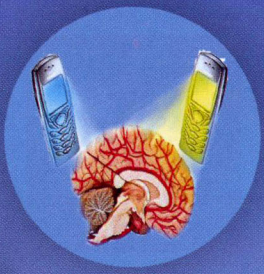
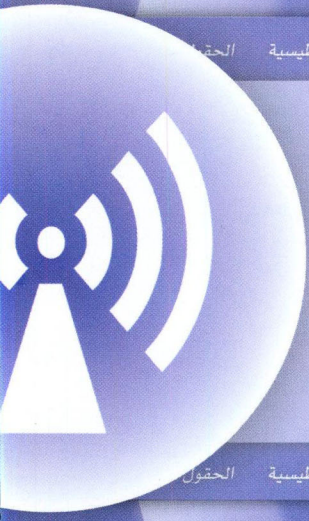


الحقول الكهرطيسية الحقول الكهرطيسية الحقول الكهرطيسية الحقول الكهرطيسية

# الأشعة غير المُؤيِّنة

## الحقول الكهرطيسية



الحقول الكهرطيسية الحقول الكهرطيسية الحقول الكهرطيسية الحقول الكهرطيسية

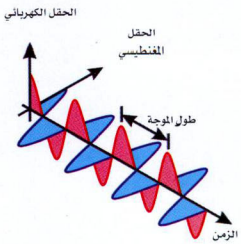
# مخطط الطيف الكهرطيسي

$$\lambda = 3\times10^{8}/\text{freq} = 1/(\text{wn}*100) = 1.24\times10^{-6}/\text{eV}$$

تتميز الحقول الكهرطيسية أو الموجات الكهرطيسية بطول موجتها أو بترددها. (إن تزايد قيمة الطول الموجي يقابله تناقص في التردد والطاقة والعكس صحيح).

تنتمي الحقول الكهرطيسية إلى الأشعة غير المُؤيِّنة فهي لا تمتلك القدرة على تأيين الذرات (تحويل الذرات إلى شوارد) والتأثير على الأجسام كما تؤثر الأشعة المُؤيِّنة (ألفا، بيتا، غاما وإكس).

## الحقول الكهرطيسية




يتألف الحقل الكهرطيسي من حقلين كهربائي ومغنطيسي متلازمين ينتقلان في الخلاء والأوساط المادية على شكل موجة كهرطيسية تسير بسرعة الضوء (تعادل سرعة الضوء حوالي $3\times10^8$ م/ثا في الخلاء وتتغير بحسب وسط الانتقال). يكون الحقلان الكهربائي والمغنطيسي المشكلان للموجة الكهرطيسية متعامدين فيما بينهما ومتعامدين مع جهة الانتقال.

## تقسيمات طيف الحقول الكهرطيسية

من أكثر التقسيمات شيوعاً ووضوحاً لطيف الحقول هو التقسيم الموضح في الجدول التالي:

| المجال | حزمة الترددات |
|---|---|
| الترددات تحت الحدية المنخفضة جداً (sub-ELF) | < 30 [Hz] |
| الترددات الحدية المنخفضة جداً (ELF) | 30 – 300 [Hz] |
| فئة من الترددات الصوتية (VF) | 300-3000 [Hz] |
| الترددات المنخفضة جداً (VLF) | 3-30 [kHz] |
| الترددات المنخفضة (LF) | 30-300 [kHz] |
| الترددات المتوسطة (MF) | 300-3000 [kHz] |
| الترددات العالية (HF) | 3-30 [MHz] |
| الترددات العالية جداً (VHF) | 30-300 [MHz] |
| الترددات الحدية العالية جداً (UHF) | 300-3000 [MHz] |
| الترددات فوق الحدية العالية جداً (SHF) | 3-30 [GHz] |
| الترددات الخاصة فوق الحدية العالية جداً (EHF) | 30 – 300 [GHz] |

## مصادر الحقول الكهرطيسية (طبيعية وصنعية)

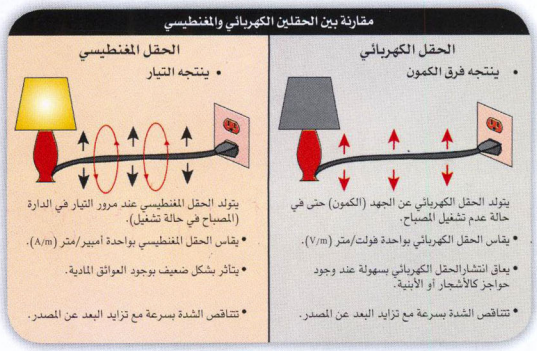
الأجرام السماوية: لكل جرم سماوي حقل مغنطيسي طبيعي موجه مميز له أهمية كبيرة.

