مجلة الفنون والعلوم التطبيقية
Journal of Applied Arts & Sciences
جامعة دمياط Damietta University
كلية الفنون التطبيقية

إستراتيجيات التصميم الداخلى للحمايه من مخاطرالتلوث الكهرومغناطيسى.
Interior Design Strategies to Protect against the Hazards of Electromagnetic Pollution

عبير حامد سويدان
أستاذ أساسيات التصميم الداخلى - ورئيس قسم التصميم الداخلى والأثاث- كلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط

إسلام رأفت المرسى
أستاذ مساعد العمارة والتصميم البيئى - كلية الهندسة – جامعة حورس

إيمان صابر محمد صابر البيدق
باحثة دكتوراة بقسم التصميم الداخلى- والأثاث بكلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط

سمر صلاح نعمان
مدرس بقسم التصميم الداخلى والأثاث
كلية الفنون التطبيقية – جامعة دمياط

الملخص:
يتعرض الإنسان بشكل متواصل إلى سيل من الإشعاعات الكهرومغناطيسية التى تطارده في كل مكان سواء في العمل أو المنزل، وتزداد غزارة هذه الإشعاعات مع تقدم التكنولوجيا والإتصالات اللاسلكية المتنوعة، حتى إمتلأت السماء بما يشبه الضباب الكهرومغناطيسى "Electrosmog"، وهو عبارة عن سحابة سميكة من الإشعاع الكهرومغناطيسى لا ترى بالعين المجردة تنتج عن إستخدام الكهرباء، والأجهزة اللاسلكية، والعددات الذكية، والمجسات المختلفة، وكاميرات المراقبة، وغيرهم...، ورغم ذلك لا يستطيع غالبية البشر الإحساس بهذه الإشعاعات رغم قدرتها على إختراق كل خلايا جسم الإنسان كما يخترق الضوء النافذة الزجاجية الشفافة، ومن هنا تظهر مشكلة البحث وهى إنتشار هذه الإشعاعات داخل المبانى، مما يتسبب للإنسان في العديد من الأمراض الخطيرة مثل السرطانات، وتغييرات سامة في الحمض النووى، والتأثير السلبى على عمليات التعلم والذاكرة في الدماغ، وإضطراب النوم، بالإضافة إلى التغييرات السلوكية والنفسية، ومن منطلق أن المصمم الداخلى هو المسئول عن خلق الفراغ الصحى الآمن للإنسان؛ لذا يهدف البحث إلى إيجاد إستراتيجيات عملية للحماية من أضرار التلوث الكهرومغناطيسى داخل المبانى، وتتضمن منهجية البحث منهجيين هم المنهج الإستقرائى في البحث عن مفهوم التلوث الكهرومغناطيسى وآثاره الصحية على الإنسان، والمنهج التطبيقى من خلال نموذج تطبيقى لتنفيذ إستراتيجيات الحماية بالفراغات الداخلية.تم التوصل إلى سبعة إستراتيجيات يمكن تطبيقهم في التصميم الداخلى للمبانى للحد من أضرار التلوث الكهرومغناطيسى داخله. يوصي البحث بضرورة إهتمام المصمم الداخلى بأخطار التلوث الكهرومغناطيسى، والعمل على تقليل نسبه داخل المبانى، وأيضاً التوصية بإضافة بند الأمان الكهرومغناطيسى لشهادة "LEED" "Leadership in Energy and Environmental Design"، والمعنية بتحقيق الريادة في المبانى من خلال تصميمات تحافظ على الطاقة والبيئة وصحة الإنسان.

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)
(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

الكلمات المفتاحية:-
التلوث الكهرومغناطيسى – التصميم الداخلى - مخاطر الإشعاع - إستراتيجيات الحمايه

مقدمة:
مع تطور الحياة وإتساع دائرة التقدم العلمي والإختراعات التي جاءت لخدمة البشرية، كان لابد من الوقوف على تأثيرات وإنعكاسات بعض هذه الإنجازات سلبياً على الطبيعة والإنسان. ومن هنا نذكر الإنجاز الكبير الذي جاء من إختراع الأجهزة التي تعمل بالموجات الكهرومغناطيسية الذي قدم خدمات كبيرة للإنسان[٣: ص١٤].

تعتبر الموجات الكهرومغناطيسية أحد أهم الإكتشافات العلمية في العصر الحديث، فلا يكاد يخلو منزل أو مكان عمل من الأجهزة التى تعتمد فى تشغيلها على تلك الموجات، فقد كان إكتشافها سبباً في إحداث ثورة في عالم الإتصالات جعلت الكرة الأرضية توصف بأنها قرية صغيرة يمكن التواصل ما بين أقصاها وأدناها في لحظات؛ بل والتواصل مع الكواكب الأخرى [١ :ص٤٥] .

على الرغم من أن هذه الموجات لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، إلا أنها قامت بتغيير ملامح التاريخ والمجتمع، فلقد ساهمت هذه التكنولوجيا بشكل كبير في تطور البشرية، فنجد محطات البث الإذاعى، الهواتف اللاسلكية، شبكات الحاسب الآلى اللاسلكية، الهواتف المحمولة، أجهزة التلفزيون، وأجهزة الإتصالات الفضائية كل هذه الأجهزة تعتمد بصفة أساسية في عملها على الموجات الكهرومغناطيسية.

وبالطبع أقبل الإنسان على إستخدام هذه الأجهزة للإستفادة منها في تيسير أمور حياته دون وعى وإدراك للمخاطر الصحية للموجات الكهرومغناطيسية الصادرة عن تشغيل هذه الأجهزة[٢:ص٧٣]. فهذه الموجات ينتج عنها مجالات كهرومغناطيسية تتسبب فى حدوث ظاهرة التلوث الكهرومغناطيسى، تحيط هذه المجالات بالإنسان من كافة الإتجاهات وتخترق مجاله الحيوى وتؤثر عليه فسيولوجياً (الأمراض الجسدية و العصبية)، وسيكولوجياً (المشكلات النفسية).

مشكلة البحث "Research Problem":
يتعرض الإنسان داخل المبانى لإشعاعات التلوث الكهرومغناطيسى الصادرة من داخل المبنى و/ أو المخترقة للمبنى قادمة من مصادر خارجية، وأثبتت الدراسات أن هذه الإشعاعات تتسبب في إصابة الإنسان بأمراض خطيرة.

لذا يمكن صياغة مشكلة البحث في التساؤل التالى:-

- هل يمكن وضع إستراتيجيات من قِبَل المصمم الداخلى لخلق فراغ داخلي آمن من التلوث الكهرومغناطيسى؟

هدف البحث "Research Objective":

- دراسة التلوث الكهرومغناطيسى داخل الفراغات المعمارية وآثاره على صحة الإنسان .
- وضع إستراتيجيات تصميمية للحماية من التلوث الكهرومغناطيسى والحد من أضراره الصحية.

أهمية البحث "Research Importance":

- التوعية بمخاطر التلوث الكهرومغناطيسى داخل المبانى، والبحث عن إستراتيجيات للحمايه من أضراره.

منهجية البحث "Research Methodology":
يعتمد البحث على المنهج الإستقرائى من خلال عرض مفهوم التلوث الكهرومغناطيسى وآثاره الصحية على الإنسان، بالإضافة إلى المنهج التطبيقى من خلال نموذج تطبيقى لتنفيذ إستراتيجيات الحماية داخل الفراغات.

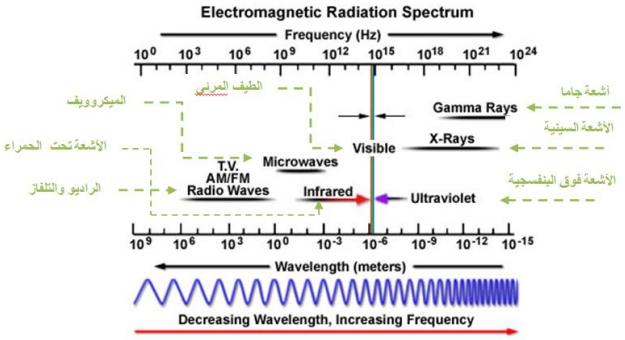
أولاً: التلوث الكهرومغناطيسى "Electromagnetic Pollution":
الطيف الكهرومغناطيسي، أو الأشعة الكهرومغناطيسية، أو الموجات الكهرومغناطيسية أو المجالات الكهرومغناطيسية كلها تحمل نفس المعني الفيزيائي. أى أن الضوء المرئي، وموجات الميكروويف، وأشعة جاما، وأشعة أكس، وموجات الراديو والتلفزيون كلها عبارة عن أشعة تعرف بإسم الأشعة الكهرومغناطيسية "Electromagnetic Radiation"، وكلها تحمل نفس الخصائص، ولكنها تختلف في الطول الموجي "Wavelength" والتردد "Frequency" [٢]، كما هو موضح في الشكل رقم (١)، حيث نجد أنه كلما ازداد الطول الموجي قل التردد والعكس صحيح.

إذن يمكن تعريف التلوث أو الإشعاع الكهرومغناطيسى على أنه :-

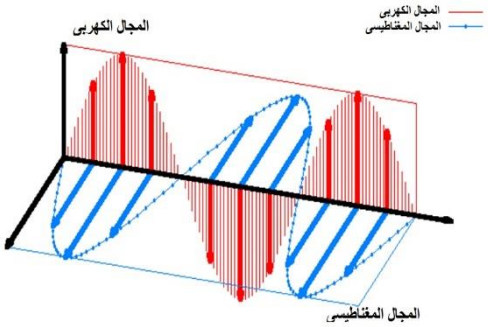
(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)
(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

-شكل من أشكال الطاقة التي تنتجها الجسيمات المشحونة كهربائيًا التي تتحرك فى الفضاء، يتم تصنيفه حسب قوة أو ضعف تردد موجته، طبيعي أو من صنع الإنسان(٢١:ص١١).

- عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تنتج عن مجالين أحدهما كهربائى (E) "Electric Field"، والآخر مغناطيسى(H) "Magnetic" Field ينتشران بشكل متعامد على بعضهما (٦:ص٢٢٠)، كما في الشكل رقم (٢)، كما أنها غير مرئية ولها القدرة على النفاذ خلال أى وسط مادى أو فراغ، وهنا يكمن خطرها، فلا يستطيع الإنسان العادى الحذر منها(٧:ص٧١). تتفاعل بشكل مباشر مع الأنظمة البيولوجية، مثل خلايا الإنسان والحيوان والنبات. جدول رقم (١) يوضح الفرق بين المجالين المغناطيسي والكهربي.

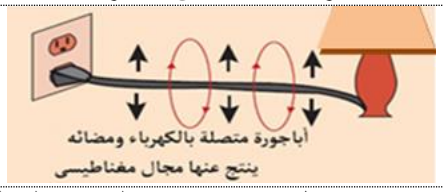


شكل رقم (١): يوضح طيف الإشعاع الكهرومغناطيسى Electromagnetic Radiation Spectrum، حيث العلاقة العكسية بين الطول الموجى Wavelength والتردد Frequency لكل نوع من الموجات الكهرومغناطيسية(٥٥).



شكل رقم (٢) يوضح إتجاه إنتشار المجالين الكهربى والمغناطيسى(٥٦).

وفيما يلى مقارنة توضح الفرق بين المجال الكهربي والمجال المغناطيسي:

المجال المغناطيسي	المجال الكهربي
• ينتج عن سريان التيار الكهربي. • وحدة قياسه "جاوس" أو "تسلا". • يصعب حجبه والحماية منه، فهو يمر عبر معظم المواد. • تقل شدته كلما زادت المسافة عن مصدره.	• ينتج عن وجود الجهد الكهربي. • وحدة قياسه "فولت/متر" أو "كيلو فولت/ متر. • يسهل حجبه والحماية منه بالمواد الموصلة للكهرباء. • تقل شدته بسرعة كلما زادت المسافة عن مصدره.
	

جدول رقم (١) : يوضح الفرق بين المجال المغناطيسى والمجال الكهربى(تصميم الباحثة بتصرف من ٣١: ص٦).

ثانياً: الموجات الكهرومغناطيسية "Electromagnetic Waves":

تنطلق الموجات الكهرومغناطيسية في الفضاء بسرعة ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية، وتحمل طاقة يُطلق عليها الفوتونات، وتتكون هذه الموجات من مجالين ينتشران في إتجاهين متعامدين، هما المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي، وينطلق الفوتون في الإتجاه المتعامد على الإتجاهين.

