منشورات ITU

الاتحاد الدولي للاتصالات
قطاع التنمية

# مجموعة أدوات تخطيط أعمال البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات

## شبكات الجيل الخامس

# مجموعة أدوات تخطيط أعمال البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات

## شبكات الجيل الخامس

2023

## شكر وتقدير

أعد هذا التقرير خبراء الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) تياغو سوزا **برادو** وبريشيليا هونوريو إيفاجيليستا وآبراو بالبينو وخبراء من مكتب تنمية الاتصالات بالاتحاد (BDT).

## إخلاء المسؤولية

لا تعني التسميات المستعملة وطريقة عرض المواد في هذا المنشور التعبير عن أي رأي من جانب الاتحاد وأمانة الاتحاد فيما يتعلق بالوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو سلطاتها، أو فيما يتعلق بترسيم حدودها أو الحدود.

ولا يعني ذكر شركات معينة أو منتجات جهات صانعة معينة أن الاتحاد قد أقرها أو أوصى بها تفضيلاً لها على سواها مما يماثلها ولم يرد ذكره. وفيما عدا الأخطاء والسهو، يتم تمييز أسماء المنتجات المسجلة الملكية بأحرف كبيرة.

وقد اتخذ الاتحاد جميع الاحتياطات المعقولة للتحقق من المعلومات الواردة في هذا المنشور. ومع ذلك، يتم توزيع المواد المنشورة دون أي ضمان من أي نوع، سواء بشكل صريح أو ضمني. والقارئ هو المسؤول عن تفسير المواد واستعمالها.

والآراء والنتائج والاستنتاجات الواردة في هذا المنشور لا تعكس بالضرورة وجهات نظر الاتحاد أو أعضائه.

**ISBN**

978-92-61-36516-5 (نسخة إلكترونية)
978-92-61-36526-4 (إصدار EPUB)
978-92-61-36536-3 (نسخة MOBI)

يرجى مراعاة الجوانب البيئية قبل طباعة هذا التقرير.

© الاتحاد الدولي للاتصالات 2023

بعض الحقوق محفوظة. هذا العمل متاح للجمهور 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 IGO).

وبموجب شروط هذه الرخصة، يمكنك نسخ هذا العمل وإعادة توزيعه وتكييفه لأغراض غير تجارية، على أن يُقتبس العمل على النحو الصحيح. وأيّاً كان استخدام هذا العمل، 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. وإذا قمت بتكييف العمل، فسيتعين عليك استصدار رخصة لعملك في إطار الرخصة Creative Commons نفسها أو ما يكافئها. وإذا أنتجت ترجمة لهذا العمل، فينبغي لك إضافة 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". للحصول على مزيد من المعلومات، يرجى زيارة الموقع التالي: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo

# تصدير

تُنشر الإنترنت عريضة النطاق في البلدات والمدن الكبيرة بشكل طبيعي تقريباً. ولكن يشكل نشر هذه الشبكات في المناطق الريفية والنائية تحدياً أكبر بكثير. والحواجز الاقتصادية و/أو الجغرافية و/أو الديمغرافية تعني أن العديد من الناس لا يزالون غير موصولين بالعالم الرقمي.

وتشير إحصاءات الاتحاد إلى أن ثلثي سكان العالم يستعملون الإنترنت. وفي حين أن هذا الرقم مشجع، يجب أن نتذكر أنه لا ينبغي ترك أي شخص غير موصول.

ويعتبر وضع الترتيبات التقنية والاقتصادية الصحيحة، فضلاً عن التخطيط المستدام للأعمال لتعزيز نشر البنية التحتية، ولا سيما في المناطق الريفية والنائية، أمراً حيوياً لتعزيز النفاذ الشامل إلى الخدمات الرقمية السريعة والموثوقة والميسورة التكلفة.

وقد نشر الاتحاد لأول مرة مجموعة أدوات تخطيط أعمال البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في عام 2019 للتصدي لتحديات تخطيط الأعمال المتعلقة بالشبكات المتنقلة للجيل الرابع المتنقلة والألياف البصرية، ويواصل تقديم منهجية واضحة وعملية للتقييم الاقتصادي الدقيق لخطط تثبيت البنية التحتية للنطاق العريض ونشرها.

وتضيف هذه النسخة المُراجعة تصميم الشبكات لدعم نشر تكنولوجيا الجيل الخامس بشكل مستدام. وتتمتع شبكات الجيل الخامس بالقدرة على توسيع التوصيلية عالية السرعة، ولكن لا يزال اعتمادها يشكل تحدياً في العديد من البلدان النامية. وتتناول مجموعة الأدوات آليات لتقييم استدامة مشاريع الجيل الخامس.

وقد استُعملت بالفعل المنهجية الواردة في مجموعة الأدوات بشكل فعّال في أحداث التدريب الأكاديمي للاتحاد في إفريقيا وأوروبا. وسلطت التعقيبات الواردة من مستعملي مجموعة الأدوات والمشاركين في التدريب والخبراء بشأن هذا الموضوع الضوء على الحاجة الملحة إلى بناء القدرات والمهارات لتخطيط نشر شبكات الجيل الخامس الوطنية مع التركيز بشكل خاص على المشاريع التي تخدم المناطق غير الجذابة اقتصادياً.

وتوفر مجموعة الأدوات هذه جنباً إلى جنب مع التدريب المتخصص توجيهات الخبراء وستسهل وضع خطط أعمال موثوقة ومتماسكة ومستدامة قابلة للتكيف مع مجموعة واسعة من مشاريع نشر البنية التحتية للنطاق العريض.

وآمل أن يستمر الإقرار بهذا الإصدار الجديد من مجموعة أدوات تخطيط الأعمال بالغ الأهمية لواضعي سياسات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والمنظمين وأصحاب المصلحة في كل مكان، في جهودهم الرامية إلى إتاحة شبكات النطاق العريض وتوفير النفاذ إلى الجميع.

كوسماس لاكيسون زافازافا
مدير مكتب تنمية الاتصالات
الاتحاد الدولي للاتصالات

# جدول المحتويات


شكر وتقدير ..... ii

تصدير ..... iii

1 تخطيط أعمال النطاق العريض ..... 1

1.1 تعريف خطة الأعمال ..... 5

2.1 التحديات التي تواجه عند وضع خطة الأعمال ..... 7

3.1 تخطيط الأعمال كأداة للسياسة العامة ..... 9

2 تقدير الطلب على خدمات النطاق العريض ..... 11

1.2 تقدير الطلب بطرائق الاقتصاد القياسي ..... 13

2.2 تقدير الطلب من خلال طريقة دلفي ..... 15

3.2 تقسيم الطلب إلى شرائح مختلفة ..... 16

4.2 تقدير الطلب على خدمات الجيل الخامس ..... 18

5.2 تقدير الحصة السوقية للمشغل الجديد المحتمل ..... 20

3 تقدير الإيرادات المتأتية من تقديم خدمات النطاق العريض ..... 22

1.3 تقدير الإيرادات لمشاريع النطاق العريض المتنقل ..... 22

2.3 تقدير الإيرادات لمشاريع النطاق العريض الثابت ..... 22

3.3 تقدير إيرادات الشركات الجديدة ذات الصلة بشبكات الجيل الخامس (الاتصالات URLLC والاتصالات mMTC) ..... 24

4.3 تقدير الإيرادات لمشاريع شبكة النقل ..... 26

5.3 سلوك الإيرادات طوال المشروع ..... 26

4 تقدير الاستثمارات في شبكات النطاق العريض: النفقات الرأسمالية (capex) ..... 27

1.4 شبكات النفاذ إلى النطاق العريض المتنقل من الجيل الرابع ..... 27

2.4 شبكات النفاذ العريض النطاق الثابتة والمتنقلة من الجيل الخامس ..... 33

1.2.4 النفقات الرأسمالية للشبكات الأساسية من الجيل الخامس ..... 34

2.2.4 النفقات الرأسمالية لشبكة النفاذ من الجيل الخامس ..... 34

3.2.4 النفقات الرأسمالية المرتبطة بعرض خدمات الجيل الخامس المتخصصة للأسواق المتخصصة ..... 36

3.4 شبكات النفاذ عريضة النطاق الثابتة ..... 36

4.4 شبكات النقل ..... 46

5 تقدير النفقات التشغيلية (opex) لتوفير خدمات النطاق العريض ..... 47

1.5 استعمال نماذج التكلفة لتقدير النفقات التشغيلية ..... 47

2.5 استعمال التكاليف والنفقات السابقة لتقدير النفقات التشغيلية ..... 49

3.5 استعمال المعايير المرجعية لتقدير النفقات التشغيلية ..... 50
6 تقدير المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال ..... 53
7 آليات التمويل لتمكين مشاريع البنية التحتية للنطاق العريض ..... 63
1.7 آليات تمويل المشاريع والتراخيص ..... 63
2.7 آليات تمويل نشر البنية التحتية ..... 64
3.7 آليات تمويل تقديم الخدمة ..... 65
8 الاستنتاجات ..... 66
قائمة الاختصارات ..... 67
قائمة المراجع ..... 69

## قائمة الأشكال والأطر والجداول

### الأشكال

الشكل 1: خريطة النطاق العريض للاتحاد: طرق المعلومات الأرضية السريعة (ديسمبر 2022) ..... 2
الشكل 2: منحنى الانحدار (انتشار النطاق العريض × نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي) ..... 13
الشكل 3: مثال على تقسيم الطلب على النطاق العريض المتنقل ..... 17
الشكل 4: مثال على تقسيم الطلب على النطاق العريض الثابت ..... 18
الشكل 5: سيناريوهات الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 ..... 19
الشكل 6: تقدير صافي الإيرادات ..... 22
الشكل 7: الإيرادات المتوقعة لمشغلي الاتصالات المتنقلة من الجيل الخامس في عامي 2020 و2030 ..... 25
الشكل 8: شبكة LTE غير متجانسة ..... 28
الشكل 9: طوبولوجيا الشبكات FTTH ..... 37
الشكل 10: النموذج الهندسي SSL ..... 40
الشكل 11: تكوين إجمالي التكاليف ..... 47
الشكل 12: نسبة النفقات/صافي الإيرادات ..... 48
الشكل 13: نسبة النفقات التاريخية/صافي الإيرادات ..... 50
الشكل 14: نسبة النفقات الرأسمالية/النفقات التشغيلية ..... 51
الشكل 15: النفقات التشغيلية للوحدة ..... 51
الشكل 16: الخطوات من 1 إلى 4 من حساب صافي القيمة الحالية ..... 58
الشكل 17: الخطوتان 5 و6 من حساب صافي القيمة الحالية ..... 58
الشكل 18: المثال 1 على صافي القيمة الحالية والتفسير المحتمل ..... 61
الشكل 19: المثال 2 على صافي القيمة الحالية والتفسير المحتمل ..... 61
الشكل 20: المثال 3 على صافي القيمة الحالية والتفسير المحتمل ..... 62
الشكل 21: المثال 4 على صافي القيمة الحالية والتفسير المحتمل ..... 62

الشكل 22: توزيع الآليات النموذجية لتمويل مشاريع البنية التحتية ..... 63

**الأطر**

تقدير الحصة السوقية لمشغل جديد محتمل ..... 21
تقدير الإيرادات لمشاريع النطاق العريض الثابت ..... 23
الخلايا الكبيرة ..... 29
الخلايا الصغيرة ..... 32
مطاريف الخط البصري ..... 38
حساب الألياف البصرية (طبقة الفالقات) ..... 39
حساب الألياف البصرية (المنازل الموصولة) ..... 44
استعمال نماذج التكلفة لتقدير النفقات الشتغيلية ..... 49
استعمال التكاليف والنفقات السابقة لتقدير النفقات التشغيلية ..... 51
تقدير المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال الاسمي من خلال نموذج CAPM العالمي ..... 56
حساب صافي القيمة الحالية (NPV) ..... 60

**الجداول**

الجدول 1: مقارنة انتشار النطاق العريض والسكان الذين تكون توصيلات الألياف البصرية في متناولهم في عام 2021 ..... 2
الجدول 2: أمثلة على الأسئلة لاستبيان طريقة دلفي ..... 15
الجدول 3: تكاليف التشغيل والصيانة ..... 48
الجدول 4: تقدير إجمالي النفقات التشغيلية باستعمال نموذج التكلفة ..... 49
الجدول 5: تقدير إجمالي النفقات التشغيلية باستعمال التكاليف والنفقات السابقة ..... 50
الجدول 6: تقدير إجمالي النفقات التشغيلية باستعمال المعيار ..... 51
الجدول 7: مزايا وعيوب نموذج CAPM المحلي مقابل العالمي ..... 55

# 1 تخطيط أعمال النطاق العريض

## مقدمة

يعد توسيع نطاق النفاذ إلى الإنترنت عريضة النطاق للسكان المحرومين من الخدمات والذين يفتقرون إلى الخدمات من أجل تعجيل التوصيلية الشاملة والتقدم نحو أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة أحد الركائز الأساسية للاتحاد وأعضاء الاتحاد. والهدف من مراجعة مجموعة الأدوات هذه هو تحديثها من أجل بدء نشر شبكات الجيل الخامس بشكل مستدام.

ويتطلب تطوير ونشر شبكات النطاق العريض استثمارات ضخمة. ونظراً للاختلاف الكبير في البيئات المادية والاقتصادية التي يجب أن يعمل فيها مقدمو الخدمات، فإن الكثير من هذه الاستثمارات - من البحث والتطوير (R&D) إلى المعدات المتخصصة القادرة على العمل في ظروف متطرفة - يهدف إلى إتاحة إمكانية نشر البنى التحتية لشبكات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتشغيلها بنجاح في مجموعة من الأسواق في جميع أنحاء العالم.

وفي المناطق الجذابة اقتصادياً، مثل البلدات والمدن الكبيرة، تنفذ البنية التحتية بشكل شبه طبيعي تقريباً، لأن قوى السوق تعمل على تلبية الطلب. ومع ذلك، فإن الصورة، ولا سيما في المناطق الريفية والنائية، غالباً ما تكون مختلفة تماماً، حيث تحد الحواجز الاقتصادية و/أو الجغرافية و/أو الديمغرافية النفاذ إلى البنية التحتية لشبكات النطاق العريض؛ والنتيجة هي بقاء أعداد كبيرة من الناس معزولين عن العالم الرقمي.

والجمهور المستهدف من مجموعة الأدوات هذه هو الدول الأعضاء في الاتحاد التي تبحث عن توجيهات بشأن كيفية وضع خطط أعمال ذات مصداقية ومتسقة وجيدة الأساس لتوسيع تغطية الشبكات وضمان استمرار الاستدامة.

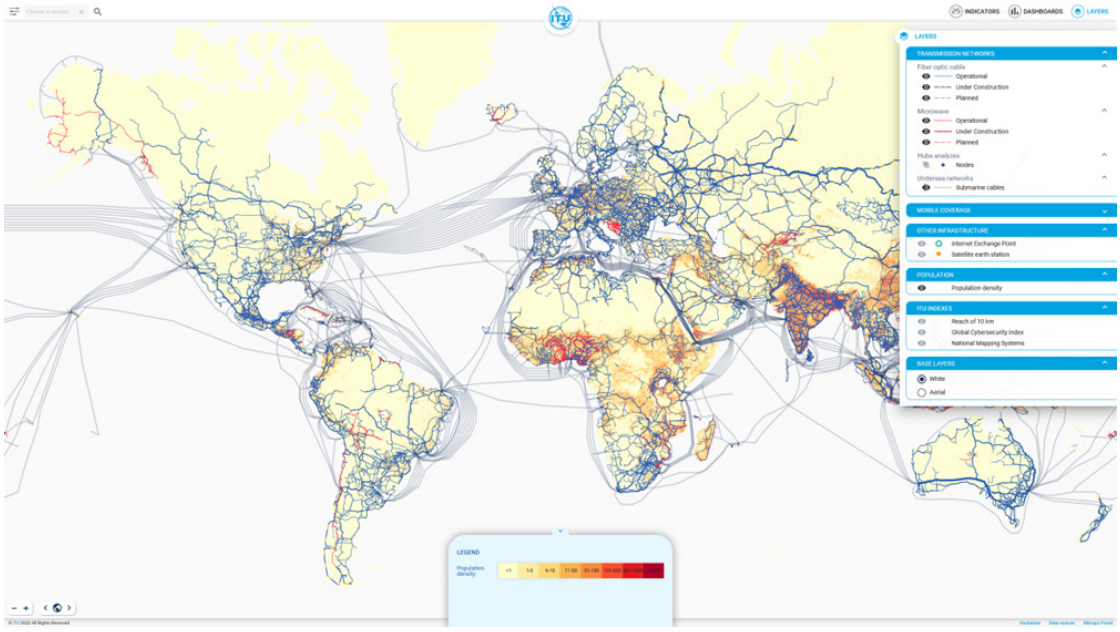
وقد سعى واضعو السياسات والمنظمون إلى إيجاد آليات لتوسيع شبكات النطاق العريض من خلال استراتيجيات مختلفة مثل الأموال العامة، وصناديق الخدمة الشاملة، والشراكات بين القطاعين العام والخاص، وتخفيض السعر الاحتياطي لطيف الترددات الراديوية، وآليات الدعم الأخرى. وتركز هذه الأهداف بشكل عام على إنشاء الشبكات وتوفيرها في المناطق التي تعتبر ذات جاذبية اقتصادية منخفضة، حيث لا تستطيع قوى السوق وحدها تقديم الخدمات دون نوع من الدعم لتشجيع الاستثمار.

## الفجوة الرقمية

في حين أن التكنولوجيات القادرة على تقديم الخدمات في المناطق النائية والمعزولة موجودة، ويتم تطوير التكنولوجيات الناشئة خصيصاً لتلبية هذه الاحتياجات، فإن توصيل النصف الثاني من سكان العالم لا يزال مشكلة مستعصية، تتضمن بعض التحديات الأساسية: توضح خريطة النطاق العريض للاتحاد لعام 2022[1] عدم وجود شبكات أساسية عالية السرعة في معظم أنحاء العالم.

[1] رسم خرائط البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الاتحاد من أجل تحقيق أهداف التنمية المستدامة، متاحة على: https://bbmaps.itu.int/app.

**الشكل 1: خريطة النطاق العريض للاتحاد: طرق المعلومات الأرضية السريعة (ديسمبر 2022)[2]**



المصدر: الاتحاد

وبالإضافة إلى ذلك، تكشف مقارنة بين انتشار النطاق العريض والسكان الذين تكون وصلات الألياف البصرية في متناولهم أن مليارات من الناس يعيشون في بلدان وأقاليم لا تزال غير موصولة بهذه الشبكة العالمية للنقل الأرضي.

**الجدول 1: مقارنة انتشار النطاق العريض والسكان الذين تكون توصيلات الألياف البصرية في متناولهم في عام 2021**

| | إفريقيا | الأمريكتان | الدول العربية | آسيا والمحيط الهادئ | كومنولث الدول المستقلة | أوروبا |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الاشتراكات في الهاتف الثابت | 49,2 | 91,5 | 69,6 | 96,2 | 90,9 | 98,7 |
| عرض النطاق الدولي | 59,7 | 216,0 | 172,0 | 154,4 | 101,1 | 340,2 |
| الأسر التي لديها نفاذ إلى الإنترنت في المنزل* | 22,7 | 75,9 | 62,4 | 64,1 | 81,7 | 87,6 |
| الأفراد الذين يستعملون الإنترنت | 32,8 | 81,4 | 66,3 | 60,6 | 82,3 | 87,2 |

* بيانات عام 2021

المصدر: الاتحاد، بيانات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لعام 2021 (https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx)

ومن خلال أبحاث شبكات النقل الأرضية، تشير حسابات الاتحاد إلى أنه من بين سكان العالم البالغ عددهم ما يقرب من 7,9 مليار نسمة،[3] يعيش 2,3 مليار شخص (29,3%) على بُعد 10 كيلومترات من عقدة ألياف بصرية، و4,5 مليار (57,9%) في حدود 25 كيلومتراً، و6 مليارات شخص (77,4%) في حدود 50 كيلومتراً، و7,1 مليار شخص (90,5%) في حدود 100 كيلومتر من عقدة شبكة ألياف بصرية عاملة.

ولا ينبغي أن تتعلق سياسة النفاذ إلى شبكات النطاق العريض بتحديد فجوات البنية التحتية وإسناد عملية تقديم الخدمات فحسب، بل يجب أن تركز قبل كل شيء على وسائل أفضل لتحديد مصادر التمويل الممكنة واستراتيجيات أكثر فعالية لتشجيع وتسهيل تقديم الخدمات.

وفي حين جرت مناقشات كثيرة بشأن هذه المسألة، بما في ذلك العديد من الدراسات والمعايير المقترحة والاقتراحات المتعلقة بتحليلات السياسات العامة الجديدة التي تهدف إلى تعزيز تطوير النطاق العريض، فإن

[2] المصدر: الاتحاد الدولي للاتصالات: https://itu.int/go/Maps.
[3] بيانات ديسمبر 2021.

أفضل استراتيجية تنطوي دائماً على فهم متعمق لكل مشروع محدد. وعلى سبيل المثال، ما هو أفضل نهج لتقديم خدمات النطاق العريض لسكان ريفيين معينين – هل هو نهج البنية التحتية الساتلية أم الأرضية؟ أو مرة أخرى، كيف يمكن تحديد الجدوى الاقتصادية لنشر شبكة أساسية للألياف البصرية في مدينة معينة؟

ولذلك، هناك حاجة واضحة إلى تعريف مشاريع البنية التحتية المختلفة وتحديدها وتقديرها ومقارنتها بشكل موضوعي من أجل تقييم سياسة عامة معينة بناءً على معايير تقنية قوية. ولكن لا يكون المنظمون وواضعو السياسات في كثير من الأحيان على دراية بالمنهجيات المحددة لأداء هذه المهمة، ويعتمدون بدلاً من ذلك على الآليات التي ليست بالضرورة الأكثر كفاءة لمثل هذه التقييمات، والتي تتوج بمشاكل عدم كفاية تشييد البنية التحتية أو حتى المبالغة في تشييدها في بعض الأحيان لمنطقة محددة.

## تكنولوجيات الجيل الخامس

أدى ظهور تكنولوجيات الجيل الخامس إلى إمكانية إحداث تغييرات بعيدة المدى في بيئة الاتصالات من خلال نظام إيكولوجي جديد يعد بإحداث ثورة في الطريقة التي يتعامل بها المجتمع مع التكنولوجيا.

وقد وضع مشروع شراكة الجيل الثالث (3GPP)[4] معايير عالمية جديدة للتكنولوجيا اللاسلكية في شبكات النطاق العريض. وتتيح معايير شبكة الخدمة المتنقلة من الجيل الخامس نوعاً جديداً من الشبكات المصممة لتوصيل الجميع تقريباً وكل شيء معاً بما في ذلك الآلات والأشياء والأجهزة.

وقد وضع قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد مواصفات الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 (الجيل الخامس)[5] بما في ذلك تكنولوجيات النطاق العريض الأخرى التي تشتمل أيضاً على تحسينات لسيناريوهات النطاق العريض المتنقل السابقة وتمدد تطبيق تكنولوجيا الجيل الخامس لحالات استعمال تنطوي على اتصالات فائقة الموثوقية ومنخفضة الكمون، والاتصالات الكثيفة بين الآلات، على النحو الموصوف في رؤية الاتصالات المتنقلة الدولية الواردة في التوصية ITU-R M.2083-0، والتي تحتوي على الأهداف الشاملة للتطوير المستقبلي للاتصالات المتنقلة الدولية-2020 وما بعدها[6].

وتمثل الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 (الجيل الخامس) تطوراً لشبكات النطاق العريض المتنقل وستجلب قدرات فريدة للشبكات والخدمات. وستضمن استمرارية تجربة المستعمل في المواقف الصعبة مثل التنقل الكبير (على سبيل المثال في القطارات)، والمناطق شديدة أو قليلة الكثافة السكانية والرحلات التي تغطيها تكنولوجيات غير متجانسة. وبالإضافة إلى ذلك، ستكون الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 (الجيل الخامس) عاملاً تمكينياً رئيسياً لإنترنت الأشياء (IoT) من خلال توفير منصة لتوصيل عدد هائل من أجهزة الاستشعار.

وقد تم تصميم الجيل الخامس ليكون تكنولوجيا مستدامة وقابلة للتوسع. وستوازن صناعة الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بين النمو الهائل في الاستعمال وبين الانخفاض الحاد في استهلاك الطاقة وزيادة جني الطاقة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن خفض التكلفة من خلال أتمتة المهام البشرية وتحسين الأجهزة سيُمكّن من وضع نماذج أعمال مستدامة لأصحاب المصلحة في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

وبالتالي، من المهم فهم كيفية تحديد وتقدير مشاريع التثبيت والنشر المتعلقة بشبكات الجيل الخامس، لأنها ستكون المحرك الرئيسي للسياسات واللوائح العامة للاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في المستقبل.

## مجموعة أدوات تخطيط الأعمال

تقدم مجموعة الأدوات هذه للمنظمين وواضعي السياسات منهجية تتيح إجراء تقييم اقتصادي دقيق لمشاريع النطاق العريض المقترحة. وكأداة عملية، تهدف مجموعة الأدوات إلى تسهيل التقييم الشامل لتثبيت البنية التحتية وخطط نشرها.

---

4 https://www.3gpp.org/.

5 الاتصالات المتنقلة الدولية تشمل الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000) والاتصالات المتنقلة الدولية-المتقدمة (IMT-Advanced) والاتصالات المتنقلة الدولية-2020 (IMT-2020). ويقوم قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد الدولي للاتصالات (ITU-R) بوضع اللوائح الدولية والمعايير العالمية التي تتيح، من خلال تطبيقها على الصعيد العالمي، تنسيق وتنفيذ الشبكات المتنقلة عريضة النطاق، والتي يشار إليها على نطاق واسع باسم الجيل الثالث والجيل الرابع والجيل الخامس.

6 التوصية ITU-R M.2083-0 (2015/09): رؤية بشأن الاتصالات المتنقلة الدولية - الإطار والأهداف العامة للتطوير المستقبلي للاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2020 وما بعده، متاحة على https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083. ولمزيد من المعلومات، يرجى الاطلاع على صفحة فرقة العمل 5D لقطاع الاتصالات الراديوية (WP 5D) - الصفحة الإلكترونية لأنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية: https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/Pages/default.aspx.

وتشتمل مجموعة الأدوات على مجموعة من المبادئ النظرية فضلاً عن المبادئ التوجيهية العملية بشأن كيفية تقدير صافي القيمة الحالية (NPV) لمشروع ما. وبشكل أكثر تحديداً، تفحص مجموعة الأدوات الآليات التي تحدد الطلب على المشروع، وتكاليف التشغيل والصيانة، والإيرادات الناتجة عنه، وحجم الاستثمارات المطلوبة، والتكاليف الرأسمالية اللازمة.

والمفاهيم الاقتصادية والمحاسبية المستعملة في هذه المنهجية مقبولة وموثقة على نطاق واسع؛ وعلى هذا النحو، لا يُقترح تحليلها أو مناقشتها بمزيد من الاستفاضة. وقد استُعملت بدلاً من ذلك لإعداد دليل عملي لوضع استراتيجية لبناء البنية التحتية للنطاق العريض وتقييم خطط الأعمال للمشغلين المحتملين:

1) ما أنواع البيانات التي يجب استعمالها؟
2) كيفية تقييم المتغيرات مثل الطلب والاستثمارات والتكاليف التشغيلية؟
3) كيفية تقدير تكلفة رأس المال لعناصر المشروع المختلفة؟

ولاكتساب فهم أكثر واقعية، تُعرض أمثلة على مشاريع شائعة، مثل بناء الشبكات الأساسية للألياف البصرية، وشبكات النطاق العريض اللاسلكية (بما في ذلك الجيل الخامس)، ومشاريع شبكات النفاذ من الألياف إلى المنزل (FTTH).

ولأغراض الوضوح، تم تقسيم مجموعة الأدوات هذه إلى الأقسام التالية:

1) مبادئ تخطيط أعمال النطاق العريض.
2) تقدير الطلب على خدمات النطاق العريض.
3) تقدير الإيرادات المتأتية من تقديم خدمات النطاق العريض.
4) تقدير الاحتياجات الاستثمارية لشبكات النطاق العريض - النفقات الرأسمالية (capex).
5) تقدير النفقات التشغيلية (opex) لتوفير خدمات النطاق العريض.
6) تقدير المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال (WACC).
7) آليات التمويل لتمكين مشاريع البنية التحتية للنطاق العريض.
8) الاستنتاجات.

ويعرض القسم الأول المبادئ النظرية والمنهجية لتقدير صافي القيمة الحالية لمشروع ما. ويقدم هذا كأساس لأي خطة أعمال لتوفير خدمات النطاق العريض. ويناقش القسم أيضاً سبب اعتماد المنظمين وواضعي السياسات لهذه المنهجية في التقييم الاقتصادي لأنواع مختلفة من مشاريع النطاق العريض.

وفي القسم الثاني، تُناقش نماذج وتقنيات لتقدير الطلب على خدمات النطاق العريض، إلى جانب أنواع البيانات الأولية التي يمكن استعمالها. وتشمل الأسئلة التي يتم تناولها في هذا القسم ما يلي: كيف يمكن لواضعي السياسات تقدير الطلب على خدمة ما؟ وكيف يمكن أن يتطور هذا الطلب بمرور الوقت؟ وكيف يمكن تلبية هذا الطلب من خلال البيئة التنافسية الحالية؟

ويتناول القسم الثالث الإيرادات المقدرة الناتجة عن المشروع قيد النظر. وهذا المتغير أساسي، لأنه يحدد متى وكيف يتم تنفيذ مدخلات مشروع البنية التحتية. ويقدم القسم أمثلة على كيفية تقدير الإيرادات وكيفية مطابقتها مع الطلب المقدّر وكيف يمكن أن تتباين بمرور الوقت.

ويتناول القسم الرابع نمذجة النفقات الرأسمالية. وهذا المتغير بالغ الأهمية للنظام الإيكولوجي بأكمله، ويتضمن تصميم البنية التحتية للمشروع قيد النظر: سيتم تناول كل من أنواع المعدات، والقواعد النظرية، والاقتراحات العملية لنمذجة الاستثمارات بمرور الوقت لأنواع مختلفة من المشاريع.

ويتناول القسم الخامس النفقات التشغيلية. وما هي المتغيرات المهمة في نمذجة شبكة النطاق العريض؟ ومن أين يمكن الحصول على هذه المعلومات؟ وما هو أفضل نهج يمكن للمنظمين وواضعي السياسات استعماله لنمذجة التكاليف التشغيلية لمشروع ما؟

ويفحص القسم السادس المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال، والذي يمثل معدل الخصم للمشروع المراد تحليله. وماذا يعني هذا المعدل؟ وما أهميته؟ وكيف يمكن تقديره في حالة عدم وجود بيانات محددة؟ ويقدم هذا القسم توجيهاً عملياً لحساب هذا المتغير المعقد.

والقسم السابع من مجموعة الأدوات عبارة عن ملخص يوفر توجيهات بشأن جمع كافة المتغيرات في أداة واحدة لتقدير صافي القيمة الحالية للمشروع، ويناقش آليات التمويل وينظر في البدائل المختلفة المجدية التي يمكن اعتمادها. ويعرض القسم الثامن والأخير استنتاجات مجموعة الأدوات.

وستعمل مجموعة الأدوات هذه بمثابة دليل عملي وقيّم للمنظمين وواضعي السياسات الذين يعملون على تمديد نشر شبكات النطاق العريض والنفاذ إليها. وسيستعمل مشغلو شبكات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات أيضاً أدواتهم التكميلية الخاصة بتقييم المشاريع لتلبية الاحتياجات المحددة للإدارة وحاملي أسهم الشركة، ولكن ستعمل مجموعة الأدوات هذه كدليل أساسي وسهل الفهم لبناء خطة أعمال موثوقة ومتماسكة قابلة للتكيف مع مجموعة واسعة من مشاريع البنية التحتية للنطاق العريض.

## 1.1 تعريف خطة الأعمال

تحدد خطة الأعمال وتنظم المتغيرات الرئيسية المشمولة بإنشاء وتشغيل مؤسسة ما. ولا يوجد هيكل واحد صارم ومحدد لوضع خطة أعمال. ومع ذلك، فإن خطة الأعمال الجيدة تحلل جميع العناصر الأساسية للنشاط قيد النظر.

وينبغي أن تحتوي الأهداف التي توجه تنفيذ خطة أعمال لتثبيت شبكات النطاق العريض ونشرها على تقييم دقيق للمتغيرات الرئيسية التي يتكون منها العمل. وبالتالي (بخلاف عناصر مثل الجداول الضريبية التي سيتم تحديدها في الصكوك القانونية ذات الصلة لكل بلد)، يمكن وينبغي دراسة وتقدير متغيرات الأعمال مثل الطلب والإيرادات والاستثمار والنفقات وتكلفة رأس المال بطريقة تؤدي إلى أن تعكس النتيجة النهائية قيمة المشروع قيد النظر.

وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي عدم تجاهل أهمية تحليل البيئة التنافسية التي ستعمل فيها الشركة، حيث سيكون لهذه البيئة تأثير كبير على مسائل مثل الطلب والإيرادات الموزعة للمشروع.

والنهج الأكثر استعمالاً لتقدير القيمة الاقتصادية لأصل الاتصالات هو منظور التدفق النقدي. ووفقاً لهذا المنظور، ينبغي أن يتناسب سعر الأصل (على سبيل المثال الترددات الراديوية) مع النتيجة الاقتصادية التي سوف تستحدثها الشركة باستعمال الأصل خلال إطار زمني محدد مسبقاً.

وصافي القيمة الحالية (NPV) للتدفق النقدي الحر (FCF) هو منهجية مستعملة لتقييم شركات ومشاريع محددة. وتستعمل البنوك الاستثمارية والشركات الاستشارية ورواد الأعمال هذا النهج بشكل واسع عندما يرغبون في حساب قيمة منظمة ما أو إحدى شركاتها، سواء للأغراض الداخلية أو لتحليل الاستثمارات أو لعمليات الاندماج والاستحواذ.

وفي هذا النهج، تُحدد قيمة أي نشاط تجاري معين من خلال التدفق النقدي المخصوم بمعدل يعكس المخاطر المرتبطة بالاستثمار. ويشتمل نموذج صافي القيمة الحالية على ثلاثة مبادئ أساسية لوضع معيار بشأن قرار الاستثمار الأمثل:

'1' يتم حساب قيمة الاستثمار على أساس التدفقات النقدية التشغيلية؛

'2' يتم دمج المخاطر في التقييم الاقتصادي للاستثمار، مع مراعاة تفضيلات المستثمر فيما يتعلق بالتعارض بين المخاطر والعائد؛

'3' يحدد الحساب الناتج القيمة الحالية للأصول بناءً على معدل الخصم المناسب لتعويض مالكي رأس المال.

وبناءً على هذا الإطار التحليلي، يمكن للمنظمين استعمال مجموعة قياسية من الأدوات المالية لحساب قيمة أي مشروع معين وفقاً لظروف السوق.

ويعكس صافي القيمة الحالية، المحسوب بطريقة التدفقات النقدية المخصومة، المبلغ الذي تحصل عليه الشركة من مشروع معين والذي يتجاوز تكلفة الاستثمار في المشروع، والذي تم تعويضه بالفعل بمعدل عائد معين - هو تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال. وبعبارة أخرى، هو الربح الذي يمكن أن يحصل عليه صاحب المشروع،

بعد خصم قيمة تكلفة الفرصة البديلة والربحية التي يمكن أن يحصل عليها صاحب المشروع من خلال القيام بأنشطة أخرى.[7]

ويأخذ حساب صافي القيمة الحالية في الاعتبار تقديرات جميع الإيرادات والنفقات لكل سنة من عمر الشركة طوال مدة المشروع، وكذلك إجمالي الاستثمار اللازم لتنفيذ الخدمة.

