مجلة جامعة الملك سعود، م ١٤، العلوم الهندسية (٢)، ص ص ٤٩-٦٢، الرياض (١٤٢٢هـ/٢٠٠٢م)

قدرة البث الصادر عن الهواتف المحمولة العاملة على نظام GSM

زياد بن عثمان الحقيل

قسم الهندسة الكهربائية، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود، ص.ب. ٨٠٠، الرياض ١١٤٢١، المملكة العربية السعودية

بريد إلكتروني: zeyad@ksu.edu.sa

(قدّم للنشر في ٢٠٠٠/١٠/٠١م، وقبل للنشر في ٢٠٠١/٢/٢٠م)

ملخص البحث. تم في هذا البحث عمل قياسات معملية وميدانية لكثافة قدرة الموجات الكهرومغناطيسية الصادرة عن عدد من الهواتف المحمولة العاملة بنظام (GSM). وذلك في أماكن وأوقات مختلفة بغرض التعرف على قدرة البث اللاسلكي من تلك الهواتف وعلاقة ذلك بالظروف المحيطة، ومقدار تباين قدرة البث من الأجهزة المختلفة تحت نفس الظروف، ومدى توافق قدرة البث مع المقاييس المعتمدة عالميا. وقد ظهر من نتائج القياس أن هناك تباينا ملحوظا في قدرة البث الصادر من الأجهزة المختلفة تحت نفس الظروف. وأن ذلك التباين يزيد في مواقع قريبة من المحطة القاعدية أو في المناطق المفتوحة ويقل في المواقع البعيدة عن المحطة القاعدية و داخل المباني. ولم يظهر ما يشير إلى عدم توافق تلك الأجهزة مع المقاييس المعتبرة.

مقدمة

تستخدم الهواتف المحمولة في العديد من بلدان العالم، و يتزايد استخدامها بتوسع نطاق تغطية شبكات تلك الهواتف وبتعدد تطبيقاتها. وأصبح الكثير من أفراد المجتمع يستخدم هذه الهواتف بشكل يومي ولمدة ليست بالقصيرة. وأدى ذلك إلى تزايد اهتمام الباحثين

والعامة بالآثار والأضرار التي يمكن أن تنتج عن تعرض الإنسان إلى الموجات الكهرومغناطيسية الصادرة عن تلك الهواتف [١-٥].

ويتم عادةً إجراء قياسات للتأكد من توافق قدرة البث الصادرة عن الهواتف المحمولة مع المقاييس المعتمدة. وقد سبق أن قامت إحدى الشركات المشهورة بسحب ٦٠ ألف جهاز من السوق لأنها كانت تبث بقدرة أعلى من الحد المسموح به [٤]. ويعني هذا البحث بصفة خاصة بقياس قدرة الموجات الكهرومغناطيسية الصادرة عن الهواتف المحمولة العاملة بنظام GSM في الظروف المختلفة، ومدى تباين قدرة البث بين الأجهزة الشائعة الاستخدام، وتوافق تلك الأجهزة مع المقاييس المعتمدة عالميا. ومن أجل تحقيق ذلك تم عمل بعض القياسات على الهواتف المحمولة العاملة بنظام GSM في مدينة الرياض في ظروف وأوقات مختلفة (داخل مبنى، خارجه، بالقرب من محطة قاعدية وبعيد عنها...).

ونقدم فيما يلي خلفية عن آثار الموجات الكهرومغناطيسية ونقدم بعد ذلك نبذه عن طبيعة البث الصادر من الهواتف المحمولة ومن ثم عرض للأجهزة المستخدمة في القياس وطريقة القياس، يلي ذلك عرض نتائج القياسات ومن ثم خلاصة البحث.

