التداخل الكهرطيسي للهواتف الخليوية مع الأجهزة الطبية في المستشفيات
دراسة مرجعية

د. م. حنان محمود مخيبر*

الملخص

حقّق استخدام الهواتف الخليوية بوصفه نظام اتصالات في المستشفيات العديد من الميزات فضلاً عن رفع مستوى الرعاية الصحية المُقدمة. كذلك، أصبحت هذه الهواتف تُستخدم على نطاق واسع من قبل مراجعي المستشفيات من مرضى وزائرين وغيرهم داخل المستشفيات كما خارجها. هدفت هذه الدراسة إلى مراجعة أكبر عدد ممكن من الدراسات والبحوث السابقة من أجل تقييم الخطر الناجم عن التداخل الكهرطيسي بين الهواتف الخليوية والأجهزة الطبية في المستشفيات، وذلك من أجل تحديد مستوى سلامة استخدام هذه الهواتف في المستشفيات، وكذلك تعرّف الإجراءات الواجب اتباعها للحد من أي آثار جانبية ضارة لها. عُرِضَتِ الدراسات السابقة وفق تسلسل زمني بحسب تاريخ الظهور من الأقدم إلى الأحدث. قُسّمت الدراسة إلى فقرتين رئيستين غطت الأولى موضوع التداخل الكهرطيسي بين الهواتف الخليوية وبين الأجهزة الطبية، وركّزت المجموعة الثانية على تأثير استخدام الهواتف الخليوية في تصميم المستشفيات، وسبقت هاتان الفقرتان مقدمة وتلتهما الخاتمة والتوصيات المستقبلية. تُجمع الغالبية العظمى من الدراسات التي غطتها هذه الدراسة على أنّ هذا التداخل حقيقة يجب التنبه لها إذْ سُجّلت فعلياً حالات تداخل مع طيف واسع من الأجهزة الطبية ولاسيما المناطق الحرجة من المستشفيات، وكانت بعض الحالات مُهدّدة لحياة المرضى. تمثّل الحد الأدنى من الإجراءات الاحترازية في الاحتفاظ بمسافة أمان بين الهواتف الخليوية وبين الأجهزة الطبية.

الكلمات المفتاحية: هاتف خليوي، أجهزة طبية، مستشفى، التداخل الكهرطيسي

*قسم الهندسة الطبية– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة دمشق

1- المقدمة

يُحقق وجود نظام اتصالات جيد وفعّال في المستشفيات توفيراً في التكلفة والوقت من جهة، كما يساعد على تقديم رعاية صحية أفضل من جهة ثانية؛ إذْ يُساعد استعمال الهواتف الخليوية من قبل الأطباء والممرضين إيجابياً في جودة الرعاية الصحية المقدمة في المستشفيات وذلك لأنّها تُسهّل إجراء الاستشارات الطبية السريعة مع باقي أعضاء الأطر الطبية، كما تُمكّن من الوصول السريع والآمن إلى المعلومات. حالياً، أصبحت هذه الهواتف من التقنيات الأساسية التي لا يمكن الاستغناء عنها من قبل أطر المستشفى؛ وذلك في دول العالم كلّها. تُشير العديد من الدراسات إلى حصول تراجع ملحوظ في عدد الأخطاء الطبية بالتوازي مع استغناء المستشفيات عن نظام الاستدعاء الشخصي (pagers) واستعمال الهواتف الخليوية. كذلك، لُوحظ أنّه في حال عدم استعمال الهاتف الخليوي يحدث تأخّر في عمليات الاتصالات مما يؤدي إلى تزايد حدوث الأخطاء.

بالمقابل، يترتب على استعمال الهواتف الخليوية في المستشفيات مشكلات لا بدَّ من دراستها ومعالجتها، ومن أهمها قضية تداخل الإشعاعات الكهرطيسية الناتجة عن عمل الهواتف الخليوية مع الأجهزة الالكترونية، ولاسيّما الطبية منها، الموجودة في المستشفيات. باختصار، قد تتأثّر الأجهزة الطبية القريبة من الهواتف الخليوية وتعمل كمستقبِل راديوي للإشعاعات الصادرة منها مما يقود إلى حصول تداخل بين الأجهزة الخليوية وبين وظائف تلك الأجهزة الذي قد يترتب عليه نتائج خطيرة أحياناً. لذلك، من المهم دراسة التداخلات الكهرطيسية الناتجة عن الهواتف الخليوية في المستشفيات.

لكن، ومع أهمية هذا الموضوع تجب الإشارة إلى أنّه حتى الآن لا يوجد معيار عالمي موحّد للأمان فيما يخص استعمال الهواتف الخليوية في المستشفيات، الأمر الذي يدفع كل مستشفى إلى اتباع إجراءات إدارية خاصة بها لمنع حدوث هذه التداخلات الكهرطيسية مع الأجهزة الطبية. ولهذا نجد اختلافاً في الإجراءات الواجب اتباعها حيال هذه القضية، إذْ تتدرج هذه الإجراءات من المنع التام لاستخدام الهواتف الخليوية في المستشفيات إلى منع استعمالها في مناطق رعاية المرضى، إلى منع استعمالها فقط في مناطق الرعاية الطبية الحرجة، وأحياناً يُسْمَحُ باستعمالها فقط عند مسافات محددة من الأجهزة الطبية الحرجة.

انطلاقاً من أهمية قضية التداخل الكهرطيسي بين الهواتف الخليوية والأجهزة الطبية في المستشفيات وعدم وجود رؤية واضحة عن إجراءات الأمان الواجب اتباعها للحد من هذا التداخل وتداعياته، اختير إجراء دراسة مرجعية في هذا الموضوع من أجل تجميع أكبر عدد من الأدلة العلمية الموثوق بها بهدف الوصول إلى رأي علمي يمكن الإفادة منه في صياغة توصيات ومقترحات مفيدة. اختيرت المدة الزمنية 1993-2013 لتغطي البعد الزماني للبحث، والسبب في هذا الاختيار هو الإحاطة بأكبر عددٍ ممكن من الدراسات.

كان عدم وجود أي دراسة باللغة العربية في هذا الموضوع السبب وراء الاعتماد الكلي لهذه الدراسة على المراجع باللغة الانكليزية. فضلاً عن ذلك، فقد واجهت الدراسة بعض الصعوبات الأُخرى ولاسيّما عدم توافر نسخ من بعض الدراسات المهمة سواء بالصيغة الالكترونية أو الورقية، وللتغلب على تلك الصعوبة تمت العودة إلى بعض الدراسات المرجعية الأُخرى والإفادة منها.

تنتقل الدراسة بعد هذه المقدمة إلى مناقشة التداخل الكهرطيسي والهواتف الخليوية؛ ثمّ تستعرض فقرة التداخلات الناتجة عن الهواتف الخليوية في أقسام المستشفى المختلفة؛ يلي ذلك دراسة تأثير التداخل الكهرطيسي في تصميم المستشفيات في الفقرة الرابعة؛

ويأتي بعدها فقرة الخاتمة والاقتراحات المستقبلية وتُختتم الدراسة بالمراجع.

2– التداخل الكهرطيسي والهواتف الخليوية:

بدأ أول صدور لتقارير التداخل الكهرطيسي الناتجة عن الهواتف الخليوية مع الأجهزة الطبية في المستشفيات في ثمانينيات القرن العشرين، وقد أشارت تلك التقارير إلى تزايد عدد حالات التداخل بشكل ملحوظ بين عامي 1990 و1995، ثم توالى ظهور تلك التقارير بعد ذلك ولكن بشكلٍ متقطع [18]. ففي كندا مثلاً، وثّق المكتب الكندي للأجهزة الطبية (MDB) حصول أربع وثلاثين حادثة تداخل كهرطيسي مع الأجهزة الطبية بين العامين 1984–1995، نتجت إحدى تلك الحوادث عن تأثير هاتف خليوي تمثيلي في جهاز تهوية ميكانيكي، إذْ أدى التداخل إلى توليد خرج إضافي من جهاز التهوية إلى المريض أدى بدوره إلى إصابة المريض بأذية دائمة [27].

تشير الدراسات إلى إمكانية معالجة مشكلة التداخل الكهرطيسي من خلال أربعة عوامل، هي التحجيب ومناعة الجهاز الطبي، والتردد وتقنية التضمين، والمسافة، وقوة إرسال الهاتف الخليوي، وقد نُفّذت أساليب تخفيف مخاطر التداخل الكهرطيسي بنجاح بالاعتماد على هذه العوامل. في معظم الحالات يتم الحفاظ على حد أدنى للمسافة الفاصلة بين الهواتف الخليوية والأجهزة الطبية للحد من حدوث التداخل. في حالات أخرى، تُزَاد تغطية الهاتف الخليوي للتحكم آلياً بقوته [8].

