التمهيد لتكنولوجيا الجيل الخامس (5G): الفرص والتحديات

التمهيد لتكنولوجيا الجيل الخامس (5G): الفرص والتحديات 2018

شكر وعرفان

أعد هذا التقرير تحت إشراف السيد كمال حسينوفيتش، رئيس دائرة البنية التحتية والبيئة التمكينية والتطبيقات الإلكترونية بمكتب تنمية الاتصالات بالاتحاد وبمساهمة من السيد إقبال بيدي، شركة Intelligens Consulting، تحت توجيه السيدة صوفي ماديز، رئيسة شعبة التنظيم وبيئة الأسواق بمكتب تنمية الاتصالات بالاتحاد، بالتعاون مع شعبة تكنولوجيا وشبكات الاتصالات بمكتب تنمية الاتصالات بالاتحاد.

وقدم مكتب تقييس الاتصالات والاتصالات الراديوية بالاتحاد مساهمة كبيرة أيضاً. وشمل فريق مكتب تنمية الاتصالات بالاتحاد ستيفان بوتشوكي وديزيريه كاريابوايت ونانسي ساندبرغ. وشمل فريق مكتب الاتصالات الراديوية ماريو مانيفيتش وفيليب أوبينو وسريجيو بونومو وجواكيم ريستريبو وديانا توميمورا ونيكولاي فاسيلييف. وشمل فريق مكتب تقييس الاتصالات بلال جاموسي ومارتن أدولف ودنيس أندريف وكريستينا بويتي وتاتيانا كوراكوفا وهيروشي أوتا.

والآراء المعبر عنها في هذا التقرير تخص مؤلفيها ولا تعكس بالضرورة آراء الاتحاد أو أعضائه.

ISBN

978-92-61-27586-0 (النسخة الورقية)

978-92-61-27596-9 (النسخة الإلكترونية)

978-92-61-27606-5 (نسخة EPUB)

978-92-61-27616-4 (نسخة Mobi)

يرجى مراعاة الجوانب البيئية قبل طباعة هذا التقرير.

© الاتحاد الدولي للاتصالات 2018

جميع الحقوق محفوظة. لايجوز نسخ أي جزء من هذا المنشور بدون تصريح كتابي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

تمهيد

يسرني أن أقدم هذا التقرير بشأن التمهيد لتكنولوجيا الجيل الخامس (5G): الفرص والتحديات 2018 الذي أعد بالتعاون مع مكتبي تقييس الاتصالات والاتصالات الراديوية بالاتحاد. ويمهد التقرير المسرح لواضعي السياسات والهيئات التنظيمية الوطنية والمشغلين في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مع اقتراب تكنولوجيا الجيل الخامس أكثر من ذي قبل. ولتكنولوجيا الجيل الخامس إمكانية أن تكون ذات طابع تحويلي للمواطنين وشركات الأعمال والحكومات والاقتصادات. ويعد الاستثمار عاملاً أساسياً بيد أن هناك الكثير من العوامل الواجب مراعاتها قبل ضخ الاستثمارات.

ويساعد هذا التقرير على الولوج في القضايا المتعلقة بتكنولوجيا الجيل الخامس ويوفر نهجاً مقيساً وعملياً لواضعي السياسات الذين ينشدون اتخاذ قرارات هامة بخصوص الاستثمار في الشهور والسنوات السابقة. والقضايا الرئيسية الست عشرة المعروضة من الضروري قراءتها وتشكل نقطة انطلاق هامة ونحن نشرع في التعامل مع فرص تكنولوجيا الجيل الخامس وتحدياتها.

ويساعد هذا التقرير كذلك على معالجة اللغط الذي يحيط بتكنولوجيا الجيل الخامس ويقر بالإمكانات العظيمة لهذه التكنولوجيا ويوفر مكاناً لاستضافة التوصيات المصممة لمساعدة واضعي السياسات والهيئات التنظيمية والمشغلين للعمل معاً بفعالية لمعالجة التحديات والاستفادة من الفرص العديدة التي تمثلها هذه التكنولوجيا الجديدة سواء بسواء. ويوصي التقرير أيضاً بأن يحسن واضعو السياسات من تيسر شبكات الجيل الرابع وجودتها حتى تصبح شبكات الجيل الخامس أكثر وضوحاً وأكثر حتمية.

وأوجه الشكر لزملائي السيد تشيساب لي، مدير مكتب تقييس الاتصالات والسيد فرانسوا رانسي، مدير مكتب الاتصالات الراديوية بالاتحاد على مساهمتهما القيمة في جعل هذا التقرير أداة مفيدة للاتحاد لتقديم التوجيه الذي ينشده واضعو السياسات والهيئات التنظيمية الوطنية للاستفادة من فوائد الاقتصاد الرقمي.

براهيما سانو
مدير مكتب تنمية الاتصالات، الاتحاد الدولي للاتصالات

جدول المحتويات

تمهيد iii

الاختصارات والأسماء المختصرة ix

ملخص تنفيذي xii

1 مقدمة 1

2 نظرة عامة على تكنولوجيا الجيل الخامس 3
1.2 دور الاتحاد 3
2.2 ماهي تكنولوجيا الجيل الخامس؟ 4
3.2 حالات استعمال تكنولوجيا الجيل الخامس 7
4.2 الآثار الاقتصادية الاجتماعية لتكنولوجيا الجيل الخامس 9
5.2 الفجوة الرقمية 11

3 تكنولوجيا الجيل الخامس والاحتياجات من الطيف 12
1.3 شبكات النفاذ الراديوي 12
2.3 الشبكات الأساسية 14
3.3 وسائل الربط الشبكي 15
4.3 التوصيل المباشر 16
5.3 الطيف اللازم لتكنولوجيا الجيل الخامس 17

4 التحديات الرئيسية أمام نشر تكنولوجيا الجيل الخامس 20
1.4 التحديات المتعلقة بنشر الخلايا الصغيرة 20
2.4 التوصيل غير المباشر بالألياف 21
3.4 الطيف 22
4.4 عوامل أخرى 23

5 كيف يكون النموذج "الجيد"؟ 24
1.5 تبسيط عمليات نشر الخلايا الصغيرة 24
2.5 التدخلات السياساتية - الألياف والطيف 25
3.5 تقاسم البنى التحتية 25
4.5 الانتقال إلى الألياف 27
5.5 مواجهة تحديات التخطيط المحلي 28
6.5 تنسيق الطيف 29
7.5 ترخيص الطيف 30
8.5 المشاريع التجريبية لتكنولوجيا الجيل الخامس 31

6 مثال على الآثار بالنسبة للتكاليف والاستثمار 35
1.6 نظرة عامة 35
2.6 المنهجية 36
3.6 السيناريوهات 38
4.6 النتائج 38
5.6 تقديمات التكاليف المستقلة 40
6.6 نماذج الاستثمار 40

7 الخلاصة 42

الملحق A 43

قائمة بالجداول والأشكال

الأشكال

الشكل **1**: الجدول الزمني المفصل وعملية الاتصالات **IMT-2020** لقطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد 3
تحسين القدرات الأساسية بين الاتصالات المتنقلة الدولية-المتقدمة والاتصالات المتنقلة الدولية-**2020** 6
الشكل **2**: تطور الشبكات المتنقلة 7
الشكل **3**: سيناريوهات استعمال تكنولوجيا الجيل الخامس 8
الشكل **4**: المتطلبات من عرض النطاق والكمون لتطبيقات تكنولوجيا الجيل الخامس 12
الشكل **5**: شبكات الخلايا الكبرية تقابل شبكات الخلايا الصغرية 13
الشكل **6**: مثال على نظام هوائي لخلية صغيرة وخزانة للشارع 14
الشكل **7**: حل نمطي للخلايا الصغيرة بأسعار الجملة لمستضيف محايد 35
الشكل **8**: حل نمطي للخلايا الصغيرة بأسعار الجملة لمستضيف محايد 37
الشكل **9**: النفقات الرأسمالية للسيناريو **1** - مدينة كبيرة مكتظة بالسكان 39
الشكل **10**: النفقات الرأسمالية للسيناريو **2** - مدينة صغيرة أقل كثافة سكانية 39
الشكل **11**: مساهمة العناصر في النفقات الرأسمالية 39

الأطر

الإطار **1**: دور الاتصالات المتنقلة الدولية لعام **2020** (الجيل الخامس) وما بعده 5
الإطار **2**: تكنولوجيا الجيل الخامس والتقارب بين الخدمات الثابتة والمتنقلة 9
الإطار **3**: أبردين 13
الإطار **4**: شركة **Telefónica** تستثمر في الربط الشبكي المعرف بالبرمجيات وإضفاء الطابع الافتراضي على وظائف الشبكة 15
الإطار **5**: الجدوى التقنية لقطاع الاتصالات الراديوية لنشر الاتصالات المتنقلة الدولية في ترددات فوق **24** وحتى **86 GHz** 18
الإطار **6**: منظور مشغل - نهج الطيف متعدد الطبقات لشركة **Huawei** 19
الإطار **7**: وجهة نظر الصناعة بشأن العوائق أمام نشر الخلايا الصغيرة 21
الإطار **8**: العوائق أمام نشر شبكات الألياف 22
الإطار **9**: تبسيط نشر الخلايا الصغيرة 24
الإطار **10**: الاستثمارات في الألياف في المملكة المتحدة 25
الإطار **11**: فريق العمل المعني بتكنولوجيا الجيل الخامس، أستراليا 25
الإطار **12**: التكليف بالتقاسم في استعمال الشبكات 26
الإطار **13**: التقاسم في استعمال الشبكات المدار تجارياً 27
الإطار **14**: الانتقال إلى الألياف 28
الإطار **15**: المجلس البلدي لمدينة لندن، يوجد اتفاقات حق الارتفاق 29
الإطار **16**: عمليات التخطيط الفعالة 29
الإطار **17**: مقترحات بخصوص طيف تكنولوجيا الجيل الخامس مقدمة من بعض الهيئات التنظيمية الوطنية 30
الإطار **18**: مبادرة تكنولوجيا الجيل الخامس المدارة حكومياً 32
الإطار **19**: منصات اختبار تكنولوجيا الجيل الخامس المدارة تجارياً 33

الاختصارات والأسماء المختصرة

تُستخدم في هذه الوثيقة اختصارات وأسماء مختصرة مختلفة وهي وردت هنا للتبسيط.

الاختصارات/ الأسماء المختصرة	الوصف
2G، 3G، 4G، 5G*	تشير إلى الأجيال المختلفة لمعايير الاتصالات المتنقلة
5GIA	رابطة البنية التحتية لتكنولوجيا الجيل الخامس (*5G Infrastructure Association*)
AI	الذكاء الاصطناعي (*Artificial Intelligence*)
AV	مركبة مستقلة (*Autonomous Vehicle*)
BEREC	هيئة المنظمين الأوروبيين للاتصالات الإلكترونية (*Body of European Regulators for Electronic Communications*)
BNG	بوابة شبكة النطاق العريض (*Broadband Network Gateway*)
CAGR	معدل النمو السنوي المركب (*Compound Annual Growth Rate*)
CAV	المركبة المستقلة الموصولة (*Connected Autonomous Vehicle*)
CCTV	دائرة تلفزيونية مغلقة (*Closed-Circuit TV*)
CPRI	السطح البيني الراديوي العمومي الشائع (*Common Public Radio Interface*)
C-RAN	شبكة نفاذ راديوي سحابية/مركزية (*Cloud/centralized Radio Access Network*)
DAN	توصيل شبكي مدرك للبيانات (*Data Aware Networking*)
EC	المفوضية الأوروبية (*European Commission*)
EMBB	النطاق العريض المتنقل المعزز (*Enhanced Mobile Broadband*)
EMC	التوافق الكهرمغنطيسي (*Electromagnetic Compatibility*)
EMF	المجال الكهرمغنطيسي (*Electromagnetic Field*)
EU	الاتحاد الأوروبي (*European Union*)
FCC	لجنة الاتصالات الفيدرالية (*Federal Communications Commission*)
FG ML5G	الفريق المتخصص المعني بالتعلم الآلي من أجل شبكات المستقبل، بما في ذلك شبكات الجيل الخامس (*Focus Group on Machine Learning for Future Networks, including 5G*)
FMC	التقارب بين الخدمة الثابتة والمتنقلة (*Fixed Mobile Convergence*)
FTTH	توصيل الألياف إلى المنازل (*Fibre to the Home*)
FTTP	توصيل الألياف إلى المنشآت (*Fibre to the Premise*)

* https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2017-IMT2020-deliverables/mobile/index.html#p=1

الاختصارات/ الأسماء المختصرة	الوصف
FUTEBOL	الاتحاد الفيدرالي لمرافق أبحاث الاتصالات من أجل مختبر مفتوح مشترك بين الاتحاد الأوروبي-البرازيل (*Federated Union of Telecommunications Research Facilities for an EU-Brazil Open Laboratory*)
GSMA	رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (*The GSM Association*)
HAPS	أنظمة المنصات عالية الارتفاع (*High Altitude Platform Systems*)
ICNIRP	اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*)
ICT	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (*Information and Communications Technology*)
IMT-2020	معايير الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 (IMT-2020) (*International Mobile Telecommunication 2020 standards*)
IoT	إنترنت الأشياء (*Internet of Things*)
ITU	الاتحاد الدولي للاتصالات (*International Telecommunication Union*)
ITU-BDT	مكتب تنمية الاتصالات بالاتحاد (*ITU Telecommunication Development Bureau*)
ITU-D	قطاع تنمية الاتصالات بالاتحاد (*ITU Development Sector*)
ITU-R	قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد (*ITU Radiocommunication Sector*)
ITU-T	قطاع تقييس الاتصالات بالاتحاد (*ITU Standardization Sector*)
LTE-A Pro	مؤيد لتكنولوجيا التطور على المدى الطويل-المتقدمة (*Long-Term Evolution Advanced Pro*)
MCS	خدمات حرجة من حيث المهام (*Mission Critical Services*)
MER	غرفة المعدات الرئيسية (*Main Equipment Room*)
MIMO	تعدد الدخل وتعدد الخرج (*Multiple Input, Multiple Output*)
MIoT	إنترنت الأشياء الكثيفة (*Massive Internet of Things*)
mmWave	موجة ميلليمترية (*Millimeter Wave*)
MMTC	اتصالات كثيفة من آلة لأخرى (*Massive Machine-type Communications*)
NFV	إضفاء الطابع الافتراضي على وظائف الشبكة (*Network Function Virtualization*)
NISA	الوكالة الوطنية لمجتمع المعلومات (جمهورية كوريا) (*(Korea Rep. of) National Information Society Agency*)
NRA	الهيئة التنظيمية الوطنية (*National Regulatory Authority*)
OTN	شبكة نقل بصرية (*Optical Transport Network*)
PMP	من نقطة إلى عدة نقاط (*Point-to-Multipoint*)
PPP	شراكة بين القطاعين العام والخاص (*Public–Private Partnership*)

* https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2017-IMT2020-deliverables/mobile/index.html#p=1

الاختصارات/ الأسماء المختصرة	الوصف
Q.NBN	شبكة النطاق العريض الوطنية القطرية (*Qatar National Broadband Network*)
RAN	شبكة نفاذ راديوي (*Radio Access Network*)
RF EMF	المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (*Radio Frequency Electromagnetic Field*)
ROF	الراديو عبر الألياف (*Radio-over-Fibre*)
RRU	وحدة راديوية بعيدة (*Remote Radio Unit*)
SDN	ربط شبكي معرف بالبرمجيات (*Software-Defined Networking*)
SMP	قدرة سوقية كبيرة (*Significant Market Power*)
TCO	إجمال تكلفة الملكية (*Total Cost of Ownership*)
TIM	شركة تليكوم إيطاليا للاتصالات المتنقلة (*Telecom Italia Mobile*)
URLLC	اتصالات فائقة الاعتمادية ومنخفضة الكمون (*Ultra-Reliable and Low-Latency Communication*)
WHO	منظمة الصحة العالمية (*World Health Organization*)
WLAN	شبكة محلية لاسلكية (*Wireless Local Area Network*)
WRC-19	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (*World Radiocommunication Conference 2019*)
WTDC	المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات (*World Telecommunication Development Conference*)

* https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2017-IMT2020-deliverables/mobile/index.html#p=1

ما لم يذكر خلاف ذلك، يشير مصطلح واضعي السياسات إلى الهيئات التنظيمية الوطنية والوكالات الحكومية المحلية (بلدية أو ولاية) أو الوطنية (اتحادية).

ملخص تنفيذي

سقف التوقعات من تكنولوجيا الجيل الخامس مرتفع حيث يفترض الكثيرون أنها ستوفر أرضية واعدة تحويلية - تجربة محسنة للمستعمل النهائي وتطبيقات جديدة ونماذج أعمال جديدة وخدمات جديدة تتجاوز سريعاً السرعات ذات معدلات الجيغابتات وأداء محسن للشبكة مع اعتمادية أفضل. وشبكات تكنولوجيا الجيل الخامس وخدماتها باعتمادها على شبكات الاتصالات المتنقلة الناجحة للأجيال الثاني والثالث والرابع، يتوقع لها طبقاً لدراسات اقتصادية مستقلة أن توفر مكاسب اقتصادية ضخمة جداً.

تنبيه: مطلوب مستوى عال من الاستثمار

ومع ذلك، وبالرغم من الفوائد المحتملة، هناك هاجس من أن تكنولوجيا الجيل الخامس غير مكتملة النضج وارتفعت أصوات محذرة من ذلك. ويساور المشغلين الشك من الحالة التجارية التي تتطلب مستويات عالية من الاستثمار لنشر شبكات الجيل الخامس[1]. ويقدر التقرير أن تكلفة نشر شبكة خلوية صغيرة جاهزة لتكنولوجيا الجل الخامس بافتراض أن التوصيل بالألياف مجد تجارياً - يمكن أن تتراوح من 6,8 مليون دولار أمريكي لمدينة صغيرة و55,5 مليون دولار لمدينة كبيرة مكتظة بالسكان.

خطر تفاقم الفجوة الرقمية

يمكن تحقيق حالة مجدية للاستثمار في تكنولوجيا الجيل الخامس للمناطق الحضرية المكتظة بالسكان - وهي المناطق الأكثر جذباً للمشغلين من الناحية التجارية. والتحدي الأكبر يتمثل في المسوغ التجاري للاستثمار في شبكات الجيل الخامس خارج هذه المناطق، خاصة في السنوات المبكرة لنشر هذه التكنولوجيا. ونتيجة لذلك، يقل احتمال تمتع المناطق الريفية وشبه الحضرية بالاستثمار في تكنولوجيا الجيل الخامس وسيؤدي ذلك إلى إمكانية اتساع الفجوة الرقمية.

مطلوب رؤية متوازنة

طالما ظلت حالة الاستثمار في تكنولوجيا الجيل الخامس مغلفة بعدم اليقين، ينبغي للصناعة وواضعي السياسات البقاء حذرين وينبغي النظر في تعزيز تيسر شبكات الجيل الرابع القائمة وجودتها في فترة ما قبل تكنولوجيا الجيل الخامس. والحاجة إلى تكنولوجيا الجيل الخامس ليست ملحة. ولا ينبغي لواضعي السياسات والمشغلين أن ينظروا في نشر شبكات الجيل الخامس إلا في المناطق التي تشهد طلباً عليها أو وجود حالة تجارية قوية لصالح هذا الأمر.

أعمال واضعي السياسات ستحدث الفارق

عندما يكون الطلب موجوداً بجانب ارتفاع تكاليف نشر تكنولوجيا الجيل الخامس، يمكن لواضعي السياسات استعمال مجموعة من الإجراءات القانونية والتنظيمية لتسهيل النشر. ويشمل ذلك:

- دعم استعمال تغطية لاسلكية ميسورة التكلفة (مثلاً، عبر النطاقات الفرعية 1 GHz) لتقليص الفجوة الرقمية،
- حوافز تجارية مثل المنح أو إقامة شراكات بين القطاعين العام والخاص لتحفيز الاستثمار في شبكات الجيل الخامس.

[1] https://www.techradar.com/news/eu-backed-groups-warns-about-5g-claims

تكنولوجيا الجيل الخامس: 16 قضية رئيسية يجب بحثها من جانب واضعي السياسات

يسلط هذا التقرير الضوء على 16 قضية رئيسية - واستجاباتها - يجب على واضعي السياسات بحثها عند صياغة استراتيجيات تحفيز الاستثمار في شبكات الجيل الخامس. وتمثل هذه القضايا معاً وسيلة ناجعة لمعايرة نهج شامل عبر الجوانب الرئيسية للانتقال والشروع في عملية انتقال إلى **تكنولوجيا الجيل الخامس ميسرة ومعجلة بحكمة**.

قضايا رئيسية للبحث

الرقم	ملخص	للبحث...
1)	حالة الاستثمار	يمكن لواضعي السياسات النظر في إجراء التقييم الاقتصادي المستقل الخاص بهم للجدوى التجارية لنشر شبكات الجيل الخامس
2)	استراتيجية شبكات الجيل الرابع	إلى أن تتضح حالة شبكات الجيل الخامس، يمكن لواضعي السياسات النظر في تعزيز تيسر شبكات الجيل الرابع وزيادة جودتها
3)	تنسيق الطيف	يمكن للهيئات التنظيمية الوطنية توزيع/تخصيص نطاقات طيف منسقة عالمياً لتكنولوجيا الجيل الخامس
4)	خارطة طريق للطيف	يمكن للهيئات التنظيمية الوطنية النظر في اعتماد خارطة طريق للطيف وعملية متجددة قابلة للتنبؤ
5)	تقاسم الطيف	يمكن للهيئات التنظيمية الوطنية النظر في السماح بتقاسم الطيف لتعظيم كفاءة استعمال الطيف المتاح، خاصة لإفادة المناطق الريفية
6)	تسعير الطيف	يمكن للهيئات التنظيمية الوطنية النظر في اختيار إجراءات منح الطيف المؤاتية للاستثمار
7)	طيف النطاق MHz 700	يمكن لواضعي السياسات النظر في دعم استعمال التغطية اللاسلكية ميسورة التكلفة (من خلال النطاق MHz 700 مثلاً) للحد من مخاطر الفجوة الرقمية
8)	حوافز الاستثمار في الألياف	يمكن لواضعي السياسات النظر في حالة إخفاق السوق في تحفيز الاستثمار في الألياف والأصول المنفعلة من خلال الشراكات بين القطاعين العام والخاص والصناديق الاستثمارية وتقديم المنح
9)	الضرائب على الألياف	يمكن لواضعي السياسات النظر في إلغاء أي أعباء ضريبية مرتبطة بنشر شبكات الألياف لخفض التكاليف المصاحبة
10)	الانتقال من الكبلات النحاسية إلى الألياف	يمكن لواضعي السياسات النظر في اعتماد سياسات/حوافز مالية لتشجيع الانتقال من الكبلات النحاسية إلى الألياف وتحفيز نشر الألياف
11)	وصلات الربط اللاسلكية	يمكن للمشغلين النظر في حافظة من التكنولوجيات اللاسلكية لوصلات تكنولوجيا الجيل الخامس إلى جانب الألياف، بما في ذلك الاتصالات من نقطة إلى عدة نقاط (PMP) والمرحلات الراديوية بالموجات الصغرية والميليمترية (mmWaves) وأنظمة المنصات عالية الارتفاع (HAPS) والسواتل.
12)	النفاذ إلى/تقاسم البنية التحتية المنفعلة	يمكن لواضعي السياسات النظر في السماح بالنفاذ إلى البنى التحتية المملوكة للحكومة مثل أعمدة الكهرباء وإشارات المرور وأعمدة الإنارة لمنح مشغلي التكنولوجيا اللاسلكية الحق المناسب في نشر أجهزة الخلايا الصغيرة الإلكترونية في الشوارع. ويمكن للهيئات التنظيمية الوطنية النظر في مواصلة تنقيح خطط النفاذ الحالية إلى الأنفاق بحيث تشمل تكنولوجيا الجيل الخامس مما يمكن من عمليات نشر ميسورة التكلفة للألياف
13)	تكاليف النفاذ	يمكن لواضعي السياسات/الهيئات التنظيمية الوطنية النظر في كفالة تحصيل رسوم معقولة من المشغلين لنشر المعدات الراديوية للخلايا الصغيرة في الشوارع

الرقم	ملخص	للبحث...
14)	قاعدة بيانات الأصول	يمكن لواضعي السياسات النظر في تجميع قاعدة بيانات مركزية تحدد جهات الاتصال الرئيسية وتبين الأصول مثل أنفاق المرافق وشبكات الألياف وأبراج الدوائر التلفزيونية المغلقة وأعمدة الإنارة وما إلى ذلك. ومن شأن ذلك أن يساعد المشغلين في تحديد تكاليف عمليات نشر بناهم التحية والتخطيط لها بدقة أكبر
15)	اتفاقات الحق في المرور (حق الارتفاق)	يمكن لواضعي السياسات الاتفاق على اتفاقات موحدة بخصوص الحق في المرور للحد من التكلفة والوقت المستغرق في نشر الألياف والشبكات اللاسلكية
16)	منصات اختبار تكنولوجيا الجيل الخامس	يمكن لواضعي السياسات النظر في تشجيع قيام المشاريع التجريبية ومنصات الاختبار الخاصة بتكنولوجيا الجيل الخامس باختبار تكنولوجيات الجيل الخامس وحالات الاستعمال وتحفيز الانخراط في السوق

1 مقدمة

حدد الاتحاد شبكات الجيل الخامس والذكاء الاصطناعي (AI) كمجالين للابتكار ضروريين لتمكين المجتمعات الأكثر ذكاء. وتكنولوجيا الجيل الخامس هي الجيل المقبل لمعايير الاتصالات المتنقلة وتعد بتوفير تجربة محسنة للمستعمل النهائي من خلال توفير تطبيقات وخدمات جديدة بسرعات الجيغابتات مع تحسن كبير في الأداء والاعتمادية. ويتوقع أن تعزز شبكات الجيل الخامس بالذكاء الاصطناعي لاستشعار البيانات وإدارة موارد الشبكة وتنسيقها وتوفير الذكاء للأنظمة الموصولة والمستقلة.

