وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات
MINISTRY OF COMMUNICATIONS AND INFORMATION TECHNOLOGY

الموجات الكهرومغناطيسية
المستخدمة في تقنيات الاتصالات الراديوية

تقرير لتقييم الآثار الصحية والبيئية
ربيع الآخر ١٤٤١ هـ

جميع المعلومات في هذا التقرير مبنية وفق الأبحاث المتوفرة وقت إعداد التقرير ، وقد تكون عرضة للتغير مستقبلاً

الجهات المشاركة

وزارة الصحة
Ministry of Health

وزارة الشؤون البلدية والقروية
Ministry of Municipal & Rural Affairs

وزارة البيئة والمياه والزراعة
Ministry of Environment Water & Agriculture
Kingdom of Saudi Arabia - المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
KACST

هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات
Communications and Information Technology Commission

وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات
MINISTRY OF COMMUNICATIONS AND INFORMATION TECHNOLOGY

المحتويات

المحتوى	
فهرس الأشكال	5
ملخص تنفيذي	6
مقدمة	8
الإشعاعات الكهرومغناطيسية	10
أنواع الإشعاعات الكهرومغناطيسية ومصادرها	11
مصادر الإشعاعات الكهرومغناطيسية	12
كيف تحمل موجات الراديو المعلومات؟	15
كيف يعمل الهاتف المحمول باستخدام شبكة الاتصالات	16
التقنيات المختلفة المستخدمة في شبكات الهاتف المحمول	18
ملخص نتائج الدراسات والأبحاث الطبية	20
ملخص آراء جهات مختلفة من أنحاء العالم	21
منظمة الصحة العالمية – WHO	21
الاتحاد الدولي للاتصالات – ITU	21
معهد الصحة العامة بالنرويج – NIPH	21
وزارة الاتصالات – جمهورية الهند	22
سياسات بعض الدول في استخدام تقنيات الاتصالات الراديوية في المدارس	22
وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات اليابانية	23
مستويات الإشعاع في المملكة	24
التوصيات	26
الملاحق	27
الملحق 1 – ماذا نعني بالطول الموجي والتردد؟	28
الملحق 2 - تصنيف الأشعة الكهرومغناطيسية كمسبب محتمل للسرطان	29
الملحق 3 - مراجعة بحثية تنفي علاقة موجات المايكروويف بالسرطان	30
الملحق 4 - مراجعة بحثية تؤكد عدم كفاية الدراسات للحكم على اثبات أو نفي وجود علاقة لموجات المايكروويف بالأمراض المزمنة	31
الملحق 5 – المواصفات والمعايير الدولية التي تتبعها المملكة العربية السعودية	32
المراجع	34
أعضاء فريق العمل	35

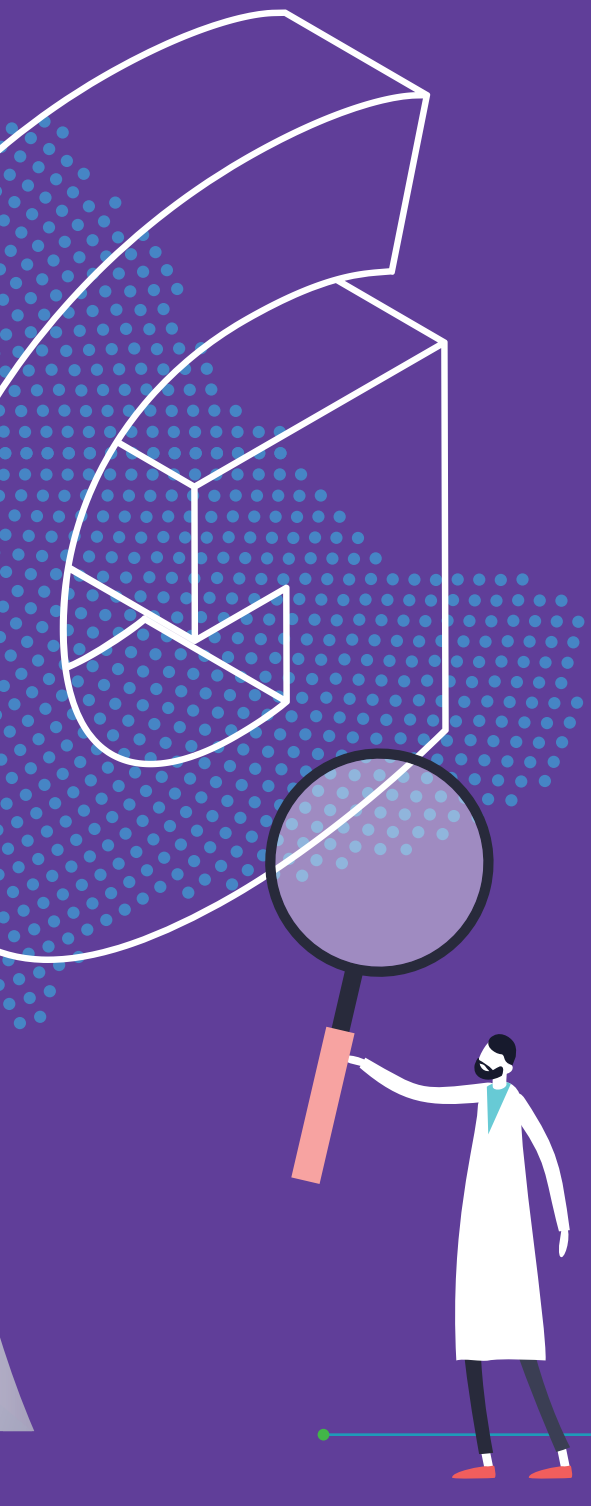
فهرس الأشكال

شكل 1: الطيف الترددي	10
شكل 2: صورة توضيحية للطيف الترددي (الكهرومغناطيسي) وتطبيقاته	11
شكل 3: مصادر الإشعاعات الكهرومغناطيسية في الحياة اليومية	13
شكل 4: كيف تحمل الموجات الراديوية البيانات	15
شكل 5: تنوع خلايا الاتصالات اللاسلكية	16
شكل 6: تحديات نشر شبكات الاتصال المتنقلة	17
شكل 7: تقنيات خدمات الاتصالات	18
شكل 8: عدد القياسات بالنسبة للمناطق	25
شكل 9: متوسط قيم القياسات الميدانية	25
شكل 10: طول وتردد الموجة الكهرومغناطيسية	28

ملخص تنفيذي

مع التقدم التقني والمتغيرات والمتطلبات المتسارعة في مجال الاتصالات اللاسلكية، ظهرت العديد من التساؤلات عن الآثار الصحية والبيئية المحتملة للموجات الكهرومغناطيسية التي تستخدم في تقنيات الاتصالات الراديوية الحديثة، لذا تم التوجيه بتشكيل فريق عمل من مختصين من عدة جهات حكومية لتقييم الدراسات والأبحاث حول مخاطر الموجات الكهرومغناطيسية التي تستخدم في تقنيات الاتصالات الراديوية. ولقد تم عقد عدد من الاجتماعات، وتم استعراض ومناقشة العديد من الدراسات العالمية المتخصصة في هذا الجانب.

وهذا التقرير يعرض ما خلص له فريق العمل من نتائج، حيث يحتوي التقرير على خلفية تعريفية بالإشعاع الكهرومغناطيسي، والموجات الراديوية المستخدمة في الاتصالات اللاسلكية، والتقنيات المختلفة المستخدمة في شبكات الهاتف المحمول. كما يستعرض أهم نتائج الدراسات المتخصصة لآثار هذه الموجات الصحية والبيئية وفق الأبحاث المتوفرة وقت إعداد التقرير، وقد تكون عرضة للتغير مستقبلا. ويقدم ملخص عن آراء جهات مختلفة من أنحاء العالم عن الأثر الصحي والبيئي للإشعاعات الكهرومغناطيسية، وفي الختام تم التطرق لمختلف الجهود المبذولة في مراقبة مستويات الإشعاعات الكهرومغناطيسية والمواصفات والمعايير الدولية التي تتبعها المملكة العربية السعودية في هذا الشأن.



يستعرض أهم نتائج الدراسات المتخصصة لآثار هذه الموجات الصحية والبيئية وفق الأبحاث المتوفرة وقت إعداد التقرير، وقد تكون عرضة للتغير مستقبلا.

ويخلص هذا التقرير بأن الإشعاعات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الموجات الراديوية المستخدمة في الاتصالات اللاسلكية لتقنية الجيل الخامس لن تتجاوز مستويات الإشعاع الكهرومغناطيسي التي تعمل بها تقنية الجيل الرابع الحالية، كما أن استخدام عدد محطات أكبر ذات تغطية أصغر لتوفير خدمات الجيل الخامس مستقبلاً لن يرفع من مستويات الإشعاع الكهرومغناطيسي، وذلك لأن قيمة الطاقة المستخدمة في تلك المحطات ضعيفة وتقع ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.

ولقد أوصى فريق العمل بدعم وتشجيع استمرارية البحوث والدراسات في هذا المجال، وتصميم حملات توعوية للعموم لنشر ما توصل إليه فريق العمل.

مقدمة

رغبة من المملكة العربية السعودية في مواكبة المستجدات التقنية الحديثة وتقديم أفضل خدمات الاتصالات العالمية، والحرص على تطوير تقنية الجيل الخامس وإتاحته للمستخدمين، فقد واصلت المملكة ريادتها الإقليمية في البنية التحتية للاتصالات من خلال الجهود التي بذلتها كل من وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات وهيئة الاتصالات وتقنية المعلومات بالتعاون مع كافة الشركاء في القطاع لتمكين تقنية الجيل الخامس للاتصالات المتنقلة، والتي تكللت بالتدشين التجاري لهذه الخدمة في الربع الرابع من العام 2019م وبأكبر تغطية في منطقة الشرق الأوسط باستخدام أكثر من ثلاثة آلاف برج موزعة على ثلاث وعشرين مدينة في كافة أنحاء المملكة. وتستخدم شبكات الجيل الخامس في المملكة حالياً النطاقات الترددية (2,600) ميجاهرتز و (3,500) ميجاهرتز بعد أن أعادت هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات توزيعها وتخصيصها حيث كانت تُستخدم لتوفير خدمات الجيل الرابع خلال السنوات العشر الماضية. ومن المتوقع أن يتم إعادة توزيع كافة النطاقات الترددية المستخدمة حالياً لتوفير خدمات الجيل الثاني والثالث والرابع لتقديم خدمات الجيل الخامس مستقبلاً، كما سيتم تخصيص نطاقات ترددية إضافية جديدة لتقديم خدمات الجيل الخامس بعد تعريفها دولياً من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات.

تكللت بالتدشين التجاري لتقنية الجيل الخامس لهذه الخدمة في الربع الرابع من العام 2019م.

أكبر تغطية في منطقة الشرق الأوسط.

أكثر من ثلاثة آلاف برج.

