مجلة جامعة الملك عبدالعزيز: العـــلوم، م٢٠ ع٢، ص ص: ٢٣-٣٩ (٢٠٠٨م/١٤٢٩هـ)

التلوث الإشعاعي بالتدفق المغنطيسي والمجال الكهربائي الصادر من الأجهزة المنزلية والمكتبية

محمد عبدالله الراجحي

الكلية التقنية بالرياض – المملكة العربية السعودية
Rajhi2000@hotmail.com

المستخلص. تعتبر الأجهزة المنزلية والمكتبية أهم مصادر الانبعاث الكهرومغنطيسي داخل المنازل والمكاتب، تم في هذا البحث قياس التدفق المغنطيسي لـــ (٤٩) جهازاً، وقياس المجال الكهربائي لبعض الأجهزة لمسافات مختلفة، مبتعدين تدريجياً عن المصدر كل عشرة سنتمترات. وكانت أعلى قراءة (٤٠٠٠٠٠ نانو تسلا) لمكينة حلاقة، إذا لم يكن يوجد مسافة بين المكينة و الكاشف، وعند الابتعاد مسافة (١٠ سم) تقل تلك القراءة الى (٢٠٠٠٠٠ نانو تسلا)، وهي أعلى بكثير من حدود التعرض الموصى بها من قبل (ICNIRP). كما أن أعلى قراءة مسجلة للمجال الكهربي كانت من مصابيح الفلوريسنت (١٥٠٠ فولت لكل متر)، اذا لم يكن يوجد مسافة بين المصباح والكاشف، وعند الابتعاد مسافة (١٠ سم) تقل تلك القراءة الى (٣٠٠ فولت لكل متر)، وهي أقل بكثير من حدود التعرض الموصى بها من قبل (ICNIRP). كما قورنت جميع القراءات (لبقية الأجهزة) لشدة المجال الكهربائي والمغنطيسي بحدود التعرض للمواصفات القياسية السويدية والحدود الصادرة من

المنظمة الدولية للحماية من الأشعة غير المؤينة ICNIRP. يلي ذلك اقتراح تحديد المسافة الآمنة.

كما أشار البحث لضرورة قيام الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس بدورها في تحديد الحد الأعلى المسموح به للانبعاث الإشعاعي لكل جهاز على حده، بتطبيق خطوات هذا البحث، وبموجب تلك الحدود يمكن فرض التقيد بذلك على كل من المستوردين والمصنعين المحليين ،حفاظاً على بيئة صحية ودرءًا لمخاطر إشعاعية محتملة.

مقدمة

الأجهزة المنزلية مصدر رئيسي للتلوث الكهرومغنطيسي داخل المساكن، كما أن الأجهزة المكتبية لها دورها بالتلوث الكهرومغنطيسي داخل المكاتب. وعلى الرغم من تغذية تلك الأجهزة بتيار كهربائي ٦٠ هرتز إلا أن ترددات كهرومغنطيسية أعلى من ذلك قد تنشأ من استخدام تلك الأجهزة وعلى سبيل المثال شاشات التلفزة، والكمبيوتر، والمايكروويف، والاتصال اللاسلكي، ومصابيح الأشعة فوق البنفسجية وغيرها، وبالرغم من أن التأثيرات الصحية مختلف فيها للإشعاعات الكهرومغنطيسية بحدود ٦٠ هرتز[١-٥٧]، مع ميلان كفة القائلين بعدم وجود علاقة جازمة بأمراض مثل السرطان و الزهايمر وغيره، إلا أنه يجب عدم إهمال تلك الأشعة، وخصوصا عندما تصل إلى الحدود العليا المسموح بها دولياَ. من جانب آخر يجب معرفة كثافة الفيض المغنطيسي للتردد الأعلى من ٦٠ هرتز (والصادرة من أجهزة تغذيتها ٦٠هرتز) وخصوصا تلك الموجات المنبعثة من الأجهزة المنزلية في الترددات في المدى (1kHz – 10^7GHz)، والتي ثبت ارتباطها بالتأثيرات الصحية ومختلف الأمراض السرطانية وخصوصاَ للأطفال والحوامل، وهو موضوع بحث آخر.

ما سوف يقدم في هذا البحث، هو عرض لشدة المجال الكهربائي والفيض المغنطيسي لبعض الأجهزة المنزلية والمكتبية ذات التردد ٦٠ هرتز، وتأثير

تغير المسافة عن المصدر. إن الهدف من هذا البحث هو معرفة أي الأجهزة أكثر إصداراً لتلك المجالات، وما هي المسافة الآمنة التي يفضل أن يبتعد عنها، ومقارنة تلك القراءات بالحدود الوطنية لبعض الدول وبعض المنظمات الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين، ثم عرض التوصيات التي تساعد في التقليل من أثر تلك الأشعة.