وشرع الاتحاد في وضع برنامج "الاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2020 وما بعده" الذي يمهد السبيل لأنشطة البحث الناشئة في مختلف أنحاء العالم في مجال تكنولوجيا الجيل الخامس. وشكل الاتحاد أيضاً الفريق المتخصص المعني بالتعلم الآلي في شبكات المستقبل بما في ذلك شبكات الجيل الخامس [1](FG-ML5G). ويقوم الفريق المتخصص هذا بدراسة حالات الاستعمال والخدمات والمتطلبات والسطوح البينية والبروتوكولات والخوارزميات ومعمارية الشبكة الخاصة بالتعلم الآلي وأنساق البيانات.

وأعد هذا التقرير كجزء من الإطار الشامل لتقارير الذكاء الاصطناعي لمساعدة الحكومات وهيئات تنظيم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والهيئات التنظيمية الوطنية على التأهب للتحول الرقمي للذكاء الاصطناعي وتكنولوجيا الجيل الخامس.

ويستعرض هذا التقرير توقعات تكنولوجيا الجيل الخامس ويبحث المتطلبات من البنى التحتية والاستثمارات في القطاعين الخاص والعام إبان تحضيرهما لتكنولوجيا الجيل الخامس. والتقرير مصمم لدعم حالات الاستعمال والخدمات الناشئة ولمساعدة جميع القطاعات على تلبية متطلبات الأداء المتوقع (معدلات بيانات بالجيغابتات) والكمون المنخفض والاعتمادية العالية لهذه الخدمات، بما يضمن جني المستعمل النهائي الفوائد الاقتصادية الكاملة التي من المتوقع أن توفرها تكنولوجيا الجيل الخامس.

وإلى جانب ذلك، يتناول التقرير استراتيجيات الانتقال المستخدمة من جانب مشغلي التكنولوجيا اللاسلكية لتحديث الشبكات من الجيل الرابع إلى الجيل الخامس - خاصة في المناطق الحضرية التي من المرجح أن تكون لها أولوية في عمليات نشر تكنولوجيا الجيل الخامس - والتحديات المختلفة السياسية والاستراتيجية والتقنية التي يمكن أن تعوق نشر شبكات الجيل الخامس. وبالرغم من وجود خطوات واسعة تتخذ نحو تنفيذ تكنولوجيا الجيل الخامس في الاقتصادات المتقدمة، فإن التقرير يراعي أيضاً التحديات التي سيواجهها مشغلو التكنولوجيا اللاسلكية في أقل الاقتصادات نمواً.

ويرد في هذا التقرير أيضاً نموذج تكلفة رفيع المستوى لتقدير الاستثمارات الرأسمالية المحتملة التي يحتاج إليها أي مشغل لاسلكي للتحديث إلى شبكة من شبكات الجيل الخامس والنماذج المحتملة التي يمكن للهيئات التنظيمية الوطنية أن تستخدمها لتحفيز الاستثمار في هذه التكنولوجيا. وفي نهاية المطاف، وبناءً على مقابلات مع مشغلين استكملت ببحوث ثانوية، يعتمد التقرير على أمثلة حقيقية للدور الذي يمكن لواضعي السياسات القيام به كجهة تسهيل وجهة تمكين وجهة تنسيق عند التحضير لإدخال تكنولوجيا الجيل الخامس والتسريع بنشرها وخفض تكلفة هذا النشر.

وتأتي بنية المتبقي من هذه الوثيقة كالتالي:

- القسم 2، يبحث في تكنولوجيا الجيل الخامس وتطورها وما يمكن أن تقدمه فوق وزيادة عن التكنولوجيات اللاسلكية القائمة، بما في ذلك الفوائد الاقتصادية والاجتماعية الأوسع نطاقاً.

[1] https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ml5g/Pages/default.aspx

- القسم 3، يوضح متطلبات تكنولوجيا الجيل الخامس من الطيف والتكنولوجيات الداعمة لشبكات الجيل الخامس والكيفية التي يتوقع أن يتطور بها المشغلون إلى شبكات الجيل الخامس.
- القسم 4، يشرح التحديات الرئيسية أمام نشر شبكات الجيل الخامس من منظور البنية التحتية وسياسات الطيف.
- القسم 5، يقدم أمثلة للكيفية التي يبدأ بها واضعو السياسات في العمل على القضايا المرتبطة بنشر شبكات الجيل الخامس.
- القسم 6، يستكشف الاحتياجات من الاستثمارات لتطوير شبكات الجيل الخامس والنهج المحتملة لتحفيز الاستثمار فيها.
- القسم 7، يوصي بإجراءات لواضعي السياسات في الهيئات التنظيمية الوطنية والحكومات، تساعدهم على تبسيط وخفض التكاليف عند الانتقال إلى مرحلة التنفيذ.

2 نظرة عامة على تكنولوجيا الجيل الخامس

يقدم هذا القسم معلومات عن دور الاتحاد في وضع معايير تكنولوجيا الجيل الخامس وكذلك الفوائد المحتملة التي يمكن أن تولدها تكنولوجيا الجيل الخامس - وفي حين لم يكتمل بعد تطوير النظام الإيكولوجي، فمن الجائز ألا تمثل تكنولوجيا الجيل الخامس حتى الآن الخيار المناسب في جميع المناطق. وبالإضافة إلى ذلك، هناك بعض الشواغل من أن النشر الأولي لتكنولوجيا الجيل الخامس في مناطق حضرية مكتظة بالسكان قد يفاقم الفجوة الرقمية.

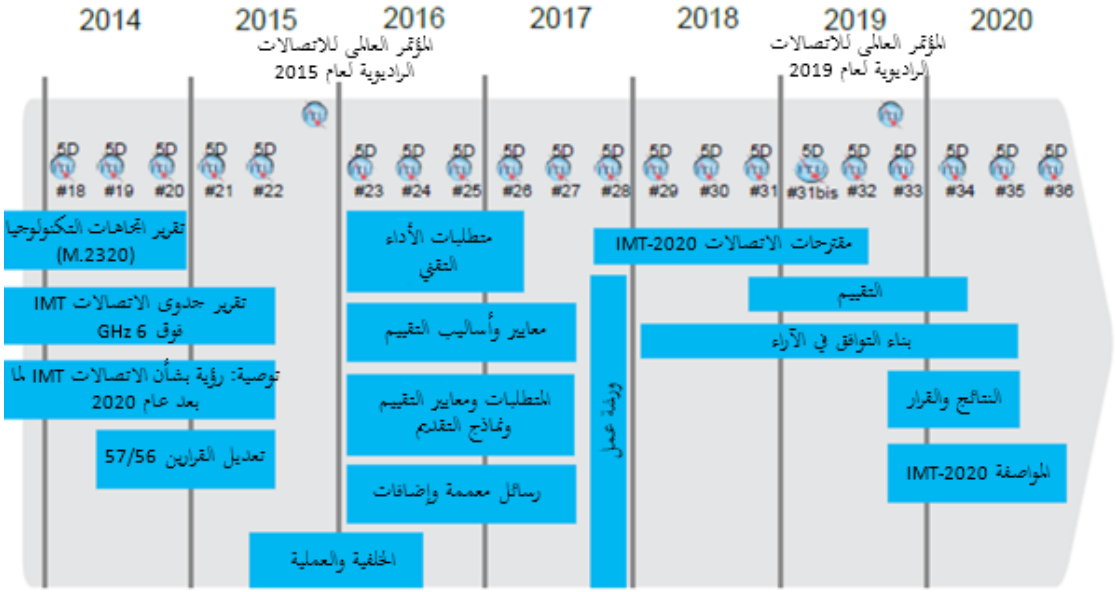
1.2 دور الاتحاد

تعد تكنولوجيا الجيل الخامس الجيل المقبل من معايير الاتصالات المتنقلة الجاري تحديدها من قبل الاتحاد. والاتصالات المتنقلة الدولية-2020 (الجيل الخامس) هو الاسم الخاص بالأنظمة والمكونات والعناصر ذات الصلة التي تدعم القدرات المعززة التي تفوق القدرات التي توفرها أنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (الجيل الثالث) والاتصالات المتنقلة الدولية - المتقدمة (الجيل الرابع).

ومعايير الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 (IMT-2020):

- تمهيد للأنشطة البحثية لتكنولوجيا الجيل الخامس التي تنشأ في أرجاء العالم.
- تحدد الإطار والأهداف العامة لعملية تقييس تكنولوجيا الجيل الخامس.
- تضع خارطة طريق لتوجيه هذه العملية حتى نهايتها بحلول عام 2020 (انظر الشكل 1).

الشكل 1: الجدول الزمني المفصل وعملية الاتصالات IMT-2020 لقطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد



ويقدم الملحق A نظرة عامة لما قام به الاتحاد من أعمال بشأن تكنولوجيا الجيل الخامس.

2.2 ماهي تكنولوجيا الجيل الخامس؟

على المستوى الأعلى، تعد تكنولوجيا الجيل الخامس فرصة لواضعي السياسات لتمكين المواطنين وشركات الأعمال. وسيكون لهذه التكنولوجيا دور رئيسي في دعم الحكومات وواضعي السياسات في تحويل مدنهم إلى مدن ذكية، بما يسمح للمواطنين والمجتمعات بتحقيق الفوائد الاقتصادية والاجتماعية التي يوفرها اقتصاد رقمي متقدم كثيف من حيث البيانات والمشاركة في هذا الاقتصاد.

وتعد تكنولوجيا الجيل الخامس بتوفير تجربة محسنة للمستعمل النهائي بتوفير تطبيقات وخدمات جديدة بسرعات الجيغابتات وتحسن كبير في الأداء والاعتمادية. وستعتمد تكنولوجيا الجيل الخامس على نجاحات الشبكات المتنقلة من الأجيال الثاني والثالث والرابع التي حولت المجتمعات وقدمت الدعم لخدمات ونماذج أعمال جديدة. وتتيح تكنولوجيا الجيل الخامس الفرصة لمشغلي اللاسلكي للقيام بما هو أبعد من توفير خدمات التوصيلية بوضع حلول وخدمات ثرية للمستهلكين والصناعة عبر مجموعة من القطاعات - وبتكلفة ميسورة. وتعد تكنولوجيا الجيل الخامس فرصة لتنفيذ الشبكات السلكية واللاسلكية المتقاربة وتتيح الفرص بشكل خاص في مجال تكامل أنظمة إدارة الشبكة.

ويتوقع البدء في نشر شبكات الجيل الخامس التجارية بعد عام 2020 كما هو مبين في الشكل 2، عند الانتهاء من معايير تكنولوجيا الجيل الخامس[1]. وبحلول عام 2025، تتوقع الرابطة GSMA أن تصل توصيلات تكنولوجيا الجيل الخامس إلى 1,1 مليار نسمة، نحو 12 في المائة من إجمالي التوصيلات المتنقلة. ويتوقع أيضاً أن تزيد الإيرادات الإجمالية للمشغلين بمعدل نمو سنوي مركب مقداره 2,5 في المائة بحيث تصل إلى 1,3 تريليون دولار أمريكي بحلول عام 2025.[2]

ويتوقع أيضاً أن تزيد تكنولوجيا الجيل الخامس من معدلات البيانات بصورة دراماتيكية مع تخفيض الكمون مقارنة بالجيلين الثالث والرابع. ويتوقع أن تخفض تكنولوجيا الجيل الخامس الكمون بشكل كبير إلى أقل من 1 ms، وهو ما يلائم الخدمات الحساسة للمهمة التي تكون فيها البيانات حساسة من حيث التوقيت. وقدرتها الخاصة بالسرعة العالية تعني أن بإمكان شبكات الجيل الخامس توفير طائفة من خدمات النطاق العريض عالية السرعة وتوفير بديل لنفاذ الميل الأخير مثل توصيل الألياف إلى المنازل أو التوصيلات النحاسية.

[1] شرع قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد في 2012 في برنامج لوضع معايير الاتصالات المتنقلة الدولية للجيل الخامس بحلول عام 2020.

[2] "عصر تكنولوجيا الجيل الخامس: عصر التوصيلية غير المحدودة وأتمتة الذكاء" وحدة المعلومات التابعة للرابطة GSMA، 2017: https://www.gsmaintelligence.com/research/2017/02/the-5g-era-age-of-boundless-connectivity-and-intelligent-automation/614/

الإطار 1: دور الاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2020 (الجيل الخامس) وما بعده

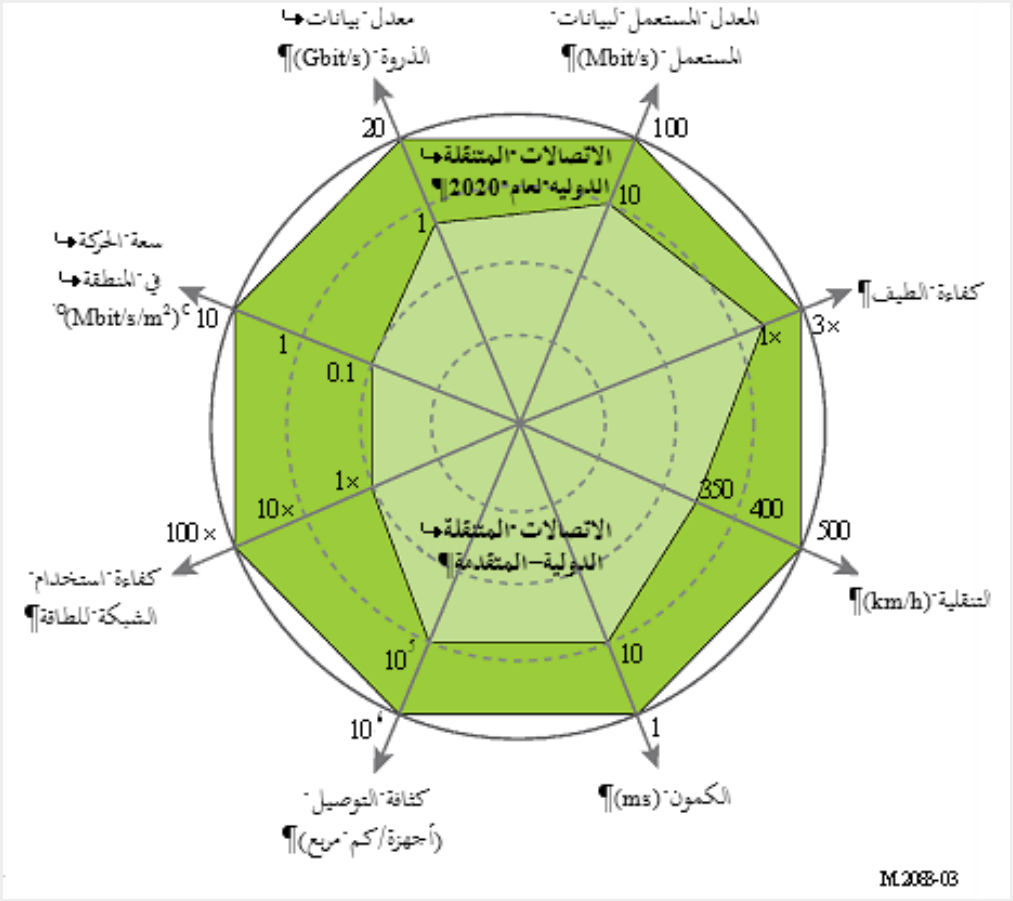
يرد في التوصية ITU R-M.2083-0 شرح إطار التطوير المستقبلي للاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2020 وما بعده بالتفصيل وهذا يعني أنه ينبغي لأنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية أن تواصل المساهمة في ما يلي:

- البنية التحتية اللاسلكية لتوصيل العالم: سوف تحظى توصيلية النطاق العريض بنفس مستوى الأهمية التي حظي بها الحصول على الكهرباء. وستواصل الاتصالات المتنقلة الدولية القيام بدور هام في هذا السياق حيث ستكون بمثابة إحدى الركائز الأساسية لإتاحة تقديم خدمات متنقلة وتبادل المعلومات. وسيتم في المستقبل تزويد المستعملين الخصوصيين والمهنيين بمجموعة منوعة واسعة من التطبيقات والخدمات التي تتراوح بين خدمات الإعلام الترفيهي والتطبيقات الصناعية والمهنية الجديدة.
- سوق جديدة لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات: من المتوقع أن يعزز تطوير أنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية المرتقبة نشوء صناعة متكاملة لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات وهو ما يشكل بدوره محركاً للاقتصادات في جميع أنحاء العالم. ومن بين المجالات المحتملة: تراكم وتجميع وتحليل البيانات الضخمة، وتقديم خدمات مكيفة حسب الطلب للربط الشبكي للمؤسسات والشركات ومجموعات شبكات التواصل الاجتماعي على الشبكات اللاسلكية.
- سد الفجوة الرقمية: ستواصل الاتصالات المتنقلة الدولية الإسهام في سد الثغرات الناجمة عن تزايد اتساع الفجوة الرقمية. ويمكن لأنظمة الاتصالات المتنقلة واللاسلكية، الميسورة التكلفة والمستدامة والسهلة النشر، أن تدعم هذا الهدف مؤدية في الوقت نفسه إلى توفير الطاقة وتحقيق الحد الأقصى من الكفاءة.
- أساليب اتصال جديدة: ستتيح الاتصالات المتنقلة الدولية إمكانية تبادل أي نوع من المحتويات في أي وقت وفي كل مكان عن طريق أي جهاز. وسينتج المستعملون المزيد من المحتويات ويتبادلونها دون أن يكونوا مقيدين بالوقت والموقع.
- أشكال جديدة للتعليم: يمكن للاتصالات المتنقلة الدولية أن تغير أساليب التعليم من خلال توفير نفاذ سهل إلى الكتب المدرسية الرقمية أو تخزين المعارف القائم على الحوسبة السحابية على الإنترنت، مما يعزز تطبيقات من قبيل التعلم الإلكتروني والصحة الإلكترونية والتجارة الإلكترونية.
- تعزيز كفاءة استهلاك الطاقة: تتيح الاتصالات المتنقلة الدولية كفاءة استهلاك الطاقة على امتداد مجموعة من قطاعات الاقتصاد من خلال دعم الاتصالات من آلة إلى آلة وتوفير حلول مثل شبكة الطاقة الذكية وعقد المؤتمرات عن بُعد والخدمات اللوجستية ووسائل النقل الذكية.
- التغيرات الاجتماعية: تسهل شبكات النطاق العريض من سرعة تشكيل الآراء العامة وتبادلها بشأن قضية سياسية أو اجتماعية من خلال خدمة شبكات التواصل الاجتماعي. ويتحول تكوين الآراء لدى عدد ضخم من الأشخاص الموصولين بسبب قدرتهم على تبادل المعلومات في أي وقت وفي كل مكان إلى محرك رئيسي للتغيير الاجتماعي.
- فن وثقافة جديدان: ستدعم الاتصالات المتنقلة الدولية الفنانين والمؤدين في إبداع أعمال فنية أو المشاركة في العروض أو الأنشطة الجماعية، من قبيل تكوين مجموعة إنشاد افتراضية أو لفت الأنظار أو المشاركة في التأليف أو كتابة الأغاني. كما أن في وسع الأشخاص الموصولين بالعالم الافتراضي تشكيل أنواع جديدة من المجتمعات المحلية وإنشاء ثقافات خاصة بهم.

الإطار 1: دور الاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2020 (الجيل الخامس) وما بعده (تابع)

ويرد شرح الأهداف المحددة للاتصالات IMT-2020 أدناه.

تحسين القدرات الأساسية بين الاتصالات المتنقلة الدولية-المتقدمة والاتصالات المتنقلة الدولية-2020



ومن المتوقع أن يصل معدل بيانات الذروة للنظام IMT-2020 في حالة النطاق العريض المتنقل المعزز إلى 10 Gbit/s. بيد أنه يمكن للنظام IMT-2020 تحت ظروف وسيناريوهات معينة أن يدعم معدلاً لبيانات الذروة يصل إلى 20 Gbit/s كما هو مبين في الشكل 3. ويقدم النظام IMT-2020 الدعم لمعدلات متداولة مختلفة لبيانات المستعمل تغطي مجموعة منوعة من بيئات النطاق العريض المتنقل المعزز. وفيما يتعلق بحالات تغطية المساحات الواسعة، مثلاً في المناطق الحضرية وشبه الحضرية، يمكن دعم معدل متداول لبيانات المستعمل قدره 100 Mbit/s. وفي حالات النقاط الساخنة، من المتوقع أن يصل المعدل المتداول لبيانات المستعمل إلى قيم أعلى (مثلاً 1 Gbit/s داخل المباني).

الإطار 1: دور الاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2020 (الجيل الخامس) وما بعده (تابع)

ومن المتوقع أن تكون كثافة الطيف أعلى بثلاث مرات مقارنة بالاتصالات المتنقلة الدولية-المتقدمة للنطاق العريض المتنقل المعزز. وتتفاوت الزيادة في الكفاءة المحققة من الاتصالات المتنقلة الدولية-المتقدمة فيما بين السيناريوهات وقد تكون أعلى في بعض السيناريوهات (على سبيل المثال، أعلى بخمس مرات وفقاً للبحوث الإضافية). ومن المتوقع أن يدعم النظام IMT-2020 سعة حركة في المنطقة قدرها Mbit/s/m2 10، مثلاً في نقاط التوصيل البؤرية.

وينبغي ألا يزيد استهلاك الطاقة في شبكة النفاذ الراديوي للنظام IMT-2020 على ذلك الخاص بشبكات الاتصالات المتنقلة الدولية المنتشرة اليوم، حتى وإن كانت تقدم القدرات المحسنة. وبناءً على ذلك، ينبغي تحسين كفاءة استخدام الشبكة للطاقة بعامل يضاهي على الأقل الزيادة المتوخاة في سعة حركة النظام IMT-2020 بالنسبة للاتصالات المتنقلة الدولية-المتقدمة للنطاق العريض المتنقل المحسن.

وقد يتمكن النظام IMT-2020 من توفير كمون على الهواء قدره ms 1، قادر على دعم خدمات بمتطلبات كمون منخفضة للغاية. كما يتوقع أن يتيح النظام IMT-2020 تنقلية عالية تصل إلى km/h 500 بجودة خدمة مقبولة. ويتوخى ذلك بوجه خاص في القطارات السريعة.

أخيراً، من المتوقع أن يدعم النظام IMT-2020 كثافة توصيل تصل إلى 106/km2، على سبيل المثال في سيناريوهات الاتصالات الغزيرة من آلة إلى آلة.