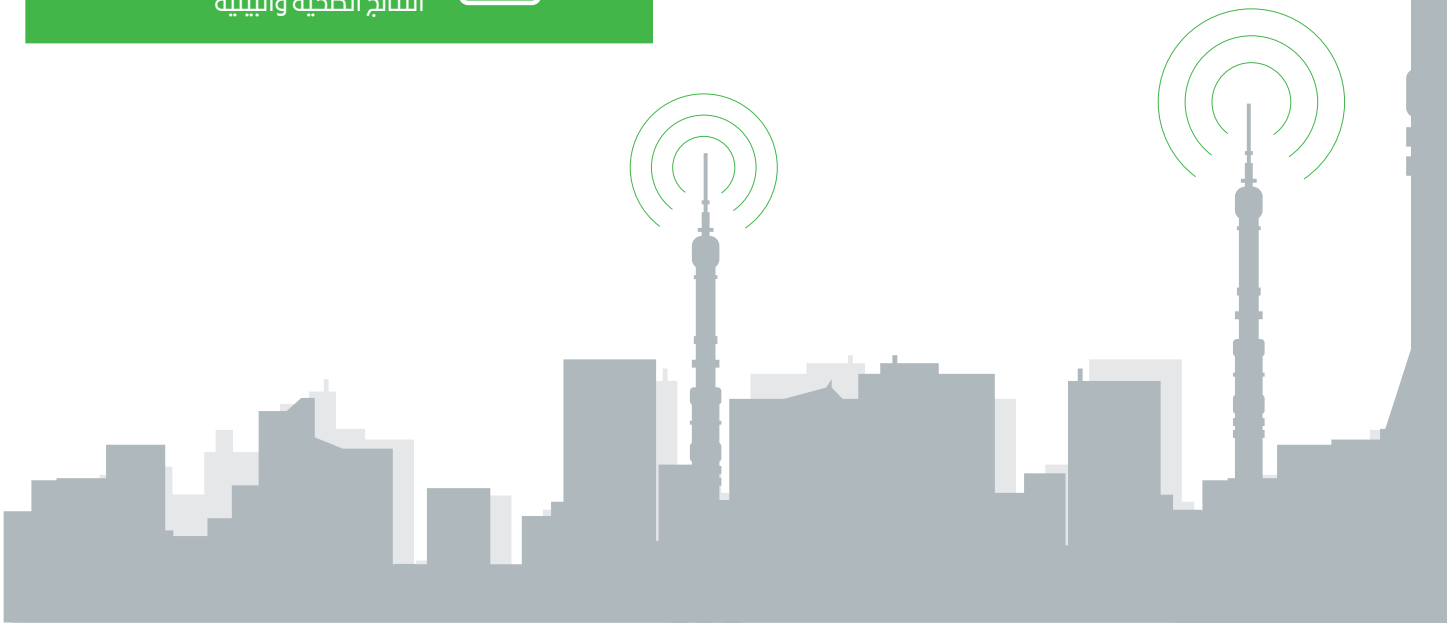
وسيكون لخدمات الجيل الخامس أثر بارز في زيادة سرعات الإنترنت، كما أنها ستعزز استخدام التطبيقات الحديثة بالمملكة مثل إنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، وتعزيز الواقع الافتراضي، وكذلك تطبيق خدمات المدن الذكية والمنازل الرقمية والمركبات المتصلة وغيرها من التطبيقات والتقنيات الحديثة المبنية على مفهوم الجيل الخامس، محققةً الازدهار للاقتصاد الرقمي.

وظهرت مع هذا التطور التقني العديد من التساؤلات حول الآثار الصحية والبيئية المحتملة للموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة في تقنيات الاتصالات الراديوية سواءً للجيل الرابع والأجيال التي سبقته، أو للجيل الخامس خاصة أنه من المتوقع أن يتزايد عدد الأجهزة التي تستخدم هذه التقنية كوسيلة أساسية لنقل وتبادل البيانات الأمر الذي قد يرفع التعرض لهذه الموجات. لذا تم تشكيل فريق عمل يضم مختصين من الجهات الحكومية التالية: وزارة الصحة، وزارة الشؤون البلدية والقروية، وزارة البيئة والمياه والزراعة، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات، وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات، بهدف تقييم ودراسة مخاطر الموجات الكهرومغناطيسية التي تستخدم في تقنيات الاتصالات الراديوية على أساس النتائج الصحية والبيئية التي تم دراستها، لتقديم المرئيات ورفع التوصيات حيال ذلك.

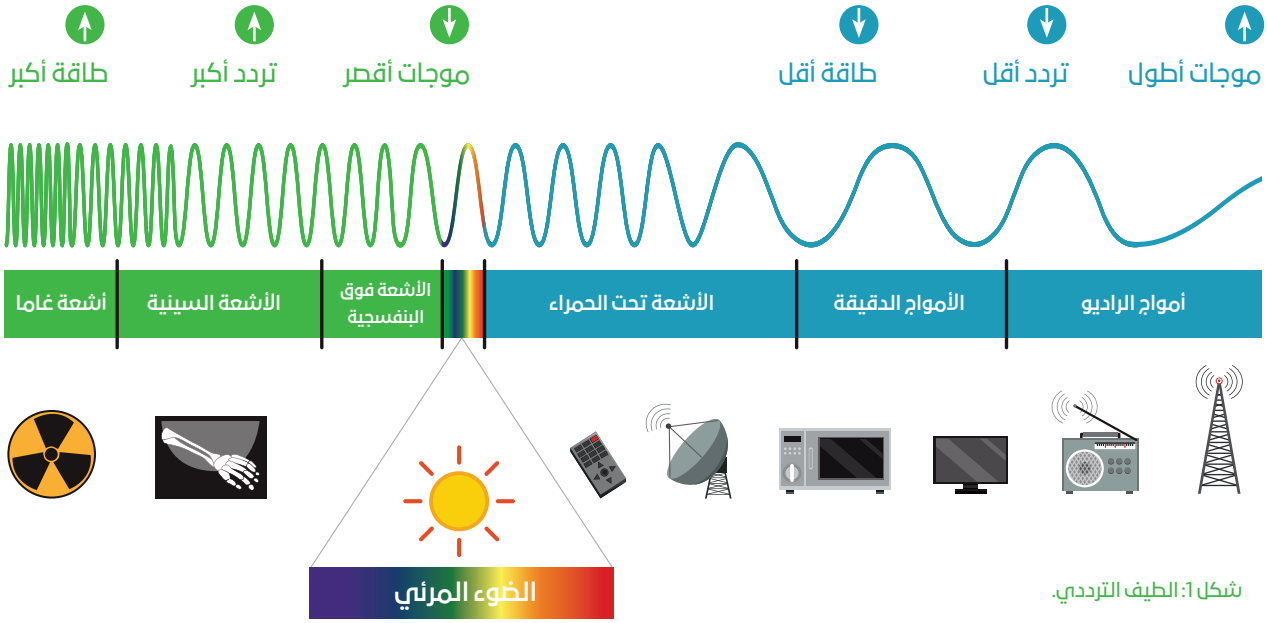
تستخدم شبكات الجيل الخامس في المملكة حالياً النطاقات الترددية (2,600) و (3,500) ميجاهرتز

ثلاث وعشرين مدينة في كافة أنحاء المملكة.

الهدف تقييم ودراسة مخاطر الموجات الكهرومغناطيسية التي تستخدم في تقنيات الاتصالات الراديوية على أساس النتائج الصحية والبيئية



الإشعاعات الكهرومغناطيسية



شكل 1: الطيف الترددي.

الإشعاعات الكهرومغناطيسية هي شكل من أشكال الطاقة التي تنتج عند تذبذب الشحنات الكهربائية المكونة للذرة، حيث يولد هذا التذبذب الموجات الكهرومغناطيسية. ويتكون هذا الإشعاع من موجات كهربائية ومغناطيسية تنتقل بسرعة الضوء (300،000 كلم/ث). كما يتم تصنيف الأشكال المختلفة للإشعاعات الكهرومغناطيسية طبقاً لترددتها، وأطوالها الموجية، ضمن ما يسمى بالطيف الترددي[1].

والطيف الترددي هو المدى الكلّي للإشعاعات الكهرومغناطيسية بجميع ترددتها ويمتد الطّيف الكهرومغناطيسي من أول الترددات المنخفضة مثل الترددات المستخدمة في الراديو، مروراً بالترددات المتوسطة مثل ترددات الضوء، إلى الترددات العالية مثل أشعة إكس وتنتهي بأشعة جاما[1].

ويمكن تشبيه انتقال هذه الموجات وانتشارها بالموجات التي تتولد عند إلقاء صخرة في الماء، فكما أن أمواج الماء من الممكن أن تكون كبيرة أو صغيرة، سريعة أو بطيئة، فهذا ينطبق أيضاً على الإشعاعات الكهرومغناطيسية. فكلما زاد طول الموجة قل ترددها وطاقتها والعكس صحيح، فكلما قل طول الموجة، ازداد ترددها وطاقتها[1] (شكل 1).

يظهر أثر الإشعاعات الكهرومغناطيسية بحسب طاقة هذه الموجات وترددها. ومن أهم آثارها:

- الأثر الحراري وينتج من تسخين الأشعة للأجسام كالسخونة الناتجة من أشعة الشمس.
- أو الأثر الحيوي ويتمثل في أي تغيير في خصائص الأنسجة الحية (الأشعة السينية والإشعاع النووي).

ولمزيد من المعلومات عن الموجات الكهرومغناطيسية، يمكن الرجوع للملحق (1).

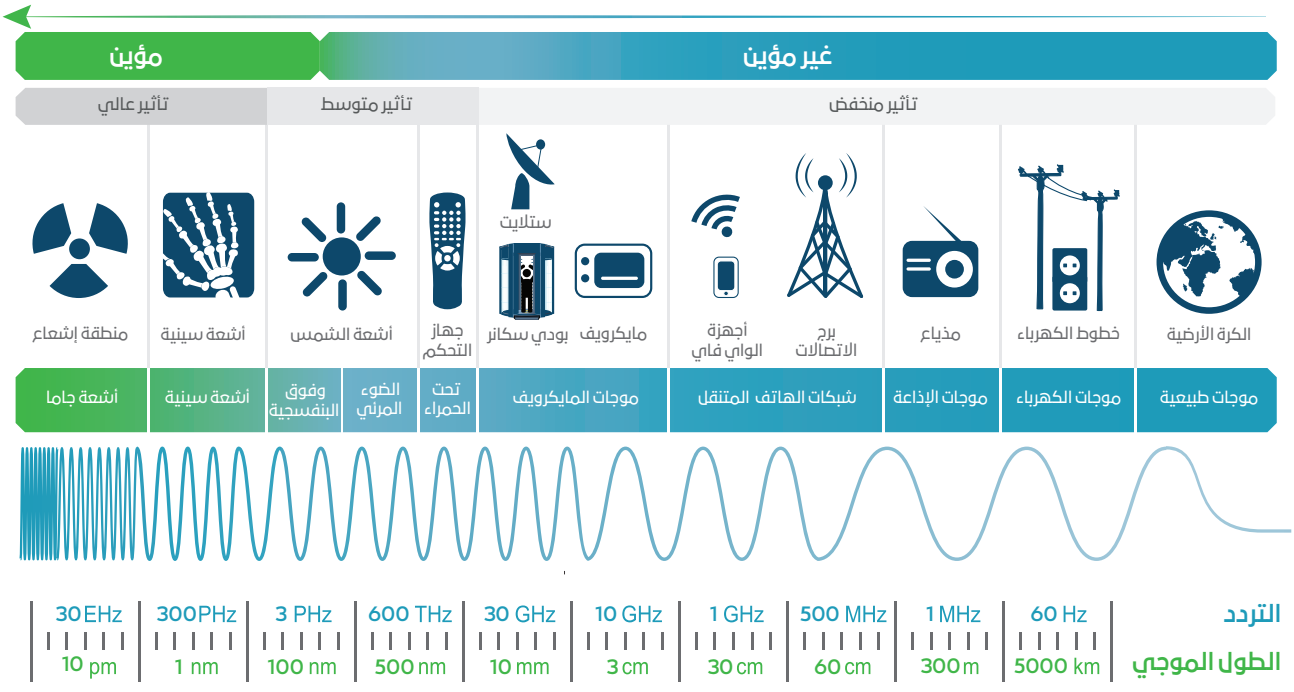
أنواع الإشعاعات الكهرومغناطيسية

الإشعاعات الكهرومغناطيسية غير المؤينة

وهي الإشعاعات التي لا ينتج عنها التأين – وهو عملية انتزاع الإلكترونات من الذرات أو الجزئيات – ولا يتولد عنها تأثير كيميائي على خلايا الجسم أو نفاذ إلى نواة الخلية الحية؛ نظراً لطولها الموجي الكبير. وتصدر هذه الإشعاعات عن الترددات التي تقل عن (300) جيجا هيرتز، وتستخدم الاتصالات اللاسلكية ترددات تقع ضمن هذا النطاق. وتعد طاقة ترددات الراديو المستخدمة في أنظمة الهاتف المتنقل، والرادار، والضوء المرئي، وموجات الميكروويف، وموجات الإذاعة والتلفزيون، وخطوط وأبراج نقل الكهرباء وما يصدر عن شاشات الحاسب الآلي ضمن هذه الفئة من الإشعاعات غير المؤينة التي يطلق عليها أيضاً مسمى الموجات الراديوية أو موجات الراديو. وقد تحمل هذه الإشعاعات طاقة لإحداث أثر حراري إلا أنه يشبه إلى حد كبير الأثر الحراري المنبعث من المصباح الكهربائي (شكل 2).