حدود التعرض

تم مناقشة حدود التعرض في بحث سابق[١] بشكل مفصل بالإضافة إلى ذكر الهيئات الوطنية لبعض الدول والهيئات الدولية العاملة بهذا المجال، كما تم مناقشة أسباب الاختلاف في تقرير حدود التعرض بشكل مفصل أيضا، والأدلة التي بنى عليها كل طرف تلك الحدود[١]. الجدولان ١ و ٢ يستعرضات أهم حدود التعرض للمجال المغنطيسي والكهربائي من منظمات وهيئات وطنية ودولية عبر العالم.

جدول ١. حدود التعرض للمجال المغنطيسي[١].

المنظمة أو الدولة	السنة	كثافة الفيض (nT)
SWEDISH STANDARDS	1990	250
Parts of ITALY	2000	250
QUEENSLAND AUSTRALIA	2000	400
NCRP	1996	1000
SWISS	1999	1000
ICNIRP	1998	83300
(AUSTRALIA) NHMRC	1989	100000
(USA) ACGIH	2000	100000
CENELEC	1995	533000
(USA) IEEE	2002	904000
(UK) NRPB	1993	1333000
USSR	1975	1760000
GERMANY	1989	5000000

جدول ٢. حدود التعرض للمجال الكهربائي[١].

المنظمة أو الدولة	السنة	شدة المجال (v/m)
SWEDISH STANDARDS	1990	25
(USA) ACGIH	1998	1000
ICNIRP	1998	4166
USSR	1975	5000
(AUSTRALIA) NHMRC	1989	5000
(USA) IEEE	2002	5000
CENELEC	1995	8333
(UK) NRPB	1993	10000
POLAND	1980	15000
GERMANY	1989	20600

القياسات

جمعت أنواع مختلفة من الأجهزة المنزلية لها قدرات كهربائية مختلفة، وتم قياس المجال المغنطيسي لها عند مسافات مختلفة، كما يوضحه الجدول ٣. كما تم قياس المجال الكهربائي لبعض الأجهزة التي تولد جهود كهربائية عالية، كما يوضحه الجدول ٤.

الأجهزة المستخدمة

استخدم لقياس الفيض المغنطيسي ٦٠ هرتز Triaxial ELF Magnetic Field Meter

من شركة SYPRIS F.W.BELL (USA) وجهازين للمعايرة من شركة

INTEGRITY DESIGN & RESEARCH CO (USA). Model IDR-109-119

والآخر من شركة AARONIA AG (GERMANY) جميعها تحمل شهادات معايرة. كما استخدم لقياس شدة المجال الكهربائي ٦٠ هرتز جهازين من شركة AlphaLab, Inc. (USA) وكذلك من شركة AARONIA AG

الأجهزة جميعها عبارة عن أجهزة رقمية، وفكرة عملها هو قياس الفيض الكهرومغنطيسي الداخل في نافذة الكاشف، وحيث أن مساحة نافذة الكاشف معلومة، يمكن إخراج شدة المجال عن طريق المعايرة الداخلية المبني عليها تصميم الجهاز، ولا تحتاج تلك القيم إلى أي معالجة رياضية عدا تحويل الوحدات.

معايرة أجهزة القياس

تعاير الأجهزة عن طريق كشف كثافة الفيض الصادر من سلك وحيد ممدود بشكل مستقيم يحمل تيارًا مترددًا معلومًا، حيث تتناسب كثافة الفيض عكسياً مع المسافة وفق المعادلة التالية:

$$\vec{B} = \frac{2\vec{i}}{r}$$

حيث أن (B) شدة المجال المغنطيسي بالملي جاوس، و(i) شدة التيار المتردد بالأمبير، و(r) المسافة العمودية بين السلك و نافذة الجهاز بالمتر.

وحيث أن القراءة بالأجهزة المستخدمة تعطى بوحدة الملي جاوس، يتم تحويلها للنظام الدولي للوحدات المعمول به في هذا البحث.

جدول ٣. تغير الفيض المغنطيسي المنبعث من مجموعة من الأجهزة المنزلية مع المسافة، والأرقام باللون الغامق تشير إلى كثافة الفيض الأعلى من الحدود المسموح بها على أساس المقاييس السويدية وهي ٢٥٠ نانو تسلا.