تختلف طاقة الموجات الكهرومغناطيسية EMFs من نوع لآخر وفقاً لعاملين أساسيين، هما التردد والطول الموجى، فنجد أن الطاقة تتناسب طردياً مع التردد وعكسياً مع الطول الموجى، فعلى سبيل المثال تتمتع موجات الراديو

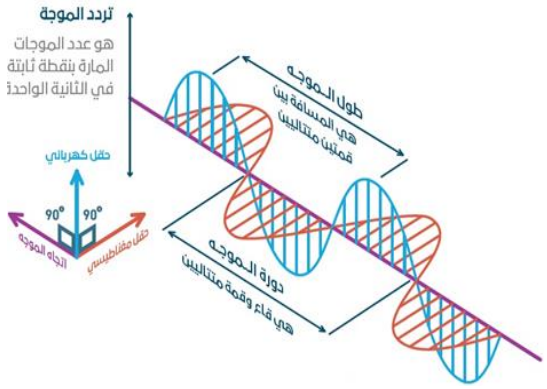
(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

بأطوال موجية أطول بكثير وترددات أبطأ بكثير من موجات الضوء والتى لها أطوال موجية أقصر، ولكنها تتحرك بتردد أسرع[٢٢:ص٤١].

وفيما يلى تعريف لشدة (طاقة) الموجات الكهرومغناطيسية، والطول الموجى لها، وترددها وطريقة تصنيفها.

- شدة (طاقة) الموجة: هى كمية الطاقة في الثانية (واط) لمساحة متر مربع، وهى مقياس لمدى تأثير الموجة على شئ تتفاعل معه، فكلما تغيرت طاقة الموجة وشدتها تغير تأثير الموجة على الأجسام التى تتفاعل معها (إمتصاص، إختراق، إرتداد)[١٦:ص٢٨].
- الطول الموجى: هو المسافة من أى نقطة على موجة إلى نفس النقطة في الدورة التالية، وعادة تقاس هذه المسافة من قمة الموجة إلى قمة الموجة التى تليها، ووحدة قياسها "المتر"، كما في الشكل رقم (٣).
- التردد: هو عدد الموجات (الذبذبات الكاملة) التى تمر بنقطة معينة في الثانية الواحدة، ويُقاس بالهرتز HZ، كما في الشكل رقم (٣).



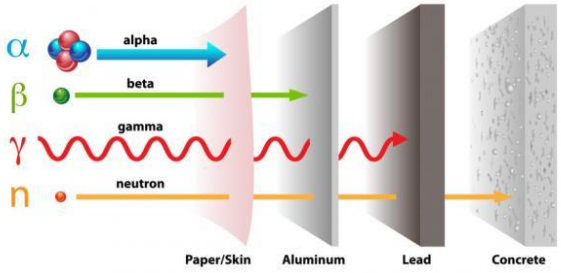
شكل رقم (٣): يوضح الطول الموجى والتردد للموجات للكهرومغناطيسية [١٦:ص٢٨].

تصنف الموجات الكهرومغناطيسية وفقاً لثلاثة عناصر، هم: المصدر، وشدة الطاقة، والتردد، كما هو موضح بالجدول رقم (٢).

تصنيف الموجات الكهرومغناطيسية	
١- وفقاً للمصـــــــدر:	
موجـــــات كهرومغناطيسية طبيعيـــــة	من مصادر طبيعية : مثل البرق وضوء الشمس والأشعة السينية التى تنتج من أغلفة بعض الذرات ، وأشعة جاما التى تصدر من أنوية الذرات ذات النشاط الإشعاعى[٨:ص١٨] والمجال المغناطيسى الأرضى .
موجـــــات كهرومغناطيسية صناعيـــــة	من صنع الإنسان : مثل الهواتف والحواسيب المحمولة ، أجهزة توجيه الواي فاي "Wi-Fi"، الأجهزة المزودة بالبلوتوث، الأسلاك الكهربائية، أفران الميكروويف[٢٣:ص١٩]، المجسات بأنواعها، أجهزة الكشف عن الحركة، أجهزة التعقب وتحديد الهوية ، كاميرات المراقبة، الأجهزة الكهربائية، أجهزة الإتصالات اللاسلكية، خطوط الضغط العالى[٦:ص٢٢٠، ٢٢١]، المصابيح الكهربية، محطات تقوية الإرسال التلفزيونى والراديو، محطات تقوية إرسال الهاتف المحمول[٣١:ص٦]، وأخيراً مصدر من مصادر الكهرباء المُلوثَة "Dirty Electricity"، والتى يوضحها الشكل التخطيطى رقم (١). شكل تخطيطى (١) : مصادر الكهرباء الملوثة

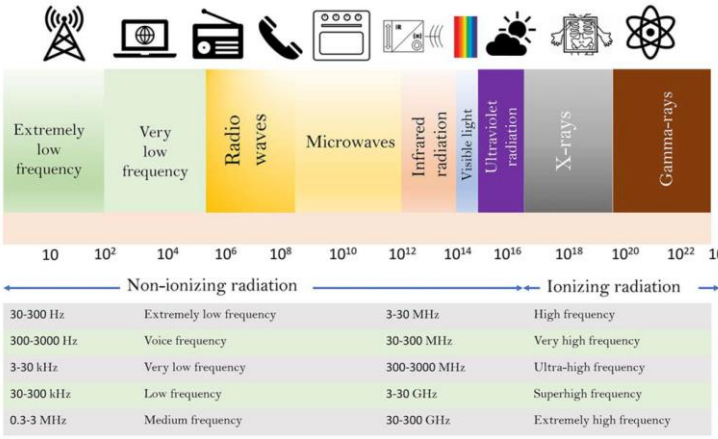
(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

٢- وفقاً للطاقـــــــة:	
أشعـــــــة مؤينـــــــة Ionizing Radiation (IR)	هي موجات كهرومغناطيسية ذات ترددات عالية جدا (مثل الأشعة السينية وأشعة جاما وجسيمات ألفا وبيتا وجاما واليورانيوم) 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[٣٢:ص٣١٢١]. يتسبب التعرض للأشعة المؤينة في إحداث تغييرات في تركيب الأنسجة و تلف الحمض النووى والخلايا الجذعية والبروتينات وأغشية الخلايا[٢٤]. وذلك بسبب تأين جزيئات الماء والتى تمثل الجزء الأكبر في أى خلية حية . وعلى المدى البعيد تتسبب في موت الخلية و منع أو تأخر إنقسام الخلية أو زيادة معدل إنقسامها مما يؤدى إلى الأورام السرطانية ، كما تتسبب في حدوث تغيرات مستديمة في الخلية تنتقل وراثيا إلى الأجيال التالية وتكون النتيجة ظهور مواليد جديدة مختلفة عن الأبوين[٣:ص١٥٤]. يمكن إيقاف جزيئات ألفا وبيتا عن طريق حواجز مادية مثل رقائق الألومنيوم، ولكن النيوترونات من العناصر المشعة وأشعة إكس وجاما أكثر إختراقا ، ويتسبب التعرض لها في ضرر بيولوجى خطير[٣٣:ص٢٦٠]. شكل رقم (٤) يوضح قدرة الأشعة المؤينة على النفاذ خلال مواد مختلفة.  شكل رقم (٤) : يوضح أنواع مختلفة من الإشعاع المشع مثل أشعة ألفا وبيتا وجاما والنيترونات وقدرتها على النفاذ من أنواع مختلفة من المواد مثل الورق أو الجلد Paper/Skin ، الألومنيوم Aluminum ، الرصاص Lead ، الخرسانة Concrete[٥٧]. نلاحظ أن أشعة ألفا ذات نفاذية ضعيفة فورقة بسمك ورقة كراس تمنع مرورها ، كما نلاحظ أن أشعة بيتا تتمتع بنفاذية متوسطة فشريحة من الألومنيوم بسمك ٥ملللى تمنع مرورها ، كما نلاحظ أن أشعة جاما تمتاز بنفاذية عالية جدا فهى تستطيع المرور عبر شريحة من الرصاص سمكها بضع سنتيمترات ولكن شدتها تقل ، كما نلاحظ أن النيترونات هى الأكثر قدرة على النفاذ[٣:ص١٤٦].
أشعـة غيـر مؤينـة Nonionizing Radiation (NIR)	عرفتها وكالة حماية البيئة الأمريكية "EPA " بأنها "موجات كهرومغناطيسية تحمل طاقة فوتون ضعيفة لدرجة لا تستطيع تحطيم الروابط الذرية، ويشمل هذا الجزء من الطيف كل من الضوء المرئي، الأشعة فوق البنفسجية، الأشعة تحت الحمراء، التردد الراديوي أو اللاسلكي، مجالات الميكروويف، المجالات ذات الترددات الضعيفة جدا، وكذلك المجالات الكهربائية والمغناطيسية الساكنة"[٥٨]. هذه الأشعة حتى إذا كانت شدتها عالية لا تستطيع إحداث تأين في النظام البيولوجي، ومع ذلك فهي تسبب حدوث أثار بيولوجية أخرى مثلا رفع درجة الحرارة، تغيير مجرى التفاعلات الكيماوية ، تكوين تيارات كهربائية في الأنسجة والخلايا[١٥:ص١٥] ، التأثير على معدلات الخصوبة بالسلب ، التعرض المزمن يساهم في حدوث التوحد وبعض التأثيرات العصبية

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

	وإرتفاع مخاطر الإصابة بسرطان الدماغ وتأثيرات خطيرة على مراحل نمو الجنين وحديثى الولادة وإختلال في جهاز المناعة وإضطراب التمثيل الغذائى[٥٩]. تنتج الأشعة غير المؤينة من الأجهزة الإلكترونية، مثل الهواتف وأجهزة الكمبيوتر المحمولة والشاشات التفاعلية والأجهزة اللاسلكية والذكية وأبراج الهاتف المحمول التى إتفق العلماء على أن المسافة بينها وبين المساكن يجب ألا تقل عن (٦) متر[٣:ص١٥٤]. ليست كل أشكال الأشعة غير المؤينة ضارة، فالتعرض للضوء المرئى والأشعة تحت الحمراء ضرورى لصحة الإنسان[٢٣:ص٢١].
٣- وفقاً للتـــــــردد:	
	تم تصنيف ترددات المجالات الكهرومغناطيسية إلى فئات عديدة يوضحها الشكل رقم (٥) ، سنتناول منها فيما يلى النوعين الذين يخصان موضوع البحث وهما المنخفض والراديوى.  30-300 Hz Extremely low frequency 3-30 MHz High frequency 300-3000 Hz Voice frequency 30-300 MHz Very high frequency 3-30 kHz Very low frequency 300-3000 MHz Ultra-high frequency 30-300 kHz Low frequency 3-30 GHz Superhigh frequency 0.3-3 MHz Medium frequency 30-300 GHz Extremely high frequency شكل (٥) : توصيف تردد المجالات الكهرومغناطيسية إلى فئات منخفضة و متوسطة وعالية التردد [٣٤:ص٦٤٩].
إشعـــــــــاع كهرومغناطيسى منخفض التردد Low Frequency (LF) Electromagne-tic Radiation	تنبعث هذه الموجات من صناديق الطاقة الكهربائية، الأسلاك الكهربائية، المحولات الكهربائية، جميع الأجهزة الكهربائية، خطوط الكهرباء عالية الجهد، غرف طاقة المصاعد، أجهزة التكييف والتدفئة، الأنظمة الكهربية للسيارات والسيارات الكهربائية . تتميز بأن ترددتها منخفضة تتراوح من(٣)هرتز إلى (٣٠) كيلو هرتز، ولكن أطوالها الموجية طويلة جدا تصل للعديد من الكيلومترات، وذلك يعطيها القدرة على تجاوز أى عقبات وبالتالى تصبح عملية حجبها صعبة للغاية ، بالتالى فإن أنسب حل للتعامل معها هو البعد عنها سواء في السكن أو العمل . الجيد في هذ النوع هو أن مستوى الإشعاع ينخفض كلما زادت المسافة عن المصدر. يُستخدم لقياسها جهاز (LF Meter)، فعلى سبيل المثال عند القياس بجوار جهاز كهربائى كالثلاجة مثلا ثم القياس مرة أخرى عند التحرك مسافة متر أو متر ونص بعيدا عنها ، نجد أن القيمة أكبر في الحالة الأولى عنها في الثانية عند البعد عن المصدر[٢٥:ص١٧: ١٩]. ينقسم إلى نوعين :- ▪ ترددات منخفضة للغاية Extremely Low Frequency (ELF) (٣)هرتز:(٣) كيلوهرتز. ▪ ترددات منخفضة جدا Very Low Frequency (VLF) (٣) كيلوهرتز : (٣٠) كيلوهرتز.

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

إشعـــــــاع كهرومغناطيسى راديـــــــوى Radio Frequency (RF) Electromagnetic Radiation	يتم توليدها وإطلاقها في البيئة فهى تعمل كحاملات للمعلومات مثل البيانات والصوت والفيديو ، ومحطات الراديو والتلفاز، وأبراج الهواتف الخلوية، والهواتف والأجهزة الإلكترونية المحمولة، وأجهزة توجيه Wi-Fi Routers، والأجهزة المزودة ب Wi-Fi، والأجهزة المزودة بالبلوتوث، والعدادات الذكية، والرادارات، ونظام تحديد المواقع GPS، والأقمار الصناعية . تتراوح ترددتها من ١٠ ميجا هرتز إلى ٣٠٠ جيجا هرتز[٣٥:ص٤]، وبالتالى فإن أطوالها الموجية قصيرة ، وبذلك تصبح عملية حجبها سهلة بإستخدام خامات معينة مثل الدهانات والأقمشة[٢٥:ص٢٠] . ينقسم إلى ثلاثة أنواع :- ▪ ترددات مرتفعة جدا Very High Frequency (VHF) (٣٠) ميجاهرتز : (٣٠٠) ميجاهرتز. ▪ ترددات فائقة الإرتفاع Ultra High Frequency (UHF) (٣٠٠) ميجاهرتز : (٣) جيجا هرتز. ▪ ترددات أعلى إرتفاعاً Super High Frequency (SHF) (٣) جيجاهرتز: (٣٠٠) جيجاهرتز.