الإشعاعات الكهرومغناطيسية المؤينة

وهي الإشعاعات التي تصدر عن ترددات تزيد عن (300) جيجا هيرتز، بيد أن لها عدداً من الاستخدامات المفيدة حيث تستخدم بمستويات محدودة في التطبيقات الطبية للتصوير الإشعاعي التي يساعد على رؤية الأعضاء الداخلية للجسم، مما يتيح للطبيب تشخيص الأمراض، وغالباً ما يكون ذلك في أماكن مغلقة. وتحتوي هذه الإشعاعات على طاقة كافية لإحداث التأين، والتأين هو العملية التي يتم فيها انتزاع الإلكترونات من الذرات أو الجزيئات. ويمكن للإشعاعات المؤينة أن تؤدي إلى تغيرات كيميائية في خلايا الجسم، ومن ثم قد يؤدي إلى تغييرات على الجينات الوراثية، وقد ينتج عن ذلك الإصابة بأمراض خطيرة، ويتوقف ذلك على مجموعة من العوامل أهمها: شدة المجال، وكثافة الجسم، والفترة الزمنية للتعرض، ومن أمثلة هذا النوع من الإشعاعات أشعة جاما وأشعة إكس (الأشعة السينية) (شكل 2).

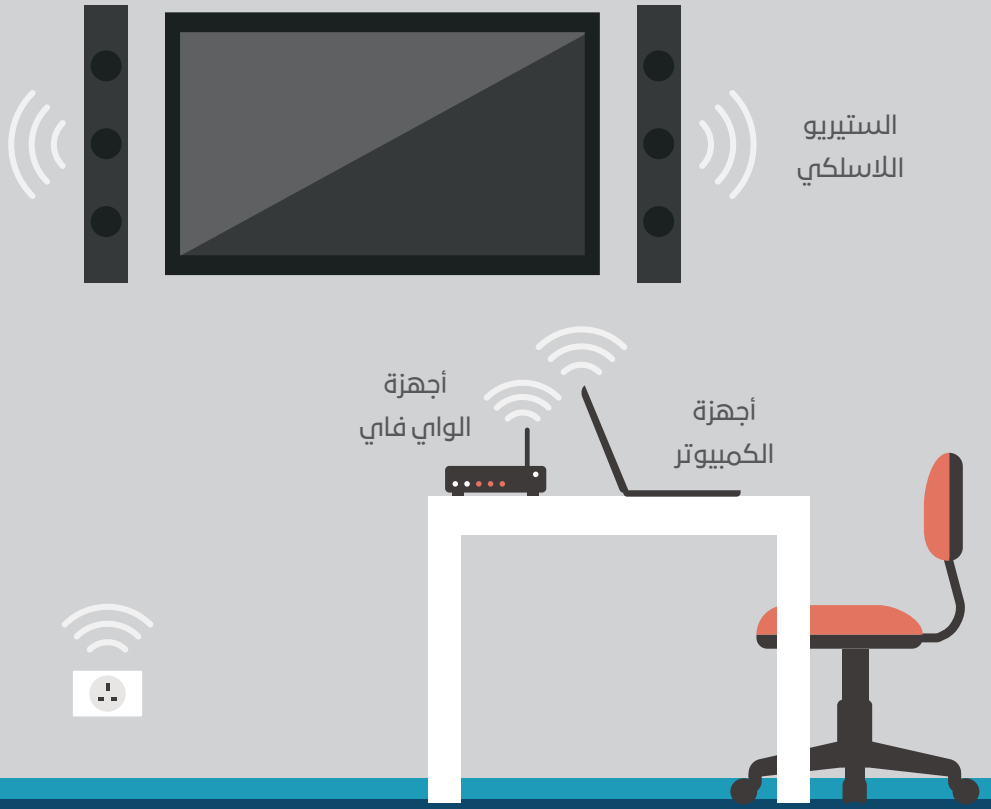


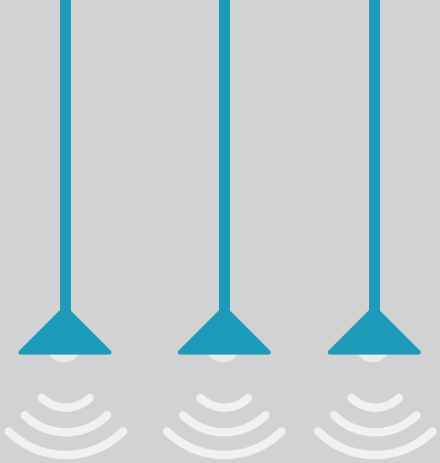
شكل 2: صورة توضيحية للطيف الترددي (الكهرومغناطيسي) وتطبيقاته.
(المصدر: هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات)

مصادر الإشعاعات الكهرومغناطيسية

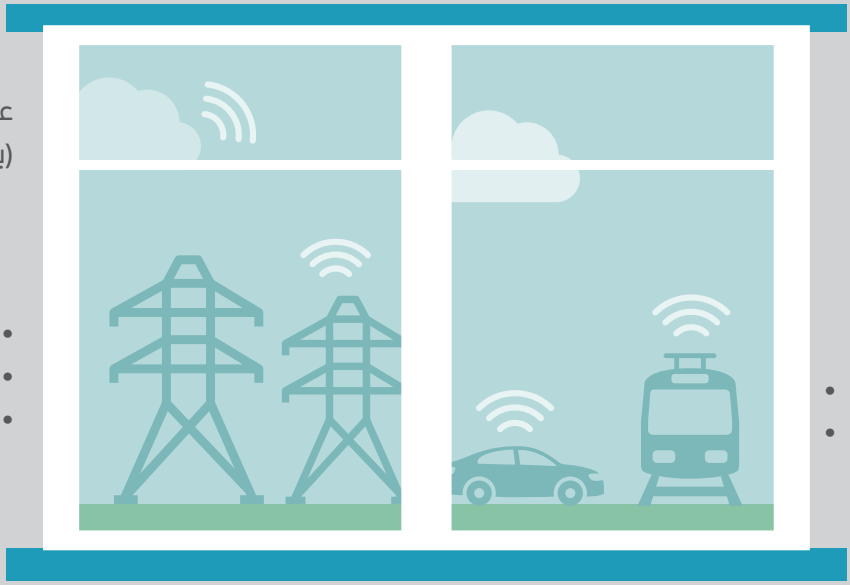
نتعرض باستمرار على ظهر كوكب الأرض للعديد من مصادر الإشعاع الطبيعي، والتي منها الشمس حيث تصدر الأشعة تحت الحمراء، والضوء، والأشعة فوق البنفسجية. كذلك نتعرض للإشعاعات الكونية التي تصدر من خارج الأرض وتتكون من جسيمات وأشعة ذات طاقة كبيرة، إضافة إلى الإشعاعات الطبيعية التي تصدر من المواد المشعة الموجودة داخل قشرة الأرض، وكذلك الإشعاعات الداخلية التي تصدر من أجسامنا بشكل طبيعي. ولكل من هذه المصادر فوائد، فعلى سبيل المثال فإن الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس تطهر القشرة الأرضية، وتقتل البكتيريا الضارة بالإنسان، إلا أن التعرض المتزايد لها يمكن أن يؤدي إلى حروق في الجلد، وقد يؤدي إلى الإصابة بسرطان الجلد. وعلى الرغم من ذلك؛ فإن التعرض لهذه الأشعة بشكل عادي لا يمثل خطراً على صحة الإنسان بل قد يكون مفيداً للجسم إذا كان بمستويات محدودة.

وقد تؤدي الإشعاعات الراديوية إلى زيادة حرارة الأنسجة عند زيادة التعرض للإشعاعات عن الحد المسموح به في الضوابط العالمية – مثل الضوابط الصادرة من اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) – مما يسبب ارتفاع في حرارة الجسم، وهو ما يعرف بالتأثير الحراري. وجسم الإنسان قادر على التكيف مع الظروف البيئية المحيطة به وتنظيم درجة حرارته. كما أن هناك مصادر عديدة للإشعاعات صادرة من أنظمة الاتصالات اللاسلكية مثل النداء اللاسلكي، وأنظمة خدمات الطوارئ اللاسلكية المستخدمة من قبل عدد من الجهات مثل الشرطة والدفاع المدني، والشبكات اللاسلكية المنزلية وغيرها. وعادة تبث هوائيات التلفزيون والراديو الإذاعية إشعاعات ذات ترددات راديوية بمستويات طاقة أعلى من المحطات القاعدية للهاتف المتنقل. وعلى هذا النحو، فإنّ الإنسان يجد نفسه محاطاً على نحو مستمر بهذه الإشعاعات، وهذه الحقيقة تمثّل الخطوة الاولى في فهم ماهيّة تأثير هذه الإشعاعات على الصحّة العامة (شكل 3).





الإضاءة



شكل 3: مصادر الإشعاعات الكهرومغناطيسية في الحياة اليومية.
(المصدر: هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات)

أنواع الإشعاعات الكهرومغناطيسية

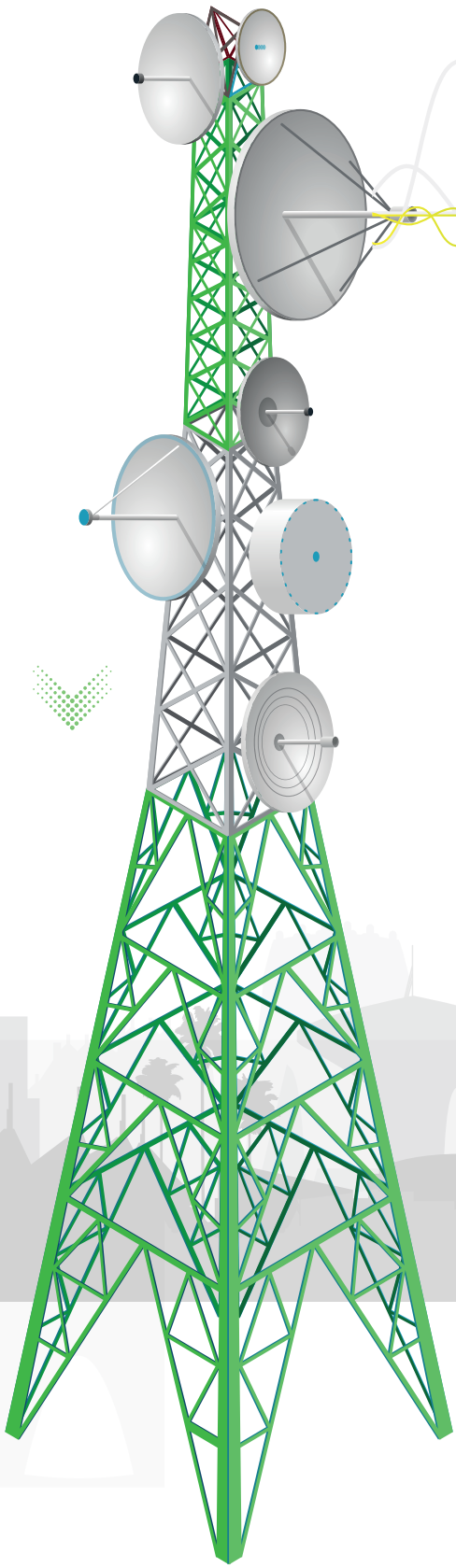
هي الموجات التي تقع في الترددات المنخفضة من الطيف الكهرومغناطيسي، وتستخدم بشكل رئيسي في الاتصالات اللاسلكية (شكل ١). وهي نفس الموجات المستخدمة في محطات الراديو والتلفاز.

فالاتصالات اللاسلكية تنقل البيانات (صوت، صورة، فيديو، أو نص) عبر المسافات عن طريق استخدام نطاقات محددة من الترددات المنخفضة في الطيف الترددي (شكل ١).

كما أن نطاق هذا المجال واسع حيث يتم تخصيص أجزائه لتطبيقات أو استخدامات متعددة من قبل المنظمات الدولية المعنية كالاتحاد الدولي الاتصالات (ITU) ومن قبل جهات مختصة (سلطات محلية) مثل هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات في المملكة العربية السعودية.