الجهاز ٢٢٠ فولت /المسافة (سم)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
ماكينة حلاقه	400000	200000	6200	2250	950	450	350	190	90	50	30	15	10			
مصممة شعر(تجعيد وبرم)	50	50	10													
آلة فرد الشعر	20100	170	40	10												
استشوار	540	120	40	20	10											
آلة مساج	8000	1080	320	20	60	30	10									
آلة تصنيع بيتزا	17000	960	60	30	10											
شوايه	21300	9400	3200	1400	710	400	260	160	110	80	60	40	25	17	10	
فرن	1770	470	180	90	30	20	10									
خلاطه فواكة	10000	1820	600	260	130	80	50	30	20	20	10					
خلاطه خضار	8850	2240	840	400	210	120	90	50	40	30	30	20	10			
عصارة فواكه	3200	1150	550	290	110	70	50	40	30	20	20	10				
عين حاره (طبخ)	1670	220	70	30	20	20	10									
مكوى سفري	650	230	110	90	30	20	10									
مكوى	5200	900	190	60	10											
آلة لحام رصاص	60000	27000	8900	8900	2100	1190	750	500	360	260	160	100	80	60	50	35
فاره كهربائيه	20900	10000	3680	820	730	170	100	80	60	50	40	30	20	20	10	
دريل	12800	2210	630	240	120	70	40	30	20	10						
مسدس غراء	30	10														
مروحة ارضية صغيرة	610	170	60	30	20	10										
مروحة ارضية (١)	300	80	40	20	10											
مروحة ارضية (٢)	31500	2000	300	100	30	20	10									
مروحة شفط	1200	320	90	20	10											
لمبه فلوروسنت	50	20	10													
مكيف نافذه 18000 Btu	1500	970	550	340	210	140	100	70	60	40	30	20	10			
الجهاز ٢٢٠ فولت /المسافة (سم)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
مكيف بارد نافذه 12000 Btu	1040	300	160	110	80	50	50	30	20	10						
مكيف حار نافذه	5200	1900	860	450	240	150	100	70	60	40	30	20	20	10		
مكيف فريون مفصول 12000Btu	500	230	130	70	50	40	30	20	10							

جدول ٣. تابع.

مكيف فريون مفصول 18000Btu	4000	600	180	50	20	20	10									
مكيف فريون مفصول كاسيت 24000 Btu	1500	600	400	300	200	100	50	30	30	20	10					
غلاية	6200	1000	260	110	90	60	30	20	10							
برادة	80	70	50	20	10											
فريزر	650	410	200	130	80	60	40	30	30	20	10					
مدفأه	2850	1390	690	380	220	110	90	70	50	40	30	20	10			
مصيدة حشرات	5150	2310	1130	590	340	210	130	90	60	40	20	20	10			
ملطفة الجو	12600	3830	1590	780	440	270	170	110	80	50	30	20	20	10		
مضخة ماء	50000	22000	7800	3580	1830	1070	960	1230	400	300	200	100	90	80	40	40
طابخة وقلاية	1280	660	390	250	170	120	90	60	50	40	30	20	20	10		
تلفزيون 14in	4100	2290	1000	590	300	200	140	110	80	70	40	40	10			
تلفزيون 29in	4500	2530	1420	860	580	380	280	200	150	120	100	80	70	60	40	30
فيديو	50	20	10													
بلاي ستيشن	170	70	40	10												
كمبيوتر محمول	40	10														
كمبيوتر PC	30	10														
شاشة 15in	1940	750	320	160	100	50	40	30	20	10						
طابعة ليزر	900	190	20	20	10											
فاكس ليزر	900	250	80	10												
كمرة فيديو	25	10														
ستريو	400	200	90	40	20	10										
فرشاة اسنان كهربائية	4200	100	40	20	10											

جدول ٤. انبعاث المجال الكهربائي من بعض الأجهزة.

الجهاز ٢٢٠ فولت /المسافة (سم)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
تلفزيون 29in	320	220	120	50	40	30	10	10	8	7	7
مكيف نافذة 12000 Btu	512	230	160	100	87	70	60	50	30	20	10
لمبه فلوروسنت	1500	300	150	113	60	50	40	35	25	18	9
شاشة 15in	400	260	100	70	40	20	13	15	8	8	7
مصباح	500	200	100	90	70	40	30	18	17	11	8
تلفزيون 14in	800	300	140	73	64	30	15	5	5	4	4
مكيف حار نافذة	1000	300	200	190	120	90	70	52	28	15	9
مصيدة حشرات	1080	411	309	183	100	52	30	24	12	7	5

المناقشة

المجال المغنطيسي

لكي نأخذ تصورا أكثر شمولية، فلعله من المفيد أن نقارن التلوث الكهرومغنطيسي مع ما ذكرناه في بحوث سابقة لمصادر التلوث الكهرومغنطيسي للترددات الضعيفة جداً. فشبكة التمديدات (الأسلاك) داخل المباني يمكن أن تكون مصدراً للمجال المغنطيسي إذا كان هناك خطأ فني مرتكب، عندها نقول أن هناك انتهاك لقوانين التوصيل الكهربائي، ولا بد من إعادة التسليك وفقاً لقواعد (NEC) أو (IEC). الأخطاء المرتكبة بهذه الطريقة قد تكون أعلى بكثير مما تصدره الأجهزة الكهربائية المنزلية، ولكن هذا النوع يمكن تلافيه بتطبيق قوانين الهيئات المشرعة، لكن بالنسبة للتلوث الكهرومغنطيسي الصادر من خطوط الضغط العالي، فيصعب تلافيه بالطرق الفنية، ويصل مقداره إلى ٥٠٠٠ نانو تسلا تحت خطوط الضغط، ويصل إلى ٥٠٠ نانو تسلا بعد ١٠٠ متر[٢]. هذا الحد من الإشعاع ولّدَ كثيراً من الخوف لدى الناس من إقامة المساكن قرب خطوط الضغط العالي، والمفارقة هنا أن التلوث الذي تسببه الأجهزة الكهربائية المستخدمة داخل المنازل قد تصل إلى أضعاف المجال المغنطيسي منه تحت خطوط الضغط العالي مباشرةً، وعشرات الأضعاف أعلى منه عند حافة الطريق التي تمر به تلك الخطوط. وكمثال لذلك، فإن قراءة المجال المغنطيسي لأقرب مبنى يلي خطوط الضغط العالي في مدينة الرياض هو ٥٠٠ نانو تسلا[٢] ، بينما تصدر مكينة حلاقة ٤٠٠٠٠٠ نانو تسلا، انظر الجدول ٣ ، ولكن الملاحظة المهمة هنا هو التناقص السريع لكثافة الفيض الصادر من الأجهزة، مقارنة بما هو حاصل من خطوط الضغط العالي وسبب التناقص في الفيض مع زيادة المسافة في الحالات المثالية، يمكن حسابها نظريا بمعرفة شدة التيار، والبعد، والشكل الهندسي للدائرة، وعلى سبيل المثال فإن