المصدر: التوصية ITU-R M.2083-0

الشكل 2: تطور الشبكات المتنقلة

	1G	2G	3G	4G	5G
تاريخ النشر التقريبي	1980s	1990s	2000s	2010s	2020s
سرعة التنزيل النظرية	kbit/s 2	kbit/s 384	Mbit/s 56	Gbit/s 1	Gbit/s 10
الكمون	غير متاح	ms 629	ms 212	ms 98-60	ms 1>

3.2 حالات استعمال تكنولوجيا الجيل الخامس

إمكانات السرعات العالية والكمون المنخفض التي تعد بها تكنولوجيا الجيل الخامس ستدفع المجتمعات إلى عصر جديد من المدن الذكية وإنترنت الأشياء (IoT). وحدد أصحاب المصلحة في الصناعة العديد من حالات الاستعمال المحتملة لتكنولوجيا الجيل الخامس، وحدد قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد ثلاث فئات هامة لها (انظر الشكل 3):

1 **النطاق العريض المتنقل المحسن** (eMBB) - نطاق عريض محسن داخل وخارج المباني وتعاون المنشآت والواقع المزيد والافتراضي.

2 **الاتصالات الكثيفة بين الآلات** (mMTC) - إنترنت الأشياء وتتبع الأصول والزراعة الذكية والمدن الذكية ومراقبة الطاقة والمنازل الذكية والمراقبة عن بُعد.

3 **الاتصالات الفائقة الاعتمادية والمنخفضة الكمون** (URLLC) - المركبات المستقلة وشبكات الطاقة الذكية ومراقبة المرضى عن بُعد والرعاية الصحية والأتمتة الصناعية.

الشكل 3: سيناريوهات استعمال تكنولوجيا الجيل الخامس

يتوقع أن يكون النطاق العريض المتنقل المحسن حالة الاستعمال الأساسية لتكنولوجيا الجيل الخامس في عمليات نشرها المبكرة، وهو ما يسمح للمستهلكين بالتمتع بتدفقات ذات سرعات عالية في المنازل والشاشات والأجهزة المتنقلة عند الطلب وستمكن من تطور خدمات تعاون المنشآت. ويعتبر بعض المشغلين أيضاً أن النطاق العريض المتنقل المحسن هو حل الميل الأخير في المناطق التي تفتقر إلى توصيلات كبلية أو ألياف إلى المنازل.

ويتوقع أيضاً أن تكون تكنولوجيا الجيل الخامس المحرك لتطور المدن الذكية وإنترنت الأشياء عبر نشر عدد معتبر من شبكات الاستشعار منخفضة القدرة في المدن والمناطق الريفية. والأمن والمتانة المدمجان بتكنولوجيا الجيل الخامس سيجعلها ملائمة لخدمات السلامة العامة وكذلك للاستعمال في الخدمات الحساسة من حيث المهام مثل شبكات الطاقة الذكية وخدمات الشرطة والأمن ومرافق الطاقة والمياه والرعاية الصحية. وخصائص الأداء لهذه التكنولوجيا المتسم بانخفاض الكمون يجعلها ملائمة لإجراء الجراحات عن بُعد وأتمتة المصانع والتحكم في عمليات الوقت الفعلي.

وخصائص تكنولوجيا الجيل الخامس المتمثلة في الكمون المنخفض والسلامة سيكون لها دور حاسم في تطور أنظمة النقل الذكية وتمكين المركبات الذكية من الاتصال ببعضها البعض وتوفير فرص للسيارات والشاحنات الموصولة والمستقلة. فعلى سبيل المثال، يجب على أي مركبة مستقلة (AV) تعمل عبر نظام قيادة مستقل قائم على الحوسبة السحابية، أن يكون بمقدورها التوقف أو زيادة السرعة أو الدوران عندما يوجه إليها الأمر بذلك. ويمكن لأي كمون في الشبكة أو خسارة في تغطية الإشارة يمنعان من وصول الرسالة أن يفضي إلى تبعات كارثية. ومع ذلك،

يرى مشغلو اللاسلكي أن أمام المركبات المستقلة طريق طويل قبل أن تتحول إلى خدمة، برغم المشاريع التجريبية والتجارب المستمرة.

الإطار 2: تكنولوجيا الجيل الخامس والتقارب بين الخدمات الثابتة والمتنقلة

يعد التقارب بين الخدمات الثابتة والمتنقلة حلاً للربط الشبكي في أي تشكيلة بعينها حيث يوفر الخدمات والتطبيقات للمستعمل النهائي بغض النظر عن تكنولوجيات النفاذ ثابتة كانت أو متنقلة وبمعزل عن موقع المستعمل. وينفذ هذا المفهوم منذ عام 2005. وبالانتقال إلى تكنولوجيا الجيل الخامس، يتطلب حل التقارب نكهة إضافية.

وتتصور التوصية ITU-T Y.3101، شبكة الاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2020 معمارية نفاذ مستقلة عن الشبكة، التي توجد في صميمها شبكة أساسية موحدة مشتركة لتكنولوجيات النفاذ الراديوي الجديدة للاتصالات IMT-2020 وكذلك الشبكات الثابتة واللاسلكية القائمة (مثل الشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN)). ويتوقع أن تصحب شبكة النفاذ الأساسية الموحدة المستقلة عن التكنولوجيا آليات تحكم مشتركة لا ترتبط بتكنولوجيات النفاذ.

وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات الناشئة (مثل إضفاء الطابع الافتراضي والحوسبة السحابية والربط الشبكي المعرف بالبرمجيات (SDN) وإضفاء الطابع الافتراضي على وظائف الشبكة (NFV))، تحول الشبكات الثابتة والمتنقلة لمشغلي الاتصالات لتحقيق استغلال أكبر للموارد ومرونة أفضل للشبكة، وهو ما يسهم بدوره في تقارب وظائف الشبكة في أي شبكة للاتصالات IMT-2020.

ولهذا الغرض، وافقت لجنة الدراسات 13 لقطاع تقييس الاتصالات على التوصية ITU-T Y.3130 (2018/01) التي تحدد المتطلبات ذات الصلة بالخدمة مثل هوية المستعمل الموحدة والترسيم الموحد واستمرارية الخدمة ودعم جودة مضمونة للخدمة، وكذلك متطلبات قدرات الشبكة مثل تقارب مستوى التحكم وإدارة بيانات المستعمل وإظهار القدرات والبنية التحتية القائمة على الحوسبة السحابية، وذلك لدعم التقارب بين الاتصالات الثابتة والمتنقلة في شبكات الاتصالات المتنقلة الدولية-2020.

وتواصل لجنة الدراسات 13 لقطاع تقييس الاتصالات حالياً دراسة الحقائق المختلفة لنهج التقارب بين خدمات الاتصالات الثابتة والمتنقلة. ويشمل ذلك جدولة الخدمة FMC وهي واحدة من قدرات الشبكة لجمع المعلومات من طبقة التطبيق وطبقة الشبكة وطبقة المستعمل لوضع سياسات لجدولة الخدمة (أي جدولة الحركة واختيار النفاذ وما إلى ذلك) في الشبكة FMC التي تدعم حالات نفاذ متعددة لتكنولوجيا النفاذ الراديوي.

وفي هذا السياق الخاص بالاتصالات IMT-2020 يمثل التقارب FMC قدرات توفر خدمات وتطبيقات للمستعملين النهائيين أياً كانت تكنولوجيا النفاذ المستخدمة ثابتة أو متنقلة وبمعزل عن موقع المستعملين.

4.2 الآثار الاقتصادية الاجتماعية لتكنولوجيا الجيل الخامس

هناك دراسات قليلة لأطراف ثالثة تناولت الآثار الاقتصادية للاستثمار في تكنولوجيا الجيل الخامس. ومع ذلك، يمكن الاعتماد على تنبؤات بعض الأطراف الثالثة هذه لتقدير الأثر المحتمل لتكنولوجيا الجيل الخامس على الناتج الاقتصادي.

ويرى الاتحاد أن يقوم واضعو السياسات بإجراء تقييم مستقل للفوائد الاقتصادية نظراً لعدم تصديق الاتحاد على تقديرات الأطراف الثالثة تلك.

ويقدر أحد التقارير أن تكنولوجيا الجيل الخامس ستستحوذ على 12,3 تريليون دولار أمريكي من الناتج الاقتصادي العالمي بحلول عام 2035، ويكون النمو الأكبر في أنشطة المبيعات المتأتية من التصنيع بسبب زيادة متوقعة في الإنفاق على معدات تكنولوجيا الجيل الخامس. ويتبع ذلك زيادة في المبيعات في قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مدفوعة بإنفاق أكبر على خدمات الاتصالات. ويتوقع أن تولد الاستثمارات في سلسلة القيمة 3,5 تريليون دولار أمريكي أخرى في الناتج مع توفير الدعم لعدد 22 مليون وظيفة بحلول عام 2035.[3]

وتقدر المفوضية الأوروبية (EC) التكلفة الإجمالية لنشر تكنولوجيا الجيل الخامس في دولها الأعضاء البالغ عددهم 28 دولة عضواً بنحو 56 مليار يورو مع عوائد سنوية قدرها 113,1 مليار يورو من إدخال قدرات تكنولوجيا الجيل الخامس واستحداث 2,3 مليون وظيفة. ويقدر أيضاً أن القوة المحركة للعوائد ستكون إلى حد كبير الإنتاجية في قطاع السيارات وفي أماكن العمل بشكل عام. ويتوقع أن تكون الفوائد في معظمها في المناطق الحضرية، في حين ستتحقق 8 في المائة فقط من الفوائد (10 مليارات يورو سنوياً) في المناطق الريفية.[4]

وأشارت تقارير أخرى أيضاً إلى فوائد اقتصادية جمة وتحسينات كبيرة في الإنتاجية من جراء الاستثمار في شبكات الجيل الخامس.[5] وتعمل هذه التقديرات على توفير تقدير كمي لفوائد تكنولوجيا الجيل الخامس مع افتراض ظروف استثمار نموذجية. وستختلف الفائدة الاقتصادية الفعلية لكل بلد حسب هيكل السوق وتيسر البنية التحتية الاقتصادية الرقمية والداعمة.

نتيجة رئيسية: يمكن لواضعي السياسات النظر في إجراء التقييم الاقتصادي الخاص بهم للجدوى التجارية والأثر الاقتصادي لشبكات الجيل الخامس.

برغم الفوائد الاقتصادية المحتملة، تظل الصناعة متشككة إزاء الحالة التجارية للاستثمار في تكنولوجيا الجيل الخامس. ونظراً لضخامة الاستثمارات المطلوبة، يستمر الشك يخامر بعض المشغلين الأوروبيين إزاء الزخم الخاص بتكنولوجيا الجيل الخامس مع التساؤل عما إذا كان بمقدورهم جني أموال منها. وتدعم هذه الشواغل رابطة البنية التحتية لتكنولوجيا الجيل الخامس (5GIA)، وهي هيئة تابعة للاتحاد الأوروبي وكبار التنفيذيين في مجال الاتصالات المتخوفين من عمليات الإعلان عن إطلاق تكنولوجيا الجيل الخامس غير المكتملة.[6]

وهناك الكثير من إعلانات تكنولوجيا الجيل الخامس - يسلط الضوء على بعضها في هذا التقرير - عبارة عن مجرد مشاريع تجريبية وتجارب إقليمية لتكنولوجيا الجيل الخامس وليست عمليات نشر تجارية كاملة. وهناك طريقة ما للمضي قدماً قبل قيام المشغلين بتنفيذ حالة استثمار بصورة قوية وقبل الشروع في أي عملية نشر تجارية كبيرة الحجم.

---

[3] "اقتصاد تكنولوجيا الجيل الخامس"، IHS economics and IHS technology، يناير 2017: https://cdn.ihs.com/www/pdf/IHS-Technology-5G-Economic-Impact-Study.pdf.

[4] "تحديد وتكمية البيانات الاقتصادية الاجتماعية لدعم التخطيط الاستراتيجي لإدخال تكنولوجيا الجيل الخامس في أوروبا"، المفوضية الأوروبية، 2016: https://connectcentre.ie/wp-content/uploads/2016/10/EC-Study_5G-in-Europe.pdf.

[5] "الاتصالات المتنقلة من الجيل الخامس - تمكين الأعمال التجارية والنمو الاقتصادي"، شركة Deloitte، 2017؛ "Tech-onomy: Measuring the impact of 5G on the nation's economic growth", O2 Telefonica (UK), 2017.

[6] https://www.techradar.com/news/eu-backed-groups-warns-about-5g-claims.

نتيجة رئيسية: إلى أن تتضح حالة الاستثمار لتكنولوجيا الجيل الخامس، يمكن للصناعة وواضعي السياسات النظر في طرق باب الاستثمار في تكنولوجيا الجيل الخامس بحذر وينبغي مواصلة تعزيز تيسر شبكات الجيل الرابع القائمة وجودتها.

5.2 الفجوة الرقمية

ترى الصناعة أن النشر الأولي لشبكات الجيل الخامس سيكون في المناطق الحضرية المكتظة بالسكان وأنه سيوفر خدمات مثل النطاق العريض المتنقل المحسن - سيكون من العويص تجارياً نشر شبكات الجيل الخامس في المناطق الريفية حيث يجنح الطلب إلى الانخفاض - وبالتالي، قد تتخلف المناطق الريفية عن الركب، وهنا تتفاقم الفجوة الرقمية.

ومع ذلك، فإن استخدام طيف ترددات النطاقات الفرعية دون GHz 1، إن وجد، يمكن أن يعوض ذلك في المناطق الريفية. ويسمح هذا الجزء من الطيف لمشغلي الاتصالات المتنقلة بتغطية مساحات أوسع بتكلفة أقل مما هو الحال مع طيف الترددات الأعلى.

وبالرغم من أن معدلات البيانات وسعة الشبكة في هذا الجزء من الطيف ليست مرتفعة كما هو الحال في نطاقات التردد الأعلى، فإن طيف النطاقات الفرعية دون GHz 1 ستزيد من تغطية شبكات المناطق الريفية.

نتيجة رئيسية: ينبغي للسلطات وهيئات التنظيم المحلية الإقرار بمخاطر زيادة الفجوة الرقمية وأن تدعم الحوافز التجارية والتشريعية لتحفيز الاستثمار في تغطية لاسلكية ميسورة التكلفة عبر طيف النطاقات الفرعية دون GHz 1، متى أمكن.

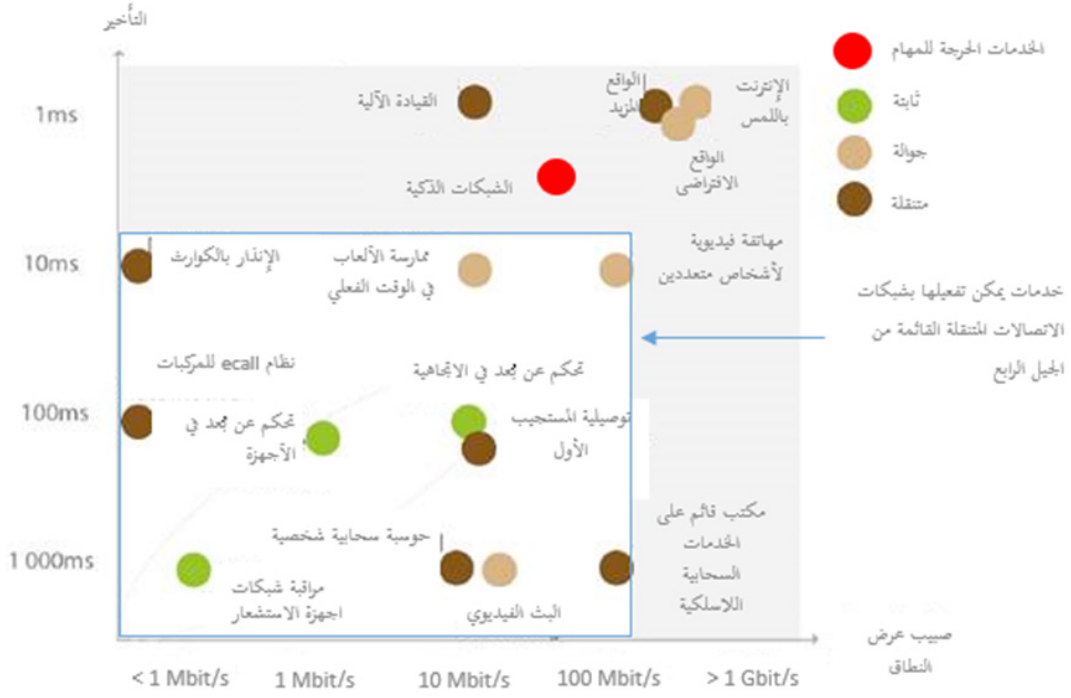
3 تكنولوجيا الجيل الخامس والاحتياجات من الطيف

سيكون الطيف الراديوي ووسائل التوصيل وإضفاء الطابع البرمجي على الشبكات الأساسية وشبكات النفاذ الراديوي أموراً حيوية في عمليات النشر المباشرة لشبكات الجيل الخامس، خاصة عندما يتعلق الأمر بالنطاق العريض المتنقل المحسن.

1.3 شبكات النفاذ الراديوي

تستند معظم عمليات نشر الشبكات المتنقلة من الجيل الرابع خارج المباني حالياً إلى خلايا كبرية.[1] ومن هنا، فإن الخلايا الكبرية التي تغطي مناطق جغرافية واسعة ستكافح من أجل تحقيق التغطية الكثيفة والكمون المنخفض وعرض النطاق الواسع، وهي الخواص التي تتطلبها بعض تطبيقات تكنولوجيا الجيل الخامس (كما هو موضح في الشكل 4).

الشكل 4: المتطلبات من عرض النطاق والكمون لتطبيقات تكنولوجيا الجيل الخامس



المصدر: وحدة المعلومات التابعة لرابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSMA Intelligence)، 2015.

لتوفير تغطية كثيفة وشبكة ذات سعة كبيرة وهو ما تتطلبه تكنولوجيا الجيل الخامس، يقوم مشغلو اللاسلكي حالياً بالاستثمار في تكثيف شبكات النفاذ الراديوي من الجيل الرابع الخاصة بهم - خاصة في المناطق الحضرية المكتظة بالسكان - بنشر خلايا صغيرة. وفي حين تخدم الخلايا الصغيرة منطقة جغرافية أصغر كثيراً من الخلايا الكبرية، فإنها تزيد من تغطية الشبكة وسعتها وجودة الخدمة. انظر الشكل 5.

ويعد نشر الخلايا الصغيرة أحد سبل زيادة سعة وجودة شبكات الجيل الرابع القائمة مع وضع الأساس لشبكات الجيل الخامس التجارية وخدمات النطاق العريض المتنقل المحسن المبكرة. وتستخدم الخلايا الصغيرة بالفعل من جانب بعض مشغلي اللاسلكي لزيادة تغطية سعة شبكات الجيل الرابع الخاصة بهم، خاصة في المناطق الحضرية المكتظة بالسكان، انظر الإطار 3 كمثال.

[1] https://www.mobileworldlive.com/blog/blog-global-base-station-count-7m-or-4-times-higher/

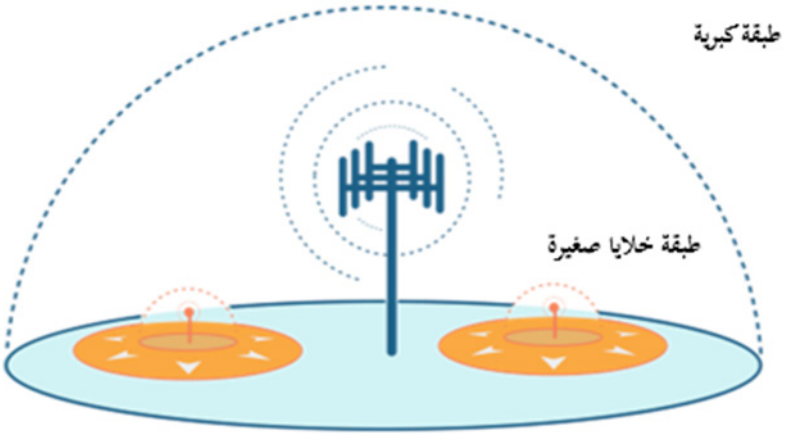
وتزيد الخلايا الصغيرة من سعة الشبكة دون الحاجة إلى طيف إضافي، مما يجعلها خياراً جذاباً للمشغلين ذوي الأنصبة الأقل من الطيف أو عندما يندر وجود الطيف. وعلاوةً على ذلك، ترى الصناعة أن نشر الخلايا الصغيرة في المناطق الحضرية المكتظة بالسكان لزيادة جودة شبكات الجيل الرابع القائمة من المرجح أن يدعم المتطلبات المتوقعة من السعة العالية لشبكات الجيل الخامس وخدمات النطاق العريض المحسن المبكرة.[2]

الإطار 3: أبردين

في سبتمبر 2017، أطلقت مجموعة مستقلة للبنى التحتية اللاسلكية متخصصة في الأبراج، بالتعاون مع Telefónica أول شبكة في أوروبا للخلايا الصغيرة لدعم شبكات النفاذ الراديوي السحابية (C-RAN) لتوفير خدمات اتصالات متنقلة أسرع وأكبر سعة في مركز مدينة أبردين.

المصدر: http://www.wirelessinfrastructure.co.uk/city-of-aberdeen-paves-the-way-for-5g/

الشكل 5: شبكات الخلايا الكبرية تقابل شبكات الخلايا الصغرية



نظراً للتغطية الكثيفة الواجب أن توفرها الخلايا الصغيرة، يتعين تركيب هوائي خلية صغيرة على تركيبات الشوارع - محطات الباصات، أعمدة الإنارة، إشارات المرور، إلخ. ويصحب ذلك غالباً خزانة في الشارع لتأمين المعدات الراديوية للمشغل والطاقة وتوصيلية الموقع. ويعرض الشكل 6 مثالاً لنظام هوائي مركب على عمود إنارة وكذلك خزانة الشارع الداعمة.

عمليات تعدد الدخل وتعدد الخرج (MIMO) الكثيفة تصل إلى مئات أو ربما الآلاف من الهوائيات، مما يزيد من معدلات البيانات ويدعم تشكيل الحزم، وهما أمران أساسيان لنقل القدرة بكفاءة. وتزيد عمليات تعدد الدخل وتعدد الخرج (MIMO) من الكفاءة الطيفية وسوف تساعد المشغلين، إذا ما اقترنت بالنشر الكثيف للخلايا الصغيرة، على الوفاء بالشرط الصعب لتكنولوجيا الجيل الخامس والمتعلق بالسعة.[3]

[2] TechUK: https://goo.gl/Q58ZA8 - اللجنة الفيدرالية للاتصالات (FCC): https://www.fcc.gov/5G - الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU): https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_item.aspx?isn=14456.

[3] معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE): https://ieeexplore.ieee.org/document/7881053/.

الشكل 6: مثال على نظام هوائي لخلية صغيرة وخزانة للشارع

2.3 الشبكات الأساسية

ستكون المرونة من طرف إلى طرف إحدى السمات المجددة لشبكات الجيل الخامس.[4] وتأتي هذه المرونة بشكل كبير من إدخال عملية إضفاء الطابع البرمجي على الشبكة، حيث تنفصل وظائف العتاد والبرمجيات عن بعضها في الشبكات الأساسية. وعملية إضفاء الطابع البرمجي على الشبكة - من خلال إضفاء الطابع الافتراضي على وظائف الشبكة (NFV) والربط الشبكي المعرف بالبرمجيات (SDN) وتجزئة الشبكة وشبكة النفاذ الراديوي السحابية (Cloud-RAN) - تهدف إلى زيادة كل من وتيرة الابتكار والوتيرة التي يمكن أن تتحول بها الشبكات المتنقلة.