آثار المجالات الكهرومغناطيسية

من الممكن تقسيم الآثار الناتجة عن التعرض للموجات الكهرومغناطيسية على أنها آثار حرارية أو آثار غير حرارية[٦، ٧] إذ إن تعرض جسم الإنسان أو جزء منه لتلك الموجات قد يتسبب في انبعاث حرارة داخل الجسم بفعل امتصاص الجسم للطاقة الكهرومغناطيسية. والأثر الحراري هو أثر أمكن رصده وفهم أسبابه، كما وضعت أساليب لمنع حدوثه. ولكن الأثر غير الحراري لا يزال قيد البحث والدراسة، ويكتنفه العديد من الأسئلة والشكوك. ولكنه أثر أمكن رصده إحصائيا كما أمكن رصده معمليا[٦، ٨]. وهناك العديد من الأبحاث والمقالات التي لا ترى وجود أدلة كافية لتأكيد صحة الإدعاء بأن المجالات الكهرومغناطيسية الضعيفة تتسبب في ضرر للإنسان [١، ٤، ٩، ١٠]. وقد صدر مؤخرا تقرير عن "مجموعة الخبراء المستقلين في الهواتف المحمولة" [٣] وأشار ذلك التقرير إلى أن المعلومات المتوافرة تشير إلى أن التعرض لموجات

كهرومغناطيسية دون الحد الأعلى المقرر في المقاييس المعتمدة لا يتسبب في أضرار لعامة الناس. إلا أن التقرير أشار إلى وجود أدلة على وجود آثار بيولوجية للتعرض لتلك الموجات الضعيفة كما أشار إلي أن ذلك لا يعني بالضرورة أن تلك الآثار تؤدي إلى أضرار أو أمراض، وأن الأمر يتطلب مزيدا من البحث والتحري.

وتجدر الإشارة إلى وجود عدد من المنظمات المهتمة بوضع مقاييس وإرشادات من أجل حماية العامة والعاملين الذين يتعرضون للمجالات الكهرومغناطيسية في عدد من الدول. وعلى سبيل المثال، نشرت في عام ١٩٩١م المقاييس المنظمة للتعرض لموجات الراديو والتي اعتمدتها جمعية مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE)[١١] بالاشتراك مع هيئة المواصفات الوطنية الأمريكية (ANSI) وأصبحت تعرف هذه المواصفات بـ (ANSI/IEEE C95.1 1992) والتي تبنّاها اتحاد الاتصالات الفدرالي الأمريكي (FCC). وقد حددت تلك المقاييس الحد الأعلى لتعرض العامة للموجات الكهرومغناطيسية في الترددات من ٣٠٠ إلى ٣٠٠٠ ميجاهيرتز بأنه ت/١٥٠٠ ملي واط/سم^{٢}.

وتجدر الإشارة إلى أن المقاييس المذكورة أعلاه ومثيلاتها بنيت على مبدأ الأثر الحراري. أي أنها حسبت بهدف عدم تجاوز معدل معين لامتصاص الطاقة Specific Absorption Rate-SAR. ويمكن تعريف SAR على أنها طاقة الموجة التي تمتصها خلايا الجسم، وتحسب بـ واط/كيلوجرام من الجسم. وقد وجد أن ٤ واط/كيلوجرام تؤدي إلى رفع درجة حرارة الجسم بمقدار درجة مئوية واحدة بعد ٣٠ دقيقة. ويقوم الجسم بمعالجة ذلك الارتفاع من خلال وظائف تنظيم درجة حرارة الجسم دون أن يضر ذلك بالصحة. وقد اختارت غالب المواصفات قيم أقل من ذلك وهي تقارب ٠,٤ واط/كيلوجرام لبيئة العمل و٠,٠٨ واط/كيلوجرام للبيئة العامة. وقد أخذت قيمة البيئة العامة في الاعتبار احتياجات الحالات الخاصة، كالنساء الحوامل والأطفال ومن لديهم مشاكل في تنظيم حرارة الجسم [٢، ٤]. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الحدود تخص حالات تعرض كامل الجسم للموجات الكهرومغناطيسية. أما عند تعرض جزء من الجسم لتلك الموجات فإن الحدود هي ٨ واط/ كيلوجرام لبيئة العمل و ١,٦ واط/ للبيئة العامة [٤].

