وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة القادسية

كلية التربية/قسم الفيزياء

دراسة تأثير ابراج الاتصالات على صحة الانسان

من قبل الطالبين :

احمد كاظم عبيس **عزيز معنه صالح**

بحث مقدم الى مجلس قسم الفيزياء \ كلية التربية \ جامعة القادسية كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الفيزياء

٢٠١٧م-١٤٣٩هـ

الفصل الاول

الاشعة الكهرومغناطيسية

١- ١ نبذة عن الموجات الكهرومغناطيسية

في عام ١٨٢٠ لاحظ العالم اورستد (Orested) أنه إذا مر تيار في سلك فإنه ينشأ تأثير مغناطيسي متمثلا في انحراف إبرة مغناطيسية موضوعة بجوار السلك وقد ربط اكتشاف اورستد علاقة بين علم الكهربائية وعلم المغناطيسية. الطيف الكهرومغناطيسي أو الأشعة الكهرومغناطيسية أو الأمواج الكهرومغناطيسية كلها تحمل نفس المعنى الفيزيائي وحين التحدث عن جزء خاص من هذا الطيف الكهرومغناطيسي مثل الضوء المرئي والمايكروويف وأشعة اكس(X-Ray)وأشعة جاما (Gamma rays)وموجات التلفزيون والراديو كلها عبارة عن أشعة تعرف باسم الأشعة الكهرومغناطيسية والتردد (Wavelength) وكلها لها نفس الخصائص ولكنها تختلف في الطول الموجي (كما هو واضح في الشكل ١) لاحظ أنه كلما ازداد الطول الموجي قل التردد والعكس صحيح .

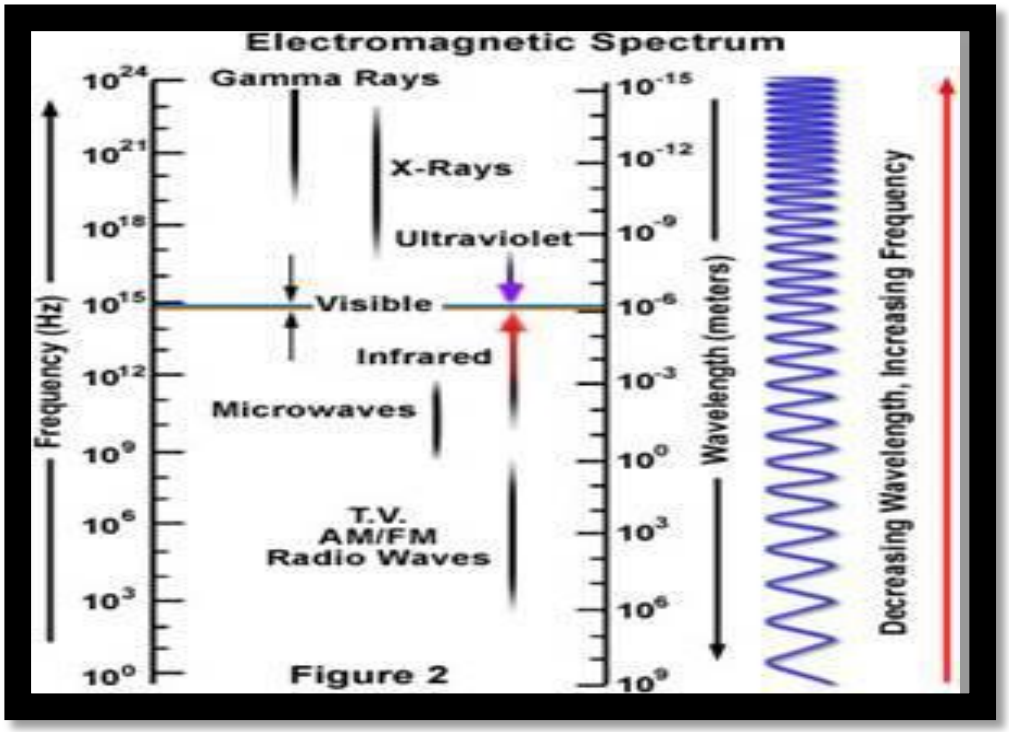
يعتبر علم المغناطسية من العلوم الهامة والتي بنى على اساسها فكرة عمل كثير من المعدات الكهربية مثل المحولات الكهربية آلات التيار المستمر وكذلك الآت التيار المتردد كما يمكن القول بأن كل الآلات الكهربية سواء كانت محركات او مولدات بنيت على اساس هذا العلم ويمكن الحصول على المغناطيسية اما عن طريق المغناطيسية الطبيعية الدائمة (permanent magnet) وتوجد في الطبيعة في مواد عدة مثل النيوديميم بورون ايرن والسيماريوم كوبلت واما عن طريق المغناطيس الكهربائي وينشأ عنه ما يعرف بالمجال الكهربائي حيث توجد علاقة متبادلة بين التيار الكهربائي والمجال المغناطيسي والمعروفة بالحث المغناطيسي حيث اذا مر تيار كهربائي في موصل فأنه ينشأ عنه مجالا مغناطيسيا كما ان الموصل اذا تواجد في مجال مغناطيسي متغير فأنه تتولد فيه قوة دافعة كهربية يمكن الحصول منها على تيار كهربائي.

١-٢ تعريف الموجات الكهرومغناطيسية

كما انه يمكن تعريف المجال المغناطيسي (الموجات) بانه المنطقة التي تحيط بالمغناطيس (طبيعيا او كهربيا) وتظهر فيها تأثيرات مختلفة حيث يحدث فيها نوع من الإجهاد غير المرئي تستجيب له الأجسام التي تتأثر بالتأثير المغناطيسي بظاهرة مجددة فاذا وضعت ابرة مغناطيسية في هذا المجال بأسلوب معين فأنها

تنحرف ايضا تتولد قوة دافعة كهربية عند تحريك موصل كهربائي في هذا المجال.

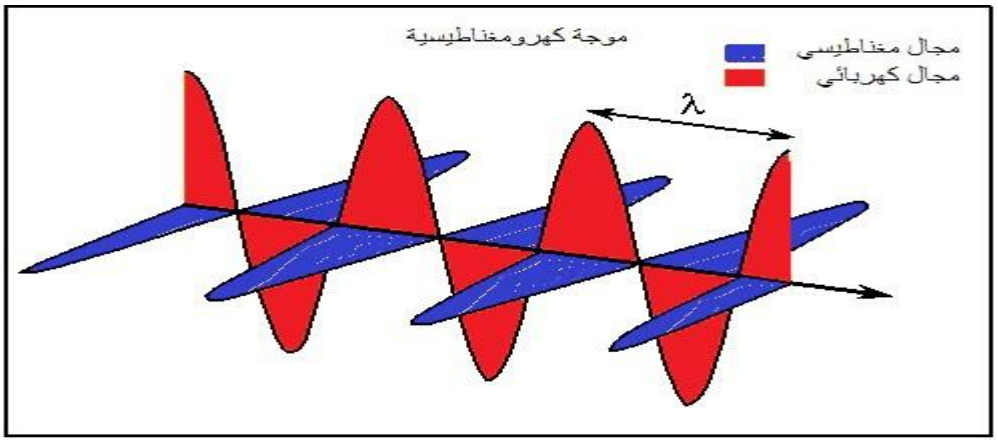
ان الموجات الكهرومغناطيسية أنماط مرتبطة من القوى الكهربائية والمغنطيسية. تتولد هذه الموجات نتيجة لتذبذب الشحنات الكهربائية وحركتها للأمام وللخلف. وهي تنتقل خلال الفضاء بسرعة الضوء وهي 299,792 km/sec . وأبسط الموجات الكهرومغناطيسية هي الموجات المستوية التي تنتقل عبر الفضاء في خطوط مستقيمة. وتتغير شدة الموجة في الفضاء وعبر الزمن بقمم وقيعان متناوبة. وتُسمى المسافة من قمة إلى قمة بالطول الموجي .



شكل رقم (١)

تتكون المجالات الكهرومغناطيسية من مجال كهربي ومجال مغناطيسي متعامدان على بعضهما. عادة توصف هذه المجالات بالمقدار والاتجاه. تتكون الموجات الكهرومغناطيسية من مجالات كهربائية ومغناطيسية متذبذبة، وتتفاعل بشكل مباشر مع الأنظمة البيولوجية مثل خلايا الإنسان والحيوانات والنباتات. وحتى نستطيع أن نفهم تلك التفاعلات بشكل أفضل، فلابد من أن نتعرف على الخواص

الفيزيائية للموجات التي تشكل لنا الطيف الكهرومغناطيسي (كما هو موضح بالشكل ٢).



شكل رقم (٢)

١-٣: الخصائص الفيزيائية للموجات اللكهرومغناطيسية

تمتلك الموجات الكهرومغناطيسية العديد من الخصائص المختلفة، أبرزها ما يلي:

١- تنتشر في الفراغ مع سرعة ثابتة ومحددة، تبلغ حوالي 3×10^5 m/sec
٢- تنتشر في خطوط مستقيمة، بحيث تكون خاضعة للخصائص الموجية من ناحيتين، الأولى هي التداخل والثانية هي الحيود.
٣- تكون مستعرضة؛ بمعنى أنّها تمتلك قابلية عالية للاستقطاب.

