منشورات ITU
فترة الدراسة 2018-2021

الاتحاد الدولي للاتصالات
قطاع التنمية

لجنة الدراسات 2 المسألة 7

# السياسات والمبادئ التوجيهية واللوائح والتقييمات الخاصة بالتعرض البشري للترددات الكهرمغنطيسية

التقرير النهائي للمسألة 7/2 لقطاع تنمية الاتصالات

# السياسات والمبادئ التوجيهية واللوائح والتقييمات الخاصة بالتعرض البشري للترددات الكهرمغنطيسية

فترة الدراسة 2018-2021

# السياسات والمبادئ التوجيهية واللوائح والتقييمات الخاصة بالتعرض البشري للترددات الكهرمغنطيسية: التقرير النهائي للمسألة 7/2 لقطاع تنمية الاتصالات: فترة الدراسة 2018-2021

ISBN 978-92-61-34226-5 (النسخة الإلكترونية)
ISBN 978-92-61-34236-4 (نسخة EPUB)
ISBN 978-92-61-34246-3 (نسخة Mobi)

**© الاتحاد الدولي للاتصالات 2021**

International Telecommunication Union, Place des Nations, CH-1211 Geneva, Switzerland

بعض الحقوق محفوظة. هذا العمل متاح للجمهور من خلال رخصة المشاع الإبداعي للمنظمات الحكومية الدولية Creative Commons Attribution-Non-Commercial-Share Alike 3.0 IGO license (CC BY-NC-SA 3.0 IGO).

وبموجب شروط هذه الرخصة، يمكنك نسخ هذا العمل وإعادة توزيعه وتكييفه لأغراض غير تجارية، على أن يُقتبس العمل على النحو الصحيح كما هو مبين أدناه. وأيّاً كان استخدام هذا العمل، ينبغي عدم الإيحاء بأن الاتحاد الدولي للاتصالات يدعم أي منظمة أو منتجات أو خدمات محددة. ولا يُسمح باستخدام اسم الاتحاد أو شعاره على نحو غير مرخص به. وإذا قمت بتكييف العمل، فسيتعين عليك استصدار رخصة لعملك في إطار الرخصة Creative Commons نفسها أو ما يكافئها. وإذا أنتجت ترجمة لهذا العمل، فينبغي لك إضافة إخلاء المسؤولية التالي إلى جانب الاقتباس المقترح: "هذه الترجمة غير صادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU). والاتحاد غير مسؤول عن محتوى هذه الترجمة أو دقتها. والنسخة الإنكليزية الأصلية هي النسخة الملزمة والمعتمدة". للحصول على مزيد من المعلومات، يرجى زيارة الموقع التالي: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/

**اقتباس مقترح.** السياسات والمبادئ التوجيهية واللوائح والتقييمات المتعلقة بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية: التقرير النهائي بشأن المسألة 7/2 لقطاع تنمية الاتصالات لفترة الدراسة 2018-2021. جنيف: الاتحاد الدولي للاتصالات، 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

**مواد صادرة عن أطراف ثالثة.** إذا أردت إعادة استخدام مواد من هذا العمل منسوبة إلى طرف ثالث، مثل الجداول أو الأشكال أو الصور، تقع عليك مسؤولية تحديد إذا ما كان هناك ضرورة للحصول على إذن لإعادة الاستخدام، وعليك الحصول على هذا الإذن من صاحب حق التأليف والنشر. وتقع على عاتق المستخدم وحده المسؤولية عن المطالبات الناتجة عن أي مخالفة تتعلق بمواد في هذا العمل يملكها طرف ثالث.

**إخلاء مسؤولية.** التسميات المستخدمة في هذا المنشور وطريقة عرض المواد فيه لا تعني بأي حال من الأحوال التعبير عن أي رأي من جانب الاتحاد الدولي للاتصالات أو من جانب أمانة الاتحاد فيما يتعلق بالوضع القانوني لأيٍّ من البلدان أو الأقاليم أو المدن أو المناطق أو لسلطاتها، أو فيما يتعلق بتعيين حدودها أو تخومها.

والإشارة إلى شركات محددة أو منتجات صناعية معينة لا تعني أن الاتحاد الدولي للاتصالات يدعمها أو يوصي بها تفضيلاً لها على غيرها من الشركات والمنتجات المماثلة لها التي لم يشر إليها. عدا ما يتعلق بالخطأ والسهو، يشار إلى المنتجات المسجلة الملكية بالأحرف الأولية من أسمائها بالإنكليزية.

اتخذ الاتحاد الدولي للاتصالات جميع الاحتياطات المعقولة للتحقق من المعلومات الواردة في هذا المنشور. ومع ذلك، توزَّع المواد المنشورة دون أي ضمان من أي نوع، سواء كان صريحاً أو ضمنياً. وتقع مسؤولية تفسير المواد واستعمالها على عاتق القارئ. والاتحاد غير مسؤول بأي حال من الأحوال عن الأضرار الناتجة عن استخدامها.

**مرجع صورة الغلاف:** Shutterstock

# شكر وتقدير

تمثل لجان الدراسات لقطاع تنمية الاتصالات بالاتحاد الدولي للاتصالات (ITU-D) منصة محايدة يلتقي في إطارها خبراء من الحكومات ومن دوائر الصناعة ومنظمات الاتصالات والهيئات الأكاديمية من جميع أنحاء العالم لإنتاج الأدوات والموارد العملية لمعالجة قضايا التنمية. ولهذا الغرض، تضطلع لجنتا دراسات قطاع تنمية الاتصالات بمسؤولية إعداد التقارير والمبادئ التوجيهية والتوصيات على أساس المدخلات الواردة من الأعضاء. ويُتخذ القرار كل أربع سنوات في المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات (WTDC) فيما يتعلق بالمسائل التي ستخضع للدراسة. ووافق أعضاء الاتحاد المشاركون في المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 2017 (WTDC-17) في بوينس آيرس في أكتوبر 2017 على أن تتناول لجنة الدراسات 2 في الفترة 2018-2021 سبع مسائل ضمن النطاق العام بشأن "خدمات وتطبيقات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من أجل تعزيز التنمية المستدامة."

وأُعدّ هذا التقرير استجابة للمسألة 7/2: **السياسات والمبادئ التوجيهية واللوائح والتقييمات المتعلقة بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية** بتوجيه عام وتنسيق من جانب فريق إدارة لجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات بقيادة بقيادة السيد أحمد رضا شرفات (جمهورية إيران الإسلامية)، بصفته الرئيس، بمساعدة نواب الرئيس التالية أسماؤهم: السيد ناصر المرزوقي (الإمارات العربية المتحدة) (استقال في 2018)؛ والسيد عبد العزيز الزرعوني (الإمارات العربية المتحدة)؛ والسيد فيليبي ميغيل أنطونيس باتيستا (البرتغال) (استقال في 2019)؛ والسيدة نورا عبد الله حسن بشير (السودان)؛ والسيدة ماريا بولشاكوفا (الاتحاد الروسي)؛ والسيدة سيلينا ديلغادو كاستيون (نيكاراغوا)؛ والسيد ياكوف غاس (الاتحاد الروسي) (استقال في 2020)؛ والسيد أناندا راج كانال (جمهورية نيبال)؛ السيد رونالد ياو كودوزيا (غانا)؛ والسيد توليبجون أولتينوفيتش ميرزاكولوف (أوزبكستان)؛ والسيدة ألينا مودان (رومانيا)؛ والسيد هنري شوكوودوميمي نكيمادو (نيجيريا)؛ والسيدة كي وانغ (الصين)؛ والسيد دومينيك فورغيس (فرنسا).

وأُعد التقرير تحت قيادة المقررين المشاركين المعنيين بالمسألة 7/2، السيد حاييم مزار (شركة ATDI، فرنسا) (الفصول 1 و2 و3)؛ والسيد تونغنينغ وو (الصين) (الفصل 4)؛ والسيدة دان ليو (الصين) (استقالت في 2018)، وبالتعاون مع نواب المقررين التالية أسماؤهم: السيدة أميناتا نيانغ ديانيه (السنغال) (الفصل 7)؛ والسيد غريغوري دوموند (هايتي) (الفصل 5)؛ والسيد ر.م. شاتورفيدي (الهند)؛ والسيد إينوك غوتياس (جمهورية إفريقيا الوسطى)؛ إلى جانب المساهمين النشطين التالية أسماؤهما: السيد مايكل ميليغان (منتدى الاتصالات المتنقلة واللاسلكية) (الفصل 6)؛ والسيد جاك رولي (رابطة GSMA) (الملخص التنفيذي).

وأُعد هذا التقرير بدعم من مسؤولي الاتصال في مكتب تنمية الاتصالات، والمحررين، وكذلك فريق إنتاج المنشورات وأمانة لجان الدراسات التابعة لقطاع تنمية الاتصالات.

# جدول المحتويات


شكر وتقدير ..... iii

قائمة بالجداول والأشكال ..... vi

ملخص تنفيذي ..... viii

الاختصارات والأسماء المختصرة ..... x

**الفصل 1 – مقدمة ..... 1**

1.1 خلفية ..... 1

2.1 نطاق التقرير ..... 3

**الفصل 2 – أنشطة الاتحاد ..... 5**

1.2 القرار 176 (المراجَع في دبي، 2018) لمؤتمر المندوبين المفوضين ..... 5

2.2 القرار 62 (المراجَع في بوينس آيرس، 2017) للمؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات ..... 5

3.2 القرار 72 للجمعية العالمية لتقييس الاتصالات، ونواتج المسألة 3/5 ..... 6

**الفصل 3 - تحديثات بشأن حدود التعرض الدولية للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية ..... 7**

1.3 اعتبارات عامة ..... 7

2.3 المبادئ التوجيهية السارية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) (2010) و(2020) ..... 8

1.2.3 نظرة عامة ..... 8

2.2.3 تفصيل جداول وأشكال المبادئ التوجيهية ICNIRP (2020) ..... 9

3.3 IEEE C95.1-2019 ..... 17

1.3.3 المستويات المرجعية: عوامل السلامة بتطبيق 100 kHz - 6 GHz؛ المؤثرات الحرارية ..... 17

2.3.3 الحدود المرجعية لقياس الجرعات والمستوى المرجعي للتعرض ..... 17

3.3.3 المقارنة والتباين بين المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) والمعيار IEEE 95-1 (2019) والمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) ..... 20

4.3 مراجع دولية إضافية ..... 24

1.4.3 توصيات قطاع تقييس الاتصالات والإضافات إلى السلسلة K منها ذات الصلة ..... 24

2.4.3 التقرير ITU-R SM.2452 ..... 25

3.4.3 معايير اللجنة الكهرتقنية الدولية ..... 26

4.4.3 معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) ..... 27

5.4.3 موجز – أفضل الممارسات، الحدود الدولية للتعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) ..... 27

**الفصل 4 – سياسات الحد من التعرض لمجالات الترددات الراديوية ..... 28**

1.4 المبادئ التوجيهية للتنظيم الوطني ..... 28

2.4 الممارسات الوطنية لضمان الالتزام بحدود التعرض ..... 29

3.4 تأثير IMT-2020 (5G) على المجالات الكهرمغنطيسية ..... 30
4.4 التعرض لمرسلات الأجهزة الأخرى قصيرة المدى، مثل Wi-Fi وBluetooth ..... 32

**الفصل 5 - صياغة سياسات المجال الكهرمغنطيسي الوطنية بشأن حدود التعرض ..... 33**

1.5 الإطار القانوني ..... 33
2.5 وضع المعايير ..... 33
3.5 تقييم المخاوف المتعلقة بالتعرض البشري للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) ..... 34
4.5 توعية عامة الناس ..... 34
5.5 حدود التعرض في المناطق المحيطة برياض الأطفال والمدارس والمستشفيات ..... 35
6.5 تقييم التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية حول أجهزة الإرسال ..... 35
1.6.5 حساب التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية ..... 36
2.6.5 قياس التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية ..... 38
3.6.5 عرض النتائج في المواقع الإلكترونية ..... 38
4.6.5 إجراءات تقييم مبسطة لمواقع محطات القاعدة ..... 39

**الفصل 6 – التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية من محطات القاعدة والأجهزة اليدوية ..... 40**

1.6 المقارنة الدولية لمستويات التعرض لمحطة القاعدة ..... 40
2.6 مستويات التعرض من الأجهزة اليدوية ..... 42
3.6 قياسات معدل الامتصاص النوعي (SAR) الوطنية ..... 43
4.6 التعرض للترددات الراديوية والأطفال ..... 44

**الفصل 7 – دراسات الحالة ..... 46**

1.7 الخلفية ..... 46
2.7 المبادرات القطرية ..... 46
1.2.7 حالة بوروندي ..... 47
2.2.7 حالة جمهورية إفريقيا الوسطى ..... 47
3.2.7 حالة السنغال ..... 48
4.2.7 حالة الصين ..... 48
3.7 موجز أفضل الممارسات ..... 49

**Annexes ..... 50**

**Annex 1: List of contributions and liaison statements received on Question 7/2 ..... 50**

# قائمة بالجداول والأشكال

## الجداول


الجدول 1: (الجدول 1 للمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP) الكميات ووحدات النظام الدولي (SI) المقابلة المستخدمة في هذه المبادئ التوجيهية..... 9

الجدول 2: (الجدول 5 للمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP) متوسط المستويات المرجعية للتعرض، خلال 30 دقيقة وعلى الجسم كله..... 10

الجدول 3: (الجدول 6 للمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP) متوسط المستويات المرجعية للتعرض المحلي، خلال 6 دقائق..... 11

الجدول 4: موجز المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) - القيود الأساسية..... 15

الجدول 5: C95.1-2019 (الجدول 5) – حدود مرجعية قياس الجرعات، DRL (من 100 kHz إلى 6 GHz)..... 17

الجدول 6: C95.1-2019 (الجدول 6) – DRL (من 6 GHz إلى 300 GHz)..... 18

الجدول 7: C95.1-2019 (الجدول 7) – المستوى المرجعي للتعرض، ERL (من 100 kHz إلى 300 GHz)..... 18

الجدول 8: C95.1-2019 (الجدول 8) - المستويات المرجعية للتعرض في البيئات المقيدة (100 kHz إلى 300 GHz)..... 19

الجدول 9: قائمة أفضل الممارسات..... 49


## الأشكال


الشكل 1: معدل الاشتراك العالمي في الهاتف الخلوي المتنقل..... 3

الشكل 2: المستويات المرجعية المتوسطة على الجسم كله لعامة الناس في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) وICNIRP (2010) وICNIRP (2020)..... 12

الشكل 3: المستويات المرجعية في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) لعامة الناس والمطبقة على حالات التعرض المحلية ≤ 6 دقائق..... 13

الشكل 4: المستويات المرجعية المتوسطة على الجسم كله للعمال في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) وICNIRP (2010) وICNIRP (2020)..... 14

الشكل 5: المستويات المرجعية في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) للعمال والمطبقة على حالات التعرض المحلية لأكثر من 6 دقائق..... 14

الشكل 6: مقارنة التعرض المهني وتعرض عامة الناس لكثافة القدرة في المدى من 30 MHz إلى 300 GHz ضمن الجدول 5 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)..... 15

الشكل 7: مقارنة التعرض المهني وتعرض عامة الناس لشدة المجال في المدى 0,1 MHz 2 000-MHz ضمن الجدول 5 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)، محدود ما دون ≈7 MHz بالجدولين 3 و4 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2010)..... 16

الشكل 8: مقارنة التعرض المهني وتعرض عامة الناس ضمن الجدول 6 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)..... 16

الشكل 9: C95.1-2019 (الشكل 3) المجالات الكهرمغنطيسية وكثافة القدرة في البيئات غير المقيَّدة..... 19

الشكل 10: C95.1-2019 (الشكل 4) المجالات الكهرمغنطيسية وكثافة القدرة في البيئات المقيدة..... 20

الشكل 11: الحدود المرجعية (RLs) بين ICNIRP وIEEE بشأن التعرض المهني..... 21

الشكل 12: المعيار IEEE C95.1 (2019) مقابل المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) بشأن حدود التعرض المحلي وعلى كامل الجسم..... 22

الشكل 13: المستويات المرجعية – لعامة الناس في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) ومعيار IEEE (2019) والمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)..... 23

الشكل 14: أكفة ثلاثية الأبعاد لتعرّض عامة الناس والتعرّض المهني للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية للتلفزيون الرقمي..... 37

الشكل 15: صورة ساتلية ثنائية الأبعاد لمسافات التعرّض الخلوي..... 38

الشكل 16: بيانات استطلاع المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (20) (RF-EMF بلداً)..... 41

الشكل 17: نتائج قياس شدة المجال بوحدة V/m في 98 موقعاً للخلايا الصغيرة شملها القياس..... 42

# ملخص تنفيذي

إن هذا التقرير الذي أعده قطاع تنمية الاتصالات (ITU-D) في إطار المسألة 7/2 بقطاع تنمية الاتصالات ("الاستراتيجيات والسياسات المتعلقة بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية") يغطي مجالاً متخصصاً ويحيل إلى هيئات الخبراء العلميين وآراءهم لتقديم السياق. وهو مهم لواضعي السياسات، لأن السياسات واللوائح والنُهج التقييدية غير الضرورية تؤثر سلباً على تقديم الخدمات الراديوية. وهناك عدد لا يحصى من الدراسات عن مخاطر المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF). ويركز هذا التقرير على السياسات والمبادئ التوجيهية واللوائح والتقييمات المستندة إلى العلم بشأن التعرض البشري للترددات الكهرمغنطيسية، دون التطرق إلى المجال البيولوجي. وقد أنشأت منظمة الصحة العالمية مشروع المجالات الكهرمغنطيسية الدولي لتقييم الأدلة العلمية للتأثيرات الصحية المحتملة للمجالات الكهرمغنطيسية في مدى الترددات من 0 إلى 300 GHz.[1]

وفي مارس 2020، نشرت اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) تحديثاً لمبادئها التوجيهية (1998).[2] ونشر معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) أيضاً معيار C95.1-2019 المحدَّث في أكتوبر 2019.[3] وتتواءم حدود ICNIRP وIEEE إلى حد كبير، وتتطابق حدود كثافة القدرة لتعرض كامل الجسم للمجالات المستمرة ما فوق 30 MHz.

اعتمدت الغالبية العظمى من البلدان قيم حد التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) بناءً على المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) أو معايير معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE)؛ بيد أن، بعض البلدان قررت اعتماد تدابير إضافية من أجل حماية سكانها. وأثار استخدام حدود التعرض المختلفة في مختلف البلدان مخاوف الجمهور. وتُشجَّع الإدارات على اتّباع المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) أو المعيار الذي اعتمده معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE)، أو الحدود التي يعينها خبراء كل منها. وفي حال اختيار الإدارات استخدام الحدود الدولية لمستويات التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF)، فأفضل ممارسة هي تقييد مستويات التعرض بالعتبات المحددة في المبادئ التوجيهية الصادرة (عام 2020) عن اللجنة الدولية ICNIRP.

ويُضطلع بأنشطة مراقبة التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) على نطاق واسع حول العالم. وتُظهر هذه الأنشطة باستمرار مستويات منخفضة من المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية في المناطق العامة من هوائيات شبكة الاتصالات المتنقلة وأن المستويات لا تتغير كثيراً بمرور الوقت ولا تختلف بين البلدان، بغض النظر عن اعتماد أو عدم اعتماد حدود المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية الدولية أو الأكثر تقييداً. وفيما يتعلق بالتعرض البشري، لا توجد أسباب تقنية لتقييد تحديد مواقع محطات القاعدة حول رياض الأطفال والمدارس والمستشفيات لأن المبادئ التوجيهية القائمة بشأن التعرض تتضمن هوامش سلامة لحماية جميع أفراد المجتمع.

وترجح الأدلة العلمية غياب مؤشر على أي آثار صحية ضارة من استخدام الهواتف المتنقلة أو الأجهزة اللاسلكية. ويتلقى الجمهور العام أعلى مستوى من التعرُّض من الأجهزة اليدوية مثل الهواتف المتنقلة. وقياسات معدل امتصاص الطاقة النوعي (SAR) لأغراض الالتزام في ظروف المختبر بأجهزة مشكَّلة للعمل بأقصى القدرات تُظهر قيماً قريبة من الحدود. ولكن قيم الالتزام بمعدل الامتصاص النوعي (SAR) التي أُبلغ عنها لكل طراز من الهواتف المتنقلة تهول من مستويات التعرض في الحياة الواقعية. فعلى أرض الواقع، تعمل الأجهزة بمستويات قدرة أقل بشكل ملحوظ خاصة في مناطق الاستقبال الجيد.

وأُطلق رسمياً في ديسمبر 2017 أول إصدار من الاتصالات الراديوية الجديدة (5G NR). ونظراً لخصائص تكنولوجيات المدخلات المتعددة والمخرجات المتعددة (MIMO) والموجات المليمترية المستخدمة في نظام الاتصالات المتنقلة من الجيل الخامس، تقتضي الضرورة تقييم مستويات المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF). وأشارت دراسة رائدة إلى أن المتوسط الزمني للقدرة القصوى في كل اتجاه حزمة يقل كثيراً

[1] منظمة الصحة العالمية (WHO). المجالات الكهرمغنطيسية (EMF). مشروع المجالات الكهرمغنطيسية الدولي.

[2] ICNIRP (2020). إرشادات بشأن المجالات الكهرمغنطيسية-الترددات الراديوية لعام 2020

[3] IEEE (2019). IEEE C95.1-2019. معيار IEEE بشأن مستويات السلامة فيما يتعلق بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية، للمدى من 0 Hz إلى 300 GHz.

عن القدرة القصوى النظرية، ويقل عما توقعته النماذج الإحصائية القائمة. ويعد التواصل بشأن المخاطر أسلوباً مهماً أيضاً لتقليل مخاوف العموم غير الضرورية بشأن التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية. وتعمل منظمة الصحة العالمية والاتحاد الدولي للاتصالات باستمرار على تعزيز تبادل المعارف بين البلدان والمناطق.

ويتضمن التقرير دراسات حالة للأنشطة التي قامت بها العديد من البلدان للحد من تعرض الإنسان للمجالات الكهرمغنطيسية وتوعية مختلف أصحاب المصلحة بشكل فعال.

# الاختصارات والأسماء المختصرة

| | |
|---|---|
| 3G | الجيل الثالث من تكنولوجيا الاتصالات المتنقلة *(third-generation mobile technology)* |
| 4G | الجيل الرابع من تكنولوجيا الاتصالات المتنقلة *(fourth-generation mobile technology)* |
| 5G | الجيل الخامس من تكنولوجيا الاتصالات المتنقلة *(fifth-generation mobile technology)* |
| AP | نقطة نفاذ *(access point)* |
| BDT | مكتب تنمية الاتصالات *(Telecommunication Development Bureau)* |
| BS | محطة القاعدة *(base station)* |
| DRL | الحد المرجعي لقياس الجرعات *(dosimetric reference limit)* |
| EIRP | القدرة المشعة المكافئة المتناحية *(equivalent isotropic radiated power)* |
| EMF | المجال الكهرمغنطيسي *(electromagnetic field)* |
| ERL | المستوى المرجعي للتعرض *(exposure reference level)* |
| ICNIRP | اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين *(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)* |
| ICT | تكنولوجيا المعلومات والاتصالات *(information and communication technology)* |
| IEC | اللجنة الكهرتقنية الدولية *(International Electrotechnical Commission)* |
| IEEE | معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات *(Institute of Electrical and Electronics Engineers)* |
| ITU | الاتحاد الدولي للاتصالات *(International Telecommunication Union)* |
| ITU-D | قطاع تنمية الاتصالات بالاتحاد الدولي للاتصالات *(ITU Telecommunication Development Sector)* |
| ITU-T | قطاع تقييس الاتصالات بالاتحاد الدولي للاتصالات *(ITU Telecommunication Standardization Sector)* |
| ITU-R | قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد الدولي للاتصالات *(ITU Radiocommunication Sector)* |
| IMT | الاتصالات المتنقلة الدولية *(International Mobile Telecommunications)* |
| MIMO | المدخلات المتعددة والمخرجات المتعددة *(multiple-input multiple-output)* |
| NIR | الإشعاع غير المؤين *(non-ionizing radiation)* |
| NR | الراديو الجديد (الجيل الخامس) *(New Radio (5G))* |
| RBS | محطة القاعدة الراديوية *(radio base station)* |
| RF | الترددات الراديوية *(radio frequency)* |
| RF-EMF | المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية *(radio-frequency electromagnetic field)* |
| SAR | معدل الامتصاص النوعي *(specific absorption rate)* |
| SI | النظام الدولي للوحدات *(International System of Units)* |
| WHO | منظمة الصحة العالمية *(World Health Organization)* |
| WTDC | المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات *(World Telecommunication Development Conference)* |
| WTSA | الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات *(World Telecommunication Standardization Assembly)* |

# الفصل 1 – مقدمة

## 1.1 خلفية

أدى انتشار محطات القاعدة الخلوية والمنشآت الثابتة اللاسلكية في جميع أنحاء العالم، ونفور العامة من هياكل الهوائيات الكبيرة، والقلق في بعض البلدان بشأن مخاطر المجال الكهرمغنطيسي المحتملة (EMF)، أدى إلى تقييد التشريعات واللوائح لضمان حماية عامة الناس.[1] وأصبحت الأخطار البشرية قضية صحية مهمة للمنظمين ومقدمي الخدمات وموردي المعدات اللاسلكية. ويتعرض السكان لمصادر مختلفة من المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF)، وتتغير مستوياتها بسبب حركة خدمات البيانات، ومتطلبات جودة الخدمة (QoS)، وتغطية الشبكة وتوسيع السعة، وإدخال تكنولوجيات جديدة. وتحتوي حدود التعرض البشري للترددات الراديوية على قيود على التعرض تهدف إلى مساعدة المسؤولين عن سلامة عامة الناس والعمال. والمصادر السائدة للتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية هي أجهزة الإرسال التي تعمل على الجسم أو بالقرب منه، مثل الأجهزة المحمولة باليد ومصادر المجال اللاسلكي القريبة من العمال (انظر التفويض بالمسألة 7/2 لدى قطاع تنمية الاتصالات من المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 2017 (WTDC-2017)).[2] وتقول منظمة الصحة العالمية (WHO): "إن استخدام الأجهزة التجارية لتقليل التعرض لمجال الترددات الراديوية لم تثبت فعاليته".[3]

وتستخدم خدمات الاتصالات اللاسلكية الترددات في النطاقات الترددية اللاسلكية للطيف الكهرمغنطيسي، وهي ترددات أقل بكثير من الإشعاع المؤين،[4] مثل الأشعة السينية أو أشعة غاما. ولا تملك موجات الترددات الراديوية (RF) طاقة كافية لكسر الروابط الجزيئية أو التسبب في تأين الذرات في جسم الإنسان؛ ومن هنا يرد تصنيفها على أنها "إشعاع غير مؤيِّن" (NIR). أما إمكانات التسخين قصيرة المدى للتعرض عالي المستوى للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) (مثل أفران الموجات المكروية) فهي معروفة جيداً. والسؤال هو ما إذا كانت هناك بعض الآثار الصحية الأخرى بعيدة المدى، مثل السرطان. ولئن أشارت بعض الدراسات إلى احتمال حدوث تأثيرات غير حرارية في الكائنات الحية، فهي لم تثبت مطلقاً.

وتتبنى بعض البلدان (والمدن) قيوداً أكثر تقييداً للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) وهي تؤثر سلباً على نشر الخدمات الراديوية، ولكنها لا تقلل من المستويات النمطية لتعرض عامة الناس للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية.[5, 6] وتحظى المبادئ التوجيهية بشأن التعرض للترددات الراديوية الكهرمغنطيسية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) بتأييد منظمة الصحة العالمية وهي مبادئ تشكل التوافق العلمي الحالي. "*وتشجع منظمة الصحة الدولية على وضع حدود للتعرض وتدابير رقابية أخرى تقدم المستوى نفسه من الحماية الصحية لكل الناس. وهي تؤيد المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) وتشجع الدول الأعضاء على اعتماد هذه المبادئ التوجيهية الدولية*".[7] ومع ذلك، تتمتع اللوائح الوطنية بوضع الأولوية في بلدانها، وقد تختلف القيم المعتمدة في كل بلد، وذلك بتأثير العوامل الاجتماعية والاقتصادية والسياسية.

---

1 Haim Mazar (2016)، إدارة الطيف الراديوي: السياسات واللوائح والمعايير والتقنيات. Chichester، West Sussex: John Wiley & Sons، Ltd.، 2016؛ الفصل 9 ص 359-397

2 الاتحاد الدولي للاتصالات. لجان دراسات قطاع تنمية الاتصالات. المسألة 2/7

3 منظمة الصحة العالمية. غرفة الأخبار. صحيفة الوقائع رقم 193. المجالات الكهرمغنطيسية والصحة العامة: الهواتف المتنقلة. أكتوبر 2014.

4 يُصنَّف الإشعاع الكهرمغنطيسي عند الترددات فوق النطاق فوق البنفسجي على أنه "إشعاع مؤين"، لأنه يمتلك عند وقوعه على مادة ما طاقة كافية لإحداث تغييرات في الذرات بتحرير الإلكترونات المؤينة وبالتالي تغيير روابطها الكيميائية. ويحدث الإشعاع المؤين عند ترددات أعلى من 2 900 THz (2 900 × 1012 Hz). ويوافق هذا الحد الترددي طول موجة يبلغ حوالي 103,4 وطاقة تأين دنيا تبلغ 12 eV.

5 Sanjay Sagar وآخرون (2018). التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية في البيئات الدقيقة اليومية في أوروبا: استعراض منهجي للأدبيات. *مجلة علوم التعرض وعلم الأوبئة البيئية*، 28(2): 147-60. مارس 2018.

6 Hamed Jalilian وآخرون (2019). التعرض العموم للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية في البيئات الدقيقة اليومية: استعراض منهجي محدث لأوروبا. *البحوث البيئية*، 176: 108517، سبتمبر 2019.

7 منظمة الصحة العالمية (2006). إطار وضع معايير المجالات الكهرمغنطيسية المستندة إلى الصحة، الصفحتان 7-8.

وظل بعض العامة يشعر بالقلق ويدعي أن الآثار الصحية المحتملة لم تُدرَس جميعها. ولا بد من تحليل التوازن بين التكلفة والمخاطر المحتملة. ويستحيل علمياً إثبات السلامة المطلقة (الفرضية الصفرية) لأي عامل فيزيائي[8] - ويستحيل أيضاً إثبات الانتفاء (أن شيئاً ما غير موجود). وفي حين أن الدليل المطلق غير موجود منطقياً، يتعرض المنظمون الوطنيون لضغوط من عامة الناس. وللإجابة على هذه المعضلة، تقول بعض البلدان إنها تطبق المبدأ الوقائي للحد من المخاطر البشرية المحتملة. ولعل تطبيق النهج الوقائي ومفهوم "أدنى مستوى يمكن تحقيقه بشكل معقول" (ALARA) لمشكلة إدارة المخاطر الصحية للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) يحل محل نموذج إدارة مخاطر ذات حالتين (فوق/تحت العتبة)، مما يسمح بإدخال عوامل أخرى.

إنها مفاضلة بين عدم اليقين المتبقي (والضرر في الحالة التي تتبين فيها صحة الحالة الأسوأ)، وبين تنفيذ متطلبات أكثر تشدداً (تتطلب موارد إضافية وتتسبب في انخفاض جودة الخدمة) والتأثيرات المجتمعية الأخرى الأوسع[9]. وتفيد منظمة الصحة العالمية أن السلطات التنظيمية في حال ردها على ضغط عامة الناس بإدخال حدود احترازية بالإضافة إلى الحدود القائمة أصلاً على أساس علمي، ينبغي أن تدرك أن ذلك يقوض مصداقية العلم وحدود التعرض[10]. وتقول المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) (2020) بغياب دليل على أن الإجراءات الاحترازية الإضافية ستعود بالفائدة على صحة السكان[11] ومن المهم إشراك جميع أصحاب المصلحة في أنشطة التوعية المجتمعية – أي الوكالات الحكومية وقطاع الإنترنت الخاص والمنظمات غير الحكومية ومجموعات المجتمع المحلي وعامة الناس.