طبيعة البث من الهواتف المحمولة

تعمل هواتف GSM المحمولة على ترددات ٩٠٠ و١٨٠٠ ميجاهيرتز. وتبلغ أقصى طاقة للبث منها ٢ واط عند التردد الأول و ١ واط عند التردد الثاني [٣، ١٢]. ويتم الاتصال بالاشتراك في قناة واحدة لكل ثمانية مستخدمين عن طريق تقسيم الزمن. أي أن الإرسال يتم فقط خلال جزء واحد من ثمانية أجزاء من الزمن. والفترة الزمنية المخصصة لكل مستخدم هي ٠,٥٧٧ ملي ثانية من مدة زمن الإطار(frame) التي تبلغ ٤,٦١٥ ملي ثانية. ويقوم الجهاز بمعالجة الصوت وضغطه من أجل إرساله خلال الفترة الزمنية المتاحة والتي يتم فيها بث ١٥٦,٢٥ نبضة ثنائية (بت- bit) منها ١١٤ نبضة لإرسال الصوت (على دفعتين كل منها ٥٧ نبضة) والباقي مخصص للتحكم والتزامن وخلافه. كما أن هناك زمن يقارب ٢٥ ميكروثانية في بداية الفترة ونهايتها من أجل رفع طاقة البث وخفضها. وحيث إن الجهاز يبث خلال جزء واحد من ثمانية أجزاء من الزمن فإن أعلى متوسط زمني لقدرة البث هو تُمن قدرة الجهاز القصوى للبث، أي ٢٥٠ ملي واط.

وللتقليل من التداخل بين القنوات المتقاربة ولتوفير استهلاك الطاقة يعمل الهاتف المحمول وكذلك المحطة القاعدية بأقل مستوى من القدرة يمكن أن يقدم إشارة رقمية مقبولة لتوفير اتصال جيد. وعند الحاجة يمكن زيادة (أو تقليل) مستوى القدرة على درجات متساوية مقدار كل منها ٢ ديسبل بحيث تتراوح قدرة البث من ٢ واط إلى ٢٠ ملي واط. والتحكم في ذلك يتم من خلال المحطة القاعدية التي تقوم بمراقبة الأداء وتوجيه الهاتف المحمول إلى زيادة أو تقليل قدرة البث حسب الحاجة، ويتم ذلك باستمرار أثناء الاتصال. ويؤدى ذلك إلى جعل قدرة البث الصادرة عن الهاتف المحمول أقل من القدرة القصوى. كما تجدر الإشارة إلى أن القدرة المنبعثة من الجهاز تقل إلى مستوى متدنٍ عند التوقف عن الحديث للاستماع للطرف الآخر[٣] أو خلال الوقفات القصيرة جدا التي ترد أثناء الكلام بشكل طبيعي، ويقلل ذلك من المتوسط الزمني للقدرة المنبعثة.

الأجهزة المستخدمة في القياس

تم استخدام الأجهزة التالية في القياسات:

١. **محلل طيف HP8565E** والذي يقوم بتحليل الطيف في ترددات من ٩ كيلوهيرتز إلى ٥٠ جيجاهيرتز. وهو ذو مستوى منخفض من الشوشرة ، ومدى ديناميكي واسع.

٢. **جهاز قياس الإشعاع اللاسلكي طراز (Narda 8718)** و هذا الجهاز يمكن حمله ويعمل بالبطارية ويقوم بقياس الإشعاعات الكهرومغناطيسية في مدى ترددات من ٣ كيلوهيرتز إلى ٤٠ جيجاهيرتز. ويلزم أن يستعمل معه مسبار مناسب يتصل معه بكابل عادي أو كابل من الألياف الضوئية. ويقوم هذا الجهاز بقياس قدرة الموجات الكهرومغناطيسية بدقة ± ١٪ ويمكنه عمل ٣٠٠٠ قياس وحساب متوسط القياس خلال فترة زمنية وعرض قيمة المجالات بوحدات مختلفة أو بالنسبة إلى عدد من المقاييس المشهورة. ويعمل هذا الجهاز مع عدة مسابير تختلف من ناحية الحساسية و الترددات التي تعمل بها. وتم اختيار مسبار المجال الكهربائي طراز (Narda 8760) لتنفيذ القياسات المطلوبة. ويعمل هذا المسبار في الترددات من ٣٠٠ كيلو هيرتز إلى ١ جيجاهيرتز وأقصى قياس له هو ٢٠ ميكروواط/سم^{٢}. وتجدر الإشارة إلى أنه تم معايرة هذا الجهاز من قبل الشركة الصانعة قبيل استخدامه في القياسات. كما تم التأكد من سلامة عمله من خلال عدة تجارب معملية في غرفة راديو معزولة عديمة الانعكاس.