ان المجالات الكهرومغناطيسية هي موجات تنطلق بسرعة 3×10^5 km/sec في الثانية وتحمل طاقة يطلق عليها الفوتونات، وتتكون هذه المجالات من مجالين ينتشران في اتجاهين متعامدين هما المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي وينطلق الفوتون في الاتجاه المتعامد على الاتجاهين، ويمكن أن نصف الموجات الكهرومغناطيسية بواسطة طول الموجة أو التردد أو الطاقة. وترتبط هذه العوامل الثلاثة بعلاقات فيما بينها، ويلعب كل منها دورا معينا في تأثير المجال الكهرومغناطيسي على النظام البيولوجي. يعرف تردد الموجه الكهرومغناطيسية على انه عدد الذبذبات التي تمر خلال يعمل بتردد (AM) نقطة ثابتة في وحدة الزمن. كلما كانت الموجة قصيرة، زاد التردد. فمتوسط بث محطات المذياع مليون

هيرتز وطول موجة البث حوالي 300m أما أفران الميكروويف فتستخدم تردد ٢,٤٥ غيغا هيرتز وطول الموجة هنا يساوي 12cm .

وتتناسب طاقة الفوتون تناسبا طرديا مع تردد الموجه، فكلما زاد تردد الموجه زادت كمية الطاقة التي يحملها الفوتون تقدر طاقة الفوتون طبقا لتردد الموجه وتحسب بالعلاقة :

وإذا كان التردد ب(الهيرتز) وثابت بلانك ب(الجول- ثانية) تكون الطاقة بالجول. الأشعة الكهرومغناطيسية لها طول موجي وتردد يحدد خصائصها وترتبط سرعة الأشعة الكهرومغناطيسية مع التردد والطول الموجي من خلال المعادلة :

الطيف الكهرومغناطيسي يبدأ من أمواج الراديو ذات الطول الموجي الطويل والتردد المنخفض ثم منطقة أشعة المايكروويف ومنطقة الأشعة تحت الحمراء ثم منطقة الأشعة المرئية ثم منطقة الأشعة فوق البنفسجية ثم منطقة أشعة اكس ثم منطقة أشعة جاما. وهذا التسلسل هو تبعا لزيادة تردد هذه الموجات. ولكل منطقة من مناطق الطيف الكهرومغناطيسي خصائص تميزها عن بعضها البعض وبناء عليه نتجت تطبيقات مختلفة لهذه الأشعة وللعلم فإن منطقة الطيف المرئي هي التي منحنا الله سبحانه وتعالى القدرة على رؤيتها وهي المنطقة التي تستجيب لها شبكية العين لتتمكن من رؤية الأشياء من حولنا. يتحدد تأثير الموجات الكهرومغناطيسية على النظم البيولوجية من ناحية بشدة المجالات ومن ناحية أخرى بطاقة الفوتون.

١-٤ : تصنف الموجات الكهرومغناطيسية حسب ترددها وطاقتها إلى :

- **أشعة مؤينة :-** الاشعة المؤينة هي موجات كهرومغناطيسية لها ترددات عالية جدا (مثل الأشعة السينية وأشعة جاما) وطاقتها عالية جدا لدرجة كافية لإحداث عملية التأين (أي تكوين ذرات أو أجزاء من الجزيئات مشحونة بشحنات سالبة وأخرى موجبة)، ويحدث ذلك عن طريق تحطيم الروابط الذرية التي تربط جزيئات الخلايا بعضها ببعض.

- **أشعة غير مؤينة:-** اما الأشعة غير المؤينة فهو مصطلح عام يطلق على ذلك الجزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي له طاقة فوتون ضعيفة لدرجة لا تكون فيها قادرة على تحطيم الروابط الذرية، ويشمل هذا الجزء من الطيف كل من الأشعة فوق البنفسجية، الضوء المرئي، الأشعة تحت الحمراء، التردد الراديوي أو اللاسلكي، مجالات الميكروويف ،المجالات ذات الترددات الضعيفة جدا، وكذلك المجالات الكهربائية والمغناطيسية الساكنة. الأشعة الغير مؤينة حتى إذا كانت شدتها عالية لا تستطيع إحداث تأين في النظام البيولوجي، ومع ذلك فهي تسبب حدوث أثار بيولوجية أخرى مثلا عن طريق (رفع درجة الحرارة، أو تغيير مجرى التفاعلات الكيماوية أو تكوين تيارات كهربائية في الأنسجة والخلايا. كما ان هناك انواع اخرى للموجات الكهرومغناطيسية ومنها الموجات الطولية والموجات المستعرضة والموجات الطولية (والشكل (٣) التالي يبين انواع الموجات الكهرومغناطيسية)

شكل رقم (٣)

١-٥ نطاق مديات الاشعة الكهرومغناطيسية

١. الاشعة المرئية :

أعلى الأشعة تحت الحمراء في التردد يأتي الضوء المرئي. تبعث الشمس أعلى طاقتها في المنطقة المرئية، ولكن تكامل طيف القدرة للانبعاث كاملاً عبر كل الأطوال الموجية يظهر أن الشمس تبعث الأشعة تحت الحمراء بشكل أعلى قليلاً من الضوء المرئي. من خلال التعريف، الضوء المرئي هو الجزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي تكون العين البشرية أكثر حساسية له. يتم امتصاص وانبعاث

الضوء المرئي (والأشعة تحت الحمراء القريبة) بواسطة الإلكترونات في الجزيئات والذرات المنتقلة من مستوى طاقة معين إلى مستوى آخر. هذا الفعل يسمح بالآلية الكيميائية التي تكمن في رؤية الإنسان والتركيب الضوئي في النبات. الضوء الذي يثير نظام الرؤية البشري هو جزء قليل من الطيف الكهرومغناطيسي. يظهر طيف المطر الجزء البصري (المرئي) من الطيف الكهرومغناطيسي؛ الأشعة تحت الحمراء (إذا أمكن رؤيتها) ستقع تحت الجزء الأحمر من قوس المطر والأشعة فوق البنفسجية ستظهر مباشرة بعد النهاية البنفسجية.

الإشعاع الكهرومغناطيسي ذو الأطوال الموجية بين 380NM و 760NM (٤٠٠ إلى ٧٩٠ تيرا هيرتز) يمكن الكشف عنه بواسطة العين البشرية وإدراكها كضوء مرئي. الأطوال الموجية الأخرى، خاصة تحت الحمراء القريبة (أطول من 760NM) وفوق البنفسجية (أقصر من 380NM) أحياناً ما يتم تسميتها أيضاً بالضوء، خاصة عندما تكون غير متعلقة بإمكانية الرؤية للبشر. الضوء الأبيض عبارة عن مجموعة من الأضواء بأطوال موجية مختلفة في الطيف المرئي. تمرير الضوء الأبيض من خلال موشور يقسمه إلى عدة ألوان من الضوء المرصود في الطيف المرئي بين 400NM و 780NM.

إذا انعكس إشعاع عن جسم، مثلاً طبق من الفواكه، يحتوي على تردد في المنطقة المرئية من الطيف الكهرومغناطيسي ثم ارتطم بالأعين، سينتج عن ذلك إبصار للمشهد. النظام البصري للدماغ يعالج أغلبية الترددات المنعكسة إلى أشكال وظلال مختلفة، وعن طريق هذه الظاهرة النفسية الفيزيائية غير المفهومة بشكل كافٍ، يدرك معظم البشر طبق الفواكه.

ولكن في معظم الأطوال الموجية، لا يتم الكشف عن المعلومات المحمولة في الإشعاع الكهرومغناطيسي بشكل مباشر عن طريق حواس الإنسان. المصادر الطبيعية تنتج إشعاع كهرومغناطيسي خلال الطيف، والتكنولوجيا يمكنها أيضاً معالجة مدى عام من الأطوال الموجية. تبعث الألياف البصرية الضوء، بالرغم من أنه ليس من الضرورة أن يكون الجزء المرئي من الطيف (غالباً ما يكون أشعة تحت حمراء)، الذي يمكنه حمل المعلومات. عملية التضمين شبيهة بتلك المستخدمة في موجات الراديو.