نظرياً، تحدث في الغالب تأثيرات التداخل على الأجهزة غير المحمية والمعرضة للتأثيرات عند مستويات 1 V/m، ولكن من الممكن أيضاً أن تتأثر الأجهزة الحسّاسة عند مستويات منخفضة مثل 0.1 V/m. وفقاً للمعيار العالمي للأجهزة الطبية (IEC) فإن مستويات المناعة هي 3 V/m لأغلب الأجهزة الطبية (غير الداعمة للحياة) و10V/m للأجهزة الداعمة للحياة [22].

بشكلٍ عام، تُصنّف الدراسات المتعلقة بالتداخل الكهرطيسي بين الهواتف الخليوية والأجهزة الطبية إلى قسمين أساسيين: **الأول** التداخل مع الأجهزة الطبية المزروعة داخل الجسم، و**الثاني** التداخل مع الأجهزة الطبية الموجودة في أقسام المستشفى المختلفة. نذكر من الأجهزة الطبية المزروعة داخل الجسم التي قد تتأثر بالتداخل الكهرطيسي مع الهواتف الخليوية: نواظم الخطى القلبية (pacemakers)، ومزيلات الرجفان البطيني (ICDs)، ومسجلات العروة (ILRs). يمكن أن تُشكّل التداخلات الكهرطيسية الناتجة عن استعمال الهواتف الخليوية في هذا النوع من الأجهزة مشكلةً جدية للمرضى، وقد تؤدي أحياناً إلى الموت، لذلك يجب إبلاغ المرضى المستخدمين لها عن الطريقة الآمنة لاستعمال الهواتف الخليوية [14]. مثلاً، أوصت إحدى الدرسات أنَّ من الضروري المحافظة على وضع الهاتف الخليوي على مسافة 15 سم على الأقل من أجهزة القلب المزروعة لتجنّب التداخل مع عمل هذه الأجهزة، مع تأكيد ضرورة أن يعمل مصممو الأجهزة الطبية المزروعة في الجسم على توفير مناعة أفضل لها تجاه هذا النوع من التداخلات [24].

تُعدّ قضية التداخل الكهرطيسي الناتجة عن الهواتف الخليوية في أقسام الرعاية الحرجة في المستشفيات مسألةً مهمة أيضاً يجب الانتباه إليها بسبب تزايد احتمال حصول أذية طبية للمرضى فيها بالمقارنة بأقسام المستشفيات الأُخرى نظراً إلى حالة المرضى الصحية الخاصة فيها، ولأنَّ هذه الأقسام مزدحمة بالأجهزة الطبية المعقّدة والحساسة ولاسيّما الأجهزة الداعمة للحياة. من الأمثلة على هذه الأقسام يمكن الإشارة إلى وحدات العناية المشددة (ICUs)، وغرف العمليات (ORs) وأقسام الطوارئ (EDs)، ووحدات الرعاية الخاصة بالرضع (SCBUs) [33]. فضلاً عمَّا تقدّم، تشير دراسة حديثة إلى أنّ التداخلات الكهرطيسية الناتجة عن الهواتف الخليوية لها تأثير سلبي في مخابر المستشفيات أيضاً، وخاصة على عملية المعايرة المناعية[28].

3- التداخلات الناتجة عن الهواتف الخليوية في أقسام المستشفى المختلفة:

عُرِضَ ولُخِّصَ في هذه الفقرة من البحث عدد من أهم الدراسات التي ركّزت على موضوع التداخلات الناجمة عن استخدام الهواتف الخليوية في المستشفيات بأقسامها المختلفة. تتبع الدراسات المرجعية عدة معايير في تنسيق الدراسات التي يتم مراجعتها وترتيبها، ومنها المعيار التاريخي أي وفق السبق في ظهورها، وستتبع دراستنا هذا المعيار لأنَّه يُحقق ميزة إضافية تتمثّل بإمكانية تتبع تطور دراسة موضوع بحثنا عبر الزمن.

أجرت الدراسة [25] تجارب على هاتف خليوي تمثيلي (0.6W) كمصدر للإشارة إذْ اختبرت تأثيره في عمل مجموعة مؤلفة من 14 جهازاً طبياً تشمل مضخات تشريب، وحواضن، وأجهزة مراقبة الـ ECG ومزيلات رجفان بطيني. خلُصت الدراسة إلى وجود إمكانية لتأثّر الأجهزة الطبية قيد الاختبار بتداخل كهرطيسي مع الهاتف الخليوي حتى مسافة نصف متر من الهاتف الخليوي.

وثّقت الدراسة [26] 40 حالة تداخل كهرطيسي منها: خروج كرسي مدولبة الكترونية عن السيطرة و تحركها من تلقاء نفسها، وحصول حالة انقطاع نفس عند مريض و من ثم موته دون أن يصدر جهاز المراقبة الموصول به أي إشارة إنذار، وحالات أعطال في أجهزة تحليل كيميائية، وكذلك في أنظمة تحكم بأجهزة التخدير بسبب تداخل كهرطيسي ناتج عن أجهزة اتصالات. نسبت المقالة عدداً قليلاً من هذه الحالات لأسباب متعلقة باستخدام الهواتف الخليوية في المستشفيات.

استنتج البحث [7] مجموعة من الجداول؛ وذلك من تجارب قياسات شدات الحقل الكهرطيسي المنفّذة على مسافات تراوح من 10سم إلى 5م من هواتف خليوية تمثيلية ورقمية. بيّنت الدراسة توافق البيانات العملية التي توصّلت إليها مع نموذج رياضي بسيط كما يأتي:

$$f = k/d$$

يبيّن النموذج الرياضي هذا وجود تناسب عكسي بين شدة الحقل الكهرطيسي الناتج (f) وقيمة المسافة (d) إذْ (k) هي معامل النموذج، وذلك دون تسجيل أي فرق في التأثير بين الهواتف الخليوية التمثيلية وتلك الرقيمة، ولكن لم يتناول هذا البحث دراسة تأثيرات التداخل الكهرطيسي المحتمل مع الأجهزة الطبية. تأكّدت نتائج الدراسة السابقة وبشكلٍ خاص النموذج العملي الذي توصّلت إليه في الدراسة [12] التي استخدمت هاتفاً خليوياً GSM من أجل قياس تأثير التداخل في مسافات تراوح من 5سم إلى 1.4م. ووجدت الدراسة أنّ مضخات التشريب هي ضحية محتملة لتأثير التداخل الكهرطيسي.

أكّدت المقالة [3] نتيجة الاختبارات العملية التي أجرتها عدم حصول أي مشكلات من الهواتف الخليوية عند وضعها على بعد 1م من الأجهزة الطبية واقترحت الدراسة مستوى مناعة للأجهزة الطبية، قدره $10Vm^{-1}$ بشكل عام.

استمرت الدراسة [13] مدة أربع سنوات وتمكّنت خلالها من توثيق 16 حادثة تداخل كهرطيسي مع أجهزة طبية موجودة في الاستخدام السريري وتوزّعت تلك الحالات كما يأتي: 7 حالات بسبب الهواتف الخليوية، 5 حالات من أجهزة راديو يدوية مرسل–مستقبل، و4 حالات من مصادر أُخرى غالباً من أجهزة طبية. بيّنت هذه الدراسة أنَّ من بين الحالات جميعها كانت حالة واحدة لها تاثيرات سريرية جدية؛ ولهذا أوصت هذه الدراسة بالانتقال من المنع التام لاستعمال الهاتف الخليوي في المستشفيات إلى الإغلاق الكامل في مناطق محددة في المستشفى مثل: العناية المشددة، وغرف العمليات، والطوارئ، وأقسام التوليد، أقسام المعالجة الشعاعية.

تُعدّ الدراسة التي قامت بها وكالة الأجهزة الطبية في المملكة المتحدة عام 1997 من الدراسات المرموقة والضخمة إذْ هدفت إلى التحقق من توافقية أجهزة

الاتصالات المحمولة مع الأجهزة الطبية. طبقت هذه الدراسة اختباراتها العملية في 18 موقعاً شملت المستشفيات ومراكز تقييم الأجهزة الطبية واختبرت 178 نوعاً مختلفاً من الأجهزة الطبية باستخدام مجال عريض من مجموعات الاتصال اليدوية الراديوية الذي تضمن: راديو الطوارئ، وراديو الأمن، والهواتف الخليوية والهواتف اللاسلكية. نُفِّذَتِ القياسات المتعلقة بالهواتف الخليوية باستخدام ثلاثة أنواع مختلفة منها هي الهواتف التقليدية التمثيلية، ونوعان من الهواتف الرقيمة GSM و PCN، وكانت الطاقة الإجمالية بالمتوسط أقل من 1W، لكن لأنّ الهواتف الرقمية ترسل جهوداً مفاجئةً (bursts)، يمكن أن تصل طاقة الذروة إلى 2W في هذه الأنظمة [22].