- **إضفاء الطابع الافتراضي على وظائف الشبكة** (NFV) - يحل محل وظائف الشبكة على أجهزة مخصصة - مثل المسيرات وموازنات الأحمال وجدران الحماية مع أمثلة لحالات افتراضية تجرى على عتاد تجاري جاهز للطرح في الأسواق، مما يخفض من تكاليف إجراء التغييرات والتحديثات للشبكة.
- **الربط الشبكي المعرف بالبرمجيات** (SDN) - يسمح بإعادة التشكيل دينامياً لعناصر الشبكة في الوقت الفعلي، مما يمكن من التحكم في شبكات الجيل الخامس بالبرمجيات بدلاً من العتاد وتحسين قدرة الشبكة على الصمود والأداء وجودة الخدمة.
- **تجزئة الشبكة** - تسمح بفصل أي شبكة مادية إلى شبكات افتراضية متعددة (مقاطع منطقية) يمكنها دعم شبكات مختلفة للنفاذ الراديوي أو أنواع عديدة من الخدمات لشرائح معينة من العملاء، مما يخفض كثيراً من تكاليف إنشاء الشبكة من خلال استغلال قنوات الاتصالات بكفاءة أكبر.
- **شبكة النفاذ الراديوي السحابية** (Cloud-RAN) - تطرح كتكنولوجيا ثورية رئيسية، تعتبر حيوية من أجل تحقيق شبكات الجيل الخامس. وهي معمارية شبكية راديوية قائمة على الحوسبة السحابية تستعمل تقنيات إضفاء الطابع الافتراضي جنباً إلى جنب مع وحدات المعالجة المركزية، بحيث تحل محل وحدات معالجة الإشارة الموزعة في المحطات القاعدة المتنقلة وتخفض تكاليف نشر الشبكات المتنقلة الكثيفة على أساس الخلايا الصغيرة.

وبالنسبة للسنوات القليلة الأخيرة الماضية، انصب تركيز جهود Telefónica على إضفاء الطابع الافتراضي على شبكاتها الأساسية استناداً إلى الربط الشبكي المعرف بالبرمجيات/إضفاء الطابع الافتراضي على وظائف الشبكة إبان التأهب لتكنولوجيا الجيل الخامس في الأرجنتين والمكسيك وبيرو، انظر الإطار 4.

[4] الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU): http://news.itu.int/5g-update-new-itu-standards-network-softwarization-fixed-mobile-convergence/.

الإطار 4: شركة Telefónica تستثمر في الربط الشبكي المعرف بالبرمجيات وإضفاء الطابع الافتراضي على وظائف الشبكة

يقوم المشغلون مثل Telefónica بالفعل بالاستثمار في الربط الشبكي المعرف بالبرمجيات وإضفاء الطابع الافتراضي على وظائف الشبكة في إطار الانتقال التدريجي إلى تكنولوجيا الجيل الخامس - والذي من المرجح أن يخفض تكاليف الشبكات الأساسية على المدى الطويل. ولشركة Telefónica خطة طموحة لإضفاء الطابع الافتراضي على شبكتها من طرف إلى طرف وعبر شبكة النفاذ والتوزيع وميادين الشبكة الأساسية في إطار برنامجها UNICA.

المصدر: https://www.telefonica.com/documents/737979/140082548/Telefonica_Virtualisation_gCTO_FINAL.PDF/426a4b9d-6357-741f-9678-0f16dccf0e16?version=1.0.

وتشمل التحسينات الأخرى للتكنولوجيا الجاري بحثها تقنيات تشفير الإشارة التي توفر كفاءة طيفية محسنة والأداء عالي السرعة المطلوب في تكنولوجيا الجيل الخامس. وإلى جانب ذلك، تعد حوسبة الحافة متزايدة الأهمية لتطبيقات الوقت الفعلي وشديدة الحساسية للكمون. وتجلب حوسبة الحافة البيانات الأقرب من أجهزة المستعمل النهائي مما يوفر قدرة حاسوبية بكمون منخفض جداً للتطبيقات الحرجة.

3.3 وسائل الربط الشبكي

تقوم شبكات التوصيل بتوصيل الشبكات الراديوية بالشبكات الأساسية وتحتاج متطلبات تكنولوجيا الجيل الخامس المتمثلة في السعة الفائقة والسرعات العالية والكمون المنخفض إلى شبكة توصيل قادرة على الوفاء بهذه الاحتياجات. وتعد الألياف على الأغلب أكثر الأنواع ملاءمة للتوصيل بالنسبة لمشغلي الاتصالات المتنقلة نظراً إلى طول عمرها وسعتها العالية وزيادة اعتماديتها وقدرتها على دعم الحركة ذات السعة الكبيرة جداً.

بيد أن تغطية شبكة الألياف ليست شمولية في جميع المدن المتوقع أن تنطلق منها تكنولوجيا الجيل الخامس بصورة أولية - وربما أقل في المناطق شبه الحضرية والريفية. وبناء شبكات ألياف جديدة في هذه المناطق يمكن على الأغلب أن يكون باهظ التكلفة بالنسبة للمشغلين. وفي هذه الحالة، ينبغي النظر في حافظة من تكنولوجيات التوصيل اللاسلكية إلى جانب الألياف، بما في ذلك استخدام التوصيل من نقطة إلى عدة نقاط وللموجات الصغرية والموجات الميلليمترية (mmWave). ويمكن للتوصيل من نقطة إلى عدة نقاط تحقيق صبيب في اتجاه المقصد مقداره 1 Gbit/s وكمون أقل 1 ms لكل قفزة عبر مسافة من 2 إلى 4 km. وتتسم الموجات الميلليمترية بكمون أقل بكثير وقادرة على تحقيق سرعات صبيب أعلى.

وبالرغم من أن معظم التركيز ينصب على التكنولوجيا الأرضية، هناك دور أيضاً لأنظمة المنصات عالية الارتفاع (HAPS) والتكنولوجيا الساتلية في تكنولوجيا الجيل الخامس. ويمكن لأنظمة المنصات عالية الارتفاع والتكنولوجيا الساتلية (بما فيها الكوكبات غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض) تحقيق معدلات بيانات عالية جديدة (من أكبر من 100 Mbit/s إلى 1 Gbit/s) لإكمال شبكات التوصيل الثابتة أو اللاسلكية للأرض خارج المناطق الحضرية/شبه الحضرية الرئيسية ويمكنها توفير إرسال فيديوي إلى مواقع ثابتة. ويمكن دمج أنظمة المنصات عالية الارتفاع والسواتل ضمن الشبكات الأخرى بدلاً من العمل كشبكة مستقلة بذاتها لتوفير تكنولوجيا الجيل الخامس، وبالتالي مضاعفة

قدرات خدمات تكنولوجيا الجيل الخامس ومواجهة بعض التحديات الرئيسية المتعلقة بدعم النمو في حركة الوسائط المتعددة والتغطية الشمولية والاتصالات من آلة إلى آلة ومهام الاتصالات الحرجة.[5]

نتيجة رئيسية: يمكن النظر في حافظة من التكنولوجيات اللاسلكية إلى جانب الألياف، بما في ذلك التوصيل من نقطة إلى عدة نقاط للموجات الصغرية والموجات الميلليمترية وأنظمة المنصات عالية الارتفاع والسواتل.

بإيجاز، يمكن لأي استراتيجية واقعية لتكنولوجيا الجيل الخامس أن تتألف في الغالب من حافظة من التكنولوجيات. وينبغي النظر في كل نهج طبقاً للظروف الخاصة به في ضوء الاحتياجات من الأداء والبنية التحتية المتوفرة والعائد المرجح على الاستثمارات.

4.3 التوصيل المباشر

توجد الوصلة المباشرة تقليدياً في أي شبكة لاسلكية من الجيل الرابع بين وظيفة تردد راديوي ووظائف الطبقات 1 و2 و(L3/L2/L1) 3 المتبقية. وتعرف التوصية ITU-T Y.3100 التوصيل المباشر كالتالي "مسار شبكي بين أدوات التحكم الراديوي المركزية والوحدات الراديوية البعيدة لوظيفة محطة قاعدة". وتسمح هذه المعمارية بتحقيق المركزية لجميع وظائف معالجة الطبقات العليا على حساب أكثر المتطلبات صرامة فيما يتعلق بالكمون وعرض النطاق للتوصيل المباشر. والزيادة في معدلات البيانات في تكنولوجيا الجيل الخامس يجعل الاستمرار في تنفيذ التوصيل المباشر للسطح البيني الراديوي العمومي الشائع (CPRI) أمراً غير عملي. ومن شأن توزيع المزيد من وظائف المعالجة للوحدات الراديوية البعيدة أن يلطف من المتطلبات المتعلقة بالكمون وعرض النطاق - بيد أنه لن تتحقق المركزية إلا لعدد أقل من وظائف المعالجة. ومن هنا فإن من المهم للغاية أن تراعي معمارية التجزئة الوظيفية الجديدة المواءمات التقنية والخاصة بالفعالية من حيث التكلفة بين الصبيب والكمون وتحقيق المركزية الوظيفية.[6]

وتوصف الوثائق التالية أو تصف تكنولوجيات يمكن استعمالها في التوصيل المباشر:

- الإضافة 55 إلى توصيات السلسلة G "تكنولوجيات الراديو عبر الألياف (RoF) وتطبيقاتها"
- الإضافة 56 إلى توصيات السلسلة G "نقل إشارات السطح البيني الراديوي العمومي الشائع عبر شبكات النقل البصرية (OTN)" تشرح بدائل تقابل إشارات عملاء السطوح البينية العمومية الشائعة وتعدد إرسالها في شبكات النقل البصرية.
- سلسلة التوصيات ITU-T G.987: "الشبكات البصرية المنفعلة القادرة على العمل بمعدل 10 غيغابتات (XG-PON)"
- سلسلة التوصيات ITU-T G.9807: "الشبكات البصرية المنفعلة المتناظرة القادرة على العمل بمعدل 10 غيغابتات (XGS-PON)"
- سلسلة التوصيات ITU-T G.989: "الشبكات البصرية المنفعلة القادرة على العمل بمعدل 40 غيغابتة (NG-PON2)"
- مشروع التوصية ITU-T G.RoF: "الأنظمة الراديوية عبر الألياف"

[5] رابطة مشغلي السواتل في أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا: https://gscoalition.org/cms-data/position-papers/5G%20White%20Paper.pdf.

[6] التقرير التقني للسلسلة G بشأن "شبكات النقل لدعم الاتصالات المتنقلة الدولية-2020/اتصالات الجيل الخامس" (GSTR-TN5G): http://www.itu.int/pub/publications.aspx?lang=en&parent=T-TUT-HOME-2018.

- مشروع إضافة إلى توصيات السلسلة G (G.sup.5GP): "متطلبات التوصيل المباشر اللاسلكي لتكنولوجيا الجيل الخامس في بيئة لشبكات النقل البصرية" (قيد الإعداد)
- سلسلة التوصيات ITU-T G.709(.x): شبكات النقل البصرية فوق 100 Gbit/s
- مشروع التوصية ITU-T G.ctn5g: خصائص شبكات النقل لدعم الاتصالات المتنقلة الدولية-2020/تكنولوجيا الجيل الخامس (قيد الإعداد)
- مشروع الإضافة لتوصيات السلسلة G G.Sup.5gotn: تطبيق شبكات النقل البصري على النقل في تكنولوجيا الجيل الخامس (قيد الإعداد)
- التوصية ITU-T G.695: السطوح البينية البصرية لتطبيقات تعدد الإرسال بتقسيم تقريبي لطول الموجة
- التوصية ITU-T G.698.4: التطبيقات متعددة القنوات ثنائية الاتجاه لتعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM) مع سطوح بينية بصرية أحادية القناة مستقلة عن البوابة
- التوصية ITU-T G.959.1: السطوح البينية للطبقات المادية لشبكات النقل البصرية

5.3 الطيف اللازم لتكنولوجيا الجيل الخامس

ستكون هناك حاجة إلى المزيد من عرض النطاق لنشر شبكات الجيل الخامس (أكبر من الجيل الرابع) بناءً على متطلبات السعة الكبيرة، مما يزيد الحاجة إلى الطيف. وبالتالي، تبذل الصناعة جهوداً متناغمة لتنسيق الطيف لتكنولوجيا الجيل الخامس. وينظم قطاع الاتصالات الراديوية التنسيق الدولي للطيف الإضافي المطلوب لتطوير الأنظمة المتنقلة من الجيل الخامس. ويقوم قطاع تقييس الاتصالات بالاتحاد (ITU-T) بدور رئيسي في إعداد المعايير لتكنولوجيات ومعماريات العناصر السلكية لأنظمة الجيل الخامس.

الإطار 5: الجدوى التقنية لقطاع الاتصالات الراديوية لنشر الاتصالات المتنقلة الدولية في ترددات فوق 24 وحتى 86 GHz

يتحرى قطاع الاتصالات الراديوية الجدوى التقنية لطيف تكنولوجيا الجيل الخامس في المستقبل في الترددات فوق 24 وحتى 86 GHz استناداً إلى دراسات أجريت مؤخراً (ولا تزال جارية) من جانب الكثير من أعضاء القطاع. وتتزايد جدوى الحلول القائمة على تعدد الدخل وتعدد الخرج وتشكيل الحزم في الترددات الأعلى. ويمكن استعمال النطاقات دون وفوق 6 GHz بصورة تكميلية لعام 2020 وما بعده. ويتوقع أن يتخذ الاتحاد قراراً بشأن الطيف الإضافي للاتصالات المتنقلة الدولية في مدى الترددات الواقع بين 24 و86 GHz في المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19).

وفيما يلي نطاقات الطيف قيد الدراسة من أجل المؤتمر WRC-19:

توزيع حالي للخدمة المتنقلة	لا يوجد توزيع عالمي للخدمة المتنقلة
GHz 27,5 – 24,25	GHz 33,4 – 31,8
GHz 40,5 – 37	GHz 42,5 – 40,5
GHz 43,5 – 42,5	
GHz 47 – 45,5	GHz 47,2 – 47
GHz 50,2 – 47,2	
GHz 52,6 – 50,4	
GHz 76 – 66	
GHz 86 – 81	

يمكن تحقيق حالات استعمال تكنولوجيا الجيل الخامس من خلال طائفة متنوعة من الترددات الطبقية. فمثلاً، يرجح أن تكون التطبيقات ذات الكمون المنخفض والمدى القصير مناسبة لتردد الموجات الميلليمترية (فوق 24 GHz). ويرجح أن تكون تطبيقات المدى الطويل وعرض النطاق الصغير (الملائمة أكثر للمناطق الريفية) مناسبة لترددات النطاقات الفرعية دون 1 GHz. وبينما تتسم الترددات الأدنى بخصائص انتشار أفضل من أجل تغطية أفضل، فإن الترددات الأعلى تدعم عروض النطاقات الأكبر بسبب التيسر الكبير للطيف في نطاقات الموجات الميلليمترية. واقترحت شركة Huawei، على سبيل المثال، نهجاً للطيف متعدد الطبقات، يمكن إيجازه على النحو الأمثل (انظر الإطار 6).

ويتمثل التحدي أمام الهيئات التنظيمية الوطنية في اختيار نطاقات طيف منسقة عالمياً لتكنولوجيا الجيل الخامس. وأفضل طريقة لتحقيق هذا الهدف تتمثل في مراعاة قرارات المؤتمر WRC-19 ذات الصلة المتعلقة بالنطاقات الأعلى، إضافة إلى قرارات المؤتمرين WRC-07 وWRC-15 بخصوص النطاقات الأدنى.

وفي حين حددت المفوضية الأوروبية الطيف MHz 700 كشرط أساسي لتنفيذ تغطية واسعة وداخل المباني لخدمات تكنولوجيا الجيل الخامس،[7] يمكن استخدامه بشكل مختلف في أجزاء من إفريقيا لتعزيز تغطية تكنولوجيا الجيل الرابع. ويتوقع بحلول عام 2020، ألا ينعم بتغطية شبكات الجيل الرابع إلا 35 في المائة من سكان إفريقيا جنوب الصحراء، مع تمتع المناطق الريفية بتغطية للاتصالات المتنقلة من الجيل الرابع أقل من ذلك أو ربما لا توجد بها تغطية بالمرة. ويقارن ذلك بالمتوسط العالمي البالغ 78 في المائة.[8] ولهذا السبب، ربما ينظر واضعو السياسات في إفريقيا جوب الصحراء بتمعن في استعمال الطيف MHz 700 كأسلوب نموذجي لزيادة تغطية تكنولوجيا الجيل الرابع في الريف بدلاً من استعماله لتكنولوجيا الجيل الخامس.

نتيجة رئيسية: يمكن لواضعي السياسات النظر في توفير طيف تردد منخفض (مثلاً في النطاق MHz 900) لضمان إمكانية توفير النطاق العريض المتنقل في المناطق الريفية.

الإطار 6: منظور مشغل - نهج الطيف متعدد الطبقات لشركة Huawei

- **طبقة التغطية** - تستخدم الطيف تحت GHz 2 (MHz 700 مثلاً) لتوفير تغطية واسعة عميقة داخل المباني.
- **طبقة التغطية والسعة** - تعتمد على الطيف في المدى GHz 2 — 6 لتحقيق أفضل مواءمة بين السعة والتغطية.
- **طبقة البيانات الفوقية** - تعتمد على الطيف فوق GHz 6 والموجات الميلليمترية لمواجهة بعض حالات الاستعمال التي تتطلب معدلات بيانات مرتفعة للغاية.

المصدر: http://www.huawei.com/en/about-huawei/public-policy/5g-spectrum

وتتوقع الرابطة GSMA الطيف GHz 3,8—3,3 لكي يشكل الأساس الكثير من خدمات تكنولوجيا الجيل الخامس الأولية، خاصة لتوفير النطاق العريض المتنقل المحسن. ويرجع ذلك إلى أن المدى GHz 3,6—3,4 منسق عالمياً تقريباً - وبالتالي فهو مناسب جداً لدفع اقتصادات الحجم الكبير المطلوبة لتوفير أجهزة منخفضة التكلفة.

نتيجة رئيسية: يمكن لواضعي السياسات النظر في التجمع معاً للوصول إلى اتفاق بشأن نطاقات الطيف المنسقة لتكنولوجيا الجيل الخامس. وستستفيد الهيئات التنظيمية الوطنية بعد ذلك من تبادل أفضل الممارسات بخصوص تحديد شكل الأسواق عن طريق منح تراخيص الطيف

[7] اللجنة الأوروبية (EC): https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2014-2019/ansip/blog/700-mhz-must-digital-single-market_en.

[8] رابطة النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSMA): https://www.gsma.com/mobileeconomy/sub-saharan-africa-2017/.

4 التحديات الرئيسية أمام نشر تكنولوجيا الجيل الخامس

يستعرض هذا القسم التحديات الرئيسية التي يواجهها مشغلو الاتصالات الذين يقومون بنشر شبكات الجيل الخامس. ويولى تركيز خاص للمدى الذي يمكن أن يساعد به التنظيم المناسب والسياسات الحكومية مشغلي اللاسلكي على نشر الخلايا الصغيرة وشبكات التوصيل بالألياف إضافة إلى استعمال الطيف.

1.4 التحديات المتعلقة بنشر الخلايا الصغيرة

أظهرت عمليات التنظيم وسياسات السلطات المحلية في بعض البلدان تطوير الخلايا الصغيرة عبر التزامات إدارية ومالية مفرطة على المشغلين، وهو ما يحجب الاستثمار. وتشمل القيود المتعلقة بنشر الخلايا الصغيرة عمليات استخراج التصاريح المطولة وممارسات الشراء المطولة والرسوم المفرطة واللوائح المتقادمة التي تمنع النفاذ. وتشرح هذه القضايا في الإطار 7 وبمزيد من التفصيل أدناه:

- **عمليات استخراج التصاريح المحلية والتخطيط**: الوقت الذي تستغرقه السلطات المحلية للموافقة على طلبات التخطيط لعمليات تنفيذ لخلايا صغيرة يتراوح بين 18 و24 شهراً، وهو ما يؤدي إلى حدوث تأخيرات.
- **أعمال القبول والشراء المطولة**: تستخدم السلطات المحلية عمليات شراء مطولة تستمر من 6 إلى 18 شهراً لمنح موردي الخدمات اللاسلكية الحقوق الحصرية لنشر معدات الخلايا الصغيرة في مرافق الشوارع وهو ما يستنزف الوقت والنفقات.
- **مكوس ورسوم مرتفعة للنفاذ إلى مرافق الشوارع**: تحصل السلطات المحلية حالياً رسوماً مرتفعة مقابل استخدام مرافق الشوارع. وطبقاً للمعهد الأمريكي للمستهلكين، تفرض إحدى المدن رسماً لتقديم الطلب لإلحاق معدات خلايا صغيرة بأحد أعمدة المرافق مقداره 000 30 دولار أمريكي، فيما يفرض موقع آخر رسماً مقداره 000 45 دولار أمريكي.
- **التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية** (EMF): تختلف حدود التعرض من بلد لآخر وتكون في بعض الحالات مقيدة بلا مبرر. ويوصي الاتحاد، أنه في حالة عدم وجود هذه الحدود أو إذا كانت لا تغطي الترددات المعنية، ينبغي حينها استعمال حدود ICNIRP (اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين). وعند إضافة هوائي جديد، ينبغي اتخاذ جميع الخطوات الاعتيادية أثناء مرحلة النشر لمواجهة أي شواغل عامة. ومن العوامل التي تسبب قلق الجمهور رؤية الهوائي، خاصة في قمة الأسطح. ويمكن هنا استعمال هوائي متعدد النطاقات للحد من الأثر المرئي للحفاظ على نفس العدد من الهوائيات أعلى السطح. وبدون وجود استراتيجية لإعادة توزيع الطيف والتكنولوجيا، فإن شبكة الجيل الخامس ستزيد من التعرض المحلي الناجم عن التكنولوجيات اللاسلكية، أثناء الفترة الانتقالية، على أقل تقدير. ومن هنا، فإن من المهم إشراك السلطات المحلية في مرحلة مبكرة في تحديد الكيفية التي يمكن بها نشر تكنولوجيا الجيل الخامس وتفعيلها - وأفضل طريقة لتقييم الامتثال للحدود الوطنية والوفاء بها. وقد ثبت صعوبة تحقيق ذلك في البلدان التي تكون فيها حدود التعرض أكثر تقييداً من تلك الموصى بها من منظمة الصحة العالمية، استناداً إلى المبادئ التوجيهية للتعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية للجنة ICNIRP.[1]

[1] من الإضافة ITU-T K.Suppl.9 "تكنولوجيا الجيل الخامس التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية" https://www.itu.int/rec/T-REC-K.Sup9/en.

- **النفاذ وقوى القانون**: قد لا يكون لمشغلي اللاسلكي[2] الحق في تركيب خلايا صغيرة أو أجهزة راديوية على مرافق الشوارع مثل أعمدة الإنارة. وفي المملكة المتحدة، على سبيل المثال، حدث القانون للتغلب على هذه القيود، ولكن بصورة غير ملزمة، مما يعني أن آثاره قد تكون قابلة للنقاش.

ويحول الكثير من هذه القواعد واللوائح الوطنية دون النشر السريع والفعال من حيث التكلفة للخلايا الصغيرة في مراكز المدن المتوقع أساساً أن تكون الأكثر طلباً لتكنولوجيا الجيل الخامس. ويعمل واضعو السياسات التي توفر عمليات تنظيمية مبسطة ومرنة على الاستفادة القصوى من الابتكار والنمو الاقتصادي المتحقق من تكنولوجيا الجيل الخامس.

الإطار 7: وجهة نظر الصناعة بشأن العوائق أمام نشر الخلايا الصغيرة

أفادت شركات توريد الاتصالات جميعها مثل Crown Castle، AT&T، Sprint، T-Mobile، وVerizon أنها لاقت عوائق تنظيمية كبيرة من السلطات المحلية - وتشمل هذه العوائق الرسوم المفرطة وعمليات حظر على تركيب الخلايا الصغيرة وقيود جمالية غير معقولة وعمليات مطولة للحصول على التصاريح. وطبقاً لشركة Crown Castle، تستغرق عملياتها الخاصة بنشر الخلايا الصغيرة عادة من 18 إلى 24 شهراً من البداية حتى النهاية، بسبب ضرورة الحصول على تصاريح محلية لتركيب الأجهزة.