٢. الأشعة فوق البنفسجية (UV) :

تأتي الأشعة فوق البنفسجية (UV) التالية في التردد. الطول الموجي للأشعة فوق البنفسجية أقصر من النهاية البنفسجية للطيف المرئي ولكنها أطول من الأشعة السينية. الأشعة فوق البنفسجية في مدى الطول الموجي الأقصر (المجاور للأشعة السينية) يمكنها تأيين الذرات (اقرأ الظاهرة الكهروضوئية)، مغيرةً سلوكها الفيزيائي بشدة. في المدى المتوسط من الأشعة فوق البنفسجية، الأشعة لا يمكنها القيام بالتأيين ولكنها تكسر الروابط الكيميائية، وبذلك تجعل الجزيئات تتفاعل بشكل غير اعتيادي. حرق الشمس، على سبيل المثال، يسببه الآثار المدمرة للمدى المتوسط للأشعة فوق البنفسجية على خلايا الجلد، والتي تعد السبب الرئيس لسرطان الجلد. الأشعة فوق البنفسجية في المدى المتوسط يمكنها تدمير جزيئات الـ DNA المعقدة في الخلايا بشكل يعجز إصلاحه، منتجةً ثنائية الثايمين وتجعله مطفر شديد جداً. تبعث الشمس أشعة فوق بنفسجية مؤثرة (حوالي ١٠% من قدرتها الكلية)، متضمنة الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية القصيرة للغاية التي يمكنها ربما تدمير الحياة على اليابسة (مياه المحيطات ستوفر بعض الحماية للحياة هناك). ولكن معظم الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية الشمسية المدمرة يتم امتصاصها عن طريق الغلاف الجوي وطبقة الأوزون قبل وصولها إلى السطح. النطاقات من الأشعة فوق البنفسجية التي تحمل طاقة أعلى وطول موجي أقصر (تسمى "تسمى الأشعة الفوق بنفسجية في الفراغ ") يتم امتصاصها بواسطة النيتروجين، والأطوال الموجية الأطول بواسطة الأكسجين البسيط ثنائي الذرة في الهواء. معظم الأشعة فوق البنفسجية في المدى المتوسط من الطاقة يتم إيقافها بواسطة طبقة الأوزون، التي تمتص بقوة المدى المهم من ٢٠٠ إلى ٣١٥ نانو متر، الجزء ذو الطاقة الأقل الذي هو طويل جداً ليمتصه ثنائي الأكسجين العادي في الهواء. الأشعة فوق البنفسجية في المدى الأكثر انخفاضاً بين ٣١٥ نانو متر والضوء المرئي (تسمى UV-A) لا يتم إيقافها بشكل جيد بواسطة الغلاف الجوي، ولكنها لا تسبب حروق شمسية وتسبب تدمير حيوي أقل. ولكنها ليست عديمة الأذى وتنتج جذور الأكسجين الفردية، طفرات وأضرار للجلد. اقرأ الأشعة فوق البنفسجية للمزيد من المعلومات.

الشكل يبن مديات اشعة

(Uv)

٣. الأشعة السينية (X-ray)

بعد الأشعة فوق البنفسجية تأتي الأشعة السينية والتي تقوم بعمليات التأيين كما في النطاقات العليا للأشعة فوق البنفسجية. ولكن، بسبب طاقتها العالية، الأشعة السينية تتفاعل أيضاً مع المادة عن طريق تأثير كومبتون. الأشعة السينية القاسية لها أطوال موجية أقصر من الأشعة السينية اللينة ويمكنها المرور عبر الكثير من المواد مع القليل من الامتصاص، ويمكن استخدامها "للرؤية من خلال" الأجسام التي لها "سماكات" أقل من السماكات المكافئة لأمتار قليلة من الماء. أحد الاستخدامات المهمة هي التشخيص عبر التصوير بالأشعة السينية في الطب (تسمى العملية بالتصوير الشعاعي). الأشعة السينية مفيدة بقدر المسابر في فيزياء الطاقة العالية. في علم الفلك، الأقراص المتزايدة حول النجوم النيوترونية والثقوب السوداء تبعث أشعة سينية، والتي تمكننا من دراسة هذه الظواهر. الأشعة السينية تبعث أيضاً من هالات النجوم وتبعث بقوة من بعض أنواع السدم. ولكن مناظير الأشعة السينية يجب وضعها خارج الغلاف الجوي للأرض لرؤية الأشعة السينية الفلكية، لأن العمق الكبير للغلاف الجوي للأرض معتم للأشعة السينية (مع كثافة مساحية ١٠٠٠ غرام لكل سم مربع)، مكافئة لسماكة ١٠ أمتار من الماء. هذا المقدار كافٍ لإيقاف تقريباً جميع الأشعة السينية الفلكية .

٤. الاشعة تحت الحمراء Ir

تعني كلمة Infra تحت وهذا يعني اننا في منطقة الاشعة تحت الحمراء والتي ترددها اقل من تردد الاشعة الحمراء في الطيف الكهرومغناطيسي المرئي. الاجهزة التي تستخدم الاشعة تحت الحمراء يمكنها الرؤية في الظلام الدامس لأنها تعتمد على الاشعاع الحراري المنطلق من الاجسام (انظر أيضاً اجهزة الرؤية الليلية). ويسم الجهاز المستخدم للرؤية الليلية بالبالوميتر Balometers.

يقع طيف الاشعة تحت الحمراء بين الطيف المرئي وطيف اشعة المايكروويف. تغطي الاشعة تحت الحمراء منطقة واسعة من الطيف الكهرومغناطيسي ككل وتقسم إلى ثلاثة مناطق وهي على النحو التالي:

الاشعة تحت الحمراء القريبة Near infrared: وهي الاقرب إلى الاشعة المرئية وبالتحديد اللون الأحمر.

الاشعة تحت الحمراء البعيد Far infrared: وهي التي تكون الاقرب إلى اشعة المايكروويف.

الاشعة تحت الحمراء الوسطى Med infrared: وهي التي تقع بين المنطقتين السابقتين.

الأشعة تحت الحمراء هي أشعة حرارية وتنبعث من كافة الاشياء من حولنا مثل الفرن او المصباح الحراري أو من الاحتكاك أو من تسخين أي جسم وتنبعث كذلك من اجسامنا وهي الاشعة التي تصلنا من الشمس ويشعر الجلد بالدفء عند التعرض إلى اشعة الشمس. ولهذا تستخدم الاشعة تحت الحمراء في بعض الاحيان لتسخين الطعام أو الابقاء عليه ساخناً.

يجب التأكيد على نقطة هامة وهي أن الاشعة تحت الحمراء القريبة لا تعد ساخنة ولا يمكن الشعور بها وهي التي تستخدم في أجهزة الرموتكنترول للتحكم بالأجهزة عن بعد.

العديد من الاشياء تصدر اشعة تحت الحمراء مثل جسم الانسان والحيوان والنباتات وكذلك الكرة الأرضية والشمس والاجرام السماوية، هذه الاشعة ليمكن رؤيتها بالعين المجردة وباستخدام اجهزة خاصة تمكن الانسان من الرؤية في الظلام الدامس باستخدام هذه الاشعة.

الفصل الثاني

٢-١ مبدأ عمل ابراج الاتصالات

تقوم الابراج بأرسال الموجة الكهرومغناطيسية والتي بدورها تقوم بحمل طاقة مستمرة ونقلها بعيداً عن مصدرها، ويطلق عليها اسم الطاقة الإشعاعية، علماً بأنّ هذا الوضع لا ينطبق بتاتاً على الحقل الواقع بالقرب من المجال الكهرومغناطيسي، عدا عن الطاقة تحمل الموجة زخم حركي وآخر زاوي، ويمكن لهذا كله أن ينتقل للمادة التي تتفاعل معه بشكل أو بآخر، فتنتج الموجات الكهرومغناطيسية من أشكالٍ مختلفة من الطاقة أثناء تشكلها، وتتحول إلى أشكالٍ أخرى فيما بعد.

شكل 1 يوضح هوائي في محطة خلوي ذات ترددات من ١٣٦MHz الى ١٧٤MHz

136 to 174 MHz base station antennas

ويتدخل هنا ما يعرف بالفوتون، وهو عبارة عن كمية من التأثر الكهرومغناطيسي التي تكوّن وتشكل كافة أشكال هذه الموجات، وفي النهاية تصبح طبيعة الضوء الكمّية أكثر وضوحاً عند وجود الترددات العالية، وفي هذه الحالة يمتلك الفوتون طاقةً كبيرةً، وفي هذه الحالات تتصرف الفوتونات على شكل جسيمات تساعد بدورها على تحفيز الفوتونات الأخرى الأقل تردداً أو طاقة.

أصبحت الموجات الكهرومغناطيسية تحتل مكان الصدارة في عالم الاستخدامات الخطرة، نظرا لتزايد الأجهزة التي تبعث المزيد من الموجات يوميا، ولهذا اهتمت معامل الأبحاث برصد هذه الظاهرة وتأثيرها على المدى الطويل في ظل تزايد استخدام الهاتف المحمول الذي أصبح من أكثر الأجهزة استخداما للموجات الكهرومغناطيسية ، حيث لايزال الجدل محتدما بين العلماء في مدى المنافع والمخاطر المتعددة لتلك الاستخدامات.

ولقد أطلق مصطلح (الكهرومغناطيسية) على هذه الأشعة بسبب طريقة توليدها داخل الذرة المُثارة، ونتيجة لحركة الشحنات السالبة (الإلكترونات) يتولد تيار كهربي يتسبب في توليد مجال مغناطيسي مُتعامد معه، وتنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في اتجاه مُتعامد على كل منها. ومن مصادر الضوء المرئي أشعة الليزر، وهو ضوء مرئي أحادي الطاقة ينتشر بكميات هائلة في مسار دقيق، ومن ثم تكون الطاقة الكلية المصاحبة له كبيرة جدا، الأمر الذي أهله للقيام بعمليات القطع واللحام في المجالات الطبية والصناعية.

٢-٢ تعريف الموجات اللاسلكية:

الموجات اللاسلكية عبارة عن مجال كهرومغناطيسي ينتقل بسرعة الضوء . وتعتمد صفات هذا المجال على ترددات أي عدد الموجات المتذبذبة في الثانية الواحدة .

تستخدم محطات التقوية الكهرومغناطيسية الإشارات اللاسلكية بتذبذب يصل إلى ٤٥٠ ميغا هيرتز.