التناقص من مصدر خطي هو مقلوب المسافة أي اذا كانت القراءة هي x من مصدر خطي على بعد متر واحد، فإن القراءة تصبح ٠,٥x على بعد مترين وهكذا، وأما اذا كان المصدر عبارة عن ملف دائري فإن النقص سوف يتناسب مع مقلوب مكعب المسافة، أي إذا كانت القراءة هي x من مصدر على شكل ملف بعد متر واحد، فإن القراءة سوف تكون (١/٨)x بعد مترين وهكذا.

المشاهد للجدول ٣ يبدو له وجود نوع من التناقض، حيث أنه قد يوجد جهاز له قدرة استهلاكية أكبر، يبعث مجالاً مغنطيسيا أقل من جهاز له قدرة استهلاكية أصغر، والحقيقة أن الانبعاث المغنطيسي لجهاز ما، يعتمد على تصميم الجهاز، ويمكن بطبيعة الحال تحسين أو تقليل التدفق المغنطيسي بتطوير التصميم إلى حد ما (انظر مروحة أرضية (١) و مروحة أرضية (٢) جدول٣ لهما نفس القدرة الاستهلاكية، ولكن ينبعث منهما مجالاً مغنطيسيًّا مختلفًا بسبب الاختلاف في تصميم الدائرة الكهربائية). وهذا الدور يجب أن تلعبه الهيئات الوطنية للمواصفات والمقاييس عن طريق وضع حد أعلى للتدفق المغنطيسي لكل جهاز، مما يضطر الشركات المصنعة لتطوير تصاميم أجهزتهم، للحفاظ على بيئة صحية. يجدر الإشارة إلى شيء مهم، وهو استخدام جهد أقل لجهاز ما، يعني انبعاث أكبر للمجال المغنطيسي في أغلب الحالات، وهذا يعني أفضلية استخدام الجهد ٢٢٠ فولت بدلاً من الجهد ١٢٧ فولت، كما توصل إلى ذلك في بحث سابق[٥٦-٥٧].

المسافة الآمنة

لمناقشة المسافة الآمنة لجميع الأجهزة يجب تحديد أي المنظمات أو الهيئات الوطنية أو الدولية يمكن أن تعتمد كمرجع لحدود التعرض، لأن هذا سيلعب دوراً كبيرا في تحديد المسافة الآمنة، وسوف أوضح ذلك في حالتين:

الحالة الأولى

هي الحالة الأكثر حيطة، وهي الأخذ بالمواصفات القياسية السويدية لحدود التعرض، أي لا يتجاوز التعرض الـ (٢٥٠) نانو تسلا.

بالنظر للجدول ٣ فإن معظم الأجهزة تشع أكثر من الحد المسموح به، وبعد مسافة عشرة سنتمترات يمكن استبعاد كثير من الأجهزة، وبعد مسافة (٥٠) سنتمترًا لا يبقى إلا (٦) أجهزة من (٤٩) جهازًا تشع فيضًا مغنطيسيًا أكبر من الحد المسموح به، ولكن بعد (١٠٠) سنتمتر، جميع الأجهزة تكون تحت الحد الذي ينبغي عدم تجاوزه. وعلى هذا نقول أن أفضل مسافة يجب أن تبعد الأجهزة عن مكان الجلوس أو النوم هي متر واحد على الأقل.

الحالة الثانية

هي الأخذ بالحدود الصادرة من المنظمة الدولية للحماية من الأشعة غير المؤينة ICNIRP، وفي هذه الحالة فإن جميع الأجهزة تعتبر تحت الحد المسموح به للفيض المغنطيسي بعد (٢٠) سنتمترًا.

وقد أوصي في عدة دراسات سابقة[١-٤] بتبني ما يصدر عن المنظمة ICNIRP من توصيات، ومن حدود للتعرض، نظرا للحيثيات التي تم مناقشتها في بحث سابق[١]، وهي الأسس التي قامت عليها تلك المنظمة في تحديد الخطر الذي قد يلحق بالإنسان جراء تعرضه للأشعة الكهرومغنطيسية، حيث أنها الأدلة الأكثر منطقية في نظر الكثير من الباحثين في هذا الحقل، ورغم هذا فالأخذ بالحالة الأحوط والتقليل من استخدام الأجهزة الكهربائية قدر الإمكان هو الأمر الأفضل.

