# تحليل مكاني لمستويات التلوث بالإشعاع غير المؤين المنبعث من أبراج الهواتف المحمولة في مدينة البصرة

**الاستاذ المساعد الدكتور**
**شكري إبراهيم الحسن**
**جامعة البصرة/ كلية الآداب**

## المستخلص

يمكن عدّ الدراسة الحالية المحاولة الأولى من نوعها للكشف عن مستويات الإشعاع غير المؤين المنبعث من محطات وأبراج الهواتف المحمولة في مدينة البصرة. الدراسة استعانت بمجموعة تقنيات مثل جهاز كشف الموجات الكهرومغناطيسية EMF-180 ونظام المعلومات الجغرافية ArcGIS وغيره، فضلاً عن اعتماد نهج التحليل المكاني في تفسير المعطيات. وتم اختيار ٤٤ موقعاً ضمن ١٦ منطقة من مدينة البصرة لإجراء القياسات اللازمة.

أظهرت نتائج الد راسة وجود مستويات متباينة في انبعاث الإشعاع غير المؤين من مصادر بث الهواتف المحمولة، وأن هذه المستويات تتباين مكانياً من موقع لآخر تبعاً لمجموعة من العوامل. إذ بلغت أعلى المستويات المسجلة وأدناها (١.٩٨٠ و ٠.٠٠٤ ملي واط/سم$^{-٢}$) في منطقتي الجنينة والحكيمية على التوالي. على أن هناك مساحة مهمة من منطقة الدراسة تشغلها مستويات إشعاعية عالية تتجاوز حدود التعرض الأمنة، وهو ما قد يفرض خطراً محتملاً على الصحة العامة. ويستحق الموضوع المزيد من البحث والتقصي الميداني وإجراء دراسات اكاديمية جادة.

**مصطلحات أساسية:** الإشعاع غير المؤين، التلوث، أبراج الهواتف المحمولة، مدينة البصرة

# *Spatial Analysis on the Levels of Contamination by Non-ionizing Radiation Emitted from Mobile Phone Antenna Towers in Basra City*

***Assist Prof. Dr.*** **Shukri I. Al-Hassen**
**Environmental Analyses and Research Lab, Department of Geography, College of Arts, University of Basra**

## Abstract

The present study may be the first attempt to detect the levels of non-ionizing radiation emitted from mobile phone antenna towers in Basra City. This study carried out during 2015,used materials and methods such as Microwave Leakage Detector of EMF-180 and ArcGis, etc., and a spatial analysis method has been adopted. For the measuring, 44 sampling stations located in 16 districts of the study area (Basra City) were selected.

This study concluded that the measured levels of non-ionizing radiation emissions were spatially varied based on a set of factors and circumstances. The maximum and minimum recorded values were 1.980 and 0.004 $mW/cm^{-2}$ in Junyna and Hakemmia sampling stations, respectively. However, there is a considerable part of the study area to be covered by the high level of RF radiation, which exceeds the recommended exposure level, and it may lead to a likely risk to the public health. This issue needs more research and fieldwork.

**Keywords** Non-ionizing radiation, contamination, mobile phone antenna tower, Basra City.

## المقدمـــة

من النادر جداً العثور على دراسات اكاديمية تتناول موضوعة التلوث بالإشعاع غير المؤين وتطبيقها على أرض الواقع ضمن حدود بيئتنا المحلية (مدينة البصرة). وربما يرجع سبب هذه الندرة إلى معوقات تقنية تحول دون خوض الباحثين في هذا الموضوع على الرغم من وجود حماسة كبيرة لسبر أغواره. ولا أذكر في هذا الصدد من الدراسات الأكاديمية سوى دراسة عبود ونجم[١] التي بينت الأثر الصحي لانبعاثات أبراج الهواتف المحمولة على السكان في بعض مناطق مدينة البصرة بطريقة استبانة عينة عشوائية من الجمهور، فضلاً عن ذلك فهناك دراسات تناولت المشكلة في مدن عراقية أخرى مثل دراسات Alkhazraji & Shahl[٢] و Sallomi[٣] و Mahmood *et.al*[٤] عن مدينة بغداد، ودراسة حياوي[٥] عن مدينة الموصل. أما دراستنا الحالية فما هي إلا محاولة من المحاولات التطبيقية الجادة للبحث في هذه المشكلة البيئية من الوجهة الجغرافية على قدر التخصص. إذ تهدف في الأساس إلى الكشف عن مستويات الإشعاع غير المؤين (الموجات الكهرومغناطيسية) المنبعثة من هوائيات أبراج الهواتف المحمولة في مدينة البصرة، مع السعي لرسم خريطة جغرافية تحدد الاتجاهات المكانية لهذه المستويات ومديات خطورتها عبر تحليل مكاني مستند إلى مسح ميداني دقيق.

لقد اضحى التلوث بالإشعاع غير المؤين المنبعث من أبراج الهواتف المحمولة قضية مقلقة لدى عامة الناس، سيما بعد تنامي المعطيات العلمية بشأن خطورته وإن كانت الاثباتات والأدلة لاتزال شحيحة، نظراً لأن المشكلة في طور التمحيص والتحليل المستفيضين حتى في بلدان العالم المتقدم. وتفرض الهواجس بشأن المخاطر الصحية الناجمة عن التعرض لهذه الإشعاعات ظلالها على الناس تزامناً مع الانتشار الكثيف والسريع لأبراج الهاتف المحمول في كل أنحاء المدن. ولا يختلف الحال عن ذلك كثيراً في مدينة البصرة (منطقة الدراسة)، إذ انتشرت في الآونة الأخيرة العشرات من هذه الأبراج في كل الأماكن والاتجاهات، وبشكل خاص في داخل المناطق السكنية لا بل فوق أسطح المنازل نفسها. وهو أمر يستدعي بالضرورة التحقيق العلمي في مستويات الإشعاعات المنبعثة من تلك الأبراج وإذا ما كانت تقع ضمن حزمة الخطر على الصحة العامة.