من الضروري عدم الخلط بين الموجات اللاسلكية والإشعاعات ، فمن الأمثلة على النشاط الإشعاعي موجات جاما ، وهي نوع من الأيونات الإشعاعية التي تتولد من المواد الإشعاعية وتختلف اختلافاً تاما عن الموجات اللاسلكية .

٢-٣ تعريف موجات الميكروويف:

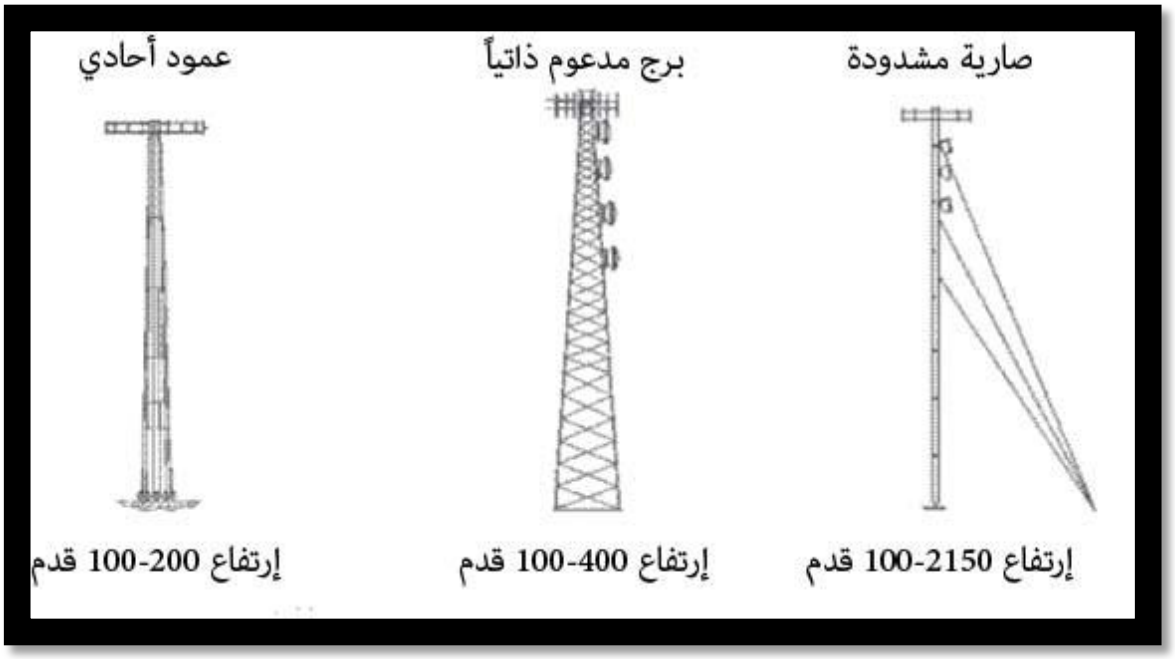
موجات المايكروويف هي جزء من الموجات الكهرومغناطيسية ذات طول موجي طويل يقاس بالسنتمتر في المدى من ٠,٣ إلى 30cm ولهذه الأشعة استخدامات عديدة منها في طهي الطعام وهو ما يعرف بفرن المايكروويف Microwave oven كما تستخدم في الاتصالات ونقل المعلومات وأجهزة الاستشعار عن بعد وأجهزة الرادار ومن هنا فإن استخدامها في الطهي هو جزء بسيط من تطبيقاتها العملية العديدة

الموجات اللاسلكية أو الكهرومغناطيسية تعد أحد أهم الاكتشافات العلمية في العصر الحديث فلا يكاد يخلو منزل من الأجهزة التي تعتمد في تشغيلها على تلك الموجات، فهي التي تنقل إلينا الأخبار والموسيقى والمعلومات والحوارات عبر الأثير ولملايين الأميال من جميع أنحاء العالم وعلى الرغم من أن هذه الموجات لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة إلا أنها استطاعت أن تغير من ملامح التاريخ والمجتمع الذي نعيش فيه فإذا نظرت حولك ستجد المئات بل الملايين من الأجهزة التي أسهمت وبشكل كبير في تطور البشرية.

٢-٤ أنواع الأبراج الاتصالات :

تقدّم هذه الفقرة الأنواع الثلاث الأكثر شيوعاً للأبراج المستخدمة حاليّاً في بناء الشبكات اللاسلكية:

- البرج المدعوم ذاتيّاً Self-Supporting Tower،
- الأحادي Monopole
- والصواري المشدودة Guyed Masts .



شكل رقم (٥) يبين الأنواع الثلاث الأكثر شيوعاً لأبراج وصواري الاتصالات

2-٥ كيف تختار نوع البرج الملائم:

ينبغي عليك الانتباه إلى أربعة نقاطٍ رئيسيّة عند اختيار نوع البرج الملائم لمشروعك:

١. حمل الهوائيّات Antenna Load
٢. القاعدة الأرضيّة للبرج Tower Footprint
٣. ارتفاع البرج Height of Tower
٤. الميزانيّة Budget

١- حمل الهوائي Antenna Load

تعتمد قدرة حمل البرج للهوائيّات على هيكليّة هذا البرج. كلّما ازدادت مساحة سطح الهوائيّات، الأسلاك المحوريّة، القواعد والتجهيزات الأخرى المركّبة على البرج والمعرّضة للرياح كلّما ازدادت متطلّبات ثبات البرج.

يتوجّب عليك تخمين قدرة البرج الفعّالة على تحمّل الرياح لكي تتأكّد من أنّ الحمل الناتج عن التجهيزات المستخدمة أصغر من الحمل الأعظمي للبرج.

يتناسب حمل الرياح طرداً مع مساحة الهيكل المعرضّة للريح وارتفاع مسافة تثبيتها عن سطح الأرض. تقاوم الأشكال المقوّسة والمثقّبة (كالشبكات Grids مثلاً) الرياح بشكّلٍ أقل، في حين تبدي الأطباق المصمتة مقاومةً كبيرةً للرياح وبالتالي ينبغي تجنّبها في بيئات الرياح الشديدة.

ينبغي عليك أيضاً أخذ سرعات الرياح الوسطيّة في الموقع بعين الاعتبار أثناء اختبار أبراج الهوائيّات. تعتمد سرعة الرياح الوسطيّة على الوقع الجغرافي للمشروع، الارتفاع عن سطح البحر وطبيعة البيئة المحيطة (ريفيّة أو مدنيّة). تتوفّر بعض المعلومات الإحصائيّة عبر الإنترنت من مواقع معاهد الأرصاد الجويّة.

هناك عدة أساليب لحساب حمل الرياح تتمايز فيما بينها من حيث جودة النتائج. تعتبر مواصفات المعيار -IEA٢٢٢ أحدث هذه الأساليب وربّما أدقّها على الإطلاق.

٢- القاعدة الأرضيّة للبرج Tower Footprint

القاعدة الأرضيّة للبرج هي المساحة الأرضيّة المطلوبة لتركيب البرج. يعتمد صغر أو كبر هذه المساحة على نوع وهيكليّة البرج.

تحتاج الصواري المشدودة (والتي يزيد ارتفاعها عن ١٠٠ قدم أو ٣٠ متراً) إلى مسافةٍ قدرها ١٠-١٥ متر عن قاعدة الصارية لكل شدّاد، وبالتالي فإنّ صاريةً تحتوي على ثلاثة شدّاداتٍ في كل مستوى ستحتاج إلى قاعدةٍ أرضيّةٍ مساحتها ٩٠-٢٠٠ متراً مربّعاً.

٣- ارتفاع البرج Height of Tower

يمكنك توفير نفقات وأعمال تركيب الشدّادات في حال لم يتجاوز ارتفاع الهيكل المطلوب ٤٠ قدماً. من الممكن عوضاً عن ذلك في هذه الحالة تثبيت البرج على سطح مبنى أو حتى كراج.

تؤدّي إضافة الشدّادات إلى هيكلٍ ما كما ذكرنا سابقاً إلى إتاحة بناء أبراجٍ بارتفاعاتٍ أكبر.

٤- الميزانية Budget

القاعدة الأساسيّة العامّة في حساب الميزانيّة:

"كلّما صغرت مساحة قاعدة البرج كلّما ازدادت تكاليف شراء وتركيب هذا البرج".

تملك الأعمدة الأحاديّة مساحة القاعدة الصغرى من بين أنواع الأبراج المختلفة، مما يجعلها أكثر هذه الأنواع كلفةً، تليها الأبراج المدعومة ذاتيّاً ومن ثمّ الصواري المشدودة والتي تتطلّب المساحة القصوى.

ستحتاج أيضاً تبعاً لنوع البرج الذي ستختاره إلى أدواتٍ ورافعاتٍ معيّنةٍ لبناء البرج والتي يجب أخذها بعين الاعتبار أثناء حساب الميزانيّة.

٥- موقع البرج

ينبغي عليك الانتباه إلى بعض الأمور الهامّة لدى اختيارك للموقع الفيزيائي للبرج / الصارية. عليك بدايةً التأكّد من توفر المساحة الأرضيّة الكافية لتركيب البرج، راجع مواصفات البرج أو الصارية التي تريد شراءها للتأكّد من مساحة قاعدة البرج / الصارية.