وبعبارة أخرى:

$$NPV = \sum_{t=0}^{T} \frac{FCF_t}{(1+r)^t}$$

حيث:

*NPV = صافي القيمة الحالية*

$FCF_t$ *= التدفق النقدي الحر في الفترة t*

*r = معدل الخصم (المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال)*

*t = عدد الفترات*

والنموذج العام لحساب التدفق النقدي الحر لفترة زمنية معينة هو:

$$FCF = \{[(EBIT(1 - tax\ rate)] + De + Am\} - CAPEX$$

و

*EBIT*[8] *= الإيرادات - النفقات التشغيلية*

حيث:

*De= الإهلاك*

*Am = الاستهلاك*

*معدل الضريبة = معدلات الضرائب ذات الصلة*

*capex = النفقات الرأسمالية*

*opex = النفقات التشغيلية*

وفيما يلي ملخص مختصر لما يعنيه كل من هذه المتغيرات؛ وستعرض الأقسام التالية طريقة عملية ومفصلة لتقديرها.

## الطلب

يؤدي متغير *الطلب* دوراً مهماً للغاية في أي خطة أعمال، نظراً لأن هذه البيانات تحدد أبعاد السوق للأعمال المقترحة. ويرتبط تحديد المتغيرات الأخرى مثل الاستثمار والإيرادات والنفقات ارتباطاً وثيقاً بالتنبؤ بالطلب.

وفي هذه المرحلة، من المهم التأكيد على أن تقييم سلوك الطلب يحدث ضمن إطار زمني محدد يشتمل على الإطار الزمني للمشروع. وبالتالي، لا يحتاج المنظم إلى مجرد فكرة دقيقة عن الشركة التجارية التي تستهدف عرض الخدمة المطلوبة، بل يحتاج أيضاً إلى معرفة عدد المستعملين المحتملين للخدمة وكيف يمكن أن يتطور هذا الرقم بمرور الوقت.

---

[7] من الناحية المالية، هناك منهجيات أخرى مثيرة للاهتمام لتقييم الشركات والأعمال التجارية. كما تستعمل الشركات التي تسعى إلى تقييم المشاريع مؤشرات مثل استرداد التكلفة أو معدل العائد الداخلي (IRR) أو عائد الاستثمار (ROI)، على سبيل المثال. ومن وجهة نظر مجموعة الأدوات هذه، المصممة كدليل عملي للمنظمين وواضعي السياسات، من المهم فهم المنهجية كمفهوم أساسي كافٍ لغرض مقارنة مشاريع البنية التحتية للنطاق العريض.

[8] EBIT: الإيرادات قبل الفوائد والضرائب.

وبالتالي، فإن البيانات الإحصائية عن الدخل، والاستعداد للإنفاق، والظروف الاجتماعية والاقتصادية للجمهور الذي تستهدفه الشركة التجارية ستكون أساسية لبناء نموذج دقيق لتقدير الطلب. وهذه البيانات هي المصادر التي يستعملها كل من يسعى إلى الحصول على تقدير محتمل للشركة التجارية؛ وغني عن القول إنه كلما كانت النمذجة أكثر دقة، كلما كان التقييم النهائي أكثر قوة.

### الإيرادات

عند حساب الإيرادات المحتملة للشركة التجارية، من الضروري توافر معرفة جيدة بالظروف الحالية لتقديم الخدمة. وتعتبر المقارنة المعيارية بالأسواق الأخرى، بالإضافة إلى مراعاة وجود منتجات بديلة (أي المنتجات التي ستتنافس مباشرة مع منتجات الشركة التجارية الجديدة المقترحة) ضرورية لأي تحليل دقيق.

وينبغي أن يشمل التقدير النهائي للإيرادات الحافظة الكاملة من المنتجات، مثل خدمات البيانات والصوت، وما إلى ذلك. وفي هذه المرحلة، تعتبر معرفة تاريخ متوسط الإيرادات لكل مستعمل (ARPU) أساسية لبناء نموذج متسق، ولا سيما عندما يقترح المشروع خدمة مقدمة بالفعل. ويجب أن يكون أي تحليل متسقاً مع الظروف الاجتماعية والاقتصادية للمنطقة قيد النظر، وبالتالي، من المستصوب النظر في الدراسات الديمغرافية الموجودة مسبقاً والمتعلقة بالنفقات.

### النفقات التشغيلية (opex)

يتوافق هذا المتغير مع جميع النفقات التشغيلية للشركة التجارية في هذا النموذج. ومن الصعب على المنظمين حساب هذا المتغير، حيث لا تتوفر عموماً بيانات عامة مفصلة يمكن أن تتيح قياسه.

ونظراً لعدم وجود بيانات، سيلجأ المنظمون إلى دراسات محددة للأعمال التجارية المعنية، مع ملاحظة التكنولوجيات الرئيسية المتاحة لتنفيذ البنية التحتية المتوقعة بالإضافة إلى بيانات الوضع المالي للشركات التي تقدم خدمات مماثلة، مثل مشغلي الخدمات المتنقلة في نطاقات التردد الأخرى.

وبالإضافة إلى ذلك، يمكن للمنظمين استعمال البيانات المحاسبية الواردة من مقدمي الخدمات المحليين لاستكمال تحليل تكوين هذه النفقات.

ومن الجوانب المهمة الأخرى التي يجب مراعاتها هو سلوك النفقات على مدى فترة الترخيص. ونظراً لأن الأعمال التجارية المقترحة، لن تكون قد بدأت نشاطها حتى ذلك الوقت من الناحية النظرية، فإن الدراسة المعنية ستتعلق بمقدم خدمة جديد يبدأ الطلب على خدماته صغيراً وينمو على مر السنين. ونتيجة لذلك، سيتبع منحنى النفقات سلوكاً يتناسب مع الطلب المقدر.

غير أن عوامل مثل نفقات التسويق تميل إلى التحرك وفقاً لمنحنى الاستثمار، نظراً لكونها مرتبطة بتوافر الأعمال التجارية في موقع معين.

### الاستثمارات (النفقات الرأسمالية)

تمثل الاستثمارات إحدى الركائز الأساسية لخطة أعمال أي مشروع. وهذا المتغير، المشار إليه عادة باسم النفقات الرأسمالية (capex)، يغطي أساساً الاستثمارات في جميع الشبكات وأنظمة البنية التحتية المطلوبة لتوفير الخدمات. وبالتالي، من المهم أن يكون لدى المنظم عروض أسعار كافية من موردي التكنولوجيات والمعدات ذات الصلة من أجل محاكاة بناء شبكة افتراضية قادرة على تلبية الطلب المتوقع المحدد في خطة الأعمال.

وأخيراً، لأغراض النمذجة، جدير بالذكر أن البنية التحتية المقترحة يجب أن تلبي الطلب المقدر بمرور الوقت، وبالتالي يجب النظر في جوانب مثل إعادة الاستثمار واستبدال التكنولوجيا.

## 2.1 التحديات التي تواجه عند وضع خطة الأعمال

السؤال الرئيسي للمنظمين وواضعي السياسات عند تصميم خطة تقييم المشروع باتباع هذه المنهجية هو كيفية تقدير كل من المتغيرات المبينة أعلاه. ولن يكون إجراء دراسة تقدر بدقة هذه المتغيرات مهمة سهلة، سواء كان ذلك بسبب عدم تناسق المعلومات أو عدم اليقين بشأن سلوك نشاط تجاري معين في المستقبل.

ويمكن أن يؤدي عدد المتغيرات المعنية، بالإضافة إلى سلوكها بمرور الوقت، إلى جعل النمذجة معقدة للغاية، ويمكن أن تصبح عملية تحديد تكلفة المشروع بشكل دقيق مهمة غير قابلة للتطبيق إذا لم تكن مدعومة بأساس منهجي قوي وببيانات مصنفة كافية.

ونظراً لأن المنظمين وواضعي السياسات لديهم عادةً معرفة جزئية بهذه المتغيرات والبيانات، فإن النهج القياسي هو إجراء تقديرات تقريبية لكل متغير باتباع منهجيات إحصائية و/أو تنبؤية اقتصادية قياسية موثوقة.

ويثير ذلك سؤالاً جوهرياً: ما هي مصداقية الدراسة القائمة على التنبؤ والتي تهدف إلى تحديد جدوى أو عدم جدوى السياسة العامة؟ وتكمن الإجابة في أن الوكيل المنفذ لهذه السياسة سيستعمل عادة نفس المنهجية لإجراء تقديراته الذاتية، ولذلك هناك نُهج يمكن أن توفق بين هذه المسائل. وللحد من عدم تناسق المعلومات بين المنظم والقطاع الخاص، يمكن استعمال ثلاث استراتيجيات مختلفة:

'1' المقارنة أو التحقق من حسابات الشركات التي تكون معروفة للمنظم (على سبيل المثال: متوسط الإيرادات لكل مستعمل (ARPU)، ودقائق الاستعمال (MOU)، والإيرادات لكل دقيقة (RPM)) مع الحسابات الأساسية للشركة؛

'2' استعمال وثائق المزادات، حيث يمكن للمنظم تحديد السعر المرجعي ويمكن أن يكشف السعر النهائي بعد تقديم العطاءات عن عدم تناسق المعلومات؛

'3' نشر المشروع (على سبيل المثال في المشاورات العامة) لتمكين الجميع من المساهمة في النموذج القائم على التنبؤ الذي اقترحه الوكيل العام.

ومن مهام المنظم إجراء تقييم منهجي دقيق لتخفيف أي عدم تناسق بين الافتراضات الواردة في الدراسة التي تستند إليها خطة أعمال المشروع.

وهناك سؤال أساسي آخر يتمثل في الحاجة إلى *قابلية المراجعة*. ويخضع المنظمون وواضعو السياسات باستمرار للمراقبة من قبل مختلف السلطات والهيئات الاستهلاكية ووسائل الإعلام. ولضمان الشفافية وقابلية المراجعة، يجب أن تكون كل خطة مصحوبة ببيانات مفتوحة ونماذج نظرية قوية بما يكفي لتجنب النقد أو الهجوم على أساس التبني التعسفي المتصور للقيم المشكوك فيها للمتغيرات التقديرية.

وهناك فرق بين الوكلاء الخاصين الذين يعرفون تكاليفهم وأهدافهم المتعلقة بالإيرادات ومشاريعهم وبين الوكيل العام. وعند وضع خطة، يكون لدى الوكيل الخاص معرفة كاملة بالمتغيرات المعنية ويمكنه استعمالها (أو عدم استعمالها) عند التواصل مع حاملي الأسهم دون الحاجة إلى ضمان مستوى معين من المتانة أو قابلية المراجعة لبعض المتغيرات المعنية.

ومن ناحية أخرى، عند إجراء تقدير للتدفق النقدي لعمل معين، يجب أن يكون الوكيل العام محايداً وقابلاً للمراجعة بما يكفي لضمان مستويات الموثوقية والشفافية التي تتطلبها العملية، كما أن المعلومات التي تكون لديه لتقدير المشروع غير متناسقة.

وبالإضافة إلى ذلك، حسب الإطار المؤسسي والقانوني للبلد المعني، غالباً ما يتم عرض السياسات العامة على الهيئات الرقابية التي تقوم بتقييمها ومراجعتها، مثل هيئات مراجعة الحسابات أو المراجعين الخارجيين، بما في ذلك في بعض الحالات نظام العدالة. ويتطلب هذا الوضع ألا تكون خطط الأعمال التي يضعها المنظم/واضع السياسات قوية بما يكفي لتلبية متطلبات الموافقة فحسب، ولكن لتعمل أيضاً بمثابة نقاط مرجعية اجتماعية وقانونية في المستقبل.

وتنبع بعض التوصيات الهامة من هذا النهج. ويحتاج المنظم/واضع السياسات الذي يجري الدراسة إلى:

- **تحديد حالة أعمال واضحة:** تستند كل خطة أعمال إلى حالة أعمال محددة. ويعد تعريف دراسة الجدوى أمراً حاسماً لنجاح المشروع. ويعتبر تحديد أداء الأعمال، بما في ذلك أنواع وأشكال الإيرادات، الأساس لتخطيط الأعمال.
- **استعمال أكبر قدر ممكن من البيانات المفتوحة:** استعمال البيانات المفتوحة يجلب الشفافية؛ ومن السهل تتبع التقديرات وفهمها.
- **الدراسات الأساسية المتعلقة بالمصادر المعترف بها:** تعتمد كل خطة أعمال على المصادر. غير أن مصداقية هذه المصادر بالغة الأهمية. وسيُضفي الحصول على المعلومات والبيانات والتحليلات من المنظمات أو الكيانات الدولية أو المؤلفين المعروفين مزيداً من المتانة على الخطة.

- **استعمال أدوات قابلة للمراجعة:** إن مجموعة العلاقات المتبادلة بين جميع المتغيرات التي تشكل خطة أعمال مجموعة كبيرة جداً. ولهذا السبب، من الأهمية بمكان أن يتم وضع النماذج بطريقة قابلة للتتبع بحيث يتم تصحيح أي أخطاء. ويمكن لخطأ صغير لا يجري تحديده بشكل صحيح أن يجعل مشروعاً قابلاً للتطبيق غير ممكن - والعكس صحيح.
- **التحفظ عند وضع التقديرات:** لكل خطة أعمال مستويات من عدم اليقين. وسواء كان ذلك بسبب عدم تناسق المعلومات أو ضرورة وجود عدد كبير من التوقعات المستقبلية، فإن السيناريوهات التي تؤدي إلى مجموعة من النتائج شائعة. وفي ضوء ذلك، من الحكمة اتخاذ خيارات متحفظة للسماح بهامش معين من الخطأ دون تقويض المشروع بشكل جوهري.

## 3.1 تخطيط الأعمال كأداة للسياسة العامة

عندما يكون للمشروع عائد اقتصادي موجب (أي أن صافي القيمة الحالية موجب)، يُتوقع بشكل معقول أن يتم تنفيذه في مرحلة ما دون الحاجة إلى إجراء أو تدخل من جانب الحكومة، على سبيل المثال، من حيث الإعانات. ومع ذلك، يمكن لواضعي السياسات والمنظمين تقييم الحاجة إلى حوافز حكومية لتعزيز نشر الشبكات وتقديم الخدمات في منطقة معينة محرومة من الخدمات.

ويعتمد مثل هذا التقييم على فرضية أن واضع السياسات أو المنظم ينبغي أن يحفز تقديم الخدمة في ظل ظروف عائد اقتصادي صفري ليعكس حاجة الشركة إلى تحقيق عائد عادل على رأس المال المستثمر مقارنة بمتوسط تكلفة رأس المال في السوق.

ويتم استعمال استراتيجيتين عموماً لتحقيق أفضل وضع: تشجيع المنافسة وتنظيم التسعير. ففي الأسواق التنافسية، تتحرك الأسعار بشكل طبيعي نحو الكفاءة الاقتصادية. وعندما لا تكون هناك منافسة، يمكن أن يؤدي بعض التدخل التنظيمي في التسعير إلى تحقيق نفس نتائج البيئة التنافسية.

ومن ناحية أخرى، تبدأ المشاريع ذات العائد الاقتصادي السالب من وضع عدم الجدوى الاقتصادية، وتحدد درجة عدم الجدوى بصفة عامة الحاجة إلى إجراءات السياسة العامة ومداها إذا رأى واضعو السياسات أن المشروع ضروري.

وعادة ما يختار الوكلاء الخاصون مشاريعهم وفقاً للعائد الاقتصادي المنتظر. ويعطون الأولوية للمشاريع بشكل استراتيجي من خلال نتائج تحليلهم لخطط الأعمال المقترحة، وبشكل عام، لا ينفذون المشاريع ذات صافي قيمة حالية سالب، لأنها تجلب خسائر للشركة عموماً. ولذلك، لا تُنفذ المشاريع ذات صافي القيمة الحالية السالب، وتعاني المجتمعات التي تعيش في المناطق الجغرافية المرتبطة بها، مثل المجتمعات الريفية والمعزولة، من الإهمال بسبب عدم الجدوى الاقتصادية للمشاريع وعدم ربحيتها.

وفي هذا السياق، تسعى مجموعة الأدوات هذه إلى مساعدة المنظمين وواضعي السياسات على تقدير القيمة الإجمالية التي تعود على المجتمع من المشاريع غير المجدية اقتصادياً على الأجل القريب. ونظراً لأن السياسة العامة ليست إلا مبادرة لما يقرر الجمهور القيام به (أو عدم القيام به)، فإن قرار تقدير جدوى مشروع البنية التحتية للنطاق العريض غير المربح اقتصادياً في حد ذاته يعني أنه يعتبر بالفعل مشروعاً للمصلحة العامة. ومن هذا المنطلق، يصبح تحديد مدى عدم جدوى المشروع مسألة حاسمة، لأن الإجابة قد تحدد أو حتى تمنع تنفيذه في نهاية المطاف.

وفي هذه المرحلة، يكون العديد من المنظمين وواضعي السياسات عرضة للمفاهيم التقنية الخاطئة التي تحتاج إلى معالجة. وعلى سبيل المثال، من الافتراضات الشائعة أن جدوى الاستثمار في مشروع معين ينبغي أن يستند فقط إلى تقدير تكاليف الاستثمار والنفقات الرأسمالية التي ينطوي عليها المشروع. وعلى سبيل المثال، إذا كان من الممكن تغطية منطقة معينة من خلال النفاذ إلى البنية التحتية اللاسلكية للتطور طويل الأجل من الجيل الرابع والجيل الخامس بنفقات رأسمالية قدرها 10 ملايين دولار أمريكي، فمن المفهوم غالباً أن هذا هو المبلغ الدقيق الذي يتعين تمويله من خلال السياسة الراعية له. ومن الناحية المالية، يعد هذا خطأ جوهرياً جسيماً لأنه:

'1' يأخذ في الاعتبار متغيراً واحداً فقط من النشاط التجاري، متجاهلاً الاعتبارات الحاسمة الأخرى؛

'2' لا ينظر إلى النشاط التجاري على مر الوقت.

ويحتاج التقدير الصحيح والدقيق لجدوى الاستثمار إلى النظر في جميع متغيرات المشروع. وعلى سبيل المثال، قد يكون المشروع غير مجد اقتصادياً، وليس لأن تكاليف الاستثمار مرتفعة فحسب، ولكن لأن الإيرادات المتوقعة

لن تكون كافية لاسترداد التكاليف الإجمالية، أو، على العكس من ذلك، قد تكون الإيرادات وفيرة، ولكن التكاليف الجارية للتشغيل والصيانة مجتمعة تجعل المشروع غير مجد اقتصادياً.

وإذا وضعنا ذلك في الاعتبار، فإن أفضل آلية لقياس مدى الجدوى الاقتصادية هي تحليل صافي القيمة الحالية، حيث إنه يقيس بدقة جميع متغيرات النشاط التجاري، وتقييمه بمرور الوقت، ويشير إلى فجوة العائد الاقتصادي - مما يعطي المنظمين صورة شاملة عن أسباب عدم الجدوى الاقتصادية.

ولإجراء تقييم دقيق لمشروع السياسة العامة المتعلق بالبنية التحتية للنطاق العريض، من الضروري وضع خطة أعمال ذات أفق زمني كافٍ لتطوير النشاط التجاري وتقييم سلوكه.

وستنظر الأقسام التالية من مجموعة الأدوات هذه بعمق في كل متغير من متغيرات النشاط التجاري.

## 2 تقدير الطلب على خدمات النطاق العريض

يتمثل جزء أساسي من أي خطة أعمال في تقدير الطلب على الخدمات التي سيتم تقديمها. وعدم استعمال أدوات موثوقة لتقدير الطلب يعني أن واضعي السياسات يخاطرون بإطلاق سياسة عامة لا تلبي الاحتياجات الفعلية للسكان. وعلى سبيل المثال، قد تقرر الحكومة الاستثمار في شبكة نقل بصرية في إحدى البلديات من أجل الاستجابة للطلب المتزايد الملحوظ على شبكات النفاذ عريض النطاق فائقة السرعة. ومع ذلك، قد لا تجد البلدية طلباً كافياً، بسبب العوامل الاجتماعية والاقتصادية، يستلزم تشييد شبكة نقل بالألياف البصرية. ولكن إذا كان قد تم تحديد مستوى الطلب بشكل أفضل، لكان بإمكان واضع السياسة أن يختار مشروعاً يعكس احتياجات البلدية.

ويعد فهم محركات الطلب أمراً بالغ الأهمية لنجاح أي تقدير للطلب. وعادةً ما تكون طرق تقدير الطلب دقيقة لتخطيط الأعمال على الأجل القصير. ويمثل تقدير الطلب على الأجل الطويل تحدياً أكبر، نظراً لوجود العديد من العوامل غير المتوقعة التي تؤثر حتماً على الطلب بمرور الوقت، ولا سيما في قطاع الاتصالات سريع التطور. وعلى سبيل المثال، قد لا يأخذ تقدير الطلب في الاعتبار الخدمات التي تظهر فجأة مع التكنولوجيات الجديدة. ويؤثر الركود الاقتصادي والاضطرابات السياسية أو غيرها من المشاكل المالية أيضاً على الطلب. وللتنبؤ بالطلب على الأجل الطويل، ينبغي على واضعي السياسات مراعاة التاريخ الاجتماعي والسياسي والاقتصادي لبلدانهم وأن يكون لديهم فهم عميق لمحركات الطلب. ويمكن أن تمثل هذه الأفكار أحياناً الفرق بين نجاح المشروع وفشله.

وبالطبع، لا يمكن أن يضمن تقدير الطلب الدقيق وحده نجاح المشروع. ولكن بدون ذلك، يمكن أن تستند القرارات المتعلقة بالاستثمار والتكاليف التشغيلية والإيرادات وتخصيص الموارد الأخرى إلى افتراضات غير واضحة وغير واعية – أي افتراضات قد يثبت خطأها في كثير من الأحيان. ويوفر السعي لتقييم طلب السوق بدقة فرصة أفضل للتحكم في العوامل الرئيسية التي تؤثر على المشروع. وبالإضافة إلى ذلك، فإن إجراء عملية التقدير يجبر واضعي السياسات على إعادة التفكير في بيئة السوق التي سيتم فيها تنفيذ السياسة العامة وتحليلها، ويحسن فرص تلبية السياسة العامة لاحتياجات السكان المتزايدين على أفضل وجه.

وهناك تقنيات متعددة لتقدير الطلب. وتعتبر البيانات التاريخية وأساليب الاقتصاد القياسي والمقابلات والاختبارات التجريبية كلها طرقاً شائعة الاستعمال لتقدير الطلب المحتمل على الخدمة.

ويمكن عادة تقدير الطلب في الأسواق المستقرة باستعمال نماذج الاقتصاد القياسي مع التركيز على تقدير مرونة الأسعار. ويمكن اعتبار السوق المستقرة لخدمة اتصالات معينة سوقاً تعمل فيها هذه الخدمة بالفعل منذ سنوات عديدة.

وهناك العديد من المنشورات الأكاديمية التي تغطي تقدير الطلب على خدمات الاتصالات الثابتة والمتنقلة. وبشكل عام، تتناول هذه المنشورات تقدير الطلب الكلي للخدمة باستعمال نماذج تستند إلى بيانات السلاسل الزمنية أو البيانات المقطعية العرضية. والمحركات الرئيسية المستعملة لتقدير الطلب هي:

- سعر خدمات الاتصالات؛
- الدخل، معبراً عنه من حيث الناتج المحلي الإجمالي (GDP) أو نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي؛
- تعادل القوة الشرائية (PPP)؛
- كثافة الاتصالات (عدد الاشتراكات لكل 100 نسمة)؛
- التركيبة السكانية للأسر، والتي تشير إلى المعلومات الاجتماعية والاقتصادية المعبر عنها إحصائياً مثل العمالة والتعليم والدخل.

وغالباً ما يُستعمل السعر والدخل في تقدير الطلب على النفاذ إلى الخدمات ويُستعملان كمحركين للطلب. ويمكن استعمال هذا النوع من نموذج الطلب لبلدان مختلفة طالما تُستعمل بيانات متغيرة مستقلة من البلد المعني. ومن المرجح أن يعتمد تقدير مرونة السعر على الدخل وأنماط التجارة ومختلف الجوانب الثقافية داخل البلد. ولهذا السبب، تكون مرونة السعر المقدرة دائماً خاصة بكل بلد.

ويمكن الاطلاع على قواعد بيانات ملفات تعريف المقاطعات، ومؤشرات التنمية العالمية، والناتج المحلي الإجمالي، وتعادل القوة الشرائية، والتقديرات السكانية، على الموقع الإلكتروني للبيانات المفتوحة للبنك الدولي.[9]

[9] الموقع الإلكتروني للبيانات المفتوحة للبنك الدولي متاح على: https://data.worldbank.org/data-catalog.

ويمكن الاطلاع على المؤشرات والإحصاءات الخاصة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في مركز البيانات التابع للاتحاد.[10] ويعتبر مركز البيانات التابع للاتحاد بمثابة متجر شامل لمؤشرات وإحصاءات الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والمعلومات التنظيمية والسياساتية، والسياسات الوطنية المتعلقة بالتعريفات وممارسات تقدير التكاليف. وبالإضافة إلى ذلك، يعمل الاتحاد على البحوث التقنية والاقتصادية والسياساتية والتنظيمية ويجمع بيانات عن التقدم في تطوير البنية التحتية وتقاسمها في جميع أنحاء العالم، وهذه المعلومات متاحة على بوابة تطوير البنية التحتية للاتحاد.[11]

ويمثل تقدير الطلب على الخدمات الجديدة تحدياً أكبر. وتتعلق الخدمات الجديدة باستعمالات جديدة وتدعمها معدات جديدة وتكنولوجيات جديدة. وعلى الرغم من أن التنبؤات الجديدة بشأن خدمات الاتصالات لا تختلف، من حيث المبدأ، عن المجالات الأخرى، إلا أن التحدي المتمثل في توقع سوق غير مستكشفة قد أدى إلى ابتعاد معظم الأكاديميين القائمين بإعداد التنبؤات عن هذا المجال.

وبالنسبة للخدمات الجديدة، يجب حل مشكلتين رئيسيتين بشأن التنبؤ، قبل إطلاقها وبعد الإطلاق: تقدير إمكانات السوق للأجيال المختلفة من الخدمة، وما لا يقل أهمية هو مسار الانتشار - أي معدل ووقت استعمال المنتج الجديد، وهو ما يعطي بدوره مبيعات كل فترة زمنية[12].. وبالنسبة للعديد من التطبيقات، ستكون هناك حاجة أيضاً إلى معدل استعمال التكنولوجيا الجديدة. وفي فترة ما قبل الإطلاق، تكون إمكانات السوق والوافدون من العوامل الرئيسية التي تحدد النجاح، ولكن بمرور الوقت يصبح معدل التغيير (الذي يصف تغيير السلوك بين التكنولوجيات والمنافسين)، ومعدل الخروج من السوق ومعدل الاستعمال أكثر أهمية.

والعناصر الرئيسية المستعملة لتقدير الطلب على الخدمة الجديدة هي ما تسمى باستطلاعات النوايا و/أو تقييمات ميزات الخدمات و/أو نماذج الاختيار و/أو الأسواق التجريبية و/أو رسم مقارنات مع منتجات أخرى، أو حتى مع بلدان أخرى.

ويتم جمع البيانات المستعملة لتقدير الطلب على خدمة جديدة إما من خلال طرائق الاستقصاء أو (في بعض الأحيان) من خلال التجارب. ويمكن إما النظر في مجموعة من الخدمات البديلة، أو طرح سؤال بسيط بشأن ما إذا كان المجيب على الاستقصاء ينوي شراء خدمة معينة. ويمكن أيضاً تقديم استبيان إلى مجموعة من الخبراء من أجل الحصول على درجة من الحكم المهني بشأن الخدمة الجديدة. ومن الطرائق البارزة التي يمكن استعمالها في الحالة الأخيرة هي طريقة دلفي.[13]

ويكون لمعظم خدمات الاتصالات استعمالات عامة، ولذلك تقدم الأجيال الجديدة من التكنولوجيا خدمة قائمة وتوسع نطاق الاستعمالات الممكنة، على سبيل المثال تقدم التكنولوجيا المتنقلة للتطور طويل الأجل من الجيل الرابع (4G LTE) نفس الخدمات التي تقدمها تكنولوجيا الجيل الثالث. وفي هذه الحالة، تحل التكنولوجيا الجديدة محل خدمات الصوت التي يقدمها الجيل الثالث وتوسع نطاق الاستعمال من خلال دعم التطبيقات الأكثر تقدماً للبيانات.

وأدى إطلاق تكنولوجيا الجيل الخامس إلى استثناء مهم لهذه القاعدة، حيث إنها تقدم درجة عالية من التطور والخصائص التقنية التحويلية مقارنة بالأجيال السابقة من تكنولوجيا الاتصالات المتنقلة.

ومن منظور تقديم الخدمة، يكمن الاختلاف الرئيسي في إمكانية استعمال نفس البنية التحتية للشبكة. وبناءً على هذه الخاصية، من المتوقع أن توفر تكنولوجيا الجيل الخامس خدمات بديلة لخدمات النطاق العريض الثابت والمتنقلة التقليدية. وبالإضافة إلى إمكانية توفير التوصيلية والحركة وتقاسم الشبكة من خلال حلول شاملة، يمكن أن تقدم تكنولوجيا الجيل الخامس منتجات متخصصة تدعم التحول الرقمي لقطاعات متعددة من الاقتصاد، مثل الأعمال التجارية الزراعية والنقل والتعدين والخدمات اللوجستية والصناعة.

ولذلك، على عكس توفير خدمات الجيل الثالث والجيل الرابع، فإن نماذج الأعمال التي تتضمن تكنولوجيا الجيل الخامس سترتكز على استغلال أربعة خطوط خدمة: خدمات النطاق العريض المتنقل، والمعروفة باسم النطاق

---

10 مركز بيانات الاتحاد متاح على: https://datahub.itu.int/.

11 بوابة تطوير البنية التحتية للاتحاد، https://www.itu.int/en/ITU-D/Regulatory-Market/Pages/InfrastructurePortal.aspx.

12 Fildes and Kumar (2002).

13 تتكون طريقة دلفي من طريقة تقدير تتضمن استشارة مجموعة من الخبراء بشأن حدث مستقبلي من خلال استبيان يتم تمريره بشكل متكرر حتى يتم التوصل إلى توافق الآراء - انظر الصفحة 29 للاطلاع على مناقشة أشمل. ولمعرفة المزيد، انظر: Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004) "طريقة دلفي كأداة بحث: مثال، اعتبارات التصميم والتطبيقات والمعلومات والإدارة، المجلد 42، العدد 1، 15-29.

العريض المتنقل المعزز (eMBB)؛ وخدمات النطاق العريض الثابت من خلال تكنولوجيا النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA)؛ وخطوط جديدة من الأعمال (تطبيقات فيما بين الشركات (B2B) أو تطبيقات بين الشركات والمستهلك (B2C)) التي ستتطور باستعمال الاتصالات فائقة الموثوقية ومنخفضة الكمون (URLLC)؛ والاتصالات الآلية الكثيفة (mMTC).

وبالتالي يمكن تقدير إمكانات السوق من خلال النظر إلى المشكلة على أنها مزيج من السوق السابقة والسوق الجديدة المكتسبة نتيجة لتوسيع مجال الاستعمالات. ويمكن استعمال النماذج الاقتصادية القياسية لتقدير الطلب الإجمالي على الخدمات بينما يمكن استعمال طريقة دلفي لتصنيف هذا الطلب وفقاً لجاذبية كل جيل من التكنولوجيا.

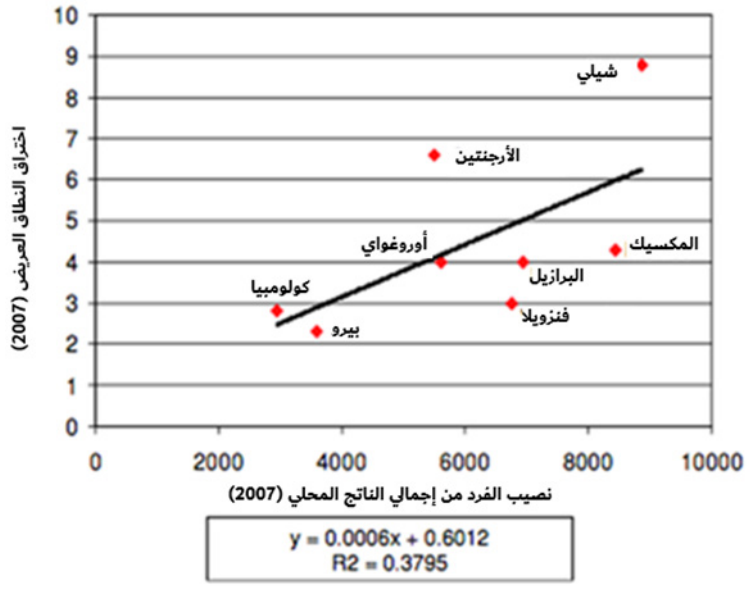
ومن المهم ملاحظة أن الافتراضات غير الدقيقة لا تنبع من نقص في تقنيات التنبؤ. فتحليل الانحدار وتمهيد الاتجاه التاريخي وطريقة دلفي/حكم الخبراء وتقييمات السمات والأسواق التجريبية وغيرها من المنهجيات متاحة للجميع. وتشترك معظم تنبؤات الطلب غير الدقيقة في افتراض خاطئ وهو أن العلاقات المعقدة التي تحرك الطلب في الماضي ستستمر دون تغيير. وينبغي على واضعي السياسات أن يراعوا دائماً أن التاريخ يمكن أن يكون دليلاً غير موثوق به مع ظهور تكنولوجيات جديدة وتغير تفضيلات المستهلكين واستمرار تطور الصناعات وتطور الأنظمة التنظيمية.

## 1.2 تقدير الطلب بطرائق الاقتصاد القياسي

لتقدير الاحتياجات من النطاق العريض في منطقة معينة، يمكن إعداد نموذج انحدار بسيط (مشابه لنماذج كثافة الاتصالات الأصلية) بناءً على حجم الاقتصاد. ويستعمل نموذج الانحدار البسيط هذا المستويات الحالية لاختراق النطاق العريض في مجموعة من البلدان، والناتج المحلي الإجمالي (GDP) لكل بلد.

واستعمل كاتز (2009)[14] هذا النموذج لتقدير الطلب على النطاق العريض في أمريكا اللاتينية. ووفقاً للنموذج، هناك علاقة موجبة بين الناتج المحلي الإجمالي وانتشار النطاق العريض، نظراً لأنه من المتوقع أن تكون نسبة المشتركين في النطاق العريض في البلدان الأكثر ثراءً أكبر لأن نصيب الفرد من الناتج أكبر.

**الشكل 2: منحنى الانحدار (انتشار النطاق العريض × نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي)[15]**




المصدر: الاتحاد

[14] Katz, Raul L. (2009). تقدير الطلب على النطاق العريض وتأثيره الاقتصادي في أمريكا اللاتينية، في وقائع المؤتمر الثالث لشبكة أبحاث الاتصالات في الأمريكتين (ACORN-REDECOM)، مكسيكو سيتي.

[15] Katz (2009).

وأعدت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي نهجاً آخر سهل الاستعمال نُشر في عام 2008.[16] ويعتمد هذا النهج على نموذج مقطعي ويستعمل بيانات من بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وخلص عمل منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي إلى أن أفضل نموذج لتقدير الطلب على النطاق العريض يستند إلى القيم المسجلة للاختراق والسعر ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (GDPPC) وعدد السنوات منذ إطلاق خدمات الخط الرقمي للمشترك التجاري (DSL).

ومن الخصائص المفيدة لهذا النموذج هو أنه يمكن تفسير قيمة معامل القيمة اللوغاريتمية (price) ومعامل القيمة اللوغاريتمية (GDPPC) على أنها المرونة:

$$\log(\text{PEN}) = \alpha + \beta \log(PRICE) + \gamma \log(GDPPC) + \delta YSL + \theta YSL^2 + \varepsilon$$

ويشير نموذج منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي إلى ما يلي:

أ) المرونة السعرية للطلب على الأجل الطويل تقع في النطاق غير المرن. ويشير المعامل البالغ –0,43 إلى أن انخفاض السعر بنسبة 1 في المائة سيؤدي إلى زيادة الطلب على الأجل الطويل بنسبة 0,43 في المائة. ولا يبدو أن الطلب يتأثر بشدة بالسعر. ومع ذلك، فإن هذه المرونة تتجه نحو الطرف الأعلى للمرونة السعرية النموذجية للطلب على تأجير خطوط الهاتف والمكالمات المحلية والمكالمات طويلة المسافة في البلدان المتقدمة.