كيف تحمل موجات الراديو المعلومات؟

جميع أنظمة الاتصالات اللاسلكية تصل جهاز ارسال بجهاز استقبال عبر تردد محدد مسبقاً. فيقوم جهاز الارسال بترميز البيانات وإرسالها عبر الموجات الراديوية بينما يقوم جهاز الاستقبال فك وترجمة الرسالة بالشكل المطلوب، سواءً كانت الرسالة على شكل صوت أو صورة أو فيديو أو غير ذلك. كما أن اختلاف تقنيات الاتصالات له أثر على تحسين جودة وسرعة وأمان الاتصال (شكل 4).



شكل 4: كيف تحمل الموجات الراديوية البيانات.
(تم إعادة تصميم الشكل من المصدر (19))

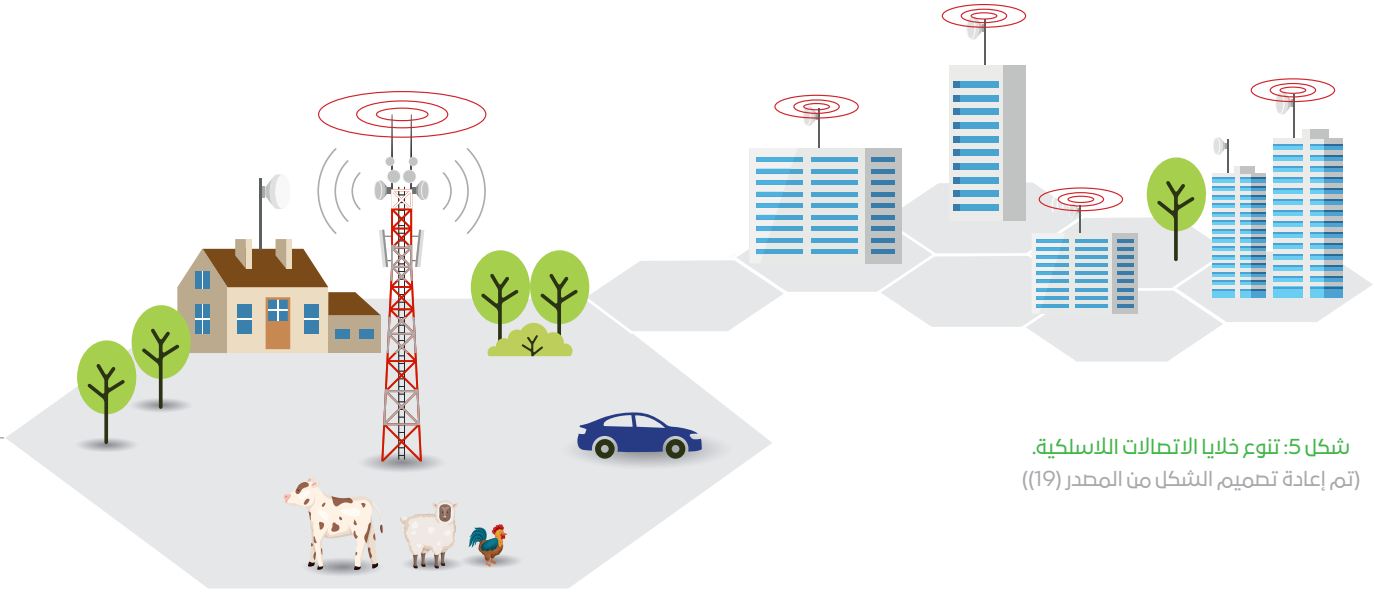
أنواع الإشعاعات الكهرومغناطيسية

كيف يعمل الهاتف المحمول باستخدام شبكة الاتصالات

يعمل الهاتف المحمول (المتنقل) على الاتصال بمنشآت ثابتة تسمى المحطات القاعدية من خلال الهوائيات المركبة على أبراج الاتصالات اللاسلكية، وهذه الأبراج هي جزء من شبكة متكاملة، ويتبادل الهاتف المتنقل والمحطات القاعدية الإرسال والاستقبال بواسطة موجات الراديو الكهرومغناطيسية، مما يكون بثاً لاسلكياً يتيح الاتصال بين الطرفين. وتبث هذه المحطات القاعدية على قنوات راديوية متعددة، ويتم تثبيت هوائياتها على أبراج، أو على هياكل فوق الأسطح. ويجب أن تكون هذه الأبراج أو الهياكل على ارتفاع مناسب لضمان تحقيق التغطية المطلوبة.

إن المحطات القاعدية لها نطاق محدود ولا تغطي سوى مساحة محدودة حولها تسمى (الخلية) ولذلك يطلق على شبكات الهاتف المحمول بالشبكات الخلوية. ولتغطية أقصى قدر من المساحة ولضمان قدرة المستخدمين دائماً على الاتصال، تقوم الشركات المشغلة بنشر الآلاف من الخلايا المزودة بالهوائيات المتصلة ببعضها. وبما أن إمكانيات المحطات القاعدية محدودة بربط عدد معين من المستخدمين، فإنها لا تستطيع تحمل أكثر من عدد محدد من المكالمات في نفس الوقت أو كمية محددة من البيانات المرسلة والمستقبلة على سبيل المثال. ولذلك نجد في المناطق المدنية، ذات الكثافة السكانية العالية والعدد الكبير من الاتصالات، أن الخلايا تكون أكثر وأصغر وأقرب لبعضها. أما في المناطق النائية، ذات الكثافة السكانية القليلة، فنجد أن الخلايا تكون أقل وأكبر وأبعد عن بعضها (شكل 5).

ويعتمد حجم الخلية على العديد من العوامل، مثل نوع المحطات القاعدية المستخدمة وقوة الإشارة المنبعثة منها والتضاريس (الجبال والوديان وغيرها) (شكل 6) والموقع (المناطق النائية أو المدنية) والكثافة السكانية ونطاق الهاتف المحمول.



شكل 5: تنوع خلايا الاتصالات اللاسلكية.
(تم إعادة تصميم الشكل من المصدر (19))

شكل ٥: تحديات نشر شبكات الاتصال المتنقلة.
(تم إعادة تصميم الشكل من المصدر (19))

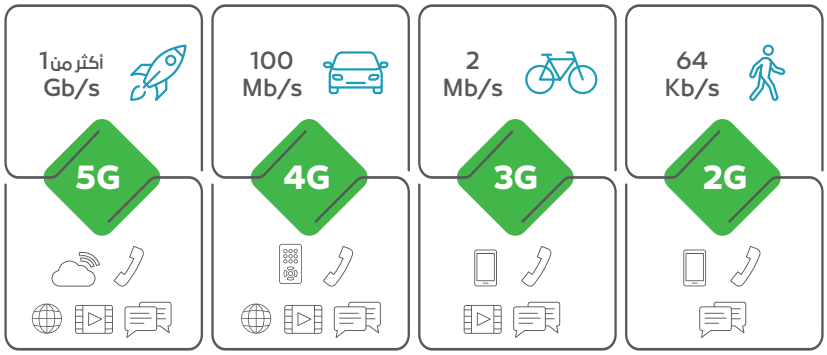
أنواع الإشعاعات الكهرومغناطيسية

التقنيات المختلفة المستخدمة في شبكات الهاتف المحمول

على مدى السنوات الماضية تطورت التقنيات المستخدمة في تقديم خدمات الاتصالات، من تقنية الجيل الثاني إلى الثالث والرابع وحالياً الخامس، وتختلف كل تقنية عن الأخرى بالنطاق الترددي المستخدم، وسرعة تحميل البيانات، والتطبيقات المقدمة (خدمات صوتية، رسائل نصية، مقاطع الفيديو عالية الجودة) كما هو موضح في (شكل 7).

وتهدف شبكات الجيل الخامس إلى تقديم سرعة فائقة ومعامل تأخير منخفض (Latency) لدعم الطلب المتزايد على خدمات الاتصالات وكذلك التطبيقات الحديثة مثل انترنت الأشياء (IoT). وبهذه الأهداف الطموحة، تواجه شبكات الجيل الخامس تحديات كبيرة، إذ ستتطلب زيادة في النطاقات الترددية ومعدلات البيانات ستفوق ما يُستخدم حالياً في أنظمة الجيل الثالث والجيل الرابع.

وتستخدم أنظمة الجيل الخامس في المملكة العربية السعودية ابتداءً النطاقات الترددية (2,600/3,500) ميجاهرتز، والتي قامت هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات بإعادة توزيعها وتخصيصها خلال الربع الأول من العام 2019م بعد أن كانت تستخدم لتقديم خدمات الجيل الرابع خلال السنوات العشر الماضية. وتستخدم أنظمة الجيل الخامس العاملة في هذه النطاقات نفس مستويات الطاقة التي تم استخدامها من قبل أنظمة الجيل الرابع التي كانت تعمل في هذه النطاقات، كما أنه يتم استخدامها من خلال نفس المحطات القاعدية التي كانت تستخدم لتقديم خدمات الجيل الرابع، ما يضمن عدم تغير مستويات الإشعاع الصادرة عن أنظمة الاتصالات المتنقلة في المملكة عن حدودها الحالية.



شكل 7: تقنيات خدمات الاتصالات.
(المصدر: هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات)

4G

5G

إضافة إلى إتاحة النطاقات المستخدمة لتقديم خدمات الجيل الثاني والثالث والرابع، ستتيح أنظمة الجيل الخامس استخدام نطاقات إضافية أعلى من النطاقات المستخدمة في التقنيات السابقة.

ومن خصائص الموجات الراديوية أنها تنتشر على مسافات أقصر كلما ارتفع التردد المستخدم. ولأن الطاقة المستخدمة في محطات الجيل الخامس أقل وضمن المعدلات المعمول بها عالمياً، فإن التقنية ستحتاج لعدد أكبر من المحطات القاعدية لتأمين وصول الموجات الراديوية باستخدام طاقة أقل وفي نفس الوقت رفع كفاءة نقل البيانات، الأمر الذي يضمن كذلك عدم تجاوز مستويات الإشعاع للحدود المقبولة عالمياً.

ويقوم الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)، بتحديد المعايير الدولية التي تهدف لتحقيق أفضل أداء لشبكات الجيل الخامس، وبناء توافق في الآراء بشأن الترددية الإضافية لتقديم خدمات الاتصالات المتنقلة الدولية والذي سيتم مناقشته من خلال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19) والذي ينعقد في جمهورية مصر العربية في الفترة من 28 أكتوبر إلى 22 نوفمبر 2019م، حيث سيتم النظر في توزيعات جديدة للخدمة المتنقلة وفي تحديد ترددات للاتصالات المتنقلة الدولية ضمن النطاقات الترددية العالية، وتجدر الإشارة إلى أن هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات ستحدد موقفها من إتاحة استخدام هذه النطاقات لتقديم خدمات الجيل الخامس في المملكة بناء على نتائج المؤتمر والاجتماعات الإقليمية التي ستعقبه، وبكل الأحوال فإنه سيتم تحديد ضوابط استخدام هذه النطاقات كما تم ذلك لجميع النطاقات الترددية في المملكة.

ويقوم الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)، بتحديد المعايير الدولية التي تهدف لتحقيق أفضل أداء لشبكات الجيل الخامس

ملخص نتائج الدراسات والأبحاث الطبية

تمت مراجعة عدد من الدراسات والأبحاث الأساسية حول آثار الموجات الكهرومغناطيسية على جسم الإنسان والآثار الصحية والبيئية لموجات الاتصالات الراديوية، كان من أهمها:

- دراسات إحصائية لعلاقة الأشعة بسرطان الدماغ (ملحق 2)، والتي خلصت نتائجها إلى تصنيف منظمة الصحة العالمية / الوكالة الدولية لأبحاث السرطان (IARC) المجالات الكهرومغناطيسية للترددات الراديوية على انها من المحتمل أن تتسبب في السرطان ولكن دون وجود أدلة كافية (المجموعة 2 ب)، وذلك بناءً على زيادة خطر الإصابة بالورم الدبقي، وهو نوع خبيث من سرطان الدماغ، المرتبطة باستخدام الهاتف اللاسلكي.
- مراجعة بحثية تؤكد عدم كفاية الدراسات للحكم على اثبات أو نفي وجود علاقة لموجات المايكروويف بالأمراض المزمنة (ملحق 4)، والتي خلصت نتائجها بوجوب إجراء مزيد من الدراسات لاختبار فرضيات معينة مثل جوانب التحيز في الاختيار أو التعرض على أساس النتائج الوبائية، كما أن الأدلة المتوفرة لا تدعم الافتراض بأن التعرض في الجسم الحي أو في المختبر لمثل هذه المجالات مسرطن.
- مراجعة بحثية تنفي علاقة موجات المايكروويف بالسرطان (ملحق 3)، والتي خلصت نتائجها إلى أن كثرة النتائج الوبائية والتجريبية المنشورة لا تدعم الافتراض بأن التعرض في الجسم الحي أو في المختبر لمثل هذه المجالات مسرطن.

