دراسات

ألاستاذ الدكتور
جابر سلمان عزيز الكناني

مخاطر ابراج الهاتف النقال

RISKS OF MOBILE PHONE TOWERS

مخاطر ابراج الهاتف النقال

تأليف

ألاستاذ الدكتور جابر سلمان عزيز الكناني

كلية الرافدين الجامعة

أستاذ متمرس – كلية الهندسة – جامعة النهرين

مخاطر ابراج الهاتف النقال

تأليف: ألاستاذ الدكتور جابر سلمان عزيز الكناني

منشورات جسد
JASAD PUBLICATIONS

الطبعة الأولى _ العراق _ بغداد 2023 م

Isbn: 978-9922-8631-8-4

E.mail: jasad.library@gmail.com

هاتف جوال: 9647828424910+

جميع الحقوق محفوظة . ©

مخاطر ابراج الهاتف النقال

تأليف: ألاستاذ الدكتور جابر سلمان عزيز الكناني

منشورات جسد
JASAD PUBLICATIONS

الطبعة الأولى _ العراق _ بغداد 2023 م

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وَالَّذِينَ يُؤْذُونَ الْمُؤْمِنِينَ وَالْمُؤْمِنَاتِ بِغَيْرِ مَا اكْتَسَبُوا فَقَدِ احْتَمَلُوا بُهْتَانًا وَإِثْمًا مُبِينًا ﴾

صدق الله العلي العظيم

سورة الأحزاب – أية رقم (58)

أهداء

أهدي هذا العمل المتواضع

الى ...

البسطاء... أصحاب الفطرة السليمة... والقلوب النقية...

... أبي وأمي (رحمهما الله)

الى ...

جميع افراد اسرتي ..... (رعاهم الله)

الى ...

جميع الاصدقاء وكل من ساهم في أنجاز هذا العمل ...

... (حفظهم الله)

المؤلف

15 تموز 2023

شكر وتقدير

في البداية، الشكر والحمد لله، جل في علاه، فأليه يُنسب الفضل كله في أكمال – والكمال يبقى لله وحدة - هذا العمل.

وبعد الحمد لله – أتوجه بالشكر والتقدير والعرفان .....

الى .....

الاستاذ الدكتور خليل سيد مرعي – كلية الهندسة – جامعة نينوى - من راجع ودقق وكتب التقديم لهذا العمل

الى .....

الزملاء والاصدقاء - من ساعد في انجاز هذا العمل.

المؤلف

15 تموز 2023

تقديم

بسم الله الرحمن الرحيم

يشـــهد العالم اليوم تطوراً ونمواً متســـارعاً في صـــناعة الاتصالات وانتشـــاراً في اســـتخدام الأنظمـــة والشبكات اللاســـلكية، حيث توسع الاستخدام من قبل المؤسسات الرسمية وشبه الرسمية الى الاستخدام على المستوى الشخصي. وهكذا فقد تحول الهاتف المحمول من أداة اتصـــال محمولة الى رفيق يلازم الأشخاص في حلهم وترحالهم فضلا عن تحوله الى وسيلة توفر خدمات ثقافية واجتماعية عديدة تنمو بســـرعة من حيث التنوع وحسن الأداء. كذلك الحال كان بالنسبة للحاسبات التي تحولت من أدوات تســـتخدم في المؤســـســـات الى وســـائل مرافقة ومعينة للأشـــخاص. ولأجل ربط هذه الهواتف المحمولة والحاســـبات الشـــخصـــية لابد من منظومات إدارة وتناقل معلومات لاســـلكية تتطلب اســـتخدام موجات كهرومغناطيســـية، الأمر الذي أدى الى انتشـــار متزايد لمنظومات تنشـــر موجات كهرومغناطيســـية تعمل بترددات يزداد عددها وتتنوع شدة الإشعاع الصادر عنها.

ومع كـل تقـدم في المجـالات العلميـة والهنـدســـيـة تظهر منظومـات جـديـدة في البيئـة ومـا يصـــــاحبهـا من تـأثيرات غير معهودة. وإذا كانت الصـــناعات المســـتحدثة تتركز في مناطق

محددة ويكون التلوث الناتج عنها محدداً بتلك المناطق، فان الهواتف المحمولة وشبكات الاتصال تنتشر حيث حل البشر وبالتالي فان تأثيراتها الجانبية تكون أشد وطأةً واوسع انتشاراً وترتبط بعدد كبير من الأشخاص سواءً كانوا مستخدمين أو مجاورين لتلك المنظومات. لذلك فقد أصبح من الضروري التعرف على تأثيرات الموجات الكهرومغناطيسية والبحث عن الظروف الآمنة لتشغيل المنظومات التي تستخدمها. وإذ يتزايد الاهتمام بهذه المواضيع في الأوساط العالمية فان المكتبة العربية لا زالت في أمس الحاجة الى منشورات وكتب لتعريف القارئ والمستخدم والباحث بالأمور المتعلقة بأية تأثيرات يمكن أن تسببها الموجات الكهرومغناطيسية الصادرة عن المنظومات اللاسلكية من هواتف نقالة وشبكات حاسبات وغيرها، أو سوء استخدامها سواءً على مستوى الأشخاص المستخدمين أو الشركات التي توفر تك الخدمات.

لقد سرني طلب الأستاذ الدكتور جابر سلمان عزيز لمراجعة هذا الكتاب، لاعتبارين أثنين أولهما حاجة المكتبة العربية والعاملين في مجال الاتصالات لمثل هذا الكتاب، والأخرى كونه زميل عمل بجد وإخلاص في مضمار الاتصالات وهنا يحاول رفد المعرفة بما اكتسبه من دراية وخبرة. لقد بذل المؤلف جهداً متميزاً في تنوير القارئ بالمفاهيم والحقائق العلمية المتعلقة بتأثيرات الموجات الكهرومغناطيسة الصادرة عن منظومات الاتصال، وعرضها بأسلوب واضح يفرح المختص ويلائم القارئ غير المختص. كما تضمن الكتاب تحليلات ومقارنات للتعليمات والضوابط المعتمدة من قبل المؤسسات والهيئات

الدولية لضمان الاستخدام الآمن للمنظومات التي تصدر الموجات الكهرومغناطيسية, فضلا عن الاسس العلمية التي اعتمدت عليها الآراء المناهضة للتعليمات المعتمدة حالياً من قبل مختلف الدول. كما عرض الكتاب ملخصاً للجدل العلمي بين خبراء الصحة العامة وخبراء الصناعة ومستشاري الهيئات التشريعية بخصوص التأثيرات الجانبية لتلك الموجات، حيث يلاحظ تبايناً في التعليمات والضوابط التي اصدرتها بعض الدول والمؤسسات التشريعية الوطنية والدولية من ناحية الحد الاعلى المسموح به للتعرض للإشعاعات غير المؤينة الصادرة من ابراج اتصالات الهواتف النقالة.

جهد مشكور وسعي ناجح في انجاز هذا الكتاب ليضيف الى المكتبة العربية ما تحتاجه فعلاً.

الأستاذ الدكتور خليل حسن سيد مرعي

أستاذ متمرس - كلية هندسة الالكترونيات - جامعة نينوى

الفهرس

أهداء.....7

تقديم.....9

المقدمة.....13

الفصل الاول

الاشعاعات الكهرومغناطيسية المؤينة وغير المؤينة.....17

الفصل الثاني

أساسيات الاتصالات الخلوية.....63

الفصل الثالث

التفاعل بين الموجات الراديوية والوسط الحيوي 129

الفصل الرابع.....155

المخاطر الصحية لإشعاعات الموجات الراديوية.....155

الفصل الخامس.....189

المعايير العالمية للتعرض للاشعاعات الكهرومغناطيسية (معايير الوقاية).....189

الفصل السادس.....218

الجدل بين المؤسسات البحثية والاكاديمية والمؤسسات التشريعية حول محددات التعرض للاشعاع.....218

الفصل السابع.....272

المعايير الوطنية للتعرض للاشعاعات الكهرومغناطيسية الصادرة من شبكات الهاتف النقال.....272

الفصل الثامن

نصائح وارشادات.....288

الخاتمة.....295

المراجع.....298

الملاحق.....369

السيرة الذاتية للمؤلف.....377

المقدمة

يشـهد العالم اليوم تطوراً ونمواً ملحوظاً في صـناعة الاتصـالات وتوسـع عالمي في انتشـار واسـتخدام الأنظمـة والشبكات اللاسـلكية، وأدى التطور الكبير في نظم الاتصالات اللاسلكية خلال العقدين الماضـيين الى الانتشـار الواسـع لاسـتعمال أجهزة الهاتف النقال، حيث تحوَّلت من مجرد أداة تيسِّر الاتصـالات بين شخص وآخر إلى دعامة تشكل الأساس لعدد ضخم من الأنشطة البشـرية من التجارة والمعاملات الدولية إلى الصـحة والتعليم. وقد أصـبحت شـبكات الاتصـالات السـريعة والتي يعوَّل عليها حالياً أحد المكونات الحيوية لتوفير الخدمات عبر الحدود مثل المعاملات المصـرفية والنقل والسـياحة والمعلومات الإلكترونية والتسوق الإلكتروني من المنزل. وهـذا النمـو المتزايـد فـي اسـتخدام الهواتـف النقالة علـى مسـتوى العالم يقابله زيادة كبيرة في محطـات البـث، ووجود الكثير من ابراج الشـركـات المزودة لهذه الخدمة في مناطق مختلفة، قسم منها مناطق سكنية مأهولة يخشـى سـكانها ان يكون لتلك الابراج اي تأثير على صحتهم وصحة ابنائهم، كل ذلك أدى إلى إثارة التسـاؤلات، واختلاف الآراء حول تأثير موجاتها اللاسـلكية على الإنسـان من الجانب الصحي، وخصوصاً في ظـل ظهور تقارير تتحدث عـن احتمالية وجود تأثيرات سلبية من هذه الإشعاعات على الصحة.

لذلك لا بد من التوقف عند التأثيرات والانعكاسـات السـلبية لهذه الإنجازات على الطبيعة والانسـان وخاصـة الهواتف النقالة كون ابراجها منتشـرة في كل مكان وهواتفها لم تعد تسـتخدم من طبقة

محدودة من البشر، بل أصبحت متاحة للاستعمال من قبل جميع الناس بغض النظر عن طبقتهم أو عمرهم، حيث يقدر الاتحاد الدولي للاتصالات بان عدد المشتركين يصل الى 7 مليار مشترك.

أن الأشعة الصادرة من ابراج الهواتف النقالة ينعكس جزء منها عند اصطدامه بالجسم البشري وينفذ الجزء الاخر بداخله وتتلاشى طاقة الموجات الداخلة كلما توغلت في داخل الجسم نتيجة لتحول الجزء الاعظم من طاقتها الى حرارة تمتص من قبل الخلايا البايولوجية للجسم الامر الذي يؤدي الى رفع درجة حرارة هذه الخلايا. عندما تكون كثافة القدرة لهذه الاشعة عالية تكون نسبة الحرارة المضافة الى حرارة الخلايا البايولوجية عالية مما تؤدي الى حدوث خلل واضطراب في وظائفها مما يؤدي الى أعراض مرضية تتناسب مع شدة وكثافة القدرة لهذه الاشعة.

وقد شهدت السنوات الأخيرة اهتماما واسعا من قبل الأوساط العلمية والطبية وحتى الشعبية للأثار السلبية لمنظومات الهاتف النقال على الصحة العامة، وصنفت الأمم المتحدة الاشعة الراديوية المنبعثة من المصادر المختلفة أحد مصادر تلوث البيئة، كذلك أكدت الوكالة الدولية لبحوث السرطان

(IARC: International Agency for Research on Cancer)

بأن الاشعة الكهرومغناطيسية ممكن ان تكون سببا للاصابة بالسرطان.

لا زال موضوع تأثير ابراج الهواتف النقالة على الصحة العامة موضع جدل علمي بين خبراء الصحة العامة وخبراء الصناعة ومستشاري الهيئات التشريعية في اغلب دول العالم والصناعية منها خاصة، ولذلك يجد المتتبع لهذا الموضوع تبايناً في التعليمات والضوابط التي اصدرتها بعض الدول والمؤسسات التشريعية الوطنية والدولية من ناحية الحد الاعلى المسموح به للتعرض للإشعاعات غير المؤينة الصادرة من ابراج اتصالات الهواتف النقالة.

أصدرت المفوضية الدولية للوقاية من الاشعاعات غير المؤينة (ICNIRP)تعليمات وضوابط عامة يمكن الاسترشاد بها والتي تتضمن الحدود العليا المسموح بها للتعرض (محددات التعرض Exposure Limits) من الاشعاعات غير المؤينة والتي اعتمدت من قبل أغلب المؤسسات التشريعية وخاصة في الدول الصناعية، وبالرغم من موافقة منظمة الصحة العالمية على هذه المحددات، نرى ان العديد من الشخصيات العلمية والطبية المعروفة عالميا تعترض على هذه الضوابط وتعتبر المؤسسات التي شرعتها والتي صادقت عليها كانت تراعي مصالح المؤسسات الصناعية كونهم الجهة التي تمول أغلب البحوث التي اعتمدتها هذه المؤسسات لأغراض التشريع.

ألاراء المناهضة لهذه التعليمات والحقائق العلمية التي استندت عليها دعت العديد من الدول الى اعتماد ضوابط وتعليمات أكثر تشددا وبمستويات اقل من محددات التعرض الصادرة من المفوضية الدولية للوقاية من الاشعاعات غير المؤينة.

يهدف هذا الكتاب الى تنوير القارئ بالمفاهيم والحقائق العلمية الخاصة بهذا الموضوع وتحليل ومقارنة للتعليمات والضوابط المعتمدة من قبل المؤسسات والهيئات الدولية والاسس العلمية التي اعتمدت عليها الأراء المناهضة لهذه التعليمات.

ICNIRP: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

الفصل الاول

الاشعاعات الكهرومغناطيسية المؤينة وغير المؤينة

Ionizing and Non-Ionizing Electromagnetic Radiation

1-1 الطيف الكهرومغناطيسي

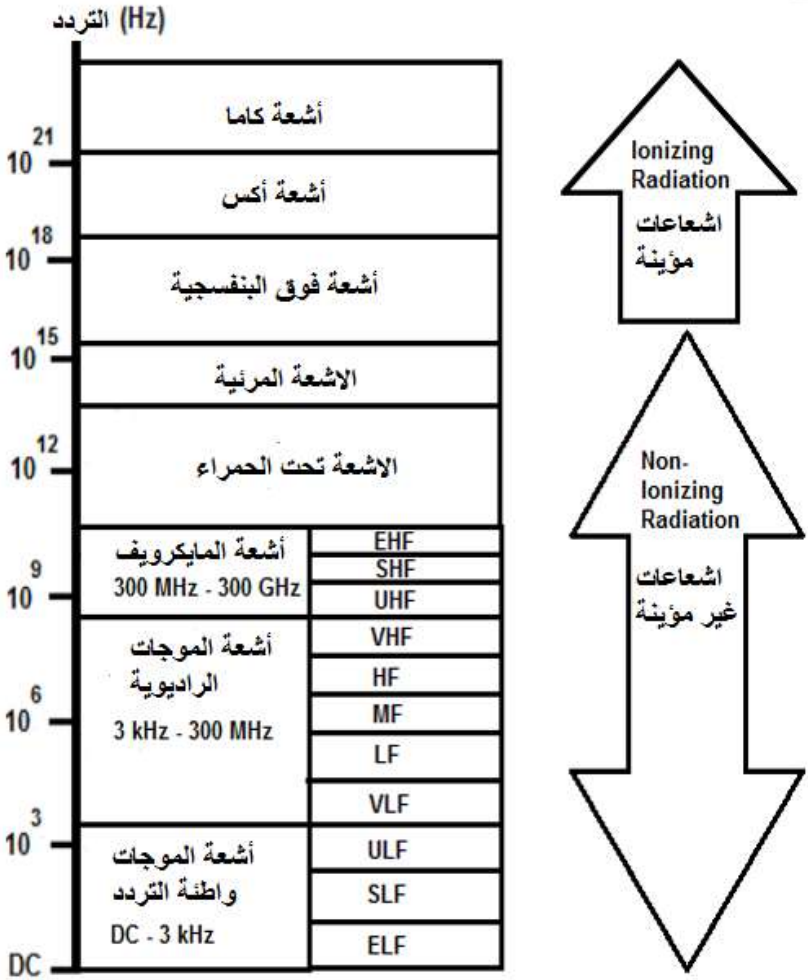
يعرف الطيف الكهرومغناطيسي بوصفه مجمل ترددات الموجات الكهرومغناطيسية التي لها نفس الخصائص إلا أنها تختلف في أطوالها الموجية وفي ترددتها التي يتم استخدامها في نقل مختلف انواع البيانات.

يمتد الطّيف الكهرومغناطيسي من أول الترددات المنخفضة، مثل الترددات المستخدمة في الرّاديو (في نهاية طول الموجة الطويلة)، عبر الترددات المتوسطة، إلى الترددات العالية وتنتهي بأشعة جاما (في نهاية طول الموجات القصيرة جدا). وهو يغطي في مداه من أول أطوال موجة تقدر بآلاف الكيلومترات إلى أطوال موجات في حجم ألذرة وأصغر من ذلك.

تصنف الاشعاعات الكهرومغناطيسية الى صنفين رئيسيين هما:

- الاشعاعات الكهرومغناطيسية غير المؤينة
- الاشعاعات الكهرومغناطيسية المؤينة

الاشـعاعات الكهرومغناطيسـية تمتلك تشـكيلة واسـعة من الطاقات تشكل الطيف الكهرومغناطيسي، فالاشعاع الذي يمتلك الطاقة الكافية لتحريك الذرات حول الجزيئة او يجعلها تتذبذب دون الوصـــول الى حالة انتزاع الكترون منها يسمى الاشعاعات الكهرومغناطيسية غير المؤينة وهي التي تسبب بعض التأثيرات الحرارية للمادة المعرضـة للاشعاع، اما الاشعاعات الكهرومغناطيسية المؤينة فهي التي تمتلك طاقة كافية لتكسير الاواصر وتحرير الالكترونات من الذرات والتي تؤدي الى تأين المادة المعرضـــة للاشـــعاع وإحداث تغيرات على التفاعلات التي تحدث داخل الجســـم بما فيه الحامض النووي (DNA).



الشكل رقم (1-1): الطيف الكهرومغناطيسي

يمثل الشكل رقم (1) مخططاً لكامل الطيف الكهرومغناطيسي حيث يبدأ من أمواج الراديو ذات الطول الموجي الكبير والتردد المنخفض ثم منطقة أشـــعة المايكروويف ومنطقة الأشـــعة تحت الحمراء تليها منطقة الأشـــعة المرئية ثم منطقة الأشـــعة فوق البنفســـجية ثم منطقة أشعة اكس ثم منطقة أشعة جاما، وهذا التسلسل هو تبعاً لزيادة تردد هذه الموجات. ولكل منطقة من مناطق الطيف الكهرومغناطيســـي خصـــائص تميزها عن بعضـــها البعض وبناء عليه نتجت تطبيقات مختلفة لهذه الأشـــعة. أن منطقة الطيف المرئي هي التي منحنا الله ســبحانه وتعالى القدرة على رؤيتها وهي المنطقة التي تســتجيب لها شبكية العين لتتمكن من رؤية الأشياء من حولنا.

يتراوح طول الموجة بين أقصـــى و أدنى الطيف الترددي الكهرومغناطيسي بين أقل من 0.001 نانومتر (في أشعة كاما) إلى عدة كيلومترات (في الأمواج الراديوية الطويلة).

2-1 خصائص الاشعة الكهرومغناطيسية

الأشـعة الكهرومغناطيسـية تنتشـر في الفراغ بسـرعة ثابتة هي سـرعة الضـــوء ،تنتقل هذه الأشـــعة في الفراغ وتنقل الطاقة من المصـــدر (Source) إلى المستقبل (Receiver) .

تم اكتشـــاف هذه الأشـــعة على مراحل حيث كان العالم هيرتز Hertz 1887أول من عمل في هذا المجـال وكـان في ذلك الوقت فقط أشـــعة الراديو والأشـــعـة المرئيـة ومن ثم تم اكتشـــاف بـاقي الطيف الكهرومغناطيسي من خلال الملاحظات والظواهر الفيزيائية .

الأشعة الكهرومغناطيسية لها طول موجي λ وتردد f يحدد خصائصها وترتبط سرعة الأشعة الكهرومغناطيسية مع التردد والطول الموجي من خلال المعادلة:

$$c = f \lambda$$

وان هذه الاشعة لها طاقة تعطى بالمعادلة

$$E = h f$$

حيث أن الثابت h هو ثابت بلانك

$$h = 6.6x10^{-34}\ J.s$$

وتستخدم وحدة الالكترون فولت للتعبير عن طاقة الاشعة الكهرومغناطيسية

$1\ e.v. = 1.6 \times 10^{-19}\ J$

نستنتج من ذلك أنه كلما أزداد التردد ازدادت الطاقة وعليه فإن طاقة اشعة كاما اكبر بكثير من باقي الاشعة في الطيف الكهرومغناطيسي، وان جسم الانسان يتحمل طاقة اقصاها طاقة الطيف المرئي وتعتبر طاقة الطيف فوق الازرق ضارة وتسبب حرق لخلايا الجسم وكذلك طاقة اشعة اكس تستطيع اختراق الجلد البشري والتعرض لها يسبب خطورة كبيرة.

3-1 الاشعاعات الكهرومغناطيسية غير المؤينة

الاشعاعات الكهرومغناطيسية غير المؤينة هي الاشعاعات التي تمتلك الطاقة الكافية لتحريك الذرات حول الجزيئة او تجعلها تتذبذب دون الوصول الى حالة انتزاع الكترون منها.
تزداد قدرة الموجات اللاسلكية على اختراق طبقات الهواء المتأينة كلما ازداد ترددها، لذلك تستخدم الموجات القصيرة (عالية التردد) في الاتصالات الفضائية كونها لها القابلية على اختراق الايونوسفير.
تغطي الاشعاعات الكهرومغناطيسية غير المؤينة مدى واسعاً من الترددات تبدأ من الترددات الواطئة جدا وتنتهي بالترددات فوق البنفسجية وتشمل الحزم الترددية التالية:

1-3-1 أشعة الموجات واطئة التردد

(Low Frequency Waves)

وتشـــمل طيف الترددات الواطئة جدا والتي تبدأ بالتردد الصـــفري (DC) لغاية (3 kHz)، وتتضمن ثلاثة حزم ترددية كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول رقم (1-1): الحزم الترددية للأشعة الواطئة التردد حسب تصنيف (ITU)

الحزمة band	رمز abbreviation	المدى الترددي frequency range	الطول الموجي wavelength
Extremely low frequency	ELF	30-3 هيرتز	100000-10000 كيلومتر
Supper low frequency	SLF	300-30 هيرتز	10000-1000 كيلومتر
Ultra low frequency	ULF	3000-300 هيرتز	1000-100 كيلومتر

اســـتخدمت الموجات واطئة التردد في عدد محدود جدا من انظمة الاتصـــالات من صـنع الانســان لحاجتها هوائيات كبيرة الحجم لكون الطول الموجى كبير جدا، ولتوفر الامكانية لانتقال هذه الموجات في مياه البحر فقد تستخدم للتواصل مع الغواصات.

2-3-1 أشعة الموجات الراديوية

وتشـمل طيفا متنوعا من تقسـيمات الموجات الكهرومغناطيسـية التي يستخدمها الإنسـان كالموجات الإذاعية التلفزيونية و البث الإذاعي و أنظمة الاتصـــالات، حيث كان لتجارب العلماء مثل هيرتز Hertz وماكســـويل Maxwell وفرادي Faraday واختراع التلغراف بواســـطة العالم ماركوني Marconi الفضـــل في اكتشـــاف أمواج الراديو (أشعة الراديو) وفهمها واستخدامها في العديد من التطبيقات، هذه الموجات لها طول موجي كبير وتتميّز هذه الترددات بأنها قادرة على نقل الصـــوت، المعلومـات (data) ، البـث الاذاعي، وبرامج التلفزيون. وقد تم البدء باستعمالها لأول مرة في التاريخ في منتصف القرن التاسع عشر مع التلغراف اللاسلكي ثم تم استعمالها في إطار البـث الإذاعي والتلفزيوني وذلـك خلال العشـــرينيـات من القرن العشرين.

الجدول رقم (1-2) يمثل الحزم الترددية للأشـــعة الراديوية ورموزها ومدياتها الترددية واطوالها الموجية حسـب تصـنيف الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

جدول رقم (1-2): الحزم الترددية للأشعة الراديوية حسب تصنيف (ITU)

الحزمة Band	الرمز Abbreviation	المدى الترددي Frequency Range	الطول الموجي Wavelength
Very Low Frequency	VLF	30 – 3 كيلوهيرتز	10 – 100 كيلومتر
Low Frequency	LF	300 – 30 كيلوهيرتز	1 – 10 كيلومتر
Medium Frequency	MF	3000 – 300كيلوهيرتز	100 – 1000 متر

High Frequency	HF	30 – 3 ميكاهيرتز	10 – 100 متر
Very High Frequency	VHF	300 – 30 ميكاهيرتز	1 – 10 متر

3-3-1 أشعة المايكرويف Microwave

أشـــعة المايكروويف هي جزء من الأشـــعة الكهرومغناطيســـية ذات طول موجي يقاس بالســـنتمتر في المدى من 0.1 إلى 100 ســـنتمتر (تردد من 300 ميكا هيرتز الى 300 كيكا هيرتز) ولهذه الأشـــعة اســـتخدامات عديدة في الاتصـــالات ونقل المعلومات، الشـــبكات اللاسلكية المختلفة، أجهزة الاستشعار عن بعد، أجهزة الرادار، أفران المايكروويف (Microwave ovens)، توجيه الطائرات والسفن، الاتصالات الفضائية بالإضافة الى الاستخدامات الطبية.

الجدول رقم (1-3) يمثل الحزم الترددية لأشـــعة المايكروويف ورموزها ومدياتها الترددية واطوالها الموجية حسـب تصـنيف الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

جدول رقم (1-3): الحزم الترددية لأشعة المايكروويف حسب تصنيف (ITU)

الحزمة Band	الرمز Abbreviation	المدى الترددي Frequency Range	الطول الموجي Wavelength
Ultra High Frequency	UHF	3000 – 300 ميكاهيرتز	10 – 100 سنتيمتر
Super High Frequency	SHF	30 – 3 كيكاهيرتز	1 – 10 سنتيمتر
Extremely High Frequency	EHF	300 – 30 كيكاهيرتز	1 – 10 مليمتر

الجدول رقم (1-4) يمثل الحزم الترددية للمايكروويف حسب تصنيف جمعية المهندسين الكهربائيين والالكترونيين (IEEE).

جدول رقم (1-4): الحزم الترددية لأشعة الموجات الراديوية حسب تصنيف IEEE

الحزمة Band Designation	المدى الترددي Frequency Range
HF	3 – 30 MHz
VHF	30 – 300 MHz
UHF	300 – 1000 MHZ
L	1 - 2 GHZ
S	2 – 4 GHz
C	4 – 8 GHZ
X	8 – 12.4 GHZ
Ku	12.4 – 18 GHz
K	18 – 26.5 GHz

Ka	**26.5 – 40 GHz**
V	**40 – 75 GHz**
W	**75 – 110 GHz**
mm	**110 -300 GHz**

الجدول رقم (1-5) يمثل الحزم الترددية للمايكرويف حسب تصنيف الاتحاد الاوربي والولايات المتحدة الأمريكية وحلف الناتو

.(EU, US, NATO)

جدول رقم (1-5): الحزم الترددية لأشعة المايكرويف حسب تصنيف EU, US, NATO

الحزمة **Band Designation**	**المدى الترددي** **Frequency Range**
A	**0 – 250 MHz**
B	**250 – 500 MHz**
C	**500 – 1000 MHz**

D	**1 – 2 GHz**
E	**2 – 3 GHz**
F	**3 – 4 GHz**
G	**4 – 6 GHz**
H	**6 – 8 GHz**
I	**8 – 10 GHz**
J	**10 – 20 GHz**
K	**20 – 40 GHz**
L	**40 – 60 GHz**
M	**60 – 100 GHz**

4-3-1 الأشعة تحت الحمراء (Infra-red)

الأشـــعة تحت الحمراء هي أشـــعة حرارية (غير مرئية) تنبعث من أشياء عديدة من حولنا مثل جسم الإنسان والحيوان والنباتات وكذلك الكرة الأرضية والشمس والأجرام السماوية.

يمكن دراســة أسـطح الأجسـام ومكوناتها عن طريق الأشـعة تحت الحمراء، كما يمكن استخدامها في دراسـة أنواع الصـخور والمعادن المكونة لأسطح الأجسام في التصوير.

الأجهزة التي تستخدم الأشعة تحت الحمراء يمكنها الرؤية في الظلام شـــديد العتمـة لأنهـا تعتمد على الإشـــعـاع الحراري المنطلق من الأجســام، حيث يعتمد إشـعاع الجسـم للأشـعة الحمراء على طبيعة ســـطـــح الـــجســـــم ودرجـــة حـــرارتـــه.

تغطي الأشـــعـة تحـت الحمراء منطقـة واســـعـة من الطيف الكهرومغناطيسي تقع بين الطيف المرئي وطيف أشعة المايكروويف ويتراوح طولهـا الموجي بين 700 نـانوميتر (430 THz) إلى 1 مليميتر (300 GHz)، وتقسم إلى ثلاثة مناطق.

الجدول رقم (1-6) يمثل الطول الموجي والتردد للاشـعة تحت الحمراء حســب تصـــنيف المفوضـــية الدولية للأضـــاءة International Commission on Illumination (CIE).

الجدول رقم (1-6): الطول الترددي والتردد للاشعة تحت الحمراء حسب تصنيف (CIE)

Abbreviation	Wavelength	Frequency
IR-A	0.7 – 1.4 µm	215 – 430 THz
IR-B	1.4 – 3 µm	100 – 215 THz
IR-C	3 – 1000 µm	0.3 – 100 THz

الجدول رقم (1-7) يمثل الطول الترددي للاشـــعة تحت الحمراء حسب تصنيف منظمة القياسات العالمية ISO 23473 Scheme.

الجدول رقم (1-7): الطول الموجي للاشعة تحت الحمراء حسب تصنيف (ISO)

Designation	Abbreviation	Wavelength
Near-Infrared	NIR	0.78 – 3 µm
Mid-Infrared	MIR	3- 50 µm
Far-Infrared	FIR	50 – 1000 µm

الجدول رقم (1-8) يمثل الطول الموجي للاشـــعة تحت الحمراء حسب التصنيف الفلكي Astronomy Division Scheme.

الجدول رقم (1-8): الطول الترددي للاشعة تحت الحمراء حسب التصنيف الفلكي

Designation	Abbreviation	Wavelength
Near-Infrared	NIR	0.7 – 2.5 µm
Mid-Infrared	MIR	3- 25 µm
Far-Infrared	FIR	Above 25 µm

تطبيقات الأشعة تحت الحمراء

الطب : يستخدم الأطباء الأشعة تحت الحمراء لمعالجة الأمراض الجلدية ولتخفيف الألام التي قد تصيب العضلات، يتم في هذه المعالجة تسليط الأشعة تحت الحمراء على جسم المريض حيث تخترق الجلد وتعمل على تدفئة الجلد بدرجة معينة لتنشيط الدورة الدموية .

الصناعة : استخدمت الأشعة تحت الحمراء في بعض الأفران الخاصة للطلاء الجاف للأسطح مثل الجلد والمعادن والأوراق

والأقمشة، كذلك طور العلماء بعض النوافذ الخاصة المستخدمة في المكاتب والمنازل بحيث تعكس الأشعة تحت الحمراء وبهذا يمكن الحفاظ على درجة حرارة ثابتة للمكاتب، كما يستخدم بعض المصورين أفلام حساسة للأشعة تحت الحمراء للتصوير في الظروف التي ينعدم فيها توفر الأشعة المرئية أي التصوير في الظلام باستخدام طيف الأشعة تحت الحمراء.

1-3-5 الأشعة المرئية (Visible Rays)

وهو الجزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي نراه ونرى بواسطته . نرى هذا الطيف على شكل ألوان كالتي تظهر في السماء بعد سقوط المطر وتعرف بقوس قزح.

الجدول رقم (1-9) يمثل الطول الموجي والتردد للاشعة المرئية.

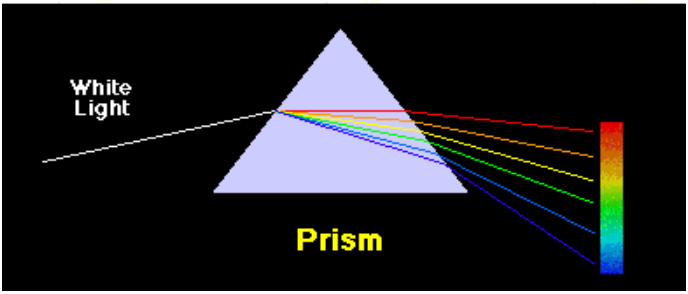
الجدول رقم (1-9): الطول االموجي والتردد للاشعة المرئية

اللون	الطول الموجي Wavelength (nm)	التردد Frequency (THz)	طاقة الفوتون Photon Energy (eV)
البنفسجي	450 - 380	790 - 670	3.26 – 2.75

الازرق	485 - 450	670 - 620	2.75 – 2.56
الازرق الفاتح	500 - 485	620 - 600	2.56 – 2.48
الاخضر	565 - 500	600 - 530	2.48 – 2.19
الاصفر	590 - 565	530 - 510	2.19 – 2.10
البرتقالي	625 - 590	510 - 480	2.10 – 1.98
الاحمر	700 - 625	480 - 400	1.98 – 1.65

لكل لون من هذه الألوان طول موجي خاص يكون فيها اللون الأحمر أكبر طول موجي في الطيف المرئي بينما يكون اللون الأزرق أقصر الأطوال الموجية .كما هو موضح في الجدول رقم(1-9).

اجتماع هذه الألوان مع بعضها البعض يعطي اللون الأبيض، ولتحليل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف نستخدم منشور كما في الشكل (1-2) حيث ينحرف (ينكسر) كل لون بزاوية خاصة حسب طوله الموجي.



الشكل رقم (1-2): تحليل الطيف المرئي حسب الطول الموجي

الشمس مصدر أساسي للأشعة المرئية وبدونها لما تمكنا من رؤية الأشياء من حولنا حيث أن عملية الإبصار تعتمد على انعكاس هذا الطيف الكهرومغناطيسي من الأجسام وسقوطها على العين ، فاللون الأحمر يعكس اللون الأحمر ويمتص باقي الألوان ولذلك نراه احمر وهكذا بالنسبة لبقية الألوان وتتكون الصورة المرئية بتجميع هذه الانعكاسات على شبكية العين . كذلك تعمل كاميرا التصوير الفوتوغرافية أو الفيديو بنفس الآلية، ولكن يجب التنويه هنا إلى أن العين غير مبصرة لبقية الطيف الكهرومغناطيسي لحكمة يعلمها سبحانه وتعالى وقد طور الإنسان كاميرات تستطيع استخدام نطاقات أخرى من الطيف الكهرومغناطيسي غير المرئي.

6-3-1 الأشعة فوق البنفسجية القريبة والمتوسطة

(Near & Medium Ultraviolet)

الأشعة فوق البنفسجية لها طول موجي يتراوح بين 10 نانومتر الى 400 نانومتر اي بتردد (30 PHz – 750 THz). الأشعة فوق البنفسجية غير مرئية بالنسبة للإنسان ولا لبعض الحشرات والطيور، وأن هذه الأشعة تساعد على تنشيط التفاعلات الكيميائية في النباتات ولكن التعرض لها أكثر من اللازم يقتل الخلايا النباتية .

قسم العلماء منطقة طيف الأشعة فوق البنفسجية إلى ثلاثة مناطق أعتمادا على طاقة الأشعة وهذه المناطق تعرف بـ:

- الأشعة فوق البنفسجية القريبة *Near Ultraviolet* وهي القريبة من الطيف المرئ وتكون مرئية للطيور والحشرات والاسماك.
- الأشعة فوق البنفسجية المتوسطة *Medium Ultraviolet* وهي التي تقع بين المنطقة القريبة والمنطقة البعيدة .

- الأشـعة فوق البنفسـجية البعيدة *Far Ultraviolet* وهي الأقرب إلى أشـــعـة اكس والتي لهـا طـاقـة اكبر، كمـا موضح في الجدول رقم (1-10).

الاسم	المختصر	الطول الموجي	طاقة الفوتون

Photon Energy (eV)	Wavelength (nm)	Abbreviation	Name
4.13 – 3.10	400 - 300	NUV	Near Ultraviolet
6.2 – 4.13	300 - 200	MUV	Middle Ultraviolet
10.16 – 6.2	200 - 122	FUV	Far Ultraviolet

الجدول رقم (1-10): الطول الموجي وطاقة الفوتون للاشعة فوق البنفسجية

تصنف الأشعة فوق البنفسجية القريبة والمتوسطة ضمن الاشعاعات الكهرومغناطيسية غير المؤينة بينما تصنف الأشعة فوق البنفسجية البعيدة ضمن الاشعاعات الكهرومغناطيسية المؤينة.

تشع الشمس كافة الأطياف الكهرومغناطيسية ولكن الإشعاع الذي يسبب اسمرار الجلد عند التعرض لأشعة الشمس هو الأشعة فوق البنفسجية حيث أن جزء غير بسيط من هذه الأشعة تستطيع اختراق الغلاف الجوي، حيث يلاحظ وجود تأثير شديد لأشعة الشمس على الجلد عند التعرض المباشر لها، ويختفي هذا التأثير في حالة سقوط أشعة الشمس من خلال نافذة من الزجاج لأن الزجاج يمتص الأشعة الفوق بنفسجية.

3-1 الاشعاعات الكهرومغناطيسية المؤينة

ألتـأين هو العمليـة التي يتم خلالهـا تغير جزء من الجزيئـة (عـادة الالكترون) بزيادة طاقته وتمكينه من كســـر الأصـــرة والتحرر من الذرة عندما تكون طاقة الفوتون اكبر من 10 الكترون فولت (10 ev)، هذه العملية تؤدي الى توليد جزيئتان مشـــحونتان أو أيونات: الجزيئة بشحنة موجبة والالكترون الحر بشحنة سالبة.

ولحســاب طاقة الفوتون للاطوال الموجية المتناهية الصــغر ولغاية المايكرومتر يمكن استخدام المعادلة التالية:

$$\boldsymbol{E\ (ev) = \frac{1.24}{\lambda\ (\mu m)}}$$

حيث ان:

$E\ (ev)$: الطاقة بالالكترون فولت

$\lambda\ (\mu m)$: الطول الموجي بالمايكرومتر

الجدول (1-11) يمثل حدود طـاقـة الفوتون للحزم المختلفـة للطيف الكهرومغناطيسي بالاضافة الى حدود التردد والطول الموجي.

الجدول رقم (1-11): طاقة الفوتون للطيف الكهرومغناطيسي

الاسم Name	الطول الموجي Wavelength	التردد Frequency	طاقة الفوتون Photon Energy
أشعة كاما	أقل من 0.01 نانومتر	أكبر من 30 EHz	أكبر من 124 keV
أشعة أكس	10 – 0.01 نانومتر	30 – 30 EHz PHz	124 – 124 keV eV
الاشعة فوق البنفسجية	400 – 10 نانومتر	790 – 30 PHz THz	3.3 – 124 eV eV
الاشعة المرئية	700 – 400 نانومتر	430 – 790 THz THz	1.7 eV – 3.3 eV
الاشعة تحت الحمراء	700 نانومتر – 1 مليمتر	300 – 430 THz GHz	1.24 – 1.7 eV meV

M: Mega = 10^6, G: Giga = 10^9, T: Tera = 10^{12}, P: Peta = 10^{15}, E: Exa = 10^{18}

m: mili = 10^{-3}, μ: micro = 10^{-6}, p: pico = 10^{-12}

الاشـعاعات الكهرومغناطيسـية المؤينة هي الاشـعاعات التي تمتلك طاقة كافية لتكسـير الاواصـر وتحرير الالكترونات من الذرات، أي أنتـاج أزواج من الأيونـات في المـادة، والتي تؤدي الى تـأين المـادة

المعرضة للاشعاع، وتبدأ ترددات هذه الاشعاعات بحزمة الترددات فوق البنفسجية البعيدة وتنتهي بترددات أشعة كاما، وتشمل الحزم الترددية التالية:

1-4-1 الأشعة فوق البنفسجية البعيدة

(Far Ultraviolet)

تصنف الأشعة فوق البنفسجية البعيدة ضمن الاشعاعات الكهرومغناطيسية المؤينة كونها تمتلك طاقة عالية والتي تزيد عن 10 eV (طول موجي أقل من 125 نانومتر) والتي لها تأثيرات على الخلايا الحية بضمنها أتلاف البصمة الوراثية (DNA) .

تطبيقات الأشعة فوق البنفسجية

الطب : تستخدم الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من مصابيح خاصة في تعقيم أدوات الجراحة حيث أن الأشعة فوق البنفسجية تقتل البكتيريا والفيروسات .

الصناعة : تستخدم الأشعة الفوق بنفسجية في صناعة الدوائر الإلكترونية الرقيقة .

العلوم : استخدم العلماء الأشعة فوق البنفسجية في دراسة مستويات الطاقة للذرات المختلفة .

كما يمكن لعلماء الفلك من تحديد المسافات بين المجرات والنجوم من خلال رصد طيف الأشعة الفوق بنفسجية المنبعثة منها .

كذلك يدرس العلماء من خلال مصـابيح خاصـة تأثير الأشـعة فوق البنفسجية على المواد حتى يتم التأكد من صمودها تحت أشعة الشمس قبل استخدامها في الصناعات المختلفة .

خطورة الأشـعة فوق البنفسـجية والحماية منها :

التعرض لأشـعة الشـمس المباشـرة التي تحتوي على الأشـعة فوق البنفسـجية يسـبب ألام شـديدة في العين أو حرق للجلد أو سـرطان الجلد، وللوقاية يمكن اسـتخدام النظارات الشـمسـية التي تمتص هذه الأشعة والابتعاد عن التعرض لأشعة الشمس المباشرة.

كما أن هذه الأشـعة تسـبب أتلاف للنباتات التي تحافظ على طبقة الأوزون .

وتجدر الإشـارة أن شـاشـات التلفزيون تبعث أشـعة فوق بنفسـجية بالإضافة إلى الأشعة المرئية ولهذا يجب أن تكون شاشات التلفزيون بعيدة عنا بما فيه الكفاية لتقليل خطورة هذه الأشـعة، والمسـافة الصحيحة هي عشرة أضعاف قطر التلفزيون.

2-4-1 أشـعة اكـس (X-rays)

أشعة (X) لها طول موجي يتراوح بين 10 بيكومتر الى 10 نانومتر اي بتردد يتراوح بين (30 PHz – 30 EHz). ولكون الطول موجي لهذه الاشعة أقصر من الطول الموجي للأشعة فوق البنفسجية لذلك تكون طاقتها أكبر .

ولهذا السبب تستطيع أشعة اكس من اختراق جسم الإنسان ولكنها لا تخترق العظم ولهذا استخدمت في تصوير العظام حيث يوضع فيلم حساس لأشعة اكس خلف ساق شخص ما وتسليط أشعة اكس لفترة زمنية قصيرة على الجانب الأخر من الساق يمكن تصوير ظل أشعة اكس على الفيلم ورؤية صورة واضحة لشكل العظم .

تنتج أشعة اكس عندما تفقد الإلكترونات طاقتها فجأة عند اصطدامها بذرات أخرى. الجهاز الذي ينتج أشعة اكس يعمل على تعجيل الإلكترونات إلى سرعات عالية لتصطدم بمعدن يسمى الهدف (Target) وعندما تفقد الإلكترونات المعجلة جزء من طاقتها لصالح ذرات المعدن لإثارته والجزء الباقي ينبعث على صورة أشعة كهرومغناطيسية (أشعة اكس).

: تطبيقات أشعة اكس

الطب : تتميز بقدرتها على اختراق المواد اللينة بينما لا تخترق المواد القاسية و من أهم تطبيقاتها جهاز التصوير بالأشعة السينية المستخدم في المستشفيات و المراكز الصحية لتصوير الأقسام و الأجهزة الداخلية لجسم الإنسان و التعرف على كسور و تشوهات العظام في جسمه .

الصناعة : تستخدم أشعة اكس في الصناعة لفحص المواد المستخدمة في التصنيع والتأكد من جودتها، كما تستخدم أيضا هذه الأشعة في الأنظمة الأمنية (أجهزة تفتيش الحقائب بالأشعة) في المطارات و

الموانئ و نقاط العبور و غيرها من الأماكن التي تتطلب تشـــديدا امنيا.

العلوم : تستخدم أشعة اكس في الأبحاث العلمية لدراسة التركيب البلوري للمواد ولمعرفة المواد الداخلة في تركيب مادة مجهولة مثل كشف المواد المكونة للخليط الذي استخدمه الفراعنة في التحنيط .

خطورة أشعة اكس والحماية منها : بالرغم من الاستخدامات العديدة لأشعة اكس فإن التعرض لها اكثر من اللازم يؤدي إلى الإصابة بمرض السرطان أو حرق لخلايا الجلد أي أنها أشعة خطيرة على الخلايا الحية، وللحماية من خطورتها عند استخدامها في أحد التطبيقات سابقة الذكر يستخدم جدار حاجز من الرصاص حيث أن الرصاص اكثر المواد امتصاصاً لهذه الأشعة .

كما أن الغلاف الجوي يحمي الكرة الأرضية من هذه الأشعة المنبعثة من الشمس أو النجوم حيث يقوم بامتصاصها قبل وصولها إلى سطح الأرض وخطورة ثقب الأوزون تكمن من وجود ثغرة يمكن لهذه الأشعة النفاذ منها إلى سطح الأرض .

3-4-1 أشعة كاما (Gamma-rays)

أشـــعة (Gamma) لها طول موجي اقل من 10 بيكومتر اي بتردد اعلى من (30 EHz)،وهي الأقصـر في الطيف الكهرومغناطيسـي وذات الطاقة الأعلى وذلك لأنها تنتج من التصـادمات النووية وكذلك من العناصر المشعة .

في الطبيعة تنتج أشـــعة كاما من الشـــمس نتيجة للتفاعلات النووية وتصل طاقة أشعة كاما إلى مليون إلكترون فولت. كما أن العناصر المشعة مثل اليورانيوم تنتج أشعة كاما بشكل مستمر.

تقطع أشعة كاما مسافات فلكية في الفضاء وتمتص هذه الأشعة فقط عند اصـــطدامها بالغلاف الجوي للكرة الأرضـــية . وبهذا يشكل الغلاف الجوي حماية للمخلوقات الحية من هذه الأشعة المدمرة ، حيث أن الأشعة المرئية فقط هي التي تعبر الغلاف الجوي بينما الأطوال الموجية الأقصـــر لا تتمكن من الوصـــول الى ســطح الأرض وذلك لأنها تمتص بواســطة طبقة الأوزون في الغلاف الجوي.

تطبيقات أشعة كاما:

الطب : تتميز هذه الأشعة بقدرتها على قتل الخلايا الحية و تستخدم لتعقيم الأدوات الطبية بالقضاء على الجراثيم الموجودة عليها، كذلك يمكن استخدامها لقتل الخلايا السرطانية دون الحاجة الى اللجوء الى عملية جراحية، و هذا ما يسمى "بالعلاج الإشعاعي". ففي العلاج الإشعاعي يتم قتل الخلايا السرطانية دون الخلايا السليمة المحاطة بها و السر في ذلك يعود الى أن الخلايا السرطانية لا يمكنها إصلاح نفسها مثل الخلايا السليمة عندما تضررت بفعل أشعة غاما بسبب إنقسمها السريع.

الصناعة : تستخدم أشعة كاما في الصناعة لفحص أنابيب البترول واكتشاف نقاط الضعف فيها، حيث تستخدم أشعة كاما في تصوير هذه الأنابيب بتسليط أشعة كاما على الأنابيب ويوضع فيلم حساس خلف الأنابيب وتتكون صورة الظل على الفيلم حيث تظهر مناطق الضعف بصورة مميزة مثل تصوير عظم الإنسان بواسطة أشعة اكس .

كما تستخدم أشعة كاما في تخليص المواد الغذائية المصنعة من الجراثيم والبكتيريا وغيره.

العلوم : تستخدم أشعة كاما في تطوير المفاعلات والقنابل النووية والتجارب العلمية لكشف أسرار النواة .

خطورة أشعة كاما والحماية منها : التعرض لأشعة كاما يسبب تأين للخلايا البشرية وتتسبب بصورة رئيسية في الإصابة بالسرطان. ولوقاية الأشخاص الذين يعملون في

مجال أشعة كاما يستخدم حاجز سمكه 1سم من الرصاص حيث أن له أكبر معامل امتصاص لهذه الأشعة .

3-1: أدارة الطيف الراديوي

أدارة الطيف الراديوي هي عملية تنظيم وضبط استخدام الطيف الراديوي للوصول الى الاستخدام الكفوء وتحقيق المنفعة الاجتماعية، كذلك يهدف الى تأمين الموازنة بين أضرار التلوث والمنافع الاجتماعية والاقتصادية الحاصلة نتيجة استخدام الطيف الراديوي.

لقد شكّل حيز الترددات الراديوية اللاسلكية منذ البدأ مسألة سيادية للدولة، وكانت إدارته تتم بشكل سرّي، وذلك طيلة المرحلة الأولى من استعماله الذي كان مخصصاً بالدرجة الأولى لمهام سيادية بامتياز (دفاع وطني، أمن، ملاحة جوية وبحرية).

بدأ استعمال الحيز في مرحلة لاحقة في مجالات أخرى (البث الراديوي، المرئي والمسموع) ولكن رغم هذه الاستعمالات ظلّ استعمال هذا الحيز يشكل مسألة سيادية من اختصاص الدولة وحدها .