ويمكن الحصول على أدلة على انتشار محطات القاعدة الخلوية في جميع أنحاء العالم من **الشكل 1** (بناءً على مؤشرات الاتحاد الدولي للاتصالات)[12] الذي يصور الاشتراكات بالخدمة الخلوية المتنقلة والمتوسط العالمي لانتشار الهاتف الخلوي لكل 100 نسمة، من عام 2000 إلى عام 2019. ويشير الإصدار الرابع والعشرون/ديسمبر 2020 إلى وجود 8,3 مليار مشترك في عام 2019 و111 اشتراكاً في الهاتف الخلوي لكل 100 نسمة. وكمؤشر، يحتاج كل 1000 مشترك تقريباً صارية خلوية واحدة[13]، ويقدَّر وجود أكثر من 8 ملايين محطة قاعدة حول العالم.

---

[8] معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) (2005). IEEE C95.1-2005، معيار معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات بشأن مستويات السلامة فيما يتعلق بالتعرض البشري للمجالات الكهرومغناطيسية للتردد الراديوي، للمدى من 3 kHz إلى300 GHz ، ص 2.

[9] Olivia Wu وآخرون (2012). استخدام الهاتف المتنقل للاتصال بخدمات الطوارئ في الظروف التي تهدد الحياة. *مجلة طب الطوارئ*، 52(3): 291–e293.298، مارس 2012.

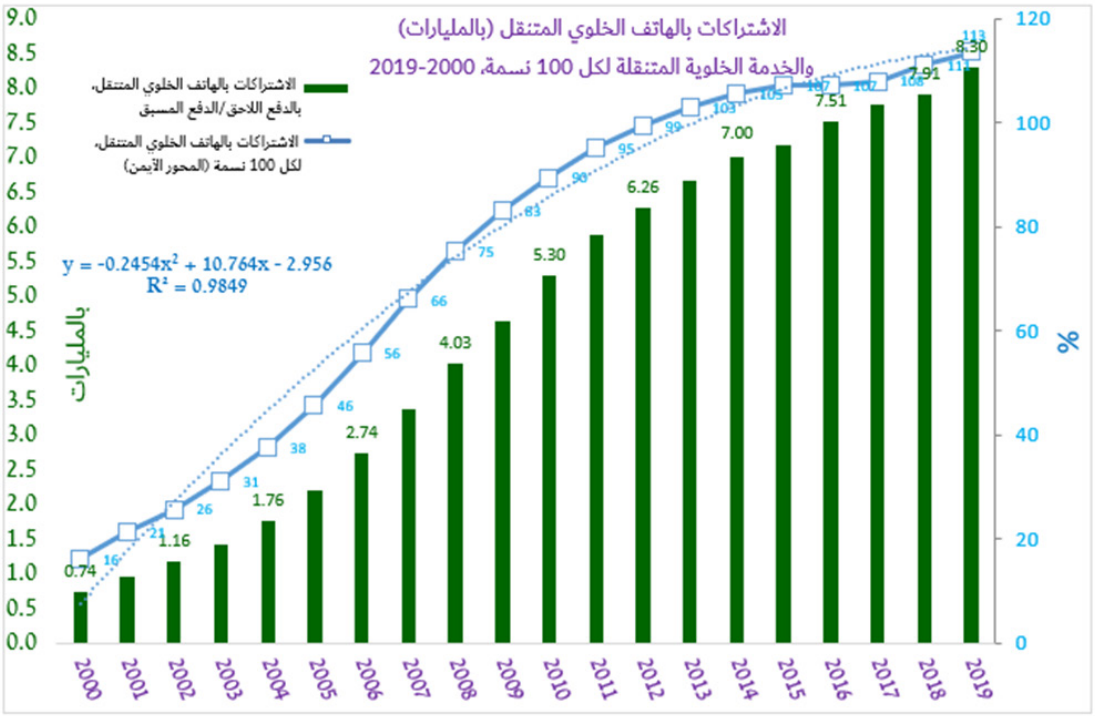
[10] منظمة الصحة العالمية (2002). مواضيع الصحة. المجالات الكهرمغنطيسية. إقامة حوار بشأن مخاطر المجالات الكهرمغنطيسية.

[11] اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) (2020). اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP). المبادئ التوجيهية عام 2020 بشأن المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF EMF). المبادئ التوجيهية للحد من التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية (100 kHz إلى 300 GHz) 2020. *الفيزياء الصحية*، 118(5): 483-524، مايو 2020.

[12] الاتحاد الدولي للاتصالات. قاعدة بيانات مؤشرات الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات العالمية.

[13] Haim Mazar (2016). إدارة الطيف الراديوي: السياسات واللوائح والمعايير والتقنيات، Chichester، West Sussex: John Wiley & Sons، Ltd.، 2016؛ الفصل 9 الفقرة 2.7.9.

**الشكل 1: معدل الاشتراك العالمي في الهاتف الخلوي المتنقل**




المصدر: Haim Mazar، مقتبس من مؤشرات الاتحاد الدولي للاتصالات (الإصدار الرابع والعشرون/ديسمبر 2020)

## 2.1 نطاق التقرير

يغطي تقرير قطاع تنمية الاتصالات هذا في إطار المسألة 7/2 مجالاً متخصصاً ويحيل إلى هيئات الخبراء العلميين وآراءهم لتقديم السياق. وهو مهم لواضعي السياسات، لأن السياسات واللوائح والنُهج التقييدية غير الضرورية تؤثر سلباً على تقديم الخدمات الراديوية. وتكثر الدراسات عن مخاطر[14] المجال الكهرمغنطيسي. ويركز هذا التقرير على السياسات والمبادئ التوجيهية واللوائح والتقييمات المستندة إلى العلم للتعرض البشري للترددات الكهرمغنطيسية، دون التطرق إلى المجال البيولوجي. وكانت منظمة الصحة العالمية، وهي وكالة الأمم المتحدة المتخصصة المعنية بالصحة العالمية، قد أنشأت مشروع المجالات الكهرمغنطيسية الدولي في عام 1996 لتقييم الأدلة العلمية للتأثيرات الصحية المحتملة للمجالات الكهرمغنطيسية في مدى الترددات من 0 إلى 300 GHz.[15]

والتقرير النهائي عام 2017 عن المسألة 7/2 لدى لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات، بشأن "الاستراتيجيات والسياسات المتعلقة بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية"، من فترة الدراسة السادسة (2014-2017)[16] هو تقرير مهم. إذ جمع تقرير عام 2017 ونشر المعلومات المتعلقة بالتعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) لدعم الإدارات الوطنية للدول الأعضاء في الاتحاد، ولا سيما في البلدان النامية، ولتعزيز اللوائح الوطنية المناسبة. وساعد الإدارات في الاستماع إلى شواغل عامة الناس المتعلقة بالمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية والاستجابة لها.

وتكثر الأسباب الداعية لمراجعة التقرير النهائي السابق بشأن المسألة 7/2. فبعد مراجعة المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) في مارس 2020، جرى تحديث حدود المجال الكهرمغنطيسي الدولية؛ ولهذه التغييرات آثار على الإطار التنظيمي. وروجع أيضاً المعيار IEEE C95.1-2005 (انظر المعيار IEEE C95.1-2019)[17]. وأدرجت دراسات حالة جديدة في هذا التقرير لتبين الأنشطة الوطنية بشأن المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF). وورشة عمل قطاع تنمية الاتصالات في

[14] RWTH جامعة آخن. البوابة الإلكترونية للمجالات الكهرمغنطيسية في منصة معلومات الإنترنت.
[15] منظمة الصحة العالمية. المجالات الكهرمغنطيسية. مشروع المجالات الكهرمغنطيسية الدولي.
[16] قطاع تنمية الاتصالات. التقرير النهائي عن المسألة 7/2 لدى لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات، في فترة الدراسة السادسة 2014-2017. الاستراتيجيات والسياسات المتعلقة بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية. الاتحاد الدولي للاتصالات، 2017.
[17] IEEE (2019). IEEE C95.1-2019: معيار IEEE بشأن مستويات السلامة فيما يتعلق بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية، للمدى من 0 Hz إلى 300 GHz.

أكتوبر 2018 بشأن المجالات الكهرمغنطيسية تقدم رؤى مهمة في هذا الصدد.[18] علاوة على ذلك، هناك أنشطة مثمرة ضمن قطاعات الاتحاد الثلاثة (قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R) وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) وقطاع تنمية الاتصالات بالاتحاد (ITU-D))، بشأن المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية من خلال ما يلي:

- القرار 176 (المراجَع في دبي، 2018) لمؤتمر المندوبين المفوضين بشأن مشاكل القياس والتقييم المتعلقة بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية.
- القرار 72 (المراجَع في الحمامات، 2016) للجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA) بشأن مشاكل القياس والتقييم المتعلقة بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية. وتمكن مراجعة هذا القرار مرة أخرى في الجمعية العالمية المقبلة لتقييس الاتصالات في عام 2022.
- القرار 62 (المراجَع في بوينس آيرس، 2017) للمؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات (WTDC) بشأن مشاكل القياس والتقييم المتعلقة بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية، بالصيغة المراجَعة. والمسألة 7/2 بشأن الاستراتيجيات والسياسات المتعلقة بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية؛ بالصيغة المراجَعة.[19]

استناداً إلى مراجعة القرار 62 للمؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات لعام 2017 ومراجعة المسألة 7/2، يرد في هذا التقرير تحديث ومراجعة التقرير النهائي لعام 2017 بشأن المسألة 7/2، ويدرج التقرير مواداً جديدة بشأن السياسات الوطنية والتقييمات وحدود التعرض، مثل المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالتنمية عبر الإنترنت (2020) والمعيار IEEE C95.1 (2019).

[18] الاتحاد الدولي للاتصالات. جلسة قطاع تنمية الاتصالات المعنية بالسياسات والمبادئ التوجيهية والقواعد التنظيمية والتقديرات الحديثة للتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF)، جنيف، 10 أكتوبر 2018

[19] المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات (WTDC) (بوينس آيرس، 2017), التقرير النهائي. الاتحاد الدولي للاتصالات، 2018.

# الفصل 2 – أنشطة الاتحاد

## 1.2 القرار 176 (المراجَع في دبي، 2018) لمؤتمر المندوبين المفوضين

يقدم مؤتمر المندوبين المفوضين (PP) إطار الاتحاد بشأن المجالات الكهرمغنطيسية. ويقرر القرار 176 (المراجَع في دبي، 2018)[20] *أن يكلف مديري المكاتب الثلاثة*:

1 بجمع ونشر معلومات تتعلق بالتعرض للمجالات الكهرمغنطيسية ومنها معلومات بشأن منهجيات قياس المجالات الكهرمغنطيسية، من أجل مساعدة الإدارات الوطنية، لا سيما في البلدان النامية، في وضع قواعد تنظيمية وطنية مناسبة؛

2 بالعمل عن كثب مع جميع المنظمات المعنية لتنفيذ هذا القرار وللجمعية العالمية لتقييس الاتصالات، فضلاً عن القرار 72 (المراجَع في حمامات، 2016)، الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات، والقرار 62 (المراجَع في بوينس آيرس، 2017) للمؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات، من أجل مواصلة المساعدة التقنية المقدمة للدول الأعضاء وتعزيزها.

وبالإضافة إلى ذلك، فهو *يكلف مدير مكتب تنمية الاتصالات، بالتعاون مع مدير مكتب الاتصالات الراديوية ومدير مكتب تقييس الاتصالات*

1 بتنظيم حلقات دراسية وورش عمل إقليمية أو دولية من أجل تحديد احتياجات البلدان النامية وبناء القدرات البشرية في مجال قياس المجالات الكهرمغنطيسية فيما يتعلق بالتعرض البشري لهذه المجالات؛

2 بتشجيع الدول الأعضاء في مختلف المناطق على التعاون من خلال تبادل الخبرات والموارد وتحديد جهة اتصال أو آلية إقليمية للتعاون، بما في ذلك مركز إقليمي إذا لزم الأمر، لمساعدة جميع الدول الأعضاء في المنطقة في مجال القياس والتدريب؛

3 بتشجيع المنظمات المعنية على مواصلة إجراء الدراسات العلمية اللازمة لاستقصاء الآثار الصحية المحتملة لإشعاعات المجالات الكهرمغنطيسية على جسم الإنسان؛

4 بصياغة التدابير والمبادئ التوجيهية اللازمة للمساعدة في التخفيف من الآثار الصحية المحتملة لإشعاعات المجالات الكهرمغنطيسية على جسم الإنسان؛

5 بتشجيع الدول الأعضاء على إجراء استعراضات دورية للتأكد من اتباع توصيات الاتحاد والمعايير الدولية الأخرى ذات الصلة فيما يتعلق بالتعرض للمجالات الكهرمغنطيسية.

## 2.2 القرار 62 (المراجَع في بوينس آيرس، 2017) للمؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات

*يكلف* القرار 62 للمؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات (المراجَع في بوينس آيرس، 2017) *لجنة الدراسات 2 التابعة لقطاع تنمية الاتصالات* بالتعاون مع لجنة الدراسات 5 التابعة لقطاع تقييس الاتصالات ولجان الدراسات 1 و4 و5 و6 التابعة لقطاع الاتصالات الراديوية من أجل تحقيق الأهداف التالية:

'1' التعاون مع لجنة الدراسات 5 لقطاع تقييس الاتصالات على وجه الخصوص لتحديث التطبيق المتنقل للدليل الخاص بالمجالات الكهرمغنطيسية بشأن قضايا التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية، وتقديم إرشادات بشأن تنفيذه، واعتبار ذلك أولوية عليا؛

'2' المساهمة في تنظيم حلقات دراسية أو ورش عمل أو دورات تدريبية حول قضايا التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية؛

'3' ضمان التوزيع الواسع لمنشورات الاتحاد ومؤلفاته بشأن القضايا المتعلقة بالمجالات الكهرمغنطيسية؛

'4' المساهمة في إعداد دليل لاستعمال منشورات قطاع تقييس الاتصالات بشأن تحقيق التوافق الكهرمغنطيسي والسلامة والمنشورات المتعلقة بمنهجيات القياس، وضرورة أن يجري القياسات

[20] الاتحاد الدولي للاتصالات. الوثائق الختامية لمؤتمر المندوبين المفوضين (دبي، 2018). الاتحاد الدولي للاتصالات، 2019.

"مهندس اتصالات راديوية أو فني مؤهل ومعتمد" ووضع المعايير اللازم توافرها في "مهندس الاتصالات الراديوية أو الفني المؤهل" المذكور ومواصفات الأنظمة؛

'5' مواصلة التعاون مع منظمة الصحة العالمية (WHO) واللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) ومعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) والمنظمات الدولية الأخرى ذات الصلة فيما يخص التوعية ونشر المعلومات بين الأعضاء والجمهور.

ومن ثم، يشير هذا التقرير إلى الصيغة المحدَّثة من القرار التي اعتمدها مؤتمر المندوبين المفوضين في دبي عام 2018 وإلى الصيغة المحدَّثة من القرار والمسألة التي اعتمدها المؤتمر العالمي لتنمية الاتصالات في بوينس آيرس عام 2017 وإلى آخر المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين ومعيار معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات.

## 3.2 القرار 72 للجمعية العالمية لتقييس الاتصالات، ونواتج المسألة 3/5

اتفقت الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات لعام 2016 (WTSA-16)، التي انعقدت في حمامات، تونس، على مراجعة القرار 72 (المراجَع في الحمامات، 2016)[21] الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات. وتنفَّذ أنشطة قطاع تقييس الاتصالات فيما يخص المجالات الكهرمغنطيسية لدى لجنة الدراسات 5 في إطار المسألة 3/5 ("التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية (EMF) الناجمة عن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT)"[22]. وترد التوصيات المعنية بالمجالات الكهرمغنطيسية طي السلسلة K من توصيات قطاع تقييس الاتصالات.[23]

[21] الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA) (الحمامات، 2016). القرار 72 (المراجَع في الحمامات، 2016) بشأن مشاكل القياس والتقييم المتعلقة بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية.

[22] لجنة الدراسات 5 بقطاع تقييس الاتصالات. قائمة المسائل والمقررين (فترة الدراسة 2017-2020).

[23] قطاع تقييس الاتصالات. السلسلة K من توصيات قطاع تقييس الاتصالات.

# الفصل 3 - تحديثات بشأن حدود التعرض الدولية للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية

## 1.3 اعتبارات عامة

يعد الامتثال لحدود التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية من قضايا الصحة والسلامة المهمة للهيئات التنظيمية ومقدمي الخدمات وموردي المعدات اللاسلكية. وهناك تباين كبير بين البلدان فيما يتعلق باللوائح وتدابير التنفيذ المحددة لحماية عامة الناس والعمال من التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية الناجمة عن المرسلات. "*وتشجع منظمة الصحة الدولية على وضع حدود للتعرض وتدابير رقابية أخرى تقدم المستوى نفسه من الحماية الصحية لكل الناس. وهي تؤيد المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) وتشجع الدول الأعضاء على اعتماد هذه المبادئ التوجيهية الدولية*".[24]

وتنفذ أنشطة مراقبة التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية على نطاق واسع في العالم؛ غير أن هناك تبايناً كبيراً بين حجم ونطاق أنشطة المراقبة هذه. وتُظهر هذه الأنشطة على نحو متسق مستويات منخفضة من التعرض في المناطق العامة من هوائيات شبكة الاتصالات المتنقلة وهي تشير إلى أن المستويات لا تتغير كثيراً بمرور الوقت ولا تختلف بين البلدان، وهي متشابهة بغض النظر عن تبني حدود المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) الدولية أو المقيَّدة[26,25].

وقد راجعت اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) مبادئها التوجيهية لعام 1998 المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) للحد من التعرض للمجالات الكهربائية والمغنطيسية والكهرمغنطيسية المتغيرة مع الوقت (حتى 300 GHz).[27] وبعد عملية تشاور واسعة قدم فيها الاتحاد الدولي للاتصالات 32 تعليقاً كرد مشترك بين القطاعات، نُشرت المبادئ التوجيهية النهائية للجنة في عام 2020. وفي 4 أكتوبر 2019، نشر معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) المعيار C95.1-2019 بشأن "مستويات السلامة فيما يتعلق بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية، للمدى من 0 Hz إلى 300 GHz "، وهو تحديث للمعيار IEEE C95.1-2005.

وبصرف النظر عن وضع اللمسات الأخيرة على هذه "المبادئ التوجيهية" و"المعيار" بشأن المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF)، وبسبب عدم اليقين المتصوَّر، سنت عدة هيئات تشريعية تدابير إضافية، من قبيل اعتماد حدود أكثر تقييداً من حدود ICNIRP، أو التوصية بإجراءات شخصية لتقليل التعرض. وتبين القياسات أن مستويات التعرض النمطية للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية في المناطق العامة لا تنخفض باعتماد حد أكثر تقييداً. وخلص استقصاء أجرته المفوضية الأوروبية إلى أن الحدود التقييدية والتدابير الوقائية الأخرى ترتبط بارتفاع مستويات مخاوف الجمهور. ويعد الانتقال من GSM إلى 3G/UMTS وتكنولوجيات الاتصالات المتنقلة اللاحقة طريقة أيضاً لتقليل التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية من الأجهزة بفضل خوارزميات التحكم في الطاقة الأكثر كفاءة[28].

وقد تكون السلطة الوطنية المكلفة بتخصيص الترددات وحماية البيئة أو الصحة العامة مسؤولة عن التحقق من الامتثال. ومن الممكن أن تكون سلطة التخطيط المحلية ومجالس البلدات مسؤولة أيضاً عن هذه العملية.

---

[24] منظمة الصحة العالمية (2006). إطار وضع معايير المجالات الكهرمغنطيسية المستندة إلى الصحة، الصفحتان 7-8

[25] Hamed Jalilian وآخرون (2019). التعرض العام للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية في البيئات الدقيقة اليومية: استعراض منهجي محدث لأوروبا. *البحوث البيئية*، 176: 108517، سبتمبر 2019.

[26] Jack Rowley وآخرون (2012). التحليل الدولي المقارن لاستطلاعات التعرض للترددات الراديوية لمحطات قاعدة الاتصالات المتنقلة الراديوية، *مجلة علوم التعرض وعلم الأوبئة البيئية*، 22(3): 304–315، مايو/يونيو 2012

[27] ICNIRP (1998). مبادئ توجيهية للحد من التعرض للمجالات الكهربائية والمغنطيسية والكهرمغنطيسية المتغيرة مع الوقت (حتى 300 GHz) 1998.

[28] قطاع تقييس الاتصالات. الإضافة 13 (05/2018) للسلسلة K. مستويات التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) من الأجهزة المتنقلة والمحمولة أثناء ظروف الاستخدام المختلفة.

ولإثبات الامتثال، ينبغي أن يقدم صاحب الطلب (مشغل المرسلات) المعلومات ذات الصلة. وتتبنى بعض السلطات النمذجة التنبؤية لحساب مستويات التعرض أو منطقة الالتزام حول الهوائي..

ويمكن استخدام قياسات العينة العشوائية لمراقبة مستويات المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) حول جهاز الإرسال، لا سيما في المناطق التي تهم المجتمع (مثل المدارس والمستشفيات) بمبادرة من السلطات، أو استجابة لمخاوف يبديها عامة الناس. غير أن المتطلبات المحددة لمثل هذه المواقع لا تدعمها الأدلة العلمية، وعلى النحو المذكور في القسم 3.4، تُظهر القياسات باتساق مستويات تعرض منخفضة في المناطق العامة من هوائيات شبكة الاتصالات المتنقلة.

تُشجَّع الإدارات على اتّباع المبادئ التوجيهية الصادرة عن أفرقة الخبراء المستندة إلى العلم لدى اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤيّن (ICNIRP) ومعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE)، أو الحدود التي يعينها خبراء كلٍ منها. ويوصى بشدة باعتماد معايير دولية مواءمة وحدود تعرض مواءمة للمجالات الكهرمغنطيسية؛ **علماً بأن المعيار IEEE C95.1-2019 والمبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) (2020) مواءمة إلى حد كبير.**

## 2.3 المبادئ التوجيهية السارية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) (2010) و(2020)

### 1.2.3 نظرة عامة

فيما يلي المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP):

1 ICNIRP (1998): مبادئ توجيهية للحد من التعرض للمجالات الكهربائية والمغنطيسية والكهرمغنطيسية المتغيرة مع الوقت (حتى 300 GHz).

2 ICNIRP (2010): مبادئ توجيهية للحد من التعرض للمجالات الكهربائية والمغنطيسية المتغيرة مع الوقت (من 1 Hz إلى 100 kHz).[29]

3 ICNIRP (2020): المبادئ التوجيهية للحد من التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية (من 100 kHz إلى 300 GHz).

والحدود التي تقل عن 100 kHz هي الحدود المنشورة في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2010). **وبنشر المبادئ التوجيهية بشأن الترددات الراديوية لعام 2020، ولّى عهد المبادئ التوجيهية لعام 1998.**

1 ***كيف أُعدت المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (2020)***: تُحدَد البيانات العلمية عن آثار التعرض؛ وتُحدَد مؤثرات تُعتبر ضارة للإنسان ومثبتة علمياً؛ وتُحدَد مستويات التعرض الدنيا اللازمة لإحداث الضرر؛ وتطبَق عوامل الخفض أكثر تشدداً بالنسبة لعامة الناس منها بالنسبة للعمال. فتنتج عن ذلك قيود تعرض بهامش سلامة كبير.

2 ***الأساس العلمي***: تقيِّم الاستعراضات الرئيسية والأوراق الأصلية الآثار الصحية الضارة على تحفيز الأعصاب (حتى 10 MHz، حدود مستقاة من المبادئ التوجيهية 2010) والتسخين (من 100 kHz). ولا يوجد دليل على الإصابة بالسرطان أو فرط الحساسية الكهرمغنطيسية أو العقم أو أي آثار صحية أخرى. أما الآثار الصحية الضارة التي تحدَدت فهي زيادة درجة حرارة الجسم العميقة فوق درجة مئوية واحدة ودرجة حرارة الأنسجة المحلية فوق 41 درجة مئوية.

3 ***الفيزياء ودرجة الحرارة***: تستخدم كميات مختلفة للتلازم مع درجة الحرارة، حسب التردد ومدة التعرض. فعلى سبيل المثال، بالنسبة للتعرض المحلي المستمر، يكون معدل امتصاص الطاقة النوعي (SAR) عند الترددات المنخفضة (≥ 6 GHz)، وكثافة القدرة الممتصة عند الترددات الأعلى (< 6 GHz).

[29] ICNIRP (2010). مبادئ توجيهية للحد من التعرض للمجالات الكهربائية والمغنطيسية المتغيرة مع الوقت (من 1 Hz إلى 100 kHz).

### 2.2.3 تفصيل جداول وأشكال المبادئ التوجيهية ICNIRP (2020)

يوضح هذا القسم بالتفصيل جداول المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) (الجداول 1 و5 و6) الأقرب صلة بتقرير المسألة 7/2. وتوضح الأشكال التالية (وهي ليست من المبادئ التوجيهية) القيم. ويشير النص المسطَّر [30] إلى المعلمة المهمة. وأُدرجت مقارنات مع المبادئ التوجيهية ICNIRP 2010 (للترددات الأقل من 100 kHz).

**الجدول 1: (الجدول 1 للمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP) الكميات ووحدات النظام الدولي (SI) المقابلة المستخدمة في هذه المبادئ التوجيهية**

| الكمية | الرمز* | الوحدة |
|---|---|---|
| كثافة الطاقة الممتصة | $U_{ab}$ | جول في المتر المربع ($J\ m^{-2}$) |
| كثافة الطاقة الواردة | $U_{inc}$ | جول في المتر المربع ($J\ m^{-2}$) |
| كثافة الطاقة الواردة المكافئة لموجة مستوية | $U_{eq}$ | جول في المتر المربع ($J\ m^{-2}$) |
| كثافة القدرة الممتصة | $S_{ab}$ | واط في المتر المربع (W m-2) |
| كثافة القدرة الواردة | $S_{inc}$ | واط في المتر المربع ($W\ m^{-2}$) |
| كثافة القدرة الواردة المكافئة لموجة مستوية | $S_{eq}$ | واط في المتر المربع ($W\ m^{-2}$) |
| شدة المجال الكهربائي المستحَث | $E_{ind}$ | فولت في المتر ($V\ m^{-1}$) |
| شدة المجال الكهربائي الوارد | $E_{inc}$ | فولت في المتر ($V\ m^{-1}$) |
| شدة المجال المغنطيسي الوارد | $H_{inc}$ | أمبير في المتر ($A\ m^{-1}$) |
| امتصاص الطاقة النوعي | SA | جول في الكيلوغرام ($J\ kg^{-1}$) |
| معدل امتصاص الطاقة النوعي | SAR | واط في الكيلوغرام ($W\ kg^{-1}$) |
| التيار الكهربائي | I | أمبير (A) |
| التردد | *f* | هرتز (Hz) |
| الزمن | *t* | ثانية (s) |

* تمثل الرموز *بالخط المائل* المتغيرات؛ أما الكميات فهي موصوفة بشكل عددي (وليس بشكل متجه) لأن الاتجاه لا يُستخدم لاشتقاق القيود الأساسية أو المستويات المرجعية.

**الجدول 2** و**الجدول 3** (من الجدولين 5 و6 في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) على التوالي) يوضحان بالتفصيل المستويات المرجعية للتعرض إلى "المجالات الكهرمغنطيسية من 100 kHz إلى 300 GHz (قيم جذر متوسط التربيع غير المضطربة)".

[30] لا تظهر النصوص المسطَّرة في هذا القسم مسطَّرة في الجداول الأصلية.

## الجدول 2: (الجدول 5 للمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP) متوسط المستويات المرجعية للتعرض، خلال 30 دقيقة وعلى الجسم كله

| سيناريو التعرض | المدى الترددي | شدة المجال الكهربائي (E) الوارد؛ $E_{inc}$ (V m$^{-1}$) | شدة المجال المغنطيسي (H) الوارد؛ $H_{inc}$ (A m$^{-1}$) | كثافة القدرة الواردة؛ $S_{inc}$ (W m$^{-2}$) |
|---|---|---|---|---|
| **مهني** | MHz 30 – 0,1 | $660/f_M^{0,7}$ | $4,9/f_M$ | NA |
| | MHz 400 – 30< | 61 | 0,16 | 10 |
| | MHz 2000 – 400< | $3f_M^{0,5}$ | $0,008f_M^{0,5}$ | $f_M/40$ |
| | **GHz 300 – 2<** | **NA** | **NA** | **50** |
| **عامة الناس** | MHz 30 – 0,1 | $300/f_M^{0,7}$ | $2,2/f_M$ | NA |
| | MHz 400 – 30< | s27,7 | 0,073 | 2 |
| | MHz 2000 – 400< | $1,375f_M^{0,5}$ | $0,0037f_M^{0,5}$ | $f_M/200$ |
| | **GHz 300 – 2<** | **NA** | **NA** | **10** |

ملاحظات (من ICNIRP 2020):

1. "NA" تعني "غير مطبقة" ولا يلزم أخذها في الاعتبار عند تحديد الالتزام.

2. $f_M$ هو التردد بوحدة MHz.

3. يتعين قياس متوسط $S_{inc}$ و$E_{inc}$ و$H_{inc}$ على مدى 30 دقيقة على كامل مساحة الجسم. ويجب قياس المتوسط الزماني والمكاني لكل من $E_{inc}$ و$H_{inc}$ بحساب متوسط القيم المربعة ذات الصلة (انظر المعادلة 8 في التذييل A للاطلاع على التفاصيل).

4. بالنسبة للترددات من 100 kHz إلى 30 MHz، بغض النظر عن الفروق في منطقة المجال البعيد/المجال القريب، يتبين الالتزام إذا لم يتجاوز أي من $E_{inc}$ أو $H_{inc}$ قيم المستوى المرجعي أعلاه.

5. بالنسبة للترددات التي تزيد عن 30 MHz إلى 2 GHz: (أ) ضمن منطقة المجال البعيد: يتبين الالتزام إذا لم تتجاوز أي من $S_{inc}$ أو $E_{inc}$ أو $H_{inc}$ قيم المستوى المرجعي أعلاه (المطلوب تجاوز واحد فقط)؛ ويجوز تبديل $S_{eq}$ بالكثافة $S_{inc}$؛ (ب) ضمن منطقة المجال الإشعاعي القريب، يتبين الالتزام إذا لم تتجاوز كل من $S_{inc}$ أو $E_{inc}$ و$H_{inc}$ قيم المستوى المرجعي أعلاه؛ و(ج) ضمن منطقة المجال القريب التفاعلية: يتبين الالتزام إذا لم يتجاوز كل من $E_{inc}$ و$H_{inc}$ قيم المستوى المرجعي أعلاه؛ ولا يمكن استخدام $S_{inc}$ لبيان الالتزام، ولذلك يجب تقييم القيود الأساسية.

6. بالنسبة للترددات التي تزيد عن 2 GHz إلى 300 GHz: (أ) ضمن منطقة المجال البعيد: يتبين الالتزام إذا لم تتجاوز $S_{inc}$ قيم المستوى المرجعي أعلاه؛ ويجوز تبديل $S_{eq}$ بالكثافة $S_{inc}$؛ (ب) ضمن المجال الإشعاعي القريب، يتبين الالتزام إذا لم تتجاوز $S_{inc}$ قيم المستوى المرجعي أعلاه؛ و(ج) ضمن منطقة المجال القريب التفاعلية، لا يمكن استخدام المستويات المرجعية لتحديد الالتزام، ولذلك يجب تقييم القيود الأساسية.