بدأت التجارب بتشغيل الأجهزة االطبية بالوضعية الاعتيادية، ومن ثمّ ملاحظة التغيرات التي تطرأ على أدائها عند تشغيل الهواتف الخليوية على مسافة 0م من هذه الأجهزة، وكذلك خلال عملية إبعادها التي أُجْرِيَتْ بمعدل 1سم في الثانية؛ شملت الدراسة أيضاً تكرار الاختبار عند مسافة فاصلة بين الهواتف والأجهزة الطبية مقدراها 0.5م و1م. في المرحلة الأخيرة، عملت الدراسة على استكشاف حالات حدوث تغيرات عند مسافة فاصل تزيد على 1م. استناداً إلى نتائج تلك الاحتبارات والتجارب صُنّفت الأجهزة الطبية في أربع مجموعات بحسب حساسيتها الإجمالية للتداخل الكهرطيسي كالآتي:

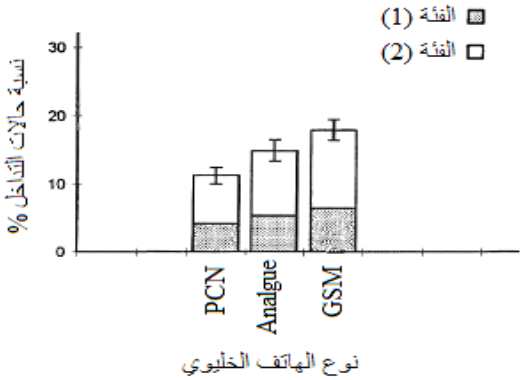
A: شاشات مراقبة الإشارات الفيزلوجية (Monitors)، ومزيلات الرجفان البطيني (Defibrillators)، ونواظم الخطى الخارجية (External pacemakers).

B: مرذات (Nebulizers)، وأجهزة تهوية (Ventilators)، وأجهزة تخدير (Anaesthetic)، ومقاييس الأكسجة النبضية (Pulse oximeters).

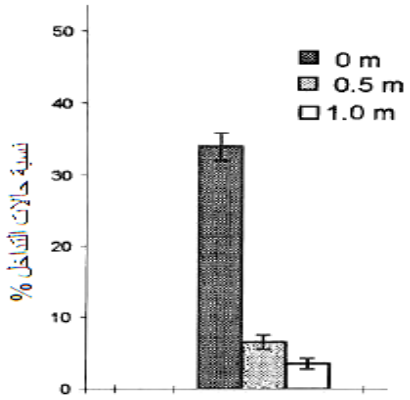
C: محللات دم (Blood analyzers)، وأجهزة الديلزة (Dialysis)، ومضخات تشريب (Infusion pumps).

D: مضخات تغذية (Feed pumps)، والحواضن (Incubators) و آخرون.

عُرِضَتِ بعرض النتائج التي توصلت إليها الدراسة [22] في الأشكال الآتية:

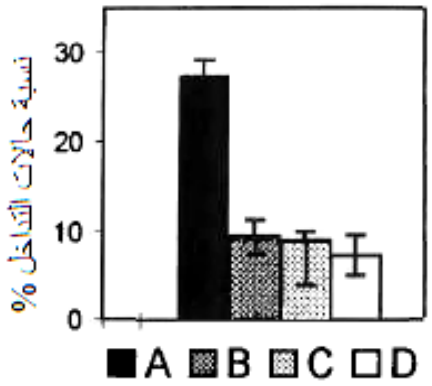


الشكل (1): حالات التداخل وفقاً لنوع الهاتف الخليوي[1].

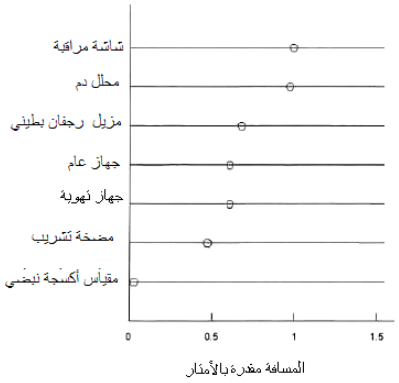


الشكل (2): تأثير المسافة في حدوث التداخل.

[1] قُسِّمَتْ حالات التداخل الكهرطيسي المسجلة إلى مجموعتين لتبسيط عملية التحليل الكمي لنتائج الدراسة. تتضمن المجموعة الأولى حالات التداخل التي تشتمل على تأثير مباشر في المريض، وتشمل أجهزة توقفت عن العمل و بقيت متأثرة حتى بعد إيقاف التداخل، أجهزة تحتاج إلى الإطفاء و التشغيل، وأجهزة تأثّر خرجها – مثلاً: حصل تعديل في إعداداتها أو توقفت المعالجة وشاشات مراقبة تنتج إظهار مضلل (من دون رسالة إنذار أو خطأ). هذه الحوادث سوف يكون لها بالتأكيد تأثير قصير المدى في المريض. أما المجموعة الثانية فتتضمن الحالات التي لا تشتمل على تغيرات مؤثرة بشكل مباشر في المريض، خرج الجهاز لم يتأثر، وخرج أجهزة الإظهار عادت إلى طبيعتها بعد توقف التداخل مثل حدوث تأرجح أو تشوش في الإظهار، انطلاق الإنذار و صدور ضجيج غريب من الأجهزة.



الشكل (3): التداخلات الإجمالية وفقاً لصنف الأجهزة الطبية.



الشكل (4): المسافات بالأمتار التي تكون فيها احتمالية حدوث التداخل 5%.

توصلت الدراسة [22] إلى أنّ 4% فقط من الأجهزة الطبية التي شملتها الدراسة قد عانت من حصول تداخل بسبب الهواتف الخليوية وذلك عند مسافة 1م، وكانت أقل من 0.1% من الحالات قد أظهرت تأثيرات جدية؛ كذلك لم تُظهر الاختبارات أي تباين جدي في الأداء بين الهواتف الخليوية التمثيلية والرقمية.

كان تقييم المخاطر الناجمة عن تداخل الهواتف الخليوية (GSM) وأجهزة الراديو (UHF) مع أجهزة التهوية الميكانيكية الموجودة في أقسام العناية المُشدّدة وغرف العمليات الهدف من الدراسة [2]، ولتحقيق ذلك الهدف أُجْرِيَتِ الاختبارات على 22 جهاز تهوية بالتوافق مع توصيات المعيار (ANSI C63.18-1997). بشكلٍ خاص، ركّزت الدراسة على تحديد المسافات التي سيؤدي استخدام أجهزة الاتصالات عندها إلى حدوث تداخل باحتمالات تراوح بين 5٪ و95٪ وبناءً على النتائج المتحصّلة قُدِّرَتْ درجة الخطر الذي تشكلها كل حادثة تداخل حاصلة، واقْتُرِحَتْ مسافات أمان تتناسب معها. بشكلٍ دقيق، كانت الآثار الملاحظة جميعها مؤقتة وسُجّلت حالات توقف عن العمل لثلاثة أجهزة تهوية من نموذج معين.

عملت الدراسة [15] على تحليل تداخلات الهواتف الخليوية مع الأجهزة الطبية في أحد أقسام الطوارئ وذلك باستخدام ثلاثة هواتف خليوية وضعت على مسافات مختلفة من عدة أجهزة طبية إلكترونية. من حيث النتيجة، وجدت الدراسة تأثّر قطعتين صغيرتين من المعدات هما محول مجرى غاز ثاني أكسيد الكربون ومقياس غلكوز الدم؛ وذلك عندما كان الهاتف قريباً جداً منها. في النهاية كانت الخلاصة التي توصّلت إليها الدراسة هي أنّه ومع انخفاض تأثير إشعاعات الهاتف الخليوي توجد حاجة إلى أولاً تنفيذ دراسات أوسع عن هذه القضية، وثانياً وضع معيار عالمي دقيق للتداخل الكهرطيسي.

انتقلت المقالة [19] إلى بحث حالات تفاعل الهاتف الخليوي مع أنواع متعددة من أجهزة غرفة العمليات. سجّلت الدراسة وجود تأثير للهواتف الخليوية الرقمية في أجهزة التهوية الميكانيكية داخل دائرة نصف قطرها متر واحد. كذلك، بيّنت الدراسة أنّ أجهزة المراقبة بشكلٍ خاص تكون عرضةً للخطر بسبب قياس إشارات ذات مستوى منخفض جداً إذْ يمكن أن تعمل الأسلاك الواصلة بين الجهاز والمريض كهوائي. بشكلٍ مماثل فإنّ مضخات التشريب كانت أيضاً معرضة بشكلٍ خاص للتداخل الكهرطيسي. ختمت هذه الدراسة بوجود أدلة تُؤكّد أنّ التداخل الكهرطيسي يُمثّل ظاهرة حقيقية داخل دائرة نصف قطرها 2 متر من المعدات في غرف العمليات.