ب) مرونة الدخل للطلب على الأجل الطويل، التي تُقاس بنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، أقوى إلى حد ما. وعلى سبيل المثال، ستؤدي زيادة الثروة بنسبة 1 في المائة إلى زيادة الطلب بنسبة 0,78 في المائة. ويتماشى ذلك أيضاً مع دراسات أخرى بشأن مرونة الدخل للطلب، والتي تشير إلى أن البلدان ذات الدخل المرتفع سيكون لها معامل أقل من واحد.

ج) يشير المعامل الخاص بالبند YSL والبند YSL2 إلى أن النمو في الطلب على النطاق العريض غير خطي في مرحلة النمو القوي. وكما هو متوقع، فإن المعامل الخاص بالبند YSL2 سالب.

ويمكن استعمال هذا النموذج المقطعي لتقدير انتشار الخدمة في بلد معين أو حتى لتقدير نموذج جديد بناءً على خصائص بلدان منطقة معينة أو بلدان لديها بعض أوجه التشابه مع البلد المستهدف، على سبيل المثال المؤشرات الاجتماعية والاقتصادية أو الجغرافية.

وعلى الرغم من أن النماذج المعروضة أعلاه قد وضعت لتقدير الطلب على خدمات النطاق العريض الثابت، إلا أنه يمكن استعمالها أيضاً لتقدير الطلب على خدمات النطاق العريض المتنقل عن طريق استبدال انتشار النطاق العريض الثابت وأسعار الاشتراكات في الخدمة الثابتة بانتشار الخدمة المتنقلة وأسعار الاشتراكات في الخدمة المتنقلة.

ويمكن أن يقوم المنظمون الذين لديهم إمكانية النفاذ إلى البيانات ذات الصلة أيضاً بتقدير الطلب على الخدمة من خلال نماذج بيانات السلاسل الزمنية المقطعية. ويقدر هوسمان وروس (2013)[17] نماذج الطلب على خدمات الاتصالات المتنقلة والثابتة باستعمال بيانات السلاسل الزمنية المقطعية من بلدان مماثلة للمكسيك، وباختيار عينة من البلدان القابلة للمقارنة بناءً على مستويات الدخل (نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي). وعلى الرغم من أن دراسة هوسمان وروس استعملت أسعار صرف السوق في التصنيفات، فإن عينة البلدان النظيرة لا تتغير إذا تم استعمال مؤشر تعادل القوة. وتم اختيار عينة من البلدان الأعلى والأدنى من المكسيك مباشرة من حيث الترتيب وفقاً لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي. وكانت معايير الاختيار هي البلدان التي لديها مستويات مماثلة من نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي للمكسيك ولديها بيانات تسعير للخدمة المتنقلة. وبناء عليه، استُعملت النماذج الاقتصادية القياسية للطلب على الخدمات المتنقلة وتسعيرها من عينة مكونة من 17 بلداً لتحديد المرونة السعرية للطلب ومرونة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي للطلب على الخدمات المتنقلة في المكسيك.

واستُعمل نهج تقدير التأثير الثابت من أجل إزالة التقديرات المتحيزة وغير المتسقة. وخُلص إلى أن تقديرات المرونة السعرية للطلب البالغة حوالي -0,50 وتقديرات نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي للطلب البالغة

[16] Cadman, R. and Dineen, C. (2008). مرونة السعر والدخل للطلب على اشتراكات النطاق العريض: نموذج مقطعي لبلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، SPC Network 19، 03-08.

[17] Hausman, J. A., and Ros, A. J., (2013). تقييم اقتصادي قياسي لأسعار الاتصالات وفائض المستهلك في المكسيك باستعمال بيانات السلاسل الزمنية المقطعية، مجلة الاقتصادات التنظيمية، المجلد 43، العدد 3.

حوالي 0,45 تقديرات دقيقة (أي أنها ذات دلالة إحصائية) وخُلص إلى أن المتغيرات الاقتصادية تؤثر تأثيراً كبيراً على الاشتراكات في الخدمة المتنقلة.

وأظهرت النماذج الناتجة أن السعر ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي محددان مهمان للطلب على الخدمة المتنقلة.

## 2.2 تقدير الطلب من خلال طريقة دلفي

تتكون منهجية دلفي من طريقة تقدير تنطوي على استشارة مجموعة من الخبراء بشأن حدث مستقبلي من خلال استبيان يتم تمريره بشكل متكرر حتى التوصل إلى توافق الآراء. ويرجع تاريخ هذه المنهجية إلى أكثر من 50 عاماً، وأصبح معترفاً بها كواحدة من أفضل الأدوات للتنبؤ على الأجل الطويل وتُستعمل على نطاق واسع لوضع السياسات العامة في عدد من البلدان.

وفي الجولة الأولى، تُرسل الأسئلة إلى مجموعة مختارة من خبراء صناعة الاتصالات. ويتم اختيار هؤلاء الخبراء أساساً من المشغلين الوطنيين وموردي المعدات والمؤسسات الأكاديمية ومراكز البحث والصحافة التجارية المتخصصة والجمعيات الصناعية والسلطات التنظيمية.

ويتم بعد ذلك تجميع ردود الجولة الأولى وتحليلها. ويتم اختيار الأسئلة ذات أعلى اختلافات ملحوظة (بين متوسط ووسيط الإجابات التي تم الحصول عليها) للجولة الثانية. وفي هذه الجولة، يتم عرض المتوسط والوسيط والإجابة المعطاة في الجولة الأولى على كل خبير من الخبراء، ويُسألون عما إذا كانوا يرغبون في الحفاظ على إجابتهم الأصلية أو تغييرها.

وبعد الجولة الثانية، يتم توحيد النتائج، ولكل سؤال، يتم اختيار مؤشر الاتجاه المركزي الذي سيتم استعماله في توقع الطلب: المتوسط أو الوسيط. ولكل سؤال، يتم بيان المؤشر المختار ومعيار الاختيار والنتائج التي تم الحصول عليها بالتفصيل. وإذا ظلت هناك اختلافات في النتائج، يمكن إطلاق جولات جديدة. ويتمثل الهدف في تقليل نطاق الاستجابات والوصول إلى شيء قريب من إجماع الخبراء.

ويمكن أن يشتمل الاستبيان على أسئلة بشأن كثافة الاتصالات واستعمال واستهلاك خدمة أو تكنولوجيا جديدة والتطور المتوقع لأجيال جديدة من التكنولوجيات. وفي الاستبيان، يمكن تقدير القيم لكل خمس أو عشر سنوات، على سبيل المثال، 2020 و2025 و2030 و2040 و2050.

### الجدول 2: أمثلة على الأسئلة لاستبيان طريقة دلفي

| | الملحوظ | | | | المُقدَّر | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| السؤال | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2020 | 2025 | 2030 | 2050 |
| 1 الاشتراكات في الهواتف الخلوية المتنقلة لكل 100 نسمة | %44 | %50 | %55 | %65 | | | | |
| 2 إنترنت الأشياء (IoT) *النفاذ من آلة إلى آلة* (M2M) لكل 100 نسمة | | | 0,02 | 0,03 | | | | |
| 3 دقائق الاستعمال (MoU) لكل مشترك في الخدمة المتنقلة | 82 | 91 | 86 | 109 | 115 | | | |
| 4 استعمال بيانات الخدمة المتنقلة لكل اشتراك في الخدمة المتنقلة للنطاق العريض | | | 15 | 35 | 59 | | | |
| 5 تطور أجيال من تكنولوجيا الخدمة المتنقلة: الجيل الثاني | %99 | %94 | %90 | | | | | |
| الجيل الثالث | %1 | %6 | %10 | | | | | |
| الجيل الرابع | %0 | %0 | %0 | | | | | |
| الجيل الخامس | %0 | %0 | %0 | | | | | |
| 6 اشتراكات النطاق العريض الثابت (السلكي) لكل 100 نسمة | | | | | | | | |
| 7 نسبة الألياف البصرية من إجمالي تكنولوجيات النفاذ الثابت السكنية | < %1 | < %1 | < %1 | < %1 | | | | |
| 8 نسبة الألياف البصرية من إجمالي تكنولوجيات النفاذ الثابت غير السكنية | < %1 | < %1 | < %1 | < %1 | | | | |
| 9 متوسط السرعة (Mbit/s) لكل نفاذ للنطاق العريض | | | %170 | %180 | | | | |

المصدر: الاتحاد

ومن النتائج الموحدة لكل من السنوات المقدرة، يمكن تقدير السنوات المتبقية عن طريق الاستكمال الخطي أو منحنى S.

وتحاول هذه المنهجية الاستفادة بشكل فعال من الحكم البديهي المستنير في التنبؤ طويل الأجل وهي منهجية مثالية لتقدير الطلب على الأجل الطويل والطلب على الخدمات والتكنولوجيات الجديدة.

## 3.2 تقسيم الطلب إلى شرائح مختلفة

بعد تقدير الطلب الكلي، تتمثل الخطوة التالية في تقسيم إجمالي الطلب إلى مكوناته الرئيسية لإجراء تحليل منفصل لها. ويمكن أيضاً استعمال نتائج طريقة دلفي للمساعدة في هذا التقسيم.

وهناك معياران يجب مراعاتهما عند اختيار شرائح السوق: جعل كل فئة صغيرة ومتجانسة بما فيه الكفاية بحيث تنطبق محركات الطلب باستمرار عبر عناصره المختلفة، وجعل كل عنصر كبيراً بما فيه الكفاية بحيث يستحق التحليل الجهد المبذول فيه.

وعند اتخاذ هذا القرار، قد يكون من المفيد تخيل تقسيمات بديلة - على سبيل المثال، استناداً إلى مجموعات عملاء الاستعمال النهائي (على سبيل المثال، السكني أو غير السكني) أو إلى نوع الشراء (مثل الخطط المدفوعة مسبقاً أو المدفوعة لاحقاً). وتتمثل الخطوة التالية في وضع افتراضات لمحركات الطلب الرئيسية لكل شريحة وتحديد مقدار التفاصيل المطلوبة لالتقاط الوضع الحقيقي. ومع استمرار عملية التقدير، يمكن إعادة النظر في هذه المرحلة وإعادة فحصها لمعرفة ما إذا كانت القرارات الأولية لا تزال صالحة.

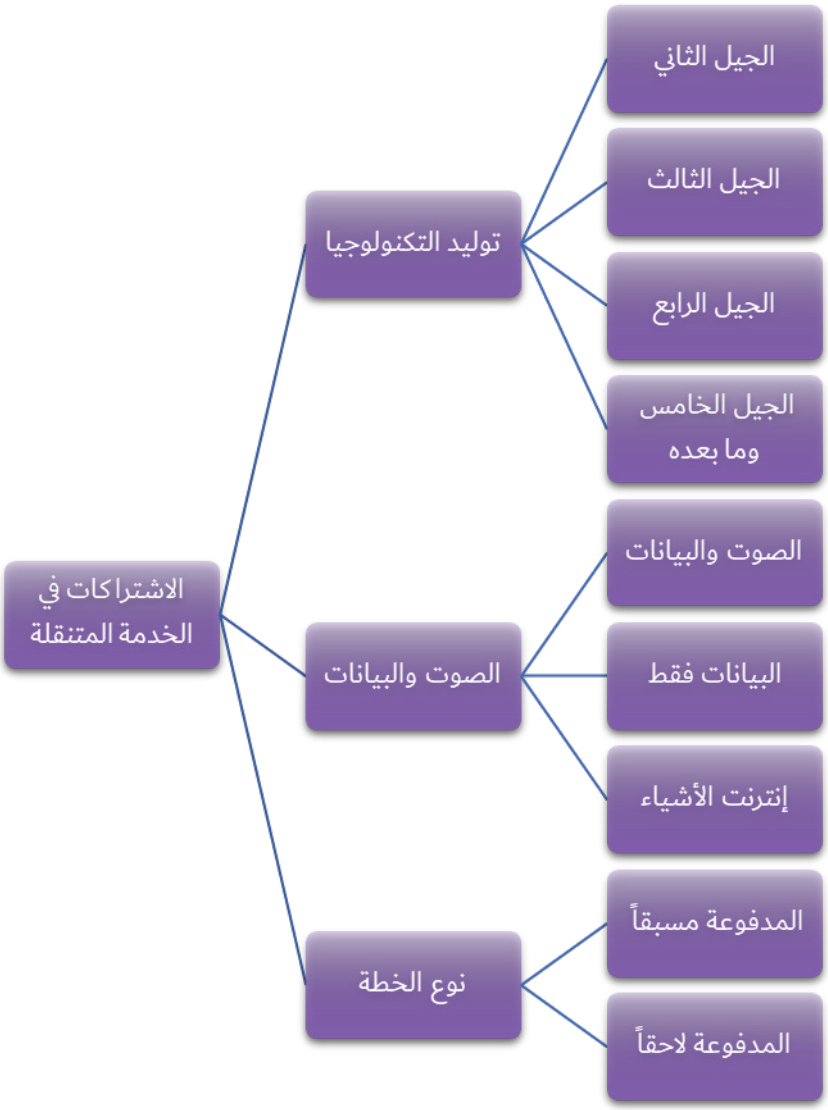
وعند التفكير في مستوى تقسيم الطلب، من الضروري تحديد ما إذا كان سيتم استعمال البيانات القائمة بشأن أحجام القطاعات أو إجراء بحث جديد للحصول على تقدير مستقل. وتتوفر مجموعة واسعة من المعلومات العامة عن مستويات الطلب السابقة حسب القطاع للعديد من البلدان عبر مركز بيانات الاتحاد.[18] ويوفر بعض المنظمين الوطنيين أيضاً مجموعة واسعة من الإحصاءات والمؤشرات بشأن قطاع الاتصالات الخاص بهم والتي يمكن استعمالها أيضاً.

وحتى في حالة وجود مصادر بيانات جيدة، قد لا يتم تقسيم المعلومات المتاحة إلى أفضل الفئات لدعم التحليل الثاقب. وفي مثل هذه الحالات، من المهم تحديد ما إذا كان سيتم إعداد التنبؤات بناءً على البيانات التاريخية المتاحة أو إجراء جولة جديدة من أحكام الخبراء، والتي قد تستغرق وقتاً طويلاً وتكون مكلفة.

وعلى سبيل المثال، يمكن أن يتبع تقسيم الطلب الكلي على الخدمة المتنقلة الهيكل الموضح في الشكل 3.

[18] مركز بيانات الاتحاد متاح على: https://datahub.itu.int/.

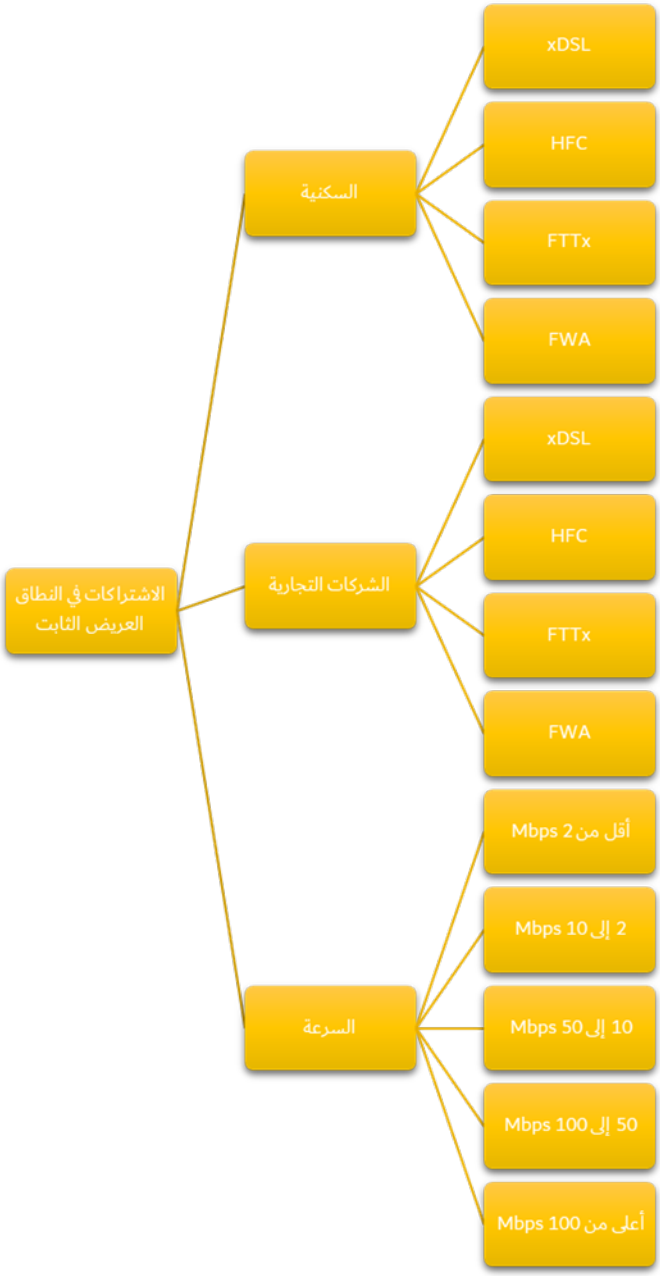
**الشكل 3: مثال على تقسيم الطلب على النطاق العريض المتنقل**




المصدر: بمزيد من المعلومات استناداً إلى فيلدز وكومار (2002)

ويمكن أن يتبع تقسيم الطلب الكلي للنطاق العريض الثابت الهيكل الموضح في الشكل 4.

**الشكل 4: مثال على تقسيم الطلب على النطاق العريض الثابت**




المصدر: بمزيد من المعلومات استناداً إلى فيلدز وكومار (2002)

وعند تقسيم الطلب الكلي، من المهم لواضعي السياسات أن يأخذوا في اعتبارهم هدف السياسة العامة الذي يسعون إلى تحقيقه، من أجل الحصول على أفضل المواصفات لخطة الأعمال، في ضوء توافر البيانات.

## 4.2 تقدير الطلب على خدمات الجيل الخامس

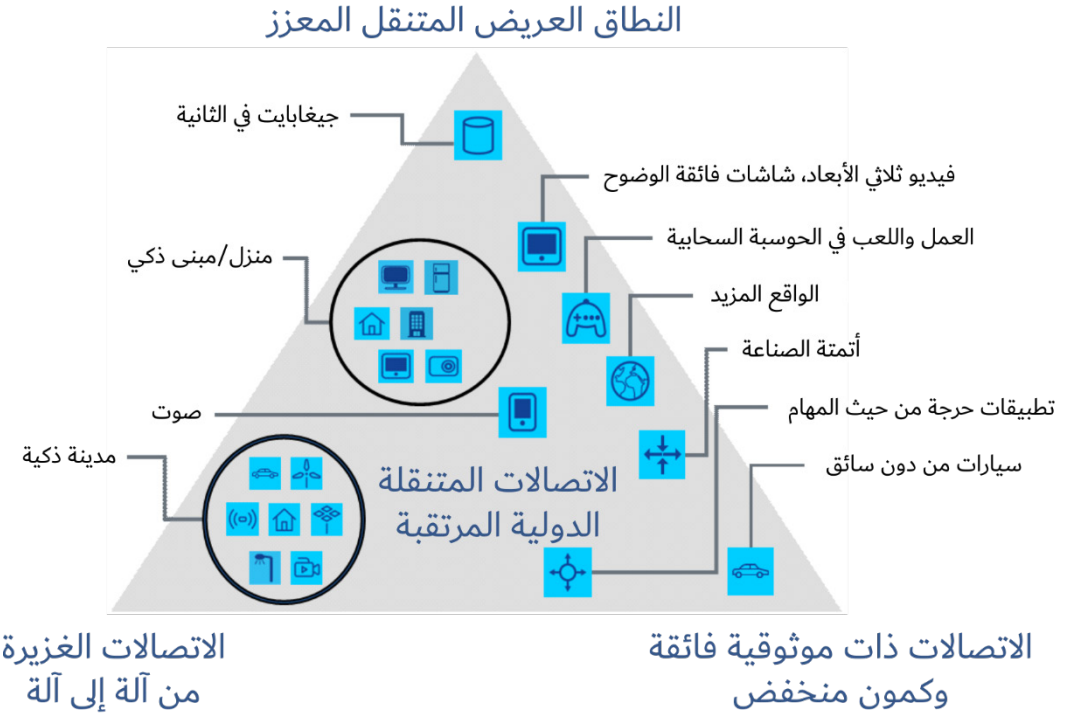
يوضح الشكل 5 أن شبكات الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (الجيل الخامس) ستُحدث اضطراباً كبيراً في نماذج أعمال الاتصالات التقليدية، لأنها ستُمكّن الخدمات في ثلاثة سيناريوهات:

أ) النطاق العريض المتنقل المعزز (eMBB)؛

ب) الاتصالات فائقة الموثوقية ومنخفضة الكمون (URLLC)؛

ج) الاتصالات الآلية الكثيفة (mMTC).

**الشكل 5: سيناريوهات الاتصالات المتنقلة الدولية-2000**




M.2083-02

المصدر: التوصية ITU-R M.2083 - رؤية الاتصالات المتنقلة الدولية - الإطار والأهداف العامة للتطوير المستقبلي للاتصالات المتنقلة الدولية-2020 وما بعدها[19]

ويجب أن يتبع تقدير الطلب المرتبط بتقديم خدمات النطاق العريض المتنقل المعزز (eMBB) نفس المبادئ المستعملة لتقدير الطلب على الخدمات المتنقلة. ومع إطلاق تكنولوجيا الجيل الخامس، سيوفر مقدمو الخدمة خدمات وتطبيقات المهاتفة والنطاق العريض المتنقل، مع مكاسب في السرعة وعرض النطاق والكمون.

وبالإضافة إلى ذلك، ولكل سوق، من الممكن ملاحظة سلوكيات نمو وتراجع (منحدرات المنحنيات) التكنولوجيات المختلفة بالإضافة إلى اعتماد أطر زمنية لإنشاء منحنيات التوقعات لكل تكنولوجيا. ويجب تقدير الطلب على الدورة التكنولوجية للجيل الخامس في كل سوق، وبافتراض أن دورة الجيل الخامس ستتبع منحنيات الطلب المتعلقة بالتكنولوجيات المتنقلة السابقة، سيكون من الضروري تطبيق سلوكيات نمو مماثلة لكل سوق. ومن المهم أيضاً ملاحظة أن نسبة الاشتراكات تتجاوز منحنيات التكنولوجيا السابقة في السنوات الأولى من اعتماد التكنولوجيا الجديدة. وتُعرَف هذه الفترة باسم "وقت اعتماد التكنولوجيا". ويوضح الاتجاه أيضاً أنه بعد كل زيادة، ستستقر نسبة الاشتراكات في التكنولوجيا الجديدة حتى يتم إطلاق تكنولوجيا جديدة.

وخدمات النطاق العريض الثابت من خلال النفاذ اللاسلكي الثابت (FWA) هي النوع الثاني من الخدمات المقدمة من خلال شبكات الجيل الخامس. وسيتحقق ذلك من خلال توفر موارد شبكة الخدمة المتنقلة لتوفير خدمات النطاق eMBB. ومن الممكن أيضاً النظر في نموذج يتم فيه إطلاق خدمات النطاق eMBB والنفاذ FWA في وقت واحد. وبالإضافة إلى سعة الخدمات المتعددة للجيل الخامس، فإن المعدلات العالية النموذجية للتكنولوجيا الجديدة تبرر مثل هذه الفرضية، نظراً لعدم وجود حاجة إلى الاستثمار في شبكة نفاذ (الألياف البصرية) لتوصيل المستعملين.

ولتقدير الطلب المتعلق بتوفير خدمات النفاذ FWA، من الضروري النظر إلى سوق النطاق العريض الثابت. وبما أن خدمات النفاذ FWA لها خصائص مماثلة لخدمات النطاق العريض الثابت، فإن الطلب على النفاذ FWA سيكون جزءاً من إجمالي الطلب المقدر على خدمات النطاق العريض الثابت.

ونظراً لأن هذه الطريقة تمثل طريقة استكشاف حديثة بين مقدمي الخدمة المتنقلة، بدلاً من تقدير الطلب في هذه الشريحة، أشارت الدراسات والتقييمات التطلعية التي أجرتها صناعة الاتصالات إلى التقديرات المباشرة لإيرادات أعمال الجيل الخامس (انظر القسم 3.3).

[19] التوصية ITU-R M.2083 https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083.

وباختصار، فإن الطلب الذي سيعزز الاستثمارات لإطلاق الجيل الخامس سيكون مدفوعاً بالتوقعات الخاصة بثلاثة خطوط أعمال متميزة ستوفرها البنية التحتية للجيل الجديد من الاتصالات المتنقلة: الخدمات المتنقلة وخدمات النطاق العريض الثابت والتطبيقات القائمة على الاتصالات URLLC والاتصالات mMTC.

## 5.2 تقدير الحصة السوقية للمشغل الجديد المحتمل

بعد تحديد الطلب على الخدمات، تتمثل الخطوة التالية في تصميم كيفية تقسيم السوق فيما يتعلق بمشارك جديد محتمل أو شركة قائمة بالفعل ستنفذ أهداف السياسة العامة في سياق البيئة التنافسية القائمة.

ويجب أن تأخذ نمذجة السوق دائماً في الاعتبار القواعد والمعايير التنظيمية القائمة لمنح الخدمة، وسقوف الطيف، وتوجيه نطاق/نطاقات الترددات الراديوية، وسلوك السوق الحالية.

وعند تقدير الحصة السوقية لمشغل النطاق العريض الثابت المحتمل، ينبغي النظر في الوضع الراهن للجهات الفاعلة الحالية في السوق وما إذا كانت هناك أي أحكام تنظيمية موجهة لتعزيز المنافسة التي قد تؤثر على السيناريو التنافسي الحالي على الأجل المتوسط. وإذا كان من المحتمل الحفاظ على الوضع الراهن، يمكن ببساطة تكرار حصة المشغلين القائمين الحالية من السوق مع اختلافات صغيرة حتى نهاية المشروع.

وعلى العكس من ذلك، إذا كان من المتوقع حدوث تحسن في السيناريو التنافسي على الأجل الطويل، ينبغي توقع أن تختلف حصة المشغلين القائمين بمرور الوقت وأن يكتسب الداخلون الجدد حصة من السوق. ويمكن بعد ذلك استعمال منحنى-S للنموذج للتنبؤ بكيفية تطور حصة السوق حتى نهاية المشروع.

وعند تقدير الحصة السوقية للمشغل المحتمل للنطاق العريض المتنقل، يجب مراعاة الاعتبارات المذكورة أعلاه، ومن الضروري مراعاة بالإضافة إلى ذلك قواعد الحد الأقصى للطيف فضلاً عن أي أحكام تنظيمية تغطي مشغلي الشبكات الافتراضية المتنقلة أو تقاسم شبكات النفاذ الراديوي. ومع وجود هذه المعلومات في متناول اليد، من الممكن بعد ذلك نمذجة كيف يمكن أن يتطور السيناريو التنافسي أثناء المشروع وتقدير الحصة السوقية للمشغل الذي سينفذه، باستعمال نماذج المنحنى S مرة أخرى.[20]

[20] يمكن استعمال نماذج المنحنى S في قطاع الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لوصف سلوك خدمة جديدة في السوق. ويتميز نموذج المنحنى S ببداية مسطحة، حيث لا يستعمل الخدمة إلا المستعملون الأوائل والأسواق المتخصصة. ويرتفع المنحنى بعد ذلك بشكل حاد حيث تشهد الخدمة الجديدة نمواً سريعاً وتكتسب موقعاً مهيمناً في السوق. وبعد هذه الفترة من النمو المرتفع، تحافظ الخدمة على مستوى أداء مرتفع ولكن بنمو بسيط، مما يشير غالباً إلى سوق ناضجة ولكن مشبعة.

## تقدير الحصة السوقية لمشغل جديد محتمل

السيناريو: مشروع للنطاق العريض الثابت مدته خمسة عشر عاماً وسينشره وافد جديد. وفي هذه المنطقة، تشجع هيئة تنظيم الاتصالات عدة تدابير موجهة نحو المنافسة بهدف تحقيق مستوى من المنافسة على الأجل الطويل من شأنه تقسيم السوق بشكل متساوٍ تقريباً بين المشغلين. ويوجد بالفعل في سوق النطاق العريض الثابت خمسة مشغلين؛ وسيكون الوافد الجديد هو السادس. وسيبدأ منحنى حصته من السوق بالقرب من الصفر، ولكن خلال المشروع ستتطور حصة السوق حتى تصل إلى المستوى من حصة السوق التي يستهدفها المنظم. ويمكن استعمال منحنيات-S لنمذجة سلوك هذا الوافد الجديد طوال مدة المشروع.

| | |
|---|---|
| الحصة الأولية من السوق | 1% |
| الحصة المستهدفة من السوق | 16.67% |

| حصة الوافد الجديد إلى السوق | | |
|---|---|---|
| Y01 | 0.0093 | 1 |
| Y02 | 0.0167 | 2 |
| Y03 | 0.0287 | 3 |
| Y04 | 0.0468 | 4 |
| Y05 | 0.0704 | 5 |
| Y06 | 0.0963 | 6 |
| Y07 | 0.1199 | 7 |
| Y08 | 0.1380 | 8 |
| Y09 | 0.1500 | 9 |
| Y10 | 0.1573 | 10 |
| Y11 | 0.1616 | 11 |
| Y12 | 0.1639 | 12 |
| Y13 | 0.1652 | 13 |
| Y14 | 0.1659 | 14 |
| Y15 | 0.1662 | 15 |

المصدر: الاتحاد

ملاحظة: القيم المستعملة إرشادية.

## 3 تقدير الإيرادات المتأتية من تقديم خدمات النطاق العريض

تنطوي هذه الخطوة على تقدير الإيرادات المرتبطة بالطلب المتوقع. وأبسط طريقة لتقدير صافي الإيرادات هي حساب متوسط الإيرادات لكل مستعمل (ARPU) للخدمات أو قطاعات الخدمات التي سيتم توفيرها بموجب خطة الأعمال.

وبعد الحصول على متوسط الإيرادات لكل مستعمل، يتم ضربه في الطلب المقدر من أجل الحصول على صافي الإيرادات كما هو موضح في الشكل 6.

**الشكل 6: تقدير صافي الإيرادات**

المصدر: الاتحاد

ومع ذلك، لا يكون من الممكن دائماً الحصول على متوسط الإيرادات لكل مستعمل للخدمة المحددة المقرر إطلاقها، ولذلك قد يلزم إجراء بعض التعديلات، مثل استعمال متوسط الإيرادات لكل مستعمل لخدمة مماثلة. وبالإضافة إلى ذلك، من غير المعتاد أن يظل متوسط الإيرادات لكل مستعمل ثابتاً طوال مدة المشروع بأكملها، ولذلك سيكون من الضروري وضع بعض الافتراضات من أجل التنبؤ بكيفية تطوره أثناء المشروع.

وفيما يلي بعض الخيارات التي يمكن استعمالها لتقدير إيرادات مشاريع النطاق العريض، جنباً إلى جنب مع النهج المقترح لتقدير كيفية تطور الإيرادات خلال المشروع.

### 1.3 تقدير الإيرادات لمشاريع النطاق العريض المتنقل

بادئ ذي بدء، جدير بالذكر أنه على الرغم من أن المشروع الذي سيتم تنفيذه عبارة عن شبكة نفاذ للنطاق العريض المتنقل، فإن المشروع، من وجهة نظر المستعمل النهائي، يوفر بشكل فعّال اتصالات الخدمة المتنقلة، أي خدمة الصوت المتنقلة وخدمة البيانات المتنقلة. ولذلك يُقترح أن يستند تقدير متوسط الإيرادات لكل مستعمل للمشروع إلى متوسط الإيرادات لكل مستعمل للخدمات المتنقلة التي سيتم إطلاقها.

وبالإضافة إلى ذلك، يكشف التحليل أنه على الرغم من تطور تكنولوجيات الخدمة المتنقلة (الجيل الثاني والجيل الثالث والجيل الرابع والجيل الخامس)، لم تكن هناك تغييرات كبيرة في متوسط الإيرادات لكل مستعمل فيما يتعلق بهذه الأجيال الجديدة من التكنولوجيا. وبشكل عام، ظلت قيمة خطط خدمة المستعمل النهائي دون تغيير يذكر؛ أي أنه على الرغم من ترقية الخدمة من حيث حجم البيانات وجودتها، إلا أن القيمة التي يدفعها المستعمل لم تتغير بشكل كبير. وباختصار، استفاد المستعملون، على مر السنين، وبنفس السعر، من زيادة حجم المكالمات والرسائل وزيادة استعمال البيانات، بسرعات أعلى وحتى مع خدمات ذات قيمة مضافة إضافية. ولأغراض النمذجة، هذ يعني أنه يمكن استعمال البيانات التاريخية لمتوسط الإيرادات لكل مستعمل للخدمات المتنقلة من أجل تقدير إيرادات خدمات النطاق العريض المتنقل الأحدث.

وإذا كانت البيانات متاحة ومن الممكن تقسيم الطلب، فإن تقسيم متوسط الإيرادات لكل مستعمل إلى اشتراكات سابقة ولاحقة الدفع يمكن أن يضفي مزيداً من الدقة على التوقعات.

### 2.3 تقدير الإيرادات لمشاريع النطاق العريض الثابت

لتقدير الإيرادات لمشاريع النطاق العريض الثابت، يوصى باستعمال متوسط الإيرادات لكل مستعمل لخدمات النطاق العريض الثابت. وبشكل عام، يوفر مقدمو الخدمات في سوق النطاق العريض الثابت خطتين رئيسيتين على الأقل: خطة منخفضة السرعة وخطة عالية السرعة. وفي الوقت الحاضر، تقدم الخطط منخفضة السرعة سرعات تصل إلى 20-25 Mbit/s، بينما تقدم الخطط عالية السرعة سرعات من حوالي 25 Mbit/s وما فوق.

ومرة أخرى، إذا كانت هناك بيانات متاحة ومن الممكن تقسيم الطلب، فإن تقسيم متوسط الإيرادات لكل مستعمل إلى خطط منخفضة السرعة وخطط عالية السرعة يميل إلى إضفاء مزيد من الدقة على التوقعات.

### تقدير الإيرادات لمشاريع النطاق العريض الثابت

لنفترض أنه سيتم نشر مشروع النطاق العريض الثابت لمدة عشر سنوات في البلد "W". ويقترح المشغلون في البلد W بشكل عام نوعين رئيسيين من عروض النطاق العريض: عرض منخفض السرعة وعرض عالي السرعة.

ومتوسط الإيرادات لكل مستعمل في البلد W قدره:

- العرض منخفض السرعة: 22 دولاراً أمريكياً؛
- العرض عالي السرعة: 48 دولاراً أمريكياً.

وعلى مدى السنوات الخمس الماضية، ظل متوسط الإيرادات لكل مستعمل ينخفض باطراد بمعدل 0,5 في المائة في السنة. ومن المفترض أن يستمر هذا الاتجاه على مدى السنوات العشر للمشروع. وبعد تقدير إجمالي متوسط الإيرادات لكل مستعمل لجميع سنوات المشروع، يمكن تقدير إجمالي الإيرادات بضرب الطلب في السنة في إجمالي متوسط الإيرادات لكل مستعمل في نفس السنة.