## الجدول 3: (الجدول 6 للمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP) متوسط المستويات المرجعية للتعرض المحلي، خلال 6 دقائق

| سيناريو التعرض | المدى الترددي | شدة المجال الكهربائي (E) الوارد؛ $E_{inc}$ (V m$^{-1}$) | شدة المجال المغنطيسي (H) الوارد؛ $H_{inc}$ (A m$^{-1}$) | كثافة القدرة الواردة؛ $S_{inc}$ (W m$^{-2}$) |
|---|---|---|---|---|
| مهني | MHz 30 – 0,1 | $1504/f_M^{0,7}$ | $10,8/f_M$ | NA |
| | MHz 400 – 30< | 139 | 0,36 | 50 |
| | MHz 2000 – 400< | $10,58f_M^{0,43}$ | $0,0274f_M^{0,43}$ | $0,29f_M^{0,86}$ |
| | GHz 6 – 2< | NA | NA | 200 |
| | GHz 300> – 6< | NA | NA | $275/f_G^{0,177}$ |
| | GHz 300 | NA | NA | 100 |
| عامة الناس | MHz 30 – 0,1 | $671/f_M^{0,7}$ | $4,9/f_M$ | NA |
| | MHz 400 – 30< | 62 | 0,163 | 10 |
| | MHz 2000 – 400< | $4,72f_M^{0,43}$ | $0,0123f_M^{0,43}$ | $0,058f_M^{0,86}$ |
| | GHz 6 – 2< | NA | NA | 40 |
| | GHz 300 – 6< | NA | NA | $55/f_G^{0,177}$ |
| | GHz 300 | NA | NA | 20 |

ملاحظات (من ICNIRP 2020):

1. "NA" تعني "غير مطبقة" ولا يلزم أخذها في الاعتبار عند تحديد الالتزام.

2. $f_M$ هو التردد بوحدة MHz؛ $f_G$ هو التردد بوحدة GHz.

3. يتعين قياس متوسط $S_{inc}$ و$E_{inc}$ و$H_{inc}$ على مدى 6 دقائق، وحيث يتحدد المتوسط المكاني في الملاحظات 7-6، على مساحة الجسم المُسقَطة ذات الصلة. يجب قياس المتوسط الزماني والمكاني لكل من $E_{inc}$ و$H_{inc}$ بحساب متوسط القيم المربعة ذات الصلة (انظر المعادلة 8 في التذييل A للاطلاع على التفاصيل).

4. بالنسبة للترددات من 100 kHz إلى 30 MHz، بصرف النظر عن الفروق في منطقة المجال البعيد/المجال القريب، يتبين الالتزام إذا لم تتجاوز ذروة $E_{inc}$ المكانية أو ذروة $H_{inc}$ المكانية، على كامل مساحة الجسم المُسقَطة، قيم المستوى المرجعي أعلاه.

5. بالنسبة للترددات التي تزيد عن 30 MHz إلى 6 GHz: (أ) ضمن منطقة المجال البعيد: يتبين الالتزام إذا لم تتجاوز ذروة أي من $S_{inc}$ أو $E_{inc}$ أو $H_{inc}$ المكانية على كامل مساحة الجسم المُسقَطة قيم المستوى المرجعي أعلاه (المطلوب تجاوز واحد فقط)؛ ويجوز تبديل $S_{eq}$ بالكثافة $S_{inc}$؛ (ب) ضمن منطقة المجال الإشعاعي القريب، يتبين الالتزام إذا لم تتجاوز ذروة $S_{inc}$ المكانية أو ذروتا $E_{inc}$ و$H_{inc}$ المكانية معاً على كامل مساحة الجسم المُسقَطة، قيم المستوى المرجعي أعلاه؛ و(ج) ضمن منطقة المجال القريب التفاعلية: يتبين الالتزام إذا لم يتجاوز كل من $E_{inc}$ و$H_{inc}$ قيم المستوى المرجعي أعلاه؛ ولا يمكن استخدام $S_{inc}$ لبيان الالتزام، في الترددات التي تزيد عن 2 GHz، ولذلك يجب تقييم القيود الأساسية.

6. بالنسبة للترددات التي تزيد عن 6 GHz إلى 300 GHz: (أ) ضمن منطقة المجال البعيد: يتبين الالتزام إذا لم يتجاوز متوسط $S_{inc}$ على مربع 4-cm$^2$ المسقط من سطح الجسم قيم المستوى المرجعي أعلاه؛ ويجوز تبديل $S_{eq}$ بالكثافة $S_{inc}$؛ (ب) ضمن المجال الإشعاعي القريب، يتبين الالتزام إذا لم يتجاوز متوسط $S_{inc}$ على مربع 4-cm$^2$ المسقط من سطح الجسم قيم المستوى المرجعي أعلاه؛ و(ج) ضمن منطقة المجال القريب التفاعلية، لا يمكن استخدام المستويات المرجعية لتحديد الالتزام، ولذلك يجب تقييم القيود الأساسية.

7. بالنسبة للترددات التي تزيد عن 30 GHz إلى 300 GHz، يجب ألا يتجاوز متوسط التعرض على مربع 1-cm$^2$ المسقط من سطح الجسم مثلي قيود التعرض على مربع 4-cm$^2$.

وفي مقدمتها، تفيد المبادئ التوجيهية للجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (2020) بأن: "*هذا المنشور يحل محل الجزء من 100 kHz إلى 300 GHz من المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (1998) بشأن الترددات الراديوية، بالإضافة إلى الجزء من 100 kHz إلى 10 MHz من المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (2010) بشأن الترددات*

*المنخفضة*". وفقرة "الأساس العلمي للحد من التعرض للترددات الراديوية في المدى الترددي الكهرمغنطيسي من 100 kHz إلى 10 MHz: العلاقة بين المبادئ التوجيهية الحالية وغير من المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين" تحدد أن المبادئ التوجيهية، ICNIRP (2010)، والمبادئ التوجيهية، ICNIRP (2020)، تستند إلى آليات بيولوجية مختلفة: الأولى بشأن تحفيز الأعصاب وهي لحظية ما دون 10 MHz، والثانية بشأن التأثير الحراري الناتج عن القدرة بمرور الوقت؛ بحساب متنوع للمتوسط. وما دون 100 kHz، ينبغي تطبيق المبادئ التوجيهية، ICNIRP (2010). بين 100 kHz و10 MHz، قد توجد كلتا الآليتين، وفي هذه الحالة، ينبغي اتباع القيمة المتشددة لكل تردد.

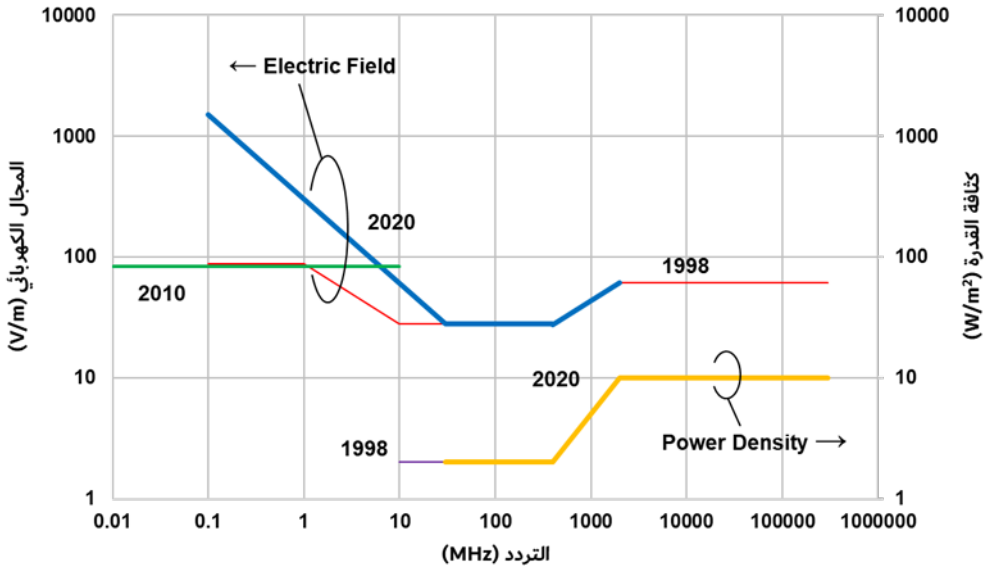
علاوة على ذلك، يوضح الجدول 8 للمبادئ التوجيهية، ICNIRP (2020) (انتبه إلى النص الغامق) "*المستويات المرجعية* ***للتعرض المحلي*** *للمجالات الكهرمغنطيسية من 100 kHz إلى 10 MHz (قيم جذر متوسط التربيع غير المضطربة)*، ***بقيم الذروة***، *أن الحد المهني هو 170 V/m وهو لعامة الناس 83 V/m*".

**الشكل 2** و**الشكل 3** و**الشكل 4** و**الشكل 5** من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP في فقرة "الاختلافات بين المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) والمبادئ التوجيهية السابقة"،[31] وهما أوضح ولكن لم يتسنَ تضمينهما في منشور *فيزياء الصحة*. ووحدتا محوري y (أي المجال الكهربائي وكثافة القدرة) مستقلتان عن بعضها البعض. ولم ترد المستويات المرجعية للتعرض المحلي في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) وICNIRP (2010). وتتوقف المستويات المرجعية في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) للمجال الكهربائي عند ترددات أعلى من 2 000 MHz، وتبدأ لكثافة الطاقة فوق 30 MHz (انظر الجدولين 6 و7 من ICNIRP و**الأشكال 2** و**3** و**4** و**5**).

تتشابه الأشكال الأربعة التالية؛[32] إذ يُحسب متوسط مستويات الجسم كله لمدة 30 دقيقة ومتوسط المستويات المحلية لمدة 6 دقائق. وتسهيلاً لتركيز القارئ وتصوير الاختلافات، بُسِّطت العناوين: فلم يكرَّر "المدى الترددي من 100 kHz إلى 300 GHz" وجرى تسطير الحيثيات.

ويوضح **الشكل 2** أدناه التغييرات المهمة بشأن الترددات ما دون 30 MHz بين المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (1998) و(2010) و(2020)؛ علاوة على ذلك، هناك انقطاع واسع عند 100 kHz: 83 V/m (ICNIRP 2010، الجدول 4) مقابل $300/f_M^{0,7}=300/0,1^{0,7}\approx$ 1 500 V/m (ICNIRP 2020 الجدول 5).

**الشكل 2: المستويات المرجعية المتوسطة على الجسم كله لعامة الناس في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) وICNIRP (2010) وICNIRP (2020)**

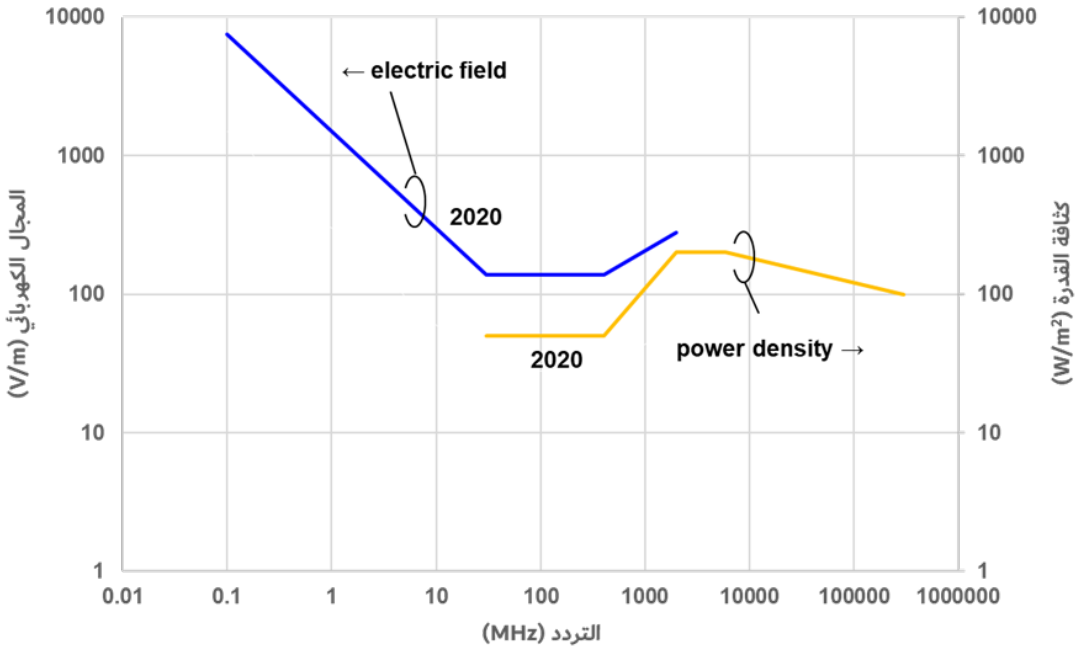



[31] ICNIRP. الاختلافات بين المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) والمبادئ التوجيهية السابقة.

[32] استُخرجت في 1 نوفمبر 2020 من الرابط https://www.icnirp.org/en/differences.html

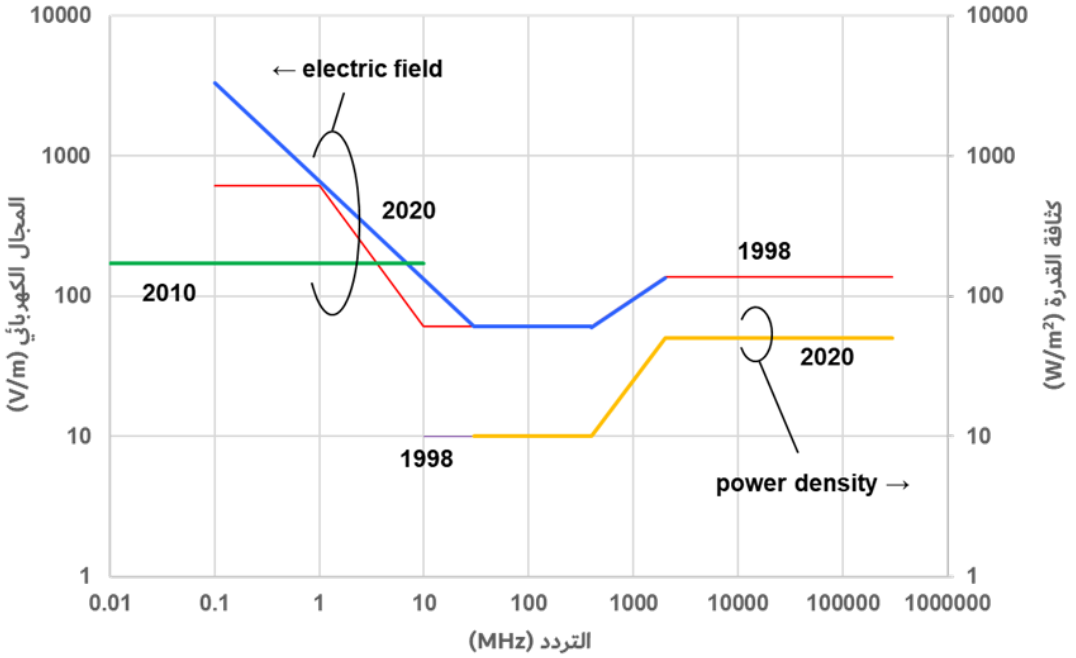
وبالنسبة لعامة الناس يتقاطع الجدول 4 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2010)، **83 v/m** والجدول 5 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)، $f_M^{0,7}/300$ عند التردد **6,27** MHz. ونظراً لأن المستويات المرجعية الإجمالية للمدى الترددي بأكمله الواجب رصده عملياً هي المستويات الأدنى لكل تردد، يجب اتباع خط ICNIRP (2010) الأخضر، وبالنسبة للترددات الأعلى، يجب اتباع خط ICNIRP (2020) الأزرق. انظر **الشكل 7** و**الشكل 8**، حيث تُبتر حدود المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) التي تقل عن التردد 6,27 MHz لعامة الناس، وعند التردد 6,94 MHz للتعرض المهني.[33] ونظراً لأن المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) قد تجاوزها الزمن، فإن المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2010) هي الأقرب صلة بالترددات 100 kHz فأقل؛ والمستويات المرجعية التي تقل عن 100 kHz لعامة الناس هي 83 V/m (ICNIRP (2010)).

**الشكل 3: المستويات المرجعية في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) لعامة الناس والمطبقة على حالات التعرض المحلية ≤ 6 دقائق**

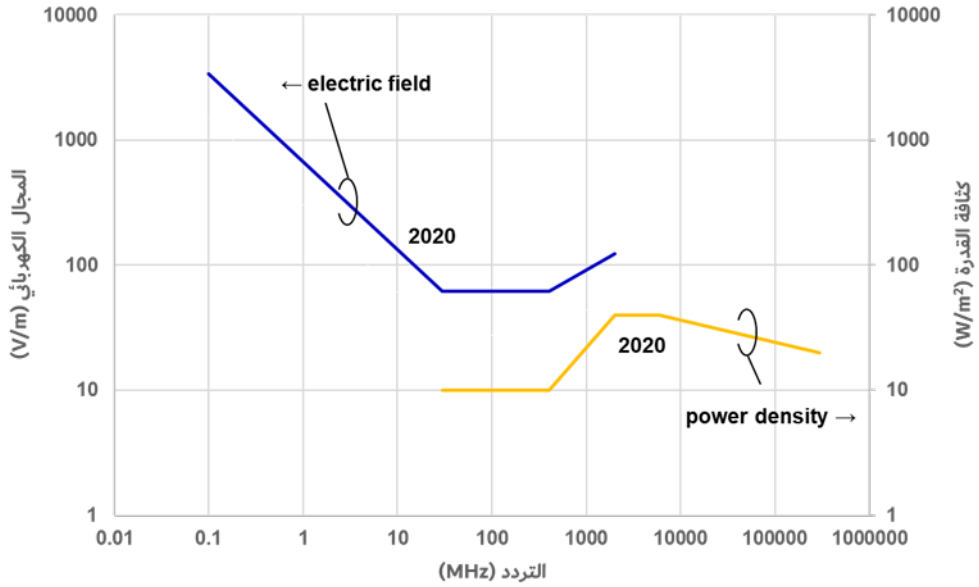



[33] تقاطع الجدول 3 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2010) والجدول 5 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) عند التردد 6,94 MHz، حد التعرض 170 V/m بالنسبة للتعرض المهني.

**الشكل 4: المستويات المرجعية المتوسطة على الجسم كله للعمال في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) وICNIRP (2010) وICNIRP (2020)**




**الشكل 5: المستويات المرجعية في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) للعمال والمطبقة على حالات التعرض المحلية لأكثر من 6 دقائق**




يقدم **الجدول 4** [34] نظرة عامة على القيود الأساسية الواردة في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020).

[34] أعد الجدول والأشكال الثلاثة التالية مؤلف هذا الفصل، المقرر المشارك المعني بالمسألة 7/2.

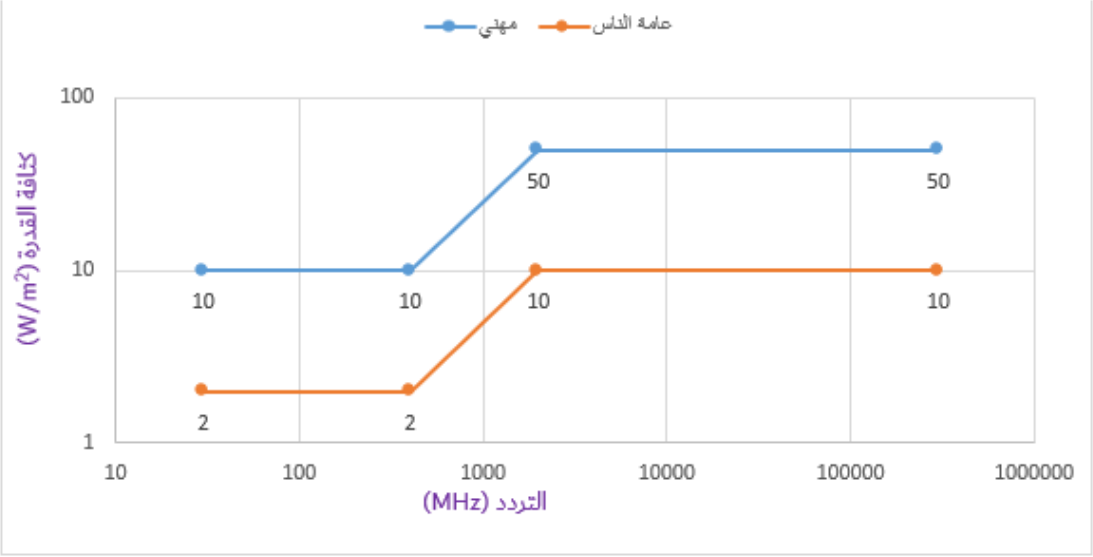
## الجدول 4: موجز المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) - القيود الأساسية

| المعلمة | المدى الترددي | ΔT | المتوسط المكاني | المتوسط الزمني | مستوى التأثير على الصحة | عامل التخفيض | العمال | عامل التخفيض | عامة الناس |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΔT الباطني | GHz 300-KHz 100 | C°1 | WBA (المتوسط على الجسم كله) | 30 دقيقة | W/kg 4 | 10 | W/kg 0,4 | 50 | W/kg 0,08 |
| ΔT المحلي (الرأس والجذع) | GHz 6-KHz 100 | C°2 | g 10 | 6 دقائق | W/kg 20 | 2 | W/kg 10 | 10 | W/kg 2 |
| ΔT المحلي (الأطراف) | | C°5 | g 10 | 6 دقائق | W/kg 40 | 2 | W/kg 20 | 10 | W/kg 4 |
| ΔT المحلي (الرأس والجذع، الأطراف) | >GHz 300-6 GHz 300-30 | C°5 | $cm^2$ 4 $cm^2$ 1 | 6 دقائق 6 دقائق | $W/m^2$ 200 $W/m^2$ 400 | 2 | $W/m^2$ 100 $W/m^2$ 200 | 10 | $W/m^2$ 20 $W/m^2$ 40 |

*ملاحظة: ΔT هو التغير في درجة الحرارة.*

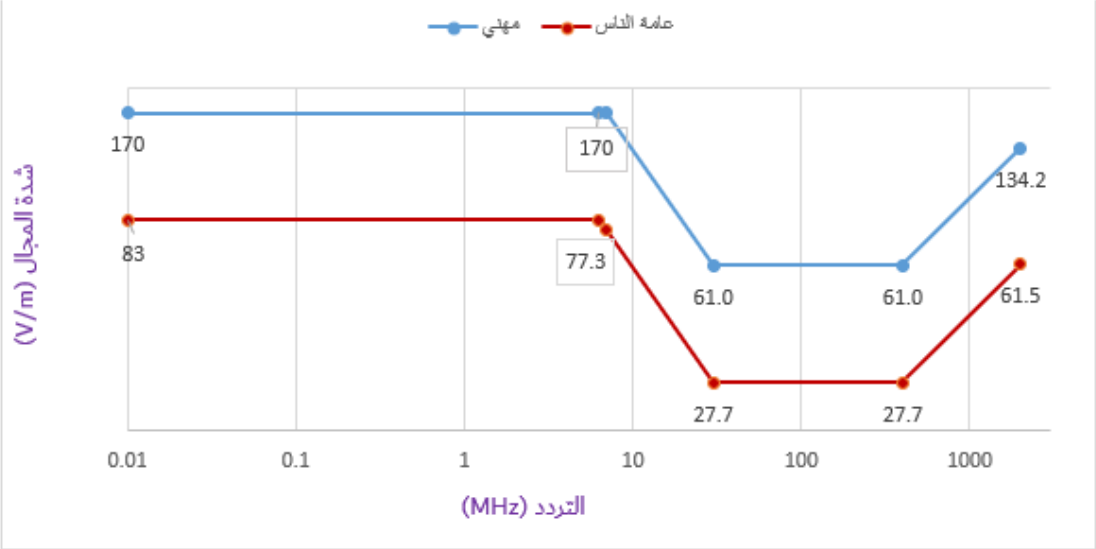
يوضح الشكلان التاليان الفروق بين متوسط مستويات التعرض **لشدة المجال** و**كثافة القدرة** في المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (2020) للتعرض **المهني** ولتعرض **عامة الناس**، خلال **30 دقيقة** وعلى **الجسم كله**. وينتج عن نسبة كثافة القدرة البالغة 5 في الجدول 5 ICNIRP (2020) (عند 30-400 MHz على سبيل المثال، نسبة واط 10/50) نسبة 61,0/27,7 = 2,2 ≈ الجذر التربيعي للقيمة (5).

## الشكل 6: مقارنة التعرض المهني وتعرض عامة الناس لكثافة القدرة في المدى من 30 MHz إلى 300 GHz ضمن الجدول 5 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)



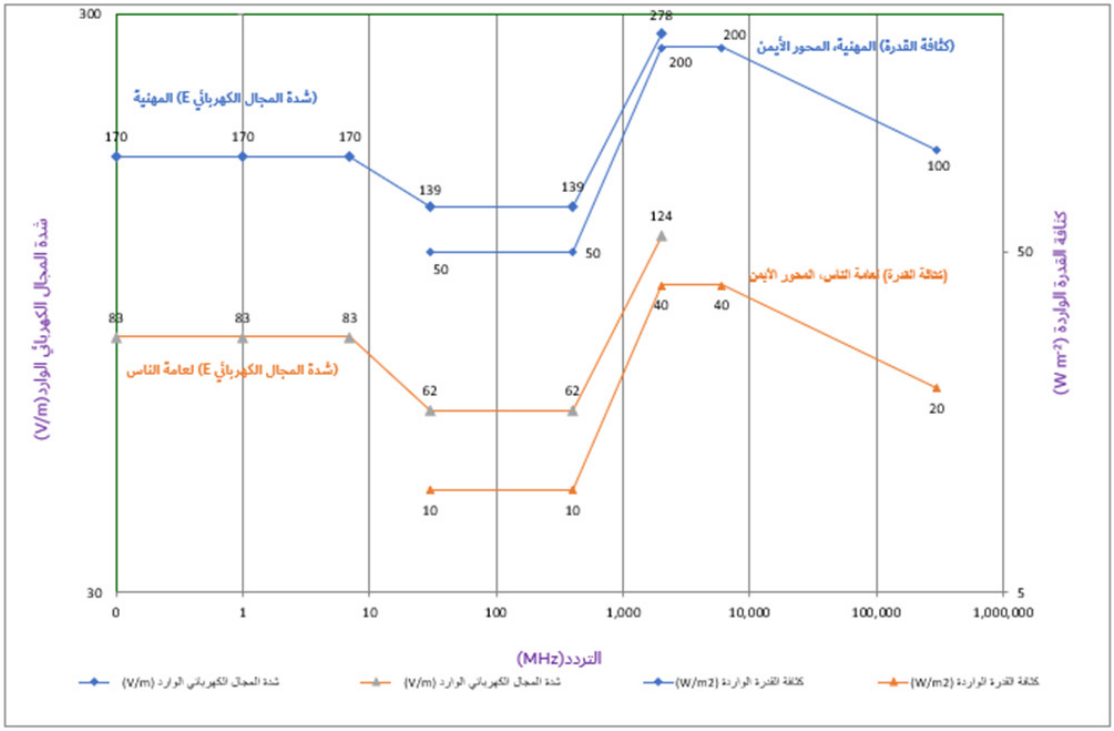

ما بين 100 kHz و10 MHz، ينبغي اتباع القيمة المتشددة لكل تردد، ويوضح الشكل التالي قيم التعرض الواردة في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)، والمجمعة حيث تنطبق قيم التعرض الواردة في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2010): للتعرض "المهني" ما دون **6,94 MHz** (**170 V/m**) ICNIRP (2010) الجدول 3، ولعامة الناس ما دون **6,27 MHz** (**83 V/m**)، ICNIRP (2010) الجدول 4.

**الشكل 7: مقارنة التعرض المهني وتعرض عامة الناس لشدة المجال في المدى MHz 2 000-MHz 0,1 ضمن الجدول 5 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)، محدود ما دون ≈ MHz 7 بالجدولين 3 و4 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2010)**




يقارن **الشكل 8** حالات التعرض المحلية لمتوسط الوارد من شدة المجال الكهربائي وكثافة القدرة، خلال 6 دقائق. وما بين 100 kHz و10 MHz، ينبغي اتباع القيمة المتشددة لكل تردد وفق المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2010) أو ICNIRP (2020)، وتسري حدود المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2010) ما دون 7 MHz.

**الشكل 8: مقارنة التعرض المهني وتعرض عامة الناس ضمن الجدول 6 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)**




*ملاحظة: وحدتا محوري y (أي المجال الكهربائي وكثافة القدرة) مستقلتان عن بعضها البعض.*

## 3.3 IEEE C95.1-2019

يمكن تنزيل إصدار 2019 من معيار C95.1 مجاناً عبر برنامج IEEE Get. وقد نُشر ملخص الاختلافات بين إصدار عام 2019 والإصدارات السابقة في مجلة IEEE Access.[35]

### 1.3.3 المستويات المرجعية: عوامل السلامة بتطبيق 100 kHz - 6 GHz؛ المؤثرات الحرارية[36]

- متوسط كامل الجسم (WBA)
المؤثرات السلوكية في الحيوانات عبر ترددات عديدة، عتبة 4 W/kg، قبل القسمة على:
10x – 0.4 W/kg للطبقة العليا (البيئات المقيدة)
50x – 0.08 W/kg للطبقة الدنيا (بيئات غير مقيدة - عامة الناس)
- التعرض المحلي (بمتوسط 10 g)،
لوحظ إعتام عدسة العين في الأرانب، عتبة 100 W/kg، قبل القسمة على:
10x – 10 W/kg للطبقة العليا
50x – 2 W/kg للطبقة الدنيا
- متوسط معدل الامتصاص النوعي خلال 30 دقيقة لتعرض متوسط كامل الجسم (WBA) و6 دقائق للتعرض المحلي
- ويُحسب متوسط كثافة القدرة الظهاري عبر سطح الجسم خلال 6 دقائق.

### 2.3.3 الحدود المرجعية لقياس الجرعات والمستوى المرجعي للتعرض[37]

يحدد **الجدول 5** و**الجدول 6** التاليان الحدود المرجعية لقياس الجرعات (DRL) ما دون وما فوق 6 GHz. ولا توجد استمرارية عند 6 GHz.

**الجدول 5: C95.1-2019 (الجدول 5) – حدود مرجعية قياس الجرعات، DRL (من 100 kHz إلى 6 GHz)**

| الظروف | الأشخاص في بيئات غير مقيّدة، SAR (W/kg)[أ] | الأشخاص في بيئات مقيّدة، SAR (W/kg)[أ] |
|---|---|---|
| تعرض كامل الجسم | 0,08 | 0,4 |
| التعرض المحلي[ب] (الرأس والجذع) | 2 | 10 |
| التعرض المحلي[ب] (الأطراف والأجنحة والزعانف) | 4 | 20 |

[أ] يُحسب متوسط معدل امتصاص الطاقة النوعي (SAR) خلال 30 دقيقة لتعرض كامل الجسم و6 دقائق للتعرض المحلي.

[ب] يُحسب المتوسط في أي 10 g من الأنسجة (تُعرّف بأنها حجم من الأنسجة بشكل مكعب). وسيمثّل حساب المتوسط في حجم 10 g من الأنسجة بشكل مكعب بحجم 10 $cm^3$ (حوالي 2,15 cm لكل ضلع).

*[اقتباس وإعادة طباعة بإذن من معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE). حقوق النشر IEEE 2019. جميع الحقوق محفوظة.]*

[35] William Bailey وآخرون (2019). ملخص المعيار IEEE C95.1™-2019 "معيار IEEE لمستويات السلامة فيما يتعلق بالتعرض البشري للمجالات الكهربائية والمغنطيسية والكهرومغنطيسية، من 0 Hz إلى 300GHz"، *IEEE Access*، 7، 171346-171356.

[36] انظر IEEE (2019) الصفحة 57.

[37] انظر IEEE (2019)، الجداول من 5 إلى 8، الشكلين 3 و4.

## الجدول 6: C95.1-2019 (الجدول 6) – DRL (من 6 GHz إلى 300 GHz)

| الظروف | كثافة القدرة الظهارية ($W/m^2$)[أ،ب،ج] | |
|---|---|---|
| | الأشخاص في البيئات غير المقيدة | الأشخاص المسموح لهم في البيئات المقيدة |
| سطح الجسم | 20 | 100 |

[أ] يُحسب متوسط كثافة القدرة الظهارية عبر سطح الجسم خلال 6 دقائق.