مع تنامي وتيرة ثورة الاتصالات بدءاً من بداية الثمانينيات، دخل استعمال حيز الترددات مرحلة جديدة، حيث بدأ الطلب على تخصيص الترددات حول العالم يتكاثر بشكل كبير، وذلك يعود لثلاثة أسباب رئيسية:

أولاً :ازدياد عدد مشغلي الاتصالات اللاسلكية، الذين لم يعودوا يقتصروا على القطاع العام وذلك نتيجة كسر احتكار القطاع العام للاتصالات اللاسلكية .

ثانياً: ازدياد عدد وسائل الإعلام وظهور الفضائيات .

ثالثاً :السـير نحو مرحلة تقارب التكنولوجيا والتي تزيد من الطلب على حيز الترددات بفعل وجود اسـتعمالات جديدة تمكّن من التواصـل مع الشـخص أينما تواجد وكيفما تنقّل مثل تقارب الخلوي والإنترنت مثلاً .

في هذه المرحلة، اكتسـب اسـتعمال حيز الترددات في مختلف دول العالم بعداً اقتصـادياً أسـاسـيّاً، وتزامن ذلك مع قناعة لدى أصـحاب القرار في مختلف دول العالم بضـرورة فسـح المجال للاسـتعمالات غير الحكوميـة للحيز الترددي، والتي تتيحهـا ثورة الاتصـالات والمعلوماتية.

أن موضـوع تنظيم وأدارة الترددات يتعدى الحدود الجغرافية للدول لتلافي تداخل الموجات واسـتخداماتها، حيث تعد تجربـة الاتحـاد الدولي للتلغراف الذي أسـس في عام 1865 من التجارب الناجحة والذي ضم في وقته 20 دولة اوربية والذي اضطلع بتوحيد الاجهزة المستخدمة في التلغراف والقابلوات الخاصـة بنقل الاشـارة ومعايير نقل الرسـائل والمعايير التقنية لاسـتخدام التكنولوجيا المكتشـفة بين الدول.

بعد أكتشـاف الموجات اللاسـلكية تحول الاتحاد الدولي للتلغراف الى الاتحاد الدولي للاتصـالات (ITU)، ليضـم في مطلع الالفية الثالثة 193 دولـة وأكثر من 700 كيـان أكـاديمي وخـاص، ويقع الاتحـاد الدولي للاتصـالات تحت مظلـة الامم المتحدة بوصـفه الوكالـة المتخصصة في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

يقوم الاتحاد الدولي للاتصـالات، ضـمن مهامه المتعددة المتعلقة بتوحيد معايير الاتصـالات، بتحديد الخارطة العامة للطيف الترددي: كالاسـتخدامات المختلفة للترددات، الخصـائص الفنية للبث لتلافي

تداخل الموجات، القواعد العامة لإنشاء محطات الارسال والاستقبال، ومعايير البث على المناطق الحدودية حيث تتلاقى السيادة الجغرافية للدول.

يقوم الاتحاد الدولي للاتصـــالات بتعميم تلك المعايير التنظيمية الى هيئات تنظيم الاتصـــالات الوطنية في الدول المختلفة لتقوم الاخيرة بتطبيقها ضـــمن حدودها الجغرافية وبما ينســـجم مع المعايير الدولية التي يضـــعها الاتحاد. وتنتهي مســـؤولية الاتحاد على ضـــمان التزام الدول المختلفة بالمعايير التقنية وتترك للدول حرية توزيع اســـتخدام تلك الترددات داخل اراضـــيها تحكمها معايير اخرى غير التقنية حسب النظام السياسي والاقتصادي للدولة.

يضـطلع الاتحاد الدولي للاتصـالات (ITU) بعملية تنظيم اسـتخدام الطيف الترددي للموجات الراديوية التي تبدأ في 3 كيلوهرتز وتنتهي في 300 كيكا هيرتز، وبضمنها الحزم المخصصة للهاتف المحمول، حيث تطوَّرت قاعدة زبائن الاتحاد بسبب التغيرات في طريقة تقديم خدمات الاتصـالات والتقارب بين صـناعات الاتصـالات والحوسبة ووسـائل الترفيه السـمعية-المرئية (الوسـائط المتعددة). وتقع مهمة قطاع الاتصـالات الراديوية داخل الإطار الأوسع لأغراض الاتحاد على النحو المحدد في المادة من دسـتور الاتحاد وتكمن هذه المهمة تحديداً في الحفاظ على التعاون الدولي بين جميع الدول الأعضـــاء والتوسع فيه لتحسين الاتصالات بجميع أنواعها وترشيد استعمالها.

والدور المحدد لقطاع الاتصالات الراديوية في إطار هذه المهمة هو:

- توزيع نطـاقـات طيف التردد الراديوي وتعيين الترددات الراديوية وتسـجيل تخصـيصـات الترددات الراديوية والمواقع المدارية المصـاحبة في المدار الفضـائي المستقر بالنسبة إلى

الأرض لتحاشـــي التداخل الضـــار بين المحطات الراديوية للبلدان المختلفة؛

- تنسـيق الجهود للقضـاء على التداخل الضـار بين المحطات الراديويـة للبلـدان المختلفـة وتحســين اســتخدام الترددات الراديوية والمدار الفضـائي المستقر بالنسبة إلى الأرض من أجل خدمات الاتصالات الراديوية.

يشكل حيز الترددات اللاسلكية مسألة سيادية يعود إلى الدولة وحدها الحق باســتعمالها أو الترخيص للغير عند الحاجة وفق أنظمة محددة لشروط منح رخص الاستعمال، حيث يعتبر موردا رئيسيا من موارد الدولة.

إن اعتبار حيز الترددات أللاسلكية جزءا من الممتلكات العامة يترتب عليه النتائج الآتية:

أولاً :لا يمكن اســتعمال الترددات ضـــمن الحيز المذكور إلا بعد الحصـــول على رخصـــة إشـــغال مســـبقة من الجهة الإدارية المختصة.

ثانياً: لا يمكن الحصـول على رخصـة إشـغال الحيز إلا لقاء بدل يحدد من قبـل الســلطـة الإداريـة المختصـــــة التي تـدير الحيز الترددي. وتحدد قيمة البدل عادة على ضوء الغاية من استعمال الترددات بحيث تختلف قيمة البدل المستوفى باختلاف الغاية من الاستعمال (استعمال لغايات تجارية أو لغايات الإعلام المرئي والمسموع أو لغايات خاصة أو لدواعي المصلحة العامة وتسيير المرفق العام أو لتقديم خدمات الجيل الثالث من الخلوي وعادة ما تفرض بدلات عالية لإشغال الحيز في هذه الحالة الأخيرة.

ثالثاً: إن اســتعمال الحيز يخضــع لمبادئ إدارة الأملاك العامة تحت إشراف هيئة عامة.

تمتلك مســألة إدارة حيز الترددات أهمية خاصــة كون الترددات تشكل مورداً نادراً يقتضـي إدارته بشكل مناسب وفعال وتصبح مســألة الإدارة أكثر أهمية إذا علمنا بأن ليس كل الترددات المتوافرة ضمن الحيز قابلة للاستغلال وذلك لصعوبات تقنية.

تهدف أدارة الطيف الراديوي الى الامور التالية:

- الاستخام الامثل للطيف الراديوي
- اجتناب وحل مشكلة التداخلات
- التخطيط للمدى القصير والبعيد لاستخدام الترددات
- تطوير وتشجيع استخدام التقنيات الحديثة
- تنســيق الاتصــالات اللاســلكية مع المنظومات المجاورة والادارات الاخرى.

تعتبر إدارة حيز الترددات مســألة معقدة تتداخل فيها ثلاثة مبادئ يقتضـي احترامها: فمن جهة أولى هناك مصلحة الدولة العليا من أمن ودفاع، ومن جهة ثانية لا بدّ من الأخذ بعين الاعتبار تطوير الخدمات في قطاعي الاتصــالات والإعلام المرئي والمســموع، وأخيراً لا بد من احترام المقررات الـدوليـة الصــادرة عن المنظمـة الـدوليـة للاتصـالات في هذا الصـدد إذ أن المنظمة تتولى تنسـيق إدارة الحيز على المستوى الدولي .

6-1 الحزم المرخصة والحزم غير المرخصة (License and Unlicensed Bands)

يتطلب استخدام الطيف الترددي أستحصال رخصة الاستخدام من الجهة المخولة رسميا في جميع دول العالم (هيئة الاعلام والاتصالات في العراق) ماعدا بعض الحزم الضيقة التي حددها الاتحاد الدولي للاتصالات للاغراض الصناعية والعلمية والطبية (ISM bands) Industrial, Scientific and Medical Bands حيث ان استخدام هذه الحزم لا يحتاج الى شراء رخصة وتسمى الحزم المرخصة (Licensed Bands) ، أما باقي الطيف الترددي والذي يخضع لشرء الرخصة تسمى الحزم غير المرخصة (Unlicensed Bands) .

أن الجهة المانحة للرخصة تكون مسؤولة عن تأمين حزمة نظيفة خالية من التداخلات بالنسبة للحزم الترددية غير المرخصة، أما في الحزم الترددية المرخصة فأن العمل بها يكون مفتوحاً للجميع والمستخدم تقع عليه مسؤولية اختيار القناة الاقل عرضة للتداخلات.

7-1 الحزم الترددية الخاصـــة بالاســـتخدامات الصـــناعية والعلمية والطبية (ISM bands)

حدد الاتحاد الدولي للاتصـالات بعض الحزم الترددية التي تسـتخدم في التطبيقات الصـناعية والعلمية والطبية والمنـــزلية أو ما شـابهها باسـتثناء التطبيقات في مجال الاتصـالات. الجدول ألتالي يمثل حدود وعرض هذه الحزم وترددها المركزي.

الجدول رقم (1-12): الحزم الترددية الخاصة بالاستخدامات الصناعية والعلمية والطبية (ISM Bands) حسب تصنيف (ITU-R)

التردد المركزي	حدود التردد		عرض الحزمة
	التردد الادنى	التردد الاقصى	
6.780 MHz	6.765 MHz	6.795 MHz	30 kHz
13.560 MHz	13.553 MHz	13.567 MHz	14 kHz
27.120 MHz	26.957 MHz	27.283 MHz	326 kHz
40.680 MHz	40.660 MHz	40.700 MHz	40 kHz
433.920 MHz	433.050 MHz	434.790 MHz	1.74 MHz
915.000 MHz	902.000 MHz	928.000 MHz	26 MHz
2.450 GHz	2.400 GHz	2.500 GHz	100 MHz
5.800 GHz	5.725 GHz	5.875 GHz	150 MHz
24.125 GHz	24.000 GHz	24.250 GHz	250 MHz
61.250 GHz	61.000 GHz	61.500 GHz	500 MHz
122.500 GHz	122.000 GHz	123.000 GHz	1 GHz
245.000 GHz	244.000 GHz	246.000 GHz	2 GHz

أن حرية اســتخدام هذه الترددات ليســت مطلقة ولكنها تخضــع الى ضـــوابط من نـاحيـة قدرة البث لاتـاحـة الفرصـــة لاكبر عدد من المســـتخدمين لاســـتثمار هذه الترددات. هذه الضـــوابط تختلف من منظمة دولية الى أخرى فقســـم منها يحدد قدرة 1 واط كحد أعلى مسـموح للبث مثل المفو ضـية الفيدرالية للإتصـالات (FCC) بينما توجد منظمات دولية أخرى تحدد 100 ملي واط قدرة البث الفعالة (EIRP) والتي تمثل حاصل ضرب القدرة مع ربح هوائي البث مثل المعهد القياسي للاتصالات الاوربي (ETSI)

$$EIRP = P \times G$$

الجدول رقم (1-13) يمثل التباين في حدود التردد والقدرة المسموحة للحزمة 2.4 GHz بين الجهات المشرعة .

الجدول رقم (1-13) حدود التردد والقدرة المسموحة للحزمة 2.4 GHz لبعض الجهات المشرعة

جهة التشريع	الحيز الترددي GHz	الحدود العليا المسموحة للقدرة
الولايات المتحدة الامريكية FCC	2.472 – 2.402	1 واط القيمة القصوى لقدرة البث
الدول الأوربية ETSI	2.483 – 2.402	100 ميلي واط قدرة البث الفعالة (EIRP)
اليابان ARIB	2.497 – 2.402	100 ميلي واط قدرة البث الفعالة (EIRP)

نلاحظ من الجدول أعلاه بان الاختلاف لا يشـــمل فقط الحدود العليا المسموحة للقدرة وأنما كذلك حدود وعرض الحزمة الترددية.

8-1 الطيف الترددي للهاتف المحمول

يعمل الهاتف النقال ضـــمن حزم ترددية مختلفة وحســـب تطور الاجيال.

الجدول رقم (1-14) يمثل الحزم الترددية وحسب الاجيال.

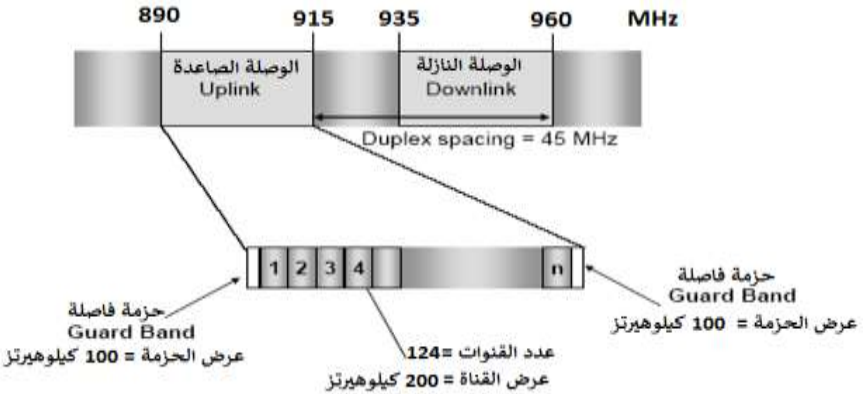
الجدول رقم (1-14): الحزم الترددية للاجيال المختلفة للهاتف المحمول.

الجيل	الحزمة الترددية الاولى	الحزمة الترددية الثانية	الحزمة الترددية الثالثة
الاول	900 ميكاهيرتز	1800 ميكاهيرتز	-
الثاني	900 ميكاهيرتز	1800 ميكاهيرتز	-
الثالث	900 - 800 ميكاهيرتز	2100 – 1700 ميكاهيرتز	-
الرابع	900 - 700 ميكاهيرتز	2100 - 1700 ميكاهيرتز	2600 - 2300 ميكاهيرتز
الخامس	700 – 600 ميكاهيرتز	4400 – 1700 ميكاهيرتز	47- 24 كيكاهيرتز

تحدد حزمتين فرعيتين ضـمن الحزمة الترددية الرئيسـية تخصـص أحدهما للوصـــلة الصـــاعدة (Up-link)، من الهاتف المحمول الى البرج، وتخصص الثانية للوصلة النازلة (Down-link)، من البرج الى الهاتف المحمول، بينهما فاصلة ترددية مناسبة لمنع التداخل بين الارسالات الصاعدة والارسالات النازلة كما في الشكل (1-3).

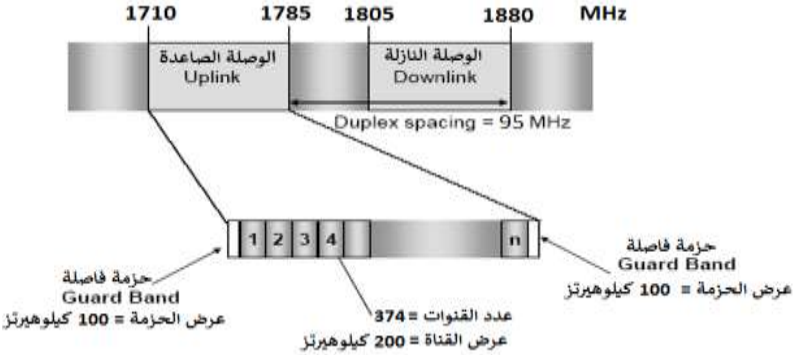
الشكل (1-3): الوصلة الصاعدة والوصلة النازلة للحزمة الترددية 900 ميكا هيرتز

وتتضـــمن كل حزمـة فرعيـة على عـدد من القنوات للمشـــتركين (Channels)، الشـــكل رقم (1-4) يمثل توزيع الحزمـة الترددية 900 ميكا هيرتز (GSM).



الشـــكل رقم (1-4) توزيع الحزمـة الترددية 900 ميكـا هيرتز (GSM).

الشـــكل رقم (1-5) يمثل توزيع الحزمة الترددية 1800 ميكا هيرتز (DCS-1800).



الشـــكل رقم (1-5) توزيع الحزمة الترددية 1800 ميكا هيرتز (DCS-1800).

الفصل الثاني

أساسيات الاتصالات الخلوية

Fundamentals of Cellular Communications

1-2 شبكات الهاتف المحمول – لمحة تاريخية

هي شبكة اتصالات مصممة لتأمين خدمة الاتصال لأجهزة الهواتف المحمولة وتسمح للمشتركين فيها بإدامة الاتصال مع المشتركين الآخرين ومع الشبكة العامة أثناء الانتقال من مكان الى أخر عن طريق أجهزتهم المحمولة.

يعود تاريخ الهاتف النقال إلى عام 1947 عندما بدأت شركة (Lucent Technologies) التجارب في مختبراتها في نيوجرسي. ولكن بسبب التكنولوجيات المتاحة في ذلك الوقت لا تسمح بتصنيع هواتف نقالة مناسبة من ناحية الوزن والحجم والقدرة المستهلكة، لذلك كان على من يريد التحدث بهاتف متنقل حمل جهاز يتعدى:

- وزنه 12 كغم،
- ويبلغ ارتفاع الهاتف 9 بوصات،
- ويحتوى على 30 لوح الكتروني،
- وكان يستلزم 10 ساعات لشحن بطاريته،
- ويعمل بعدها لفترة 35 دقيقة،
- ويبلغ ثمنه 4000 دولار ،
- بـالاضـــــافـة الـى تـغطيتـة المتواضعة.

الشكل رقم (2-1): نموذج أولي لجهاز الهاتف المحمو

ولذلك بقي الاتصـــال المتنقل في الخمســـينات والســـتينات على المركبات المتنقلة في الشـوارع والطرق السـريعة ورجال الاعمال والساسة.
بعد الثورة التكنولوجية في الســبعينات عملت العديد من الشــركات على تصـــميم منظومات هواتف محمولة بمواصـــفات عملية يمكن استخدامها بسهولة من قبل الجمهور.

الشكل رقم (2-2): مارتن كوبر مع أجهزته

لذلك لم تكن شـــركة (Lucent Technologies) صـــاحبة أول خلوي محمول بل كان صـــاحب هذا الإنجاز هو الأمريكي مارتن كوبر(Martin Cooper) البـاحـث فـي شـــركـة مـوتـورولا للاتصـــالات، حيث أجرى أول مكالمة في 3 ابريل عام 1973عبر هاتف (موتورولا داياناتاك)، وكانت هذه المحادثة مع شركة منافسة هي (AT&T)، وخلال السـنوات التي توالت بعد اختراع الموبايل، قطعت فيها تكنولوجيا الاتصالات المحمولة مشوارا شهد الكثير من التطورات، وأفضـى هذا المشـوار الحافل الى ما يعرف اليوم بأسـم الهاتف الذكي (Smart Phone).

2-2 تطور أجيال الهاتف المحمول

يعتبر سوق الاتصالات وخاصة اتصالات الهاتف المحمول من أكثر الأسواق تطوراً حيث اصبحت الشركات تتنافس لإدخال أحدث التكنولوجيات على الهاتف من أجل الفوز بالمساحة الكبرى لها وهذا ما جعل هذا المجال هو الاكثر تطورا وتجارته الاكبر ربحا وأشدها نشاطاً.

مرت مراحل تطور الهاتف المحمول بقفزات تكنولوجية أطلق عليها مصطلح الاجيال (Generations)، وكانت الفترة الزمنية لكل جيل بحدود 10 سنوات، وحاليا نحن نستقبل الجيل الخامس (G5).

2-2-1 الجيل الاول (1G)

ظهر الجيل الأول للاتصالات في عام 1979 ليقدم نواة الاتصالات اللاسلكية في عالم اقتصرت فيه الاتصالات الهاتفية على الاتصالات السلكية.

مواصفات الجيل الاول:

- مصمم للخدمات الصوتية (Voice Services)
- يستخدم تقنيات تماثلية (Analog Technologies)
- يستخدم تقنيات التقسيم الترددي FDMA Access (Techniques)
- نظام التضمين FM
- شبكات وطنية فقط (National Networks)

- سلبيات منظومات الجيل الاول:
  - مشاكل بالتحويل (hand-over)
  - كفاءة منخفضة (Low efficiency) لاستخدام التقنيات التماثلية (Analog Technologies).
  - ضعف وسائل الامان (Security) ضد التطفل والإختراق لعدم اعتمادها على التشفير.
  - عدم وجود معايير دولية وبالتالي عدم التوافق بين انظمة الدول المختلفة.

تم استخدام الجيل الاول في بداية الثمانينات في عدد من الدول الاوربية والأمريكية واليابان وكانت الخدمة تقتصر على تقديم خدمة الاتصال الهاتفي للمشتركين.

منظومات الجيل الاول:

دخلت منظومات الجيل الاول الخدمة الفعلية في مطلع ثمانينات القرن الماضي على شكل ثلاث منظومات هي:

أ. منظومة نوردك للدول الاسكندنافية Nordic Mobile Telephone (NMT)

- استخدمت المنظومات الاولى منها لاغراض تغطية المناطق الريفية (قليلة الكثافة السكانية) في عام 1981 وتعمل عند الحزمة الترددية 450 ميكاهيرتز وتحمل الرمز (NMT-450) من قبل الدول الاسكندنافية (الدنيمارك، السويد، فنلندا والنرويج).
- عدد القنوات المتاحة 180 قناة

- تم تطوير المنظومة لتعمل عند الحزمة الترددية 900 ميكاهيرتز واستخدامها لاغراض المناطق الحضرية (الاكثر كثافة سكانية) في عام 1986 وحملت الرمز (NMT-900).

ب. المنظومة الامريكية Advanced Mobile Phone Service (AMPS)

- دخلت الخدمة في مدينة شيكاغو في عام 1983
- تعمل عند الحزمة الترددية 800 ميكاهيرتز
- عدد القنوات المتاحة 832 قناة.

ت. المنظومة الاوربية Total Access Communications System (TACS)

- في بداية الثمانينات كانت لدول اوربا الغربية منظومات متعددة:
  - المانيا والنمسا: C-NETZ system
  - فرنسا: RADIOCOM 2000 و النسخة الفرنسية لمنظومة NMT900
  - بريطانيا: Racal Vodafone and Cellnet
- توحدت هذه المنظومات تحت عنوان Total Access Communications System (TACS)
- دخلت الخدمة في عام 1983
- تعمل عند الحزمة الترددية 900 ميكاهيرتز
- عدد القنوات المتاحة 600 قناة.

2-2-2 الجيل الثاني 2G

بدأ الجيل الثاني للاتصالات مع بداية العقد الأخير في القرن الماضي 1990 مقدماً تطوراً هائلاً مقارنة بالجيل السابق كان أبرزها شبكة GSM ، حيث تمتعت بجودة اعلى بالإضافة إلى دعم الرسائل النصية ثم الرسائل التي تحتوي على صور أو فيديو.

مواصفات الجيل الثاني:

- أعتماد التقنيات الرقمية (digital technologies)
- أستخدام تقنيات الوصول بالتقسيم الزمني وتقسيم الشفرة بالاضافة الى التقسيم الترددي (TDMA and CDMA along with FDMA Access Technique)
- تستخدم للخدمات الصوتية ونقل البيانات (Voice and Data Services)
- سعات عالية مقارنة مع الجيل الأول وسرعة نقل البيانات تصل الى 64 kb/s.
- استخدام تقنيات التضمين الرقمي (digital modulation schemes) في الارسال والاستقبال (QPSK & GMSK).
- حماية عالية لاستخدامه تقنيات التشفير (Coding).
- جودة عالية لاعتمادها التضمين الرقمي (digital modulation schemes).

- تـدعم امكـانيــة التـجوال بين الـدول (international roaming agreements).
- تم وضع معايير دولية مما سهل انتشارها - عولمة منظومات الهاتف النقال (Globalization)
- أجهزة صغيرة الحجم واستهلاك أقل للطاقة.

منظومات الجيل الثاني:

دخلت منظومات الجيل الثاني الخدمة الفعلية على شـــكل خمســـة منظومات هي:

أ. المنظومــة الاوربيــة Global System for Mobile Communications (GSM)

- منظومة قياســية صـــممت بأشـــراف المعهد القياســـي الاوروبي للاتصالات European Telecommunications Standards) (Institute (ETSI)
- دخلت الخدمة في أغلب دول العالم بالاضافة الى أوروبا.
- تعمل عند الحزمة الترددية 900 ميكاهيرتز.
- عدد القنوات الاساسية المتاحة 124 قناة.
- أعتماد مبدأ أعادة أستخدام التردد.

ب. المنظومــة الامريكيــة (Digital Cellular System 1800 (DCS1800)

- تستهدف المناطق الحضرية ذات الكثافة العالية.
- تعمل عند الحزمة الترددية 1800 ميكاهيرتز.

- عدد القنوات الاساسية المتاحة 374 قناة.
- أعتماد مبدأ أعادة أستخدام التردد.

ت. النسخة الرقمية للمنظومة الامريكية Digital Advanced Mobile Phone Services (D-AMPS)

- دخلت الخدمة في الولايات المتحدة الامريكية في بدية عقد التسعينات.
- أستخدمت كمرحلة أنتقالية لحين أكمال المواصفات القياسية لمنظومة رقمية قياسية.
- تعمل بالنظام القياسي المؤقت (Interim Standard-54 (IS-54) المعرف من قبل جمعية مصنعي الاتصالات (Telecommunications Industry Association (TIA)).
- تعمل عند الحزمة الترددية 800 ميكاهيرتز.

ث. منظومة الطيف المنتشر (cmdaOne)

- منظومة (cmdaOne) هو الاسم التجاري لتقنية الطيف المنتشر (CDMA).
- أعلنت من قبل شركة (Qualcomm) في عام 1991.
- تعمل بالنظام القياسي المؤقت (Interim Standard-95A (IS-95A)

ج. المنظومة اليابانية (Personal Digital Cellular System (PDC))

- المنظومة معرفة من قبل النظام الخلوي الرقمي الياباني (Japanese digital cellular system (JDC))
- اقرت المنظومة في ابريل من عام 1991.
- تعمل عند حزمتين من الطيف الترددي
  - حزمة واطئة عند 800 ميكاهيرتز
  - حزمة عالية عند 1500 ميكاهيرتز
- دخلت الخدمة من قبل (Nippon Telegraph and Telephone (NTT)) في عام 1993 للحزمة الواطئة وتمت اضافة الحزمة العالية في عام 1994.

الجيل الثاني المطور:

(Evolved Second-Generation Systems (2.5G))

- الجيل الثاني تم تطويره لزيادة سـرعة نقل البيانات بإضـافة تقنيات جديدة على منظومات الجيل الثاني مثل:
  - تقنيـة (High Speed Circuit Switched Data (HSCSD))
  - تـقـنـيـة (General Packet Radio Service (GPRS))
    packet-switched instead of circuit-switched (system)
  - تـقـنـيـة (Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE))
  - تـقـنـيـة (Enhanced General Packet Radio Service (EGPRS))
  - تقنية (Interim Standard-95B (IS-95B))
  - تقنية (mobile Internet service (i-mode))
  - تـقـنـيـة (Wireless Application Protocol (WAP))
  - تـقـنـيـة (Multimedia Messaging Service (MMS))
- وتتفاوات سرعة نقل البيانات في هذه التقنيات:

- من 28 kb/s إلى 144 kb/s في حال إستخدام تقنية GPRS
- قد تتعدى ذلك بقليل في حال إستخدام تقنيات مثل EGPRS.
- أما تقنية EDGE قد تصل السرعة كحد أقصى 1Mb/s وفي هذه الحاله قد يعتبرها البعض 2.75G.

- كذلك يؤمن هذا الجيل امكانية دعم الإنترنت وإمكانية نقل البيانات والوسائط المتعددة.
- الجيل الثاني ما زال مستخدماً في الكثير من البلدان حول العالم خاصة في المناطق النائية وبعض المناطق النامية فقط لتوفير خدمات الاتصال الصوتي نظراً لبطء سرعة اتصاله بالإنترنت.

3-2-2 الجيل الثالث 3G

الحاجة الى بروتوكولات الانترنيت (IP) في تقنيات وتطبيقات الجيل الثالث هي التي قادت الى تطوير انظمته، حيث مثل هذا الجيل ثورة حقيقية في مجال الاتصالات، فمنذ انطلاقه في عام 2001 في اليابان وفي عام 2003 في الولايات المتحدة الامريكية حصل تطور هائل في سرعة نقل البيانات.

كانت انظمة الجيل الثالث خاضعة لمعايير قياسية (Standardizations) بأشراف كامل من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)، حيث وضعت معايير موحدة لأنظمة هذا الجيل للحصول على معايير موحدة. على الصعيد العالمي، تم

تسـمية هذه المعايير بأسـم الاتصـالات المتنقلة الدولية - 2000 (IMT-2000).

مواصفات الجيل الثالث:

في عام 1998 تم تشـكيل مشـروع شـراكة الجيل الثالث 3GPP (Third Group Partnership Project) مهمتها تحديد المواصفات الفنية للجيل الثالث لتكون قابلة للتطبيق على المستوى العالمي.

- تأمين سـرع نقل بيانات عالية حيث ظهرت أجيال فرعية تؤمن:
  - 2 Mb/s للجيل 3G
  - 14.4 Mb/s للجيل 3.5G
  - 42 Mb/s للجيل 3.75G
- اسـتخدام بروتوكولات الانترنيت كأسـاس في عمله (IP based)
- اسـتخدام نظامي التضـمين FDD & TDD لزيادة كفاءة الطيف الترددي (Spectral Efficiency).
- تسـتخدم نظام الوصـول WCDMA Access Technique.
- يعمل عند الحزم الترددية 900 ميكاهيرتز و 1800 ميكاهيرتز.
- عولمة منظومات الهاتف النقال (Globalization) لتأمين التحويل الكامل (Global Roaming)

- يدعم نوعين من خدمات التحويل هما:
  - خدمة Circuits-Switched Services
  - خدمة Packet-Switched Services
- في مؤتمر (WRC 2000) تمت اضـــافة حزمة جديدة هي 2500-2690 ميكاهيرتز.
- الســـرعة العالية لنقل البيانات مكنت من توفير ســـرعات إنترنت عالية ليتمكن مســـتخدمي الهواتف من اســـتخدام الإنترنت بسلاسة على الهواتف والتمتع بخدمات مثل:
  - تشغيل مقاطع الفيديو والموسيقي عبر الإنترنت
  - رفع وتحميل ملفات كبيرة الحجم
  - ظهور اللعب المباشر للألعاب الفيديو على الهواتف
  - بالإضـــافة إلى العديد من الاســـتخدامات الأخرى التي حولت شبكات الاتصـالات من شبكات الهدف منها القيام بالمكالمات الصـوتية إلى الاهتمام بسـرعتها في تشـغيل الإنترنت في المقام الأول.
- يؤمن خدمات متقدمة مثل:
  - تصفح الانترنيت (Web browsing)
  - البث التلفزيوني (TV streaming)
  - الخارطة الملاحية (navigational map)
  - خدمات فديوية (video services)
- مازال هذا الجيل يعمل بصـــورة كبيرة في العديد من دول العالم.

- سلبيات تقنيات الجيل الثالث هي ارتفاع الكلفة حيث يشتكي مزودو الخدمة من ارتفاع ثمن شراء الحزمة التي توفر الأنترنت ذات التدفق السريع الموجهة للـ 3G لذلك فقد لجأ أغلب مزودي هذه الخدمات في أغلب الدول إلى انتهاج سياسة التحديد ويقصد بها تحديد كمية البيانات الممنوحة للعميل مقابل كل شحن لاشتراكه فاصبحت السياسة المعتمدة هي إدفع أكثر تحصل على كمية معلومات أكبر.

منظومة UMTS:

(Universal Mobile Telecommunications System)

منظومة UMTS هي من أشهر منظومات الجيل الثالث وأوسعها انتشارا وتؤمن هدفين رئيسيين هما:

أ. تدعم كل الخدمات والتسهيلات والتطبيقات التي يقدمها الجيل الثاني، قدر الامكان، بجودة خدمة (QoS) توازي تلك الموجودة في الشبكة الثابتة.

ب. تقديم مدى واسع من خدمات الوسائط المتعددة (multimedia) ذات الحزمة العريضة.

4-2-2 الجيل الرابع 4G

ظهر الجيل الرابع للاتصالات 4G مع بداية العقد الثاني في أعوام 2009 و 2010 ليقدم تطوراً عن الجيل السابق في سرعات نقل البيانات وسرعة الإنترنت.

تم تطوير الجيل الرابع للتوافق مع جودة الخدمة والمعدلات التي تحددها التطبيقات اللاحقة مثل استخدام النطاق العريض في الاتصالات اللاسلكية، وخدمة الوسائط المتعددة (Multimedia) (دردشة الفيديو، والتلفزيون المتنقل، التلفزيون عالي الدقة، بث الفيديو الرقمي (DVB) ، وخدمات الصوت والبيانات، والخدمات الأخرى التي تستخدم النطاق الترددي العريض).

وقد حددت مجموعة عمل 4G في الاتحاد الدولي للاتصالات الراديوية كأهداف معيارية للاتصالات اللاسلكية للجيل الرابع:

- تأمين خدمة الاتصال في اي زمان واي مكان (provide wireless services at anytime and anywhere)
- معدل نقل بيانات عالية (High Data Rate) تصل الى:
  - 100 ميكابت/ثانية عندما يتحرك المشترك فيزيائيا بسرعات عالية بالنسبة للمحطة
  - 1 كيكابت/ثانية، يكون يكون المشترك والمحطة في مواقع ثابتة نسبيا

- معدل بيانات يقدر على الأقل ب 100 ميكابت/ثانية بين أي نقطتين في العالم.
- السعة العالية للشبكات (High Network capacity)
- تحويل سريع عبر الشبكات غير المتجانسة (Fast/Seamless handover across multiple networks)
- دعم خدمات الوسائط المتعددة القادمة (Next-generation multimedia support)
- تأمين الحماية (Security)
- أعتماد معايير LTE و WiMAX والتي تقدم امكانية لنقل البيانات بسرع فائقة
- جودة عالية لخدمات الوسائط المتعددة اللاحقة مثل:
  - صوت في الوقت الحقيقي (Voice in Real Time)،
  - بيانات بسرعة عالية (High Data Rate)،
  - فيديو عالي الدقة (High Definition TV)،
  - البث الفديوي الرقمي (Digital Video Broadcasting (DVB)، .....الخ.
- التوافقية مع المعايير اللاسلكية المستخدمة.

التقنيات الحديثة المستخدمة في الجيل الرابع:

- المعالجة المكانية مع تعدد المرسلات وتعدد المستقبلات Multiple Input - Multiple Output (MIMO).
- تقنيات تضمين أكثر كفاءة مثل 64QAM.
- تقنيات التقسيم الترددي المتعامد OFDM

- تقنيات Software Defined Radio (SDR).
- الهوائيات الذكية (Smart Antenna).
- تقنيات الحزمة العريضة (Ultra wide band (UWB))
- تقنيات الامد الطويل (Long Term Evolution (LET))
- تقنيات WiMax (تشترك مع LTE باستخدام نوعي التضمين (FDD & TDD))
- تقنيات التحويل والحركة (Handover and Mobility)
- تقنيات التغطية (Coverage) بأستخدام النظام المزدوج (Overlay Mode) من خلال المزاوجة بين الخلايا الكبيرة (Parent Coverage) والخلايا الصغيرة (pico cells).

<u>مواصفات الجيل الرابع:</u>

المواصفات المتحققة للجيل الرابع هي:

- كفاءة عالية في استخدام الطيف الكهرومغناطيسي
- أستخدام تقنيات وصول (Access Techniques) ذات كفاءة واستيعاب وقدرة عالية والمتمثلة بالاتي:
  - تقنيات التقسيم الترددي المتعامد OFDMA
  - تقنيات التقسيم الترددي أحادي النقل SC-FDMA

- تقنيات التقسيم الترددي المتداخل وتقسيم الرموز لعدد من النواقل ومتعدد الدخول MC-CDMA

- أتصـــال غير منقطع وتجوال عالمي عبر الشـــبكات المتعددة
- يعمل عند الحزم الترددية 700, 900, 1800, 2000, 2600 MHz.
- جودة عالية لخدمة الوسائط المتعددة (Multimedia)
- سرعة نقل بيانات تصل إلى:
  - 173 ميكابت في الثانية بأسـتخدام معايير LTE و Wimax
  - 225 ميكابت في الثانية باســتخدام معايير جديدة LTE-A.
- حماية عالية للبيانات (Security).
- تقليل زمن الاسـتجابة (Reduces Latency) بحدود (50 ms).
- يدعم تقنية Wi-Max في تشغيل الإنترنت.
- اســتخدام بروتوكولات الشــبكات ونظام IP الخاصــة بالإنترنت.
- الموائمـة مع جميع الشــبكات (compatible with all common network technologies, including 802.11, WCDMA, Blue tooth, and Hyper LAN).

5-2-2 الجيل الخامس 5G

تحدد طلبات المستهلكين معالم تطور خدمات الهاتف المحمول، التي تتطلب حلول مبتكرة لاستيعاب الزيادات المتوقعة في حركة هذا القطاع الحيوي، التي تقدر ما بين 10 أضعاف و100 ضعف في الفترة بين عامي 2020 و2030. ويُتوقع أن يصل عدد الأجهزة الموصولة بالإنترنت إلى 50 ملياراً في أي وقت ابتداءً من عام 2025 فصاعداً.

الجيل الخامس للاتصالات ليس فقط مُوجهاً للاستخدام البشري بشكلٍ مُباشِر، وإنما قد تم تطويره بغرض خدمة الأجهزة الذكية الموجودة في منازلنا وذلك لنقل البيانات والأوامر لها بشكلٍ يفوق ما قد نحتاجه في وقتنا الحالي.

تقوم تكنولوجيات الجيل الخامس (5G) بتأمين الاتصالات للاشخاص والأشياء والبيانات والتطبيقات وأنظمة النقل والمدن في بيئات اتصالات ذكية موصولة شبكياً، وتؤمن امكانية نقل كمية هائلة من البيانات بسرع عالية، وأن توصل عدداً كبيراً جداً من الأجهزة على نحو موثوق، وأن تعالج كميات كبيرة جداً من البيانات بأقل تأخير.

في عام 2019 دخل الجيل الخامس للاتصالات للخدمة، وهذا الجيل يعتمد معايير جديدة طورت من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) ومشروع شراكة الجيل الثالث (3GPP) والذي لا يتفوق فقط في سرعة نقل البيانات مقارنة بالجيل السابق بل يمتد لاختلاف آلية العمل وطيف الموجات التي يدعمها.

الجدول رقم (2-1): مشروع شراكة الجيل الثالث (3GPP)

رمز المؤسسة	البلد	اسم المؤسسة
ARIB	**Japan**	**Association of Radio Industries and Businesses**
ATIS	**USA**	**Alliance for Telecommunications Industry Solutions**
CCSA	**China**	**China Communications Standards Association**
ETSI	**Europe**	**European Telecommunications Standards Institute**
TSDSI	**India**	**Telecommunications Standards Development Society**
TTA	**South Korea**	**Telecommunication Technology Association**
TTC	**Japan**	**Telecommunication Technology Committee**

إن الشـعار الرئيسـي للجيل الخامس هو الانترنت لكل شـيء أو انترنت الأشـياء (IoT) أي أن كل شـخص وكل شـيء سـيكون متصـلا بالانترنت ، فأي أداة أو جهاز في البيت أو في الشـارع أو أي مكان عمل سـيكون متصـلا بشـبكة الانترنت ، وهذا ما يقودنا إلى مصـطلح المدن الذكية ، إذ أن البيانات يتم تشـكيلها في كل مكان من قبل أي شـخص أو أي آلة وسـيتم تحليلها في أقل زمن حقيقي ممكن للاسـتدلال على معلومات مفيدة في الوقت المناسـب كمراقبة الحالة الصـحية للمرضـى وكبار السن، ومراقبة الأجهزة والأدوات في المنزل وتحديد إن كان هناك عطلا ما أو نقصـا في مادة ما ، وكذلك تحليل حالة المرور في الشـوارع ومسـاعدة السـائقين وتحذيرهم من المخاطر غير المرئية مما يمهد الطريق نحو السيارات ذاتية القيادة .

وهنا تلعب الاتصـالات المتنقلة دورا محوريا في تمكين النقل الفعال والآمن لهذه المعلومات من آلة الى آلة أخرى (Machine to Machine (M2M)) - بدون تدخل الانسـان - لمعالجتها واتخاذ الإجراء المناسـب بأقصـى سـرعة وأقل تأخير (أقل من 1ms)، وهـذا مـا يفرض مزيـدا من التحـديـات على الشـبكـة المسـتقبلية التي يجب أن تسـتوعب بيانات الهواتف الجوالة والعدد الهائل من الأجهزة والحسـاسـات المنتشـرة في كل مكان لتكون شبكة واسعة النطاق بقدرة وكفاءة قصوى ودرجة عالية من تأمين الأجهزة للمعلومات المنقولة والمخزنة.

المواصفات المتوقع تحقيقها في الجيل الخامس:

- زيادة سرعة نقل البيانات (Data Rate) بمقدار 100 ضعف (10 Gbps للاجهزة الثابته و 1 Gbps للاجهزة المتحركة).
- الاستجابة السريعة (Low Latency) (الفترة الزمنية مابين إرسال البيانات ووصولها للطرف الآخر) لا تتجاوز 1 ms.
- زيادة عرض الحزمة لوحدة المساحة (bandwidth per unit area) بمقدار 100 ضعف (زيادة عرض الحزمة وتقليل مساحة الخلية).
- يدعم عدد هائل من الأجهزة (Massive Connectivity) – زيادة بمقدار 100 ضعف.
- الوفرة والموثوقية للشبكة (Network Availability & Reliability) تصل الى (99.999%).
- التغطية (Coverage) تصل الى 100%.
- تخفيض الطاقة المستخدمة في الشبكة بمقدار 90% (تأمين بيئة نظيفة – الاتصالات الخضراء (Green Communications)).
- زيادة عمر البطارية (Battery Life Time) لتصل الى 10 سنوات للقدرات الواطئة (Machine-Type Devices).
- يكون نواة لانتشار إنترنت الأشياء (Internet of Things (IoT)) وتطبيقاته.
- أمكانية الاتصال البيني بين الاجهزة المختلفة (Device-to-Device (D2D) Communications).

المتطلبات التقنية للجيل الخامس:

لتحقيق المهام والخصـائص المطلوبة من الجيل الخامس لا بد من تأمين بعض المتطلبات واستخدام تقنيات جديدة ومنها:

- نظـام متعـدد المـداخـل والمخـارج (MIMO) لزيـادة السعة.
- تقنيـات Software Defined Network (SDN) لتأمين المرونة للشبكة.
- الاســتخـدام الكفوء للطيف الكهرومغنـاطيســي (Spectral Efficiency).
- شــبكـات مركزيــة المعلومـات (Information Centric Networking (ICN) لتقليـل الحركـة داخل الشبكة (Network Traffic).
- تخصيص ثلاث حزم ترددية:
  - حزمة واطئة التردد (600 – 800 MHz) عرضها بحدود (100 MHz).
  - حزمـة متوســطـة التردد (3.1 - 4.99 GHz) عرضها بحدود (300 MHz).
  - حزمة عالية التردد (26.5 - 71 GHz) عرضــها بحدود (3 GHz).
- أعتماد الخلايا الصــغيرة (Pico cell) لتتمكن من تغطية العدد الكبير من الاجهزة وتـأمين متطلبـات البيئـة النظيفـة (Green Communications).

الطيف الترددي للجيل الخامس:

يستخدم الجيل الخامس ثلاث حزم ترددية رئيسية ضمن الطيف الكهرومغناطيسي وهي:

أ. حزمة الترددات الواطئة :

هي الحزمة التي تقل ترددتها عن 800 ميكاهيرتز، وتمتاز هذه الحزمة بتغطيتها الواسعة ما يجعلها الأفضل في تغطية مساحات واسعة من خلال عدد قليل من الأجهزة. وفي المقابل، تكون هذه الحزمة هي الأقل من حيث قدرتها على نقل البيانات وتوفير سرعات إنترنت عالية حيث تصل أقصى سرعة لنقل للبيانات والإنترنت إلى 100 ميكابت/ الثانية.

ب. حزمة الترددات المتوسطة:

هي الحزمة التي تستخدم ترددات الموجات المايكروية لغاية 6 كيكاهيرتز (Sub-6 GHz)، تكون مساحة التغطية لهذه الحزمة واطئة مقارنة مع حزمة الترددات الواطئة ولكنها تؤمن سرعاً عالية لنقل البيانات والانترنيت.

ت. حزمة الترددات العالية:

هي الحزمة التي تستخدم الترددات المليمترية (mm Wave) التي تبدأ من 6 كيكاهيرتز وتصل إلى 100 كيكاهيرتز وهذه الحزمة ستمثل مستقبل الإتصالات خلال السنوات القادمة نظرا لقدرتها على توفير سرع عالية جدا لنقل البيانات والانترنيت. تكون مساحة التغطية لهذه الحزمة صغيرة جدا

والذى ســـيتطلب توفير عدد كبير من الأجهزة لتأمين التغطية المطلوبة.
يتميز الجيل الجديد من الشبكات بدعمه لكل هذه الحزم الترددية، على العكس من الجيل الرابع الذي يعتمد على الحزمة المتوسطة فقط، ســـيكون بإمكان الجيل الجديد الاعتماد على ثلاث حزم ترددية لتتم تلك العملية على مرحلتين:

- الأولى ســـتكون بـالاعتماد على الترددات الحالية واســـتخدام ترددات (تحت 6 كيكـاهيرتز) من خلال تثبيت عدد كبير من خلايا WiFi في الأماكن العامة والمأهولة سكانيا.
- أما المرحلة الثانية فســـتعتمد على الترددات الأعلى وتســـتهدفها أغلب الشـــركات والتي تدعم ترددات تصـــل ما بين 18 و 24 كيكـاهيرتز ولكن تلك العمليـة لن تكون جـاهزة قبل عـام 2021 على الأقل نظرا للحاجـة لعدد كبير من أجهزة البث بصـــورة مكثفة لقصر الطول الموجي لتلك الترددات.

حـدد المؤتمر العـالمي للاتصـــالات الراديويـة لعـام 2019 (WRC-19) نطاقات تردد إضـافية للاتصـالات المتنقلة الدولية مما ســـيؤدي إلى تســـهيل تنمية الشـــبكات المتنقلة من الجيل الخامس (5G). فقد تمت أضافة نطاقات التردد التالية:

- **24.25 – 27.5 GHz**
- **37 – 43.5 GHz**
- **45.5 – 47 GHz**
- **47.2 – 48.2 GHZ**
- **66 – 71 GHz**

دخل الجيل الخامس الخدمة في عام 2019 في الولايات المتحدة الأمريكية، بعض الدول الأوروبية، الصـــين، اليابان وكوريا الجنوبية وتركز استخدام السرع العالية في وسط المدن.

الشكل رقم (2-3): توزيع منظومات الجيل الخامس

<u>تطبيقات الجيل الخامس:</u>

تدعم تكنولوجيات الجيل الخامس عدداً كبيراً من التطبيقات منها:

- الهواتف الذكية التي تؤمن الاتصـــال والتعامل مع البيانات في كل مكان وفي كل زمان.
- تطبيقات المنازل والمباني الذكية والمدن الذكية، حيث ســتحضـــى الأجهزة المنزلية بالاتصـــالات المباشــرة مع شبكات الجيل الخامس.
- الفيديو ثلاثي الأبعاد واللعب في الحوسبة السحابية
- الخدمات الطبية عن بُعد.

- خدمات الواقع الافتراضي.
- العمل في البيئات الصناعية بواسطة الاتصالات الكثيفة من آلة إلى آلة للأتمتة الصناعية أو إنترنت الأشياء (IoT).
- حركة المرور لمراقبة التكدسات المرورية، الأعطال وحتى مكان السيارة في حالة سرقتها.

التحديات الامنية لشبكات الجيل الخامس:

على الرغم من أن شبكات الجيل الخامس ستوفر سرعة عالية لنقل البيانات والقدرة على ربط عدد هائل من الأجهزة ودعمها لمجموعة كبيرة من الخدمات الشخصية واندماجها مع التكنولوجيا المتقدمة القائمة على تقنيات حديثة، فهناك مجموعة واسعة من المسائل الأمنية والتي ستقود إلى تحديات أمنية كبيرة في مستقبل شبكات الاتصال نتيجة عدة عوامل:

- المعمارية والبنية المعتمدة على بروتوكولات الانترنت والتي هي دائما عرضة لأي تهديد.
- تنوع طرق الوصول لشبكة الانترنت.
- عدم تجانس الأجهزة المتصلة من حيث القدرة الحسابية وكفاءة المعالجة والتخزين.
- أنظمة التشغيل المفتوحة على الأجهزة، أي يمكن تنزيل البرامج مهما كان مصدرها وتثبيتها على الأجهزة ، وهذا ما قد يخلق الكثير من المشاكل الأمنية.
- الأجهزة المتصلة عادة ما يتم تشغيلها من قبل أشخاص غير محترفين في القضايا الأمنية.

ونتيجة لذلك سيتعين على نظام الجيل الخامس في الاتصالات أن يعالج تهديدات أكثر وأقوى بكثير من أنظمة الاتصال الحالية. وعلى الرغم من أن النظام الجديد سيكون عرضة لعدد كبير من التهديدات الأمنية المعروفة وغير المعروفة، فليس من الواضح أي التهديدات ستكون أخطر وأي أجزاء الشبكة ستكون عرضة أكثر لتلك التهديدات.

اتساع رقعة الخلاف حول شبكات الجيل الخامس:

من أهم نقاط الخلاف حول الجيل الخامس هي القدرة على التحكم بالأمن المعلوماتي، حيث أن البلد الذي سيطور شبكات الجيل الخامس أولاً ستكون له الأفضلية في امتلاك أجهزة لها الامكانية في التحكم بأمن شبكة اتصال الجيل الخامس، وهذا ما تخشاه الحكومة الأمريكية.