قامت الدراسة [29] بقياس التغير في التشغيل والأعطال الحاصلة في 14جهازَ تهويةٍ ميكانيكياً الناجمة عن

التداخلات مع الهواتف الخليوية GSM في أقسام عناية مشددة. وجدت الدراسة أنّ 6 من 14 جهازَ تهويةٍ ميكانيكياً قد أصيبت بأعطال عند وضع هاتف خليوي بطاقة خرج أعظمية على مسافة 15 سم أو أقل من الجهاز. أكّدت هذه الدراسة أنّ الهواتف الخليوية القريبة من أجهزة التهوية الميكانيكية يمكن أن تسبب الأعطال، ولكن يمكن السماح باستخدام تلك الهواتف في وحدة العناية المشددة مادام يجري الاحتفاظ بها على مسافة1 متر من الأجهزة الطبية كلّها.

وثّق البحث [8] عدداً من حالات التداخل الكهرطيسي بين هواتف خليوية من عدة أنواع وعدد من الأجهزة الطبية كما يبين الجدول (1). وبناءً على ذلك خلصت الدراسة إلى أنّ الاستخدام الآمن للهواتف الخليوية في المستشفيات يجب أن يخضع لضوابط إدارية مُحدّدة منها:

أ. تضمين تصميم المستشفيات وبنائها وجود بنية تحتية من الهوائيات الداخلية التي تساعد في تخفيض قوة إرسال الهواتف الخليوية مقابل زيادة التغطية مع ضرورة مراعاة مسألة التكلفة الناجمة عن ذلك،

ب. حصر استخدام الهواتف الخليوية بنماذج محدّدة ومختبرة فقط،

ج. الحظر التام لاستخدام الهواتف الخليوية في بعض مناطق الرعاية الحرجة،

د. ضرورة التقيد بترك مسافة فاصلة بين الهواتف الخليوية، والمرضى، وأجهزتهم الطبية.

الجدول (1): أمثلة عن حالات تداخل كهرطيسي مع أجهزة طبية [8].

نوع الجهاز الطبي	المشكلة الملاحظة على مسافة ≤ 3 أقدام	المشكلة الملاحظة على مسافة ≥ 3 أقدام
جهاز التهوية الميكانيكي	تغير في معدل التنفس (D, E)	لم يلاحظ أي مشكلة
جهاز التهوية الميكانيكي	لم يلاحظ أي مشكلة	لم يلاحظ أي مشكلة
جهاز التهوية الميكانيكي	لم يلاحظ أي مشكلة	لم يلاحظ أي مشكلة
جهاز التهوية الميكانيكي	لم يلاحظ أي مشكلة	زيادة صغيرة في الإنذار على مسافة < من قدم واحد (A)
جهاز التهوية الميكانيكي	تغير في معدل (D, E)	لم يلاحظ أي مشكلة
جهاز التهوية الميكانيكي	لم يلاحظ أي مشكلة	لم يلاحظ أي مشكلة
جهاز التهوية الميكانيكي	لم يلاحظ أي مشكلة	زيادة في معدل التنفس و زيادة صغيرة في الإنذار على مسافة < من قدم واحد (A)
جهاز مراقبة الإشارات الفيزيولوجية	لم يلاحظ أي مشكلة	لم يلاحظ أي مشكلة
مزيل رجفان بطيني	إشارة قلب كهربائي ذات ضجيج عال (C, D, E)	لم يلاحظ أي مشكلة
جهاز مراقبة الإشارات الفيزيولوجية	لم يلاحظ أي مشكلة	لم يلاحظ أي مشكلة
مزيل رجفان بطيني	لم يلاحظ أي مشكلة	لم يلاحظ أي مشكلة
مضخة تشريب	لم يلاحظ أي مشكلة	انطفاء كامل على مسافة أقل من قدم واحد (D)
مضخة تشريبPCA /	لم يلاحظ أي مشكلة	لم يلاحظ أي مشكلة

كان تقييم تأثيرات التداخل الكهرطيسي المحتمل الناتج عن هواتف خليوية ذات تقنيات تصنيع مختلفة في الأجهزة الطبية موضوع الدراسة [31] إذْ شملت الدراسة أربع تقنيات هي: CDMA، GSM، TDMA والتمثيلية ونُفذت الإختبارات على 16 نوعاً مختلفاً من الأجهزة الطبية التي يمكن أن توجد في أي منطقة عناية مشدّدة في مستشفى.

أكّدت هذه الدراسة حصول تداخل كهرطيسي في 108 اختبارات أي ما نسبته (21.2%) مع وجود تأثيرات سريرية مهمّة لهذا التداخل في 1.2٪ من اختبارات الأداء. وجدت الدراسة أنّ الهواتف الخليوية يمكن أن تتداخل مع الأجهزة الطبية، ولكن نظراً إلى التغيرات في التقنيات الخاصة بكل

من تلك الهواتف، وكذلك الأجهزة الطبية فإنّه يجب إجراء اختبارات دورية للتداخلات بينهما.

أجرت الدراسة [20] اختبارات لخمسة أجهزة تهوية ميكانيكية ضد التداخل الكهرطيسي الناتج عن عمل مجموعة راديوية يدوية واحدة واثنين من الهواتف الخليوية GSM، وقد اتبعت هذه الدراسة في اختباراتها إرشادات الممارسة الوطنية القياسية الأمريكية واختبار ANSI C63 للتداخل الكهرطيسي. أظهرت أجهزة التهوية التي اختبرت جميعها، إلا واحدة، خطأ في الإظهار عند التعرّض للتداخل الكهرطيسي من مجموعات الاتصالات المستخدمة. وجدت الدراسة أنّ الأجهزة ذات طاقة الخرج المرتفعة (المجموعة الراديوية) قد تُسبب تشويشاً كبيراً في وظيفة أجهزة التهوية، في حين قد تُسَبِّبُ الأجهزة ذات طاقة الخرج متوسطة القوة (الهواتف الخليوية) فقط انطلاق إنذارات طفيفة.

قامت الدراسة [4] باستعراض عددٍ من التقنيات اللاسلكية المستخدمة في المستشفيات ودراسة تأثيرها في سلامة المريض، وذلك من أجل تقديم إرشادات تُمكّن من صياغة سياسة مناسبة لاستخدام هذه التقنيات في المستشفيات. كانت الهواتف الخليوية الرقمية إحدى التقنيات المدروسة، ووجدت الدراسة أنّ المحافظة على مسافة أمان فاصلة بين الهواتف الخليوية والأجهزة الطبية يعدُّ كافياً لضمان استخدامها من دون أن تسبب أذى في المستشفيات، وحدّدت الدراسة هذه المسافة بنصف متر بالنسبة إلى الهواتف الخليوية GSM1800 و CDMA، وبمترين بالنسبة إلى الهواتف الخليوية GSM900 phones.

كان تأثير الهواتف الخليوية في عمل أجهزة التهوية الميكانيكية في المستشفى موضوع الدراسة [11] التي اختبرت 7 أجهزة تهوية مختلفة ضد التداخل الحاصل من الهواتف الخليوية نوع GSM و TDMA وأجهزة راديو ثنائية الاتجاه. بيّنت الدراسة تأثّر جهاز تهوية واحد بإشعاع الهاتف المحمول نوع GSM؛ وذلك على مسافة 0.5 متر. استنتجت الدراسة إمكانية استخدام معظم أجهزة الاتصالات المحمولة بأمان في مراكز العناية المُشدّدة شريطة أن تكون على بُعد يزيد على 1.0 متر من أي معدات طبية.

وثقت الدراسة [33] عدداً من حالات التداخل الكهرطيسي مع أجهزة طبية في أقسام متعددة من المستشفيات، وقد لُخِّصَتْ تلك الحالات في الجدول (2). وبناءً على النتائج التي توصّلت إليها هذه الدراسة فقد خلصت إلى ضرورة قيام المستشفيات بتحديد سياسات واضحة عن استعمال الهواتف الخليوية في أقسامها المختلفة بهدف تقليل مخاطرها وتعظيم الفائدة منها.

الجدول (2): عدد من حالات التداخل الكهرطيسي للهواتف الخليوية مع الأجهزة الطبية في المستشفيات [33].