من المهم هنا تعريف بعض المصطلحات ذات العلاقة بموضوع بحثنا، وذلك على النحو الآتي:

**التلوث Pollution:** يعرف التلوث على أنه "أي تغيير مباشر أو غير مباشر يطرأ على الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية أو الحياتية أو الحرارية أو الإشعاعية في أي جزء من أجزاء البيئة، وذلك من

جراء تصريف أو انبعاث أو ترسيب فضلات أو مواد بمقادير تؤثر على البيئة تأثيراً ضاراً، مسبباً بذلك قدراً من الخطورة على الصحة العامة وعلى الرخاء البشري، أو على الحيوانات والطيور والحياة البرية والأسماك والحياة المائية، أو على الحياة النباتية، بشكل ما."[٦]

**الإشعاع غير المؤين Non-ionizing radiation:** ويقصد به حسب تعريف وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA[٧] "ذلك الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي لا يحمل من الطاقة ما يكفي لكي يقوم بتأيين الذرات والجزيئات، لكنه قادر على نقل الالكترونات. وهو يشمل كل من الموجات الراديوية والموجات الصغرى (المايكرويف) والحقول المغناطيسية والكهربائية ذات الترددات الواطئة والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والأشعة المرئية." فيما تعرفه وزارة البيئة العراقية[٨]، أنه عبارة عن "أشعة كهرومغناطيسية تقع عند ترددات الطيف الكهرومغناطيسي الأقل من (٣×١٠)[١٥] هيرتز والتي لا تمتلك الطاقة الكافية لتغيير التركيب الجزيئي للمادة الحية مثل الأشعة الراديوية (RF) والأشعة الدقيقة (MW) والأشعة تحت الحمراء (IR)." (الشكل رقم ١).

هذا ويختلف الإشعاع غير المؤين عن المؤين Ionizing radiation في كون أن هذا الأخير لديه من الطاقة ما يسبب انفصال الإلكترونات عن مداراتها حول الذرة أو تكسير الأواصر الكيميائية التي تربط الجزيئية، كما أنه يعد أكثر ضرراً على الصحة البيولوجية مقارنةً بالنوع الأول.

**مصادر الإشعاع غير المؤين المنبعثة من شبكة الهاتف المحمول:** يصدر الإشعاع غير المؤين من شبكة الهاتف المحمول بعد مروره بسلسلة من مصادر الانبعاث، وهي تتكون مما يلي بحسب تعريفات وزارة البيئة العراقية[٩]:

١- البدالة المركزية Central base station: "منشأ قائم بذاته يضم البنية التحتية الأساسية لمنظومة الهاتف النقال من معدات الكترونية وكهربائية وأبراج ومستلزمات التشغيل والخدمة التي توفر أساس عمل شبكة الاتصال من خلال تبادل حزم الإشارات اللاسلكية ضمن ترددات الأشعة الدقيقة مع المحطات الأساسية للهاتف المحمول ومنظومات الاتصال الأخرى عبر هوائيات من نوع محدد."

٢- محطة البث الأساسية للهاتف المحمول Mobile phone base station، وتعرف على أنها "منشأ قائم بذاته أو ملحق بمبنى أخر يتألف من حاوية تضم معدات الكترونية وكهربائية وهوائيات

وبرج أو أكثر ومستلزمات التشغيل والخدمة لتوفير خدمة الاتصال اللاسلكي ضمن ترددات محددة من الأشعة الدقيقة أو الراديوية أو كلتيهما لأكبر عدد ممكن من المستخدمين ضمن مسافات محددة وتصنف المحطات الأساسية إلى ثلاثة أصناف اعتماداً على طاقة البث ومساحة التغطية لخدمات الشبكة:

أ- محطة كبيرة (Macro Cell): لتوفير تغطية يزيد مداها عن ١٠٠٠ متر مربع من موقع الهوائيات، كما في المواقع داخل المدن وخارجها وعلى الطرق العامة.

ب- محطة صغيرة (Micro Cell): لتوفير تغطية ضمن المدينة وأطرفها ويصل مداها لغاية ١٠٠٠ متر مربع من موقع الهوائيات وتبث هذه المحطة بطاقة أوطأ من المحطة الكبيرة.

ج- محطة متناهية الصغر (Pico Cell): لتوفير تغطية يصل مداها لغاية ١٠٠ متر مربع من موقع الهوائي وتبث هذه المحطة بطاقة واطئة جداً كما موجود في المطارات ومحطات القطار والأسواق."

٣- برج الهواتف المحمولة Mobile phone tower: تعرف على أنها "البنية الهيكلية اللازمة لحمل هوائي أو أكثر وغالباً ما يكون حامل معدني أو مشبك بأحجام مختلفة اعتماداً على سعة التغطية المطلوبة لخدمة الاتصال."

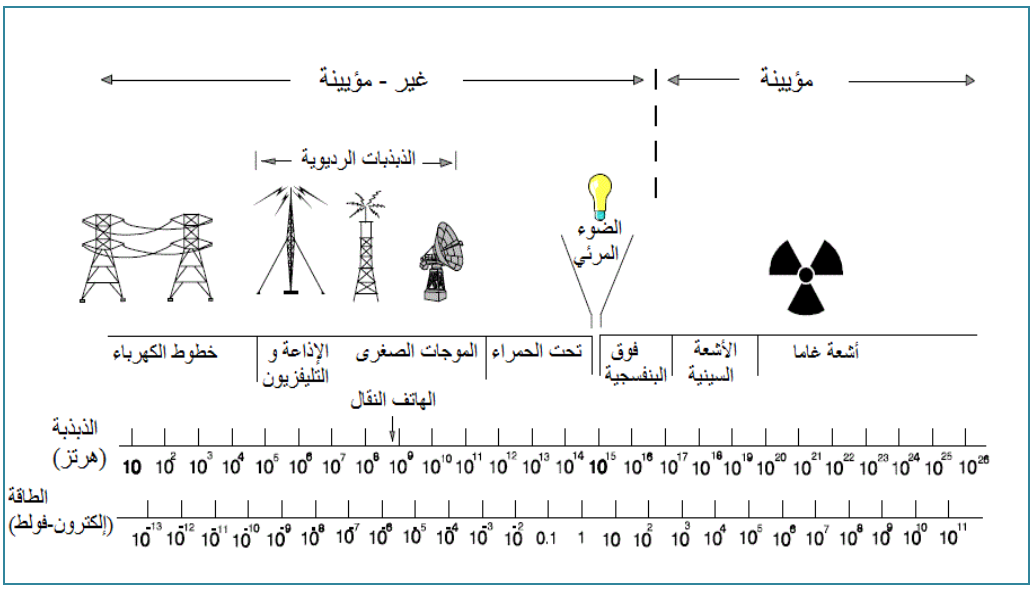
٤- الهوائي Antenna يعرف على أنه "عبارة عن جهاز واستقبال الموجات الكهرومغناطيسية بين أجزاء منظومة الهاتف المحمول ويكون بتصاميم وأحجام مختلفة."