جدول رقم (٢): يوضح تصنيف الموجات الكهرومغناطيسية (تصميم الباحثة)

ثالثاً: كيف يتأثر جسم الإنسان بالمجالات الكهرومغناطيسية:

جسم الإنسان قادر على إمتصاص هذه الإشعاعات فتسبب له أمراضا مختلفة مثل السرطانات والإضطرابات العقلية والأمراض العصبية وتشوهات الأجنة وأمراض القلب والأوعية الدموية وغيرها[٣٥:ص١]، وذلك لأن للجسم البشرى مجالات حيوية مغناطيسية Bio magnetic field تتراوح بين٧ /١٠ هرتز تنتج عن نبضات كهربية يصدرها المخ وهذه المجالات المغناطيسية الحيوية تتحكم بدورها في نشاط وصحة خلايا الجسم[٩:ص١٠٠] ، إلا أن وجود مجالات كهرومغناطيسية أخرى من صنع الإنسان تتسبب في تشويه وإختلال المجالات الخاصة بجسمه وبالتالي يكون نشاط الخلايا ليس في صالحه[٧:ص٧١]، كما في الشكل رقم (٦) فالمجالات الكهرومغناطيسية أقوى آلاف المرات من تلك التي تسري في خلايا أجسامنا – الأجهزة الكهربائية النموجية تعمل بتردد ٦٠/٥٠هرتز، وهو أكبر بكثير من ترددات مجالات جسم الإنسان، فماذا عن الأجهزة الغير نموذجية - وبالتالى تصبح قادرة على إتلاف جهازنا المناعي الذي يحاول دائما أن يصحح الإضطرابات التي تحدث نتيجة لهذه التداخلات ، بالإضافة إلى إختلال التوازن في البروتين والكالسيوم والإتصال بين الخلايا[٤:ص١٢٠].

يختلف تأثيرالموجات الكهرومغناطيسية على جسم الإنسان بإختلاف مستوى مجالها وترددها وطاقتها ، فتتسبب في حدوث ضغوطًا جسدية وعقلية وعاطفية. فالأنظمة البيولوجية تقوم بتخزين الإشعاع الكهرومغناطيسي داخل الخلايا على شكل ذبذبات كهرومغناطيسية، وبالتالى الآثار الضارة المحتملة لـهذه الإشعاعات تقل كلما ابتعدنا عنها.

تتحول الإشعاعات الكهرومغناطيسية إلى تلوث بيئى خطير عندما يزيد معدلها عن حدوده الآمنه فتؤثر على صحة الإنسان بشكل مباشر وتصيب وظائف الجهاز العصبى والقلب والشرايين وحاسة النظر وأجهزة التناسل والإنجاب وغيرهم، والخطير فى هذا النوع من التلوث أنه لا يتم إدراكه بحواس الإنسان لكى يتم تلافيه، فهو غير مرئى، كما أن الإنسان لا يعرف بوجوده رغم وجود عوارضه، فقد يشعر الإنسان بألم فى الرأس أو بإثارة وتهيج أو تعب وإعياء أو بفقدان للتوازن أو فقدان للذاكرة أو بإنخفاض ضغط الدم وبطء نبضات القلب، وذلك نتيجة تعرضه لمجال مغناطيسى ضار، لكنه ورغم كل هذه العوارض قد يجهل السبب[١٠:ص٨]. وفى نفس الوقت يلاحظ أن هناك الكثير من الأماكن التى يتردد عليها الإنسان من منازل وحدائق وفراغات يشعر بها الفرد بالإرتياح النفسى والجسدى لأسباب غير مدركة ، حتى أن

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

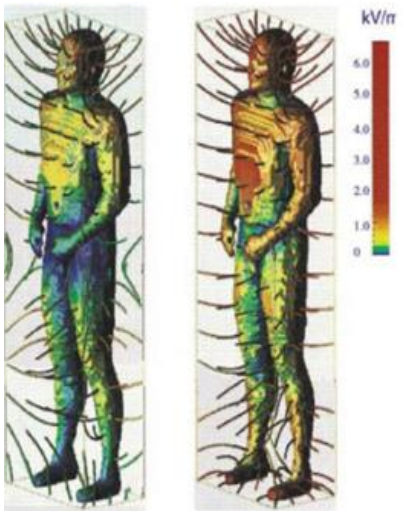
(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

بعض الأماكن تعزز حالات دماغية كالإبداع والسعادة والإسترخاء، حيث يُعزى ذلك لتعرض الشخص لمجال مغناطيسى حميد.

١- العوامل المحددة لمدى تأثر جسم الإنسان بالموجات الكهرومغناطيسية:

أوضحت الدراسات أن هناك عددا من العوامل التي تحدد مدى تأثر الجسم بالموجات الكهرومغناطيسية، حيث تعتمد كمية الإشعاع التى تخترق جسم الإنسان أو الكائنات الحية عموما على مجموعة من العوامل، وهى كالتالى:-

- قوة مصدر الإشعاع (مقدار الطاقة المنبعثة من مصـــــــدر الطاقة) (٥١:ص٥٥).
- التردد والطول الموجى لموجات الإشعاع.
- شكل وحجم مصدر الإشعاع.
- زمن التعرض، حيث أن تـأثير الطـاقة المنخفضـــة في زمن تعرض طويل يعـادل تـأثير الطـاقة العـالية في زمن تعرض قصير بشرط ثبات تردد مصدر الإشعاع(٨:ص٢٢).
- المسافة الفاصلة عن مصدر الإشعاع.
- نوعية الحواجز الموجودة بين مصدر الإشعاع وجسم الإنسان والتى لديها القدرة على جعل الأشعة تنحرف بعيدا، أو تمتص، أو ترتد ناحية المصدر مرة أخرى(٢٤:ص٢٤).
- نسبة الرطوبة ودرجة حرارة الجو، حيث يزداد تأثير الإشعاع بزيادتهم(١٧).
- حركة الهواء المحيط بالجسم ، بزيادته يقل تأثيـــر الإشعاع.
- العمر، فكلما قل العمـــر، زاد إمتصاص الجســـم للإشعاع.
- يزداد تأثير الإشـعاع في الأعضـاء أو الأنسـجة التي تقل فيها كمية الدم بصفة عامة مثل، العين(٦٣).



شكل (٦) : المجال الكهربى الطبيعى في جسم الإنسان (يسارا)، وعندما يتعرض لمجال كهرومغناطيسى خارجى ٦٠ هرتز (يمينا)(٦٠).

٢- التأثيرات الصحية للمجالات الكهرومغناطيسية على الإنسان:

تم ربط التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية "EMF" بمجموعة متنوعة من النتائج الصحية الضارة، وفيما يلى عرض مفصل عن التأثيرات الصحية الفسيولوجية والسيكولوجية الناتجة عن التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية والتى أثبتتها الدراسات العلمية، كما يوضحها جدول رقم (٣).

أ- التأثيرات الصحية الفسيولوجية للتعرض للمجالات الكهرومغناطيسية	
الجينـــات Genes	عام ٢٠١٥، تم إجراء دراسة بواسطة الباحث داسداج "Dasdag" وأخرون على الفئران البالغة من ذكور "Wistar Albino" لدراسة الآثار طويلة المدى لإشعاع التردد الراديوي المنبعث من نظام "Wi-Fi" على الجزيئات الدقيقة في أنسجة المخ وخلصت إلى أن التعرض طويل المدى (١٢ شهرًا) لإشعاع التردد الراديوي (٢,٤ جيجا هرتز) قد يؤدي إلى التطور من الأمراض العصبية الناتجة عن تغييرفى الحامض النووى "RNA" (٣٦:ص٦١). تم التحقيق في أثر المجالات الكهرومغناطيسية الراديوية "RF EMF" على الجينات والبروتينات في أنظمة بيولوجية مختلفة ، وركزت معظم الدراسات على تردد استخدام الهاتف المحمول (٨٠٠-٢٠٠٠ ميجاهرتز) بكثافة تعرض منخفضة نسبيًا، فكانت النتائج كالتالى(٣٥:ص٨):-

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

	- أفادت بعض الدراسات أن التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية "RF" يمكن أن يغير الجينات و / أو البروتينات ونمو الخلايا في أنواع معينة من الخلايا، حتى في شدة أقل من القيم التي أوصت بها اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين "ICNIRP". علاوة على ذلك في ظل ظروف معينة من التعرض، يمكن أن يكون إشعاع التردد الراديوي سامًا للجينات. - أثناء إستخدام الهاتف المحمول، تتعرض كتلة ثابتة نسبيًا من الأنسجة في الدماغ للإشعاع بكثافة عالية نسبيًا (٤-٨ واط / كجم)، في حين أن العديد من الدراسات أفادت بحدوث تلف للحمض النووي عند كثافة تعرض أقل من ٤ واط / كجم.
السرطـــــان Cancer	أشارت بعض الدراسات إلى أن المجالات الكهرومغناطيسية تعزز نشاط الجذور الحرة في الخلايا. ويمكن إعتبار أي تعرض ، بما في ذلك التعرض لفترات طويلة منخفضة الكثافة للإشعاعى LF وRF التي تؤدي إلى زيادة إنتاج الجذور الحرة ، آلية بيولوجية معقولة للتسرطن[٣٥:ص٨]. ذكرت منظمة الصحة العالمية أن السكان المعرضين للإشعاع لديهم زيادة كبيرة في خطر الإصابة بالسرطان بجرعات أكبر من (١٠٠) ميللي زيفرت. كما أن تعرض الأطفال لجرعات (من ٥٠ إلى ١٠٠ ميللي زيفرت) للأغراض الطبية (التصوير المقطعي) يزيد أيضًا من خطر الإصابة بالسرطان[٣٧]. أظهرت الدراسات العلمية أن استخدام الجهاز اللاسلكي على المدى الطويل يزيد من خطر الإصابة بالسرطان، وصنفت الوكالة الدولية لأبحاث السرطان "IARC" إشعاع الترددات الراديوية في نطاق التردد من (٣٠) كيلو هرتز إلى (٣٠٠) جيجا هرتز بأنها مادة مسرطنة[٣٨:ص٤١٢].
	سرطان الأطفال Childhood Cancer
	في دراسة أجريت بجامعة تورنتو"University of Toronto" على (٢١١) طفلاً مصاباً بسرطان الدم، والتي استمرت ثماني سنوات، تبين أن التعرض الكثيف للحقل الكهرومغناطيسي قد ضاعف من الإصابة بسرطان الدم بمعدل أربع مرات بالمقارنة مع الأطفال الآخرين الذين لم يتعرضوا لمثل هذا الحقل [٦٢]. وفي دراسة أخرى أُجريت في جامعة بريستول على (١٠) آلاف مريض مصاب بالسرطان، والذين أصيبوا بسرطان الرئة لتعرضهم للحقول الكهرومغناطيسية لكونهم يقطنون على بعد (٤٠٠) متر من خطوط التيار الكهربائي العالي التردد. وتوفى من هؤلاء المرضى ٣ آلاف مريض خلال سنة واحدة.
	سرطان الثدى Breast Cancer
	على مدى العقدين الماضيين كانت هناك العديد من الدراسات الوبائية حول سرطان الثدي في كلا الجنسين. تشير هذه الدراسات إلى أن التعرض لمجالات مغناطيسية منخفضة التردد "ELF" يرتبط بزيادة خطر الإصابة بسرطان الثدي. أظهرت الدراسات المختبرية التي تفحص خلايا سرطان الثدي البشرية أن التعرض لـ "ELF" بين (٦) ميللى جاوس و(١٢) ميللى جاوس يمكن أن يتداخل مع التأثيرات الوقائية للميلاتونين لنمو خلايا سرطان الثدي هذه. كما أظهرت الدراسات المعملية على الحيوانات المصابة بأورام سرطان الثدي أن عند تعرضها لـ "ELF" تزداد الأورام لديها[٣٥:ص٩].
	سرطان الجلــد Skin Cancer
	ركز تحليل حديث في الدنمارك على الإرتباط بين استخدام الهاتف المحمول وخطر الإصابة بسرطان الجلد الخبيث وسرطان الجلد غير الميلانيني ، لأن الجلد هو الجزء الأكثر تعرضًا من جسم الإنسان للمجالات الكهرومغناطيسية "EMFs" [٣٥:ص٩].