اسم الجهاز	موقعه في المستشفى	التأثيرات المسجلة
آلات مراقبة إشارات القلب الكهربائية	أجنحة الإقامة، وحدة العناية المشددة، قسم العيادات الخارجية	سبب التداخل ضجيج في خط الصفر وتأثرت القراءات أيضاً
شاشات صوتية	وحدة العناية المشددة لحديثي الولادة	تأثر القراءات الصوتية
أجهزة التخدير	غرف العمليات	إظهار قيم غير صحيحة لمستوى الأكسجين عندما استعمل الهاتف الخليوي على مسافة 1م أو أقل.
مزيلات الرجفان البطيني	أجنحة الإقامة، وحدة العناية المشددة، قسم العيادات الخارجية، غرف العمليات	اهتزاز الشاشة، مع استعمال هواتف خليوية أكثر قوة انطفأت الوحدات، تغير في قيم الدخل، انخفاض في الطاقة المخزنة، و إظهار استرخاء للقلب زائف .
آلات تخطيط إشارة الدماغ الكهربائية	أقسام العصبية، أقسام العيادات الخارجية ،	تداخل مع الجهود العضلية

	التنقل ضمن وحدات العناية المشددة، الأجنحة وغيرها.	
آلات الكي	غرف العمليات	تأثر طاقة الكي
نواظم الخطى القلبية المزروعة مزيلات الرجفات البطيني المزروعة	أجنحة الإقامة، وحدة العناية المشددة، قسم العيادات الخارجية	تأثر القراءات
مضخات التشريب	وحدة العناية المشددة	عرضة إطلاق الإنذار ورسائل الخطأ وحتى عكس اتجاه المضخة عندما يستعمل الهاتف على مسافة أقل من ام.
جهاز التخطيط المستمرلإشارة قلب الجنين في أثناء المخاض (CTG)	قسم التوليد	سُجِلَتْ إشارات زائفة بأن الجنين يعاني من نقص في الأكسجة مما استلزم إجراء توليد إسعافي باستخدام جفت التوليد ليتبين أن حالة الجنين طبيعية وما حصل كان نتيجة وجود 3 هواتف خليويةغير مغلقة قرب جهاز الـ CTG .

قدّمت الدراسة [21] تقييماً وتصنيفاً لحوادث التداخل الكهرطيسي الناجمة عن الجيلين الثاني والثالث من الهواتف الخليوية على الأجهزة الطبية في مناطق الرعاية الحرجة. استخدمت الدراسة في تجاربها نوعين من إشارات الـ GPRS (900 MHz, 2 W) وإشارة UMTS واحدة (1,947.2 MHz, 0.2 W) وهي تقابل الإرسال الأعظمي من الهواتف الخليوية المستخدمة في الممارسة اليومية. وُلِدَتِ الإشارات بالقرب من 61 جهازاً طبياً وُزعت على 17 فئة (27 شركة مختلفة). صُنّفت حوادث التداخل الكهرطيسي وفقاً لمعدل حدوث التداخل. من حيث النتيجة أكّدت الدراسة حصول 48 حالة تداخل كهرطيسي ناتج عن تأثير إشارات GPRS أو UMTS في أجهزة العناية الطبية الحرجة في 26 جهازاً في اختبارات منفذة على 61 جهازاً أي ما يُعادل 43% من الأجهزة، وقد وُزّعت حالات التداخل كالآتي:

- 16 حادثة تداخل تأثيراتها خطيرة (33%).
- 20 حادثة تداخل تأثيراتها مهمة (42%).
- 12 حادثة تداخل تأثيراتها طفيفة (25%).

سبّبت إشارات الـ GPRS أكثر حالات التداخل المسجلة (66%) في حين سبّبت إشارة الـ UMTS النسبة الأقل من حالات التداخل (13%). كان متوسط المسافة بين الهوائي والجهاز الطبي للحالات التي حصل فيها تداخل كهرطيسي 3سم (وبمدى يرواح بين 0.1 و500 سم). أكدت الدراسة في النهاية أنّ قاعدة متر واحد تبدو آمنة (حُدّدت هذه المسافة كأدنى مسافة لإبعاد الهاتف الخليوي عن الأجهزة الطبية أو بجانب السرير)، مع أنَّ هذه القاعدة لا تستبعد التداخل الكهرطيسي الناتج عن الجيل الجديد من الهواتف الخليوية تماماً.

كان التداخل الكهرطيسي المؤثّر في مضخات التشريب والناتج عن هواتف خليوية نوع GSM، وعن DECT وWiFi موضوع البحث [6]. أُجريت الاختبارات على 17 مضخة تشريب، وكانت مسافة التعرض الأولي 1 م. بيّنت النتائج العملية تأثّر خمس مضخات بهواتف GSM سواء العاملة على 900 MHz أو 1800 MHz وفي ثلاث حالات منها توقفت المضخات عن العمل. أظهرت الدراسة أنّ متوسط المسافة التي تأثرت عندها المضخات هو 9.1 سم، كما لم يتم العثور على أي تأثير للDECT والـ WiFi.

ركّزت الدراسة[16] على تقييم تأثير استعمال الهواتف الخليوية في محيط الأجهزة الطبية في أقسام العناية المشددة، وذلك باستخدام نوعين من الهواتف الخليوية هي GSM وCDMA. وُضعت الهواتف الخليوية على مسافة قدم واحدة من ثلاثة أجهزة طبية هي مضخة تشريب، وجهاز تهوية ميكانيكي، وجهاز مراقبة بجانب السرير. كما أُجْرِيَتِ الاختبارات في ثلاث وضعيات: الهواتف الخليوية مغلقة، وفي وضعية الاستعداد، وأنماط التخاطب الموجودة

في الهاتف. بيّنت النتائج العملية حدوث تداخل كهرطيسي في حالة مضخة التشريب عندما وضع الهاتف في محيطها وبوضعية أنماط التخاطب. بالمقابل، لم يُظهر جهاز التهوية الميكانيكي أيّة آثار سلبية عند استخدام الهاتف الخليوي في محيط قدم واحد. كذلك لم تُظهر أجهزة المراقبة بجانب السرير أيّة آثار سلبية أو حدوث أعطال غير مبررة. وقد سُجِّلَ حصول حالة وفاة لمريض بسبب توقف جهاز تهوية ميكانيكي عن العمل نتيجة لاستعمال هاتف خليوي بالقرب منه. استنتجت الدراسة أنّ للتداخل الكهرطيسي من الهواتف الخليوية تأثيراً ضاراً في إعدادات الأجهزة الطبية المستخدمة في الرعاية الحرجة، وأوصت بترك مسافة لا تقل عن قدم واحدة بعيداً عن الأجهزة الطبية عند استخدام الهاتف الخليوي في هذه الأماكن.

أعدّت وزارة الصحة في المملكة المتحدة عام 2009 تقريراً يوثّق حالات تداخل الهواتف الخليوية مع الأجهزة الطبية بين عامي 2001 و2008 [9]، ويمكننا تلخيص تلك الحالات كما يأتي:

- زيادة عملية الترشيح في وحدة الديلزة. ثلاث من مضخات التشريب حصل فيها مشكلات: الأولى توقفت، والثانية ازدادت سرعتها، أمَّا الثالثة فقد انطلق منها الإنذار.
- قرأت مضخة المريض حجم الدواء الواجب ضخه ب 175mls، ولكن بقي في المحفظة تقريباً 600mls. ووُجد أنّ سبب الخطأ هو احتفاظ المريض بهاتف خليوي في وضعية العمل. أُعِيدَ تشغيل المضخة مع إجراء مراقبة لأدائها، ولوحظ استمرار العطل الناتج حتى بعد إطفاء الهاتف.
- أعادت وحدة الديلزة قيمها إلى الإعدادات الافتراضية وأُعطي المريض 0.3 كغ من السوائل من عملية الديلزة وذلك لأنّ المريض المجاور له قد وضع هاتفه الخليوي وفق وضعية العمل.
- تغيرت سرعة المضخة الموصولة على الشرايين مرتين خلال عملية الديلزة من دون أي تدخل خارجي لأنّ المريض المجاور لديه هاتف خليوي بوضعية العمل، وعند إطفاء الهاتف الخليوي حافظت وحدة الديلزة على سرعة ضخ ثابتة.
- انطلق الإنذار من المضخة التي تتحكم بتركيز مُسكّن الألم للمريض، وعند التقصي تبين أنّ قيمة جرعة المُسكّن المقروءة عن المضخة هي 100 mcg، بحيث تُعطى للمريض في دقيقة والتركيز هو 1 mg في 1. ml. كانت الوصفة الفعلية جرعة بمقدار 2.5 mg تُعطى للمريض في عشرين دقيقة والتركيز هو 10 mg في 1. ml صُحِّحَتْ قيم المضخة وبُرْمِجَتْ على الوصفة الصحيحة. غادر المريض الغرفة لإجراء مكالمة هاتفية وعند العودة أبلغ الممرضة أنّ المضخة كانت تطلق إنذاراً فَغُيِّرَتِ الوصفة مجدداً، ولكنّ المضخة لم تكن تضخ. تمّ التأكد أنّ كلتا الحالتين كانتا بسبب إجراء مكالمة هاتفية من هاتف خليوي في محيط قريب من المضخة.
- في أثناء تشريب العلاج الكيميائي، كان معدل ضخ العلاج الكيميائي يسير وفقاً للنظام منتقلاً للمريض من خلال مُشرّب حجمي. في الدورتين الأوليتين (مدة كل واحدة نصف ساعة) استمرّ العلاج مستمراً من دون أيّة آثار سلبية. لاحقاً استدعى المريض الممرضة لأنّ دورة العلاج الثالثة انتهت بعد عشر دقائق مع أنّه من المفترض أن تستمر كغيرها مدة نصف ساعة، وعند التفتيش تبين أنّ المريض كان معه هاتف خليوي في وضعية العمل، فقام بإطفاء الهاتف الخليوي ومن ثمّ أكمل العلاج.
- في أثناء عملية قياس روتينية لسماكة القرنية، لم يُقدّم الجهاز القراءة الآلية التالية للقياس. أُغْلِقَ المقياس وشُغِّلَ من جديد فظهر على الشاشة وجود عطل في

المسبار. عندما صدر صوت الإنذار، لوحظ أنّ هاتفاً خليوياً (بوضعية الاهتزاز) كان موجوداً مباشراً بجانب المقياس.