وجدير بالملاحظة أنه في السنة الأولى من التشغيل، يوصى بالنظر في الإيرادات لمدة ستة أشهر فقط، حيث يلزم إتاحة وقت بين نشر الشبكة وتسويق الخدمات.

| تطور متوسط الإيرادات لكل مستعمل للنطاق العريض الثابت | | | |
|---|---|---|---|
| | العروض المنخفضة السرعة | العروض عالية السرعة | |
| السنة 1 | $ 22,00 | $ 48,00 | |
| السنة 2 | $ 21,89 | $ 47,76 | |
| السنة 3 | $ 21,78 | $ 47,52 | |
| السنة 4 | $ 21,67 | $ 47,28 | |
| السنة 5 | $ 21,56 | $ 47,05 | |
| السنة 6 | $ 21,46 | $ 46,81 | |
| السنة 7 | $ 21,35 | $ 46,58 | |
| السنة 8 | $ 21,24 | $ 46,34 | |
| السنة 9 | $ 21,14 | $ 46,11 | |
| السنة 10 | $ 21,03 | $ 45,88 | |
| | | | |
| | | | |
| الطلب المقدر على النطاق العريض الثابت | | | |
| | العروض المنخفضة السرعة | العروض عالية السرعة | |
| السنة 1 | 25 650 | 1350 | |
| السنة 2 | 43 200 | 4800 | |
| السنة 3 | 90 100 | 15 900 | |
| السنة 4 | 132 000 | 33 000 | |
| السنة 5 | 183 000 | 61 000 | |
| السنة 6 | 221 900 | 95 100 | |
| السنة 7 | 248 950 | 134 050 | |
| السنة 8 | 283 200 | 188 800 | |
| السنة 9 | 319 000 | 261 000 | |
| السنة 10 | 358 500 | 368 500 | |
| | | | |
| إجمالي الإيرادات | | | |
| | العروض المنخفضة السرعة | العروض عالية السرعة | إجمالي الإيرادات |
| السنة 1 | $ 3 385 800 | $ 388 800 | $ 3 774 600 |
| السنة 2 | $ 11 347 776 | $ 2 750 976 | $ 14 098 752 |
| السنة 3 | $ 23 549 131 | $ 9 067 045 | $ 32 616 176 |
| السنة 4 | $ 34 327 889 | $ 18 724 303 | $ 53 052 192 |
| السنة 5 | $ 47 352 983 | $ 34 438 533 | $ 81 791 516 |
| السنة 6 | $ 57 131 632 | $ 53 421 786 | $ 110 553 418 |
| السنة 7 | $ 63 775 598 | $ 74 925 178 | $ 133 700 777 |
| السنة 8 | $ 72 186 958 | $ 104 999 212 | $ 177 186 170 |
| السنة 9 | $ 80 905 725 | $ 144 426 749 | $ 225 332 475 |
| السنة 10 | $ 92 992 762 | $ 202 893 298 | $ 295 886 060 |

ملاحظة - القيم المستعملة إرشادية.

## 3.3 تقدير إيرادات الشركات الجديدة ذات الصلة بشبكات الجيل الخامس (الاتصالات URLLC والاتصالات mMTC)

تمثل الفرص التجارية الجديدة غير المسبوقة الناشئة عن شبكات الجيل الخامس التحدي الأكبر لنمذجة توقعات الإيرادات، نظراً لعدم وجود حالات مستقرة فعالة في البلدان التي أطلقت بالفعل تكنولوجيا الجيل الخامس.

ويبدو أن هناك إجماعاً قليلاً أو معدوماً على الطلب على استغلال الموارد التي تتيحها تكنولوجيا الجيل الخامس في خطوط الأعمال الرأسية.[21] وبالنظر إلى إمكانات خطوط الأعمال الرأسية، من المفهوم أنها حلول شاملة من النوع الذي يكون فيما بين الشركات وبين الشركات والمستهلك والتي تستعمل البنية التحتية وخصائص الجيل الخامس كأدوات دعم، ولكنها تتجاوز حدود نموذج سوق الاتصالات التقليدية. ونظراً لأن مشغلي الشبكات الذين ينشرون تكنولوجيا الجيل الخامس سيقدمون خدمات تتجاوز مفهوم خدمة **الاتصالات**، فقد يتم تصنيف هذا الخط الجديد من الأعمال على أنه عروض الشركات المتعلقة بتوفير البنية التحتية والتوصيلية.

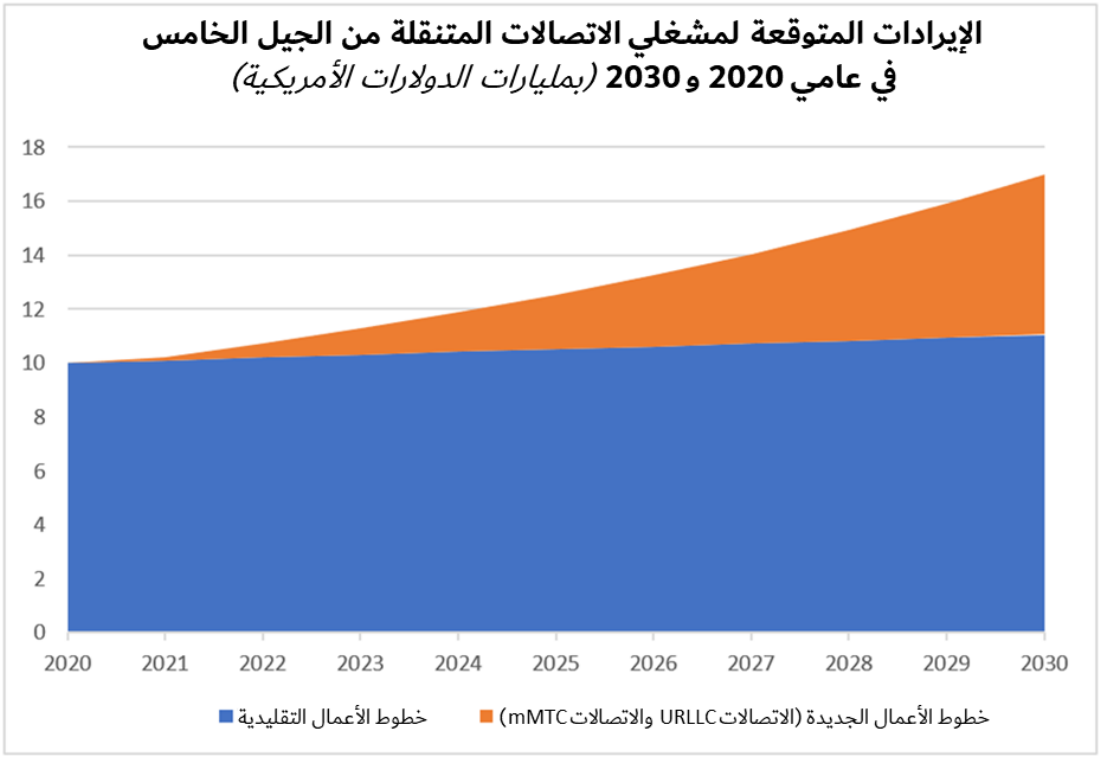
[21] تشتمل الصناعات الرأسية التي تستفيد من صناعة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الصناعات الزراعية والتعدين والنقل والخدمات اللوجستية والتصنيع.

وكطريقة لقياس الإيرادات، هناك اتجاه لمحاولة تحديد تأثير خطوط الأعمال الرأسية في سوق الاتصالات، مع الأخذ كمرجع نسبة إيرادات الاتصالات المتنقلة القائمة على الجيل الخامس في قطاعات السوق الأكثر رسوخاً، وهي خطوط أعمال اتصالات النطاق العريض eMBB **والنفاذ** FWA. وعلى سبيل المثال، يشير إريكسون (2019) إلى أن "اغتنام هذه الفرص من شأنه أن يُمكّن مقدمي الخدمات من فتح مصادر دخل إضافية تصل إلى 35 في المائة، لإضافة إلى النطاق الحالي للأعمال بحلول عام 2030". وبالإضافة إلى ذلك، يشير تقرير نشرته شركة هواوي (2019) إلى أن الحلول التي تتيحها تكنولوجيا الجيل الخامس من المتوقع أن تضيف حوالي 1,4 تريليون دولار أمريكي إلى الناتج المحلي الإجمالي العالمي بحلول عام 2030. وبالإضافة إلى ذلك، تشير رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (2018) (GSMA) إلى أن فرص تحقيق إيرادات إضافية جديدة من تكنولوجيا الجيل الخامس ستأتي من قطاع المؤسسات/الصناعات، وهناك العديد من التقارير الأخرى التي تؤيد هذا الاتجاه.

ولتقدير الإيرادات المتعلقة بخط الأعمال الجديد هذا، من الضروري تقييم كل من تأثير القطاعات الرأسية في نموذج أعمال الجيل الخامس وكذلك الخصائص الرئيسية للسوق المحلية لتقدير منحنى خطوط أعمال الاتصالات URLLC والاتصالات mMTC كنسبة مئوية من إجمالي أعمال الجيل الخامس.

ويطبق الشكل 7 توقعات إريكسون (2019) ويوضح أن نسبة 35 في المائة من إجمالي إيرادات مشغلي شبكات الخدمة المتنقلة بحلول عام 2030 ستأتي من خط الأعمال الجديد المتعلق بتكنولوجيا الجيل الخامس (الاتصالات URLLC والاتصالات mMTC).

**الشكل 7: الإيرادات المتوقعة لمشغلي الاتصالات المتنقلة من الجيل الخامس في عامي 2020 و2030**




المصدر: مرجع إريكسون (2019)

ملاحظة: القيم المستعملة إرشادية.

## 4.3 تقدير الإيرادات لمشاريع شبكة النقل

طالما ترتبط مشاريع شبكة النقل ارتباطاً وثيقاً بخدمات الاتصالات بالجملة، من المستحسن استعمال عرض خدمات الخطوط المؤجرة العامة لمقدم الخدمة القائم (أو مقدم الخدمة الذي يتمتع بقوة سوقية كبيرة (SMP)) لتقدير صافي الإيرادات لهذه المشاريع.

وفي الحالات التي لا يكون فيها للبلد المعني أي عرض عام متعلق بهذا النوع من خدمات البيع بالجملة، قد يكون أحد البدائل هو استشارة المواقع الإلكترونية للهيئات التنظيمية الأخرى من أجل الوصول إلى مرجع أساسي موثوق لاستعماله فيما يتعلق بالخطوط المؤجرة والتوصيلية. ويمكن أن يخضع هذا الأمر بعد ذلك لمؤشر تعادل القوة الشرائية من أجل القضاء على أي فرق في مستوى الأسعار بين أسعار صرف العملات. ويجب أن تستبعد الأسعار المستعملة كمرجع الضرائب ومخصصات التضخم.

## 5.3 سلوك الإيرادات طوال المشروع

يجب أن تعكس القيمة الأولية لمتوسط الإيرادات لكل مستعمل للمشروع أحدث القيم المحسوبة. ويمكن تقدير تطور متوسط الإيرادات لكل مستعمل على مدار خطة الأعمال بناءً على تطور متوسط الإيرادات لكل مستعمل في الفترة الأخيرة. وفي الحالات التي لا تتوفر فيها معلومات عن متوسط الإيرادات لكل مستعمل، من الممكن أيضاً استعمال متوسط الإيرادات لكل مستعمل لبلد له خصائص اجتماعية واقتصادية مماثلة كتقريب. ويمكن الحصول على هذه المعلومات على سبيل المثال من المواقع الإلكترونية لهيئات تنظيم الاتصالات الوطنية الأخرى أو من البنوك الاستثمارية.

وتتمثل استراتيجية جيدة أخرى في استعمال سلة أسعار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (IPB)[22] الخاصة بالاتحاد لتقدير صافي الإيرادات. وتوفر قاعدة البيانات الشاملة هذه سلالاً فرعية للخدمات الثابتة والمتنقلة وعريضة النطاق لحوالي 165 بلداً. ومن المهم تذكّر طرح تأثيرات الضرائب عند تقدير صافي الإيرادات. وعند تحليل الاتجاهات التاريخية لمتوسط الإيرادات لكل مستعمل، ينبغي أيضاً إزالة تأثيرات التضخم من التقدير لضمان أن تشتمل خطة الأعمال على القيم الحقيقية في جميع الحالات.

وبعد تقدير توقعات متوسط الإيرادات لكل مستعمل، وبعد تقدير الطلب المتوقع بالفعل، يتم الحصول على الإيرادات المتوقعة سنوياً وفقاً للخدمة المعينة التي سترتبط بالشبكة التي سيتم تنفيذها.

وجدير بالملاحظة أنه في السنة الأولى من التشغيل، يوصى بالنظر في الإيرادات لمدة ستة أشهر فقط، حيث يلزم إتاحة وقت بين نشر الشبكة وتسويق الخدمات.

[22] سلة أسعار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات متاحة في مركز بيانات الاتحاد (القدرة على تحمل التكاليف - أسعار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات https://datahub.itu.int/indicators/).

## 4 تقدير الاستثمارات في شبكات النطاق العريض: النفقات الرأسمالية (capex)

من أكبر التحديات التي تواجهها الحكومات التي تسعى إلى وضع سياسات عامة مستدامة اقتصادياً وموجهة إلى دفع الاستثمار في توسيع شبكات النطاق العريض هو تقدير مستوى النفقات الرأسمالية (capex) اللازمة لسد فجوات البنية التحتية للشبكات في بلد معين بشكل صحيح.

وتعد المعلومات المتعلقة بمستوى الاستثمار المطلوب أساسية لتمكين واضعي السياسات من وضع خطة متماسكة وذات مصداقية وموثوقة لتقييم جاذبية واستدامة عملية اتصالات افتراضية على الأجل الطويل في مناطق جغرافية محرومة من الخدمات.

وبالإضافة إلى ذلك، في سياق شبكات الجيل الخامس، فرض التنوع الأكبر لحالات الاستعمال لدعم تطبيقات ذات كمون منخفض للغاية، مثل المركبات ذاتية القيادة والطائرات بدون طيار وأتمتة المنشآت الصناعية، مزيداً من عدم اليقين على المتطلبات من النفقات الرأسمالية.

والمدخلات الرئيسية لتقدير النفقات الرأسمالية هي:

- الطلب المتنبأ به على خدمات النطاق العريض المتنقل والثابت، فضلاً عن معلومات مفصلة عن الفجوات الحالية في البنية التحتية، على سبيل المثال، قائمة البلديات التي لا تخدمها شبكات النقل البصرية؛
- الطلب المتوقع (من حيث عدد المستعملين أو الحركة أو بمقدار Mbit/s) لشبكات النطاق العريض المتنقل والثابت للسنوات القادمة، حسب البلدية؛ وتعتبر هذه المعلومات مهمة لقرارات تصميم الشبكات وتقدير الاستثمارات.

وبناءً على هذه المدخلات، ستعتمد النفقات الرأسمالية المطلوبة لسد النقص المحدد في البنية التحتية على الخدمة والتكنولوجيا المختارة. وعلى سبيل المثال، قد يختار واضعو السياسات الذين يسعون إلى سد النقص في عروض النطاق العريض في منطقة معينة بسرعة نموذج نشر لشبكات النفاذ إلى النطاق العريض المتنقل الفعّالة من حيث التكلفة والتي يمكن نشرها بسرعة (الجيل الثالث، أو الجيل الرابع، أو النفاذ FWA من الجيل الخامس، وما إلى ذلك)، في حين أن الذين يخططون على الأجل الطويل قد يفضلون نمذجة نشر شبكات النفاذ من الألياف إلى المنزل (FTTH). وحتى بالنسبة لنشر شبكات النقل الأساسية/التوصيلية، فإن اختيار نمذجة شبكات الموجات الصغرية المشتركة القياسية أو شبكات الألياف البصرية من جيل جديد يعتمد على أهداف السياسة العامة والطلب المتوقع على الحركة لكل بلدية أو منطقة ويمكن أن يؤثر بشكل مباشر على مستوى الاستثمار المطلوب.

ومن أجل توفير توجيهات مفيدة بشأن كيفية تقدير النفقات الرأسمالية المطلوبة لتلبية احتياجات البنية التحتية للنطاق العريض، والنظر في عدم تناسق المعلومات الذي لا مفر منه في أي تحليل لواضع السياسات، تقدم الأقسام التالية من مجموعة الأدوات هذه أمثلة على الأساليب الموثوقة التي يمكن أن تتبعها الحكومات بهدف تعزيز نشر شبكات النطاق العريض اللاسلكية من الجيل الرابع والجيل الخامس، وشبكات النفاذ FTTH الثابتة ذات النطاق العريض، وشبكات النقل ذات النطاق العريض بالموجات الصغرية والألياف البصرية، حيث إن هذه هي أكثر التكنولوجيات شيوعاً التي يتم اختيارها حالياً لتوسعات شبكات النطاق العريض.

### 1.4 شبكات النفاذ إلى النطاق العريض المتنقل من الجيل الرابع

يتمثل الهدف من هذا النموذج في تقدير البنية التحتية للشبكة المطلوبة لتلبية كل من طلبات التغطية والسعة (Mbit/s) لمستعملي النطاق العريض المتنقل للتطور 4G LTE المحتملين في البلديات أو المناطق التي لم تصلها خدمات حتى الآن، من أجل تقييم الجدوى الاقتصادية لمثل هذا الاستثمارات.

ولإجراء هذا الحساب، يُقترح مشغل نموذجي، لديه فدرة تردد لاسلكية واحدة فقط للاستعمال في عقد B المعززة التقليدية للتطور 4G LTE (يشار إليها فيما يلي باسم *الخلايا الكبيرة*)، وحل أقل تكلفة *لخلية صغيرة* يتكيف بشكل أفضل مع الطلب المتزايد على القدرة على نقل البيانات المقرر تنفيذها في البلديات حيث يتجاوز الطلب على السعة تلك التي توفرها الخلايا الكبيرة.

ويتكون هذا الحل المبسط للخلايا الصغيرة من نظام هوائي مكون من قطاع واحد ونقطة اتصال واي فاي، تُستعمل لتنزيل الحركة مباشرة إلى شبكة النقل الثابتة. ويوضح الشكل 6 الهيكل المتصور لشبكة النفاذ إلى النطاق العريض المتنقل.

**الشكل 8: شبكة LTE غير متجانسة**

ومن المثير للاهتمام ملاحظة أن مكاسب السعة من هذا النهج كبيرة وتقلل الحاجة إلى توسيع الشبكة في المستقبل التي تحركها فقط متطلبات السعة، أي من المحتمل أن يقلل المشغلون الحاجة إلى الاستثمار على مدى فترات قصيرة، مما يؤدي إلى تسييل أفضل لبنيتهم التحتية. وفي الواقع، يمثل الحل المصمم لنشر بنية تحتية هجينة من الخلايا الكبيرة + الخلايا الصغيرة + نقاط الواي فاي اتجاهاً عالمياً للشبكات غير المتجانسة اللاسلكية ذات النطاق العريض 4G LTE، التي تحركها الحاجة إلى تقليل النفقات الرأسمالية المطلوبة لتلبية الطلب الهائل على النطاق العريض المتنقل.[23] وتوفر هذه الاستراتيجية الهجينة ميزة ثلاثية تتمثل في تلبية الحاجة إلى التغطية، ودعم تنقل المستعمل والاستجابة للطلب على السعة، وتقديم استثمار إضافي ومخصص بشكل أفضل على مدى سنوات من التشغيل.

## حساب الاستثمار في نشر موقع التغطية (الخلايا الكبيرة)

من أجل حساب عدد الخلايا الكبيرة المطلوبة لتغطية كل بلدية محرومة من الخدمات، تتم قسمة المنطقة المستهدفة المراد تغطيتها على الحد الأقصى للمناطق التي تغطيها العقدة B المعززة (e-NodeB) النموذجية، وفقاً للمعادلة التالية:

$$N_{macrocells} = \frac{A_t}{A_{eNb_{avg}}}$$

حيث:

$N_{macrocells}$ هي عدد الخلايا الكبيرة المراد تقديرها

$A_t$ هي المساحة الكلية، بالكيلومتر المربع، للمنطقة المستهدفة المراد تغطيتها

$A_{eNb_{avg}}$ هي أقصى مساحة تغطيها عقدة B واحدة معززة نموذجية.

وبالنسبة لتقدير $A_{eNb_{avg}}$، يمكن أخذ القيمة المرجعية على أنها متوسط نصف قطر التغطية لمواقع شبكات النطاق العريض اللاسلكية 4G LTE المنتشرة في البلديات التي تخدمها بالفعل شبكات 4G LTE باستعمال نفس الطيف. ويمكن أيضاً استعمال القيم المرجعية الدولية التي تم الحصول عليها من نشر شبكات النطاق العريض اللاسلكية 4G LTE في بلدان أخرى.

وبعد حساب عدد مواقع التغطية المطلوبة، من الضروري الحصول على تكلفة الوحدة لكل موقع بحيث يمكن تقدير الاستثمار المطلوب. ويمكن أن تختلف تكلفة الوحدة اختلافاً كبيراً بين البلدان، ولذلك، من أجل الدقة، ينبغي الحصول على هذه التكلفة من مشغلي النطاق العريض المتنقل المحليين وموردي الشبكات المحلية.

[23] المصدر: تحديث توقعات حركة البيانات المتنقلة العالمية لمؤشر شبكات سيسكو البصرية، 2016-2021:
https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html.

وأخيراً، يجب أن يستفيد نشر الجيل الرابع بطريقة فعالة من حيث التكلفة من البنية التحتية المنفعلة (الأبراج، وما إلى ذلك) المتاحة للتقاسم، حيث سيتيح التقاسم تحقيق وفورات كبيرة في التكلفة في نشر الخلايا الكبيرة.

### الخلايا الكبيرة

يوضح المثال التالي طريقة تقدير عدد عناصر البنية التحتية المنفعلة والنشيطة المطلوبة عند نشر الخلايا الكبيرة.

**تقدير الخلايا الكبيرة في الجيل الرابع**

المدينة: المثال 1

$A_t = 137$ км$^2$

$A_{eNb_{avg}} = 7,5$ км$^2$

$N_{macrocells} = 19$

البنية التحتية المنفعلة (الأبراج وما إلى ذلك) = 19 – 7 = 12

البنية التحتية النشيطة (العقدة B المعززة (e-NodeB) = 19

أبراج للتقاسم = 7 (الجيل الثاني والجيل الثالث وما إلى ذلك)

$$N_{macrocells} = \frac{A_t}{A_{eNb_{avg}}}$$

المصدر: الاتحاد

ملاحظة: القيم المستعملة إرشادية.

### حساب الاستثمار في الخلايا الصغيرة ونشر نقاط الواي فاي الساخنة

بعد تحديد الاحتياجات من البنية التحتية لمواقع التغطية (الخلايا الكبيرة)، يحين وقت تقييم أفضل استراتيجية لمواجهة التحدي المتمثل في بناء شبكة ذات سعة كافية (Mbit/s) لتلبية الطلب على حركة شبكة 4G LTE اللاسلكية بأفضل قدر ممكن من النفقات الرأسمالية.

وتتمثل الخطوة الأولى في التنبؤ بالطلب المتوقع على الحركة في كل بلدية للسنوات القادمة،[24] بناءً على طلب مستعملي شبكة 4G LTE اللاسلكية ذوي ملفات العريف المتنوعة، مثل مستعملي خدمات الصوت والبيانات المدفوعة مسبقاً أو المدفوعة لاحقاً، ومستعملي المودم الذين يولدون حركة بيانات فقط، وما إلى ذلك.

ولتحويل طلب المستعمل إلى سعة الحركة المطلوبة في حالة الذروة (Mbit/s) بأكثر الطرق فائدة لتخطيط الشبكة، من الضروري إعداد مصفوفة من السرعات لكل ملف تعريف للمستعمل، مع مراعاة التطور على مر السنين، والزيادة المتنامية المعتادة في الكفاءة الطيفية (bit/s/Hz) لشبكات LTE التجارية.

وبناءً على هذه المنهجية وبتقديرات لطلب مستعمل على شبكة 4G LTE اللاسلكية لكل بلدية حسب نوع ملف تعريف المستعمل فضلاً عن المصفوفة المقدرة للسرعات التي سيتم تقديمها في خطط بيانات شبكة 4G LTE اللاسلكية، من الممكن الحصول على سعة الحركة المقدرة التي تحتاج إلى دعم من شبكة النفاذ اللاسلكي 4G LTE ليتم نشرها في كل بلدية تخدمها.

وبعد معرفة طلب على الحركة هذا (Mbit/s)، وتحديد الطلب المتزايد الذي سيتم تقديمه في كل عام من التشغيل، يمكن إجراء حساب لعدد الخلايا الصغيرة ونقاط الواي فاي الساخنة التي يجب نشرها كل عام إلى تلبية الطلب الذي يتجاوز السعة التي تخدمها الخلايا الكبيرة بالفعل. ويمكن حساب عدد الخلايا الصغيرة المطلوبة في كل سنة من سنوات تقديم الخدمة في كل بلدية باستعمال المعادلة التالية:

[24] يعتمد عدد السنوات على الإطار الزمني المحدد لحساب صافي القيمة الحالية. وعلى سبيل المثال، استخدمت البرازيل تنبؤات الطلب لمدة 10 سنوات لحساب صافي القيمة الحالية (NPV) لمشروع النطاق العريض الثابت.

$$N_{small\ cells} = \frac{\max\{\left[D_{T_A}.\left(1-F_{off-load}\right).F_s\right]-(N_{macrocells}.C_{macrocell});0\}}{C_{smallcell}}$$

حيث:

$D_{T_A}$ هي الطلب على الحركة (Mbit/s) لجميع مستعملي البلدية في عام معين A

$F_s$ هي عامل مشاركة، ويطلق عليه عادة *نسبة التشاطر*

$C_{macrocell}$ و $C_{smallcell}$ هما السعة (بمقدار Mbit/s) التي توفرها كل خلية كبيرة (العقدة B المعززة التقليدية مع 3 قطاعات) أو خلية صغيرة (قطاع واحد فقط). وتُحسب هذه السعة بضرب مقدار الطيف (MHz) المتاح لشبكات 4G LTE في البلدية في العام A ($B_A$) في الكفاءة الطيفية (bit/s / Hz) لشبكات 4G LTE التجارية في العام A ($\eta_A$) وعدد القطاعات لكل موقع لشبكة 4G LTE (*S*)

$F_{off-load}$ هي عامل التفريغ لحركة شبكة 4G LTE عبر شبكات الواي فاي، أي النسبة المئوية للحركة التي تخدمها خلية صغيرة يتم تفريغها إلى نقطة الواي فاي الساخنة

وبعد تقديم المعادلة المستعملة لحساب عدد الخلايا الصغيرة + نقاط الواي فاي الساخنة التي سيتم تثبيتها في كل بلدية في عام معين، ستتم مناقشة الافتراضات المستعملة لتحديد قيم كل من المتغيرات التي تشكل المعادلة.

وكما ذكر، فإن $D_{T_A}$ هو الطلب في العام A، أي طلب على الحركة (Mbit/s) الموجود في السنة A في بلدية معينة. ويوضح القسم الخاص بالخلايا الصغيرة أدناه تطبيق هذه المعادلة.

ويعتمد استعمال عامل التفريغ $F_{off-load}$ على فرضية أنه، نظراً للنمو السريع للحركة مع انتشار محطات شبكة الخدمة المتنقلة 4G LTE، هناك اتجاه عالمي لاستعمال شبكات الواي فاي لتفريغ بعض هذه الحركة،[25] خاصة في مناطق حضرية شديدة الكثافة. وبالإضافة إلى ذلك، يمثل عامل التفريغ بحثاً عن الكفاءة عند نشر الشبكات، نظراً لأن هناك مناطق معينة (على سبيل المثال، المراكز الحضرية الصغيرة ومراكز التسوق والمطارات وما إلى ذلك) ذات التركيز العالي للطلب التي يمكن أن تخدمها إلى حد كبير نقاط الواي فاي الساخنة.

وتشير التقديرات[26] الأخيرة إلى أن ما يصل إلى 63 في المائة من حركة النطاق العريض للأجهزة المتنقلة ستتدفق عبر شبكات الواي فاي، مما سيقلل متطلبات الطلب التي يجب مراعاتها عند تحديد أبعاد شبكة الخدمة المتنقلة ذات الترددات المرخصة. وعلاوةً على ذلك، تسمح هذه الفرضية بتحقيق أمثل نفقات رأسمالية.

وعامل تقاسم الشبكات $F_s$، المعروف أيضاً في النظام الإيكولوجي للاتصالات باسم نسبة التشاطر، هو معلمة تؤخذ في الاعتبار بشكل شائع في تصميم شبكات تبديل الرزم، مثل شبكات البيانات 4G LTE اللاسلكية. وفي معادلات أبعاد الشبكات، تُستعمل هذه المعلمة لمراعاة أن المستعملين يحتاجون، في معظم الحالات، إلى موارد الشبكة (إرسال واستقبال حزم البيانات) في أوقات مختلفة. ونظراً لأن المستعملين لا يتنقلون جميعاً على سعة الشبكة المتنقلة في نفس الوقت تماماً، فلن يكون من المفيد للشبكة أن تكون قادرة على دعم إجمالي حركة البيانات القصوى المتنبأ بها، نظراً لأن مثل هذه الحالات لن تحدث أبداً. وبدلاً من ذلك، يتم استعمال عامل تقاسم الشبكات (نسبة التشاطر) للتعبير عن عدد المستعملين الذين يجب أن تكون الشبكة قادرة على دعمهم في وقت واحد. وقد يختلف هذا العامل لكل بلد ويتم تحديده أحياناً من خلال الإطار الوطني لتنظيم جودة الخدمة. والقيمة النموذجية التي تؤخذ في الاعتبار في أبعاد شبكات النطاق العريض (الثابت أو المتنقل) هي 20:1 (5%)، أي لكل 20 Mbit/s من السعة المتعاقد عليها، تحتاج الشبكة إلى توفير 1 Mbit/s فقط، لأنه في الظروف العادية، سيستعمل 5 في المائة فقط من المستعملين الشبكة في نفس الوقت.[27]

---

[25] انظر http://docplayer.net/13989507-Smartphone-use-transforming-with-the-rise-of-4g-and-wi-fi.html. تحول استعمال الهواتف الذكية مع ظهور الجيل الرابع والواي فاي، Informa UK Ltd 2014.

[26] المصدر: تحديث توقعات حركة البيانات المتنقلة العالمية لمؤشر شبكات سيسكو البصرية، 2016-2021: https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html.

[27] انظر: http://businessdocbox.com/Logistics/66514074-Lte-network-design-from-a-techno-economic-perspective.html. تصميم شبكة LTE من منظور تقني اقتصادي.

ويمكن الحصول على الكفاءة الطيفية $\eta_A$، بمقدار bit/s / Hz، لشبكات LTE التجارية في العام A عن طريق المشغلين وموردي الشبكات المحليين؛ وبشكل عام، تكون القيمة 4 bit/s/Hz هي النقطة المرجعية للشبكات التي تستعمل التشكيل QAM 256. وعلاوة على ذلك، يمكن إجراء تنبؤات لتطور الكفاءة الطيفية من خلال تحليل السلوك التاريخي للمنحنى المتزايد في الكفاءة الطيفية لتكنولوجيات نقل البيانات في الشبكات المتنقلة، من بداية تكنولوجيات الجيل الثالث (WCDMA - *النفاذ المتعدد بالتقسيم الشفري عريض النطاق*، وHSPA - النفاذ عالي السرعة بأسلوب الرزم، وما إلى ذلك) حتى ظهور شبكات LTE والترقيات (*الإصدارات*) اللاحقة من خلال منتدى 3GPP. وبناءً على ذلك، يمكن توقع منحنى متزايد للكفاءة الطيفية خلال السنوات القليلة القادمة حتى تنضج شبكات LTE ويتم الإطلاق التجاري لتكنولوجيات شبكات متنقلة أكثر تقدماً (مثل الجيل الخامس).

والمتغير النهائي هو مقدار الطيف (MHz) المتاح لشبكات LTE $B_A$ في كل بلدية في عام معين A، والذي سيعتمد على البلد وهي قيمة عادة من تكون معروفة للمنظمين.

ومن خلال فهم جميع المتغيرات المستعملة لحساب عدد الخلايا الصغيرة المطلوبة في كل عام A لتلبية الطلب على حركة البيانات في كل بلدية، من الممكن الحصول على كمية البنية التحتية التي سيتم نشرها، ليس فقط لمعالجة مسائل التغطية ولكن أيضاً لضمان وجود قدرة كافية لدعم الطلب على النطاق العريض المتنقل بشكل مناسب.

## الخلايا الصغيرة

يوضح الجدول التالي تقدير عدد الخلايا الصغيرة اللازمة لنشر 4G LTE حسب العام، مع الأخذ في الاعتبار السيناريو التالي:

'1' هناك حاجة إلى 19 خلية كبيرة للتغطية؛

'2' يتراوح إجمالي توقعات الطلب من 100 Gbit/s في السنة الأولى إلى 520 Gbit/s في العام العاشر من التشغيل؛

'3' تفريغ الواي فاي بنسبة 67 في المائة؛

'4' نسبة تشاطر 5 في المائة؛

'5' الكفاءة الطيفية لشبكة 4G LTE ثابتة عند 3 bit/s/Hz لكل خلية صغيرة.

**تقدير الخلايا الصغيرة في الجيل الرابع**

**السعي التي ستقدمها الشبكة**

| Year | $D_{Y_i}$ | $(1-F_{off-load})$ | $F_s$ | $[D_{Y_i}(1-F_{off-load})\cdot F_s]$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 100 Gbps | 37% | 5% | 1.85 Gbps |
| 2 | 120 Gbps | 37% | 5% | 2.22 Gbps |
| 3 | 150 Gbps | 37% | 5% | 2.78 Gbps |
| 4 | 175 Gbps | 37% | 5% | 3.24 Gbps |
| 5 | 210 Gbps | 37% | 5% | 3.89 Gbps |
| 6 | 250 Gbps | 37% | 5% | 4.63 Gbps |
| 7 | 300 Gbps | 37% | 5% | 5.55 Gbps |
| 8 | 360 Gbps | 37% | 5% | 6.66 Gbps |
| 9 | 430 Gbps | 37% | 5% | 7.96 Gbps |
| 10 | 520 Gbps | 37% | 5% | 9.62 Gbps |

**السعة المقدمة من خلال الخلايا الكبيرة**

| Year | $N_{macrocells}$ | $B_A$ | $\eta_A$ | $S$ | $C_{macrocell}$ | $N_{macrocells}\cdot C_{macrocell}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 19 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 3 | 0.18 Gbps | 3.42 Gbps |
| 2 | 19 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 3 | 0.18 Gbps | 3.42 Gbps |
| 3 | 19 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 3 | 0.18 Gbps | 3.42 Gbps |
| 4 | 19 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 3 | 0.18 Gbps | 3.42 Gbps |
| 5 | 19 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 3 | 0.18 Gbps | 3.42 Gbps |
| 6 | 19 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 3 | 0.18 Gbps | 3.42 Gbps |
| 7 | 19 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 3 | 0.18 Gbps | 3.42 Gbps |
| 8 | 19 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 3 | 0.18 Gbps | 3.42 Gbps |
| 9 | 19 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 3 | 0.18 Gbps | 3.42 Gbps |
| 10 | 19 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 3 | 0.18 Gbps | 3.42 Gbps |

**السعة المقرر تقديمها من خلال الخلايا الصغيرة**

| Year | $\max[[D_{Y_i}(1-F_{off-load})F_s]-(N_{macrocells}\cdot C_{macrocell}):0)$ |
|---|---|
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 0 |
| 5 | 0.47 Gbps |
| 6 | 1.21 Gbps |
| 7 | 2.13 Gbps |
| 8 | 3.24 Gbps |
| 9 | 4.54 Gbps |
| 10 | 6.2 Gbps |

**سعة الخلايا الصغيرة**

| Year | $B_A$ | $\eta_A$ | $S$ | $C_{smallcell}$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 1 | 0.06 Gbps |
| 2 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 1 | 0.06 Gbps |
| 3 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 1 | 0.06 Gbps |
| 4 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 1 | 0.06 Gbps |
| 5 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 1 | 0.06 Gbps |
| 6 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 1 | 0.06 Gbps |
| 7 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 1 | 0.06 Gbps |
| 8 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 1 | 0.06 Gbps |
| 9 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 1 | 0.06 Gbps |
| 10 | 20 MHz | 3 bps/Hz | 1 | 0.06 Gbps |

**عدد الخلايا الصغيرة**

| Year | $\frac{\max[[D_{Y_i}(1-F_{off-load})F_s]-(N_{macrocells}\cdot C_{macrocell}):0)}{C_{smallcell}}$ |
|---|---|
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 0 |
| 5 | 8 |
| 6 | 21 |
| 7 | 36 |
| 8 | 54 |
| 9 | 76 |
| 10 | 104 |

وفي هذا السيناريو، ستكون هناك حاجة إلى مزيد من السعة للشبكة اللاسلكية في العام الخامس فقط. وفي نهاية المشروع، سيتم نشر ما مجموعه 104 خلايا صغيرة.

المصدر: الاتحاد

ملاحظة: القيم المستعملة إرشادية.

## تكاليف وحدة البنية التحتية

بعد تحديد عدد مواقع شبكات النطاق العريض 4G LTE اللاسلكية التي سيتم نشرها، ستكون الخطوة التالية لتقدير النفقات الرأسمالية هي الحصول على تكاليف الوحدة التي ينطوي عليها النشر في كل موقع من هذه المواقع.