تعتبر الأراضي المستوية والمسطّحة أكثر المواقع ملاءمةً لتركيب الأبراج أو الصواري. يمكنك على أيّة حالٍ استخدام أيّ أرضٍ مستويةٍ نسبيّاً توفّر مساحةً كافيةً لتركيب قواعد البرج / الصارية. ينبغي أن لا تحتوي الأرض على أيّة عوائق كالأشجار والأبنية مثلاً. لا يكفي تحقق هذا الشرط ضمن البقعة التي سيتم تركيب الهوائي ضمنها وحسب، بل ينبغي أن يتحقق أيضاً في المساحة المحيطة بهذه البقعة لأنّك ستحتاج إلى بعض المساحة الإضافيّة أثناء تركيب البرج / الصارية.

تذكّر بأنَّ للأشجار جذورٌ مخفيّةٌ تحت الأرض. وحفر منطقة مكتظّةٍ بجذور الأشجار ليس بالأمر السهل على الإطلاق.

تتطّلب الأبراج والصواري العالية ومتوسطة الطول عادةً حفراً كبيرةً لبناء أساساتها البيتونيّة. تأكد على الدوام من القيام بمسحٍ للخدمات المركّبة تحت الأرض للتأكد من عدم وجود أيّة تمديداتٍ للبنيّة التحتيّة تحت الأرض في موقع تركيب البرج أو الصارية.

تأكّد أيضاً في حال كون البرج الذي تريد تركيبه مرتفعاً من التحقق من القوانين النافذة في الدولة المعنيّة فيما إذا كان من الضروري الحصول على ترخيص لبناء البرج أو / و تسجيل هذا البرج لدى السلطات المختصّة. يتوجّب عادةً اتبّاع قوانين خاصّة إذا كان موقع البرج قريباً من مطارٍ ما.

٦- قاعدة البرج

تحتاج جميع الأبراج إلى الاعتماد على قاعدةٍ ثابتةٍ. يهدف بناء القاعدة تحت البرج إلى تجنّب غرق البرج تحت تأثير وزنه الذاتي بالإضافة إلى ضغط أسلاك الشد (في حال استخدامها).

تبنى غالبيّة الأبراج والصواري فوق قواعد بيتونيّة Concrete Bases والتي تحتوي على نتوءٍ أو برغيٍّ للتثبيت. من الحلول الأقل استخداماً أيضاً تثبيت أحد أجزاء البرج ضمن القاعدة البيتونيّة. يتميز الحل الأول باستخدام النتوء أو برغي التثبيت بما يلي:

١- لا يتطلّب تعديل الجزء الأسفل من البرج.
٢- لا يستدعي القلق من تجمّع المياه ضمن أسفل البرج (ستسيل المياه باتجاه أسفل البرج وتفرّغ عبر ثقوبٍ مخصصةٍ في قاعدة البرج).
٣- يعطي البرج بعض المرونة للدوران من اتجاهٍ إلى آخر لامتصاص تأثير الرياح الشديدة (مما يؤدّي إلى تخفيض الإجهاد على الجزء السفلي من البرج).
٤- لا يستدعي القلق من كيفيّة تركيب الجزء السفلي من البرج مع الجزء المركّب ضمن القاعدة البيتونيّة.

الفصل الثالث

تأثير ابراج الاتصالات على الانسان

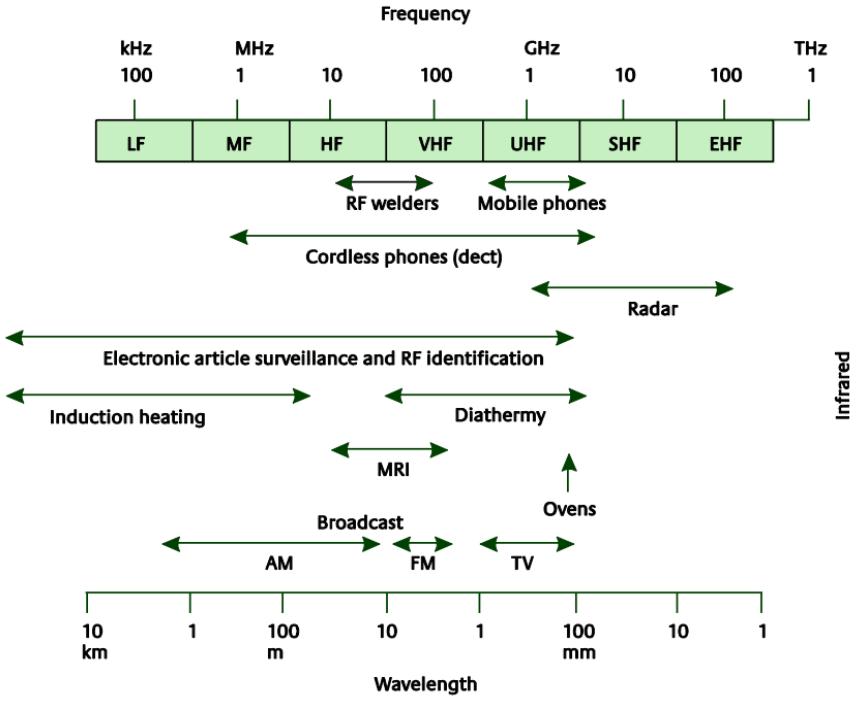
كثر الجدل في الآونة الأخيرة حول تأثير أبراج تقوية إرسال الخليوي على صحة الإنسان العامة وما قد تسببه من أضرار على وظائف الدماغ والجهاز العصبي. وخاصة أن هذه الأبراج إذ تقام في المدن فوق أسطح المنازل ووسط الأحياء السكنية، ويكون البرج الواحد قادراً على تغطية الإرسال والاستقبال في دائرة نصف قطرها بضعة كيلومترات، ويتداخل مجال عمل كل برج مع مجالات عمل الأبراج الأخرى فتتغطى المناطق المستهدفة بخدمة الخليوي بشبكة اتصالات هذه الأبراج.

لم تستطع نتائج بعض الدراسات التي أجريت حتى الآن في مجال مخاطر الإشعاعات الصادرة عن محطات وأبراج تقوية الهاتف المحمولة، إثبات وجود أضرار من موجات هذه الأبراج على وظائف الدماغ والجهاز العصبي، ولكن ومن حيث المبدأ رأت دراسات أخرى، أن موجات الخليوي هي موجات راديوية (لاسلكية)، ومن المعروف أن الزيادة في قدرة موجات الراديو وترددتها عن حد مُعيَّن تسبب تأثيراً حرارياً، ولهذا فإن جميع شبكات الهاتف الخليوي تعمل على ترددات أقل من المسموح به لتلافي كل ضرر يمكن حدوثه. ولهذا فإن مجموعة من الخبراء تنصح بمتابعة استخدام الخليوي لحين ظهور نتائج أخرى تنافي ما قد توصلوا إليه. ومما لا شك فيه، أن ظهور الهاتف الخلوي عام ١٩٧٢، عن طريق المخترع الأمريكي مارتن كوبر، أدى إلى حدوث ثورة اتصالية وتكنولوجية، حلت العديد من مشكلات التواصل بين الناس. إذ أصبحت قادراً على الاتصال بالشخص الذي تريده أينما كان وتواجد. ومع تطور الرسائل المكتوبة وانخفاض أسعار المكالمات، وصغر حجم الأجهزة شيئاً فشيئاً، بات الخليوي من ضروريات الحياة

اليومية، لا يستغنى عنه بتاتاً، وأصبح في متناول جميع الأفراد على اختلاف حالتهم المادية .

١,٣. أبراج البث (الحقول الكهرومغناطيسية) :

لا يقتصر خطر المحمول على الجهاز نفسه، وإنما يمتد ليصل محطات الارسال التي تحتوي على مجالات كهرومغناطيسية تصل ترددها إلى ١٠٠٠ ميغاهيرتز. وكما يوجد دراسات تؤكد خطورة هذه المحطات على صحة الإنسان، يوجد أيضاً دراسات تنفي ذلك. ويؤكد مصدر مسؤول في شركة جوال أن أبراج البث ليس لها أي أثر سلبي سواء على صحة الإنسان أو على البيئة ويقول: \"لدينا دراسات تثبت ذلك وشهادات موثقة من ال ISO، تؤكد عدم خطورة تلك الأبراج والترددات الصادرة عنها.



الشكل ١ يوضح اطياف الترددات الراديوية ومصادرها [4,5].

الشكل ١ يوضح اطياف الترددات الراديوية ومصادرها. حيث قام اتحاد الاتصالات الدولية ITU بتصنيف الترددات الراديوية RF على النحو الاتي:

الترددات الواطئة LF و الترددات المتوسطة MF و الترددات العالية HF والترددات جدا عالية VHF والترددات الفوق العالية UHF والترددات الفائقة العلو SHF والترددات العالية جدا للغاية EHF.