[ب] يُحسب المتوسط على أي $4\ cm^2$ من سطح الجسم بترددات بين 6 GHz و300 GHz (تُعرف بأنها مساحة بشكل مربع على سطح الجسم).

[ج] مناطق مكشوفة صغيرة أعلى من 30 GHz: إذا صغرت المنطقة المعرضة على سطح الجسم (أقل من $1\ cm^2$ على النحو المحدد بأكفة -3 dB بالنسبة إلى ذروة التعرض)، يُسمح لكثافة القدرة الظهارية بتجاوز قيم DRL الواردة في الجدول 6 بمعامل 2، بحساب متوسط مساحة تبلغ $1\ cm^2$ (تُعرف بأنها مساحة على شكل مربع على سطح الجسم).

*[اقتباس وإعادة طباعة بإذن من معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE). حقوق النشر IEEE 2019. جميع الحقوق محفوظة.]*

لا يقدم **الجدول 7** و**الجدول 8** قيمتي المجال الكهربائي والمغنطيسي فوق 400 MHz.

ويوضح **الجدول 7** بالتفصيل المستوى المرجعي للتعرض (ERLs) لكامل الجسم للأشخاص في بيئات غير مقيدة، بمتوسط محسوب خلال 30 دقيقة.

## الجدول 7: C95.1-2019 (الجدول 7) – المستوى المرجعي للتعرض، ERL (من 100 kHz إلى 300 GHz)

| المدى الترددي (MHz) | شدة المجال الكهربائي ($E$)[أ،ب،ج] (V/m) | شدة المجال المغنطيسي ($H$)[أ،ب،ج] (A/m) | كثافة القدرة ($S$)[أ،ب،ج] ($W/m^2$) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ***SE*** | ***SH*** |
| 0,1 إلى 1,34 | 614 | $16{,}3/f_M$ | 1,000 | $100\,000/f_M^2$ |
| 1,34إلى 30 | $823{,}8/f_M$ | | $1{,}800/f_M^2$ | |
| 30 إلى 100 | 27,5 | $158{,}3/f_M^{1{,}668}$ | 2 | $9\,400\,000/f_M^{3.336}$ |
| 100 إلى 400 | | 0,0729 | 2 | |
| 400 إلى 2000 | | | $f_M/200$ | |
| 2000 إلى 300 000 | | | 10 | |

ملاحظة – $S_E$ و$S_H$ هما قيمتان لكثافة قدرة الموجة المستوية المكافئة، بناءً على شدة المجال الكهربائي أو المغنطيسي على التوالي، ويشيع استخدامهما كمقارنة ملائمة مع المستويات المرجعية للتعرض (ERLs) عند ترددات أعلى ويرد عرضها أحياناً على الأدوات شائعة الاستخدام.

[أ] بالنسبة لحالات التعرض المنتظمة على أبعاد الجسم، مثل بعض حالات التعرض للموجة المستوية في المجال البعيد، تقارَن قيم شدة مجال التعرض وكثافة القدرة مع المستويات المرجعية للتعرض (ERLs) في الجدول 7 من المعيار IEEE 95.1. ولمزيد من حالات التعرض غير المنتظمة النمطية، تقارَن القيم المتوسطة لمجالات التعرض، وفق الحصول عليها بحساب متوسط كثافة قدرة الموجة المستوية المكافئة أو مربعات قيم شدة المجال، مع قيم المستويات المرجعية للتعرض الواردة في الجدول 7.

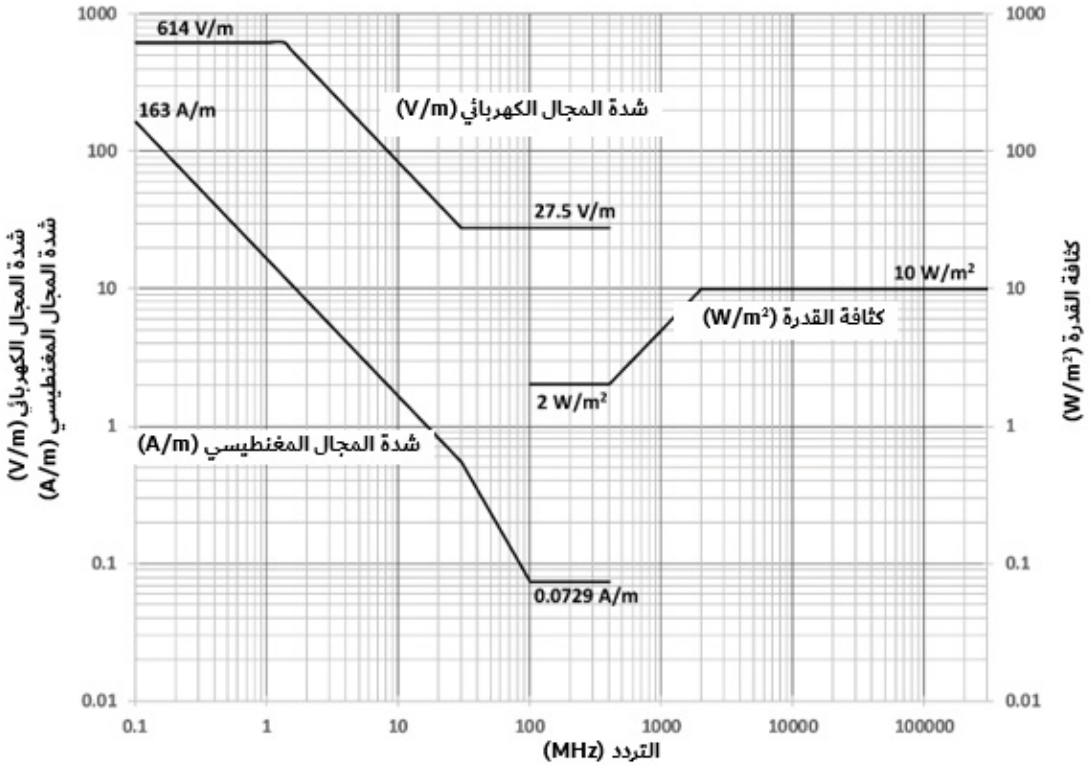
[ب] $f_M$ هو التردد بوحدة MHz.

[ج] قيم $E$ و$H$ و$S$ هي قيم جذر متوسط التربيع التي لا تتأثر بوجود الجسم.

*[اقتباس وإعادة طباعة بإذن من معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE). حقوق النشر IEEE 2019. جميع الحقوق محفوظة.]*

ويصور **الشكل 9** الشكل 3 من المعيار C95.1-2019 – تمثيلات رسومية للمستويات المرجعية للتعرض (ERLs) في الجدول 7 من معيار IEEE بشأن المجالات الكهربائية والمغنطيسية وكثافة قدرة الموجة المستوية المكافئة – الأشخاص في بيئات غير مقيدة.

## الشكل 9: C95.1-2019 (الشكل 3) المجالات الكهرمغنطيسية وكثافة القدرة في البيئات غير المقيَّدة




المصدر: اقتباس وإعادة طباعة بإذن من معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE). حقوق النشر IEEE 2019. جميع الحقوق محفوظة.

ملاحظة[38]: عند الترددات التي تقل عن 30 MHz، يزيد طول الموجة عن 10 أمتار. ولا يوجد رنين في أجسامنا (الأقصر من مترين). ونحن لسنا عقبة أمام الإشارة، ولا يدخل أجسامنا سوى قدر قليل من طاقة الترددات الراديوية.

ويورد **الجدول 8** تفاصيل الجدول 8 من المعيار IEEE C95.1-2019: متوسط المستويات المرجعية لتعرض (ERLs) كامل جسم الأشخاص المسموح لهم بالوجود في البيئات المقيدة (من 100 kHz إلى 300 GHz)، خلال 30 دقيقة.

## الجدول 8: C95.1-2019 (الجدول 8) - المستويات المرجعية للتعرض في البيئات المقيدة (100 kHz إلى 300 GHz)

| المدى الترددي (MHz) | شدة المجال الكهربائي (*E*) (V/m) أ،ب،ج | شدة المجال المغنطيسي (*H*) (A/m) أ،ب،ج | كثافة القدرة (*S*) (W/m²) أ،ب،ج | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ***SE*** | ***SH*** |
| 0,1 إلى 1,0 | 1 842 | $16{,}3/f_M$ | | |
| 1,0إلى 30 | $1\,842/f_M$ | | 9 000 | 100 000 $f_M^2$ |
| 30 إلى 100 | 61,4 | | $9\,000/f_M^2$ | |
| 100 إلى 400 | | 0,163 | 10 | |
| 400 إلى 2000 | | | $f_M/40$ | |
| 2000 إلى 300 000 | | | 50 | |

[38] لا تظهر هذه الملاحظة في المعيار IEEE 95.1.

ملاحظة – $S_E$ و$S_H$ هما قيمتان لكثافة قدرة الموجة المستوية المكافئة، بناءً على شدة المجال الكهربائي أو المغنطيسي على التوالي، ويشيع استخدامهما كمقارنة ملائمة مع المستويات المرجعية للتعرض (ERL) عند ترددات أعلى ويرد عرضها أحياناً على الأدوات شائعة الاستخدام.

[أ] بالنسبة لحالات التعرض المنتظمة على أبعاد الجسم، مثل بعض حالات التعرض للموجة المستوية في المجال البعيد، تقارَن قيم شدة مجال التعرض وكثافة القدرة مع المستويات المرجعية للتعرض (ERL) في الجدول 8 من المعيار IEEE 95.1. ولمزيد من حالات التعرض غير المنتظمة النمطية، تقارَن القيم المتوسطة لمجالات التعرض، وفق الحصول عليها بحساب متوسط كثافة قدرة الموجة المستوية المكافئة أو مربعات قيم شدة المجال، مع قيم المستويات المرجعية للتعرض الواردة في الجدول 8.

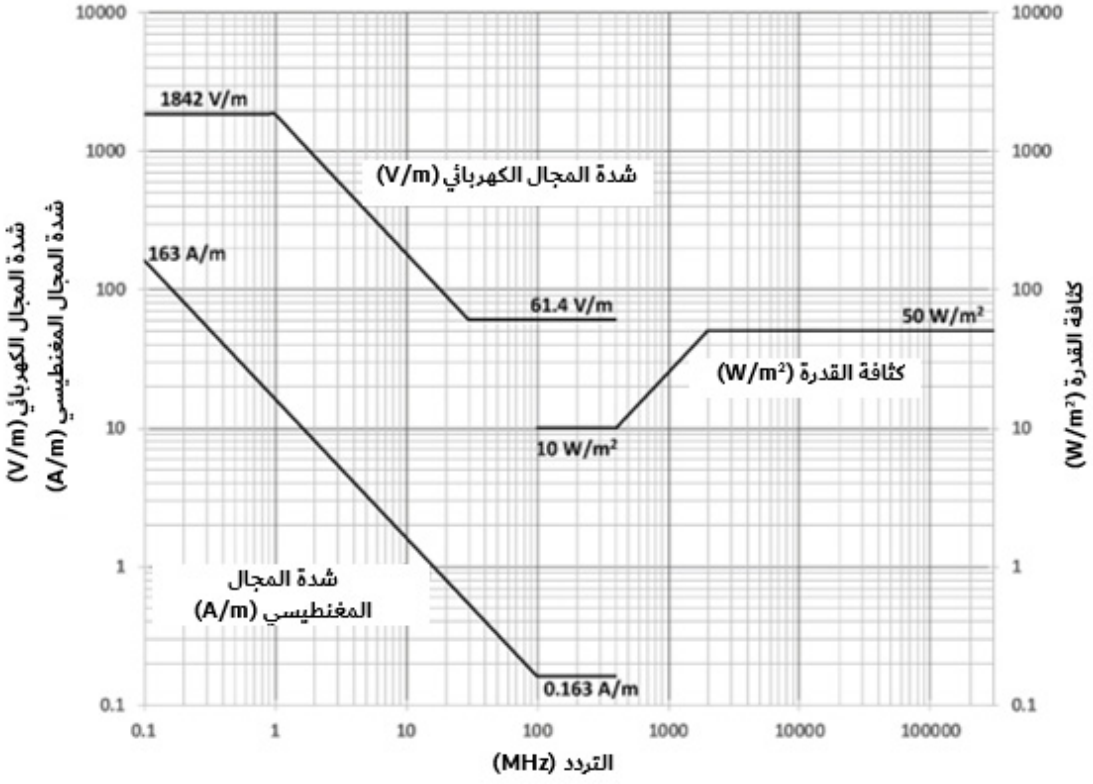
[ب] $f_M$ هو التردد بوحدة MHz.

[ج] قيم $E$ و$H$ و$S$ هي قيم جذر متوسط التربيع التي لا تتأثر بوجود الجسم.

*[اقتباس وإعادة طباعة بإذن من معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE). حقوق النشر IEEE 2019. جميع الحقوق محفوظة.]*

**الشكل 10** يصور الشكل 4 من المعيار C95.1-2019: تمثيلات رسومية للمستويات المرجعية للتعرض (ERLs) (في الجدول 8) من معيار IEEE بشأن المجالات الكهربائية والمغنطيسية وكثافة قدرة الموجة المستوية المكافئة – الأشخاص المسموح بوجودهم في البيئات المقيدة.

**الشكل 10: C95.1-2019 (الشكل 4) المجالات الكهرمغنطيسية وكثافة القدرة في البيئات المقيدة**




المصدر: اقتباس وإعادة طباعة بإذن من معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE). حقوق النشر IEEE 2019. جميع الحقوق محفوظة.

## 3.3.3 المقارنة والتباين بين المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) والمعيار IEEE 95-1 (2019) والمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)

### *1.3.3.3 تواؤم إلى حد كبير بين المعيار IEEE C95-1 (2019) والمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)*

إن المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998 و2020) ومعيار IEEE (2019) تفصل الأشخاص في بيئات غير مقيدة (عامة الناس) والأشخاص المسموح بهم في البيئات المقيدة (المهنية). و**تتطابق** القيود الأساسية

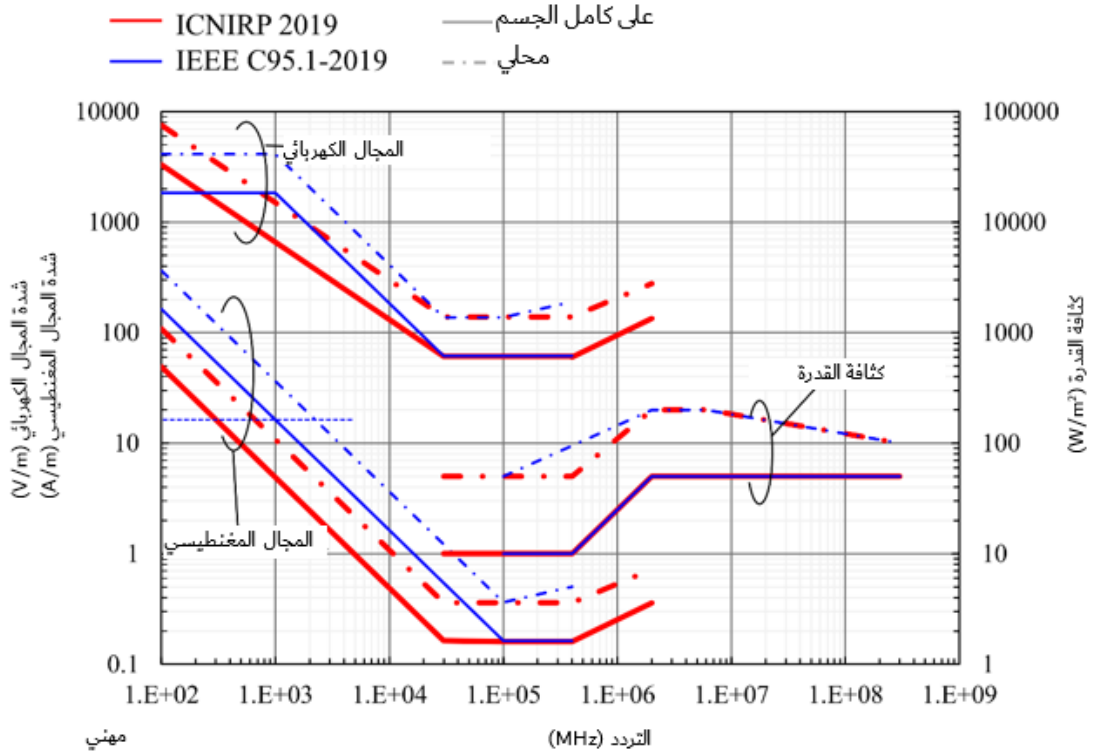
والمستويات المرجعية **لكثافة القدرة** في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP 2020 ومعيار IEEE بشأن تعرض كامل الجسم للمجالات المستمرة **فوق 30 MHz**!

- معدل الامتصاص النوعي يساوي 2 W/kg لعامة الناس و10 W/kg للمهنيين.
- أما المستويات المرجعية للتعرض فهي تساوي:
  - من 400 إلى 2 000 MHz $f_M/200$ W/m² لعامة الناس و $f_M/40$ W/m² للمهنيين
  - من 2 000 إلى 300 000 MHz 10 W/m² لعامة الناس و50 W/m² للمهنيين

وتوضح الأشكال الثلاثة التالية **تواؤم إلى حد كبير** بين المعيار IEEE C95-1 (2019) والمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020).

ويقارن **الشكل 11** الحدود المرجعية (RL) بين المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP ومعيار IEEE بشأن التعرض المهني.

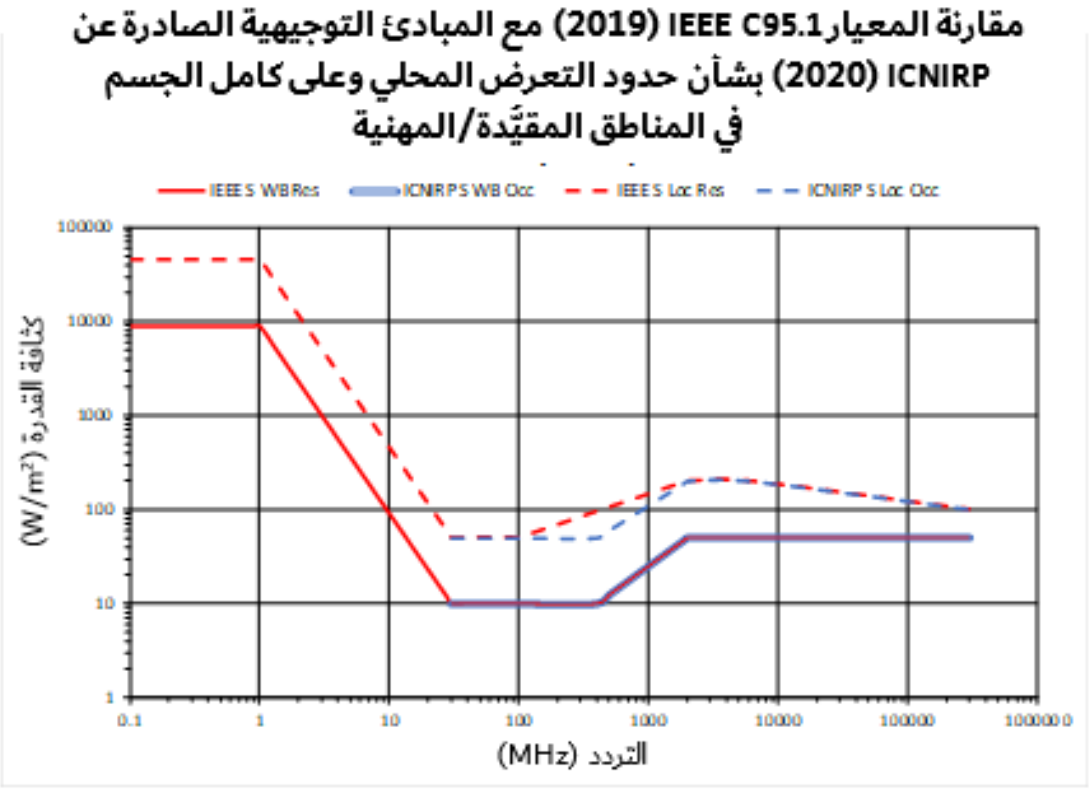
**الشكل 11: الحدود المرجعية (RLs) بين ICNIRP وIEEE بشأن التعرض المهني**




المصدر: Akimasa Hirata [39]

[39] Akimasa Hirata. "معايير التعرض البشري وتقييم الالتزام– الجيل الخامس وما بعده". متحدث رئيسي في الجلسة العامة المفتوحة العامة لندوة التوافق الكهرمغنطيسي في أوروبا لعام 2020 (*EMC Europe 2020*)، 23 سبتمبر 2020، علماً بأن الشكل يحيل إلى المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP 2019 بدلاً من ICNIRP 2020.

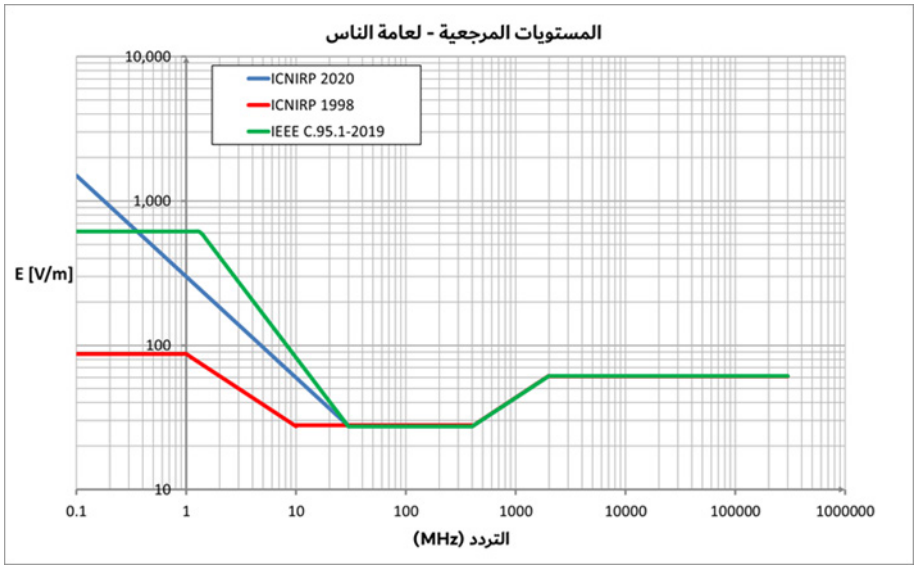
**الشكل 12: المعيار IEEE C95.1 (2019) مقابل المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) بشأن حدود التعرض المحلي وعلى كامل الجسم**




المصدر: IEEE/ICES Ric Tell، 4 يونيو *2020*

يقارن **الشكل 13** المستويات المرجعية لعامة الناس في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) ومعيار IEEE (2019) والمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020). توضيح – المستويات المرجعية للمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) توقف المجال الكهربائي عند ترددات أعلى من 2 000 MHz؛ إلا أن وحدات المجال الكهربائي وقياسات V/m مناسبة للعديد من الإدارات، لأنها تراقب شدة المجال وليس كثافة القدرة. وما بين 100 kHz و10 MHz، ينبغي اتباع القيمة المتشددة لكل تردد وفق المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2010) أو ICNIRP (2020)، وما دون التردد 6,27 MHz يسري حد 83 V/m لعامة الناس.

**الشكل 13: المستويات المرجعية – لعامة الناس في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) ومعيار IEEE (2019) والمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020)**




المصدر: Fryderyck Lewicki [40]

### *2.3.3.3 حدود المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) و(2020) والمعيار IEEE 95.1 (2019) والمطبقة على الأجهزة اليدوية الخلوية*

يتلقى الجمهور العام أعلى مستوى من التعرُّض من الأجهزة اليدوية مثل الهواتف المتنقلة، التي تطلق معظم طاقة الترددات الراديوية (RF) في المخ والأنسجة المجاورة. وحجم التعرُّض النموذجي الذي يتلقاه المخ من الأجهزة اليدوية عدة مرات أكبر من التعرُّض الذي يتلقاه من محطات قاعدة الهواتف المتنقلة القائمة على أعلى الأسقف أو من محطات التلفزيون والإذاعة الأرضية. وفيما يخص مستويات التعرُّض، ثمة تمييز بين المرسلات المشعة الثابتة للمحطات القاعدة والأجهزة اليدوية المحمولة. ومن العملي تحليل التعرض في المجال البعيد[41] الصادر عن محطات لاسلكية ثابتة (تسهل محاكاتها وقياسها) نسبة إلى حدود كثافة القدرة (أو شدة المجال). ومن ناحية أخرى، تُستعمل أجهزة اليد بالقرب من جسم المستخدم، مما يعني أن الجسم مقترناً بتصميم جهاز اليد يؤثران تأثيراً قوياً على المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية في المجال القريب[42]. ويحدِّد معدل الامتصاص النوعي (SAR) [43]، المتعلق بالمجال الكهربائي الداخلي وبالتالي بارتفاع درجة الحرارة الناجمة عن المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية حدود العتبات للمصادر المستخدمة بالقرب من جسم الإنسان، بما في ذلك أجهزة اليد والحواسيب المحمولة.

وتتبع الجهاتُ المصنعة معايير اختبار الالتزام الدولية لضمان أن يعمل الجهاز عند اختباره على أقصى قدرة ملتزماً بالحدود الدولية أو الوطنية. وتعمل الأجهزة اليدوية بقدرة خرج كاملة في أسوأ ظروف للتوصيل (العوائق أو بُعد المسافة من محطة القاعدة)، وبالحد الأدنى لقدرة الخرج في أحسن ظروف للتوصيل (الانتشار في خط البصر وقريباً من المحطة القاعدة). ويتباين أقصى مستوى للمعدل SAR للهواتف المتنقلة المختلفة باختلاف التكنولوجيا وبالعديد من العوامل الأخرى، وعلى سبيل المثال، يتأثر المعدل SAR أيضاً بالمعلمات التقنية من قبيل الهوائي المستخدم وموقعه داخل الجهاز.

---

[40] F Lewicki. المجالات الكهرمغنطيسية وتنفيذ 5G. *ندوة الاتحاد الدولي للاتصالات الإقليمية لأوروبا وكومونولث الدول المستقلة بشأن إدارة الطيف الترددي والإذاعة*، 2 يوليو 2020.

[41] استناداً إلى التوصية ITU-T K.61، تعرف التوصية ITU-T K.91 المجال البعيد بأنه "منطقة مجال الهوائي حيث يكون توزيع المجال الزاوي بالضرورة مستقلاً من المسافة من الهوائي. وفي منطقة المجال البعيد، يغلب على المجال صفة الموجة المستوية، أي التوزيع الموحد محلياً لشدة المجال الكهربائي وشدة المجال المغنطيسي في مستويات متعامدة مع اتجاه الانتشار".

[42] استناداً إلى التوصية ITU-T K.52، تعرف التوصية ITU-T K.91 المجال القريب بأنه "منطقة مجال قريب توجد قريبة من هوائي أو هيكل آخر مشع لا يكون فيها للمجالين الكهربائي والمغنطيسي طابع الموجة المستوية بدرجة كبيرة، بل يختلف اختلافاً جديراً بالاعتبار من نقطة إلى نقطة.

[43] المعدل SAR هو المشتق الزمني للطاقة المتزايدة (dW) التي تمتصها (تشتتها) كتلة متزايدة؛ وترد في عنصر حجم كثافة كتلة معينة. انظر أيضاً التوصية ITU-T K.52.

وذكر الجدول 4 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) أن معدل الامتصاص النوعي المحلي (الرأس والجذع) من 10 MHz إلى 10 GHz ومعدل الامتصاص النوعي المحلي (الرأس والجذع) من 100 kHz إلى 10 MHz هو **2,0** (**W kg$^{-1}$**)، ويُحسب متوسطه في 10 g من الأنسجة، لأفراد عامة الناس. وترد القيود المحلية على معدل الامتصاص النوعي في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) (100 kHz إلى 6 GHz) ضمن الجدول 2 منها "القيود الأساسية للتعرض للمجال الكهرمغنطيسي من 100 kHz إلى 300 GHz، خلال فواصل زمنية لحساب المتوسط ≤6 دقائق"، ويرد ملخصها في هذا التقرير ضمن **الجدول 4**: موجز المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020). ولم تتغير القيم مقارنة بالمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998): **2,0 (W kg$^{-1}$)**.

وتقدم المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) قيوداً أساسية جديدة ($S_{ab}$، كثافة القدرة الممتصة) من 6 إلى 300 GHz بواقع 20 W/m$^2$ لعامة الناس؛ انظر الجدولين 1 و2 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020). ويرد متوسط المستويات المرجعية الإضافية للتعرض المحلي المحسوب خلال 6 دقائق في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) ضمن الجدول 6. وتحدد الملاحظتان 5 و6 ضمن الجدول 6 ما إذا كان ينبغي استخدام التقييد الأساسي أو المستوى المرجعي للالتزام (انظر الملاحظات المسطَّرة في **الجدول 3** في هذا التقرير). ولهذه القيود الأساسية/المستويات المرجعية الجديدة صلة بأجهزة الجيل الخامس (5G) من الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT) العاملة بترددات أعلى.

ويفيد المعيار IEEE C95.1 (2005) في الصفحة 78 بما يلي: "تغيرت قيم الذروة المكانية لمتوسط معدل الامتصاص النوعي (SAR) من W/kg 1,6 وW/kg 8 لتعرض عامة الناس والتعرض في البيئات الخاضعة للرقابة إلى W/kg 2 وW/kg 10 على التوالي." وتظهر جملة مماثلة في الصفحة 72 من المعيار IEEE C95.1 (2019). لذلك، تغير مستوى معدل الامتصاص النوعي لعام 1995 1,6 W/kg في عام 2005 ويبقى W/kg 2 في المعيار IEEE C95.1 (2019). انظر **الجدول 5**: C95.1-2019 (الجدول 5) – "حدود مرجعية قياس الجرعات، DRLs (من 100 kHz إلى 6 GHz)" في هذا التقرير تحدد للتعرض المحلي (الرأس والجذع) بواقع W/kg 2 للأشخاص في بيئات غير مقيدة. ويوضح المعيار IEEE C95.1-2019 (ص 112-113) أن سبب التغيير هو الانتقال من الأساس المنطقي القائم على قياس الجرعات البحت للمعيار السابق إلى اعتماد الأساس المنطقي للمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP القائم على أساس بيولوجي.

## 4.3 مراجع دولية إضافية

### 1.4.3 توصيات قطاع تقييس الاتصالات والإضافات إلى السلسلة K منها ذات الصلة

ما برحت لجنة الدراسات 5 بقطاع تقييس الاتصالات (البيئة وتغير المناخ والاقتصاد الدائري) تنشط بشكل خاص في وضع توصيات للحماية من مجالات الترددات الراديوية وقياسها/حسابها. وتحتوي القائمة أدناه على أهم توصيات قطاع تقييس الاتصالات (معايير) بشأن المجال الكهرمغنطيسي إلى جانب الإضافات ذات الصلة.[44]

- ITU-T K.52: مبادئ إرشادية بشأن التقيّد بالقيم الحدية لتعرض الإنسان للمجالات الكهرمغنطيسية
- ITU-T K.61: مبادئ توجيهية للقياس والتنبؤ الرقمي بالمجالات الكهرمغنطيسية لغرض تقيد منشآت الاتصالات بالقيم الحدية لتعرض الإنسان للمجالات الكهرمغنطيسية
- ITU-T K.70: تقنيات التخفيف للحد من تعرض الإنسان للمجالات الكهرمغنطيسية بالقرب من محطات الاتصالات الراديوية
- ITU-T K.83: رصد سويات المجال الكهرمغنطيسي
- ITU-T K.90: أساليب التقييم وإجراءات العمل من أجل الامتثال لحدود تعرض موظفي شركات التشغيل للمجال الكهرمغنطيسي لترددات الطاقة
- ITU-T K.91: مبادئ إرشادية لتقدير وتقييم ومراقبة التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للتردد الراديوي
- ITU-T K.100: قياس المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية لتحديد امتثالها لحدود التعرض البشري لهذه المجالات عندما توضع محطة قاعدة في الخدمة

[44] قطاع تقييس الاتصالات. السلسلة K من توصيات قطاع تقييس الاتصالات.