ومن أجل فهم نهج التسعير الخاص بالخلايا الكبيرة بشكل أفضل، يتم تصنيف عناصر الشبكة في ثلاث فئات:

'1' البنية التحتية المنفعلة (الأبراج، وما إلى ذلك)، والتي يمكن تقليل عبء تكلفها (في بعض الأحيان بشكل كبير للغاية) من خلال تقاسم الهياكل المركبة بالفعل؛

'2' عقدة B المعززة للتطور LTE التي تشمل المجموعة الكاملة من المعدات التي تُكوّن نظام المراقبة والإرسال والراديو؛

'3' شبكات نقل البيانات باتجاه المنبع، التي تتكون من عناصر النقل (البصرية عادةً) من موقع LTE إلى شبكة المشغل. ويمكن الحصول على تكاليف الوحدة لكل عنصر من عناصر الشبكة هذه من المشغلين المحليين.

وبعد الحصول على أسعار الخلايا الكبيرة، يمكن استعمال هذه القيم كمرجع لتقدير تكلفة نهج الخلايا الصغيرة. وقدرت دراسات السوق[28] تكلفة الخلايا الصغيرة النموذجية + موقع نقطة الواي فاي الساخنة بنسبة 21 في المائة من تكلفة الخلايا الكبيرة. وبينما تعمل هذه النسبة المئوية كدليل مفيد، فإنه ينبغي دائماً استعمال معلومات التسعير الحالية التي يتم الحصول عليها من المشغلين المحليين وموردي الشبكات لأغراض التخطيط الحقيقي.

### نتائج تقدير النفقات الرأسمالية

بعد تقدير العدد الإجمالي من مواقع شبكات النطاق العريض اللاسلكية 4G LTE (الخلايا الكبيرة والخلايا الصغيرة + نقاط الواي فاي الساخنة) التي سيتم تثبيتها كل عام في كل من البلديات المراد تقديم خدمات فيها، وتم الحصول على تكاليف الوحدة لعناصر البنية التحتية لشبكة النفاذ، يمكن حساب إجمالي الاستثمار (النفقات الرأسمالية) المطلوب حسب العام.[29]

وستحدد مصفوفة النفقات الرأسمالية صافي القيمة الحالية لأعمال شبكات النطاق العريض اللاسلكية 4G LTE وستكون أحد العوامل المحددة في تقييم إدراج المناطق غير المخدومة في السياسة العامة التي تهدف إلى تشجيع بناء البنية التحتية للنطاق العريض المتنقل.

## 2.4 شبكات النفاذ العريض النطاق الثابتة والمتنقلة من الجيل الخامس

تشتمل تكنولوجيا الجيل الخامس على ستة خيارات للنشر، وتغطي سيناريوهات الانتقال من شبكات الخدمة المتنقلة للجيل الرابع إلى الجيل الخامس والنظر في إمكانية نشر الجيل الخامس بالتوازي مع الشبكات الحالية، والتي تسمى أيضاً، على التوالي، الشبكات غير القائمة بذاتها (NSA) والقائمة بذاتها (SA). ويجلب خيار الشبكات SA ميزة الإدراج المباشر للسمات الجديدة التي توفرها شبكات الجيل الخامس، مثل تقليل الكمون وضوابط جودة الخدمة (QoS) التي تتفوق على السيناريوهات الأخرى للشبكات NSA. ويأخذ تقدير النفقات الرأسمالية الذي يتم إجراؤه في هذا القسم في الاعتبار استراتيجية الشبكات SA، حيث إنه من المنطقي تماماً أن يعمل مشغل جديد في المناطق الحضرية لتوفير خدمات ذات سعة عالية وكمون منخفض ويقدم نفاذاً لاسلكياً ثابتاً (FWA) في الضواحي أو المناطق الريفية. ونظراً لأنه من المفترض أن المشغل الذي يجري إعداد نموذج بشأنه قد دخل السوق للتو، فلا ينبغي أن يكون لديه شبكات 4G LTE، وبالتالي فإن سيناريو الانتقال من 4G LTE إلى الجيل الخامس لا ينطبق.

ووفقاً لهذا الافتراض، يجب على المشغل الجديد توفير النطاق العريض المتنقل عالي السرعة للسكان (الهواتف الذكية) فضلاً عن الخدمات المتخصصة للأسواق المتخصصة (مثل صناعة السيارات والمنشآت الصناعية والزراعة الدقيقة) لتكون قادرة على المنافسة.

ويمكن تقسيم استثمارات الشبكة إلى نوعين: الشبكات الأساسية وشبكات النفاذ. وتعد الشبكات الأساسية مسؤولة عن العديد من الوظائف في الشبكة، مثل التحكم في التنقل ودورات المستعمل، ونقل حركة البيانات بين شبكة النفاذ الراديوي ونقاط السطح البيني بين شبكات الجيل الخامس والشبكات الخارجية الأخرى، وضمان جودة الخدمة (QoS) والتخزين وإدارة ملفات تعريف المستعملين، وكذلك التوثيق والفوترة. وتشكل شبكة النفاذ الراديوي (RAN)، أو ببساطة شبكة النفاذ، الجزء الأكبر من النفقات الرأسمالية للجيل الخامس وهي

[28] المصدر: Paolini, M. (2012)، اقتصادات الخلايا الصغيرة وتفريغ الواي فاي، Senza Fili Consulting، الصفحة 2.

[29] لم يتم تقدير الحاجة إلى الاستثمار في المعدات الأساسية للشبكة اللاسلكية 4G LTE هنا حيث كان من المفترض أن العملية التي وضع نموذج لها تشمل بالفعل عمليات 4G LTE في المناطق الأكثر جاذبية من الناحية الاقتصادية في البلد، وبالتالي فهي تشمل بالفعل هذه المعدات.

مسؤولة عن وظائف مثل تشكيل وفك تشكيل الإشارات، والتحكم في وسائل النفاذ (طيف الترددات الراديوية)، وتوزيع شبكات الموارد للمستعملين والتنقل.

ولذلك، لبناء شبكات الجيل الخامس عريضة النطاق، يجب على المشغل الجديد الاستثمار في الشبكة الأساسية وعناصر النفاذ.

### 1.2.4 النفقات الرأسمالية للشبكات الأساسية من الجيل الخامس

يعتبر تقدير النفقات الرأسمالية للشبكة الأساسية أكثر تعقيداً من النفقات الرأسمالية لشبكة النفاذ، حيث تختلف عناصر الشبكة المطلوبة اختلافاً كبيراً حسب متطلبات التصميم والميزات التي يختارها كل مشغل لشبكته، بالإضافة إلى عدد المستعملين وحالات الاستعمال التي ينبغي أن تدعمها الشبكة. وعلاوة على ذلك، في حالة الجيل الخامس، هناك اتجاه لتقريب بعض العناصر الأساسية من محطات شبكة النفاذ الأساسية لتوفير اتصالات بكمون منخفض للغاية، قدره حوالي 1 إلى 4 مللي ثانية في النطاق العريض للجيل الخامس.

وفي شبكات الجيل الثاني والثالث والرابع، عادة ما يكون الموقع الجغرافي للشبكة الأساسية مركزياً. ويقوم بعض المشغلين بنشر الشبكات الأساسية الإقليمية واستحداث عمليات تكرار لتحسين تكلفة إدارة الشبكة. وفي الجيل الخامس، على الرغم من استمرار وجود هذا الاحتمال، سيتعين على المشغلين تنظيم بنية الشبكة الأساسية الخاصة بهم بشكل مختلف، وقد تختلف هذه البنية من مشغل إلى آخر حسب قراراتهم الاستراتيجية وحافظة خدماتهم.

غير أنه من منظور إعداد النماذج لا يمكن الخوض في مواصفات الشبكة الأساسية، نظراً لأن كل مُصنِّع لديه ملف تعريف أساسي مختلف بشأن التنفيذ، مما يعني وجود أرقام متباينة للنفقات الرأسمالية للشبكة. ويتضمن النهج الأكثر قابلية للتطبيق تقدير النفقات الرأسمالية للشبكة الأساسية بالاستناد إلى مؤشر بديل للنفقات الرأسمالية لشبكة النفاذ، والتي تمثل في المتوسط 10 في المائة من إجمالي النفقات الرأسمالية.[30] وبالإضافة إلى ذلك، تم تقدير أن التكاليف المرتبطة بالبنية التحتية للشبكة الأساسية تبلغ نحو 10 في المائة من إجمالي النفقات الرأسمالية، حتى مع مراعاة إعدادات التنفيذ المختلفة.[31]

وبالتالي، يتم تسعير تكاليف البنية التحتية للنفاذ كنسبة مئوية من تكاليف الاستثمار في الشبكة الأساسية، والتي تشمل بالفعل تكاليف التشغيل ونقل البيانات والمعدات الراديوية للشبكة. وبعد حساب النفقات الرأسمالية للشبكة الأساسية، يمكن حساب النفقات الرأسمالية لشبكة النفاذ باستعمال المعادلة التالية:

$$CAPEX\ \text{Core} = [CAPEX\ \text{Access}/(1-p)] \times p$$

حيث:

*CAPEX Core* = النفقات الرأسمالية للشبكة الأساسية.

*CAPEX* Access = النفقات الرأسمالية لشبكة النفاذ.

$p$ = النسبة المئوية من إجمالي النفقات الرأسمالية للشبكة الأساسية، المقدرة بنسبة 10 في المائة.

### 2.2.4 النفقات الرأسمالية لشبكة النفاذ من الجيل الخامس

تتبع شبكات النفاذ من الجيل الخامس بنية تحتية غير متجانسة من الخلايا الكبيرة والخلايا الصغيرة، تشبه إلى حد بعيد النهج المستعمل للشبكات المتنقلة من الجيل الرابع (انظر القسم 1.4). وترى الصناعة أن هذا النهج غير المتجانس ضروري لتنفيذ شبكات الجيل الخامس، حيث إن هناك حاجة مع الجيل الخامس إلى تقليل النفقات الرأسمالية المفرطة المطلوبة لتلبية الطلب الهائل على السعة والتوصيلية من ملايين الأجهزة.

وبالإضافة إلى ذلك، نظراً لأن انتشار نطاقات الطيف المستعملة لنشر الجيل الخامس عادةً ما يكون محدوداً (على سبيل المثال، GHz 3,5 وموجات مليمترية)، من الممكن أن تقوض مناطق الحجب التغطية التي توفرها الخلايا الكبيرة، خاصة في المراكز الحضرية الكثيفة والمناطق التي يتعين فيها أن تتخطى الموجات الراديوية

---

[30] انظر Zahid Ghadialy "فهم إجمالي تكلفة الملكية للشبكة المتنقلة": https://blog.3g4g.co.uk/2020/10/understanding-tco-of-mobile-network.html.

[31] يؤيد تقرير رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSMA) الصادر مؤخراً هذا المعيار المرجعي "دراسة تطور تكلفة الشبكات المتنقلة في عصر الجيل الخامس": https://www-gsma-com.translate.goog/futurenetworks/wiki/5g-era-mobile-network-cost-evolution/?_x_tr_sl=pt&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=nui.

المباني الخرسانية، مما يجعل تنفيذ الخلايا الصغيرة ضرورياً لسد هذه الفجوات. وبالتالي، من أجل تلبية الحاجة إلى التغطية لدعم تنقل المستعملين، وكذلك الطلب على السعة، يُلتمس تنفيذ استراتيجية غير متجانسة للحصول على استثمار بشكل تدريجي وأفضل تخصيصاً (بخطوات أصغر، من منظور النفقات الرأسمالية).

وفي مثل هذا النهج، تتكون شبكة النفاذ من الجيل الخامس من نوعين رئيسيين من عناصر الشبكة، ويجب تحديد أبعادهما لتقدير النفقات الرأسمالية اللازمة لتلبية متطلبات التغطية والطلب:

- الخلايا الكبيرة: هي محطات قاعدة راديوية كبيرة تنشر الموجات الكهرمغنطيسية بقوة عالية وتُستعمل عموماً لتلبية متطلبات التغطية والحركة، خاصة في المناطق ذات الكثافة السكانية المنخفضة.
- الخلايا الصغيرة/الفينتو: هي محطات راديوية تعمل في بيئات شديدة الازدحام ذات حركة عالية للمستعملين وتغطية ضعيفة (أحياناً مواقع داخلية). وتتمتع الخلايا الصغيرة بمستويات انبعاث طاقة أقل بكثير من الخلايا الكبيرة، ويمكنها تلبية الطلب على حركة البيانات، وتعزيز التوصيلية لمناطق معينة، مثل المناطق الحضرية المكتظة بالسكان، ومراكز التسوق، ومحطات الحافلات، والمكاتب، والمستشفيات.[32]

وفي هذا السيناريو، ينبغي تنفيذ الاستراتيجية التالية لتلبية متطلبات كل من التغطية والحركة المتعلقتين بنشر شبكات الجيل الخامس.

أولاً، يتم حساب العدد الإجمالي للخلايا الكبيرة من الجيل الخامس اللازمة للتغطية عن طريق تقسيم المنطقة إلى خلايا كبيرة نموذجية للجيل الخامس، على غرار الاستراتيجية المستعملة مع الخلايا الكبيرة للجيل الرابع (انظر القسم 1.4). وفي البلدان التي تنتشر فيها شبكات الجيل الرابع بالفعل، يمكن اتباع نهج تدريجي. ويمكن تغطية المناطق الحضرية الكثيفة أولاً، تليها الضواحي والقرى الريفية والطرق السريعة. وينبغي على واضعي السياسات استعمال سيناريوهات مختلفة لتوسيع التغطية (على سبيل المثال، السريعة والمنطقية والبطيئة) وتقييم تأثير كل منها على النفقات الرأسمالية لكل عام من أعوام المشروع وعلى إجمالي صافي القيمة الحالية.

ولا يزيد مدى الخلايا الكبيرة للجيل الخامس عادةً عن كيلومتر واحد في المناطق الحضرية الكثيفة وفقاً لنطاق الطيف المستعمل. ونظراً لأن عمليات نشر الجيل الخامس التي تستعمل نطاقات منخفضة الطيف والموجهة نحو التغطية (700 MHz، و3,5 GHz، وما إلى ذلك) تعتبر حديثة جداً، ينبغي على واضعي السياسات الحصول على البيانات الحديثة من شبكات الجيل الخامس المنتشرة في منطقتهم لتحديد سيناريوهات معقولة لنطاقات الخلايا لخلايا الجيل الخامس الكبيرة.

وبعد ذلك، لكل سنة من سنوات المشروع، ينبغي على واضعي السياسات التحقق من أن سعة الحركة المتوقعة للخلايا الكبيرة بناءً على متطلبات التغطية كافية لتلبية طلب على الحركة للمستعملين النهائيين. ويمكن استعمال الخلايا الصغيرة/الفينتو لتلبية الطلب على الحركة التي لا تخدمها الخلايا الكبيرة. وبالنسبة لهذا التحليل، يمكن حساب إجمالي الطلب على الحركة بنفس طريقة الحساب المستعملة لشبكات الجيل الرابع، ولكنه يشمل الطلب على الحركة للشبكات المتنقلة من الجيل الخامس ومستعملي الهواتف الذكية ومستعملي النطاق العريض الثابت للنفاذ FWA من الجيل الخامس.

وينبغي تحويل العدد المتوقع لمستعملي الشبكة إلى طلب على الحركة (Mbit/s)، وفقاً لملفات تعريف الاستعمال المختلفة (على سبيل المثال، خطط البيانات المتنقلة وخطط البيانات الثابتة) من المعلومات المعيارية لشبكات الجيل الخامس الأخرى، أو الاتجاهات التاريخية لشبكات الجيل الرابع باستعمال عوامل التصحيح لسيناريو الجيل الخامس.[33]

وتتمثل الخطوة الأخيرة في حساب عدد المواقع المطلوبة لتلبية الطلب على الحركة، على غرار الطريقة المستعملة لشبكات الجيل الرابع، على الرغم من وجود منهجيات أخرى، إلا أنها تتطلب عادةً مزيداً من المعلومات عن جغرافيا الحركة الحالية وتوزيع الوقت.[34] ومن أجل حساب سعة الحركة التي توفرها كل خلية صغيرة وخلية صغرى للجيل الخامس، يتم استعمال المعلمات التقنية النموذجية التالية:

---

[32] يمكن الاطلاع على مزيد من التفاصيل بشأن خصائص الخلايا الصغيرة واستعمالها في نشر شبكات الجيل الخامس في المقال "الشبكة الأساسية لشبكات الجيل الخامس: دليل لتكنولوجيا الخلايا الصغيرة".

[33] أظهر مقال نشرته OpenSignal أن مستعملي الجيل الخامس استهلكوا في سبتمبر 2020، في المتوسط، بيانات تزيد بمقدار 2,7 مرة عن مستعملي الجيل الرابع.

[34] للاطلاع على مثال لمنهجية بديلة، يرجى الرجوع إلى الورقة البيضاء "النطاق العريض المتنقل مع تكنولوجيا النفاذ عالي السرعة بأسلوب الرزم (HSPA) وتكنولوجيا التطور الطويل الأجل (LTE) - جوانب السعة والتكلفة"، متاحة على https://docplayer.net/11419069-White-paper-mobile-broadband-with-hspa-and-lte-capacity-and-cost-aspects.html.

أ) ثلاث قطاعات لكل محطة للخلايا الكبيرة وقطاعان لكل محطة للخلايا الصغرى؛

ب) يكون معدل الموارد الراديوية عادةً 1:3، بنسبة 75 في المائة للوصلة الهابطة و25 في المائة للوصلة الصاعدة؛

ج) الكفاءة الطيفية تبلغ 4 bit/s/Hz، بزيادات سنوية.

وبعد معرفة إجمالي عدد المواقع، يمكن معرفة إجمالي النفقات الرأسمالية المرتبطة بشبكة النفاذ من الجيل الخامس عن طريق ضرب هذه الكميات المتوقعة في تكاليف الوحدة لموقع شبكة الجيل الخامس النموذجية (خلية صغرى أو خلية صغيرة/فينتو).

### 3.2.4 النفقات الرأسمالية المرتبطة بعرض خدمات الجيل الخامس المتخصصة للأسواق المتخصصة

من المتوقع أن تتيح تكنولوجيا الجيل الخامس توفير خدمات متخصصة للأسواق المتخصصة، مثل صناعة السيارات، والمنشآت الصناعية، والزراعة الدقيقة، وما إلى ذلك. غير أن خطوط الأعمال الجديدة هذه ليست مستقرة حتى الآن لمشغلي شبكات الجيل الخامس في البلدان التي أطلقت بالفعل تكنولوجيا الجيل الخامس.

وعلاوة على ذلك، فيما يتعلق بالنفقات الرأسمالية اللازمة لاستكشاف خط الأعمال هذا، ليس من المعقول تقدير النفقات الرأسمالية بناءً على نفس الأساليب الهندسية المستعملة للشبكات الأساسية وشبكات النفاذ. ويرجع ذلك إلى أن الطلب على الخدمات المتخصصة له خاصية يتم تخصيصها جوهرياً للتطبيق – من الناحية الجغرافية ومن حيث المعدات ومتطلبات جودة الخدمة - ولا يكون مدفوعاً بالضرورة بمتطلبات التغطية وسعة الحركة، ولكن بالكمون والارتعاش والخصوصية.

ولذلك، من الضروري تقدير النفقات الرأسمالية التي ينطوي عليها استكشاف هذا النوع من النشاط من خلال نهج مالي، يرتكز على تقدير الإيرادات لهذه الخدمات المتخصصة. وعلى سبيل المثال، يتضمن النهج المعقول حساب نسبة النفقات الرأسمالية/الإيرادات لتشغيل الجيل الخامس دون النظر إلى الإيرادات المتراكمة من تقديم الخدمات المتخصصة، وتطبيق هذه النسبة على الإيرادات المقدرة مع عرض الخدمات المتخصصة. ومن ناحية أخرى، في السنوات التالية، ينبغي أن يكون هناك المزيد من المراجع لحالات التنفيذ الحقيقية، والتي يمكن أن يستعملها واضعو السياسات والمنظمون الذين يطورون خطط أعمال لشبكات الجيل الخامس.

## 3.4 شبكات النفاذ عريضة النطاق الثابتة

يمكن أن تستند النمذجة التي يستعملها المنظمون لتقدير الاستثمار اللازم لبناء شبكات النفاذ FTTH إلى مراجع معترف بها دولياً تتعلق بمعمارية الشبكات وتقنيات تقدير المعدات والألياف البصرية. وبعد حساب كمية المعدات والكبلات المطلوبة وتحديد تكلفة وحدتها، يمكن الحصول على إجمالي النفقات الرأسمالية لنشر الشبكة.

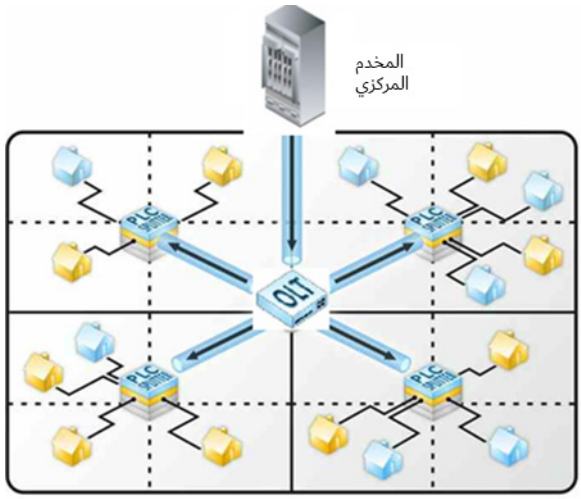
وتتمثل الخطوة الأولى في اختيار تكنولوجيا شبكة FTTH التي سيتم استعمالها كمرجع لتحديد أبعاد الشبكة. وبعد تقييم التكنولوجيات المختلفة في السوق، تم اختيار تكنولوجيا الشبكات البصرية المنفعلة بسرعات الغيغابتة (GPON) (سلسلة التوصيات ITU-T G.984.6-G.984.1) لهذه العملية، بسبب الانتشار الواسع لهذه التكنولوجيا حول العالم.

وتتميز شبكات GPON، وفقاً للتوصية ITU-T G.984.1،[35] بأنها تشمل أنظمة إنهاء الخط البصري وطرفيات الشبكات البصرية، وتتشكل شبكة توزيع بصرية منفعلة من فالقات تربط مطاريف الخط البصري بمطاريف الشبكة البصرية.

ولأغراض هذا التقرير، سيكون النهج الأكثر وضوحاً هو تصميم نموذج للبنية التحتية للشبكة باستعمال أنسب طوبولوجيا تقليدية لشبكات النفاذ FTTH، وهي طوبولوجيا النجمة. وبالتالي، يفترض تحديد أبعاد الشبكة في هذه العملية وجود مكتب مركزي محلي لشبكة FTTH في كل بلدية، بمطاريف للخط البصري وفالقات مثبتة وفقاً للعدد المطلوب من "المنازل التي سيتم توصيل الخدمة إليها" في كل بلدية. ويوضح الشكل 9 الطوبولوجيا المقترحة للشبكة.

[35] https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1/en.

**الشكل 9: طوبولوجيا الشبكات FTTH**




المصدر: الاتحاد

وبناءً على هذه الطوبولوجيا، يتمثل التحدي التالي في تقدير عدد مطاريف الخط البصري، والفالقات، ومحطات الشبكات البصرية وعدد الكيلومترات من كبلات الألياف البصرية في طبقات التجميع[36] والنفاذ[37] المطلوبة لتنفيذ الشبكات FTTH وتوفير خدمات النطاق العريض للغاية.

## مطاريف الخطوط البصرية (OLT)

لتحديد أبعاد عدد مطاريف OLT المطلوبة، من المهم النظر في التوصية ITU-T G.984.1 "الشبكات البصرية المنفعلة بسرعات الغيغابتة (GPON): الخصائص العامة"، والتي تشير إلى أن أقصى معدل للتقسيم البصري قدره 128:1. وهذا يعني أنه يمكن توصيل ما يصل إلى 128 مستعملاً بكل منفذ بصري في مطاريف OLT. ويعد القرار المتعلق بسعة مطاريف OLT (من حيث عدد المنافذ) خياراً يُتخذ عند التصميم، نظراً لأن مطاريف OLT ذات 16 منفذاً متاحة بسهولة في السوق. وفي ضوء الحد الأقصى لمعدل التقسيم البصري وقدرة مطاريف OLT القصوى، من الممكن بالتالي توصيل ما يصل إلى 2 048 مستعملاً لكل مطراف من مطاريف OLT. وبالتالي، يمكن حساب عدد مطاريف OLT التي تحتاج إلى التثبيت في الشبكة FTTH، بشكل عام، على النحو التالي:

$$N_{OLT_p} = \frac{N_{hp}}{K_{OLT} \times S_R}$$

حيث:

$N_{OLT_p}$ هي عدد مطاريف OLT التي سيتم تقديرها بناءً على عدد المنافذ المطلوبة

$N_{hp}$ هي عدد المنازل المطلوبة

$K_{OLT}$ هي عدد منافذ مطاريف OLT المختارة

$S_R$ هي معدل التقسيم البصري المستعمل

ومع ذلك، بالنظر إلى أن سعة تدفق الحركة الإجمالية النموذجية لمطاريف OLT تقتصر عموماً على 10 Gbit/s، كلما زاد عدد المنافذ (وبالتالي، عدد المستعملين المتصلين بنفس مطاريف OLT)، كلما قلت إمكانية عرض توصيلات النطاق العريض عالية السرعة.

وعلى سبيل المثال، يمكن أن توفر مطاريف OLT بعدد أقصى من المستعملين المتصلين وسعة مرور مجمعة تبلغ 10 Gbit/s وعامل نموذجي لتقاسم الشبكة بنسبة 5% (20:1) سرعات للمستعمل النهائي تصل (تقريباً) إلى 100 Mbit/s. ومع ذلك، لزيادة السرعة المقدمة بعد ذلك، سيكون من الضروري زيادة عدد مطاريف OLT

[36] تتكون طبقة التجميع من الشبكة بين المكتب المركزي المحلي للشبكة FTTH والفالقات المنتشرة في الشوارع.
[37] تتكون طبقة النفاذ من الشبكة بين الفالقات المنتشرة في الشوارع ومنازل المشتركين.

لتلبية الطلب الوارد من نفس العدد من المستعملين. وتقدم الصيغة أدناه معادلة لحساب كمية مطاريف OLT وفقاً لسرعة التوصيل المقدمة:

$$N_{OLT_s} = \frac{N_{hp} \times Tx_u \times F_S}{C_{OLT}}$$

حيث:

$N_{OLT_s}$ هي عدد مطاريف OLT التي سيتم تقديرها بناءً على سرعة التوصيل التي سيتم تقديمها للمشتركين

$N_{hp}$ هي عدد المنازل المرغوب

$Tx_u$ هي سرعة التوصيل المقدمة للمشترك النموذجي في الشبكة FTTH بمقدار Mbit/s

$F_S$ هي عامل تقاسم الشبكات

$C_{OLT}$ هي قدرة نقل البيانات لأحد مطاريف OLT بمقدار Mbit/s.

وعلى غرار ما سبق، فإن عامل تقاسم الشبكات $F_S$ (نسبة التشاطر) في الحساب هو معلمة تُراعى عادةً في تصميم شبكات تبديل الرزم مثل شبكات النطاق العريض الثابت. وكما هو موضح هنا وفي القسم 6، يُدخل هذا العنصر في معادلة أبعاد الشبكة واقع أن المشتركين لا ينفذون جميعاً إلى الإنترنت في نفس الوقت، وبالتالي يحسن الكفاءة من خلال إزالة الإفراط في توفير السعة. وكما هو الحال مع شبكات النطاق العريض المتنقل التي نوقشت أعلاه، فإن القيمة النموذجية لشبكات النطاق العريض الثابت هي 20:1 (5% = $F_S$).

## مطاريف الخط البصري

في ضوء الأسلوبين المتاحين لحساب عدد مطاريف الخط البصري (OLT) المطلوبة في شبكة FTTH المراد نشرها، يعتمد الأسلوب الأول على عدد المنافذ المادية المطلوبة لتوصيل جميع المنازل التي سيتم توصيل الخدمة إليها ويستند الأسلوب الثاني إلى السرعة التي سيتم تقديمها للمشتركين، ويتم الوصول إلى الحساب النهائي لعدد مطاريف OLT من خلال أخذ الأسلوب الذي ينتج عنه العدد الأكبر، كما هو موضح في المثال التالي.

**تقدير مطاريف OLT**

$$N_{OLT_p} = \frac{N_{hp}}{K_{OLT} \cdot S_R}$$

$N_{hp}$ =50 000 منزل يمكن توصيل الخدمة إليها

$K_{OLT}$ = 16 портов

$S_R$ = 128

$N_{OLT\ p}$ = 25

$$N_{OLT_s} = \frac{N_{hp} \cdot Tx_u \cdot F_s}{C_{OLT}}$$

$N_{hp}$ =50 000 منزل يمكن توصيل الخدمة إليها

$Tx_u$ = 80 Мбит/с

$F_s$ = 5%

$C_{OLT}$ = 10 000 Мбит/с

$N_{OLT\ s}$ = 20

$$N_{OLT} = \max(N_{OLT_p}; N_{OLT_s}) = 25$$

المصدر: الاتحاد

ملاحظة: القيم المستعملة إرشادية.

## الفالقات

يعد تحديد أبعاد كمية الفالقات التي سيتم تثبيتها في كل بلدية لتغطية العدد المطلوب من المنازل التي سيتم توصيل الخدمة إليها إلى حد كبير خياراً عند التصميم، ويعتمد على خصائص المنطقة الحضرية المراد خدمتها والطلب المتوقع من المستعملين. وبالنظر إلى الحاجة إلى توصيل ما يصل إلى 128 مستعملاً لكل منفذ من مطراف نموذجي من مطاريف OLT، يمكن اختيار العديد من تكوينات الفالقات، على سبيل المثال 2:1، و4:1، و8:1، و16:1، وما إلى ذلك. وإذا أخذنا في الاعتبار نشر طبقة واحدة فقط مكونة من 16:1 فالقة، ستكون هناك حاجة إلى ثمانية فالقات لتوصيل كل منفذ مطاريف OLT إلى 128 مستعملاً. وبشكل عام، فإن معادلة حساب عدد الفالقات المطلوبة في شبكة ذات طبقة واحدة فقط من الفالقات هي:

$$N_{splitter} = \frac{N_{hp}}{K_{splitter}}$$

حيث:

$N_{Splitter}$ هو عدد الفالقات المطلوب عبر الشبكة

$N_{hp}$ هي عدد المنازل المرغوب توصيل الخدمة إليها

$K_{Splitter}$ هي عدد المنافذ المتاحة وفقاً لنوع الفالق المختار، أي الحد الأقصى لعدد المستعملين لكل فالق.

### حساب الألياف البصرية (طبقة الفالقات)

يوضح المثال التالي تقدير عدد الفالقات المطلوب في نشر FTTH معين.

**تقدير عدد الفالقات**

$$N_{splitter} = \frac{N_{hp}}{K_{splitter}}$$

$N_{hp}$ = 50 000 منزل يمكن توصيل الخدمة إليها

$K_{splitter} = 16$ ports

$N_{splitter} = 3{,}125$ splitters

المصدر: الاتحاد

ملاحظة: القيم المستعملة إرشادية.

## النمذجة الرياضية لأبعاد كبل الألياف البصرية

بعد حساب عدد الفالقات ومطاريف OLT المطلوب لتلبية احتياجات العدد المطلوب من المنازل التي سيتم توصيل الخدمة إليها، ستكون الخطوة التالية في نمذجة الاستثمار المطلوب هي حساب عدد الكيلومترات من الألياف البصرية المطلوب لربط جميع العناصر في التسلسل الهرمي النجمي للمكتب المركزي لشبكة FTTH. وبعد تقييم المنهجيات الأكثر استعمالاً لتقدير أميال الألياف البصرية المطلوب لتنفيذ الشبكات FTTH، يبرز نهجان – المكاني والهندسي.

ويعتمد **النهج المكاني** على وجود بيانات جغرافية مكانية للمنطقة الحضرية المراد خدمتها، ومعلومات عن ملف تعريف توزيع المنازل، وشبكات الطرق، وتحديد الموقع الجغرافي لعناصر الاتصالات القائمة، وما إلى ذلك. وبناءً على هذه المعلومات التفصيلية، يتم تحديد الموقع الجغرافي للمكتب المركزي المحلي لشبكة FTTH والفالقات ومطاريف OLT بالطريقة المثلى لاستيعاب العدد المطلوب من المنازل التي سيتم توصيل الخدمة إليها مع تقليل عدد كيلومترات الكبلات اللازمة لربط المعدات المطلوبة. وعلى الرغم من دقة هذا النموذج، إلا أن عيبه بالتحديد هو الحاجة إلى معلومات جغرافية مكانية شاملة لا تكون متاحة في معظم الحالات.

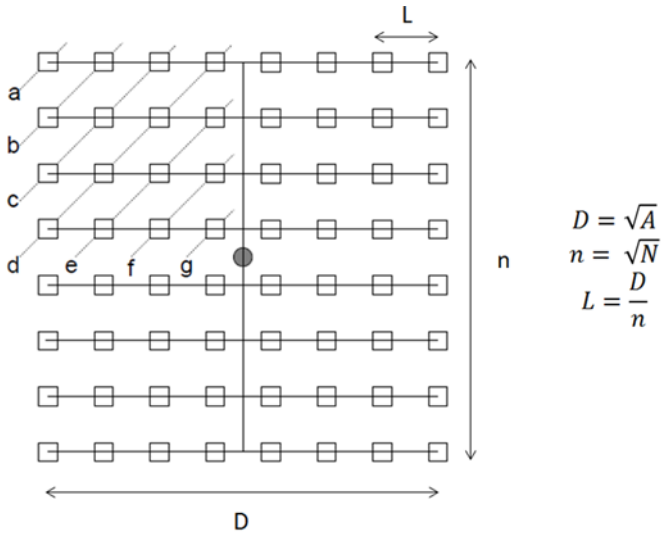
وبدلاً من ذلك، يستعمل **النهج الهندسي** نماذج رياضية لحساب كمية الألياف البصرية المطلوبة بناءً على تبسيط للظروف الجغرافية المكانية والتضاريس الجغرافية وشبكات الطرق وتوزيع المنازل. وعلى الرغم من أنه أقل دقة من النهج المكاني، إلا أنه يمكن أن يوفر تقديراً جيداً لكمية الألياف البصرية المطلوبة حتى في حالة عدم وجود معلومات جغرافية مكانية، ويمثل وسيلة سريعة ودقيقة إلى حد معقول لأبعاد الشبكة.

وتقدم *الدراسة النماذج الهندسية مقابل النماذج الجغرافية لتقدير نشر الشبكات FTTH*[38] تحليلًا مقارناً لنموذج الحساب المكاني ونموذجين للحساب الهندسي، هما نموذج المثلث (TM) ونموذج طول الشارع المبسط (SSL). وتوضح نتيجة هذا التحليل المقارن أن النموذج الهندسي SSL يوفر نتائج أكثر دقة من نموذج المثلث، ولكنه مع ذلك أقل دقة بشكل كبير من النموذج المكاني. وبالإضافة إلى ذلك، يشار إلى أن المصادر الرئيسية لعدم الدقة بين النماذج الهندسية والنموذج المكاني ترجع إلى حد كبير إلى عدم التقاط الاختلافات في التضاريس الجغرافية والتوزيع المكاني للمنازل. واقتُرحت عوامل تصحيح لتطبيقها على نتائج النموذج الهندسي من أجل تحسين الدقة.

وفي ضوء ذلك، في الحالات التي يحول فيها عدم توفر البيانات الجغرافية المكانية للبلديات المراد تقديم الخدمات فيها دون استعمال النموذج المكاني، يُقترح استعمال نموذج SSL الهندسي المصحح الموضح في الدراسة المذكورة لحساب كمية كبلات الألياف البصرية اللازمة لربط عناصر الشبكة البصرية المختلفة.

ويتبنى نموذج SSL كفرضية أساسية توزيعاً موحداً للعناصر المراد توصيلها بالألياف البصرية في منطقة مربعة الشكل، حيث يقع عنصر الطبقة العليا، الذي تتصل به جميع العناصر الأخرى، في وسط هذا المربع، على النحو المعروض في المخطط الوارد في الشكل 10.

**الشكل 10: النموذج الهندسي SSL**




المصدر: الاتحاد

حيث:

$A$ هي المساحة المربعة بالكيلومتر المربع

[38] ورقة أكاديمية نشرها معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) في عام 2013: https://biblio.ugent.be/publication/4402261.