٥- الهاتف المحمول Mobile phone، عبارة عن "جهاز صغير لتبادل الإشارات الراديوية مع مركز الخدمة في البدالة المركزية عبر المحطات الأساسية ويعمل بطاقة واطئة."

<u>الأساس العلمي للتلوث بالإشعاع غير المؤين:</u> من المفيد الآن التعرف على كيفية حدوث التلوث بالإشعاع غير المؤين عبر وسائل البث الكهرومغناطيسي المختلفة. إذ لابد من التفريق بين الموجات المنبعثة عن الحقول الكهربائية والمغناطيسية التي تعرف اختصاراً بـ (EMF)، وتلك المنبعثة عن الترددات الراديوية التي تعرف اختصاراً بـ (RF)، والتي اختص بها البحث.

ومثلما يظهر من الشكل رقم (١) فأن طاقة الموجات الكهرومغناطيسية القصيرة كأشعة أكس X-rays والأشعة فوق البنفسجية (UV) لها طاقة أكبر من موجات أخرى كالأشعة تحت الحمراء (IR) والموجات ذات الترددات الراديوية (RF). ويعرف الضوء المنبعث عن الأشعة فوق البنفسجية وأشعة أكس بالإشعاع المؤين بسبب ما يحتويه من طاقة موجية (فوتونات) تقوم بتكسير الأواصر

الكيميائية وتحريك الالكترونات في الذرات. ولذا، فأن التعرض لهذين النوعين من الإشعاع الكهرومغناطيسي Electromagnetic (EM) يسبب في العادة ضرراً يلحق بالكائنات الحية.




الشكل (١): طيف الموجات والترددات الكهرومغناطيسية، وأصناف الأشعة المؤينة وغير المؤينة

أما الإشعاع الراديوي Radiofrequency (RF)، فلا يملك طاقة كافية لتسخين المادة والتسبب بانتقالها. وعليه لا تكون لهذا الإشعاع غير المؤين (RF) طاقة تكفي لتدمير الأنسجة الحية إلا إذا كان الإشعاع المؤين (EM) قصيراً جداً، كما هو الحال في المرسلات القوية مثل الأبراج الإذاعية أو الهواتف اللاسلكية[١٠]. ولذلك، وضعت عدة معايير سلامة تحدد درجة التعرض القصوى للطاقة الراديوية الصادرة عن أبراج الهواتف اللاسلكية (المحمولة). ويبين الجدول رقم (١) بعضاً من أهم هذه المعايير المعتمدة.

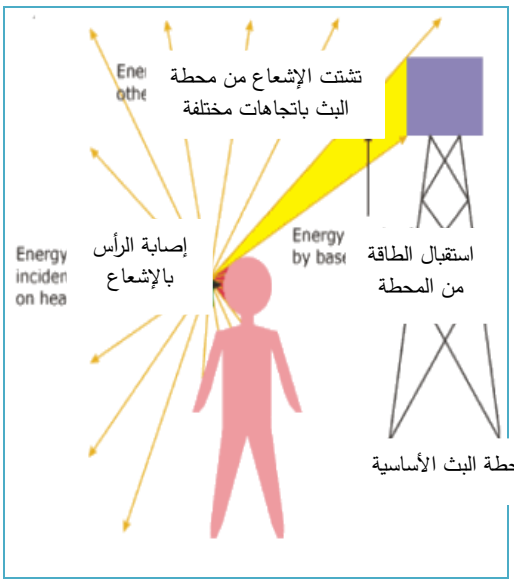
الجدول (١): معايير السلامة بشأن مستوى التعرض الأقصى للموجات الكهرومغناطيسية

| مدى التردد | مستوى التعرض الأقصى | جهة التشريع | المصدر |
|---|---|---|---|
| ١٨٠٠ – ٢٠٠٠ ميكاهرتز MHz | ١.٢ ملي واط سم$^{-٢}$ $mW\ cm^{-2}$ | معهد مهندسي الإلكترونيات والكهرباء الأمريكي IEEE | [١١] |
| ٩٠٠ ميكاهرتز MHz | ٠.٥٧ ملي واط سم$^{-٢}$ $mW\ cm^{-2}$ | | |
| ٩٠٠ ميكاهرتز MHz | ٠.٤ ملي واط سم$^{-٢}$ $mW\ cm^{-2}$ | اللجنة الدولية للحماية من الإشعاعات غير المؤينة ICNIRP | [١٢] |

**التأثير الصحي للإشعاع غير المؤين**: مثلما هو معلوم فأن الإشعاع المؤين يأتينا باستمرار من الفضاء الخارجي ضمن مديين: الأول مرئي (يتمثل بضوء الشمس) والأخر غير مرئي (يتمثل بالموجات الراديوية والأشعة فوق البنفسجية وحتى أشعة أكس). فضلاً عن وجود مصادر متزايدة تسهم في انبعاث الموجات الراديوية سيما من أجهزة المذياع والتلفاز ومحولات الهواتف المحمولة وغيرها من وسائل الاتصالات اللاسلكية الحديثة. ولازال العلماء عاكفين على دراسة الأثار البعيدة المدى المرافقة للاستخدام اليومي لأجهزة الهواتف الخلوية وما زالت النتائج غير حاسمة لحد الآن بهذا الصدد. وعلى هذا يرى الخبراء أن استخدام مصادر انبعاث الإشعاع غير المؤين من الهواتف المحمولة، يجب أن يكون محدوداً ويحفظ بعيداً عن أعضاء الجسم الحساسة كالدماغ مثلاً[١٣] (أنظر الشكل ٢).