وتشير وثيقة مسربة لمجلس الأمن القومي الأمريكي، نشرها موقع وايرد (WIRED)، إلى تخوف الحكومة الأمريكية من تطوير الصين لشبكات الجيل الخامس، وهذا يعني تفوق الصين سياسيًا واقتصاديًا وعسكريًا، ولهذا أعلنت الحكومة الأمريكية بشكل مفاجئ عن خطط لتطوير شبكة الجيل الخامس لمواجهة التجسس الصيني على الأجهزة المحمولة الأمريكية، لكن المشكلة أن الشبكة التي تملكها الولايات المتحدة هي أقل تطورًا من الشبكات الموجودة في الصين وكوريا الجنوبية.

وتعتمد عملية تطوير شبكات الجيل الخامس على المنافسة بين الحكومات والشركات العالمية، والتي ارتفعت حدتها مؤخرًا، ولا يوجد أي دليل حتى الآن على استخدام الأجهزة الصينية للتجسس

على المستهلكين الأمريكيين، لكن من المؤكد أن الجيل الخامس من شبكات الاتصال اللاسلكية سيفتح الكثير من الأبواب للأفراد والشركات الصناعية وشركات الاتصالات والحكومات على حدٍ سواء.

6-2-2 الجيل السادس 6G

في الوقت الذي تتسابق فيه الشركات لتطبيق شبكات الجيل الخامس يبدأ تحدي من نوع أخر لدى مزودي الخدمة وهو تطوير الجيل السادس.

يستهدف الجيل السادس الى تحقيق الاهداف التالية:

- زيادة سرعة نقل البيانات (Data Rate) والانترنيت الى (1 Tbps).
- تقليل زمن الاستجابة (Latency) الى (1µs).
- زيادة السعة (Capacity) بمقدار 1000 ضعف عما علية في الجيل الخامس.
- تحقيق شبكات خضراء مستدامة (Sustainable Green Networks) من خلال تحسين كفاءة منظومة القدرة (Energy System Efficiency).
- تحقيق التغطية المتكاملة (global coverage) في المستويين الافقي (الاتساع) والعمودي (العمق) (Breadth and Depth) من خلال التكامل بين:
  - اتصالات الشبكات الفضائية

    (Satellite Communication)

- الاتصالات تحت الماء

(Under Water Communications)

- الاتصالات الارضية (Terrestrial Communications)

المتطلبات التقنية للجيل السادس:

لتحقيق المهام المطلوبة من الجيل السادس لا بد من استخدام طرق وتقنيات جديدة ومنها:

- الشبكات الفضائية(Space Network): الاقمار الصناعية واطئة المدار (LEO Satellite System)، حيث يجري العمل حاليا على الشبكات التالية:
  - شبكة (Starlink) الامريكية تتكون من 4425 قمراً (LEO) و7518 قمراً (VLEO) ومخطط لاكمالها عام 2027.
  - شبكة (OneWeb) (UK & FCC) تتكون من 720 قمراً (LEO) تم أطلاق الوجبة الاولى المتكونة من 6 أقمار في 27 شباط 2019.
  - شبكة (Hongyan) الصينية تتكون من 320 قمراً (LEO) تم أطلاق الوجبة الاولى المتكونة من 9 أقمار ومخطط لاكمالها عام 2025.
- الشبكات الجوية (Aerial Network): خدمات الترحيل المرنة (Flexible Relay Services)
  - منصات الارتفاعات العالية (High Altitude Platform)

- الطائرات بدون طيار (المسيرة) (Unmanned Aerial Vehicle (UAV))
- شبكات الاتصالات الارضية Terrestrial (Communication Networks)
- شبكات الاتصالات تحت البحار (Undersea Communication Networks)
  - أستخدام الترددات الراديوية (RF)
  - أستخدام الموجات الصوتية (Acoustic Waves)
  - أستخدام الاتصالات البصرية (Optical Communication)
- تقنيات الربط الذكي (Intelligent Connection)
  - تقنيات الراديو الذكي ((Intelligent Radio (IR))
  - تقنيات الحافة الذكية بالزمن الحقيقي (Real-time Intelligent Edge (RTIE))
  - تقنيات توزيع الذكاء الاصطناعي (Distributed Artificial Intelligence (DAI))
- تقنيات هيكلية تجميع بروتوكولات الشبكات (Network Protocol Stack Architecture) – أعتماد تقنية (Cross-Layer Transport Layer Protocols) بدلا عن (TCP/IP protocols).

It merges traditional network and transport (layer)

- التقنيات الواعدة للاتصالات الخضراء (Green Communications) والمتمثلة بالتقنيات التالية:

A. Spectrum Communication Techniques

- **THz Communication**
- **Visible Light Communications**

B. New Communication Paradigm

- **Molecular Communication**
- **Quantum Communication**

C. Fundamental Techniques

- **Blockchain for Decentralized Security**
- **Flexible and Intelligent Materials**
- **Energy Harvesting and Management.**

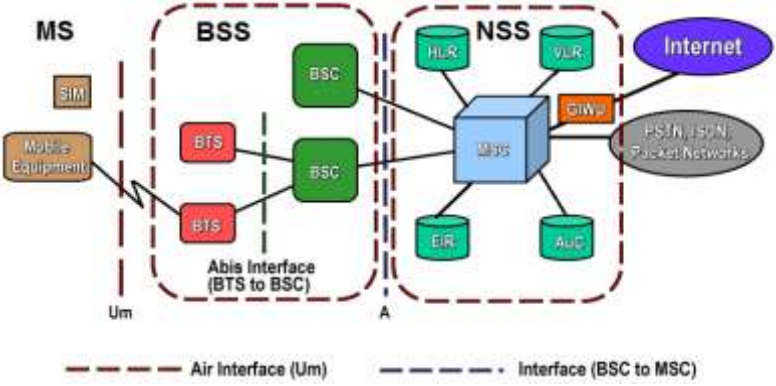
3-2 هيكلية منظومات الهاتف المحمول

تتكون منظومـات الهـاتف المحمول من ثلاث أجزاء رئيســية (الشكل رقم 2-4) وهي:

2-3-1. الهواتف المحمولة (MS: Mobile Station)

وهو الجهاز المحمول من قبل المستخدم ويتكون من ثلاثة أجزاء هي:

- لوحة الاشتراك (SIM Card)
- المحطة الطرفية النقالة (Mobile Terminal) وتتكون من مكونات الترددات الراديوية (RF Part) والمعالج الرقمي (DSP) والمسيطر الدقيق (Micro-Controller) ومعدات الخزن (Flash ROM, RAM)
- وصلة المستخدم وتتكون من مكبر الصوت (Microphone) وسماعات الاذن (earpiece) وشاشة العرض (LCD display) ولوحة الأرقام (Keyboard)



الشكل (2-4): هيكلية منظومات الهاتف النقال.

2-3-2. المحطـات الفرعيـة Base Station Sub-system (BSS)

وهي المحطات المسـؤولة عن تكييف الإشـارة المسـتلمة من المسـتخدم وفق بروتوكولات الشـبكة وتشـفير وارسـال واسـتلام الإشارات الرقمية وتتكون من جزئيين هما:

- ابراج الاتصال Base Transceiver Station (BTS)
- برج السيطرة Base Station Controller (BSC).

2-3-3. المحطات الرئيسية Network and Switching Sub-system (NSS)

وتشـمل منظومات توجيه المكالمات (MSCs and GMSC) وسـجلات قواعد البيانـات (database registers) اللازمـة لمتابعة حركة المشتركين واستخدامهم للمنظومة وهي كالاتي:

- مركز التحويـل النقـال (البـدالـة) Mobile Switching Centre (MSC) والتي يلحق بهـا سـجـل معلومـات الزائرين Visitor Location Register (VLR)
- سـجـل المعلومـات المركزي Home Location Register (HLR) والتي يلحق بـه مركز التحقق من المعلومات Authentication Centre (AuC)
- سجل هوية الأجهزة Equipment Identity Register (EIR)

- بوابة الربط مع الشبكات والمنظومات الأخرى Gateway MSC (GMSC)

هذه المكونات ترتبط مع بعضها البعض من خلال بروتوكولات SS7 ضمن الشبكة.

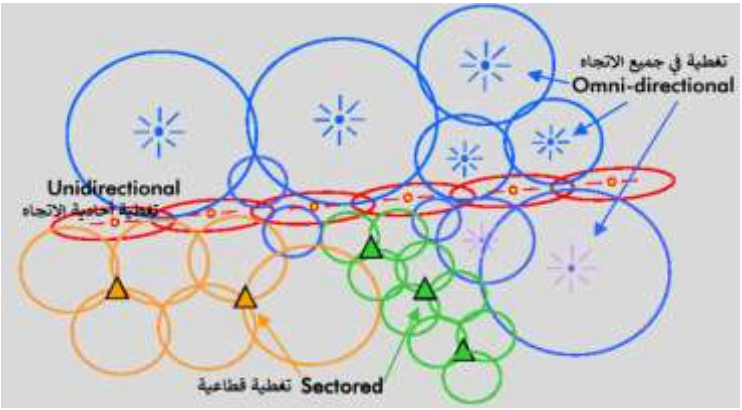
4-2 شكل التغطية لمنظومات الهاتف المحمول

تقسم المنطقة الجغرافية المطلوب تغطيتها بمنظومات الهاتف المحمول إلى مجموعة من الخلايا، ولذلك يطلق عليها في بعض الأحيان بالشبكة الخلوية (Cellular Network)، تزود كل خلية بمنظومة ارسال-استقبال أو أكثر منصوبة على برج بارتفاع 10-50 متر لتأمين الاتصال بين المستخدم والشبكة.

تكون التغطية الخلوية (Cellular Coverage) على شكل سداسي الاضلاع، تشبه خلية النحل، وتتكون التغطية العنقودية (Cluster Coverage) من مجموعة من الخلايا السداسية الشكل (4 أو 7 أو 12)، وتشكل المجموعات العنقودية شكل التغطية للمنطقة المطلوبة، كما موضح في الشكل (2-5).

الشكل (2-5): شكل المجاميع العنقودية.

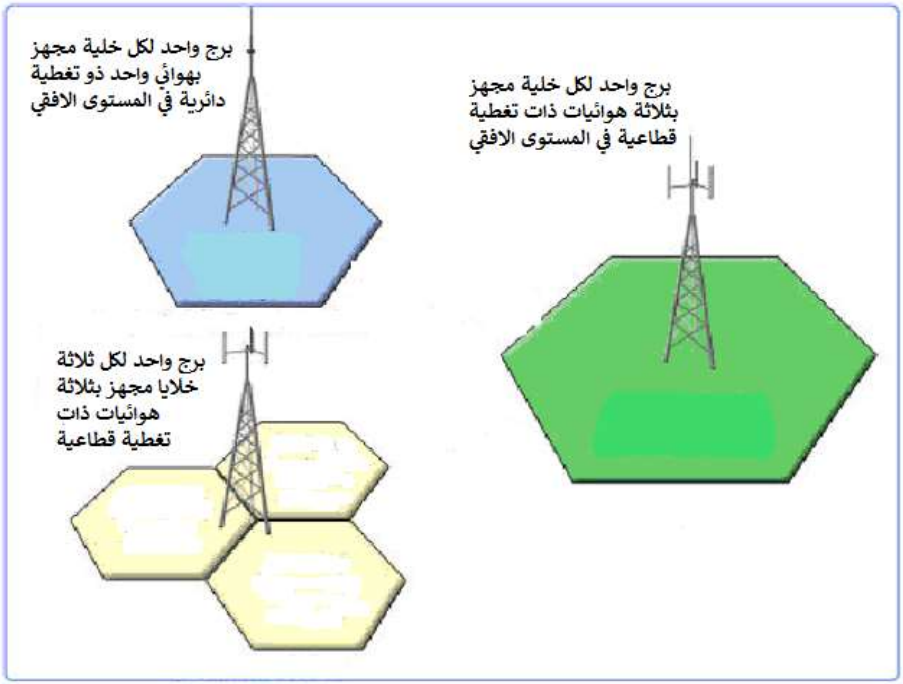
في العديد من الحالات توجد حاجة لتصـــميم خلايا غير منتظمة تتناســب مع الكثافة الســكانية غير المنتظمة او لتشــكيل التغطية لتـأمين كفـاءة خـدمـة أعلى في الطرق الخـارجيـة ممـا عليـه في المناطق المجاورة لانخفاض الكثافة الســكانية في تلك المناطق، الشكل (2-6) يمثل أشكال مختلفة لمثل هذه التغطية.



الشكل (2-6): أشكال مختلفة للتغطية في منظومات الهاتف المحمول

تنصب الابراج لتأمين التغطية للخلايا السداسية وفق أحد الطرق التالية، وكما موضح في الشكل (2-7):

- في مركز الخلايا بمعدل برج واحد لكل خلية مجهز بهوائي واحد ذي تغطية دائرية في المستوى الافقي.
- في مركز الخلايا بمعدل برج واحد لكل خلية مجهز بثلاثة هوائيات ذات تغطية قطاعية (120^0 لكل قطاع) في المستوى الافقي.
- في أحد زوايا الخلية السداسية وبمعدل برج واحد لكل ثلاثة خلايا يجهز كل برج بثلاثة هوائيات ذات تغطية قطاعية (120^0 لكل قطاع).

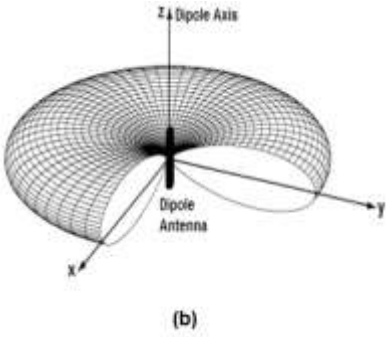


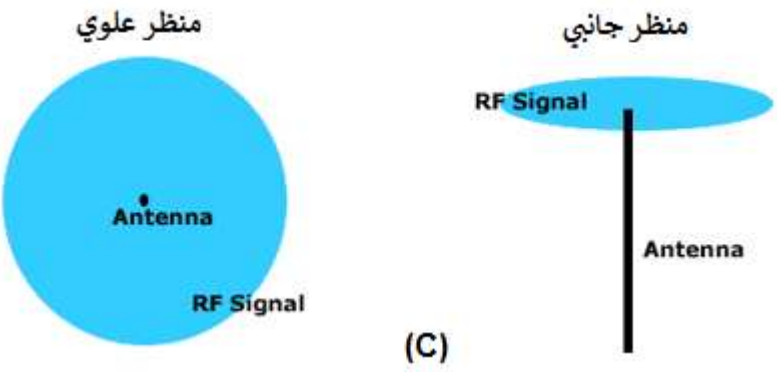
الشكل (2-7): موقع الابراج في الخلايا السداسية.

5-2 هوائيات منظومات الهاتف المحمول

تصمم هوائيات منظومات الهاتف النقال حسب التغطية المطلوبة، وبشـــكل عام توجد حاجة لتغطية بزاوية ضـــيقة في المســـتوى العمودي لتركيز قدرة البث أفقيا وتغطية دائرية في المســـتوى الافقي (الموازي لســـطح الأرض) ويمكن تـأمين ذلك بطريقتين هما:

- استخدام هوائي ثنائي القطب (Dipole Antenna) لتأمين تغطية دائرية (360^0) في المسـتوى الافقي كما في الشـكل (2-8).



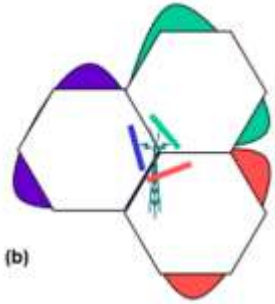


الشكل رقم (2-8): (a) هوائي ثنائي القطب، (b) مخطط البث لهوائي ثنائي القطب

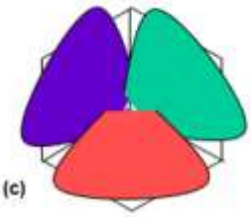
(C) منظر جانبي وعلوي (رأسي) لمخطط البث

- استخدام هوائيات الشريحة (Microstrip Antenna) وتستخدم بقطاعات ثلاثية (Tri-Sector antenna) وتستخدم لخدمة خلية واحدة او ثلاثة خلايا وكما في الشكل (2-9).

(a)



(b)



(c)

الشكل رقم (2-9): (a) منظومة هوائيات بثلاثة قطاعات، (b) مخطط البث لمنظومة هوائيات بثلاثة قطاعات تخدم ثلاثة خلايا، (c) مخطط البث لمنظومة هوائيات بثلاثة قطاعات تخدم خلية واحدة.

أن شكل التغطية لهوائيات ابراج الاتصالات يمكن ان تكون بأحد الشكلين التاليين:

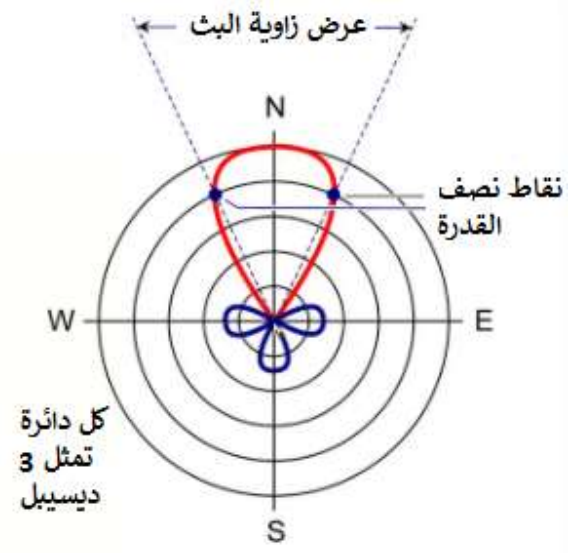
أ. تغطية دائرية في المستوى الافقي وقطاعية في المستوى العمودي.

ب. تغطية قطاعية في المستويين الافقي والعمودي.

ان التغطية القطاعية في كلا المستويين هي الاكثر استخداما في هوائيات ابراج الاتصالات حيث تستخدم ثلاث هوائيات بتغطية

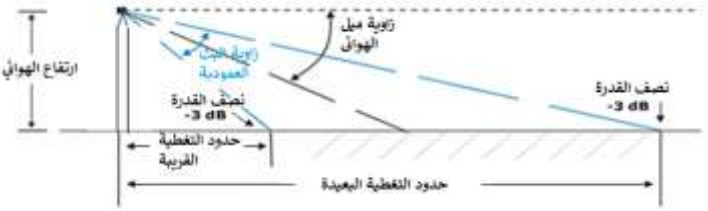
قطاعية 120^0 لكل هوائي في المستوى الافقي للحصول على تغطية كاملة 360^0 أما في المستوى العمودي فتستخدم تغطية بزاوية ضيقة نسبيا (بحدود 10^0).

تتركز قدرة البث في التغطية القطاعية في مركز القطاع وتتضاءل كلما ابتعدنا عن مركز القطاع وتحسب زاوية القطاع على انها الزاوية بين نقطتين على طرفي القطاع تصل الاشارة فيهما الى نصف قدرتها (Half Power Points)، كما في الشكل رقم (2-10).



الشكل رقم (2-10): شكل توزيع القدرة في الهوائيات ذات التغطية القطاعية.

لكون زاوية البث في المســـتوى العمودي ضـــيقة ولغرض تقليل منطقة التغطية الميتة المجاورة للبرج كون الهوائي منصـــوب في اعلى البرج الذي يزيد ارتفاعه عن 15 متر يمكن اســـتخدام امالة بســـيطة للهوائي باتجاه الاســـفل (بحدود 5^0) لتوجيه البث باتجاه الارض كما في الشكل (2-11).



الشكل (2-11): شكل مخطط البث لهوائي مع امالة باتجاه الارض.

6-2 المجال القريب والمجال البعيد للهوائي (Near and Far Fields)

تصنف مراحل البث للهوائي اعتمادا على المسافة من مركز البث الى منطقتين رئيسيتين وهما كما يلي:

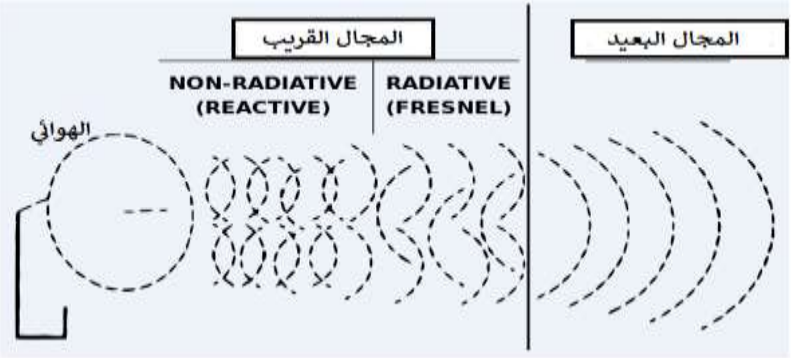
1-6-2 منطقة المجال القريب (Near Field)

وهي المنطقة التي يكون فيها طور الموجات الكهرومغناطيسية غير منتظم ومتغير من نقطة الى اخرى في المستوي العمودي على مسار هذه الموجات (أي لا يوجد مستوى محدد لتساوي الطور) وفيها كثافة القدرة لا تتناسب عكسيا مع مربع المسافة من مركز الهوائي وهي تتغير من نقطة الى اخرى، كما موضح في الشكل (2-12).

تقسم منطقة البث الكهرومغناطيسي القريب الى منطقتين فرعيتين هما:

أ. منطقة المجال الكهرومغناطيسي القريب غير الفعال (Non-Radiating Near Field) أو (Reactive Near Field)، والتي يكون فيها المجال المغناطيسي (التيار) أكبر من المجال الكهربائي (الفولتية).

ب. منطقة مجال البث الكهرومغناطيسي القريب (Radiating Near Field)، وهي المنطقة التي يتم فيها التحول من الارجحية للمجال المغناطيسي الى المجال الكهربائي وتسمى بذلك منطقة التحول (Transition Region) وتسمى كذلك منطقة فرينل (Fresnel Region).



الشكل رقم (2-12): مناطق التغير في كثافة القدرة

2-6-2 منطقة المجال البعيد (Far Field Zone)

وهي المنطقة التي يكون فيها طور الموجات الكهرومغناطيسية متساوياً في المستوي العمودي على مسار هذه الموجات (Equi-phase surface) وفيها تتناقص كثافة القدرة مع مربع المسافة، وتبدأ هذه المنطقة من نهاية منطقة البث الكهرومغناطيسي القريب وتسمى بمنطقة فرانهوفر (Fraunhofer Zone).

2-6-3 الحدود الفاصلة بين المجال القريب والمجال البعيد

أ. في حالة ($D > \lambda$):

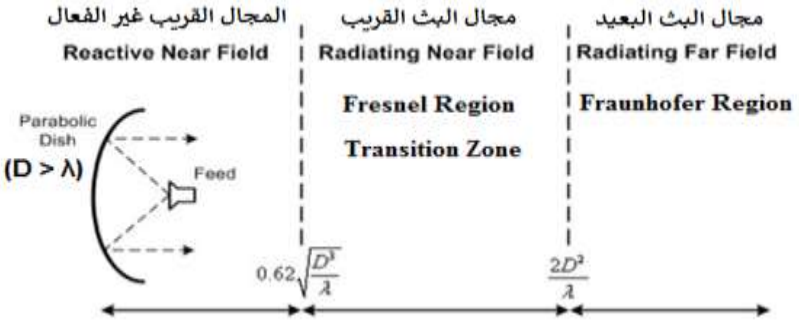
تبدأ منطقة المجال القريب من فتحة الهوائي الى مسافة معينة تعتمد على شكل وابعاد الهوائي كما في الشكل (2-13)، وبالرغم من التغيير المتدرج في هذه المنطقة للوصول الى مستوى تساوي الطور فانه يعتبر ان نهايتها تحدد بالمعادلة التالية:

Near Field Distance < $2D^2 / \lambda$

حيث D تمثل طول أكبر فتحة خطية للهوائي (هوائيات الفتحة Aperture Antenna) وλ هي الطول الموجي.

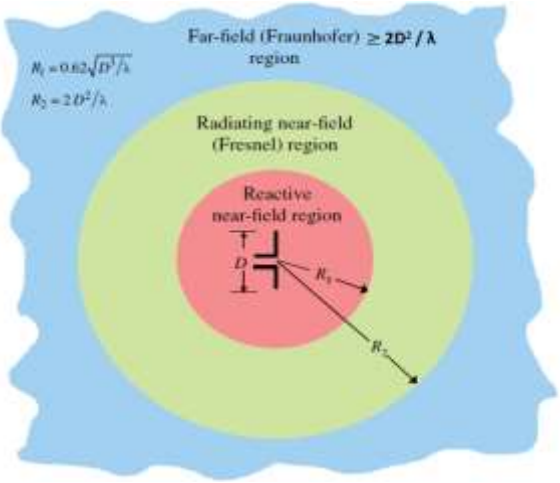
أما منطقة المجال البعيد فتكون بدايتها من نهاية البث القريب ويمكن تحديدها وفق المعادلة التالية:

Far Field Distance > $2D^2 / \lambda$



الشكل رقم (2-13): حدود مجالات البث القريب والبعيد للهوائي

الشكل رقم (2-14) يمثل حدود مجالات البث للهوائي في المستوى الافقي.



الشكل رقم (2-14): حدود مجالات البث للهوائي في المستوى الافقي

مثـال: في حـالـة كون فتحـة الهوائي بطول 0.5 متر والطول الموجي 33 ســـم (التردد 900 ميكا هيرتز) تكون مســـافة البث الكهرومغناطيســـي القريب محصـــورة بين مركز الهوائي ولغاية 1.5 متر.

ب. في حالة ($D < \lambda$):

أما في حالة ($D < \lambda$) كما في الشـــكل (2-15) فتكون الحدود الفاصلة بين مجال البث الكهرومغناطيسي القريب والبعيد كما يلي:

Near Field Distance < $\lambda / 2\pi$ < Far Field Distance

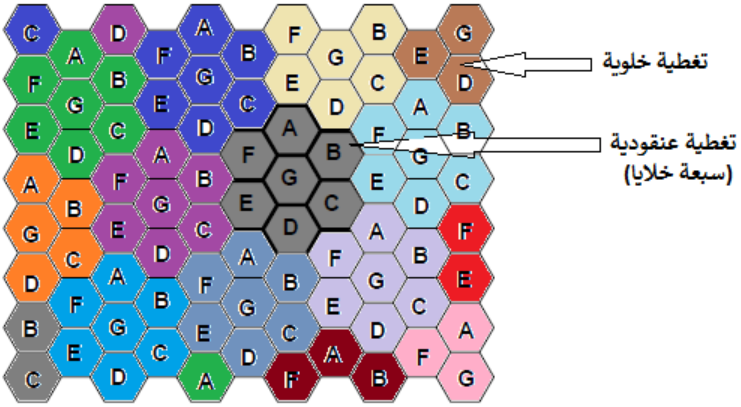
الشكل رقم (2-15): مناطق البث الكهرومغناطيسي القريب والبعيد للهوائي في حالة ($D < \lambda$).

7-2 أعادة استخدام التردد (Frequency Reuse)

أن الحزمة الترددية المخصـــصـــة لأغراض الهاتف المحمول، بقســـميها الوصـــلة الصـــاعدة (Up-link) والوصـــلة النازلة (Down-link)، هي حزمة محدودة والتي تســـمح بتأمين عدد محدود من القنوات (Channels) وبالتالي تؤدي الى عدد محدود من المشتركين مما يتطلب أعادة استخدام نفس الحزمة في منطقة

جغرافية أخرى لتأمين التغطية الجغرافية الكلية المطلوبة والعدد المطلوب من القنوات ولذلك تخصص الحزمة الترددية المتاحة على عدد من الخلايا. تسمى مجموعة الخلايا التي توزع عليها الحزمة الترددية بالمجموعة العنقودية (Cluster) ويمكن تكرار هذه المجموعة للاستفادة من مبدأ أعادة استخدام التردد (Frequency Reuse)، والشكل رقم (2-16) يمثل أعادة استخدام التردد في المجاميع العنقودية.

تكون الحزمة الترددية المخصصة هي نفسها لكل المجاميع العنقودية (أعادة استخدام نفس الحزمة الترددية) وتوزع هذه الحزمة على عدد خلايا المجموعة العنقودية (7 خلايا في الشكل (2-16) بحيث تكون لكل خلية حزمة ترددية فرعية مع مراعاة التباعد المكاني للخلايا التي تحمل نفس الحزمة الترددية (الخلية ذات الحزمة الترددية الفرعية A في اي مجموعة عنقودية بعيدة عن الخلية التي لها نفس الحزمة الفرعية A في المجاميع العنقودية المجاورة) لمنع التداخل بين ترددات الخلايا المتجاورة.

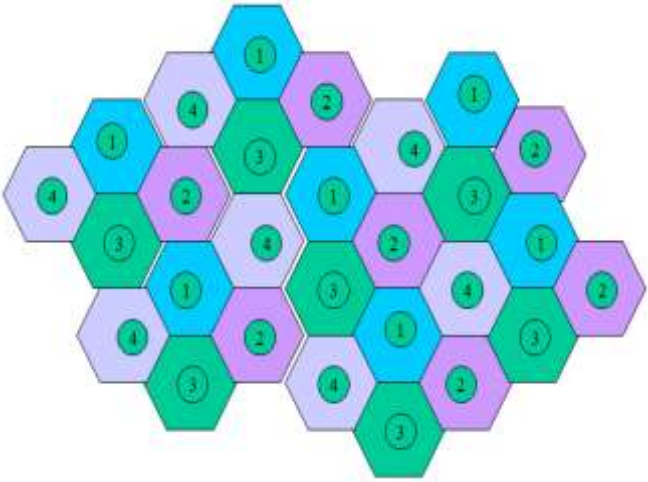


الشكل (2-16): أعادة استخدام التردد في المجاميع العنقودية.

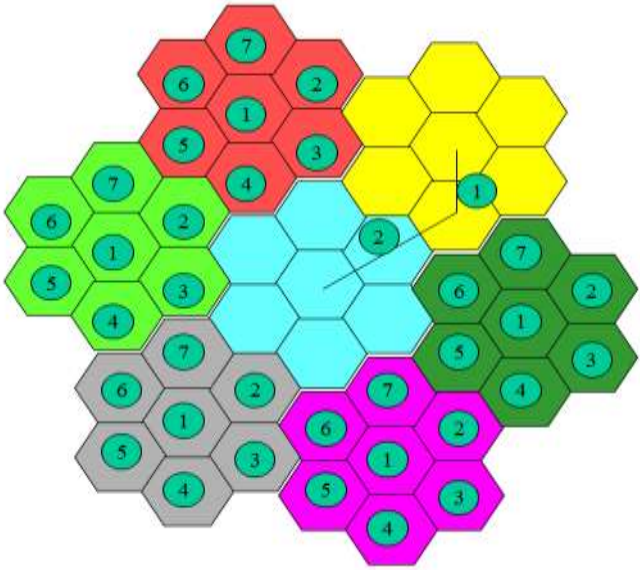
يتم تحديد عدد الخلايا لكل مجموعة عنقودية من قبل المصـــمم على ضـوء الموازنة بين الرغبة في تقليل مسـتوى التداخلات من الخلايـا التي لهـا نفس التردد من المجـاميع العنقوديـة المجـاورة (أبعاد الخلايا المتشـابه بالتردد عن بعضـها البعض) والذي يتطلب اسـتخدام عدد أكبر من الخلايا ضـمن المجموعة العنقودية الواحدة وبين زيـادة عـدد القنوات المتـاحـة لكـل برج حيـث أن الحزمـة الترددية تخصـــص لكامل المجموعة العنقودية (تقســـم على عدد الخلايا داخل المجموعة) والذي يتطلب ان تكون عدد الخلايا قليلة داخل كل مجموعة عنقودية (زيادة حصـــة كل خلية من الحزمة الترددية يؤدي الى زيـادة عـدد القنوات المتـاحـة أي عـدد المشتركين).

وللمحافظة على التركيبة السـداسـية للخلايا وتحقيق مبدأ التلاحم بين المجـاميع العنقوديـة وعدم ترك فراغات بينهـا ممـا يتطلب ان

يكون عدد هذه الخلايا داخل كل مجموعة عنقودية بأعداد محددة مثل 4، 7، 12 وتســـمى هذه الاعداد بأبعاد المجموعة العنقودية (Cluster Sizes) ويرمز لها بالمعامل (k) كما في الشــكل (2-17).



K = 4



K = 7

الشكل رقم (2-17): أعادة استخدام التردد لأنواع مختلفة من المجاميع العنقودية.

2-8 قدرة الارسال ومدى التغطية لمحطات بث الهاتف المحمول

تختلف قدرة الارسال تبعا للمدى المطلوب تغطيته وشكل التغطية (دائرية أو قطاعية)، الجدول (2-2) يمثل حدود تغير القدرة المطلوبة وحسب نوع المحطة.

الجدول (2-2): حدود تغير القدرة والمدى حسب نوع المحطة.

نوع المحطة	قدرة الارسال	مدى التغطية
المحطات الرئيسية Macro-cell System	أكبر من 10 واط	1-35 كم
المحطات الصغيرة Micro-cell Systems	1-10 واط	100-1000 متر
المحطات المتناهية الصغر Pico-cell Systems	أقل من 1 واط	أقل من 100 متر

كذلك تصنف محطات البث من ناحية قدرة الارسال في منظومات جي أس أم 900 الى الدرجات (الاصـــناف) المذكورة في الجدول (2-3).

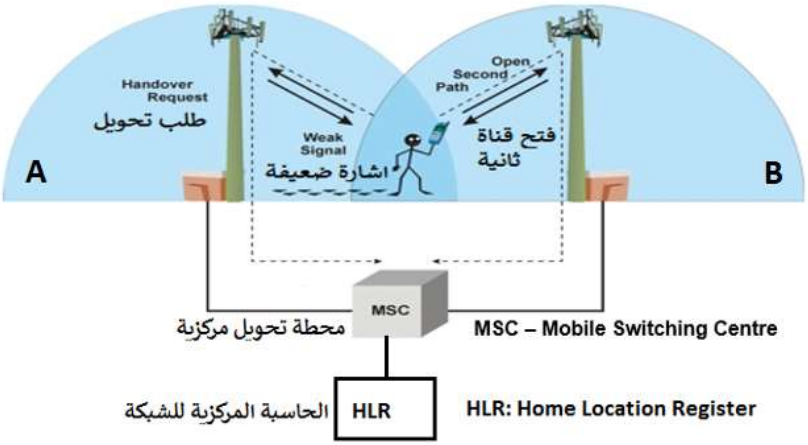
الجدول (2-3): تصنيف محطات البث حسب القدرة.

الصنف	القدرة القصوى	
	واط (W)	ميلي ديسيبل (dBm)
1	320	55
2	160	52
3	80	39
4	40	46
5	20	43
6	10	40
7	5	37
8	2.5	34
M1	0.25	24
M2	0.08	19
M3	0.03	14

ملاحظة: الدرجات الثلاثة الاخيرة تعود الى المحطات المتناهية الصغر.

9-2 التحويل أثناء الحركة من خلية الى أخرى (/ Handoff (Handover

عند مباشرة المستخدم المتحرك لجهاز الهاتف المحمول بالاتصال فأنه يدخل الى الشبكة من خلال أقرب برج له وهو البرج المسؤول عن تأمين التغطية لهذه الخلية (A) وعند انتقاله الى الخلية المجاورة (B) والتي لها قنوات راديوية مختلفة عن الخلية الأولى يبدأ مستوى الإشارة المستلمة بالهبوط كلما ابتعد عن برج الخلية الاولى (A) في حين تكبر الإشارة في قناة أخرى تابعة لبرج الخلية الثانية (B) وعند ذلك يتم التحويل من القناة الأولى الى القناة الثانية ويتولى البرج المخصص للخلية الثانية (B) المسؤولية بربطه خلال الشبكة وتتم عملية التحويل بطريقة طوعية وبدون ان تسبب أي قطع للمكالمة بحيث لا يشعر بها المستخدم ولا تؤثر على كفاءة الاتصال، ويتم تسجيل الموقع الجديد في محطة التحويل المركزية (MSC) وكذلك في الحاسبة المركزية للشبكة (HLR).



الشكل رقم (2-18): التحويل بين القنوات عند الانتقال من خلية الى اخرى

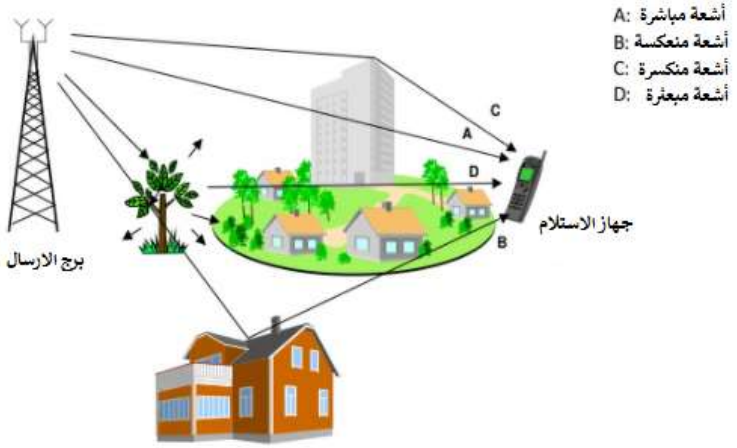
10-2 تعدد المسارات (Multi-path)

أن الإشـارة المرسـلة من قبل جهاز الهاتف المحمول أو البرج قد تصـل الى الطرف الثاني بطريقة أو أكثر من الطرق التالية، وكما هو موضح في الشكل رقم (2-19):

- الاشـعة المباشـرة (A: Free space) والتي تحصـل في بيئـة مفتوحـة تؤمن تبـادل الرؤيـا بين هوائيـات الارسـال والاستلام.
- الاشـعة المنعكسـة (B: Reflection) والتي تنتج من انعكاس الاشـعة الكهرومغناطيسـية عن أسـطح البنايات

والعوارض الطبيعية الأخرى (الجسم العاكس كبير مقارنة مع الطول الموجي).

- الاشعة المنكسرة أو المنحرفة (C: Diffraction) والتي تنتج من انكسار أو أنحراف الاشعة الكهرومغناطيسية عند حافات البنايات والعوارض الطبيعية الأخرى (الجسم العاكس ذو حافات حادة).
- الاشعة المتشتتة أو المبعثرة (D: Scattering) والتي تنتج من تشتت الاشعة الكهرومغناطيسية من الاشجار والعوارض الطبيعية الأخرى (الجسم العاكس صغير مقارنة مع الطول الموجي او ذو سطح متعرج).

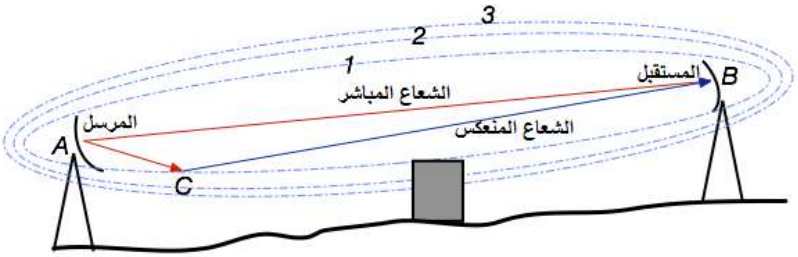


الشكل رقم (2-19): انعكاس وانكسار وتشتت الموجات الراديوية

ويعتمد ذلك على نوع بيئة العمل ففي المناطق المفتوحة (الريفية) يمكن الحصول على أشعة مباشرة، أما في البيئة المتوسطة التعقيد (المدن الصغيرة والاحياء السكنية) وكذلك البيئة المعقدة (المدن الكبيرة ذات الأبنية الكثيفة والمرتفعة) فتكون الإشارة المستلمة خليط من كل هذه الأنواع.

11-2 حيز فرينل الأول (First Fresnel Zone)

حيزات (مناطق) فرينل في انتشار الموجات هي مجموعة الاشكال البيضوية او مجسمات القطع الناقص (Ellipsoids) التي تشكل مواقع المرسل والمستقبل نقاطها البؤرية (Focal Points) وكما في الشكل (2-20)، ويمثل كل من هذه الاشكال البيضوية المكان المتوقع لجميع النقاط التي تؤدي الى فرق في المسافة بين المسار المباشر ومسار الشعاع المنعكس عبر هذه النقاط يساوي نصف طول الموجة او مضاعفاتها ($n \lambda / 2$) والذي يعادل فرق طور مقداره ($n \times 180^0$).



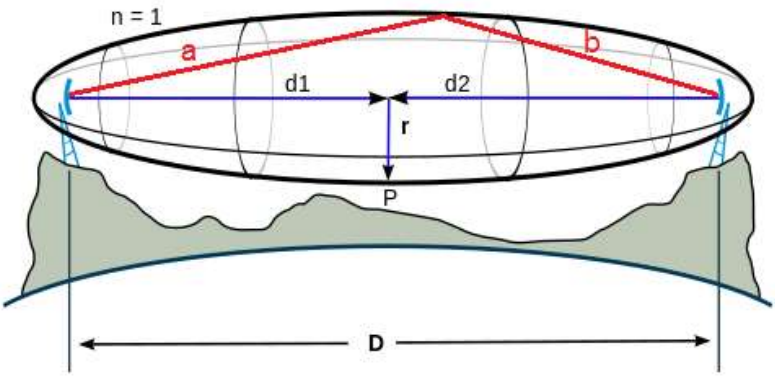
الشكل رقم (2-20): حيزات فرينل الأول والثاني والثالث

وبالنظر لكون غالبية القدرة المرسلة يتم استلامها من خلال الحيز الأول لفرينل (First Fresnel Zone) لذلك فأن الحيز الأول فقط هو موضـــع الاهتمام والذي يتطلب فحصـــة وتحديد فيما إذا وجدت داخله عوارض طبيعية او اصـــطناعية أم لا، كون هذه العوارض تؤدي الى حجب الشـــعاع المباشـــر من الوصـــول الى هوائي الاسـتلام ويقتصـر الاسـتلام على الاشـعة المنعكسـة من المسـارات الأخرى فهذه المسـارات تعكس الاشـعة السـاقطة عليها بعد أضـــافة فرق طور مقداره 180^0 بالإضـــافة الى الفرق في المسافة بين المسارين المباشر وغير المباشر

ولهذه الاشعة المنعكسة تأثير كبير على مستوى الإشارة المستلمة عند اضـافتها الى الشـعاع ذو المسـار المباشـر وقد يكون هذا التأثير إيجابياً (تقوية) أو سلبياً (أضعاف) للإشارة المستلمة.

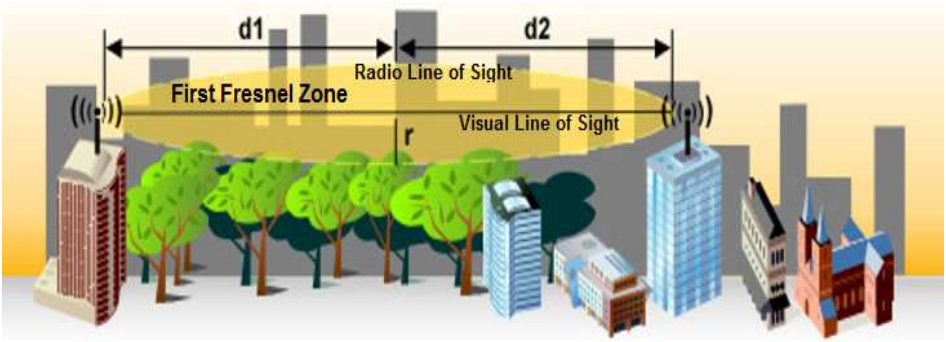
من الشـكل (2-21) يمكن حسـاب فرق الطور بين مسـافة الشـعاع المباشر (D=d1+d2) والشعاع غير المباشر (a+b) لحيز فرينل الاول كما يلي:

$(\Delta = a + b - D)$



الشكل رقم (2-21): معاملات حيز فرينل الأول

ان المعيار المعتمد في اعتبار المسار يؤمن تبادل الرؤيا من عدمه هو درجة تقاطع العوارض الطبيعية والاصطناعية مع حيز فرينل الأول (First Fresnel Zone)، كما في الشكل (2-22).



الشكل (2-22): تداخل العوارض مع حيز فرينل الاول

12-2 كثافة القدرة المستلمة في بيئات عمل مختلفة

تتناســـب كثافة القدرة المســـتلمة في حالة وجود تبادل رؤيا بين هوائي الارسال وهوائي الاستلام عكسيا مع مربع المسافة بينهما (r^2) وحسب المعادلة التالية:

$$S = \frac{PG}{4\pi r^2} \quad \text{..... (1-2)}$$

حيث ان:

S = كثافة القدرة المستلمة

P = القدرة المرسلة

G = ربح هوائي الارسال

r = المسافة بين هوائي الارسال ونقطة القياس

المعادلة (2-1) يمكن اســـتخدامها في حالة تأمين تبادل الرؤيا والتي تتوفر في الاتصالات عبر أبراج المايكرويف.

أما في الاتصـــالات عبر الهاتف المحمول فأن تبادل الرؤيا بين البرج والهاتف النقال غير متوفر في أغلب الحالات، حيث ان الإشارة المستلمة سواء للوصلة الصاعدة او الوصلة النازلة لم تتخذ المســـار المباشـــر بين البرج والهاتف المحمول لعدم توفر تبادل الرؤيا بينهما بل تأخذ مسارات متعددة (Multi-path) من خلال تعرضـــها لظواهر مختلفة مثل الانعكاس (Reflection) والانكسار (Diffraction) والتشتت (Scattering)، مما يتطلب اجراء تعديل على المعادلة (2-1) لكي يمكن تطبيقها على الاتصـــالات عبر الهاتف النقال ولبيئات عمل مختلفة وكما في المعادلة التالية:

$$S = \frac{PG}{4\pi r^{\gamma}} \quad \text{..... (2-2)}$$

حيث أن المعامل (γ) يتغير من 2 الى 5 اعتمادا على نوع بيئة العمل، حيث أن القيمة 2 تستخدم عند توفر تبادل الرؤيا بين البرج والهاتف المحمول في البيئة الريفية المفتوحة (Rural Area) والقيمة 5 تستخدم عند البيئة المعقدة في مناطق المدن الكبيرة ذات الأبنية الكثيفة والمرتفعة (Urban Area) أما في البيئة المتوسطة التعقيد (Sub-Urban Area) فتكون قيمة المعامل (γ) بين 2 و5.

13-2 تحديد أبعاد الخلية

يعتمد تصميم أبعاد الخلية على عدد من العوامل منها:

- الكثافة السكانية (عدد المشتركين): حيث ان عدد القنوات الهاتفية المتاحة لكل خلية هو عدد محدود ولذلك فأن الكثافة السكانية العالية تتطلب تقليل أبعاد الخلية والتي تؤدي الى زيادة عدد الخلايا ضمن الرقعة الجغرافية المطلوب تغطيتها.
- القدرة التصميمية للأرسال: تتناسب ابعاد الخلية طرديا مع القدرة التصميمية للأرسال، علية يمكن استخدام قدرات قليلة في الخلايا الصغيرة التي تخدم مناطق سكانية كثيفة كون المسافة المطلوبة قصيرة نسبيا في حين تستخدم قدرات عالية نسبيا في الخلايا الكبيرة في المناطق المفتوحة ذات الكثافة السكانية الواطئة.
- نوع بيئة العمل: في المناطق المفتوحة ذات الكثافة السكانية الواطئة والتي تؤمن تبادل الرؤيا (المناطق الريفية) يمكن الوصول بأبعاد الخلية الى عدة كيلومترات في حين في المناطق ذات بيئة العمل المعقدة والكثافة السكانية العالية لا تتجاوز ابعاد الخلية بضعة مئات الأمتار.

الفصل الثالث

التفاعل بين الموجات الراديوية والوسط الحيوي
Radio Frequency Interactions with Biological Medium

3-1. مقدمة

كثرت في الآونة الاخيرة النقاشات حول موضوع تأثير الموجات الراديوية على الصحة العامة وخاصة تلك المستخدمة في منظومات الهاتف المحمول والمتمثلة بوجود الكثير من ابراج الشركات المزودة لهذه الخدمة في مناطق مختلفة، قسم منها مناطق سكنية مأهولة يخشى سكانها ان يكون لتلك الابراج اي تأثير على صحتهم وصحة ابنائهم.
هذه النقاشات والتساؤلات تعتبر مشروعة جدا وعلى الجهات المسؤولة الاجابة عليها بشكل علمي دقيق ونزيه يستعرض آخر ما توصلت اليه مراكز الابحاث في هذا المجال.
هذه التساؤلات ليست فقط حكرا على المجتمع العراقي وانما تشغل بال كل المجتمعات في العالم وبضمنها الدوائر الرسمية وخاصة الصحية وقطاع الاتصالات ومؤسسات المواصفات والمقاييس العالمية وغيرها، حيث ان الموضوع بحد ذاته موضوع معقد وفيه الكثير من الحيثيات.

المعاملات الأكثر أهمية للمجالات الكهرومغناطيسية المتعلقة بالصحة هي شدة المجال والتردد. مجالات الترددات الواطئة جدا (ELF) يمكن ان تؤدي الى توليد تيارات كهربائية داخل الجسم البشري، بينما يكون عمق الاختراق للترددات العالية (RF) قليلاً جدا وخاصة في الموجات الدقيقة وتصرف الطاقة لرفع درجة حرارة الطبقة الخارجية للجسم.

الجسم البشري كيان معقد التركيب يتكون من أوساط متعددة تختلف في مواصفاتها الكهربائية ومدى تفاعلها مع الموجات الراديوية، سنتناول في هذا الفصل هذه المواصفات وتأثيرها على نفاذ الموجات الراديوية داخل الجسم.

2-3. الخصائص الكهربائية للمادة

قابلية المادة على امرار الموجات الكهرومغناطيسية تعتمد على خصائصها الكهربائية التالية:

- الموصلية (σ) Conductivity
- السماحية (ε) Permittivity
- النفاذية (μ) Permeability

وبشكل عام ان هذه الخصائص هي دالة للتردد (f).