- ITU-T K.113: إعداد خرائط لمستويات المجالات الكهرمغنطيسية في الترددات الراديوية
- ITU-T K.122: مستويات التعرض في المحيط القريب من هوائيات الاتصالات الراديوية
- ITU-T K.145: تقييم وإدارة الامتثال لحدود التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية للعاملين في مواقع ومرافق الاتصالات الراديوية

وتوضح هذه القائمة، أن هناك بالفعل مجموعة شاملة من توصيات/معايير الاتحاد الدولي للاتصالات لمعالجة المخاوف الواقعية بشأن التعرض للترددات الكهرمغنطيسية من الشبكات والأجهزة.

وتشمل الإضافات إلى السلسلة K من توصيات قطاع تقييس الاتصالات ما يلي:

- K Suppl. 1: ITU-T K.91 – دليل بشأن المجالات الكهرمغنطيسية والصحة
- K Suppl. 4: ITU-T K.91 – اعتبارات المجال الكهرمغنطيسي في المدن الذكية المستدامة
- K Suppl. 9: **تكنولوجيا الجيل الخامس والتعرّض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية**
- K Suppl. 13: مستويات التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية من الأجهزة المتنقلة والمحمولة أثناء ظروف الاستخدام المختلفة
- K Suppl. 14: أثر حدود التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية الأكثر صرامة من الحدود الموصى بها في المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRTP) أو حدود معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) بشأن نشر شبكات الاتصالات المتنقلة من الجيلين الرابع والخامس
- K Suppl. 16: تقييم الامتثال للمجالات الكهرمغنطيسية للشبكات اللاسلكية من الجيل الخامس
- K Suppl. 19: شدة المجال الكهرمغنطيسي (EMF) داخل قطارات السكك الحديدية تحت الأرض
- K Suppl. 20: التوصية ITU-T K.91 – إضافة بشأن تقييم التعرض للترددات الراديوية حول المحطات القاعدة تحت الأرض

وبفضل العمل المثمر الذي قامت به لجنة الدراسات 5، تُراجَع بانتظام السلسلة K من توصيات قطاع تقييس الاتصالات وإضافات السلسلة K إليها ذات الصلة. ويمكن العثور على آخر الإصدارات عبر الرابط https://www.itu.int/itu -t/recommendations/index.aspx?ser=K.

### 2.4.3 التقرير ITU-R SM.2452

يقدم التقرير ITU-R SM.2452،[45] بشأن قياسات لتقييم التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية، المنشور في يونيو 2019 معلومات عن القياسات المهمة. ويؤكد التقرير في مقدمته على ما يلي: "يقتضي تزايد المنشآت اللاسلكية بجميع أنواعها حول العالم إجراء قياسات دقيقة". ويسلط جدول المحتويات المعاد نشره أدناه الضوء على الموضوعات التي يغطيها هذا التقرير المهم للغاية من قطاع الاتصالات الراديوية:


1 مقدمة

2 الإطار التنظيمي

1.2 المبادئ التوجيهية لعام 1998 الصادرة عن اللجنة ICNIRP بشأن المرسلات: المستويات المرجعية

2.2 عرض خرائط لشدة المجال المحسوبة في محيط المرسلات

3 دليل عملي لقياسات تقييم التعرّض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية

1.3 المعرفة الأساسية اللازمة لنجاح عملية قياسات تقييم المجالات الكهرمغنطيسية

2.3 أدوات القياس ذات السمات المحددة لتقييم المجالات الكهرمغنطيسية

3.3 تقليل عدد نقاط القياس في الفضاء


[45] التقرير ITU-R SM.2452. بشأن قياسات لتقييم التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية.

4.3 اختصار وقت الرصد والاستقراء إلى أقصى تعرّض
5.3 كيفية تقييم التعرّض الناجم عن خدمات محددة
4 المراجع
5 مسرد المصطلحات والمختصرات

## 3.4.3 معايير اللجنة الكهرتقنية الدولية

فيما يلي المعايير والتقارير التقنية المحدثة مؤخراً الصادرة عن اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC)[46] والتي نُشرت في عامي 2019/2018:

- IEC TR 62669:2019 الإصدار 2.0 دراسات الحالة التي تدعم المعيار IEC 62232 – تحديد شدة مجال التردد الراديوي وكثافة القدرة والمعدل SAR على مقربة من المحطات القاعدة للاتصالات الراديوية لأغراض تقييم التعرّض البشري (تحديث بشأن الجيل الخامس (5G))
- IEC TR 63170:2018 الطبعة 1.0 (2018.08.15) إجراء قياس لتقييم كثافة القدرة المتعلقة بالتعرض البشري لمجالات الترددات الراديوية من أجهزة الاتصالات اللاسلكية العاملة بين 6 GHz و100 GHz (تطبيقات 5G)
- IEC PAS 63151:2018 الطبعة 1.0 (2018.08.15) إجراء قياس لتقييم معدل الامتصاص النوعي للتعرض البشري لمجالات الترددات الراديوية من أجهزة الاتصالات اللاسلكية المحمولة باليد والمركَّبة على الجسم - الأنظمة القائمة على قياس المتجهات (المدى الترددي من 30 MHz إلى 6 GHz)
- IEC TR 62905:2018 الطبعة 1.0 (2018.02.06) أساليب تقييم التعرض لأنظمة نقل القدرة اللاسلكية
- IEC TR 63167:2018 الطبعة 1.0 (2018.06.05) تقييم تيار التماس المرتبط بتعرض الإنسان للمجالات الكهربائية والمغنطيسية والكهرمغنطيسية

وتشمل معايير وتقارير اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) المهمة الأخرى ما يلي:

المعايير:

- IEC 62209-1 (2016): إجراء القياس لتقييم معدل الامتصاص النوعي للتعرض البشري لمجالات الترددات الراديوية من أجهزة الاتصالات اللاسلكية المحمولة باليد والمركَّبة على الجسم – الجزء 1: الأجهزة المستخدمة بجوار الأذن (المدى الترددي من 300 MHz إلى 6 GHz)
- IEC 62232 (2017): تحديد شدة مجال التردد الراديوي وكثافة القدرة والمعدل SAR على مقربة من المحطات القاعدة للاتصالات الراديوية لأغراض تقييم التعرّض البشري.

التقارير:

- IEC TR36170 [47] تقرير تقني 6-100 GHz، يوليو 2018
- IEC/IEEE 62704-5 [48] معيار دولي (للحساب) 6-100 GHz، مايو 2020
- IEC/IEEE 63195-1 [49] معيار دولي (للقياس) 6-100 GHz، ديسمبر 2020

ومعيارا القياس الدوليان الرئيسيان لقياس معدل الامتصاص النوعي في رأس الإنسان هما المعياران IEC 62209-1 وIEEE 1528.

---

[46] اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC). https://www.iec.ch/homepage

[47] IEC TR 63170:2018. إجراء قياس لتقييم كثافة القدرة المتعلقة بالتعرض البشري لمجالات الترددات الراديوية من أجهزة الاتصالات اللاسلكية العاملة بين 6 GHz و100 GHz.

[48] IEC وIEEE. IEC/IEEE 62704-5. تحديد ذروة معدل الامتصاص النوعي في جسم الإنسان من أجهزة الاتصالات اللاسلكية، 30 MHz-6 GHz : الجزء 4: المتطلبات العامة لاستخدام أسلوب العناصر المتناهية (FEM) لحسابات معدل الامتصاص النوعي.

[49] IEC وIEEE. IEC/IEEE 63195-1. إجراء قياس لتقييم كثافة القدرة المتعلقة بالتعرض البشري لمجالات الترددات الراديوية من أجهزة الاتصالات اللاسلكية العاملة في جوار الرأس والجسم ما بين 6 GHz و300 GHz.

### 4.4.3 معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE)

- IEEE 1528 (2003): الممارسة الموصى بها من معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) لتحديد ذروة معدل الامتصاص النوعي المكاني (SAR) في الرأس البشري من أجهزة الاتصالات اللاسلكية: تقنية القياس
- IEEE Standard C95.1-2005: مستويات السلامة فيما يتعلق بالتعرّض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية، من 3 kHz إلى 300 GHz.
- IEEE C95.1-2019: معيار IEEE بشأن مستويات السلامة فيما يتعلق بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية، للمدى من 0 Hz إلى 300 GHz.

### 5.4.3 موجز – أفضل الممارسات، الحدود الدولية للتعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF)

تُشجَّع الإدارات على اتّباع المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤيّن (ICNIRP) أو المعيار الذي اعتمده معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE)، أو الحدود التي يعينها خبراء كل منها. وفي حال اختيار الإدارات استخدام الحدود الدولية لمستويات التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF)، فأفضل ممارسة هي تقييد مستويات التعرض بالعتبات المحددة في المبادئ التوجيهية الصادرة (عام 2020) عن اللجنة الدولية ICNIRP.

# الفصل 4 – سياسات الحد من التعرض لمجالات الترددات الراديوية

مع نشر شبكات الجيل الخامس (5G) اللاسلكية، أثار التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية (EMF) الناتجة عنها مخاوف الجمهور في بعض البلدان. ويلخص هذا الفصل التدابير التنظيمية الرئيسية بشأن التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية التي اعتمدتها البلدان المختلفة ويعرض الممارسات المتبعة على الصعيد الوطني بشأن حدود التعرض.

## 1.4 المبادئ التوجيهية للتنظيم الوطني

تتعايش أنظمة تقييد المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) المختلفة في العالم.[50] ونشر معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) نسخته المراجعة من المعيار IEEE C95.1 في أكتوبر 2019.[51] واعتُمدت النسخ السابقة من المعيار في ساموا الأمريكية وبوليفيا وميكرونيزيا وغوام والعراق وجزر مارشال وجزر ماريانا الشمالية وبالاو وبورتوريكو والولايات المتحدة وجزر فيرجن التابعة للولايات المتحدة لتقييم التعرض من أجهزة الإرسال الراديوي. واعتمدت بوليفيا وكندا وكوبا والهند وجمهورية إيران الإسلامية والعراق وبنما وجمهورية كوريا والولايات المتحدة وفيتنام قيوداً على أساس معيار IEEE C95.1-1992 لتقييم التعرض في المجال القريب من الهواتف المتنقلة أو أجهزة راديوية ثنائية الاتجاه.

وفي مارس 2020، نشرت مجلة الفيزياء الصحية (*Health Physics*) المبادئ التوجيهية المراجعة الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) بشأن المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF).[52] والمبادئ التوجيهية بشأن المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية الصادرة عن ICNIRP (1998) هي حدود السلامة المستخدمة في أكبر عدد من الدول والمناطق في العالم. ونُشر الفرق بين نسخة عام 2020 ونسخة عام 1998 من المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP على شبكة الإنترنت[53]. وفي فبراير 2021، أصبحت أستراليا أحد أوائل البلدان التي طبقت المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) في معيار وطني.[54]

وتقر منظمة الصحة العالمية (WHO) في موقعها الإلكتروني بالمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP وبمعيار IEEE كفلك، ولكنها تشجع على تبني المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP. وقامت مجموعتا التقييس بالعديد من الأنشطة سعياً لمواءمة المعايير. وتتواءم حدود IEEE C95.1-2019 وICNIRP (2020) إلى حد كبير، وتتطابق حدود كثافة قدرة تعرض كامل الجسم للمجالات المستمرة فوق 30 MHz. ولإصدار عام 2019 من معيار C95.1 نفس حدود التعرض للمجال القريب كالمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020).

وتطبق بعض البلدان حدود تعرض أكثر تحفظاً من تلك التي أوصت بها اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP)، ومنها على سبيل المثال، بلجيكا وإيطاليا ولوكسمبورغ وسويسرا. ويتبنى الاتحاد الروسي تقليديا نظام حدود متشدد. وتبنت الهند معيار ICNIRP ولكنها غيرت، في سبتمبر 2012، الحدود إلى 10/1 معيار ICNIRP بشأن مصادر التعرض في المجال البعيد. وتتبع الصين نهجاً مختلفاً لوضع حدود التعرض الخاصة بها، وهي أيضاً أكثر تقييداً بكثير من الحدود التي أوصت بها اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP).

---

50 منظمة الصحة العالمية (WHO). مرصد الصحة العالمي.

51 IEEE (2019). معيار IEEE C95.1-2019. معيار IEEE بشأن مستويات السلامة فيما يتعلق بالتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية، للمدى من 0Hz إلى 300 GHz.

52 ICNIRP (2020). اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع غير المؤين، (ICNIRP). المبادئ التوجيهية عام 2020 بشأن المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF EMF). المبادئ التوجيهية للحد من التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية (100 kHz إلى 300 GHz) 2020. *الفيزياء الصحية*، 118(5): 483-524، مايو 2020.

53 ICNIRP. الاختلافات بين المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) والمبادئ التوجيهية السابقة.

54 الوكالة الأسترالية للحماية من الإشعاع والسلامة النووية (ARPANSA). وكالة ARPANSA تصدر معيار أمان الموجات الراديوية الأسترالي الجديد، 25 فبراير 2021.

## 2.4 الممارسات الوطنية لضمان الالتزام بحدود التعرض

ومع تزايد شعبية الأجهزة المتنقلة، يلزم إنشاء عدد كبير من محطات القاعدة لتحسين جودة الاتصالات وتلبية الطلب المتزايد على البيانات اللاسلكية. ويبرز هذا التحدي أكثر بفعل الخصائص التقنية لتكنولوجيا الجيل الخامس (5G). لذلك، أنشأت العديد من البلدان سلسلة من الممارسات لضمان الالتزام بحدود التعرض.

ومع تقدم تكنولوجيا الاتصالات اللاسلكية من الجيل الثاني (2G) إلى الجيل الرابع (4G)، اضطلع المشغلون الدوليون بالتخطيط ونفذوا التشارك في البنية التحتية لتقليل عدد محطات القاعدة/الهوائيات وتقليل تكاليف البناء إلى أدنى حد. فعلى سبيل المثال، أنشأت الصين، في عام 2014، مؤسسة بناء وصيانة البنية التحتية على نطاق واسع – شركة برج الصين المحدودة (برج الصين)[55]. وقد أسس الشركة ثلاثة مشغلين رئيسيين وهي مسؤولة عن تقديم البنية التحتية. ويتشارك المشغلون في البرج لتوحيد المواقع، وتنسق شركة برج الصين المتطلبات من المشغلين الثلاثة وتضع خطة شاملة لتركيب الهوائيات يمكن أن تقلل من تعرض السكان غير الضروري للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF).

واعتمدت بوروندي[56] إطاراً قانونياً مناسباً لإدارة البنى التحتية للاتصالات بمكّن من تنظيم تركيب هوائيات الاتصالات وصواريها بكفاءة. وفي إطار هذه المبادرات، وضعت بوروندي بالتعاون مع الاتحاد الدولي للاتصالات إطاراً قانونياً من أجل إدارة التشارك في البنى التحتية للاتصالات في بوروندي على النحو المناسب، وسيكون لهذا الإطار آثار إيجابية على القطاع من الناحية التنظيمية والتقنية والمالية. وأخيراً، سيمكّن وضع مبادئ توجيهية تتضمن حدوداً وعتبات من ضمان الالتزام بحدود التعرض.

اتخذ المجلس الوطني للاتصالات (CONATEL) في هايتي[57] خطوات لضمان التحقق الصارم من نشر البنية التحتية اللاسلكية اللازمة لتغطية مختلف بقاع البلاد بغية تنظيم انتشار منشآت الاتصالات الراديوية في جميع أنحاء البلاد.

وتدرك السنغال[58] القلق السائد بشأن تأثير الموجات غير المؤينة على السكان من خلال الدراسات المختلفة التي تجريها المنظمات الدولية. ونفذت السنغال حملات قياس لتقييم التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) واقتنت معدات للتحكم في مستويات المجالات الكهرمغنطيسية ومراقبتها في جميع أنحاء البلاد. وأُجريت حملات قياس (*المجال الكهرمغنطيسي – الإشعاع غير المؤين*) (CEM-RNI) في المناطق الحضرية المكتظة بالسكان في السنغال وفقاً للتوصيات الواردة في دليل مراقبة الطيف الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية، وتوصيات السلسلة K من قطاع تقييس الاتصالات، والمبادئ التوجيهية الصادرة عن قطاع تنمية الاتصالات والمبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP).

فمن أجل إنشاء نظام إيكولوجي شفاف وقابل للمساءلة فيما يتعلق بتبادل المعلومات عن أبراج الاتصالات المتنقلة والالتزام بشأن التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF)، أطلقت إدارة الاتصالات في الهند[59] مؤخراً بوابة على شبكة الإنترنت تعرف باسم "Tarang Sanchar"، هدفها تحقيق الثقة والقناعة فيما يتعلق بسلامة أبراج الاتصالات المتنقلة وعدم تسببها في أي ضرر، وتفنيد جميع الخرافات وحالات سوء الفهم.

واستخدمت غانا[60] اعتماد النوع لحماية أجهزة الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والمستعملين والشبكات. ومختبر غانا لاعتماد النوع، الذي يعتبر الأول من نوعه في منطقة غرب إفريقيا، غير مخصص فقط لمراقبة السوق الداخلية، ولكنه بمثابة محور لاختبار المعدات مفتوح أمام المنظمين والبائعين داخل المنطقة الإفريقية أيضاً.

واتخذت غينيا[61] تدابير عبر هيئة تنظيم البريد والاتصالات (ARPT) لمعالجة هذه المشكلة المثيرة للقلق على الصعيد الوطني. وفيما يتعلق بالإشعاعات غير المؤينة، وضعت الهيئة التنظيمية مبادئ توجيهية. وبعد الحصول على مختلف الأدوات التقنية اللازمة لإجراء قياسات منتظمة لمستويات الإشعاع، كان مشروع إنشاء مختبر

[55] وثيقة لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/68 من الصين.
[56] وثيقة لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات 2/271، من بوروندي.
[57] وثيقة لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات 2/255، من هايتي.
[58] وثيقة لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/50، من السنغال [بالفرنسية].
[59] وثيقة لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/71، من الهند
[60] وثيقة لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/82، من غانا.
[61] وثيقة لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات 2/292، من غينيا.

لمراقبة التزام المعدات الراديوية قيد الدراسة. ونُفذت حملات منتظمة لقياس التعرض للمجال الكهرمغنطيسي وأتيحت النتائج في الموقع الإلكتروني لهيئة تنظيم البريد والاتصالات.

ويعد الإبلاغ عن المخاطر أيضاً أسلوباً مهماً لتقليل مخاوف العامة بشأن التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF). وقد وضعت منظمة الصحة العالمية والاتحاد الدولي للاتصالات خططاً للاتصالات بشأن مخاطر الإشعاع الكهرمغنطيسي. وهما يشجعان باستمرار تبادل المعارف بشأن التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية بين البلدان والمناطق في جوانب مختلفة، مثل وضع المعايير وأنشطة البحوث والملخص الدوري لنتائج البحوث والتقارير وتنظيم الندوات.

وقدم مكتب تنمية الاتصالات (BDT)[62] نظرة مفصلة في الأنشطة الوطنية عبر العروض المقدمة خلال الحلقة الدراسية الإقليمية الخاصة بأوروبا وكومنولث الدول المستقلة بشأن "تنفيذ الجيل الخامس في أوروبا وكومنولث الدول المستقلة: الاستراتيجيات والسياسات التي تتيح فرص نمو جديدة"، والتي عُقدت في الفترة من 3 إلى 5 يوليو 2018، في بودابست، هنغاريا.

## 3.4 تأثير IMT-2020 (5G) على المجالات الكهرمغنطيسية

وأُطلق رسمياً في 21 ديسمبر 2017 أول إصدار من الاتصالات الراديوية الجديدة (5G NR) خلال الاجتماع العام الثامن والسبعين بشأن شبكة النفاذ اللاسلكي (3GPP RAN)، فكان أول معيار لتكنولوجيا الجيل الخامس (5G) قابل للنشر تجارياً في العالم. وفي الوقت الحالي، ينقسم المدى الترددي لتكنولوجيا الجيل الخامس المحدد بمشروع شراكة الجيل الثالث (3GPP) إلى المدى الترددي 1 (FR1) والمدى الترددي 2 (FR2). وعادةً ما يُطلق على FR1 اسم sub-6 GHz، أو ما دون 6 GHz. وفي الوقت الحالي، يعد 3,5 GHz أحد النطاقات الرئيسية لتطبيقات 5G. بيد أن مشروع 3GPP حدد أيضاً نطاقات أخرى متاحة لتسهيل النشر المرن. والمدى الترددي 2 (FR2) هو أساساً عالي التردد، ويشار إليه عادةً باسم الموجة المليمترية. وقدرته على الاختراق ضعيفة ولكن عرض نطاقه كافٍ ولا يوجد مصدر تداخل عليه. وطيفه نظيف وسيستخدم على نطاق واسع في المستقبل.

ونظراً لخصائص تكنولوجيات المدخلات المتعددة والمخرجات المتعددة (MIMO) والموجات المليمترية المستخدمة في نظام الاتصالات المتنقلة من الجيل الخامس، تقتضي الضرورة تقييم مستويات المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF). وأشارت دراسة رائدة [63] إلى أن المتوسط الزمني للقدرة القصوى في كل اتجاه حزمة يقل كثيراً عن القدرة القصوى النظرية، ويقل عما توقعته النماذج الإحصائية القائمة.

وتشير تكنولوجيا MIMO إلى الاستخدام المتزامن لهوائيات إرسال واستقبال متعددة، بحيث يمكن إرسال الإشارات واستقبالها عبر هوائيات متعددة في جهاز الإرسال والاستقبال، وبالتالي تحسين جودة الاتصال. وبدون زيادة موارد الطيف وقدرة إرسال الهوائي، فإنها تضاعف سعة قناة النظام، وتظهر مزايا واضحة. وهي تُعتبر بمثابة التكنولوجيا الرئيسية للجيل التالي من الاتصالات المتنقلة.

ويُقترح نموذج المتوسط الزمني لمستويات قدرة قصوى واقعية من أجل تقييم التعرض للترددات الراديوية من الجيل الخامس من محطات القاعدة الراديوية (RBS) باستخدام تكنولوجيا MIMO على نطاق هائل.[64] ويعتمد النموذج على نهج إحصائي وقد أُعد لتقديم تقييم واقعي محافظ للتعرض للترددات الراديوية في نسبة كبيرة من جميع سيناريوهات التعرض الممكنة للوصلة الهابطة (الشريحة المئوية الخامسة والتسعين). وتؤخذ في الاعتبار عوامل، مثل استخدام محطات القاعدة الراديوية، والازدواج بتقسيم الوقت، ووقت الجدولة الزمنية، والتوزع المكاني للمستخدمين ضمن خلية. ويُعرض النموذج في معادلة مغلقة الشكل. وكمثال على سيناريو مطابق لمنتج متوقع من الجيل الخامس من محطات القاعدة الراديوية، تبين أن أعلى مستوى واقعي للقدرة القصوى يقل عن 15 في المائة من الحد الأقصى النظري المقابل. وبالنسبة لسيناريوهات التعرض في المجال البعيد، يقابل ذلك تقصير مسافة الالتزام بحد المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) بعامل يقارب 2,6. وتعطى النتائج لصفائف الهوائيات ذات المقاسات المختلفة ولسيناريوهات قولبة الحزمة في السمت والارتفاع معاً.

---

[62] وثيقة لجنة الدراسات 2 لقطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/40 + Annex، من مكتب تنمية الاتصالات (BDT).

[63] Davide Colombi وآخرون. (2020). تحليل القدرة الفعلية والتعرض للمجالات الكهرمغنطيسية من محطات القاعدة في شبكة الجيل الخامس (5G) التجارية. مجلة *العلوم التطبيقية* (35)، 10:5280.

[64] Björn Thors وآخرون. (2017). المتوسط الزمني لمستويات قدرة قصوى واقعية من أجل تقييم التعرض للترددات الراديوية من الجيل الخامس من المحطات القاعدة الراديوية باستخدام تكنولوجيا MIMO على نطاق هائل. مجلة *IEEE Access*، 5، 19711-19719

علاوة على ذلك، أدخل المعهد الفيدرالي السويسري للقياس (METAS) أسلوب قياس المجال الكهرمغنطيسي (EMF) بصورة انتقائية للشفرة في تكنولوجيا الراديو الجديد من الجيل الخامس (5G NR).[65] وفي هذا القياس، يجري فك تشفير وقياس إشارات الجيل الخامس (5G) المحددة، أي كتل إشارة التزامن/قناة PBCH (SSB) ومعرفات خلية الطبقة المادية (PCI). ومن خلال تطبيق عامل الهوائي لهوائي القياس التوجيهي وجمع كل كتل SSB لكل معرف PCI، يمكن اشتقاق نتيجة موثوقة وفريدة بوحدة mV/m لكل معرف PCI. وهو يقدم كل التفاصيل، مما يمكّن المشغلين وموردي البنية التحتية من العثور على أفضل حل وسط بين الالتزام بالحدود القطرية للتعرض للمجالات الكهرمغنطيسية وتقديم التغطية والسعة المثلى للشبكة، ويمكّن الإدارات الوطنية من التحقق من هذه الحدود.

وفي سؤال وجواب مع منظمة الصحة العالمية بشأن الجيل الخامس (5G) من شبكات الاتصالات المتنقلة والصحة، أفيد بما يلي: "لا تُتوقع عواقب على صحة العامة، شريطة بقاء التعرض الإجمالي أقل مما تحدده المبادئ التوجيهية الدولية."[66]

واستجابةً لمخاوف العامة، نُفذت سلسلة من حملات القياس ونشر مكتب تنظيم الاتصالات (Ofcom) في فبراير 2020 نتائج قياسات التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية بالقرب من ستة عشر محطة قاعدة مزودة بتكنولوجيا الجيل الخامس (5G) وهي تُظهر مستويات المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) في مجمل 22 موقعاً من مواقع الجيل الخامس (5G) في 10 مدن بريطانية، بما في ذلك أيضاً قياسات 2G و3G و4G.[67] وكانت جميع المواقع ذات أجزاء صغيرة من المستويات المرجعية لتعرض العامة في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP.[68] وتنشر الوكالة الوطنية الفرنسية للترددات (ANFR) على موقعها الإلكتروني[69] بانتظام بيانات لنشر مواقع 5G ويمكن العثور على نتائج القياس عبر الإنترنت.[70] وجرت أيضاً محاكاة تكنولوجيات تحقيق التعايش الأمثل بين 4G و5G.[71]

واتُفق على أن تكنولوجيا الجيل الخامس (5G) التي تعمل فوق 10 GHz (6-10 GHz كتردد انتقالي للتعرض المحلي) لن تستخدم معدل امتصاص نوعي (SAR) للتعرض الجزئي للجسم، بل كثافة القدرة بوصفها القيد الأساسي، نظراً لصعوبة تحديد حجم ذي مغزى لتقييم SAR على عمق اختراق ضحل للغاية. ولكن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) أبقت حدود متوسط معدل الامتصاص النوعي لكامل الجسم كقيد أساسي إضافي لتعرض كامل الجسم حتى 300 GHz. وتستخدم المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (1998) كثافة القدرة الواردة كمستويات مرجعية، لا تأخذ في الاعتبار انعكاس أو إرسال الطاقة على الحدود، ولا تنظر في انتقال الحرارة بين الأنسجة أو بين الأنسجة والبيئة. وتقدم المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (2020) أيضاً كثافة القدرة الممتصة كقيد أساسي عند الترددات الأعلى (>6 GHz). وفي المستقبل، يمكن اعتبار درجة الحرارة معلمة مقبولة لإثبات سلامة التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) (كما هو الحال في صناعة التصوير بالرنين المغنطيسي) لأنها أكثر صلة بالضرر الفعلي.

ودرس Zhao وآخرون (2015)[72] التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية من صفيف مرتب الأطوار لأجهزة متنقلة تعمل في نطاق 15 GHz و28GHz . وأجرى Thors وآخرون (2016)[73] سلسلة من عمليات محاكاة التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) من صفيف هوائيات في معدات الجيل الخامس (5G) من الاتصالات المتنقلة ما بين 10 GHz و15 GHz. ولتلبية معايير التعرض الرئيسية للمجال

---

65 المعهد الفيدرالي السويسري للقياس (METAS)، سويسرا (2020). التقرير التقني: المعهد الفيدرالي للقياس (METAS)، أسلوب قياس محطات قاعدة تكنولوجيا الراديو الجديد (NR) من الجيل الخامس (5G) في ترددات تصل إلى 6 GHz، 18 فبراير 2020). انظر أيضاً الاتحاد الدولي للاتصالات (2020) أدناه.

66 الاتحاد الدولي للاتصالات (2020)، "ورقة معلومات أساسية - تنفيذ الجيل الخامس (5G) من أجل الصالح العام: ما أهمية المجالات الكهرمغنطيسية؟"، الصفحة 21. *منتدى الاتحاد الإقليمي لمنطقة أوروبا: استراتيجيات بشأن تكنولوجيا الجيل الخامس وسياساتها وتنفيذها*، 22-23 أكتوبر 2020.

67 Ofcom، المملكة المتحدة (2020). قياسات المجال الكهرمغنطيسي (EMF) بالقرب من محطات قاعدة الهواتف المتنقلة من الجيل الخامس: ملخص النتائج، 21 فبراير 2020.

68 المرجع نفسه، الصفحة 37.

69 *الوكالة الوطنية الفرنسية للترددات (ANFR)*، فرنسا: https://www.anfr.fr/en/home/.

70 ANFR. Cartoradio: خريطة المحطات الإذاعية وقياسات الموجات.

71 ANFR. أخبار. محاكاة للتعرض لموجات المهاتفة المتنقلة في منطقة حضرية كثيفة، مع الأخذ في الحسبان بالتطور التدريجي في الجيل الرابع والجيل الخامس. 15 سبتمبر 2020.

72 Kun Zhao وآخرون. (2015). دراسة التعرض للمجال الكهرمغنطيسي فيما يتعلق بصفيف الموجات المليمترية مرتب الأطوار في الأجهزة المتنقلة للجيل الخامس (5G) من الاتصالات. *رسائل IEEE بشأن الهوائيات والانتشار اللاسلكي*، 1-1.

73 Björn Thors وآخرون. (2016). التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية من صفيف هوائيات في معدات الجيل الخامس (5G) من الاتصالات المتنقلة، *IEEE Access*، 4، 7469-7478.

الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية، يجري التحقق من قدرة الإرسال القصوى لصفيف هوائيات منشور في معدات المستخدم ومحطات القاعدة اللاسلكية منخفضة القدرة في أنظمة الجيل الخامس (5G) من الاتصالات المتنقلة، مع مراعاة عوامل مثل التردد ومقاس الصفيف، والمسافة من جسم الإنسان، ومدى المسح وطوبولوجيا الصفيف. والنتائج ذات قيمة كبيرة لتصميم أنظمة الاتصالات المتنقلة باستخدام صفيف هوائيات قادر على قولبة الحزمة. وللسماح بمستويات قدرة أكبر، تقتضي الضرورة توجيه الطاقة المرسَلة بعيداً عن جسم الإنسان من خلال حلول تقنية قابلة للتنفيذ. ووفقاً لمعيار التعرض المعمول به للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية، ينمكن أن يتغير كثيراً مستوى قدرة الإرسال القصوى وقدرة الإشعاع متعدد الاتجاهات المكافئة القصوى في أنظمة الجيل الخامس (5G) من الاتصالات المتنقلة. وقد يؤدي هذا التناقض إلى شروط نفاذ مختلفة في أسواق مختلفة. وقد جمع Joshi وآخرون (2020)[74] البيانات من شبكات الجيل الخامس التجارية في أستراليا وجمهورية كوريا ووجدوا أن متوسط مستويات قدرة إرسال الجهاز كان 1 في المائة من الحد الأقصى وتمكن مقارنته بأجهزة الجيل الرابع.