المصدر: https://goo.gl/6UaKJ4

ولم تركب بعد الخلايا الصغيرة على نطاق واسع في آسيا، برغم قيام مشغلي اللاسلكي في اليابان وجمهورية كوريا بتكثيف شبكاتهم باستخدام شبكات النفاذ الراديوي القائمة على الحوسبة السحابية ذات الخلايا الكبرية. ويمكن نشر هذه الشبكات في اليابان وجمهورية كوريا نظراً للانتشار الواسع للتوصيل غير المباشر بالألياف وهو الأمر الذي لا ينطبق على أسواق أخرى.

2.4 التوصيل غير المباشر بالألياف

سيكون نشر شبكات التوصيل غير المباشر بالألياف من أجل الخلايا الصغيرة - لدعم معدلات البيانات العالية والكمون المنخفض - أعظم التحديات التي يواجهها المشغلون نتيجة لقلة تيسر شبكات الألياف في كثير من المدن.

وتسجل المملكة المتحدة، على سبيل المثال، أحد أقل معدلات انتشار الألياف في أوروبا بمعدل انتشار مقداره 2 في المائة. ويقارن ذلك بمتوسط أوروبي يدور حول 9 في المائة.[3] ولتحفيز الاستثمار في شبكات الألياف، منحت حكومة المملكة المتحدة فترة سماح قوامها خمس سنوات من الضرائب التجارية على البنية التحتية لشبكات الألياف الجديدة.[4]

[2] قوى القانون عبارة عن استحقاقات نظامية لمشغلي اتصالات محددين للحصول على الحق في تركيب وصيانة أو ضبط و/أو إصلاح أو تعديل أجهزتهم المنصوبة على أراضي عامة أو خاصة. وللاستفادة من هذه الحقوق، يجب على مورد الاتصالات أن يتقدم بطلب إلى OFCOM، هيئة تنظيم الاتصالات بالمملكة المتحدة أو أن يعتمد لديها.

[3] https://www.ispreview.co.uk/index.php/2017/02/uk-shunned-2017-ftth-ultrafast-broadband-country-ranking.html.

[4] أجرت وكالة مكتب التقييم بالمملكة المتحدة مؤخراً إعادة تقييم للضرائب التجارية من شأنه أن يزيد من الضرائب التي من المرجح أن يدفعها مشغلو الألياف. ويمكن لذلك أن يؤثر بالسلب على النموذج التجاري لنشر توصيلية الألياف لدعم نشر الخلايا الصغيرة.

وحيث إن نشر التوصيل المباشر بالألياف غير فعال من حيث التكلفة، ينبغي للمشغلين النظر في تكنولوجيات التوصيل غير المباشر اللاسلكية. وينبغي النظر في هذه الحالة في حافظة من التكنولوجيات اللاسلكية، بما في ذلك التوصيل من نقطة إلى عدة نقاط والموجات الميلليمترية والسواتل، وذلك إلى جانب الألياف.

نتيجة رئيسية: يمكن لواضعي السياسات النظر في إلغاء الأعباء الضريبية لخفض تكلفة الاستثمار المرتبطة بالألياف من أجل تيسير نشر شبكات الجيل الخامس.

يرد شرح بعض التحديات الأخرى التي يواجهها المشغلون في الإطار 8.

الإطار 8: العوائق أمام نشر شبكات الألياف

- **رفض التصريح بالتخطيط:** يمكن أن يفضي الافتقار إلى التواصل المبكر بين المشغلين والسلطات المحلية إلى رفض التصريح بالتخطيط. ويمكن لسياسات السلطات المحلية بشأن تحديد مواقع خزانات الشوارع والشكل الجمالي لها، أن تزيد أيضاً من التكاليف والتأخيرات بينما يتم البحث عن حلول بديلة.
- **عمليات حق الارتفاق المعقدة:** تسمح اتفاقات حق الارتفاق للمشغلين بتركيب البنى التحتية للاتصالات في أراض عامة أو خاصة. ويلجأ مالكو الأراضي إلى عملية شراء لمنح حق الارتفاق مما يضيف مخاطر ووقت ونفقات إلى العملية. وإلى جانب ذلك، يعد استعمال حق الارتفاق المكيف حسب الطلب باهظ التكلفة. وتستعمل السلطات المحلية حقوق الارتفاق لتوليد إيرادات مما يولد عائقاً إضافياً أمام الاستثمار.

المصدر: Intelligens Consulting, 2018.

نتيجة رئيسية: يمكن للسلطات المحلية النظر في الاتفاق على أشكال موحدة لاتفاقات حق الارتفاق للحد من التكلفة والوقت عند نشر شبكات الألياف.

3.4 الطيف

يتطلب توزيع وتحديد طيف منسق عالمياً في مدى من الترددات إلى التنسيق بين المجتمع العالمي ومنظمات الاتصالات الإقليمية والهيئات التنظيمية الوطنية. ويمثل هذا الأمر أحد أكبر التحديات التي تواجهها الهيئات التنظيمية الوطنية للنجاح في نشر شبكات الجيل الخامس. وللتوزيع المنسق مزايا كثيرة حيث إنه يقلل إلى أدنى حد من التداخل الراديوي عبر الحدود وييسر التجوال الدولي ويقلص تكاليف المعدات. ويعد هذا التنسيق الشامل الهدف الرئيسي لقطاع الاتصالات الراديوية في عملية المؤتمرات العالمية للاتصالات الراديوية (WRCs).

وبالنسبة للمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019، فإن هذه العملية تمر بمرحلة بناء التوافق بشأن توزيع وتحديد مجموعات متماسة كبيرة من الطيف الراديوي المنسق عالمياً فوق GHz 24، حيث تتاح عروض نطاقات كبيرة للاتصالات المتنقلة الدولية. وستستند قرارات هذا المؤتمر بشأن هذا الموضوع إلى دراسات قطاع الاتصالات الراديوية بشأن التقاسم الكثيف والتوافق بين الخدمة المتنقلة والخدمات القائمة في نطاقات التردد هذه والنطاقات المجاورة لها.

وينظر عدد من الهيئات التنظيمية الوطنية في البلدان المتقدمة في النطاقات MHz 700 وGHz 3,4 وGHz 24 من أجل النشر الأول لتكنولوجيا الجيل الخامس لتلبية المتطلبات المتعلقة بالتغطية والسعة.

وينبغي أيضاً مراعاة تقاسم الطيف لتحقيق كفاءة أكبر من استخدام ما هو متاح. وقامت الهيئات التنظيمية التقليدية في السابق بتوزيع الطيف لمشغلي الاتصالات المتنقلة على أساس حصري. ومع ذلك، ونتيجة لزيادة الطلب، يمكن للتقاسم أن يوفر وسيلة لتحسين كفاءة استعمال الطيف المتاح.

نتيجة رئيسية: ينبغي لواضعي السياسات النظر في استعمال طيف منسق عالمياً لتعظيم كفاءة استعمال الطيف المتاح.

يتعين أيضاً إيلاء اعتبار آخر لعملية منح التراخيص ونماذج الاستعمال الخاصة بطيف تكنولوجيا الجيل الخامس، خاصة الطيف فوق GHz 24. وطيف الاتصالات المتنقلة الذي كان يقسم تقليدياً إلى عروض نطاقات صغيرة (مثل 5 و10 و20 MHz) أصبح نادراً وبالتالي، يمكن أن يجذب سعراً مرتفعاً في المزاد. والطيف فوق GHz 24 متاح بسهولة أكبر، لذا فالندرة ليست موجودة. وسيؤثر ذلك على النماذج التجارية لمزادات الطيف. وينبغي للهيئات التنظيمية الوطنية النظر في نماذج منح التراخيص التي ينبغي لها أن تستعملها (انظر أيضاً القسم 7.5). وقد نشر الاتحاد أمثلة وطنية لنهج تقاسم الطيف: على سبيل المثال في تقرير الاتحاد بشأن القرار 9 للمؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 2014.

نتيجة رئيسية: يمكن لواضعي السياسات النظر في خارطة طريق للطيف تدعم النماذج الشاملة والمتقاسمة والمعفاة من الترخيص مع عملية تجديد قابلة للتنبؤ. وينبغي لواضعي السياسات منع أسعار الطيف المرتفعة اصطناعياً لتكنولوجيا الجيل الخامس وأن يؤثروا بدلاً من ذلك إجراءات مؤاتية للاستثمار عند منح الطيف.

4.4 عوامل أخرى

- **تيسر الأجهزة** - تيسر الأجهزة المتوافقة مع معايير وطيف تكنولوجيا الجيل الخامس سيكون أمراً حيوياً في توليد طلب لدى المستعمل النهائي على خدمات تكنولوجيا الجيل الخامس في مرحلة الإطلاق الأولي. وتقوم الجهات المصنعة حالياً بتطوير تكنولوجيا تدمج تكنولوجيات الأجيال الخامس والرابع والثالث والثاني في رقاقة واحدة ويتوقع أن تتاح ابتداءً من 2019 وبعد 2020 من أجل المعايير المنسقة عالمياً.
- **تنسيق القطاعات الأساسية للصناعة** - تعد صناعة الاتصالات نظاماً إيكولوجياً جيد التنظيم ورسمي يضم الجهات المصنعة للأجهزة والرقاقات وبائعي المعدات ومشغلي الجملة والتجزئة. وبالتالي، فإن التعاون داخل هذا النظام الإيكولوجي أمر بديهي نسبياً عند وضع معايير جديدة واستنباط خدمات جديدة.
- **حيادية الشبكة** - نشرت هيئة المنظمين الأوروبيين للاتصالات الإلكترونية (BEREC)، المنظم الأوربي للاتصالات، مبادئ توجيهية نهائية بشأن كيفية تعزيز حيادية الشبكة بإلزام موردي خدمات الإنترنت بالتعامل مع حركة الويب جميعها بالتساوي بدون تفضيل بعض الخدمات على الأخرى. بيد أن هناك 17 مشغلاً للاتصالات المتنقلة من بينهم Deutsche Telekom، Nokia، Orange، Vodafone، وBT سعوا جاهدين من أجل أن تعتمد الهيئة BEREC تفسيراً أكثر تساهلاً للقواعد معلنين أن ذلك "يولد قدراً كبيراً من عدم اليقين حول عوائد الاستثمارات في تكنولوجيا الجيل الخامس. وأعلنوا علاوةً على ذلك أنهم لن يطرحوا شبكات عالية السرعة من الجيل الخامس ما لم تتبع الهيئة BEREC نهجاً أكثر ليونة إزاء حيادية الشبكة.[5]

[5] "بيان تكنولوجيا الجيل الخامس من أجل نشر تكنولوجيا الجيل الخامس في الوقت المناسب في أوروبا"، أطراف فاعلة مختلفة في الصناعة، يوليو 2016:
.http://telecoms.com/wpcontent/blogs.dir/1/files/2016/07/5Gmanifestofortimelydeploymentof5GinEurope.pdf

5 كيف يكون النموذج "الجيد"؟

يستعرض هذا القسم ما الذي يمكن تعلمه من الأسلوب الذي يعمل به موردو اللاسلكي والهيئات التنظيمية الوطنية والحكومات عبر العالم إزاء قضايا النشر المرتبطة بنشر شبكات الجيل الخامس.

1.5 تبسيط عمليات نشر الخلايا الصغيرة

تم اقتراح مشاريع قوانين في إلينوي وولاية واشنطن وفلوريدا وكاليفورنيا لتبسيط نشر معدات الخلايا الصغيرة في مرافق الشوارع. وتقيد مشاريع القوانين تلك رسوم الحكومات المحلية - ويذهب بعضها لأبعد من ذلك بكفالة عدم إبرام أي ترتيبات حصرية مع موردي اللاسلكي.

نتيجة رئيسية: ينبغي للحكومة الفيدرالية وحكومات الولايات العمل مع السلطات البلدية المحلية لضمان تحصيل رسوم معقولة على نشر المعدات الراديوية للخلايا الصغيرة في مرافق الشوارع.

الإطار 9: تبسيط نشر الخلايا الصغيرة

في سبتمبر 2017، ووفق في كاليفورنيا على مشروع قانون يبسط نشر الخلايا الصغيرة بالسماح باستعمالها وألا تخضع عمليات النشر هذه بعد ذلك لتصريح تمييزي محلي أو لمعايير محددة. ويوحد التشريع الجديد عمليات نشر الخلايا الصغيرة في الولاية. وإلى جانب ذلك، فإن مشروع القانون:

- يمنح المشغلين حق النفاذ غير التمييزي إلى الممتلكات العامة
- يمكن الحكومات المحلية من تحصيل رسوم تصاريح عادلة ومعقولة وغير تمييزية وقائمة على التكلفة
- يحد من التكاليف المحصلة من الحكومات المحلية على إلحاق معدات بمبلغ 250 دولاراً أمريكياً
- يمنع الحكومات المحلية من وضع حد غير معقول على مدة التصريح بشأن مرفق الاتصالات

وقد اقترح نهج مشابه في مشروع قانون في فلوريدا يلزم أي سلطة بمعالجة طلبات وضع معدات الخلايا الصغيرة على أعمدة المرافق على أساس غير تمييزي وأن توافق على الطلبات في غضون جداول زمنية محددة. ويقترح مشروع القانون أيضاً ألا تدخل السلطات في أي ترتيبات حصرية تمكن الموردين من إلحاق المعدات بأعمدة المرافق التابعة للسلطات. وعلاوةً على ذلك، ينص مشروع القانون على أنه لا يجوز للسلطات تحصيل أكثر من 15 دولاراً أمريكياً سنوياً عن كل عمود.

وفي ولاية واشنطن، يقترح مشروع قانون التصريح بتركيب مرافق الخلايا الصغيرة على الأصول المملوكة للدولة وتقييد الرسوم بمبلغ 500 دولار أمريكي سنوياً. وفي إلينوي، يقترح مشروع قانون أنه لا يجوز للحكومة المحلية منع المشغلين من نشر المعدات اللاسلكية للخلايا الصغيرة أو تنظيم هذا النشر أو تحصيل رسوم عليه.

المصادر: كاليفورنيا، SB-649، 2017؛ فلوريدا SB-596، 2017؛ واشنطن SB-5711، 2017؛ إلينوي SB-1451، 2017

نتيجة رئيسية: يمكن للسلطات المحلية النظر في تحسين النفاذ إلى مرافق الشوارع المملوكة للحكومة وتبسيط عمليات الانخراط كبدائل لممارسات الشراء المطولة

2.5 التدخلات السياساتية - الألياف والطيف

تتسم الاقتصادات الرائدة مثل المملكة المتحدة بمعدل منخفض لانتشار الألياف طبقاً لمجلس توصيل الألياف إلى المنازل، بسبب قلة الاستثمار في شبكات ألياف رديئة. ويوضح الإطار 10 الإجراءات الجاري اتخاذها من جانب واضعي السياسات في المملكة المتحدة لتحسين معدل انتشار الألياف استعداداً لتكنولوجيا الجيل الخامس.

الإطار 10: الاستثمارات في الألياف في المملكة المتحدة

أعلنت حكومة المملكة المتحدة في 2016 عن صندوق تطوير مشروعات بمبلغ 740 مليون جنيه إسترليني للاستثمار في شبكات ألياف محلية كاملة لدعم تطوير تكنولوجيا الجيل الخامس. ويجري حالياً توزيع الأموال عبر عملية تنافسية على السلطات المحلية في المملكة المتحدة.

المصادر: Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, Germany, 2017; "a 5G Strategy for Germany", Federal Government of Germany, 2017; Department of Culture Media and Sport, Government of United Kingdom, 2016.

وحددت الحكومة الأسترالية برنامجاً واضحاً لسياسات تكنولوجيا الجيل الخامس لتسريع وتيرة نشر البنية التحتية الرقمية وتوفير طيف تكنولوجيا الجيل الخامس (انظر الإطار 11).

الإطار 11: فريق العمل المعني بتكنولوجيا الجيل الخامس، أستراليا

تقوم الحكومة الأسترالية بوضع ورقة توجيهات بخصوص تكنولوجيا الجيل الخامس يحدد نهجاً لسياسات هذه التكنولوجيا في أستراليا، بما في ذلك إنشاء فريق عمل معني بتكنولوجيا الجيل الخامس لتيسير الحوار المستمر مع الصناعة. وتبرز الورقة الإجراءات التي توفر الطيف في الوقت المناسب وتبسط الترتيبات التي تمكن موردي اللاسلكي من نشر البنية التحتية الرقمية بسرعة أكبر وتكلفة أقل.

المصدر: "5G-Enabling the Future Economy", Department of Communications and the Arts, Australia, 2017.

نتيجة رئيسية: في حالة إخفاق السوق، يمكن للحكومات النظر في تحفيز الاستثمار في شبكات الألياف والأصول المنفعلة من خلال إقامة شراكات بين القطاعين العام والخاص وصناديق استثمارية وتقديم منح وما إلى ذلك.

3.5 تقاسم البنى التحتية

عندما تكون الألياف الطريقة المفضلة للتوصيل غير المباشر، فإنها ربما لا تكون جذابة تجارياً. ومن شأن مستويات معقولة من التقاسم في الأنفاق وإعادة استعمالها أن يحقق وفورات كبيرة في تطوير شبكات الألياف. ويمكن للسياسات التنظيمية التي تشجع تقاسم البنى التحتية وإعادة استعمالها أن تساعد كثيراً في خفض تكاليف نشر تكنولوجيا الجيل الخامس - بالرغم من أنه قد يكون تنفيذ هذا الأمر معقداً (انظر الإطار 12).

وترى دراسة أجرتها شركة فودافون أن نظام النفاذ إلى الأنفاق الشائع استخدامه من جانب الهيئات التنظيمية الوطنية في فرنسا وإسبانيا والبرتغال يضمن الحد الأدنى من البيروقراطية والشفافية القصوى للأطراف كافة. وعلى النقيض

من ذلك، فعندما يمنح النفاذ إلى البنى التحتية المملوكة للشركات ذات القوة السوقية الكبيرة، كما هو الحال في المملكة المتحدة وألمانيا، فإنه يُفتقر إلى الكثير من هذه الأحكام التفصيلية.[1]

الإطار 12: التكليف بالتقاسم في استعمال الشبكات

- في نوفمبر 2017، وافقت هولندا على مشروع قانون وضع لتسريع وتيرة نشر النطاق العريض. ويكلف مشروع القانون جميع مالكي/مدير الشبكات والبنى التحتية المتصلة بها بالاستجابة إلى الطلبات المعقولة للتقاسم في النفاذ إلى الشبكات و/أو النشر المنسق لها وتبادل المعلومات عن بناهم التحتية.
- وتعمل وزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات في إندونيسيا من أجل وضع قواعد جديدة لتشجيع تطوير تقاسم البنى التحتية المنفعلة مثل الأنفاق والأعمدة والأبراج والخزانات وغيرها.
- تقوم شركة Ofcom، هيئة تنظيم الاتصالات في المملكة المتحدة بإجراء مشاورة سوقية لتكليف المشغل الحالي والطرف ذي القوة السوقية الكبيرة، شركة بريتش تليكوم، بتوفير النفاذ إلى أنفاق الألياف للمشغلين المنافسين. وقد فشلت محاولات سابقة للإلزام بمنح النفاذ إلى أنفاق الألياف.
- وفي إيطاليا، مكن تشريع للنطاق العريض فائق السرعة شركة TIM وUTILITALIA (اتحاد شركات الكهرباء والغاز والمياه والبيئة) من توقيع مذكرة تفاهم لتيسير استعمال البنى التحتية الموجودة مسبقاً لكثر من 500 شركة من شركات تشغيل المرافق المحلية من أجل نشر شبكات الألياف.

المصادر: https://goo.gl/kqYCRM (هولندا)، https://goo.gl/vWq7aD (إندونيسيا)، https://goo.gl/vdFxz9 (شركة Ofcom، المملكة المتحدة)، https://goo.gl/m24g32 (إيطاليا)

نتيجة رئيسية: يمكن لواضعي السياسات النظر في الاستمرار في نظام النفاذ إلى الأنفاق بحيث يشمل شبكات الجيل الخامس، وبالتالي المساعدة في خفض تكاليف الاستثمار في شبكات التوصيل غير المباشر بالألياف لتكنولوجيا الجيل الخامس.

تعد اتفاقات التقاسم في استعمال الشبكات المدار تجارياً هي الأسلوب المفضل لدى معظم الهيئات التنظيمية الوطنية ويبدو أنها اكتسبت زخماً كبيراً. ويمكن لذلك أن يسرع من وتيرة النشر ويخفض من تكاليف شبكات الجيل الخامس حيث يتراوح التقاسم في استعمال الشبكات بين البنى التحتية المتنقلة والألياف.

[1] "أفضل الممارسات للنفاذ إلى البنى التحتية المنفعلة"، مؤسسة WIK-Consult، 2017 https://www.vodafone.com/content /dam/ .vodafone-images/public-policy/reports/pdf/best-practice-passive-infrastructure-access-050517.pdf

الإطار 13: التقاسم في استعمال الشبكات المدار تجارياً

- في إسبانيا، وافق مشغل الاتصالات MASMOVIL على عتبة من الأسر قوامها 10 ملايين أسرة تستعمل شبكة ألياف بأن تتقاسم مع Orange Espana عبر معاهدة لتتقاسم في استعمال الشبكة.
- في البرتغال، وقعت شركة فودافون والمشغل NOS اتفاقاً لنشر شبكة ألياف وتقاسمها سيتم تسويقها لنحو 2,6 مليون منزل وشركة تجارية. وتمنح كل شركة النفاذ إلى شبكة نظيرتها طبقاً لشروط تجارية متفق عليها.
- يدعو مشغل الشبكة بأسعار الجملة في نيوزيلندا، Chorus، الحكومة إلى البدء في وضع خطط من أجل شبكة متنقلة وحيدة من الجيل الخامس - شبكة يمكن تقاسمها من جانب جميع موردي الخدمات، وهو نهج أكثر ملاءمة من وجود شبكة منفصلة من الجيل الخامس لكل مشغل من المشغلين الثلاثة للاتصالات المتنقلة في البلد.
- وقعت شركة فودافون الكاميرون مؤخراً اتفاقاً استراتيجياً وطنياً للتقاسم في استعمال الشبكة مع شركة CamTel، يسمح لشركة فودافون باستعمال البنية التحتية الحالية لشبكة CamTel في دوالا وياوندي وزيادة تغطيتها إلى مواقع جديدة في البلد.
- وقعت شركتا Telenor Denmark وTelia Denmark عقد خدمات مع شركة Nokia لإدارة شبكتيهما المتنقلتين المشتركتين والتي تديرهما شركة واحدة للبنى التحتية (TT-Netvaerket).
- أعلنت شركة Econet Wireless (زمبابوي) أن الباب مفتوح أمام تقاسم البنى التحتية في إطار بنية تحتية مقابل أخرى بالتساوي.

المصادر: https://goo.gl/u2fojb (إسبانيا)، https://goo.gl/bT9hZ4 (البرتغال)، https://goo.gl/vh4LGP (نيوزيلندا)، https://goo.gl/AAbapS (الكاميرون)، https://goo.gl/JmuSnJ (الدانمارك)، https://goo.gl/iSb4sq (زمبابوي)

وقد زاد اللجوء إلى موردي بنى تحتية بالجملة مستقلين من أجل توفير شبكات الخلايا الصغيرة في السنوات الأخيرة الماضية مما أدى إلى خفض تكاليف النشر وتشجيع المنافسة بالتجزئة وزيادة تغطية الخدمة. فمثلاً مورد اللاسلكي، Crown Castle (الولايات المتحدة)، زادت إيراداته من الخلايا الصغيرة بأكثر من 40 في المائة في الفترة بين 2015 و2016[2] مع تحول مشغلي الاتصالات المتنقلة إلى تكثيف شبكاتهم استعداداً لنشر تكنولوجيا الجيل الخامس.

4.5 الانتقال إلى الألياف

تعد أسعار النفاذ إلى الكبلات النحاسية الأقل منافسة حالياً عندما تقارن بأسعار خدمات الألياف، وهو ما يؤثر بالسلب على انتشار الألياف. ولا يوجد توافق على النهج الأكثر ملاءمة لتحديد الأسعار إبان الانتقال من النحاس إلى الألياف. وينبغي للهيئات التنظيمية الوطنية النظر في السماح للشركات القائمة *بسحب منتجات النفاذ القائم على الكبلات النحاسية* بمجرد توفيرها لخدمات نفاذ قائمة على الألياف، لمنع تقويض حالة الأعمال لخدمات ألياف أكثر تكلفة. (انظر الإطار 14).