الأجسام المشحونة: توجد الحقول الكهرطيسية في كل مكان في الطبيعة حتى وإن لم تظهر آثارها بالعين المجردة؛ فالحقل الكهربائي يتولد بشكل تلقائي عن الشحن الكهربائية الموجودة في الغلاف الجوي وفي الطبيعة.

يعيش الإنسان نتيجة الثورة التقنية الحديثة في جو ملوث بالحقول الكهربائية والمغنطيسية بمختلف مجالاتها الترددية.

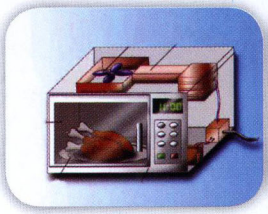
حيث توجد الشوارد الموجبة أو السالبة يوجد الحقل الكهربائي، ولكل شحنة أو ناقل للتيار حقل كهربائي تتناسب شدته طرداً مع الشحنة أو مع شدة التيار المار وعكساً مع البعد عن الشحنة المولدة أو الناقل، وتشكل الأبنية والحواجز الطبيعية نوعاً من التدريع ضد هذه الحقول، فعند طمر خطوط النقل تحت الأرض يصبح الحقل الصادر عنها فوق الأرض ضعيفاً جداً.

يتولد الحقل المغنطيسي عن حركة الشوارد (تيار)، وتتناسب شدة الحقل المغنطيسي طرداً مع شدة التيار وعكساً مع البعد ولكنه لا يتأثر بوجود حواجز إسمنتية أو عوائق طبيعية حول الناقل.

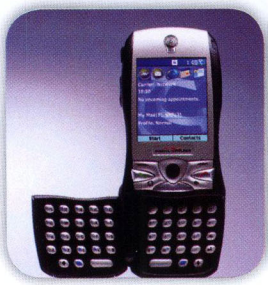



إن خطوط نقل الطاقة المختلفة والتوصيلات والتمديدات الكهربائية والتجهيزات والمعدات الكهربائية (كمصابيح الإنارة، وأجهزة التلفاز والحاسوب، والأدوات الكهربائية المنزلية كالبراد والغسالة والمكواة ومجفف الشعر وغيرها) تشكل مصادر للحقول الكهرطيسية غير الموجهة.

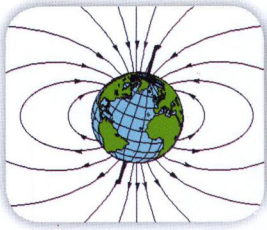
إن محطات التغذية الكهربائية العالية التوتر (ذات الجهد الأعلى من 400 فولت) وخطوط نقل الطاقة المختلفة وشاشات العرض أهم مصادر الحقول الكهربائية المنخفضة التردد.



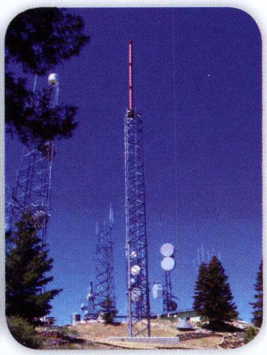
أهم مصادرها الحقول المغنطيسية الساكنة هي الحقل المغنطيسي للأرض والأجسام ذات المغنطة الذاتية الدائمة والمحولات، وفي الطب تستخدم أجهزة الرنين المغنطيسي (المرنان) حقلاً مغنطيسياً عالياً جداً، ولكن تعتبر فوائد هذه الطريقة للمريض من حيث اكتشاف المرض أهم بكثير من المخاطر المحتملة.

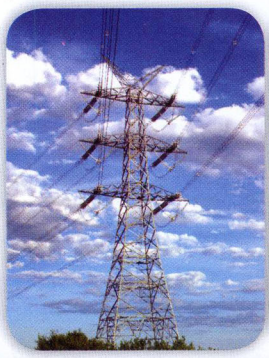


إن محطات تقوية الهاتف الخلوي والرادارات المستخدمة في الدراسات المناخية والطقس وفي الملاحة الجوية والبحرية أو في محطات الأقمار الصناعية هي من أهم مصادر الأمواج المكروية. كما أن محطات البث الإذاعي والتلفزيوني هي من أهم مصادر الحقول الراديوية.