طريقة القياس

من أجل محاكاة صوت الإنسان تم وضع جهاز تسجيل وتشغيله للحصول على صوت متصل. ولتفادي التشويش الناتج عن قرب جهاز التسجيل من جهاز الهاتف المحمول تم وضع جهاز التسجيل بعيدا وتوصيل سماعة أذن صغيرة ووضعها أمام لاقطة الهاتف المحمول. ويتم تنفيذ القياسات كما يلي:

أ – باستخدام محلل الطيف

- ضبط محلل الطيف ليعمل في التردد ٩١٠ ميجاهيرتز مع مسح للتردد بمقدار ٢٠ ميجاهيرتز.

- القياس بالاحتفاظ بأعلى قيمة في كل مسح يقوم به الجهاز خلال المكالمة (٣٠ ثانية).

ب – باستخدام جهاز ناردا

- ضبط جهاز القياس لأخذ معدل القياس خلال ٣٠ ثانية، ووضع المسبار على بعد ٣٠سم من هوائي الهاتف المحمول باتجاه الرأس من الهاتف.
- لكل جهاز هاتف محمول يتم الاتصال برقم ما وتشغيل جهاز التسجيل وأخذ القراءة. ويتم تكرار ذلك خمسة مرات وتسجيل معدل القراءات. مع مراعاة وضع الأجهزة في نفس المكان عند إجراء القياسات.
- تكون القراءة بالميكروواط لكل سم^{٢} ويتم تقدير القدرة المنبعثة من الهاتف المحمول بضرب تلك القراءة بمساحة كرة مركزها هوائي الهاتف المحمول ونصف قطرها المسافة بين الهوائي والمسبار(٣٠ سم).
- أخذت القياسات في عدة بيئات منها ما هو داخل المكاتب، ومنها ما هو بالقرب من المباني، ومنها ما هو في مناطق مفتوحة.

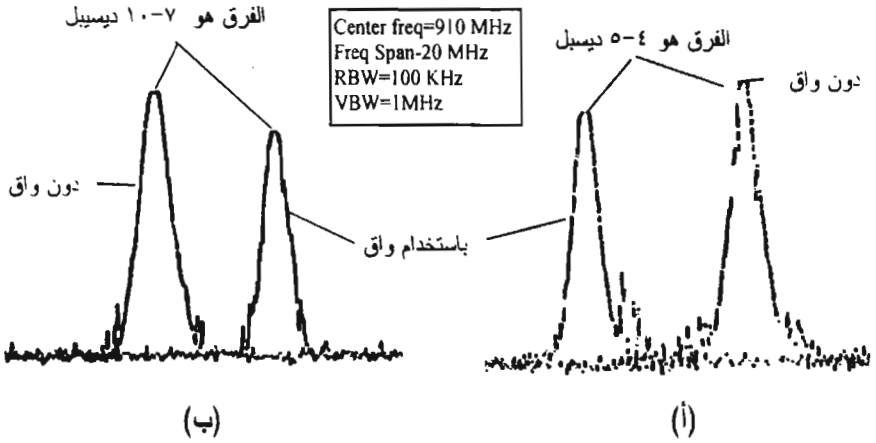
وتجدر الإشارة إلى تغير قراءة المقياس بشكل واضح مع الصوت المنبعث من السماعة الصغيرة. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تنخفض القراءة من ١.٥ ميكروواط/سم^{٢} إلى ٠.٨ ميكروواط/سم^{٢} بسبب ما يرد في الكلام عادة من وقفات. كما أن البث من الجهاز ليس متساو في جميع الاتجاهات. فبعض الاتجاهات يزيد فيها البث بمقدار الضعف عن اتجاه الأذن، والبعض الآخر يقل بمقدار النصف. وقد تم افتراض أن قيمة البث باتجاه الأذن هي قيمة معبرة عن باقي النقاط عند احتساب القيمة الكلية للبث.