الخلاصة

تشير نتائج أبرز الأبحاث التي جمعت حتى الآن إلى أنه لا يوجد أي ارتباط أو دليل علمي يثبت آثار صحية أو مخاطر عامة على صحة الإنسان والبيئة للموجات الكهرومغناطيسية الراديوية، وأن هناك المزيد من الدراسات تجرى في جميع أنحاء العالم من قبل المنظمات ذات العلاقة.

ملخص آراء جهات مختلفة من أنحاء العالم

تم الاطلاع على مجموعة من مواقف وآراء مجموعة من الدول والمنظمات العالمية حيال الأشعة الكهرومغناطيسية وفيما يلي أبرز هذه الآراء:

الاتحاد الدولي للاتصالات – ITU

إن تأثير إشعاع موجات المايكروويف هو السخونة، حيث يتم تسخين أي مادة عازلة (مثل الأنسجة الحية) بواسطة دوران الجزيئات القطبية التي يسببها المجال الكهرومغناطيسي. في حالة استخدام الشخص للهاتف الخلوي، فإن معظم تأثير التسخين سيحدث على سطح الرأس، مما يؤدي إلى زيادة درجة حرارته بمقدار جزء من درجة. في هذه الحالة يكون مستوى الزيادة في درجة الحرارة هو ذو حجم أقل من ذلك الذي يتم الحصول عليه أثناء تعرض الرأس لأشعة الشمس المباشرة. عملية دوران الدم في الدماغ قادرة على التخلص من الحرارة الزائدة عن طريق زيادة تدفق الكريات الدموية [3].

منظمة الصحة العالمية – WHO

تشير المراجعة التي قامت بها منظمة الصحة العالمية إلى عدم وجود ارتباط بين (أي آثار صحية) والتعرض للمجال الكهرومغناطيسي للترددات الراديوية الصادرة من أبراج الاتصالات عند المستويات التي تتم مواجهتها عادة في الحياة اليومية للناس. بالنسبة للتأثيرات على المدى الطويل فإن المعلومات عن الآثار المترتبة على الأطفال والمراهقين قليلة للغاية، ولا تزال مسألة المخاطر المحتملة لهذه الفئات العمرية غير مدروسة [2].

معهد الصحة العامة بالنرويج – NIPH

يمكن للتأثيرات الحرارية أن تحدث من خلال التعرض لمجالات الترددات الراديوي (RF) التي تتجاوز شدة معينة في نطاق الترددات من (10) كيلو هيرتز وحتى (10) جيجا هيرتز. قد تعتمد درجة التسخين على شدة المجال والتردد وأيضاً على التوازن بين كمية الطاقة الممتصة الموجزة لكل وحدة زمنية وقدرة الجسم أو الأنسجة على تبديد الحرارة [5].

تعتمد درجة التسخين على شدة المجال والتردد وأيضاً على التوازن بين كمية الطاقة

ملخص آراء جهات مختلفة من أنحاء العالم

Ministry of Electronics and Information Technology
Government of India
सत्यमेव जयते

وزارة الاتصالات
جمهورية الهند

هناك قلق عام من التأثيرات الصحية المحتملة من التعرض للإشعاع الكهرومغناطيسي (EMF) من مصادر متنوعة، خاصةً أجهزة الهوائيات وأجهزة الـ (BTS) المعروف بالمحطة القاعدية والهواتف المحمولة. في هذا الصدد، أجريت العديد من الدراسات في بلدان مختلفة، تحت رعاية منظمة الصحة العالمية، وقد أشارت المنظمة إلى ما يقرب من (25،000) مقالة نشرت في جميع أنحاء العالم على مدى الثلاثين عاماً الماضية، واستناداً إلى مراجعة متعمقة للأبحاث المنشورة، خلصت المنظمة إلى: "الأدلة الحالية لا تؤكد وجود أي عواقب صحية من التعرض للمجال الكهرومغناطيسي منخفض المستوى". وبما أن الآثار على البشر يجب دراستها على مدى فترة طويلة من الزمن، فإن هناك المزيد من الدراسات تجرى في جميع أنحاء العالم. استناداً إلى توصيات اللجنة المشتركة بين وزارات الحكومة الهندية (IMC) وكتدبير وقائي، أصبحت معايير حدود التعرض لحقل الترددات الراديوية أكثر صرامة وتم تخفيضها إلى (1/10) من المستوى المنصوص[6].

سياسات بعض الدول في استخدام الاتصالات الراديوية في المدارس

قررت العديد من الدول مثل

- أستراليا[7]
- كندا[8]
- المملكة المتحدة[9]
- الولايات المتحدة الامريكية[10]
- نيوزيلندا[11]

بالسماح باستخدام تقنيات الاتصالات الراديوية في المدارس لعدم ثبوت تأثير تلك الموجات لديها على الطلاب. بينما قامت بعض الدول مثل فرنسا[12] بحظر استخدام الهاتف المتنقل في المدارس لأسباب تربوية بحتة. وحديثاً، أكدت دراسة أكاديمية على عدم وجود أي دليل علمي حتى الآن يثبت التأثير السلبي للموجات الكهرومغناطيسية لتقنيات الاتصالات الراديوية[13].

総務省
Ministry of Internal Affairs and Communications

وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات اليابانية

تم إصدار إرشادات الحماية من الإشعاع الراديوي في عام 1990م وتمت مراجعتها في عام 1997م من قبل وزارة الاتصالات في الحكومة اليابانية (MIC) على أساس المعرفة العلمية الواسعة المتراكمة على مدار الخمسين سنة الماضية. تشكل المستويات المرجعية عامل أمان كافياً لمستوى التأثيرات البيولوجية للموجات الراديوية.

وقد صرحت المنظمات الوطنية اليابانية ، بأنه لا يوجد دليل على وجود آثار ضارة للصحة بسبب الموجات الراديوية طالما أن مستويات التعرض لهذه الموجات أقل من المستوى المرجعي. أشارت بعض التقارير إلى الآثار السلبية المحتملة للتعرض منخفض المستوى للإشاعات التي دون المستوى المرجعي. تتضمن هذه التقارير بيانات تم الحصول عليها من ظروف تجريبية غير ملائمة.

أنشأت وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات اليابانية (MIC) لجنة لتشجيع البحث عن الآثار البيولوجية المحتملة للمجالات الكهرومغناطيسية في عام 1997م ، وقد أجرت دراسات لمدة (10) سنوات لتعزيز البحوث بشأن تقييم السلامة البيولوجية للموجات الكهرومغناطيسية بالتعاون مع مشروع (EMF) الدولي برعاية منظمة الصحة العالمية وبلدان أخرى.

واستناداً إلى النتائج التي تم الحصول عليها من خلال الأنشطة، خلصت اللجنة إلى أنه لا يوجد تأثير للموجات اللاسلكية المنبعثة من محطات الهاتف المحمول والهواتف المحمولة على جسم الإنسان. كما قامت اللجنة بتقييم التقارير التي تشير إلى تأثيرات ضارة بواسطة التجارب المصممة بعناية، ولم تعثر على أي دليل على هذه الآثار للموجات اللاسلكية المنبعثة من المحطات القاعدية أو الهواتف المحمولة [4].

> وقد صرحت المنظمات الوطنية اليابانية ، بأنه لا يوجد دليل على وجود آثار ضارة للصحة بسبب الموجات الراديوية

مستويات الإشعاع في المملكة

أصدرت هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات "الإرشادات الوطنية للتعرض البشري للمجالات الكهرومغناطيسية للترددات الراديوية"، اعتماداً على المعيار الدولي للجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIPR)، والتي تغطي النطاقات الترددية من (3) كيلو هرتز إلى (300) جيجا هيرتز. كما تقوم الهيئة بالإشراف على إجراءات القياسات الميدانية للتحقق من التزام مقدمي خدمات الاتصالات بالضوابط الصادرة عنها.

بحيث تقوم الهيئة بجدولة القياسات من خلال تحديد المواقع المراد قياسها وفقاً لعدة عناصر من بينها قرب الموقع من المستشفيات والمدارس مثلاً. أو إجراء القياسات بناءً على طلب من جهة محددة أو شكوى عن طريق النظام الإلكتروني، وفق منهجية قياس محددة تبدأ بزيارة الموقع ومن ثم تحديد مصدر الموجات الكهرومغناطيسية واتجاهات الهوائيات والنقاط المرجعية القصوى لكل هوائي وحساب الطاقة للترددات المختلفة المتوفرة في الهوائي، ومن ثم رصد القيم القصوى والمتوسطة لمصادر الإشعاع المختلفة، وفي النهاية حفظ النتائج لكل الترددات الراديوية المقاسة وتحليلها وإصدار التقارير. كما قامت الهيئة بإصدار النشرات التوعوية لزيادة الوعي وطمأنة العموم والتعاون مع الجهات البحثية في الجامعات كجهات محايدة لإجراء القياسات الميدانية وإتاحة الفرصة للعموم من خلال موقع الهيئة الإلكتروني بطلب إجراء قياس ميداني للموقع القريب منهم لإزالة أي مخاوف لديهم.

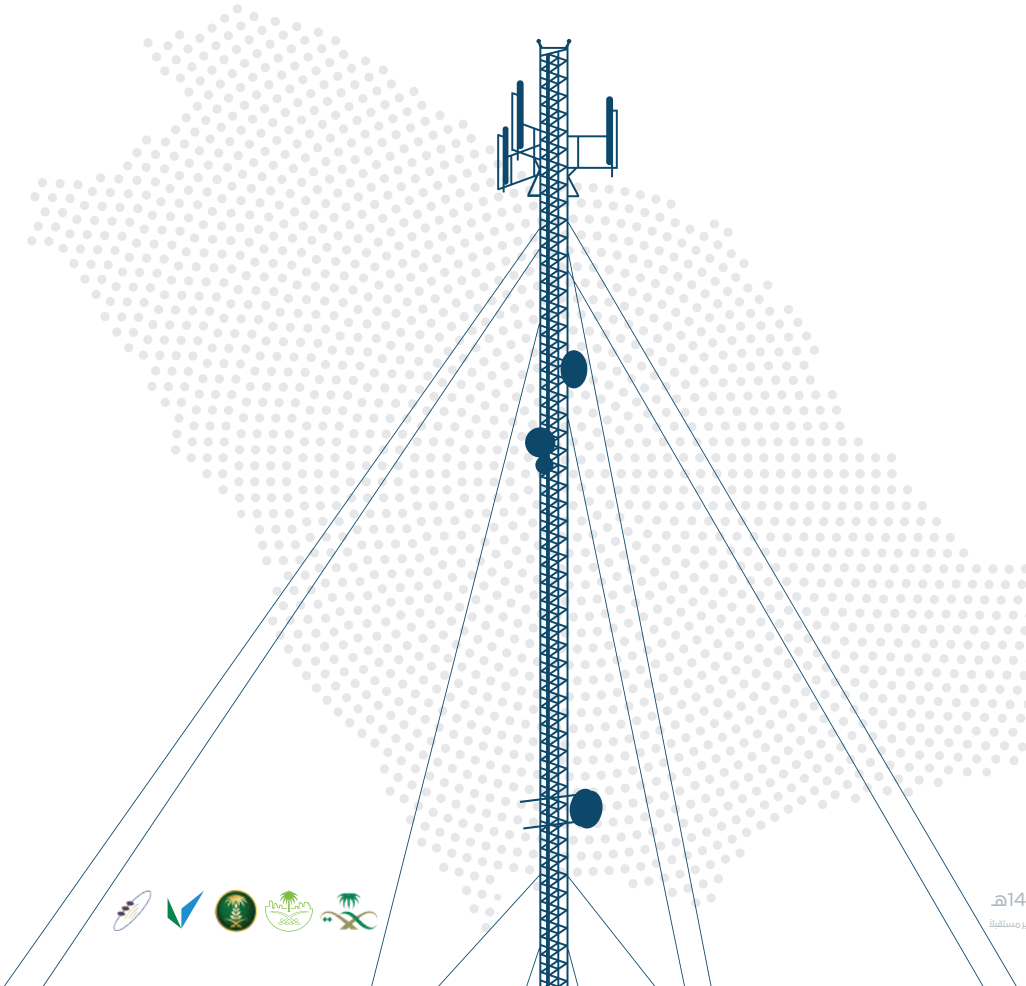
ومنذ العام 2007م حتى الآن قامت الهيئة بإجراء أكثر من (4,500) قياس يغطي كافة أنحاء المملكة (شكل 8)، من بينها أبراج تعمل بتقنية الجيل الخامس، حيث بلغ متوسط إجمالي قيم القياسات التي تم إجرائها حتى الآن (0.01 واط / متر) مربع أي أقل بمئات المرات من الحدود المسموح بها في المعيار المعتمد. وتوضح الصورة ادناه (شكل 9) متوسط قيم القياسات الميدانية على مستوى السنوات الماضية.