لأغراض الموجات الكهرومغناطيسية يمكن تصنيف المواد بشكل عام الى صنفين هما:

- المواد الموصلة (Conductors) وهي المواد التي تكون مقاومتها النوعية الكهربائية منخفضة (موصليتها الكهربائية عالية).
- المواد العازلة (Dielectrics) وهي المواد التي تكون مقاومتها النوعية الكهربائية عالية.

الخط الفاصل بين هذين الصنفين غير حاد ويعتمد على التردد فمثلا تُعد الأرض موصلاً في جزء من الطيف الترددي وعازلاً (مع توهين) في جزء أخر من الطيف الترددي.

معادلة ماكسويل التالية توضح بأن التيارات المتولدة في المادة هي مجموع تيارات التوصيل (Conduction Currents) وتيارات الازاحة (Displacement Current):

$$\nabla XH = j\ \omega\ D + J = j\ \omega\ \varepsilon\ E + \sigma\ E$$

…… (1-3)

حيث أن:

D = كثافة الفيض الكهربائي (Electric Flux Density)

E = المجال الكهربائي (Electric Field)

H = المجال المغناطيسي (Magnetic Field)

ω = 2πf = التردد الزاوي (Angular frequency)

σ = الموصلية (Conductivity)

ε = السماحية (Permittivity)

الحد الثاني (σE) يمثل تيار التوصيل (Conduction Current) والحد الاول ($j\omega\varepsilon E$) يمثل تيار الازاحة (Displacement Current).

أما النسبة ($\frac{\sigma}{\omega\varepsilon}$) فتمثل المعيار لتحديد لأي نوع من التيارات الارجحية وتسمى هذه النسبة بعامل التبدد (Dissipation factor)، حيث أن النسبة ($1<<\frac{\sigma}{\omega\varepsilon}$) تدل على ان المادة موصل جيد، وأن النسبة ($1>>\frac{\sigma}{\omega\varepsilon}$) فتدل على ان المادة عازل جيد، علما بأن σ و ε هما كذلك دالة من التردد.

3-3 انتشار الموجات الكهرومغناطيسية في وسط مادي

عند تعرض الوسط العازل الى مجال كهربائي (E) يؤدي هذا المجال الى استقطاب ذرات أو جزيئات المادة لتوليد عزوم كهربائية ثنائية القطب والتي تؤدي الى زيادة كثافة الفيض الكهربائي (D) وكما في المعادلة التالية:

$$D = \varepsilon_0 E + P_e \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2\text{-}3)$$

حيث ان:

P_e = متجه الاستقطاب المضاف بالاستقطاب الكهربائي في الوسط الخطي، الاستقطاب الكهربائي يتناسب طرديا مع المجال الكهربائي المسلط وكما يلي:

$$\mathbf{P_e = \varepsilon_0 \chi_e E}$$

حيث أن:

ε_0 = ثابت السماحية للفراغ ومقداره (8.854×10^{-12} F/m)

χ_e: التأثرية الكهربائية (Electric Susceptibility) والتي من الممكن ان تكون كمية مركبة (Complex) .

عليه يمكن إعادة كتابة المعادلة رقم (3-1) كما يلي:

$$D = \varepsilon_0 E + P_e = \varepsilon_0 E + \varepsilon_0 \chi_e E = \varepsilon_0 (1+ \chi_e) E = \varepsilon E$$

حيث أن:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 (1+ \chi_e) = \varepsilon' - j\, \varepsilon''$$

تمثل (ε) السماحية المركبة للوسط، حيث يمثل الجزء الخيالي من السماحية المركبة (ε'') مقياس للخسارة لكمية الموجات الكهرومغناطيسية التي يسببها الوسط والتي تتحول الى حرارة. واستنادا الى قانون حفظ الطاقة فأن الجزء الخيالي من (ε) يجب ان تكون سالبة (ε'' موجبة)، الخسارة في الوسط العازل كذلك يمكن اعتبارها الخسارة الموصلية المكافئة.

في المادة التي لها موصلية (σ) تكون كثافة التيار التوصيلي (Conduction Current Density) كما يلي:

$$\boldsymbol{J = \sigma E}$$

وهذا هو قانون أوم من وجهة نظر الموجات الكهرومغناطيسية، وبذلك يمكن كتابة معادلة ماكسويل ذات العلاقة بالشكل التالي:

$$\nabla XH = j\,\omega\, D + J$$

$$= j\,\omega\,\varepsilon\, E + \sigma\, E$$

$$= j\,\omega\,(\varepsilon' - j\,\varepsilon'')\, E + \sigma\, E$$

$$= j\,\omega\,\varepsilon'\, E + (\omega\,\varepsilon'' + \sigma)\, E$$

$$= j\,\omega\,[\varepsilon' - j\,(\varepsilon'' + \frac{\sigma}{\omega})]\, E \quad \text{..... (3-3)}$$

من هذه المعادلة يتضح بأن الخسارة الناتجة عن تخميد (توهين) العازل ($\omega\ \varepsilon''$) لا يمكن تمييزها عن خسارة الموصلية (σ)، لذلك يمكن اعتبار الكمية ($\omega\ \varepsilon'' + \sigma$) تمثل الموصلية الفعالة الكلية (Total Effective Conductivity).

4-3 ثابت العزل (Dielectric Constant)

في هندسة الموجات الدقيقة تميز المواد المستخدمة لأغراض الموجات الدقيقة من خلال تحديد المعاملات التالية ضمن الترددات المحددة:

معامل السماحية النسبي الحقيقي (Real Relative Permittivity) والذي يسمى كذلك ثابت العزل (Dielectric Constant) والتي يرمز له ب (ε_r)، مع:

$\varepsilon' = \varepsilon_0\ \varepsilon_r$

ظل خسارة العازل (Dielectric loss Tangent) والذي يرمز له ب ($tan\ \delta$)، وكذلك يعرف على أنه زاوية الخسارة (Loss Angle).

من المعادلة رقم (3-3) يمكن أعادة كتابة السماحية المركبة كما يلي:

$$\varepsilon = \varepsilon' - j\ (\varepsilon'' + \frac{\sigma}{\omega})$$

$$= \varepsilon' \left[1 - j \left(\frac{\omega\varepsilon'' + \sigma}{\omega\varepsilon'} \right)\right]$$

$$= \varepsilon' [1 - j \tan \delta]$$

حيث ان ($tan\ \delta$) هي ظل الخســـارة (Loss Tangent) وتعرف كما يلي:

$$\tan \delta = \frac{\omega\varepsilon'' + \sigma}{\omega\varepsilon'}$$

$$\tan \delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} + \frac{\sigma}{\omega\varepsilon'} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4\text{-}3)$$

التي تمثل الخســـارة الناتجة عن تخميد العازل (Dielectric Damping Loss) وخســارة الموصــلية (Conductivity Loss) للمادة.

وبذلك يمكن أعادة كتابة السماحية المركبة بالشكل التالي:

$$\varepsilon = \varepsilon' - j\ \varepsilon'' = \varepsilon' (1 - j \tan \delta) = \varepsilon_0\ \varepsilon_r (1 - j \tan \delta)$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5\text{-}3)$$

5-3 الخصائص الكهربائية للأنسجة الحيوية

بالنسبة لجسم الانسان فهو يتكون من أجزاء متعددة ومختلفة في خصائصها الكهربائية (ε ، σ_r) وبذلك تكون مختلفة كذلك في مدى تفاعلها وتأثرها بالموجات الكهرومغناطيسية لكون لغالبية الانسجة الحيوية في الجسم تكون النسبة بين تيارات التوصيل

وتيارات الازاحة قريبة من الواحد حيث ان تيارات التوصـيل مقاربة لتيارات الازاحة ضمن مدى ترددي واسع.

الجـدولان (3-1) و(3-2) يمثلان الخصـــائص الكهربـائيـة لأعضـــاء مختلفة من الجســم في الترددات 900 ميكا هيرتز و1800 ميكا هيرتز.

الجدول رقم (3-1): الخصائص الكهربائية لأنسجة الجسم عند التردد 900 ميكا هيرتز

أسم النسيج	Tissue	ε_r	σ(S/m)
المثانة	Bladder	18.936157	0.383049
الدم	Blood	61.360718	1.538069
عظم اسفنجي	Bone (Cancellous)	20.787804	0.339975
العظم القشري	Bone (Cortical)	12.453704	0.143304
نخاع عظم مخترق	Bone Marrow (Infiltrated)	11.273803	0.228175
نخاع عظم غير مخترق	Bone Marrow (Not Infiltrated)	5.504309	0.040201
دهون الثدي	Breast Fat	5.424389	0.048965

0.782333	42.653103	Cartilage	الغضروف
1.262649	49.443092	Cerebellum	المخيخ
2.412575	68.638336	Cerebrospinal Fluid	السائل الشوكي
1.079813	57.939129	Colon (Large Intestine)	قولون (أمعاء غليظة)
1.394106	55.234486	Cornea	القرنية
0.961153	44.426430	Dura	الغشاء السحائي الخارجي
1.166726	55.270130	Eye Tissue (Sclera)	نسيج العين (الصلبة العينية)
0.051039	5.461937	Fat	الدهون
0.109162	11.333888	Fat (Mean)	متوسط الدهون
1.256896	59.141594	Gall Bladder	المرارة
1.838271	70.187889	Gall Bladder Bile	المادة الصفراء في المرارة

0.942193	52.724701	Grey Matter	المنطقة الرمادية في الدماغ
1.229882	59.892677	Heart	القلب
1.392205	58.675552	Kidney	الكلية
0.793379	46.572613	Lens Cortex	قشرة العدسة
0.484917	35.841595	Lens Nucleus	نواة العدسة
0.854965	46.833118	Liver	الكبد
0.456663	21.999969	Lung (Inflated)	رئة منتفخة
0.857877	51.423416	Lung (Deflated)	رئة فارغة
0.995364	56.879063	Muscle (Parallel Fiber)	عضلة (ألياف موازية)
0.942945	55.031891	Muscle (Transverse Fiber)	عضلة (ألياف مستعرضة)
0.573612	32.530067	Nerve (Spinal cord)	عصب (الحبل الشوكي)
1.290239	50.468880	Ovary	المبيض

0.866780	41.405334	Skin (Dry)	جلد جاف
0.844670	46.080399	Skin (Wet)	جلد رطب
2.164847	59.487000	Small Intestine	الأمعاء الدقيقة
1.272679	57.178375	Spleen	الطحال
1.186670	65.061401	Stomach Esophagus Duodenum	المعدة المريء الاثني عشري
0.718366	45.825668	Tendon	الوتر
1.209408	60.552464	Testis - Prostate	خصية - بروستات
1.038448	59.683323	Thyroid Thymus	الغدة الدرقية -الغدة السعترية
0.936192	55.270130	Tongue	اللسان
0.771071	42.007248	Trachea	القصبة الهوائية
1.269836	61.114357	Uterus	الرحم
1.636162	68.901840	Vitreous Humor	السائل الزجاجي في العين

المادة البيضاء في الدماغ	**White Matter**	**38.886288**	**0.590815**

الجدول رقم (3-2): الخصائص الكهربائية لأنسجة الجسم عند التردد 1800 ميكا هيرتز

σ(S/m)	ε_r	Tissue	أسم النسيج
0.535134	18.341116	Bladder	المثانة
2.043690	59.372261	Blood	الدم
0.588224	19.343237	Bone (Cancellous)	عظم اسفنجي
0.275193	11.780735	Bone (Cortical)	العظم القشري
0.349103	10.676878	Bone Marrow (Infiltrated)	نخاع عظم مخترق
0.068468	5.371605	Bone Marrow (Not Infiltrated)	نخاع عظم غير مخترق
0.093588	5.269227	Breast Fat	دهون الثدي
1.286782	40.215481	Cartilage	الغضروف
1.708732	46.113232	Cerebellum	المخيخ
2.923589	67.200493	Cerebrospinal Fluid	السائل الشوكي
1.576100	55.147705	Colon (Large Intestine)	قولون (أمعاء غليظة)
1.858029	52.767235	Cornea	القرنية

1.319790	42.893627	Dura	الغشاء السحائي الخارجي
1.601727	53.567787	Eye Tissue (Sclera)	نسيج العين (الصلبة العينية)
0.078385	5.349368	Fat	الدهون
0.190073	11.021529	Fat (Mean)	متوسط الدهون
1.642106	58.213646	Gall Bladder	المرارة
2.300478	69.058853	Gall Bladder Bile	المادة الصفراء في المرارة
1.391190	50.078876	Grey Matter	المنطقة الرمادية في الدماغ
1.771246	56.322693	Heart	القلب
1.949712	54.426064	Kidney	الكلية
1.147332	45.352734	Lens Cortex	قشرة العدسة
0.787477	34.649647	Lens Nucleus	نواة العدسة
1.289116	44.210804	Liver	الكبد
0.637096	20.945705	Lung (Inflated)	رئة منتفخة

1.279103	49.384041	Lung (Deflated)	رئة فارغة
1.437796	55.335312	Muscle (Parallel Fiber)	عضلة (ألياف موازية)
1.340963	53.549259	Muscle (Transverse Fiber)	عضلة (ألياف مستعرضة)
0.842816	30.866894	Nerve (Spinal cord)	عصب (الحبل الشوكي)
1.817602	46.395336	Ovary	المبيض
1.184768	38.871857	Skin (Dry)	جلد جاف
1.232065	43.850479	Skin (Wet)	جلد رطب
2.695574	55.902672	Small Intestine	الأمعاء الدقيقة
1.779962	53.847534	Spleen	الطحال
1.697995	63.226818	Stomach Esophagus Duodenum	المعدة المريء الاثني عشري
1.200682	44.251335	Tendon	الوتر
1.691378	58.605072	Testis - Prostate	خصية - بروستات

الغدة الدرقية -الغدة السعترية	Thyroid Thymus	58.142151	1.500878
اللسان	Tongue	53.567787	1.371193
القصبة الهوائية	Trachea	40.512009	1.114320
الرحم	Uterus	58.936447	1.764133
السائل الزجاجي في العين	Vitreous Humor	68.573364	2.032478
المادة البيضاء في الدماغ	White Matter	37.010921	0.914969

6-3 ثابت التوهين (Attenuation Constant)

عند تعرض الجسم الى اشعة الموجات الكهرومغناطيسية ينعكس جزء من هذه الاشعة من سطح الجسم المواجه لمصدر الاشعاع وينفذ الجزء المتبقي من طاقة الاشعة الساقطة داخل الجسم ويتم امتصاصها من قبل الانسجة الحيوية في جسم الانسان. في داخل انسجة الجسم تعمل هذه الموجات على اثارة الجزيئات وخاصة جزيئات الماء فتبدأ هذه الجزيئات بالتحرك والتصادم مع بعضها

ومع المحيط، مما يؤدي الى زيادة حرارة هذه الانسجة او الجزء الذي تعرض لتلك الاشعاعات منها.

تتناول هذه الفقرة تحليل العناصر الداخلة في تحديد التوهين الحاصل من التفاعل بين الموجات الكهرومغناطيسية الراديوية المنبعثة من منظومات الهاتف المحمول.

نفرض أن مسار الموجة المستوية المنتظمة (Uniform plan Wave) هو باتجاه المحور (x)، عليه فأن المجال الكهربائي يمكن كتابته بالمعادلة التالية:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} = \gamma^2 E \quad \text{..... (6-3)}$$

$$\gamma^2 = j\omega\mu(\sigma + j\omega\varepsilon)$$

المعادلة رقم (6-3) لها حل محتمل واحد هو:

$$E(x) = E_o e^{-\gamma x} \quad \text{..... (7-3)}$$

حيث أن:

E(x) = المجال الكهربائي عند عمق نفاذ مقداره (x)

E_o = المجال الكهربائي عند نقطة السقوط على سطح الجسم

$\gamma = (\alpha + j\beta)$ = ثابت الانتشـــار (Propagation Constant)

α = ثابت التوهين (الخسارة)

β = ثابت الطور

عند أضـــافة معامل التغير الزمني الى المعادلة رقم (3-7) تصبح:

$$\tilde{E}(x,t) = Re\{ E_o e^{-\gamma x + j\omega t} \} = e^{-\alpha x} Re\{ E_o e^{j(\omega t - \beta x)} \}$$

ثابت التوهين (α) وثابت الطور (β) اللذان يتعرض لهما الشعاع النافذ يمكن كتابتهما بدلالة الخصـــائص الكهربائية (σ, μ, ϵ) للجزء المعرض للأشـــعة من الجســـم والتردد وفق المعادلة التالية:

$$\alpha = Re\{\sqrt{j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)}\} \implies \alpha = w\sqrt{\frac{\mu\epsilon}{2}\left(\sqrt{1 + \left(\frac{\sigma^2}{\omega^2\epsilon^2}\right)} - 1\right)}$$

$$\beta = Im\{\sqrt{j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)}\} \implies \beta = w\sqrt{\frac{\mu\epsilon}{2}(\sqrt{1+\left(\frac{\sigma^2}{\omega^2\epsilon^2}\right)}+1)}$$

يمثل ثابت التوهين (α) المعامل المهم في تحديد قابلية الاشـعة على الاختراق داخل الجســم وعمق الاختراق (النفاذ) ولذلك ســيكون موضوع الاهتمام في الفقرات القادمة.

7-3 عمق الاختراق للموجات الكهرومغناطيسية في الجسم البشري (Depth of Penetration)

يعرف عمق الاختراق (δ = Depth of Penetration) على أنه العمق الذي تصل فيه قيمة أو سعة (Amplitude) المجال الكهربـائي الى (1/e = 1/ 2.718) أي 37% من قيمتـه الاصـلية، وبما أن قيمة المجال الكهربائي تتناسب وفق صـيغة ($e^{-\alpha x}$)، أي أن:

$$e^{-\alpha x} = e^{-\alpha\delta} = 1/e = e^{-1} \quad \Rightarrow \quad \alpha\delta = 1 \quad \Rightarrow \quad \delta = 1/\alpha$$

أي أن عمق الاختراق يتناسب عكسيا مع مقدار التوهين:

$$\delta = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\omega\sqrt{\frac{\mu\epsilon}{2}(\sqrt{1+\frac{\sigma^2}{\omega^2\epsilon^2}}-1)}} \quad \text{..... (8-3)}$$

من هذه المعادلة يمكن الاستنتاج بأن الانسجة عالية المحتوى المائي تكون عالية الموصلية والتي تسبب توهيناً عالياً وعمق اختراق قليل، وبعكسه الانسجة واطئة المحتوى المائي يكون عمق الاختراق فيها عالياً.

أن الموجات الكهرومغناطيسية تنفذ الى أعماق تزيد عن عمق الاختراق (δ) ولكن قيمة المجال الكهربائي قليلة وتبدأ بالتلاشي بعيدا عن عمق الاختراق، والجدول (3-3) يمثل نسبة النقصان في المجال الكهربائي والقدرة لأعماق مختلفة.

الجدول رقم (3-3) نسبة المجال الكهربائي والقدرة عند أعماق مختلفة

مقدار الاختراق	نسبة المجال الكهربائي	نسبة القدرة
1δ	37 %	13.7 %
3δ	5 %	0.25 %
5δ	1 %	0.01 %

8-3 العلاقة بين عمق الاختراق والتردد

عمق الاختراق لـه علاقـة بقـابليـة الجســم على امتصـــاص (توهين) الاشـعة الكهرومغناطيسـية، أما علاقته بالتردد فيمكن أجمالها بالآتي:

- في الترددات التـي تزيـد عن 10 كيكـا هيرتز تستنزف طاقة الاشعة في القشرة الخارجية للجسم ولم تتمكن الاشعة من النفاذ الى داخل الجسم وبذلك تكون الأعضـــاء الداخلية للجســم أكثر حماية من تأثير الموجات الدقيقة ذات الترددات العالية.
- في الترددات من 1 كيكا هيرتز الى 10 كيكا هيرتز يكون الاختراق كبيراً حيث تستطيع الاشعة التوغل خلال الطبقات الأولى من الجسـم وخسـران طاقتها بسرعة .
- في الترددات من 100 ميكـا هيرتز الى 1 كيكـا هيرتز يكون الاختراق أكبر حيث تسـتطيع الاشـعة التوغل داخل الجســم والوصـــول الى الأعضـــاء الداخلية ورفع درجة حرارتها.

الجدول (3-4) يبين تغير عمق نفاذ الموجات الكهرومغناطيسية مع التردد لبعض تطبيقات هذه الموجات والتي يتعرض لها الانسان بشكل شبه يومي.

الجدول (3-4): تغير عمق نفاذ الموجات الكهرومغناطيسية مع التردد

المعاملات	راديو FM	مرسلات تلفزيونية	الهاتف النقال	الهاتف النقال
التردد (ميكا هيرتز)	100	450	900	1800
عمق الاختراق (سم) عندما تصل القدرة الى نسبة 13.7 %	3	1.5	1	0.7
العمق (سم) عندما تصل القدرة الى نسبة 1%	9	4.5	3	2

9-3 معدل الامتصـــاص النوعي (Specific Absorption Rate (SAR)

أن معيار كثافة القدرة يكون مناسبا عند التعامل مع تأثير ابراج الاتصـــالات كون القياس يتم في المجال البعيد (Far Field) أما في حالة أسـتخدام الهاتف المحمول فلا يمكن أسـتخدام هذا المعيار لكون العمل والقياس يتم في المجال القريب (Near Field)، لـذلك لا بـد من أعتمـاد معيـار أخر يمكن الحكم من خلاله على مستويات الطاقة المسموح التعرض لها وهو معيار معدل الامتصـــاص النوعي (SAR)، حيث أن الامتصـــاص النوعي (SA) هو ناتج القدرة التزايدية (dW) الممتصـــة من قبـل كتلـة تزايـديـه (dm) أو المتبـددة في حجم (dV) ذو كثافة(ρ_m).

$$SA = dW / dm = dW / (\rho_m dV)$$

ويعبر عن الامتصـــاص النوعي بوحدات الجول للكيلوغرام الواحد.

ومعدل الامتصـــاص النوعي (SAR) هو المشـــتق الزمني للقدرة التزايدية (dW) الممتصـــة من قبل كتلة تزايدية (dm) أو المتبددة في حجم (dV) ذو كثافة(ρ_m).

$$SAR = d(dW / dm) / dt = d(dW / (\rho_m dV)) / dt$$

ويعبر عن SAR بوحدات واط للكيلوغرام الواحد.

ولغرض حساب معدل الامتصاص النوعي (SAR) لابد من تحديد مصادر الخسارة لطاقة الموجات الكهرومغناطيسية في الجسم والتي تتمثل بما يلي:

- الخسارة النتجة عن توصيلية الجسم (σ)
- الخسارة النتجة عن الجزء الخيالي من السماحية المركبة (ε'')

وبذلك يمكن حساب معدل الامتصاص النوعي (SAR) من المعادلات التالية:

$$SAR = (\sigma + \omega \varepsilon'') E^2 / \rho_m$$

حيث أن:

E : هي قيمة rms لشدة المجال في أنسجة الجسم بوحدات V/m .

σ : توصيلية أنسجة الجسم بوحدة S/m .

ε'': الجزء الخيالي (imaginary part) من السماحية المركبة والذي يمثل مقياساً للخسارة التي يسببها الوسط والتي تتحول الى حرارة

$$\varepsilon = " \varepsilon_r " \varepsilon_0$$

ε_r" = relative permittivity

= الجزء الخيالي من السماحية المركبة النسبية

ρ_m : كثافة أنسجة الجسم بوحدات kg/m^3 .

تم تحديد المســـتويات العظمى لمعدل الامتصـــاص النوعي (SAR)بواســـطة الوكالات الحكومية المنظمة في العديد من البلدان.

في الولايات المتحدة الأمريكية، وضـــعت وكالة الاتصـــالات الاتحادية (FCC) حدا لمعدل الامتصـــاص النوعي (SAR) يقدر ب 1.6 واط لكل كيلوغرام، محســـوب على اســـاس كمية قدرها 1 غرام من النسيج.

في أوروبـا، الحد هو 2 واط لكل كيلوغرام، محســـوب على اساس كمية قدرها 10 غرام من النسيج.

الفصل الرابع

المخاطر الصحية لإشعاعات الموجات الراديوية
Health Risks of Radio Wave Radiations

4-1. المقدمة:

من مظاهر التقدم العلمي الذي حققته البشرية في العصر الحديث، الانتشار الواسع لمنظومات البث المباشر للموجات الراديوية من شبكات الاتصالات اللاسلكية، الهاتف المحمول، محطات تقوية الاتصالات لشبكات الهاتف، منظومات المايكرويف، المنظومات الرادارية، كما تضاعفت أبراج البث الإذاعي والتلفزيوني ومحطات استقبال بث الأقمار الاصطناعية، بالإضافة الى منظومات البث غير المباشر لهذه الموجات من أجهزة التلفاز والفيديو والكمبيوتر والألعاب الإلكترونية والأجهزة الكهربائية المنزلية وغيرها.

ورغم الدور الإيجابي الذي لعبته تلك التقنية في رفاهية الإنسان في مختلف جوانب حياته إلا أن هذه الأجهزة صارت مصدراً أساسياً من مصادر التلوث البيئي التي تهدد صحة الأحياء، وذلك لأن المجالات الكهرومغناطيسية التي تتولد عند تشغيل هذه الأجهزة تتفاعل مع الخلايا الحية لجسم الإنسان وتلحق بها أضراراً ربما تصل إلى حد الإصابة بالسرطان.

2-4. تـأثير الموجـات الراديويـة على الأنظمـة الحيويـة (Biological Systems):

أدى الانتشار الواسع لمنظومات وأجهزة الاتصالات اللاسلكية في الآونة الاخيرة واحتمالية اســتخدامها او التواجد بالقرب منها لفترات طويلة من قبل المســتخدمين الى طرح عدد من التســاؤلات حول فوائد واضــرار تلك الاجهزة والمنظومات، ولا ســيما بعد وجود علاقة بين تلوث البيئة والاشــعاعات الكهرومغناطيســية الصــادرة من منظومات وابراج الهواتف النقالة، حيث صــنفت منظمة الامم المتحدة الاشــعاعات الكهرومغناطيسية بانها السبب الخامس لتلوث البيئة، بالإضافة الى ظهور مؤشرات حول امكانية الموجات الكهرومغناطيسية للتسبب بأضرار قد تكون مؤذية لصحة الانسان.

عند التعرض لمجالات كهرومغناطيســية يحدث تأثير على الأنظمة الحيوية يؤدي الى ظهور تغيرات فســيولوجية للكائن الحي، هذه التغيرات الفسيولوجية قد تؤدي أحيانا، وليس دائما، الى تأثيرات صحية ضارة، وخاصة عندما تكون هذه التغيرات تزيد عن الحدود الطبيعية المســموحة ولفترة زمنية طويلة، ويحدث ذلك عندما يكون التأثير الحيوي خارج إمكانية الجســم للتعويض والتكيف مع هذه التغيرات.

التأثيرات الصــحية تكون نتيجة التأثيرات الحيوية خلال فترة معينة وتعتمد على جرعة التعرض. لذلك يكون من الضروري

جدا التعرف على التأثيرات الحيوية للتعرض لأشـعة الموجات الراديوية لفهم أخطارها الصحية.

تأثيرات اشـــعة الموجات الراديوية لا يمكن تحديدها بســـهولة حيث بدأت الدراســـات في هذا الموضـــوع منذ فترة طويلة ومـازال هنـالك بعض الاختلافات في النظريات والآراء التي تشـرح كيفية التفاعل، وما سـيتم التطرق اليه هي الثوابت التي تتفق عليها اغلب الآراء، حيث من المعروف ان تأثير اشـــعة الموجات الراديوية على الخلايا الحية لجســـم الانســـان تعتمد على عدد من العوامل أهمها:

- **مواصفات الاشعاع:**

- تردد الاشعاع (Frequency of the radiation)
- مستوى كثافة القدرة (Power density level)
- نمط الاشعاع او الإضاءة (irradiation mode)
- فترة التعرض (Exposure time)
- اشعاع مستمر او غير مستمر (Continuous or non-continuous)

- **مواصفات الوسط المعرض للإشعاع:**

  - ثابت العزل للأنســـجة (Dielectric constant of the tissue, ϵ)
  - ثابت النفاذية للوســـط (Permeability of the medium, μ)
  - ثابت الموصلية للوسط (Conductivity of the medium, σ)

- **مواصفات الوسط المحيط:**

  - درجة الحرارة
  - الضغط
  - نسبة الرطوبة

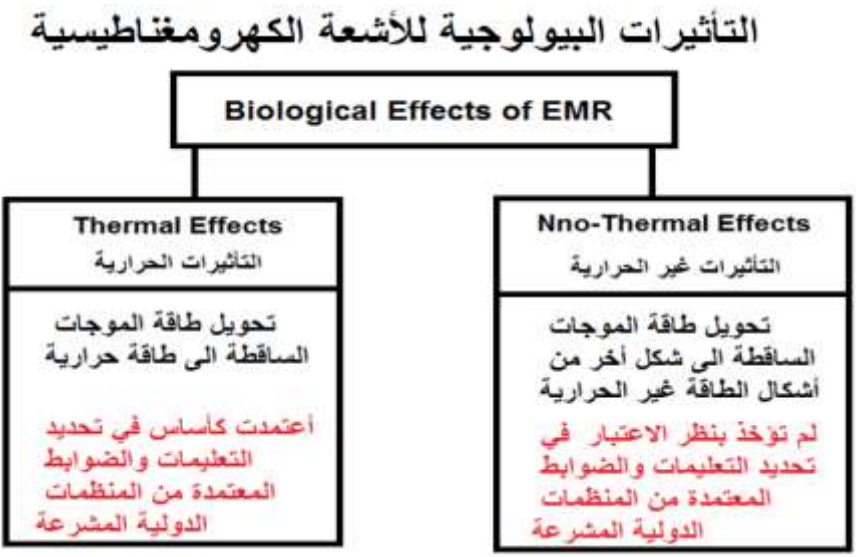
- **المواصفات البيولوجية للوسط المعرض للإشعاع:**

  - **العمر**
  - **الجنس**
  - **معدل وصول الدم اليه.**

وبشــكل عام، يمكن تصــنيف التأثيرات البيولوجية للموجات الراديوية على الخلايا الحية الى صنفين رئيسيين هما:

- التأثيرات غير الحرارية (Non-thermal effects)
- التأثيرات الحرارية (Thermal effects)

الشكل رقم (4-1) يمثل التأثيرات البيولوجية للأشعة الكهرومغناطيسية



الشكل رقم (4-1): التأثيرات البيولوجية للأشعة الكهرومغناطيسية

3-4. التأثيرات غير الحرارية للموجات الراديوية:

التـأثيرات غير الحراريـة هي نتيجـة تحول طـاقـة الموجـات الراديويـة خلال المنظومـة الحيويـة الى نوع أخر من الطـاقـة غير الطاقة الحرارية مثل:

- امتصاص الرنين الجزيئي (Molecular Resonance Absorption)
- تأثير الاستقطاب (Polarization Effect)
- التفاعلات الضـــوئية الكيميائية (Photo-chemical Reactions)، .....الخ

التأثيرات غير الحرارية عادة تكون نتيجة تعرض الجســم الى اشـعاع الموجات الراديوية عند الترددات الواطئة ولغاية 100 ميكا هيرتز ولفترات زمنية طويلة أو تكرار التعرض للإشعاع (repeated irradiations) وبفترات زمنية قصيرة.

وقد اكدت البحوث والدراســات العلمية والســريرية التي اجريت في هذا المجال ظهور تأثيرات فســلجيه وســلوكية ووراثية عند تعرض الكائنات الحية للإشعاع.

أ- التأثيرات الفسلجية:

بينت الدراســات حصــول تأثيرات فســلجيه مختلفة لأشــعة الموجات الراديوية، وتعتمد هذه التأثيرات على طاقة الاشـعة والتردد أضـــافة الى الفترة الزمنية للتعرض، ويمكن أيجاز أهم هذه التأثيرات بمايلي (الشكل 4-2):

- الصداع
- ضعف الذاكرة
- ضعف البصر
- اضطرابات في دقات القلب
- زيادة تأثير تركيز الدم
- زيادة نشاط الغدة الدرقية
- الاصابة بالحمى
- حدوث توسع في بؤبؤ العين
- حصول عتمة في عدسة العين
- نقص في افرازات مادة الميلاتونين.

الشكل رقم (4- 2) التأثيرات غير الحرارية

ب- التأثيرات السلوكية:

التعرض لطاقة عالية لأشـــعة الموجات الراديوية يؤدي الى ظهور حالات سلوكية ونفسية غير اعتيادية، حيث تتأثر خلايا المخ مباشـــرة بالموجات الراديوية المحيطة بالانســـان وذلك بتداخلها مع الاشارات الطبيعية التي يصدرها المخ مما يحدث خللا في أدائها تنتج عنه تأثيرات سلوكية ونفسية مثل:

- التوتر العصبي
- الأرق وصعوبة النوم
- التعب والغثيان
- فقدان الشهية

ت- التأثيرات الوراثية

كذلك تشـــير الدراســـات الى احتمالية وجود تأثيرات وراثية نتيجة التعرض الى اشـــعاعات الموجات الراديوية بالرغم من كون نتـائج البحوث العلميـة التجريبيـة في هـذا المجـال غير متوافقة أضـافة الى انها تجرى على كائنات حية غير الانسـان مثل الفئران وغيرها، وتحتاج الى فترات زمنية طويلة للتأكد من هذه التأثيرات على المدى البعيد. وتعود اهمية دراســة هذه التأثيرات كونها تحدث حتى عند التراكيز المنخفضــة للأشــعة الكهرومغناطيســـية والتي يعتقد بـأن لهـا تـأثير محتمل على الحامض النووي لخلايا المخ ومن ثم التأثير على الصـــفات الوراثية والتي قد تؤدي الي الاصابة بالأمراض الخبيثة.

4-4. التأثيرات الحرارية للموجات الراديوية:

التأثير المهم لتعرض الجسم البشري للموجات الراديوية هو رفع درجة حرارة أنسجة الجسم عند فقدان هذه الموجات لطاقتها خلال الجسم وتتلاشى طاقة الموجات الداخلة كلما توغلت في داخل الجسم نتيجة لتحول الجزء الاعظم من طاقتها الى حرارة تمتص من قبل الخلايا البيولوجية للجسم الامر الذي يؤدي الى رفع درجة حرارة هذه الخلايا.

ان ارتفاع درجة حرارة الجسم الحي يعتمد على عوامل عديدة هي:

- التردد
- كثافة القدرة
- المواصفات الكهربائية للوسط الحي المعرض للإشعاع
- الفترة الزمنية للتعرض
- معدل سريان الدم في الوسط المعرض للإشعاع.

عندما تكون كثافة القدرة لهذه الاشعة عالية تكون نسبة الحرارة المضافة الى حرارة الخلايا البيولوجية عالية مما تؤدي الى حدوث خلل واضطراب في وظائفها تنتج عنه أعراض مرضية تتناسب مع شدة وكثافة القدرة لهذه الاشعة.

تختلف الموجات الراديوية في عمق نفاذها داخل الانسجة الحية اعتمادا على التردد والمواصفات الكهربائية للوسط الحي

المعرض للإشعاع، ففي الترددات الواطئة من حزمة الترددات الراديوية يمكن للأشـــعة النفاذ الى اعماق الجســم الحي ورفع درجة حرارة الانسجة الداخلية دون ان يشعر الانسان بها كون الخلايا الحســـية متركزة في الطبقة الخارجية اي الجلد مما يشـكل خطرا على صـــحة الانســان، بينما الترددات العالية لا يمكنها النفاذ لأعماق الانســـجة الحية وفقدان طاقتها في الطبقة الخارجية أي الجلد وبذلك يشـــعر بها الانســـان لغزارة الخلايا الحسية في هذه الطبقة وبذلك يمكنه تجنب مخاطرها.

دوران الدم في جســـم الانســـان يعمل على تشـــتيت الحرارة المتولدة في النسيج المعرض للإشعاع من خلال نقلها الى باقي أجزاء الجســـم أي ان الدم يقوم بتبريد منطقة التعرض، اما إذا ازدادت الحرارة المتولدة في النســـيج عن قابلية الدم لتبريد الجسم فان النتيجة تكون حرق الانسجة.

تختلف سـرعة جريان الدم من جزء الى اخر في انحاء الجسـم البشـــري حيث ان بعض الأجزاء تقل فيها الاوعية الشـــعرية الناقلة للدم وأجزاء أخرى تنعدم فيها لذلك تكون كفاءة التبريد مختلفـة من جزء الى اخر، ولـذلـك تكون الأجزاء التي يكون فيها جريان الدم ضـعيفاً أكثر عرضـة للضـرر من الجزء الاخر الذي يكون فيه جريان الدم أكبر.

5-4. التأثيرات الصحية لارتفاع درجات الحرارة:

ارتفاع درجة حرارة الجسم يؤدي الى اضطراب في أداء عمل ووظيفة الخلية الحية، وخاصـــة عندما تكون كثافة القدرة أكبر من 100 ميلي واط على الســـنتيمتر المربع، ويمكن أن تؤدي هذه الاضطرابات الى الاعراض الصحية التالية:

- اضـــطراب حالـة البروتين (denaturation of protein)
- تخثر البروتين غير القابل للرجوع (irreversible coagulation of protein)
- زيـادة النفـاذيـة لأغشـــيـة الخليـة (increased permeability of cell membranes)
- أفراز السموم (liberation of toxins)
- نقص في نشــاط الانزيمات ونســبة تغير التفاعلات الكيميـائيـة (decrease in enzyme activity and rate of change of chemical reactions)، ....الخ

ويختلف حصــول هذه الاعراض على مقدار التغيير في درجة حرارة الخلايا الحية.

ان درجة الحرارة الطبيعية للخلايا الحية في الجســم البشــري هي 37 درجة مئوية يمكن تقســيم قابلية الجســم للتعامل مع ارتفاع درجات حرارة الانســجة الحية الى اربعة مراحل وكالاتي:

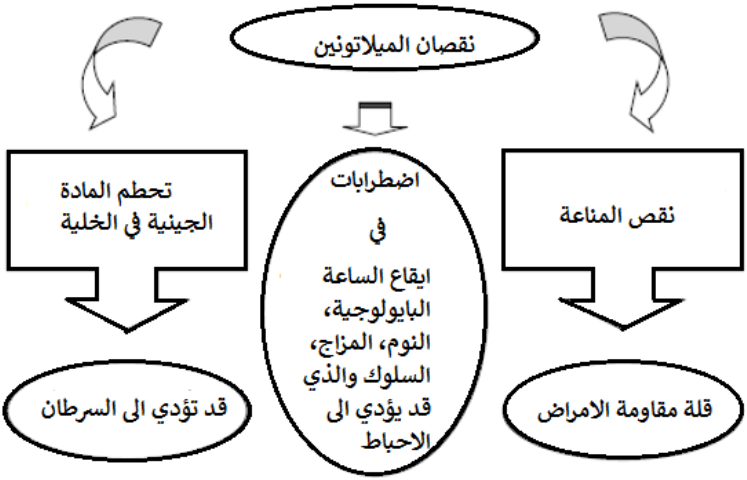
- المرحلة الأولى من 37 – 38 درجة مئوية: وفيها لا يحدث تأثير على وظائف الخلايا الحية ويتمكن الجسم من التكيف مع هذه الحالة
- المرحلة الثانية من 38 – 40 درجة مئوية: وفيها يحدث تأثير محدود على وظائف الخلايا الحية ويتمكن الجســم التكيف مع هذه الحالة ولكن لا يتطلب الاستمرار لفترات طويلة
- المرحلة الثالثة من 40 – 43 درجة مئوية: وفيها يحدث تأثير مهم على وظائف الخلايا الحية وقد يؤدي الى تلف بعض الانسجة الحساسة
- المرحلة الرابعة من 43 – 45 درجة مئوية: وفيها يحدث تلف للخلايا الحية ولذلك تســتخدم هذه المرحلة لمعالجة الخلايا الســرطانية لغرض اتلافها.

اعتمدت اغلب المعايير الدولية إمكانية حصول المرحلة الأولى حيث اعتمدت هذه المعايير الحد الأقصـــى للتغيير في درجات الحرارة للخلايا الحية الناتجة من الاشعاع درجة مئوية واحدة، حيث اعتمدت المفوضــية الدولية للوقاية من الإشــعاعات غير المؤينة (ICNIRP) ارتفاع درجة حرارة الجسم الذي يتعرض للإشعاع درجة واحدة (لغاية 38 درجة) كأساس لتحديد الحدود العليا المســموح بها للبث الكهرومغناطيســي ضــمن المدى الترددي للهاتف النقال.

6-4. العلاقة بين تعرض الجســم للاشــعة الكهرومغناطيســية وأفرازات مادة الميلاتونين (Melatonin).

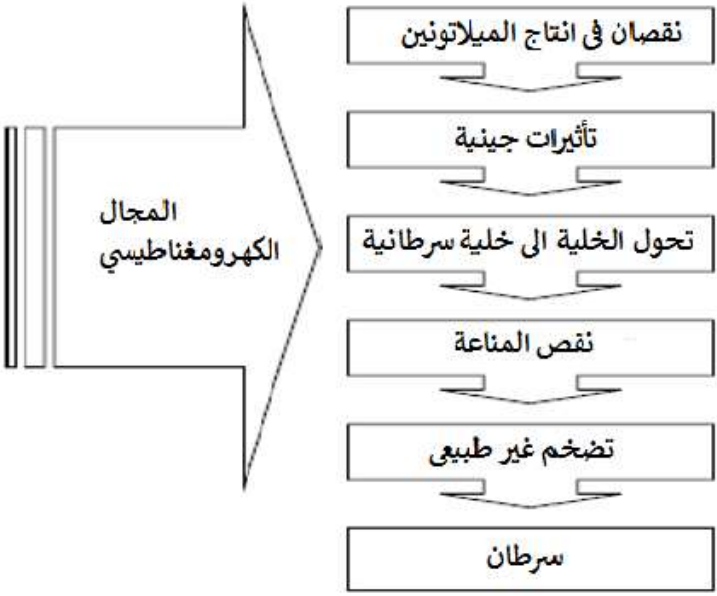
وجد عدد من الباحثين ان تعرض الجسم الى مستويات مرتفعة من الاشعة الكهرومغناطيسية وبفترات زمنية طويلة يؤدي الى تقليل إنتاج الميلاتونين، وهو هرمون تنتجه الغدة الصـنوبرية، وهي غدة صغيرة تقع في عمق مركز الدماغ، وهذا الهورمون ضــروري جدا لتنظيم العديد من الفعاليات في الجســم، وقلة أنتاج هورمون الميلاتونين يؤدي الى مجموعة من الاعراض تتمثل باضــطرابات النوم والتعب المزمن وتلف الحامض النووي (DNA) الذي يؤدي إلى أمراض القلب والامراض التناسلية والعصبية، وقد يكون أحد نتائج هذه التأثيرات أمكانية الاصابة بالسرطان.

الشكل (4-3) يمثل التأثيرات المحتملة لقلة أنتاج هورمون الميلاتونين.



الشكل (4-3): التأثيرات البايولوجية لقلة أنتاج هورمون الميلاتونين

الشـــكل (4-4) يمثل المراحل التي قد تمر بها الخلية الحية نتيجة لقلة أنتاج هورمون الميلاتونين قبل تحولها الى خلية سرطانية.

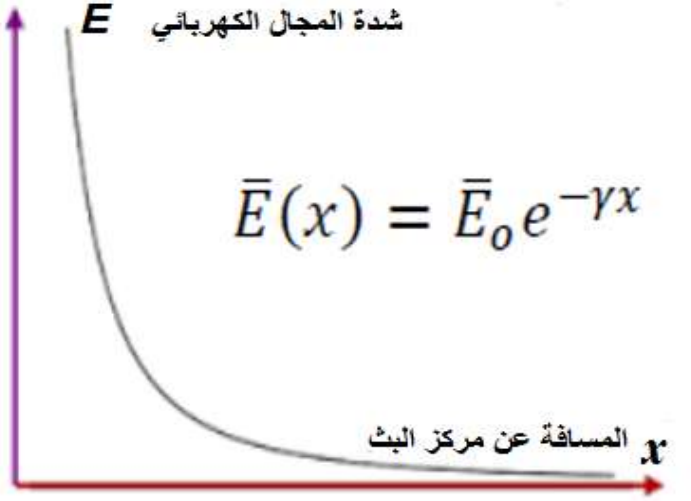


الشكل (4-4): التأثيرات التي قد تؤدي الى السرطان نتيجة التعرض للاشعاع الكهرومغناطيسي

4-7. تأثير أبراج الهاتف المحمول على الصحة العامة:

تنتشر ابراج الهواتف النقالة في كل مكان، حيث نجدها بالقرب من مناطق السكن والتسوق والمدارس والمستشفيات، وبالرغم من كون القدرة المرسلة من هذه الابراج قليلة نسبيا ولكنها تثير التساؤل عن امكانية تسببها في اضرار صحية للساكنين او العاملين بالقرب من هذه الابراج.

بشكل عام تتغير شدة المجال الكهربائي بالتناقص المتسارع (exponential) مع المسافة (الشكل 4-5) وفقا للمعادلة رقم (3-7)، وبذلك فأن الخطورة تكمن في المسافات القريبة من مركز البث (الهوائي) بالاضافة الى مقدار قدرة البث وربح الهوائي.



الشكل رقم (4-5): تغيير شدة المجال الكهربائي مع المسافة

ان طاقة الموجات الراديوية المنبعثة من هذه الابراج قد تؤدي الى تأثيرات على وظائف الخلايا الحية التي تتعرض الى هذه الموجات. أن هذا التأثير ليس من الســـهولة تحديده بدقة، حيث يعتمد على عوامل متعددة، ولذلك اعتمدت أغلب دول العالم معايير لتحديد الحدود المســـموح بها للتعرض للتقليل من تأثير هذه الاشعاعات على الصحة العامة.

تعتمد معايير الحدود المســـموح بها للتعرض على قياس كثافة القدرة (القدرة المستلمة على وحدة المساحة)، ويمكن حساب كثافة القدرة كما يلي:

على مسافة (r) من البرج تتوزع قدرة البث على كرة نصف قطرها (r) وبذلك تكون كثافة القدرة تســـاوي قدرة البث (P) مقسومة على المساحة السطحية للكرة ($4\pi r^2$):

$$S = \frac{P}{4\pi r^2}$$

في حالة اســـتخدام هوائي أتجاهي (يبث القدرة في قطاع محدد وليس في جميع الاتجاهات) ذو ربح مقداره (G) فتكون كثافة القدرة المستلمة على مسافة (r) ضمن قطاع البث للهوائي كما يلي:

$$\mathbf{S = \frac{PG}{4\pi r^2} = \frac{EIRP}{4\pi r^2}} \quad \textbf{..... (1-4)}$$

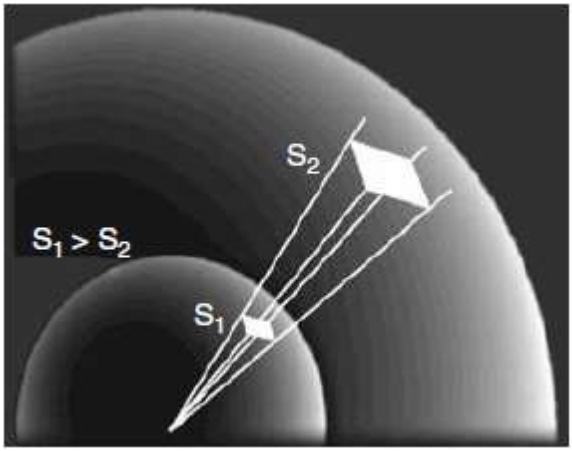
حيث أن:

P: القدرة المرسلة وتقاس بوحدات الواط

G: ربح الهوائي ويقاس بوحدات الديسبل dBi

$$G = 10^{(\text{value dBi} / 10)}$$

S: كثافة القدرة المسموح بها وهي دالة للتردد (الشكل 4-6).
EIRP: حاصل ضرب القدرة المرسلة بربح الهوائي (PG).

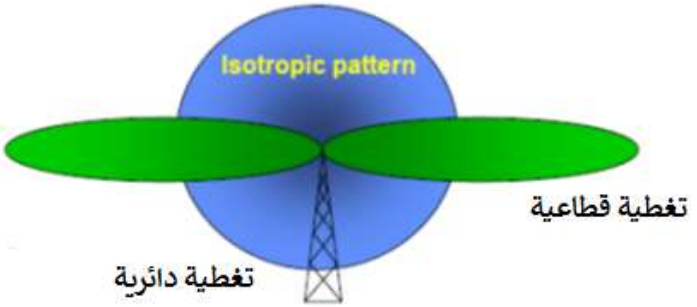


الشكل رقم (4-6): كثافة القدرة لمصدر يبث في جميع الاتجاهات

بالنظر لكون كثافة القدرة تتناسب عكسيا مع مربع المسافة عن البرج، لذلك كلما ابتعد الجسم عن البرج تكون كثافة القدرة المستلمة واطئة وبذلك يكون في منطقة الامان، وبعكسه كلما اقترب الجسم من البرج تكون كثافة القدرة المستلمة عالية وفي حالة كونها أعلى من الحدود المسموحة تكون هنالك خطورة من تأثير هذا البرج.

8-4. منطقة التأثير لأبراج الهاتف المحمول:

يعتبر مركز هوائي البث المنصـوب في أعلى البرج هو مركز دائرة التـأثير في الهوائيـات ذات التغطيـة الـدائريـة او مركز قطـاع التـأثير في الهوائيـات ذات التغطيـة القطـاعيـة كمـا في الشــكل رقم (4-7) وقد تكون التغطية الدائرية او القطاعية في كلا المستويين (الافقي والعمودي) او في أحدهما.