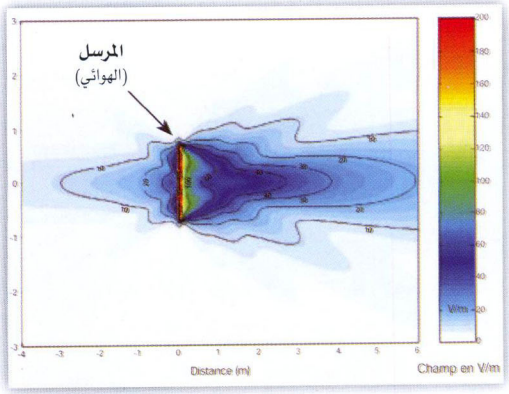


وتستخدم الأمواج المكروية في أجهزة الميكروويف المنزلية داخل حجرة التسخين (يجب عدم مراقبة عملية التسخين وعدم الوقوف طويلاً بقرب الجهاز أثناء عمله، كما أنه توجد مخاطر صحية هامة عند تسخين المواد البروتينية والبقول).





# انتشار الأمواج الكهرطيسية وآثارها الحيوية




تنتشر الأمواج الكهرطيسية عبر الأوساط المختلفة (الخلاء، الهواء، الماء، المواد الصلبة والأجسام الحية)؛ وتختلف نفاذية هذه الأمواج من وسط إلى آخر وفقاً لطبيعة الوسط وبنيته ولترددات الأمواج المستخدمة.

تتعرض الأمواج الكهرطيسية خلال انتشارها في الأوساط المادية لظواهر التشتت والانتشار والامتصاص، مما يؤدي إلى تخامدها، ويزداد التخامد بوجود العوائق الطبيعية (الجبال) أو الصنعية (الأبنية).

تعتبر ظاهرة امتصاص الأمواج الكهرطيسية من قبل وسط الانتشار من أهم المؤشرات على انتقال طاقة الأمواج إلى وسط الانتشار وهذا مؤشر على التفاعل المتبادل بين هذه الأمواج ومادة الوسط.

## واحدات القياس بحسب النظام الدولي (SI Units)

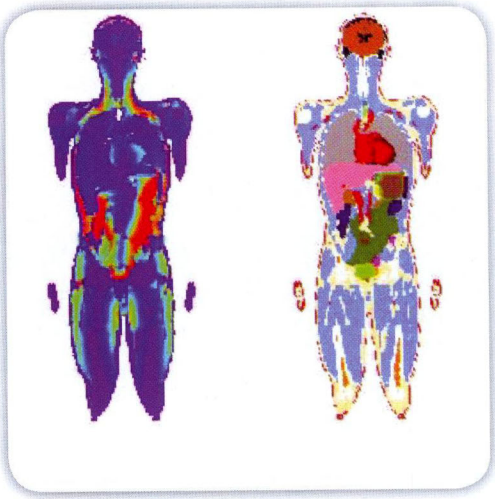
تقاس الأطوال الموجية بواحدة المتر[m] وأجزائه (الميلي (جزء من ألف)، المايكرو (جزء من مليون) والنانو (جزء من مليار)).

يعطى التردد بالهرتز [Hz] أو مضاعفاته (الكيلوهرتز، الميغاهرتز والغيغاهرتز).

تقدر شدة الحقل الكهربائي بالفولت/المتر [V/m]. وشدة الحقل المغنطيسي بالأمبير/المتر [A/m].

تقاس كثافة الاستطاعة المنتشرة حول منبع ما بواحدة الواط على المتر المربع .[W/m$^2$]