## 4.4 التعرض لمرسلات الأجهزة الأخرى قصيرة المدى، مثل Wi-Fi وBluetooth

تتسبب مصادر المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) الداخلية الأخرى، مثل Wi-Fi وBluetooth وأجهزة التوصيلية اللاسلكية المختلفة، مثل المسيِّرات وأجهزة الشحن اللاسلكية بالتعرض أيضاً لهذا المجال – وهذا يحتاج إلى مزيد من التوضيح.

يعتمد التعرض الناتج عن هذه المنتجات بشكل أساسي على القدرة المرسَلة. ويمكن أن تقدم معايير الشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) التي وضعها معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) بالفعل معدلات بيانات تصل إلى 72 Mbit/s في قناة واحدة. وفي أوروبا، تمتلك الأنظمة التي تعمل في نطاق 2,4 GHz قدرة قصوى تبلغ 100 mW. ويبدي التعرض الشخصي لإشارات Wi-Fi الخصائص العامة نفسها للتعرض من محطات القاعدة (المجال البعيد) والهواتف المتنقلة (المجال القريب). وفي حين أن التعرض للمجال القريب من أجهزة Wi-Fi الموصولة بالمسيِّر يكون في الغالب محدوداً زمنياً وعلى أشده في أجزاء الجسم الأقرب إلى الجهاز، فإن التعرض للمجال البعيد بسبب المسيِّر هو تعرض لكامل الجسم. وفي قياس نقاط النفاذ (APs) التي تلامس شبحاً مسطحاً مملوءاً بسائل يحاكي الأنسجة، أفاد Kühn وآخرون (2006)[75] أن الحد الأقصى لمتوسط معدل الامتصاص النوعي في 10 g كان أقل من 1 W/kg. وأبلغوا أيضاً عن كثافة قدرة قصوى تبلغ حوالي 3 $mW/m^2$ على مسافة 1 متر و40 $mW/m^2$ على مسافة 0,2 متر من نقطة نفاذ. وعلى نفس المسافتين، أبلغ Foster عن 1 $mW/m^2$ وحوالي 180 $mW/m^2$ على التوالي. وينبغي التأكيد على أن جميع القيم المذكورة أعلاه تقل عن المستوى المرجعي البالغ 10 $mW/m^2$ المحدد في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) بشأن المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF). وأكدت الدراسات العددية التي أجراها Martínez-Búrdalo وآخرون (2009)[76] أيضاً أن قيم معدل الامتصاص النوعي (SAR) المحلية القصوى تقع ضمن قيود ICNIRP الأساسية لعامة الناس. وفي نطاق 2,4 GHz، وباستخدام قدرة 100 mW وعامل تشغيل واحد (100 في المائة)، حُسبت أعلى قيمة محلية لمعدل الامتصاص النوعي في الرأس على أنها 5,7 mW/kg. غير أن عامل التشغيل أصغر في الواقع.

وتعمل تكنولوجيا Bluetooth في نطاق 2,4 GHz بقدرة خرج تبلغ 1 mW فقط، أي جزء من مليون من القدرة التي تستخدمها أفران الموجات المكروية. وهي 1/200 من قدرة الجيل الخامس (5G) من الهواتف المتنقلة. علاوة على ذلك، لا يمتص جسم الإنسان سوى جزء صغير، وبالتالي فإن التعرض لا يكاد يذكر.

وتفيد الاستنتاجات التي توصل إليها خبراء من منظمة الصحة العالمية ومعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) بأن التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) الصادر عن منتجات Bluetooth لم تثبت له أي آثار ضارة على جسم الإنسان.

---

[74] Paramananda Joshi وآخرون. (2020). مستويات القدرة الناتجة الفعلية لمعدات المستخدم في شبكات الجيل الخامس التجارية وآثارها على تقييم التعرض الواقعي للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية. مجلة *IEEE Access*. عبر الإنترنت: 9 نوفمبر 2020.

[75] Sven Kühn وآخرون (2006). تقييم التعرض البشري للإشعاع الكهرمغنطيسي من الأجهزة اللاسلكية في البيئات المنزلية والمكتبية. *وقائع الندوة الدولية السابعة بشأن التوافق الكهرمغنطيسي*، برشلونة، إسبانيا، 4-8 سبتمبر 2006.

[76] M. Martínez-Búrdalo وآخرون (2009). تقييم الميدان الزمني للاختلافات المتناهية (FDTD) للتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية من أجهزة Wi-Fi وBluetooth في بعض حالات التشغيل. الكهرمغنطيسية الحيوية *Bioelectromagnetics*، 30(2): 142-51.

# الفصل 5 - صياغة سياسات المجال الكهرمغنطيسي الوطنية بشأن حدود التعرض

اعتمدت الغالبية العظمى من البلدان قيم حد التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) بناءً على المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين أو معايير مهندسي الكهرباء والإلكترونيات. ولكن بسبب عدم اليقين المتصوَّر بشأن الآثار الضارة المحتملة للمجالات الكهرمغنطيسية على الصحة وتفسيرات المبدأ الوقائي، قررت بعض البلدان اعتماد تدابير إضافية من أجل حماية سكانها. وتشمل هذه التدابير، من بين أمور أخرى، اعتماد إطار قانوني وتنظيم حملة لتوعية الجمهور وتحديد حدود التعرض ووضع خريطة لحساب شدة المجال في محيط المرسِلات ونشر النتائج على شبكة الإنترنت.

## 1.5 الإطار القانوني

لضمان الحماية الكافية للسكان من الإشعاع غير المؤين على المستوى الوطني، ينبغي للدول الأعضاء أن تضمن وجود إطار تشريعي وقد سبق أن وضع مشروع المجال الكهرمغنطيسي الدولي التابع لمنظمة الصحة العالمية "تشريعاً نموذجياً" يقدم عينة الإطار القانوني للاستخدام على المستوى الوطني. وهو يتألف من "قانون نموذجي" و"لوائح نموذجية" و"مذكرة توضيحية" تصف نهج "القانون ولوائحه"[77].

وحتى الآن، وضع أكثر من 40 بلداً أطراً تشريعية وطنية تغطي المجالات الساكنة والمنخفضة والعالية التردد لعامة الناس والعمال إما على أساس إلزامي أو طوعي. ويمكن النفاذ إلى تفاصيل هذه الأطر القانونية المختلفة من الموقع الإلكتروني لمنظمة الصحة العالمية[78].

وفي بعض البلدان، سُنت تشريعات لفرض قيود على استخدام أو تموضع الأجهزة والبنية التحتية الداعمة. وتشمل هذه التدابير حظر الإعلان عن الهواتف الخلوية للأطفال دون سن معينة، وحظر أو تقييد الاتصال اللاسلكي في الحضانة أو المدارس الابتدائية، وإنشاء مناطق حول البنية التحتية المجتمعية مثل المستشفيات أو المدارس يُحظر فيها بناء البنية التحتية. وكثيراً ما يرد وصف هذه التدابير أو تبريرها على أسس "احترازية"، ولكن ينبغي للدول الأعضاء توخي الحذر الشديد بشأن سن مثل هذه التدابير في غياب أي دليل علمي. وتوصي منظمة الصحة العالمية "بضرورة تحليل التوازن بين التكلفة والمخاطر المحتملة"، وتدعو إلى "التقيد الصارم بمعايير السلامة الوطنية أو الدولية القائمة"[79]. وقد وُضعت هذه المعايير، بناءً على المعارف الحالية، لحماية كل فرد من السكان بعامل سلامة كبير.

## 2.5 وضع المعايير

لاستكمال الإطار القانوني الوطني، ينبغي للبلدان أيضاً اعتماد معايير التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) التي يمكن للإطار القانوني تفعيلها.

وحتى يونيو 2018، وضع أربعة وأربعون بلداً معايير وطنية بشأن الترددات الراديوية. وتغطي هذه المعايير المدى الممتد من الترددات الساكنة إلى المنخفضة إلى العالية لعامة الناس والعمال على السواء.[80]

وكما هو الحال مع "التشريع النموذجي"، أصدرت منظمة الصحة العالمية أيضاً "إطار وضع معايير المجالات الكهرمغنطيسية المستندة إلى الصحة". وتفيد منظمة الصحة العالمية بأن الإطار "يتناول كيفية وضع حدود التعرض الكمية للمجالات الكهرمغنطيسية المستندة إلى العلم" و"هو موجه إلى الهيئات الاستشارية الوطنية

---

77 منظمة الصحة العالمية. مواضيع تتعلق بالصحة. المجالات الكهرمغنطيسية. التشريعات النموذجية.

78 منظمة الصحة العالمية. بيانات. مستودع بيانات مرصد الصحة العالمي. الصحة العامة والبيئة. المجالات الكهرمغنطيسية: الوضع التشريعي – البيانات بحسب البلدان.

79 منظمة الصحة العالمية. ما هي المجالات الكهرمغنطيسية؟

80 منظمة الصحة العالمية. بيانات. مستودع بيانات مرصد الصحة العالمي. الصحة العامة والبيئة. المجالات الكهرمغنطيسية: المعايير القائمة – البيانات بحسب البلدان.

و/أو الهيئات التنظيمية التي تقوم إما بوضع معايير جديدة للمجالات الكهرمغنطيسية أو باستعراض أساس المعايير القائمة"[81].

ومعظم البلدان التي اعتمدت معايير وطنية فعلت ذلك على أساس توصيات اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP). وجرى تحديث المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP في عام 2020. والمعيار IEEE C95.1-2019 هو معيار مشابه يتعلق بحدود التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية. وفي حين توجد بعض الاختلافات بين الاثنين، إلا أنهما متوائمان إلى حد كبير في نهجهما وتوصياتهما.

## 3.5 تقييم المخاوف المتعلقة بالتعرض البشري للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF)

للناس مخاوف مجتمعية مختلفة تتعلق بالتعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF). وفي الواقع، تتمثل المخاوف المجتمعية في المخاطر أو التهديدات الناجمة عن الأخطار التي تؤثر على المجتمع[82]. فهم يتصورون خطراً في المجالات الكهرمغنطيسية ولا يمكنهم كشفه شخصياً، لكنهم يتسامحون مع ذلك النشاط بسبب الفوائد التي يحصلون عليها منه. فليس لدى السكان سوى تصور عن نشاط اجتماعي، لكنهم لا يستطيعون تقديم تفاصيل عن الطريقة التي يمكن أن تؤثر عليهم إيجاباً أو سلباً.

وفي تحليل مخاطر وفوائد الأنشطة الشائعة، تقدم ثلاثة مبادئ تجريبية أداة كمية:

1 استعداد عامة الناس لقبول مخاطر طوعية (مثل التزلج، والتعرض للترددات الراديوية من الهاتف) أكبر بحوالي 1000 مرة من المخاطر غير الطوعية (مثل الكوارث الطبيعية، والتعرض للترددات الراديوية من محطة القاعدة) التي تقدم نفس الفائدة[83].

2 يبدو أن قبول المخاطر يتناسب تقريباً مع الفوائد الحقيقية والمتصورة، بمكعب الفوائد (أُسها الثالث).

3 يرتبط المستوى المقبول للخطر عكسياً بعدد الأشخاص المعرضين لذلك الخطر (أكثر من 3 مليارات مشترك بالاتصالات الخلوية)[84].

ويشير المصدر نفسه إلى التضخيم الاجتماعي الذي يزيد من وطأة المخاطر المباشرة المتصورة كماً ونوعاً. ووسائل الإعلام هي الكيانات التي تهول المخاوف المجتمعية المتعلقة بالمجالات الكهرمغنطيسية، وبالتالي تفاقم القلق ضمن المجتمعات.

## 4.5 توعية عامة الناس

تدعو الحاجة لإبلاغ عامة الناس بحد التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) المستند إلى العلم، ومدى تحفظه، ولماذا تحمي هذه الحدود من جميع الآثار الصحية الضارة المعروفة للتعرض. ولتبديد الخرافات المتعلقة بالتعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية، تحتاج عامة الناس أيضاً لمعرفة حدود التعرض لهذا المجال الكهرمغنطيسي المستندة إلى العلم، وأن قدراً كبيراً من البحوث أجري بشأن الأنظمة اللاسلكية والصحة. وينبغي أن يعرفوا أيضاً أن منظمة الصحة العالمية تضطلع بهذا الأمر وقد أصدرت صحائف وقائع تتعلق بقضايا المجال الكهرمغنطيسي، بما في ذلك المطاريف المتنقلة ومحطات القاعدة والشبكات اللاسلكية.

وفيما يتعلق بالمطاريف والأجهزة المتنقلة، تصف الإضافة 13 إلى سلسلة التوصيات ITU-T K العوامل المختلفة التي تحدد مستوى التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية المقيس كمعدل امتصاص نوعي (SAR) ويعبَّر عنه بوحدات الواط لكل كيلوغرام (W/kg)، وهو المقياس المستخدم في المدى الترددي بين

---

81 منظمة الصحة العالمية (2006). إطار وضع معايير المجالات الكهرمغنطيسية المستندة إلى الصحة.

82 الوكالة التنفيذية المعنية بالصحة والسلامة (HSE) (2001)، تخفيف المخاطر، حماية الناس. Sudbury: كتب HSE. الصفحة 12؛ نقلاً عن David Ball وSonja Boehmer-Christiansen (2007). المخاوف المجتمعية والقرارات بشأن المخاطر. *مجلة المواد الخطرة* 144، ص. 556-563 (ص 557).

83 Paul Slovic (2000). تصور المخاطر، لندن: Earthscan. وجد Slovic (ص 121-136) أن البيانات لا تدعم الصيغة الكمية؛ وأن الناس على استعداد لقبول مخاطر لا إرادية عالية ذات فوائد كبيرة. ولكن Slovic يضع هذا القانون المفيد، مع بعض السلبيات التي تشوب هذا الأسلوب (ص 45، 81).

84 Haim Mazar (2008). تحليل الأطر التنظيمية للاتصالات اللاسلكية والاهتمامات والمخاطر المجتمعية: حالة توزيع الترددات الراديوية (RF) والترخيص لها (43-46)، بوكا راتون، 2009.

100 kHz و10 GHz.[85] وبناءً على هذه المعلومات التقنية، تقدّم إرشادات عملية لمستخدمي الأجهزة المتنقلة. ويرد في الإضافة أيضاً أن توافق آراء الخبراء يفيد بأن الأدلة العلمية، لا تُظهر، عند الالتزام بحدود التعرض الدولية، أي خطر على مستخدمي الأجهزة المتنقلة من التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية، بما في ذلك الأطفال والمراهقين. وصُممت الأساليب المستخدمة لاختبار التزام الأجهزة المتنقلة كي تتشدد بشأن البالغين والأطفال (انظر القسمين 5.5 و4.6).

ولإعلام السكان فيما يتعلق بمحطات القاعدة، تنشر بعض الإدارات مواضع مواقع الإرسال بانتظام، بما في ذلك محطات الراديو والتلفزيون وكذلك محطات القاعدة الخلوية. وفي بعض الحالات، توضح قواعد البيانات العامة هذه كثافة القدرة أو شدة المجال حول محطة القاعدة. ويعزز هذا النهج الانفتاح والشفافية فيما يتعلق بالمعلومات المتعلقة بمستويات التعرض، باستخدام قواعد البيانات كأداة لمعالجة الشواغل العامة التي لم يرد تحليلها بشكل مستقل. وتنشر أستراليا تقارير المجال الكهرمغنطيسي لجميع محطات القاعدة في أرشيف موقع الترددات الراديوية الوطني،[86] الذي اتُّفق عليه بين جمعية دوائر الصناعة والمنظم؛ علاوة على ذلك، ولتوعية عامة الناس، انظر برنامج سلامة الترددات الراديوية لدى جمعية الاتصالات المتنقلة الأسترالية (AMTA).[87]

## 5.5 حدود التعرض في المناطق المحيطة برياض الأطفال والمدارس والمستشفيات

وعلى النحو المذكور في القسم السابق، تفيد التوصية ITU-T K.91 [88] فيما يتعلق بالتعرض البشري، بغياب أسباب تقنية حالياً لتقييد تموضع محطات القاعدة حول رياض الأطفال والمدارس والمستشفيات. ويرجع ذلك إلى أن المبادئ التوجيهية الحالية بشأن التعرض تتضمن هوامش سلامة لحماية جميع أفراد المجتمع. وتذكر أن استخدام الهاتف المتنقل في مناطق الاستقبال الجيد يقلل أيضاً من التعرض لأنه يسمح للجهاز بالإرسال بقدرة منخفضة.

وفي بعض البلدان، خُفضت حدود التعرض بشكل تعسفي أكثر من تلك الموصى بها في المعايير الدولية، بدلاً من حظر محطات القاعدة في هذه المناطق؛ بينما انصب التركيز في بلدان أخرى، على حظر استخدام الأجهزة تماماً في هذه المواقع. وبصرف النظر عما إذا كانت هذه الأحكام تركز على البنية التحتية أو الأجهزة (أو كليهما)، فهي تستند إلى تصورات العامة بدلاً من العلم ولا يمكن تبريرها علمياً.

وتشير الاستطلاعات إلى أن البلدان التي اتخذت مثل هذه التدابير تبدي أعلى مستويات القلق[89]. وبدلاً من التخفيف من حدتها، بيد أن هذه التدابير تمنح مصداقية للتخوفات، حتى لو قيل إنها مجر تدابير "احترازية" وبالتالي، يبدو أن عامة الناس ينظرون إلى الاحتياطات على أنها مؤشر على وجود خطر كامن بدلاً من كونها وسيلة مساعدة للشعور بسلامة معزَزة.[90]

## 6.5 تقييم التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية حول أجهزة الإرسال

في حين أن إجراء قياسات ميدانية فعلية مفيد للغاية، إلا أنها مكلفة وتستغرق وقتاً طويلاً. ويتمثل أحد التدابير البديلة أو التكميلية على الأقل في السماح بإجراء حسابات لشدة المجال باستخدام أساليب موصوفة في المعايير التقنية الدولية من الاتحاد الدولي للاتصالات واللجنة الكهرتقنية الدولية (انظر القسم 4.3). وتفيد الهيئة التنظيمية الأسترالية ARPANSA، بأن المستويات البيئية المحسوبة تتجاوز عادةً القيم المقيسة بعوامل تتراوح بين 10 و1 000 أو أكثر.[91]

وعند النظر في مؤثرات تعدد تكنولوجيات الاتصالات المتنقلة في أحد المواقع، يمكن تحديد الحد الأقصى الواقعي من خلال النظر بشكل منفصل في إشارات الإذاعة وتأثيرات الطلب على الحركة في التكنولوجيات المختلفة

---

85 قطاع تقييس الاتصالات. الإضافة 13 (05/2018) للسلسلة K. مستويات التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (RF-EMF) من الأجهزة المتنقلة والمحمولة أثناء ظروف الاستخدام المختلفة.

86 جمعية الاتصالات المتنقلة الأسترالية (AMTA). أرشيف الموقع الوطني للترددات الراديوية (RFNSA).

87 AMTA. أمان شبكات الاتصالات المتنقلة.

88 التوصية ITU-T K.91 (01/2018). مبادئ إرشادية لتقدير وتقييم ومراقبة التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية.

89 المفوضية الأوروبية (2010). Eurobarometer. تقرير. المجالات الكهرمغنطيسية.

90 Christoph Boehmert وآخرون. (2020). استعراض منهجي للإبلاغ عن المخاطر الصحية الناجمة عن المجالات الكهرمغنطيسية من التكنولوجيات اللاسلكية. *مجلة بحوث المخاطر*، نُشر على الإنترنت في 20 إبريل 2019.

91 الوكالة الأسترالية للحماية من الإشعاع والسلامة النووية (ARPANSA). تقارير ARPANSA البيئية عن المجالات الكهرمغنطيسية.

الموجودة في الموقع.[92] وفي حالة هوائيات MIMO لاتصالات 4G/LTE، قد تتجاوز القيم المحسوبة القيم المقيسة ما لم تؤخذ في الاعتبار تأثيرات توجيه الحزمة والازدواج بتقسيم الوقت (TDD).[93] وهذا صحيح أيضاً بالنسبة لشبكة الجيل الخامس (5G) (انظر القسم 3.4).

## 1.6.5 حساب التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية

إن حساب مستويات للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية معلمة تنبغي معرفتها وتحليلها لتحسين الحماية وطمأنة السكان الذين يعيشون بالقرب من المنشآت التي تعد مصادر للتعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية. ومن بين منشآت الاتصالات التي ترسل المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية، يُنظر في مثالين في هذا السياق:

- أجهزة الإرسال التلفزيوني الرقمي؛
- أجهزة الإرسال الخلوي.

لسببين رئيسيين هما:

- كمية بث القدرة؛
- عدد أجهزة الإرسال المركَّبة في جوار السكان.

### *1.1.6.5 شدة المجال المحسوبة حول أجهزة الإرسال التلفزيوني الرقمي (DTV)*

يحيل التحليل التالي إلى القناة UHF 22 (في الإقليم 1):

- MHz 486-478 (مركز الترددات الراديوية MHz 482)؛
- مرسل بقدرة 60 000 واط كقدرة مشعة متناحية مكافئة (EIRP)؛
- m 60 فوق مستوى سطح الأرض.

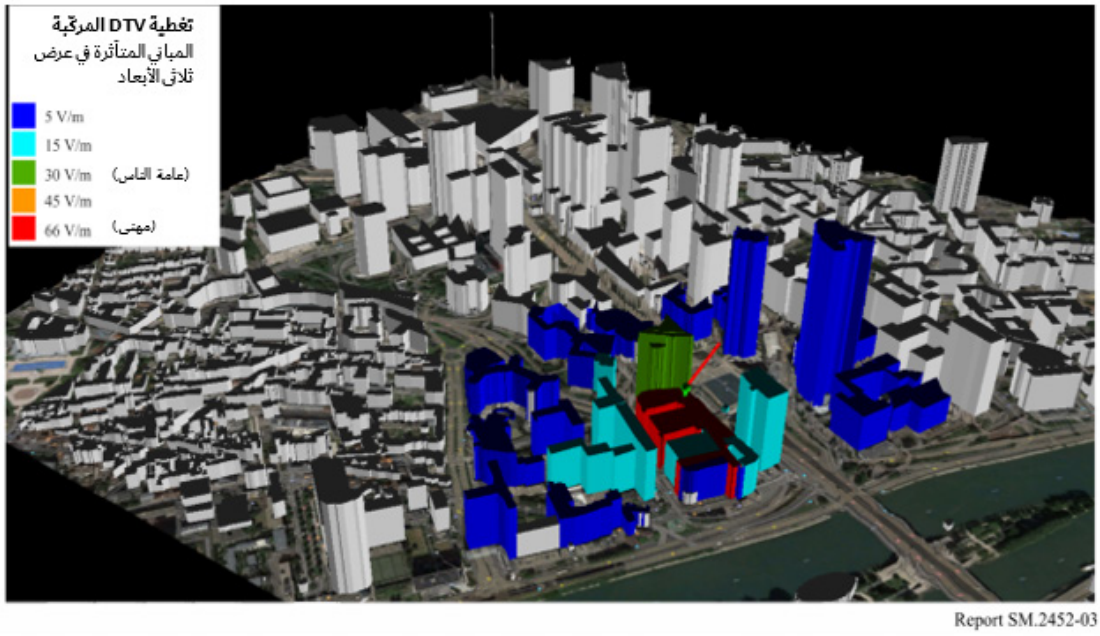
في نطاق MHz 482، المستوى المرجعي الصادر عن ICNIRP بشأن تعرض عامة الناس لشدة المجال (FS) الكهربائي يساوي V/m 30: $1{,}375\times482^{1/2}$ (MHz) = $1{,}375f^{1/2}$ والمستوى المرجعي الصادر عن ICNIRP بشأن التعرض المهني هو V/m 66: $3\times482^{1/2}$ (MHz) = $3f^{1/2}$.

ويصور **الشكل 14** أكفة المجال الكهربائي المغطاة على المباني في عرض ثلاثي الأبعاد.

[92] زاهر محفوظ وآخرون. (2011). تأثير التغيرات في الحركة على التعرض للإشارات اللاسلكية في البيئات الواقعية. *الكهرمغنطيسية الحيوية*، 288–297:(4)33، مايو 2012.

[93] Rob Werner وآخرون. (2019). مقارنة بين التقييمات المقيسة والمحسوبة لحدود الالتزام بشأن التعرض للترددات الراديوية من هوائي MIMO ضخم في محطة قاعدة راديوية، *IEEE Access*، 7(170682-170689)، 25 نوفمبر 2019.

**الشكل 14: أكفة ثلاثية الأبعاد لتعرّض عامة الناس والتعرّض المهني للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية للتلفزيون الرقمي**




المصدر: التقرير ITU-R SM.2452 الشكل 3

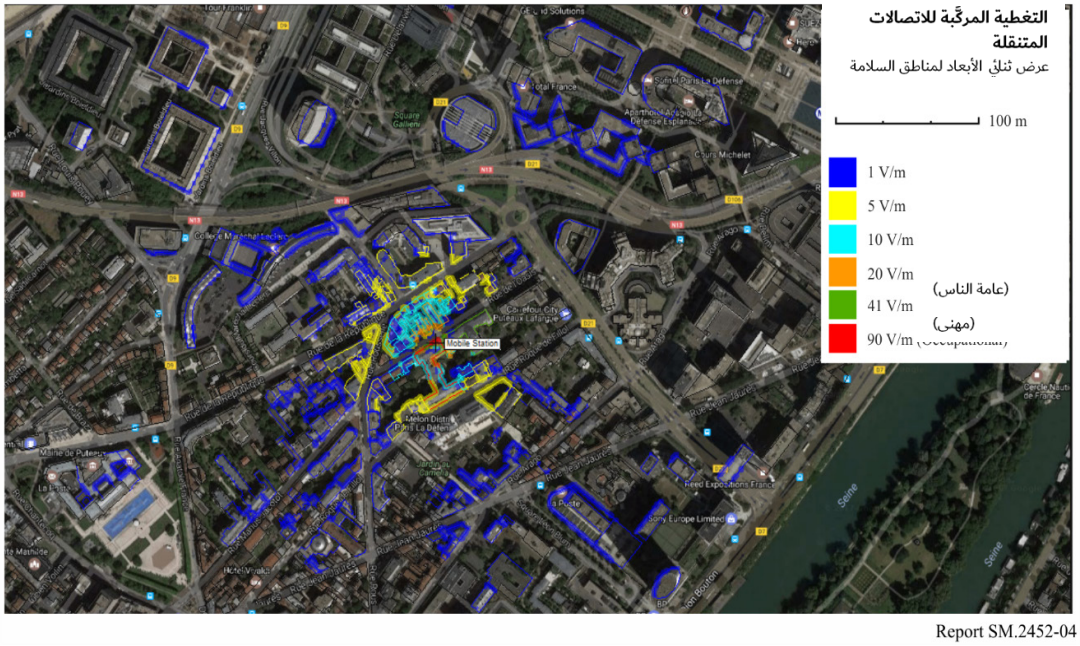
### *2.1.6.5 شدة المجال حول أجهزة إرسال شبكة الاتصالات المتنقلة*

حتى لو كانت المحاكاة مهمة، فإن المحاكاة تتجاهل مخطط ارتفاع الهوائي والواقع أن كسب الهوائي منخفض بالنسبة لمحطات قاعدة شبكة الاتصالات المتنقلة تحت المرسِل. وستسبب الصورة ثنائية الأبعاد، التي تراعي مخطط الارتفاع لُبساً للمشاهِد. في حالة تردد 900 MHz، وعلى ارتفاع 30 متراً فوق السقف، بالنسبة قدرة قصوى للوصلة الهابطة قدرها 100 W وكسب هوائي (بما في ذلك الخسائر) قدره 17 dBi، فإن القدرة المشعة المكافئة المتناحية تساوي 5 kW، ويكون المستقبل على ارتفاع 1,5 m فوق مستوى سطح الأرض (AGL).

والمستوى المرجعي لعامة الناس في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP (1998) وICNIRP (2020) هو 41 V/m (1,375f $^{1/2}$ = 1,375 × 30) والمستوى المرجعي المهني هو 90 V/m: 3$f^{½}$ (MHz)؛ ومقاييس شدة المجال (FS) هي 1، 5، 10، 20، 41 (لعامة الناس) و90 (المهني) V/M. وفي هذه الدراسة، لا يُنظر إلا في الإشارة من محطات القاعدة إلى الجهاز المتنقل. وبوجهٍ عام، قد تكون المخططات الخلوية غير اتجاهية في السمت، أو قطاعية (من قبيل ثلاثة قطاعات بزاوية 120º لكل منها).

ويوضح **الشكل 15** أكفة شدة المجال الكهربائي المغطية للمباني. ويقابل لون المبنى شدة المجال القصوى المستقبَلة في نقطة معينة من المبنى (أي شدة المجال القصوى على الواجهات).

## الشكل 15: صورة ساتلية ثنائية الأبعاد لمسافات التعرّض الخلوي




المصدر: التقرير ITU-R SM.2452 الشكل 4

### 2.6.5 قياس التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية

على النحو الموضح في الإضافة 4 إلى التوصية ITU-T K.91،[94] يمكن تقييم الالتزام بحدود تعرض عامة الناس أو العامل (المهني) للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية من خلال الحساب أو القياس. وتقدَّم إرشادات مفصلة بشأن التقييمات في المعايير التقنية التي يصدرها الاتحاد الدولي للاتصالات والمنظمات الدولية الأخرى، مثل اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) أو اللجنة الأوروبية للتقييس الكهرتقني (CENELEC). وفي بعض الحالات، قد تتحدد المتطلبات الوطنية بناءً على المعايير التقنية الدولية.

وقد تكون القياسات مطلوبة لمواقع معقدة تحتوي على أجهزة إرسال متعددة أو العديد من الكائنات العاكسة، من قبيل سطح تعلوه هوائيات كثيرة ذات مخططات إرسال متراكبة. ويمكن استخدام المعدات ذات النطاق العريض وكذلك المعدات انتقائية الترددات للتقييم (ITU-T K.61 [95]، ITU-T K.100 [96]، IEC 62232 [97]). ولكن يمكن أن تؤدي القياسات التي تجرى باستخدام المعدات ذات النطاق العريض إلى نتائج متحفظة للغاية. فإذا تبين عن طريق القياسات ذات النطاق العريض أن مستوى التعرض في المناطق التي يمكن لعامة الناس النفاذ إليها أعلى من الحدود، ينبغي التحقق من الالتزام باستخدام المعدات انتقائية الترددات. وبخلاف ذلك، ينبغي تطبيق تقنيات التخفيف الموصوفة في التوصية ITU-T K.70.[98]

### 3.6.5 عرض النتائج في المواقع الإلكترونية

لإعلام السكان وكذلك المشترين والمستأجرين المحتملين بالمواقع الدقيقة لمصادر التعرض للمجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية، تنشر بعض إدارات الدول الأعضاء في الاتحاد الدولي للاتصالات بانتظام المواقع الدقيقة لمواقع الإرسال، مثل محطات الراديو والتلفزيون ومحطات القاعدة الخلوية.

---

94 قطاع تقييس الاتصالات. الإضافة 4 إلى التوصية ITU-T K.91 (2018/09). اعتبارات المجال الكهرمغنطيسي في المدن الذكية المستدامة.

95 قطاع تقييس الاتصالات. التوصية ITU-T K.61 (2018/01). مبادئ توجيهية للقياس والتنبؤ الرقمي بالمجالات الكهرمغنطيسية لغرض تقييد منشآت الاتصالات بالقيم الحدية لتعرض الإنسان للمجالات الكهرمغنطيسية.

96 قطاع تقييس الاتصالات. التوصية ITU-T K.100 (2019/07). قياس المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية لتحديد امتثالها لحدود التعرض البشري لهذه المجالات عندما توضع محطة قاعدة في الخدمة.

97 IEC. IEC 62232:2017. تحديد شدة مجال التردد الراديوي وكثافة القدرة والمعدل SAR على مقربة من المحطات القاعدة للاتصالات الراديوية لأغراض تقييم التعرّض البشري.

98 قطاع تقييس الاتصالات. التوصية ITU-T K.70 (2018/01). تقنيات التخفيف للحد من تعرض الإنسان للمجالات الكهرمغنطيسية بالقرب من محطات الاتصالات الراديوية.