الشكل رقم (4-7): شكل التغطية الدائرية والقطاعية لهوائيات ابراج الاتصالات

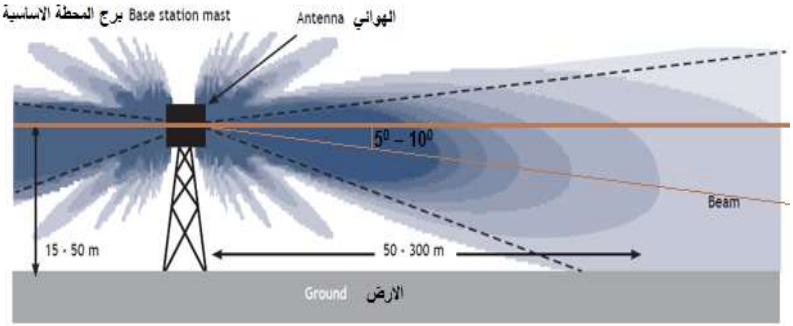
Hأن التغطية لهوائيات ابراج الاتصــالات يمكن ان تكون بأحد الشكلين التاليين:

أ. تغطيــة دائريــة في المســـتوى الافقي وقطـاعيــة في المستوى العمودي.

ب. تغطيــة قطـاعيــة في المســـتويين الافقي والعمودي (وهي الاكثر استخداما).

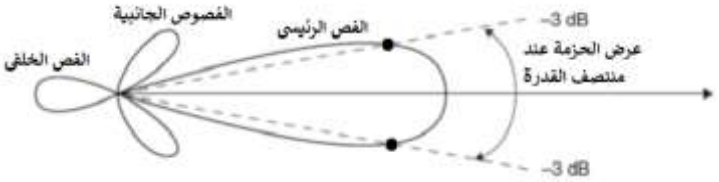
ان التغطية القطاعية في كلا المستويين هي الاكثر استخداما في هوائيات ابراج الاتصالات حيث تستخدم ثلاث هوائيات بتغطية قطاعية 120^0 لكل هوائي في المستوى الافقي للحصول على تغطية كاملة 360^0 أما في المستوى العمودي فتستخدم تغطية بزاوية ضيقة نسبيا.

يمكن أستخدام امالة بسيطة للهوائي بأتجاه الاسفل (بحدود 5^0 - 10^0) لتوجيه البث باتجاه الارض لتقليل منطقة التغطية الميتة المجاورة للبرج كون الهوائي منصوب في اعلى البرج الذي يبلغ ارتفاعه اكثر من 15 متر ولضيق زاوية البث في المستوى العمودي كما في الشكل (4-8).



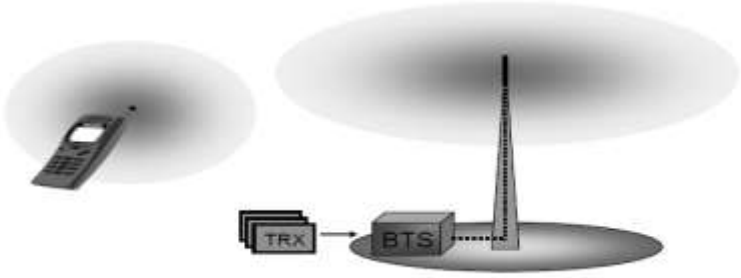
الشكل (4-8): شكل مخطط البث لهوائي مع امالة باتجاه الارض.

تتركز قدرة البث في التغطية القطاعية في مركز القطاع وتتضائل كلما ابتعدنا عن مركز القطاع وتحسب زاوية القطاع على انها الزاوية بين نقطتين على طرفي القطاع (الفص الرئيسي للبث) تصل الاشارة فيهما الى نصف قدرتها القصوى كما في الشكل رقم (4-9).



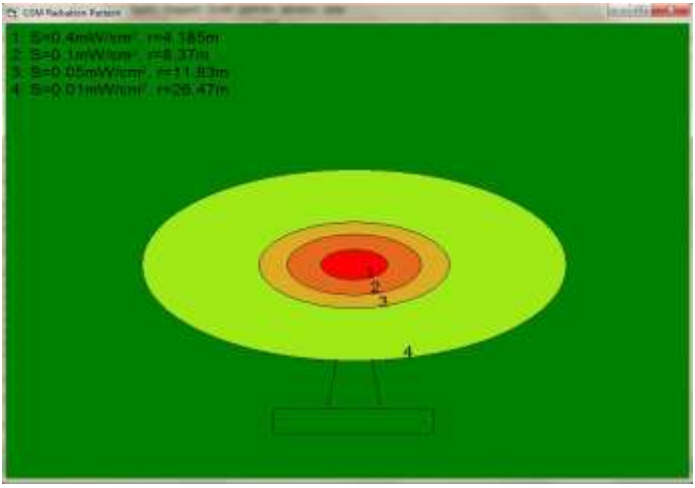
الشكل رقم (4-9): شكل توزيع القدرة في الهوائيات ذات التغطية القطاعية.

يمكن تحديد منطقة التأثير على انها المنطقة المجاورة لمركز الهوائي وباتجاه المحور القطاعي للبث لمسافة تعتمد على قدرة البث وعرض زاوية التغطية في المستويين الافقي والعمودي، الشكل رقم (4-10) يوضح شكل التغطية الكلية لهوائي ذو تغطية دائرية في المستوى الافقي وتغطية قطاعية في المستوى العمودي.



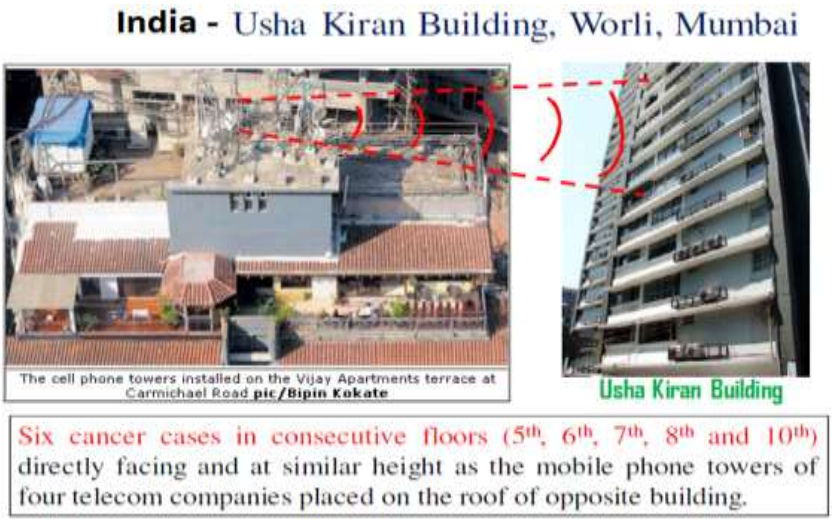
الشكل رقم (4-10): شكل التغطية الكلية لهوائي ذو تغطية دائرية في المستوى الافقي وتغطية قطاعية في المستوى العمودي.

الشكل رقم (4-11) يوضح مثالاً لشكل التغطية الكلية لهوائي ذو تغطية دائرية في المستوى الافقي وتغطية قطاعية في المستوى العمودي ومستويات الطاقة المستلمة عند المسافات المختلفة وبقدرة بث مقدارها 20 واط، حيث تشير المنطقة باللون الاحمر القريبة من مركز الهوائي الى ارتفاع كثافة القدرة (المنطقة الخطرة) والمنطقة باللون الاخضر الى انخفاضها (المنطقة الأمينة)، حيث تمثل الدوائر الاربعة المستويات المختلفة لكثافة القدرة S وبعدها عن مركز البث r .



الشكل رقم (4-11): شكل التغطية الكلية لهوائي ومستويات الطاقة المستلمة عند مسافات مختلفة.

الشكل (4-12) يمثل حالة نصب ابراج بشكل غير نظامي في مدينة مومبي في الهند بحيث كان أتجاه البث موجه نحو طوابق بناية سكنية مقابلة وكانت النتيجة 6 حالات أصابة بالسرطان في الطوابق المقابلة وهي 5، 6، 7، 8 و10.



الشكل (4-12): نصب ابراج بشكل غير نظامي

9-4. المسافة الآمنة (Safe Distance)

المسـافة الامنة هي أقل مسـافة مسـموحة للتقرب من مصـدر الاشعاع بدون خطر.
عندما تكون كثافة القدرة المسـتلمة مسـاوية للكثافة القصـوى المسموح بها تكون المسـافة الناتجة عنها مساوية الى المسـافة الامنة الصغرى (المسافة العظمى للمنطقة الخطرة) التي يمكن التقرب بها عن مصـــدر البث بدون مخاطر، وبذلك يمكن حساب المسافة الامنة الصغرى بالاستفادة من المعادلة (2-1) للحصول على المعادلة التالية:

$$\text{Safe distance} = r_s = \sqrt{PG/(4\pi S)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2\text{-}4)$$

أن المســتويات المرجعية يشــار اليها بدلالة كثافة القدرة في الحزم الترددية العالية وبدلالة شـدة المجال الكهربائي والمجال المغناطيســي في الحزم الترددية الواطئة. المعادلة التالية تبين العلاقة بين هاتين الصيغتين:

$$S = E^2 / \eta_0 = \eta_0 H^2 = EH \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3\text{-}4)$$

حيث ان:

E : شدة المجال الكهربائي.
H : شدة المجال المغناطيسي.
η_0 : المقاومة الملازمة للفضاء = 377 أوم.

4-10. تأثير استخدام الهاتف المحمول على الصحة العامة:

من المؤكد أننا لا يمكننا اليوم الاستغناء عن الهواتف المحمولة حيث أنها أصبحت جزءً من حياتنا حيث أن الخصوصية من امتلاك كل شخص لهاتف خاص به وحده ساعدت على انتشاره بشكل كبير كما أنه يعتبر وسيلة سريعة للتواصل مع الآخرين، حيث لا تجد محلاً أو مكتباً أو شركة أو منزلاً يخلو من الهواتف المحمولة، ولكن مع هذا التطور التكنولوجي يجب أن لا ننسى أن العامل الأهم والأجدر بالمحافظة عليه هو الصحة، ولذلك لا بد من أن نلفت الانتباه إلى ألاضرار المصاحبة من الاستخدام المفرط للهاتف المحمول والأمراض التي يتسبب في حدوثها، حيث أظهرت بعض الدراسات وجود صلة بين استخدام الهاتف المحمول وآثاره السلبية على الذاكرة لدى الشباب بالاضافة الى اعراض مرضية اخرى.

إذ جمع الباحثون بيانات أكثر من 700 مراهق من سويسرا تتراوح أعمارهم بين 12 و 17 سنة، على مدى عام، لفهم علاقة استخدام الهواتف المحمولة بالصحة النفسية والجسدية، وبرهنت نتائج الدراسة على وجود تأثير كبير للإشعاعات على النصف الأيمن من الدماغ، حيث توجد الذاكرة التصويرية، بين المراهقين الذين يضعون الهاتف على أذنهم اليمنى عند إجراء المكالمات.

تدعو منظمة الصحة العالمية على إجراء المزيد من البحوث على فئة الشباب، وهي تجري – حالياً – تقييماً للأثر الصحي لاستخدام الهاتف المحمول.

4-10-1. أضرار الاستخدام المفرط للهاتف النقال:

توجد مؤشرات لوجود الاضرار التالية من الاستخدام المفرط للهاتف النقال:

1. يقلل القدرة على التركيز: لقد كشفت بعض الدراسات أن مقدار نظر الشخص إلى تليفونه المحمول لمراقبة التطبيقات والأخبار والصور والرسائل الخاصة يأخذ الكثير من فكره وتركيزه ويشتته ولذلك إن معظم الدول تحظر المكالمات الهاتفية عند قيادة المركبات وعليه يجب الحرص على عدم استخدام الهاتف إلا للضرورة القصوى خصوصا عندما تكون خارج المنزل.
2. مشاكل في العين والنظر: بجانب قرب الشاشة وصغر المسافة الموجودة بين شاشة الموبايل وعينيك فإن تحديقك ونظرك إلى الموبايل يتسبب في عدة مشاكل للعين مثل الجفاف والصداع والإجهاد وعدم وضوح الرؤية ولغرض الحفاظ على سلامة عينيك عليك أن تبقي مسافة لا تقل عن 16 بوصة (بحدود 40 سم) بين عينيك وبين الشاشة، مع اختيار خط أكبر للكتابة في الموبايل كما يجب أن تأخذ وقت راحة 20 ثانية على الأقل من وقت لآخر عند استمرارك في قراءة شيئ على الموبايل لوقت طويل.
3. زيادة الإجهاد: يجب أن تعلم أنك بمجرد شراء الموبايل أنك أصبحت متاحا لخدمة هاتفك لمدة 24 ساعة باليوم، وبالتالي لن يكون لديك وقت للاسترخاء

ولقد أظهرت دراسة بجامعة ووستر أن هذا الضغط المستمر يمكن أن تجعل الناس يعتقدون بالخطأ أن هواتفهم عليها رسالة جديدة أو اتصال جديد لتردد النغمة في أذهانهم، ولذلك فإن إغلاق الموبايل ساعة واحدة يوميا على الأقل يقلل من حجم إجهادك وتوترك ويساعدك على الاسترخاء.

4. خطر على الجنين: أثبتت بعض الدراسات أن الهاتف المحمول له آثار سلبية على الأجنة فالاستخدام المتكرر للأم الحامل له يقلل من معدل نمو مخ الجنين ويؤدي إلى قلة النشاط.
5. اضطرابات عصبية: إن الإشعاعات الضارة المنبعثة من الهاتف المحمول تدمر الحامض النووي DNA وتلف ال DNA بخلايا المخ يؤدي إلى حدوث خلل في الوظائف العصبية مما يؤدي إلى الاضطرابات العصبية، حيث أن هذه الأشعة تعمل على تقليل مستوى الميلاتونين Melatonin، كما أن الأشعة الكهرومغناطيسية الضارة المنبعثة من الهاتف المحمول تؤدي إلى اضطرابات في النوم ومن ثم حدوث بعض الاضطرابات العصبية مثل الشلل الرعاش وألزهايمر.
6. خطر الإصابة بأمراض القلب: في بحث نشر بمجلة علم الأورام الأوروبية Journal of Oncology اتضح أن الإشعاعات المنبعثة من الهواتف اللاسلكية بما فيها الهاتف المحمول تؤثر على عمل عضلة القلب

حيث أنها تؤثر على كرات الدم الحمراء الحاملة للهيموكلوبين وبالتالي تزيد من خطر الإصابة بأمراض القلب ولذلك يتطلب وضع الهاتف المحمول بعيدا عن جهة القلب.

7. يؤثر على الخصوبة: إن الأشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة من الهواتف المحمولة والحرارة أيضا قد تقتل الحيوانات المنوية وتؤثر عليها وقد وجد أن الكثير من مستخدمي تلك الهواتف لديهم نقص في عدد الحيوانات المنوية وهذا يرجع إلى أن الحيوانات المنوية تعيش في درجة حرارة أربعة أقل من درجة حرارة باقي اجزاء الجسم ولذلك فإن استخدام الموبايل يؤثر بشكل كبير على الخصوبة، وقد أشارت دراسة إلى أن وضع المحمول بشكل مستمر في جيب البنطلون يؤدي إلى انخفاض تعداد الحيوانات المنوية بنسبة 30%.
8. ضعف السمع: إن الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الموبايل تؤثر على الأذن الداخلية وقد وجد أن الكثير من الذين يستخدمون الموبايل لمدة طويلة خصوصا من سن 18 - 25 سنة يعانون من ضعف في السمع ولذلك ينصح بعدم استخدام الموبايل والتحدث فيه لوقت طويل يوميا لأن هذا من شأنه أن يضعف السمع.
9. سرطان المخ: إن الإشعاع المنبعث من الهاتف المحمول من شأنه أن يدمر خلايا المخ على المدى الطويل وتشجع الإصابة بمرض الزهايمر (الخرف)

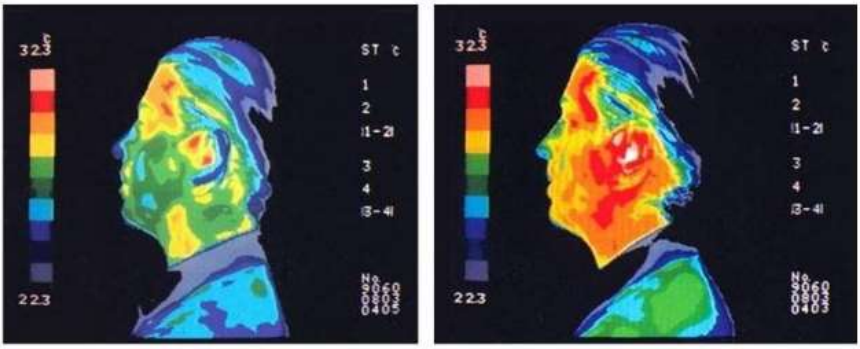
، حيث أن الموجات الكهرومغناطيسية والحرارة المنبعثة من الهاتف المحمول تؤدي إلى تلف خلايا المخ وقد تم تصنيف تلك الموجات عالميا على أنها أحد مسببات الإصابة بالسرطان .

10. لوكيميا الاطفال: يكون الأطفال أكثر عرضة للخطر لأن أجسامهم وأنظمتهم العصبية لا تزال فى مراحل التطور، وبالرغم من محدودية الابحاث التي أجريت حتى الآن والتي تدعم وتؤكد وجود صلة بين استخدام الهواتف المحمولة وسرطانات الأطفال مثل اللوكيميا، ولكن يؤكد السير وليام ستيورت عضو المجلس الوطني للوقاية من الإشعاع أنه ينبغي عدم استخدام الأطفال دون سن الثانية الهواتف المحمولة على الإطلاق.

هذا هو الوجه الآخر للتكنولوجيا ..... فصحتك أمانة حافظ عليها....

4-10-2. معدل الامتصاص النوعي (SAR) للهاتف النقال

إن معظم التأثير الحراري الناتج من استخدام الهاتف النقال سوف يحدث على منطقة الرأس وخاصة الوجه مما يسبب ارتفاع درجة حرارته والذي يؤدي الى اعراض مرضية، وهذا الارتفاع في الحرارة قد يكون اعلى من الارتفاع الناتج عن التعرض لأشعة الشمس، كما مبين في الشكل (4-13)، حيث نجد الفرق واضحاً بين درجة حرارة الوجه قبل الاستخدام وبعد 15 دقيقة من استخدام الهاتف النقال.



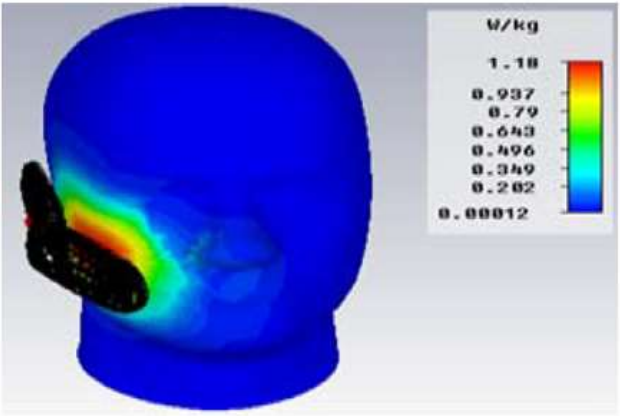
بعد 15 دقيقة من استخدام الهاتف النقال

قبل استخدام الهاتف النقال

الشكل (4-13): الفرق بين درجة حرارة الوجه قبل الاستخدام وبعد 15 دقيقة من استخدام الهاتف النقال

ان منطقة الاذن والوجه هي الاكثر عرضـــة لارتفاع درجة الحرارة كونها الاقرب الى مصـــدر بث الموجات الكهرومغناطيســـية وهو الهاتف النقال، لذلك يتطلب ابعاد الهاتف عن الاذن والوجه قدر الامكان، حيث اثبتت الدراسات بأن ابعاد الهاتف المحمول بما لا يقل عن 5 ســـم عن الاذن والوجة يؤدي الى تقليل تأثيرة بنسبة جيدة.

الشكل (4-14) يمثل محاكاة لتوزيع معدل الامتصاص النوعي (SAR) عند 900 ميكاهيرتز باستخدام هاتف نقال يبث قدرة 300 ميلي واط، حيث نجد بأن أعلى قيمة لمعدل الامتصاص النوعي هي 1.18 واط/كغم وهذه هي أقل من المحددات العالمية المسموحة سواء كانت ICNIRP (2 W/kg) أو FCC (1.6/kg) أذا كان الاستخدام مقاسة خلال فترة زمنية بمعدل 6 دقائق من التعرض.

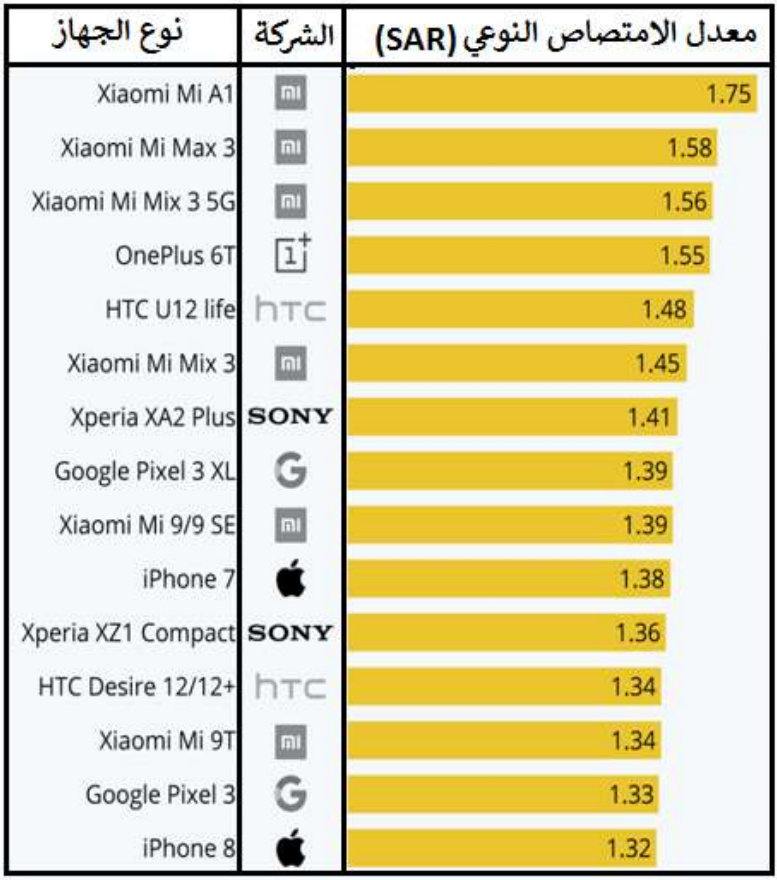


الشكل (4-14): توزيع معدل الامتصاص النوعي (SAR) عند 900 ميكاهيرتز

أما أذا كانت فترة الاستخدام تزيد عن 6 دقائق فهنا تبدأ مرحلة الخطر.

أن قدرة البث 300 ميلي واط تعتبر متوسطة القدرة وتجدها في اجهزة الهاتف ذات الكفاءة العالية ومن المناشئ الرصينة،

أما أجهزة الهاتف غير الكفوءة ذات المناشئ غير الرصينة فقد تكون قدرة الارسال لها عالية وبذلك تكون مصدراً للخطر.
لذلك تقوم الشركات الرصينة بنشر بيانات معدل الامتصاص النوعي الخاصة بمنتوجاتها من الهواتف المحمولة، حيث كلما كانت قيمة معدل الامتصاص النوعي للجهاز واطئة يكون هذا الجهاز أقل خطورة.
الجدول (4-1) يمثل قيمة معدل الامتصاص النوعي لبعض أجهزة الهواتف الذكية (Smart Phone).



الجدول (4-1): قيمة معدل الامتصاص النوعي لبعض أجهزة الهواتف الذكية (Smart Phone).

تسعى أغلب البلدان الى متابعة تطبيق التعليمات والضوابط الخاصة بمعدل الامتصاص النوعي للاجهزة المنتجة في بلدانها او المستوردة من الخارج حفاظا على صحة شعوبها.

الفصل الخامس

المعايير العالمية للتعرض للاشعاعات الكهرومغناطيسية (معايير الوقاية)

Exposure Guidelines of Electromagnetic Radiations

1-5 المقدمة

الجدلية في موضوع تأثير ابراج الهواتف النقالة على الصحة العامة أدت الى تباين في التعليمات والضوابط التي اصدرتها بعض الدول والمؤسسات التشريعية الوطنية والدولية من ناحية الحد الاعلى المسموح به للتعرض للإشعاعات غير المؤينة الصادرة من ابراج اتصالات الهواتف النقالة.

ولغرض تبيان الاختلاف عالميا بصدد هذه المعايير سيتم التطرق الى المعايير المعتمدة من قبل ثلاثة مؤسسات تشريعية مهمة على المستوى العالمي وهي:

أ. ضوابط المفوضية الدولية للوقاية من الأشعاعات غير المؤينة (ICNIRP)

ب. ضوابط المفو ضية الفيدرالية الأمريكية للإتصالات (FCC)

ت. ضوابط جمعية مهندسي الكهرباء والالكترونيك (IEEE)

ث. ضوابط الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)

بـالاضـــافة الى قيم المحـددات المعتمـدة للتعرض للاشـــعـة الكهرومغناطيسية لعدد من الدول عند التردد 900 ميكاهيرتز.

2-5 ضــوابط المفوضــية الدولية للوقاية من الأشــعاعات غير المؤينة (ICNIRP)

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

أصدرت المفوضية الدولية للوقاية من الاشعاعات غير المؤينة تعليمات وضـوابط عامة يمكن الاسـترشـاد بها والتي تتضـمن الحدود العليا المســموح بها للتعرض من الاشــعاعات غير المؤينة والتي اعتمدت من قبل أغلب المؤسـسـات التشـريعية وخاصة في الدول الصناعية.

اعتمدت المفوضـية الدولية للوقاية من الإشـعاعات غير المؤينة ارتفاع درجة حرارة الجسـم الذي يتعرض للإشـعاع كأسـاس لتحديد الحدود العليا المســموح بها للبث الكهرومغناطيســي، وحددت بان يكون الحد الاعلى لارتفاع درجة الحرارة درجة مئوية واحدة والتي تعادل معدل امتصاص نوعي لكامل الجسم 0.4 واط / كغم لأغراض التعرض المهني (المهنـدسـين والفنيين العـاملين على ابراج الهواتف النقـالـة)، ولأغراض عامة الناس حددت بان يكون هنالك معامل ضــمان مقداره (5)، اي ان الحدود العليا خمس مرات أوطأ من تلك للتعرض المهني، وبذلك يكون معدل امتصــاص نوعي لكامل الجســم 0.08 واط / كغم، وفق الجدول رقم (5-1).

جدول رقم (5-1) معدل الامتصاص النوعي المعتمد من قبل (ICNIRP)

نوع التعرض	حدود معدل الامتصاص النوعي (SAR) المعتمد من قبل (ICNIRP) SAR Limits Recommended by ICNIRP	
التعرض المهني Occupational Exposure	تعرض كامل الجسم Whole - body	< 0.4 W/kg
	تعرض جزئي Partial - body	≤ 10 W/kg
الجمهور General Exposure	تعرض كامل الجسم Whole - body	< 0.08 W/kg
	تعرض جزئي Partial - body	≤ 2 W/kg

أما بدلالة كثافة القدرة فقد حددت المفوضية الدولية للوقاية من الإشعاعات غير المؤينة الحدود العليا لأغراض التعرض المهني (للعاملين) حسب الجدول رقم (5-2).

جدول (5-2): جدول المستويات المرجعية لحدود التعرض المهني (للعاملين) وحسب تعليمات المفوضية الدولية للوقاية من الإشعاعات غير المؤينة (ICNIRP)

المدى الترددي Frequency Range	كثافة القدرة Power Density (W/m^2)	كثافة القدرة Power Density (mW/cm^2)
400 – 10 ميكاهيرتز	10	1
2000 – 400 ميكاهيرتز	التردد بالميكاهيرتز / 40 f (MHZ) / 40	التردد بالميكاهيرتز / 400 f (MHZ) / 400
300 – 2 كيكاهيرتز	50	5

مقاسة خلال فترة زمنية بمعدل 30 دقيقة من التعرض.

عند التردد 900 ميكاهيرتز (التردد الخاص بالجيل الثاني للهاتف النقال) تحسب كثافة القدرة كما يلي:

كثافة القدرة = التردد بالميكا هيرتز / 40 واط / متر مربع

= 900 / 40 = 22.5 واط / متر مربع

= 2.25 ميلي واط / سنتيمتر مربع.

كذلك حددت المفوضية الدولية للوقاية من الإشعاعات غير المؤينة الحدود العليا لأغراض التعرض للجمهور (عامة الناس)، حسب الجدول رقم (5-3).

جدول (5-3): جدول المستويات المرجعية لحدود التعرض للجمهور وحسب تعليمات المفوضية الدولية للوقاية من الأشعاعات غير المؤينة (ICNIRP)

المدى الترددي Frequency Range	كثافة القدرة Power Density (W/m^2)	كثافة القدرة Power Density (mW/cm^2)
10 – 400 ميكاهيرتز	2	0.2
400 – 2000 ميكاهيرتز	التردد بالميكاهيرتز / 200 f (MHZ) / 200	التردد بالميكاهيرتز / 2000 f (MHZ) / 2000
2 – 300 كيكاهيرتز	10	1

مقاسة خلال فترة زمنية بمعدل 30 دقيقة من التعرض.

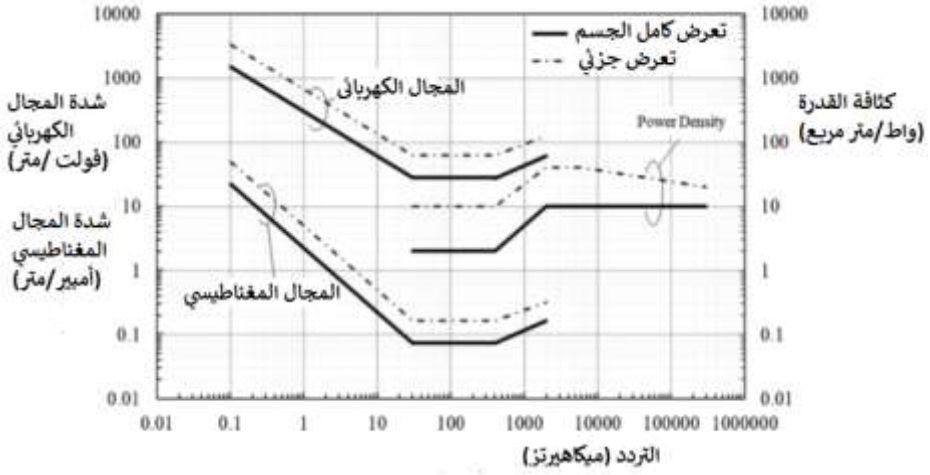
عند التردد 900 ميكاهيرتز (التردد الخاص بالجيل الثاني للهاتف النقال) تحسب كثافة القدرة كما يلي:

كثافة القدرة = التردد بالميكا هيرتز / 200 واط / متر مربع

= 900 / 200 = 4.5 واط / متر مربع

= 0.45 ميلي واط / سنتيمتر مربع.

شكل (5-1) يمثل منحنيات المستويات المرجعية لحدود التعرض للمجال الكهربائي للعاملين والجمهور وحسب تعليمات المفوضية الدولية للوقاية من الأشعاعات غير المؤينة (ICNIRP)



شكل (5-1): منحنيات المستويات المرجعية لحدود التعرض للمجالات الكهربائية والمغناطيسية وكثافة القدرة المسموحة للجمهور وحسب تعليمات المفوضية الدولية للوقاية من الأشعاعات غير المؤينة (ICNIRP)

علما بأن العلاقة بين المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي تعطى بالمعادلة التالية:

$$W = E^2 / \eta = \eta H^2$$

حيث أن:

W: قدرة البث

E: شدة المجال الكهربائي

H: شدة المجال المغناطيسي

η: مقاومة او ممانعة الوسط

3-5 ضوابط المفوضية الفيدرالية للإتصالات (FCC)

Federal Communication Commission

أصدرت المفوضية الفيدرالية للإتصالات تعليمات وضوابط والتي تتضمن الحدود العليا المسموح بها للتعرض من الاشعاعات غير المؤينة والتي يعمل بها في الولايات المتحدة الامريكية.

اعتمدت المفوضية الفيدرالية للإتصالات على نفس الفرضيات التي اعتمدتها المفوضية الدولية للوقاية من الإشعاعات غير المؤينة في ارتفاع درجة حرارة الجسم الذي يتعرض للإشعاع كأساس لتحديد الحدود العليا المسموح بها للبث الكهرومغناطيسي.

جدول رقم (5-4): معدل الامتصاص النوعي المعتمد من قبل (FCC)

نوع التعرض	حدود معدل الامتصاص النوعي (SAR) المعتمد من قبل (FCC) SAR Limits Recommended by FCC	
التعرض المهني Occupational Exposure	تعرض كامل الجسم Whole - body	< 0.4 W/kg
	تعرض جزئي Partial - body	≤ 8 W/kg
الجمهور General Exposure	تعرض كامل الجسم Whole - body	< 0.08 W/kg
	تعرض جزئي Partial - body	≤ 1.6 W/kg

أما بدلالة كثافة القدرة فقد حددت المفوضية الفيدرالية للإتصالات الحدود العليا لأغراض التعرض المهني حسب الجدول رقم (5-5).

جدول (5-5): جدول المستويات المرجعية لحدود التعرض المهني (للعاملين) وحسب تعليمات المفوضية الفيدرالية للإتصالات (FCC)

المدى الترددي Frequency Range	كثافة القدرة Power Density (W/m^2)	كثافة القدرة Power Density (mW/cm^2)
30 – 300 ميكاهيرتز	10	1
300 – 1500 ميكاهيرتز	التردد بالميكاهيرتز / 30 f (MHZ) / 30	التردد بالميكاهيرتز / 300 f (MHZ) / 300
1.5 – 100 كيكاهيرتز	50	5

مقاسة خلال فترة زمنية بمعدل 6 دقائق من التعرض.

عند التردد 900 ميكاهيرتز تحســـب كثافة القدرة كما يلي:

كثافة القدرة = التردد بالميكا هيرتز / 30 واط / متر مربع

= 900 / 30 = 30 واط / متر مربع

= 3 ميلي واط / سنتيمتر مربع.

كذلك حددت المفو ضــية الفيدرالية للإتصـــالات الحدود العليا لأغراض التعرض للجمهور (عامة الناس)، حســـب الجدول رقم (5-6).

جدول (5-6): جدول المستويات المرجعية لحدود التعرض للجمهور وحسب تعليمات المفو ضية الفيدرالي للإتصالات (FCC)

كثافة القدرة Power Density (mW/cm^2)	كثافة القدرة Power Density (W/m^2)	المدى الترددي Frequency Range
0.2	2	30 – 300 ميكاهيرتز
التردد بالميكاهيرتز / 1500 f (MHZ) / 1500	التردد بالميكاهيرتز / 150 f (MHZ) / 150	300 – 1500 ميكاهيرتز
1	10	1.5 – 100 كيكاهيرتز

مقاسة خلال فترة زمنية بمعدل 30 دقيقة من التعرض.

. عند التردد 900 ميكاهيرتز تحسب كثافة القدرة كما يلي:
كثافة القدرة = التردد بالميكا هيرتز / 150 واط / متر مربع
= 900 / 150 = 6 واط / متر مربع
= 0.6 ميلي واط / سنتيمتر مربع

4-5 جمعية مهندسي الكهرباء والالكترونيك (IEEE)

أصـــدرت جمعية مهندســـي الكهرباء والالكترونيك تعليمات وضـوابط والتي تتضـمن الحدود العليا المسـموح بها للتعرض من الاشـــعاعات غير المؤينـة والتي يعمل بهـا في الولايـات المتحـدة الامريكيـة. اعتمـدت جمعيـة مهنـدســـي الكهربـاء والالكترونيك على نفس الفرضـيات التي اعتمدتها المفوضـية الدولية للوقاية من الإشـــعاعات غير المؤينة في ارتفاع درجة حرارة الجسـم الذي يتعرض للإشـعاع كأسـاس لتحديد الحدود العليا المسموح بها للبث الكهرومغناطيسي.

جدول رقم (5-7): معدل الامتصاص النوعي المعتمد من قبل (IEEE)

نوع التعرض		حدود معدل الامتصاص النوعي (SAR) المعتمد من قبل (IEEE) SAR Limits Recommended by IEEE
التعرض المهني Occupational Exposure	تعرض كامل الجسم Whole - body	< 0.4 W/kg
	تعرض جزئي Partial - body	≤ 10 W/kg
الجمهور General Exposure	تعرض كامل الجسم Whole - body	< 0.08 W/kg
	تعرض جزئي Partial - body	≤ 2 W/kg

أما بدلالة كثافة القدرة فقد حددت جمعية مهندسي الكهرباء والالكترونيك الحدود العليا لأغراض التعرض المهني حسب الجدول رقم (5-8).

جدول (5-8): جدول المستويات المرجعية لحدود التعرض المهني (للعاملين) وحسب تعليمات جمعية مهندسي الكهرباء والالكترونيك (IEEE)

كثافة القدرة Power Density (mW/cm^2)	كثافة القدرة Power Density (W/m^2)	المدى الترددي Frequency Range
1	10	100 – 400 ميكاهيرتز
التردد بالميكاهيرتز / 400 f (MHZ) / 400	التردد بالميكاهيرتز / 40 f (MHZ) / 40	400 – 2000 ميكاهيرتز
5	50	2 – 300 كيكاهيرتز

مقاسة خلال فترة زمنية بمعدل 30 دقيقة من التعرض.

عند التردد 900 ميكاهيرتز تحسب كثافة القدرة كما يلي:

كثافة القدرة = التردد بالميكا هيرتز / 40

واط / متر مربع

$$= 900 / 40 = 22.5$$

واط / متر مربع

= 2.25 ميلي واط / سنتيمتر مربع.

كذلك حددت جمعية المهندســين والكهربائيين والالكترونيين الحـدود العليـا لأغراض التعرض للجمهور (عـامـة النـاس)، حسب الجدول رقم (5-9).

جدول (5-9): جدول المستويات المرجعية لحدود التعرض للجمهور وحسب تعليمات جمعية المهندسين والكهربائيين والالكترونيين (IEEE)

كثافة القدرة Power Density (mW/cm^2)	كثافة القدرة Power Density (W/m^2)	المدى الترددي Frequency Range
0.2	2	30 – 300 ميكاهيرتز
التردد بالميكاهيرتز / 2000 f (MHZ) / 2000	التردد بالميكاهيرتز / 200 f (MHZ) / 200	300 – 1500 ميكاهيرتز
1	10	1.5 – 100 كيكاهيرتز

مقاسة خلال فترة زمنية بمعدل 30 دقيقة من التعرض.

عند التردد 900 ميكاهيرتز تحســـب كثافة القدرة كما يلي:
كثافة القدرة = التردد بالميكا هيرتز / 150 واط / متر مربع
= 900 / 200 = 4.5 واط / متر مربع

= 0.45 ميلي واط / سنتيمتر مربع.

5-5 ضوابط الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)

International Telecommunications Union

أصـــدر الاتحاد الدولي للاتصـــالات تعليمات وضـــوابط عامة يمكن الاسترشاد بها والتي تتضمن الحدود العليا المسموح بها للتعرض من الاشـــعاعات غير المؤينة والتي اعتمدت من قبل بعض الدول التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات.

اعتمد الاتحاد الدولي للاتصـالات على نفس الفرضـيات التي اعتمدتها المفوضية الدولية للوقاية من الإشعاعات غير المؤينة في ارتفاع درجة حرارة الجسم الذي يتعرض للإشـعاع درجة مئوية واحدة كأســاس لتحديد الحدود العليا المســموح بها للبث الكهرومغناطيســـي، وحددت بان يكون الحد الاعلى لارتفاع درجة الحرارة درجة مئوية واحدة.

حدد الاتحاد الدولي للاتصـــالات اربعة معادلات لحســـاب المســـافة الأمنة عن هوائي البث ضـــمن اربعة مديات ترددية مختلفة لأغراض حدود التعرض المهني وحســـب الجدول رقم (5-10).

العلاقة بين المسـافة الامنة (r) وحدود التعرض المسـموح بها (S) هي كما يأتي:

$$\mathbf{r} = \sqrt{PG / 4\pi S} = \sqrt{EIRP / 4\pi S}$$

جدول (5-10): معادلات حساب المسافة الدنيا من هوائي الارسال حسب حدود التعرض للعاملين (Occupational exposure)

المدى التردد الراديوي Radio frequency range	معادلات حساب المسافة الدنيا من هوائي الارسال حسب حدود التعرض للعاملين (Occupational exposure)
10-1 ميكاهيرتز	$r = 0.0144 \times f \times \sqrt{eirp}$
400-10 ميكاهيرتز	$r = 0.143\sqrt{eirp}$
2000-400 ميكاهيرتز	$r = 2.92\sqrt{eirp / f}$
300-2 كيكاهيرتز	$r = 0.0638\sqrt{eirp}$

r: المسافة الدنيا من هوائي البث بالمتر

f: التردد بالميكاهيرتز

***PxG = eirp* : قدرة البث في إتجاه الربح الاقصى للهوائي بالواط.**

كذلك حدد الاتحاد الدولي للاتصالات اربعة معادلات لحساب المسافة الامنة عن هوائي البث ضمن اربعة مديات ترددية مختلفة لأغراض حدود التعرض للجمهور وحسب الجدول رقم (5-11).

جدول (5-11): معادلات حساب المسافة الدنيا من هوائي الارسال حسب حدود التعرض للجمهور (General public exposure)

المدى التردد الراديوي Radio frequency range	معادلات حساب المسافة الدنيا من هوائي الارسال حسب حدود التعرض للعاملين (General public exposure)
10-1 ميكاهيرتز	$r = 0.10\sqrt{eirp \times f}$
400-10 ميكاهيرتز	$r = 0.319\sqrt{eirp}$
2000-400 ميكاهيرتز	$r = 6.38\sqrt{eirp / f}$
300-2 كيكاهيرتز	$r = 0.143\sqrt{eirp}$

***r*: المسافة الدنيا من هوائي البث بالمتر**

***f*: التردد بالميكاهيرتز**

***PxG = eirp* : قدرة البث في إتجاه الربح الاقصى للهوائي بالواط.**

6-5 الحدود العليا لكثافة القدرة المسموحة للتعرض في مؤسسات وهيئات دولية عند التردد 900 ميكاهيرتز

بالرغم من وجود تباين في الحدود العليا لكثافة القدرة المسموحة للتعرض للاشعة الكهرومغناطيسية بين المؤسسات التشريعية العالمية ولكن هذا التباين طفيفاً لكون الاساس المعتمد في أستنباط هذه التشريعات هو واحد والذي يعتمد على التأثيرات الحرارية فقط وأهمال التأثيرات غير الحرارية، من خلال الفرضية التي تعتمد على السماح بتغيير درجة حراراة من 37^0C الى 38^0C. الجدول (5-12) يمثل الحدود العليا لكثافة القدرة المسموحة للتعرض في مؤسسات وهيئات دولية مختلفة عند التردد 900 ميكاهيرتز.

جدول (5-12): الحدود العليا لكثافة القدرة المسموحة للتعرض في مؤسسات وهيئات دولية مختلفة عند التردد عند التردد 900 ميكاهيرتز

الدولة / الهيئة	الحدود العليا لكثافة القدرة المسموحة للتعرض mW / cm^2
FCC المفو ضية الفيدرالية الأمريكية للإتصالات	0.6
ICNIRP المفوضية الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين	0.45
WHO منظمة الصحة العالمية	0.45
NCRP الجمعية الوطنية للقياس والحماية من الإشعاع	0.57
IEEE جمعية مهندسي الكهرباء والإلكترونيات	0.45
ANSI المعهد القومي الأمريكي للقياس	0.57
ETSI المعهد الاوربي للاتصالات والقياس *	0.46

* مؤخرا حدث تطور في نظرة أو رأي بعض اعضـــاء دول الاتحاد الاوربي مثل بلجيكا، ايطاليا، ســـلوفينيا وســـويزلاند باعتماد ضـوابط اكثر تشـددا من الاتحاد الاوربي (الذي يعتمد تعليمات المفوضـية الدولية للحماية من الإشـعاع غيرالمؤين) من حيث الحدود العليا المسموحة للتعرض.

7-5 المســـافة الآمنـة (Safe Distance) بـأعتمـاد معـايير المؤسسات التشريعية

يتم حسـاب المسـافة الآمنة بين اقرب نقطة يسـمح فيها لتواجد الاشـخاص عن هوائيات محطات البث اللاسـلكي عن طريق المعادلة الرياضية التالية:

Safe distance (m) = r_s = $\sqrt{PG/(4\pi S)}$

مثال:

عند اعتماد المستويات المرجعية لكثافة القدرة المسموح بها والتي حددتها المفوضية الدولية للوقاية من الإشعاعات غير المؤينة والتي تساوي 4.5 واط / المتر المربع وعلى فرض ان القدرة المرسلة تساوي 10 واط وربح الهوائي 16.4 ديسبل فأن المسافة الآمنة يمكن حسابها كالاتي:

Safe distance = $r_s = \sqrt{PG/(4\pi S)}$

$S = 4.5\ W / m^2$

$P = 10\ W$

$G = 16.4\ dB = 43.65$

Safe distance = $r_s = \sqrt{PG/(4\pi S)}$

$r_s = [(10x43.65) / (4\pi x4.5)]^{1/2} = 2.78\ m$

الجدول (5-13) يمثل معادلات حساب المسافة الآمنة لثلاث مؤسسات تشريعية هي (ICNIRP)، (FCC)، و(ITU) عند التردد 900 ميكاهيرتز وربح هوائي (G = 16.4 dB = 43.65) وبقدرة ارسال (P=10W).

الجدول (5-13): معادلات حساب المسافة الآمنة لثلاث مؤسسات شريعية

المؤسسة	معادلة حساب المسافة الأمنة (r) m	معادلة حساب حدود كثافة القدرة (S) mW/cm^2	S mW/cm2	r m
المفوضية الدولية للوقاية من الأشعاعات غير المؤينة (ICNIRP)	$r = \sqrt{PG / 4\pi S}$	f / 2000	0.45	2.78
المفو ضية الفيدرالية الأمريكية للإتصالات (FCC)	$r = \sqrt{PG / 4\pi S}$	f / 1500	0.6	2.4
الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)	$r = 6.38\sqrt{eirp / f}$	-	0.176	4.44

8-5 تضارب المصالح وفقدان الحماية

منذ خمسينات القرن الماضي، كان هناك جدل مستمر بشأن وجود مخاطر صحية من التعرض للاشعاع الكهرومغناطيسي. عندما تم تكليف وزارة الدفاع الامريكية بتطوير أنظمة الرادار، كان هذا يعني ان للجيش الامريكي مصلحة كبيرة في انتاج منظومات رادارية عالية القدرة، وقد أثار ذلك أعتراضات المجتمعات الامريكية عند ظهورها غير المعلن في أحيائهم. ورافق هذا الحدث في نفس الفترة التاريخية ظهور استخدام الموجات الدقيقة (المايكرويف) في التطبيقات الطبية والصناعية وعلى نطاق واسع، وبذلك أصبح من المناسب للمؤسسات العسكرية والطبية والصناعية تجاهل المؤشرات الاخرى لتأثير الاشعة الكهرومغناطيسية على الكائنات الحية والاعتراف بالتأثيرات الحرارية فقط.

بحلول عام 1960، قدم الجيش الامريكي صيغة تعليمات تقضي بان كثافة قدرة ($10\ mW/cm^2$) تمثل محددا أمنا للتعرض للاشعاع لمنع التسخين المفرط للانسجة الحية، واصبح هذا الرقم أساسا لاول تعليمات تصدر تحت عنوان (IEEE/ANSI C95.1)، بعد ذلك تعاملت وزارة الدفاع الامريكية مع التقارير التي تحذر من مستويات أدنى من ذلك بأنها تمثل تهديد للامن القومي.

في المقابل، حددت روسيا المحدد الأمن للتعرض عند ($0.01\ mW/cm^2$)، حيث شكل هذا المحدد الأكثر صرامة بألف ضعف مشكلة كبيرة للمخططين العسكريين الامريكيين.

أن نظرية أعتماد التأثيرات الحرارية فقط للتأثير على الكائنات الحية قد تم دحضـــها في تلك الفترة من قبل العديد من الباحثين منهم Dodge في عـام 1969 و Michaelson في عـام 1971 و Glaser في عام 1972 الذي قدم اســتعراضـــا ل 2000 بحث علمي تؤكد جميعها على وجود تأثيرات بيولوجية عند التعرض لمستويات طاقة تقل عن ($10\ mW/cm^2$).

في عام 1972 تم أنشـاء "مائدة مسـتديرة للاعمال" تتألف من العديد من الرؤســاء التنفيذيين في أمريكا كأحدى الاسـتجابات الرئيســية للتحدي الذي تواجهه المؤســســات والصــناعية والعسـكرية وذلك لغرض تعزيز "التدخل غير المبرر من قبل الحكومة في شــؤون الاعمال" والتأكيد على ان قطاع الاعمال في المجتمع يجب ان يلعب دورا نشــطا وفعالا في تشــكيل السياسة العامة.

تم تقديم عروض لتمويل بحوث وانشـــاء مكاتب لوبيات وعدد من مراكز الفكر المدعومة من الصـــناعة للتوصـــل الى اســـتراتيجيات قابلة للتطبيق لخلق بيئة من عدم اليقين بشـــأن الادلة العلمية التي تطرح من قبل الباحثين ومراكز البحوث.

يؤثر مصـدر تمويل مشـاريع البحوث تأثيرا كبيرا على نتيجة البحوث، حيث بينت أحدى الدراسـات الاسـتقصـائية من خلال تحليل البحوث الخاصـــة بتأثيرات المايكرويف على الحامض النووي كانت نتيجة تحليل 85 بحثا حول الموضـــوع كما في الجدول (5-14).

الجدول (5-14): نتائج تحليل دراسة استقصائية

	وجود تأثير	لا يوجد تأثير
عدد البحوث	43	42
البحوث ممولة من الجيش الامريكي او الصناعة	3	32
البحوث غير الممولة من جهات مستفيدة	40	10

يوضح الجدول (5-14) وجود تأثير واضح لمصدر التمويل على نتائج البحوث.