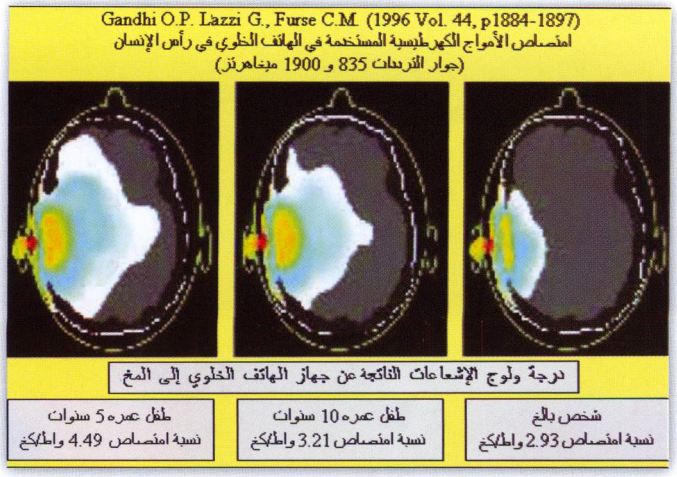
## الآثار البيولوجية للحقول الكهرطيسية



تؤثر الحقول الكهرطيسية على الشوارد الموجبة والسالبة وعلى حركتها وبالتالي تؤثر على الأنسجة الحية لوجود نسب هامة من الشوارد فيها.

يتناقص عمق مسار الأمواج المكروية داخل الجسم مع ازدياد التردد، وبسبب التمايز بين مختلف أجزاء الجسم في بنيتها وخواصها الكهربائية فقد اعتمد مفهوم معدل الطاقة النوعية الممتصة "Specific Energy Absorption Rate" ويرمز لها: "SAR" وتقدر بالواط على الكيلوغرام [W/Kg] وهي تختلف من نقطة إلى أخرى داخل الجسم بحسب طبيعة العضو المدروس.

تمتص الإشعاعات الكهرطيسية على شكل فوتونات تتعلق طاقتها بالتردد، وهي غير قادرة على إحداث التأين في الوسط، ولذلك تفسر آلية التأثير وفق نموذجين عامين هما الحراري وغير الحراري.




تمتص الشوارد الكهربائية الموجودة في الجسم الحي الحقول الكهرطيسية فترتفع حرارته، وتساعد حركة السوائل كالدم على إحداث التوازن الحراري خلال دقائق.

يتأثر الأطفال بشكل أكبر من البالغين بالحقول الكهرطيسية وذلك بسبب سرعة النمو ووجود نسبة أكبر من الشوارد في أجسامهم (يكون معدل الطاقة النوعية الممتصة "SAR" لدى الأطفال أكبر منه لدى البالغين).

## التأثير غير الحراري

يكمن الأثر غير الحراري في ظاهرة الاستقطاب في الجزيئات والخلايا فتتأثر عملية التبادل الخلوي وانتقال الشحن الكهربائية، حيث تلعب الشوارد المعدنية مثل الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد دوراً هاماً في فتح قنوات العبور في الجدار الخلوي أو إغلاقها.

أظهرت الدراسات أن للأمواج المكروية تأثيراً على مضخة الصوديوم والبوتاسيوم في الجدار الخلوي للكريات الحمراء في دم الإنسان وهذا يؤثر على التبادل الغذائي للكريات.

يزداد امتصاص الطاقة الكهرطيسية كلما اقترب طول القامة من نصف طول موجة الأشعة الواردة من هوائيات الإرسال حيث يعمل الجسم كهوائي استقبال (يمكن القيام بتجربة بسيطة من خلال لمس هوائي المذياع أو التلفاز باليد فيزداد وضوح الصوت أو الصورة).

## تأثير الحقول الناتجة عن خطوط نقل الطاقة

يشحن الإنسان في جوار خطوط نقل الطاقة الكهربائية بالتأثير، ويتم تفريغ الشحن الكهربائية تلقائياً عند التماس مع الأرض؛ بينما تولد الحقول المغنطيسية تيارات تحريضية دورانية داخل الجسم.

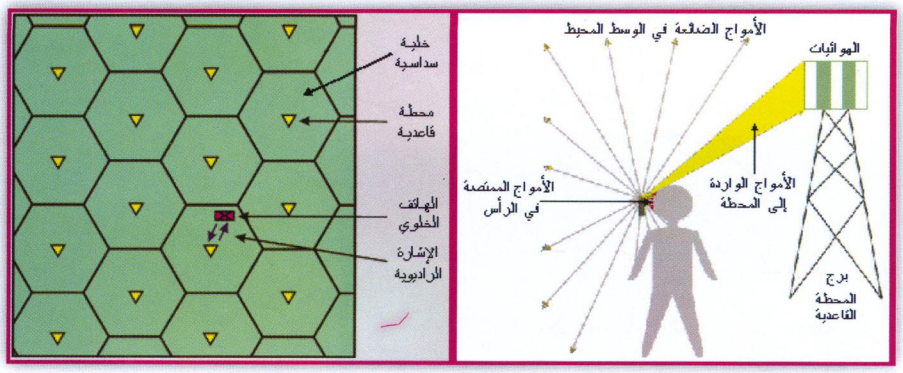
ينخفض مرور التيار بين الجسم والأرض عند ارتداء الأحذية العازلة ولهذا لا يحدث تفريغ للشحنة إلا عند ملامسة الأرض أو الأجسام الناقلة الموصولة بالأرض فتحدث صدمة كهربائية محسوسة.