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

نظام التكـــاثر reproduction system	يرتبط التعرض للأشعة الكهرومغناطيسية الناتجة عن الهواتف المحمولة وأجهزة الكمبيوتر المحمولة وشبكات "Wi-Fi" وأفران الميكروويف بتقليل عدد الحيوانات المنوية وتركيزها وحركتها، فضلاً عن تغيير بنية الخلية والتسبب في تلف الحمض النووي؛ مما قد يؤدى إلى العقم(٣٩:ص١) .
التأثيـــرات السميـــة العصبيـــة Neurotoxic effects	يؤدي التعرض للإشعاع الكهرومغناطيسى "EMR" إلى تغيير الأنشطة العصبية للدماغ، ويؤثر على التعلم وعملية الذاكرة في الدماغ(٤٠:ص٣٤٩) . درس إيسر وآخرون "Eser, et al" تأثير الموجات الكهرومغناطيسية في القشرة الأمامية وجذع الدماغ والمخيخ لدى الفئران، ووجدوا تغيرات تنكسية شديدة ونوى متخمرة داكنة على نطاق واسع وتقلص السيتوبلازم في مجموعة الفئران المعرضة للإشعاع الكهرومغناطيسي(٤١:ص٧٠٧) . أظهرت الدراسات المعملية قبل السريرية أن الإشعاع الكهرومغناطيسي قد يفتح الحاجز الدموي الدماغي، ويزيد من نفاذية المواد السامة في الدماغ ، ويضعف الذاكرة المكانية(٤٢:ص١٢٣).
القلـــب والأوعية الدمويـة Cardiovascular	قد يؤثر الإشعاع الكهرومغناطيسي على نظام القلب والأوعية الدموية ، وربما يزيد من معدل ضربات القلب ، وعدم إنتظام ضربات القلب ، ويغير ضغط الدم. فوُجد أن إشعاع "Wi-Fi" يؤثرعلى إيقاع القلب ، وضغط الدم(٤٣:ص٦٠٠).
الإجهـــاد التأكســـدي Oxidative stress	هو إختلال التوازن بين الجذور/الشوارد الحرة ومضادات الأكسدة في جسم الإنسان ، فمضادات الأكسدة تعمل على معادلة الجذور الحرة ومنعها من مهاجمة خلايا الجسم، وبالتالى تنقذ الإنسان من أمراض خطيرة، مثل السرطان وإرتفاع ضغط الدم و السكر(٤٤:ص١٦١). توصل الباحث ياكامنكو وأخرون "Yakymenko, et al" ، أن (٩٣) من أصل ١٠٠ دراسة تمت مراجعتها من قبل الزملاء تشير إلى أن الترددات الراديوية EMR تزيد من الإجهاد التأكسدي(٤٥:ص١٨٦). درس سيليك وأخرون " Çelik, et al" آثار الإشعاع الكهرومغناطيسى المنبعث عن شبكة WI-FI على أنظمة الأكسدة والإختزال المضادة للأكسدة في الدماغ والكبد في الفئران أثناء الحمل والنمو ، فتوصل إلى أن الإشعاع يؤدى إلى إنتاج مفرط لمواد الأكسجين التفاعلية (ROS) وتقليل أنظمة الدفاع المضادة للأكسدة مما يتسبب في تلف الدماغ والكبد وتدهورالأغشية أثناء الحمل ونمو صغار الفئران(٤٦:ص١٤٣).
النـــوم Sleeping	النوم ضروري جدًا للإنسان، حيث أن نوعية النوم الجيدة تمنحه التركيز بكفاءة وأداء أفضل في حياتنا اليومية ، لكن نوعية النوم تتأثر بخطر الإشعاع الكهرومغناطيسي ، حيث تتأثر نوعية النوم عن طريق تأخير الدخول إلى نوم حركة العين غير السريعة (NREM)، وتقليل الوقت الذي يقضيه في هذه المرحلة من النوم(٤٤:ص١٦١). فعلى سبيل المثال أظهرت الدراسات تغير التخطيط الدماغى لدورة النوم عند التعرض للإشعاع الكهرومغناطيسى المنبعث عن الهاتف المحمول، مما يتسبب في أثار صحية جسيمة على جهاز المناعة والهرمونات وضغط الدم والقلب والأوعية الدموية.(٢٠:ص٩٢) قام مجموعة باحثين بدراسة تأثير الإشعاع الكهرومغناطيسي على نمط نوم القوارض ، فكانت النتيجة هى زيادة زمن إنتقال حركة العين السريعة بعد التعرض للإشعاع ، مما يؤكد حدوث تغيير في الإيقاع لدورات النوم العادية(٤٧:ص١٨١). واحدة من أكثر أجزاء الجسم حساسية للإشعاع الكهرومغناطيسي، هي الغدة الصنوبرية. تتحكم الغدة الصنوبرية في جميع التوازنات الهرمونية في جسم الإنسان.أحد أهم الهرمونات التي تتحكم فيها هو الميلاتونين. يرتبط الميلاتونين بدورة النوم ، فعندما يتم إجهاد الغدة الصنوبرية، تنخفض مستويات الميلاتونين، وأول ما يحدث هو إضطرابات النوم، بالإضافة إلى ذلك تنخفض قدرة جهاز المناعة

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

	على استهداف المواد الكيميائية في الجسم واستقلابها بأمان خارج الجسم لأن الميلاتونين يقوم بذلك(٣٥:ص١٠).
الحمـــــل Pregnancy	هناك بعض التقارير البحثية حول العلاقة بين التعرض للصناديق الكهربائية والمشاكل الصحية، مثل الإجهاض التلقائي والتشوهات وإنخفاض الوزن عند الولادة ومشاكل سلوك الطفولة لدى أطفال العاملين في صناعة الإلكترونيات(٣٥:ص١٠).
العيـــــن Eye	تم الإبلاغ عن تهيج عام للعين وإعتام عدسة العين لدى العمال المعرضين لمستويات عالية من الترددات الراديوية والإشعاع بالموجات الدقيقة (٣٥:ص١٠).
ب- التأثيرات الصحية السيكولوجية للتعرض للمجالات الكهرومغناطيسية	
التأثيـــــر علـــــى السلـــــوك Effect on behavior	السلوك هو أى نشاط يصدر عن الإنسان سواء كان أفعال يمكن ملاحظتها وقياسها (كالنشاطات الفسيولوجية والحركية) ، أو نشاطات تتم بشكل غير ملحوظ مثل التفكير والتذكر وغيرهم.يتأثر سلوك الإنسان بالبيئة المحيطة، وبالتالى يتأثر بالتصميم الداخلى وعناصره وما يحتويه من مفردات، ونظرا للإستخدام المفرط للتكنولوجيا في التصميم الداخلى، ظهرت تغيرات سلوكية على الأفراد (١٩:ص٣٧). أفادت دراسة أجراها المعهد الوطني للصحة العقلية أن أكثر من واحد من كل أربعة أمريكان في الولايات المتحدة الذين تزيد أعمارهم عن الثامنة عشرة يعانون من إضطراب عقلي، وإرتفاع نسبة الإنتحار بين طلاب المدارس الثانوية، وتم ربط ذلك بالتعرض للمجالات الكهرومغناطيسية، وما يصاحبها من متغيرات صحية نفسية وعقلية للأفراد داخل الفراغات المختلفة. حيث تؤثر أنواع الإشعاع المختلفة بشكل غير مباشرعلى سلوك وأسلوب حياة الأفراد، وينتج عن ذلك مشكلات نفسية متعددة منها إضطراب نقص الإنتباه ، ومرض التوحد، والهوس والإكتئاب، والفصام، وإضطراب ما بعد الصدمة، والزهايمر، وعدم القدرة على التركيز، والنسيان، وزيادة الضغط العصبى، وقد يصل الخلل النفسي في بعض الأحيان إلى أن يتخيل المتعرضون للإشعاعات الكهرومغناطيسية بمستويات تبدأ من (٧٠٠) ميللى وات/ سم٢ سماع أصوات، كما لو كانت صادرة من الرأس أو بالقرب منهم(٦:ص٢٣٣). درس إرجول وأخرون "Erogul, et al" تأثير إشعاع برج الهاتف المحمول لدى المتطوعين الذكور، ووجدوا أن الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من البرج ليس له أي تأثير على المدى القصير، وخلصوا إلى أن التعرض طويل المدى قد يؤدي إلى تغييرات سلوكية (٤٨:ص٨٤٠). الأطفال أكثر حساسية لإشعاع التردد اللاسلكي بسبب أجسامهم المتنامية وخلاياهم غير الناضجة، فيتسبب تعرضهم للترددات الراديوية "EMR" في المزيد من المشكلات السلوكية مقارنة بالأطفال الأقل تعرضًا(٤٩:ص١١)، على سبيل المثال زياده اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه، وتزايد مشاكل النوم ، والأمراض العقلية ، والمزاج المكتئب، وأفكار الانتحار (٥٠:ص١٢٠٧).

جدول (٣): التأثيرات الصحية للتعرض للموجات الكهرومغناطيسية(تصميم الدارسة)

رابعاً: مصادر التلوث الكهرومغناطيسى في الفراغ الداخلي:

يتعرض الإنسان بشكل متواصل إلى الإشعاعات المختلفة المصادر والتأثيرات في كل مكانٍ وزمان، وإزدادت تأثيرات هذه الإشعاعات مع تقدم التكنولوجي والإتصالات اللاسلكية المتنوعة، تم تصنيف مصادر التلوث الكهرومغناطيسى إلى نوعين، كالتالى:-

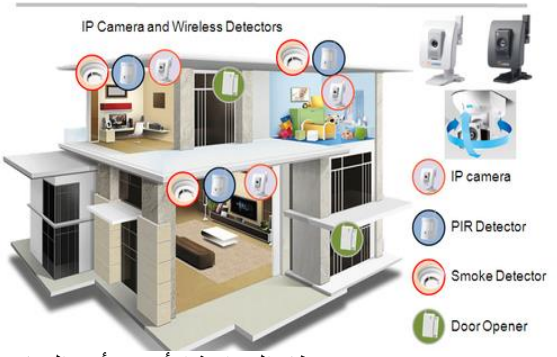
١- مصادر من داخل الفراغ الداخلى:

تشمل: التمديدات الكهربية، المصابيح الكهربية، الأجهزة الكهربية المنزلية والمكتبية، الهواتف المحمولة وأجهزة الكمبيوتر المحمولة واللوحية (٢٦)، أجهزة توجيه Wi-Fi، أجهزة البلوتوث، مثل سماعات الرأس "Airpods"، الطابعات، لوحة المفاتيح، الفأرة، مكبرات الصوت، العدادات الذكية للكهرباء والغاز والمياه (٢٣:ص٢٢)،

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

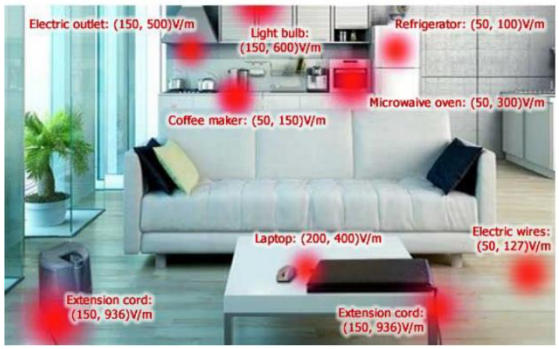
(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

المجسات، وأجهزة كشف الحركة، وأجهزة التعقب، والأجهزة الأمنية، مثل كاميرات المراقبة وكاشفات الحركة اللاسلكية.



صورة رقم (١): توضح نظام المراقبة الأمنى لأحد المبانى السكنية، والذى يتكون من عدة مصادر للتلوث الكهرومغناطيسى، مثل كاميرا مراقبة "IP Camera"، وكاشف الأشعة تحت الحمراء "PIR Detector"، وكاشف الدخان "Smoke Detector"، ومتحكم فتح وغلق الأبواب"Door Detector" [٦٤]، وجميعها مرتبطة بلوحة تحكم رئيسية ومتصلة بالإنترنت، حيث ينتج عن كل عنصر من هذا النظام الأمني مجالات عالية التردد من الأشعة الكهرومغناطيسية المختلفة، والتي تمثل خطر على مستخدمى الفراغ .

صورة رقم (١) توضح بعض المصادر الداخلية، صورة رقم (٢) توضح قيم شدة المجالات الكهرومغناطيسية المنبعثة عن بعض المصادر الداخلية.