المجال الكهربائي

ينتج المجال الكهربائي من أي موصل يحمل جهداً معيناً، وبطبيعة الحال فيكون تردد المجال الكهربائي نفس تردد التيار المحمول، والمجال الكهربائي

للتردد ٦٠ هرتز يمكن صده أو حجبه بنسب عالية بحسب المواد العازلة، ويمكن قراءة شدة المجال الكهربائي على بعد ١٠سم من سلك يحمل جهداً ١٢٧ فولت بحدود ٣٥٠ فولت/متر، وإذا كان داخل جدار فتكون القراءة بحدود ١٥٠ فولت/متر، وبعد مسافة ٥٠ سم تنقص الشدة إلى ٧ فولت/متر، وتختلف شدة المجال على حسب طبيعة مواد الوسط الذي يعبره المجال.

بمقارنة المجال الكهربائي داخل المنزل، والمجال الكهربائي، لخطوط الضغط العالي ٤٨٠ كيلو فولت فإن المجال تحت خطوط الضغط العالي يكون بحدود ١٠[٤] فولت/متر، و ٥٠٠ فولت/متر، بعد ١٠٠ متر[٣]، وهذا يعني أن التلوث الإشعاعي بالمجال الكهربائي داخل المباني يعتبر ضعيفاً. ولكن التلوث الإشعاعي للمجال الكهربائي لبعض الأجهزة الكهربائية قد يكون عالياً نسبياً بسبب إنتاجها لجهود كهربائية عالية، مثل مصابيح الفلوريسنت، وجهاز صائد الحشرات، وشاشات التلفزة، والكمبيوتر. وفي الجدول ٤ بعض من تلك الأجهزة المستخدمة داخل المنزل.

وبمقارنة تلك القراءات في الجدول٤ بحدود التعرض الدولية في الجدول ٢ نجد أنها تتجاوز الحد المسموح به للتعرض بالنسبة للمقاييس السويدية على بعد أقل من (٤٠) سنتمترًا، ولا تتجاوز الحدود المسموح بها بعد (٩٠) سنتمترًا، كما أن جميعها تصدر مجالاً كهربائيا ضمن الحدود المسموح بها فيما يخص المنظمة الدولية للحماية من الأشعة غير المؤينة ICNIRP، وينطبق على المجال الكهربائي ما ذكرناه عن المجال المغنطيسي من ناحية المسافة الآمنة.

التوصيات

- وضع حدود تعرض لكل من الفيض المغنطيسي والمجال الكهربائي لكل جهاز تتبناه الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس، ولا يسمح بموجبه تصنيع

أي جهاز محلياً، أو استيراد جهاز من الخارج له انبعاث أعلى من الحد المسموح به.

- البعد عن كل جهاز المسافة الآمنة وفقاً للجدولين ٣ و ٤.
- سرعة التحول إلى الجهد الدولي (٢٣٠) فولت، لما له من دور في تخفيض التدفق المغنطيسي.

المراجـــع

[١] **الراجحي، محمد عبدالله**، تقييم مخاطر الأشعة الكهرومغناطيسية غيـــر المؤينـــة ذات التردد الضعيف جـــداً ELF الصـــادرة من التيـــارات الكهربيـــة ٦٠/٥٠ هرتز والآثار الحيوية السلبية لها و المنظمات المشرعة لحدود التعرض، جامعة الملك عبدالعزيز، *مجلة العلوم*، ١٨ (١٤٢٧).

[٢] **الراجحي، محمد عبدالله**، كثافة الفيض المغناطيسي الصادر من خطوط الضغط العالي في مدينة الرياض والمسافة الآمنة، *المؤتمر التقني السعودي الثالـــث، الجـــزء الرابع*، الرياض (١٤٢٥هـــ).

[٣] **الراجحي، محمد، عبدالله**، شدة المجال الكهربائي الصادر من خطوط الضغط العالي في مدينة الرياض والمسافة الآمنة، *المؤتمر التقني السعودي الثالـــث، الجـــزء* الرابع، الرياض (١٤٢٥هـــ).

[٤] **الراجحي، محمد عبدالله**، و **الشايب، سعد محمد**، بحث في حدود التعـــرض الأشـــعة فوق البنفسجية للأطوال الموجية (180-400nM) والمنظمـــات المـــشرعة لهـــا، *المؤتمر التقني السعودي الثالث*، الرياض (١٤٢٥هـــ).

[٥] **الراجحي، محمد عبدالله**، و **القعود، أحمد محمد**، إمكانية توحيد الجهـــد (١٢٧-٢٢٠ فولت) في منطقة الرياض وجميع مناطق المملكة، *المؤتمر التقنـــي الـــسعودي الثاني*، الجزء الثاني، الرياض (١٤٢٣هـــ).