نتائج القياسات

أولا : باستخدام جهاز محلل الطيف

الغرض من هذا القياس هو التعرف على طبيعة الطيف المنبعث من الهاتف المحمول، ومقارنة أولية لأداء اثنتين من الأدوات المتوافرة في السوق المحلية التي تدّعي تقليل تعرض الرأس للموجات المنبعثة من الهاتف المحمول. وتم ذلك بعمل مكالمتين متتاليتين دون

تغيير في وضعية الأجهزة، الأولى دون استخدام أداة بين الهوائي والمسبار والأخرى باستخدامها. و يوضح الشكل(١) نتائج القياس للنوع الأول والثاني من أدوات العزل، والتي توضح حدوث تقليل في القياس يتراوح بين ٥ و ١٠ ديسبل نتيجة لاستخدام أدوات العزل، كما يوضح الشكل طيف الموجات المنبعثة من الهاتف المحمول. ومن المهم هنا عدم الاستعجال بالحكم بجدوى أدوات العزل حيث إن لها آثارا أخرى لم يتم استقصاؤها هنا، كأثرها على صفاء الصوت في بعض الأحوال الأمر الذي قد يتسبب في الرفع من قدرة البث. كما أن أثرها على إعادة توزيع المجالات الكهرومغناطيسية في منطقة الرأس يحتاج أيضا إلى تقويم.



شكل (١). طبيعة الطيف المنبعث من أحد الهواتف المحمولة ويظهر أثر استخدام واق على مقدار القياس. (أ) واق من النوع الأول، (ب) واق من النوع الثاني.

ثانيا : قياسات باستخدام مسبار ناردا

نقدم فيما يلي نتائج قياسات لقدرة البث الصادرة عن عدد من الهواتف المحمولة وفق الخطوات الموضحة في الفقرة "ب" من المقطع السابق. وقد رمز للشركة الصانعة بحرف

وللموديل برقم، وتم إضافة رقم للتفريق بين الهواتف المتماثلة بالنوع والموديل. فعلى سبيل المثال الهاتف (ج١-١) والهاتف (ج١-٢) هما من نفس الشركة المصنعة (ج) والموديل رقم (١) وتم التفريق بينهما بالرقم الأخير.

- يوضح الجدول رقم (١) قياسات لقدرة البث من هاتف محمول (أ١-١) تمت في وقتين مختلفين داخل مبنى يقع على بعد ٧٠ متر من محطة قاعدية. ويتضح من الجدول اختلاف قدرة البث مع اختلاف الوقت، وهو أمر متوقع حيث إن عدد الاتصالات في الساعة ٦:٣٠ مساء في تلك المنطقة يفوق بكثير الاتصالات في الساعة ١١:٣٠ مساء. الأمر الذي يستدعي زيادة قدرة البث للتغلب على احتمالات التداخل [١٢]. كما يوضح الجدول الفرق بين مقدار البث مع أو بدون استخدام جهاز تسجيل ويظهر هنا التقليل من قدرة البث في حال التوقف عن الحديث.

جدول (١): نتائج قياسات قدرة البث من الهاتف المحمول (أ١-١) تمت في وقتين مختلفين داخل مبنى يقع على بعد ٧٠ متر من محطة قاعدية.

الوقت	قدرة البث (ملي واط)	
	بدون جهاز تسجيل	باستخدام جهاز تسجيل
٦:٣٠ مساء	٣,٢١٢	١١,٥٧٦
١١:٣٠ مساء	٢,٠٨٧	٦.٩٢٧

- يوضح الجدول رقم (٢) قياسات لأنواع مختلفة من الأجهزة داخل مبنى يبعد ٧٠ متر عن محطة قاعدية. ويتضح اختلاف قدرة البث من تلك الأجهزة حيث سجل أعلاها ٤٢,٠٥ ملي واط وأدناها ٦,٦٩ ملي واط.

جدول (٢). نتائج قياسات قدرة البث من عدد من الهواتف المحمولة داخل مبنى يبعد ٧٠ متر عن محطة قاعدية.

النوع	قدرة البث (ملي واط)	النوع	قدرة البث (ملي واط)
أ١-١	٦,٩٦	ج١-١	٤٢,٠٥
ب١-١	٧,٣٥	د١-١	١١,٦١

• يوضح الجدول رقم (٣) قياسات على أبعاد مختلفة من المحطة القاعدية باستخدام جهاز (أ١-١). ويتضح من ذلك اختلاف قدرة البث بالبعد عن المحطة القاعدية، حيث تزداد قدرة البث مع المسافة وهو أمر متوقع.