في عام 1998 أصدرت المفوضية الدولية للحماية من الاشعاع غير المؤين (ICNIRP) تعليماتها (النسخة الاولى) التي تعتمد نفس النظرية التي تتبناها وزارة الدفاع الامريكية والمؤسسات الصناعية وهي نظرية التأثيرات الحرارية فقط، والتي أوصت بأعتمادها من قبل جميع دول العالم أي انها تحاول أضفاء الشرعية الدولية على تعليمات وطنية موضع جدل وانتقاد. في عام 2020 وبعد ضغوط كبيرة من قبل المجتمع الدولي أصدرت المفوضية الدولية للحماية من الاشعاع غير المؤين (ICNIRP) النسخة الثانية من التعليمات والتي تتضمن تعديلات طفيفة لا تلامس جوهر الموضوع

حيث ان هذه النسخة لا تختلف عن سابقتها في تكريس نظرية التأثيرات الحرارية فقط.

أن موقف المفوضية الدولية للحماية من الاشعاع غير المؤين المنحاز بأتجاه المؤسسات الصناعية والعسكرية جاء نتيجة عاملين أولهما هو تضارب المصالح لرئيسها السابق (Repacholi) وأغلب أعضائها لارتباطاتهم مع الشركات الصناعية، وثانيهما تمويل البحوث من قبل الشركات الصناعية وجد طريقه للتأثير على نتائج البحوث التي تعتمدها المفوضية مما شجعها بالاضافة الى منظمة الصحة الدولية على الالتزام بتعليمات أثبتت البحوث غير الممولة من الصناعة عدم دقتها وأصبحت أرشادات وتعليمات المفوضية تحمي الصناعة وليس الصحة.

أما الاتحاد الاوروبي فهو كذلك متأثر بعملية تضارب المصالح فمن ناحية يوصي بتوخي الحذر والحد من مخاطر التعرض للاشعة الكهرومغناطيسية ومن ناحية اخرى يتحرك لاعطاء الاولوية لصالح الصناعة على حساب صحة الانسان.

الفصل السادس

الجدل بين المؤسسات البحثية والاكاديمية والمؤسسات التشريعية حول محددات التعرض للاشعاع

1-6 المقدمة

يشكل تأثير ابراج الهواتف النقالة على الصحة العامة موضع جدل علمي بين المؤسسات الاكاديمية ومراكز البحوث من جهة والمؤسسات التشريعية من جهة اخرى، حيث تعرضت هذه المحددات الى العديد من الانتقادات وشخصت فيها الكثير من السلبيات من قبل الجهات التالية:

- جهات علمية وأكاديمية
- خبراء باختصاصات طبية
- خبراء باختصاصات هندسية
- خبراء باختصاصات بيولوجية
- خبراء البيئة

وتعتمد هذه الاعتراضات على دراسات وبحوث علمية رصينة تم من خلالها رصد بعض التأثيرات والاعراض التي تؤثر على كفاءة الجسم البشري وقد تصل الحالة الى أعراض مرضية في حالة التعرض الى مستويات معينة من الطاقة، حيث رصد الباحثون عدداً من التأثيرات البايولوجية منها اضطرابات النوم ، قلة انتاج هورمون الميلاتونين ، ضرر بالحامض النووي ، زيادة في معدلات الإجهاض ، العديد من أنواع السرطان، والأمراض العصبية والقلبية.

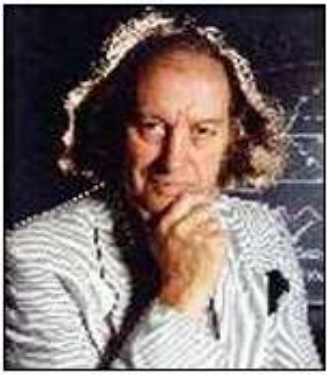
وتعددت اشكال هذه الاعتراضات والتي سيتم التطرق اليها خلال فقرات هذا الفصل.

2-6 تصريحات ومناشدات عدد من العلماء المعروفين عالميا

World-class scientists Declarations

تصدى عدد كبير من العلماء المعروفين على المستوى العالمي بعضهم مرشحين لنيل جائزة نوبل للعلوم والطب للتعليمات والضوابط المعتمدة من قبل المؤسسات التشريعية مطالبين اعادة النظر بها وتخفيض حدود التعرض المسموحة. سيتم في هذه الفقرة الاشارة بأيجاز الى أبرز هذه الشخصيات العلمية ومبررات أعتراضهم ومقترحاتهم.

1-2-6 د. جيرارد هايلاند (Dr. Gerard Hyland)



عالم فيزياء بريطاني الجنسية - من علماء الفيزياء الرواد - زميل مشارك فخري في جامعة (Warwick) في المملكة المتحدة وعضو تنفيذي في المعهد الدولي للفيزياء الحيوية في (Neuss-Holzheim) المانيا، وتم ترشيحه مرتين لجائزة نوبل.

أراء د. جيرارد هايلاند بخصوص منظومات المايكرويف وأبراج الهاتف المحمول كثيرا ما تحرج المؤسسات التشريعية كونه شخصية علمية مرموقة وأرائه العلمية محترمة كونها تستند على أسس علمية رصينة.

6-2-2 د. نايل شيري (Dr. Neil Cherry)

عالم بيئة نيوزيلندي الجنسية – استاذ الصحة البيئية بجامعة لينكولن في نيوزيلندا – متخصص في التأثيرات الكهرومغناطيسية على البيئة والصحة العامة، وله العديد من البحوث العلمية الرصينة.

كان د. نايل شيري يؤكد على انه لا يوجد مستوى (محدد) تعرض آمن ومستوى التعرض الآمن الوحيد هو صفر.

6-2-3 د. روبرت بيكر (Dr. Robert Becker)

د. روبرت بيكر عالم في الطب الكهربائي - أمريكي الجنسية – جراح عظام وباحث في الفيزيولوجيا الكهربائية – يعد الاب الروحي للطب الكهربائي والتجديد الخلوي المستحدث بالكهرباء.

- في سبعينيات القرن الماضي حذر بيكر من أن ترددات الطاقة ومجالات الموجات اللاسلكية تضر بالصحة.
- تم اختياره كواحد من أكثر الشخصيات المؤثرةً في مجال النشاط المناهض للبث الكهرومغناطيسي.

- تم حجب تمويل أبحاثه وأجبر على الخروج من إدارة مستشفى المحاربين القدامى في جامعة (Syracuse) بعد 60 دقيقة من تصريح له في أحدى المقابلات التلفزيونية.
- تم ترشيحه لجائزة نوبل لمرتين وحجب الترشيح بسبب تحذيره من مخاطر المجالات الكهرومغناطيسية.

6-2-4 د. أندرو كولدزورثي (Dr. Andrew Goldsworthy)

عالم الاحياء د. أندرو كولدزورثي بريطاني الجنسية – محاضر فخري في علم الاحياء في (Imperial College) في لندن – المستشار العلمي لوكالة الفضاء الاوروبية – مستشار علمي لعدة دول اوروبية.

كان د. أندرو كولدزورثي من المطالبين بأعادة النظر بالتعليمات والضوابط المعتمدة حاليا لعدم صلاحيتها، ومن أهم تصريحاته هي التي عرضها في المحكمة الاتحادية للولايات المتحدة الامريكية في مقاطعة أوريغون – قسم نورتلاند بخصوص بخصوص معارضة نصب شبكات (WiFi) في المدارس.

5-2-6 د. ماغدا هافاس (Dr. Magda Havas)

عالمة البيئة د. ماغدا هافاس كندية الجنسية - استاذ مشارك في دراسات البيئة والموارد في جامعة (Trent) في كندا .

تهتم أبحاث الدكتورة هافاس منذ التســـعينيات بالآثار البيولوجية للتلوث الكهرومغناطيسي وخاصة التعرض المزمن، ومن أهم تصريحاتها هي التي عرضـــتها في المحكمة الاتحادية للولايات المتحدة الامريكية في مقاطعة أوريغون – قسـم نورتلاند بخصـوص بخصـوص معارضـة نصب شبكات (WiFi) في المدارس.

تهتم أبحاث الدكتورة هافاس منذ التســـعينيات بالآثار البيولوجية للتلوث الكهرومغناطيسي وخاصة التعرض المزمن، ومن أهم تصريحاتها هي التي عرضـــتها في المحكمة الاتحادية للولايات المتحدة الامريكية في مقاطعة أوريغون – قسـم نورتلاند بخصـوص بخصـوص معارضـة نصب شبكات (WiFi) في المدارس.

6-2-6 د. كراهام بلاكويل (Dr. Grahame Blackwell)

الخبير الستراتيجي د. كراهام بلاكويل بريطاني الجنسية – مهندس محترف تكنولوجيا المعلومات المعتمد، زميل جمعية التحكم الألي.

مدير مشروع بحث وتطوير أوروبي كبير ، له مساهمة في بناء استراتيجيات الجيل الثالث.

من خلال عمل د. كراهام بلاكويل في ادارة عدد من المشاريع الستراتيجية الاوروبية جعلته على اتصال مع رواد البحث والصناعة في هذا المجال من المملكة المتحدة وفنلندا وفرنسا وهولندا واليونان وإيطاليا، حيث كان مطلعنا على مايدور في كواليس الشركات الصناعية ومراكز البحوث المتعاونه معها، مما جعله يتخذ مواقف معارضة لسياسات الشركات الصناعية بخصوص تعليمات وضوابط البث الكهرومغناطيسي.

7-2-6 د. روجر سانتيني (Dr. Roger Santini)

العالم د. روجر سانتيني فرنسي الجنسية – له العديد من البحوث تتعلق بالأعراض التي يعاني منها الأشخاص الذين يعيشون بالقرب من أبراج الهواتف المحمولة.

- بينت أحدى دراساته الاستقصائية التي أجراها على 530 شخصًا (270 رجلاً و 260 امرأة) يعيشون بالقرب من المحطات الاساسية للهواتف المحمولة، وجود 18 حالة مرضية. عند مقارنة موقع هذه الحالات والمسافة عن موقع البرج ظهرت زيادة واضحة لعدد الحالات القريبة من البرج ولغاية 300 متر، وكانت الأثار الصحية كما يلي:

  - التعب لغاية 300 متر ،
  - الصداع، واضطراب النوم ، وعدم الراحة ، إلخ لغاية 200 م ،
  - التهيج ، والاكتئاب ، وفقدان الذاكرة ، والدوخة ، وانخفاض الرغبة الجنسية لغاية 100 متر .
  - تعرض النساء أكثر من الرجال للصداع والغثيان وفقدان الشهية واضطراب النوم والاكتئاب وعدم الراحة والاضطرابات البصرية.

8-2-6 الحقائق العلمية ومبررات تعديل المحددات الحالية:

فيما يلي أيجاز لبعض الحقائق العلمية ومبررات المطالبة لتعديل المحددات الحالية والتي وردت في الأراء والتصريحات والمناشدات التي اطلقها هؤلاء النخبة من العلماء بخصوص الموضوع:

- التعليمات الحالية تأخذ بنظر الاعتبار التأثيرات الحرارية ولا تؤمن الحماية من التأثيرات البيولوجية عند مستويات أقل من الطاقة، وتنطبق هذه التعليمات على متوسط تعرض محدد بفترة زمنية (30 دقيقة ل INCIRP و FCC) ولا تضمن السلامة لمدة تزيد عن ذلك.
- هناك أدلة على أن الإشعاع النبضي منخفض الكثافة المستخدم حاليًا في شبكات الهاتف المحمول يمكن أن يؤدي إلى تأثيرات غير حرارية خفية.
- أظهرت 53 دراسة آثاراً بيولوجية أو صحية ضارة على صحة الإنسان من الاشعة الكهرومغناطيسية لشبكات الهاتف الخلوي .
- شبكات الهاتف المحمول تؤدي وبأحتمالية عالية لزيادة اضطرابات النوم ، وتقليل أنتاج الميلاتونين ، وتجزئة الحامض النووي، ضعف الذاكرة وصعوبة التركيز والتعب والصداع، وزيادة معدلات الإجهاض ، والعديد من أنواع السرطان ، والأمراض العصبية والقلبية والتناسلية والكبد، والتأثير النوعي ل (mRNAs) للبروتينات.
- للإشعاع النبضي لشبكات الهاتف المحمول تأثير على زيادة مستوى هورمونات التوتر الادرينالين والنورادينالين خلال

الاشـــهر الســـتة الاولى ويكون هذا التأثير أكبر عند الاطفال، ويكون هذا التأثير غير قابل للترميم حتى بعد سنة ونصف.

- للإشـــعاع النبضـــي لشـــبكات الهاتف المحمول حتى ذات المســـتويات الواطئة يمكن ان يؤثر على الكورتيزول اللعابي (salivary cortisol) والفـا أميليز (alpha amylase) والايموغلوبين المناعي (immunoglobin A).
- أجســام الاطفال اكثر حســاســية من البالغين لتأثير الإشــعاع النبضـــي لشـــبكات الهاتف المحمول، حيث ان هنالك أثارا ضـارة خطيرة على الادراك والذاكرة والوظائف الاخرى عند الاطفال.
- يكون الخطر اكبر على النســاء الحوامل والاجنة لعدم اكتمال نمو الجمجمــة ووجود الســوائــل التي تمتص الاشـــعــة الكهرومغناطيسية.
- تعرض الجسـم للاشـعاع الكهرومغناطيسـي يؤثر على تدفق الكالسـيوم من أغشـية الخلايا الحية، والتي تؤدي الى الاعاقة الادراكيـة، الخرف المبكر، الحســـاســـيـة المتعددة، تفتيت الحامض النووي، فقدان الخصـــوبة، زيادة خطر الاصـــابة بـالســـرطـان وفرط الحســـاســـيـة الكهرومغنـاطيســـيـة (electromagnetic hypersensitivity).
- أغلب الاضـرار الناتجة عن الارسـالات الرقمية هي ليسـت نتيجـة أرتفـاع درجـة الحرارة وانمـا نتيجـة التـأثير الكهربـائي للاشـــعاع النبضـــي على الانســـجة الحية والذي يحدث عند مستويات واطئة من الطاقة.

- الاشـارات الراديوية المحملة نبضـيا (AM)، يمكن ان تزيل بعض الكالسـيوم من أغشـية الدماغ عند الارتفاع والانخفاض في تحميل الاشارة، حتى عند مستويات واطئة من الطاقة.
- تعمل أغشـــية الدماغ على امرار الايونات التي يحتاجها الدماغ بشـكل مسـيطر عليه، وعند تعرض الدماغ للاشـعاع الكهرومغناطيسـي تكون عملية امرار الايونات غير مسـيطر عليهـا والـذي ينتج عنـه نشـــاط مفرط للـدمـاغ (Brain Hyperactivity) والذي يؤدي الى قصـــور الانتباه وفرط الـــحـــركـــة (Attention Deficit (ADHD) Hyperactivity disorder) لبعض الافراد.
- تأثيرات التسرب من أغشية الخلايا:

للاشـعاعات الكهرومغناطيسـية تأثير على الاغشـية الرقيقة للخلايا من خلال توليد جهد صـــغير متناوب عبر أغشـــية الخلايا مما يزعزع استقرار هذه الاغشية ويجعلها قابلة على تسريب المواد الغريبة من خلالها.

- التـأثيرات الفوريـة للتســرب عبر الحـاجز الـدموي الدماغي:

يفصـل الدماغ عن تيار الدم المغذي له غشـاء حاجز رقيق (Barrier) لمنع دخول الاجســام الغريبة الى الدماغ، وعند التعرض الى أشـعاع نبضـي يمكن ان يخرق هذا الحاجز وتدخل المواد السـامة مثل الزلال (Albumin) الموجود في الدم والذي يمكن ان يقتل الخلايا العصبية (Neurons).

- التأثير على التمثيل الغذائي:

يكون تركيز الكالسيوم في العصارة الخلوية اقل مما هو عليه خارجها، فاذا كان هنالك تسريب في الغشاء الخارجي للخلية نتيجة التعرض للاشعاع والذي يسمح بدخول الكالسيوم الى الخلية سيؤدي الى تأثيرات مهمة على التمثيل الغذائي للخلية، والتي قد تكون أحدى نتائجها الاستجابة للتوتر واعاقة نمو الخلية.

- عدم انتظام ضربات القلب:

تنقبض عضلة القلب استجابة لموجة النشاط الكهربائي الذي يمر من خلاله والذي ينتج عن التبادل المنظم للايونات عبر أغشية الخلايا، عندما تسمح الاغشية بالتسريب نتيجة التعرض الكهرومغناطيسي، تصبح هذه الموجة ضعيفة ومضطربة والذي يمكن ان يؤدي الى عدم انتظام ضربات القلب وخطر الاصابة بالنوبة القلبية، فليس غريبا ان نلاحظ زيادة في عدد طلبة المدارس الذين تحصل لهم اضطرابات قلبية نتيجة استخدام شبكات ال(WiFi).

- التأثيرات على الحساسية:

هنالك أغشية رقيقة تحمي سطح الجسم بما فيها الجلد وبطانة الرئتين والانف والامعاء، تعمل هذه الاغشية على منع دخول المواد الكيميائية والمواد المسببة للحساسية الى الجسم، عندما تسمح الاغشية بالتسريب نتيجة التعرض الكهرومغناطيسي، ينتج

عنه زيادة في مجموعة متنوعة من الامراض الذي يزيد من خطر الاصابة بالربو والحساسية المتعددة واضطرابات المناعة الذاتية مثل التصلب المتعدد والحساسيات الكيميائية المتعددة.

- التأثيرات على الجلد:

عند حصول تسرب لمحتويات عدد من خلايا الجلد الى الخلايا المجاورة نتيجة التعرض الكهرومغناطيسي، سوف يسبب حصول التهاب وهو نتيجة طبيعية للضرر الخلوي، ويعود الاحمرار بالجلد الى زيادة ضخ الدم لإحداث الترميم.

- التأثيرات على الهورمونات:

تشير الدراسات الى انخفاض كبير في هورمونات (T3) و (T4) للغدة الدرقية بعد فترة تعرض طويلة للاشعاع الكهرومغناطيسي الصادر من محطات البث الراديوي والمايكرويف، والذي يؤدي الى قصور الغدة الدرقية واهم اعراضها التعب والسمنة.

- التوحد (Autism)

زيادة نسبة التوحد 60 ضعفا في السنوات الاخيرة لا يمكن تفسيرها الا من خلال التغيرات في البيئة التي نعيشها والتي يلعب الدور المهم فيها التلوث الكهرومغناطيسي، حيث تتوافق هذه الزيادة مع زيادة أنتشار شبكات الاتصالات المتنقلة وشبكات ال (WiFi).

دخول الكالسيوم الى الخلايا العصبية نتيجة التعرض الى الاشعة الكهرومغناطيسية قد يكون احد الاسباب لاضطرابات

طيف التوحد (Autistic Spectrum Disorders or ASD)، حيث من المتوقع ان يؤدي للافراط في النشاط العصبي وتشكيل مشابك عصبية غير ضرورية وغير مناسبة في بعض الاحيان، والذي يؤدي بدوره الى التوحد.

- تعرف منظمة الصحة الدولية (WHO) الافراط في الحساسية الكهرومغناطيسية (Electro-hyper-sensitivity (EHS) بأنها ظاهرة حيث يعاني الافراد من آثار صحية ضارة أثناء أستخدام أو التواجد بالقرب من أجهزة البث الكهرومغناطيسي، بالرغم من أن مستوى المجالات الكهرومغناطيسية هو أقل بكثير من المحددات الدولية المعمول بها حاليا، وهذا أعتراف واضح بعدم صلاحية هذه المعايير.
- تشير الدراسات الى ان بعض الافراد لديهم حساسية من بعض الترددات ضمن الطيف الكهرومغناطيسي، حيث تكون ردود الفعل بعدم انتظام ضربات القلب، سرعة دقات القلب، عدم انتظام في عمل الجهاز العصبي السمبثاوي.
- هناك دليل على حدوث ضرر للحيوانات المنوية للذكور الذين يستخدمون جهاز كمبيوتر محمول في وضع WI-FI. يمكن أن تؤثر أجهزة الكمبيوتر المحمولة WI-FI على حركة وفعالية الحيوانات المنوية وتفتيت الحامض النووي (DNA).
- تعتمد التأثيرات غير الحرارية بشكل أساسي على وجود "تطابق تذبذب" بين ترددات الإشعاع وتلك الخاصة ببعض الأنشطة الكهربائية البيولوجية الذاتية التي يدعمها الكائن الحي.

- أبراج الهـاتف المحمول أكثر خطورة من الهواتف النقـالـة لكون الهاتف النقال يكون استخدامه بشكل متقطع ولدى الجسم فرصة للتعافي بين الأوقات.
- تمتلك الخلايا الحية مجموعة من آليات التغذية الراجعة التي تستشعر الضرر غير الحراري الناتج عن الإشعاع وتستخدمه لتحريك أنظمـة دفـاع مختلفـة ممـا يســبـب الاجهـاد لهـذه المنظومات.
- تعد فترة التعرض عاملاً فعالاً للغاية يساهم في الآثار الصحية الضـارة، حيث إن التعرض المزمن على مدار ساعات اليوم ، سيزيد من الآثار الضـارة.
- التوصــية بأن لا تقل المســافة الدنيا للأشــخاص عن محطات الهواتف الخلوية عن 300 متر.

3-6 قرارات ونداءات واعلانات لمؤتمرات علمية عالمية تخصصية في الموضوع

Key resolutions, appeals, and declarations released by Scientists and scientific experts

منذ عام 1997 ، كان هناك ما لا يقل عن 33 من القرارات والنداءات والاعلانات لتوصيات مؤتمرات وندوات علمية أقيمت من قبل مجاميع من العلماء والأطباء والاخصائيين في مجال البيئة معتمدين على نتائج بحوث علمية لباحثين ومراكز بحوث رصينة في مجال تأثير الاشعة الكهرومغناطيسية على الصحة العامة.
الجدول (6-1) يتضمن بعض هذه القرارات والنداءات (خمسة عشر).

الجدول (6-1) عدد من هذه القرارات والنداءات

ت	العنوان	السنة	البلد	عدد العلماء الموقعون (عدد البلدان)
1	Vienna EMF Resolution	1998	Austria	16 Scientists (8 Countries)
2	Salzburg Resolution	2002	Austria	19 Scientists (10 Countries)
3	Catania Resolution	2002	Italy	16 Scientists (7 Countries)
4	Freiburg Appeal	2002	Germany	Over 200 Scientists
5	Bamberg Appeal	2004	Germany	114 physicians

31 Scientists (14 Countries)	**Italy**	**2006**	**Benevento Resolution**	**6**
10 Scientists (4 Countries)	**UK**	**2007**	**London Resolution**	**7**
50 Scientists (16 Countries)	**Italy**	**2008**	**Venice Resolution**	**8**
37 Scientists (13 Countries)	**Brazil**	**2009**	**Porto Alegre Resolution**	**9**
14 Scientists (6 Countries)	**Italy**	**2013**	**The Potenza Picena Resolution**	**10**

53 scientists **(18 countries)**	**Canada**	**2014**	**International Scientists Declaration**	**11**
26 scientists **(15 countries)**	**Belgium - Brussels**	**2015**	**Brussels International Scientific Declaration on Electromagnetic Hypersensitivity**	**12**
180 scientists and doctors **(37 countries)**	**-**	**2017**	**EU 5G Appeal** **Scientists warn of potential serious health effects of 5G**	**13**
299,840 people **(From 215 nations)**	**-**	**2018**	**International Appeal**	**14**

248 scientists (from 42 nations)	**New York**	**2019**	**International EMF Scientist Appeal**	**15**

تم التأكيد خلال هذه المؤتمرات في قراراتها ونداءاتها على وجود أضـــرار من تطبيق التعليمات الحالية المقرة من قبل المؤســـســـات التشريعية ويمكن أيجاز الامور التي تم التركيز عليها بخصوص تأثير أبراج الهواتف النقالة على الصحة العامة بما يلي:

- توجد آثار صحية ضارة عند حدود التعرض الحالية.
- حـدود التعرض الحـاليـة تزيـد من مخـاطر الإصـــابـة بالسرطان والأمراض المزمنة.
- التعليمات تأخذ بنظر الاعتبار التأثيرات الحرارية وتهمل التأثيرات غير الحرارية والتي قد تكون اضـــرارها لا تقل عن اضرار التأثيرات الحرارية.
- التعليمات تأخذ بنظر الاعتبار التأثيرات الأنية فقط بدون النظر الى التأثيرات على المدى الطويل (Long Term Evaluation).
- وجود مؤشرات لوجود أضرار لمستويات طاقة أوطأ من حدود التعرض المشـــار اليها في تعليمات المؤســـســـات التشريعية النافذة، ومن أعراض هذه الاضرار:
  - أضطرابات في التعلم والتركيز والسلوك
  - التقلبات الشديدة في ضغط الدم
  - أضطرابات ضربات القلب

- أمراض الدماغ مثل الزهايمر والصرع
- وجود زيادة مستمرة في حدوث اضطرابات مختلفة (غالبا ما كانت تفسر بشكل خاطئ على انها حالات نفسية) مثل:
  - الصداع والصداع النصفي
  - الارهاق المزمن
  - الانفعالات الداخلية والعصبية
  - الارق والنعاس أثناء النهار
  - طنين الاذن
  - ضعف المناعة
- هناك حاجة ماســـة إلى معايير جديدة لمحددات التعرض تقل كثيرا عن حدود التعرض الحالية.

4-6 دراســـات وتقارير علمية موثقة لمراكز بحوث عالمية مكلفة من جهات حكومية

Documented reports

جميع الدراســـات التي أجريت في فرنســـا وألمانيا وبرطانيا وكندا والنرويج وإســرائيل والنمســا واســتراليا والهند ونيوزيلاند وبلجيكا وهولندا تؤكد على وجود تأثيرات صـــحية ضـــارة لمســـتويات من الطاقة تقل عن محددات التعرض المعتمدة من قبل المؤســـســـات التشريعية العالمية، حيث تجاوز عدد هذه الدراسات عن 20 دراسة موثقة.

الجدول (6-2) يمثل عدد من هذه الدراسات والجهات القائمة بها.

الجدول رقم (6-2): عدد من الدراسات الخاصة بتأثير ابراج الهاتف لنقال والجهات القائمة بها.

ت	عنوان الدراسة	البلد	الجهة القائمة بالدراسة
1	Naila Study	Germany 2004	(five medical doctors) Call by Federal Agency for radiation protection
2	Seletun Statement	Norway 2010	International Electromagnetic Field Alliance (IEMFA) report
3	*Effects of Global Communications System RF On Well Being and Cognitive Function of Human Subjects*	Netherlands 2003	Organization for Applied Scientific Research (TNO)
4	Cell Tower Policy	Canada 2014	Spectrum Management Operations Industry Canada

Institute national des sciences appliquees – Santini et al.	**France**	***Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base station***	**5**
Dr. Gerd Oberfeld	**Austria**	***Environmental Epidemiological Study of Cancer***	**6**
Lyn McLean EMR Australia PL	**Australia 2008**	**The Impacts of Radiofrequenc y Radiation from Mobile Phone Antennas**	**7**
Martin Gledhill	**New Zealand**	**EMF Exposure Standards in NEW ZEALAND**	**8**
Belgian BioElectroMagnet ic Group (BBEMG)	**Belgium**	**Electrosensitivi ty**	**9**
Sir William Stewart FRS Stewart Report	**UK 2000**	**MOBILE PHONES AND HEALTH**	**1 0**

Usfie	**Israel**	**Full Signal Report**	**11**
group of 14 scientists, researchers, and public health policy professionals	**BioInitiative 2011**	**Cell Tower Report**	**12**
6 Experts	**Switzerland**	**Schwarzenburg Report**	**13**
29 Scientists 10 Countries	**BioInitiative 2012**	**Low-Intensity EM Radiation**	**14**
Ministry of Communications & Information Technology Department of Telecommunications	**Government of India**	**EMF Radiation**	**15**
Daniel Foggo	**UK London**	**Cancer clusters at phone masts**	**16**

حيث تؤكد نتائج هذه الدراسات على مايلي:

- المعيار الحالي ليس آمنًا وحدود السلامة العامة الحالية غير كافية لحماية الصحة العامة للإشعاع الكهرومغناطيسي.
- لا توجد معايير دولية تحمي الصحة العامة من التعرض طويل الأمد أو غير الحراري.
- وجود ضرورة لمعايير جديدة صارمة لوجود أدلة على خطر محددات التعرض الحالية.
- توجد تأثيرات بيولوجية وصحية ضارة (غير حرارية) لمستويات طاقة أقل بكثير من معايير التعرض الحالية مثل:
  - اضطرابات النوم في محيط جهاز الإرسال
  - الميل للاكتئاب والتعب وصعوبة في التركيز ومشاكل القلب والأوعية الدموية
  - زيادة كبيرة في خطر الإصابة بالسرطان ولمسافة تصل إلى 200 متر حول جهاز الإرسال وتصل هذه الزيادة الى ثلاثة أضعاف بالنسبة لسكان المنطقة القريبة من موقع جهاز الإرسال.
- يجب ان تكون ابراج الهاتف النقال على مسافة لا تقل عن:
  - 500 متر عن مدارس الاطفال.
  - 300 متر عن المناطق السكنية.

5-6 بحوث علمية موثقة في مجلات علمية رصينة

Peer-Reviewed Scientific Papers

نشـــرت العديد من البحوث العلمية الرصـــينة في مجلات علمية ومؤتمرات علمية دولية تتناول تأثرات أبراج الهاتف النقال وأجهزة الهاتف على الصـــحة العامة وكانت هذه البحوث ممولة من قبل حكومات ومؤسسات صناعية.

تؤكد هذه البحوث بأن لأبراج الهاتف النقال التأثيرات التالية على الصحة العامة الجدول (6-3):

الجدول (6-3): أهم التأثيرات لابراج الهاتف النقال على الصحة العامة

ت	نوع التأثير	ألمؤلف*
1	زيادة معدل الاصابة بالسرطان	1. Khurana, Hardell et al., 2010 2. Ronni Wolf et al., 2004 3. H. Eger et al., *2004* 4. Wolf R, Wolf D, 2004 5. Michael Kundi, 2009 6. Dode et al, 2011 7. Repacholi et al. (1997) 8. Carpenter, D.
2	أضطرابات النوم والتأثيرات العصبية	1. Mann and Roschkle (1996), 2. Bordely et al. (1999)

.3 Abdel-Rassoul G *et al, 2007* .4 Santini R *et al,* 2002 .5 Oberfeld, Portoles, 2004 .6 Navarro et al, 2004 .7 Röösli M. Et al, 2004 .8 Navarro 2003 .9 Khurana, Hardell et al., 2010 .10 Alfonso Balmori		
.1 Mild et al. 1998 .2 Santini R *et al*, 2002 .3 Abdel-Rassoul G *et al,* 2007 .4 Oberfeld, Portoles, 2004 .5 Navarro et al, 2004 .6 Röösli M. Et al, 2004	فقدان الذاكرة وصـــعوبة التركيز والتعب والصداع	3

7. Navarro 2003 8. Hutter HP *et al*, 2006		
1. Barbaro et al. (1996) 2. Hofgartner et al. (1996) 3. Chen et al. (1996) 4. Naegeli et al. (1996) 5. Altamura et al. (1997) 6. Schlegal et al. (1998) 7. Occhetta et al. (1999) 8. Trigano et al. (1999) 9. Oberfeld, Portoles, 2004 10. Navarro et al, 2004	عدم انتظام ضربات القلب	4
1. Von Klitzing (1995), 2. Mann and Roschkle (1996),	خلـل في نشـــاط المـخ وكهربائية الدماغ	5

		.3 Krause et al. (2000).
6	تكسـر في روابط الحامض النووي	.1 Verschaeve at al. (1994) .2 Maes et al. (1997) .3 Phillips et al. (1998)
7	تغييرات مهمـة في درجـة الحرارة الموضـعية وكذلك المعاملات الفسـيولوجية للجهاز العصـبي المركزي ونظـام القلـب والاوعيـة الدموية	.1 Khdnisskii, Moshkarev .2 Fomenko 1999 .3 Santini R *et al,* 2002
8	أضـعاف الحاجز الدموي الدماغي	.1 Persson, B.R.R., .2 Salford, L.G. .3 Brun, A., (1997).
9	تغيرات في معدل ضـربات القلب وضغط الدم	.1 Braune et al. (1998) .2 Alfonso Balmori, 2009
10	نقصان تكاثر الخلايا	.1 Kwee and Raskmark (1997), .2 Velizarov, Raskmark and Kwee (1999)

11	قلــة في انتــاج هورمون الميلاتونين	1. Burch et al. (1997) 2. Burch et al. (1998)
12	زيــادة فــي مــعـدل اورام الدماغ بمقدار 2.5 مرة	1. Hardell et al. (1999)
13	نقص في انتاج الحيوانات المنوية	1. Dasdag et al. (1999)
14	التـأثير على ســرعـة رد الفعل	1. Preece et al. (1999)
15	زيادة في معامل نخر الورم Increases Tumour Necrosis Factor (TNK)	1. Fesenko et al. (1999)

* ذكر أســم المؤلفين وتاريخ نشــر المعلومات لزيادة الاطمئنان من دقتها ولإمكانية التدقيق.

6-6 أحداث عالمية موثقة لتأثيرات بيولوجية

Biological Effects Events 1953 – 2014

خلال الفترة 1953 – 2014 تم رصد العشرات من الاحداث لتأثيرات بيولوجية على الصحة العامة نتيجة التعرض للاشعة الكهرومغناطيسية في مختلف انحاء العالم، حيث سيتم ذكر أهم هذه الاحداث كما في الجدول (6-4):

الجدول (6-4): أحداث مهمة نتيجة لتأثيرات بيولوجية على الصحة العامة

ت	السنة	البلد / المؤسسة	توع الحدث
1	1953-1978	السفارة الامريكية في موسكو	تعرض طاقم السفارة الامريكية في موسكو الى بث كهرومغناطيسي موجه على السفارة وبمستوى طاقة (2 - 28 $\mu W/cm^2$) والذي يقل عن محدد التعرض المعتمد من قبل الاتحاد الفيدرالي الامريكي (FCC) والبالغ (600 $\mu W/cm^2$) تجنبا للمتابعة القانونية في حين ان محدد التعرض الروسي هو

			(1μW/cm^2) في حين أدى الى أضرار صحية لطاقم السفارة وتم أكتشافه بشكل متأخر.
2	1989	حالات السرطان في مقاطعة كيوبك الفرنسية	تم تشخيص 2679 حالة اصابة بالسرطان في مقاطعة كيوبك الفرنسية نتيجة التعرض لاشعاعات كهرومغناطيسية.
3	2002	المانيا Freiburger) (Appeal	المناشدة التي قدمها تجمع (Freiburger) والموقعة من قبل 6000 طبيب ماني والتي اعلن فيها عن اصابة العشرات بالسرطان نتيجة التعرض للاشعة الكهرومغناطيسية.
4	2005	المناطق الريفية	تم الاعلان عن زيادة حالات الاصابة بسرطان الدماغ في المناطق الريفية لاستخدام الطاقة القصوى للهاتف النقال (توجد سيطرة ذاتية على مستوى قدرة البث للهاتف النقال على ضوء مستوى الاشارة المستلمة من

			البرج) لبعد المسافة عن الابراج مما يظطر الجهاز الى تنظيم القدرة على القيمة القصوى.
5	2007	تجمعات لاصابات سرطانية عند ابراج الهاتف النقال في المملكة المتحدة	تم تحديد 7 مجاميع لاصابات سرطانية عند ابراج الهاتف النقال، حيث أكد الدكتور جون ولكر (Dr. John Walker) المكلف بدراسة الموضوع بوجود علاقة بين هذه الاصابات وابراج الهاتف النقال.
6	2009	مقاطعة ملقة الاسبانية MALAGA-SPAIN	من بين 350 من سكان بلدة فيليز-ملقة ، كانت هناك 43 حالة إصابة بالسرطان تحولت 35 منها إلى الوفاة، وكانت نتيجة التحقيق سوء نصب ابراج الهاتف النقال.
7	2009	الحكومة الاسرائيلية	وجود علاقة بين عدد حالات الاصابة بالسرطان لاعضاء الحكومة (الكنيست) والبث الكهرومغناطيسي الصادر من هوائيات اعادة البث والمنظومات

			التكنولوجية المتقدمة المنصوبة داخل البناية في قاعة احدى لجان الكنيست التي تعرضت للضرر.
8	2011	البرلمان الاوربي "تضارب المصالح"	أعلن البرلمان الاوربي عن وجود تضارب مصالح في نتائج الاثار السلبية لابراج الهاتف النقال حيث تشير الدراسات الممولة من قبل الشركات الصناعية الى ان 33% من هذه الدراسات فقط تشير الى وجود أضرار بينما تشير80% من الدراسات الممولة من قبل الحكومات الى وجود أضرار على الصحة العامة.
9	2012	UNICEF (Wi-Fi in Schools)	أعلنت اليونسيف عن الاثار السلبية لمنظومات ال (Wi-Fi) في المدارس وهي كما يلي: •85% زيادة في اضطرابات الجهاز العصبي المركزي. •36% زيادة في حالات الصرع •11% حالات المشاكل النفسية

			•82% حالات أضطرابات مناعة وأمراض الدم عند الاطفال وخطر على الجنين.

7-6 تصريحات بعض المؤسسات الدولية المعنية بالموضوع

International Organizations Declarations

على ضوء توصيات العديد من المؤتمرات والمناشدات والدراسات والبحوث المنشورة أصدرت عدد من المؤسسات الدولية تصنيفات جديدة لمخاطر الاشعة الكهرومغناطيسية على الصحة العامة.
الجدول رقم (6-5) يمثل التصنيفات الجديدة لتأثير الاشعة الكهرومغناطيسية لبعض هذه المؤسسات العالمية.

الجدول رقم (6-5): التصنيفات الجديدة لتأثير الاشعة الكهرومغناطيسية لبعض المؤسسات العالمية

ت	السنة	المؤسسة	التصريح
1	1990	وكالة حماية البيئة الامريكية The U.S. Environmental Protection Agency's (EPA)'s Draft report	أوصت بتصنيف خطر الاشعة الكهرومغناطيسية على أنه خطر من الدرجة الثانية (2B) كونه مسبب للسرطان.
2	2001	الوكالة الدولية لبحوث السرطان International Agency for Research on Cancer (IARC)	الاشعة الكهرومغناطيسية ممكن ان تكون سببا للاصابة بالسرطان.
3	2010	لجنة السرطان الرئاسية The Presidential Cancer Panel	تكنولوجيات اللاسلكي مصدر مسبب للسرطان

4	2011	منظمة الصحة العالمية WHO	اعادة تصنيف خطرالاشعة الكهرومغناطيسية ليكون خطر من الدرجة الثانية (2B) كونه مسبب للسرطان.
5	2011	المعاهدالوطنية للصحة The National Institutes of Health (NIH)	تشير تقارير علمية إلى أن 50 دقيقة من استخدام الهاتف الخلوي تجعل الدماغ يمتص الكلوكوز بسرعة.

8-6 اجراءات الحظر او التحذير التي أتخذتها بعض المؤسسات والدول

نتيجة للتحذيرات والتوصيات الخاصة بمخاطر استخدام منظومات البث الكهرومغناطيسي على الصحة العامة وخاصة في بعض المناطق او الشرائح الاجتماعية ذات الخصوصية، قامت بعض المؤسسات والدول بمنع استخدام هذه المنظومات او التحذير من مخاطر استخدامها.
الجدول رقم (6-6) يمثل قائمة لبعض هذه المؤسسات والدول والاجراءات التي قامت بها.

الجدول رقم (6-6): المؤسسات والدول واجراءاتها بخصوص مخاطر بعض المنظومات

ت	السنة	المؤسسة / الدولة	الاجراء
1	1993	وكالة حماية البيئة الامريكية The U.S. Environmental Protection Agency's (EPA)'s	معايير التعرض للجنة الاتصالات الفيدرالية "معيبة بشكل خطير" "Seriously flawed."

2	1993	إدارة الغذاء والدواء Food and Drug Administration (FDA)	تعليمات لجنة الاتصالات الفيدرالية لم تأخذ بنظر الاعتبار مشكلة التعرض المزمن على المدى الطويل للاشعة الكهرومغناطيسية
3	1993	المعهد الوطني للسلامة والصحة المهنية National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)	تعليمات لجنة الاتصالات الفيدرالية غير كافية كونها تأخذ بنظر الاعتبار التأثيرات الحرارية فقط
4	1994	لجنة هواة الراديو لمتابعة التأثيرات الحيوية Amateur Radio Relay League Bio-Effects Committee	تعليمات لجنة الاتصالات الفيدرالية لا تحمي من التأثيرات غير الحرارية
5	2000	وزارة التعليم البريطانية UK Department of Education	عدم استخدام الهاتف النقال من قبل الاطفال والشباب دون 16 عام الا في الحالات الضرورية

6	2005	قسم الصحة النمساوي في سالزبورغ Salzburg, Austria's Public Health Department	يمنع شبكات (*WLAN*) في المدارس العامة
7	2005	نقابة الاطباء النمساوية Austrian Medical Association	تحذر من استخدام الاطفال للهواتف النقالة والشبكات اللاسلكية
8	2006	الحكومة الالمانية في فرانكفورت Frankfurt, Germany's government	عدم نصب الشبكات اللاسلكية في المدارس الا بعد التأكد من عدم وجود أضرار
9	2006	المدارس البريطانية UK schools	تلغي شبكاتها اللاسلكية
10	2007	المدارس الابتدائية الايرلندية Ballinderry Primary School, Ireland	تلغي شبكاتها اللاسلكية

11	2007	الحكومة الالمانية في بفاريا Bavaria, Germany's Parliament	توصي بألغاء شبكات (*WLAN*) في المدارس
12	2007	وكالة البيئة الاوربية European Environmental Agency	تدعو الى اتخاذ اجراءات سريعة لتقليل التعرض لاشعاع شبكات (*WLAN*) والهواتف النقالة وابراجها.
13	2007	ايرلندا	منع استخدام شبكات (WiFi) في المدارس العامة
14	2007	تايوان	قامت حكومة تايوان برفع 1500 برج من ابراج الهاتف النقال الكائنة قرب المدارس لتجنب تأثيرها السلبي على الاطفال.
15	2007	أسرائيل	أعلنت أسرائيل عن حظر نصب الهوائيات على

			أسطح المنازل لتجنب الاضرار الصحية للبث الكهرومغناطيسي.
16	2008	دول الاتحاد الاوربي فرنسا، المانيا، بلجيكا، المملكة المتحدة	أصدرت تعليمات برفع منظومات (Wi-Fi) من المدارس والمكتبات العامة.
17	2008	الهند – ماديا براديش	منع استخدام اجهزة الهاتف النقال في المدارس العامة من قبل الطلبة والمعلمين
18	2008	اللجنة الدولية للسلامة الكهرومغناطيسية International Commission on Electromagnetic Safety (comprised of scientists from 16 nations)	تحديد استخدام الهواتف النقالة من قبل الاطفال والمراهقين والنساء الحوامل وكبار السن.

19	جامعة لاكهيد – اونتاريو Lakehead University, Ontario		منع استخدام شبكات (WiFi) في السكن الجامعي
20	فرنسا - باريس	2008	منع استخدام شبكات (WiFi) في المكتبات العامة
21	الهند – مدايا برادش Madhya Pradesh, India	2008	منع استخدام الهاتف النقال في المدارس من قبل الطلبة والاساتذة
22	اللجنة الوطنية الروسية للحماية من الاشعاع غير المؤين Russian National Committee for Non-Ionizing Radiation Protection	2008	تحذر من كون الهواتف النقالة غير أمينه حتى في المكالمات القصيرة وتمنع الاستخدام من قبل الاطفال دون 16 سنة، النساء الحوامل، مرضى الصرع، المصابين بفقدان الذاكرة واضطرابات النوم، والامراض العصبية.
23	جمعية اطباء البيئة الايرلندية		تحذر من كون معايير التعرض الحالية غير مناسبة

“not appropriate.”	Irish Doctors Environmental Association		
منع استخدام اجهزة الهاتف النقال في المدارس والكليات ما قبل الجامعة	الهند - ولاية كارناتاكا Karnataka State, India	2009	24
يمرر قانون يحظر الاعلان عن الهواتف المحمولة للاطفال ولغاية عمر 14 سنة	البرلمان الفرنسي French Parliament	2010	25
يمرر قانون يوصي باستخدام الكوابل لربط الانترنيت في المدارس	البرلمان الاوربي Council of Europe	2011	26
دعمت شبكات الألياف الضوئية في المدارس لكي يتمكن الطلبة من التعلم في بيئة خالية من الاشعة الكهرومغناطيسية	سويسرا	2010	27
أصدرت تعليمات صارمة تحدد استخدام الهواتف النقالة في المدارس	وزارة التعليم الاسرائيلية	2011	28

	The Israeli Ministry of Education		
التوصية الرسمية بعدم استخدام شبكات (Wi-Fi) في المدارس	اللجنة الوطنية الروسية للحماية من الاشعاع غير المؤين Russian National Committee for Non-Ionizing Radiation Protection	2012	29
تطالب بأتخاذ أجراءات فورية لحماية الصحة العامة فيما يتعلق بـ "العدادات الذكية"	الاكاديمية الامريكية لطب البيئة	2012	30
صادقت على قرار المحكمة العليا في راجستان لرفع ابراج الهواتف النقالة القريبة من المدارس والكليات والمستشفيات والملاعب	المحكمة العليا في الهند Supreme Court of India	2013	31
أعتمدت سياسة حضر نصب الابراج في	مدينة بومبي - الهند	2013	32

		City of Mumbai, India	المدارس والكليات والمستشفيات ودور الايتام وتأهيل الاحداث.

9-6 خلاصة الآراء العلمية حول المحددات

تتلخص الآراء المناهضة للمحددات الحالية بتأشير السلبيات التالية:

- المحددات الحالية قاصرة ولا تؤمن الحماية الكافية للصحة العامة وتعددت الدلائل (Evidences) لوجود اضرار من هذه المحددات.
- اهمال التأثيرات غير الحرارية واعتمادها على التأثيرات الحرارية فقط خطأ كبير وقد يكون للتأثيرات غير الحرارية ضرر أكبر من الحرارية.
- المحددات الحالية لم تخضع الى فحوصات المدى الطويل حيث يمكن ان تظهر أضرارها بعد عشرات السنين.
- تزايد في دلائل خطر الإصابة بالسرطان والامراض المزمنة.
- تزايد خطر الإصابة بالأورام السرطانية لمستخدمي الهاتف النقال في المناطق الريفية (نتيجة زيادة قدرة الارسال لهذه الأجهزة).
- وجود حاجة ماسة لمحددات تعرض جديدة تؤمن الحماية الكافية من تأثيرات الاشعة الكهرومغناطيسية.

10-6 التوصيات التي وردت في هذه المطالبات

- ضرورة تقليل المحددات الحالية وبشكل كبير.
- ابعاد أبراج الاتصـــالات لمســـافات اكثر من 500 متر عن المدارس ورياض الأطفال.
- عدم نصـب الشـبكات اللاسـلكية (مثل WiFi وغيرها) داخل المدارس ورياض الأطفال.
- منع الأطفال ولغاية 16 سـنة والنسـاء الحوامل من اسـتخدام الهاتف النقال الا في الحالات الطارئة.
- الاسـتعاضـة قدر الإمكان بوسـائل بديلة عن اسـتخدام البث الكهرومغناطيسي مثل:
  - الكوابل الضوئية.
  - استخدام تقنيات حديثة مثل (LiFi: Light Fidelity) بدلا من تقنيات (WiFi: Wireless Fidelity).

11-6 الجهات المؤثرة في عدم تعديل التعليمات

قد يتبادر الى الذهن سـؤال مهم وهو اذا كان كل هذا الكم الهائل من الاعتراضـات والمطالبات بتعديل التعليمات فما هو سـبب الاصـرار على بقائها بدون تعديل؟ والجواب هو ان الجهات صـاحبة القرار بالتعديل لها مصـالح في عدم التعديل بغض النظر عن الجوانب الصـحية والانسـانية، حيث ان التعديل يضر بمصالح الجهات التالية:

- شركات الهاتف النقال من خلال ضرورة زيادة عدد الابراج عند تخفيض قدرة البث التي تؤدي الى انحسـار التغطية للبرج مما يستدعي زيادة في عدد الابراج.

- تقييد عمل بعض المنظومات للمؤسسات الرسمية وخاصة العسكرية منها كونها تستخدم البث الكهرومغناطيسي بشكل كبير.

هنالك دور بارز ومهم لجمعية الاتصالات النقالة والإنترنت (CTIA)

Cellular Telecommunications and Internet Association (CTIA)

والتي تعتبر من اللوبيات المؤثرة في صناعة القرارات الخاصة بالمعايير للجهات التشريعية في مجال الاتصالات النقالة والإنترنت، حيث تمثل ما يقرب من 400 شركة للاتصالات والاتصالات اللاسلكية وتمثل مجموعة الضغط الرئيسية في الولايات المتحدة الامريكية.

بالاضافة الى ذلك وجود هيمنة للجانب السياسي والاقتصادي والمصالح العليا لبعض المؤسسات الرسمية على تركيبة المؤسسات والهيئات التشريعية.

ندرج في ادناه هيكلية بعض المؤسسات التشريعية الخاصة بالموضوع.

جمعية مهندسي الكهرباء والالكترونيك (IEEE)

تعتبر الجهة الرئيسية والاكثر نفوذا لوضع المعايير الخاصة بمحددات التعرض للاشعة الكهرومغناطيسية في الولايات المتحدة هي اللجنة الداخلية في جمعية مهندسي الكهرباء والالكترونيك (IEEE) وهذه اللجنة هي اللجنة الدولية للسلامة الكهرومغناطيسية

International Committee for Electromagnetic Safety) (ICES))

والتي يتكون أعضائها من الجهات التالية:

- ممثل الجيش الامريكي
- ممثل القوة الجوية الامريكية
- ممثل شركة موتوريلا
- ممثل شركة نوكيا الفنلندية
- ممثل شركة سيمنس الالمانية
- ممثل شركة الكيتل الفرنسية
- ممثل شركة بيل

ورئيس الجمعية هو رالف بوديمان (Ralf Bodemann) من شـــركة سيمنس (Siemens AG).