[٦] **الراجحي، محمد عبدالله**، توحيد الجهد الكهربائي في المملكة العربية السعودية بـــدون تكاليف، *ندوة ازدواج الجهد في المملكة و الآثار الناتجة عنه وطرق حلها*، الهيئة العربية السعودية للمواصفات والمقاييس الرياض (١٤٢٤/١١/٢١هـــ).

[٧] **Fedrowitz, M., Kamino, K.** and **Loscher, W.,** Significant differences in the effects of magnetic field exposure on 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-induced mammary carcinogenesis in two substrains of Sprague-Dawley rats, *Cancer Res,* **64:** 243-251 (2004).

[٨] **Lai, H.** and **Singh, N.P.,** Magnetic field-induced DNA strand breaks in brain cells of the rat, *Environ Health Perspect,* On Line 26-Jan, (2004).

[٩] **Feychting, M., Jonsson, F., Pedersen, N.L.** and **Ahlbom, A.,** Occupational magnetic field exposure and neurodegenerative disease, *Epidemiology*, **14**:413-419 (2003).

[١٠] **Hakansson, N., Gustavsson, P., Johansen, C.** and **Floderus, B.,** Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields, *Epidemiology*, **14:** 420-426 (2003).

[١١] **Harmanci, H., Emre, M., Gurvit, H., Bilgic, B., Hanagasi, H.** and **Gurol, E.,** Risk factors for Alzheimer disease, a population based case-control study in Istanbul, Turkey, *Alzheimer Dis Assoc Disord*, **17:** 139-145 (2003).

[١٢] **Tynes, T., Klæboe, L.** and **Haldorsen, T.,** Residential and occupational exposure to 50Hz magnetic fields and malignant melanoma, a population based study, *Occupational and Environmental Medicine*, **60:** 343-347 (2003).

[١٣] **Charles, L.E., Loomis, D., Shy, C.M., Newman, B., Millikan, R., Nylander-French, L.A.** and **Couper**, **D.,** Electromagnetic fields, polychlorinated biphenyls, and prostate cancer mortality in electric utility workers, *Am. J. Epid.,* **157:** 683-691 (2003).

[١٤] **Pirozzoli, M., C., Marino, C., Lovisolo, G.A., Laconi, C., Mosiello, L.** and **Negroni, A.,** Effects of 50Hz electromagnetic field exposure on apoptosis and differentiation in a neuroblastoma cell line, *Bioelectromag*, **24:** 510-516 (2003).

[١٥] **Zhu, K., Hunter, S., Payne-Wilks, K., Roland, C.L.** and **Forbes, D.S.,** Use of electric bedding devices and risk of breast cancer in African- American women. *Am. J. Epid.,* **158:** 798-806 (2003).

[١٦] **Wertheimer, N.** and **Leeper, E.,** Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am. J. Epid.,* **109:** 273-284 (1979).

[١٧] **Fulton, J. P., Cobb, S., Preble, L., Leone, L.,** and **Forman, E.,** Electrical wiring configurations and childhood leukemia in Rhode Island, *Am. J. Epid.,* **111:** 292-296 (1980)**.**

[١٨] **Tomenius, L.,** 50Hz electromagnetic environment and the incidence of childhood tumors in Stockholm County, *Bioelectromag***, 7:** 191-207 (1986).

[١٩] **Savitz, D.A. and Wachtel, H.,** Case-control study of childhood cancer and exposure to 60 Hz magnetic fields, *Am. J. Epid.,* **128:** 21-38 (1988).

[٢٠] **London, S.J., Thomas, D.C., Bowman, J.D., Sobel, E., Cheng, T.C.** and **Peters, J.M.,** Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia, *Am. J. Epid.,* **134**: 923-937 (1991).

[٢١] **Myers, A., Clayden, A., Carwright, R.** and **Cartwright, S.,** Childhood cancer and overhead powerlines, a case-control study. *Brit. J. Cancer*, **62:** 1008-1014 (1990).

[٢٢] **Coleman, M.P., Bell, C., Taylor, H.** and **Primic-Zakelj M.,** Leukemia and residence near electricity transmission equipment, a case-control study, *Brit. J. Cancer,* **60:** 793-798 (1989).

[٢٣] **Goheen, S.C., Gaither, K., Anantatmula, S.M., Mong, G.M., Sasser, L.B.** and **Battelle**, D.L., Corona discharge influences ozone concentration near rats, *Bioelectromag***,** 25:107-113 (2004).

[٢٤] **Feychting, M.** and **Ahlbom, A.,** Magnetic Fields and Cancer in Children Residing near Swedish High Voltage Power Lines, *Am. J Epid.,* **138:** 467-481 (1993).

[٢٥] **Verkasalo, P.K., Pukkala, E.** and **Hongisto, M.Y.,** Risk of cancer in Finnish children living close to power lines, *Brit. Medical J.,* **307:** 895-899 (1993).

[٢٦] **Ahlbom, A., Feychting, M., Koskenvuo, M., Olsen, J.H., Pukkala, E., Schulgen, G.** and **Verkasalo, P.,** Electromagnetic Field and Childhood cancer, *Lancet*, **342:** 1295-1296 (1993).