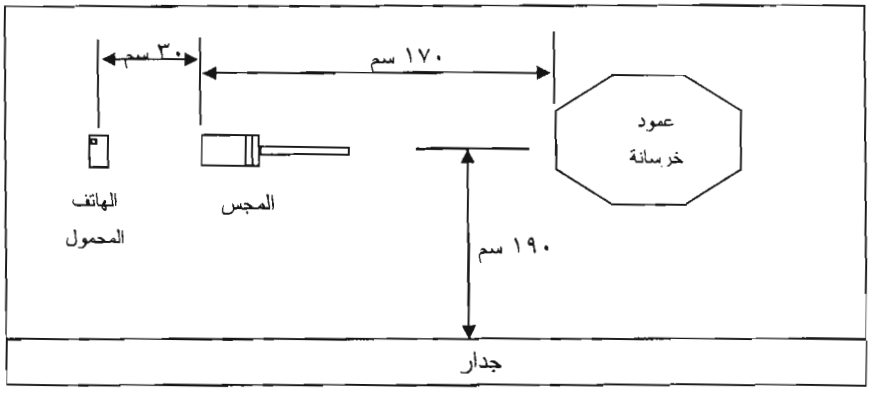
جدول (٣). نتائج قياسات قدرة البث من الهاتف المحمول (أ١-١) على أبعاد مختلفة من المحطة القاعدية.

المسافة	قدرة البث (ملي واط)
٧٠ متر	٦,٩٦٤
١٥٠٠متر	٤٠,٥٦

• يوضح الجدول رقم (٤) قياسات تمت لأجهزة مختلفة داخل أحد المباني، حسب الرسم الموضح في الشكل رقم (٢). وتبعد المحطة القاعدية عن المبنى قرابة ١٥٠٠ متر، وتم القياس في الساعة ١١ صباحا. و يمكن ملاحظة الاختلاف في قدرة البث من تلك الأجهزة. إلا أنه ينبغي ملاحظة بعد المحطة القاعدية عن موضع القياس، وكون القياس يتم داخل مبنى، الأمر الذي قد يتسبب في كون جميع الأجهزة تبث باستخدام قدرتها القصوى أو قريبا من ذلك. ويتسبب ذلك في عدم ظهور تباين واضح، على خلاف ما ظهر في الجدول رقم (٢).

جدول (٤). نتائج قياسات قدرة البث من عدد من الهواتف المحمولة باستخدام الترتيب الموضح بالشكل (٢).

الهاتف المحمول	قدرة البث (ملي واط)	الهاتف المحمول	قدرة البث (ملي واط)
أ١-١	٤٨,٩١	ج١-١	٥٩,٣٨
أ١-٢	٤٥,٠٩	ج١-٢	٥٩,٣٨
هـ١-١	٣٦,٦١	ح١-٣	٧٢,٣
هـ١-٢	٣٤,٩٥	ج٢-١	٤٠,٣
هـ١-٣	٤٢,٢٤	و١-١	٥٤,٩٧
هـ١-٤	٥٤,٦٨	ط١-١	٥٤,٥١



شكل (٢). ترتيب عملية القياس للجدول رقم (٤) ويبعد هذا المكان ١٥٠٠ متر تقريبا عن المحطة القاعدية.

• يوضح الجدول رقم (٥) قياسات تمت فوق سطح نفس المبني المذكور في جدول رقم (٤) حيث تبعد المحطة القاعدية ١٥٠٠ متر، وتم القياس في الساعة ١١ صباحا. ويظهر هنا فروق معتبرة في قدرة البث بين ثلاثة من الأجهزة. حيث إنها تمت على سطح مبنى (لا توجد عوائق بين المحطة والهواتف المحمولة).

جدول (٥). نتائج قياسات قدرة البث من عدد من الهواتف المحمولة تمت فوق سطح مبنى يبعد ١٥٠٠ متر عن المحطة القاعدية.