إذ تشير بعض الدراسات[١٤-١٦] إلى أن التعرض لموجات الإشعاع غير المؤين الصادرة عن الهواتف المحمولة وأبراج بثها يمكن أن يكون سبباً "مرجحاً.. لكنه مازال غير محسوم بعد" للإصابة بعديد من أمراض الجهاز العصبي Neurological وتأثيره في الوظائف الحسية وفي النوم وفي فعالية الدماغ أثناء اليقظة. كما أن التلوث بموجات هذه الأشعة قد يكون سبباً "محتملاً.. لكنه غير مثبت تماماً لحد الآن" للإصابة بأمراض السرطان Cancer مثل الأورام الدماغية وغيرها. وهناك أيضاً "احتمال غير مؤكد بعد" من ارتفاع فرص الإصابة بالأمراض القلبية Cardiovascular نتيجة التعرض للإشعاع غير المؤين من الأجهزة المحمولة وتأثيرها أيضاً في الميلاتونين Melatonin (هرمون تفرزه الغدة النخامية) وفي غيرها من الهرمونات الضرورية للجسم البشري. كما قد يسبب

التعرض إلى هذا النوع من التلوث إلى إعاقة تدفق الدم عبر الدماغ وإلى إضعاف الجهاز المناعي لدى الإنسان.




الشكل (٢): مسار تعرض جسم الإنسان لموجات الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من برج الهاتف المحمول

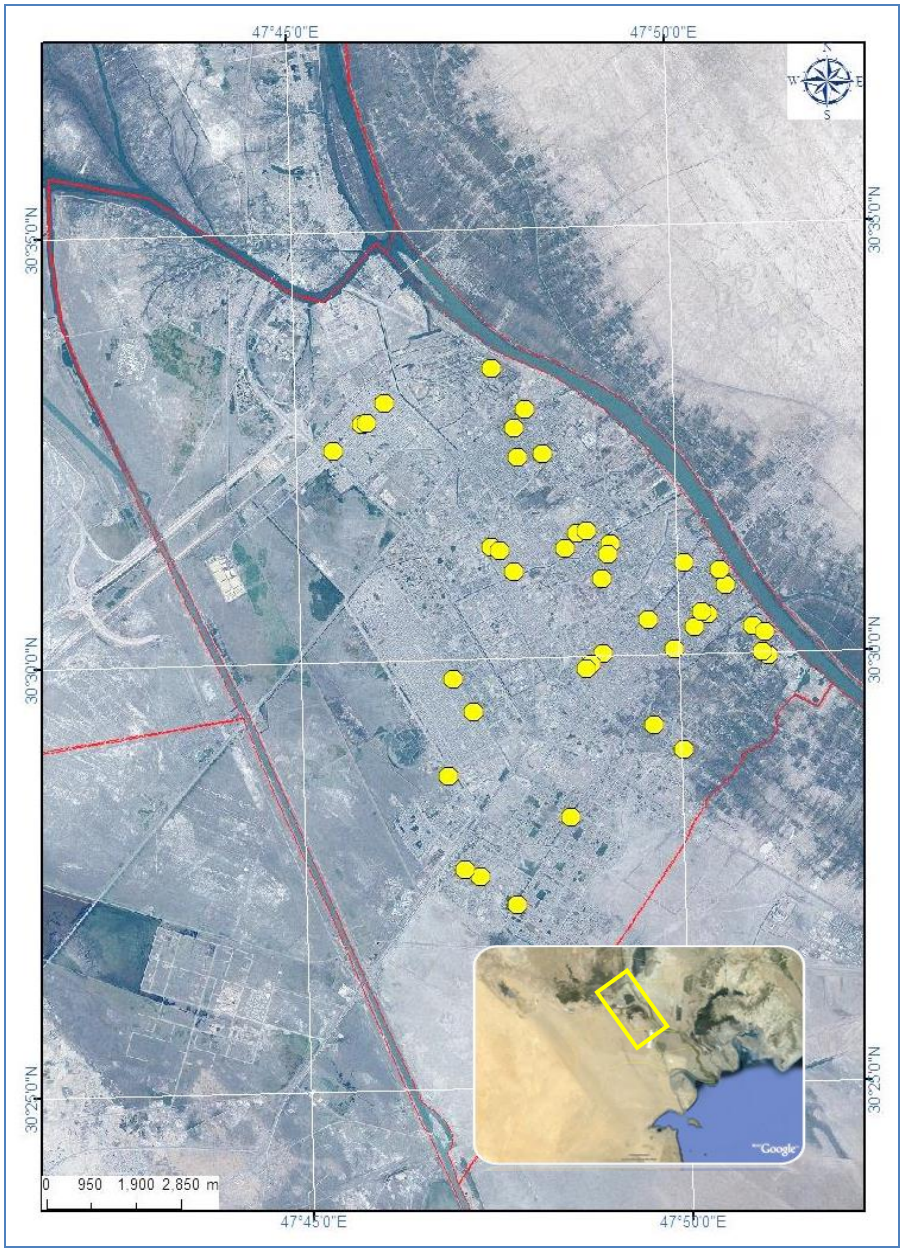
على هذا، فأن مستوى التعرض Exposure level الذي تعرفه وزارة البيئة العراقية[١٧]، أنه "كثافة القدرة الكهرومغناطيسية الصادرة عن هوائيات منظومة الهاتف المحمول والساقطة على وحدة المساحة من جسم الإنسان في وحدة الزمن وتقاس بوحدات واط/م$^{٢}$"، يعد عاملاً مهماً في تقرير درجة خطر إصابة الإنسان بهذا النوع من الإشعاعات.

**مدينة البصرة (منطقة الدراسة)**: يقتصر المجال المكاني للدراسة الحالية على مدينة البصرة، المركز الإداري لمحافظة البصرة، التي تمتد جغرافياً من مجرى نهر كرمة علي شمالاً حتى خط البساتين الكثيف المحاذي لنهر السراجي جنوباً، ومن ضفة نهر شط العرب شرقاً حتى قناة شط البصرة جنوباً. أما فلكياً، فأن موضع مدينة البصرة يتمثل على الخريطة بهيئة نقطة إحداثياتها دائرة عرض ٣٠.٣٤ شمالاً وخط طول ٤٧.٥٠ شرقاً (الشكل رقم ٣). والمنطقة بأبعادها

الجغرافية هذه تبلغ مساحتها نحو ٢٧٠ كم$^{٢}$، وهي بذلك تعد ثالث أكبر مدن العراق بعد كل من بغداد والموصل. ويقدر تعداد سكانها بحدود ١.٣٣٧.٠٠٠ نسمة، حسب تقديرات الأمم المتحدة[١٨].

