harare@itu.int
Tel.: +263 4 77 5939
Tel.: +263 4 77 5941
Fax: +263 4 77 1257

الأمريكتان

البرازيل

المكتب الإقليمي للاتحاد

SAUS Quadra 6 Ed. Luis Eduardo Magalhães,
Bloco "E", 10º andar, Ala Sul
(Anatel)
CEP 70070-940 Brasilia - DF - Brazil

Email: itubrasilia@itu.int
Tel.: +55 61 2312 2730-1
Tel.: +55 61 2312 2733-5
Fax: +55 61 2312 2738

بربادوس

مكتب المنطقة للاتحاد

United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown - Barbados

Email: itubridgetown@itu.int
Tel.: +1 246 431 0343
Fax: +1 246 437 7403

شيلي

مكتب المنطقة للاتحاد

Merced 753, Piso 4
Santiago de Chile
Chile

Email: itusantiago@itu.int
Tel.: +56 2 632 6134/6147
Fax: +56 2 632 6154

هندوراس

مكتب المنطقة للاتحاد

Colonia Altos de Miramontes
Calle principal, Edificio No. 1583
Frente a Santos y Cía
Apartado Postal 976
Tegucigalpa - Honduras

Email: itutegucigalpa@itu.int
Tel.: +504 2235 5470
Fax: +504 2235 5471

الدول العربية

مصر

المكتب الإقليمي للاتحاد

Smart Village, Building B 147,
3rd floor
Km 28 Cairo
Alexandria Desert Road
Giza Governorate
Cairo
Egypt

Email: itu-ro-arabstates@itu.int
Tel.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

آسيا – المحيط الهادئ

تايلاند

المكتب الإقليمي للاتحاد

Thailand Post Training Center
5th floor
111 Chaengwattana Road
Laksi - Bangkok 10210 - Thailand

Mailing address:
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210, Thailand

Email: ituasiapacificregion@itu.int
Tel.: +66 2 575 0055
Fax: +66 2 575 3507

إندونيسيا

مكتب المنطقة للاتحاد

Sapta Pesona Building
13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10110 - Indonesia

Mailing address:
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10110, Indonesia

Email: ituasiapacificregion@itu.int
Tel.: +62 21 381 3572
Tel.: +62 21 380 2322/2324
Fax: +62 21 389 5521

كومنولث الدول المستقلة

الاتحاد الروسي

المكتب الإقليمي للاتحاد

4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscow 105120
Russian Federation

Email: itumoscow@itu.int
Tel.: +7 495 926 6070

أوروبا

سويسرا

الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)
مكتب أوروبا (EUR)

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 - Switzerland

Email: eurregion@itu.int
Tel.: +41 22 730 5467
Fax: +41 22 730 5484

الاتحـاد الـدولي للاتصـالات
مكتب تنميـة الاتصـالات
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

ISBN: 978-92-61-32146-8
9 789261 321468

نُشرت في سويسرا
جنيف، 2020
إصدار الصور: Shutterstock