

# الموجات الكهرومغناطيسية وتأثيرها على صحة الانسان

دراسة موسعة حول مدى تأثير الموجات الكهرومغناطيسية على صحة  
الانسان

م.د. عمر علي عذاب  
كلية الهندسة الخوارزمي  
جامعة بغداد

أ.د. نبيل كاظم عبد الصاحب  
كلية الهندسة الخوارزمي  
جامعة بغداد

بغداد 2012

## 1. المقدمة

مع تطور الحياة وتعقيداتها واتساع دائرة التقدم العلمي والاختراعات التي جاءت لخدمة الإنسانية كان لابد من الوقوف على تأثيرات وانعكاسات بعض هذه الإنجازات سلبياً على الطبيعة والإنسان . ومن هنا نذكر الانجاز الكبير الذي جاء من اختراع الاجهزة التي تعمل بالموجات الكهرومغناطيسية الذي قدم خدمات كبيرة للإنسان وتحقيق قفزات نوعية لتحقيق خدمة التطور الانساني بجميع جوانبه . ولكن هذا التقدم العلمي في مجال الطاقة و الاتصالات له سلبيات قد تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على صحة الإنسان.

في هذه الدراسة نقوم باستعراض الآثار السلبية المحتملة لاستخدام الموجات الكهرومغناطيسية. في البدء تم تعريف الموجات الكهرومغناطيسية مع تبيان خصائصها الفيزيائية وتأثيراتها البيولوجية على الانسان. كما استعرضت الاعراض المرضية التي من المحتمل اصابة مستخدمي هذه التكنولوجيا بها. و كان من نتائج هذه الدراسة ان الدراسات التي أجريت حتى الآن في مجال مخاطر الإشعاعات لم تستطع إثبات وجود أضرار على وظائف الدماغ والجهاز العصبي ناهيك عن اجزاء الجسم الأخرى. ولكن ومن حيث المبدأ، فأن الزيادة في قدرة الموجات وتردداتها عن حد مُعيّن تسبب تأثيراً حرارياً. ولهذا فإن هذه الدراسة توصي بمتابعة استخدام هذه الاجهزة لحين ظهور نتائج أخرى تنافي ما تم التوصل إليه.

## 2. الهدف من الدراسة

تهدف هذه الدراسة الى استعراض و تحليل البحوث المنجزة في مجال الاضرار الصحية للاجهزة التي تعمل بالموجات الكهرومغناطيسية للخروج بنتائج وتوصيات تضمن امن و سلامة المواطنين من خطر الاشعاعات و بما يناسب واقعا العراقي.

## 3. الأشعة الكهرومغناطيسية

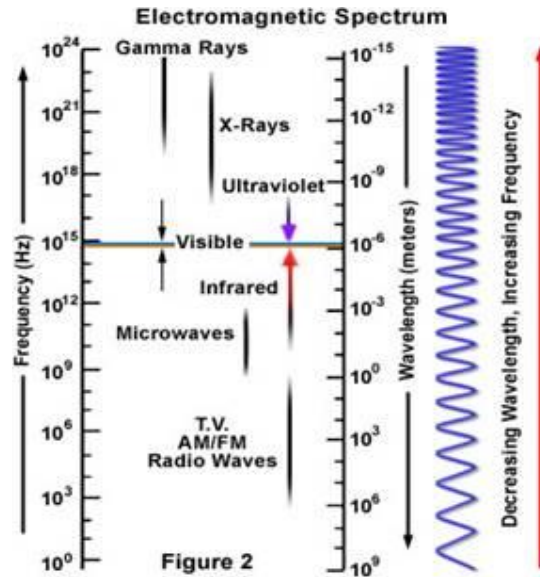
### 1.3 تعريفها

في عام 1820 لاحظ العالم اورستد Orested أنه إذا مر تيار في سلك فإنه ينشأ تأثير مغناطيسي ممثلاً في انحراف إبرة مغناطيسية موضوعة بجوار السلك وقد ربط اكتشاف اورستد علاقة بين علم الكهربية وعلم المغناطيسية. الطيف الكهرومغناطيسي أو الأشعة الكهرومغناطيسية أو الأمواج الكهرومغناطيسية كلها تحمل نفس المعنى الفيزيائي وحين نتحدث عن جزء خاص من هذا الطيف الكهرومغناطيسي مثل الضوء المرئي والميكروويف وأشعة اكس وأشعة جاما وموجات التلفزيون والراديو كلها عبارة عن أشعة تعرف باسم الأشعة الكهرومغناطيسية Electromagnetic Radiation وكلها لها نفس الخصائص ولكنها تختلف في الطول الموجي Wavelength والتردد Frequency كما هو واضح في الشكل 1 . لاحظ أنه كلما ازداد الطول الموجي قل التردد والعكس صحيح (1) .

تتكون المجالات الكهرومغناطيسية من مجال كهربائي 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 (2).

## 3. 2 خصائصها الفيزيائية وتأثيرها البيولوجي

المجالات الكهرومغناطيسية هي موجات تنطلق بسرعة 300 ألف كيلومتر 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 نقطة ثابتة في وحدة الزمن. كلما كانت الموجة قصيرة، زاد التردد. فمتوسط بث محطات المذياع AM يعمل بتردد مليون هيرتز وطول موجة البث حوالي 300 متر، أما أفران الميكروويف فتستخدم تردد 2.45 غيغا هيرتز وطول الموجة هنا يساوي 12سم (3).