[2] https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2017/02/07/tower-talk-a-guide-to-the-latest-major-cell-site-developments/index.html

الإطار 14: الانتقال إلى الألياف

- حددت حكومة أستراليا عام 2020 كموعد نهائي تنتقل فيه جميع المنشآت من الكبلات النحاسية إلى الألياف. وفي عام 2014، بدأت شركة Telstra (أستراليا) وقف الخدمات التي تقدم عبر شبكاتها النحاسية. وستقوم مبادرة مؤسسة NBNCo الممولة حكومياً والتي تدير توصيلية الألياف بالجملة في أستراليا بوقف الشبكات النحاسية في مناطق توفر فيها NBNCo بالفعل خدمات بالألياف.
- طلبت Verizon (الولايات المتحدة) تصريحاً تنظيمياً لتحويل شبكتها النحاسية في أسواق منتقاة اعتباراً من 2018. وتقدم Verizon خدمات عبر بنيتها التحتية من الألياف وترغب في التوقف عن الحفاظ على مرافقها النحاسية في Virginia وNew York وNew Jersey وPennsylvania وRhode Island وMassachusetts وMaryland وDelaware.
- أطلقت هيئة تنظيم الاتصالات الأيرلندية (ComReg) عملية تشاورية بشأن إمكانية انتقال مشغلها الحالي، Eir، من الكبلات النحاسية في بعض أجزاء البلاد، خاصة في المناطق ذات التغطية الكثيفة بالألياف.
- أعلنت شركة Singtel (سنغافورة) خططاً لوقف شبكتها ADSL القائمة على الكبلات النحاسية في أبريل 2018 حيث تعجل من اعتماد الخدمات القائمة على الألياف من أجل عملائها من الشركات والسكان في المدينة.
- تستعد شركة Chorus (نيوزيلندا) للحصول على مهلة تنظيمية للانتقال من شبكتها النحاسية في إطار خطط بعدم تنظيم الشبكة النحاسية متى تنافست مع شبكات النفاذ بالألياف اعتباراً من عام 2020.

المصادر: https://goo.gl/2YVKsd (أستراليا)، https://goo.gl/VCyfap (الولايات المتحدة)، https://goo.gl/X3EeKa (أيرلندا)، https:// goo.gl/mRKu1C (سنغافورة)، https://goo.gl/n6kqVb (نيوزيلندا)

نتيجة رئيسية: يمكن للهيئات التنظيمية الوطنية النظر في سياسات وحوافز مالية لتشجيع الانتقال من النحاس إلى الألياف ولتحفيز نشر خدمات الألياف واستعمالها

5.5 مواجهة تحديات التخطيط المحلي

دائماً ما يعلن المشغلون أنه سيكون معيناً لهم وجود قاعدة بيانات مركزية تبين جميع البنى التحتية وأصول المرافق المتاحة، مثل أنفاق المرافق القائمة التابعة للسلطة المحلية، وشبكات الألياف وأعمدة الدوائر التلفزيونية المغلقة وأعمدة الإنارة وما إلى ذلك. وينبغي لقاعدة البيانات هذه أن تحدد جهات الاتصال الرئيسية وعملية لتأمين النفاذ إلى الأصول. وتوجد قواعد بيانات كهذه بالفعل في البرتغال وإسبانيا وربما في بلدان أخرى.

نتيجة رئيسية: يمكن للسلطات المحلية النظر في إنشاء قاعدة بيانات مركزية تحدد جهات الاتصال الرئيسية وتبين الأصول مثل أنفاق المرافق وشبكات الألياف وأعمدة الدوائر التلفزيونية المغلقة وأعمدة الإنارة وما إلى ذلك لمساعدة المشغلين في تحديد تكاليف عملياتهم لنشر البنى التحتية والتخطيط لها بدقة أكبر.

يمكن من خلال استعمال اتفاقات حق ارتفاق موحدة بين السلطات المحلية تحقيق خفض كبير للتكاليف والوقت عند تنفيذ شبكات الألياف كتلك التي وضعها المجلس البلدي لمدينة لندن (انظر الإطار 15).

الإطار 15: المجلس البلدي لمدينة لندن، يوجد اتفاقات حق الارتفاق

في 2015، توصل المجلس البلدي لمدينة لندن لحقيقة مفادها أن من الأسباب الرئيسية لعدم الاستثمار في الألياف عملية حق الارتفاق المعقدة. وأعد المجلس مجموعة أدوات موحدة لحق الارتفاق لتيسير إقامة البنية التحتية للألياف بفعالية وكفاءة. ومجموعة الأدوات هذه متاحة حالياً لجميع السلطات المحلية في لندن.

المصدر: http://news.cityoflondon.gov.uk/standardised-toolkit-helps-london-businesses-get-faster-access-to-broadband/

وينبغي للسلطات المحلية أن توحد أيضاً عمليات منح المشغلين التصريح المناسب للقيام بالأعمال ذات الصلة في الشوارع عند مد شبكات الألياف أو نشر معدات الخلايا الصغيرة على مرافق الشوارع. ومن الممارسات الجيدة أيضاً إجراء مشاورات مع السوق لفهم القضايا والحلول المحتملة الناجمة عن النشر.[3]

نتيجة رئيسية: يمكن للسلطات المحلية النظر في إجراء مشاورات مع السوق أو اختبار قدرات السوق لتحديد أفضل ممارسات نشر شبكات الجيل الخامس قبل البدء في عمليات التدبير الرسمية.

الإطار 16: عمليات التخطيط الفعالة

في 2015، خول مكتب منح التصاريح بمدينة سنتنيال (كلورادو، الولايات المتحدة) بغرض تقاسم الموقع في مرافق الأنفاق عند معالجة أي طلبات رئيسية للسماح بحق العبور للطرق مقدمة من مشغلي الاتصالات. وسمحت سياسات حق عبور الطرق للمدينة بتنسيق الاستثمارات وتوفير الوقت والتكاليف.

وفي كنتاكي (الولايات المتحدة)، صدر دليل بشأن التخطيط للألياف للمجتمعات والمرافق. ويشمل الدليل مشورة بشأن تبسيط متطلبات الاستقصاءات وطلبات الحصول على تصاريح وإبرام اتفاقات الإلحاق بالأعمدة.

المصادر: مدينة سنتنيال، كلورادو، 2015؛ https://goo.gl/FswzSv (كنتاكي)

6.5 تنسيق الطيف

انصب تركيز تطبيقات تكنولوجيا الجيل الخامس المبكرة على النطاقات فوق 24 GHz ودون 6 GHz (انظر الإطار 17). وينبغي للهيئات التنظيمية الوطنية تنسيق مقترحاتها بشأن نطاقات الموجات الميلليمترية لتعظيم فرص التنسيق العالمي للطيف.

ولإعداد المواقف الأوروبية للمؤتمر WRC-19، اتفق وزراء الاتحاد الأوروبي، على سبيل المثال، في ديسمبر 2017 على خارطة طريق لنشر تكنولوجيا الجيل الخامس عبر أوروبا. وستحقق خارطة الطريق التوافق بشأن تنسيق نطاقات طيف تكنولوجيا الجيل الخامس والكيفية التي ستوزع بها على المشغلين في أوروبا.

[3] http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20100402171309/
http://www.ogc.gov.uk/documents/Early_Market_Engagement_Guidance.pdf

الإطار 17: مقترحات بخصوص طيف تكنولوجيا الجيل الخامس مقدمة من بعض الهيئات التنظيمية الوطنية

- Ofcom، **المملكة المتحدة**: تعمل عن كثب مع الهيئات التنظيمية الوطنية الأوروبية، وقد اقترحت استعمال الطيف في النطاقات 700 MHz و3,4 GHz و24 GHz لاستعمال تكنولوجيا الجيل الخامس. واقترحت Ofcom أيضاً تغيير نظام التصريح في النطاق 64-66 GHz إلى الإعفاء من الترخيص لتوسيع مجال حالات الاستعمال للنطاق 57-66 GHz.
- **لجنة الاتصالات الفيدرالية، الولايات المتحدة**: حددت كماً من الطيف يبلغ 11 GHz تقريباً للاستعمال المرن للنطاق العريض اللاسلكي - 3,85 GHz من الطيف المرخص في النطاقات 28 و37 و39 GHz.
- **وزارة الصناعة وتكنولوجيا المعلومات، الصين**: تخطط لتوزيع 5 GHz من طيف الموجات الميلليمترية في النطاقين 24-27 GHz و37-42 GHz من أجل تكنولوجيا الجيل الخامس.
- **لجنة الاتصالات الكورية (جمهورية كوريا)**: ستبدأ إجراء مزاد لطيف تكنولوجيا الجيل الخامس في النطاقين 3,5 GHz و28 GHz في عام 2018.
- **هيئة الاتصالات والإعلام الأسترالية، أستراليا**: أعلنت عن خطط من أجل مزاد للطيف في نطاقات متعددة ستنطلق قبل نهاية عام 2017، يضم أجزاء من النطاقات 800 MHz 1 و2 و2,3 و3,4 GHz.

يلاحظ أن المؤتمر WRC-15 استبعد النطاق 28 GHz من مجال تطبيق دراسة للمؤتمر WRC-19 بشأن التنسيق الدولي للنطاقات الميلليمترية

المصادر: https://goo.gl/kpPnTy (المملكة المتحدة)، https://goo.gl/Mc5wZx (الولايات المتحدة)، https://goo.gl/bdusHx (الصين)، https://goo.gl/pGz5jG (كوريا الجنوبية)، https://goo.gl/1aK5LY (أستراليا)

7.5 ترخيص الطيف

يمكن لتصميم إجراءات وشروط الاختيار المرفقة بتراخيص تكنولوجيا الجيل الخامس أن تؤثر بشدة على هيكل أسواق الاتصالات المتنقلة - بتعزيز المنافسة أو الحد منها.

وفي السابق، كانت الهيئات التنظيمية الوطنية تمنح تراخيص الطيف لمشغلي الاتصالات المتنقلة والتي تعطيهم حقوقاً حصرية لتقديم خدمات للصوت أو البيانات. وفي بعض الحالات، قد تصور التراخيص مصحوبة بالتزامات تغطية قائمة على أعداد السكان أو التوقيتات. ويمكن الطيف المرخص مشغلي الاتصالات المتنقلة من التخطيط والاستثمار في البنى التحتية للاتصالات المتنقلة بقدر معقول من اليقين وينبغي أن تتضمن الشروط التي تكفل استعمال الطيف الموزع بفعالية، خاصة في المناطق الريفية.

ويمكن للطيف المرخص والمتقاسم أن يحسن من استعمال الطيف في المناطق الريفية. فمثلاً، منح حق استعمال الطيف لبعض المستعملين الثانويين في هذه المناطق لن يتداخل مع الإشارات الراديوية لحائزي التراخيص الأولية.

وتشمل الأمثلة الحالية لتقاسم الطيف، القياس عن بُعد للطيران والإذاعة والكاميرات اللاسلكية، وقد لا يزود نموذج تقاسم الطيف هذا بشكل جيد النظام الإيكولوجي لتكنولوجيا الجيل الخامس بالمرونة الكافية للاستفادة الجيدة من الطيف غير المستغل بشكل كاف من جانب الخدمات الأخرى لتوفير سعة إضافية بتكلفة أقل.

وبعد دراسة، أقر قطاع الاتصالات الراديوية الأدوات التنظيمية لدعم تعزيز الاستعمال المتقاسم للطيف[4] - إضافة إلى مبادئ إدارة الطيف والتحديات والقضايا المتعلقة بالنفاذ الديناميي إلى نطاقات التردد عن طريق أنظمة راديوية تستخدم قدرات إدراكية.[5]

ومنحت مزادات الطيف سابقاً حقوق الطيف الحصرية لمشغلي اللاسلكي الذين يدفعون الرسوم الأعلى. ويفضل واضعو السياسات المزادات كوسيلة لتوليد دخل كبير. ومع ذلك يمكن للمزادات أن تكون غير مجدية من حيث إنها تقلل الأموال المتاحة للبنية التحتية مما يؤدي إلى تقويض الآثار الاقتصادية.[6] وعندما يصبح الاستثمار في تكنولوجيا الجيل الخامس أكثر حساسية بالنسبة للاقتصاد الرقمي، فسيكون من المهم بالنسبة للهيئات التنظيمية الوطنية اختيار إجراءات منح الطيف المؤاتية للاستثمار في البنية التحتية والتي تعظم الآثار الاقتصادية.

ويمكن الطيف غير المرخص الهيئات التنظيمية الوطنية من النفاذ إلى الطيف - غير أن هذا الأسلوب يؤدي إلى عدم اليقين فيما يتعلق بظروف الاستثمار نظراً إلى الالتزامات المتعلقة بالتشغيل على أساسٍ عدم التسبب في تداخلات وبدن حماية. وإلى جانب ذلك قد يصعب التحكم في التداخلات إن لم يكن مستحيلاً. ولهذا السبب، فإن الطيف غير المرخص يلائم أكثر في نطاقات التردد العالية - مثل نطاقات الموجات الميلليمترية ذات خصائص الانتشار الأردأ - والمعدات ذات القدرة المنخفضة للوفاء بالقيود الصارمة للخدمات الأولية ومن أجل استعمالات أكثر محلية. وفي ضوء هذه العوامل، يمكن للهيئات التنظيمية الوطنية أن تنظر في استعمال الطيف غير المرخص مثلاً في عمليات نشر الخلايا الصغيرة.

وترى الرابطة GSMA أن الطيف المرخص أساسيٍ لضمان خدمات عالية الجودة لتكنولوجيا الجيل الخامس، في حين يمكن للطيف غير المرخص أن يؤدي دوراً مكملاً في تعزيز تجربة المستعمل.[7]

نتيجة رئيسية: يمكن لواضعي السياسات النظر في استعمال الطيف المرخص وغير المرخص والمتقاسم لتحقيق نظام إيكولوجي متوازن للطيف - يشجع الاستثمار ويؤدي إلى استعمال الطيف بكفاءة ويعزز المنافسة.

8.5 المشاريع التجريبية لتكنولوجيا الجيل الخامس

يشجع واضعو السياسات في الحكومات والهيئات التنظيمية الوطنية المشاريع التجريبية المبكرة في التكنولوجيا للنهوض بالاستثمار المبكر في شبكات الجيل الخامس والبنية التحتية الخاصة بها والمساعدة في فهمهم لتكنولوجيا الجيل الخامس (انظر الإطار 18).

[4] انظر التقرير ITU-R SM.2404: https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2404

[5] انظر التقرير ITU-R SM.2405: https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2405

[6] يمكن الاطلاع على معلومات إضافية عن الجوانب الاقتصادية لإدارة الطيف في التقرير ITU-R SM.2012: https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2012.

[7] "وضع السياسات العامة لطيف تكنولوجيا الجيل الخامس"، الرابطة GSMA، 2016: https://www.gsma.com/iot/iot-knowledgebase/gsma-public-policy-position-5g-spectrum/.

الإطار 18: مبادرة تكنولوجيا الجيل الخامس المدارة حكومياً

- أنشأت حكومة جمهورية كوريا، عبر الوكالة الوطنية لمجتمع المعلومات (NISA) شبكات تجريبية من الجيل الخامس في الألعاب الأوليمبية الشتوية لعام 2018، قدمت خبرات مستقبلية مثل الملاحة القائمة على الواقع المزيد.
- قدمت منحة حكومية مقدارها 17,6 مليون جنيه إسترليني إلى اتحاد تقوده جامعة وورويك لتطوير منصة اختبار مركزية للمملكة المتحدة للمركبات المستقبلة الموصولة (CAVs). وسيتم نشر خلايا صغيرة على طول الطريق بين كوفنتري وبرمنغهام حيث ستخضع هذه المركبات للاختبار.
- شجعت لجنة الاتصالات الفيدرالية (الولايات المتحدة) طلبات مقدمة من المجتمع البحثي من أجل تراخيص تجريبية لترددات راديوية لم تحدد أو تخصص لتشجيع الابتكار والأبحاث عن طريق تجارب في مواقع جغرافية محددة.
- يشجع برنامج عمل EC Horizon 2020 (2018-2020) الابتكار في مجال تكنولوجيا الجيل الخامس ويضم الاتحاد الأوروبي والصين وتايوان والولايات المتحدة. وتشمل الأنشطة الاختبار من طرف إلى طرف للتنقلية الموصولة والمؤتمتة عبر الحدود وتجارب في مجال تكنولوجيا الجيل الخامس عبر قطاعات صناعية رئيسية متعددة.
- يقوم الاتحاد الفيدرالي لمرافق أبحاث الاتصالات بشأن مختبر مفتوح مشترك مع الاتحاد الأوروبي والبرازيل (FUTEBOL) بأبحاث تنهض بموارد الاتصالات التجريبية في البرازيل وأوروبا. وسيعرض الاتحاد (FUTEBOL) أيضاً حالات استعمال قائمة على إنترنت الأشياء والشبكات غير المتجانسة وشبكات النفاذ الراديوي القائمة على الحوسبة السحابية.
- أبرمت وزارة الاتصالات الروسية اتفاقاً مع شركتي Rostelecom وTattelecom لإقامة منطقة تجريبية لتكنولوجيا الجيل الخامس في مدينة التكنولوجيا الرفيعة، أينبوليس.

المصادر: https://goo.gl/JWFBCY (جمهورية كوريا)، https://goo.gl/FnLZCd (المملكة المتحدة)، https://goo.gl/wNVZqs (الولايات المتحدة)، o https://goo.gl/iXkYQ (أوروبا)، https://goo.gl/VNeDwn (الاتحاد الأوروبي-البرازيل)، https://goo.gl/4DySs2 (روسيا)

وإلى جانب ذلك، يشارك قطاع الاتصالات الذي يضم المشغلين والبائعين والمؤسسات البحثية في منصات اختبار تكنولوجيا الجيل الخامس بعيداً عن أي تدخل من جانب الهيئة التنظيمية الوطنية أو الحكومة (انظر الإطار 19).

الإطار 19: منصات اختبار تكنولوجيا الجيل الخامس المدارة تجارياً

- تعمل شركة Telstra (أستراليا) مع شركة Ericsson بشأن تكنولوجيا الجيل الخامس الرئيسية، بما في ذلك الاتصالات الكثيفة ذات الدخل المتعدد والخرج المتعدد وتكوين الحزم وتتبع الحزم وأشكال الموجات. وحققت الشركتان سرعات تنزيل تتراوح بين 18 Gbit/s و22 Gbit/s أثناء التجربة الحية الأولى لتكنولوجيا الجيل الخامس في أستراليا. وانتهت شركة Optus أيضاً من تجربة لتكنولوجيا الجيل الخامس مع شركة Huawei محققة أعلى السرعات في أستراليا حتى الآن والتي تبلغ 35 Gbit/s.
- أعلنت شركة تشغيل الاتصالات المتنقلة الإيطالية Wind Tre وشركة Open Fibre (شركة تشغيل الألياف بالجملة في إيطاليا) وشركة البيع الصينية ZTE عن شراكة لبناء ما تقول هذه الشركات إنها أول شبكة ما قبل المرحلة التجارية لتكنولوجيا الجيل الخامس في أوروبا في النطاق 3,8-3,6 GHz، وستتعاون هذه الشركات أيضاً مع الجامعات ومراكز البحوث والشركات المحلية لاختبار والتحقق من الأداء التقني لتكنولوجيا الجيل الخامس ومعمارية الشبكة والتكامل بين شبكتي الجيل الرابع/الجيل الخامس وحالات استعمال تكنولوجيا الجيل الخامس في المستقبل - بما في ذلك الواقع المزيد والواقع الافتراضي والمدن الذكية والحماية العامة والرعاية الصحية من الجيل الخامس. وسيستمر المشروع التجريبي حتى ديسمبر 2021.
- تم نشر شبكة تجريبية من الجيل الخامس في وحول ستاد Kazan Arena (روسيا) من أجل منافسات كأس العالم لكرة القدم 2018 في مشروع تحت قيادة MegaFon. وتشارك Rostelecom أيضاً مع Nokia في شبكة لاسلكية تجريبية من الجيل الخامس مقرها ساحة أعمال موسكو لاختبار سيناريوهات الاستعمال المختلفة لتكنولوجيا الجيل الخامس.
- أعلنت شركة Verizon (الولايات المتحدة) عن خططها لإجراء اختبارات لتكنولوجيا الجيل الخامس في العديد من المدن الأمريكية. وسيستند النشر إلى التوصيل غير المباشر اللاسلكي بدلاً من الألياف. وأعلنت شركة AT&T أيضاً أنها ستطلق تجارب للعملاء للاسلكي الثابت لتكنولوجيا الجيل الخامس استناداً إلى تجاربها الأخيرة في مدينة أوستن حيث حققت سرعات تقدر بنحو 1 Gbit/s مع كمون أقل من 10 ميللي ثانية. وستجرى الاختبارات باستخدام معدات من Ericsson، وSamsung، وNokia، وIntel.
- تخطط شركة Comsol لإطلاق أول شبكة لاسلكية من الجيل الخامس في جنوب إفريقيا. وسيتم في تجربة Comsol اختبار أداء تكنولوجيا الجيل الخامس في كل ظروف العالم الحقيقي باستخدام خلايا صغيرة إضافة إلى الحلول الكبرية. ومن المرجح أن تقدم Comsol خدمة لاسلكية ثابتة لمنافسة خدمات توصيل الألياف إلى المنازل (FTTH).
- حققت شركتا Huawei وNTT DOCOMO سرعة وصلة هابطة مقدارها 4,52 Gbit/s عبر مسافة قدرها 1,2 km. وقامت شركة Huawei بتوريد واحدة من المحطات القاعدة لتكنولوجيا الجيل الخامس التابعة لها تدعم الاتصالات الكثيفة ذات الدخل المتعدد والخرج المتعدد وتكنولوجيا تشكيل الحزم إضافة إلى شبكتها الأساسية لتكنولوجيا الجيل الخامس.

المصادر: https://goo.gl/cWTC31 (أستراليا)، https://goo.gl/tYspR9 (إيطاليا)، https://goo.gl/EQftwd (روسيا)، https://goo.gl/yxaoyy (الولايات المتحدة) https://goo.gl/VeuiaW (جنوب إفريقيا)، https://goo.gl/Teq6e2 (اليابان)

الإطار 19: منصات اختبار تكنولوجيا الجيل الخامس المدارة تجارياً (تابع)

حققت شركتا Huawei وNTT DOCOMO سرعة وصلة هابطة مقدارها 4,52 Gbit/s عبر مسافة قدرها 1,2 km. وقامت شركة Huawei بتوريد واحدة من المحطات القاعدة لتكنولوجيا الجيل الخامس التابعة لها تدعم الاتصالات الكثيفة ذات الدخل المتعدد والخرج المتعدد وتكنولوجيا تشكيل الحزم إضافة إلى شبكتها الأساسية لتكنولوجيا الجيل الخامس.

المصادر: https://goo.gl/cWTC31 (أستراليا)، https://goo.gl/tYspR9 (إيطاليا)، https://goo.gl/EQftwd (روسيا)، https://goo.gl/yxaoyy (الولايات المتحدة) https://goo.gl/VeuiaW (جنوب إفريقيا)، https://goo.gl/Teq6e2 (اليابان)

نتيجة رئيسية: يمكن لواضعي السياسات النظر في تشجيع المشاريع التجريبية لتكنولوجيا الجيل الخامس ومنصات الاختبار لاختبار تكنولوجيات الجيل الخامس وحالات استعمالها وتحفيز الانخراط في الأسواق.