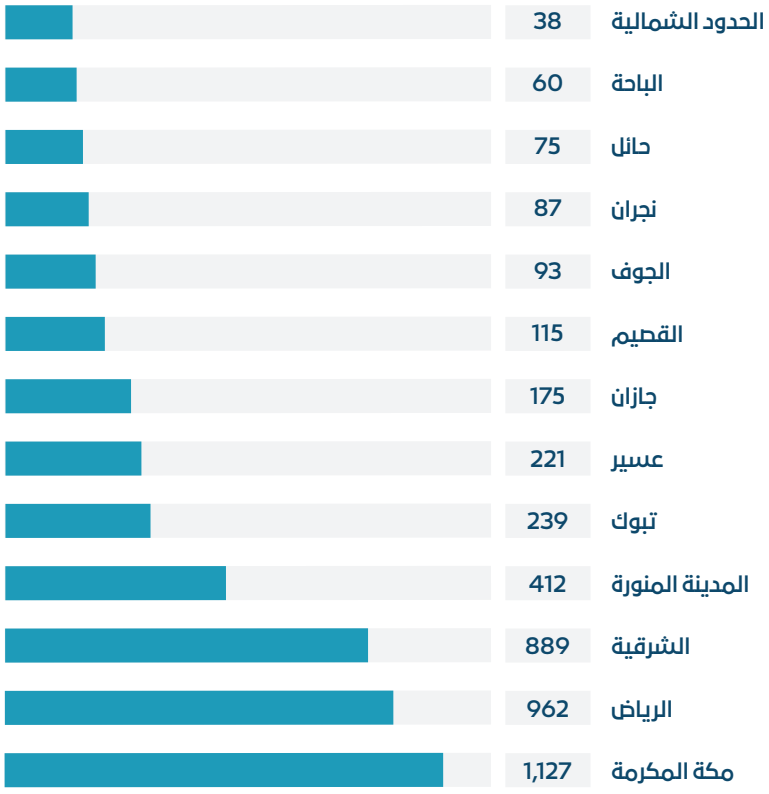
تقوم الهيئة بالإشراف على إجراءات القياسات الميدانية للتحقق من التزام مقدمي خدمات الاتصالات بالضوابط الصادرة عنها.

أكثر من

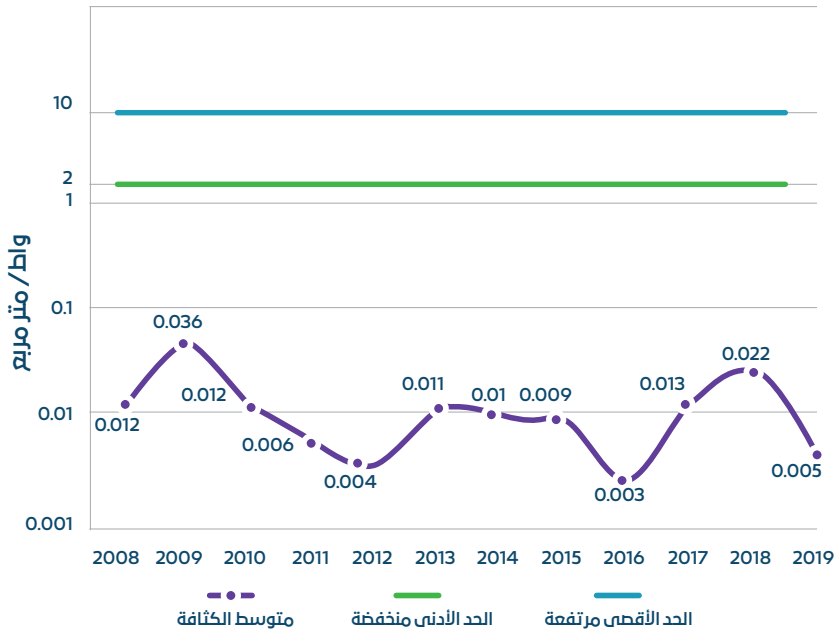
4,500

قياس قامت الهيئة بإجراءه يغطي كافة أنحاء المملكة منذ العام 2007م حتى الآن





شكل 8: عدد القياسات بالنسبة للمناطق.
(المصدر: هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات)



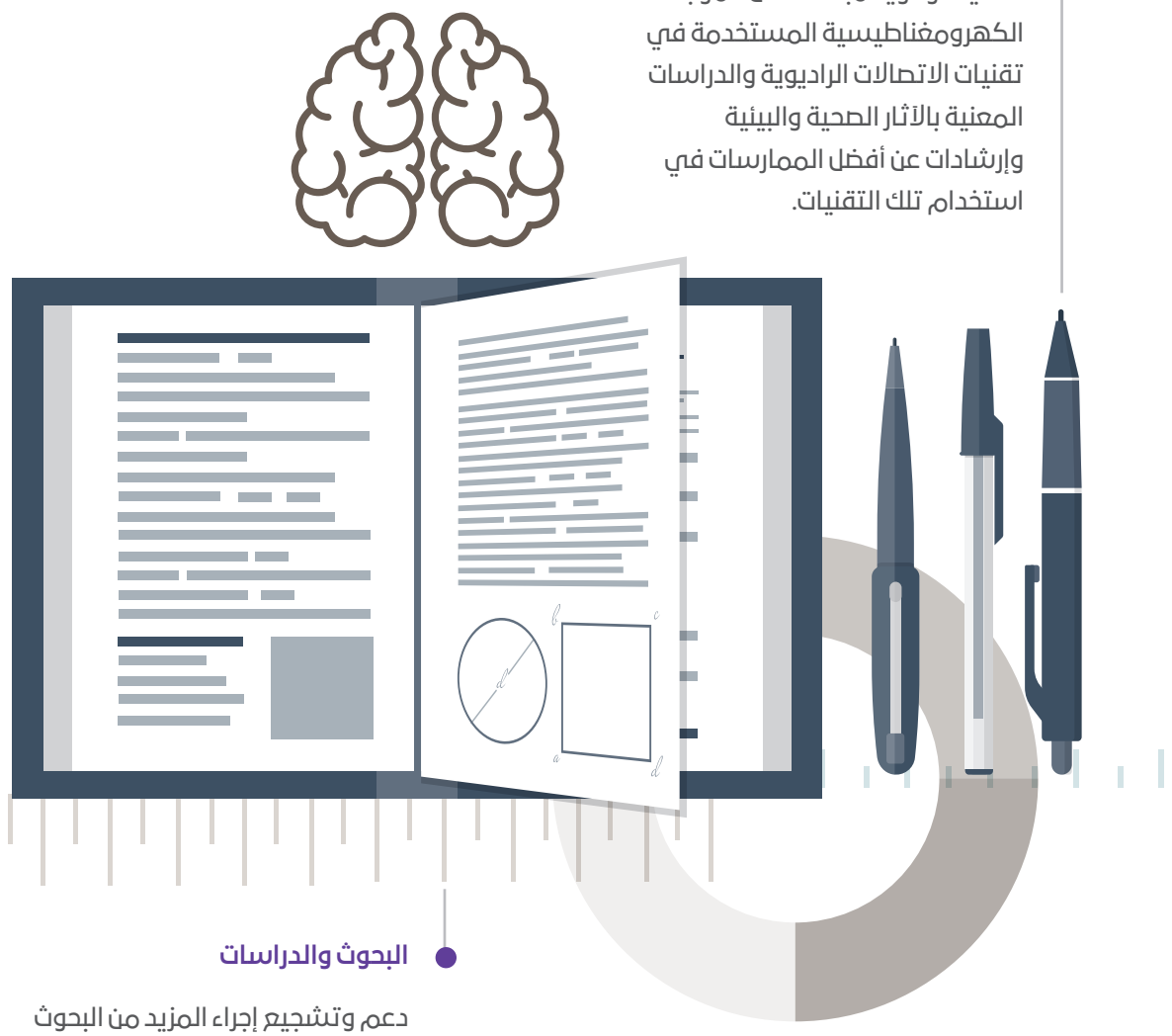
شكل 9: متوسط قيم القياسات الميدانية.
(المصدر: هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات)

التوصيات

بناءً على ما ورد في هذا التقرير، وما تضمنه من دراسات وحقائق في موضوع الموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة في تقنيات الاتصالات الراديوية، وما توصلت إليه الدراسات والأبحاث من عدم وجود أي دليل علمي يثبت وجود آثار صحية وبيئية للموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة حالياً في تقنيات الاتصالات الراديوية، يوصي فريق العمل المعني بإعداد هذا التقرير بما يلي:

حملات توعوية

وضع خطة لإجراء سلسلة حملات اعلانية توعوية مبسطة عن الموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة في تقنيات الاتصالات الراديوية والدراسات المعنية بالآثار الصحية والبيئية وإرشادات عن أفضل الممارسات في استخدام تلك التقنيات.



البحوث والدراسات

دعم وتشجيع إجراء المزيد من البحوث والدراسات عن الآثار الصحية والبيئية للتعرض للموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة في تقنيات الاتصالات الراديوية.

الملاحق

الملحق 1

ماذا نعني بالطول الموجي والتردد؟

أولاً يجب تحديد الموجة الواحدة، وتعرف على أنها "دورة" واحدة وهي قاع وقمة متتاليين (شكل 10).
وتشترك الموجات الكهرومغناطيسية بأن لها نفس النوع من الاهتزازات ولكن تختلف هذه الاهتزازات عن بعضها البعض في الطول والذبذبة (شكل 10).

الطول الموجي

هو المسافة من أي نقطة على موجة إلى نفس النقطة في الدورة التالية. وعادةً تقاس هذه المسافة من قمة الموجة إلى قمة الموجة التي تليها ووحدة قياسها المتر (شكل 10).