الشكل 1

وتتناسب طاقة الفوتون تناسباً طردياً مع تردد الموجه، فكلما زاد تردد الموجه زادت كمية الطاقة التي يحملها الفوتون. تقدر طاقة الفوتون طبقاً لتردد الموجه وتحسب بالعلاقة (3) :

$$\text{الطاقة} = \text{ثابت بلانك} \times \text{التردد}.$$

وإذا كان التردد بـ(الهيرتز) وثابت بلانك بـ(الجول - ثانية) تكون الطاقة بالجول. الأشعة الكهرومغناطيسية لها طول موجي وتردد يحدد خصائصها وترتبط سرعة الأشعة الكهرومغناطيسية مع التردد والطول الموجي من خلال المعادلة (3):

$$\text{السرعة} = \text{التردد} \times \text{الطول الموجي}$$

كما هو واضح في الشكل 1، 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.

### 3.3 أنواعها

وتصنف الموجات الكهرومغناطيسية حسب ترددها وطاقتها إلى "أشعة مؤينة" و"أشعة غير مؤينة" (2). الأشعة المؤينة هي موجات كهرومغناطيسية لها ترددات عالية جدا (مثل الأشعة السينية وأشعة جاما) وطاقاتها 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.

أما 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 المايكروويف، 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 آثار بيولوجية أخرى مثلا عن طريق رفع درجة الحرارة، أو تغيير مجرى التفاعلات الكيماوية أو تكوين تيارات كهربائية في الأنسجة والخلايا (2).

يمكن أن تتسبب الموجات الكهرومغناطيسية في إحداث تأثيرات بيولوجية والتي من الممكن أحيانا وليس دائما أن تؤدي إلى آثار صحية ضارة . ومن المهم هنا أن نفرق بين الأمرين التاليين (4):

- يحدث التأثير البيولوجي عندما يتسبب التعرض للموجات الكهرومغناطيسية في حدوث تغيرات فسيولوجية ملحوظة أو قابلة للكشف في النظام الحيوي.

- 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 اضرار صحية مثل الألم الناتج عن حروق الشمس أو سرطان الجلد.

### 4. الأعراض المرضية

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

## 4. I امراض الدماغ و السرطان

اكتشف الباحث «ديفيد بوميريا» وفريقه بجامعة نوتنغهام (5)، 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 5% 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.

ولقد ثارت المخاوف من جديد حول أثر استخدام الهواتف النقالة على الدماغ بفضل الحقائق التي كشف عنها «جون تانرسال» وفريقه في مختبرات البحث والتقييم بوزارة الدفاع الأمريكية في «بورتون لاون» (6)، عندما قام هذا الفريق بتعريض مقطع من الدماغ للموجات القصيرة جداً لدى فأر التجارب، فوجد أن الإشارات الكهربائية بالدماغ قد تبدلت بعض الشيء وضعفت الاستجابة أو القدرة على الحفز لديه.

ومن أكثر الحقائق غرابة ما جاءت به الدراسة المعروفة حالياً «بفقدان الذاكرة» (7). والتي نشرت في «المجلة العالمية للإشعاعات الحيوية». حيث قام منظمو هذه الدراسة بتثبيت جهاز يصدر موجات قصيرة مشابهة لتلك التي تصدر عن الهاتف النقال بالقرب من أذن الأشخاص الذين تطوعوا لإجراء التجارب عليهم، فوجدوا أن هؤلاء الأشخاص قادرين على تذكر الكلمات والصور التي عرضت عليهم على شاشات الكمبيوتر دون أي تأثير للموجات التي تصدر عن أجهزة التجربة. كما أن هناك دلائل تم التوصل إليها تفيد بأن الموجات القصيرة جداً جعلت الخلايا العصبية في بعض التجارب أكثر قدرة وسرعة على الاستجابة للمتغيرات المرتبطة بالذاكرة.

هذا وقد حذر مخترع رقائق الهاتف المحمول، عالم الكيمياء الألماني فرايدلهام فولنهورست (8)، من مخاطر ترك أجهزة الموبايل مفتوحة في غرف النوم على الدماغ البشري، وقال إن إبقاء تلك الأجهزة أو أية أجهزة إرسال أو استقبال فضائي في غرف النوم يسبب حالة من الأرق والقلق وانعدام النوم وتلف في الدماغ مما يؤدي على المدى الطويل إلى تدمير جهاز المناعة في الجسم. وأكد ان الإشعاعات المنبعثة من محطات تقوية الهاتف المحمول تعادل في قوتها الإشعاعات الناجمة عن مفاعل نووي صغير، كما إن الترددات الكهرومغناطيسية الناتجة من الموبايل اقوي من الأشعة السينية التي تخترق كافة أعضاء الجسم. وأشار الى إنه يمكن أن تنبعث من المحمول طاقة أعلى من المسموح به لأنسجة الرأس عند كل نبضة يرسلها، حيث ينبعث من التليفون المحمول الرقمي أشعة كهرومغناطيسية ترددها 900 ميغا هرتز على شكل نبضات ويصل زمن النبضة إلى 546 ميكرو ثانية ومعدل تكرار النبضة 215 هرتز. وأشار بهذا الصدد إلي العديد من الظواهر المرضية التي يعاني منها غالبية مستخدمي الموبايل مثل الصداع وضعف الذاكرة والأرق والقلق أثناء النوم وطنين في الأذن ليلاً، كما أن التعرض لجرعات زائدة من هذه الموجات الكهرومغناطيسية يمكن أن يلحق أضراراً بمخ الإنسان وفسر طنين الإذن بأنه ناتج عن طاقة زائدة في الجسم البشري وصلت إليه عن طريق التعرض إلى المزيد من الموجات الكهرومغناطيسية. وقال البروفيسور الذي اخترع رقائق الموبايل أثناء عمله في شركة