LF: Low frequency

MF: Medium frequency

HF: High frequency

VHF: very high frequency

UHF: Ultra high frequency

SHF: super high frequency

EHF: extremely high frequency

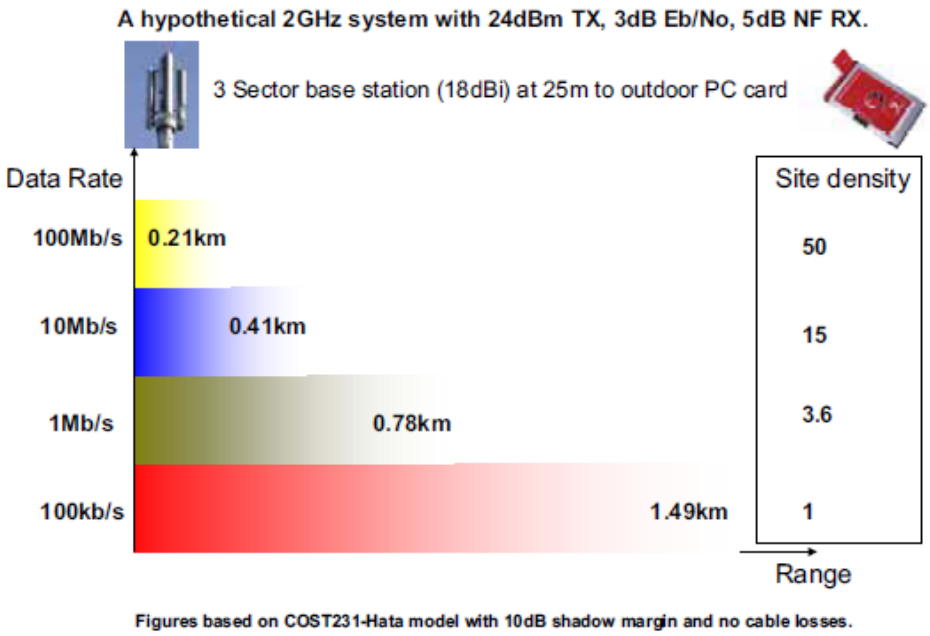
ان حرص شركات الاتصالات على تحسين الخدمات دفعها الى مضاعفة مواقع ابراج البث والارسال بشكل كبير وهذا يعود الى جملة من العوامل والتي تحدد عدد المواقع لدعم تلك الخدمات. العامل الرئيسي والمهم هو طبيعة التغطية المطلوبة (The nature of the coverage required) والذي يعني بموقع المحطة ، جدول ١ يصور هذه الطبيعة مقارنة بعدد المواقع المطلوبة لدعم مختلف انواع الخدمات.

	Gain	Height	Building loss	Range	Relative site count
Rooftop non-line-of-sight	10 dBi	8 m	0 dB	6.2 km	1
Terminal / Gateway in upstairs window	3 dBi	5 m	0 dB	1.8 km	12
Outdoor PCcard	0 dBi	1.5 m	0 dB	780 m	60
Indoor PCcard - Suburban	0 dBi	1.5 m	10 dB	410 m	230
Indoor PCcard - Urban	0 dBi	1.5 m	20 dB	210 m	800

جدول ١ يوضح تاثير موقع المحطة على عدد المواقع.

الحالة الاولى اعتبرت نظام دخول خلوي مثبت Fixed wireless access system باستخدام Rooftop Antenna.

العامل الثاني المؤثر على عدد المواقع هو معدل البيانات Data rate ، لاعطاء مسار راديوي ، يتطلب كمية الطاقة مثبتة لاستلام كل Data Bit ، لذلك فان القدرة المطلوبة هي تتناسب بشكل مباشر مع الـ Data Bit . وبالعكس فان للقدرة المنتقلة المثبتة Transmitter Power فان المدى المنجز يتناقص مع Data Bit . الشكل ١ يصور هذا التأثير. فرضية النظام المبني على موقع مصمم من خلية تقليدية ومحطة خارجية باستخدام PC Card Modem.



شكل 2: تاثير معدل البيانات على المدى.

تشير الدراسات الحديثة بانه في حالة استخدام هذه الأبراج ضمن الشروط المناسبة، وتقيد المسؤولون بالارتفاعات والمسافات المسجلة دولياً، وعدد الموجات والترددات اللازمة، فإن الأبراج لن تشكل خطراً على صحة الإنسان. أما إذا وضعت هذه الأبراج بالقرب من المرافق العامة والمستشفيات والمدارس فيمكن لها أن تحدث ضرراً وتسبب أمراضاً للإنسان. ومع ذلك، فإن الدراسات لم تستطع أن تثبت وجود صلة علمية مباشرة بين إصابة الإنسان بأمراض السرطان، وتعرضه لمثل هذه الأمواج ، ويبقى خطر هذه الأبراج وهواتفها الخليوية على صحة الإنسان وعلى البيئة غير مؤكد يشوبه الشك وعدم اليقين... ويبقى العلماء في بحث دائم عن أي دلائل تثبت أو تنفي ذلك.

RF Source	Frequency (MHz)	Exposure potential
AM commercial radio	0.5–1.7	U+
Ionosphere research programs (e.g., HAARP)	2.8–10	L
FM commercial radio	88–108	U+
VHF commercial television (analog)[a]	54–88, 174–216	U+
UHF commercial television (analog and digital)	512–700	U+
Maritime mobile, radiolocation, radio-navigation (e.g., LORAN)	0.003–0.30	L
Radar (aviation, marine, police)	10,000–33,000	L
Millimeter-wavelength radar (meteorological, military)	~ 100,000	L
Satellite transmissions (global positioning, military)	220–400	U
Satellite transmissions (television)	4,000–6,000	U
Amateur (ham) radio operators, international short-wave broadcasts	~ 50	U
Cellular telephones, analog	806–890	U
Cellular telephones, GSM (Asia, Europe)	890–960	U
Cellular telephones, digital	1,850–1,990	U
Dispatch radio: (pagers, aviation, marine, fire, emergency, police)	900–950	U
Fixed microwave links (computers, television, telephone, military)	~ > 30,000	L
Cordless telephones, baby monitors, wireless toys, wireless telemetry	27–60, 900, 2,400, 5,800	L
Computer monitors, wireless computer connectivity, RF identification tags (e.g., Bluetooth, WiFi)	~ 1,900, ~ 2,500, ~ 5,700	L
Remote controls, light dimmer controls, door-openers, surveillance devices	Broadband	L
Microwave ovens, diathermy machines	2,450	L+
Industrial scientific and medical (ISM) band data links	~ 2,400, ~ 5,400	L
RF noise (lightning, solar flares, fluorescent fixtures, neon lights, spark ignition, power-line corona discharge)	Broadband	U

جدول ٢ يوضح مصادر الترددات الراديوية

لقد اصبحت الاتصالات الهاتفية لا تعرف الحدود، فهي تجمع كل شيء في الزمان والمكان نفسيهما، لذا فان مما لا يمكن انكاره ان لكل تقنية ايجابياتها مثلما لا تخلو من آثار سلبية ومخلفات قد تكون مضرّة بالصحة والبيئة معا ، وهذا ما يستدعي الجهات الصحية الى تكثيف الجهد من خلال دراسات ميدانية وتجارب معمّقة للوصول الى مخاطر ما تفرزه التقنيات خصوصا تلك المتعلقة بأبراجها محطات الهاتف الجوال التي هي ببساطة مجموعة من المرسلات والمستقبلات للأمواج الراديوية ، وبالتالي فهي تشكل عصب شبكات الجوال لأنها تربط الهواتف الجوالة مع بعضها البعض.

Table 3. Incident energy from a broad spectrum of sources of electromagnetic energy

Source	Energy flux (W/m^2)	Electric field (V/m)
Sunlight at noon[a]	1,370	
1 m from a 1,500-W electrical heater unit[b]	480	
On black body surface at 37°C (λ_{max} ~ 10 µm)[c]	520	
Microwave oven, RF leakage standard	50	140
1 m from a 100-W light bulb[d]	8	
Cell telephone (2 GHz) public guideline[e]	10	61
Cell telephone (850 MHz) public guideline[e]	4.3	40
RF levels near cellular base antenna (calculated)	0.05	4.3
Average urban RF levels, TV and radio[f]		0.4–0.7
Average urban RF levels, cellular telephony[f]		0.1–0.3

جدول ٣ يوضح الطاقة الساقطة من طيف واسع لمصادر كهرومغناطيسية

وهذه المحطات تتألف من هوائيات ، تكون في العادة مثبته على ابراج معدنية او تكون مثبتة على بعض البنايات . وتمر الاتصالات الهاتفية عبر هذه الهوائيات في حدود ونطاق التغطية للمنطقة المراد تغطيتها ، ويتراوح هذا النطاق بين ٥ الى ١٠ كيلومترات.

الملاحظ ان كثيرا من المختصين في مجال تقنية المعلومات والاتصالات والهيئات المختصة قامت بتنظيم قطاع للمعلومات من خلال وزارات البيئة وتشكيلها لمؤتمرات وحلقات وورش عمل تدرس حقيقة الاضرار الناتجة عن الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الابراج ، وقد اصدروا تعليمات خاصة حول تنظيم انشاء الابراج للتأكد من عدم تجاوز كثافة الحقول المغناطيسية للحدود الدولية المعتمدة التي تعتبر ضرورية لضمان عدم التأثير على الصحة والسلامة العامة. مع هذا قلّما سمعنا من جهات محلية ان قامت بدور مماثل لتنظيم قطاع الاتصالات اعتمادا على مواصفات وتعليمات دولية وعلى وفق احدث المرجعيات العالمية ومستجداتها.