[٢٧] **Petridou, E., Kassimos, D., Kalmanti, M., Kosmidou, H., Haidas. S., Flytzani, V., Tong, D.** and **Trichopoulos, D.,** Age of Exposure to Infections and Risk of Childhood Leukaemia, *Brit. Medical J.,* **307:** 774 (1993).

[٢٨] **Green, L.M., Miller, A.B.** and **Agnew, D.A.,** Childhood leukemia and personal monitoring of residential exposures to electric and magnetic fields in Ontario, *Canada. Cancer Causes Control,* **10:** 233-243 (1999).

[٢٩] **Olsen, J.H., Nielsen, A.** and **Schulgen, G.,** Residence near high voltage facilities and risk of cancer in children, *Brit. Medical J.,* **307:** 891-895 (1993).

[٣٠] **Feychting, M.** and **Ahlbom, A**., Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high voltage Power Lines, *Am. J. Epid.,* **7:** 467-481 (1993).

[٣١] **Linet, M.S., Hatch, E.E., Kleinerman, R.A., Robison, L.L., Kaune W.T., Friedman D.R., Severson, R.K., Haines, C.M., Hartsock, C.T., Niwa, S., Wacholder, S.** and **R.E., Tarone,** Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children, *New England J. Medicine,* **337:** 1-7 (1997).

[٣٢] **McBride, M.L., Gallagher, R.P.** And **Theriault. G.,** Power frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada, *Am. J. Epid.,* **149:** 831-842 (1999).

[٣٣] **Feychting, M.** and **Ahlbom, A.,** *Magnetic Fields and Cancer in People Residing near Swedish High Voltage Power Lines*, Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institute, Stockholm (1992).

[٣٤] **Hakansson, N., Gustavsson, P., Sastre, A.** and **Floderus, B.,** Occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and mortality from cardiovascular disease, *Am. J. Epid.,* **158:** 534-542 (2003).

[٣٥] **Phillips, R.D.,** Biological effects of electrical fields on miniature pigs. *Proceedings of the Fourth Workshop of the US/USSR Scientific Exchange Program on Physical Factors in the Environment,* June, 21-24, (1983).

[٣٦] **Phillips, R.D.,** Biological effects of 60Hz electric fields on small and large animals. In: Biological effects of static and low frequency electromagnetic fields, *Proceedings of the US/USSR Scientific Exchange Program on Physical Factors Symposium, Kiev, USSR, May 4-8,* (1981).

[٣٧] **Rommereirn, D.N.** and **Kaune, W.T.,** Reproductive and teratologic evaluation in rats chronically exposed at multiple strengths of 60Hz electric fields, *Abstracts of 10th Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society, June 19-23* (1988).

[٣٨] **Heredia-Rojas, J.A., Caballero-Hernandez, D.E., Rodriguez-de la Fuente, A.O., Ramos-Alfano, G.** and **Rodriguez-Flores, L.E.,** Lack of alterations on meiotic chromosomes and morphological characteristics of male germ cells in mice exposed to a 60Hz and 2.0 mT magnetic field, *Bioelectromag,* **25:** 63-68 (2004).

[٣٩] **Stronati, L., Testa, A., Villani, P., Marino, C., Lovisolo, G.A., Conti, D., Russo, F., Fresegna, A.M.** and **Cordelli, E.,** Absence of genotoxicity in human blood cells exposed to 50Hz magnetic fields as assessed by comet assay, chromosome aberration, micronucleus and sister chromatic exchange analyses, *Bioelectromag,* **25:** 41-48 (2004).

[٤٠] **Selmaoui, B., Aymard, N., Lambrozo, J.** and **Touitou, Y.,** Evaluation of the nocturnal levels of urinary biogenic amines in men exposed overnight to 50Hz magnetic field, *Life. Sci.,* **73:** 3073-3082 (2003).

[٤١] **Touitou, Y., Lambrozo, J., Camus, F.** and **Charbuy, H.,** Magnetic fields and the melatonin hypothesis, a study of workers chronically exposed to 50Hz magnetic fields, *Am. J. Physiology*, **284:** R1529-R1535 (2003).

[٤٢] **Warman, G.R., Tripp, H., Warman, V.L.** and **Arendt, J.,** Acute exposure to circularly polarized 50Hz magnetic fields of 200-300 mT does not affect the pattern of melatonin secretion in young men, *J. Clin Endocrin Metab*, **88:** 5668-5673 (2003).

[٤٣] **Kurokawa, Y., Nitta, H., Imai, H.** and **Kabuto, M.,** Acute exposure to 50Hz magnetic fields with harmonics and transient components, lack of effects on nighttime hormonal secretion in men, *Bioelectromag,* **24:** 12-20 (2003).

[٤٤] **Kurokawa, Y., Nitta, H., Imai, H.** and **Kabuto, M.**, Can extremely low frequency alternating magnetic fields modulate heart rate or its variability in humans? *Auton Neurosci-Basic Clin*, **105:** 53-61 (2003).