سيمنس الألمانية للالكترونيات , إن إشعاعات الهاتف المحمول تضرب خلايا المخ بحوالي 215 مرة كل ثانية مما ينجم عنه ارتفاع نسبة التحول السرطاني بالجسم 4% عن المعدل الطبيعي. وقال البروفيسور الألماني أن مرض السرطان في الإنسان البالغ والناجم من تأثير مخاطر البيئة لا يمكن اكتشافه إلا بعد مرور أكثر من عشر سنوات منذ بداية التعرض ولذلك لابد من ضرورة تنفيذ الدراسات والأبحاث على المدى الطويل.

كما نص تقرير ستيوارت (5), على انه لم يثبت علميا حدوث سرطان المخ نتيجة التعرض للموجات الكهرومغناطيسية. ولكن يجب الاخذ في الاعتبار ان هذه الموجات لها تأثير حراري وبيولوجي في شكل (الأرق والصداع وفقدان مؤقت للذاكرة), وتعتمد هذه التأثيرات على تردد الموجات وقدر الطاقة الممتصه داخل انسجه الجسم بالاضافه الى طول فتره التعرض لهذه الموجات.

#### 4. 2 امراض القلب والاعويه الدمويه

انتهى البحث اللذي اجراه الدكتور بروني وزملاؤه سنة 1998 م الى مايلي (6) :

- ✓ انه بعد فتره تعرض حوالي 20 دقيقه الى الموجات المنبعثه من الهاتف النقال يحدث نقص مؤقت في عدد ضربات القلب "Bradycardia".
- ✓ يزداد ضغط الدم بمقدار 10 مم زئبق , وذلك لان القلب والاعويه الدمويه المتصله به حساسان للموجات المنبعثه من الهاتف النقال.
- ✓ من ثم يجب على مريض القلب او مريض الأوعيه الدمويه الحذر عند التعرض للموجات الكهرومغناطيسية.

#### 4. 3 اورام الاذن

كشفت دراسة أجراها معهد كارولينسكا السويدي (9) على 750 شخصا أن خطر الإصابة بأورام العصب السمعي قد زاد بمعدل 3,9 مرة على الجانب الذي يسند عليه الهاتف النقال أثناء المكالمه الهاتفية. وفي المقابل لم تسجل أي زيادة في خطر الإصابة بأورام العصب السمعي على الجانب الآخر من الرأس لكن خطر الإصابة بصفة عامة لدى من يستخدمون الهواتف النقالة لأكثر من عشر سنوات زاد بمعدل 1,9 مرة. يذكر أن ورم العصب السمعي هو نوع من الأورام الحميدة التي قد تحدث تلقا في المخ والأعصاب.

وأفاد الفريق البحثي في دراسته بأن خطر الإصابة لدى الأشخاص الذين يستخدمون الهاتف النقال لمدة تقل عن العشر سنوات لم يرتفع. واكتشف فريق العلماء إصابة 150 من بين الأشخاص الذين خضعوا للدراسة والبالغ عددهم 750 شخصا بأورام في العصب السمعي. واستخدام الهاتف النقال لعقد من الزمن تقريبا أدى الى اصابة شخص على الأقل من بين كل 11 شخصا شملتهم الدراسة. وقال انديرس اليوم من معهد كارولينسكا: «أظهرت نتائج الدراسة أن هناك خطورة كبيرة نسبيا لذا نأمل أن يستكمل الآخرون بحثنا فنحن لا نسلم تحديدا السبب في هذا الأمر لكن المؤكد هو أن الخطورة تتزايد بمرور الوقت, وأوضح الباحث السويدي انه لن يلجأ إلى تحذير الناس من استخدام الهواتف النقالة إلا انه أضاف قائلا: "إذا كان مستخدموا الهواتف يشعرون بالقلق فليستخدموا سماعات الأذن فقد اظهر بحثنا أن الخطورة تزيد من الجانب الذي يوضع عليه الهاتف النقال".

#### 4. 4 امراض الاطفال

أثار عالم الفيزياء البريطاني جيراد هايلاند في بحث نشرته مجلة «لانست» (5) مخاوف كثيرة عن الإشعاعات الكهرومغناطيسية الصادرة من الهواتف النقالة. وقال أن الصبية الذين تقل أعمارهم عن 18 عاما اكثر عرضة لأثر

الإشعاعات لأن أنظمة المناعة في أجسامهم أقل 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.

#### 4. 5 الضعف الجنسي

حذرت دراسة لمؤسسة كليفلاند كلينك الأمريكية (6) من أن الإفراط في التعرض للموجات قد يؤدي إلى تدمير الحيوانات المنوية، وأشارت إلى انخفاض سرعة الحيوانات المنوية بشدة لدى هؤلاء الأشخاص مقارنة بالذين يتعرضون لها باعتدال. وأكد الدكتور أشوك أجروال الذي قاد فريق البحث أن هذا التغيير في كمية ونوعية السائل المنوي لدى من يتعرض للموجات بصورة مفرطة يرجع إلى تأثير الإشعاع الذي له تأثير شديد الضرر على الحامض النووي الذي يؤثر بدوره على خلايا الخصيتين التي تنتج هرمون التستوستيرون أو الأنابيب التي تنتج فيها الحيوانات المنوية. وأشار أجروال إلى أن الدراسة لم تثبت التأثير المدمر للموجات على الحيوانات المنوية إنما تظهر ضرورة الحاجة إلى المزيد من الدراسات.