## المواد وطريقة العمل

تنتشر أبراج محطات الهواتف المحمولة في مدينة البصرة (منطقة الدراسة)، انتشاراً كثيفاً لكنه عشوائي، ولا يتخذ توزيعها المكاني نمطاً واضحاً أو منتظماً. إذ يمكن أن تلاحظ وجودها في كل مكان من أرجاء المدينة: في المناطق السكنية، فوق أسطح البيوت، في الأسواق التجارية، على جوانب الطرقات العامة، في الساحات الفارغة.. الخ. ونظراً لوجود عدد كبير من هذه الأبراج التابعة أغلبها لشبكتي الاتصالات العاملتين في العراق: Asiacell و Zain، كان لابد من انتقاء عينة عشوائية لقياس شدة الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة منها اعتماداً على الهدف من الدراسة. لذا، تم اختيار عينة مكونة من ٤٤ موقعاً (برج محطة بث أساسية من النوع الصغير Micro Cell) لتسجيل القياسات، موزعة على ١٦ منطقة من مدينة البصرة، مع مراعاة التغطية الجغرافية الكاملة لمنطقة الدراسة قدر المستطاع (الشكل رقم ٣).




الشكل (٣): منطقة الدراسة (مدينة البصرة)، مثبت عليها مواقع العينات المختارة (أبراج

أخُذت القياسات واسطة جهاز كاشف تسرب الموجات الكهرومغناطيسية نوع ( Microwave Leakage Detector,Lutron,Model:EMF-810. وهو جهاز يدوي حديث يقوم على مبدأ التقاط الترددات الموجية الإشعاعية الصغرى المتسربة من مصدر الانبعاث (الشكل رقم ٤). ولأجل تسجيل الشدة الإشعاعية المنبعثة من البرج المراد فحصه، كان لابد من الوقوف لمسافة قريبة (٣-٥ متر) من برج محطة البث واستقبال اتصال هاتفي من طرف أخر بغية تحفيز الإشارة وانبعاث الموجة الراديوية ومن ثم تسجيل القراءة التي يلتقطها الجهاز ويعرض قيمتها على شاشته مباشرةً، وهي تمثل هنا شدة الإشعاع غير المؤين المنبعث من ذلك البرج. علماً أن معظم القياسات سجلت خلال مدة الذروة الصباحية من الساعة ٨:٠٠ صباحاً – ١٢:٠٠ بعد الظهر.

الشكل (٤): جهاز كاشف تسرب الموجات الكهرومغناطيسية الصغرى EMF-810

وتوخياً للدقة، تم تثبيت الإحداثيات الجغرافية لمواقع العينات بواسطة جهاز تحديد المواقع نوع GPS Garmin etrex، ومن ثم برمجتها بنظام المعلومات الجغرافية ArcGIS 9.3 لإنتاج خريطة تمثل توزيع مواقع العينات كما مبين في الشكل رقم ٣، وخريطة أخرى للنتائج التي تم الحصول عليها (الشكل رقم ٥).

## النتائج والمناقشة

يبين الجدول رقم ٢، مستويات الإشعاع غير المؤين المنبعث من أبراج محطات البث الأساسية للهواتف المحمولة في مدينة البصرة التي جرى قياسها ضمن المواقع المختارة. ومثلما يظهر من النتائج فأن أعلى مستوى إشعاعي مسجل في هذه الدراسة بلغ 1.980 ملي واط/سم$^{-٢}$، وذلك في الموقع (٣) من منطقة الجينية، فيما سجل الموقع رقم (٢) في منطقة المطيحة والموقع رقم (١) في كل من منطقتي القبلة والبراضعية مستويات عالية أيضاً لكنها أقل من سابقتها بلغت ١.٩٦٠ و ١.٩٤٠ و ١.٩٢٠ ملي واط/سم$^{-٢}$ على التوالي. وهناك مستويات مرتفعة أخرى سُجلت، مثلاً، في الموقع (١) من منطقة الأمن الداخلي بمستوى ١.٨٠٤ ملي واط/سم$^{-٢}$ والموقع (٢) من منطقتي الحيانية والعشار بمستوى ١.٦٤٦ و ١.٥٠٠ ملي واط/سم$^{-٢}$ على التوالي. وتعد هذه المستويات، بلا شك، خطرة على الصحة إذا ما قورنت بمعيار مستوى التعرض الأقصى المعتمد من قبل IEEE و ICNIRP (الجدول ١). أما أدنى المستويات التي تم تسجيلها ضمن منطقة الدراسة فكانت في الموقع (١) من منطقة الحكيمية إذ بلغت ٠.٠٠٤ ملي واط/سم$^{-٢}$، وهو مستوى إشعاعي يقع ضمن حدود الأمان.

الجدول (٢): مستويات الإشعاع غير المؤين المنبعث من أبراج الهاتف المحمول في منطقة الدراسة