٢,٣. تأثير استخدام الحقول الكهرومغناطيسية في مجال الاتصالات الهوائية على الإنسان :

في سنوات قليلة أصبح استخدام الجوال من الحاجات اليومية الأساسية لكثير من الناس حيث أن القسم الأكبر من المواطنين يستفيدون من ميزة الاتصالات ذات التغطية الواسعة .إن زيادة الاتصالات عبر الجوال أدى بشكل اجباري إلى بناء شبكات الجوال وأبراجه . وكنتيجة لذلك توجب بناء أبراج جديدة في أمكنة كثيرة وفي نفس الوقت تكون لدى الكثير السؤال الذي يطرح نفسه حول الأضرار الصحية الناتجة عن الحقول الكهرومغناطيسية لتلك الأبراج والناتجة أيضاً عن الجوالات إن هناك أقساماً كبيرة من المواطنين لديهم غموض كبير حول هذا الموضوع ولذا يوجد حاجة ملحة لتقديم معلومات كافية حول هذا الموضوع .

ومن هنا ينبغي الافصاح عن الامراض المحتملة بشكل معلن حسبما اورده المتخصصون الذين بينوا مخاطرها على المدى البعيد وليس المباشر مما ينذر بخطر يشمل كل اهالي الذين هم على مقربة او تماس مباشر بالبرج الذي يسبب تلوثا كهرومغناطيسي يؤدي للإصابة بالعديد من الامراض الخطيرة. بل وقد يتسبب البرج بعدد من المشاكل لمرضى القلب حيث يؤثر على عمل أجهزة تنظيم دقات القلب ، كما يؤثر بشكل سلبي على القدرة العامة للأفراد حيث يتسبب بالخمول والشعور المستمر بالتعب والارهاق كما أن له تأثيرات مستقبلية على المدى البعيد وبالخصوص على الاطفال فقد أثبتت احدى الدراسات الحديثة اوردتها احدى المعاهد البريطانية المختصة ببحوث السرطان ان الاشعاعات الناتجة عن ابراج نقل الكهرباء او الهاتف تسبب تلوثا كهرومغناطيسي غير مرئي يسبب سرطان الدم والعديد من الامراض الخطيرة الجسدية والنفسية والتي قد تتدرج في الظهور على مراحل، كما انها تسبب حالات من الارهاق والقلق والتوتر والارق و تأثيرها على المدى البعيد بالنسبة للأطفال كما ويعتقد انها تسبب سرطان الدم (اللوكيميا) وسرطان الثدي لدى النساء وامراض الجهاز العصبي المركزي ومنها الزهايمر، ومن الآثار السلبية للترددات الصادرة عن محطات الهاتف المحمول الحرارة المستحثة الناتجة من جراء التعرض لمجال راديوي قد تسبب نقصا في القدرة البدنية والذهنية وتؤثر في تطور ونمو الجنين وقد تحدث عيوبا خلقية وتؤثر في خصوبة

النساء، كما ان لها تأثيرا على الخلية وتفاعلاتها الكيميائية في جسم الانسان ونسبة السوائل في الجسم ويعد وجود برج للجوال او اعمدة للأسلاك الكهربائية بالقرب من المنازل أمرا خطيرا ويسبب الضرر وقد أثبتت العديد من الدراسات والمنظمات الطبية والبيئية ذلك ،وهناك قائمة طويلة من الاعراض والامراض المتهمة بها هذه الاشعة. وربما لهذه الاسباب قررت لجنة الحقوق الاقتصادية والاجتماعية التابعة للأمم أن الحق في سكن مناسب هو حق يتألف من مجموعة محددة من العناصر ومن ضمنها الموقع المناسب ويتضمن ألا يكون السكن مبنيا على أو قرب من مصادر التلوث البيئي والكوارث المحتملة كأن يكون مبنيا بالقرب من مصادر التلوث الاولية مع ما ذكر فإن هناك جدلا كبيرا حول التلوث الكهرومغناطيسي، والتي تعد ابراج الجوال احدى مصادرها تؤثر بشكل سلبي على الصحة. ان صحت هذه التقارير او لم تصح سواء أكان تأثير الابراج على المدى القريب او البعيد ،تبقى ابراج الخوف ان صح التعبير مصدر قلق ومثار جدل ينبغي على الجهات المحلية شن حملة دعائية توعوية مثلما تشن شركات الاتصالات حملات دعائية لخدماتها التي تروج لها الفضائيات وتأخذ حيزا كبيرا من شاشاتها.

تأثيراتها البيولوجية:

يمكن أن تتسبب الموجات الكهرومغناطيسية في إحداث تأثيرات بيولوجية والتي من الممكن أحيانا وليس دائما أن تؤدي إلى أثار صحية ضارة ومنها :

١- يحدث التأثير البيولوجي عندما يتسبب التعرض للموجات الكهرومغناطيسية في حدوث تغيرات فسيولوجية ملحوظة أو قابلة للكشف في النظام الحيوي.
٢- التأثير الضار على الصحة، يحدث عندما يكون التأثير البيولوجي خارج قدرة الجسم على المقاومة وبالتالي يؤدي إلى بعض الأوضاع الصحية الضارة.

بعض الآثار البيولوجية لا تسبب الضرر، مثل ردة فعل الجسم على زيادة تدفق الدم في الجلد بعد أن يحصل ارتفاع في درجة حرارة الجسم بسبب التعرض الزائد لأشعة الشمس. بعض الآثار تكون مفيدة، مثل الشعور بالدفء من أشعة الشمس في يوم بارد، لا بل إن بعض التأثيرات تسبب منافع صحية للجسم كما هو الحال بالنسبة لدور أشعة الشمس في مساعدة الجسم لإنتاج فيتامين(D) من ناحية ثانية تسبب بعض التأثيرات البيولوجية اضرارا صحية مثل الألم الناتج عن حروق الشمس أو سرطان الجلد.

٣,٣. اعراضها المرضية :

ذكرت الدراسات ان التعرض لمستويات عالية من الاشعاعات الكهرومغناطيسية وبجرعات تراكمية قد يتسبب في ظهور العديد من الاعراض المرضية ومنها:

أ- **امراض الدماغ و السرطان :**

اكتشف الباحث « ديفيد بوميريا » وفريقه بجامعة نوتنغهام ، بعد أن دأبوا على تعريض بعض الكائنات الدقيقة بشكل مستمر للموجات القصيرة، ومنها الديدان البسيطة التركيب التي يسهل مراقبة تطورها البيولوجي وفهم ما يطرأ على تكوينها بسهولة، أن اليرقات التي تم تعريضها لجرعة مستمرة طوال الليل للموجات فوق الصوتية قد نمت بسرعة تزيد ٥% على تلك التي لم تتعرض للظروف نفسها، وربما يدل ذلك التسارع بالنمو إلى تأثير الموجات القصيرة على سرعة انقسام الخلايا، وهكذا فإن فريق البحث بصدد إجراء التجربة نفسها على حيوان ثديي لمعرفة تأثير الموجات القصيرة على انقسام خلاياه، الأمر الذي سيثير المخاوف حول قدرة هذه الموجات القصيرة على سرعة انقسام الخلايا السرطانية.

إلا أن قائد فريق البحث يقلل من هذه المخاوف بحجة أن تعريض الديدان وحيدة الخلية إلى ليلة متواصلة من الموجات القصيرة يعادل تعريض الإنسان إلى الموجات نفسها لمدة عقد من الزمان.

ب-امراض الاطفال :

أثار عالم الفيزياء البريطاني (جيراد هايلاند) في بحث نشرته مجلة لآنست مخاوف كثيرة عن الإشعاعات الكهرومغناطيسية الصادرة من الهواتف النقالة. وقال أن الصبية الذين تقل أعمارهم عن ١٨ عاما اكثر عرضة لأثر الإشعاعات لأن أنظمة المناعة في أجسامهم اقل قوة من البالغين وهذه الإشعاعات لها تأثير على استقرار خلايا الجسم واهم آثارها على الجهاز العصبي وتسبب الصداع واضطرابات النوم وفقدان الذاكرة. يقول العالم (كولين بلاكمورد) أحد اختصاصي الجهاز العصبي بجامعة اكسفورد إذا كان من الممكن أن تسبب هذه الموجات مخاطر في المستقبل فإن الأطفال هم الأكثر عرضة لتلك المخاطر نظرا لعدم تطور جهازهم العصبي بالإضافة لكثرة تعرضهم للإشعاع في صورة مبكرة. وعلى خلفية التحذيرات الحكومية حول التأثيرات الصحية للموجات الكهرومغناطيسية دعا العلماء في المجلس الوطني البريطاني للحماية الإشعاعية جميع الآباء إلى ضرورة تحديد الوقت الذي يقضيه أطفالهم في استخدام أجهزة النقال.

ج- التأثير على الحامض النووي (DNA):

دلت الأبحاث على أن تعرض الحامض النووي داخل نواة الخلية الحية (DNA) إلى موجات الميكروويف ومنها موجات التليفون المحمول يؤدى إلى تهتك ودمار في السلسلة الكيميائية للحامض، ولاسيما خلايا المخ . جاء ذلك في بحث للدكتور ساركر وزملائه عام ١٩٩٤ ، ثم في بحث للدكتور دانيال وزملائه عام

١٩٩٤ عندما عرض الأخير ديدان النيماتودا إلى موجات الميكروويف الصادرة عن جهاز نوكيا ٢١١٥ ، ووجد أن خلايا الديدان أظهرت تهتكاً في فى السيتوبلازم.