6 مثال على الآثار بالنسبة للتكاليف والاستثمار

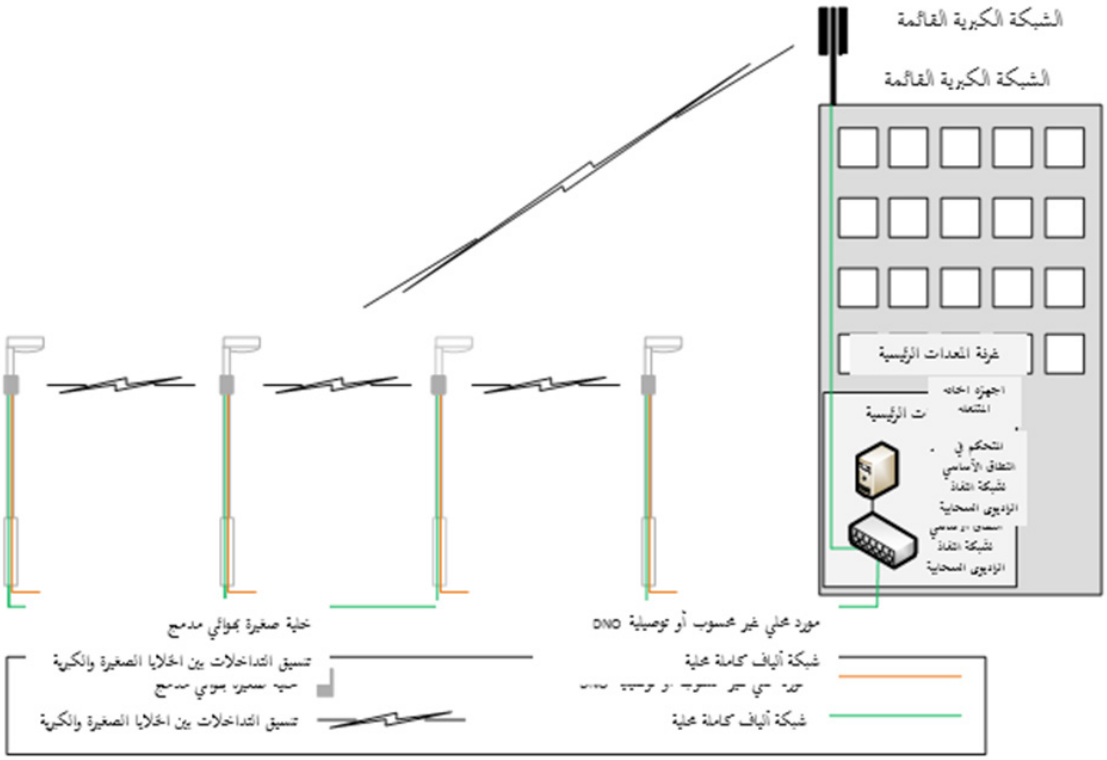
من المرجح أن يمثل نشر الخلايا الصغيرة في المناطق الحضرية المكتظة بالسكان استثماراً رئيسياً لمشغلي الاتصالات المتنقلة في مرحلة الإعداد لتكنولوجيا الجيل الخامس. ويقدم هذا القسم مثالاً لنموذج تكلفة رفيع المستوى لتقدير الاستثمارات المحتملة التي يحتاج إليها أي مشغل لاسلكي لنشر شبكة خلايا صغيرة جاهزة من الجيل الخامس.

1.6 نظرة عامة

في مرحلة الإعداد لتكنولوجيا الجيل الخامس، يرجح أن يركز المشغلون على تعزيز التغطية الحالية لتكنولوجيا الجيل الرابع في المناطق الحضرية عن طريق نشر الخلايا الصغيرة. وسيزيد ذلك من سعة الشبكة المتاحة ويحسن التغطية على مستوى الشوارع ويزيد الجودة الإجمالية للشبكة إلى القدر الذي تتطلبه شبكات الجيل الخامس. وستتم معظم عمليات النشر هذه في المراكز الحضرية المكتظة بالسكان أو في المدن.

ولأغراض هذا المثال، افترضنا نشر مشغل لاسلكي مستقل لإحدى شبكات الخلايا الصغيرة على أساس البيع بالجملة لمشغلي الاتصالات المتنقلة. ويقلل هذا النهج من التكلفة الإجمالية للملكية (TCO) لمشغلي الاتصالات المتنقلة ويزيد من جاذبية الخلايا الصغيرة بالنسبة لهم. ويعرض في الشكل 7 حل نمطي للخلايا الصغيرة في مرحلة النشر حالياً في أجزاء من أوروبا. وبالرغم من أن هذا النهج يفترض استراتيجية توصيل غير مباشر بالألياف، فإنه يمكن النظر في التوصيل غير المباشر للاسلكي في الحالات التي يكون فيها نشر شبكة ألياف للتوصيل المباشر غير مجدٍ تجارياً.

الشكل 7: حل نمطي للخلايا الصغيرة بأسعار الجملة لمستضيف محايد



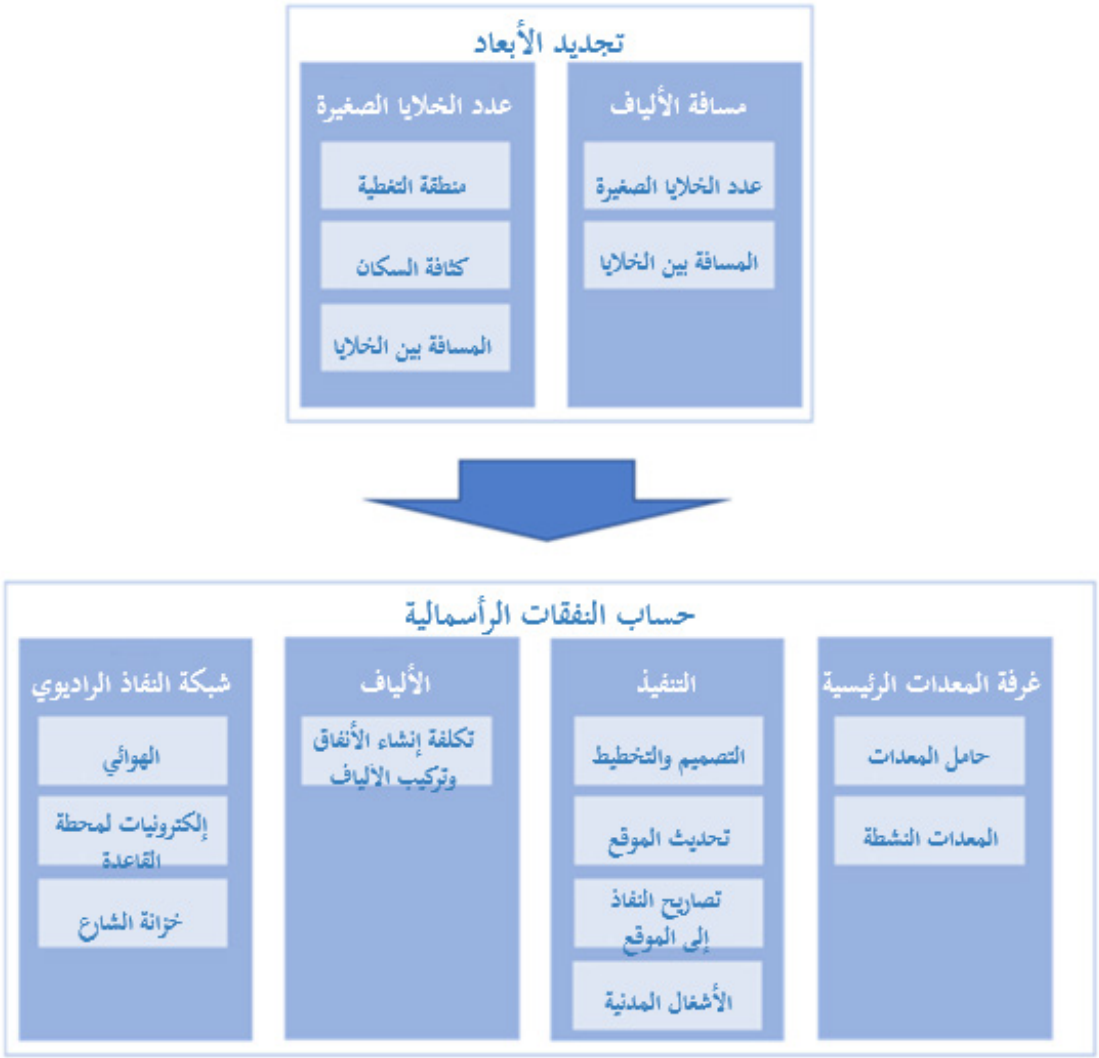
يتألف الحل من العناصر التالية:

- **الهوائي** - نظام هوائي منفصل عالي الداء يكون إشارة مشغل الاتصالات المتنقلة لتعظيم أداء الخدمة للمستعملين النهائيين.
- **أعمدة إنارة الشوارع** - نصب الهوائيات على الأعمدة القائمة بالشوارع لتدنية التشوهات الجمالية.
- **خزانات الشوارع** - مأوى مشترك يستضيف المعدات الراديوية لمشغلي الاتصالات المتنقلة والبطاريات الاحتياطية ومعدات التحكم.
- **شبكة الألياف** - ألياف عالية السرعة توصل الشبكة الراديوية بالشبكة الأساسية ويلاحظ أنه قد يكون الأمر أكثر فعالية من حيث التكاليف في بعض الحالات لو استعمل التوصيل غير المباشر اللاسلكي.
- **غرف المعدات الرئيسية** (MER) - مجموعة من غرف المعدات المشتركة المحلية ونقطة مركزية للتوصيل البيني بشبكات التوصيل غير المباشر لمشغلي الاتصالات المتنقلة.

2.6 المنهجية

ينصب تركيز النموذج على فهم النفقات الرأسمالية الأولية للاستثمار في نشر شبكة للخلايا الصغيرة؛ حيث لا يأخذ النموذج في الاعتبار إلا النفقات الرأسمالية ويستبعد التكاليف التشغيلية مثل الكهرباء والإيجار والصيانة. وبما أنه نموذج للبيع بالجملة، فهو لا يشمل تكاليف المعدات الراديوية لمشغلي الاتصالات المتنقلة حيث سيقوم كل مشغل بتوريدها. ونظراً لعدم اليقين المحيط بتكاليف طيف تكنولوجيا الجيل الخامس والاستثمار في إضفاء الطابع الافتراضي على وظائف الشبكة (NFV)/الربط الشبكي المعرف بالبرمجيات (SDN)، فإن هذه التكاليف تستبعد أيضاً - حيث يمكن لتكاليف حيازة الموقع اختلافاً كبيراً من مدينة لأخرى. ويبين الشكل 8 أن هناك خطوتين لوضع نموذج التكلفة: تحديد الأبعاد وحساب النفقات الرأسمالية.

الشكل 8: حل نمطي للخلايا الصغيرة بأسعار الجملة لمستضيف محايد



يقدر في عملية تحديد أبعاد الشبكة عدد الخلايا الصغيرة وكمية الألياف المطلوبة وتحسب طبقاً لمنطقة التغطية المطلوبة وكثافة السكان والمسافات بين مواقع الخلايا. ويستعمل خرج خطوة تحديد الأبعاد بعد ذلك في تحديد النفقات الرأسمالية الإجمالية للاستثمار اللازمة لتنفيذ حل الخلايا الصغيرة من أجل شبكة النفاذ الراديوي والألياف وغرفة المعدات الرئيسية والتنفيذ والتصميم.

ويفترض النموذج عناصر التكلفة التالية:

- **شبكة النفاذ الراديوي**، التي تشمل تكاليف الهوائي وخزانة الشارع وإلكترونيات المحطة القاعدة مثل البطاريات الاحتياطية والوحدات النمطية لصيانة الشبكة.
- **تكاليف التنفيذ**، التي تشمل تكاليف التصميم والتخطيط وتكاليف تحديث الموقع وتكاليف استخراج التصاريح وتكاليف الأشغال المدنية لنصب خزانات الشوارع.
- **شبكة الألياف**، التي تشمل توفير 144 نفقاً للألياف وأنفاق جديدة على طول طريق مرافق الشوارع المفعلة.
- **غرفة المعدات الرئيسية** (MER)، تتألف من حامل وحيد ومعدات انتهائية لتوفير توصيل بيني بين مشغلي الاتصالات المتنقلة وشبكة الألياف غير المستعملة في أي موقع مشترك.

ويلاحظ أن التكاليف الفعلية قد تختلف حسب كل بلد مثل تكاليف المعامل وأسعار صرف العملات وتكاليف المعدات والضرائب التي ستختلف في كل بلد. ويفترض نموذج التكلفة بلداً غربياً يضم سوقاً عالية التنافسية تتألف من أربعة مشغلين للاتصالات المتنقلة مع مستويات متقدمة لتغطية تكنولوجيا الجيل الرابع وكثافة منخفضة للألياف في المنطقة الحضرية.

3.6 السيناريوهات

تستخدم المنهجية أعلاه في سيناريوهين لتوفير تقدير لتكلفة نشر حل للخلايا الصغيرة موصول بالألياف في حي تجاري مركزي - السيناريو 1 لمدينة كبيرة مكتظة بالسكان والسيناريو 2 لمدينة صغيرة أقل كثافة سكانية. ويفترض في كلا السيناريوهين أن المدينة تستفيد من مستويات متقدمة من تغطية كبرية لتكنولوجيا الجيل الرابع وأن خصائص الطلب على الشبكة تجعل من حالة الاستثمار في الخلايا الصغيرة القائمة على تكنولوجيا الجيل الخامس والموصولة بالألياف جذابة تجارياً.

السيناريو 1 - مدينة كبيرة مكتظة بالسكان

يفترض ما يلي في هذا السيناريو:

- منطقة التغطية العمرانية المقترحة: 15 km2
- كثافة السكان في منطقة التغطية: 12 000 نسمة لكل km2
- المسافة بين مواقع الخلايا الصغيرة: 150 m

السيناريو 2 - مدينة صغيرة ذات كثافة سكانية متوسطة

- منطقة التغطية العمرانية المقترحة: 3 km2
- كثافة السكان في منطقة التغطية: 298 3 نسمة لكل km2
- المسافة بين مواقع الخلايا الصغيرة: 200 m

وتشكل المدن الأكبر والأكثر كثافة سكانية ضغطاً أكبر على الشبكة المتنقلة، وبالتالي تتطلب وضع الخلايا الصغيرة على مسافات أقرب من بعضها. ولهذا السبب، تقل المسافة بين مواقع الخلايا الصغيرة في السيناريو 1 عنها في السيناريو 2.

4.6 النتائج

يبين الشكلان 9 و10 أن النفقات الرأسمالية اللازمة لنشر شبكة للخلايا الصغيرة موصولة بالألياف يمكن أن تتراوح بين 6,8 مليون دولار أمريكي لمدينة صغيرة و55,5 مليون دولار أمريكي لمدينة كبيرة مكتظة بالسكان. وتزيد تكلفة نشر شبكة للخلايا الصغيرة في أي مدينة مكتظة بالسكان لكل كيلومتر مربع بسبب الكثافة الأكبر للخلايا الصغيرة التي يتم نشرها نتيجة للمسافات الأقصر بين مواقع الخلايا الصغيرة.

الشكل 9: النفقات الرأسمالية للسيناريو 1 - مدينة كبيرة مكتظة بالسكان

البند	القيمة
إجمالي النفقات الرأسمالية (بملايين الدولارات الأمريكية)	55,5
عدد مواقع الخلايا الصغيرة	1 027
التكلفة لكل كيلومتر مربع (بملايين الدولارات الأمريكية)	3,7
النفقات الرأسمالية لكل موقع (بآلاف الدولارات الأمريكية)	54,1

الشكل 10: النفقات الرأسمالية للسيناريو 2 - مدينة صغيرة أقل كثافة سكانية

البند	القيمة
إجمالي النفقات الرأسمالية (بملايين الدولارات الأمريكية)	6,8
عدد مواقع الخلايا الصغيرة	116
التكلفة لكل كيلومتر مربع (بملايين الدولارات الأمريكية)	2,3
النفقات الرأسمالية لكل موقع (بآلاف الدولارات الأمريكية)	58,6

ستختلف النفقات الرأسمالية الإجمالية التي يتكبدها كل مشغل تبعاً لعدد السكان وكثافتهم والتغطية الحالية لتكنولوجيا الجيل الرابع ومنطقة التغطية المقترحة. وإلى جانب ذلك، تكون تكلفة نشر الألياف أقل في المدن التي يزيد فيها تيسير شبكات ألياف أو أنفاق كثيفة ويسهل النفاذ إليها. وعندما يكون التوصيل غير المباشر اللاسلكي أكثر فعالية من حيث التكلفة مقارنة بالألياف، فإن تكاليف التوصيل غير المباشر ستنخفض كثيراً. وفي المدن التي تكون فيها كثافة الشبكة الكبرية القائمة عالية (مثلاً في مدريد، حيث النفاذ إلى المواقع أقل تقييداً عنه في مدن أخرى)، تكون هناك حاجة أقل للخلايا الصغيرة. وبالمثل، لا يحتاج مشغلو الاتصالات المتنقلة ذوو تخصيصات الطيف الكبيرة إلى تكثيف شبكاتهم بالخلايا الصغيرة بقدر كبير.

ويقدم الشكل 11 تفصيلاً لمكونات التكلفة للسيناريوهين 1 و2 ويبين أن تكاليف التنفيذ هي العنصر الأكثر ارتفاعاً. وفي المناطق التي تنخفض فيها تكلفة العمالة، تكون تكاليف النشر أقل من تلك المقدرة في هذا التقرير.

الشكل 11: مساهمة العناصر في النفقات الرأسمالية

المسافة بين الخلايا الصغيرة	السيناريو 1	السيناريو 2
معدات شبكة النفاذ الراديوي (الهوائي، خزانة الشارع وإلكترونيات المحطة القاعدة، البطاريات الاحتياطية والوحدات النمطية لصيانة الشبكة)	%25	%24
تكاليف التنفيذ (تكاليف التصميم والتخطيط وتكاليف تحديث الموقع وتكاليف استخراج التصاريح وتكاليف الأشغال المدنية لنصب خزانات الشوارع)	%50	%46
الألياف (توفير 144 نفقاً للألياف وأنفاق جديدة على طول طريق مرافق الشوارع المفعلة)	%25	%30
غرفة المعدات الرئيسية (حامل وحيد ومعدات انتهائية)	أقل من %0,1	أقل من %0,1

5.6 تقديرات التكاليف المستقبلة

التكاليف أعلاه - خاصة النفقات الرأسمالية لكل موقع - تتفق مع تقديرات الصناعة. وتقدر شركة AT&T أن تكاليف النشر ربما تتراوح بين 000 20 و000 50 دولار أمريكي لكل موقع بافتراض توصيل غير مباشر بالألياف للمواقع وهي أشياء تزخر بها شركة AT&T.[1]، [2] وطبقاً لشركة Nokia، تقدر النفقات الرأسمالية للموقع بقيمة تتراوح بين 000 40 و000 50 دولار أمريكي لأي موقع يحتاج إلى عمليات حفر وطاقة.

ويقدر عمل اضطلع به خبراء تحيل مستقلون إجمالي تكلفة الملكية بمبلغ 71 مليار جنيه إسترليني لبناء شبكة شمولية من الجيل الخامس في المملكة المتحدة تقدم خدمات بمعدل 50 MBit/s ويقام في 2020 وتشغل حتى 2030. وتنخفض هذه القيمة إلى 38 مليار جنيه إسترليني في حالة تشجيع التشاور في البنى التحتية.[3]

وتقدر تقارير أخرى تكلفة نشر تكنولوجيا الجيل الخامس في الولايات المتحدة بنحو 300 مليار دولار أمريكي. وفي أوروبا يتوقع أن تتراوح تكاليف الاستثمار بين 300 و600 مليار يورو، طبقاً لأحد مشغلي الاتصالات المتنقلة.[4]

وبالرغم من عدم ذكر هذه التقارير طيف التردد المستعمل في الخروج بهذه التحليلات، فإنه يفترض أن الكثير من التكلفة ينتج عن تكثيف الشبكة (عبر نشر الخلايا الصغيرة) - اللازم لأحجام الخلايا الأصغر المطلوبة بسبب استعمال طيف ترددات الموجات الميلليمترية الأعلى من جانب تكنولوجيا الجيل الخامس، مثل الطيف فوق 24 GHz (الوارد ذكره في القسم 5.3).

6.6 نماذج الاستثمار

بالنظر إلى الاستثمارات الرأسمالية الكبيرة اللازمة لنشر تكنولوجيا الجيل الخامس، يواجه المشغلون تحديات رئيسية لتحقيق حالة استثمار لهذه التكنولوجيا. وسيكون على واضعي السياسات النظر في نماذج استثمار بديلة (كالشراكات بين القطاعين العام والخاص والقروض وصناديق تطوير المشاريع وقاطرات الاستثمار) للتأكد من أن التكاليف الرأسمالية الأولية لن تكون حائلاً أمام موردي اللاسلكي.

وتم في القسم 5 شرح بعض الأمثلة للتدخلات الحكومية والتي تشمل طائفة من برامج الشراكات بين القطاعين العام والخاص. ويمكن لهذه البرامج إما: 1) أن تدار من قبل القطاع العام حيث تبني الحكومة شبكات الألياف وتمتلكها، كما هو الحال في قطر، أو 2) أن تدار من قبل القطاع الخاص حيث تمول الحكومة جزئياً بناء شبكات الألياف بالشراكة مع السوق، كما هو الحال في ألمانيا.

وتشمل النهج الأخرى تقديم منح إلى السلطات المحلية، كما هو الحال في المملكة المتحدة، لبناء الأصول المنفعلة وتحديثها (مثل الأنفاق وشبكات الألياف ومراكز البيانات ومرافق الشوارع، إلخ.). ويمكن للحكومات أيضاً تقديم قروض منخفضة التكلفة للمشغلين مقابل ضمان الاستثمار من جانب المشغلين، كما هو الحال في ماليزيا.

وعندما يفضل المشغلون الحصول على رأس المال من أسواق القطاع الخاص، يمكن للحكومات إنشاء صناديق استثمارية بالتعاون مع الشركات الراسخة لإدارة الصناديق بالقطاع الخاص ومنح المشغلين أسهم في هذه الصناديق. وستدعم الأسهم بعد ذلك برامج توسيع شبكات المشغلين.

1 https://www.rcrwireless.com/20170814/carriers/att-small-cell-cactus-antenna-concealment-tag17.

2 http://www.telecompetitor.com/cfo-extensive-fiber-assets-firstnet-give-att-an-advantage-on-5g-backhaul/.

3 https://www.itrc.org.uk/wp-content/PDFs/Exploring-costs-of-5G.pdf.

4 http://www.lightreading.com/mobile/5g/how-much-will-5g-cost-no-one-has-a-clue/a/d-id/733753.

وبالتأكيد هناك الكثير من نماذج الشراكات الأخرى بين القطاعين العام والخاص لتحفيز الاستثمار في شبكات الاتصالات وتمت الكتابة عنها بكثافة.[5]

ولا تحتاج جميع عمليات نشر تكنولوجيا الجيل الخامس إلى التدخل الحكومي. فحتى الآن هناك بعض عمليات نشر الخلايا الصغيرة وعمليات النشر ما قبل تكنولوجيا الجيل الخامس التي تمول من القطاع الخاص، كما هو موضح في الأقسام السابقة.

[5] "استراتيجيات الاستثمار من أجل نشر النطاق العريض والنفاذ إلى الاقتصاد الرقمي"، الاتحاد الدولي للاتصالات، 2016.

7 الخلاصة

إلى أن تكتمل حالة الاستثمار لتكنولوجيا الجيل الخامس، ينبغي للصناعة وواضعي السياسات الاستثمار مع الحذر وتعزيز تيسر شبكات الجيل الرابع وجودتها في نفس الوقت.

يتوقع أن يكون لتكنولوجيا الجيل الخامس دور رئيسي في الاقتصادات الرقمية، حيث ستحسن النمو الاقتصادي وتعزز تجارب المواطنين المعيشية وتوفر فرص أعمال جديدة.

وبالرغم من هذه الفوائد، لا بد من توخي الحذر عند إنشاء الحالة التجارية وتحديد ما إذا كانت تكنولوجيا الجيل الخامس أولوية حقيقية للاقتصاد. ويجب أن يتقوى عضد قرار الاستثمار في تكنولوجيا الجيل الخامس بحالة استثمار سليمة.

ولدى المشغلين شكوك بشأن عوائد الاستثمارات بسبب مستويات الاستثمارات المرتفعة. وهم يستثمرون حالياً في منصات الاختبار والشبكات التجريبية للجيل الخامس في المدن الكبيرة المكتظة بالسكان مع عمليات نشر لتكنولوجيا الجيل الرابع المتقدمة ودعم البنى التحتية الملائمة أكثر لاقتصاد الشبكات.