يؤدي التعرض للحقول المغنطيسية إلى توليد تيارات دورانية داخل الجسم؛ كما أنه يمكن للحقول المغنطيسية العالية جداً أن تسبب ومضات وهمية في شبكية العين.

تستخدم الترددات في المجال 30KHZ وحتى 300GHZ بشكل واسع في البث الإذاعي والتلفزيوني وفي الاتصالات الخلوية وغيرها.

تستخدم محطات الإرسال والهواتف الخلوية في الوقت الحالي أمواج كهرطيسية مكروية عند ترددات تقع في جوار 900 ميغاهرتز و1800 ميغاهرتز.

كما تغطي محطات الإرسال مساحة محدودة حول أبراجها وفقاً لاستطاعتها وآلية عملها، وتأخذ مناطق التغطية أشكالاً سداسية تشبه في مجموعها خلايا النحل حيث يوضع البرج في مركز كل خلية.

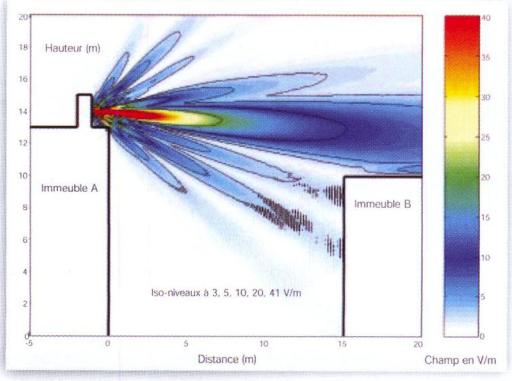



يوجد ثلاثة نماذج رئيسية لمحطات الخلوي وهي: أولاً: محطات كبيرة (ماكروسل) وتغطي مسافات كبيرة تزيد على عشرة كيلومترات. ثانياً: محطات متوسطة (ميكروسل) وتغطي مسافات صغيرة نسبياً تصل إلى عدة مئات من الأمتار. ثالثاً: المحطات الصغيرة جداً (بيكوسل) وتستخدم لدعم الشبكة الرئيسية في المناطق المحصورة.

يكون التعرض الناتج عن الهاتف الخلوي أكبر في الجزء المجاور له من جسم المستخدم أما بالنسبة لمحطات التقوية والإرسال فإنها تسبب التعرض لكامل الجسم ولكن غالباً بمستوى أقل مما يحدثه الهاتف الخلوي ذاته أثناء المكالمة الهاتفية.

نظرياً يكون الحقل الكهرطيسي داخل الجسم المجاور للهوائي (محطة بث أو هاتف خلوي) أقل بثلاث مرات تقريباً منه في محيط الهوائي (المكان نفسه بدون وجود الجسم).

بينت الأبحاث أن الهاتف الجوال يؤثر على المخ، و بما أن نمو المخ يستمر حتى فترة البلوغ فإن الأطفال والشبان الذين لا تتجاوز أعمارهم 18 عاماً هم بالنتيجة أكثر الناس عرضة لمخاطر الأمواج الكهرطيسية المستخدمة أنظمة الخلوي.




لتخفيض التعرض عند استخدام الهاتف النقال (الجوال) ينصح باستخدام الهاتف لفترات قصيرة لا تتجاوز عدة دقائق، وعدم استخدامه للمكالمات الطويلة الأمد.

إن استخدام الهاتف الجوال من قبل السائق أثناء قيادة السيارة يزيد من احتمال الوقوع في حوادث السير لانخفاض مستوى التركيز على عملية القيادة.