*D* هي طول جانب واحد من المربع بالكيلومترات

*L* هي المسافة بالكيلومترات بين كل عنصر

*N* هي عدد العناصر المدرجة في المربع

*n* هي عدد العناصر الموضوعة على جانب واحد من المربع.

وفي هذا السيناريو، مع الأخذ في الاعتبار القيود الشائعة المرتبطة بوضع الألياف البصرية على طول الشوارع والمسارات الموجودة (المرتبة في نموذج SSL في خطوط أفقية ورأسية)، يكمن التحدي في حساب المسافة من كل عنصر إلى وسط المربع، حيث تعتمد هذه المسافة أساساً على المسافة بين العناصر الموزعة بشكل موحد وكمية تلك العناصر في المربع. وبالإضافة إلى ذلك، هناك عامل آخر ينبغي مراعاته في الحساب وهو وجود عنصرين أو أكثر مكدسين في نفس الموضع. ويتم التقاط هذا التأثير بواسطة المتغير K، وهو متوسط عدد العناصر في نفس الموضع في المربع قيد النظر.

ومن النقاط المهمة التي يتعين ملاحظتها في هذا التمثيل الهندسي هو أنه إذا قسمنا المربع قيد النظر إلى أربعة أرباع متساوية الحجم وقمنا بتصنيف كل العناصر التي تنتمي إلى نفس القطر من الربع، ستكون جميع عناصر نفس الفئة على نفس المسافة من وسط المربع الأصلي. وعلى سبيل المثال، إذا قمنا بفرز العناصر إلى فئات من *a* إلى *g*، الواردة في الشكل 10 أعلاه، فإن المسافة بين كل عنصر ووسط المربع ستكون *a = (n-1) .L; b = (n-2) .L; c = (n-3) .L; ...; g = L*.

وبهذه الطريقة، فإن ضرب مسافة عنصر نموذجي من كل فئة بعدد العناصر في الفئة سيعطي المسافة الإجمالية لجميع عناصر كل فئة إلى وسط المربع الأكبر. وبإضافة المسافات الإجمالية لجميع الفئات، سيتم الحصول على إجمالي المسافة المضافة لجميع عناصر الربع إلى وسط المربع الأكبر. ومن هذه المرحلة وحتى حساب المسافة الإجمالية لجميع العناصر الموجودة في المربع، يكفي الضرب في أربعة المسافة المضافة للربع (نظراً لوجود أربعة أرباع) ثم ضرب هذه القيمة في النهاية في العامل K، حيث يجب أن يكون لكل عنصر ألياف بصرية تربطه بالوسط، حتى لو كان مكدساً على عنصر آخر.

وتلخص المعادلة أدناه حساب كمية الألياف البصرية ($L_{fo}$) المطلوبة لربط جميع العناصر بوسط المربع.

$$L_{fo} = 4xKxLx\sum_{i=1}^{n-1}\left[\min\left(i, n-i\right)x\left(n-i\right)\right]$$

ومن هنا، تتمثل الخطوة التالية في تحديد قيم المتغيرات K وL وn لكل بلدية ولكل طبقة شبكة، والتي سيتم مناقشتها قريباً.

## حساب الألياف البصرية

من أجل حساب عدد الكيلومترات من الألياف البصرية باستعمال النموذج الهندسي SSL، من الضروري تحديد عناصر الشبكة وقيم متغيرات النموذج *A* وD وN وL وn وK. وبالنظر إلى أن لدينا مكتب مركزي محلي لشبكة FTTH، ومطاريف OLT، والفالقات والمساكن المراد توصيل الألياف إليها في كل بلدية، نحتاج إلى إجراء هذا الحساب من خلال سلسلة من الخطوات.

ففي الخطوة الأولى، يتم حساب كمية الألياف البصرية المطلوبة لتوصيل مطاريف OLT لكل بلدية بالمكتب المركزي المحلي لشبكة FTTH. وبالنسبة لهذه الخطوة، يتم تعيين قيمة المنطقة الحضرية المراد تغطيتها إلى المتغير *A*، ويتم تعيين عدد مطاريف OLT المراد تثبيتها إلى المتغير *N*. ومن هذين المتغيرين، يتم حساب قيم *n* وD وL، وبالنظر إلى أن *K* = 1 (التوزيع المنتظم لمطاريف OLT في جميع أنحاء المنطقة الحضرية المغطاة)، يمكن تقدير كمية الألياف البصرية اللازمة لربط جميع مطاريف OLT بالمكتب المركزي المحلي للشبكة FTTH باستعمال معادلة النموذج الهندسي SSL.

وبعد حساب عدد الكيلومترات من كبلات الألياف البصرية اللازمة لتوصيل مطاريف OLT بالمكتب المركزي المحلي للشبكة FTTH في كل بلدية باستعمال نموذج SSL، يتم تقسيم النتيجة بعد ذلك على عامل التصحيح المذكور أعلاه البالغ 55,5 في المائة للتعويض عن أي تقليل في التقدير ناتج عن النموذج الهندسي SSL.

وفي الخطوة الثانية، يتم حساب عدد الكيلومترات من الألياف البصرية المطلوبة لتوصيل فالقات الطبقة الأولى بمطاريف OLT. ولهذا الغرض، يتم إجراء الحساب لكل مطاريف OLT وفالقاته، ثم تُضرب النتيجة في كمية مطاريف OLT المراد تثبيتها.

وفي هذه الخطوة الثانية، يتم تعيين قيمة نفس المنطقة الحضرية التي تم النظر فيها في الخطوة الأولى إلى المتغير *A*، ولكن تتم قسمتها على عدد مطاريف OLT من أجل التطبيق على المنطقة الحضرية المقابلة لمطراف واحد فقط من مطاريف OLT. ويتم تعيين عدد الفالقات لكل مطراف OLT المراد تثبيته إلى المتغير *N*. ومن هذين المتغيرين، نشتق قيم *n* و*D* و*L*، ونأخذ أيضاً في الاعتبار *K* = 1 (التوزيع المنتظم للفالقات عبر المنطقة الحضرية لمطراف OLT واحد)، لتقدير كمية الألياف البصرية اللازمة لربط جميع الفالقات بمطاريف OLT المقابلة لها من خلال تطبيق معادلة نموذج SSL ونفس عامل التصحيح البالغ 55,5 في المائة على نتائجه. وإذا كان من المتوقع وجود أكثر من طبقة واحدة من الفالقات بين مطاريف OLT والمشتركين، يتم تكرار نفس الحساب للطبقات الأخرى من الفالقات النموذجية.

وأخيراً، يجب حساب عدد الكيلومترات من الألياف البصرية المطلوبة لتوصيل المشتركين بالفالقات في كل بلدية. وللقيام بذلك، يتم إجراء الحساب لفالق واحد والمشتركين المعنيين، ثم تُضرب النتائج في عدد الفالقات المراد تثبيتها.

ويتم تعيين للمتغير *A* نفس القيمة المعينة للمنطقة الحضرية التي وضعت في الاعتبار في الخطوة الأولى، ولكن مقسومة على عدد الفالقات المراد تثبيتها. ويتم تعيين المتغير *N* لعدد المنازل التي سيتم توصيل الخدمة إليها لكل فالق. ومن هذين المتغيرين، يمكن اشتقاق قيم *n* و*D* و*L*، وبالنظر إلى أن *K* = 1 (توزيع منتظم[39] للمساكن في جميع أنحاء المنطقة الحضرية التي يغطيها كل فالق)، يمكن حساب كمية الألياف البصرية اللازمة لربط جميع المنازل التي سيتم توصيل الخدمة إليها إلى الفالق الخاص بها عن طريق تطبيق معادلة نموذج SSL وقسمة نتيجتها على معامل تصحيح، وهذه المرة بنسبة 67%[40]، من أجل إجراء تصحيح نظراً لتقدير الناتج عن استعمال النموذج الهندسي المبسط بأقل من قيمته.

ويعتبر كل شيء سليماً حتى الآن. غير أنه لن يتم تحويل جميع المنازل التي يمكن توصيل الخدمة إليها إلى منازل موصولة. ولذلك ينبغي أن يتراوح عدد المنازل الموصولة بين 0 وعدد المنازل المتاحة التي يمكن توصيل الخدمة إليها، وعدم حساب إلا عدد المنازل الموصولة فقط عند حساب الألياف البصرية. ومن أجل وضع ذلك في الاعتبار، ومع مراعاة أنه من غير المعروف أي من المنازل التي يمكن توصيل الخدمة إليها سيتم تحويلها لاحقاً إلى منازل موصولة (على سبيل المثال، تلك الأقرب إلى الفالق أو الأبعد عنه)، سيكون التقريب العادل هو حساب متوسط عدد الكيلومترات من الألياف البصرية لربط منزل واحد تم توصيله إلى الفالق الخاص به في كل بلدية، وضرب هذه القيمة في إجمالي المنازل الجديدة الموصولة المقدر على أساس سنوي. وسيكشف هذا الحساب عن إجمالي كمية كبلات الألياف البصرية اللازم لربط جميع المنازل الموصولة كل عام في كل بلدية.

ومن النقاط المهمة التي ينبغي أخذها في الاعتبار عند حساب إجمالي عدد المنازل الموصولة تأثير "*الاضطراب*" على قاعدة المشتركين. والاضطراب هو مقياس لاستبدال قاعدة المشتركين لدى المشغل؛ وفي الممارسة العملية، يمثل معدل الاضطراب النسبة المئوية للعملاء الذين ألغوا اشتراكهم في خدمة معينة في فترة معينة.

وكنتيجة لتأثير الاضطراب، فإن عدد التثبيتات الجديدة التي يتم إجراؤها كل عام أعلى من صافي التغيير في قاعدة المشتركين لدى المشغل. وهذا يعني أنه إذا كان لدى مشغل ما قاعدة من 000 1 مشترك وزادت هذه القاعدة إلى 100 1 في العام التالي، فإن تأثير الاضطراب يعني أن عدد الخدمات الجديدة المتعاقد عليها في هذه الفترة أكثر من *100*. والتفسير بسيط: إذا تم قياس الاضطراب بنسبة 5 في المائة في تلك السنة، فمن بين 000 1 مشترك أولي، سيكون 50 مشتركاً قد ألغوا عقودهم بينما سيتعاقد 150 مشتركاً جديداً على الخدمة، ليصل إجمالي قاعدة المشتركين الجديدة إلى 100 1.

وتأثير التجديد التدريجي لقاعدة المشتركين يؤثر بشدة على النفقات الرأسمالية لمشروع شبكة FTTH. وفي كل عام، يجب مراعاة الحاجة إلى التثبيت لمراعاة صافي التغيير في الطلب بالإضافة إلى النسبة المئوية للاضطراب مضروبةً في إجمالي المشتركين في نهاية العام السابق. وهذا يعني الحاجة إلى مزيد من كبلات الألياف البصرية والمزيد من حزم معدات منشآت العملاء (CPE)، والتي تشمل مسيِّر المستعمل النهائي (معدات منشآت العملاء) ومطراف الشبكة البصرية (ONT) لتثبيتها في منازل المشتركين. وبالطبع، يمكن ويجب إعادة استعمال

[39] يتم استعمال هذا التبسيط بسبب عدم التوفر المعتاد للمعلومات على المستوى الرأسي للمنازل.

[40] متوسط النسبة المئوية للتقدير بأقل من القيمة في طبقة النفاذ في المناطق الكثيفة السكان؛ راجع "النماذج الهندسية مقابل النماذج الجغرافية لتقدير نشر الشبكات FTTH"، مجلد أنظمة الاتصالات 54، الصفحة 21.

غالبية المعدات CPE ومطاريف ONT المثبتة سابقاً في منازل المشتركين الذين ألغوا عقودهم، إذا أمكن، في منازل المشتركين الجدد - حيث تعتمد النسبة المئوية لإعادة الاستعمال على لوجستيات التخزين والنقل.

وفيما يلي معادلات حساب عدد الكيلومترات من كبلات الألياف البصرية اللازمة لربط المنازل الموصولة بالفالقات الخاصة بها، وكذلك لحساب عدد حزم معدات CPE المطلوبة:

$$Fiber_HC_{total_t} = Fiber_HC_{avg}.[N_{hct} - N_{hct-1}.(1-churn)]$$

$$N_{Pct_CPE_t} = N_{hct} - N_{hct-1}\left[1-churn\ .(1-F_r)\right]$$

حيث:

$Fiber_HC_{total_t}$ هي إجمالي الألياف البصرية (بالكيلومتر) التي سيتم تثبيتها في عام معين $t$ لربط المنازل الموصولة بفالقاتها الخاصة

$Fiber_HC_{avg}$ هي متوسط إجمالي الألياف البصرية (بالكيلومتر) اللازم لتوصيل منزل واحد من المنازل التي سيتم توصيل الخدمة إليها إلى فالقها الخاص

$N_{hct}$ هي عدد المشتركين (بالمنازل الموصولة) في عام معين $t$

$N_{hct-1}$ هي عدد المشتركين (بالمنازل الموصولة) في عام معين $t$-1

$churn$ هي النسبة المئوية للمشتركين الموجودين في العام $t$-1 الذين تركوا قاعدة المشتركين في العام $t$؛

$N_{Pct_CPE_t}$ هي عدد حزم معدات CPE التي سيتم تثبيتها في عام معين $t$؛

$F_r$ هي النسبة المئوية لإعادة استعمال مطاريف ONT المسحوبة من منازل المشتركين الذين ألغوا اشتراكهم في العام $t$.

وجدير بالذكر أن معدلات الاضطراب والنسب المئوية لإعادة الاستعمال للمعدات CPE والمطاريف ONT يمكن أن تختلف اختلافاً كبيراً بين البلدان، ولذلك يُنصح بشدة أن يحصل المنظمون على أرقام دقيقة من المشغلين المحليين. ومع ذلك، في الحالات التي يتضح فيها أنه من المستحيل الحصول على مثل هذه المعلومات، فإن معدل اضطراب بنسبة 5 في المائة سنوياً وعامل إعادة استعمال بنسبة 80 في المائة يعتبران عموماً منطقيين لأبعاد الشبكة.

## حساب الألياف البصرية (المنازل الموصولة)

**الخطوة الأولى:**

**حساب الألياف البصرية – طبقة المطاريف OLT**

$A = 100\ км^2$ $\quad K = 1$ $\quad L_{fo} = 4 \cdot K \cdot L \cdot \sum_{i=1}^{n-1} [\min(i, n-i) \cdot (n-i)]$

$N = 25\ OLT$ $\quad n = \sqrt{N} = 5$ $\quad L_{fo} = 4 \cdot 1 \cdot 2 \cdot \sum_{i=1}^{4} [\min(i, 5-i) \cdot (5-i)]$

$L_{fo} = 4 \cdot 1 \cdot 2 \cdot [(1 \cdot 4) + (2 \cdot 3) + (2 \cdot 3) + (1 \cdot 1)]$

$D = \sqrt{A} = 10\ км$ $\quad L = \frac{D}{n} = 2\ км$ $\quad L_{fo} = 136\ км$

$$L_{fo_corrected} = \frac{136}{0{,}555} \cong 245\ км$$

الخطوة الثانية في حالة طبقة واحدة من الفالقات:

**حساب الألياف البصرية – طبقة الفالقات**

$A = \frac{100\ км^2}{25\ OLT} = 4\ км^2/OLT$ $\quad L_{fo} = 4 \cdot K \cdot L \cdot \sum_{i=1}^{n-1} [\min(i, n-i) \cdot (n-i)]$

$N = \frac{3125\ разветвителей}{25\ OLT} = 125\ разветвителей/OLT$ $\quad L_{fo} = 4 \cdot 1 \cdot 0{,}18 \cdot \sum_{i=1}^{10} [\min(i, 11-i) \cdot (11-i)]$

$n = \sqrt{N} \cong 11$ $\quad K = 1$ $\quad L_{fo} = 4 \cdot 1 \cdot 0{,}18[10 + 18 + 24 + 28 + 30 + 25]$

$D = \sqrt{A} = 2\ км$ $\quad L = \frac{D}{n} \cong 0{,}18\ км$ $\quad L_{fo} = 118{,}8\ км\ на\ OLT$

$$L_{fo_corrected} = \frac{118{,}8}{0{,}555} \cong 214\ км\ на\ OLT$$

حساب إجمالي الألياف البصرية (بالكيلومتر) المراد تثبيتها في عام معين t = 1 لتوصيل المنازل الموصولة بفالقاتها بالإضافة إلى إجمالي عدد حزم معدات CPE التي سيتم تثبيتها في نفس العام في مدينة معينة.

**حساب الألياف البصرية – طبقة المنازل التى يمكن توصيل الخدمة إليها**

$$A = \frac{4\ km^2/OLT}{125\ Splitters/OLTs} = 0{,}032\ km^2/Splitter$$

$$N = \frac{50{,}000\ HP}{3{,}125\ Splitters} = 16\ HP/Splitter$$

$$n = \sqrt{N} \cong 4 \qquad K = 1$$

$$D = \sqrt{A} \cong 0.18\ km \qquad L = \frac{D}{n} \cong 0.045\ km$$

$$L_{fo} = 4 \cdot K \cdot L \cdot \sum_{i=1}^{n-1} [\min(i, n-i) \cdot (n-i)]$$

$$L_{fo} = 4 \cdot 1 \cdot 0.045 \cdot \sum_{i=1}^{3} [\min(i, 4-i) \cdot (4-i)]$$

$$L_{fo} = 4 \cdot 1 \cdot 0.045 \cdot [[(1 \cdot 3) + (2 \cdot 2) + (1 \cdot 1)]$$

$$L_{fo} = 1.44\ km\ per\ Splitter$$

$$L_{fo_corrected} = \frac{1.44}{0.67} \cong 2.15\ km\ per\ Splitter$$

$$Fiber_HC_{avg} = \frac{2.15\ km/Splitter}{16\ HP/Splitter} = 0.135\ km/HP$$

حيث:

$$N_{hc_1} = 10{,}000 \qquad N_{hc_0} = 1{,}000 \qquad churn = 5\% \qquad F_r = 80\%$$

و:

$$Fiber_HC_{total_t} = Fiber_HC_{avg} \cdot [N_{hc_t} - N_{hc_{t-1}} \cdot (1 - churn)]$$

$$N_{Pct_CPE_t} = N_{hc_t} - N_{hc_{t-1}} \cdot [1 - churn \cdot (1 - F_r)]$$

نحصل على:

$$Fiber_HC_{total_1} = 0.135 \cdot (10{,}000 - 1{,}000 \cdot (1 - 0.05)] = 0.135 \cdot 9{,}050 \cong 1{,}222\ km$$

$$N_{Pct\ CPE\ 1} = 10{,}000 - 1{,}000 \cdot [1 - 0.05 \cdot (1 - 0.8)] = 10{,}000 - 990 = 9{,}010\ Pct_CPE$$

المصدر: الاتحاد

ملاحظة: القيم المستعملة إرشادية.

## تكاليف وحدة الشبكات FTTH

يتكون نموذج الشبكات FTTH المعروض حتى الآن من مكاتب مركزية محلية لشبكات FTTH تقوم بتسيير الحركة المحلية إلى الشبكة الأساسية للمشغل ومطاريف OLT والفالقات وأخيراً كبلات الألياف البصرية وحزم معدات CPE. وجدير بالذكر أنه يمكن استعمال كبل الألياف البصرية ذي السعة الأصغر (الأقل تكلفة) لتوصيل الفالقات والمنازل الموصولة، في حين يمكن حجز الألياف البصرية ذات السعة الأكبر (الأكثر تكلفة) للتوصيل البيني بين الفالقات ومطاريف OLT والمكتب المركزي المحلي لشبكة FTTH.

وعلى غرار ما سبق، ينبغي الحصول على تكاليف الوحدة لكل شبكة من عناصر الشبكة هذه مباشرة من المشغلين وموردي الشبكات المحليين.

## نتائج تقدير النفقات الرأسمالية

بعد حساب عدد المكاتب المركزية المحلية للشبكة FTTH ومطاريف OLT والفالقات وحزم معدات CPE وعدد الكيلومترات من الألياف البصرية المطلوبة لنشر شبكة FTTH في كل بلدية، بالإضافة إلى تكاليف الوحدة لهذه المعدات، يمكن الحصول على إجمالي الاستثمار (النفقات التشغيلية) حسب العام.[41]

ومن المهم التأكيد في هذه المرحلة على أن تأثير تقدير الاستثمار على التدفق النقدي للعملية النموذجية سيعتمد على الشرط المحدد لتثبيت البنية التحتية - عادةً السنوات الأولى من التشغيل. وفي السنوات اللاحقة، لن تكون هناك إلا نفقات رأسمالية تتعلق بتمديد كبلات الألياف البصرية اللازمة لربط المشتركين الجدد بينياً بالفالق وتكلفة شراء حزمة معدات CPE وتوزيعها على المشتركين - الاحتياجات من حيث البنية التحتية التي ستختلف وفقاً لتطور طلب المشتركين في شبكة FTTH على مر السنين.

[41] لم يتم النظر في النفقات الرأسمالية اللازمة لتسيير حركة البيانات خارج البلديات (منبع مركز التبادل المحلي للشبكة FTTH)، على افتراض وجود شبكة أساسية وطنية قائمة مسبقاً تربط جميع البلديات التي سيتم إدراجها في مشروع الشبكة FTTH.

## 4.4 شبكات النقل

في ضوء الطلب المتزايد على شبكات النفاذ ذي النطاق العريض الفائق، يعاني العديد من البلدان من نقص في البنية التحتية لشبكة النقل القادرة على تسيير كل حركة البيانات الواردة والصادرة بين البلديات أو المناطق والشبكة الأساسية للمشغل.

وغالباً ما يواجه واضعو السياسات الآن التحدي المتمثل في تشجيع نشر شبكة النقل البصري من خلال السياسات العامة التي توفر ظروفاً مواتية لجذب الاستثمار الخاص لسد هذه الفجوة في البنية التحتية. وفي هذا السياق، غالباً ما يكون تقدير النفقات الرأسمالية لنشر شبكات نقل الألياف البصرية مفيداً لتطوير أو تقييم مشاريع نشر البنية التحتية المستدامة اقتصادياً.

ومن أجل تبسيط المشروع وتقدير النفقات الرأسمالية، لأغراض هذه العملية، يمكن اعتبار شبكة نقل الألياف البصرية على أنها مجموعة من وصلات الألياف البصرية التي تشمل مرسلات ومكبرات التراتب الرقمي المتزامن (SDH) في نقاط النهاية الخاصة بها، والموصولة بكبلات الألياف البصرية تحت الأرض، ووضع بعض مكررات الألياف البصرية على طول الكبلات. وبالإضافة إلى ذلك، فإن عناصر الشبكة مثل معدات إرسال الإضافة والحذف البصرية القابلة لإعادة التشكيل والقائمة على تعدد الإرسال بالتقسيم المكثف للطول الموجي (DWDM) (ROADM) ولوحات التوزيع البصرية (ODF) مطلوبة لدمج حركة البيانات في الشبكة الأساسية الوطنية.

ويعتمد كل من عدد عناصر الشبكة المطلوبة وقدرتها بشدة على الحد الأدنى من الصبيب المطلوب (في البلدية أو إجمالي الطلب الإقليمي على الحركة) والمسافة بين البلدية أو الإقليم وأقرب نقطة أساسية للمشغل. وبعد معرفة هاتين المعلومتين الحيويتين لجميع وصلات النقل المطلوبة، يمكن تقدير إجمالي النفقات الرأسمالية.

وفي حالة معدات نقطة طرفية للشبكة - على وجه التحديد، المرسلات - يعتمد عدد العناصر المطلوبة على طلب كل بلدية. أي، يتم النظر في استعمال المعدات ذات السعة المحددة لنقل البيانات (Mbit/s)، وبناءً على الطلب على البيانات، يتم تقدير الكمية المطلوبة من المعدات.

ومع ذلك، تمثل المعدات الأساسية التعديلات المحتملة على الشبكة والمطلوبة لدعم طلب بلدية معينة. وفي الواقع، قد يتطلب ربط بلدية جديدة بالشبكة الأساسية توسيع قدرة بعض عناصر الشبكة. وفي هذه الحالة، من الضروري لكل بلدية إجراء تقدير كمي لتحسين عناصر الشبكة الأساسية.

وترتبط المجموعة الأخيرة من عناصر الشبكة بالطول الكلي للشبكة. وفي شبكة الألياف البصرية، تعتمد كمية الألياف البصرية وعدد القنوات والخنادق اللازمة بشكل مباشر على طول الشبكة، ووضع مكررات على مسافات معينة، حسب نطاقها. ويختلف نطاق مكررات الألياف البصرية باختلاف مورد الشبكة وقد يُتوقع أيضاً أن يتطور بمرور الوقت؛ ومع ذلك، كقاعدة عامة، يعتبر إدراج مكررات كل 70 كيلومتراً طبيعياً إلى حد ما لتصميمات شبكة النقل بالألياف البصرية.

ولحساب تكلفة هذه المجموعة من عناصر الشبكة، من الضروري تحديد طول كل وصلة شبكة يتم إنشاؤه. ويمكن القيام بذلك باستعمال، كمرجع، أقل مسافة طريق بين البلدية المراد توصيلها والشبكة الأساسية الوطنية للألياف البصرية، نظراً لأن وضع الألياف البصرية على طول الطرق السريعة والطرق العادية بين البلديات عادةً ما يقلل التكاليف ووقت النشر.

وجدير بالذكر أن استراتيجية الحساب هذه تستند إلى نشر الشبكة في طوبولوجيا النجمة (التوصيل من نقطة إلى نقطة بدون تطبيق أمثل حل). ومع ذلك، نظراً لأنه يمكن توصيل أكثر من بلدية واحدة بنفس النقطة على الشبكة الأساسية الوطنية، ينبغي تقييم إمكانية تنفيذ أجزاء من الشبكة في طوبولوجيا دائرية، حيث تكون البلديات موصولة ببعضها البعض ولديها نقطة مشتركة لتدفق الحركة إلى الشبكة الأساسية الوطنية. ويقلل هذا النهج الهجين بشكل كبير عدد الكيلومترات من الألياف البصرية المطلوبة ولكنه يتطلب من المنظمين تحديد الطوبولوجيا المادية للشبكة المقرر نشرها أولاً.

وأخيراً، بعد حساب حجم المعدات وكبلات الألياف البصرية المطلوبة، يتم ضرب النتيجة في تكلفة الوحدة لهذه المعدات، ويفضل الحصول عليها مباشرة من الشركات المصنعة والموردين الذين يعملون بالفعل في البلد المعني. وتسفر النتيجة النهائية لكل هذه الحسابات عن تقدير إجمالي النفقات الرأسمالية للمشروع.

## 5 تقدير النفقات التشغيلية (opex) لتوفير خدمات النطاق العريض

يتناول هذا القسم تقدير التكاليف والنفقات الجارية (النفقات التشغيلية) لمشروع النطاق العريض من أجل تقدير التدفقات النقدية بدقة لوضع خطة الأعمال. وسيتم النظر في ثلاث نُهج رئيسية لتقدير النفقات التشغيلية:

- استعمال نماذج التكلفة؛
- استعمال التكاليف والنفقات السابقة؛
- استعمال المعايير المرجعية.

وبالنسبة لواضعي السياسات، سيعتمد القرار الذي سيُتخذ على توافر البيانات.

### 1.5 استعمال نماذج التكلفة لتقدير النفقات التشغيلية

يمكن اشتقاق تقدير قيمة النفقات عند حساب صافي القيمة الحالية للمشروع من المعلومات المستمدة من نموذج التكلفة للحالات التي يكون فيها على هيئات تنظيم الاتصالات، كالتزام تنظيمي، إجراء فصل محاسبي وعرض نماذج التكلفة بغرض تنظيم تعريفات البيع بالجملة.

وعلى الرغم من أن هذه الالتزامات التنظيمية تتعلق بتقدير تكاليف منتجات البيع بالجملة، فإن البيانات المرتبطة بمحاسبة التكاليف هذه توفر مدخلات قيّمة يمكن استعمالها لتقدير النفقات التشغيلية لمشاريع النطاق العريض.

ومن الأساليب المثيرة للاهتمام هي استعمال بيانات التكاليف الموزَّعة بالكامل (FAC)، وهو نهج من أعلى إلى أسفل[42] لتقدير التكاليف التشغيلية المرتبطة بتوفير خدمات النطاق العريض. وفي هذا النهج، تشتمل التكلفة الإجمالية للخدمة التي يقدمها المشغل على جميع التكاليف المحاسبية التي تتكبدها الشركة في توفير تلك الخدمة - بما في ذلك تكلفة رأس المال. وبالتالي يمكن تمثيل إجمالي تكلفة المنتج بالمعادلات التالية:

إجمالي تكلفة المنتج (TC) = النفقات + تكلفة رأس المال

تكلفة رأس المال (CC) = رأس المال المستعمل في المنتج x المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال (WACC)

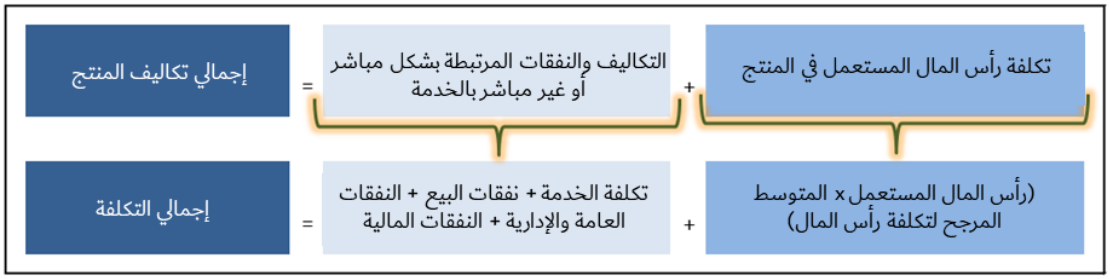
حيث:

*تشير النفقات* إلى مجموع تكلفة الخدمة والمبيعات والنفقات العامة والإدارية والنفقات المالية المرتبطة بشكل مباشر أو غير مباشر بإنتاج المنتج؛

*تكلفة رأس المال* (CC) هي المكافأة الافتراضية التي ينبغي أن يحصل عليها مقدم الخدمة للحفاظ على رأس المال المستثمر في أصوله؛

*WACC* هي المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال.

**الشكل 11: تكوين إجمالي التكاليف**




المصدر: الاتحاد

[42] في مثل هذا النهج، يبدأ الحساب من المعلومات المحاسبية الفعلية للمشغلين ويتم توزيعه على كل خدمة بطريقة محددة.

وجدير بالذكر أيضاً أن خدمات الاتصالات المختلفة التي يقدمها المشغلون أنفسهم تستعمل خدمات أخرى يتم إنتاجها داخلياً، ولذلك يجب أن تغطي إجمالي تكلفة المنتج النفقات المتعلقة بهذه التحويلات الداخلية، إن وجدت.

ويمكن تقييم التحويلات الداخلية بطريقتين:

'1' إذا كان المنتج يسوق خارجياً، يجب أن يكون سعر التحويل الداخلي هو نفس السعر الذي يتم تحصيله من مقدمي خدمات الاتصالات الآخرين؛

'2' إذا لم يكن يسوق خارجياً، فإن سعر التحويل الداخلي يعتمد على إجمالي تكلفة المنتج، محسوباً بالمعادلة (الشكل 12) المتعلقة بإجمالي تكلفة المنتج (TC).

واستناداً إلى المعلومات التي قدمها مقدمو الخدمة في أحكام ومنهجية الفصل المحاسبي التي وضعتها الوكالة التنظيمية بموجب نموذج التكلفة من أعلى إلى أسفل، يمكن تحديد تكوين إجمالي التكلفة لكل خدمة من الخدمات المقدمة.

ويمكن أن يستند توقع النفقات التشغيلية المطلوب لحساب صافي القيمة الحالية لمشروع النطاق العريض على حاصل مجموع النفقات المتكبدة في توفير مجموعة من الخدمات التي يوفرها أحد مقدمي الخدمات أو مجموعة من مقدمي الخدمات، ومجموع صافي إيرادات التشغيل لنفس المجموعة من الخدمات.

### الشكل 12: نسبة النفقات/صافي الإيرادات

المصدر: الاتحاد

وينبغي تطبيق النسبة الناتجة لإجمالي التكاليف والنفقات/صافي الإيرادات على الإيرادات المقدرة سنة تلو الأخرى في خطة الأعمال، مما يؤدي إلى تقدير جزء من النفقات التشغيلية.

وعند تحليل مجموعة مخصصات النفقات التي تتكون منها فئة "تكاليف الخدمات"، من الممكن توزيعها (بناءً على خصائصها) على فئتين فرعيتين منفصلتين: ( أ ) تكاليف التشغيل والصيانة؛ (ب) التعويضات المدفوعة لمقرضين آخرين (على سبيل المثال، التوصيل البيني وتأجير الشبكة وغيرها من النفقات المماثلة).

وفي هذه المرحلة، لا يتبقى إلا تقدير جزء النفقات المتعلقة بتكاليف التشغيل والصيانة (النفقات التشغيلية والتشغيل والصيانة) التي تم استبعادها من حسابات تكاليف الخدمة لأنها تعتمد في الأساس على النفقات الرأسمالية للمشروع. ولتقدير هذا الجزء من النفقات التشغيلية، يمكن استعمال معلومات النفقات التشغيلية السنوية للوحدة لكل عنصر من عناصر الشبكة المطلوبة لبناء الشبكة.

### الجدول 3: تكاليف التشغيل والصيانة

| عناصر الشبكة | النفقات الرأسمالية | النفقات التشغيلية |
|---|---|---|
| العنصر 1 | X | % من X |
| العنصر 2 | Z | % من Z |
| العنصر 3 | Y | % من Y |
| | | التشغيل والصيانة (OAM) |

نظراً إلى أن حساب تكاليف التشغيل والصيانة يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالنفقات الرأسمالية التي سيتم تنفيذها، يمكن حساب التكاليف المتعلقة بهذه الفئة الفرعية من النفقات باستخدام نسبة مئوية من منهجية توقعات النفقات الرأسمالية، بدلاً من استخدام القيم المتوسطة المستمدة من البيانات التاريخية لمقدم الخدمة.

**الجدول 4: تقدير إجمالي النفقات التشغيلية باستعمال نموذج التكلفة**

| | السنة 1 | السنة 2 | السنة 3 | السنة 4 | ... |
|---|---|---|---|---|---|
| صافي الإيرادات | X | Z | Y | W | ... |
| نسبة النفقات/ الإيرادات | r% | r% | r% | r% | r% |
| النفقات التشغيلية 1 | X . r% | Z . r% | Y . r% | X . r% | ... |
| التشغيل والصيانة (OAM) | نفقات التشغيل والصيانة | نفقات التشغيل والصيانة | نفقات التشغيل والصيانة | نفقات التشغيل والصيانة | |
| إجمالي النفقات التشغيلية | (X. r%) + نفقات التشغيل والصيانة | (Z. r%) + نفقات التشغيل والصيانة | (Y. r%) + نفقات التشغيل والصيانة | (Y. r%) + نفقات التشغيل والصيانة | |

## استعمال نماذج التكلفة لتقدير النفقات الشتغيلية

السيناريو: مشغل شبكة متنقلة سيطلق مشروع شبكة نطاق عريض لاسلكية 4G LTE. ومن أجل تقدير النفقات التشغيلية للمشروع الجديد، يتمثل أحد النُهج الممكنة في استعمال نماذج التكلفة التي وضعتها/طبقتها بالفعل هيئة تنظيم الخدمات المتنقلة الأخرى.

**نماذج التكاليف**

**إجمالي تكاليف وإيرادات المنتجات المتعلقة بالخدمات المتنقلة**

| | |
|---|---|
| إيرادات التشغيل | 255,432,605 |
| التكاليف والنفقات + تكاليف رأس المال المستعمل | 127,568,537 |
| تكاليف الخدمات | 43,845,976 |
| النفقات التجارية | 51,119,948 |
| النفقات الإدارية والعامة | 32,602,613 |

**نسبة (النفقات/الإيرادات)** 0.50

| | إجمالي الإيرادات | نسبة (النفقات/الإيرادات) | النفقات التشغيلية 1 | الحجم | النفقات التشغيلية 2 | إجمالي النفقات التشغيلية |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Y01 | $ 3,774,600 | 0.50 | $ 1,885,116 | 100 | $ 2,249,750 | $ 4,134,866 |
| Y02 | $ 14,098,752 | 0.50 | $ 7,041,220 | 200 | $ 4,499,500 | $ 11,540,720 |
| Y03 | $ 32,616,176 | 0.50 | $ 16,289,220 | 300 | $ 6,749,250 | $ 23,038,470 |
| Y04 | $ 53,052,192 | 0.50 | $ 26,495,406 | 400 | $ 8,999,000 | $ 35,494,406 |
| Y05 | $ 81,791,516 | 0.50 | $ 40,848,442 | 500 | $ 11,248,750 | $ 52,097,192 |

| عناصر الشبكة | النفقات الرأسمالية | % النفقات التشغيلية | النفقات التشغيلية 2 لكل وحدة |
|---|---|---|---|
| العنصر 1 | $ 23,750 | 11% | $ 2,613 |
| العنصر 2 | $ 222,500 | 7% | $ 15,575 |
| العنصر 3 | $ 142,500 | 3% | $ 4,275 |
| العنصر 4 | $ 3,500 | 1% | $ 35 |
| الإجمالي | | | $ 22,498 |

المصدر: الاتحاد

ملاحظة: القيم المستعملة إرشادية.