| ت | المنطقة | موقع برج البث | الاحداثيات الجغرافية | مستوى الإشعاع غير المؤين ($mW\ cm^{-2}$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | البراضعية | 1 | 047°50..591 30°30.191 | 1.920 |
| | | 2 | 047°51.581 30°30.108 | 0.245 |
| | | 3 | 047°51.105 30°29.584 | 0.011 |
| | | 4 | 047°51.849 30°30.134 | 0.181 |
| 2 | خمسة ميل | 1 | 047°15.280 30°.32.276 | 0.027 |
| | | 2 | 047°45.561 30°32.466 | 0.013 |
| | | 3 | 047°45.521 30°32.466 | 0.012 |
| | | 4 | 047°46.102 30°33.069 | 0.014 |
| 3 | الجنينة | 1 | 047°48.285 30°32.546 | 0.050 |
| | | 2 | 047°47.534 30°32.405 | 0.333 |
| | | 3 | 047°47.548 30°32.218 | 1.980 |
| | | 4 | 047°48.149 30°32.231 | 0.007 |
| 4 | الحكيمية | 1 | 047°48.403 30°31.261 | 0.004 |
| | | 2 | 047°48.477 30°31.282 | 0.011 |
| | | 3 | 047°48.303 30°31°154 | 0.011 |
| 5 | الطويسة | 1 | 047°49.786 30°31.174 | 0.012 |
| | | 2 | 047°49.518 30°.31.101 | 0.012 |
| | | 3 | 047°49.042 30°30.540 | 0.010 |
| 6 | الجزائر | 1 | 047°49.360 30°30.245 | 0.026 |
| | | 2 | 047°49.547 30°30.376 | 0.015 |
| | | 3 | 047°50.135 30°30.185 | 0.016 |
| 7 | الجمهورية | 1 | 047°47.326 30°31.188 | 0.045 |
| | | 2 | 047°47.400 30°31.154 | 0.029 |
| | | 3 | 047°47.514 30°30.593 | 1.220 |
| 8 | حي الأمن الداخلي | 1 | 047°46.544 30°28.393 | 1.804 |
| | | 2 | 047°46.910 30°28.637 | 1.240 |
| 9 | الحيانية | 1 | 047°47.146 30°29.235 | 1.220 |
| | | 2 | 047°47.119 30°29.456 | 1.646 |
| 10 | حي المهندسين | 1 | 047°47.179 30°27.282 | 0.102 |
| | | 2 | 047°47.454 30°27.336 | 0.128 |
| 11 | القبلة | 1 | 047°47.467 30°27.817 | 1.940 |
| | | 2 | 047°48.310 30°28.916 | 0.264 |
| 12 | المطيحة | 1 | 047°50.148 30°28.527 | 1.924 |
| | | 2 | 047°49.393 30°29.947 | 1.960 |
| 13 | العشار | 1 | 047°50.376 30°30.479 | 0.013 |
| | | 2 | 047°50.329 30°30.573 | 1.500 |
| | | 3 | 047°50.617 30°31.274 | 0.300 |
| 14 | المعقل | 1 | 047°47.360 30°33.234 | 0.200 |
| 15 | البصرة القديمة | 1 | 047°48.584 30°30.175 | 0.920 |
| | | 2 | 047°48.497 30°29.550 | 1.095 |
| | | 3 | 047°48.450 30°.29.517 | 0.181 |
| 16 | مناوي باشا | 1 | 047°50.235 30°30.292 | 0.015 |
| | | 2 | 047°50.175 30.30.299 | 0.015 |
| | | 3 | 047°50.542 30°30.678 | 0.014 |

المصدر: العمل الميداني

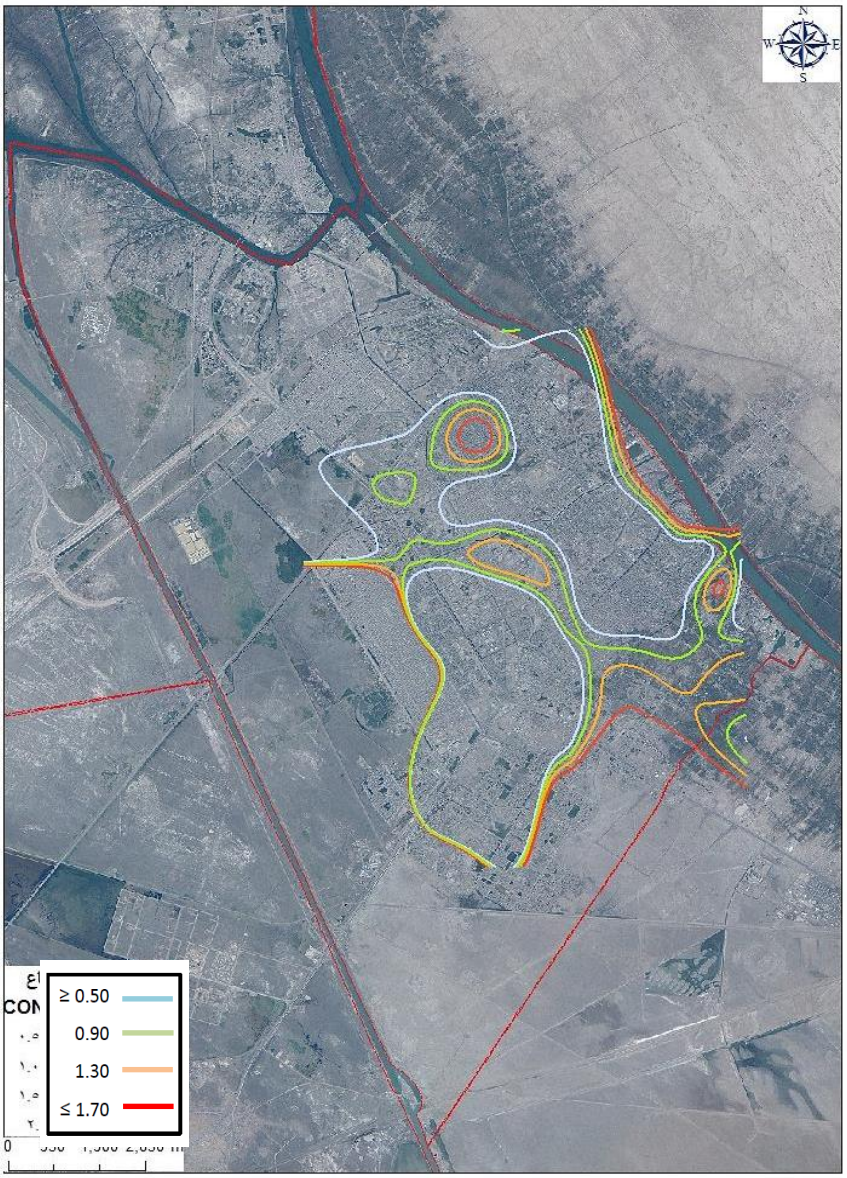
من الممكن تعليل هذا التباين المكاني في مستويات الإشعاعات بين المناطق المختلفة إلى عامل الكثافة السكانية، فكلما أزداد عدد السكان زاد استخدامهم للهواتف المحمولة بوصفها باتت وسيلة الاتصال اللاسلكية الرئيسة بين الأفراد، ويعني ذلك بالضرورة زيادة عدد المكالمات الهاتفية وما ينتج عنه من تصاعد تحفيز الإشعاعات المنبعثة من هوائيات أبراج الهواتف المحمولة وإليها. لذا نجد ارتفاعاً ملحوظاً في مستويات الإشعاعات غير المؤينة المسجلة في منطقة الحيانية، على سبيل المثال، ذات الكثافة السكانية العالية مقارنةً بمناطق أخرى أقل كثافة مثل الحكيمية.