في النهاية، خلص التقرير إلى ضرورة المحافظة على الإرشادات المقدمة في تقرير وزارة الصحة البريطانية لعام 2007 [10]، التي حدّدت أقساماً معينةً في المستشفى لا يُسمح فيها باستخدام الهواتف الخليوية من قبل أي شخص لأسباب متعلقة بالسلامة والخصوصية. هذه الأقسام هي: أقسام إقامة المرضى، ووحدات العناية المشدّدة، وأقسام الولادة، ووحدات الرضّع ذوي الرعاية الخاصة، وأقسام الأطفال. من ناحيةٍ أُخرى، سُمِحَ باستخدام الهواتف الخليوية في أقسام الاستقبال ومداخل المستشفى، والمناطق غير السريرية التي تستخدم من قبل الجميع مثل المقهى، الممرات العامة.

دُرِسَتْ مناعة المعدات الطبية ضد التداخل الكهرطيسي الناتج عن الجيلين الثاني والثالث للهواتف الخليوية في المرجع [32]، ولهذا اِخْتُبِرَ 532 جهاز طبياً من 10 فئات مختلفة مع ثلاثة أنواع مختلفة من الهواتف النقالة: GSM900، PCS1800، وG3. بعد الاختبار، وجد الباحثون أنّ نسبة إخفاق الأجهزة الطبية كان كالآتي:

- 5٪ في حالة أنظمة الهاتف الخليوي GSM900
- 4.5٪ في حالة أنظمة الهاتف الخليوي PCS1800
- 0.6٪ في حالة هواتف الجيل الثالث G3.

بناءً على تلك النتائج، خلصت الدراسة إلى أنّ هواتف الجيل الثالث G3 ربما تكون الخيار الأنسب للأطر الطبية داخل المستشفيات. ومع ذلك، أكّدت الدراسة ضرورة اعتماد الإرشادات والتوجيهات قبل تطبيق سياسات مُتهاونة بسبب مخاوف من تشغيل الأجهزة الطبية الحساسة واستخدام الهواتف الخليوية متعدد الحزمة.

تناولت الدراسة [28] تقييم تأثير الاشعاعات الصادرة عن الهاتف الخليوي (900MHz GSM) في مستويات هرمون الـ hCG في أثناء إجراء التحاليل في مخابر المستشفى. ولأجل ذلك اِسْتُعْمِلَ هاتفان خليويان (0.69 and 1.09 W/kg) مع استخدام ستين بئراً للعينات تحتوي على تراكيز مختلفة من مصل الإنسان (0, 10, 100, 250, 500 mIU/mL). أدّى تعرُّض تلك الآبار للإشعاع من الهواتف الخليوية إلى تغيير قياس مستويات المصل خصوصاً في الآبار ذات التراكيز 100، 250، 500mIU/mL. خلصت الدراسة إلى ضرورة الاهتمام بتأثير استخدام الهاتف الخليوي في مخابر المستشفيات، ولاسيّما المخابر المناعية لأنّها قد تتسبب في حدوث أخطاء في نتائج هذه التحاليل.

كان فحص الخصائص المكانية، والزمانية، والطيفية للتداخل الكهرطيسي وذلك عن طريق دراسة تأثير الهاتف الخليوي GSM في تسجيلات ECG الهدف من الدراسة [5]. بيّنت الدراسة أنّ نظام تخطيط القلب الكهربائي كان عُرضةً للتداخل الناتج عن الهاتف الخليوي GSM الذي يعمل عند أقصى قوة إرسال وكذلك في نمط DTX عند وضع الجهاز على مسافة تقل عن 7.5 سم من مجس ECG الموجود على سطح الصدر مع إهمال تأثيرات التداخل الكهرطيسي في مسافات أكبر من ذلك. قدّمت الدراسة عدة توصيات منها (1) إغلاق الهاتف الخليوي عند إجراء تخطيط لإشارة القلب الكهربائية لأنّه، حتى عند عدم استخدام الهاتف الخليوي في أي اتصال صوتي أو نقل بيانات، يقوم بإرسال جهود مفاجئة منخفضة التردد بشكل دوري، (2) يجب عند تشغيل الهاتف الخليوي وضعه على مسافة تزيد على 7.5 سم من أي قطب لجهاز الـ ECG لمنع حصول تشويش في الإشارة، (3) مع أنّ مستوى الضجيج في نمط DTX أقل ولكن قد تُسبب خصائصه الزمانية مشكلات لأنّ نمطها في إشارة تخطيط القلب يحاكي حالات الرجفان (4) إنَّ تأثير الهواتف الخليوية في نظم استحصال إشارات ECG قد يعتمد على أسلوب تحليل إشارة ECG الذي يجري اتباعه.

4- تاثير التداخل الكهرطيسي في تصميم المستشفيات:

أخذت دراسة التداخل الكهرطيسي في المستشفيات منحىً جديداً تقريباً منذ عام 2005، وذلك بالتركيز على تأثير هذا التداخل في تصميم المستشفيات، ولهذا فإنّ عدد الدراسات في هذا الجانب مازال قليلاً ومن ثَمَّ يُعدُّ مجالاً واعداً للمزيد من البحث والتقصي. اِسْتُعْرِضَ في هذه الفقرة عدد من الدراسات التي أمكن الوصول إليها.

تبيّن الدراسات ذات الصلة وجود علاقة تناسب طردية بين احتمال حصول التداخل الكهرطيسي الناتج عن استعمال الهواتف الخليوية بالقرب من الأجهزة الطبية وبين قوة الإرسال [30]، [23]. عملياً، تمتلك الهواتف الخليوية الحديثة خاصية التحكم الديناميكي بقوة الإرسال التي صُمِّمَتْ، في البداية، بقصد التوفير في طاقة البطاريات عن طريق إرسال الإشارات بقوة أقل في المناطق التي تغطيها جيداً محطات البث. يؤدي عمل الهواتف الخليوية عند مستوى قوة أقل إلى تخفيض الحقل الكهرطيسي المُولّد من قبل الهاتف الخليوي الأمر الذي يقلل بدوره من احتمال حدوث التداخل مع الأجهزة الطبية. ولهذا السبب، لجأت بعض المستشفيات إلى تقنية الاستخدام والتحكم هذه، وقامت بإجراء الترتيبات اللازمة لتركيب إما مواقع لمحطة قاعدية صغيرة الحجم فيها أو هوائي مُدمج ضمن البناء يُوصَلُ بهوائي خارجي لتأمين تغطية داخلية أقوى الأمر الذي يُحفّز هواتف الأطر على إرسال مستويات طاقة أقل[1]،[6]،[17] ، [34] .

كذلك، تشير دراسات أُخرى إلى أنّ الهاتف الخليوي يعمل من دون نظام توزيع الهوائيات (DAS) على مجال (1W)، وقد أُثبت سابقاً أنّ هذا المجال يُسبب تداخلات مع الأجهزة الطبية. في حين عندما تُرَكَّب شبكة الـ DAS فإنّ طاقة عمل الهاتف الخليوي تصبح أقل من 5mw مما يجعل استخدامه أكثر أماناً. وبناءً على ذلك فقد نصحت الدراسات بإدراج مرحلة بناء هذا النظام في أثناء وضع التصميم التخطيطي للبناء [17] ، [36] .

لكن، لا بدّ من التساؤل هنا أنّه وباعتبار أنّ تطبيق نظام شبكة الهوائيات مازال في بدايته، أليس من الممكن أن تحدث تأثيرات سلبية عن عملية تقوية التغطية الداخلية في المستشفيات في صحة الأفراد فيها وفي عمل الأجهزة الطبية بشكل مباشر. من الناحية العملية ومع البحث المُكثّف فإنّه توجد ندرة شديدة في الدراسات التي تتناول بالبحث والاختبار تأثير نظام توزيع الهوائيات في المستشفيات في عمل الأجهزة الطبية فيها مما أعاق إمكانية الوصول إلى نتيجة علمية عن مدى جودة هذه الطريقة ومستوى سلامتها.