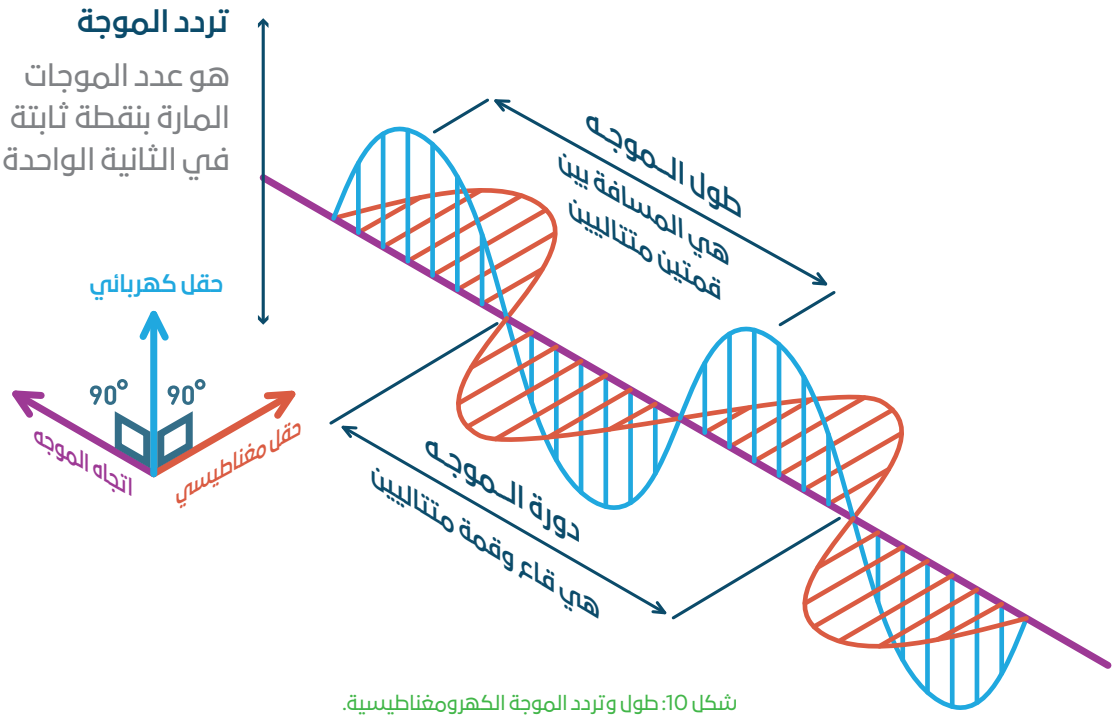
التردد

هو عدد الموجات في الثانية الواحدة، وعادة ما تحسب بعدد الدورات (قاع وقمة متتاليتين في الموجة) في الثانية الواحدة. وتقاس بوحدة قياس تسمى هيرتز (موجة/ثانية)(شكل 10).

ويطلق على الألف هرتز (310) كيلو هرتز، فيما يطلق على المليون هرتز (610) ميجا هرتز، ويطلق على البليون هرتز (910) جيجا هرتز... وهكذا.

شدة (طاقة) الموجة

شدة الموجة هي فعلياً كمية الطاقة في الثانية "واط" لمساحة متر مربع، وهي مقياس لمدى تأثير الموجة على شيء تتفاعل معه. فكلما تغيّرت طاقة الموجة وشدتها تغيّر تأثير الموجة على الأجسام التي تتفاعل معها (امتصاص، اختراق، أو ارتداد).



شكل 10: طول وتردد الموجة الكهرومغناطيسية.

الملحق 2

تصنيف الأشعة الكهرومغناطيسية كمسبب محتمل للسرطان

الدراسة/التقرير

تصنيف الأشعة الكهرومغناطيسية كمسبب محتمل للسرطان بناءً على دراسات إحصائية لعلاقة الأشعة بسرطان الدماغ[14] (منظمة الصحة العالمية)
"IARC CLASSIFIES RADIOFREQUENCY ELECTRO-MAGNETIC FIELDS AS POSSIBLY CARCINOGENIC TO HUMANS," World Health Organization, 2011.

ملخص النتائج

ليون، فرنسا، 31 مايو 2011م صنفت منظمة الصحة العالمية / الوكالة الدولية لأبحاث السرطان (IARC) المجالات الكهرومغناطيسية للترددات الراديوية على أنه يحتمل أن تسبب السرطان بالنسبة للبشر (المجموعة 2 ب)، بناءً على زيادة خطر الإصابة بالورم الدبقي، وهو نوع خبيث من سرطان الدماغ، المرتبطة باستخدام الهاتف اللاسلكي.

خلفية الدراسة

من 24 إلى 31 مايو 2011م، اجتمعت مجموعة عمل من (31) عالمًا من (14) دولة في IARC في ليون، فرنسا، لتقييم المخاطر المسببة للسرطان المحتمل من التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية للترددات الراديوية. ناقش الفريق المعني بالبحث في (IARC) إمكانية التعرض وإحداث آثار صحية طويلة الأجل، وخاصة زيادة خطر الإصابة بالسرطان لمستخدمي الهواتف المحمولة، حيث أن عدد المستخدمين كبير وفي تزايد وخاصة بين الشباب والأطفال.

ناقش فريق العمل فئات التعرض التالية التي تشمل المجالات الكهرومغناطيسية للترددات الراديوية:

التعرض المهني للرادار والميكروويف، التعرض البيئي المرتبط بنقل الإشارات للإذاعة والتلفزيون والاتصالات اللاسلكية، والتعرض الشخصي المرتبط باستخدام الهواتف اللاسلكية.

تبادل الخبراء الدوليون المهمة المعقدة المتمثلة في معالجة بيانات التعرض، حسب دراسات السرطان في البشر، وفى الحيوانات التجريبية، والبيانات الأخرى ذات الصلة.

النتائج:

تم استعراض الأدلة بشكل نقدي، وتقييمها بشكل عام على أنها محدودة بين مستخدمي الهواتف اللاسلكية للورم والأورام العصبية، وعدم الكفاية لاستخلاص استنتاجات لأنواع أخرى من السرطان. ومن خلال أدلة التعرض المهني والبيئي المذكورة أعلاه تم الحكم بالمثل على أنها غير كافية، ولم يحدد الفريق حجم المخاطر، ومع ذلك، أظهرت دراسة واحدة لاستخدام الهواتف المحمولة في الماضي عام 2004م، زيادة بنسبة (40 ٪) خطر الورم الدبقي في أعلى فئة من المستخدمين (المتوسط 30 دقيقة في اليوم على مدى فترة 10 سنوات).

الاستنتاجات:

الدكتور جوناثان سامت (جامعة جنوب كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية)، الرئيس العام للعمل، أشار إلى أن "الأدلة، بالرغم انها لا تزال تتراكم، تعتبر قوية بما فيه الكفاية لدعم النتائج والتصنيف (Group 2B). وهذا يعني أنه يمكن أن يكون هناك بعض المخاطر، ولذلك نحن بحاجة إلى مراقبة دقيقة عن وجود صلة بين الهواتف المحمولة ومخاطر السرطان. " وأن "من المهم إجراء أبحاث إضافية في المدى الطويل"، مع اتخاذ تدابير عملية لتقليل التعرض مثل الأجهزة غير اليدوية أو الرسائل النصية.

المجموعة 2B:

تعنى انه ربما يكون العامل مسرطناً للبشر، حيث تُستخدم هذه الفئة للعوامل التي توجد أدلة محدودة على حدوثها في البشر وأقل من دليل كاف على حدوث السرطان في الحيوانات التجريبية. ويمكن أيضا أن تستخدم عندما يكون هناك دليل غير كافٍ على الإصابة بالسرطان لدى البشر ولكن هناك أدلة كافية للسرطان في الحيوانات التجريبية. في بعض الحالات، عدم كفاية الأدلة على السرطنة لدى البشر وعلى التسرطن في الحيوانات التجريبية مع الأدلة الداعمة من الآلية وغيرها من البيانات ذات الصلة التي قد يتم وضعها في هذه المجموعة. ويمكن تصنيف هذه الفئة فقط على أساس أدلة قوية من البيانات ذات الصلة.

الملحق 3

مراجعة بحثية تنفي علاقة موجات المايكروويف بالسرطان

الدراسة/التقرير

مراجعة بحثية تنفي علاقة موجات المايكروويف بالسرطان[15] (اللجنة الدولية للسلامة الكهرومغناطيسية ICES)
"J. S. M. P. Heynick LN, "Radio frequency electromagnetic fields: cancer, mutagenesis, and genotoxicity," Bioelectromagnetics, pp. 74-100, 2003

ملخص النتائج

كثرة النتائج الوبائية والتجريبية المنشورة لا تدعم الافتراض بأن التعرض في الجسم الحي أو في المختبر لمثل هذه المجالات مسرطنة.

خلفية الدراسة

قدمت نقدًا للدراسات الوبائية والتحقيقات التجريبية، التي نُشرت في المجلات التي راجعها النظراء، حول السرطان والتأثيرات ذات الصلة الناجمة عن التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية غير المؤينة في مدى التردد البالغ (3) كيلو هرتز إلى (300) جيجا هرتز التي تهم اللجنة الفرعية (SC4) التابعة للجنة الفرعية اللجنة الدولية للسلامة الكهرومغناطيسية (ICES).

الموضوعات الرئيسية التي تمت مناقشتها تحت عناوين النتائج الوبائية والنتائج الأخرى حول التعرض البشري، والتذييات المكشوفة في الجسم الحي، والأنسجة الحية للتذييات والمستحضرات الخلوية المكشوفة في المختبر، والطفرات الوراثية والسمية الجينية في الكائنات الحية الدقيقة وذباب الفاكهة.

ينقسم القسم الخاص بالنتائج الوبائية والنتائج الأخرى حول التعرض البشري إلى قسمين فرعيين:

- الأول عن الآثار السرطانية المحتملة للتعرض من بواعث لا تكون على اتصال جسدي بالسكان المدروسة، على سبيل المثال، هوائيات الإرسال وغيرها من الأجهزة.
- الثاني دراسات عن الآثار المسببة للسرطان من استخدام الهواتف المحمولة، مع إعطاء أهمية لأورام الدماغ من استخدام الهواتف الخلوية واللاسلكية في اتصال جسدي مباشر.
- في كلا القسمين، أسفرت بعض التحقيقات عن نتائج إيجابية، وكان لدى البعض الآخر نتائج سلبية، وتم الإبلاغ عن كلاهما في حالات قليلة.

الاستنتاج:
كثرة النتائج الوبائية والتجريبية المنشورة لا تدعم الافتراض بأن التعرض في الجسم الحي أو في المختبر لمثل هذه المجالات مسرطنة.

الملحق 4

مراجعة بحثية تؤكد عدم كفاية الدراسات للحكم على اثبات أو نفي وجود علاقة لموجات المايكروويف بالأمراض المزمنة

الدراسة/التقرير

مراجعة بحثية تؤكد عدم كفاية الدراسات للحكم على إثبات أو نفي وجود علاقة لموجات المايكروويف بالأمراض المزمنة[16] (اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين ICNIRP) "IARC CLASSIFIES RADIOFREQUENCY ELECTRO-MAGNETIC FIELDS AS POSSIBLY CARCINOGENIC TO HUMANS," World Health Organization, 2011.

ملخص النتائج

يجب إجراء مزيد من الدراسات لاختبار فرضيات معينة مثل جوانب التحيز في الاختيار أو التعرض. على أساس النتائج الوبائية، تُظهر الأدلة وجود ارتباط بالتصلب الجانبي الضموري مع التعرض لمجالات الكهرومغناطيسية المهنية على الرغم من أن الإرباك هو تفسير محتمل. يبقى سرطان الثدي، وأمراض القلب والأوعية الدموية، والانتحار والاكتئاب دون حل.

خلفية الدراسة

استعرضت الدراسة الأدبيات الوبائية الضخمة للتعرض للمجالات الكهربائية والمغناطيسية منخفضة التردد (EMF) ومخاطر الأمراض المزمنة، وكانت الاستنتاجات كالتالي:

أ- تحسنت جودة الدراسات الوبائية حول هذا الموضوع مع مرور الوقت والعديد من الدراسات الحديثة حول سرطان الدم في مرحلة الطفولة وعلى السرطان المرتبطة بالتعرض المهني بالقرب من الحد الأقصى لما يمكن تحقيقه واقعيا من حيث حجم الدراسة والصرامة المنهجية.