صورة (٢): توضح شدة المجالات الكهرومغناطيسية الصادرة من الأجهزة المنزلية والتجهيزات الفنية [٦٥]، مثل الثلاجة "Refrigerator"، المصباح الكهربائى "light bulb"، الشفاط الكهربى "Electric outlet"، فرن الميكروويف "Microwaive oven"، آله صنع القهوة "Coffee maker"، تمديدات الأسلاك الكهربية "Electric wires" ، جهاز حاسب آلى محمول "Laptop"، أسلاك توصيل كهربائية "Extension Cord"

٢- مصادر من خارج الفراغ الداخلى:

تشمل: خطوط الضغط العالى، الكابلات الأرضية، محطات تقوية إرسال الهاتف المحمول والتلفزيون والراديو والرادار، إشعاعات من الفراغات المعمارية المجاورة[٣١:ص٥٣٦]، غرف تشغيل المصاعد، المحركات والمولدات الكهربائية وماكينات اللحام بالقوى الكهربائية وأفران الصهر الحرارى[١١:ص١٩٤]، الأقمار الصناعية وسفن الفضاء،

الإجهادات الأرضية. شكل رقم (٧) يوضح بعض المصادر الخارجية، مثل خطوط الضغط العالى، محطات تقوية إرسال الهاتف المحمول، قمر صناعى، وجود مصدر لمياة جوفية، وجود شرخ أرضى، وسائل المواصلات الكهربية.

شكل (٧):يوضح العديد من مصادر التلوث الكهرومغناطيسى من خارج الفراغ المعمارى[٦٦]

خامساً: إستراتيجيات الحماية من الإشعاع الكهرومغناطيسى "EMF Protection Strategies":

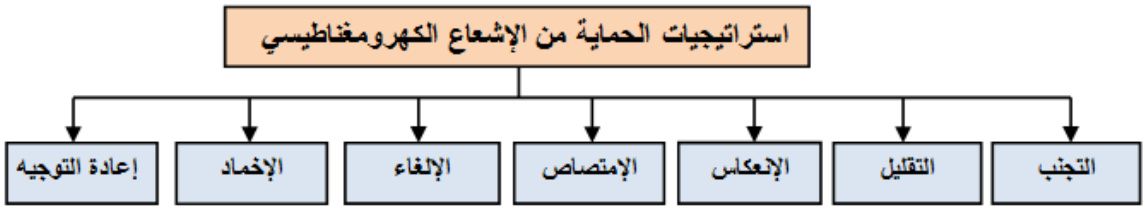
هناك سبعة إستراتيجيات للتعامل مع الإشعاع الكهرومغناطيسى[٢٥:ص٢٨: ٣٢] يوضحها الشكل التخطيطى رقم (٢)، ويفضل دمج أكثر من إستراتيجية معا لتحقيق أفضل نتيجة، فإختلاف أنواع الموجات الكهرومغناطيسية يتطلب حلول حماية مختلفة. يمكن تحديد عوامل إختيار الإستراتيجيات الملائمة للحماية ضد الإشعاع الكهرومغناطيسى، كالتالى:-

- نوع الإشعاع: منخفض التردد (LF) - تردد راديوى (RF) - ناتج عن كهرباء ملوثة .

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

- مستوى التعرض للإشعاع : (منخفض - متوسط - عالي) .
- إيقاع تردد المجالات الكهرومغناطيسية (نادر - متقطع - ثابت) .
- نوع الكائن أو البيئة التي نحاول حمايتها مثل: (المنزل، المكتب، السيارة، البالغ، الطفل، الرضيع، الحيوانات الأليفة، المعدات، إلخ.).



شكل تخطيطى (٢) : إستراتيجيات الحماية من الإشعاع الكهرومغناطيسى(تصميم الباحثة)

١- التجنب "Avoidance":

تعتبر هذه الطريقة الأكثر كفاءة في التعامل مع المجالات الكهرومغناطيسية،فهى تعنى تجنب إنشاء مجالات مغناطيسية حول الإنسان أو تجنب التواجد بأماكن بها تلك المجالات،ولكن بالطبع يصعب تطبيقها بشكل كامل، لأنها تتطلب تغيرات جذرية في أسلوب الحياة وأماكن السكن والعمل، حيث أنها تتضمن التالى:-

- تجنب السكن أو العمل بجانب أبراج الضغط العالى.
- تجنب السكن أو العمل بجانب أبراج تقوية شبكة الهاتف المحمول.
- تجنب النوم أو العمل بجوار صناديق الكهرباء أو الأجهزة الكهربائية.
- تجنب النوم أو العمل بجوار الأسلاك الكهربائية.
- استخدم الهاتف المحمول في حالة الضرورة القصوى فقط.
- تجنب إستخدام الواى فاى في المنزل وإستبداله بأسلاك الإتصال.
- تجنب إستخدام الأجهزة المزودة بالواى فاى-Wi "Fi".
- تجنب السير أسفل أو بجوار أبراج الضغط العالى، أو أبراج تقوية شبكة الهاتف المحمول.

ونظراً لإستحالة تجنب كل هذه المصادر، لذا يفضل دمج طريقة أخرى معها في التنفيذ للحصول على أفضل نتيجة.

٢- التقليل "Reduction":

طريقة تقوم على مبدأ إن كان من الصعب تحقيق التجنب بشكل كامل، فعلى الأقل محاولة تقليل التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية، كالتالى :-

- تقليل إستخدام الهاتف المحمول، وتقليل مدة المكالمات، وجعل الهاتف بعيداً عن الإنسان، سواء في حالة عدم إستخدامه أو حالة إستخدامه، ويفضل أثناء المكالمات يتم إستخدام خاصية مكبر الصوت أو سماعة الرأس(١٨:ص٣١).
- تقليل مدة إستخدام الواى فاى، من خلال تشغيله وعمل المطلوب بشكل سريع، ثم إعادة غلقه.
- تقليل التواجد بجوار أى مصدر للمجالات الكهرومغناطيسية، مثل الكابلات الكهربائية وصناديق الكهرباء، الأجهزة الكهربائية مثل الثلاجات، أجهزة الحاسب الآلى، الساعات الكهربائية، أجهزة الواى فاى، الهاتف المحمول...الخ.
- تقليل مدة التواجد خارج المبنى في حالة السكن أو العمل بجوار أبراج الضغط العالى أو أبراج الهاتف المحمول، بالإضافة إلى إعادة توزيع أماكن النوم والمعيشة والعمل داخل المبنى، بحيث يكون في أبعد نقطة عن تلك الأبراج .
- التقليل من إقامة أبراج تقوية شبكة الهاتف المحمول وأبراج الضغط العالى بالقرب من المبانى وفوق أسطحها.

٣- الإنعكاس "Reflection":

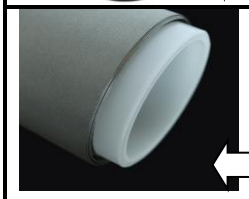
هذه الطريقة تعنى إرتداد المجالات الكهرومغناطيسية بعيدا عن الإنسان أو الشئ المراد إبعادها عنه ، ولكنها تصلح مع المجالات الراديوية "RF" ولا تصلح مع المجالات منخفضة التردد "LF" نظرا لطولها الموجى الطويل جدا.

تعتمد هذه الإستراتيجية على إستخدام خامات عاكسة للمجالات الكهرومغناطيسية قصيرة المدى مثل (٢٥:ص٣٠).

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

- طلاءات RF Shielding Paints: تستخدم في طلاء الحوائط الداخلية والخارجية والفواصل، يمكن إستخدامها فى المبانى المعرضة لإشعاع عالى من مصدر خارجى.
صورة (٣): Y-Shield Paint أحد منتجات الطلاءات العاكسة للموجات الكهرومغناطيسية الراديوية RF يستخدم في طلاء الحوائط والأسقف والأبواب ، تصل فاعليته إلى عكس الموجات ذات تردد يصل إلى ١٨ جيجا هرتز[٦٧].



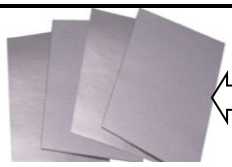
- منسوجات RF Shielding Fabrics : تستخدم في عمل الستائر للنوافذ والأبواب وفى عمل الملابس من أجل حماية شخصية أفضل وفى إكساء الهواتف المحمولة وأجهزة الحاسب الآلى والأجهزة اللوحية.
صورة (٤):CobalTex™ Fabric أحد منتجات النسيج العاكس للموجات الكهرومغناطيسية الراديوية RF، له القدرة على عكس ترددات تتروح بين (٣٠) ميجا هرتز إلى (١)جيجا هرتز[٦٨].

- أفلام شفافة RF Shielding Transparent Films : تستخدم على زجاج النوافذ والأبواب والشاشات الرقمية. يمكن إستخدامها على سبيل المثال في تكسية زجاج أبواب ونوافذ معامل الحاسب الآلى، وأيضا على شاشات الحاسبات.
صورة (٥):RadioFilm™ أحد أنواع الأفلام الشفافة العاكسة للموجات الكهرومغناطيسية الراديوية RF [٦٩]

٤- الإمتصاص "Aborption":

تعتمد هذه الطريقة على إستخدام خامات ماصة لنسبة معينة للمجالات الكهرومغناطيسية الراديوية - نظرا لسهولة التحكم فيها لقصر أطوالها الموجية - التى تصل إليها وتحريرها في صورة طاقة حرارية للفضاء مثل :

- طلاءات RF Absorbing Paints : تستخدم في طلاء الحوائط الداخلية والخارجية والفواصل.يمكن إستخدامها على سبيل المثال في طلاء جدران الفراغات المكتبية حيث كثرة الأجهزة الإلكترونية.
صورة (٦):MWT-Materials توضح أحد منتجات الطلاءات الماصة للموجات الكهرومغناطيسية الراديوية RF [٧٠]



- ألواح RF Absorbing Sheets : تستخدم في إكساء الحوائط والفواصل. يمكن إستخدامها على سبيل المثال في تجليد حوائط غرف العمليات بالمستشفيات.
صورة (٧):MWT-Materials توضح أحد منتجات الألواح الماصة للموجات الكهرومغناطيسية الراديوية RF [٧١]

٥- الإلغاء "Cancellation":

تعتمد هذه الطريقة على أنظمة حديثة باهظة الثمن تقوم بإلغاء مجالات محددة من خلال توليد مجال له نفس التردد وقطبية متضادة.

٦- الإخماد "Suppression":

تستخدم هذه الطريقة في إخماد الكهرباء الملوثة بإستخدام فلاتر لتنظيفها، وإعادة توجيه هذه الطاقة في التوصيلات الأرضية.

٧- إعادة التوجيه "Redirection":

تستخدم هذه الطريقة في حالات خاصة للهاتف المحمول المصمم لإعادة توجيه نسبة من الإشعاعات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الهاتف بعيدا عن المستخدم ، مما ينتج عنه تقليل التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية وتحسين خاصتى الإرسال والإستقبال للهاتف[٢٥:ص٣٢].

سادساً: نموذج توضيحى لتنفيذ إستراتيجيات الحماية من الإشعاع الكهرومغناطيسى:

- **نوع الإشعاع :** منخفض التردد "LF"

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

- **مصادره :-**

- **من داخل المبنى:** لوحات الكهرباء، الأسلاك الكهربائية، الأجهزة الكهربائية (الثلاجة، المكنسة، التكييف، الفرن، إلخ ..)، المحولات الكهربائية، مخارج الكهرباء، مفاتيح ديمر.
- **من خارج المبنى:** أنظمة تكييف / تدفئة الهواء المركزية، غرف طاقة المصاعد .

- **حد الأمان:-**

- حد الأمان للتعرض لإشعاع كهرومغناطيسى منخفض التردد "LF"، كما ورد في تقرير "Bioinitiative report" لعام ٢٠١٢، وتم تحديثه عام ٢٠٢٢، هو (١) ميللى جاوس (١ mG)[٥٣] .

- **إستراتيجيات الحماية :-**

- التعامل مع الإشعاع الكهرومغناطيسى منخفض التردد "LF" صعب، خاصة إذا كان مستوى الإشعاع أعلى من (٢) ميللى جاوس، هذا النوع من الإشعاع قوى بجانب المصدر، ولكنه ينخفض تدريجياً كلما تم الإبتعاد عن المصدر .

لذلك أفضل طريقة للحماية منه هى: الدمج بين إستراتيجيتى التجنب والتقليل.

- **خطوات تنفيذ إستراتيجيات الحماية المناسبة:-**

١- **إختيار جهاز القياس:-** من خلال أجهزة قياس الإشعاع الكهرومغناطيسى منخفض التردد "LF Meters" ، أحيانا يُطلق عليها "Gauss Meters" ، يوجد أنواع عديدة أفضلها جهاز الثلاث محاور ، حيث يقيس مستوى الإشعاع على طول كل محور من المحاور الثلاثة X,Y,Z أثناء توجيه الجهاز لأخذ القراءة ، كما أنه يوفر الوقت وأكثر دقه. صورة رقم (٨) توضح شكل الجهاز .