والمعلومات المحددة الموجودة في هذه المواقع الإلكترونية هي موضع هوائي الإرسال، والمعلمات التقنية (مثل التردد، والقدرة، وكسب الهوائي والارتفاع فوق الأرض)، ومستوى التعرض. ويمكن العثور على مزيد من المعلومات عن عرض مستويات التعرض المحسوبة والمقيسة للترددات الكهرمغنطيسية في التوصية ITU-T K.113[99] والتقرير ITU-R SM.2452.

### 4.6.5 إجراءات تقييم مبسطة لمواقع محطات القاعدة

على النحو الموضح في القسم 8 من التوصية ITU-T K.100، يمكن استخدام إجراءات التقييم المبسطة بناءً على المرجع IEC 62232 لتحديد تركيب الهوائي المعروف بالتزامه بحدود التعرض ذات الصلة دون الحاجة إلى اتباع عمليات تقييم التعرض العامة أو الشاملة. ولهذا الأمر صلة، مثلاً، بسبب انخفاض القدرة المرسَلة أو بسبب موقع المرسلات أو الهوائيات والمصادر ذات الصلة فيما يتعلق بعامة الناس.

وتستند إجراءات التقييم المبسطة إلى المعرفة بالقدرة المشعة المكافئة المتناحية (EIRP)، جسب مستوى EIRP وخصائص تركيب الهوائي، مثل علو النصب واتجاه الفص الرئيسي والمسافة إلى المصادر المحيطة الأخرى على النحو المحدد في الجدول 3.1-8 من التوصية ITU T K.100. وفي حال استيفاء المعايير، يكون التركيب ملتزماً.

[99] قطاع تقييس الاتصالات. التوصية ITU-T K.113 (2015/11). إعداد خرائط لمستويات المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF).

# الفصل 6 – التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية من محطات القاعدة والأجهزة اليدوية

يتناول هذا الفصل التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية من مصدرين شائعين جداً: محطات القاعدة والأجهزة اليدوية. وبالطبع، تستخدم جميع أنظمة الاتصالات الراديوية، مثل الإذاعة التلفزيونية، وإذاعة الراديو AM وFM، وخدمات الاستدعاء، والهواتف اللاسلكية، وخدمات الطوارئ وأنظمة الاتصالات الريفية/القطرية، المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF) لتسهيل الاتصالات.

ويبحث هذا الفصل في نتائج حملات تقييم مستويات التعرض لمحطة القاعدة في جميع أنحاء العالم، والتي استخدم العديد منها توصيات الاتحاد الدولي للاتصالات في بروتوكولاتها. ثم ينظر في التعرض الناجم عن الأجهزة اليدوية قبل استعراض الآراء العلمية والمشورات الحالية بشأن تعرض الأطفال للترددات الراديوية.

## 1.6 المقارنة الدولية لمستويات التعرض لمحطة القاعدة

تعددت الدراسات التي قارنت بيانات قياس الترددات الراديوية من محطات قاعدة الهواتف المتنقلة في بلدان مختلفة. واستقصت الدراسة الأولى [100] أكثر من 000 173 قياس من عام 2000 فصاعداً في أكثر من 20 بلداً عبر القارات الخمس. واحتوت الدراسة الثانية[101]. على ما يقرب من 000 260 نقطة قياس من سبع دول إفريقية على مدى فترتين زمنيتين، من عام 2001 إلى عام 2003 ومن عام 2006 إلى عام 2012. وتضمنت الورقة الثالثة[102] تحليلًا لأكثر من 50 مليون نقطة بيانات من شبكة مراقبة الترددات الراديوية الوطنية الإيطالية التي كانت قيد التشغيل بين عامي 2002 و2006 (انظر **الشكل 16** أدناه).

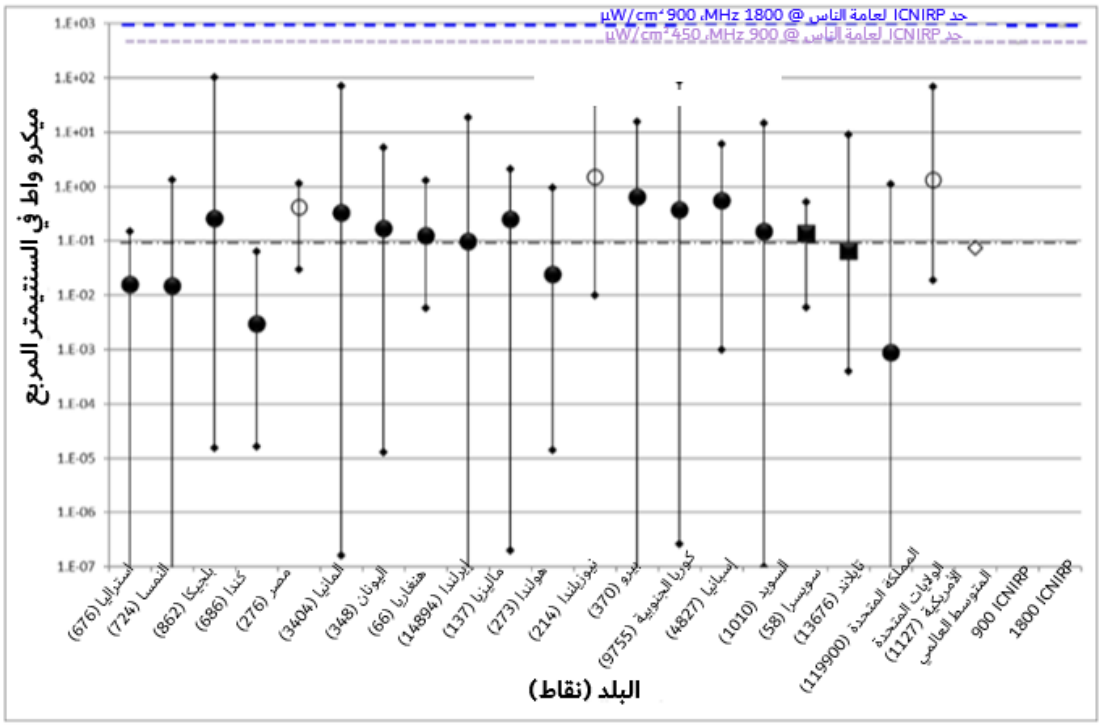
ويوضح **الشكل 16** متوسطات جميع بيانات الاستطلاع لكل بلد من البلدان العشرين مع عدد نقاط القياس لكل بلد بين قوسين. وللمقارنة، رُسم أيضاً المتوسط المرجح العالمي المميز بخط متقطع بنقطة (- . -) عبر (◊) والمستويات المرجعية في المبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP لعامة الناس في نطاقي 900 و800 1 MHz.

[100] Jack Rowley وآخرون (2012). التحليل الدولي المقارن لاستطلاعات التعرض للترددات الراديوية من محطات القاعدة الراديوية للاتصالات المتنقلة. *مجلة علم التعرض وعلم الأوبئة البيئية*، 315–304:(3)22، مايو/يونيو 2012.

[101] Ken Joyner وآخرون. (2013). الاستطلاعات الوطنية لشدة مجال الترددات الراديوية من محطات القاعدة الراديوية في إفريقيا، *قياس الجرعات الإشعاعية للحماية من الإشعاع* (2013) 1 - 12.

[102] Jack Rowley وKen Joyner. (2016). رصدات من شبكة مراقبة الترددات الراديوية الوطنية الإيطالية، *الكهرمغنطيسية الحيوية* (فبراير، 2016)، 37(2): 136-9.

## الشكل 16: بيانات استطلاع المجال الكهرمغنطيسي للترددات الراديوية (20) (RF-EMF) بلداً




المفتاح: الحد الأدنى (♦)، أو الحد الأقصى (♦) أو متوسط النطاق الضيق (●)، أو متوسط النطاق العريض (○) أو متوسط النطاق الضيق/النطاق العريض المختلط (■)

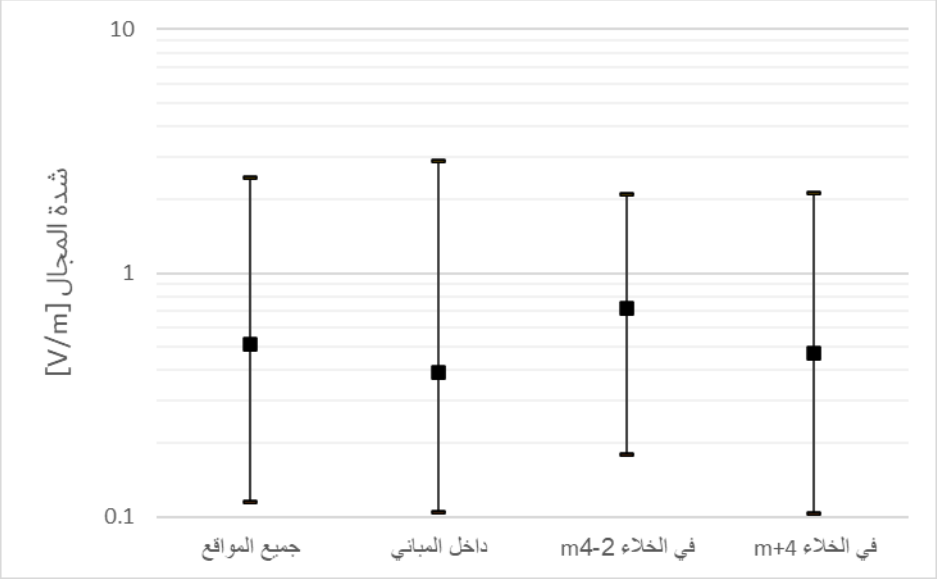
وثمة نُهج قياس جديدة أخرى، مثل تلك التي اقترحها Huang وآخرون (2016)[103]، وهي تتضمن تقييم التعرض باستخدام التعرض للوصلة الصاعدة والهابطة كلتيهما لإنشاء مقياس جديد يسمى مؤشر التعرض (EI)، وقد وجدت أيضاً أن "جميع قيم *EI تقل كثيراً عن الحدود المعيارية الدولية للتعرض البشري*". واستقصى Rowley وJoyner (2012) أيضاً الاتجاهات الزمنية لمختلف التكنولوجيات والبلدان.

نظراً لأن الخلايا الصغيرة تؤدي دوراً متزايد الأهمية في إضافة سعة إضافية في المناطق عالية الكثافة وستؤدي دوراً أهم في شبكات الجيل الخامس (5G)، وأجريت دراسات أيضاً لقياس مجالات الترددات الراديوية من هذه المواقع. وأجرى Van Wyk وآخرون (2019)[104] قياسات في إيطاليا وهولندا وجنوب إفريقيا تضمنت منشآت تُستخدم عادةً في محطات الحافلات واللافتات الإعلانية وداخل المباني. وأخذ ما يصل إلى 295 قياساً حول 98 خلية صغيرة في البلدان الثلاثة وتظهر النتائج أدناه.

[103] Yuanyuan Huang Y وآخرون. مقارنة متوسط التعرض العالمي للسكان الناجم عن شبكة 3G الكلية في مناطق جغرافية مختلفة في فرنسا وصربيا. *الكهرمغنطيسية الحيوية* (2016)، 37: 382-390.

[104] Marthinus، وآخرون. (2019). قياس التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية حول مواقع محطة قاعدة الخلايا الصغيرة. *قياس جرعات الحماية من الإشعاع*، المجلد 184، العدد 2، 20 أغسطس 2019، ص 211-215.

**الشكل 17: نتائج قياس شدة المجال بوحدة V/m في 98 موقعاً للخلايا الصغيرة شملها القياس**




وفقاً للمؤلفين، "*تُظهر النتائج أن جميع مستويات التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية التي قيست تقل كثيراً عن الحدود الخاصة بعامة الناس على النحو المحدد من ICNIRP*". وأشاروا أيضاً إلى اتساق نتائجهم مع دراسات القياس الوطنية الأخرى، كتلك التي أجريت في فرنسا بالإضافة إلى الدراسات التي نوقشت أعلاه.

وتمثلت النتائج الرئيسية التي توصلت إليها جميع هذه الدراسات في أن مجالات الترددات الراديوية عند سطح الأرض، بغض النظر عن البلد والسنة وتكنولوجيا الاتصالات المتنقلة، ما هي إلاّ جزء صغير من التوصيات الدولية المتعلقة بالتعرض البشري للترددات الراديوية. وعلى نحو مهم، ظلت المستويات البيئية ثابتة بشكل أساسي على الرغم من زيادة عدد محطات القاعدة ونشر تكنولوجيات اتصالات متنقلة إضافية.

وتقدم نتائج جميع الدراسات ونتائج القياس دعماً إضافياً لما ذهبت إليه منظمة الصحة العالمية[105] فيما يتعلق بمحطات القاعدة والتكنولوجيات اللاسلكية: "*بالنظر إلى مستويات التعرض المنخفضة للغاية ونتائج البحوث التي جُمعت حتى الآن، لا يوجد دليل علمي مقنع على أن إشارات الترددات الراديوية الضعيفة الصادرة من محطات القاعدة والشبكات اللاسلكية تتسبب في آثار صحية ضارة.*"

## 2.6 مستويات التعرض من الأجهزة اليدوية

إن قيمة معدل الامتصاص النوعي (SAR)[106] هي مقياس لكمية طاقة الترددات الراديوية التي يمتصها الجسم عند استخدام الهاتف المتنقل.

وفي اختبار الالتزام التنظيمي، يقاس معدل الامتصاص النوعي بأقصى مستويات القدرة في ظل ظروف المختبر وفقاً لمعايير القياس التي تحدد مواضع الاختبار وجميع الخصائص التشغيلية للهاتف المتنقل، بما في ذلك قدرة الإرسال القصوى.

وقيم معدل الامتصاص النوعي التي أُبلغ عنها لكل طراز من الهواتف المتنقلة تبالغ في مستويات التعرض الواقعي لأن المعايير المعمول بها متحفظة.[107] علاوة على ذلك، تعمل الأجهزة، في الواقع، بمستويات قدرة أدنى بكثير، وتتكيف باستمرار لاستخدام القدرة الدنيا المطلوبة لإجراء مكالمة واستقبالها، من أجل إطالة عمر البطارية.

[105] منظمة الصحة العالمية (2006). المجالات الكهرمغنطيسية والصحة العامة، صحيفة الوقائع رقم 304. محطات القاعدة والتكنولوجيات اللاسلكية.

[106] SAR يعني معدل الامتصاص النوعي. ويمكن العثور على معلومات مفصلة عن SAR عبر الرابط http://www.sartick.com

[107] منتدى مصنعي الهاتف المتنقلة (MMF). وجهة نظر. تحفظ قياسات معدل الامتصاص النوعي للهاتف المتنقل. نوفمبر 2011.

وأظهرت عدة دراسات[108]، [109] أجريت على الهواتف المتنقلة قيد الاستخدام اليومي عند استخدامها للتحدث أثناء التجول في مدينة رئيسية أو داخل مباني المدينة، أن الهواتف الذكية تعمل عادةً بجزء ضئيل من قدرة خرجها القصوى. وفي الورقة التي أعدها Gati وآخرون (2009)، لاحظ الباحثون أن 90% من جميع القياسات التي جُمعت، بما فيها تلك التي أخذت داخل المباني وفي الخلاء، كانت أقل من 4 dBm، وهو ما يمثل حوالي 1 في المائة من قدرة البث القصوى. ونتيجة لذلك، خلصوا إلى أن:
*"التعرض الحقيقي جراء الهواتف المتنقلة بدلالة معدل الامتصاص النوعي (SAR) أقل بكثير (بواقع 100 مرة أقل) من القيم المعيارية المعطاة بالقدرات القصوى."*

وعُرضت في منشور حديث بيانات قدرة الخرج لحوالي 000 7 جهاز من أجهزة الجيل الرابع (4G) موصولة مع 41 محطة قاعدة راديوية بتكنولوجيا LTE وتقع في بيئات الريف والضواحي والحضر وضمن المباني في السويد: *"جُمعت أكثر من 000 300 عينة قدرة. وفي البيئات الريفية، تبين أن المتوسط الزمني لقيم قدرة الخرج في الشريحة المئوية الخامسة والتسعين يمثل 2,2 في المائة من القدرة القصوى المتاحة، بينما كانت القيم المقابلة أقل من 1 في المائة في بيئات أخرى. وتبين أن متوسط قدرات الخرج في جميع البيئات أقل من 1 في المائة من قدرة الخرج القصوى المتاحة. وتتماشى هذه القيم مع النتائج المتحصلة في الجيل الثالث (3G) من معدات المستخدم، على الرغم من زيادة يمكن تحقيقها في ذروة صبيب البيانات تناهز عشرة أمثال. وتوضح هذه النتائج أن معرفة مستويات القدرة الواقعية مهمة لإجراء تقييم دقيق للتعرض الواقعي من أجهزة الهواتف الذكية الحديثة "* [110]

ووُضعت معايير التعرض للترددات الراديوية لتحديد معدل الامتصاص النوعي الأقصى المسموح به لأجهزة الاتصالات اللاسلكية، مثل الهواتف المتنقلة التي تتضمن عامل سلامة إضافياً لضمان تمكُّن جميع المستخدمين، بمن فيهم الأطفال والنساء الحوامل وكبار السن، من استخدام هذه الأجهزة بأمان. ومن استقصاء المتطلبات التنظيمية لأكثر من 200 بلد، لا يوجد أساساً سوى معيارين ولوائح تنظيمية قابلة للتطبيق –: فقد تبنى 150 بلداً حدود اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) البالغة 2 W/kg 2 والمقيسة بمكافئ الأنسجة البيولوجية الذي يزن 10 g، [112،111]. واعتمد 28 بلداً حدود هيئة الاتصالات الفيدرالية (FCC) الأمريكية البالغة 1,6 W/kg والمقيسة بمكافئ الأنسجة البيولوجية الذي يزن 1 g.[113] وهناك 50 بلداً لا تتوفر عنها معلومات تنظيمية. ولكن في حال عدم وجود قيود مفروضة، يطبق المصنعون حدود ICNIRP التي تتسق مع التوصية ITU T K.52.[114]

## 3.6 قياسات معدل الامتصاص النوعي (SAR) الوطنية

على النحو المذكور أعلاه، لا يوجد سوى معيارين ولوائح تنظيمية قابلة للتطبيق: ICNIRP وFCC. وحتى في البلدان التي لا توجد فيها متطلبات تنظيمية محددة، يطبق المصنعون حدود ICNIRP.

وللهيئات التنظيمية الوطنية ثلاثة نُهج مختلفة لضمان التزام الأجهزة. وفي أوروبا، هناك افتراض بالالتزام يعتمد على المعايير المنسقة والتركيز على مراقبة ما بعد السوق، أما في أمريكا الشمالية والعديد من البلدان في منطقة آسيا والمحيط الهادئ، فتعتمد العملية على موافقات ما قبل السوق. وفي بعض البلدان الأخرى في هذه المنطقة، يجري تدقيق مستمر لمصنعي ومستوردي الأجهزة. وتتوفر قيم معدل الامتصاص النوعي للأجهزة من المواقع الإلكترونية الخاصة بالمصنعين وكذلك من العديد من الوكالات التنظيمية الوطنية.

---

[108] Tomas Perssonوآخرون. (2012). توزيعات قدرة خرج المطاريف في شبكة اتصالات متنقلة من الجيل الثالث. *الكهرمغنطيسية الحيوية*، المجلد. 33، ص. 320 - 325، 2012.

[109] Azzedine Gati وآخرون. (2009). التعرض الناجم عن الهواتف المتنقلة بنفاذ WCDMA في الشبكات قيد التشغيل. *مداولات IEEE بشأن الاتصالات اللاسلكية*. المجلد 8 العدد 12، 2009.

[110] Paramananda Joshi وآخرون. (2017). مستويات قدرة خرج معدات مستخدم 4G وتداعياتها على تقييمات التعرض الواقعية للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF). في مجلة *IEEE Access*، المجلد 5، ص 4545-4550، 2017.

[111] تستند معظم الحدود الوطنية رسمياً إلى المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (1998).

[112] المبادئ التوجيهية لدى اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) مبادئ توجيهية للحد من التعرّض للمجالات الكهربائية والمغنطيسية والكهرمغنطيسية المتغيرة مع الوقت (حتى 300 GHz). *فيزياء الصحة*، 2009. 97(3): ص.257-258.

[113] هيئة الاتصالات الفيدرالية، مبادئ توجيهية لتقييم الآثار البيئية لإشعاع الترددات الراديوية، في *الأجزاء 1 و2 و15 و24 و97، من الباب 47* من مدونة اللوائح الفيدرالية لدى الهيئة، المحرر. 1996: السجل الفيدرالي.

[114] قطاع تقييس الاتصالات. التوصية ITU T K.52 (01/2018). مبادئ إرشادية بشأن التقيّد بالقيم الحدية لتعرض الإنسان للمجالات الكهرمغنطيسية.

## 4.6 التعرض للترددات الراديوية والأطفال

من بين العديد من مجالات البحوث التي دُرست مسألة ما إذا كانت هناك اختلافات بين امتصاص المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF) لدى البالغين والأطفال. ووجدت ورقات قدمها Schönborn وآخرون (1998)،[115] وKuster وBalzano (1992)،[116] وHornbach وآخرون (1996)،[117] وMeir وآخرون (1997)،[118] غياب فروق ذات دلالة إحصائية بين امتصاص الترددات الراديوية لدى البالغين والأطفال. وأبلغ Gandhi وKang [119] (2002) وBit-Babik وآخرون (2005)[120] عن أنماط مماثلة لمعدل الامتصاص النوعي (SAR) في رؤوس البالغين والأطفال، على عكس النتائج الموضحة في دراسة سابقة أجراها Gandhi وآخرون (1996)،[121] بسبب المقايسة غير السليمة للمقاس واللون. واستعرض Foster وChou[122] (2014) أيضاً قياس الجرعات وخلصا، فيما يتعلق بالتزام الأجهزة اليدوية بالحدود التنظيمية، إلى غياب دليل واضح على الاختلافات المرتبطة بالعمر في التعرض من حيث متوسط الذروة المكانية لمعدل الامتصاص النوعي في الرأس.

وفيما يتعلق بالوكالات الصحية التي نظرت في هذه المشكلة، صرحت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) بما يلي: *"لا يُظهر الدليل العلمي أي خطر على مستخدمي الهواتف الخلوية من طاقة الترددات الراديوية، بمن فيهم الأطفال والمراهقون. وهناك أيضاً خطوات بسيطة يمكن لأي كان، بمن فيهم الأطفال والمراهقون، اتخاذها، إن رغبوا، لتقليل التعرض للترددات الراديوية"*:

- *اختصار الوقت المستغرَق في استعمال الهاتف الخلوي*
- *استخدام أسلوب مكبر الصوت أو سماعة الرأس أو السماعة الأذنية لزيادة المسافة بين الرأس والهاتف الخلوي."*[123]

ونصحت بعض الأفرقة التي ترعاها حكومات وطنية أخرى بثني الأطفال عن استخدام الهواتف الخلوية لإجراء مكالمات غير ضرورية، أو عن استخدامها بالمطلق. فعلى سبيل المثال، قدم تقرير Stewart من المملكة المتحدة مثل هذه التوصية في ديسمبر 2000.[124] وفي هذا التقرير، لاحظ فريق من الخبراء المستقلين غياب أدلة على أن استخدام الهاتف الخلوي يسبب أوراماً دماغية أو غيرها من الآثار السيئة. وكانت توصيتهم الداعية إلى قصر استخدام الأطفال للهاتف الخلوي على المكالمات الضرورية احترازياً بالمعنى الدقيق للكلمة؛ ولم تكن مبنية على دليل علمي على وجود أي مخاطر صحية. ومن الجدير بالذكر أيضاً أن المملكة المتحدة طبقت، في وقت تقديم التوصية، حدود تعرض مماثلة لم تميز بشكل عام بين العمال وعامة الناس، وأوصيَ أيضاً باعتماد المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) كإجراء احترازي[125].

وخلص مجلس الصحة الهولندي[126] الذي نظر أيضاً في هذه المسألة، إلى ما يلي: "لا يوجد دليل علمي على تأثير سلبي للتعرض للمجال الكهرمغنطيسي للهواتف المتنقلة أو هوائيات محطة القاعدة أو معدات Wi-Fi على نمو الدماغ وعمله وعلى صحة الأطفال."

---

115 Frank Schönborn وآخرون. (1998). الاختلافات في امتصاص الطاقة بين رؤوس الكبار والأطفال في مجال المصادر القريب. *فيزياء الصحة*، المجلد. 74، ص. 160-168، 1998.

116 Niels Kuster وBalzano Q (1992). آلية امتصاص الأجسام البيولوجية للطاقة في المجال القريب للهوائيات ثنائية القطب فوق 300 MHz. *مداولات IEEE بشأن تكنولوجيا المركبات*، المجلد. 41، العدد 1، فبراير 1992.

117 V. Hombach وآخرون. (1996). اعتماد امتصاص الطاقة الكهرمغنطيسية على نمذجة رأس الإنسان في نطاق 900 MHz. *مداولات IEEE بشأن نظرية وتقنيات الموجات المكروية*، المجلد. 44، العدد 10، أكتوبر 1996

118 Klaus Meier وآخرون. (1997). اعتماد امتصاص الطاقة الكهرمغنطيسية على نمذجة رأس الإنسان في نطاق 800 MHz 1. *مداولات IEEE بشأن نظرية وتقنيات الموجات المكروية*، المجلد. 45، العدد 11، نوفمبر 1997.

119 Om Gandhi وGang Kang (2002). بعض المشاكل الحالية وشبح تجريبي مقترح لاختبار التزام الهواتف الخلوية بمعدل SAR في نطاقي 835 و900 MHz 1. *فيزياء الصحة*. 47: 1501 –18.

120 G. Bit-Babik وآخرون. (2005). محاكاة التعرض وتقدير معدل الامتصاص النوعي لرؤوس البالغين والأطفال المعرضة لطاقة الترددات الراديوية من أجهزة الاتصالات المحمولة. *بحوث الإشعاع*. 163: 580-590.

121 Om Gandhi وآخرون. (1996). الامتصاص الكهرمغنطيسي في الرأس والرقبة البشرية من الهواتف المتنقلة في نطاقي 835 و900 MHz 1. *مداولات IEEE بشأن نظرية وتقنيات الموجات المكروية*. المجلد. 44: 1884-97.

122 Kenneth Foster و Chung-Kwang Chou(2014). هل الأطفال أكثر تعرضاً من البالغين لطاقة الترددات الراديوية من الهواتف المتنقلة؟ المجلد 2 من مجلة *IEEE Access*، ص .1497-1509

123 FDA. الأطفال والمراهقون والهواتف الخلوية.

124 المحفوظات الوطنية في المملكة المتحدة. فريق الخبراء المستقل المعني بالهواتف المتنقلة (IEGMP)، برئاسة السير William Stewart (2000). الهواتف المتنقلة والصحة.

125 انظر الفقرة 28 من لجنة مجلس العموم المختارة المعنية بالتجارة والصناعة، التجارة والصناعة – التقرير العاشر.

126 مجلس الصحة الهولندي (2011). تأثير إشارات اتصالات الترددات الراديوية على أدمغة الأطفال، لاهاي: مجلس الصحة الهولندي، 2011؛ المنشور رقم. 2011/20E. ISBN 978-90-5549-859-8.

وفي منشور بعنوان الإشعاع غير المؤين (NIR) وصحة الأطفال،[127] صرحت اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين بما يلي: *"على الرغم من نشر العديد من الدراسات البحثية التي تتناول الآثار المحتملة للإشعاع غير المؤين على صحة الإنسان وانعقاد عدد كبير من الاجتماعات العلمية، إلا أن الأدلة على هذه الآثار لا تزال غير مؤكدة وخاصة الآثار على صحة الأطفال."* ونقلاً عن المصدر نفسه: *"في السنوات الأخيرة، قدمت نتائج العديد من الدراسات الوبائية والبيولوجية المدخلات الرئيسية لتقييم المخاطر الصحية وعمليات استعراض الصلة بين السرطان وبين المجالات الكهرمغنطيسية التي أجرتها منظمة الصحة العالمية (WHO) في جنيف، والوكالة الدولية لبحوث السرطان (IARC) في ليون ومختلف الوكالات الوطنية. وكذلك قامت الوكالة الدولية لبحوث السرطان (IARC) مؤخراً بتقييم إمكانية الإصابة بالسرطان من الأشعة فوق البنفسجية وأسِّرة التشمس الاصطناعي، كما فعل عدد من الوكالات الوطنية.*

*وعلى النحو المبين في هذه الإجراءات، فإن العلم الذي يعالج هذه القضية متعدد التخصصات يجمع بين الخبرة في مجالات الطب وعلم الأوبئة والبيولوجيا والهندسة الكهربائية وهندسة الاتصالات والفيزياء الحسابية وإدارة المخاطر.*

*ولم تكشف عمليات الاستعراض والأوراق البحثية والمناقشات في هذا المجلد عن الحساسيات الجديدة ذات الخصوصية العمرية المتعلقة بصحة الأطفال، ولكن بعض أوجه عدم اليقين التي تصعب معالجتها من الناحية المنهجية، لا تزال باقية وبشكل خاص بالنسبة لسرطان الدم لدى الأطفال. وفي حين أن الأدلة العلمية أوضح بشأن الآثار الضارة للتعرض للأشعة فوق البنفسجية ويسلَّم بأن التعرض المفرط و/أو المطول/المتكرر هو عامل خطر كبير في التسبب في الإصابة بسرطان الجلد وأمراض العيون، إلا أن الحاجة تدعو إلى بحوث لزيادة توضيح آليات المرض التي من شأنها أن تقدم أساسا أفضل لأساليب الحماية، لا سيما فيما يتعلق باليافعين.*

*وينبغي أن تسترعي هذه الوقائع اهتمام العلماء وأن تكون ذات قيمة للوكالات الحكومية في وضع السياسات وفي النظر في جداول أعمال البحوث لسد الثغرات في المعارف."*

وتتسق هذه الاستنتاجات مع البيان التالي من منظمة الصحة العالمية: *"لا تشير الأدلة العلمية الحالية إلى الحاجة إلى أي احتياطات خاصة لاستخدام الهواتف المتنقلة. وفي حال تخوف الأفراد، يمكنهم أن يختاروا تقييد تعرضهم أو تعرض أطفالهم للترددات الراديوية باختصار طول المكالمات، أو باستخدام أجهزة "تغني عن استخدام اليدين" لإبعاد الهواتف المتنقلة عن الرأس والجسم."*

بالإضافة إلى ذلك، تفيد منظمة الصحة العالمية بما يلي: *"أجري عدد كبير من الدراسات على مدى السنوات العشرين الماضية من أجل تقييم ما إذا كان للهواتف المحمولة آثار صحية محتملة. ولم يتبيّن، حتى الآن، وجود أي آثار صحية ضارّة جرّاء استعمال تلك الهواتف."*[128]

وقصارى القول، تؤكد الأدلة العلمية الراجحة غياب الأدلة على أي آثار صحية ضارة من استخدام الهواتف المتنقلة أو الأجهزة اللاسلكية. وتماشيا مع نصيحة منظمة الصحة العالمية لأولياء الأمور أو الأفراد المعنيين، تتعدد خيارات الحد من تعرضهم أو تعرض أطفالهم من خلال التقليل من استخدام الجهاز، أو اختصار طول المكالمات، أو باستخدام أجهزة "تغني عن استخدام اليدين" لإبعاد الأجهزة عن الرأس والجسم.

---

127 اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP). الإشعاع غير المؤين (NIR) وصحة الأطفال. وقائع ورشة عمل دولية مشتركة نظمها البرنامج COST/ICNIRP/WHO/EuroSkin واستضافها نظام المعلومات النووية الدولي (INIS) في 18-20 مايو 2011، ليوبليانا، سلوفينيا، *التقدم في الفيزياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية* (107) 3: 311-482 (2011)

128 منظمة الصحة العالمية. غرفة الأخبار. صحيفة الوقائع. المجالات الكهرمغنطيسية والصحة العامة: الهواتف المتنقلة.