ب- تقييم التعرض هو صعوبة خاصة لوبائيات (EMF)، في عدة جوانب:

1. التعرض غير محسوس، وفي كل مكان، وله مصادر متعددة، ويمكن أن يختلف اختلافًا كبيرًا بمرور الوقت والمسافات القصيرة.
2. فترة التعرض ذات الصلة هي قبل التاريخ الذي يمكن فيه الحصول على القياسات بشكل واقعي وغير معروف المدة وفترة الاستقراء.
3. مقياس التعرض المناسب غير معروف ولا توجد بيانات بيولوجية تُدرج منه.
4. في حالة عدم وجود أدلة تجريبية وبالنظر إلى عدم اليقين المنهجي في البحث الوبائي، لا يوجد مرض مزمن يمكن اعتبار العلاقة المسببة له مع (EMF) ثابتة.
5. وجود مجموعة كبيرة من البيانات عالية الجودة لسرطان الطفولة، وكذلك لسرطان الدم البالغ وأورام المخ فيما يتعلق بالتعرض المهني، من بين كل النتائج التي تم تقييمها في الدراسات الوبائية الخاصة بالمجال الكهرومغناطيسي (EMF)، فإن سرطان الدم لدى الأطفال فيما يتعلق بالتعرضات بعد الولادة التي تزيد عن (microT 0,4) هي النتيجة التي يوجد بها معظم الأدلة على وجود ارتباط. وتم تقدير الخطر النسبي عند 2,0 (حد ثقة 95٪: 1,27-3,13) في تحليل اعداد كبيره. ومن غير المحتمل أن يكون هذا بسبب الصدفة، ولكن قد يكون ذلك جزئيًا بسبب التحيز. كما أنه من الصعب تفسير ذلك في غياب آلية معروفة أو دعم تجريبي قابل للتكرار. لذلك يجب إجراء مزيد من الدراسات.

الملحق 5

المواصفات والمعايير الدولية التي تتبعها المملكة العربية السعودية

تعريفات

كثافة تدفق القدرة (Power Flux Density)

كثافة تدفق القدرة الناتجة عن التعرض للترددات الراديوية الواردة على سطح جسم ما.

جذر المتوسط التربيعي (rms)

هو قيمة التيار أو الجهد المستمر الذي إذا مر في دائرة ما لزمنٍ معين يحدث نفس التأثير الحراري الذي يحدثه التيار المتردد ومر في نفس الدائرة ولنفس الزمن. كل أجهزة قياس الإشعاع الغير مؤين تقريباً تقوم بحساب التيار والجهد بهذه الطريقة كخيار افتراضي.

حدود العامَّة وحدود المهنيين

تطبّق قيم حدود العامَّة وحدود المهنيين المعطاة لكل من القيود الأساسية والمستويات المرجعية تبعاً لظروف التعرض، وتنطبق الحدود المهنية على تعرض العاملين المدربين المعينين للعمل في مجال الترددات الراديوية، الذين حددوا رسمياً لهذه الصفة في إطار برنامج السلامة للترددات الراديوية في مكان العمل، الذين يكونون معرضين عموماً في ظل شروط معروفة. وبينما تنطبق حدود العامَّة على الأفراد من جميع الأعمار ومختلف الأحوال الصحية، وقد تشمل بشكل خاص أفراد أو مجموعات ذوي القابلية للتأثر. وبسبب عدم إدراك العامَّة لتعرضهم للمجالات الكهرومغناطيسية فإن القيود المعتمدة بشأنهم تكون أشد صرامة من تلك المعتمدة بشأن العاملين المعرضين مهنياً.

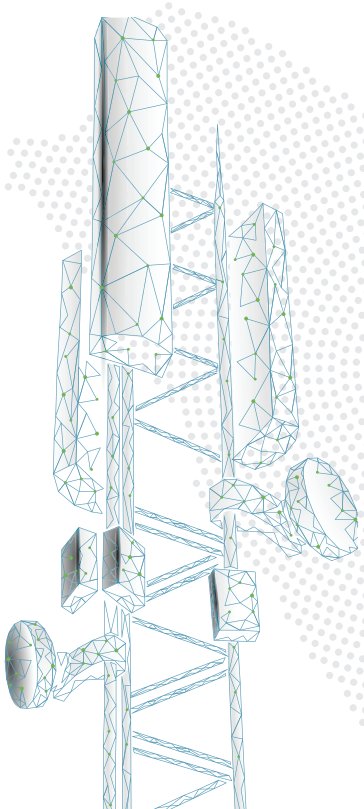
المعيار الدولي المتَّبع في المملكة العربية السعودية

ينقسم الحد الأقصى للتعرض المسموح به للموجات الكهرومغناطيسية إلى قسمين. إحداهما خاص بالمهنيين الذين يقتضي عملهم التعرض للموجات الكهرومغناطيسية، والقسم الآخر يختص بالعامة.

كما أنه يوجد معياريين عالميين معتمدين من الاتحاد الدولي للاتصالات فيما يخص التعرض البشري للإشعاعات الكهرومغناطيسية للترددات الراديوية، معيار (IEEE C95.1) الصادر من معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (17)(IEEE)، ومعيار (ICNIRP1998) الصادر من اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (18)(ICNIRP).

وتتبع المملكة العربية السعودية معيار الهيئة العالمية للحماية من الأشعة الغير مؤينة (ICNIRP). وهي هيئة دولية تأسست عام 1977م وتقوم بالتعاون مع منظمة الصحة العالمية لدراسة تأثير الأشعة غير المؤينة واعتماد المعايير العالمية فيما يخص الأشعة غير المؤينة.

وقد اعتمدت هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات في الارشادات الوطنية للتعرض البشري للمجالات الكهرومغناطيسية للترددات الراديوية على معيار (ICNIRP1998)، ويوضح الجدول التالي مقارنة دولية (Bench-mark) للمعايير المطبقة عالمياً:



الدولة	النظام المعتمد	الترددات المنخفضة W/m² (واط/ متر مربع)	الترددات المرتفعة W/m² (واط/ متر مربع)
الولايات المتحدة الامريكية	*IEEE C95.1	f/150	10
فرنسا	**ICNIRP1998	f/200	10
اليابان	IEEE C95.1	f/150	10
المملكة العربية السعودية	ICNIRP1998	f/200	10
الإمارات العربية المتحدة	ICNIRP1998	f/200	10
مملكة البحرين	ICNIRP1998	f/200	10
كندا	IEEE C95.1	f/150	10
كوريا الجنوبية	ICNIRP1998	f/200	10

* في نظام IEEE C95.1 الترددات المنخفضة من 300 – 3000 ميجا هرتز والترددات المرتفعة من 3 – 300 جيجا هرتز

** في نظام ICNRIP1998 الترددات من 400 – 2000 ميجاهرتز تعد ترددات منخفضة والترددات من 2 – 300 جيجا هرتز تعد ترددات مرتفعة

يوضح الجدولين التاليين القيم القصوى لتعرض الأشخاص للموجات الكهرومغناطيسية بشكل مستمر. وتعتمد هذه القيم على قيمة الترددات التي يتعرضون لها:

النطاق الترددي	شدة المجال الكهربائي V/m (rms) (فولت/ متر)	شدة المجال المغناطيسي A/m (rms) (أمبير/ متر)	كثافة تدفق القدرة المكافئة في الموجة المستوية W/m² (واط/ متر مربع)
10 - 400 MHz	61.4	0.163	10
400 – 2000 MHz	$3.07 \times f^{0.5}$	$0.00814 \times f^{0.5}$	f/40
2 GHz – 300 GHz	137	0.364	50

المستويات القياسية لحدود تعرض المهنيين للموجات الكهرومغناطيسية

النطاق الترددي	شدة المجال الكهربائي V/m (rms) (فولت/ متر)	شدة المجال المغناطيسي A/m (rms) (أمبير/ متر)	كثافة تدفق القدرة المكافئة في الموجة المستوية W/m² (واط/ متر مربع)
10 – 400 MHz	27.4	0.0729	2
400 – 2000 MHz	$1.375 \times f^{0.5}$	$0.00364 \times f^{0.5}$	f/200
2 GHz – 300 GHz	61.4	0.163	10

المستويات القياسية لحدود تعرض العامة للموجات الكهرومغناطيسية

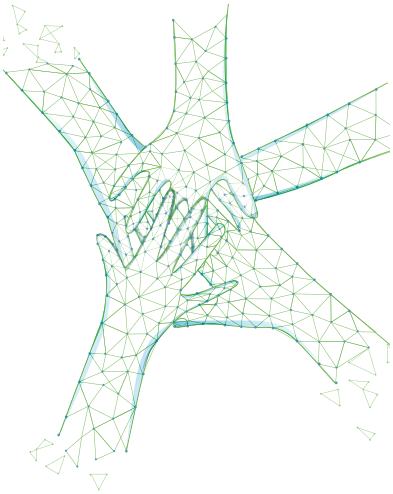
ملاحظات:

- "f" تمثل التردد مقاساً بالميجاهرتز.
- جميع القياسات تتم بحساب قيمة جذر متوسط التربيع (rms) (أنظر التعريف).

المراجع

1. CITC. [Online]. Available: https://www.citc.gov.sa/ar/RulesandSystems/RegulatoryDocuments/Electro-magneticfields/Pages/default.aspx. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
2. WHO. [Online]. Available: http://www.who.int/bulletin/volumes/88/12/09-071852/en. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
3. ITU. [Online]. Available: https://www.itu.int/en/pages/default.aspx. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
4. وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات اليابانية. [Online]. Available: www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/presentation/pdf/081209_1.pdf. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
5. NIPH. [Online]. Available: https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/rapporter/2012/low-level-radiofrequency-electromagnetic-fields--an-assessment-of-health-risks-and-evaluation-of-regulatory-practice.-niph-report-20123.pdf. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
6. وزارة الاتصالات بجمهورية الهند. [Online]. Available: http://dot.gov.in/journey-emf. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
7. ARPANSA. [Online]. Available: https://www.arpansa.gov.au/research/surveys/wi-fi-in-schools-measurement-study. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
8. H. Canada. [Online]. Available: https://www.canada.ca/en/health-canada/services/health-risks-safety/radiation/everyday-things-emit-radiation/wi-fi.html. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
9. GOV.UK. [Online]. Available: https://www.gov.uk/government/publications/wireless-networks-wi-fi-radio-waves-and-health/wi-fi-radio-waves-and-health. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
10. FCC. [Online]. Available: https://www.fcc.gov/consumers/guides/wireless-devices-and-health-concerns. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
11. NZ.HEALTH. [Online]. Available: https://www.health.govt.nz/your-health/healthy-living/environmental-health/household-items-and-electronics/wifi-networks. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
12. Education.gouv.fr. [Online]. Available: https://www.education.gouv.fr/cid134551/banning-the-use-of-cellphones-in-primary-and-lower-secondary-schools.html&xtmc=mobilephone&xtnp=1&xtcr=1. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
13. K. R. Foster, "Is Wi-Fi a Health Threat in Schools?," 2019. [Online]. Available: https://www.educationnext.org/is-wi-fi-health-threat-schools-sorting-fact-fiction/. [تاريخ الوصول 23 أكتوبر 2019].
14. WHO-IARC Classification. [Online]. Available: https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr208_E.pdf. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
15. ICNIRP, [Online]. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14628308 [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
16. ICNIRP, [Online]. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11744509 [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
17. IEEE, [Online]. Available: https://standards.ieee.org/standard/C95_1-2019.html [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
18. ICES. [Online]. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9790564. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].
19. Orange. [Online]. Available: https://radio-waves.orange.com/ar/. [تاريخ الوصول 07 أكتوبر 2019].

أعضاء فريق العمل

وزارة الصحة Ministry of Health	وزارة الشؤون البلدية والقروية Ministry of Municipal & Rural Affairs	وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات MINISTRY OF COMMUNICATIONS AND INFORMATION TECHNOLOGY
د. مساعد عالي المالكي	م. إبراهيم سعيد الزعبان	د. مراد رضا مراد
د. عبدالله نعمان الحاج	وزارة البيئة والمياه والزراعة Ministry of Environment Water & Agriculture	م. ماجد إبراهيم الجربوع
م. طلال سليمان الداود	د. عبدالحميد عبدالله العليوي	د. منير محمود الدسوقي وكيل الوزارة للتخطيط والتطوير المشرف على أعمال الفريق
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST	هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات Communications and Information Technology Commission	
د. عمرو غالب الأسعد	د. احمد علي السحيلي	
د. عبدالله شمران الشمري	م. احمد عبدالله اليحيى	

الفريق الداعم
وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات

م. بشير محمد هاشم	م. هاني بسام الحمصي
م. عمير عدنان طيبة	أ. خالد محمود الجرف
م. عبد العزيز سعود الطمرة	أ. محمد عبد الرحمن الجمهور