هذه الدراسة تذكرنا بالبحث الذي أجراه د. مجراس، وزميله زينوس (1997م) حيث قاما بتعريض خصيتي فأر لموجات المحمول (900 ميجاهيرتز MHZ المحولة إلى 8 هيرتز والتي تشبه موجات المحمول) في بحث خلص في نهايته إلى أن ذلك يؤدي إلى نقص في خصوبة ذكر الفأر في شكل ضمور في أنابيب الخصيتين. كما أكد ذلك د. كيلارى وزميله بيهار (1998م) أن الموجات الصادرة عن المحمول تخفض أعداد الحيوانات المنوية في الفأر بنسبة ذات دلالة إحصائية.

#### 4. 6 التأثير على الحامض النووي DNA

دلت الأبحاث (5) على أن تعرض الحامض النووي داخل نواة الخلية الحية DNA إلى موجات الميكروويف، ومنها موجات التليفون المحمول يؤدي إلى تهتك ودمار في السلسلة الكيميائية للحامض، ولاسيما خلايا المخ. جاء ذلك في بحث للدكتور ساركر وزملائه عام (1994م)، ثم في بحث للدكتور دانيال وزملائه عام 1994 عندما عرض الأخير ديدان النيماتودا إلى موجات الميكروويف الصادرة عن جهاز نويا 2115، ووجد أن خلايا الديدان أظهرت تهتكاً في الحامض النووي DNA داخل النواة، وكذلك الحامض النووي RNA في السيتوبلازم.

كما وجد د. تيسى وزملاؤه عام 1999 أن الحامض النووي يتعرض للتهتك عند سقوط موجات المحمول من جميع أنواعه. وخلص أيضاً د. لى و د. سنك عامي 1995 و 1996م 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. أما د. فيليبس عام (1999م) فقد ربط بين جرعة التعرض لموجات المحمول وعدد الكسور في الحامض النووي، ووجدت علاقة طردية بينهما فيما يعرف بعلاقة الأثر بالجرعة. أما د. خليل وزملاؤه عام (1993م) فقد لاحظوا أن تعرض الخلايا الليمفاوية البشرية لجرعة 167 ميجاهيرتز تسبب تغيرات في الكروموزومات، وأكد ذلك د. ماسى وزملاؤه عام (1997م) بجرعة 935.2 ميجاهيرتز.

كما ان دراسة (5) اخرى قامت بها 12 مجموعة من الباحثين عبر أوروبا وجدت أن خلايا الحمض النووي تتحطم إذا ما تعرضت لموجات لاسلكية عالية التردد. وقالت الدراسة إن تدمير حامل الجينات الوراثية (DNA) من شأنه أن يؤدي إلى أمراض كارثية مثل السرطان وفقا لما آلت إليه الدراسة. وتفيد الدراسة أن الخلايا الأكبر سنا أكثر حساسية للموجات ذات التردد المنخفض من الخطوط الكهربائية وكذلك الموجات عالية التردد الصادرة عن سماعة الهاتف ونقل عن أحد أعضاء الفريق الألماني البروفيسور فرانز اوكولوفر قوله إن الدراسة أظهرت أن نظام الإصلاح الجيني يفقد من فعاليته بتقدم العمر لذلك فإن كبار السن أكثر عرضة لخطر هذه الموجات ورغم أن اوكولوفر نصح باستخدام الخطوط الأرضية من قبيل الوقاية فإنه حذر من أن الدراسة لم تثبت أن الهواتف المحمولة سببت أمراضا لأن البحث تم إجراؤه في مختبرات ولم يعكس الحياة الحقيقية. ولكنه أضاف أنه تم تنفيذ هذه التجارب في قنوات زجاجية لذا يصعب إثبات ذلك مؤكداً أن تلك البيانات تدعم التوجه بأن هناك شيئاً ما في الأفق ودعا إلى مزيد من التجارب على الفئران.

#### 4. 7 اعراض مرضية اخرى

اظهرت بعض الدراسات (5) تأثيرات اخرى للموجات الكهرومغناطيسية منها:

- زيادة حرارة الدماغ مما يحدث تفاعلا بين الكالسيوم داخل خلايا الدماغ وخارجها فيمنعه من الدخول اليها ويجعلها غير آمنة فاذا حصل أي طارئ لا تستطيع الدفاع عن نفسها .
- التأثير على النخاع الشوكي مما يؤثر على جهاز الكريات الحمراء والبيضاء و جهاز الدماغ و الجهاز التناسلي .
- التأثير على خلايا الحمل فهي تغير في الجينات والكروموزوم وقد يحدث تشوهات للجنين اذا تعرض لاشعاعاته .
- التداخل مع الأجهزة الالكترونية الدقيقة مثل الأجهزة الطبية مما قد يسبب أخطاراً على المرضى.
- الشيخوخة المبكرة.
- يشك أن مستخدمى المحمول بشكل كبير يمكن أن يصابوا بفقدان البصر، هذا ما توصلت إليه اختبارات عملية أجريت على الأرانب، وتبين أن الموجات الإشعاعية الدقيقة الصادرة عن الهواتف المحمولة تتسبب في إصابة عيون الأرانب بمرض الكتاراكث.