هذه هي اللجنة الرئيســية التي مهمتها المصـــادقة على المعايير المقترحة من قبل اللجنة العلمية، اما اللجنة العلمية المســـؤولة عن اعداد المعايير فهي اللجنة الفنية

(Technical Committee 95 (TC95))

والتي تتكون من عدد من الخبراء من دول مختلفة كما في الجدول (6-7).

الجدول (6-7): أسماء الدول واعداد الخبراء في اللجنة الفنية

البلد	عدد الخبراء	البلد	عدد الخبراء
أمريكا	60	المملكة المتحدة	3
كندا	8	الصين	2
اليابان	5	اسرائيل	2
ماليزيا	5	نيوزيلندا	2

استراليا	4	المانيا	1
اليونان	4	هنكاريا	1
ايرلندا	4	السويد	1
كوريا الجنوبية	4	تركيا	1
هولندا	4	بلغاريا	1
سويسرا	3	بولندا	1
فرنسا	3	سلوفينيا	1
ايطاليا	3	تايلند	1

نلاحظ من هذه الاعداد ان الولايات المتحدة الامريكية هي المهيمنة وصاحبة الاغلبية في اللجنة الفنية وكذلك في اللجنة الرئيسية المسؤولة عن المصادقة، أما وجود جهات رسمية وشركات صناعية في جهة المصادقة يعني عدم امكانية تمرير اي تعديل يضر بمصالح هذه الشركات او يؤثر على عمل الجهات الرسمية.

المفوضية الفيدرالية للاتصالات (FCC)

الدور الرئيسي للمفوضية الفيدرالية للاتصالات هو ادارة الطيف الكهرومغناطيسي في الولايات المتحدة الامريكية ويديرها خمسة مفوضين يتم تعيينهم جميعا من قبل رئيس الولايات المتحدة الامريكية ولا يشترط ان يكونو من اهل الخبرة.

12-6 الحدود العليا لكثافة القدرة المسموحة للتعرض في دول مختلفة وهيئات دولية للتردد 900 ميكاهيرتز

بالرغم من موافقة منظمة الصحة العالمية على الحدود العليا المسموح بها للتعرض التي اقرتها المفوضية الدولية للوقاية من الاشعاعات غير المؤينة نجد ان العديد من المؤسسات البحثية والاكاديمية والعديد من الشخصيات الطبية والبايولوجية والبيئية والفيزيائية المعروفة عالميا التي تعترض على هذه الضوابط وتعتبر المؤسسات التي شرعتها والتي صادقت عليها كانت تراعي مصالح المؤسسات الصناعية والصناعيين كونهم الجهة التي تمول أغلب البحوث التي اعتمدتها هذه المؤسسات لأغراض التشريع.

على ضوء الاعتراضات والانتقادات الشديدة للتعليمات الحالية للمؤسسات التشريعية المهمة في العالم، استجابت العديد من الدول (36 دولة) للمطالبات بتخفيض محدد التعرض لذلك اعتمدت دول عديدة ضوابط وتعليمات أكثر تشددا وبمستويات اقل من الحدود العليا المسموح بها للتعرض الصادرة من المفوضية الدولية للوقاية من الاشعاعات غير المؤينة وكما موضح في الجدول (6-8).

جدول (6-8): الحدود العليا لكثافة القدرة المســـموحة للتعرض في دول مختلفة وهيئأت دولية للتردد عند التردد 900 ميكاهيرتز

الدولة / الهيئة	الحدود العليا لكثافة القدرة المسموحة للتعرض mW / cm^2
FCC المفو ضية الفيدرالية للإتصالات	0.6
ICNIRP المفوضية الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين	0.45
WHO منظمة الصحة العالمية	0.45
NCRP الجمعية الوطنية للقياس والحماية من الإشعاع	0.6
IEEE جمعية مهندسي الكهرباء والإلكترونيات	0.6
ANSI المعهد القومي الأمريكي للقياس	0.6
ETSI المعهد الاوربي للاتصالات والقياس	0.46
المواصفات القياسية المصرية	0.4
بلجيكا	0.24*
استراليا	0.2*
ايطاليا	0.1*

اسرائيل	0.1*
اوكلاند	0.05*
نيوزيلاندا	0.05*
لكسنبورغ	0.045*
الصين	0.04*
روسيا	0.02*
بلغاريا	0.02*
بولندا	0.01*
باريس	0.01*
هنكاريا	0.01*
ايطاليا المناطق الحساسة	0.01*
الكويت	0.01**
سويسرا	0.005***
النمسا	0.0001***
مقاطعة سالزبورغ	0.0001***

* Government of India Ministry of Communications & Information Technology, Report of the Inter-Ministrial Committeeon EMF Radiation

**وزارة الصـــحة – إدارة الوقاية من الاشـــعاع – تجربة الكويت في تنظيم أستخدام الاشعة غير المؤينة والوقاية من مخاطرها - 2004

*** Dr Neil Cherry, Evidence of Health Effects of Electromagnetic Radiation, To the Australian Senate Inquiry into Electromagnetic Radiation.

مؤخرا حدث تطور في رأي بعض اعضـــاء الاتحاد الاوربي لدول مثل بلجيكا، ايطاليا، سلوفينيا وسويزلاند باعتماد ضوابط اكثر تشـــددا من الاتحـاد الاوربي (الـذي يعتمـد تعليمـات المفوضـية الدولية للحماية من الإشـعاع غيرالمؤين) من حيث الحدود العليا المسموحة.

الفصل السابع

المعايير الوطنية للتعرض للاشعاعات الكهرومغناطيسية الصادرة من شبكات الهاتف النقال

National Exposure Guidelines of Radio Waves Radiations from Mobile Networks

1-7 مقدمة عن النشاط البيئي في العراق

كان العراق من أوائل الدول العربية التي فكرت في حماية البيئة والحد من تدهورها، فكان ان شكلت ما يعرف بالهيئة العليا للبيئة البشرية والتي تأسست بموجب أمر ديوان الرئاسة المرقم 2411 في 1974/3/10 وجاء ذلك عقب مشاركة العراق في مؤتمر استوكهولم للبيئة البشرية عام 1972، وكانت رئاسة الهيئة قد أنيطت بوكيل وزارة البلديات آنذاك وبعضوية ممثلي الدوائر المختلفة ذات الصلة بالبيئة. مارست تلك الهيئة مهام عملها لمدة أكثر من عام ونصف حين صدر قرار لمجلس قيادة الثورة (المنحل) آنذاك والمرقم 1258 في 1975/11/19 لتشكيل المجلس الأعلى للبيئة البشرية بإعتباره الجهة المركزية لحماية البيئة وتحولت رئاسة المجلس إلى وزير الصحة وعدلت تسميته لتصبح مجلس حماية البيئة. إرتبطت بهذا المجلس دائرة عرفت بأسم دائرة الخدمات الوقائية والبيئية وهي من دوائر وزارة الصحة، وما لبث اسم هذه الدائرة ان تحول إلى دائرة الوقاية الصحية وحماية البيئة مع الابقاء على المجلس الذي تغيرت تسميته قليلاً، وكان من بين

أهم تشـــكيلات الدائرة المذكورة هو مركز حماية البيئة الذي كان بمثابة الذراع التنفيذية للمجلس، وتمت تلك التغييرات أثر صـــدور قانون مجلس حماية وتحســين البيئة المرقم 76 لســنة 1986 الذي بقى نافذ المفعول لغاية 1997 حين تحول ليصــبح القانون رقم (3) لســنة (1997) الذي ما يزال نافذ المفعول بســبب عدم إصــدار أي قانون يلغيه . تأســســت وزارة البيئة في العراق عام 2003 بعد ســنوات طويلة من التجاهل نحو البيئة ومتطلبات حمايتها من التلوث، وكان أي قرار بيئي مهما كان بسيطاً هو قرار خاضع إلى الادارة السياسية، وعلى الرغم من إن التشكيل في هذا التاريخ جاء متأخرا بدرجة كبيرة، إلا أنه مع ذلك جاء في الوقت الحاســم وفي فترة حرجة تعاني فيها الاوضاع البيئية من التدهور الشديد. لقد جاء تأسيس وزارة البيئة خطوة جدية وأساسية لغرض تحويل النظرة التقليدية التي كانت ســائدة في أوســاط العمل البيئي في العراق إذ كانت تعتبر حماية البيئة ممارسة ذات أفق ضيق محدود يدور في مجالات خدمية معينة، ولهذا السبب كان هناك العديد من المجالات البيئية الهامة منسياً لعل في مقدمتها هو الوقاية من الاشعاعات غير المؤينة. بعد الانتشــار الواســع للهاتف النقال قامت وزارة البيئة باصــدار عدد من التعليمات الخاصــة بالحماية من الاشــعة غير المؤينة والخاصة بابراج الهاتف المحمول.

2-7 تعليمات وزارة البيئة لسنة 2007

أصدرت وزارة البيئة التعليمات رقم (1) لسنة 2007 الخاصة بالوقاية من الاشعاعات غير المؤينة الصادرة عن الابراج الرئيسية والثانوية للهواتف النقالة والتي حددت فيه بان يكون الحد الاعلى المسموح به للتعرض للإشعاعات غير المؤينة الصادرة من ابراج اتصالات الهواتف النقالة يساوي 0.57 ملي واط / سم^2 عند التردد 900 ميكاهيرتز وهو المستوى المعتمد من قبل المفوضية الفدرالية للاتصالات، وتكون المواصفات الفنية للمحطة الرئيسة والهوائيات وفقا لما يأتي:

أولا: تعد محطات البث الرئيسة من نشاطات صنف (ب) وفقا للمحددات البيئية للمشاريع الصناعية والزراعية والخدمية الصادرة من وزارة البيئة ويجب اقامتها خارج حدود تصاميم المدن.

ثانيا: تعد ابراج الهوائيات من نشاطات صنف (جـــ) وفقا للمحددات المنصوص عليها في البند (اولا) من هذه المادة.

ثالثا: يكون ارتفاع المبنى الذي تنصب فوقه الهوائيات لا يقل عن (15) خمسة عشر مترا ولا يزيد على (50) خمسين مترا من مستوى سطح الارض داخل المنطقة السكنية وفي حالة تعذر وجود هذا الارتفاع يتم تركيب الهوائيات على برج معدني او صاري بحيث يصبح ارتفاع الهوائيات عن سطح الارض وفقا لما هو منصوص عليه في هذا البند.

رابعـا: يكون ارتفـاع هوائي محطـة الهـاتف المحمول اعلى من المباني المجاورة للمبنى المختار نصـب الهوائي فوقه ضـمن دائرة نصــف قطرها (10) عشــرة امتار وبارتفاع لا يقل عن (2) مترين.

خامسـا: يكون سـطح المبنى الذي تركب الهوائيات والابراج عليه من الخرسانة المسلحة.

سـادسـا: لا يسـمح بتركيب اكثر من هوائي مرسـل لمحطات تقوية المحمول على نفس البرج او الصاري ويلزم في حالة تركيب اكثر من هوائي ان يتم تركيـب برج معـدني بحيـث تكون الهوائيات على ارتفاع لا يقل عن (6) ستة امتار عن سطح المبنى بشـــرط ان لا يزيد عدد الهوائيات التي يتم تركيبها على نفس المستوى على (3) ثلاثة هوائيات مرسلة و (3) ثلاثة هوائيات مستقبلة وفي حالة تركيب الهوائيات من النوع المتكامل (مرســل ومســتقبل) فيجب ان لا يزيد على (3) ثلاثة هوائيات في المســتوى الواحد بالاضــافة الى اطباق الربط وفي حالة وضــع هوائيات على عدة مســتويات على نفس البرج يشــترط ان لا تقل المســافة الراســية بين مركز الهوائيات عن (4) اربعة امتار بين كل مستويين متتاليين.

ســابعا: يجب ان لا تقل المســافة الافقية بين مركزي برجين لمحطتين للهاتف المحمول على سطح المبنى نفسه عن (12) اثني عشر مترا.

ثامنا: عند تركيب الهوائيات يجب ان لا تقل المســافة الافقية بينها وبين العنصـر البشـري عن (12) اثني عشـر مترا في اتجاه الشعاع الرئيسي.

تاسعا: لا يسمح بتركيب الهوائيات على الشرفات التي بدون سقف خرساني مسلح.

عاشرا: لا يسمح بتركيب الهوائيات فوق اسطح المباني المستغلة بالكامل كالعمارات السكنية والمستشفيات والمراكز الصحية والمراكز العلمية والمؤسسات البحثية والجامعات والكليات والمعاهد والمدارس بجميع مراحلها وحضانات ورياضات الاطفال.

حادي عشر: تغلق الاسطح المشغولة بالهوائيات بالكامل بباب مغلق او يتم وضع سور غير معدني من جميع الاتجاهات على مسافة (6) ستة امتار من مركز قاعدة البرج و (2) مترين بالنسبة للصاري الموجود على حافة المبنى مع وضع اشارات تحذيرية عند النقاط ذات الشدة الاشعاعية العالية ويفضل صنعه من البلاستيك.

ثاني عشر: يجب ان تكون المسافة الافقية بين الهوائيات وسور المدارس الابتدائية والاعدادية ودور الحضانة ورياض الاطفال اكثر من (80) ثمانين مترا.

ثالث عشر: اعتماد قيم التعرض التالية لعموم الناس ولمحطات البث الرئيسة والثانوية وكما يأتي:

أ . 0.57 ملي واط / سم2 للتردد (800 – 900) ميكا هيرتز.

ب . 1 ملي واط / سم2 للتردد (1800 – 2000) ميكا هيرتز.

ملاحظة: تصنف المحطات الأساسية الى ثلاثة أصناف اعتماداً على طاقة البث ومساحة التغطية لخدمات الشبكة:

أ. محطة كبيرة (Macro Cell) لتوفير خدمة تغطية يصل مداها الى أبعد من (1000) الف متر من مواقع الهوائيات كما في بعض المواقع داخل المدن وعلى الطرق العامة خارج المدن.

ب. محطة صغيرة (Micro Cell) لتوفير خدمة تغطية إضافية ضمن المدينة واطرافها حيث الأعداد الكبيرة من المستخدمين يصل مداها لغاية (1000) الف متر من مواقع الهوائيات وتبث هذه المحطة بطاقة اوطأ من المحطة الكبيرة.

ت. محطة متناهية الصغر (Pico Cell) لتوفير خدمة تغطية الى مناطق محددة ومكتظة بالمستخدمين يصل مداها لغاية (100) مئة متر من موقع الهوائي وتبث هذه المحطة بطاقة واطئة جداً كما في المطارات ومحطات القطار والأسواق.

3-7 تعليمات وزارة البيئة لسنة 2010

كذلك اصدرت وزارة البيئة التعليمات رقم (1) لسنة 2010 الخاصة بالوقاية من الاشعاعات غير المؤينة الصادرة عن منظومات الهاتف المحمول والتي حددت فية بان يكون الحد الاعلى المسموح به للتعرض للإشعاعات غير المؤينة الصادرة من ابراج اتصالات الهواتف النقالة يساوي 0.4 ملي واط / سم^2

عند التردد 900 ميكاهيرتز وهو مساوي للمواصفات القياسية المصرية ومقارب للمستوى المعتمد من قبل المفوضية الدولية للوقاية من الاشعاعات غير المؤينة وكذلك منظمة الصحة العالمية.

حددت المواصفات الفنية ومتطلبات الموقع لمنظومة الهاتف المحمول وفقاً لما يأتي:

أولا: تعد البدالات المركزية من النشاطات الملوثة صنف (ب) والمحطات الأساسية من النشاطات الملوثة صنف (ج) وفقاً لمبادئ التصنيف البيئي لمصادر التلوث التي تعتمدها وزارة البيئة ويمكن اقامتها داخل او خارج حدود التصاميم الأساسية للمدن والقرى والقصبات المرشحة للتطوير مع مراعاة المواصفات الفنية والمتطلبات البيئية للموقع المنصوص عليها في هذه التعليمات.

ثانيا: لا يجوز انشاء:

أ. البدالات المركزية في الاحياء السكنية او ضمن مباني المستشفيات والمدارس ورياض الأطفال والحضانات ويجب اقامتها كمنشأ مستقل.

ب. المحطات الأساسية (الكبيرة والصغيرة) ضمن مباني المستشفيات والمدارس ورياض الأطفال والحضانات وعلى أسطح المباني المستغلة لأغراض أخرى كالسكن الجزئي، العمل، الخزن، تربية الحيوان، النوم، او الحراسة.

ت. المحطات الأساسية (الكبيرة والصغيرة) على أسطح المباني غير المشيدة بالخرسانة المسلحة وتستثنى من ذلك أسطح البدالات المركزية.

ث. المحطات الأساسية (الكبيرة والصغيرة) على أرضية الدار السكنية كالحدائق والفناءات والترك النظامي للأبنية والدور وأرصفة الشوارع.

ثالثا: أ : لا تقل المسافة الأفقية بين مركزي برجين لمحطتين عن (50) خمسين متراً للمحطات الأساسية الصغيرة و (300) ثلاثمائة متر للمحطات الأساسية الكبيرة الا اذا كان احد البرجين او كليهما يحمل هوائيات ربط فقط.

ب: مع مراعاة أحكام البند (ثانياً) من هذه المادة تثبت الهوائيات على أبراج تقام على الأرض او على أسطح المباني مع مراعاة ما يأتي:

(1) لا تقل المسافة العمودية بين الحافة السفلية لهوائيات البدالات المركزية والمحطات الأساسية الكبيرة ومستوى سطح الأرض عن (15) خمسة عشر متراً ولا تقل المسافة العمودية بين الحافة السفلية لهذه الهوائيات ومستوى سطح المبنى عن (6) ستة أمتار.

(2) لا تقل المسافة العمودية بين الحافة السفلية لهوائيات المحطات الأساسية الصغيرة ومستوى سطح الأرض عن (10) عشرة أمتار

ولا تقل المسافة العمودية بين الحافة السفلية لهذه الهوائيات ومستوى سطح المبنى عن (4) أربعة أمتار.

(3) لا تقل المسافة العمودية بين هوائي المحطة الأساسية المتناهية في الصغر ومستوى سطح الأرض عن (2.5) مترين ونصف داخل أو خارج المباني.

(4) لا تقل المسافة العمودية بين الحافة السفلية لهوائيات التغطية للمحطات الأساسية الكبيرة وأعلى نقطة في المباني والانشاءات المجاورة المستخدمة من الانسان عن (4) اربعة أمتار ضمن محيط دائرة نصف قطرها (30) ثلاثون متراً.

(5) لا تقل المسافة العمودية بين الحافة السفلية لهوائيات التغطية للمحطات الاساسية الصغيرة واعلى نقطة في المباني والانشاءات المجاورة المستخدمة من الانسان عن (2) مترين ضمن محيط دائرة نصف قطرها (12) اثنا عشر متراً.

رابعا: لا توجه حزم الاشعة الدقيقة الصادرة عن هوائيات الربط للبدالات المركزية والمحطات الاساسية باتجاه المباني والانشاءات المحيطة بالابراج التي يتواجد فيها الانسان وان لا تقل المسافة العمودية بين هذه الهوائيات

واعلى نقطة في المباني والانشـــاءات المقابلة لاتجاه الهوائي عن (2) مترين لأي مسافة كانت.

خامساً: أ: يغلق سطح المبنى المشغول بمحطة اساسية كبيرة او صغيرة بباب محكم وتحاط بسور غير معدني من جميع الاتجاهات وبارتفاع لا يقل عن (1.5) متر ونصف بحيث يمنع وصول الانسان الى المحطة مع وضـــع علامات تحذر من اقتراب غير المخولين ويشمل ذلك البدالة المركزية والمحطات المنصوبة على الارض مع جواز ان يكون السور معدنياً.

ب: عند وجود سياج للسطح يحيط بالمحطة من جهة او اكثر فيقتصر انشاء السور على الجهات الاخرى فقط مع مراعاة الفقرة (أ) من هذا البند.

سادسا: أ: لا يزيد مستوى تعرض الانسان لكثافة القدرة للاشعة الناجمة عن أي من مكونات منظومة الهاتف المحمول (0.4) اربعة من العشرة ملي واط/سم2.

ب: يمنع دخول المناطق ذات المســتويات العالية من الطاقة والواقعة في الاتجاه المقابل لواجهة البث الامامية للهوائيات والمحددة بموجب هذه التعليمات.

سابعا: تستخدم مولدات كهرباء حديثة وذات كفاءة عالية يراعى فيها عدم الاضـــرار بنوعية الهواء ومســتوى الضـــوضـــاء والاهتزاز في الاجواء المحيطة باجزاء منظومة الاتصـــال واتباع الاسلوب الصحيح في تداول الوقود والزيوت والمياه اللازمة لتشغيل المولد وعدم السماح بانسكاب هذه المواد على سطح الارض او تسربها الى شبكة الصرف الصحي والالتزام

بـالتعليمـات والضـــوابط المتعلقـة برمي مخلفـات الزيوت والصيانة.

4-7 الحدود العليا لكثافة القدرة المســـموحة للتعرض في تعليمات وزارة البيئة

أن الحدود العليا المســـموح بها للتعرض من الاشـــعاعات غير المؤينة الصـــادرة من ابراج اتصـــالات الهواتف النقالة والمشـــار اليها في الفقرة (6-12) متباينة جدا نتيجة لعدم وجود وضـــوح كامل حول الاثار الســـلبية لهذه الاشـــعاعات على المدى الطويل ولذلك تأخذ بعض الدول احتياطات اضـــافية من خلال تقليل الحد الاعلى المسـموح للتعرض. وعند مقارنة الارقام المعتمدة من قبل وزارة البيئة مع الارقام المشار اليها في الفقرة (6-12) نجد بأنها تقع ضـــمن الحدود العليا لهذه الارقام وخاصـــة المعتمدة من قبل الدول الصناعية او الهيئات الدولية المهيمنة عليها هذه الدول.

عند اعتماد المسـتويات المرجعية لكثافة القدرة المسـموح بها من قبل وزارة البيئة والتي تساوي 0.4 ميلي واط / سم^2 وعلى فرض ان القدرة المرسـلة تسـاوي 10 واط وربح الهوائي 16.4 ديسـبل فأن المسافة الآمنة يمكن حسابها كالاتي:

(= Safe distance = r_s

$\sqrt{PG/(4\pi S)}$

S = 0.4 mW/cm^2 = 4 W /m^2

P = 10 W

G = 16.4 dB = 43.65

r_s = $\sqrt{PG/(4\pi S)}$

r_s = [(10x43.65) / (4π x 4)]$^{1/2}$

m≈ 3m 2.947 =

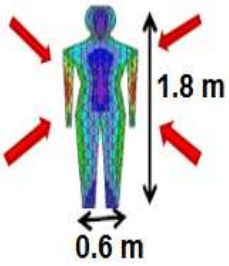
وهذة المسافة قليلة ولاتتناسب مع أهمية هذا الموضوع، في حين عند اعادة الحساب عند متوسط الارقام الواردة في الجدول (6-8) الفقرة (6-12) مثلا 0.01 ميلي واط / سم^2 (0.1 واط / م^2) نجد بان المسافة العظمى للمنطقة الخطرة تصبح كما يلي:

Safe distance = r_s = $\sqrt{PG/(4\pi S)}$

= [(10x43.65) / (4πx0.1)]$^{1/2}$ = 18.64 m

وهذه النتيجة هي اكثر واقعية من الاولى.

ولغرض حساب أقصى قدرة يمكن ان يتعرض لها الجسم (عند افتراض عدم وجود انعكاس من الجسم) من قبل شخص بطول 180 سم وبعرض 60 سم في حالة اعتماد المفوضية الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) التي لها كثافة قدرة (محدد تعرض) 0.45 ملي واط / سم^2 (4.5 واط / م^2) يكون كما يلي:



Area = 1.8 m x 0.6 m = 1.08 m^2

الحرارة المكتسبة = الكثافة x المساحة = 4.5 واط / م^2 x 1.08 م^2

= 4.86 واط أو جول في الثانية الواحدة

الحرارة المكتسبة خلال يوم واحد = 4.86 x 60 x 60 x 24

= 419904 واط باليوم = 419.904 كيلوجول

= 17.5 كيلوواط-ساعة

وعند مقارنة هذا الرقم بفرن مايكرويف بقدرة 500 واط، نلاحظ انه يعادل وضع هذا الشخص في فرن كهربائي بقدرة 500 واط لمدة 840 ثانية أو 14 دقيقة....فهل هذا ممكن؟؟!!

في حين ان استخدام محدد التعرض المقترح 0.01 ملي واط/سم^2 يعادل وضع هذا الشخص في فرن كهربائي بقدرة 500 واط لمدة 18 ثانية أو 0.3 دقيقة.

5-7 موقف وزارة البيئة من تعديل التعليمات

بعد صدور تعليمات الوقاية من الاشعة غير المؤينة الصادرة عن منظومات الهاتف المحمول رقم (1) لسنة 2010 والتي تضمنت حلولاً لبعض الاختناقات التي ظهرت من خلال تطبيق تعليمات الوقاية من الاشعة غير المؤينة الصادرة عن الابراج الرئيسية والثانوية للهواتف النقالة رقم (1) لسنة 2007، شرعت وزارة البيئة بدراسة موضوع اجراء تعديلات جوهرية على هذه التعليمات، حيث تم اجراء الاتي:

1. طلبت وزارة البيئة من جامعة النهرين من خلال المكتب الاستشاري الهندسي لكلية الهندسة اجراء دراسة حول تعليمات الوقاية من الأشعة غير المؤينة وتم توقيع عقد بين

الطرفين بتاريخ 2011/8/18، وأنجزت الدراسة وسلمت الى الوزارة في النصف الاول من عام 2012، وتناولت الدراسة تحليل للتعليمات النافذة والسلبيات المؤشرة أزائها ومقترحات بخصوص التعديلات المطلوبة.

2. باشرت وزارة البيئة في بداية عام 2014 باعداد مسودة تعليمات جديدة بالتعاون مع مستشارها العلمي (أ.د. جابر سلمان عزيز) وممثلي الوزارات التالية:
   أ. وزارة الاتصالات
   ب. وزارة الصحة
   ت. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
   ث. وزارة العلوم والتكنولوجيا (قبل الاندماج مع وزارة التعليم العالي والبحث العلمي)
   ج. وزارة التخطيط – الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية
   ح. هيئة الاعلام والاتصالات

أنجزت التعليمات في بداية عام 2015 من قبل اللجنة الفنية الخاصة بالموضوع واحيلت الى الدائرة القانونية للصياغة القانونية ثم تمت الاحالة الى الوزارات المعنية لغرض بيان الرأي بصددها وكانت اجابة اغلب الوزارات ايجابية في حين اعترضت هيئة الاعلام والاتصالات على قيمة محدد التعرض المقترح حيث كان رأيها الابقاء على المحدد القديم كونه معتمداً من قبل المؤسسات التشريعية العالمية بالرغم من الملاحظات المؤشرة عليها والمشار اليها في الفصل

السـادس، ولازال الموضـوع معلقاً بالرغم من تدخل هيئة المستشارين في مجلس الوزراء بالموضوع.

6-7 متطلبات نصب ابراج الهاتف النقال

عند منح اجازة نصـب برج للهاتف النقال يتطلب اتباع بعض السـياقات التي تعزز من دقة التنفيذ من قبل شـركات تقديم الخدمة ومنها:

أ. تمنح اجـازة لكـل برج على حـدة وليس مجموعـة ابراج بنفس الاجازة.

ب. تثبت في ألإجازة الممنوحة كافة المواصـفات الفنية لهذا البرج والتي تشمل:
- التردد العامل
- قدرة الارسال
- نوع التضمين
- نوع الاستقطاب
- نوع الهوائي وشكل التغطية
- موقع البرج (الاحداثيات بالنسـبة لخطوط الطول والعرض).

ت. أجراء المسـح الدوري للبرج (زيارات ميدانية) للتأكد من الالتزام بالمواصـفات التي منحت على ضـوئها الاجازة، بحيث يكون معدل هذه الزيارات لايقل عن زيارتين في السنة.

7-7 المسح الدوري:

1. تقوم الجهة الفنية في قسم البيئة في المحافظة او او الجهة المخولة بإجراء المسح الدوري الموقعي لكل موقع للتأكد من عدم وجود خرق للتعليمات النافذة، بحيث لا تزيد الفترة الزمنية بين زيارة واخرى عن ستة اشهر.
2. تعد استمارات خاصة بالمسح الدوري من قبل وزارة البيئة يثبت فيها المعلومات الخاصة بالتحقق من المواصفات الفنية للبرج ومطابقتها للمواصفات المدونة في الاجازة وتوقع وتختم من قبل الجهة الفاحصة.
3. يتم غلق البرج المخالف الذي لم يلتزم بالمواصفات الفنية التي منحت على ضوئها الاجازة.

الفصل الثامن

نصائح وارشادات

Advices and Instructions

8-1 المقدمة

أصبح الان من الصعب الاستغناء عن استخدام الهواتف النقالة ولذلك لا بد من تقديم النصائح والارشادات والاحتياطات الواجب العمل بها لتخفيف الضرر الناجم عن استخدام هذه الشبكات والهواتف على صحة المواطن قدر الإمكان، بحيث تشمل هذه النصائح والاجراءات جميع المستويات ابتداءا من نصب محطات البث والتحذير من التقرب منها وانتهاءا بمستخدم الهاتف النقال.

8-2 النصائح والاحتياطات الواجب العمل بها في ابراج الهاتف النقال

1. التقيد التام بالتعليمات الخاصة بنصب الابراج من ناحية ارتفاع الهوائيات وضبط اتجاهها وضبط قدرة الارسال.
2. تخفيض قدرة الارسال قدر الامكان والذي يؤدي الى تخفيض منطقة الحظر.
3. حظر اقتراب الجمهور لمسافة تقل عن 10 أمتار من الهوائي فوق أسطح البنايات (للحصول على أعلى معدل أمان) مع وضع حواجز وعلامات فوق الأسطح لمنع وصول السكان من المنطقة الممنوعة حول المحطة.

4. يحظر على الفنيين العاملين على الابراج الاقتراب لمسافة أقل من ثلاثة أمتار من الهوائي فوق أسطح البنايات، مع التأكيد على تحديد هذه الأماكن حتى يتجنبها العاملون.
5. وضع متحسسات كشف تسرب البث الكهرومغناطيسي في كابينة الاجهزة للابراج.
6. تركيب حواجز مادية مانعة لدخول الاشخاص.
7. وضع تدابير تحكم واجراءات عمل أمنة ووضع اللافتات والعلامات التحذيرية.
8. ارتداء الفنيين العاملين سترات واقية من الإشعاع عند فحص وادامة منظومات البرج.
9. هناك إمكانية لاستخدام وسائل اخرى مثل الأقمار الصناعية او الكوابل الضوئية لإرسال موجات المحمول بدلاً من استخدام محطات التقوية، وذلك بهدف تقليل كثافة هذه الموجات وبالتالي التقليل من مخاطرها الصحية.

3-8 النصائح والاحتياطات الواجب العمل بها من قبل العاملين في الابراج

إن الشرائح البشرية المتأثرة من الإشعاعات الصادرة من أبراج البث الكهرومغناطيسي وبشكل أساسي هم العاملون من مهندسين وفنيين صيانة أجهزة الإرسال والموظفين المتواجدين في هذه المنشآت ويزداد تأثير هذه الموجات مع طول الفترة الزمنية للتعرض. ومن اهم وسائل الوقاية من أضرار البث الكهرومغناطيسي والتي يتطلب تنفيذها هي :

1. تجهيز غرفة السيطرة التي يتواجد فيها العاملين (المهندسين والفنيين) بعوازل بحيث تكون واقية ومعزولة عن الاشعاع الكهرومغناطيسي وذلك بتغطية الغرفة بشبكة نحاسية ثم يتم توصيلها مع الارضي الرئيسي للمحطة والهوائي المشع او تغطية اسطح مبنى المرسلات بمادة معدنية مثل الزنك ثم يتم توصيلها مع الأرضي الرئيسي للمحطة الهوائي.
2. تنظيم فترة عمل العاملين في محطة الارسال بحيث لا تتجاوز عمل الفرد اكثر من ستة ساعات يوميا.
3. تثقيف العاملين في مجال التغذية وماهي الاغذية التي تساعد الجسم على الحماية من الاشعاع.
4. تثقيف العاملين وتعريفهم بالأضرار الناجمة عن التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية وخطورتها.
5. ان تحرص المؤسسات على اختيار مواقعها للمحطات ذات القدرات العالية على أساس أن تكون هذه المواقع خارج المدن وبعيدة عن التجمعات السكانية.

4-8 النصائح والاحتياطات الواجب العمل بها عند استخدام الهاتف المحمول

1. تجنب حمل جهاز الهاتف المحمول ملاصقاً للجسم ولاسيما بالقرب من القلب ، حيث يعد هذا العضو حساساً لموجات المحمول ، وإنما ينبغي حمل الجهاز في حقيبة يد بعيداً عن الجسم قدر الامكان.

2. تقليل مدة المكالمة إلى أقصر وقت ممكن (كما خلصت إلى ذلك تقارير منظمة الصحة العالمية 1999م) حيث أن هذا الجهاز لا ينبغي استعماله في الدردشة أو المكالمات الطويلة ، ولا ينبغي أن تزيد المكالمة عن دقيقه واحدة على الأكثر وأن لا تزيد عدد المكالمات في اليوم الواحد عن عدد محدود من المكالمات، وأن يغلق الجهاز عندما لا يراد استقبال أو إرسال مكالمات (عند النوم مثلا).
3. ابعاد جهاز الهاتف عن الأذن مسافة لا تقل عن 2 سم أثناء الاستعمال فهذا (طبقاً لتقارير منظمة الصحة العالمية) يقلل من كثافة وشدة التعرض للموجات الكهرومغناطيسية.
4. استخدم السماعة الخاصة بالجهاز بصفة دائمة فإن هذا يقلل إلى حد كبير من مخاطر التعرض لهذه الموجات.
5. على مرضى القلب ، وارتفاع ضغط الدم ، والصرع، وضعف المناعة، والمرضى النفسيين الذين يتلقون علاجا كيميائياً تجنب استعمال الهاتف المحمول نظراً لتداخل الموجات الكهرومغناطيسية مع العلاج .
6. يحظر على الأطفال ممن هم دون سن البلوغ الاستعمال المفتوح للهاتف المحمول (تقارير منظمة الصحة العالمية) نظراً لأن الأطفال أكثر استعداداً للمخاطر الصحية للموجات الكهرومغناطيسية في مراحل النمو المختلفة، كما ينطبق ذلك على كبار السن.
7. يحظر على السيدات الحوامل المكالمات المتكررة والطويلة أو وضع الجهاز بالقرب من الرحم نظراً لتأثير الموجات الكهرومغناطيسية على خلايا الأجنة في مراحل الانقسام

والتطور المختلفة ولاسيما في الثلاثة أشهر الأولى من الحمل.

8. عندما تكون في مستشفى أغلق الهاتف المحمول لأن الموجات الصادرة عنه تؤثر على الأجهزة الطبية مثل أجهزة السمع، أجهزة تنظيم ضربات القلب (ينبغي أن يبعد جهاز المحمول عن أجهزة القلب مسافة لا تقل عن 20 سم).
9. أغلق التليفون المحمول عند ركوب الطائرة وطوال وجودك فيها لأن بعض أجهزة الطائرة تتأثر بموجات الهاتف المحمول وكذلك أثناء وجودك في محطات التزويد بالوقود.
10. أثناء رنين التليفون لا تقربه من أذنك لأنه يؤثر بشدة على السمع، وإنما قربه فقط من أذنك أثناء الاستماع للمكالمات، أنتظر حتى وصول المكالمة بدلا من وضع المحمول على الأذن بمجرد بدأ المكالمة يجب الانتظار حتى وصول المكالمة ورد الطرف الآخر ثم ارفع الهاتف عن الأذن.
11. لا تلق البطارية المستهلكة من التليفون المحمول في صندوق القمامة، وإنما سلمها للبائع الذي يتولى بدوره جمعها وتسليمها لشركة الإنتاج حيث يتم التخلص منها بعيداً عن التجمعات السكنية لأنها ملوثة للبيئة بعنصر الزئبق الذي يمكن أن يمتص من خلال خلايا الجلد .
12. لا تستخدم المحمول في الأماكن المعدنية المغلقة (مثل المصعد) وذلك لأن الأسطح المعدنية تعمل على حجز الإشعاعات بالداخل بل وعكسها إلى مصدرها مرة أخرى مما يضاعف من كمية الإشعاعات بشكل كبير .

13. لا تستعمل المحمول مع انخفاض إشارة الشبكة وذلك لأن الارسال يكون بشكل أقوى (ليتمكن من الوصول الى البرج) في أوقات انخفاض الشبكة مما يزيد من الإشعاعات.
14. أختر جهاز المحمول من الشركات الرصينة لكون هناك ما يسمى بمعامل الامتصاص النوعي (SAR) وهو معدل امتصاص الاشعة الكهرومغناطيسية، وعادة تراعي الشركات الرصينة الالتزام بالمواصفات المجازة عالميا للامتصاص النوعي.

5-8 العلامات الحذيرية

يتطلب منع عامة الناس من التقرب من مصادر البث الكهرومغناطيسي من خلال وضع أسيجة تحدد بها المواقع الخطرة على الصحة العامة مزودة بعلامات تحذيرية تؤشر الاخطار المحتملة التي يتعرض لها الانسان في هذه المنطقة وبالمواصفات القياسية التالية:

1. تكون ابعاد العلامة التحذير بما لا يقل عن 20 سم x 30 سم.
2. يكون عدد العلامات التحذيرية بعدد كافي ويتناسب مع أبعاد المنطقة الخطرة.
3. يجب ان تكون مواقع وارتفاعات العلامات التحذيرية مناسبة ومرئية من مختلف زوايا التقرب للموقع.
4. العلامات التحذيرية المعدنية لا ينصح باستخدامها في مواقع البث الكهرومغناطيسي نوع (AM).

الشكل رقم (8-1): نماذج من علامات التحذير.

الخاتمة

1. تشير الدراسات والبحوث العلمية في مجال تاثير الاشعاعات غير المؤينة الى وجود تاثيرات سلبية على صحة الانسان عند تجاوز مستويات الطاقة لهذه الاشعاعات عن المستويات المسموحة.
2. تتباين الاراء بخصوص مستويات الطاقة المسموحة، حيث تشير البحوث والدراسات الى وجود اضرار حتى بمستويات تقل عن تلك المعتمدة من قبل الهيئات والمنظمات الدولية العالمية وفي مقدمتها المفوضية الدولية للوقاية من الاشعاعات غير المؤينة والتي تعتمد تعليماتها منظمة الصحة العالمية.
3. لذلك تتباين التعليمات والضوابط التي اصدرتها بعض الدول والمؤسسات التشريعية الوطنية والدولية من ناحية الحد الاعلى المسموح به للتعرض للإشعاعات غير المؤينة الصادرة من ابراج اتصالات الهواتف النقالة عن تلك التي اقرتها المفوضية الدولية للوقاية من الاشعاعات غير المؤينة ويتجه هذا التباين باتجاه التشدد من خلال اعتماد مستويات مرجعية أوطأ لوجود شكوك من ظهور تأثيرات سلبية على المدى الطويل.
4. ضرورة أجراء تعديلات على التعليمات التي اصدرتها وزارة البيئة تتضمن تعديل المستويات المرجعية باعتماد محددات تعرض أكثر امانا واليات تنفيذ دقيقة وصارمة.
5. ضرورة توحيد التعليمات الخاصة بالإشعاعات غير المؤينة ضمن تعليمات شاملة تتضمن جميع منظومات البث

الكهرومغناطيسي العاملة بما فيها البث الاذاعي والتلفزيوني ومصادر البث الكهرومغناطيسي المتوقع عملها مستقبلا لتشمل كامل الطيف الكهرومغناطيسي.

6. الالتزام الدقيق والصارم لتطبيق التعليمات من ناحية منح رخصة نصب محطة بث كهرومغناطيسي بمواصفات فنية محددة ومتابعة عدم تغيير مواصفات المحطة بدون استحصال الموافقة على ذلك.
7. ضرورة وضع نظام مسح دوري دقيق بما لا يقل عن زيارتين ميدانية لكل محطة بث سنويا لضمان عدم تجاوز المواصفات المسموح بها والتي على اساسها تم منح الرخصة.
8. ضرورة تفعيل عمل اقسام البيئة في المحافظات من الناحية الفنية والذي يتطلب تأمين اجهزة فحص وقياس وتحليل الاشارات الكهرومغناطيسية ومعايرتها سنويا للحفاظ على دقة القياس المطلوبة.
9. إلزام الشركات والافراد المالكين لهذه المحطات على وضع علامات تحذيرية واضحة وبأعداد كافية وفي اماكن واضحة بما يضمن سلامة الاشخاص ومنع تقربهم من المناطق الخطرة.
10. بالنظر للقدرة العالية لمحطات البث الاذاعي والتلفزيوني حيث تعتبر هي الاخطر ضررا على الصحة العامة مما يستوجب منع نصبها داخل المناطق السكنية.
11. عندما نتحدث عن تعليمات وضوابط البث الكهرومغناطيسي فنحن نتكلم عن جانب مظلم من المؤامرات القليل من يعرف

عنهـا ، فحتى في العلم لا توجد تلك النزاهـة التي يعتقدهـا الجميع ، والحسابات السياسية والاقتصادية موجودة دائما.

المراجع

المراجع باللغة الإنكليزية

1. Habash R., Bioeffects and Therapeutic Applications of Electromagnetic Energy, CRC Press, 2008.
2. Furse C. et al. Basic Introduction to Bioelectromanetics, Second Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC, 2009.
3. Sauter M., Communication Systems for the mobile information society, John Wiely, 2006.
4. Godara L., Handbook of antennas in wireless communications, CRC press, 2002.
5. Rackley S., *Wireless Networking Technology From Principles to Successful Implementation, Elsevier, 2007.*
6. Sorrentino R. et al., *Microwave and RF Engineering,* © 2010 John Wiley & Sons, Ltd.

7. Gary V., Wireless Communications and Networking, Elsevier, 2007.
8. Stuber G., Principles of Mobile Communication, Springer, 2011.
9. Goldsmith A., Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.
10. Godara L., Handbook of Antennas in Wireless Communication, CRC Press,2002.
11. Freeman R., Radio System Design for Telecommunications, John Wiley & Sons Inc., 1997.
12. Kitchen R., RF and Microwave Radiation Safety Handbook, Newnes, 2001.
13. Vorst A., RF/Microwave Interaction with Biological Tissues, IEEE Press, 2006.
14. Peratta C. et al., Modelling the Human Body Exposure to ELF Electric Fields, *Wessex Institute of Technology, UK*, WIT Press 2010.

15. Pozar, Microwave Engineering, John Wiely, 2012.
16. Sanchez-Hernandez D., High-Frequency Electromagnetic Dosimetry, Artech House, 2009.
17. Vorst A., RF/Microwave Interaction with Biological Tissues, IEEE Press, 2006.
18. *Hyland G., The Physiological and Environmental Effects of Non-ionising Electromagnetic Radiation, Private Treaty No. EP/IV/A/STOA/2000/07/03, February 2001*.
19. *Hyland G.,* the Physiological and Environmental Effects of Non-Ionising Electromagnetic Radiation, Final Study, of the STOA Panel, European Parliament, March 2001.

20. *Hyland G., How Exposure to Base-Station radiation can adversely affect Humans, February 2002.*

21. *Hyland G., How Exposure to Mobile Phone Base-station Signals can Adversely Affect Humans, March 2005.*

22. Cherry N., Evidence of Health Effects of Electromagnetic Radiation, To the Australian Senate Inquiry into Electromagnetic Radiation, Human Sciences Division Lincoln University Report, Canterbury, New Zealand, Sept. 2000.

23. Cherry N., Probable health effects associated with mobile base stations in communities: the need for health studies, Lincoln University Report, Canterbury, New Zealand, June 2000.

24. Cherry N., Evidence that Electromagnetic Radiation is Genotoxin: The Implications for

the Epidemiology of Cancer and Cardiac, Neurological and Reproductive Effects, Linkolin University, Canterbury, New Zealand, 2001.

25. Cherry N., EMF/EMR Reduces Melatonin in Animals and People, Linkolin University, Canterbury, New Zealand, 2002.
26. Cherry N., Evidence of brain cancer from occupational exposure to pulsed microwaves from a police radar, Lincoln University, Canterbury, New Zealand, August 2001.
27. Cherry N., et al., Human intelligence: The Brain, an electromagnetic system synchronised by the Schumann Resonance signal, Lincoln University, New Zealand.
28. Cherry N., Cell phone radiation poses a serious biological and health risk, Environmental Management and Design Division, New Zealand, May 2001.

29. Cherry N., Epidemiological studies of enhanced Brain/CNS Cancer incidence and mortality from EMR and EMF exposures, Lincoln University, New Zealand, June 2002.
30. Cherry N., Independent academic review of biological and epidemiological effects of cellphone radiation, Lincoln University, New Zealand, September 2002.
31. Cherry N., Health Effects in the vicinity of Radio/TV towers and mobile phone base stations, Lincoln University, New Zealand, September 2002.
32. Santini R., Survey Study of People Living in the Vicinity of Cellular Phone Base stations, Electromagnetic Biology and Medicine, Vol. 22, No. 1, 2003.
33. Santini R. et al., Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base stations, Pathol. Biol. 2002.

34. *Goldsworthy* A., the Biological Effects of Weak Electromagnetic Fields, Article, 2007.
35. *Goldsworthy* A., Why mobile phone masts can be more dangerous than the phones, March 2008.
36. *Goldsworthy* A., *the Cell Phone and the Cell: the Role of Calcium*, 2008.
37. *Goldsworthy* A., Declaration to United States District Court, District of Oregon, Portland Division, in support of an injunction against Portland Public Schools' use of WI-FI.
38. *Goldsworthy* A., *The* Biological Effects of Weak Electromagnetic Fields Problems and solutions, *March 2012*.
39. Wolf W., Increased Incidence of Cancer Near a Cell-Phone Transmitter Station, International Journal of Cancer Prevention Vol. 1, Number 2, April 2004

40. Havas M. et al., Provocation study using heart rate variability shows microwave radiation from 2.4 GHz cordless phone affects autonomic nervous system, Eur. J. Oncol. Library, vol. 5.
41. Havas M. et al., Original Findings Confirmed in Replication Study: Provocation with 2.4 GHz Cordless Phone affects the Autonomic Nervous System (ANS) as measured by Heart Rate Variability (HRV), ESMED Journals, Vol 9 No 11 (2021): Vol.9 Issue 11 November 2021.
42. Havas M., International Experts' Perspective on the Health Effects of Electromagnetic Fields (EMF) and Electromagnetic Radiation (EMR) , June 2011.
43. Havas M., Declaration to United States District Court, District of Oregon, Portland Division, in support of an injunction against Portland Public Schools' use of WI-FI.

44. Havas M., Comments Regarding: Peer Review of the Draft NTP Technical Reports on Cell Phone Radiofrequency Radiation, March 26-28, 2018.
45. Havas M., Radiation from wireless technology affects the blood, the heart, and the autonomic nervous system, Rev Environ Health 2013; 28(2-3): 75–84].
46. Gred O. , The Microwave Syndrome-Further Aspects of a Spanish Study, 3rd Iternational Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields, Greece, 2004.
47. Kundi M. et al., Mobile phone base stations-Effects on wellbeing and health, Pathophysiology Journal 16 (2009).
48. Navarro E., The Microwave Syndrome: A Preliminary Study in Spain, Electromagnetic Biology and Medicine, Vol. 22, No. 2&3, 2003.

49. Blackwell G., Six Studies Showing Ill-Health Effects from Mobile Phone Base Station Masts, Feb. 2005.
50. Röösli M. et al., Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure – a questionnaire survey, International Journal of Hygiene and Environmental Health Volume 207, Issue 2, 2004.
51. Röösli M., EMF and Electromagnetic Hypersensitivity (EHS) and Symptoms: Is There a Link?, Department of Epidemiology & Public Health, Swiss Tropical and Public Health Institute, University of Basel, Swiss, 2013.
52. Hardell L. et al., Appeals that matter or not on a moratorium on the deployment of the fifth generation, 5G, for microwave radiation, Molecular and Clinical Onology

12: 247-257, 2020, DOI: 10.3892/mco.2020.1984.

53. Hardell L. et al., Health risks from radiofrequency radiation, including 5G, should be assessed by experts with no conflicts of interest, Onology Letters, 20: 15, 2020, DOI: 10.3892/ol.2020.11876.
54. Hardell L. et al., World Health Organization, radiofrequency radiation and health - a hard nut to crack (Review), International Journal of Onology 51: 405-413, 2017.
55. Hardell L. et al., Lost opportunities for cancer prevention: historical evidence on early warnings with emphasis on radiofrequency radiation, Published by De Gruyter, from the journal Reviews on Environmental Health, February 17, 2021.

56. Hardell L. et al., Mobile phone use and brain tumour risk: early warnings, early actions? Late lessons Vol II_chapter 21.
57. Hardell L. et al., Radiofrequency radiation from nearby base stations gives high levels in an apartment in Stockholm, Sweden: A case report, May 2018.
58. Hardell L. et al., Aspects on the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) 2020 Guidelines on Radiofrequency Radiation, Journal of Cancer Science and Clinical Therapeutics, *2021; 5 (2): 250-285*.
59. Hardell L., Comment Health risks from radiofrequency radiation, including 5G, should be assessed by experts with no conflicts of interest, ONCOLOGY LETTERS 20: 15, 2020].

60. Abdel-Rassoul G. et al., Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations, NeuroToxicology Journal, 2006.
61. Wolf R. et al., *Icreased Incidence of Cancer Near a Cell-Phone Transmitter Station,* International Journal of Cancer Prevention, Vol. 1, No. 2, April 2004.
62. Pattanaik S., Biological Effects of RF/MW Radiations on Human, Berhampur University, India, 2012.
63. Krupka J., Measurements of Permittivity, Dielectric Loss tangent, and Resistivity of Float-Zone Silicon at Microwave Frequencies, IEEE Transc. On Microwave Theory and Techniques, Vol. 54, No. 11, Nov. 2006.
64. Nageswari K., Biological Effects of Microwaves and Mobile Telephony,

Proceeding of the international conf. on Non-Ionizing Radiation at UNITEN (ICNIR 2003), 20-22 oct. +2003.