٢- عمل مخطط للمبنى يشتمل على الآتى[٢٥:ص٣٨]:-

- المسقط الأفقى لفراغات المبنى .
- تحديد موقع كابلات الضغط العالى والمحولات خارج المبنى .
- تحديد موقع لوحة الكهرباء الرئيسية في المبنى .
- تحديد موقع نقطة دخول كابلات الكهرباء من الخارج لداخل المبنى
- تحديد موقع الأجهزة الكهربائية في كل غرف المبنى .
- تحديد مقابس الكهرباء "Power Sockets" في كل غرف المبنى
- تحديد تمديدات الأسلاك ولوحات الكهرباء المتصلة بمخارج الكهرباء .
- تحديد مواقع أجهزة إنبعاث الإشعاع الكهرومغناطيسى منخفض التردد "LF" على الجانب الأخر من الحائط عند الجيران.

صورة (٨):قراءات جهاز LF Meter ثلاثى الأبعاد أثناء قياس الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث عن فرشاة كهربائية و خلاط أثناء تشغليهم[٢٥: ص٣٧، ٤٣]

٣- إجراءات القياس[٢٣: ص٣٩] :-

- أخذ قياسات عديدة لنفس الغرفة أو الفراغ الداخلى لإختلاف مستويات الإشعاع .
- أخذ قياسات بجوار لوحات الكهرباء الرئيسية ووحدات التكييف المركزية خارج المبنى، وقياسات أخرى على الجانب الأخر لنفس الحائط المثبت عليه تلك الأجهزة من داخل الفراغ.
- أخذ قياسات بجوار جميع الأجهزة الكهربائية، ومفاتيح ديمر أثناء تشغيل الإضاءة. جدول رقم (٥) يوضح بعض القياسات.

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

- أخذ قياسات بجوار المحولات الكهربائية المتصلة بالأجهزة الكهربائية أثناء عملها مثل محولات أجهزة الحاسوب المحمولة والطابعات وخلافه.
- أخذ قياسات بجوار جميع مقابس الكهرباء " Power Sockets "، كما في الصورة رقم (٩).
- أخذ قياسات بجوار كل سرير وفراغات المعيشة ، حيث يتم قضاء أطول الأوقات بهما.

صورة (٩): توضح قياس المجالات المنبعثة عن مقابس الكهرباء [٢٥:ص٤٥]

- أخذ قياسات في مناطق لعب الأطفال.
- أخذ قياسات حول مكتب العمل.
- أخذ قياسات في كل زاوية من الزوايا الأربع لكل غرفة، وفى منتصف المسافة بين الزاويتين بجوار الجدار ، وفى منتصف كل غرفة .
-

وفيما يلي قيم المجال المغناطيسى المقاسة على بعد ٣سم و ١٠ سم و ١متر من الأجهزة الكهربائية المختلفة

الأجهزة الكهربائية	شدة المجال المغناطيسى على بُعد ٣ سم / µT	شدة المجال المغناطيسى على بُعد ٣٠ سم / µT	شدة المجال المغناطيسى على بُعد ١ متر / µT
مجفف الشعر	٦ – ٢٠٠٠	٠.١ – ٧	٠.١ – ٠.٣
ماكينة حلاقة كهربائية	١٥ – ١٥٠٠	٠.٨ – ٩	٠.١ – ٠.٣
مكنسة كهربائية	٢٠٠ - ٨٠٠	٢ – ٢٠	٠.١٣ - ٢
لمبة فلورسنت	٤٠ – ٤٠٠	٠.٥ - ٢	٠.٠٢ – ٠.٢٥
ميكروويف	٧٣ – ٢٠٠	٤ - ٨	٠.٢٥ - ٠.٦
راديو	١٦ - ٥٦	١	أقل من ٠.١
فرن كهربائى	١ - ٥٠	٠.١٥ - ٠.٥	٠.٠١ - ٠.٠٤
غسالة ملابس	٠.٨ - ٥٠	٠.١٥ - ٣	٠.٠١ – ٠.١٥
مكواه	٨ - ٣٠	٠.١٢ – ٠.٣	٠.٠١ – ٠.٠٣
غسالة أطباق	٣,٥ - ٢٠	٠.٦ - ٣	٠.٠٧ – ٠.٣
حاسب آلى	٠.٥ - ٣٠	أقل من ٠.١	
ثلاجة	٠.٥ - ١,٧	٠.٠١ - ٠.٢٥	أقل من ٠.١
تلفاز	٢,٥ - ٥٠	٠.٠٤ - ٢	٠.٠١ - ٠.١٥

جدول (٤): يوضح قيم المجال المغناطيسى بوحدة قياس ميكرو تسلا (µT) عند مسافات مختلفة من الأجهزة الكهربائية[٥٤]

٤- تقييم المخاطر :-

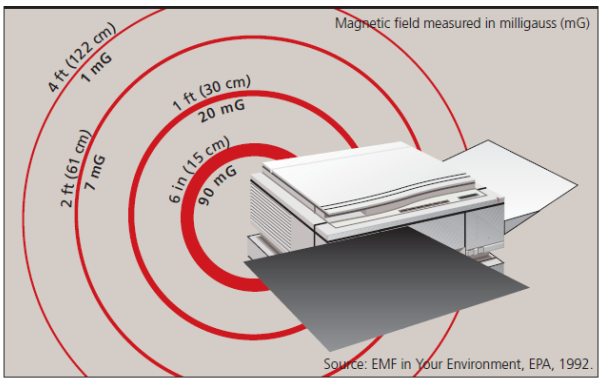
- في حالة تشبع المبنى بنسب إشعاع مرتفعة: أفضل إستراتيجية هى التجنب، والبعد عن هذا الموقع، خاصةً إذا كان الإشعاع ناتج عن أبراج الضغط العالى، أو وحدات التكييف / التدفئة المركزية، أو غرف طاقة المصاعد.
- في حالة تواجد نقاط مرتفعة الإشعاع "Hotspots": مراكز تزيد فيها نسب الإشعاع عن (١) ميللى جاوس لبعض فراغات المبنى وليس المبنى بأكمله ، مع العلم أنه يفضل أن تقل نسب الإشعاع عن (٠.٥) ميللى جاوس والنسبة الأكثر مثالية لا تتعدى (٠.٢٥) ميللى جاوس، في هذه الحالة يجب إتباع وتطبيق إستراتيجية التقليل للحد من مخاطر الإشعاع المرتفعة بتنفيذ الأتى:-.

أ. تحديد مواقع نقاط الإشعاع "Hotspots" ومصادرها (خارجى أم داخلى)، تتركز في مساحة صغيرة، مثل لوحة الكهرباء أم مساحة كبيرة، مثل نظام تدفئة كهربائى ذو عناصر مدمجة أسفل الأرضيات.

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

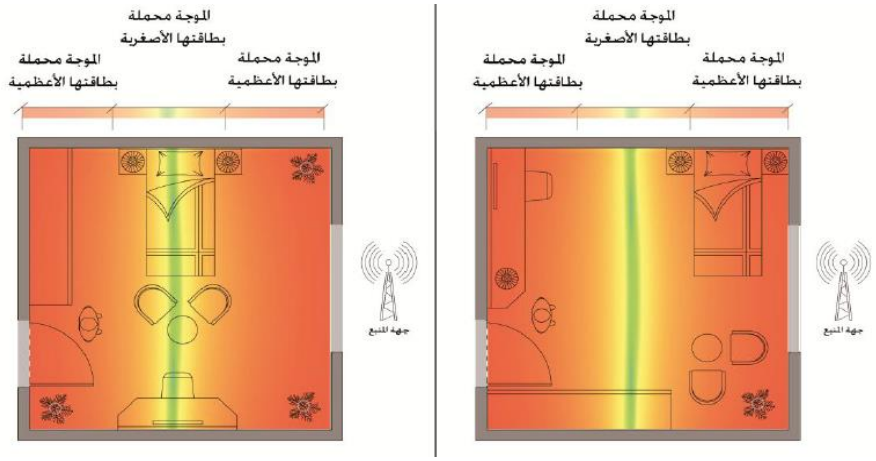
(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

ب. حساب المسافة اللازمة للبعد عن مصادر الإشعاع لتصبح نسب القياس آمنة، وأيضا البعد عن الجانب الآخر من الحائط الملاصق لتلك المصادر.
فمثلا تُوضع الساعة المُنبهة والساعة الكهربائية بما لا يقل عن (١,٥ متر) عن السرير، والجلوس بعيداً عن شاشات العرض المختلفة، بحيث لا تقل المسافة عن ذراع (١,١٤ متر) على الأقل[٧٢].
شكل رقم (٨) يوضح إنخفاض قيم المجال المغناطيسى بزيادة المسافة عن المصدر.



شكل (٨): قيم المجال المغناطيسى المنبعثة عن طابعة عند مسافات مختلفة (٣٠:ص٦)

ج- إعادة ترتيب وتوزيع الأثاث وخاصة الأثاث المستخدم لفترات زمنية طويلة، مثل السرير ومكتب العمل وأثاث الجلوس ومنطقة لعب الأطفال، بحيث يتم نقله للمناطق الآمنه إشعاعياً. كما في الشكل رقم (٩).



شكل (٩): يوضح مسقط أفقى لغرفة يجاورها مصدر إشعاع كهرومغناطيسى خارجى، تتركز شدة موجات الإشعاع الضار على أطراف الغرفة وتنخفض في منتصفها، لذلك الحل الأنسب هو تحريك السرير والمكتب وأثاث الجلوس لمنتصف الغرفة، كما يظهر فى المسقط الأفقى على اليسار[١٢:ص١٥٣].

د. فصل الأجهزة عن الكهرباء في غير أوقات تشغيلها، والحرص على صيانتها بشكل دورى لضمان عدم تسرب الإشعاعات الغيرمرغوب فيها[١٣:ص٢٧].

ه. إستخدام عناصر المياه في صورة نافورات أو أحواض سمك، بحيث توفر أيونات الهواء السالبة التى تخلق حالة إنتعاش في الفراغات الداخلية[١٤:ص١٦٥]، أو إستخدام الأجهزة الكهربية آيونيزر "Ionizer" التى تمد الجو بأيونات الأكسجين السالبة للتقليل من التأثير الضار للموجات الكهرومغناطيسية، توضحه صورة رقم (١٠).

صورة (١٠): توضح أنواع مختلفة لجهاز "Ionizer" الذى يمد الفراغ بأيونات الأكسجين السالبة [٧٣].

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

و. إختيار نوعية من السلك المعزول جيداً عند عمل التمديدات الكهربائية لمنع تولد مجالات كهرومغناطيسية، وإختيار أماكن لوحات توزيع الكهرباء الرئيسية بعيدة عن أماكن الإقامة، بالإضافة إلى عمل القطب الأرضي في الدوائر الداخلية للفراغات لتفريغ الشحنات الزائدة[٥:ص٨٠].

ز. الإقلال من الأجهزة الكهربائية ذات المجالات الكهرومغناطيسية العالية، كالميكروويف وغيرها [٢٧:ص٢١٧].

ح. إستبدال المقابس الكهربائية القديمة بأخرى تحتوي على مفتاح تشغيل / إيقاف، بحيث يتم إيقاف تشغيل المقابس في حالة عدم استخدام الأجهزة الكهربائية الموصولة بهذا المقبس، مما يؤدى إلى تقليل الإشعاع الكهرومغناطيسى"LF" الناتج عن الأجهزة التي لا يتم استخدامها، وكذلك إطالة عمرها. والأفضل من ذلك إستبدال لوحات الكهرباء بأخرى بها مفاتيح أمان ، تسمح بإيقاف تشغيل الأجهزة الكهربائية الموصولة باللوحة في حالة عدم إستخدامها.

ط. إستخدام أنابيب وقنوات واقية خاصة، يتم إدخال الأسلاك الكهربائية داخلها لمنع تسرب الإشعاع الكهرومغناطيسى "LF". كما في الصورة رقم (١١).

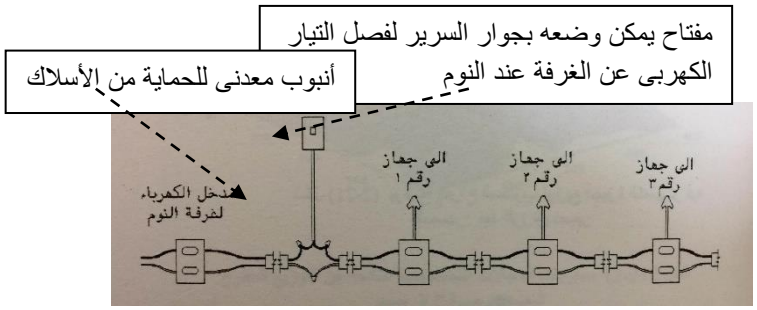
صورة (١١): توضح قنوات تمرير الأسلاك "Conductive Tubing" للحماية من تسرب الإشعاع الكهرومغناطيسى[٧٤]

ي. استخدام الأسلاك الكهربائية المصممة لإلغاء وإخماد المجالات الكهرومغناطيسية بإستخدام تكوين داخلي خاص، حيث تقل نسبة المجالات الكهرومغناطيسية المنبعثة عن تلك الأسلاك بمقدار (٩٠%) من الأسلاك الكهربائية العادية[٢٥:ص٤٢].