#### 5. النتائج

ان البحوث و الدراسات التي سبق استعراضها في الفقرة 4 تشير الى النتائج الآتية:

- تتركز شكاوى التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية في الصداع المزمن والتوتر والرعب والانفعالات غير السوية والإحباط وزيادة الحساسية بالجلد والصدر والعين والتهاب المفاصل وهشاشة العظام والعجز الجنسي واضطرابات القلب وأعراض الشيخوخة المبكرة .
- تتفق العديد من البحوث العلمية الإكلينيكية على أنه لم يستدل على أضرار صحية مؤكدة نتيجة التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية بمستويات اقل من 0.5 مللي وات/سم<sup>2</sup>, إلا أن التعرض لمستويات أعلى من هذه الإشعاعات وبجرعات تراكمية قد يتسبب في ظهور العديد من الأعراض المرضية ومنها :
  - أعراض عامة: وتشمل الشعور بالإرهاق والصداع والتوتر .
  - أعراض عضوية: وتظهر في الجهاز المخي العصبي وتتسبب في خفض معدلات التركيز الذهني والتغيرات السلوكية والإحباط والرغبة في الانتحار, وأعراض عضوية وتظهر في الجهاز البصري والجهاز القلبي الوعائي والجهاز المناعي .



- ظهور الأورام السرطانية .
- الشعور بتأثيرات وقتية منها النسيان وعدم القدرة على التركيز وزيادة الضغط العصبي وذلك بعد التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية بمستوى 10 مللي وات/سم<sup>2</sup>, وسميت تلك الأعراض بالتغيرات السيكلوجية .
- التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية يتسبب في اختلال عمليات التمثيل الغذائي بالأنسجة والخلايا الحية ويرجع ذلك للحمل الحراري الزائد .
- أوضحت الاختبارات أن التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية يؤثر في النظام العصبي المركزي, ويترتب على ذلك تأثيرات في العصب السمعي والعصب البصري .
- التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية بمستويات تبدأ من 120 مللي وات/سم<sup>2</sup> فما فوق يؤثر في وظيفة إفراز الهرمونات من الغدة النخامية, الأمر الذي قد يؤثر في مستوى الخصوبة الجنسية .
- يتخيل المتعرضون للإشعاعات الكهرومغناطيسية بمستويات تبدأ من 700 مللي وات/سم<sup>2</sup>, سماع أصوات كما لو كانت صادرة من الرأس أو بالقرب منه .
- التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية يلحق الضرر بشبكية العين وعدسة العين البلورية, وأن ارتفاع درجة حرارة عدسة العين إلى حوالي 41 درجة مئوية, يمكن أن يؤدي إلى ظهور عتامات في عدسة العين (كتاركت) .
- رغم عدم توافر دراسات كافية عن تأثير الإشعاعات الكهرومغناطيسية في المعادن, إلا أنه ينصح بعدم التعرض للمستويات المؤثرة لهذه الإشعاعات, وذلك لمرضى كسور العظام الحاملين للشرايح أو المسامير المعدنية المستخدمة في تثبيت الكسور .
- إن الموجات الميكرومترية التي يستخدمها المحمول وهوائياته (من 900 ميغا هرتز إلى 2,3 جيجا هرتز) تسمى موجات غير مؤينة, أي أنها أضعف من أن تفكك جزئيات الجسم وتضر به ضررا مباشرا مثلما تفعل الأشعة النووية أو حتى الأشعة السينية .
- ان الطاقة التي تحملها هذه الأشعة غير قادرة على الوصول إلى داخل أنويه الخلايا مهما زادت شدتها, ولم يثبت علميا حتى الآن أنها تسبب خلا كروموزوميا أو جينيا أو وراثيا .
- ان جسم الانسان قادر على التأقلم مع ارتفاع درجة حرارته الداخلية وإلى 3 درجات مئوية دون أن يتسبب هذا في أضرار صحية . كما يعمل على إلغاء أي تأثيرات حرارية لها .
- وقد انتهت الأبحاث العالمية إلى طرق لقياس الجرعات التي يمكن للجسم أن يتحملها وهي كالتالي :
  - معدل الامتصاص النوعي (SAR) Specific Absorption Rate وتعرف بأنها كمية الطاقة التي يمتصها كجم واحد من المادة في الثانية, ولا يمكن قياسها على البشر في الحالة الحية, ولكن تقاس في التجارب المعملية .
  - كثافة القدرة Power Intensity وتعرف بأنها كمية الطاقة التي تسقط على وحدة المساحة في الثانية ووحدة القياس لها مللي وات/سم<sup>2</sup> .
- وبناء على الدراسات التي قام بها العلماء فقد أجمعوا على أن التأثير الصحي الوحيد الذي يمكن أن ينجم عن التعرض للموجات الكهرومغناطيسية هو تأثير حراري فقط, حيث تتسبب في ارتفاع درجة حرارة الجسم لأكثر من 0.1 درجة مئوية وهو ارتفاع هزيل يمكن للجسم أن يتحملة بل ويصادفه طبيعيا في الحياة اليومية .
- ومن خلاصة التقارير والأبحاث التي أعدها منظمة الصحة العالمية عن ترددات الراديو الصادرة عن المحمول أتضح أنها لا تسبب أي ارتفاع ملحوظ في درجة حرارة الجسم .

• إن ترددات الراديو يمكن أن تسبب زيادة في ذبذبة الذرات المكونة للأنسجة البشرية وتوليد بعض الحرارة، في حين إن مستوى الترددات التي تصدر عن محطات التقوية الخاصة بالمحمول أقل من أن تسبب أي ارتفاع ملحوظ في حرارة الجسد بأكمله .