65. Habash R. et al., Key developments in therapeutic applications of RF/Microwave, Int. J. Sci. Res., vol.15, 2005.
66. Dasdag S., Blood biochemical parameters of the radio-link workers, Eastern Journal of Medicine 4(1),10-12-1999.
67. Reville W., Health risks from microwave radiation, University College, Cork, March 1998.
68. Belyaev I., Non-Thermal Biological Effects of Microwaves, Microwave Review, Nov. 2005.
69. Bryce G., Worker Radiation Health Protection, Follow-up Report#2, Royal Commission on Workers Compensation in British Columbia.

70. Cleveland R., Questions and Answers about Biological Effects and Potential Hazards of RF-EM fields. Federal Communications Commission Office of Engineering and Technology, Aug. 1999.
71. Dawoud M., High Frequency Radiation and Human Exposure, Proceedings of the International Conference on Non-Ionizing Radiation at UNITEN (ICNIR 2003) Electromagnetic Fields and Our Health, 20th–22nd October 2003.
72. Mazar H., An analysis of regulatory frameworks for wireless communications, societal concerns and risk: The case of radiofrequency (RF) allocation and liscensing, Ph.D. Thesis, Middlesex University, London, 2008.
73. Hamada A. et al., Cell Phones and their Impact on Male Fertility: Fact or Fiction, *The*

Open Reproductive Science Journal, 2011, *Volume 5*.

74. *Karthik V., Study of the Thermal Effects of EM Radiation from Mobile Phones on Human Head Using IR Thermal Camera, ITSI Transcation on Electrical and Electronics Engineering(ITSI-TEEE), Vol. 3, Issue 1, 2015.*
75. Macri M. et al., Biological Effects of Electromagnetic Fields, International Journal of Immunopathology and Phamacology, Vol. 15, no. 2, 2002.
76. Yalçın S. et al., Biological effects of electromagnetic fields, African Journal of Biotechnology Vol. 11(17), 28 February, 2012.
77. Abdollahi F. et al., Biological Effects of Weak Electromagnetic Field on Healthy and Infected Lime (*Citrus aurantifolia*) Trees

with Phytoplasma, Hindawi - The Scientific World Journal, 2012.

78. Bortkiewicz A., Health effects of Radiofrequency Electromagnetic Fields (RF EMF), Industrial Health, National Institude of Occupational Safety and Health, Published online 2019 Aug 3. doi: 10.2486/indhealth.57_400.
79. Ozovehe A., Electromagnetic Radiation Exposure from Cellular Base Station: A Concern for Public Health, *Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH) Vol. 34 No. 2, April 2015*.
80. Alazawi S., Mobile Phone Base Stations Health Effects, Diyala Journal of Medicine, Vol. 1 , Number 1, 2011.
81. Augner C. et al., Effect of Exposure to GSM Mobile Phone Base Station Signals on Salivary Cortisol, Alpha-Amylase, and

Immunoglobulin A, Biomedical and Environmental Sciences Journal, 23, 2010.

82. Cuicui Hu et al., Effects of Radiofrequency Electromagnetic Radiation on Neurotransmitters in the Brain, Frontiers in Public Health, Review article, 17 August 2021.
83. Dasdag S. et al., Effects of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on microRNA expression in brain tissue, *International Journal of Radiation Biology*, July 2015; 91(7).
84. Balmori A., Electromagnetic pollution from phone masts. Effects on wildlife, Pathophysiology Journal 16 (2009).
85. Balmori A., Anthropogenic radiofrequency electromagnetic fields as an emerging threat to wildlife orientation, Science of the Total Environment Journal, 2015.

86. Houston B. et al., Probing the Origin of 1800 MHz Radio Frequency Electromagnetic Radiation Induced Damage in Mouse Immortalized Germ Cells and Spermatozoa in vitro, Frontiers in Public Health, Vol. 6 (270), 2018.
87. Michaelson S., Health implications of exposure to radiofrequency/microwave energies, British Journal of Industrial Medicine 1982; 39.
88. Aerts S. et al., Impact of a Small Cell on the RF-EMF Exposure in a Train, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2015, *12*.
89. Karthik V. et al., Study of the Thermal Effects of EM Radiation From Mobile Phones on Human Head Using IR Thermal Camera, ITSI Transactions on Electrical and Electronics Engineering (ITSI-TEEE), Volume -3, Issue -1, 2015.

90. Carpenter D., Excessive Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields May Cause the Development of Electrohypersensitivity, Alternative Therapies, Nov/Dec. 2014, Vol. 20, 6.
91. Mortazavi S. et al., GSM 900 MHz Microwave Radiation-Induced Alterations of Insulin Level and Histopathological Changes of Liver and Pancreas in Rat, *J Biomed Phys Eng*.
92. Foster K. et al., Health Effects of Mobile Phones: Recent Scientific and Policy Developments, Presented at COST259 workshop "The Mobile Terminal and Human Body Interaction" Bergen, Norway 27 April 2000.
93. Choi Y., Cellular Phone Use and Risk of Tumors: Systematic Review and Meta-

Analysis, Int. J. Environ. Res. Public Health 2020.

94. Khurana V. et al., Epidemiological Evidence for a Health Risk from Mobile Phone Base Stations, Int. J. OCCUP Environment Health, 2010.
95. Andriamiharinjaka H. et al., Effect of Wave Propagation and Heat Transfer in Skull-CSF-Brain System Exposed to Electromagnetic Wave VI International Conference on Computational Bioengineering (ICCB), 2015.
96. Velghe M. et al., Protocol for personal RF-EMF exposure measurement studies in 5th generation telecommunication networks, Environmental Health (2021) 20:36.
97. Asghari A. et al., A review on Electromagnetic fields (EMFs) and the

reproductive system, Electron Physician, 2016 Jul; V. 8(7).

98. Sienkiewicz Z. et al., Are Exposures to Multiple Frequencies the Key to Future Radiofrequency Research? Review article, Front. Public Health, 08 December 2017.
99. Chao Yu et al., Biological effects and mechanisms of shortwave radiation: a review, *Military Medical Research* volume 4, Article number: 24 (2017).
100. Cleary S., Biological Effects and Health Implications of Microwave Radiation Symposium Proceedings, Virginia, Sept. 1969.
101. Fakhri Y. et al. , Effects of Electromagnetic Wave from Mobile Phones on Human Sperm Motility and Viability: A Systematic Review and Meta-Analysis,

International Journal of Medical Research & Health Sciences, 2016, 5, 6.

102. Singh S. et al. , Health Implications of Electromagnetic Fields, Mechanisms of Action, and Research Needs, Hindawi, Advances in Biology, Volume 2014 |Article ID 198609.

103. Zamanian A. et al., Electromagnetic Radiation and Human Health: A Review of Sources and Effects, *High Frequency Electronics* Design, EMR & Human Health, 2005.

104. Morgan LL. Et al., Mobile phone radiation causes brain tumors and should be classified as a probable human carcinogen (2A) (review), Int. J. Oncology, 2015 May.

105. Redlarski G., et al., The Influence of Electromagnetic Pollution on Living Organisms: Historical Trends and

Forecasting Changes, BioMed Research International, 2015.

106. Adhauliya N. et al., Is radio-frequency radiation emitted by mobile phones, a cause for concern? A dentist's review, *Journal of Medicine, Radiology, Pathology* & *Surgery* (2015).

107. Zhao J. et al., A Review on Human Body Communication: Signal Propagation Model, Communication Performance, and Experimental Issues, Hindawi, Wireless Communications and Mobile Computing, 2017.

108. Bhatia K., Impact of Electromagnetic Radiation (EMR) Produced by Mobile Phones and Networks on Human Health and Eyes, International Journal of Electromagnetics and Applications 2021, 11(1).

109. Rogers K., Health Effects from Cell Phone Tower Radiation Report, 2012.

110. Akpado K., Investigating the Impacts of Base Station Antenna Height, Tilt and Transmitter Power on Network Coverage, *International Journal of Engineering Science Invention, Volume 2, Issue 7, July, 2013*.

111. Aziz J., Analysis of Biological Effects of Microwave Energy and Safe Distance Calculations, Journal of Al-Rafidain University College for Science, No. 25 / 2009.

112. Sallomi A. et al., A Novel Theoretical Model for Cellular Base Station Radiation Prediction, International Journal of Simulation: Systems, Science & Technology · January 2019.

113. Pattanaik S., Biological effects of RF/ MW radiations on human, Scholars Research Library, 2012.

114. Amin B., Dielectric characterization of diseased human trabecular bones at microwave frequency, Medical Engineering and Physics Journal, 2020.

115. Celiker M. et al., Effects of exposure to 2100 MHz GSM-like radiofrequency electromagnetic field on auditory system of rats, Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, 83 (6), 2017.

116. Zalata A. et al., *In Vitro* Effect of Cell Phone Radiation on Motility, DNA Fragmentation and *Clusterin* Gene Expression in Human Sperm, Int J Fertil Steril. 2015 Apr-Jun; 9(1).

117. Lerchl A. et al., Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic

fields below exposure limits for humans, Biochemical and Biophysical Research Communications Journal, 2015.

118. TROŠIĆ I. et al., Non-Thermal Biomarkers of Exposure to Radiofrequency/Microwave Radiation, Arh Hig Rada Toksikol 2012, DOI: 10.2478/10004-1254-63-2012-2123.

119. Nageswari K., Biological Effects of Microwaves and Mobile Telephony, Proceedings of the International Conference on Non-Ionizing Radiation at UNITEN (ICNIR 2003) Electromagnetic Fields and Our Health.

120. Pilla A., Electromagnetic fields instantaneously modulate nitric oxide signaling in challenged biological systems, Biochemical and Biophysical Research Communications Journal, 426 (2012).

121. Zhi W. et al., Recent advances in the effects of microwave radiation on brains, Military Medical Research (2017) 4:29.
122. Pethig R. et al., The passive electrical properties of biological systems: their significance in physiology, biophysics and biotechnology, Phys. Med. Biol., 1987, Vol. 32, No 8.
123. Houston B. et al., Whole-body exposures to radiofrequency-electromagnetic energy can cause DNA damage in mouse spermatozoa via an oxidative mechanism, Scientific Report, Natureresearch, 2019.
124. Vendik I. et al., Wireless Monitoring of Biological Objects at Microwaves, MDPI, Electronics 2021, 10, 1288.
125. Tural'chuk P. et al., Propagation of Electromagnetic Waves in Biological Media:

Refraction at Interfaces, *Technical Physics Letters, 2015, Vol. 41, No. 3.*

126. Kwan-Hoong Ng., Non-Ionizing Radiations–Sources, Biological Effects, Emissions and Exposures, Proceedings of the International Conference on Non-Ionizing Radiation at UNITEN (ICNIR2003), Electromagnetic Fields and Our Health 20th–22nd October 2003.

127. Celaya-Echarri M. *et al.*, From 2G to 5G Spatial Modeling of Personal RF-EMF Exposure Within Urban Public Trams, IEEE Access, VOLUME 8, 2020.

128. Rowley J. et al., Comparative international analysis of radiofrequency exposure surveys of mobile communication radio base stations, Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology (2012) 22.

129. Flynn J., Microwave Radiation - A Ticking Time Bomb! Ignorant and Corrupt Governments Endorse Industry's Irradiation of an Innocent and Defenseless Public Report, 2013.

130. Stewart W., Mobile Phones and Health- A UK Perspective.

131. Stewart W., Mobile Phones and Health, Independent Expert Group on Mobile Phones Report, 2000.

132. McLean *L.*, *The Impacts of Radiofrequency Radiation from Mobile Phone Antennas, EMR Australia PL Report, 2008*.

133. Kliparchuk M., Spectrum Management and Telecommunications Report, Facilitated by Canadians for Safe Technology, March 30, 2014.

134. Stam R., Comparison of international policies on electromagnetic fields (power frequency and radiofrequency fields), Laboratory for Radiation Research, National Institute for Public Health and the Environment, the Netherlands, 2011.
135. Ford D. Report, The Effect of Microwave Radiation from Telecommunication Base Stations Report, 2000.
136. Ganguly R., Report of the Inter-ministerial committee on EMF Radiation, Government of India Ministry of Communications & Information Technology Department of Telecommunications.
137. Pirogova E., Biological Effects of Electromagnetic Radiation, Royal Melbourne Institude of Technology Report, Australia, 2016.

138. Karaboytcheva M., Effect of 5G Wireless Communication on Human Health, European Parlimant Report, 2020.
139. Liebe H. et al., Estimates of Maximum Electric Field Strengths in the Automobile Environment, NTIA REPORT 79-16.
140. Powell R., Biological Effects from RF Radiation at Low Intensity Exposure, based on the BioInitiative 2012 Report, and the Implications for Smart Meters and Smart Appliances, 2013.
141. Dove I., Analysis of Radio Propagation Inside the Human Body for in-Body Localization Purposes, Master Thesis Electrical Engineering, August 2014, Faculty of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science, University of Twente.

142. Gledhill M., EMF Exposure Standards in New Zeland, National Radiation Laboratory Report.
143. Abelin T. et al., Sleep Disturbances in the Vicinity of the Short-Wave Broadcast Transmitter Schwarzenburg, Blackwell Verlag Report, Berlin, 2005.
144. Battaglia M. et al., Ten Years Experience with Epidemiological Research in the Vicinity of the Short-Wave Broadcasting Area Schwarzenburg: What does the Story Tell Us, Inst. for Social- and Preventive Medicine, University of Bern, Switzerland.
145. *Urbinello* D. et al., Temporal trends of radio-frequency electromagnetic field (RF-EMF) exposure in everyday environments across European citie, Swiss Tropical and Public Health Institute, Department of Epidemiology and Public Health

Socinstrasse 57, CH-4002 Basel University of Basel, Basel, Switzerland.

146. Gustavino B. et al., Micronucleus induction by 915 MHz Radiofrequency Radiation in *Vicia faba* root tips, Report of Department of Biology and Department of Physics, University of Rome Tor Vergata, Via della Ricerca Scientifica 1, 00133 Rome (Italy).

147. Schmidt S., Canada offside with world on cell tower Issue, Canwest News Services Report April 2, 2009.

148. Oberfeld et al., The Microwave Syndrome: Further Aspects of a Spanish Study, may 2004.

149. Neubauer, G. et al., Study on the Feasibility of Epidemiological Studies on Health Effects of Mobile Telephone Base Stations – Final Report, Sponsored by Swiss

Research Foundation on Mobile Communication, Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape, Swiss Federal Office of Public Health, March 2005.

150. Flynn A., Cell Tower and Wireless Communications- Living with Radiofrequency Radiation, The Bionitiative Report 2011.

151. Zwamborn A., Effects of Global Communication System Radio-frequency Fields on Well Being and Cognitive Functions of Human Subjects with and without Subjective Complains, TNO Physics and Electronics Laboratory Report,

152. Rubin J., Self-reported symptoms, symptom attribution and Terminology, Institude of Psychiatry, King College London, 2011.

153. Redlarski G.,et al., The Influence of Electromagnetic Pollution on Living Organisms: Historical Trends and Forecasting Changes, Biomed Res Int. 2015.
154. Altpeter E. et al., Ten Years Experience with Epidemiological Research in the Vicinity of the Short-Wave Broadcasting Area Schwarzenburg: What does the Story Tell Us?, Inst. for Social- and Preventive Medicine, University of Bern, Switzerland.
155. Strappini M. et al., A Procedure for Estimation on the Electromagnetic Field Exposure Levels, University of Perugia, Italy.
156. Roda C. et al., Mobile Phone Infrastructure Regulation in Europe: Scientific Challenges and Human Rights Protection, the American University of Paris.

157. Benson S., Electromagnetic Radiation (EMR) And Potential Adverse Health Affects, An Overview Of Public Health Trends In 2007, September 14, 2015.
158. GAJŠEK P., Implications of Arbitrary EMF Exposure Limits, INIS, Institute of Nonionizing Radiation, Slovenia.
159. Firstenberg A., Radio Wave Packet, President, Cellular Phone Taskforce Report September 2001.
160. Foggo D., The Sunday Times, London, Cancer clusters at phone masts, April 22, 2007.
161. Goldsworth, Residents Against Masts, Phone Masts and Cancer Clusters, July 2007.
162. Provancia M., 43 cancer cases among 350 residents living near a mobile telephone realy antenna, 24 november 2009.

163. Fleming N., Science Correspondent, Telegragh News, Tumour Risk for Rural Mobile Users.

164. Redlarski G., at al., The Influence of Electromagnetic Pollution on Living Organisms: Historical Trends and Forecasting Changes, Hindawi Publishing Corporation, BioMed Research International, Volume 2015.

165. Abdulrazzaq S. et al, SAR Simulation in Human Head Exposed to RF Signals and Safety Precautions, IJCSET |September 2013 | Vol 3, Issue 9, 334-340.

166. Modenese A. et al., Occupational Exposure to Electromagnetic Fields and Health Surveillance according to the European Directive 2013/35/EU, Int. J. Environ. Res. Public Health 2021.

167. Singh S. et al., Health Implications of Electromagnetic Fields, Mechanisms of Action, and Research Needs, Hindawi Publishing Corporation, Advances in Biology, Volume 2014.
168. Rogers K., Health Effects from Cell Phone Tower Radiation, 2012.
169. Kıvrak E. et al., Effects of electromagnetic fields exposure on the antioxidant defense system, Journal of Microscopy and Ultrastructure, 5, 2017.
170. Guha S., Cell Phone Towers Radiation Hazards Report, West Bengal Environment Minister, 2011.
171. Pophof B. et al., The effect of exposure to radiofrequency electromagnetic fields on cognitive performance in human experimental studies: A protocol for a

systematic review, Environment International Elsevier journal, 157, 2021.

172. *Pascual* G., Not Entirely Reliable: Private Scientific Organizations and Risk Regulation – The Case of Electromagnetic Fields, EJRR, 1, 2013.

173. Kim J., Possible Effects of Radiofrequency Electromagnetic Field Exposure on Central Nerve System, *Biomol Ther 27(3), 265-275, 2019*.

174. Abrell S. et el., Declaration of Dr. Magda Havas - United States District Court District of Oregon Portland Division, 2011]

175. Blank M., Declaration by MARTIN BLANK, Columbia University New York, 2016.

176. Arman H., Electromagnetic Radiation Pollution: Sources and Effects, Environ. Pollut. Climate Change, 2022.

177. Glaser Z. Bibliography of reported biological phenomena (‘effects’) and clinical manifestations attributed microwave and radio-frequency radiation. Research report no. 2, revised, AD750275. Bethesda, MD: Naval Medical Research Institute, National Naval Medical Center, 1972].

178. Vila J. et al, Occupational exposure to high-frequency electromagnetic fields and brain tumor risk in the INTEROCC study: An individualized assessment approach, Environ Int. 2018 Jul 8;119:353-365. doi: 10.1016/j.envint.2018.06.038., 2018.

179. Chou C., Controversy in Electromagnetic Safety, Int. J. Environ. Res. Public Health, 2022.

180. Choi J., et al., Continuous Exposure to 1.7 GHz LTE Electromagnetic Fields Increases Intracellular Reactive Oxygen Species to

Decrease Human Cell Proliferation and Induce Senescence, Scientific Report, Nature Research, 2020.

181. Abrell S. et el., Dr. Andrew Goldsworthy - United States District Court District of Oregon Portland Division, 2011.

182. Deniz O. et al., Effects of short and long term electromagnetic fields exposure on the human hippocampus, Journal of Microscopy and Ultrastructure 5 (2017) 191–197.

183. Belpomme D. et al., Thermal and non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: An international perspective, Environmental Pollution, 242, 2018.

184. Belyaev I. et al., EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses, National Library of

Medicine – National Center for Biotechnology Information, 2016.

185. Nordhagen E. et al., Self-referencing authorships behind the ICNIRP 2020 radiation protection guidelines, Rev Environ Health 2022.

186. Flynn J., Microwave Radiation - A Ticking Time Bomb! Ignorant and Corrupt Governments Endorse Industry's Irradiation of an Innocent and Defenseless Public Report, 2013].

187. Buchner K. et al., The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Conflicts of interest, corporate capture and the push for 5G Report, Brussels June 2020].

188. Pollack H. et al., Review of information on hazards to personnel from high-**to**

189. frequency electromagnetic radiation. Internal note N-451, IDA/HQ 67-6211, series B. Arlington, VA: Institute for Defense Analysis, Research and Engineering Support Division, 1967.

190. Moskowitz J., Cell Tower Radiation Affects Wildlife: Dept. of Interior Attacks FCC, Electromagnetic Radiation Safety, 2019.

191. Miller A. et al., Risk to Health and Well-Being from Radio-Frequency Radiation Emitted by Cell Phones and Other Wireless Devices, Frontiers in Public Health, 2019.

192. Pockett S., Conflicts of Interest and Misleading Statements in official Reports about the Health Consequences of Radiofrequency Radiation and Some New Measurements of Exposure Levels, Magnetochemistry journal, 5, 31, 2019].

193. Maisch D., The Procrustean Approach Setting Exposure Standards for Telecommunications Frequency Electromagnetic Radiation, Ph.D. Thesis, University of Wollongong, Australia, 2009.
194. Dodge C., Clinical and hygienic aspects of exposure to electromagnetic fields. Biological effects and health implications of microwave radiation. A review of the Soviet and Eastern European literature. Symposium Proceedings, Richmond, VA, September 17–19, 1969.
195. Starkey S., Inaccurate official assessment of radiofrequency safety by the Advisory Group on Non-ionising Radiation, Rev Environ Health 2016; 31(4): 493–503.
196. Nyberg N. et al., The European Union prioritises economics over health in the

rollout of radiofrequency technologies, Rev Environ Health, 2022].

197. Scholz N., Mobile phones and health: Where do we stand?, European Parliament Report, EPRS, 2019.

198. Eger H. et al., Naila Study – The Influence of Being Physically Near to a Cell Phone Transmission Mast on the Incidence of Cancer, 2004.

199. Research on the health effects of electromagnetic radiation, Australian Parliament Report, Chapter 2, 1999.

200. Health Risks to Children from Wireless Radiation Read the Research Here, Environmental Health Trust Report.

201. *ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time-Average Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300GHz), ICNIRP Guidelines, 1998.*

202. ICNIRP Statement on the "*Guidelines for Limiting Exposure to Time-Average Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300GHz)*" *ICNIRP Guidelines, 2009.*

203. ICNIRP *Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (up to 300GHz)*, Health Physics, Volume 118, Number 5, May 2020.

204. ITU-T, K.52, International Communication Union, Telecommunication Standarization Sector of ITU, 2004.

205. ITU-T, K.70, International Communication Union, Telecommunication Standarization Sector of ITU, 2007.

206. FCC, OET BULLETIN 56, Fourth Edition, Federal Communications Commission, Office of Engineering & Technology August 1999.

207. OET Bulletin 65, Evaluating Compliance with FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields, August 1997.

208. FCC, A Local Government Official's Guide to Transmitting Antenna RF Emission Safety: Rules, Procedures, and Practical Guidance, June 2, 2000.

209. C95.7, IEEE Recommended Practice for Radio Frequency Safety Programs, 3 kHz to 300 GHz, 2005.

210. Health Effect from Radiofrequency Electromagnetic Field, Documents of the NRPB, Volume 14, No.2, 2003.

211. Fixed radio transmitter sites; Exposure to non-ionising electromagnetic fields; Guidelines for working conditions, ETSI TR 101 870 V1.1.1 (2001-11).

212. Radiocommunications (Electromagnetic Radiation — Human Exposure) Standard 2003, Australian Communications Authority, 2003.

213. Limits of Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields in the Frequency Range from 3 kHz to 300 GHz, Safety Code 6, Ministry of Health, Canada, 1999.

214. Cell sites Info. Booklet, National Radiation Laboratory, Ministry of Health, New Zealand. March, 2001.

215. Radiofrequency fields Part 1: Maximum exposure levels—3 kHz to 300 GHz (AS/NZS 2772.1(Int):1998), Australian/New Zealand Standard, 1998.

216. 10 medical cellphone-rules, Vienna College of Physicians, July 2013.

217. Vienna EMF-Resolution, Austria, October 1998.
218. Resolution on Mobile Telecommunication Base Stations, Salzburg, Austria, June 2000.
219. Roccaraso Resolution, Italy, June 2000.
220. Freiburg Appeal, Germany, October 2002.
221. Catania Resolution, Italy, September 2002.
222. The Alcalá Declaration. Alcalá de Henares, Spain, May 2002.
223. The Bamberg Appeal, Germany, August 2004.
224. The Helsinki Appeal, Finland, January 2005.
225. Benevento Resolution, Italy, February 2006.
226. Venice Resolution, Italia, December 2007.
227. The London Resolution, United Kingdom, November 2007.

228. The Declaration of the Russian National Committee on Non-Ionizing Radiation Protection (RNCNIRP), April 2008.
229. Venice Resolution, Italia, 2008.
230. The Porto Alegre Resolution, Brazil, May 2009.
231. London Resolution, UK, 2009.
232. The Resolution of Seletun, Norway, November 2009.
233. European Parliament EMF Resolution, 2009.
234. The Resolution of Copenhagen, Denmark, October 2010.
235. Resolution of Russian National Committee on Non-Ionizing Radiation Protection, Mosco, 2011.
236. Resolution 1815 (2011) Final version European Parliamentary Assembly, The

potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment.

237. The International Doctors Appeal 2012 of Freiburg, Germany, October 2012.

238. Press Releases of the BioInitiative Working Group 2012, January 2013.

239. The Potenza Picena Resolution, Italy, April 2013.

240. European Citizens' Initiative "Electromagnetic Radiation", Madrid, 29 June 2013.

241. Doctors' Appeal to Health Canada 2014.

242. British Columbia Resolution of the Proliferation of Electromagnetic Radiation, 2013.

243. Scientists' Declaration to Health Canada 2014.

244. International Scientists Appeal, New York, 2015.

245. International Scientists Appeal for a 5G Moratorium, 2017.
246. Brussels International Scientific Declaration.
247. Nicosia Decleration, Cyprus, 2017.
248. EU 5G Appeal-Scientists warn of Potential Serious Health Effects of 5G, May 2022.
249. International_EMF_Scientist-Appeal, 2022.
250. Electromagnetic radiation hazard, Military standardization handbook, MIL-HDBK-238 (NAVY), Departement of Defence, USA 1973.
251. Radio Frequency and Microwave Radiation, 6420, EH&S Manual, Jefferson Lab., Dec. 2004.
252. *Questions and Answers about Biological Effects and Potential, OEB Bulletin 56,*

Fourth Edition, Aug. 1999, Federal Communications Commission, Office of Engineering & Technology.

253. Scientific Panal on Electromagnetic Field Health Risks: Consensus Points, Recommendations, and Rationales, Reviews on Environmental Health, Vol. 25, No.4, 2010.

254. International Appeal Stop 5G on Earth and in Space, There are 299,840 signatories from 215 nations and territories as of December 25th, 2021.

255. Review of Published Literature between 2008 and 2018 of Relevance to Radiofrequency Radiation and Cancer, U.S. FOOD & DRUG Administration Report, Feb. 2002.

256. Non-Ionizing Radiation – Health and Environment, Implementation Plan of the

National Research Programme NRP57, Swiss National Science Foundation, November 2005.

257. Environmental Epidemiological Study of Cancer Incidence in the Municipalities of Hausmannstätten & Vasoldsberg (Austria), Commissioned by Provincial Government of Styria, Department 8B, Provincial Public Health Office, Graz (Austria) Conducted by Dr. Gerd Oberfeld, Salzburg (Austria) 20 January 2008.

258. Report of the Inter-Ministrial Committee on EMF Radiation, Department of Telecom, Indian Council of Medical research, Ministry of Health, Department of Biotechnology and Ministry of Environment and Forest, India.

259. A Rationale for Biologically-based Exposure Standards for Low-Intensity

Electromagnetic Radiation, BioInitiative Working Group Report 2012.

260. Interagency Committee on the Health Effects of Non-ionising Fields: Report to Ministry of Health, New Zealand 2015.

261. Six Studies Showing Ill-Health Effects From Mobile Phone Base Station Masts, Document produced by Dr Grahame Blackwell 21st Feb 2005.

262. Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks SCENIHR Report, European Commission, 2007.

263. GSMA, Base Station Planning Permission In Europe Report, 2012.

264. Review of Radiofrequency Health Effects Research – Scientific Literature 2000 – 2012 (Technical Report Series No. 164) the

ARPANSA Radiofrequency Expert Panel Report, Australian Protection and Nuclear Safety Agency, Australian Government.

265. IARC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possibly Carceinogenic of Humans, International Agency for Research on Cancer, WHO, Report No. 208, 31 May 2011.

266. Electromagnetic Fields (RF EMF) and Effects on Public Safety, Research and Development Department Report, Nigerian Communication Commission.

267. Power Density: Radio Frequency Non-Ionizing Radiation, Working Document – HESE – UK, 2007.

268. A Rationae for a Biological-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF & RF), BioInitiative Report, 2007.

269. 4G/5G antenna desification is escalating health risk – a global crisis, U.N. Environment Program Urged to Protect Nature and Humankind from Electromagnetic Fields (EMF), EMF scientist org., 2019.

270. *Preliminary Opinion on Possible Effects of Electromagnetic Fields on Human Health, SCENIHR Report, Euroupean Commission*, 2006.

271. Promoting Healty Environments with a Focus on the Impact of Actions on Electromagnetic Fields, Excutive Agency for Health and Consumers, Final Report, Aug. 2010.

272. Radio Frequency/Microwave Radiation, Physical Agent Data Sheet (PADS), 10-18-2000.

273. Health Effects from Radio Frequency Electromagnetic Fields, Report of the Independent Advisory Group on Non-Ionising Radiation, Health Protection Agency, April 2012.
274. Electrosensitivity Report Prepared by Belgian BioElectroMagnetic Group (BBEMG), October 2008.
275. Consultation Paper on Guidelines on Health Hazard due to Wireless Communication, Nepal Telecommunications Authority Report, January, 2013.
276. Non-Ionizing Electromagnetic Radiation in the Radiofrequency Spectrum and its Effects on Human Health Report, Review on the Standards and Policies of Radiofrequency Radiation Protection in Latin America, Organized by: The Edumed Institute for Education in Medicine and Health

Independent Research Group on the Impacts of Mobile Technologies on Health, June 2010.

277. Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields, Vol. 102, International Agency for Research on Cancer Report, WHOm 2013.

278. Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF), European Commission, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) Report, January 2015.

279. Recent Research on EMF and Health Risks Fifth Annual Report from SSIs: Independent Expert Group on Electromagnetic fields, 2007.

280. Recent Research on EMF and Health Risk Eleventh report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2016.

281. Study on Health Effects of the Shortwave Transmitter Station of Schwarzenburg, (Major Report), University of Berne in cooperation with other institutions, On behalf of The Federal Office of Energy, Berne, Switzerland, August 1995.

282. Ordinance relating to Protection from Non-Ionising Radiation (ONIR), *The Swiss Federal Council Report,* February 2000.

283. What effects do mobile phones have on people's health?, WHO Europe Report, November 2006.

284. Base Station Planning Permission In Europe, GSMA Report, July 2012.

285. Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz, Official Journal of the European Communities.

286. Framework for developing health-based electromagnetic field standards, World Health Organization, WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2006.

287. Promoting Healthy Environments with a focus on the Impact of Actions on Electromagnetic Fields, Excutive Agency for Health and Consumers, Final Report, August, 2010.

288. Scientists warn of potential serious health effects of 5G – Appel signed by more than 170 scientists from 37 countries - September 11, 2017.

289. Scientific evidence invalidates health assumptions underlying the FCC and ICNIRP exposure limit determinations for radiofrequency radiation: implications for 5G, International Commission on the Biological Effects of Electromagnetic Fields

(ICBE-EMF) *Report, Environmental Health, 2022, 21:92*.

290. International Appeal: Scientists call for Protection from Non-ionizing Electromagnetic Field Exposure EMF Scientist. EUR. J. ONCOL.; Vol. 20, n. 3/4, pp. 180-182, 2015.

291. Cancer incidence study, Australian veterans of the Korean War, Australian Institute of Health and Welfare Report, 2003.

المراجع باللغة الفرنسية:

292. Santini R., 'Arguments en faveur de l'application du principe de précaution à l'encontre des stations relais de téléphonie mobile' - audition au Sénat - 06/03/2002

293. Santini R. et al., Symptômes rapportés par des utilisateurs de téléphones mobiles

cellulaires (Symptoms experienced by users of digital cellular phones), pathologi piologi, Elesever, Vol. 49, Issue 3, 2001.

294. Santini R. et al., Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile : I/Incidences de la distance et du sexe Symptoms experienced by people in vicinity of base station, pathologi piologi, Elesever, Vol. 50, Issue 6, 2002.

295. Santini R., Arguments scientifiques justifiant L'application immediate du Principe de precaution a L'encontre de la telephone mobile, 2006.

296. Santini R., et coll. Symptômes exprimés par des riverains de stations relais de téléphonie mobile. La Presse Médicale. 2001, 1594.

297. Cherry N., 'Critique de l'évaluation pour la santé figurant dans les directives de

l’ICNIRP pour les fréquences radio et les micro-ondes' - 01/05/2000.

298. Havas M., Examen critique des rapports officiels américains concernant les effets biologiques des CEM (2000).

299. Note de Position Sur la 5G, France Natue Environnment (FNE), juin 2021.

المراجع على شكل روابط

300. http://magdahavas.com/international-experts-perspective-on-the-healtheffects-of-electromagnetic-fields-emf-and-electromagnetic-radiation-emr/

301. https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-29640-appel-scientifiques-5g.pdf

302. https://transition.fcc.gov/oet/rfsafety/dielectric.html

303. https://www.emfsa.co.za/research-and-studies/1670-peer-reviewed-scientific-papers-on-electromagnetic-fields-powerwatch/
304. https://www.semanticscholar.org/paper/%E2%80%98-The-Physiological-and-Environmental-Effects-of-Hyland/b25d8b64b0231b8ae9098253f2b37904d5eb4475
305. https://www.researchgate.net/publication/334657872_alhatf_almhmwl_walathar_alslbyt_Mobile_phone_and_negative_effects_ad_syd_ghny_nwry
306. https://www.researchgate.net/publication/334657872_alhatf_almhmwl_walathar_alslbyt_Mobile_phone_and_negative_effects_ad_syd_ghny_nwry
307. http://www.qalqilia.edu.ps/tayfe.htm

308. http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B7%D9%8A%D9%81_%D9%83%D9%87%D8%B1%D9%88%D9%85%D8%BA%D9%86%D8%A7%D8%B7%D9%8A%D8%B3%D9%8A
309. https://www.facebook.com/ArabMedicalStudents/posts/432023550172273
310. http://en.wikipedia.org/wiki/Spectrum_management
311. http://en.wikipedia.org/wiki/ISM_band
312. https://en.wikipedia.org/wiki/Infrared
313. https://en.wikipedia.org/wiki/Visible_spectrum
314. https://en.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet
315. https://en.wikipedia.org/wiki/Infrared
316. https://en.wikipedia.org/wiki/X-ray
317. http://www.qalqilia.edu.ps/tayfe.htm
318. http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B7%D9%8A%D9%81_%D9%83%D9%87%D8%

B1%D9%88%D9%85%D8%BA%D9%86%D8%A7%D8%B7%D9%8A%D8%B3%D9%8A

319. https://www.facebook.com/ArabMedicalStudents/posts/432023550172273
320. http://en.wikipedia.org/wiki/Spectrum_management
321. http://en.wikipedia.org/wiki/ISM_band
322. https://www.gearbest.com/blog/how-to/4-steps-to-know-whether-a-phone-will-work-in-your-country-1785
323. http://www.lebarmy.gov.lb/ar/news/?28547#.VWnd3rQvmsk
324. http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fsW226/en/
325. http://www.mountshastaecology.org/17other01cellphones.html
326. http://www.siironline.org/alabwab/derasat(01)/384.htm

327. https://chemisttarek-hussein.yoo7.com/t177-topic
328. https://www.who.int/ar/news-room/fact-sheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones
329. http://www.felixnews.com/news-3562.html
330. http://www.nawiseh.com/science/abraj.htm
331. https://hazemsakeek.org/vb/archive/index.php/t-15615.html
332. https://www.facebook.com/138491999496171/posts/476822838996417/
333. https://aregnet.org/ar/%D9%85%D9%83%D8%AA%D8%A8%D8%A9%D8%A7%D9%84%D8%B4%D8%A8%D9%83%D8%A9/%D8%A7%D9%84%D9%88%D8%AB%D8%A7%D8%A6%D9%82/%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%84%D9%81%D8

%A7%D8%AA/item/52%D8%A8%D8%B1%D9%88%D8%AA%D9%88%D9%83%D9%88%D9%84

المراجع باللغة العربية:

334. غادة محمود فيصل – تقييم نسبة الامتصاص النوعي لنماذج رأس الانسان – رسالة ماجستير - كلية الهندسة – جامعة الموصل – 2015.

335. سوسن كباشي ابراهيم - التأثيرات الصحية لانبعاث المجالات الكهرومغناطيسية من أبراج الهاتف النقال على المناطق السكانية في محافظة ميسان

Misan Journal of Academic Studies 2020, Volume 19, Issue 38

336. المجالات الكهرومغناطيسية والصحة العامة، نشرة علمية رقم (N193)، منظمة الصحة العالمية 2000.

337. المهندس سمير سلمان يوسف، تجربة الكويت في تنظيم استخدام الأشعة غير المؤينة والوقاية من مخاطرها، ورقة مقدمة إلى المنتدى الإقليمي حول دور الاتصالات والمعلومات في حماية الإنسان والبيئة وكيفية الحد من

الآثار البيئية والصحية لاستخدامها، أغسطس 2004، الكويت.

338. الطيف الترددي ، محمد البنهاوي، سلسلة أوراق الحق في المعرفة تصدر عن مركز دعم لتقنية المعلومات

339. نشرات علمية للاتحاد الدولي للاتصالات والاتصالات الراديوية

340. وائل زين، الطبيعة القانونية لحيز الترددات الراديوية وطرق إدارته، مجلة الدفاع الوطني - الموقع الرسمي للجيش اللبناني، العدد 77، 2011.

341. معلومات أساسية حول الإشعاع المؤيَّن والوقاية الإشعاعية – تقرير الهيئة الاتحادية للرقابة النووية في الامارات العربية المتحدة.

342. تعليمات الوقاية من الاشعاعات غير المؤينة الصادرة عن الابراج الرئيسية والثانوية للهواتف النقالة، الوقائع العراقية، رقم العدد: 4055 تاريخ: 2007/12/26.

343. الوقاية من الاشعة غير المؤينة الصادرة من منظومات الهاتف المحمول- الوقائع العراقية، رقم العدد: 4157 ، تاريخ: 2010/07/05.

344. الدليل البيئي لوزارة الاتصالات العراقية.

الملاحق

ملحق رقم (1)

DECIMAL MULTIPLIER PREFIXES

Prefix	Symbol	Multiplier
exa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^{9}
mega	M	10^{6}
kilo	k	10^{3}
hecto	h	10^{2}
deka	da	10^{1}
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}

ملحق رقم (2)

جـدول المســـتويـات المرجعيـة لحـدود التعرض المهني (للعاملين) والجمهور وحســـب تعليمات المفوضـــية الدولية للوقاية من الإشعاعات غير المؤينة (ICNIRP)

Exposure scenario	Frequency range	Incident E-field strength; E_{inc} (V m^{-1})	Incident H-field strength; H_{inc} (A m^{-1})	Incident power density; S_{inc} (W m^{-2})
Occupational المهنى	0.1 – 30 MHz	$660/f_M^{0.7}$	$4.9/f_M$	NA
	>30 – 400 MHz	61	0.16	10
	>400 – 2000 MHz	$3f_M^{0.5}$	$0.008f_M^{0.5}$	$f_M/40$
	>2 – 300 GHz	NA	NA	50
General public الجمهور	0.1 – 30 MHz	$300/f_M^{0.7}$	$2.2/f_M$	NA
	>30 – 400 MHz	27.7	0.073	2
	>400 – 2000 MHz	$1.375f_M^{0.5}$	$0.0037f_M^{0.5}$	$f_M/200$
	>2 – 300 GHz	NA	NA	10

ملحق رقم (3)

جـدول المســـتويـات المرجعيــة لحـدود التعرض المهني (للعاملين) وحسـب تعليمات المفوضـية الفيدرالية للإتصـالات (FCC)

Frequency Range (MHz)	Electric Field Strength (E) (V/m)	Magnetic Field Strength (H) (A/m)	Power Density (S) (mW/cm^2)	Averaging Time $\|E\|^2$, $\|H\|^2$ or S (minutes)
0.3-3.0	614	1.63	(100)*	6
3.0-30	1842/f	4.89/f	$(900/f^2)$*	6
30-300	61.4	0.163	1.0	6
300-1500	--	--	f/300	6
1500-100,000	--	--	5	6

ملحق رقم (4)

جدول المستويات المرجعية لحدود التعرض للجمهور وحسب تعليمات المفوضية الفيدرالية للإتصالات (FCC)

Frequency Range (MHz)	Electric Field Strength (E) (V/m)	Magnetic Field Strength (H) (A/m)	Power Density (S) (mW/cm^2)	Averaging Time $\|E\|^2$, $\|H\|^2$ or S (minutes)
0.3-1.34	614	1.63	(100)*	30
1.34-30	824/f	2.19/f	($180/f^2$)*	30
30-300	27.5	0.073	0.2	30
300-1500	--	--	f/1500	30
1500-100,000	--	--	1.0	30

f = frequency in MHz *Plane-wave equivalent power density

ملحق رقم (5)

جـدول المســـتويـات المرجعيـة لحـدود التعرض المهني (للعاملين) وحســـب تعليمات جمعية مهندســـي الكهرباء والالكترونيك (IEEE)

Frequency range (MHz)	Electric field strength $(E)^{a,b,c}$ (V/m)	Magnetic field strength $(H)^{a,b,c}$ (A/m)	Power density $(S)^{a,b,c}$ (W/m^2)		Averaging time (min)
			S_E	S_H	
0.1 to 1.0	1842	16.3 / f_M	9000	100 000 / f_M^2	30
1.0 to 30	1842 / f_M	16.3 / f_M	9000 / f_M^2	100 000 / f_M^2	30
30 to 100	61.4	16.3 / f_M	10	100 000 / f_M^2	30
100 to 400	61.4	0.163	10		30
400 to 2000	—	—	f_M / 40		30
2000 to 300 000	—	—	50		30

NOTE—S_E and S_H are plane-wave-equivalent power density values, based on electric or magnetic field strength respectively, and are commonly used as a convenient comparison with ERLs at higher frequencies and are sometimes displayed on commonly used instruments.

f_M is the frequency in MHz.

ملحق رقم (6)

جدول المستويات المرجعية لحدود التعرض للجمهور وحسب تعليمات جمعية المهندسين والكهربائيين والالكترونيين (IEEE)

Frequency range (MHz)	Electric field strength (E)[a,b,c] (V/m)	Magnetic field strength (H)[a,b,c] (A/m)	Power density (S)[a,b,c] (W/m^2)		Averaging time (min)
			S_E	S_H	
0.1 to 1.34	614	$16.3 / f_M$	1000	$100\,000 / f_M^2$	30
1.34 to 30	$823.8 / f_M$	$16.3 / f_M$	$1800 / f_M^2$	$100\,000 / f_M^2$	30
30 to 100	27.5	$158.3 / f_M^{1.668}$	2	$9\,400\,000 / f_M^{3.336}$	30
100 to 400	27.5	0.0729	2		30
400 to 2000	—	—	$f_M / 200$		30
2000 to 300 000	—	—	10		30

NOTE—S_E and S_H are plane-wave-equivalent power density values, based on electric or magnetic field strength respectively, and are commonly used as a convenient comparison with ERLs at higher frequencies and are sometimes displayed on commonly used instruments.

f_M is the frequency in MHz.

ملحق رقم (7)

معادلات حساب المسافة الدنيا من هوائي الارسال حسب حدود التعرض للعاملين (Occupational exposure) وحسب ضوابط الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)

Radio frequency range	Occupational exposure	
1 to 10 MHz	$r = 0.0144 \times f \times \sqrt{erp}$	$r = 0.0184 \times f \times \sqrt{erp}$
10 to 400 MHz	$r = 0.143\sqrt{erp}$	$r = 0.184\sqrt{erp}$
400 to 2000 MHz	$r = 2.92\sqrt{eirp / f}$	$r = 3.74\sqrt{erp / f}$
2000 to 300000 MHz	$r = 0.0638\sqrt{eirp}$	$r = 0.0819\sqrt{erp}$

r is the minimum antenna distance, in metres
f is the frequency, in MHz
erp is the effective radiated power in the direction of the largest antenna gain, in Watts
$eirp$ is the equivalent isotropically radiated power in the direction of the largest antenna gain, in Watts

ملحق رقم (8)

معادلات حساب المسافة الدنيا من هوائي الارسال حسب حدود التعرض للجمهور (General public exposure) وحسب ضوابط الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)

Radio frequency range	General public exposure	
1 to 10 MHz	$r = 0.10\sqrt{eirp \times f}$	$r = 0.129\sqrt{erp \times f}$
10 to 400 MHz	$r = 0.319\sqrt{eirp}$	$r = 0.409\sqrt{erp}$
400 to 2000 MHz	$r = 6.38\sqrt{eirp / f}$	$r = 8.16\sqrt{erp / f}$
2000 to 300000 MHz	$r = 0.143\sqrt{eirp}$	$r = 0.184\sqrt{erp}$

r is the minimum antenna distance, in metres
f is the frequency, in MHz
erp is the effective radiated power in the direction of the largest antenna gain, in Watts
$eirp$ is the equivalent isotropically radiated power in the direction of the largest antenna gain, in Watts

السيرة الذاتية للمؤلف

- مواليد 1953 – سدة الهندية – محافظة بابل.
- حاصل على شهادة البكالوريوس في الهندسة الكهربائية في عام 1977.
- حاصل على شهادة الدكتوراة في هندسة الاتصالات في عام 1982 من الاكاديمية الوطنية العليا لعلوم الطيران والفضاء – تولوز – فرنسا.
- عمل في الحقل الأكاديمي لمدة 23 سنة وحاز على مرتبة الأستاذية.
- عمل في حقل البحث العلمي لمدة 17 سنة وحاز على درجة خبير.
- عمل مديرا لمركز بحوث الحرب الالكترونية لمدة 8 سنوات.
- عمل مديرا عاما لشركة بحثية هي شركة البتاني العامة في هيئة التصنيع العسكري لمدة 3 سنوات.
- من المشمولين بقانون رعاية العلماء في عام 1999.
- نشر أكثر من 60 بحثا علميا في مؤتمرات علمية ومجلات علمية عالمية.
- أشرف على أكثر من 40 رسالة ماجستير واطروحة دكتوراه.
- عمل مستشارا للبنك الدولي في مجال شبكات الاتصالات ومنظومات ربط المصارف.
- عمل مستشارا للبنك المركزي العراقي في مجال شبكات الاتصالات ومنظومات ربط المصارف.
- عمل مستشارا علميا لوزارة البيئة في مجال الحماية من التلوث بالإشعاعات الكهرومغناطيسية.
- عمل رئيسا لقسم الهندسة الالكترونية والاتصالات وقسم الهندسة الطبية في كلية الهندسة – جامعة النهرين.
- عمل أستاذ متمرس في كلية الهندسة – جامعة النهرين بعد الاحالة على التقاعد.

- عمل تدريسيا ورئيس لجنة الترقيات العلمية في كلية الرافدين الجامعة.
- عمل رئيسا او عضوا في هيئة تحرير لعدد من المجلات العلمية.
- عمل رئيســـا او عضـــوا في اكثر من 20 لجنة على المســـتوى الوطني والوزاري واكثر من 30 لجنة على مســـتوى الجامعات واكثر من 100 لجنة على مستوى الكليات.
- تأليف كتاب " الموجات الصوتية وأعجاز الاذن البشرية".
- تأليف فصـــل في كتاب (Printed Antennas for 5G Networks) لدار النشر العالمية (Springer).
- ترجمة كتاب الأســـاســـيات الحديثة للرادار من اللغة الفرنســـية الى اللغة العربية.
- عضـــو نقابة المهندســـين العراقية وجمعية المهندســـين العراقية وجمعية المهندسين الكهربائيين والالكترونيين الامريكية (IEEE).

مخاطر ابراج الهاتف النقال

موضوع تأثير أبراج الاتصالات على الصحة العامة يمثل موضع جدل علمي بين علماء وباحثين وخبراء الصحة والبيئة من جهة ورجال الصناعة ومستشاري الهيئات التشريعية من جهة اخرى، لذلك يجد المتتبع لهذا الموضوع تباين في التعليمات والضوابط التي اصدرتها بعض الدول والمؤسسات التشريعية الدولية والوطنية.
أصدرت المفوضية الدولية للوقاية من الاشعاعات غير المؤينةICNIRP تعليمات وضوابط تتضمن الحدود العليا المسموح بها للتعرض.
الأوساط العلمية والطبية تطعن بهذه التعليمات وتعتبرها لا تؤمن الحماية المطلوبة كونها تقتصر على التأثيرات الحرارية وبحدودها الدنيا وتهمل التأثيرات غير الحرارية.
الجهات المعترضة تستند على نتائج بحوث علمية رصينة ودراسات لمراكز بحوث معتمدة وتوصيات لمؤتمرات علمية اختصاصية وحقائق علمية صرح بها علماء معروفين عالميا، وتعتبر المؤسسات التي شرعت هذه التعليمات والتي صادقت عليها كانت تراعي مصالح المؤسسات الصناعية كونها الجهة التي تمول أغلب البحوث التي اعتمدتها هذه المؤسسات لأغراض التشريع، مما دعى العديد من الدول الى اعتماد ضوابط وتعليمات أكثر تشددا وبمستويات اقل من محددات التعرض الصادرة من المفوضية الدولية للوقاية من الاشعاعات غير المؤينة.

ألاستاذ الدكتور
جابر سلمان عزيز الكناني

9 789922 863184
منشورات جسد
JASAD PUBLICATIONS