النوع	قدرة البث (ملي واط)
أ١-١	٢٣,٥
ك١-١	٤٤,٣٨
ج١-١	٧٢,٢١

ويمكن للقارئ ملاحظة أداء الجهازين (أ١-١) و (ج١-١) والذين وردا معًا في الجداول ٢ ، ٤ ، ٥. حيث سجل الجهاز (أ١-١) قيما هي ٦,٩٦ ، ٤٨,٩١ ، ٢٣,٥ ملي واط في الجداول ٢ ، ٤ ، ٥ على التوالي. في حين سجل الجهاز (ج١-١) قيما هي ٤٢,٠٥ ،

٧٢,٣ ، ٧٢,٢١ في نفس الجداول. ويشير ذلك إلى أن الجهاز (ج١-١) يبث بقدرة أعلى من الجهاز (أ١-١) بشكل خاص، ومن الأجهزة الأخرى بشكل عام.

كثافة قدرة البث التي يتعرض لها رأس المستخدم

تختلف طبيعة البث من الهوائيات بمدى قربها من الأجسام الأخرى وبخصائص تلك الأجسام. فتوزيع البث الناتج عن هاتف محمول في الفضاء الحر يختلف عن توزيع البث من هاتف محمول ملتصق برأس المستخدم. وقد اتجه العديد من الأبحاث نحو تحليل توزيع الطاقة المنبعثة من هوائيات الهواتف المحمولة على أجزاء رأس المستخدم، والى أي عمق داخل رأس المستخدم تصل تلك الطاقة. ويتم في ذلك استخدام طرق تحليل عددية مختلفة لحل معادلات ماكسويل. فعلى سبيل المثال، أظهرت الطرق العددية [٤، ١٣] أن البث بقدرة ٠,٦ واط من هوائي صغير على بعد ١ سم من رأس الإنسان يمكن أن ينشئ تيارات كهربائية تبلغ قيمتها القصوى ٥٥١ ملي أمبير وبقيمة قصوى لامتصاص الطاقة تساوي ٢,٦٣ واط/ كيلوجرام. وإذا ما كان الهوائي على بعد ٢,٥ سم فإن القيمة القصوى للتيارات الكهربائية في الرأس يمكن أن تبلغ ٣٥٦ ملي أمبير بقيمة قصوى لامتصاص الطاقة تساوي ١,٢٣ واط/ كيلوجرام. وهذه القيم أقل من حدود بيئة العمل السابق ذكرها (٨ واط/كيلوجرام). وحيث إن قيم قدرة البث التي تم تسجيلها هي دون ٠,٦ واط فإنه يمكن القول إن البث الصادر من الهواتف المحمولة بالقيم التي تم قياسها لا يؤدي إلى تعريض رأس الإنسان أو جزء منه إلى طاقة كهرومغناطيسية تزيد عن ما هو محدد في المقاييس. إلا أنه ينبغي التأكيد على أن ذلك لا يعني عدم وجود أجهزة أخرى تبث بمستوى أعلى من القدرة، لعيب في التصميم أو لخلل طرأ عليها بعد ذلك.

الخلاصة

تم في هذا البحث عمل قياسات معملية وميدانية لكثافة قدرة الموجات الكهرومغناطيسية الناتجة عن عدد من الهواتف المحمولة العاملة بنظام (GSM). وذلك في

أماكن وأوقات مختلفة بغرض التعرف على قدرة بث تلك الهواتف وعلاقة ذلك بالظروف المحيطة، ومقدار تباين قدرة البث من الأجهزة المختلفة تحت نفس الظروف، ومدى توافق ذلك مع المقاييس المعتمدة عالميا.

وقد أشارت قياسات الطيف الترددي للموجات الصادرة عن تلك الهواتف إلى أن أدوات العزل (الواقيات) يمكنها التقليل من كثافة قدرة البث الصادر عن تلك الهواتف في اتجاه رأس المستخدم، إلا أن فائدة ذلك التقليل بحاجة إلى مزيد من التحري. وتم عرض نتائج عدد من القياسات التي تعطي فكرة عن قدرة البث الصادر عن الهواتف المحمولة في الحالات المختلفة. وقد ظهر مدى التباين في قدرة البث بين تلك الأجهزة تحت نفس الظروف. و أن ذلك التباين يزيد في مواقع قريبة من المحطة القاعدية أو في المناطق المفتوحة ويقل في المواقع البعيدة عن المحطة القاعدية وداخل المباني. وقد لوحظ أن البث الناتج عن تلك الهواتف المحمولة لا يزيد عن الحدود المقررة في المقاييس المعتبرة. إلا أنه ينبغي التنبيه على أن عينة البحث ليست كبيرة ولم تشمل جميع الأجهزة المتوافرة في السوق والتي أصبحت تتجدد بشكل سريع.