ك. مراعاة عدم مرور أسلاك كهربائية خلف سرير النوم، وإن وجدت يجب إبعاد السرير (٦٠) سم على الأقل لتلاشى آثار المجالات الكهرومغناطيسية على رأس الإنسان، ومراعاة أن تكون مسارات التمديدات الكهربائية داخل الغرف أعلى منسوب الباب [٢٨]، كما في الصورة رقم (١٢).

يفضل إستخدام طريقة "Kill switch"، حيث يتم من خلاله فصل التيار الواصل لفراغ النوم [٢٩:ص٢٨٠]، كما في الشكل رقم (١٠).

صورة (١٢): توضح مسارات التمديدات الكهربائية موازية لمنسوب الباب وبالتالى أصبحت أكثر بعدا عن الإنسان [٧٥].



شكل (١٠): دائرة "Kill Switch" قبل غرفة النوم وداخلها [٢٩:ص٢٨٠] .

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

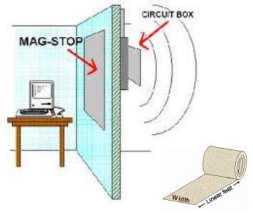
ل. تجنب إستخدام الأسرة المعدنية والمراتب ذات السوست الحلزونية لمنع تضخيم المجالات الكهرومغناطيسية حول السرير[٥:ص٨٠]. كما في الصورة (١٣).

م. تثبيت مفتاح "Central Demand Switch" بجوار لوحة الكهرباء، يقوم هذا المفتاح تلقائيًا بفصل التيار الكهربى في حالة عدم الإستهلاك في بعض أجزاء الشبكة الكهربائية، مما يمنع تولد المجال الكهرومغناطيسى "LF"من التولد في جميع أنحاء تلك الأجزاء من الشبكة ، ويكون مفيدًا بشكل خاص في الليل[٧٦].

صورة (١٣): مسارات التمديدات الكهربائية قريبة من رأس الإنسان أثناء نومه، كما أن السرير معدن وبالتالي يتضاعف الخطر[٧٨].

ن. إستخدام خامات طبيعية قليلة الإنبعاثات، ومواد ذكية صديقة للبيئة، والبعد عن الألياف الصناعية، لما ينتج عنها من شحنات إستاتيكية بصورة كبيرة.

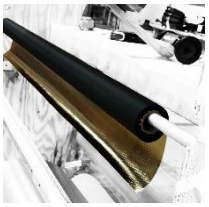
س. إستخدام خامات لها القدرة على رد الموجات الكهرومغناطسية، أوعلى الأقل عزلها بنسبة تصل إلى (٥٠%)، كما في الصورة رقم (١٤).



MagnetShield

Transparent Shield Sheet

Less EMF Travel Blanket



Golden Shield

BoDefense Shelter

Computer Monitor, TV Screen Shield

Fabric Shield

صورة (١٤): توضح خامات متنوعة تقلل مرور الأشعة الكهرومغناطيسية [٧٩]

ع. قضاء وقت قليل بالقرب من مصادر الإشعاع، والحفاظ على مسافة كبيرة بين الشخص ومصدر الإشعاع، والتواجد خلف مادة عاكسة أوعازلة للإشعاع ، كما في الشكل رقم (١١).

شكل (١١): بعض طرق الحماية من الإشعاع[٨٠]

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

النتائج:

- لم يعد في الإمكان إستغناء الإنسان في حياته اليومية سواء في العمل أو المسكن عن كل مصادر التلوث الكهرومغناطيسى، وبعد أن أثبتت الدراسات مدى الأخطار الصحية لهذا التلوث على الإنسان، كان لابد من البحث عن سبل للتعامل معه للحد من أضراره من قبل المصمم الداخلى.
- توصل البحث إلى سبعة إستراتيجيات يمكن تطبيقهم في التصميم الداخلى للمبنى للحد من أضرار التلوث الكهرومغناطيسى داخله، وهم كالتالى:-

١. **التجنب:** البعد تماماً عن مصادر التلوث الكهرومغناطيسى.

٢. **التقليل:** تقليل التواجد بجوار مصادر التلوث الكهرومغناطيسى، مثل (الأجهزة الكهربائية، ولوحات الكهرباء، وأجهزة الواى فاى "Wi-Fi"، والتمديدات والمصابيح الكهربية، وغيرها ...)، ويمكن تطبيق ذلك بإبعاد أماكن النوم والمعيشة عن هذه المناطق، وذلك بعد قياس المسافة اللازمة لتحقيق نسب قياس آمنه، أيضاً لابد من فصل الأجهزة الكهربائية في غير أوقات تشغيلها، إستخدام عناصر توفر أيونات الهواء السالبة، إختيار نوعية من الأسلاك الكهربائية المعزولة جيداً، إستخدام خامات طبيعية ومواد ذكية صديقة للبيئة، تثبيت مفتاح "Central Demand Switch" بجوار لوحة الكهرباء، إستخدام خامات لها القدرة على رد الموجات الكهرومغناطيسية، وغيرهم...

٣. **الإنعكاس:** إستخدام خامات عاكسة للموجات الكهرومغناطيسية، توجد في صورة طلاءات ومنسوجات وألواح شفافة للنوافذ والأبواب.

٤. **الإمتصاص:** إستخدام خامات قادرة على إمتصاص نسبة معينة من الموجات الكهرومغناطيسية، توجد في صورة طلاءات وألواح.

٥. **الإلغاء:** من خلال أنظمة حديثة تقوم بإلغاء مجالات محددة، من خلال توليد مجال له نفس التردد وقطبية متضادة.

٦. **الإخماد:** تستخدم هذه الطريقة في إخماد الكهرباء الملوثة بإستخدام فلاتر، وإعادة توجيهها في التوصيلات الأرضية .

٧. **إعادة التوجيه:** تستخدم هذه الطريقة في حالات خاصة للهاتف المحمول المصمم لإعادة توجيه نسبة من الإشعاعات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الهاتف بعيدا عن المستخدم، مما ينتج عنه تقليل التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية وتحسين خاصتى الإرسال والإستقبال للهاتف.

التوصيات:- يوصى البحث بالآتى :-

- ضرورة إهتمام المصمم الداخلى بأخطار التلوث الكهرومغناطيسى، والعمل على تقليل نسبه داخل المبانى بإتباع الإستراتيجيات السبع التى توصل إليها البحث.
- إضافة بند الأمان الكهرومغناطيسى لشهادة "LEED" "Leadership in Energy and Environmental Design"، والمعنية بتحقيق الريادة في المبانى من خلال تصميمات تحافظ على الطاقة والبيئة وصحة الإنسان .

المراجع:

أولا: الكتب:

١) إسلام رأفت : " البيوت القاتلة – دليلك لمنزل صحى آمن " ، مؤسسة يسطرون لطباعة وتوزيع الكتب ، القاهرة ، ٢٠١٨ .

٢) منصور سمارة : " الأمواج الكهرومغناطيسية " ، مركز الدراسات الإستراتيجية ، ٢٠٠٩.

٣) وزارة التربية والتعليم والتعليم الفنى المصرية : " النشاط الإشعاعى والتفاعلات النووية " ، كتاب الكيمياء ،الفصل الدراسى الثانى ، الوحدة الخامسة ، الدرس الثانى ، الصف الأول الثانوى ، ٢٠٢٢ .

٤) على رأفت : " ثلاثية الإبداع المعمارى – عمارة المستقبل" ، مركز أبحاث إنتركونسلت ، القاهرة ، ٢٠٠٧ .

ثانياً: الرسائل العلمية:

٥) خالد مصطفى فؤاد يوسف : " العمارة التناغمية - دراسة تجريبية حول أثر التصميم بالهندسة الحيوية على الموجات الكهرومغناطيسية (الواى فاى) في الفراغات المعمارية " ، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسة ، قسم العمارة ، جامعة القاهرة ، ٢٠١٨ .

٦) هالة محسن محمود السيد المحمودى : " دور علوم الطاقة الحديثة في الحد من الآثار السلبية لتكنولوجيا التصميم الداخلى التفاعلى " ، رسالة ماجستير ، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة حلوان ، ٢٠١٥ .

٧) داليا أحمد محمد الزينى : " دراسة لتطبيقات الطاقة الحيوية في التصميم المعمارى (للمبانى السكنية في

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

حالة الإشغال) " ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، قسم العمارة ، جامعة القاهرة ، ٢٠١٠ .
٨) أميرة السيد كامل محمد : " العلاقة التفاعلية بين العلوم الحديثة والتصميم الداخلي للمسكن الصحي " ، رسالة ماجستير ، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة حلوان ، ٢٠١٧ .
٩) إسلام رأفت محمد : " دور مناهج التصميم البيئي في الحد من المخاطر الغير مادية التي تهدد صحة الإنسان داخل المبني " ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة المنصورة ، ٢٠٠٧.
١٠) محمد سمير الصاوى: " العمارة والهندسة الحيوية نحو منهجية لرفع كفاءة الأداء داخل الفراغات المعمارية " ، مرجع سابق ،
١١) هبه عبد الحفيظ إبراهيم سمرة : " تعزيز كفاءة العمارة الداخلية بتطبيق علم الفيزياء النوعية في الحيز السكني " ، رسالة دكتوراه ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة حلوان ، ٢٠١٧.
١٢) سمير حمودة : " مقومات التصميم المعمارى وفق طاقة الشكل الهندسى – أسس التصميم البايوجيومترى " ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة المعمارية ، جامعة دمشق ، ٢٠١٣.
١٣) نهى مكاوى محمود حسان الهوارى : " نحو مبانى تعليمية محفزة على الإبداع من خلال توظيف وحدة الطاقات الداخلية والخارجية – دراسة تطبيقية لمبانى الجامعات المعنية بدراسة التعليم المعمارى " ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة ، ٢٠١٥ .
١٤) مريهان محمد يحى محمود عبد الرحمن : " الإستفادة من الطاقة الحيوية والطاقة المتجددة في البيئة المصرية وأثرها على التصميم الداخلي والأثاث في القرى السياحية المعاصرة " ، رسالة ماجستير ، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة حلوان ، ٢٠١٥ .

ثالثاً: الأبحاث والمؤتمرات العلمية

١٥) عمر عذاب : " الموجات الكهرومغناطيسية وتأثيرها على صحة الإنسان " ، مجلة المدار للإتصالات وتقنية المعلومات وتطبيقاتهما ، المجلد ٤ ، العدد ١ ، يونيو ٢٠١٨ .
١٦) وزارة الإتصالات وتقنية المعلومات السعودية : " الموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة في تقنيات الإتصالات الراديوية – تقرير لتقييم الآثار الصحية والبيئية " ، المملكة العربية السعودية ، ديسمبر ٢٠١٩.
١٧)فتحى عمر حريب : " ملوثات المجالات الكهرومغناطيسية " ، بحث منشور على موقع أكاديميا، https://٢u.pw/٣kjY١T
١٨)حنان عبد الجليل عبد اللطيف: " التلوث بالمجالات الكهرومغناطيسية " ، المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك ، مجلد ٢ ، عدد ٣ ، ٢٠١٠ .
١٩)بسمة صلاح الدين الرفاعى،أمانى مشهور هندى:"تأثير إستخدام التكنولوجيا الحديثة على سلوك الإنسان في الفراغات الداخلية" ، مجلة الفنون والعلوم التطبيقية ، مجلد ٥ ، العدد ٣ ،يوليو ٢٠١٨.
٢٠)دعاء كمال على مشرف : " الإستفادة من الطاقة الإيجابية للأشكال الهندسية لتلافي الأثار السلبية للأجهزة الكهربية المنزلية " ، مجلة الفنون والعلوم التطبيقية ، مجلد ٤ ، العدد ٣ ، يوليو ٢٠١٧.

رابعاً: الكتب الأجنبية:

٢١) Holly Manion & Alfred Pacheco: " EMF Health Alert - The #١ Guide For Reducing Electro Magnetic Pollution in Your Home for Better Sleep, Better Focus, and Better Health " ,٢٠١٣.
٢٢) Daniel T. DeBaun & Ryan P. DeBaun**:** "Radiation Nation-Fallout of Modern Technology - Your Complete Guide to EMF Protection & Safety: The Proven Health Risks of Electromagnetic Radiation (EMF) & What to Do Protect Yourself & Family" , Icaro Publishing , March ٢٠١٧ ,
٢٣) Josef Mercola : "EMF*D -٥G,WiFi &Cell Phones:Hidden Harms and How to Protect Yourself " , Hay House Ink , New York , ٢٠٢٠.
٢٤) Lawrence T, editor; and Rosenberg S, : " Cancer: Principles and Practice of Oncology" , Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, PA. ٢٠٠٨.
٢٥)Jonathan Halpern : " Electromagnetic Radiation Survival Guide – Step by Step

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)
(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

٣٤) Weldu, Yemane W.; Mannan, Mehzabeen; Al-Ghamdi, Sami G. :" Monitoring Electromagnetic Radiation Emissions in Buildings and Developing Strategies for Improved Indoor Environmental Quality " , Health Physics , Volume.١١٧ , Issue.٦ , ٢٠٢٠.