[٤٥] **Schoenfeld, E.R., O'Leary, E.S., Henderson, K., Grimson, R., Kabat, G.C., Ahnn, S.** and **Kaune, W.T.,** Electromagnetic fields and breast cancer on Long Island, A case-control study, *Am. J Epid.,* **158:** 47-58 (2003).

[٤٦] **Chung, M.K., Kim, J.C., Myung, S.H.** and **Lee, D.I.,** Developmental toxicity evaluation of ELF magnetic fields in Sprague-Dawley rats, *Bioelectromag,* **24:** 231-240 (2003).

[٤٧] **McLean, J.R., Thansandote, A., McNamee, J.P., Tryphonas, L., Lecuyer, D.** and **Gajda, G.,** A 60Hz magnetic field does not affect the incidence of squamous cell carcinomas in SENCAR mice, *Bioelectromag,* **24:** 75-81 (2003).

[٤٨] **Nakasono, S., Laramee, C., Saiki, H.** and **McLeod, K.J.,** Effect of power frequency magnetic fields on genome-scale gene expression in *Saccharomyces cerevisiae*, *Rad. Res.,* **160:** 25-37 (2003).

[٤٩] **Santini, M.T., Rainaldi, G., Ferrante, A., Indovina, P.L., Vecchia, P.** and **Donelli, G.,** Effects of a 50Hz sinusoidal magnetic field on cell adhesion molecule expression in two human osteosarcoma cell lines (MG-63 and Saos-2). *Bioelectromag,* **24:** 327-338 (2003).

[٥٠] electromagnetic Fields (ELF-EMF) on the frequency of micronuclei and sister chromatid exchange in human lymphocytes induced by benzo(a) pyrene, *Toxicol Let,* **143:** 37-44 (2003).

[٥١] **Verheyen, G.R., Pauwels, G., Verschaeve, L.** and **Schoeters, G.,** Effect of coexposure to 50Hz magnetic fields and an aneugen on human lymphocytes, determined by the cytokinesis block micronucleus assay, *Bioelectromag,* **24:** 160-164 (2003).

[٥٢] **Ikeda, K., Shinmura, Y., Mizoe, H., Yoshizawa, H.,Yoshida, A., Kanao, S., Sumitani, H., Hasebe, S., Motomura, T., Yamakawa, T., Mizuno, F., Otaka, Y.** and **Hirose, H.,** No effects of extremely low frequency magnetic fields found on cytotoxic activities and cytokine production of human peripheral blood mononuclear cells *in vitro*, *Bioelectromag,* **24:** 21-31 (2003).

[٥٣] **Ahlbom, A., Albert, E.N., Fraser-Smith, A.C., Grodzinsky, A.J., Marron, M.T., Martin, A.O., Persinger, M.A., Shelanski, M.L.** and **Wolpow, E.R. Biological Effects of Power Line Fields**. In: *New York State Power Lines Project*, Scientific Advisory Panel Final Report. New York, 67-87 (1987).

[٥٤] **London, S.J., Pogoda, J.M., Hwang, K.L., Langholz, B., Monroe, K.R., Kolonel. L.N., Kaune, W.T., Peters, J.M.** and **Henderson, B.E.,** Residential magnetic field exposure and breast cancer risk, a nested case-control study from a multiethnic cohort in Los Angeles County, California, *Am. J. Epid.,* **158:** 969-980 (2003).

[٥٥] **Willett, E.V., Mckinney, P.A., Fear, N.T., Cartwright, R.A.** and **Roman, E.,** Occupational exposure to electromagnetic fields and acute leukaemia, analysis of a case-control study, *Occupational and Environmental Medicine*, **60:**577-583 (2003).

[٥٦] **Kabat, G.C., O'Leary, E.S.** and **Schoenfeld, E.R.,** Electric blanket use and breast cancer on Long Island, *Epidemiology*, **14:** 514-520 (2003).

[٥٧] **Bonnell, J.A., Broadbent, D.E., Lee, W.R., Male, J.C., Norris, W.T.** and **Stollery, B.T.,** Research on biological effects of power frequency fields, *Proceedings of the International Conference on Large High voltage Electric Systems, Paris, Paper* 36-08. August 27 – September 4 (1986).

Radiative Pollution by the Electric and Magnetic Fluxes Resulting from the Domestic and Offices Appliances

M. Al-Rajhi
Technical College-Riyadh- Saudi Arabia
Rajhi2000@hotmail.com

Abstract. Domestic and office electric appliances are the main source of electromagnetic emissions within houses and offices. In this study magnetic flux was estimated for 49 electric devices. The electric field was also measured for a number of electric devices at different distances. The variation in distance was 10 cm. The maximum reading measured (400,000 nT) was for an electric shaving device; and it was 200,000 nT at 10 cm away from the same device. It was much higher than limits recommended by ICNIRP. The maximum reading for the electric field (1500 V/m) was from fluorescent lights. At 10 cm away from these lights, the reading was 300 V/m, which is much less than limits recommended by ICNIRP. The electric and magnetic fields of various electric devices were compared with both the Swedish standards and limits recommended by ICNIRP. However, safe distances were recommended as well.