شكر وتقدير

تم دعم هذا البحث من قبل مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ضمن المشروع رقم أت ١٥-٥٤. ويود الباحث شكر المهندس عبدالمحسن الحبيب على تنفيذ القياسات. كما أن الشكر موصول لكل من د. مصطفى سيد عفيفي، د. عبدالعزيز سالم الرويس، د. فايز عبدالله الحرقان، د. أبو بكر سلطان أحمد، ود. خالد عبدالعزيز المعشوق على الحوار والملاحظات المفيدة لهذا البحث.

المراجع

[١] Fischetti, M.I. "The Cellular Phone Sare." *IEEE Spectrum*, (June, 1993), 43-47.

[٢] Gottloeber, H. "Can Mobile Phones affect your Health?." *Telecom Report International* 18, No.3 (1995), 26-29.

[٣] IEGMP. "Mobile Phones and Health." Independent Study Expert Group on Mobile Phones, May 11 (2000), http://www.iegmp.org.uk

[٤] Foster, Kenneth R. and Moulder, John E. "Are Mobile Phones Safe?." *IEEE Spectrum*, August (2000).

[٥] الحقيل، زياد بن عثمان؛ الرويس، عبدالعزيز بن سالم؛ عفيفي، مصطفي سيد والحرقان، فايز بن عبدالله. "دراسة ميدانية لشدة المجالات الكهرومغناطيسية في مدينة الرياض." *التقرير النهائي، مشروع رقم أت ١٥-٥٤*، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ١٤١٩هـ.

[٦] Gandhi, OMP. (Editor) *Biological Effects and Medical Applications of Electromagnetic Energy*. NJ: Prentice Hall, 1990.

[٧] Giorgio Franceschetti *et al.* (Editors). "Electromagnetic Biointeraction, Mechanisms, Safety Standards, Protection Guides." NY: Plenum Press, 1991.

[٨] Bawin, L.; Kaczmarek, K. and Adey, W.R. "Effects of Modulated VHF Fields on the Central Nervous System." *Annals of the New York Academy of Science*, February 28 (1975).

[٩] Selsin, Louis. "The Danger of Ignoring Non-ionizing Radiation." *Technology Review*, 92, No. 1 (Jan 1989), 22-23.

[١٠] Jauchem, J. "Alleged Health Effects of Electric or Magnetic Fields: Additional Misconceptions in the Literature." *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy,* 28, No. 3 (1993), 140-55.

[١١] IEEE. "IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz." *IEEE,* C95.1-1991, (1991).

[١٢] Scourias, J. "Overview of the Global System for Mobile Communications." (1997), http://ccnga.uwaterloo.ca/~jscouria/GSM/gsmreport.html.

[١٣] Chen, Hsing-Yi and Wang, Hou-Hwa. "Current and SAR Induced in a Human Head Model by the Electromagnetic Fields Irradiated from a Cellular Phone." *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques* 42, No. 12 (1994), 2249-2254.

Radiated Power from GSM Mobile Phones

Zeyad O. Alhekail
Electrical Engineering Department, College of Engineering,
King Saud University, PO Box 800, Riyadh 11421, Saudi Arabia
Email: zeyad@ksu.edu.sa

(Received 01 October, 2000; accepted for Publication 20 February, 2001)

Abstract. Lab and field Measurements are performed for radiated power density from several GSM mobile phones, at different times and locations. That is to identify the intensity of the radiated power from such phones and how that intensity is related to the operating conditions. Also, radiated power variations between different brands of GSM phones are investigated, as well as compatibility with established standards. Measurement results indicated that radiated power density increases with distance from base station and decreases with silence. Radiated power also increases inside buildings. Measurement results that demonstrate radiated power change with different factors are also presented. Results show that there are some differences in radiated power level from different brands at the same working condition. These differences increase near base stations or at free space locations and decrees inside buildings or at locations far from base stations. Results did not indicate incompatibility between GSM mobile phones and established standards.

Keywords: Mobile phones, EM field hazard.