5- خاتمة و اقتراحات مستقبلية:

أدّت التداخلات الكهرطيسية التي حصلت في السابق بين الهواتف الخليوية التمثيلية وأجهزة دعم الحياة الحسّاسة إلى قيام العديد من المستشفيات حول العالم بشكلٍ عام وفي الدول المتقدمة بشكلٍ خاص بمنع استعمال الهواتف الخليوية فيها بحزم أو تقييد استخدامها في مناطق محدّدة وضمن قواعد وإجراءات صارمة. في الوقت الحالي، ونتيجة التطور الكبير في تقنيات الهواتف الخليوية والفوائد الكثيرة المحتملة لاستخدامها في المستشفيات تقوم هذه الأخيرة بدراسة إمكانية التوسع في استخدام الهواتف الخليوية والتخفيف من تقييدات ذلك. لكن، يصطدم هذا التوجّه أو الرغبة بوجود قائمة طويلة من الدراسات التي تبيّن احتمال حصول تداخل كهرطيسي بين الهواتف الخليوية و بين مختلف الأجهزة الطبية في المستشفيات. يزداد مستوى عدم اليقين فيما يخص هذا التوجه من قبل المستشفيات نتيجة عدم وجود معيار عالمي موحد عن استخدام الهواتف الخليوية في المستشفيات.

شكّلت هذه القضية الدافع الرئيس وراء إجراء هذه الدراسة المرجعية التي هدفت إلى تجميع الأدلة العلمية الموثوق بها عن تأثير التداخل الكهرطيسي الناتج عن استخدام الهواتف الخليوية في المستشفيات في عمل الأجهزة الطبية فيها. الدافع الآخر وراء القيام بهذه الدراسة كانت الخطورة المترتبة على حالات التداخل الكهرطيسي تلك التي تُهدّد حياة المرضى في المستشفيات والتي قد تصل –في بعض الأحيان– إلى الوفاة كما حصل في بعض الأمثلة من دول أُخرى مذكورة في متن الدراسة أعلاه.

من حيث النتيجة وجدت هذه الدراسة تبايناً واضحاً بين الدراسات التي تمت مراجعتها فيما يخص الإجراءات الواجب اتخاذها للحد من مشكلة التداخلات الكهرطيسية إذْ راوحت الآراء من التوصية بعدم القيام بأي إجراء إحترازي إضافي فيها إلى ضرورة التقييد التام لاستعمال الهواتف الخليوية في أي منطقة في المستشفى تُستعمل فيها أجهزة الكترونية لرعاية المرضى حتى لو لم تكن منطقة رعاية حرجة. أكثر من ذلك، أوصت بعض الدراسات بعدم السماح بحمل الهواتف الخليوية حتى في وضعية الاستعداد أو وضعية الصامت بل يجب إطفاؤها تماماً مع السماح بها في بعض المناطق في المستشفى التي لا تُقدّم فيها رعاية للمرضى.

نتيجةً للدراسة المرجعية التي قامت بها هذه الدراسة يمكن الإشارة إلى الأجهزة الطبية الأكثر تأثراً بحالات التداخل الكهرطيسي وهي مضخات التشريب، وأجهزة التهوية الميكانيكية، وأجهزة مراقبة الإشارات الحيوية وأجهزة الديلزة. شملت الدراسات التي تضمنتها هذه الدراسة المرجعية تقريباً الغالبية العظمى من أنواع الهواتف الخليوية المستخدمة. وجدت هذه الدراسة أن العدد الأكبر من الدراسات التي تمت مراجعتها توصي باتباع قاعدة الواحد متر كمسافة أمان مقبولة للحد من تداخل الهواتف الخليوية مع الأجهزة الطبية مع وجود عددٍ آخر من الدراسات التي تقترح زيادة هذه المسافة إلى مترين. كذلك، شملت توصيات الدراسات تغيير تقنية التضمين وتخفيض قوة إرسال الهاتف الخليوي. اقترحت بعض الدراسات تطبيق نظام الهوائيات المركزي في المستشفيات لتقليل الطاقة التي يعمل بها الهاتف الخليوي.

لم تجد هذه الدراسة تمييزاً في الأداء بين الهواتف الخليوية التمثيلية والرقمية في أثناء تنفيذ تجارب التداخل الكهرطيسي مع الأجهزة، وقد عَدَّتْ إحدى الدراسات أنّ هاتف الـ 3G هو الأمثل للاستخدام في المستشفيات.

أخيراً نجد من الضروري تقديم مجموعة من النصائح المتعلقة بالإجراءات الواجب اتباعها لزيادة مستوى الأمان في المستشفيات والحد قدر الإمكان من التداخل الكهرطيسي الناجم عن استعمال الهواتف الخليوية فيها. (1) ضرورة تثقيف أطر المستشفى بالتأثيرات غير المرئية للهواتف الخليوية وتوعيتهم في التغيرات المفاجئة في الإشارات الملاحظة أو حالات القصور في المعدات التي يمكن أن تظهر بسبب التداخلات الكهرطيسية، ولاسيّما بعد انتشار استعمال الهاتف الخليوي في غرف العمليات ووحدات العناية المشددة بين الأطباء. (2) وضع إشارات تحذيرية واضحة في المستشفيات للتنبيه على مخاطر استعمال الهواتف الخليوية وضرورة إطفائها ولاسيَّما بالقرب من المناطق الحرجة وداخلها. (3) تطوير مجموعة من معايير التوافق الكهرطيسي لاختبار تأثير الأجهزة غير الطبية داخل المراكز الطبية الأمر الذي يسمح للأطر الطبية بالإفادة من التقنيات الحديثة في أثناء عملهم اليومي بشكل آمن ومن بينها الهواتف الخليوية والمساعدات الرقمية الشخصية. (4) تعزيز العمل الجماعي في منع مشكلات التداخل الكهرطيسي التي تُعدُّ مسؤولية مشتركة لعدد من الأطراف الواجب تعاونهم مع بعضهم بعضاً للوصول إلى بيئة طبية آمنة في المستشفيات. إذ يجب على مصمّمي الأجهزة الطبية ضمان تطابق الأجهزة الطبية وبشكل دائم مع حدود الإصدار المناسب ومستويات المناعة وفقاً

للمعايير المحدّدة. أيضاً يتوجّب على المهندسين في أثناء عملية تصميم المستشفى ضمان الفصل المناسب بين مصادر التداخل الكهرطيسي وضحاياه المحتملين، فعلى سبيل المثال يجب وضع أقسام الجراحة الكهربائية في المستشفى في مكان مختلف من البناء عن وجود أجهزة الـ EEG أو الأجهزة الحسّاسة الأخرى. كذلك يجب لحظ الإشعاعات الصادرة من هوائيات المركبات عند اختيار موقع أقسام الطوارئ، والانتباه أيضاً إلى مشكلات التداخل عند توصيل أسلاك شبكة الكهرباء الرئيسة وأسلاك البيانات. أمَّا مديرو المستشفيات فيجب عليهم تطبيق تقييد منطقي لاستعمال الهواتف الخليوية في أقسام المستشفيات وبأسلوب جيد. أخيراً على المرضى والزوار في المستشفيات التقيد بإرشادات الاستخدام الآمن للهواتف الخليوية التي تضعها المستشفيات.

ومع أهمية موضوع التداخل الكهرطيسي بين الهواتف الخليوية والأجهزة الطبية في المستشفيات فإن هذه الدراسة قد وجدت قلة من الدراسات تبحث في تأثير الهواتف الخليوية في تصميم المستشفيات، لذلك توصي هذه الدراسة بالتركيز على هذا الجانب من الموضوع أكثر من غيره وبإعطائه أهميةً نسبيةً أكبر.