كما وجد (د. تيسى وزملاؤه) عام ١٩٩٩ أن الحامض النووي يتعرض للتهتك عند سقوط موجات المحمول من جميع انواعه وخلص أيضاً (د. لى و د. سنك) عامي ١٩٩٥ و ١٩٩٦ م إلى أن الكسور في سلسلة الحامض النووي (DNA) قد زادت عن مثيلتها في العينة الضابطة في خلايا المخ بفئران التجارب، وذلك بعد ساعتين فقط منذ بدء التعرض.

٤,٣. شروط الامان في تركيب محطات الخليوي :

على رغم من ان الجدل ما زال قائماً حول هذا الموضوع إلا ان رئيس برنامج الحماية من الأشعة الكهرومغناطيسية التابع لمنظمة الصحة العالمية يرى بأن شركات الهاتف الخليوي ملزمة بوضع حد لمعامل الأمان ضد الإشعاع ، كما يرى بضرورة إخضاع محطات تقوية الإرسال الخليوي للمراقبة للتأكد من مدى مطابقتها للمواصفات القياسية العالمية فيما يتعلق بعوامل الأمان الإشعاعي، واتباع ما اشترطت عليه بعض المراكز البحثية والمختصون. عند بناء وتركيب محطات الهاتف الخليوي ومنها:

١- ان يكون ارتفاع المبني المراد إقامة المحطة فوق سطحه في حدود من ١٥-٥٠ متر.
٢- يكون ارتفاع الهوائي أعلى من المباني المجاورة في دائرة نصف قطرها ١٠ أمتار.
٣- أن يكون سطح المبني الذي يتم تركيب الهوائي فوقه من الخرسانة المسلحة..

٤- لا تقل المسافة بين أي محطتين علي سطح نفس المبني عن ١٢ متراً
٥- ان يكون الهوائي من النوعية التي لا تقل نسبة الكسب الأمامي مقارنة بالكسب الخلفي عن ٢٠ ديسبل.
٦- لا تقل المسافة بين الهوائي والجسم البشري عن ١٢ متر في اتجاه الشعاع الرئيسي.
٧- لا يسمح بتركيب الهوائي فوق أسطح المباني المستقلة بالكامل كالمستشفيات والمدارس.
٨- ان يتم وضع حواجز معدنية من جميع لاتجاهات .
٩- إلزام الشركات بالمواصفات الخاصة بالإشعاع طبقا لما أصدرته جمعية مهندسي الكهرباء والإلكترونيات الأمريكية والمعهد القومي الأمريكي للمعايرة، والتي تنص علي أن الحد الأقصى لكثافة القدرة يجب أن لا تتجاوز ٠,٤ ملي وات/سم٢ علي أن تقدم الشركة شهادة بذلك.
١٠- يجب عدم توجيه الهوائيات في اتجاه أبنية مدارس الأطفال

٥,٣. هناك عدة امور علينا مراعاتها للتقليل من قيم اشعاع الحقل الضار من ابراج الاتصالات :

١- عدم الاتصال إذا كانت الشبكة ضعيفة لأن الجوال يعمل بأقصى استطاعة وهذا يضاعف الاستطاعة عدة مرات للتواصل مع الشبكة.
٢- عدم الاتصال عند السفر لأن الجوال يرفع الاستطاعة لمحاولة ايجاد شبكة مجاوره.
٣- التكلم بمكروفون الجوال من دون وضع الجوال على الأذن .
٤- وضع سماعات في الأذن عند الاتصال فقط .
٥- عدم لصق الجوال بالأذن لتبعيد مسافة الإشعاع .
٦- عدم حمل الجوال في الأماكن الحساسة من الجسم .

٧- عند محاولة الاتصال بشخص ما عدم رفع الجوال إلى الأذن قبل أن تسمع رنين الجوال .

٨- عدم تغطية الجانب الخلفي للجوال باليد لوجود هوائي الجوال هناك .

٩- عند شراء جوال جديد يجب النظر بالإضافة إلى الشكل الجيد والسعر المناسب إلى قيم ras .

١٠- عدم الاتصال طويلا لأن هذا من دورة زيادة وقع التعرض للإشعاع .

١١- عند وجودك في مكان يتواجد فيه خط هاتف سلكي فالأفضل الاستغناء عن الاتصال بالجوال .

١٢- الحفاظ على بعد الأمان للأشخاص الذين لديهم منظم قلب أو جهاز سمع حوالي ٥٢ سم لأنه ثبت أن الجوالات التي تعمل على نظام ٩٠٠msG تشوش جهاز تنظيم ضربات القلب بنسبة ٥٠% .

٦,٣. حماية المستهلك من إضرار أبراج الهواتف النقالة

مما لاشك فيه إن ظهور الهاتف الخلوي عام ١٩٧٢ عن طريق المخترع الأمريكي مارتن كوبر أدى إلى حدوث ثورة اتصالية وتكنولوجية حلت العديد من مشاكل التواصل بين الإفراد إذ أصبح الإنسان على اتصال وتواصل مع من يريد وأينما يريد ومع تطور الرسائل المكتوبة وانخفاض أسعار المكالمات وصغر حجم الأجهزة شيئاً فشيئاً بات الخلوي من ضروريات الحياة اليومية وأصبح في متناول جميع الإفراد على اختلاف حالتهم المالية .

إلا انه في الآونة الأخيرة كثر الجدل حول تأثير أبراج الخلوي على صحة الإنسان العامة وما قد تسببه من أضرار على وظائف الدماغ والجهاز العصبي. وبالذات عندما بدأت اليوم تنتشر أبراج الهاتف الجوال وسط الإحياء السكنية وفوق المباني بصورة باتت تقلق منام السكان تجاه المخاطر الصحية التي قد ينطوي عليها وجود تلك الأبراج قريباً من المجمعات السكنية . وتأثير أبراج الاتصالات على البيئة

بصورة عامة وصحة الإنسان بصورة خاصة تكون من خلال الإشعاعات الكهرومغناطيسية التي تبعثها تلك الأبراج بصورة مستمرة على شكل دائرة نصف قطرها بضعة كيلومترات بحيث يتداخل مجال عمل كل برج مع مجالات عمل الأبراج الأخرى فتغطى المناطق المستهدفة بخدمة الخلوي بشبكة اتصالات هذه الأبراج لكي يتمكن المستخدم من إرسال واستقبال المكالمات والرسائل القصيرة والوسائط المتعددة وغيرها من تطبيقات الهواتف الخلوية . وتكمن خطورة أبراج الاتصالات في الأشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة منها وقدرتها على التفاعل مع خلايا جسم الإنسان الذي يمكن إن يكون في ثلاث صور هي:

١- اقتران المجال الكهربائي للأشعة مع خلايا جسم الإنسان .
٢- اقتران المجال المغناطيسي للأشعة مع خلايا جسم الإنسان .
٣- امتصاص طاقة الأشعة من قبل خلايا الجسم وهذا ما يؤدي إلى ارتفاع في درجة حرارة الخلايا.

وبما إن طاقة الأشعة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة التي تقطعها فانه كلما بعد الإنسان عن برج الاتصالات ستقل طاقة الأشعة التي تصل لجسمه، لذا فان التصميم الهندسي للبرج ضروري لضمان عدم تعرض الإنسان لمستوى عالي من الطاقة. وقد أجريت دراسة علمية صنفت الإعراض التي تصيب المتعرضين لأشعة أبراج الجولات على حسب المسافة من برج الجوال وقد كانت إعراض الإحساس بالتعب موجودة فيمن يسكنون على بعد٣٠٠ ممن برج الجوال. إما إعراض الصداع وعدم الراحة واضطرابات النوم فكانت الغالبة على الذين يسكنون على بعد ٢٠٠م من برج الجوال . إما بالنسبة للأشخاص الذين يسكنون على بعد١٠٠ ممن برج الجوال فكانت لديهم الإعراض التالية حدة الطبع والاكتئاب والهبوط في النشاط وفقدان الشهية والاضطراب في النوم والاكتئاب وعدم الإحساس بالراحة .

ويؤكد علماء في جامعة واشنطن الأمريكية إن الاستخدام المفرط للهاتف الخلوي قد يسبب فقدان الذاكرة والنسيان إضافة إلى تلف بالمادة الوراثية DNA وهذا ما دفع الباحثين في مجالات الاتصالات بالبحث عن وسائل تقلل من إضرار أبراج الاتصالات حيث توصل الباحث الفلسطيني عوني الجولاني من بيت لحم إلى جهاز جديد يمتص ذبذبات أبراج الاتصالات ويحمي أكثر من خمسة وسبعين متراً مربعاً من محيط البرج بما يعادل ٥٥% إلى ٧٠% من الإضرار الناتجة عن هذه الأبراج . ويعمل هذا الجهاز على عزل والتقاط الذبذبات الضارة ولا يؤثر على جودة الذبذبة بتاتاً ويوضع هذا الجهاز على أسطح المباني المحتوية على أبراج الجوال بهدف امتصاص الذبذبات والأمواج وحماية القريبين منها من إضرارها المحتملة.