• إن الموجات الكهرومغناطيسية عموما هي موجات من صنع الإنسان أنتجها منذ نهاية القرن التاسع عشر من الترددات المنخفضة جدا 50 ذبذبة لكل ثانية واستخدمها في نقل الكهرباء وتغذية المصانع والمدن بالطاقة الكهربائية . و إذا أردنا حصر الذين يتعرضون لمثل هذه الموجات منذ أكثر من 60 عاما يمكن تصنيفهم على النحو التالي :

1. المراقبون الجويين في المطارات حيث تستخدم الرادارات التي لها طاقة كبيرة جدا مقارنة بالطاقة المستخدمة في التليفون المحمول، وذلك لمتابعة هبوط وإقلاع الطائرات ولم يثبت إصابة أي من هؤلاء بأمراض خطيرة .
2. أفراد قوات الدفاع الجوي والصواريخ والرادارات الحربية وأجهزة الإنذار المبكر ، وكلها تعمل بطاقات عالية جدا على مدار 24 ساعة يوميا، ولا يوجد تقرير صحي عالمي يؤكد حدوث حالات إصابة لهؤلاء الأفراد .
3. الطيارون المدنيون والعسكريون وأطقم الملاحة الجوية وهم معرضون دائما لجرعات عالية من الأشعة، ولكن الإصابة التي يشكو منها بعضهم تتركز في حاسة السمع نتيجة لطنين الصوت العالي الذي يتعرضون له ولم تثبت إصابة أي منهم بأمراض خطيرة .
4. مستخدموا الشاشات الإلكترونية مثل شاشات الكمبيوتر والتلفزيون، فهذه الشاشات تطلق موجات راديو مثل موجات النقال تختلف شدتها تبعا لنوع الشاشة، ولم يثبت ارتباط ذلك بأي خطر صحي حتى لهؤلاء الذين يعملون لمدة أكثر من 8 ساعات يوميا وعلى مقربة شديدة من الشاشة .
5. رجال الشرطة والجيش الذين يستخدمون اللاسلكي منذ أكثر من 30 عاما بنفس حيز الترددات مثل النقال، ولكن بقدرات أكبر من 10 واط، بينما النقال لا تزيد طاقته عن 2 واط .
6. أفران الميكروويف في المنازل وهي منتشرة في أوروبا منذ عام 1960 وهي مصدر هائل للموجات المشابهة للنقال، ولكن بطاقات أعلى بكثير حتى تستخدم في رفع درجة حرارة الأغذية ولم يثبت أي ضرر صحي منها .
7. العاملون بمحطات الأقمار الصناعية والبت الإذاعي والتلفزيوني التي تشع نفس حيز الترددات ولكن بطاقات هائلة، ولم يثبت إصابتهم بأي نوع من الأمراض الخطيرة خلال مدة خدمتهم التي تصل إلى 30 عاما متصلة ولأوقات طويلة يوميا .
8. اللمبات النيون التي تطلق مثل هذه الموجات ولكن في مدى تردد الأشعة فوق البنفسجية .

• إن شدة مجالات أشعة التردد الراديوي تكون عالية عند المصدر وتتناقص بسرعة مع البعد عنه. أما الاقتراب من هوائيات المحطات الخلوية فهو ممنوع حيث أن مستوى الإشعاع يمكن أن يتجاوز الحدود الدولية المسموح بها. وتشير القياسات والدراسات الحالية إلى أن مستويات التعرض لإشعاع التردد الراديوي المنبعث من محطات الهواتف الخلوية وتقنيات الاتصال اللاسلكي الأخرى في الأماكن التي يتواجد فيها الجمهور (بما فيها المدارس والمستشفيات)، هذه المستويات في العادة اقل من الحدود الدولية المسموح بها بالآلاف المرات.

• في الواقع وبسبب ترددها المنخفض فإن جسم الإنسان عند التعرض إلى مستويات متشابهة من موجات الراديو والتلفزيون وإشعاع أبراج محطات الهواتف الخلوية فإن الجسم يمتص الأشعة المنبعثة من البث الإذاعي FM والبث التلفزيوني بمعدل خمسة مرات أكثر من امتصاصه للأشعة المنبعثة من المحطة الخلوية (البث الإذاعي FM يعمل بتردد 100 ميغاهيرتز وتردد المحطات الخلوية حوالي 1000 ميغاهيرتز) كذلك يساعد طول الجسم في امتصاص

موجات المذياع والتلفزيون بشكل أكبر. مع ذلك (ومع العلم بان محطات البث الإذاعي والتلفزيوني تعمل منذ أكثر من 50 عام) فانه لم يتبين ان هذه المحطات لها أية آثار صحية مؤكدة.

• وفي حين أن معظم تقنيات الاتصال الإذاعي تستعمل الشارات المتواصلة، فان الاتصالات اللاسلكية الحديثة تستعمل الشارات الرقمية. ولا تشير الأبحاث العلمية التي أجريت حتى الان الى وجود أية أخطار محددة تنتج عن تعديلات مختلفة للإشارات الراديوية.