ويرجح أن يكون "للاستراتيجية التي تديرها المدينة" هذه آثار سلبية على الفجوة الرقمية طالما ظلت حالة تكنولوجيا الجيل الخامس في المناطق الريفية اقل اقناعاً. وينبغي للسلطات المحلية والهيئات التنظيمية الاعتراف بهذه المخاطر ومواجهتها. ويمكن تحقيق ذلك من خلال دعم الحوافز التجارية والتشريعية لتحفيز الاستثمار من أجل توفير شبكات الألياف والتغطية اللاسلكية ميسورة التكلفة عبر استعمال النطاقات دون 1 GHz.

وهناك حاجة إلى نهج شامل من الهيئات التنظيمية والحكومات والسلطات المحلية من أجل سياسات رقمية تعزز نشر شبكات الجيل الخامس. ومن المهم أن يشمل ذلك النفاذ الميسور التكلفة إلى الأصول العامة ومن ثم تعزيز الحالة التجارية للاستثمار في البنية التحتية للخلايا الصغيرة وطيف تكنولوجيا الجيل الخامس.

الملحق A

يقوم قطاع الاتصالات الراديوية في إطار التحضير للمؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام (WRC-19) 2019 بإجراء دراسات للتقاسم والتوافق في نطاقات التردد التي اتفق عليها في المؤتمر (WRC-15) والتي يمكن احتمال تحديدها لتنفيذ الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 (تكنولوجيا الجيل الخامس).

لجنة الدراسات 5 لقطاع الاتصالات الراديوية

تضطلع لجنة الدراسات 5 لقطاع الاتصالات الراديوية (أنظمة الأرض) بمسؤولية جوانب الأنظمة الراديوية العامة لأنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية والدراسات المتعلقة بالخدمة المتنقلة البرية، بما في ذلك النفاذ اللاسلكي في الخدمة الثابتة.

وتشمل التوصيات والتقارير التي أعدها قطاع الاتصالات الراديوية:

- التوصية ITU-R M.1457 "المواصفات التفصيلية للسطوح البينية الراديوية للأرض في الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)". مواصفات من أجل الاتصالات المتنقلة الدولية-2000.
- التوصية ITU-R M.2012 "مواصفات مفصّلة للسطوح البينية الراديوية للأرض في الاتصالات المتنقلة الدولية-المتقدمة (IMT-Advanced)". مواصفات من أجل الاتصالات المتنقلة الدولية-2000.
- التوصية ITU-R M.2083 "رؤية بشأن الاتصالات المتنقلة الدولية - الإطار والأهداف العامة للتطوير المستقبلي للاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2020 وما بعده"، وتضم هذه التوصية مجموعة واسعة من القدرات المرتبطة بسيناريوهات الاستعمال المتوخاة. وعلاوةً على ذلك، تتناول هذه التوصية أهداف التطوير المستقبلي للاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2020 والتي تشمل مواصلة تحسين الاتصالات المتنقلة الدولية القائمة وتطوير الاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2020.
- التقرير ITU-R M.2370 "تقديرات حركة الاتصالات المتنقلة الدولية للسنوات بين 2020 و2030". مع تزايد الطلب على اتصالات النطاق العريض المتنقل ممثلة في الاتصالات المتنقلة الدولية، تصبح شبكة النقل في البنية التحتية للاتصالات المتنقلة من التطبيقات الهامة التي تتطلب نظرة خاصة.
- التقرير ITU-R M.2375 "معمارية شبكات الاتصالات المتنقلة الدولية وطوبولوجيتها". يقدم نظرة عامة عن معمارية شبكات الاتصالات المتنقلة الدولية وطوبولوجيتها مع رؤية عن تحديد أبعاد متطلبات النقل ذات الصلة في هذه الطبولوجيات - وهو ما يساعد الدراسات بشأن شبكة النقل في البنية التحتية للاتصالات المتنقلة.
- التقرير ITU-R M.2376 "الجدوى التقنية للاتصالات المتنقلة الدولية في نطاقات التردد الأعلى من GHz 6"، يتوقع أن استعمال الترددات الأعلى سيكون من بين المكونات التمكينية الرئيسية للاتصالات المتنقلة الدولية في المستقبل.
- التقرير ITU-R M.2410 "المتطلبات الدنيا المتعلقة بالأداء التقني للسطح البيني (السطوح البينية) الراديوي (الراديوية) للاتصالات المتنقلة الدولية-2020" يشرح المتطلبات الدنيا المتعلقة بالأداء التقني الأدنى لتكنولوجيات السطوح البينية الراديوية المرشحة للاتصالات المتنقلة الدولية-2020.
- التقرير ITU-R M.2411 "المتطلبات ومعايير التقييم ونماذج تقديم البلاغات من أجل تطوير الاتصالات المتنقلة الدولية-2020"، يشرح المتطلبات وعملية تقديم البلاغات الخاصة بالتكنولوجيات.
- التقرير ITU-R M.2412 "المبادئ التوجيهية لتقييم تكنولوجيات السطوح البينية الراديوية من أجل الاتصالات المتنقلة الدولية-2020"، يقدم مبادئ توجيهية لتقييم السطح البيني الراديوي.

ويمكن الاطلاع على وثائق إضافية في: https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/Pages/default.aspx.

وتغطي أنشطة التقييس داخل الاتحاد أيضاً احتياجات التوصيل غير المباشر دعماً لتطوير تكنولوجيا الجيل الخامس - بما في ذلك دراسات لحلول الاتصالات الراديوية العديدة، مثل الاتصالات الساتلية واستعمال المرحلات الراديوية عالية السرعة ومحطات المنصات عالية الارتفاع.

لجنة الدراسات 13 لقطاع تقييس الاتصالات

تعد لجنة الدراسات 13 لقطاع تقييس الاتصالات (شبكات المستقبل) لجنة الدراسات الرئيسية بالاتحاد المعنية بدراسات التكنولوجيا السلكية لتكنولوجيا الجيل الخامس وتواصل دعم الانتقال إلى عمليات الإدارة والتنسيق القائمة على البرمجيات للشبكات. وتدفع اللجنة بمشاريع معايير تكنولوجيا الجيل الخامس وتتناول موضوعات من بينها معماريات الشبكة وعرض قدرات الشبكة وتقسيم الشبكة وتنسيق الشبكة والتحكم في إدارة الشبكة وأطر ضمان جودة عالية للخدمة.

وتشمل معايير التكنولوجيا السلكية لتكنولوجيا الجيل الخامس التي وضعتها لجنة الدراسات 13 لقطاع تقييس الاتصالات وأقرت في 2017-2018:

- التوصية ITU-T Y.3071 بشأن "التوصيل الشبكي المدرك للبيانات (التوصيل الشبكي المتمحور حول المعلومات) - المتطلبات والقدرات"، ستدعم اتصالات الجيل الخامس ذات الكمون الفائق الانخفاض من خلال تمكين الحفظ المؤقت الاستباقي للبيانات داخل الشبكة والحد من الحركة الزائدة عن الحاجة في الشبكات الأساسية.
- التوصية ITU-T Y.3100 "مصطلحات وتعاريف من أجل شبكة الاتصالات المتنقلة الدولية-2020"، تقدم مجموعة أساسية من المصطلحات الواجب استعمالها عالمياً خلال أعمال التقييس المتعلقة بتكنولوجيا الجيل الخامس.
- التوصية ITU-T Y.3101 "متطلبات الشبكة المتنقلة الدولية-2020" تطرح المبادئ العامة لشبكة الاتصالات المتنقلة الدولية-2020، ثم توصف متطلبات الجوانب غير الراديوية الشاملة لشبكة الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 من منظور الخدمة ومنظور تشغيل الشبكة، على السواء.
- التوصية ITU-T Y.3102 "إطار شبكة الاتصالات الراديوية المتنقلة الدولية-2020"، توصف الإطار للجوانب غير الراديوية الشاملة لشبكة الاتصالات المتنقلة الدولية-2020؛ السمات الرئيسية لشبكة الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 واعتبارات التصميم المعماري.
- التوصية ITU-T Y.3111 "إطار إدارة شبكة الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 وتنسيقها"، تحدد إطاراً والمبادئ ذات الصلة لتصميم شبكات الجيل الخامس.
- التوصية ITU-T Y.3112 "إطار لدعم التقسيم المتعدد للشبكات"، تشرح مفهوم تقسيم الشبكة والمتطلبات رفيعة المستوى والمعمارية رفيعة المستوى من أجل التقسيم المتعدد للشبكات في شبكة الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 موضحاً بحالات الاستعمال.
- التوصية ITU-T Y.3110 "متطلبات إدارة شبكة الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 وتنسيقها"، تشرح القدرات اللازمة لدعم خدمات تكنولوجيا الجيل الخامس وتطبيقاتها الناشئة.
- التوصية ITU-T Y.3150 "الخصائص التقنية عالية المستوى لإضفاء الطابع البرمجي على الشبكات من أجل الاتصالات المتنقلة الدولية-2020" مع الاعتراف العالمي بجدوى تكنولوجيا تقسيم الشبكة، وهي التجسيد

الأكثر شيوعاً لنهج التمثيل البرمجي للشبكة، تصف هذه التوصية الكيفية التي يسهم بها التمثيل البرمجي للشبكة وتقسيم الشبكة في أنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية-2020. وهي تستكشف تقسيم الشبكة من وجهتي نظر: الجانبان الرأسي والأفقي. وتفصل تقسيم الشبكة من أجل التوصيل المتنقل المباشر/غير المباشر، وتعرِّف بقابلية البرمجة المتقدمة لمستوي البيانات، وعرض القدرات.

- التوصية ITU-T Y.3130 "متطلبات تقارب الاتصالات الثابتة والمتنقلة في الاتصالات المتنقلة الدولية-2020"، تحدد المتطلبات ذات الصلة بالخدمة مثل هوية المستعمل الموحدة والترسيم الموحد واستمرارية الخدمة ودعم الجودة المضمونة للخدمة، ومتطلبات قدرات الشبكة مثل تقارب مستوي التحكم وإدارة بيانات المستعمل وعرض القدرات والبنية التحتية القائمة على الحوسبة السحابية، وذلك لدعم تقارب الاتصالات الثابتة والمتنقلة في شبكات الاتصالات المتنقلة الدولية-2020.

- الإضافة 35 إلى السلسلة Y.3033 "الربط الشبكي المدرك للبيانات - سيناريوهات وحالات الاستعمال"، تفرد مجموعة من سيناريوهات الخدمة وحالات الاستعمال المدعومة بالربط الشبكي المدرك للبيانات بما في ذلك: 1) نشر المحتوى؛ 2) الربط الشبكي لأجهزة الاستشعار: 3) الربط الشبكي للمركبات؛ 4) القيادة الآلية؛ 5) الربط الشبكي في منطقة تشهد كارثة؛ 6) البنية التحتية المتقدمة لقياس الاستهلاك في أي شبكة ذكية للطاقة؛ 7) التخزين المؤقت الاستباقي لتسجيلات الفيديو؛ 8) معالجة البيانات داخل الشبكة؛ 9) الربط بشبكات متعددة؛ 10) هندسة الحركة. وهي توفر توضيحات وأوصاف إعلامية عن كيفية تصميم الربط الشبكي المدرك للبيانات ونشره وتشغيله لدعم خدمات الربط الشبكي المدرك للبيانات. وإلى جانب ذلك، تقدم فوائد الشبكات المدركة للبيانات لسيناريوهات وحالات الاستعمال فضلاً عن العديد من مسارات الانتقال من الشبكات الحالية للشبكات المدركة للبيانات.

- الإضافة 44 إلى السلسلة ITU-T Y.3100 "أنشطة التقييس والأنشطة مفتوحة المصدر المتعلقة بإضفاء الطابع البرمجي على الاتصالات المتنقلة الدولية-2020"، تلخص المبادرات الخاصة بالمصادر المفتوحة والتقييس ذات الصلة بما يقوم به الاتحاد من أعمال لتطوير معايير من أجل إضفاء الطابع البرمجي من الشبكة".

- الإضافة 47 إلى توصيات السلسلة ITU-T Y.3070 "التوصيل الشبكي القائم على المعلومات - نظرة عامة وثغرات التقييس وإثبات المفهوم"، تقدم نظرة عامة عن التوصيل الشبكي القائم على المعلومات وتوضح ثغرات التقييس الخمس عشرة وخمسة اثباتات لمفاهيم استناداً إلى المحتويات ذات الصلة بالتوصيل الشبكي القائم على المعلومات التي قام بدراستها الفريق المتخصص التابع لقطاع تقييس الاتصالات والمعني بالاتصالات (FG IMT-2020) IMT-2020 خلال الفترة 2015-2016.

لجنة الدراسات 15 لقطاع تقييس الاتصالات

إلى جانب ذلك يستمر تسارع أعمال التقييس بالاتحاد بشأن العناصر السلكية لأنظمة الجيل الخامس. وتقوم لجنة الدراسات 15 لقطاع تقييس الاتصالات بوضع معايير من أجل توفير الدعم الخاص بالنقل لأنظمة الجيل الخامس.

وتشمل أعمال لجنة الدراسات 15 المتعلقة بتكنولوجيا الجيل الخامس:

- التقرير التقني للسلسلة G بشأن "شبكات النقل لدعم الاتصالات المتنقلة الدولية-2020/اتصالات الجيل الخامس" (GSTR-TN5G).

- الإضافة 55 من توصيات السلسلة G "تكنولوجيات الراديو عبر الألياف (RoF) وتطبيقاتها"، تقدم معلومات عامة عن تكنولوجيات الراديو عبر الألياف (RoF) وتطبيقاتها في شبكات النفاذ البصرية. وتستعمل هذه التكنولوجيا في الحجب الراديوي.

- الإضافة 56 من توصيات السلسلة G "نقل إشارات CPRI في شبكات النقل البصرية (OTN)"، تشرح بدائل من أجل تقابل إشارات العميل CPRI وتعدد إرسالها مع شبكات النقل البصرية. وتتعلق هذه الإضافة بالتوصيات ITU-T G.872 وITU-T G.709/Y.1331 وITU-T G.798 وITU-T G.959.1.
- سلسلة التوصيات ITU-T G.987: "الشبكات البصرية المنفعلة العاملة بعشر غيغابتات (XG-PON)"
- سلسلة التوصيات ITU-T G.9807: "الشبكات البصرية المنفعلة المتناظرة القادرة على العمل بمعدل 10 غيغابتات (XGS-PON)".
- سلسلة التوصيات ITU-T G.989: "الشبكات البصرية المنفعلة القادرة على العمل بمعدل 40 غيغابتة (NG-PON2)"
- التوصية ITU-T G.RoF "أنظمة الراديو عبر الألياف" (قيد الإعداد).
- الإضافة الجديدة لتوصيات السلسلة G (G.sup.5GP) "متطلبات التوصيل غير المباشر لتكنولوجيا الجيل الخامس في سياق الشبكات البصرية المنفعلة" (قيد الإعداد).
- توصيات السلسلة ITU-T G.9700: النفاذ السريع إلى مطاريف المشتركين (G.fast).
- سلسلة التوصيات ITU-T G.709: شبكة النقل البصرية (OTN).
- مشروع التوصية ITU-T G.ctn5g: خصائص شبكات النقل لدعم الاتصالات المتنقلة الدولية-2020/الجيل الخامس (قيد الإعداد).
- مشروع الإضافة لتوصيات السلسلة G G.Sup.5gotn: تطبيق شبكة النقل البصرية في التنقل الخاص بتكنولوجيا الجيل الخامس (قيد الإعداد).
- التوصية ITU-T G.695: السطوح البينية البصرية لتطبيقات تعدد الإرسال بتقسيم تقريبي لطول الموجة.
- التوصية ITU-T G.698.4: التطبيقات متعددة القنوات ثنائية الاتجاه لتعدد الإرسال بتقسيم مكثف لطول الموجة (DWDM) مع سطوح بينية بصرية أحادية القناة مستقلة عن البوابة.
- التوصية ITU-T G.959.1: السطوح البينية للطبقة المادية لشبكات النقل البصرية.

وبالإضافة إلى ذلك، تقوم لجنة الدراسات 15 بوضع معايير بشأن تزامن الشبكة دعماً لشبكات الجيل الخامس (سلسلة التوصيات ITU-T G.8200).

لجنة الدراسات 12 لقطاع تقييس الاتصالات

تشمل الأعمال ذات الصلة الجارية في لجنة الدراسات 12 (الأداء وجودة الخدمة وجودة التجربة):

- مشروع التوصية ITU-T G.IMT2020: إطار لجودة الخدمة من أجل الاتصالات المتنقلة الدولية-2020. استعراض أطر جودة الخدمة للجنة الدراسات 12 في سياق الاتصالات المتنقلة الدولية-2020.
- مشروع التوصية ITU-T Y.cvms: اعتبارات من أجل تحقيق أنظمة القياس الافتراضية. وإذ يسعى مقدمو خدمة الشبكة للاستفادة مما تحقق لأول مرة في مجال الحوسبة السحابية من الحجم الكبير، ومرونة النشر، وخفض التكاليف، فقد شرعوا بتعريف معماريات جديدة لبنيتهم التحتية لتحقيق التمثيل الافتراضي لوظيفة الشبكة (NFV). وفي نفس الوقت، ستنفذ وظائف القياس بالنسبة للنشر كوظائف افتراضية. وتقدم هذه الوثيقة توصيات في مجالات رئيسية مثل النشر حسب الطلب واعتبارات الدقة. وعملية تطوير أنظمة قياس

افتراضية في مجالات ذات صلة وثيقة بأعمال لجنة الدراسات 12 لا تزال في مراحل مبكرة، لذا تأتي هذه الوثيقة في وقتها.

- مشروع التوصية ITU-T G.QoE-5G: عوامل جودة التجربة في الخدمات الجديدة لشبكات الجيل الخامس.

وإلى جانب ذلك، تقوم لجنة الدراسات 12 بوضع توصيات بخصوص جودة التجربة الخاصة بالواقع المزيد والواقع الافتراضي وهما يأتيان على رأس ما يتم ذكره عن حالات استعمال تكنولوجيا الجيل الخامس.

لجنة الدراسات 11 لقطاع تقييس الاتصالات

تقوم لجنة الدراسات 11 لقطاع تقييس الاتصالات (البروتوكولات ومواصفات الاختبار) بدراسة مستوى التحكم في تكنولوجيا الجيل الخامس والبروتوكولات ومنهجيات الاختبار ذات الصلة.

- الإضافة 67 لسلسلة التوصيات Q "إطار تشوير الشبكات المعرّفة بالبرمجيات"، تمكن من وضع بروتوكول (بروتوكولات) تشوير قادرة على دعم تدفقات الحركة في بيئة الشبكات المعرّفة بالبرمجيات.
- سلسلة التوصيات ITU-T Q.3710-ITU-T Q.3899 بشأن متطلبات التشوير والبروتوكولات للشبكات المعرّفة بالبرمجيات.
- التوصية ITU-T Q.3315 "متطلبات التشوير من أجل توليفة خدمات شبكية مرنة على بوابة شبكة عريضة النطاق"، بوصفها موضع رئيسي لتوفير خدمات الشبكات عريضة النطاق، ينبغي لبوابة الشبكة عريضة النطاق أن تكون قادرة على دعم توليفة خدمات مرنة وإدخال وتوفير خدمات جديدة. وتصف التوصية ITU-T Q.3315 متطلبات التشوير استناداً إلى معمارية بوابة الشبكة عريضة النطاق (BNG) لمنصة الخدمة، اللازمة لتحقيق فوائد هامة مثل سهولة نشر خدمات الشبكة وخدمات الشبكة المقسمة وما إلى ذلك.

لجنة الدراسات 5 لقطاع تقييس الاتصالات

أعطت لجنة الدراسات 5 لقطاع تقييس الاتصالات (البيئة وتغير المناخ والاقتصاد القائم على التدوير) أولوية لدراستها الناشئة للمتطلبات البيئية لأنظمة الجيل الخامس. وتقوم اللجنة بوضع سلسلة من المعايير الدولية (التوصيات ITU-T) والإضافات والتقارير التقنية التي ستدرس الجوانب البيئية المتعلقة بما يلي: التوافق الكهرمغنطيسي (EMC)؛ والمجالات الكهرمغنطيسية (EMF)؛ والتغذية بالطاقة وكفاءة استهلاكها؛ والقدرة على المقاومة. وتشمل التوصيات والإضافات ITU-T التي قامت لجنة الدراسات 5 لقطاع تقييس الاتصالات بوضعها:

- الإضافة ITU-T K.Suppl.8 "تحليل لقدرة أنظمة الجيل الخامس على المقاومة"، تحلل متطلبات قدرة أنظمة الجيل الخامس على المقاومة ضد الصواعق وانقطاع الكهرباء.
- الإضافة ITU-T K.Suppl.9 "تكنولوجيا الجيل الخامس والتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية"، تضم تحليلاً لآثار تنفيذ أنظمة متنقلة من الجيل الخامس بالنسبة لمستويات التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية حول البنى التحتية للاتصالات الراديوية.
- الإضافة ITU-T K.Suppl.10 "تحليل جوانب التوافق الكهرمغنطيسي وتعريف متطلبات من أجل أنظمة الجيل الخامس"، تقدم توجيهات بشأن اعتبارات تقييم الامتثال للتوافق الكهرمغنطيسي لأنظمة الجيل الخامس. وهي تركز على المتطلبات المحتملة الخاصة بالانبعاثات والحصانة لأنظمة الجيل الخامس.
- الإضافة 14 لسلسلة التوصيات ITU-T K - أثر تطبيق حدود للتعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية أكثر صرامة من حدود اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) أو المبادئ التوجيهية لمعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات على نشر الشبكات المتنقلة من الجيلين الرابع والخامس،

تقدم نظرة عامة لبعض التحديات التي تواجهها البلدان والمناطق والمدن فيما يتعلق بنشر البنى التحتية لتكنولوجيا الجيلين الرابع والخامس. وتقدم أيضاً معلومات عن محاكاة لأثر حدود التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية أجريت في بولندا كمثال لظاهرة أوسع، حيث يمكن تطبيقها في بلدان أخرى، أفضت إلى وضع حدود أكثر صرامة من حدود اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) أو المبادئ التوجيهية لمعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات.

- التوصية ITU-T L.1220 "تكنولوجيا مبتكرة لتخزين الطاقة من أجل الاستعمال الثابت - الجزء 1: نظرة عامة على تخزين الطاقة"، تقدم سلسلة مفتوحة من الوثائق لمختلف أسر التكنولوجيات (أنظمة البطاريات، وأنظمة المكثفات الفائقة، وما إلى ذلك) التي ستشرى تباعاً مع ظهور تكنولوجيات جديدة قد يكون لها تأثير كبير محتمل في مجال تخزين الطاقة.
- الإضافة 36 للتوصية ITU-T L.1310 "دراسة بشأن أساليب ومقاييس تقييم كفاءة استهلاك الطاقة فيما يتعلق بالأنظمة المقبلة من الجيل الخامس"، تحلل قضايا كفاءة استهلاك الطاقة من أجل الأنظمة المقبلة من الجيل الخامس.

وأعد الفريق المتخصص التابع لقطاع تقييس الاتصالات والمعني بالاتصالات المتنقلة الدولية-2020 في فترة سابقة مجموعة من التقارير التقنية التي تسرد الحقائق المختلفة للجوانب السلكية لتكنولوجيا الجيل الخامس "الكتيب المختصر لمخرجات الفريق المتخصص التابع لقطاع تقييس الاتصالات والمعني بالاتصالات المتنقلة الدولية-2017 ،2020":

https://itu.int/en/publications/Documents/tsb/2017-IMT2020-deliverables/mobile/index.htm

وترد تفاصيل الأعمال التحضيرية لقطاع تقييس الاتصالات من أجل إدخال الاتصالات المتنقلة الدولية-2020 في الكتيب المختصر "أسس تكنولوجيا الجيل الخامس، 2017":

https://itu.int/en/publications/Documents/tsb/2017-IMT2020-deliverables/mobile/index.htm

انظر صفحات الويب الخاصة بقطاع تقييس الاتصالات على: https://itu.int/en/ITU-T/

الاتحـاد الـدولي للاتصـالات
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

ISBN: 978-92-61-27596-9

نُشرت في سويسرا
جنيف، 2018