# حدود التعرض

يبين الجدول حدود التعرض الموصى بها لعموم الناس المعدة من قبل الهيئة الدولية للوقاية من الأشعة غير المؤيِّنة (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) بالتعاون مع عدد من الهيئات الدولية مثل منظمة الصحة العالمية (f هو التردد بحسب ما هو معطى في الجدول).

| المجال الترددي | الحقل الكهربائي E [V/m] | الحقل المغنطيسي H [A/m] | كثافة التدفق المغنطيسي B [μT] | كثافة الاستطاعة Seq [W/m²] |
|---|---|---|---|---|
| حتى 1 Hz | - | 32,000 | 40,000 | - |
| 1- 8 Hz | 10,000 | $32,000/f^2$ | $40,000/f^2$ | - |
| 8 - 25 Hz | 10,000 | 4,000/f | 5,000/f | - |
| 0.025 -0.8 kHz | 250/f | 4/f | 5/f | - |
| 0.8 - 3 kHz | 250/f | 5 | 6.25 | - |
| 3 - 150 kHz | 87 | 5 | 6.25 | - |
| 0.15 - 1 MHz | 87 | 0.73/f | 0.92/f | - |
| 1 - 10 MHz | $87/f^{1/2}$ | 0.73/f | 0.92/f | - |
| 10 - 400 MHz | 28 | 0.073 | 0.092 | 2 |
| 400 - 2000 MHz | $1.375f^{1/2}$ | $0.0037f^{1/2}$ | $0.0046f^{1/2}$ | 200/f |
| 2 - 300 GHz | 61 | 0.16 | 0.20 | 10 |

يقع عمل مجموعة الوقاية من الأشعة غير المؤيِّنة في دائرة الوقاية البشرية من قسم الوقاية والأمان ضمن خطة متكاملة في هيئة الطاقة الذرية السورية فيما يتعلق بالوقاية والأمان من المنابع المشعة واستخداماتها الطبية والبحثية. وضمن هذا المحور يتم إجراء دراسات ميدانية ومخبرية خدمية وبحثية فيما يتعلق بمنابع الأشعة غير المؤيِّنة وسبل الوقاية من مخاطرها المحتملة.

## إشارات التحذير

## توصيات ونصائح هامة

- وضع حدود التعرض قيد التنفيذ عند إنشاء خطوط نقل الطاقة والمحطات القاعدية للهاتف الخلوي ومحطات البث الإذاعية أو عند تصنيع الأجهزة الكهربائية وأجهزة الخلوي أو استيرادها.
- وضع محطات تقوية الخلوي بعيداً عن المدارس وعدم توجيه هوائياتها مباشرةً باتجاه الأبنية السكنية.
- عدم الاتصال والتحدث بواسطة الهاتف الخلوي إلا في الحالات الضرورية وعدم إطالة الحديث لفترات تزيد عن خمس دقائق في المكالمة الواحدة.
- منع الأطفال الذين تقل أعمارهم عن 15 عاماً من حمل الهاتف الخلوي واستخدامه إلا في حالات الضرورة القصوى ولفترات قصيرة جداً.
- وضع الهاتف الخلوي جانباً في محفظة بعيدة عن الجسم (الصدر والبطن) وعدم حمله بشكل دائم أو وضعه تحت الوسادة أو بالقرب من الرأس أثناء النوم.
- إبعاد خطوط نقل الطاقة بكافة أنواعها (جهد عال أو متوسط) عن المناطق السكنية والمدارس والمستشفيات ومد الكابلات ما أمكن تحت الأرض.
- إبعاد الأجهزة الكهربائية من غرف النوم وخاصة غرف نوم الأطفال.
- عدم استخدام أجهزة الميكروويف لتسخين المواد البروتينية والحبوب والبقول والحليب وأغذية الأطفال والحذر عند تناول الأطعمة المسخنة بواسطة هذه الأفران.
- بالرغم من وثوقية أجهزة التشخيص (الرنين المغنطيسي والأمواج فوق الصوتية (الإيكو)) فإنه ينصح بعدم استخدامها المتكرر إلا في حالات الضرورة وخاصة بالنسبة للنساء الحوامل.
- لمزيد من المعلومات، يمكن الاتصال بمجموعة الوقاية من الأشعة غير المؤينة في دائرة الوقاية البشرية في هيئة الطاقة الذرية السورية.


**الجمهورية العربية السورية**
**هيئة الطاقة الذرية**
**قسم الوقاية والأمان**
هاتف ٢١٣٢٥٨٠ - فاكس: ٦١١٢٢٨٩
البريد الالكتروني: atomic@aec.org.sy