References:

1. ADC Telecommunications, Inc. (2010). "In-Building Coverage Eliminates Interference Issues for Mobile use in Healthcare", USA (www.adc.com).
2. Barbaro, V.; Bartolini, P.; Benassi, M.; Di Nallo, AM.; Reali, L.; and Valsecchi, S. (2000). " Electromagnetic Interference by GSM Cellular Phones and UHF Radios with Intensive-care and Operating-room Ventilators", Biomed Instrum Technol., Vol. 34, No. 5, pp.361-9.
3. Boström, U. (1995). "Cellular Telephone and Radio Transmitter Interference on Medical Equipment", International Clinical Engineering Conference, Merano, Italy, in Medical Devices Agency (1997). ""Electromagnetic compatibility of medical devices with mobile communications", Device Bulletins DB9702 .
4. Boyle, J. (2006). "Technical Review: Wireless Technologies and Patient Safety in Hospitals", Telemedicine and E-Health Vol. 12, No. 3.
5. Buczkowski, T.; Janusek, D.; Zavala-Fernandez, H.; , Skrok, M.; , Kania, M.; and Liebert, A. (2013). "Influence of Mobile Phones on the Quality of ECG Signal Acquired by Medical Devices", Measurement Science Review, Vol. 13, No. 5.
6. Calcagnini, G.; Censi, F. ; Triventi, M. ; and Mattei, E. (2008). "Electromagnetic Interference to Infusion Pumps. Update 2008 from GSM Mobile Phones". 30th Annual International IEEE EMBS Conference. Vancouver, British Columbia, Canada, August 20-24.pp 4503-4506.
7. Clifford, K. J.; Joyner, K. H.; Stroud, D. B.; Ward, B. and Femandez, C. H. (1994). "Mobile Telephones Interfere with Medical Electrical Equipment", Australian Physical and Engineering Sciences in Medicine, Vol. 17, pp. 23-27, in Medical Devices Agency (1997). ""Electromagnetic compatibility of medical devices with mobile communications", Device Bulletins DB9702 .
8. Cohen, T., Ellis, W. S., Bakuzonis, C., David,Y., and Paperman, D., (2005). "Safe Use of Cellular Telephones in Hospitals: Fundamental Principles and Case Studies". Journal of Healthcare Information Management , Vol. 19, No. 4, pp. 38-48.
9. DH (2009). " Using mobile phones in NHS hospitals", The Department of Health, UK.
10. DH (2007). " Using mobile phones in NHS hospitals", The Department of Health, UK.
11. Dang, B. P., Nel, P.R. and Gjevre, J.A. (2007). "Mobile Communication Devices Causing Interference in Invasive and Noninvasive Ventilators". Journal of Critical Care, Vol. 22, pp. 137– 141, in Fernández-Chimeno, M. and Silva, F., (2010). "Mobile Phones Electromagnetic Interference in Medical Environments: a Review". IEEE, 978-1-4244-6307-7.
12. Enğlund, A. M. (1995). "Investigations into Electromagnetic Interference with Medical Devices". TGA Devices Branch report, Canberra, Australia, in Medical Devices Agency (1997). ""Electromagnetic compatibility of medical devices with mobile communications", Device Bulletins DB9702 .
13. ECRI (1996). "Electromagnetic Interference and Medical Devices", [Guidance Artice], Health Advices, Vol. 25, pp.101-106, in Medical Devices Agency (1997). ""Electromagnetic compatibility of medical devices with mobile communications", Device Bulletins DB9702 .
14. Fernández-Chimeno, M. and Silva, F., (2010). "Mobile Phones Electromagnetic Interference in Medical Environments: a Review". IEEE, 978-1-4244-6307-7.
15. Fung, HT, Kam, CW, and Yau, HH. (2002). "A follow-up study of electromagnetic interference of cellular phones on electronic medical equipment in the emergency department". Emerg Med (Fremantle). Vol. 14, No. 3. pp 315-9, in Fernández-Chimeno, M. and Silva, F., (2010). "Mobile Phones Electromagnetic Interference in Medical Environments: a Review". IEEE, 978-1-4244-6307-7.
16. Hans, N., and Kapadia, F.N. (2008). "Effects of Mobile Phone Use on Specific Intensive Care Unit Devices". Indian Journal of Critical Care Medicine. Vol. 12, No. 4, pp 170-173.
17. Hoglund, D. H. (2010). "Distributed Antenna Systems for Healthcare", IT Horizons.
18. Knickerbocker, G. G. (1995). "Medical Device malfunction Caused by Electromagnetic Interference: The ECRl Perspective," in Proceedings workshop on Electromagnetic health care and health. IEEE Eng in Med. Biol. Ann. Meeting , pp. 24-28, in Yang, L. and Frize, M. (2003). "Exploring Current Risks of Mobile Telephony in Hospital and Clinical Environments", Proceedings of the 25' Annual International Conference of the IEEE EMBS, Cancun, Mexico September 17-21.
19. Klein, A. A. and Djaiani, G. N.(2003). "APPARATUS: Mobile phones in the hospital – past, present and future". Anaesthesia, vol. 58, pp. 353-357.
20. Jones, R.P. and Conway, D.H. (2005). "The Effect of Electromagnetic Interference from Mobile Communication on the Performance of Intensive

Care Ventilators". European Journal of Anaesthesiology, Vol. 22. No 8. pp 578-583, in Fernández-Chimeno, M. and Silva, F., (2010). "Mobile Phones Electromagnetic Interference in Medical Environments: a Review". IEEE, 978-1-4244-6307-7.

21. Lieshout, E. J.; Veer, S. N.; Hensbroek, R.; Korevaar, J. K.; Vroom, M. B,; and Schultz, M. J. (2007). "Interference by new-generation mobile phones on critical care medical equipment", Critical Care, Vol 11, No 5.
22. Medical Devices Agency (1997). "Electromagnetic compatibility of medical devices with mobile communications", Device Bulletins DB9702 .
23. No authors listed (2005). "Concepts, skills and resources : mobile phones and hospital equipment". Evidence-Based Healthcare &Public Health. Vol. 9, pp.173.
24. Pinski, S.L. and Trohman, R.G., (2002). "Interference in Implanted Cardiac Devices, Part I", Journal of Pacing and Clinical Electrophysiology, Vol. 25, No. 9, pp 1367-1381.
25. Rice, M. L., and Smith, J. M. (1993). "Study of Electromagnetic Interference between Portable Cellular Phones and Medical Equipment", Proceedings Canadian Medical and Biological Engineering Conference 17, pp. 330-331, in Medical Devices Agency (1997). "Electromagnetic compatibility of medical devices with mobile communications", Device Bulletins DB9702 .
26. Silberberg, J. L.(1993). "Medical Device Performance Degradation Due to Electromagnetic Interferebce: Reported Problems". Compliance Engineering, pp.25-39. Center for Devices and Radiological Health. FDA Rockville MD, USA, in Medical Devices Agency (1997). "Electromagnetic compatibility of medical devices with mobile communications", Device Bulletins DB9702 .
27. Silberberg, J. L.(2001). "Achieving Medical Device EMC: the Role of Regulations, Standards, Guidelines and Publication", The Processedings of the IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Vol. 2, pp. 1298 – 1303, in Yang, L. and Frize, M. (2003). "Exploring Current Risks of Mobile Telephony in Hospital and Clinical Environments", Proceedings of the 25' Annual International Conference of the IEEE EMBS, Cancun, Mexico September 17-21.
28. Shahbazi-Gahrouei, D., Mortazavi, S.M.J., Nasri, H., Baradaran, A., Baradaran Ghahfarokhi, M., and Baradaran-Ghahfarokhi, H.R. (2012). "Mobile phone radiation interferes laboratory immunoenzymometric assays: Example chorionic gonadotropin assays", Journal of Pathophysiology, Vol. 19, pp. 43–47
29. Shaw, C. I.; Kacmarek, R. M.; Hampton, R. L.; Riggi, V.; El Masry , A.; Cooper, J. B. and Hurford, W. E. (2004) . "Cellular phone interference with the operation of mechanical ventilators". Critical Care Medicine , Vol. 32, No 4,pp 928-931.
30. Small, D. (2005). "Mobile phones should not be used in clinical areas or within a meter of medical equipment in hospitals". Evidence-Based Healthcare & Public Health , Vol. 9, pp. 114–116.
31. Tri, J. L., Severson, R. P., Firl, A. R., Hayes, D. L., and Abenstein, J. P. (2005). "Cellular Telephone Interference With Medical Equipment". Mayo Clin Proc. Vol. 80, No. 10, pp. 1286-1290.
32. Tang, C., Chan, K., Fung, L., and Leung S. (2009). "Electromagnetic Interference Immunity Testing of Medical Equipment to Second- and Third-Generation Mobile Phones". IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, Vol. 51, No. 3.
33. Verma, A., and Chandra, N., (2007). "Use of mobile phones in hospitals: from ban to boon?" . Department of Quality & Training, Max Healthcare, New Delhi.
34. Xideris, L.M., (2007). " Understanding mobile phone EMI in the hospital setting". www.sprintcns.com/pdf/emi-wp-2m.pdf (download 20/6/2012).
35. Yang, L. and Frize, M. (2003). "Exploring Current Risks of Mobile Telephony in Hospital and Clinical Environments", Proceedings of the 25' Annual International Conference of the IEEE EMBS, Cancun, Mexico September 17-21.
36. Severns, M. (2010). "Wireless Technologies in the Healthcare Environment", Tri Power Group, EVP Healthcare Technologies, Missouri Society for Healthcare Engineering, February 16. *

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2014/3/30