• مرض السرطان: إن التقارير الصحفية و أحاديث وسائل الاعلام عن وجود إصابات بمرض السرطان تحدث حول أبراج محطات الهواتف النقالة تزيد من قلق الجمهور. يجب هنا ملاحظة أن السرطانات لا تتوزع بشكل منتظم من الناحية الجغرافية بين أية مجموعة من السكان.وبما أن أبراج المحطات النقالة منتشرة بشكل كبير في البيئة، فانه من المتوقع وجود إصابات بأمراض السرطان بالقرب من محطة نقالة بمحض الصدفة. هذا لا يعني أن سبب حدوث السرطان هو وجود المحطة، خصوصا وان أمراض السرطان المسجلة في هذه الحالات هي في الغالب مجموعة من أنواع مختلفة من مرض السرطان لا توجد لها أية ميزات أو علة مشتركة. إن الدليل العلمي عن توزيع مرض السرطان بين السكان يمكن الحصول عليه فقط من خلال دراسات وبائية مخططة ومنفذة بعناية. في السنوات الخمسة عشر الأخيرة تم نشر العديد من هذه الدراسات الوبائية التي تبحث في العلاقة بين انتشار مرض السرطان حول الهواتف التي تبث موجات لاسلكية. ولم تجد هذه الدراسات أي دليل على أن التعرض للأشعة المنبعثة من تلك الهواتف يزيد من مخاطر انتشار مرض السرطان. كذلك الدراسات التي جرت على الحيوانات لفترات طويلة، لم تبين أي زيادة من خطر السرطان نتيجة التعرض لمجالات التردد الراديوي، حتى عند الحيوانات التي تم تعريضها لمستويات أعلى بكثير من مستويات الإشعاع التي تتبعث من أبراج المحطات الخلوية أو من شبكات الاتصال اللاسلكي الأخرى.

• الآثار الصحية الأخرى: قليلة هي الدراسات التي بحثت في الآثار الصحية العامة عند الأشخاص الذين تعرضوا لمجالات كهرومغناطيسية. اذ لم تبين الدراسات على الإنسان أو الحيوانات، والتي تبحث في وظيفة الدماغ وسلوكه بعد التعرض لمجالات تردد راديوي وجود أية آثار صحية ضارة. مستويات الإشعاع التي تم التعرض لها في هذه الدراسات حوالي 1000 مرة أعلى من تلك التي يتعرض لها الجمهور من محطات الهواتف الخلوية أو شبكات الاتصال اللاسلكي المحلية. لم تتم ملاحظة أية تغييرات ذات صلة على نمط النوم أو وظائف القلب والأوعية الدموية.

• بعض الأشخاص تحدثوا عن شعورهم بأعراض غير محددة عقب تعرضهم لمجالات تردد راديوي صادرة عن محطات الهواتف الخلوية أو من أجهزة أخرى تبث موجات كهرومغناطيسية. وكما تبين من نشرات حديثة صدرت عن منظمة الصحة العالمية (الحساسية الزائدة للمجالات الكهرومغناطيسية) (10) "لا تسبب المجالات الكهرومغناطيسية مثل هذه الأعراض".

## 6. التوصيات

ان اجراء دراسة شاملة لقياس مدى تأثير الموجات الكهرومغناطيسية على صحة الانسان يتطلب توفير المستلزمات الآتية:

أ- عدد من المواطنين المتطوعين لاجراء الفحوصات عليهم. وفي حالة تعذر ذلك فيجب اجراء الفحوصات المختبرية على الحيوانات.

ب- ان دراسة كهذه عادة ما تستغرق وقتا طويلا قد يصل الى عدة سنوات لان الاعراض المرضية قد تظهر على المدى البعيد.

- ت- ان الحصول على قياسات دقيقة في هذه الدراسة يحتاج الى اجهزة متخصصة وهذا ما نفتقده في الجامعات .  
ث- ضرورة اشراك الاطباء في هذه الدراسة لتشخيص الاعراض المرضية.  
ج- طرح موضوع الدراسة كمشاريع للدراسات العليا في اقسام الهندسة الطبية و هندسة الطب الحيوي وكذلك اقسام علوم الفيزياء و البيئية.

وبما ان الهاتف النقال يعتبر من اهم مصادر الاشعاع لكثرة استخدامه، فنقترح التوصيات الآتية:

1. ينبغي أن يقتصر استخدام الموبايل علي الأمور المهمة والطارئة فقط، لا أن يكون وسيلة للمناقشات الطويلة، وتكملة المناقشة على تليفون أرضي قريب .
2. ينبغي ألا تزيد مدة المكالمة على دقيقتين .
3. ينبغي ألا يوضع الموبايل في الحيب سواء في الجاكيت أو البنطلون، بل في حقيبة تحمل باليد .
4. ينبغي ألا يوضع الموبايل في الحزام أو في غلاف به معدن، لأن ذلك يزيد من نسبة امتصاص الموجات الكهرومغناطيسية .
5. يجب ارتداء سماعات من نوعيات معينة عند الكلام بحيث يظل الموبايل بعيدا عن الرأس والجسم .
6. حاول استخدام الرسائل بدلا من المكالمات بقدر الإمكان .
7. ينبغي عدم استخدام المحمول في الأماكن المغلقة مثل المصعد أو داخل السيارة. حيث تخرج من التليفون المحمول آنذاك موجات أقوى لكي تتم عملية الاتصال، ويتم امتصاص جزء كبير منها من خلال جسم الإنسان وخلاياه .
8. عندما تشتري موبايل ينبغي أن تبحث في كتالوج التشغيل الخاص به عما يسمى SAR وهو اختصار Specific Absorption rate أي نسبة الامتصاص النوعية التي تحدث من خلال امتصاص الجسم لما يصدر عن الموبايل من طاقة وإشعاع، وكلما كانت هذه النسبة أقل، كان ذلك أفضل .
9. تجنب أخذ المحمول معك إلى الفراش أو تحت المخذة التي تنام عليها، لأن الموجات المنبعثة منه قد تؤثر على كهرباء المخ، مما يسبب اضطراب النوم، صداعا، عدم تركيز، نسيانا.. الخ
10. عدم الاتصال إذا كانت الشبكة ضعيفة لأن الجوال يعمل بأقصى استطاعة وهذا يضعف الاستطاعة عدة مرات للتواصل مع الشبكة.
11. عدم الاتصال عند السفر لأن الجوال يرفع الاستطاعة لمحاولة ايجاد شبكة مجاوره
12. عند محاولة الإتصال بشخص ما، يفضل عدم رفع الجوال إلى الأذن قبل أن تسمع رنين الجوال.
13. عدم تغطية الجانب الخلفي للجوال باليد لوجود إريل الجوال هناك.
14. الحفاظ على بعد الأمان للأشخاص الذين لديهم منظم قلب أو جهاز سمع، حوالي 52 سم لأنه ثبت أن الجوالات تشوش جهاز تنظيم ضربات القلب بنسبة 50%
15. بعض الناس يشعرون أن المخاطر الآتية من التعرض لأشعة التردد الراديوي هي مخاطر كبيرة ومن المحتمل أن تكون شديدة أيضا. وهناك أسباب مختلفة لتخوف الجمهور منها إعلانات وسائل الإعلام عن دراسات علمية جديدة وغير مؤكدة تقود لشعور من عدم التأكد وإدراك انه من المحتمل وجود مخاطر غير معروفة أو مكتشفة. الأسباب الأخرى لها علاقة بعوامل جمالية والشعور بنقص الرقابة أو عدم المشاركة في عملية تحديد مواقع محطات الهواتف الخلوية الجديدة. إن وجود برامج تربية وكذلك التواصل الفعال مع الناس ومشاركة الجمهور وكذلك أصحاب العقارات (في مراحل مناسبة) قبل تركيب مصادر التردد الراديوي سوف يعزز ثقة الجمهور وتقبلهم لوجود تلك المحطات.

16. أن 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 (6) عند بناء وتركيب محطات الهاتف الخليوي ومنها:

- أ- ان يكون ارتفاع المبنى المراد إقامة المحطة فوق سطحه في حدود من 15-50 متر.
- ب- ان يكون ارتفاع الهوائي أعلى من المباني المجاورة في دائرة نصف قطرها 10 أمتار.
- ج- أن يكون سطح المبنى الذي يتم تركيب الهوائي فوقه من الخرسانة المسلحة.
- د- ان لا تقل المسافة بين أي محطتين علي سطح نفس المبنى عن 12 متراً
- هـ- ان يكون الهوائي من النوعية التي لا تقل نسبة الكسب الأمامي مقارنة بالكسب الخلفي عن 20 ديسبل.
- و- لا تقل المسافة بين الهوائي والجسم البشري عن 12 متر في اتجاه الشعاع الرئيسي.
- ز- لا يسمح بتركيب الهوائي فوق أسطح المباني المستغلة بالكامل كالمستشفيات والمدارس.
- ح- ان يتم وضع حواجز معدنية من جميع الاتجاهات.
- ط- إلزام الشركات بالمواصفات الخاصة بالإشعاع طبقاً لما أصدرته جمعية مهندسي الكهرباء والإلكترونيات الأمريكية (IEEE) والمعهد القومي الأمريكي للمعايرة، والتي تنص علي أن الحد الأقصى لكثافة القدرة يجب أن لا تتجاوز 0.4 ملي واط/سم<sup>2</sup> علي أن تقدم الشركة شهادة بذلك.
- ي- يجب عدم توجيه الهوائيات في اتجاه أبنية مدارس الأطفال.

## 8. الخلاصة

إن الأدلة التي تظهر من لآخر حول آثار الموجات الكهرومغناطيسية متضاربة وغير واضحة. آخذين بعين الاعتبار مستويات التعرض المنخفضة جداً ونتائج الأبحاث العلمية حتى هذا التاريخ، فإنه لا يوجد دليل علمي مؤكد على أن الشارات الضعيفة التي يتعرض لها الناس تسبب آثار صحية ضارة.

## 9. المصادر

- (1) موقع شركة انفورما للابحاث [www.informa.com](http://www.informa.com)
- (2) R. S. Williams, "University Physics", California press, 1988
- (3) M. Schwartz, "Information, Transmission, Modulation and Noise", McGraw-Hill press, 1978.
- (4) احمد ناصر الليبي، "الموجات الكهرومغناطيسية وتأثيرها على الانسان و البيئة"، جامعة بنغازي، ليبيا.
- (5) موقع وزارة الصحة البريطانية [www.doh.gov.uk/mobilephones/index.htm](http://www.doh.gov.uk/mobilephones/index.htm)
- (6) موقع منظمة الصحة العالمية [www.who.int](http://www.who.int)
- (7) موقع المجلة الدولية للإشعاعات الحيوية [www.ijbr.com](http://www.ijbr.com)
- (8) عبد الصمد الحكيمي، "السلامة وطرق التعامل مع الاشعاعات الكهرومغناطيسية"، تقرير مقدم الى وزارة الصحة اليمنية، 2007.
- (9) موقع جامعة لوند السويدية [www.londuniv.edu](http://www.londuniv.edu)

(10) منظمة الصحة العالمية، " Electromagnetic Hypersensitivity " ،وقائع مؤتمر، جمهورية الجيك،  
2004.