لوحظ أيضاً وجود ارتفاع نسبي في مستويات الإشعاع غير المؤين المنبعث من أبراج ومحطات البث الكائنة في مواقع قريبة من شوارع ومناطق تجارية قياساً بتلك التي تقع في وسط مواقع سكنية من المنطقة نفسها. ومثال ذلك منطقة الجمهورية التي سجل فيها الموقع (٣) المطل على شارع تجاري مستوى إشعاع بلغ ١.٢٢٠ ملي واط/سم$^{-٢}$ في حين انخفض عن ذلك في موقع (٢) الكائن وسط منطقة سكنية ليبلغ منسوباً إشعاعياً قدره ٠.٠٢٩ ملي واط/سم$^{-٢}$ فقط، وكذلك الحال مع منطقة البصرة القديمة التي ارتفع فيها منسوب الإشعاع إلى ١.٠٩٥ في موقع (٢) القريب من شارع تجاري فيما هبط إلى ٠.١٨١ ملي واط/سم$^{-٢}$ في الموقع (٣) الكائن في منطقة سكنية. ويمكن تفسير هذا التباين المكاني من أن المناطق التجارية وشوارعها تكون ملتقى لأعداد كبيرة من الناس المستخدمين لهواتفهم المحمولة في أثناء تبضعهم أو معاملاتهم التجارية وفي غيرها من المشاغل، أما المناطق السكنية فهي أكثر استقراراً في العادة من هذه الناحية. ولذا يزداد انبعاث الموجات الراديوية من وإلى محطات البث الكائنة في المواقع التجارية بفعل هذا الاستخدام المكثف قياساً بتلك المواقع ذات الطابع السكني.

هنالك أيضاً عامل أخر مهم يؤثر في تباين مستويات الإشعاع المنبعث من الهواتف المحمولة، ألا وهو القرب والبعد من هوائي البرج أو محطة البث الأساسية. وقد تم اختبار ذلك عبر القيام بتجربة في منطقة القبلة مثلاً، إذ بلغ الإشعاع مستوى ١.٩٤٠ ملي واط/سم$^{-٢}$ لدى أخذ القياس على مسافة ٥ متر من برج البث في الموقع (١)، ولكن المنسوب تدنى إلى ٠.٢٦٤ ملي واط/سم$^{-٢}$ فقط عند الابتعاد عن البرج نفسه إلى مسافة حوالي ٢٥ متراً. وهذا دليل على أن تشتت الموجات الكهرومغناطيسية وتضاؤل شدتها أو تصاعدها يعتمد بشكل كبير على المسافة من مصدر الانبعاث. وبطبيعة الحال قد يلعب ذلك دوراً مؤثراً في مستوى التعرض لهذه الموجات الكهرومغناطيسية وما ينجم عنه من أضرار بيولوجية محتملة، لذا يتوجب مراعاة "مسافة أمان" عند تشييد هذه الأبراج قرب التجمعات السكانية مثلما تقتضي المعايير إلى ذلك[١٩][٢٠]، وهو ما أثبتته أحدى الدراسات[٢١] التي

أجريت في منطقة دراستنا، إذ وجدت علاقة جوهرية بين نسب الإصابة ببعض الأمراض لدى السكان والقرب من مواقع أبراج الهواتف المحمولة.

حين نقوم بتمثيل قيم القياسات التي خلصت إليها الدراسة الحالية اعتماداً على برنامج المعلومات الجغرافية (ArcGIS 9.3)، وتطبيق التقنية الكارتوغرافية المتمثلة بخطوط القيم المتساوية Isoclines، فأن النتائج على الخريطة تكون أكثر وضوحاً وأدق تمثيلاً وتعطي بعداً جغرافياً أخر للمشكلة، مثلما هو مبين في الشكل رقم (٥).




الشكل (٥): خطوط القيم المتساوية لمستويات الإشعاع غير المؤين المنبعث من أبراج الهواتف المحمولة في منطقة الدراسة

المصدر: اعتماداً على الجدول رقم ٢

يبدو من الشكل أعلاه أن حركة خطوط القيم المتساوية لمستويات الإشعاع غير المؤين المقاسة عبر مواقع العينات المختارة، تشير إلى وجود بعض البؤر الساخنة (جُزر) التي يتركز فيها منسوب إشعاعي عال (اللون الأحمر)، مثلما هو ظاهر في القسم الشمالي من الخريطة وفي أقصى الطرف الجنوبي والحزام المحاذي للضفة الغربية لنهر شط العرب. إذ تبلغ النسبة المئوية لأجمالي المساحة التي يغطيها ذلك اللون (١٢%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة. وتوجد جزر أخرى بمستوى إشعاعي أقل من الأول (اللون البرتقالي) عادة ما تطوق جزر اللون الأحمر، وتبلغ نسبة تغطيتها (١٩%). على أن النطاق بـ (اللون الأخضر)، الذي يمثل درجة تلوث أقل، والمحيط باللونين الأحمر والبرتقالي يبدو أكثر اتساعاً في مساحته من النطاقين السابقين، إذ تبلغ نسبة المساحة المغطاة نحو (٢٣%). أما نطاق (اللون الأزرق) الذي يعبر عن القيمة الواقعة ضمن حدود الأمان في التعرض للإشعاعات غير المؤينة فتتحرك خطوطه بشكل انسيابي لتطوق مساحة واسعة على وجه العموم مغطية بذلك ما نسبته (٤٦%) من أجمالي منطقة الدراسة. لكن عند مقارنة المجموع بين مساحة الألوان الواقعة فوق معيار حدود الأمان (الألوان الأحمر والبرتقالي والأخضر) مع المساحة "الأمنة" الممثلة باللون الأزرق، فأن المجموعة الأولى تتفوق بمقدار (٥٤%) على الثانية (٤٦%) في المحصلة النهائية. وتبعاً لذلك فأن رقعة التعرض للتلوث بالإشعاع غير المؤين في منطقة الدراسة تكون أكبر نسبياً من رقعة الأمان.