# الفصل 7 – دراسات الحالة

## 1.7 الخلفية

أدى التطور السريع جداً للاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات إلى نشوء بيئة المجالات الكهرمغنطيسية (EMF) في كل مكان. وشكل ذلك مصدر قلق في بعض البلدان فيما يتعلق بالآثار الصحية المحتملة على عامة الناس جراء التعرض المطول. ونتيجة للنمو السريع للاتصالات الإلكترونية والانتشار المتسارع لمصادر المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF)، أثيرت العديد من الأسئلة وتلقى المشغلون والوكالات الحكومية المسؤولة عن الاتصالات الراديوية/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات شكاوى كثيرة في هذا الصدد.

وتدرك الحكومات الحاجة إلى اعتماد تدابير لتقديم المعلومات أو الاستجابات لشواغل عامة الناس، وهي تحيل في معرض القيام بذلك إلى توصيات الاتحاد الدولي للاتصالات أو اللوائح الوطنية للتعريف بمختلف ممارسات الحد من التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية. والهدف من ذلك هو الطمأنة بشأن سلامة صواري الاتصالات المتنقلة وخلوها مما يؤذي وكذلك تبديد الخرافات وسوء الفهم من أجل إنشاء نظام إيكولوجي شفاف وخاضع للمساءلة لتناقل المعلومات والالتزام بمعايير التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF).

وتضع بعض البلدان قيوداً بناءً على المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين، بينما يجري البعض الآخر منها دراسات ويتبنى قيوداً إضافية.

وهكذا، اتخذت العديد من البلدان تدابير للحد من التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية ولتوعية مختلف أصحاب المصلحة توعية فعالة بشأن كيفية التعامل مع هذه القضية فيما يتعلق بأفضل الممارسات التي ينبغي أن تتبناها الحكومة ومقدمو الخدمات وعامة الناس.

وأعدت منظمة الصحة العالمية والاتحاد الدولي للاتصالات خططاً للإبلاغ عن مخاطر المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF) مع التركيز على تبادل المعلومات عن الجوانب المختلفة لمخاطر هذه المجالات بين البلدان والمناطق، بما في ذلك وضع المعايير والبحوث والملخصات المنتظمة لنتائج البحوث والتقارير وإقامة الندوات.

وقد مكنت المساهمات المتنوعة الواردة في سياق العمل في إطار المسألة 7/2 لدى لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات وتلك التي قامت بها لجنة الدراسات 5 بقطاع تقييس الاتصالات من تحديد الممارسات التي اعتمدتها بلدان شتى لمراعاة مختلف المخاوف المعنية بفعالية.

## 2.7 المبادرات القطرية

يمكن تلخيص المبادرات المختلفة المشتركة لأخذ القضايا المتعلقة بالتعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF) بعين الاعتبار بشكل فعال على النحو التالي:

- إدخال لوائح تحدد عتبات وحدود التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية؛
- حملة لقياس المجالات الكهرمغنطيسية؛
- حملة توعية بالممارسات التي ينبغي تبنيها؛
- إدخال أدوات للاتصال بين الحكومة وعامة الناس لإبلاغهم بالإجراءات المتخذة والاستجابة لمخاوفهم؛
- دراسات عن تأثيرات المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية.

### 1.2.7 حالة بوروندي[129]

تدرك بوروندي أن إدخال إطار قانوني وتنظيمي مؤاتٍ لتنمية الاتصالات يضمن خدمة ذات نوعية أفضل وظروفاً معيشية أفضل للسكان وتساعد سياسة تشجيع التشارك في البنية التحتية للاتصالات أيضاً في تقليل الآثار المتصورة للتعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF). وكثيراً ما تثير عامة الناس قضية المخاطر المتصوَرة من المجالات الكهرمغنطيسية. وقد وضعت وكالة تنظيم ومراقبة الاتصالات في بوروندي (*Agence de régulation et de contrôle des télécommunications* - ARCT) مبادئ توجيهية تحدد قيم العتبة والحدود التي يُتطلب من المشغلين الالتزام بها عند إنشاء محطات قاعدة لنشر شبكات الاتصالات.

ويسهم التشارك في البنية التحتية في الحدّ من انتشار المحطات القاعدة عن طريق تجميع الهوائيات على أعمدة يمكن تمييزها بوضوح وتقع في أماكن تمتثل امتثالاً كاملاً المعايير ذات الصلة. ولذلك قامت وكالة تنظيم ومراقبة الاتصالات في بوروندي (ARCT) بما يلي:

- توعية المشغلين بضرورة التشارك في البنى التحتية لتحقيق الاستفادة القصوى من التكاليف وخفضها؛
- توعية الجمهور بضرورة احترام تجهيزات المشغلين لمنع أعمال التخريب والتدمير لشبكات الاتصالات؛
- إجراء فحوصات للتحقق من الامتثال التقني والتشغيلي لمعدات مشغلي الاتصالات؛
- وضع مبادئ توجيهية بشأن التشارك في البنى التحتية للاتصالات.

### 2.2.7 حالة جمهورية إفريقيا الوسطى[130]

إن التحرير الكامل لقطاع الاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في جمهورية إفريقيا الوسطى، بوجود أربعة مشغلين للمهاتفة المتنقلة (Telecel وMoov وAzur وOrange) واحتكار المشغل المهيمن Socatel للاتصالات الثابتة، أدى إلى انتشار هوائيات محطات القاعدة في العاصمة بانغي وفي معظم مدن مقاطعاتها. وتسبب هذا الإدخال الفوضوي لمحطات القاعدة ببعض من التأثيرات السلبية المتصوَرة على السكان جراء المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية. ولمواجهة هذه المشكلة، أنشأت الحكومة الوكالة الوطنية للحماية من الإشعاع (*Agence nationale de radioprotection* - ANR) التي تتمثل مهمتها في وضع سياسة واستراتيجية للتصدي لهذه المشكلة.

ولمعالجة هذا النقص، اعتمدت الحكومة، من خلال وكالة تنظيم الاتصالات (*Agence de régulation des télécommunications* – ART)، مجموعة من اللوائح كتدبير أولي يتطلب من المشغلين اللجوء إلى ترتيبات التشارك في البنية التحتية. ولسوء الحظ، كان تنفيذ هذه اللوائح من جانب المشغلين والإنفاذ من جانب وكالة تنظيم الاتصالات إشكالياً.

فوكالة تنظيم الاتصالات هي المسؤولة عن جمع نسبة مئوية من دورة رأسمال المشغلين تهدف إلى مساعدة السكان المتضررين. وتجد الوكالة صعوبة في العمل للأسف نتيجة لإحجام المشغلين عن المساهمة بالأموال التي تحتاجها.

ومع ذلك، يُتخذ عدد من التدابير وهي تشمل ما يلي:

- توعية المشغلين بضرورة التشارك في البنى التحتية لتحقيق الاستفادة القصوى من التكاليف وخفضها؛
- توعية الجمهور بضرورة احترام تجهيزات المشغلين لمنع أعمال التخريب والتدمير لشبكات الاتصالات؛
- إجراء فحوصات للتحقق من الامتثال التقني والتشغيلي لمعدات مشغلي الاتصالات؛
- وضع مبادئ توجيهية بشأن التشارك في البنى التحتية للاتصالات؛
- اقتناء المعدات اللازمة لمراقبة المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF)؛
- إنشاء مركز اتصالات لتلقي ومعالجة شكاوى المستهلكين بشكل فعال.

[129] وثيقة لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات 2/42، من بوروندي.
[130] وثيقة لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/42(Rev.1)، من جمهورية إفريقيا الوسطى [بالفرنسية].

### 3.2.7 حالة السنغال[131]

تنظم السنغال حملات لقياس التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF) من خلال الهيئة الوطنية للاتصالات والبريد (*Autorité de régulation des télécommunications et des postes* – ARTP) إدراكاً منها للتصور المتعلق بتأثير هذه المجالات على السكان نتيجة للدراسات المختلفة التي سبق أن أجرتها الوكالات الدولية. واشترت السنغال معدات للتحكم في مستويات المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية ومراقبتها في أراضيها الوطنية ونفذت حملات قياس لهذه المجالات.

ونُفِّذت الحملات لقياس المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF) في المناطق الحضرية المكتظة بالسكان في السنغال وفقاً للتوصيات الواردة في دليل قطاع الاتصالات الراديوية بشأن مراقبة الطيف، وتوصيات السلسلة K ذات الصلة من قطاع تقييس الاتصالات، والمبادئ التوجيهية الصادرة عن قطاع تنمية الاتصالات، والمبادئ التوجيهية الصادرة عن ICNIRP.

ووفقاً لمدونة قوانين الاتصالات السارية في البلاد، والمبادئ التوجيهية الدولية، وتوصيات الاتحاد الدولي للاتصالات، ولجنة ICNIRP والوكالات المماثلة، يجب على المشغلين الالتزام بمتطلبات معينة تتعلق بحدود الإشعاع، ومسافات المحيط الأمني، واختبار المعدات قبل التركيب والوضع في الخدمة، وموافقة المنظم على الاختبارات، وإبلاغ المنظم بمستويات المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية. ووفقاً لهذا المبدأ، تزود السلطة التنظيمية مستوردي المعدات الراديوية بشهادة الالتزام بالمعايير الدولية.

وبمجرد اكتمال الحملة، ستتاح للعموم نظرة عامة موثوقة عن الأفراد والهيئات الاعتبارية. وأخيراً، ستنفَّذ استراتيجية تشاور وتنسيق مع جميع مشغلي الهواتف المتنقلة ومشغلي الشبكات المستقلة الخاصة بهدف ضمان المراقبة الدائمة للمرافق الراديوية وتطبيق التوصيات والمبادئ التوجيهية بشأن مستويات المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية المسموح بها لكل تكنولوجيا.

### 4.2.7 حالة الصين[132]

تطبق الصين حدوداً بيئية فيما يتعلق بالمجالات الكهرمغنطيسية تختلف عن التوصيات الدولية بشأن المجالات الكهرمغنطيسية من محطات القاعدة ولكن حدود التعرض للأجهزة المتنقلة وطريقة القياس تتوافق مع المعايير الدولية بشكل عام. وتلخص وثيقة الصين دراسات عن مؤثرات المجالات الكهرمغنطيسية في الصين في هذا السياق:

- تطبق الصين حدوداً للمجالات الكهرمغنطيسية البيئية تختلف عن التوصيات الدولية بسبب إلغاء المعايير السابقة، وبسبب نتائج الدراسات وتقييمات المخاطر على الصعيد الوطني (بناءً على التكنولوجيات المستقبلية)
- تتطابق حدود التعرض للأجهزة المتنقلة مع المعايير الدولية
- يتطابق أسلوب القياس المستخدم مع المعايير الدولية بشكل عام
- الاتجاه سائر نحو اعتماد الحدود الدولية

[131] وثيقة لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/50، من السنغال [بالفرنسية].
[132] وثيقة لجنة الدراسات 2 بقطاع تنمية الاتصالات SG2RGQ/68، من الصين.

## 3.7 موجز أفضل الممارسات

### الجدول 9: قائمة أفضل الممارسات

| الإجراءات | خطة التنفيذ | البلد |
|---|---|---|
| وضع لوائح تحدد قيم العتبة وحدود التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية التي يُتطلب من المشغلين الالتزام بها عند إنشاء محطات قاعدة لنشر شبكات الاتصالات | اتباع المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) بوجه عام | السنغال، بوروندي، الهند، جمهورية إفريقيا الوسطى، السودان |
| | تطبيق حدود للمجالات الكهرمغنطيسية البيئية تختلف عن التوصيات الدولية بسبب نتائج الدراسات وتقييمات المخاطر على الصعيد الوطني | الصين، كوت ديفوار |
| | نشر قوانين تهدف إلى الإشراف على مؤثرات محطة القاعدة على صحة الإنسان والبيئة المحيطة | الصين، السنغال، الهند، الكاميرون، هنغاريا، كوت ديفوار |
| | إسناد مسؤولية تقييم إنشاء أو نقل محطة قاعدة والموافقة على ذلك إلى وكالات متخصصة | جمهورية إفريقيا الوسطى |
| حملات لقياس المجالات الكهرمغنطيسية ومعدل الامتصاص النوعي للمعدات | اقتناء المعدات اللازمة لمراقبة المجالات الكهرمغنطيسية | الصين، السنغال، جمهورية إفريقيا الوسطى، كوت ديفوار، السودان |
| | المراقبة المستمرة للمنشآت الراديوية لضمان الالتزام بمستويات المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية (RF-EMF) المسموح بها لكل تكنولوجيا | الصين، جمهورية أفريقيا الوسطى، السنغال، بوروندي، كوت ديفوار، السودان |
| | التحقق من معدات معدل الامتصاص النوعي | الكاميرون |
| حملة توعية بالممارسات الواجب اعتمادها | توعية عامة الناس من أجل معالجة مسائل المجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية بمزيد من الفعالية | بوروندي، هايتي، الهند |
| | توعية عامة الناس لضمان عدم حظر منشآت المشغلين | الكاميرون، جمهورية إفريقيا الوسطى |
| نشر المعلومات | نشر المعلومات ونتائج القياس ذات الصلة على الموقع الإلكتروني للسلطات الحكومية | الهند |
| | إنشاء مركز اتصالات لتلقي ومعالجة شكاوى المستهلكين بشكل فعال | جمهورية إفريقيا الوسطى |
| | تركيب إشعارات مرئية لإعلام المجتمع المحلي ككل بمستوى التزام المحطات الراديوية بحدود التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية للترددات الراديوية | كولومبيا |
| دراسات عن تأثيرات الإشعاع الكهرمغنطيسي | دراسات عن مؤثرات المجالات الكهرمغنطيسية | الصين، جمهورية كوريا |

# Annexes

## Annex 1: List of contributions and liaison statements received on Question 7/2

**Contributions on Question 7/2**

| Web | Received | Source | Title |
|---|---|---|---|
| 2/411 | 2021-03-02 | Co-Rapporteurs for Question 7/2 | Draft proposal for the future of Question 7/2 |
| 2/392 (Rev.1) | 2021-02-17 | ATDI (France) | Draft Liaison Statement to ITU-T Q3/5, ITU-R WPs 1A, 1C, 5A, 5B and 6A |
| 2/363 | 2021-01-11 | China, GSMA, ATDI (France) | Proposed revisions to the Final Report for Question 7/2 to WTDC-21 |
| RGQ2/TD/23 | 2020-10-08 | Mobile & Wireless Forum | MWF comments to SG2RGQ/218(Rev.1) |
| RGQ2/TD/22 | 2020-10-08 | Mobile & Wireless Forum | MWF comments to SG2RGQ/209 |
| RGQ2/TD/21 | 2020-10-07 | Co-Rapporteurs for Question 7/2 | Working Document – Updated Draft Output Report for Question 7/2 |
| RGQ2/TD/20 | 2020-10-07 | Co-Rapporteurs for Q7/2 | Proposed liaison statement from ITU-D Study Group 2 Question 7/2 to ITU-T Q3/5, ITU-R Working Parties 1A, 1C, 4A, 5A, 5B, 5C, 5D, 6A, 7A and 7B on updates on new EMF limits |
| RGQ2/TD/19 | 2020-09-30 | GSMA | GSMA comments to SG2RGQ/229 |
| RGQ2/TD/18 | 2020-09-30 | GSMA | GSMA proposed revisions to SG2RGQ/209 |
| RGQ2/TD/17 | 2020-09-30 | GSMA | GSMA comments to terminology for electromagnetic fields and health |
| RGQ2/TD/16 | 2020-09-30 | GSMA | GSMA comments to Report for Question 7/2 to WTDC-2021: Revision of Chapters 1, 2, 3 and Annexes 1, 2, 3 |
| RGQ2/246 | 2020-09-04 | ATDI (France) | Report for Q7/2 to WTDC-2021: Revision of Chapters 1, 2, 3 and Annexes 1, 2,3 |
| RGQ2/229 | 2020-08-18 | Senegal | Chapter 7: Case studies and national practices based on contributions |
| RGQ2/218 (Rev.1) | 2020-07-31 | Haiti | Terminology for electromagnetic fields and health |
| RGQ2/209 | 2020-06-11 | China | Revisions to draft Chapter 4 of the Final Report for Question 7/2 |
| 2/324 +Ann.1 | 2020-02-07 | BDT Focal Point for Question 7/2 | Development of EMF Guidelines for the Arab region – update |

**(تابع)**

| Web | Received | Source | Title |
|---|---|---|---|
| 2/292 | 2020-01-09 | Guinea | Strategy and methodology for assessing the level of exposure of the general public to non-ionizing radiation in the Republic of Guinea |
| 2/289 | 2020-01-08 | ATDI (France) | Report for Q7/2 to WTDC-2021: Revision of Chapters 1, 2, 3 and Annex 2 |
| 2/288 | 2020-01-08 | Mobile & Wireless Forum, GSMA | Proposed revisions and updates to Draft Report of ITU-D Question 7/2 |
| 2/284 | 2020-01-07 | GSMA | Comments on RF-EMF exposure topics discussed at Question 7/2 meeting, October 2019 |
| 2/276 | 2020-01-03 | China | Overview of new "IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz" |
| 2/275 | 2020-01-09 | Senegal | Chapter 7: Case studies and national practices based on contributions |
| 2/271 | 2019-12-31 | Burundi | Legal framework for telecommunication infrastructure sharing as a way to reduce human exposure to electromagnetic emissions in Burundi |
| 2/267 | 2019-12-27 | Central African Republic | Strategies and policies concerning human exposure to electromagnetic fields |
| 2/255 | 2019-12-16 | Haiti | CONATEL strategies for protecting consumers against exposure to electromagnetic fields |
| 2/253 | 2019-12-16 | Democratic Republic of the Congo | Strategies and policies concerning human exposure to electromagnetic fields |
| RGQ2/TD/15 | 2019-10-17 | Co-Rapporteurs for Question 7/2 | Proposed text for outgoing liaison statement from ITU-D Study Group 2 Question 7/2 to ITU-T SG5 and ITU-R working parties |
| RGQ2/TD/11 | 2019-10-02 | Côte d'Ivoire | Periodic assessment of the level of exposure of people to Non-Ionizing Radiation (NIR) and risk reduction in Côte d'Ivoire |
| RGQ2/191 | 2019-09-24 | Hungary | 10 years' experience in EMF exposure assessment technics, applied methods and strategies for the next 3 years at NMHH |
| RGQ2/181 | 2019-09-23 | China | Update of electromagnetic radiation environmental monitoring standards for mobile communication base stations in China |
| RGQ2/180 | 2019-09-23 | China | Revisions to draft Chapter 4 of the Final Report for Question 7/2 |
| RGQ2/177 +Ann.1 | 2019-09-20 | BDT Focal Point for Question 7/2 | Development of EMF guidelines for the Arab region |
| RGQ2/158 | 2019-09-06 | India | Multi-dimensional approach to mitigating EMF concerns in India |
| RGQ2/157 | 2019-09-05 | Co-Rapporteurs for Question 7/2 | Draft consolidated report for Q7/2 to WTDC-21 |

(تابع)

| Web | Received | Source | Title |
|---|---|---|---|
| RGQ2/142 | 2019-08-14 | ATDI (France) | Status of the Q7/2 Report to WTDC-21 |
| RGQ2/140 | 2019-08-12 | Central African Republic | Strategies and policies concerning human exposure to the ionizing effects of electromagnetic fields |
| RGQ2/137 | 2019-08-02 | Cameroon | Strategies and policies concerning human exposure to electromagnetic fields: the case of Cameroon |
| RGQ2/133 | 2019-07-28 | Senegal | Chapter 7: Case studies and national practices based on contributions |
| RGQ2/123 | 2019-07-09 | Haiti | Electromagnetic wave awareness-raising campaign |
| 2/TD/21 | 2019-03-28 | Co-Rapporteur for Question 7/2 | Proposed liaison statement from ITU-D Study Group Q7/2 to ITU-T and ITU-R Study Groups on strategies and policies concerning human exposure to EMF |
| 2/205 | 2019-03-11 | Mali | Stratégies et politiques concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques : cas du Mali |
| 2/163 | 2019-02-06 | Mobile & Wireless Forum | Contribution for Chapter 6 of the report: Modern Policies, Guidelines, Regulations and Assessments of Human Exposure to RF-EMF |
| 2/160 | 2019-03-11 | China | Policies to limit exposure to radiofrequency fields |
| 2/151 | 2019-01-30 | Central African Republic | Contribution by the Central African Republic to Question 7/2 on exposure to electromagnetic fields |
| 2/150 | 2019-01-29 | Haiti | National EMF activities on exposure limits |
| 2/147 | 2019-01-28 | ATDI (France) | Output Report on Question 7/2, Chapter 3: Updated international RF-EMF exposure limits |
| 2/137 | 2019-01-15 | ATDI (France) | Output report of Question 7/2, revised “Chapter 2 - ITU activities” |
| RGQ2/TD/7 | 2018-10-01 | Russian Federation | ITU-D SG1 and SG2 coordination: Mapping of ITU-D Study Group 1 and 2 Questions |
| RGQ2/82 | 2018-09-18 | Ghana | Ghana's Type Approval Regime - a sustainable approach to connecting and protecting users of telecommunications/ICTs and networks through conformance assessment |
| RGQ2/71 | 2018-09-18 | India | Tarang Sanchar: Department of Telecommunications (DoT) India new web portal to monitor radiation compliance by telecommunication service providers and generate awareness |
| RGQ2/68 | 2018-09-17 | China | Recent research activities and the update of EMF standards in China |
| RGQ2/50 | 2018-09-03 | Senegal | Campagne nationale de mesure de la densité des champs électromagnétiques et d'évaluation des rayonnements non-ionisants au Sénégal |

**(تابع)**

| Web | Received | Source | Title |
|---|---|---|---|
| RGQ2/45 | 2018-08-27 | ATDI (France) | Draft 7th study period report on Question 7/2: chapters 1 and 2 |
| RGQ2/42 (Rev.1)) | 2018-08-24 | Central African Republic | Stratégies et politiques concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques |
| RGQ2/41 +Ann.1 | 2018-08-22 | BDT Focal Point for Question 7/2 | Outcome report: EMF and 5G rollout Expert Meeting, Rome, November 2017 |
| RGQ2/40 +Ann.1 | 2018-08-22 | BDT Focal Point for Questions 1/1, 1/2, 2/1 and 7/2 | Regional Seminar for Europe and CIS on "5G Implementation in Europe and CIS: Strategies and Policies Enabling New Growth Opportunities", Budapest, July 2018 |
| RGQ2/20 +Ann.1 | 2018-08-09 | BDT Focal Point for Question 7/2 | ITU activities on EMF |
| RGQ2/19 +Ann.1 | 2018-08-08 | Hungary | Report on the ITU-D Study Groups related Experts' Knowledge Exchange |
| RGQ2/18 +Ann.1 | 2018-08-06 | ATDI (France) | ITU inter-Sectoral response to the public consultation of the Draft ICNIRP Guidelines on limiting exposure (100 kHz to 300 GHz) |
| 2/85 +Ann.1 | 2018-04-23 | BDT Focal Point for Question 7/2 | Electromagnetic field level and 5G roll-out expert meeting |
| 2/47 | 2018-03-15 | India | Mandating adoption of harmonized, electromagnetic fields/radiofrequency (EMF/RF) exposure limit across the nations based on the international guidelines |
| 2/42 | 2018-03-01 | Burundi | Strategy for telecommunication infrastructure sharing as a way to reduce human exposure to electromagnetic emissions in Burundi |
| 2/38 | 2018-04-20 | China, ATDI (France) | Proposed Table of Content for the Report of Question 7/2 |
| 2/37 | 2018-04-20 | China, ATDI (France) | Proposed work plan (2018-2021) for Question 7/2 |

**Incoming liaison statements for Question 7/2**

| Web | Received | Source | Title |
|---|---|---|---|
| 2/364 | 2020-12-09 | ITU-R Working Party 1C | Liaison statement from ITU-R Working Party 1C to ITU Study Group Question 7/2 on revision of Report ITU-R SM.2452-0 on EMF measurements to assess human exposure |
| 2/360 | 2020-11-19 | ITU-T Study Group 5 | Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D SG2 Q7/2 on work being carried out under study in ITU-T Q3/5 |
| 2/354 | 2020-10-14 | ITU-R Working Party 6A | Liaison statement from ITU-R Working Party 6A to ITU-T Study Group 5 (copy to ITU-D SG2 Q7/2) on EMF exposure from bonded cellular devices |
| RGQ2/287 | 2020-07-14 | ITU-T Study Group 5 | Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D SG2 Q7/2 on work being carried out in ITU-T SG5 on human exposure to EMF from ICTs |
| RGQ2/203 | 2020-02-18 | ITU-T Study Group 5 | Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG1 and SG2 on information on WTSA-20 preparation |
| RGQ2/TD/14 +Ann.1 | 2019-10-11 | ITU-T Study Group 5 | Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q7/2 on work being carried out under study in ITU-T SG5 Q3/5 |
| RGQ2/117 | 2019-06-18 | ITU-R study groups – Working Party 1C | Liaison statement from ITU-R WP 1C to ITU-D SG2 Q7/2 on electromagnetic field measurements to assess human exposure |
| RGQ2/115 +Ann.1 | 2019-06-14 | ITU-T Study Group 5 | Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q4/2 and Q7/2 on work being carried out under study in ITU-T Study Group 5 Question 3/5 |
| 2/119 +Ann.1 | 2018-10-16 | ITU-T Study Group 5 | Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q7/2 on collaboration in RF-EMF, EMC and particle radiation effects |
| RGQ2/TD/6 +Ann.1 | 2018-09-28 | ITU-T Study Group 5 | Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q7/2 on ITU inter-Sectoral response to "ICNIRP Public Consultation of the Draft ICNIRP Guidelines on Limiting EMF Exposure (100 kHz to 300 GHz)" |
| RGQ2/TD/4 | 2018-09-28 | ITU-T Study Group 5 | Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q7/2 on work being carried out under study in ITU-T Q3/5 (reply to LS ITU-R WP1C, 1C/169-E (Annex 10) and ITU-D SG2, 2/116-E) |
| RGQ2/7 | 2018-06-29 | ITU-R study groups – Working Party 1C | Liaison statement from ITU-R WP1C to ITU-D SG2 Q7/2 on the Preliminary Draft New Report ITU-R SM.[EMF-MON] |
| RGQ2/6 +Ann.1 | 2018-06-04 | ITU-T Study Group 5 | Liaison Statement from ITU-R SG5 to ITU-D SG2 Q7/2 on the work which is under study in ITU-T Question 3/5 |
| 2/34 | 2017-11-29 | ITU-T Study Group 5 | Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Question 7/2 on information about work that is being carried out which is under study in ITU-T Q3/5 |

**(تابع)**

| Web | Received | Source | Title |
|---|---|---|---|
| 2/33 | 2017-11-28 | ITU-T Study Group 5 | Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D study groups on setting environmental requirements for 5G/IMT-2020 |
| 2/27 | 2017-11-24 | ITU-T Study Group 5 | Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Question 7/2 on information about work being carried out under study in ITU-T Q3/5 |
| 2/26 | 2017-11-24 | ITU-T Study Group 5 | Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Question 6/2 and Question 7/2 on Operational Plan for Implementation of WTSA-16 Resolutions 72 and 73 (Hammamet, 2016), and Resolution 79 (Dubai, 2012) |
| 2/22 | 2017-11-24 | ITU-R study groups - Working Party 1C | Liaison Statement from ITU-R Working Party 7C to ITU-D Study Group 2 Q7/2 on a preliminary draft new Report ITU-R SM.[EMF-MON] |
| 2/8 | 2017-11-22 | ITU-T Study Group 5 | Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D study groups on ITU-T Study Group 5 lead study group activities |

**الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**
**مكتب تنمية الاتصالات (BDT)**
**مكتب المدير**

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Email: bdtdirector@itu.int
Tel.: +41 22 730 5035/5435
Fax: +41 22 730 5484

**مكتب نائب المدير ودائرة تنسيق العمليات الميدانية للحضور الإقليمي (DDR)**

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Email: bdtdeputydir@itu.int
Tel.: +41 22 730 5131
Fax: +41 22 730 5484

**دائرة الشبكات الرقمية والمجتمع الرقمي (DNS)**

Email: bdt-dns@itu.int
Tel.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

**دائرة محور المعارف الرقمية (DKH)**

Email bdt-dkh@itu.int
Tel.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

**دائرة الشراكات من أجل التنمية الرقمية (PDD)**

Email: bdt-pdd@itu.int
Tel.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

## إفريقيا

### إثيوبيا

**المكتب الإقليمي للاتحاد**

Gambia Road
Leghar Ethio Telecom Bldg. 3rd floor
P.O. Box 60 005
Addis Ababa - Ethiopia

Email: itu-ro-africa@itu.int
Tel.: +251 11 551 4977
Tel.: +251 11 551 4855
Tel.: +251 11 551 8328
Fax: +251 11 551 7299

### الكاميرون

**مكتب المنطقة للاتحاد**

Immeuble CAMPOST, 3e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé - Cameroon

Email: itu-yaounde@itu.int
Tel.: + 237 22 22 9292
Tel.: + 237 22 22 9291
Fax: + 237 22 22 9297

### السنغال

**مكتب المنطقة للاتحاد**

8, Route des Almadies
Immeuble Rokhaya, 3e étage
Boîte postale 29471
Dakar - Yoff - Senegal

Email: itu-dakar@itu.int
Tel.: +221 33 859 7010
Tel.: +221 33 859 7021
Fax: +221 33 868 6386

### زيمبابوي

**مكتب المنطقة للاتحاد**

TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and
Hampton Road
P.O. Box BE 792
Belvedere Harare - Zimbabwe

Email: itu-harare@itu.int
Tel.: +263 4 77 5939
Tel.: +263 4 77 5941
Fax: +263 4 77 1257

## الأمريكتان

### البرازيل

**المكتب الإقليمي للاتحاد**

SAUS Quadra 6 Ed. Luis Eduardo Magalhães,
Bloco "E", 10º andar, Ala Sul (Anatel)
CEP 70070-940 Brasilia - DF - Brazil

Email: itubrasilia@itu.int
Tel.: +55 61 2312 2730-1
Tel.: +55 61 2312 2733-5
Fax: +55 61 2312 2738

### بربادوس

**مكتب المنطقة للاتحاد**

United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown - Barbados

Email: itubridgetown@itu.int
Tel.: +1 246 431 0343
Fax: +1 246 437 7403

### شيلي

**مكتب المنطقة للاتحاد**

Merced 753, Piso 4
Santiago de Chile
Chile

Email: itusantiago@itu.int
Tel.: +56 2 632 6134/6147
Fax: +56 2 632 6154

### هندوراس

**مكتب المنطقة للاتحاد**

Colonia Altos de Miramontes
Calle principal, Edificio No. 1583
Frente a Santos y Cía
Apartado Postal 976
Tegucigalpa - Honduras

Email: itutegucigalpa@itu.int
Tel.: +504 2235 5470
Fax: +504 2235 5471

## الدول العربية

### مصر

**المكتب الإقليمي للاتحاد**

Smart Village, Building B 147,
3rd floor
Km 28 Cairo
Alexandria Desert Road
Giza Governorate
Cairo
Egypt

Email: itu-ro-arabstates@itu.int
Tel.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

## آسيا – المحيط الهادئ

### تايلاند

**المكتب الإقليمي للاتحاد**

Thailand Post Training Center
5th floor
111 Chaengwattana Road
Laksi - Bangkok 10210 - Thailand

*Mailing address:*
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210, Thailand

Email: ituasiapacificregion@itu.int
Tel.: +66 2 575 0055
Fax: +66 2 575 3507

### إندونيسيا

**مكتب المنطقة للاتحاد**

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

*Mailing address:*
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10110, Indonesia

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

## كومنولث الدول المستقلة

### الاتحاد الروسي

**المكتب الإقليمي للاتحاد**

4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscow 105120
Russian Federation

Email: itumoscow@itu.int
Tel.: +7 495 926 6070

## أوروبا

### سويسرا

**الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)**
**مكتب أوروبا (EUR)**

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 - Switzerland

Email: eurregion@itu.int
Tel.: +41 22 730 5467
Fax: +41 22 730 5484

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

ISBN 978-92-61-34226-5
9 789261 342265

نُشرت في سويسرا
جنيف، 2021