## 2.5 استعمال التكاليف والنفقات السابقة لتقدير النفقات التشغيلية

في حالة عدم وجود نموذج تكلفة ناضج بما فيه الكفاية لتقدير النفقات التشغيلية للمنتج الذي سيتم إطلاقه، قد يكون البديل هو استعمال بيانات الوضع المالي للشركات القائمة بالفعل في البلد والتي كانت تقدم خدمة مكافئة (أو مشابهة جداً) للخدمة المقترحة في خطة الأعمال.

والنهج الموصى به هو تقييم الاتجاه التاريخي لسلوك النفقات التشغيلية كدالة لصافي الإيرادات. وبعد تحديد علاقة مستقرة بين هذين المتغيرين، يمكن استعمال هذه النسبة لتقدير النفقات التشغيلية.

**الشكل 13: نسبة النفقات التاريخية/صافي الإيرادات**

المصدر: الاتحاد

عندما لا يكون من الممكن تحديد علاقة مستقرة بين الإيرادات والنفقات، فإن أفضل استراتيجية هي مراجعة الحسابات التحليلية وإزالة التحيزات المحتملة، بحيث يمكن استعمال تقدير مستقر للتدفق النقدي طوال الوقت.

وبعد تقدير النسبة بين النفقات التشغيلية (بما في ذلك تكلفة الخدمة والمبيعات والنفقات العامة والإدارية) وصافي الإيرادات، يجب تطبيق هذه النسبة على إجمالي الإيرادات السنوية المقدرة في التدفق النقدي. وتعطي النتيجة النفقات التشغيلية لكل عام.

**الجدول 5: تقدير إجمالي النفقات التشغيلية باستعمال التكاليف والنفقات السابقة**

| | السنة 1 | السنة 2 | السنة 3 | السنة 4 | ... |
|---|---|---|---|---|---|
| صافي الإيرادات | X | Z | Y | W | ... |
| نسبة النفقات/الإيرادات | r% | r% | r% | r% | r% |
| إجمالي النفقات التشغيلية | X . r% | Z . r% | Y . r% | X . r% | ... |

المصدر: الاتحاد

## 3.5 استعمال المعايير المرجعية لتقدير النفقات التشغيلية

عندما تكون الخدمة جديدة نسبياً ولا توجد عمليات تجارية ناضجة بما فيه الكفاية في البلد المعني من شأنها أن تجعل من الممكن تقدير النفقات التشغيلية بناءً على بيانات الوضع المالي الحقيقية، فإن استعمال المعايير المرجعية يوفر بديلاً معقولاً.

ويمكن العثور بسهولة على النقاط المرجعية لنمذجة إجمالي نفقات خطة الأعمال في الأدبيات المتخصصة، بما في ذلك تقييم سلوك شركة تقدم خدمة مبتكرة (وربما لم تتم تجربتها من قبل). ويتعلق أحد أكثر المعايير انتشاراً بالعلاقة بين النفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية من خلال نسبة النفقات الرأسمالية/إجمالي تكلفة الملكية[43] للمشاريع التي تنطوي على تكنولوجيات جديدة. ويجب اختيار ثلاثة أسواق مرجعية مختلفة على الأقل يمكن من خلالها تحديد قيمة مرجعية ليتم تطبيقها في خطة الأعمال.

ومن خلال هذا النهج، يتم تقدير إجمالي النفقات التشغيلية بناءً على علاقة مباشرة بإجمالي النفقات الرأسمالية، كما هو موضح في الشكل 14.

[43] إجمالي تكلفة الملكية = النفقات الرأسمالية + النفقات التشغيلية.

### الشكل 14: نسبة النفقات الرأسمالية/النفقات التشغيلية

المصدر: الاتحاد

ومع ذلك، نظراً لوجود علاقة قوية بشكل عام بين التكاليف والنفقات الحالية وعدد المستعملين النشطين للشبكة، فإننا نقترح، من أجل تقدير النفقات التشغيلية السنوية، قسمة إجمالي النفقات التشغيلية - المقدرة كدالة من إجمالي النفقات الرأسمالية - على مجموع المستعملين في كل سنة من خطة الأعمال، ثم ضرب هذا الرقم في إجمالي عدد المستعملين المتوقع كل عام، وبالتالي بناء تطور سنوي للتشغيل وفقاً لطلب المستعملين.

### الشكل 15: النفقات التشغيلية للوحدة

المصدر: الاتحاد

### الجدول 6: تقدير إجمالي النفقات التشغيلية باستعمال المعيار

| | السنة 1 | السنة 2 | .... | السنة n | الإجمالي |
|---|---|---|---|---|---|
| الطلب | X | Z | ... | W | إجمالي الطلب |
| النفقات التشغيلية للوحدة | u | u | u | u | U |
| النفقات التشغيلية | X . u | Z . u | Y . u | W . u | إجمالي النفقات التشغيلية |

المصدر: الاتحاد

### استعمال التكاليف والنفقات السابقة لتقدير النفقات التشغيلية

السيناريو: مشغل النطاق العريض الثابت الذي سيطلق مشروع الشبكة FTTH في بلد ما إلى جانب مشغلين آخرين يقدمون هذه الخدمة بالفعل. ومن أجل تقدير النفقات التشغيلية للمشروع الجديد، تتمثل إحدى النُهج الممكنة في استعمال بيانات الوضع المالي لشركات المشغلين القائمة بالفعل في البلد والتي تقدم خدمة مكافئة (أو مشابهة جداً) لتلك التي سيتم إطلاقها.

ويوضح هذا المثال الوضع المالي الإرشادي لمشغل قائم بالفعل. ولتقدير نسبة النفقات/الإيرادات، من الضروري إزالة تكاليف الإهلاك والاستهلاك، نظراً لأنه سيتم حساب النسبة مباشرة من النفقات الرأسمالية. وسيتم تطبيق النسبة المقدرة على الإيرادات المقدرة من أجل تقدير النفقات التشغيلية.

| بيان الوضع المالي | Y03 | Y04 | Y05 |
|---|---|---|---|
| الإيرادات التشغيلية | 297,912,913 | 325,137,496 | 340,544,845 |
| التكاليف والنفقات التشغيلية | 262,441,526 | 286,267,393 | 307,163,411 |
| *تكاليف المبيعات والخدمات* | *151,754,644* | *159,353,526* | *165,445,249* |
| *النفقات التجارية والإدارية والعامة* | *67,120,319* | *76,033,705* | *80,211,477* |
| *النفقات الأخرى* | *1,661,652* | *1,371,521* | *8,115,038* |
| *الإهلاك والاستهلاك* | *41,904,912* | *49,508,640* | *53,391,647* |
| نسبة (النفقات/الإيرادات) | 0.74 | 0.73 | 0.75 |

| | إجمالي الإيرادات | نسبه (النفقات/الإيرادات) | إجمالي النفقات التشغيلية |
|---|---|---|---|
| Y01 | $ 3,774,600 | 0.74 | $ 2,785,209 |
| Y02 | $ 14,098,752 | 0.74 | $ 10,403,215 |
| Y03 | $ 32,616,176 | 0.74 | $ 24,066,887 |
| Y04 | $ 53,052,192 | 0.74 | $ 39,146,256 |
| Y05 | $ 81,791,516 | 0.74 | $ 60,352,483 |
| Y06 | $ 110,553,418 | 0.74 | $ 81,575,373 |
| Y07 | $ 138,700,777 | 0.74 | $ 102,344,801 |
| Y08 | $ 177,186,170 | 0.74 | $ 130,742,478 |
| Y09 | $ 225,332,475 | 0.74 | $ 166,268,767 |
| Y10 | $ 295,886,060 | 0.74 | $ 218,328,985 |

المصدر: الاتحاد

ملاحظة: القيم المستعملة إرشادية.

## 6 تقدير المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال

يمثل تحديد المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال خطوة حاسمة في عملية تحديد الأسعار في قطاع الاتصالات ويؤثر تأثيراً كبيراً على نماذج عطاءات الاتصالات ونماذج تسعير الطيف. وقد يؤدي تعيين المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال على مستوى منخفض للغاية إلى تثبيط الاستثمارات الجديدة وينتج عنه أسعار أقل من التكاليف الفعّالة. ومن ناحية أخرى، إذا تم تعيينه على مستوى مرتفع للغاية، فقد يشجع ذلك على الاستثمار المفرط وينتج عنه أسعار مرتفعة للغاية.

والمتوسط المرجح لتكلفة رأس المال عموماً هو النسبة المئوية المكافئة للمتوسط المرجح لتكلفة الفرصة البديلة لمصادر التمويل الدائم لمقدمي الخدمات. ويتم توفير معلمات هذه الحسابات من خلال معادلة مشتقة من نموذج تسعير الأصول الرأسمالية (CAPM)، المحدد على النحو التالي:

$$WACC_J^{After\ Tax} = K_d\left(1-\tau\right)\left(D|D+E\right)+K_e^j\left(E|D+E\right)$$

حيث:

$K_d$ تكلفة الدين

$\tau$ *معدل الضريبة*

$\left(D|D+E\right)$ *النسبة المئوية لرأس المال التي تعتبر ديناً*

$K_e^j$ *تكلفة حقوق الملكية*

$\left(E|D+E\right)$ *النسبة المئوية لرأس المال التي تعتبر حقوق ملكية*

وجدير بالذكر أنه يمكن أن تختلف المديونية الفعلية لمقدمي خدمات الاتصالات في بعض البلدان اختلافاً واسعاً، ولا سيما بين مقدمي خدمات الاتصالات الوطنيين وأولئك الذين لديهم مقار في الخارج والذين يمكنهم الاستفادة من رؤوس الأموال من خارج المجموعة ومن التمويل داخل المجموعة.

*وبالنظر إلى هذا المجال الواسع للمديونية ال*محتملة، قد تختار هيئة التنظيم تحديد مستوى المديونية بناءً على متوسط مستوى الدين الذي تعمل به البنوك الاستثمارية وهيئات التنظيم في جميع أنحاء العالم والمتوسط لدى الشركات العالمية.

### تكلفة تقدير الدين

تقدر تكلفة الدين وفقاً للمعادلة:

$$K_d = rd_f^T\left(1+Spread\right)$$

حيث:

$rd_f^T$ *السند الخالي من المخاطر*

$Spread$ *هو معدل مخاطر الائتمان، الذي يؤخذ على أنه متوسط فرق سعر الفائدة الذي يدفعه جميع مقدمي خدمات الاتصالات في تلك السوق*

### تكلفة تقدير حقوق الملكية

يتم تقدير تكلفة حقوق الملكية وفقاً للمعادلة:

$$K_e^j = \left(re_f^T+\beta_j MRP+CRP\right)\times\left(\left(1+\pi_{local}\right)|\left(1+\pi_{US}\right)\right)$$

حيث:

$re_f^T$ *هي المعدل الخالي من المخاطر، بناءً على المفهوم العام للعائدات على سند بناءً على أصول ذات عائد حتى أجل استحقاق يبلغ خمس سنوات على الأقل؛*

$\beta_j$ *هي معامل بيتا الخاص بحقوق الملكية. ومن الممكن حسابه بناء على أسهم مقدم الاتصالات؛ وهو السعر مقابل سوق الأسهم ككل، أو بدلاً من ذلك يمكن استعمال معيار مرجعي دولي. وينبغي أن يستعمل أي من النهجين قيمة لبيتا بدون نسبة دين وسيتم رفعها من خلال هيكل رأس المال الأمثل المحدد وفقاً لهيكل رأس المال لمشغلي الاتصالات المحلية؛*

*CRP هي* علاوة *مخاطر البلد؛*

*عند تقدير تكلفة حقوق الملكية وفقاً للنهج العالمي، من الضروري إدخال علاوة المخاطر الخاصة بالبلد*

*في معادلة* $K_e^j$ تكلفة حقوق الملكية *والفرق بين التضخم المحلي والتضخم في الولايات المتحدة الأمريكية*

$MRP$ *هي علاوة مخاطر السوق.*

## تقدير علاوة مخاطر السوق (MRP)

يتم تقدير علاوة مخاطر السوق وفقاً للمعادلة:

$$MRP = \frac{1}{P}\sum_{h=1}^{p}\left(r_m^{T-h} - re_f^{T-h}\right)$$

حيث:

$re_f^{T-h}$ *هي* المعدل *الخالي من المخاطر*

$r_m^{T-h}$ *هي العائد على مؤشر السوق*

وينبغي ألا تقل الفترة الزمنية للبيانات التاريخية المستعملة لتقدير علاوة مخاطر السوق عن خمس سنوات. وعلاوة على ذلك، يجب تجاهل الفترات التي تعكس الحالات الشاذة في السوق.

## نموذج CAPM المحلي أو نموذج CAPM العالمي

هناك نهجان رئيسيان لتقدير تكلفة حقوق الملكية: نموذج تسعير الأصول الرأسمالية العالمي أو نموذج تسعير الأصول الرأسمالية المحلي. وعادةً ما تستعمل البنوك نموذج CAPM العالمي، في حين تستعمل السلطات التنظيمية (مثل ANTT، منظم النقل في البرازيل؛ وARCEP (فرنسا)؛ وCMT (إسبانيا)؛ وComReg (أيرلندا)؛ وOfcom (المملكة المتحدة)؛ وPTS (السويد)) عادةً نموذج CAPM المحلي. ويمكن تقدير نموذج CAPM باستعمال المعلمات المحلية إذا توافرت بيانات مستقرة. ولكل من النهجين مزايا وعيوب، ومع ذلك، يوصى باستعمال نموذج CAPM المحلي عندما تكون البيانات متاحة، لأنها أكثر شفافية وتميل إلى أن تعكس السوق المحلية بشكل أفضل.

ويحاول نموذج CAPM العالمي بناء صورة حقيقية للبلد باستعمال البيانات الدولية. ويوصى به في حالات محدودية توافر المعلومات عن السوق المحلية و/أو المعلومات عن أصول الاتصالات المدرجة في بورصة الأوراق المالية في البلد المعني.

وتتمثل إحدى الطرق البديلة لالتقاط المخاطر غير المحسوبة في إضافة عوامل أخرى إلى نموذج CAPM العالمي والتي يمكن أن تمثل مخاطر سياسية وتنظيمية ومخاطر أخرى – غير أن هذه النماذج لا تزال تجريبية في الوقت الحالي. ويكشف البحث على الإنترنت بسرعة عن مجموعة متنوعة من البيانات التي يمكن أن تساعد في حساب نموذج CAPM[44] مثل تلك المعروضة في الجدول 7.

[44] يتم تقديم اقتراح مفيد هنا: http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/home.htm.

**الجدول 7: مزايا وعيوب نموذج CAPM المحلي مقابل العالمي**

| | نموذج CAPM المحلي | نموذج CAPM العالمي |
|---|---|---|
| المزايا | - الشفافية.<br>- يعكس منظور السوق المحلية. | - لا يعتمد على قواعد البيانات المحلية.<br>- يستعمل المعايير المرجعية.<br>- يستعمل بيانات اقتصادية أكثر نضجاً. |
| العيوب | - يعتمد على توافر قاعدة بيانات.<br>- من الضروري وجود سيناريو اقتصادي كلي مستقر. | - مدى إمكانية مقارنة المعايير المرجعية.<br>- استعمال المخاطر القُطرية، التي تنطوي على تباين كبير.<br>- عملية رفع وخفض المديونية بين البلدان ليست دقيقة. |

المصدر: الاتحاد

ويستعمل نموذج CAPM المحلي البيانات الداخلية. وتتمثل المزايا الرئيسية لاستعمال نموذج CAPM المحلي في الشفافية التي يمنحها القبول الواسع للمجتمع الأكاديمي والسوق لهذه المنهجية، والرؤية الدقيقة للسوق المحلية الذي يوفره هذا النهج. وعلى العكس من ذلك، قد تشمل العيوب نقص قواعد البيانات المتاحة و/أو عدم وجود سيناريو اقتصادي كلي محلي مستقر.

وفي البلدان التي يوجد فيها استقرار اقتصادي طويل الأجل، ومؤشرات مالية طويلة الأجل وأصول مستقرة، يوصى بالعمل بمنهجية نموذج CAPM المحلي.

## تحويل المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال الاسمي إلى المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال الحقيقي

بعد تقدير المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال بالقيم الاسمية، ينبغي خصم القيمة التضخمية للفترة ذات الصلة للحصول على المؤشر بالقيمة الحقيقية، باستعمال ما تسمى بمعادلة فيشر:

$$WACC_{Real} = \frac{(1+WACC_{Nominal})}{(1+\pi)} - 1$$

حيث:

$WACC_{Real}$ هي *المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال الحقيقي*

$WACC_{Nominal}$ هي *المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال الاسمي*

$\pi$ هي *معدل التضخم*

ومجرد طرح القيمة التضخمية من القيمة الاسمية لـ*المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال الحقيقي* لن يؤدي إلى النتيجة الصحيحة، ويميل إلى المبالغة في تقدير السعر الحقيقي - على الرغم من أن الخطأ سيكون صغيراً في الحالات التي تكون فيها أسعار الفائدة ومعدلات التضخم منخفضة نسبياً.

ويوصى باستعمال تقديرات التضخم الاستشرافية؛ ومن الناحية المثالية، ينبغي أن تكون التقديرات لفترة زمنية مساوية لأجل استحقاق السند الخالي من المخاطر، على الرغم من أن هذا ذلك لا يكون ممكناً في الممارسة العملية دائماً بسبب الأفق الزمني المحدود لتوقعات التضخم.

## تقدير المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال الاسمي من خلال نموذج CAPM العالمي

| | |
|---|---|
| | **تكلفة حقوق الملكية (Ke)** |
| **%2,63** | علاوة مخاطر البلد |
| **%2,66** | سعر الفائدة الخالي من المخاطر |
| **%0,99** | بيتا |
| **%8,49** | علاوة مخاطر السوق (MRP) |
| **%13,92** | تقدير تكلفة حقوق الملكية (Ke) |
| | **تكلفة الدين (Kd)** |
| **%6,40** | السندات الخالية من المخاطر |
| **%6,89** | فرق سعر الفائدة |
| **%6,84** | تقدير تكلفة الدين |
| **%34** | نسبة الضريبة على الشركات |
| **%4,51** | تقدير تكلفة الدين "بعد الضرائب" |
| | **D/(D+E)** |
| **%30** | D/(D+E) |
| **%70** | E/(D+E) |
| **%100** | الإجمالي |
| | **معدل التضخم** |
| **%2,0** | التضخم المستهدف في الولايات المتحدة |
| **%4,0** | التضخم المستهدف على المستوى المحلي |
| | **المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال** |
| **%9,74** | المتوسط المرجح لتكلفة حقوق الملكية |
| **%1,35** | المتوسط المرجح لتكلفة الدين |
| **%11,10** | المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال بالقيمة الاسمية |
| **%6,82** | المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال بالقيمة الحقيقية |

**علاوة مخاطر البلد** — علاوة مخاطر البلد من Damodaran %2,63

**سعر الفائدة الخالي من المخاطر** — العائد على سندات الولايات المتحدة ذات أجل 10 سنوات

**بيتا**

| بيتا بمديونية | بيتا بدون مديونية | معدل الضريبة | الإجمالي | D/(D+E) | E/(D+E) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.985 | 0.768 | 34.0% | 100% | 30% | 70% |

بيتا بدون مديونية: بيتا، بيتا بدون مديونية والمقاييس الأخرى للمخاطر – الأسواق الناشئة من Damodaran

**علاوة مخاطر السوق (MRP)**

**علاوة مخاطر السوق التاريخية**

| علاوة مخاطر السوق | سندات الولايات المتحدة ذات أجل استحقاق 10 سنوات | S&P500 | |
|---|---|---|---|
| 8.49% | 0.97% | 8.52% | 15 سنة (2018-2004) |

**السندات خالية المخاطر** — العائد على السندات القطرية الخالية المخاطر في تاريخ محدد هي %6,40

***فروق سعر الفائدة 2019/01/28***

| السندات | الحجم | القيمة | فرق سعر الفائدة الفردي |
|---|---|---|---|
| المشغل A | 151,500 | 10,000 | 4.3% |
| المشغل B | 110,000 | 10,000 | 4.0% |
| المشغل C | 523,525 | 1,000 | 13.4% |
| المشغل D | 100,000 | 10,000 | 3.2% |
| المشغل A | 1,500,000 | 1,000 | 2.9% |
| المشغل B | 100,000 | 10,000 | 3.9% |
| المشغل C | 2,000 | 10,000 | 40.0% |
| المشغل D | 150,000 | 1,000 | 11.5% |
| المشغل A | 200,000 | 10,000 | 8.3% |
| المشغل B | 2,720 | 234,700 | 26.1% |

| فرق سعر الفائدة |
|---|
| 6,89% |

المصدر: الاتحاد

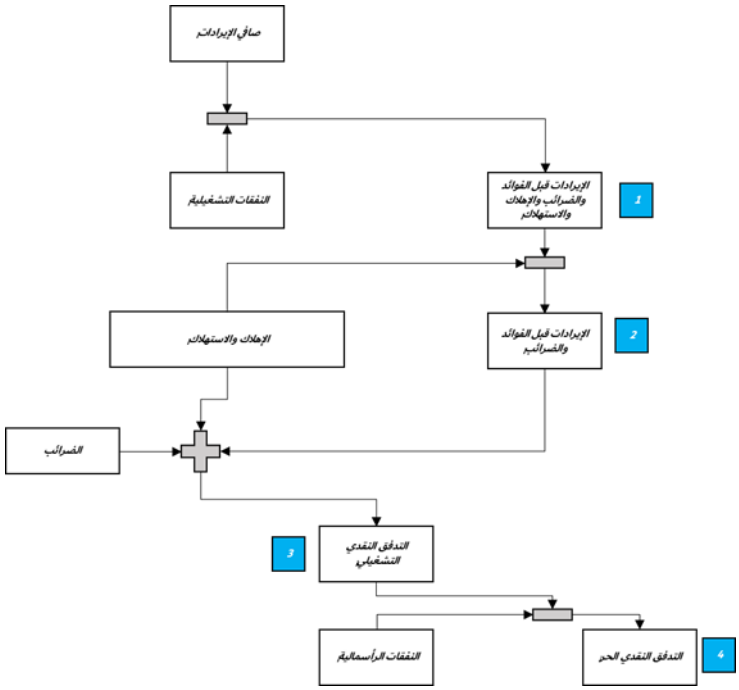
ملاحظة: القيم المستعملة إرشادية.

## تقدير صافي القيمة الحالية (NPV) لمشاريع البنية التحتية للنطاق العريض

على النحو الوارد بالتفصيل في القسم الخاص بمبادئ تخطيط الأعمال، فإن حساب صافي القيمة الحالية هو أهم ناتج لعملية تخطيط الأعمال للمنظمين وواضعي السياسات. فهو يجمع بين النفقات الرأسمالية والتشغيلية والإيرادات وتقدير التدفق النقدي على مدار سنوات نشر الشبكة وتقديم الخدمات في معادلة اقتصادية مصممة للمساعدة في تقييم الاستدامة الاقتصادية لمشروع البنية التحتية وجاذبيته بدقة، فضلاً عن المساعدة في تحديد نقص البنية التحتية الوطنية للنطاق العريض.

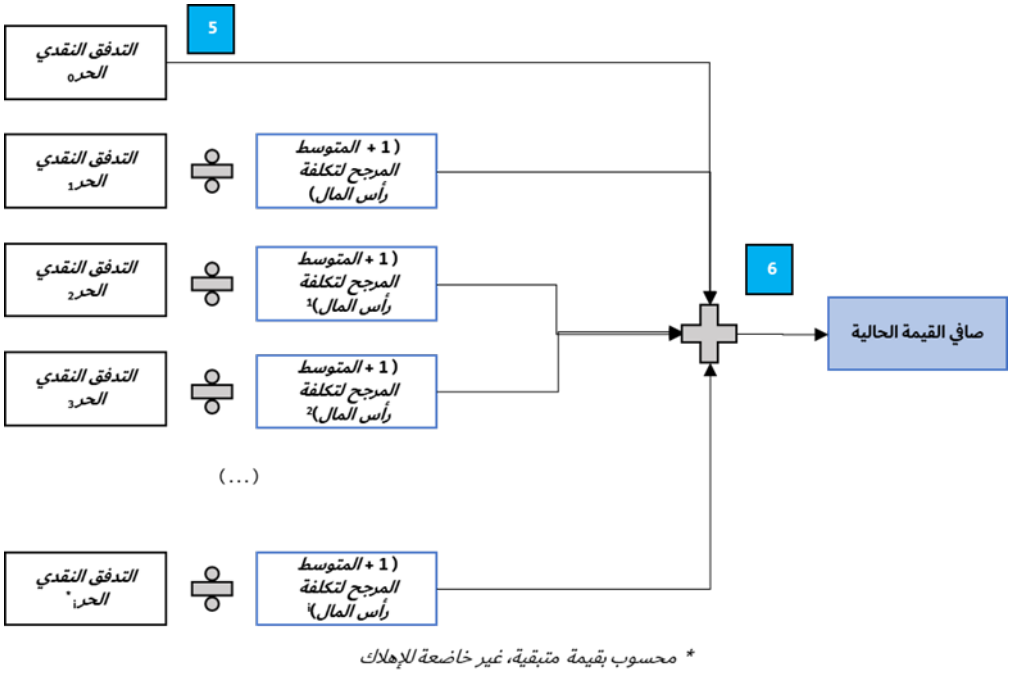
ولتعزيز فهم كيفية حساب صافي القيمة الحالية لمشروع البنية التحتية بشكل أفضل، تقسم الرسوم البيانية الواردة في الشكلين 16 و17 الحساب إلى ست خطوات.

## الشكل 16: الخطوات من 1 إلى 4 من حساب صافي القيمة الحالية




المصدر: الاتحاد

## الشكل 17: الخطوتان 5 و6 من حساب صافي القيمة الحالية




المصدر: الاتحاد

وتتمثل الخطوة الأولى من حساب صافي القيمة الحالية لمشروع البنية التحتية في تقدير الإيرادات قبل الفوائد والضرائب والإهلاك والاستهلاك (EBITDA) لكل عام تشغيل. ويمكن حساب ذلك ببساطة عن طريق أخذ الفرق بين صافي الإيرادات والنفقات التقديرية عاماً بعد عام، وفقاً للمنهجيات المعروضة بالفعل في مجموعة الأدوات هذه.

وتتمثل الخطوة الثانية من حساب الإيرادات قبل الفوائد والضرائب (EBIT)، والتي تستلزم طرح الإهلاك والاستهلاك (DA) المقدر من EBITDA[45]. ويمكن إجراء حساب DA لعام معين *i* من العملية باستعمال المعادلة أدناه:

$$DA_i = \begin{cases} \sum_{k=1}^{i} \frac{CAPEX_k}{t} & ,if\ i \le t \\ \sum_{k=i-t+1}^{i} \frac{CAPEX_k}{t} & ,if\ i > t \end{cases}$$

حيث:

$DA_i$ هي الإهلاك *والاستهلاك في عام معين i من التشغيل*

$CAPEX_k$ هي *النفقات الرأسمالية المقدرة لعام معين k من التشغيل*

*t* هي *متوسط العمر (بالأعوام) للأصول (النفقات الرأسمالية) أو عدد سنوات الاستهلاك التي تحددها قواعد المحاسبة المحلية*

*i* هي عام تشغيل معين، على سبيل المثال، العام 1، و2، و3، وما إلى ذلك.

وتتمثل الخطوة الثالثة من حساب صافي القيمة الحالية في تقدير التدفق النقدي التشغيلي لكل عام، وأخذ الفرق بين الإيرادات قبل الفوائد والضرائب والإهلاك والاستهلاك ومجموع الضرائب المقدرة لكل عام تكون فيه الإيرادات قبل الفوائد والضرائب موجبة. ويمكن حساب مجموع الضرائب حسب العام باستعمال المعادلة أدناه:

$$T_i = Max\left(0; EBIT_i \times TR_{local}\right)$$

حيث:

$T_i$ هي *إجمالي مبلغ الضرائب التي سيوضع في الاعتبار في* التدفق النقدي الحر *لعام معين i*

$EBIT_i$ هي الإيرادات قبل الفوائد والضرائب *لعام معين i*

$TR_{local}$ هي *معدل* الضريبة *المحلية المفروضة على أرباح المشغل الذي يتم تقييم خطته.*

وتتمثل الخطوة الرابعة من حساب صافي القيمة الحالية لمشروع البنية التحتية في الحصول على نتيجة التدفق النقدي الحر (FCF) لكل عام تشغيل، وذلك ببساطة عن طريق حساب الفرق بين التدفق النقدي التشغيلي (OCF) وإجمالي النفقات الرأسمالية المستثمرة في عام معين *i*.

وبعد الحصول على نتيجة التدفق النقدي الحر لكل عام تشغيل، تتكون الخطوتان الخامسة والسادسة من حساب صافي القيمة الحالية لنتائج التدفق النقدي الحر لكل عام من التشغيل، وأخيراً إضافة هذه القيم معاً للحصول على إجمالي صافي القيمة الحالية لمشروع البنية التحتية. ويمكن تنفيذ هاتين الخطوتين الأخيرتين باستعمال المعادلة أدناه:

$$NPV = \sum_{1}^{z} \frac{FCF_i}{\left(1+WACC\right)^i}$$

حيث:

*NPV* هي *إجمالي صافي القيمة الحالية لمشروع البنية التحتية*

[45] قد تختلف النسبة المئوية وفترة الإهلاك/الاستهلاك في كل بلد.

$FCF_i$ هي نتيجة التدفق النقدي الحر لعام معين $i$ [46]

*WACC هي المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال*

*z هي إجمالي عدد سنوات التشغيل التي يوضع في الاعتبار عند تقييم مشروع البنية التحتية.*

## حساب صافي القيمة الحالية (NPV)

يوضح المثال التالي حساب صافي القيمة الحالية لمشروع بنية تحتية معين.

**حساب صافي القيمة الحالية (NPV)**

| السنة | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| صافي الإيرادات | $ 90 958 | $ 1 320 680 | $ 4 347 379 | $ 7 672 031 | $ 9 387 107 | $ 10 152 234 | $ 10 807 641 | $ 11 537 279 | $ 12 356 841 | $ 13 264 945 |
| النفقات التشغيلية | $ 556 799 | $ 1 265 662 | $ 3 026 254 | $ 4 956 718 | $ 5 948 765 | $ 6 388 380 | $ 6 764 155 | $ 7 182 756 | $ 7 653 129 | $ 8 174 287 |
| النفقات الرأسمالية | $ 12 626 755 | $ 991 972 | $ 2 640 051 | $ 2 977 650 | $ 1 688 348 | $ 936 385 | $ 867 603 | $ 948 811 | $ 1 044 085 | $ 1 139 274 |
| الإيرادات قبل الفوائد والضرائب والإهلاك والاستهلاك | $ −465 841 | $ 55 018 | $ 1 321 125 | $ 2 715 314 | $ 3 438 343 | $ 3 763 854 | $ 4 043 486 | $ 4 354 523 | $ 4 703 712 | $ 5 090 658 |
| الإهلاك (مثلاً على 5 سنوات) | $ 2 725 351 | $ 2 923 745 | $ 3 451 756 | $ 4 047 285 | $ 4 384 955 | $ 1 846 881 | $ 1 822 007 | $ 1 483 759 | $ 1 097 046 | $ 987 232 |
| الإيرادات قبل الفوائد والضرائب | $ −3 191 192 | $ −2 868 727 | $ −2 130 631 | $ −1 331 972 | $ −946 612 | $ 1 916 973 | $ 2 221 479 | $ 2 870 764 | $ 3 606 666 | $ 4 103 426 |
| الضرائب (مثلاً 25% من الإيرادات قبل الفوائد والضرائب) | $ – | $ – | $ – | $ – | $ – | $ 479 243 | $ 555 370 | $ 717 691 | $ 901 666 | $ 1 025 857 |
| التدفق النقدي التشغيلي | $ −465 841 | $ 55 018 | $ 1 321 125 | $ 2 715 314 | $ 3 438 343 | $ 3 284 611 | $ 3 488 116 | $ 3 636 832 | $ 3 802 046 | $ 4 064 801 |
| التدفق النقدي الحر | $ −14 092 596 | $ −936 954 | $ −1 318 926 | $ −262 336 | $ 1 749 995 | $ 2 348 226 | $ 2 620 513 | $ 2 688 021 | $ 2 757 961 | $ 2 925 527 |
| صافي القيمة الحالية (مثلاً بمتوسط مرجح لتكلفة رأس المال نسبته 5%) | $ −14 092 596 | $ −892 337 | $ −1 196 305 | $ −226 616 | $ 1 439 725 | $ 1 839 896 | $ 1 955 467 | $ 1 910 326 | $ 1 866 696 | $ 1 885 821 |
| إجمالي صافي القيمة الحالية | (5 509 921) | | | | | | | | | |

المصدر: الاتحاد

ملاحظة: القيم المستعملة إرشادية.

وبعد تنفيذ خطة الأعمال، من الضروري معرفة كيفية تفسير النتائج. وهناك بعض المتغيرات الرئيسية في هذه العملية:

- إشارة صافي القيمة الحالية: إذا كان صافي القيمة الحالية موجباً أم لا؛
- هوامش الإيرادات قبل الفوائد والضرائب والإهلاك والاستهلاك: عادةً ما تكشف عن هوامش أرباح المشروع؛
- إجمالي تكلفة الملكية (TCO): مجموع النفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية؛
- مقارنة بين قيم التكاليف التشغيلية والتكاليف الرأسمالية وصافي القيمة الحالية؛
- مؤشرات أخرى يمكن تطبيقها، مثل عائد الاستثمار والعائد على رأس المال المستثمر.

ويعتمد التفسير الجيد على كيفية أداء مخرجات جميع المتغيرات، على سبيل المثال، عندما يكون صافي القيمة الحالية سالباً بهامش سالب للإيرادات قبل الفوائد والضرائب والإهلاك والاستهلاك وتكون النفقات الرأسمالية منخفضة (الشكل 18). وهذه النتيجة تعني بشكل عام أن السبب الرئيسي لعدم الجاذبية يأتي من ارتفاع مستوى النفقات التشغيلية. ولتصحيح هذا الخلل، يمكن للسياسة العامة المتعلقة بصافي القيمة الحالية أن تسد الفجوة المتعلقة بالمشروع.

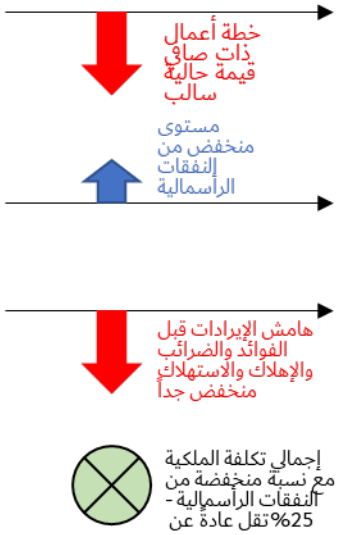
[46] ينبغي إضافة القيمة المتبقية من الأصول غير المهلكة إلى التدفق النقدي الحر للعام الأخير من التشغيل؛ ويمكن حساب ذلك ببساطة من خلال الفرق بين مجموع النفقات الرأسمالية ومجموع الإهلاك والاستهلاك المحسوب على مدار عام التشغيل.