وبطبيعة الحال، فأن هذه الخريطة لا تمثل سوى قيم مستويات الإشعاع الخاصة بهذا الدراسة وفي وقت أخذ القياسات فحسب، إذ يمكن لحركة الخطوط أن تتغير اتجاهاتها بسرعة وحجم المساحات التي تشغلها أن تتباين اتساعاً أو تقلصاً مع كل ثانية تمر علينا تبعاً لشدة الانبعاثات الإشعاعية وكثافة سير المكالمات الهاتفية خلال اليوم الواحد. ولهذا، من غير الممكن ايجاد نمط مكاني منتظم لمستويات الإشعاع غير المؤين ولتوزيعها الجغرافي في منطقة الدراسة الحالية، فضلاً عن ذلك فأن من الصعوبة بمكان اعتماد سبب مقنع يفسر التباين المكاني في حركة خطوط القيم المتساوية عدا ما ذكر من تعليلات سابقة.

## الاستنتاج

تكشف الدراسة الحالية بحسب القياسات التي أجرتها والنتائج التي خلصت إليها عن وجود قدر لا يستهان به من التلوث بالإشعاع غير المؤين المنبعث من أبراج ومحطات الهواتف المحمولة في مدينة البصرة، وإن كانت رقعة هذا التلوث تتباين مكانياً طبقاً لمجموعة من العوامل مثل كثافة الاتصالات الهاتفية وطبيعة استعمال الأرض المشيد فيه برج البث والمسافة الفاصلة عن موقع إنشائه. ونظراً لكون هذه الدراسة تعد بمثابة المحاولة الأولى من نوعها للكشف عن قيم هذه الإشعاعات ومستوياتها ضمن منطقة الدراسة، بما يساعد على تقصي التأثيرات البيولوجية والبيئية بأسلوب اكاديمي ومنهجي، نوصي بالحاجة الماسة إلى تقصي الموضوع بمزيد من الجهد العلمي والمسح الميداني والبحث المعمق ليتنسى تبني سبب ونتيجة حاسمتين حول مدى تأثير هذا النوع من التلوث البيئي في الصحة العامة.

## شكر وتقدير

يود الباحث التقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى السيد معد داود جاسم للمساعدة في أثناء العمل الميداني وتسجيل القياسات.

## المصادر والهوامش

[١] عبود، آمال صالح و نجم، هدى داود، التأثيرات الصحية الناتجة عن أبراج الهاتف المحمول في التجمعات السكانية: دراسة جغرافية تطبيقية لحي الجزائر والعباسي في مدينة البصرة، مجلة آداب البصرة، ع (٥٤) م (١)، ٢٠١٠: ١٧٠-١٨٦.

[2] Alkhazraji, A.A & Shahl, S.I, Application of GIS for the evaluation of electromagnetic field effects for Iraqi 132KV electrical transmission system, *Eng. & Tech. Journal*, Vol.29, No.9, 2011: 1751-1764.

[3] Sallomi, A.H, Cellular mobile base station radiation at Baghdad, *J. of Madent Alelem College*, Vol.4(2), (2012): 74-85.

[4] Mahmood, A.M, Abbass, S.A, Lateef, I.T, Fatehi, A.S, Comparison Study of the standards of different levels of power density of radio broadcasts issued by mobile base stations, *Baghdad Science Journal*, Vol.11 (2), 2014: 673-680.

[٥] حياوي، عبدالرحمن عبدالمجيد، الهاتف المحمول ومخاطره الصحية في مدينة الموصل، رسالة ماجستير، كلية الهندسة. جامعة الموصل، ٢٠٠٥.

[6] Gilpin, A., *Dictionary of environmental terms*, Routledge & Kegan Paul, London, 1976: 124.

[7] EPA, Ionizing & Non-Ionizing Radiation, Available on: http://www.epa.gov/radiation/understand/ionize_nonionize.html

[٨] جاسم، عماد عبيد، التشريعات البيئية في العراق، ج١، موسوعة القوانين العراقية، بغداد، ٢٠١٢: ٧٠.

[٩] المصدر نفسه: ٧٠-٧٢.

[10] Artiola, J.F and McColl, C.M, Sensory pollutants, electromagnetic fields, and radiofrequency radiation, in Ian L. Peeper, Charles P. Gerba, and Mark L. Brusseau, *Environmental and Pollution Science*, 2nd ed., Elsevier, San Diego, 2006: 362.

[11] Moulder, J.E. (2004) Mobile Phone (Cell Phone) Base Stations and Human Health. Available on: http://www.mcw.edu/gcrc/cop/cell-phonehealth-faq/toc.html.

[12] ICNIRP, ICNIRP guidelines for limited exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1Hz, *Health Physics*, 106(3), 2014: 418-425.

[13] Artiola, J.F and McColl, C.M, *Op.cit.*: 362.

[14] Health Council of the Netherlands, *Mobile telephones: An evaluation of health effects*, Gezondheidsraad, Netherlands, 2002: 42-56.

[15] ICNIRP, ICNIRP Sci Review, Mobile phones, brain tumours and the interphone study: Where are we now?, *Environ Health Perspect*, 119(11), 2011: 1534-1538.

[١٦] محمد، صلاح الدين عبد الستار، التليفون المحمول والتلوث الكهرومغناطيسي، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، ع (٢٥)، يوليو٢٠٠٣: ٨٩-١٠٢.

[١٧] جاسم، عماد عبيد، مصدرسابق: ٧٢.

[18] UNEP, *Desk Study on the Environment in Iraq*, Geneva, 2003: 14.

[19] Aziz, J.S, Analysis of biological effects of microwave energy and safe distance calculations, *Journal of Al-Rafidain University College For Sciences*, Vol.(25), 2009: 1-14.

[٢٠] للاستزادة حول متطلبات وشروط موقع منظومة الهاتف المحمول، ينظر التعليمات رقم (١) لسنة ٢٠١٠ الصادرة عن وزارة البيئة العراقية، في جاسم، عماد عبيد، مصدرسابق: ٧٢-٧٤.

[٢١] عبود، آمال صالح و نجم، هدى داود، مصدرسابق: ١٧٠.