٣٥) Muhsin Akbaba , Mehmet Gökdeniz : " Electromagnetic Fields And Possible Harmful Health Effects " , The Turkish Journal of Occupational / Environmental Medicine and Safety , Volume.١ , No.٢ , ٢٠١٥.

٣٦) Dasdag S, Akdag MZ, Erdal ME, Erdal N, Ay OI, Ay ME, et al : " Effects of ٢,٤ GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on microRNA expression in brain tissue " , Int J Radiat Biol , Volume.٩١ , ٢٠١٥ .

٣٧) Ionizing Radiation, Health Effects and Protective Measures.
Available on: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures , Last assessed on ٢٩ April ٢٠١٦.

٣٨) IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans : " Non-ionizing radiation, part ٢: Radiofrequency electromagnetic fields " , IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum , Volume.١٠٢ , ٢٠١٣.

٣٩) Kesari KK, Agarwal A, Henkel R.: " Radiations and male fertility " , Reproductive Biology and Endocrinology, Volume.١٦ , No.١ , December ٢٠١٨.

٤٠) Shahin S, Banerjee S, Swarup V, Singh SP, Chaturvedi CM: " From the cover: ٢,٤٥-GHz microwave radiation impairs hippocampal learning and spatial memory: Solutions – Protect Yourself and Family Now – Up to Date EMF Info ", PHD , Kindle Edition , ٢٠١٤,

٢٦) Reinhard Kanuka & FuchsHealthy: " Home and Healthy Office" , Harald W.tietze Pty.ltd .٢٠٠١.

٢٧) David Pearson : " The New Natural House Book " , inwad press ,U.S.A , ١٩٩٨.

٢٨) Ibrahim Karim : " Back To A Future for Mankind ", CreateSpace Independent Publishing Platform , ٢٠١٠.

٢٩) Paula Baker : "Prescription for Ahealthy House" , , Inward Press , USA , ١٩٩٨.

خامساً: الأبحاث والدوريات والمؤتمرات العلمية الأجنبية:

٣٠) National Institute Of Environmental Health Sciences , National Institutes Of Health : " EMF-Electric and Magnetic Fields Associated with The Use of Electric Power – Questions and Answers " , ٢٠٠٢.

٣١) Thomas Moritz : " Building Health Into Our Buildings" , ٣rd National Rural Health Conference , Mt Beauty, February ١٩٩٥ .

٣٢) S. Batool, A. Bibi, F. Frezza, F. Mangin : " Benefits and hazards of electromagnetic waves, telecommunication, physical and biomedical:a review " , European Review for Medical and Pharmacological Sciences , Volume.٢٣ , ٢٠١٩.

٣٣) Reisz JA, Bansai N, Qian J, Zhao W, Furdui CM.: " Effects of Ionizing Radiation on Biological Molecules—Mechanisms of Damage and Emerging Methods of Detection.", Antioxidants &Redox Signaling,Vol. ٢١, no. ٢, July ٢٠١٤.

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

٤٧) Mohammed HS, Fahmy HM, Radwan NM, Elsayed AA : " Non-thermal continuous and modulated electromagnetic radiation fields effects on sleep EEG of rats " , J Adv Res , Volume.٤ , ٢٠١٣.

٤٨) Erogul O, Oztas E, Yildirim I, Kir T, Aydur E, Komesli G, et al : " Effects of electromagnetic radiation from a cellular phone on human sperm motility: An in vitro study " , Arch Med Res , Volume.٣٧ , ٢٠٠٦ .

٤٩) Hedendahl LK, Carlberg M, Koppel T, Hardell L : " Measurements of radiofrequency radiation with a body-borne exposimeter in Swedish schools with Wi-Fi " , Front Public Health , Volume.٥ , Article ٢٧٩ , ٢٠١٧.

٥٠) Sudan M, Olsen J, Arah OA, Obel C, Kheifets L : " Prospective cohort analysis of cellphone use and emotional and behavioural difficulties in children " , J Epidemiol Community Health , Volume.٧٠ , ٢٠١٦.

٥١) Kul Prasad Dahal: "Mobile Communication and its Adverse Effects ", Department of Physics, Prithvi Narayan Campus, Tribhuvan University, Pokhara, Nepal , ٢٠١٣.

٥٢) Aziz, J.S : " Analysis of biological effects of microwave energy and safe distance calculations ", Journal of Al-Rafidain University College For Sciences, Volume.٢٥ , ٢٠٠٩ .

٥٣) BioInitiative report: a rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF). https://bioinitiative.org/conclusions/ , ١٧/١٢/٢٠٢٢ , ٥pm.

Involvement of local stress mechanism-induced suppression of iGluR/ERK/CREB signaling ", Toxicological Sciences , Volume.١٦١, Issue.٢ , ٢٠١٨.

٤١) Eser O, Songur A, Aktas C, Karavelioglu E, Caglar V, Aylak F, et al : " The effect of electromagnetic radiation on the rat brain: An experimental study " , Turk Neurosurg , Volume.٢٣ , ٢٠١٣.

٤٢) Sırav B, Seyhan N: " Effects of GSM modulated radio-frequency electromagnetic radiation on permeability of blood-brain barrier in male and female rats " , J Chem Neuroanat , Volume.٧٥ , ٢٠١٦.

٤٣) Saili L, Hanini A, Smirani C, Azzouz I, Azzouz A, Sakly M, et al : " Effects of acute exposure to WIFI signals (٢,٤٥GHz) on heart variability and blood pressure in albinos rabbit " , Environ Toxicol Pharmacol , Volume.٤٠ , ٢٠١٥.

٤٤) Parasuraman, S., Xin, E., & Zou, L : " Health hazards with electromagnetic radiation " , International Journal of Pharmaceutical Investigation ,Volume.٨, ٢٠١٩.

٤٥) Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, et al : " Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation " , Electromagn Biol Med , Volume.٣٥ , ٢٠١٦.

٤٦) Çelik Ö, Kahya MC, Nazıroğlu M : " Oxidative stress of brain and liver is increased by Wi-Fi (٢,٤٥GHz) exposure of rats during pregnancy and the development of newborns " , J Chem Neuroanat , Volume.٧٥ , ٢٠١٦.

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

٥٤)Fedral Office For Radiation Safety , Germany , ١٩٩٠ .

سادساً: المواقع الإلكترونية:

٥٥)https://www.olympus-lifescience.com/pt/microscope-resource/primer/lightandcolor/electromagintro/ , ١٠/٦/٢٠٢٢ , ١٠ pm.

٥٦)https://edu.glogster.com/glog/electromagnetic-waves/٢٧١em٢apqoa , ١٠/٦/٢٠٢٢ , ١:٥٠pm.

٥٧)https://www.linseis.com/es/aplicaciones/materiales-nucleares/, ١٦/٦/٢٠٢٢, ٦pm.

٥٨)http://www.epa.gov/ , ١٥/٦/٢٠٢٢ , ٣pm.

٥٩)https://bioinitiative.org/conclusions/ , ١٦/٦/٢٠٢٢ , ٨pm.

٦٠)https://iyashisource.com/iyashi-emf-protection-c-٢٨/?referrer=CNWR_١٩٨٥١٣٧٠٣٢٥٨٠٠&gclid=EAIaIQobChMI١_aUzb_d_AIVlGDmCh٢٤iAucEAAYAiAAEgKhbvD_BwE , ٣/٢/٢٠٢٣ , ٦pm.

٦١) https://www.who.int/publications/i/item/٩٧٨٩٢٤١٥٧٢٣٨٥

٦٢) https://wholeworldforu.blogspot.com/٢٠١٤/٠٥/blog-post_٧.html?hl=en , ٤/١/٢٠٢٣ , ٦pm.

٦٣) https://almerja.com/reading.php?idm=٣٣٤٧٥&PageSpeed=noscript , ٢/٢/٢٠٢٣ ,١pm.

٦٤) https://www.securityworldmarket.com/int/Newsarchive/compro-smart-home-solution-at-computex-٢٠١٠ , ١١/٦/٢٠٢٢, ٨pm.

٦٥) https://www.etudesetvie.be/produit/tissu-anti-ondes-adr-tex-contre-les-basses-et-hautes-frequences/ , ١١/٦/٢٠٢٢,٦pm.

٦٦)https://www.optimallivingdynamics.com/blog/why-sleeping-in-the-woods-for-١١-days-improved-my-mental-health-

electromagnetic-fields-emfs-depression , ١٤/٦/٢٠٢٢ , ١١:٣٠AM.

٦٧)https://lessemf.com/product/y-shield-paint/ , ١٧/٩/٢٠٢٢ , ٩pm.

٦٨)https://lessemf.com/product/cobaltex-fabric/ , ١٧/٩/٢٠٢٢ , ٩pm.

٦٩)https://lessemf.com/product/radiofilm/ , ١٧/٩/٢٠٢٢ , ٩pm.

٧٠)https://www.mwtmaterials.com/products/rf-functional-coatings/ , ١٨/٩/٢٠٢٢ , ١pm.

٧١)https://hollandshielding.com/High-frequency-absorber sheets?gclid=CjwKCAiAv٩ucBhBXEiwA٦N٨nYCR٩QLLDz٠vs٥VU_ASuaqBs٧ygQojKyaeupfEz٩Ha٩mP٠٢_EClc٨fxoCnTwQAvD_BwE , ١٢/١٢/٢٠٢٢ , ١٠pm.

٧٢)https://www.beatona.net/ , ١٨/١٢/٢٠٢٢ , ١٢pm.

٧٣)https://www.aljamila.com/node/٥٣٩٢١/%D٨٪AF%D٩٪٨A%D٩٪٨٣٪D٩٪٨٨٪D٨٪B١/ionizers-%D٩٪٨٥٪D٩٪٨٦٪D٩٪٨٢٪D٩٪٩١٪D٩٪٨A-%D٨٪A٧٪D٩٪٨٤٪D٩٪٨٧٪D٩٪٨٨٪D٨٪A٧٪D٨٪A١-%D٩٪٨٥٪D٨٪B٢٪D٨٪A٧٪D٩٪٨A%D٨٪A٧٪D٩٪٨٧-%D٩٪٨٨٪D٨٪B٩٪D٩٪٨A%D٩٪٨٨٪D٨٪A٨٪D٩٪٨٧ ,١٢/١/٢٠٢٣ , ٤pm.

٧٤)https://lessemf.com/product/conductive-tubing/ , ٢٠/١٢/٢٠٢٢ , ٧pm.

٧٥)https://czasnawnetrze.pl/wizyty/١٥٢٦٢-styl-lat-٣٠-i-nowoczesnosc-w-przedwojennej-willi , ١٩/١٢/٢٠٢٢ ,١pm.

٧٦)https://www.yshield.com/en/electrical/demand-switches/ , ٢٠/١٢/٢٠٢٢ , ٤pm.

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

٧٧) https://www.yshield.com/en/demand-switch-comfort-na٧-with-vde-mark_٢٧٥_١٢٢٠/ , ٢٠/١٢/٢٠٢٢ , ٤pm.
٧٨) https://master-houses.ru/kak-raspolozhit-rozetki-v-kvartire-٠١/ , ١٩/١٢/٢٠٢٢ ,١pm.
-
٧٩) https://lessemf.com/ , ٢٠/١٢/٢٠٢٢ , ٧pm.
٨٠) https://www.epa.gov/lep/radiation-protection-arabic , ٣/٢/٢٠٢٣ , ٦pm

Abstract:-

Human is constantly exposed to a torrent of electromagnetic radiation that haunts him everywhere, whether at work or home, and the abundance of these radiations increases with the advancement of technology and various wireless communications, until the sky is filled with what looks like an electromagnetic fog "Electrosmog", which is a thick cloud of electromagnetic radiation , cannot be seen with the naked eye, resulting from the use of electricity, wireless devices, smart meters, various sensors, and others. Most people cannot feel these radiations despite its ability to penetrate all human body cells. Hence, **the research problem** is the spread of these radiations inside buildings, which causes many serious diseases. The interior designer is responsible for creating a healthy and safe space, so **the research aims to** find practical strategies to protect from the electromagnetic pollution hazards inside buildings, where **the research methodology** includes two methodologies: the inductive approach in researching the concept of electromagnetic pollution and its health effects, and the applied approach through an applied model to implement protection strategies within architectural spaces. **The most important results** of the research were reaching seven strategies that can be applied in the interior design to reduce the electromagnetic pollution hazards. **The research ended with two recommendations**, the need for the interior designer to pay attention to the dangers of electromagnetic pollution, and work to reduce it inside buildings, as well as the recommendation to add an electromagnetic safety item to the “LEED” Leadership in Energy and Environmental Design certificate.

KeyWords:-

Electromagnetic Pollution – Radiation Hazards - Interior Design – Protection Strategies

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٦١) (Print)

(ISSN ٢٥٣٧-١٠٧X) (Online)