**الشكل 18: المثال 1 على صافي القيمة الحالية والتفسير المحتمل**

التفسير المحتمل:

- خطة الأعمال تكشف أن المشروع ليس جذاباً، ولكن النفقات الرأسمالية منخفضة؛
- السبب الرئيسي لعدم الجاذبية يأتي من ارتفاع مستوى النفقات التشغيلية؛
- قد تسد السياسة العامة المتعلقة بصافي القيمة الحالية هذه الفجوة.

مثال:



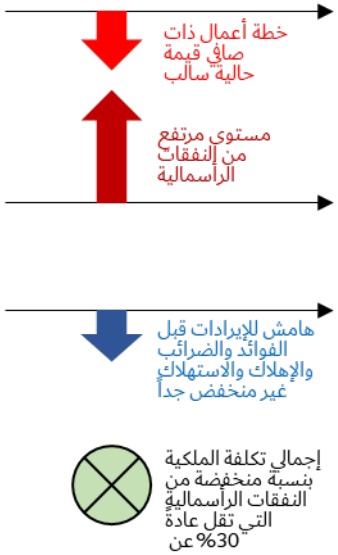

ومثال آخر هو عندما يكون صافي القيمة الحالية سالباً بهامش سالب للإيرادات قبل الفوائد والضرائب والإهلاك والاستهلاك ويكون مستوى النفقات الرأسمالية مرتفعاً (الشكل 19). وبشكل عام، هذا يعني أن السبب الرئيسي لعدم الجاذبية ناتج عن ارتفاع مستوى النفقات الرأسمالية. وقد لا تسد السياسة العامة المتعلقة بصافي القيمة الحالية هذه الفجوة، وسيحتاج المشروع إلى دعم أكثر من صافي القيمة الحالية.

**الشكل 19: المثال 2 على صافي القيمة الحالية والتفسير المحتمل**

التفسير المحتمل:

- خطة الأعمال تكشف أن المشروع ليس جذاباً، وأن النفقات الرأسمالية عالية جداً؛
- السبب الرئيسي لعدم الجاذبية يأتي من ارتفاع مستوى النفقات الرأسمالية؛
- السياسة العامة المتعلقة بصافي القيمة الحالية قد لا تسد هذه الفجوة، وسيحتاج المشروع إلى دعم أكثر من صافي القيمة الحالية.

مثال:



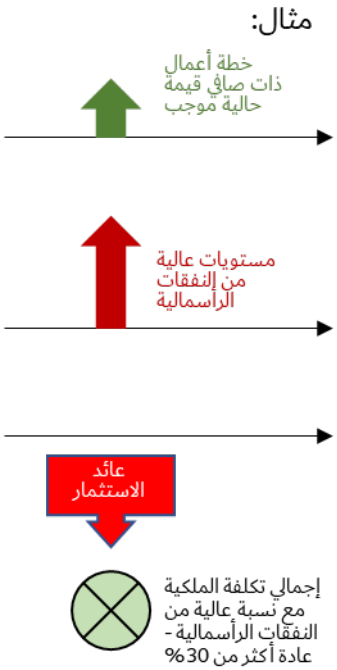

ويتعلق مثال ثالث بحالة تكشف فيها خطة الأعمال عن مستوى موجب لصافي القيمة الحالية (يقدم الشكل 20 توضيحاً)، مع مستوى مرتفع جداً من النفقات الرأسمالية ومستوى منخفض من عائد الاستثمار. وتكشف خطة الأعمال أن المشروع جذاب، ولكن قد لا تكون قوى السوق كافية لسد الفجوة، لأن القطاع الخاص بشكل

عام يحدد الاستثمارات بناءً على عائد الاستثمار. وفي هذه الحالة، يمكن لبعض الحوافز البسيطة، مثل الحوافز الضريبية، أن تقدم حلاً.

### الشكل 20: المثال 3 على صافي القيمة الحالية والتفسير المحتمل

التفسير المحتمل:

- خطة الأعمال تكشف أن المشروع جذاب، ولكن النفقات الرأسمالية عالية جداً؛
- تشير المؤشرات الأخرى مثل عائد الاستثمار إلى مستويات منخفضة من الجاذبية؛
- قوى السوق قد لا تكفي لسد الفجوة؛
- بعض الحوافز البسيطة، مثل الضرائب يمكن أن تحل المشكلة.

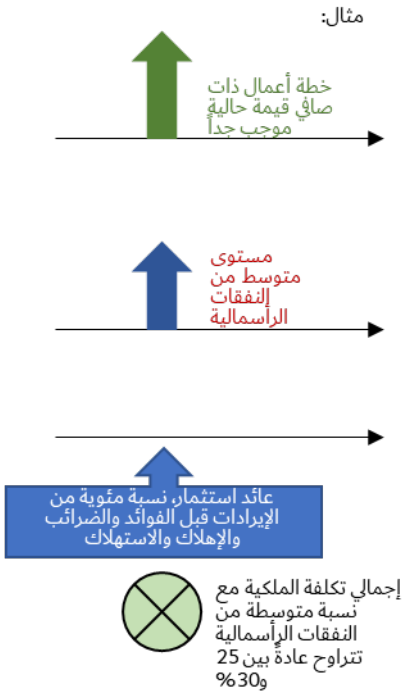



ويوضح المثال الأخير أفضل سيناريو (انظر الشكل 21)، عندما تكون جميع المتغيرات موجبة، أي أن قيمة صافي القيمة الحالية، والإيرادات قبل الفوائد والضرائب والإهلاك والاستهلاك وعائد الاستثمار موجبة. ويحدث هذا الموقف عندما يكون هناك مستوى معقول من النفقات الرأسمالية وتكون قوى السوق كافية لسد الفجوة. ويمكن استعمال خطة أعمال المشروع هذه في أي سياسة عامة للمشاريع الأقل جاذبية.

### الشكل 21: المثال 4 على صافي القيمة الحالية والتفسير المحتمل

التفسير المحتمل:

- خطة الأعمال تكشف أن المشروع جذاب؛
- لا توجد حاجة إلى سياسة عامة محددة؛
- يمكن استعمال هذا المشروع في السياسة العامة بالتزامن مع مشروع غير جذاب.



## 7 آليات التمويل لتمكين مشاريع البنية التحتية للنطاق العريض

ينبغي على واضعي السياسات الذين يهدفون إلى تمكين مشاريع البنية التحتية للنطاق العريض (التي تنطوي على مبالغ ضخمة لتطوير المشاريع، والترخيص، ونشر الشبكات، والتكاليف الإدارية والتشغيلية) إجراء دراسة متعمقة لبدائل التمويل التي تقدمها الحكومة، وتوافر الائتمان الخاص في السوق المحلية للمشروع، والظروف اللازمة التي تزيد الجاذبية الاقتصادية للمشروع في أعين رأس المال الأجنبي.

وسيكون وجود صورة واضحة لبدائل التمويل المتاحة أساسياً لتقييم احتمال نجاح أو فشل السياسة العامة، ولا سيما في الحالات التي يؤدي فيها تقدير صافي القيمة الحالية لمشروع نشر البنية التحتية إلى أن يكون نشر الشبكة وتوفير الخدمة أقل جاذبية في المناطق التي أعطت فيها الحكومة الأولوية للاستثمار في البنية التحتية للاتصالات.

ومن أجل فهم آليات التمويل المتعلقة بمشاريع البنية التحتية الكبيرة للنطاق العريض بشكل أفضل وتحديد الجهات الفاعلة الرئيسية وظروف الاستثمار الضرورية، من المفيد تقسيم مشروع الاتصالات النموذجي إلى ثلاث مراحل لتقدير التكلفة:

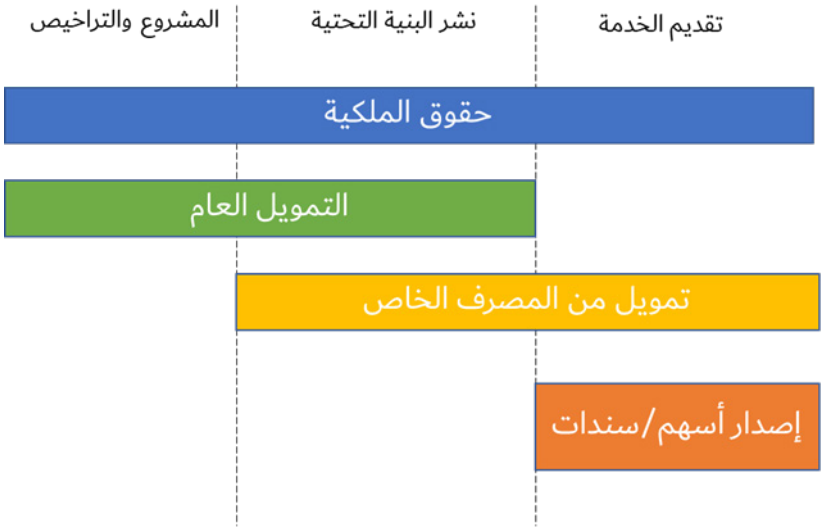
'1' تخطيط المشروع والترخيص؛

'2' نشر البنية التحتية؛

'3' تقديم الخدمات.

ولكل مرحلة من هذه المراحل، سيتم النظر في الآليات النموذجية لتمويل مشاريع البنية التحتية، بما في ذلك حقوق الملكية، والتمويل العام والخاص، وإصدار الأسهم والسندات.

**الشكل 22: توزيع الآليات النموذجية لتمويل مشاريع البنية التحتية**




المصدر: الاتحاد

### 1.7 آليات تمويل المشاريع والتراخيص

تستلزم المرحلة الأولى من تقدير تكلفة مشروع البنية التحتية للنطاق العريض من منظور الشركة إجراء دراسات سوقية شاملة، وتخطيط الأعمال، وتصميم الشبكات وتحديد أبعادها، والحصول على التراخيص الحكومية المطلوبة للعمل، والتي قد تنطوي - حسب المشروع - على دخول المزادات العامة للحصول على التراخيص المكلفة (للنفاذ إلى الطيف المرخص واستعماله، على سبيل المثال).

وعادةً ما يتم تمويل مرحلة تقدير التكلفة هذه، عندما لا يكون هناك توليد للتدفق النقدي أو حتى عدم نشر أي بنية تحتية للشبكات، من خلال الأسهم أو التمويل العام، نظراً لصعوبة الحصول على الائتمان من خلال قنوات التمويل المعتادة بسبب ارتفاع مستوى المخاطر التي تنطوي عليها. ويمكن للمشغل المحتمل المهتم بتوفير النطاق العريض في المناطق التي تستهدفها مبادرات السياسة العامة إجراء دراسات السوق للمساعدة في اتخاذ

قرار مستنير بشأن الاستدامة الاقتصادية لمشروع البنية التحتية الذي تقدمه الحكومة. وفي الواقع، يمكن أن تتعاقد الحكومة على إجراء هذه الدراسات ونشر النتائج من أجل تحفيز الاهتمام وجذب أكبر عدد ممكن من المشغلين المحتملين.

وكما لوحظ في العديد من الأسواق، فإن الحصول على تراخيص الطيف لشبكات النطاق العريض اللاسلكية يكلف عادةً ملايين أو حتى مليارات الدولارات الأمريكية. وعادةً ما كان يتم دفع رسوم التراخيص هذه باستعمال حقوق الملكية - ولكن لتجنب إنفاق أموال حقوق الملكية التي يمكن توجيهها نحو الاستثمار في البنية التحتية للشبكة، يوفر التمويل العام لرسوم التراخيص (التي تُدفع على مدار سنوات التشغيل بأسعار فائدة منخفضة) نهجاً بديلاً يمكن ألا يجتذب كبار المشغلين الراسخين في السوق الوطنية، ولكنه يمكن أن يجتذب أيضاً الشركات الأصغر التي تسعى لدخول سوق النطاق العريض المتنقل.

ويمثل توفر هذا النوع من التمويل العام حاجزاً أدنى لدخول السوق ويزيد الجاذبية الاقتصادية لمشروع البنية التحتية للاتصالات. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تؤدي جدولة دفعة سنوية واحدة من رسوم التراخيص تغطي سنة كاملة من التشغيل إلى تحرير النقد لدى الشركات المهتمة للاستثمار بشكل مكثف في نشر الشبكة.

وأخيراً، على الرغم من التكلفة المرتفعة المعتادة للائتمان في هذه المرحلة الأولى من حساب التكلفة، قد يكون المشغلون الراسخون بالفعل في سوق الاتصالات المحلية الذين لديهم علاقة قوية بسوق الخدمات المصرفية الخاصة قادرين على الحصول على ائتمان بأسعار فائدة معقولة.

## 2.7 آليات تمويل نشر البنية التحتية

إن مرحلة تقدير تكلفة نشر البنية التحتية للشبكة هي المرحلة الأكثر كثافة من حيث رأس المال في مشاريع النطاق العريض. ولهذا السبب، يمكن استعمال مجموعة من آليات التمويل لدعم نشر البنية التحتية المنفعلة والنشيطة في جميع البلديات التي تستهدفها السياسة العامة.

ومن المؤكد أن استعمال حقوق الملكية في مرحلة تقدير التكلفة هذه هو أحد الخيارات، ولكن من المدهش أن يكون أقل شيوعاً عند مقارنته بآليات التمويل الأخرى. ويرجع ذلك عموماً إلى ارتفاع تكلفة حقوق الملكية مقارنة بأسعار الفائدة على التمويل الائتماني العام والخاص الموجه للاستثمار في مشاريع البنية التحتية. وعلى سبيل المثال، تقدم معظم الحكومات حوافز ضريبية للائتمان الاستثماري، مما يسمح لسوق الخدمات المصرفية الخاصة بتقديم ائتمان استثماري بأسعار فائدة منخفضة. وحتى الحكومات نفسها تقدم الائتمان الاستثماري بأسعار فائدة مدعومة، من خلال بنوك التنمية التي تهدف إلى تشجيع بناء البنية التحتية الوطنية.

ولهذه الأسباب، يمثل الائتمان الاستثماري الذي تقدمه السوق المصرفية العامة والخاصة أهم آلية تمويل مستعملة لدعم المرحلة المكلفة من مراحل نشر الشبكة، على الرغم من أن هذا النوع من آليات التمويل يفضل حتماً مشاريع البنية التحتية المستدامة اقتصادياً على الأجل الطويل. وفي الواقع، يتطلب الوصول إلى سوق ائتمان الاستثمار الخاص عادةً تخطيط أعمال شاملاً وصارماً يثبت الجدوى الاقتصادية لمشروع البنية التحتية المراد تمويله.

ومع ذلك، فإن العديد من مشاريع البنية التحتية المدرجة في مبادرات السياسة العامة غير جذابة اقتصادياً بطبيعتها، وإلا فإن إدراجها سيؤدي إلى تأثيرات المزاحمة غير المرغوب فيها، أي أنها ستعيق الاستثمار الخاص عن طريق استبدال هذا الاستثمار بالاستثمار العام. وبالنسبة لمشاريع البنية التحتية غير الجذابة اقتصادياً، يمكن أن تكون الإعانات الحكومية أهم آلية تمويل مقدمة. ويمكن تطبيق هذا الدعم بشكل مباشر أو غير مباشر على سوق الاتصالات المحلية من أجل تحسين جاذبية المشروع.

ويمكن توفير الإعانات المباشرة، على سبيل المثال، من خلال صناديق الالتزام بتقديم الخدمة الشاملة المنشأة خصيصاً لتعزيز تنمية الاتصالات، أو حتى من خلال الإعفاءات الضريبية المحددة المطبقة على المشغلين الذين يشاركون في المشروع. ويمكن توفير الإعانات غير المباشرة عن طريق خفض رسوم تراخيص الطيف مقابل الالتزام بالنشر وتقديم الخدمة في مناطق غير جذابة، على سبيل المثال، أو عن طريق تحويل غرامات المشغل المتراكمة إلى التزامات لنشر وتوفير خدمات النطاق العريض في مناطق غير جذابة.

وأخيراً، قد يستفيد بعض المشغلين مشاركتهم في مشاريع النطاق العريض الجديدة لرفع توقعات السوق وبالتالي الحصول على تمويل عن طريق إصدار الأسهم والسندات، ولكن آلية التمويل هذه أكثر شيوعاً في مرحلة تقدير تكلفة تقديم الخدمة، للأسباب الواردة في القسم 3.7.

## 3.7 آليات تمويل تقديم الخدمة

تبدأ المرحلة النهائية والأطول من تحديد تكلفة مشروع النطاق العريض بتشغيل الشبكة وتوفير الخدمة. وتتميز هذه المرحلة بتوليد نقدي مكثف والحاجة إلى رأس مال عائم لدعم التكاليف الإدارية والتشغيلية والصيانة، فضلاً عن الاستثمارات المستمرة في توسيع الشبكة وتحديثها.

وبالنظر إلى أن رأس المال العائم عادة ما يكون مكلفاً في أسواق الائتمان، فإن استعمال حقوق الملكية لهذا الغرض شائع جداً. ومن ناحية أخرى، تميل تكلفة الفرصة البديلة لتخصيص رأس المال لدعم التدفق النقدي لعملية طويلة الأجل إلى الزيادة بسرعة، مما يجعل آليات التمويل الأخرى مثل إصدار الأسهم والسندات أفضل بدائل تمويل طويلة الأجل.

وفي الواقع، قد تجتذب العملية السليمة التي تدر إيرادات قوية ومتنامية المستثمرين بهدف الحصول على تعويض عادل على الأجل الطويل من سندات الدين. وبالتالي، كلما كان التدفق النقدي للعملية أكبر، كلما زادت الجاذبية للشركة لتؤمن التمويل من خلال إصدار الأسهم والسندات، نظراً لأن الاستدامة الاقتصادية للعملية ستنعكس في ارتفاع تقييم الأسهم وانخفاض أسعار الفائدة المفروضة على سندات الدين.

وفي حين أنه من المكلف بشكل عام تأمين تمويل مصرفي خاص لدعم رأس المال العائم المطلوب في هذه المرحلة، فإن بعض المشغلين متعددي الجنسيات قد يستطيعون الوصول إلى سوق الائتمان الدولية والحصول على أسعار فائدة أقل لتوفير خدمات التمويل. ولكن في معظم الحالات، سيكون اجتذاب رأس المال الدولي لنشر النطاق العريض بمثابة تحدٍ، نظراً للمخاطر العديدة التي ينطوي عليها ذلك - على سبيل المثال، زيادة مخاطر التكلفة المالية، ومخاطر تذبذب الطلب، ومخاطر تقلب أسعار الصرف.

وفي الواقع، قد يكون من المستحسن للحكومات التي تسعى إلى تعزيز نشر شبكات النطاق العريض في المناطق المحرومة تقديم بعض الآليات لتخفيف مخاطر الطلب - على سبيل المثال الضمانات المالية للمشغل لدعم تناقص الإيرادات في حالة وجود خطأ غير متوقع في الطلب، أو ربط المبلغ المفروض كرسم سنوي للتراخيص بقدرة المشغل على إدرار إيرادات سنوية.

وتحدث مخاطر تقلب أسعار الصرف عندما تختلف العملة التي تم الحصول على التمويل بها (سواء كانت حقوق ملكية المشغل أو حقوق ملكية طرف ثالث) عن العملة التي سيتم دفع تكاليف المشروع بها. وتتمثل إحدى الآليات التي تستعملها الحكومات عادةً لتخفيف هذه المخاطر في شراء عقود التحوط المتعلقة بأسعار الصرف، من أجل تخفيف تأثير التقلبات الكبيرة في أسعار الصرف على خطة أعمال المشغل.

وترجع مخاطر زيادة التكاليف المالية اثناء المشروع إلى تأثير التغيرات الكبيرة في سعر الفائدة في الاقتصاد على سعر الفائدة على التمويل المتعاقد عليه داخل البلد. وتتمثل إحدى الطرق التي يمكن للحكومات أن تخفف من خلالها هذه المخاطر في التعاقد على مبادلات أسعار الفائدة، والتي يكون تأثيرها تعزيز الجاذبية الاقتصادية للمشروع في أعين رأس المال الأجنبي.

## 8 الاستنتاجات

أضافت هذه المراجعة لمجموعة أدوات البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات اعتبارات تكنولوجية للجيل الخامس مستمدة من سلسلة الأحداث التدريبية لأكاديمية الاتحاد في مناطق مختلفة[47]. وسلط الطلب من المشاركين في التدريب من جميع الأقاليم الضوء على الحاجة الملحة إلى القدرة على التخطيط لنشر شبكات الجيل الخامس.

ولتناول كل من الاعتبارات الرئيسية للجيل الخامس وأي شبكة لاسلكية أو ثابتة أخرى، تتناول مجموعة أدوات تخطيط الأعمال آليات أفضل ممارسات التخطيط؛ وتقدير التكلفة والطلب والإيرادات؛ وتقييم خيارات التمويل، مع التركيز بشكل خاص على المشاريع التي تخدم مناطق غير جذابة اقتصادياً.

ومن المهم جداً الآن فهم كيفية تحديد وتقدير مشاريع التثبيت والنشر المتعلقة بشبكات الجيل الخامس، حيث إنها تميل إلى أن تكون المحرك الرئيسي للسياسة العامة للاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للسنوات القادمة.

ويعد تصميم خطة أعمال تهدف إلى توصيل شبكات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات إلى المناطق النائية والريفية المحرومة من الخدمات أساسياً لواضعي السياسات الذين يحتاجون إلى مراعاة تثبيت البنية التحتية الوطنية والعابرة للحدود وتشغيلها ونقلها واستدامتها، فضلاً عن التكاليف النسبية المرتبطة بتثبيت الشبكات ونشرها والاستراتيجيات المثلى لتمويل الاستثمارات اللازمة.

وبمجموعة الأدوات هذه، سيجد واضعو السياسات والمنظمون أحدث التكنولوجيات لتحديد درجة الجدوى الاقتصادية للمشروع بدقة من خلال حساب صافي قيمته الحالية.

وكما هو وارد بالتفصيل في مجموعة الأدوات، ينبغي على مصممي شبكات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الذين يهدفون إلى تمكين مشاريع البنية التحتية للنطاق العريض، والتي عادةً ما تكون كثيفة رأس المال، إجراء دراسة متعمقة لبدائل التمويل المحتملة التي يمكن أن تقدمها الحكومة، فضلاً عن توافر الائتمان الخاص في السوق المحلية، من أجل فهم بشكل واضح الشروط الضرورية التي يمكن أن تزيد من الجاذبية الاقتصادية للمشروع في أعين استثمارات رأس المال الأجنبي. ويعتبر ذلك مهماً للغاية عندما يشير صافي القيمة الحالية المقدر للمشروع إلى عدم جاذبية نشر الشبكة وتقديم الخدمة في المناطق التي صنفتها الحكومة كأولوية لزيادة الاستثمار في البنية التحتية للاتصالات.

وباختصار، هناك أربعة مبادئ يجب أن تتبعها جميع خطط أعمال السياسة العامة:

1) دعم إنتاج أكبر قدر ممكن من البيانات المفتوحة وصيانتها واستعمالها.
2) استعمال الدراسات التي تجريها مصادر دولية معترف بها وذات مصداقية.
3) استعمال أدوات قابلة للمراجعة.
4) التحفظ عند إجراء التقديرات.

وتعتبر هذه التوصيات ضرورية لمنح المصداقية والدقة لعملية تخطيط الأعمال بأكملها.

وبالنظر إلى الفجوات الهائلة في البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات التي لا تزال قائمة في العديد من البلدان، سيواصل الاتحاد تقديم الدعم لتوفير التوصيلية للجميع والمساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (SDG) للأمم المتحدة من خلال توفير الأدوات الفعّالة والتدريب لتصميم خطط أعمال البنية التحتية المثلى لنشر تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وخاصة في المناطق الريفية والنائية.

---

47 الأحداث التدريبية لأكاديمية الاتحاد بشأن تخطيط الأعمال لتطوير البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات:

- حدث عالمي (أكتوبر - نوفمبر 2020): تدريب للاتحاد بشأن التخطيط التجاري لتطوير البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات؛
- أوروبا (مارس - مايو 2021): تدريب بشأن تخطيط الأعمال لتطوير البنية التحتية في أوروبا، أكاديمية الاتحاد؛
- إفريقيا (بالإنكليزية) (مايو - يونيو 2021): تخطيط الأعمال من أجل تنمية البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في إفريقيا، أكاديمية الاتحاد الدولي للاتصالات؛
- إفريقيا (بالفرنسية) (أكتوبر - ديسمبر 2021): تدريب يقدمه الاتحاد عبر الإنترنت بشأن تخطيط الأنشطة لتطوير البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، أكاديمية الاتحاد).

## قائمة الاختصارات

| | |
|---|---|
| ARPU | متوسط العائد لكل مستعمل *(Average revenue per user)* |
| CAPM | نموذج تقييم الأصول الرأسمالية *(Capital asset pricing model)* |
| Capex | النفقات الرأسمالية *(Capital expenditure)* |
| CPE | معدات مباني العملاء *(Customer premises equipment)* |
| CRP | علاوة مخاطر البلد *(Country risk premium)* |
| DWDM | تعدد الإرسال بالتقسيم المكثف للطول الموجي *(Dense wavelength division multiplexing)* |
| DSL | الخط الرقمي للمشترك *(Digital subscriber line)* |
| EBIT | الإيرادات قبل الفوائد والضرائب *(Earnings before interest and taxes)* |
| EBITDA | الإيرادات قبل الفوائد والضرائب والإهلاك والاستهلاك *(Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization)* |
| EMBB | النطاق العريض المتنقل المعزز *(Enhanced mobile broadband)* |
| FTTH | الألياف إلى المنزل *(Fibre to the home)* |
| FTTO | الألياف إلى المكتب *(Fibre to the office)* |
| FWA | النفاذ اللاسلكي الثابت *(Fixed wireless access)* |
| 4G | معيار الجيل الرابع *(Fourth generation standard)* |
| 5G | معيار الجيل الخامس *(Fifth generation standard)* |
| FCF | التدفق النقدي الحر *(Free cash flow)* |
| FAC | التكاليف الموزَّعة بالكامل *(Fully allocated cost)* |
| FWA | النفاذ اللاسلكي الثابت *(Fixed wireless access)* |
| GDP | إجمالي الناتج المحلي *(Gross domestic product)* |
| GDPPC | نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي *(Gross domestic product per capita)* |
| HC | منزل موصول بالخدمة *(Home-connected)* |
| HP | منزل سيتم توصيل الخدمة إليه *(Home-passed)* |
| HSPA | نفاذ عالي السرعة بأسلوب الرزم *(High speed packet access)* |
| HFC | النظام الهجين من الألياف البصرية والكبلات المحورية *(Hybrid fibre coax)* |
| ICT | تكنولوجيا المعلومات والاتصالات *(Information and communications technology)* |
| IEEE | معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات *(Institute of Electrical and Electronics Engineers)* |
| IoT | إنترنت الأشياء *(Internet of Things)* |
| IPB | سلة أسعار تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للاتحاد *(ITU ICT price basket)* |
| IMT | الاتصالات المتنقلة الدولية *(International Mobile Telecommunications)* |
| IRR | معدل العائد الداخلي *(Internal rate of return)* |

**(تابع)**

| | |
|---|---|
| LTE | تطور طويل الأجل *(Long Term Evolution)* |
| MOU | دقائق الاستعمال *(Minutes of usage)* |
| MRP | علاوة مخاطر السوق *(Market risk premium)* |
| mMTC | الاتصالات الآلية الكثيفة *(massive machine type communications)* |
| M2M | من آلة إلى آلة *(Machine-to-machine)* |
| NA | قائم بذاته *(Stand-alone)* |
| NPV | صافي القيمة الحالية *(Net present value)* |
| NSA | غير قائم بذاته *(Non-stand alone)* |
| OCF | التدفق النقدي التشغيلي *(Operating cash flow)* |
| Opex | النفقات التشغيلية *(Operational expenditure)* |
| ODN | شبكة التوزيع البصرية *(Optical distribution network)* |
| OLT | مطراف الخط البصري *(Optical line terminal)* |
| ONT | مطراف الشبكة البصرية *(Optical network terminal)* |
| OECD | منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي *(Organisation for Economic Co-operation and Development)* |
| PPP | شراكة بين القطاعين العام والخاص *(Public private partnership)* |
| QAM | تشكيل الاتساع التربيعي *(Quadrature amplitude modulation)* |
| RAN | شبكة النفاذ الراديوية *(Radio access network)* |
| R&D | البحث والتطوير *(Research and development)* |
| ROI | عائد الاستثمار *(Return on investment)* |
| RPM | الإيرادات لكل دقيقة *(Revenue per minute)* |
| SDH | التسلسل الهرمي الرقمي المتزامن *(Synchronous digital hierarchy)* |
| SMP | قوة سوقية كبيرة *(Significant market power)* |
| 3G | معيار الجيل الثالث *(Third generation standard)* |
| TCO | إجمالي تكلفة التشغيل *(Total cost of operation)* |
| URLLC | اتصالات فائقة الموثوقية ومنخفضة الكمون *(Ultra-reliable low latency communications)* |
| USF | صندوق الخدمة الشاملة *(Universal service fund)* |
| WACC | المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال *(Weighted average cost of capital)* |
| WCDMA | نفاذ متعدد بتقسيم شفري *(Wide-band code-division multiple access)* |

# قائمة المراجع


Berk, J., DeMarzo, P. & Stangeland, D. (2015) ***Corporate Finance*** (3rd Canadian ed.), Pearson Canada (Toronto) ISBN 978-0133552683, p. 64.

Blume, M. (1979) ***Betas and Their Regression Tendencies: Some Further Evidence***, Journal of Finance, Volume 34 Issue 1, 265-67.

Brown, S.J & Warner, J.B. (1980) ***Measuring Security Price Performance***, Journal of Financial Economics, Volume 8 Issue 3, 205-58.

Brown, S.J & Warner, J.B. (1985) ***Using Daily Stock Returns: The Case of Event Studies***, Journal of Financial Economics, Volume 14 Issue 1, 3-31.

Bruner, R.F., Eades, K.M., Harris, R.S. & Higgins, R.C. (1998) ***Best Practices in Estimating the Cost of Capital: Survey and Synthesis***, Financial Practice and Education, Spring/Summer, 13-28.

Cadman, R. and Dineen, C. (2008) ***Price and income elasticity of demand for broadband subscriptions: A cross-sectional model of OECD countries,*** SPC Network, https://spcnetwork.eu/uploads/Broadband_Price_Elasticity.pdf.

Cardona, M. et al. (2009) ***Demand estimation and market definition for broadband Internet services***, Journal of Regulatory Economics, Volume 35 Issue 1, 70-95.

Cisco Systems Inc., (2017) ***Cisco Visual Networking Index Global Mobile Data Traffic Forecast Update***, 2016–2021, white paper, https://bit.ly/2vu69MQ.

Copeland, T.E., Koller, T., & Murrin, J. (1999) ***Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies***, John Wiley and Sons.

Damodaran, A. (2001) ***Corporate Finance: Theory and Practice,*** (2nd edition) John Wiley and Sons, New York.

Damodaran, A. (1999) ***The Dark Side of Valuation: Firms with No Earnings, No History and No Comparables,*** NYY Working Paper nº FIN-99-022.

Dimson, E. (1979) ***Risk Measurement When Shares are Subject to Infrequent Trading***, Journal of Financial Economics, Volume 7 Issue 2, 197-226.

Ericsson (2019) 5G for business a 2030 market compass, https://www.ericsson.com/en/5g/5g-for-business/5g-for-business-a-2030-market-compass.

Fildes, R. & Kumar, V (2002) ***Telecommunications demand forecasting – a review***, International Journal of Forecasting, Volume 18 Issue 4, 489-522.

Garbacz, C. & Thompson, H. G. (2007) ***Demand for telecommunication services in developing countries***, Telecommunications Policy, Volume 31 Issue 5, 276-289.

GSMA (2018) ***Network Slicing Use Case Requirements***, https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2018/07/Network-Slicing-Use-Case-Requirements-fixed.pdf.

***ITU Broadband Maps (2019)*** available at: https://www.itu.int/en/ITU-D/Technology/Pages/InteractiveTransmissionMaps.aspx.

***ITU DataHub*** is available at https://datahub.itu.int/.

***ITU Infrastructure Development Portal*** available at https://www.itu.int/en/ITU-D/Regulatory-Market/Pages/InfrastructurePortal.aspx.

*ITU Key 2005 – 2018 ICT Data*, available at https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2018/ITU_Key_2005-2018_ICT_data_with%20LDCs_rev27Nov2018.xls.

*ITU-T Recommendations Series G: Transmission systems and media, digital systems and networks*, available at https://www.itu.int/rec/T-REC-G/en.

*ITU Recommendation ITU-R M.2083-0 (09/2015) MT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond*, available at https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-I!!PDF-E.pdf.

Mitcsenkov, A., Kantor, M., Casier, K., Lannoo, B., Wajda, K., Chen, J., & Wosinska, L. (2013) *Geometric versus Geographic Models for the Estimation of an FTTH Deployment*, Telecommunication Systems, Volume 54, 113–127, https://doi.org/10.1007/S11235-013-9720-3.

Hamada, R.S. (1972) *The Effect of the Firm's Capital Structure on the Systematic Risk of Common Stocks*, Journal of Finance, Volume 27, 435-452.

Hausman, J. A. & Ros, A. J. (2013) *An econometric assessment of telecommunications prices and consumer surplus in Mexico using panel data*, Journal of Regulatory Economics, Volume 43 Issue 3.

Huawei (2019) *$1.4tn of benefits in 2030: 5G's impact on industry verticals*, https://carrier.huawei.com/~/media/CNBGV2/download/program/Industries-5G/5G-Impact-on-Industry-Verticals.pdf.

Katz, Raul L. (2009) *Estimating broadband demand and its economic impact in Latin America*, proceedings of the 3rd Acorn-Redecom Conference, Mexico City.

Khan, M.Y. (1993) *Theory & Problems in Financial Management*, McGraw Hill Higher Education, ISBN 978-0-07-463683-1.

Knoll, T. M. (2012) *LTE Network Design from a Techno-Economic Perspective*, https://bit.ly/2DcitnT.

Landsburg, S. E. (2001) *Price Theory and Applications*, South-Western, 5th edition.

Gregory Mankiw, N. (2000) *Principles of Microeconomics*. South-Western, 2nd edition.

Salcedo, A. & Kuhlmann, F. (2016) *A model to estimate the broadband and Internet access demand for typical Mexican rural communities*, Communication Policy Research Latin America, Volume 10.

Scholes, M. & Williams, J.T. (1977) *Estimating Betas from Nonsynchronous Data*, Journal of Financial Economics, Volume 5, Issue 3, 309-27.

Paolini, M. (2012) *The economics of small cells and Wi-Fi offload, Senza Fili Consulting*.

Roberts, M. (2014) *Smartphone use transforming with the rise of 4G and WiFi*, Informa Telecoms & Media.

Sobolewski, M. & Kopczewski, T. (2017) *Estimating demand for fixed-line telecommunication bundles*, Telecommunications Policy, Volume 41 Issue 4, 227-241.

**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 التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

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 التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

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 التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

8, Route du Méridien Président
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 التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

USAF POTRAZ Building
877 Endeavour Crescent
Mount Pleasant Business Park
Harare - Zimbabwe

Email: itu-harare@itu.int
Tel.: +263 242 369015
Tel.: +263 242 369016

## الأمريكتان

### البرازيل
**المكتب الإقليمي التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

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 التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

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 التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

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 التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

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 التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

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 التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

4th floor NBTC Region 1 Building
101 Chaengwattana Road
Laksi - Bangkok 10210 - Thailand

*Mailing address:*
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210, Thailand
Email: itu-ro-asiapacific@itu.int
Tel.: +66 2 574 9326 – 8
+66 2 575 0055

### إندونيسيا
**مكتب المنطقة التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

Sapta Pesona Building
13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10110 - Indonesia

Email: itu-ro-asiapacific@itu.int
Tel.: +62 21 381 3572
Tel.: +62 21 380 2322/2324
Fax: +62 21 389 5521

### الهند
**مكتب المنطقة ومركز الابتكار التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

C-DOT Campus
Mandi Road
Chhatarpur, Mehrauli
New Delhi 110030
India

Email: itu-ro-southasia@itu.int

## كومنولث الدول المستقلة

### الاتحاد الروسي
**المكتب الإقليمي التابع للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**

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

**الاتحاد الدولي للاتصالات**
**مكتب تنمية الاتصالات**
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

ISBN: 978-92-61-36516-5

نُشرت في سويسرا
جنيف، 2023
إصدار الصور: Adobe Stock