التباين المكاني لنطاقات الاشعة الكهرومغناطيسية غير المؤينة المنبعثة من أبراج الهاتف النقال في مدينة الزبير لعام ٢٠٢٤

م.م. ماجد معيوف حبيش الصالحي
أ.د. طارق جمعة علي المولى
جامعة البصرة / كلية التربية للعلوم الإنسانية / قسم الجغرافيا

المستخلص:

تُعَدّ مشكلة الاشعة الكهرومغناطيسية من المشاكل الحديثة التي صاحبت التطور التكنلوجي وازدادت مع اكتشاف الهاتف النقال والترددات الناقلة لقوة الاشارة, إذ تُعَدّ أبراج الهاتف النقال أحد أهم المصادر التي من خلالها تشبع المدن بالأشعة الكهرومغناطيسية غير المؤينة, وهي متباينة بين برج وآخر وهذا يحسب لتباينات الأحياء ايضاً إذ تم حصر نطاقات الأبراج ضمن الأحياء فكانت القيم اعلاها في الأحياء ذات الكثافات السكانية المرتفعة كنتيجة للاستخدام المرتفع لأجهزة الهاتف النقال الذي بدوره يحفز قوة النطاقات من خلال زيادة قوة (التردد), إذ سجل اعلاها في حي الضباط, القيمة المسجلة (**0.000265**) mW/ cm2 , وادناها في حي الشهداء, القيمة المسجلة (**0.000089**) mW/ cm2 , الجدير بالذكر أنّ تلك القراءات متباينة ايضاً من وقت لأخر حسب كثافة الاتصالات على البرج الواحد.

الكلمات المفتاحية : الاشعة الكهرومغناطيسية، غير المؤينة, أبراج الهاتف النقال، مدينة الزبير.

The Variation of Non-Ionizing Electromagnetic Radiation Ranges Emitted from Mobile Phone Towers in Zubair City in 2024

Asst. Lect. Majid Mayuf Habash Al-Salhi
Prof. Dr. Tareq Juma Ali Al-Molla

University of Basrah / College of Education for Human Sciences – Dept. of Geography

Abstract

The problem of electromagnetic radiation is a modern issue that has accompanied technological development and has increased with the discovery of mobile phones and the frequencies that carry the signal strength. Mobile phone towers are one of the most important sources through which cities are saturated with non-ionizing electromagnetic radiation. The levels vary from one tower to another, and this also depends on the variations in neighborhoods, as the tower ranges are confined within specific neighborhoods. The highest values were recorded in neighborhoods with high population densities, as a result of the high usage of mobile phones, which in turn stimulates the strength of the ranges by increasing the power (frequency). The highest value was recorded in Al-Dhobat neighborhood, with a value of (0.000265) mW/ cm2, while the lowest value was recorded in Al-Shuhadaa neighborhood, with a value of (0.000089) mW/ cm2. It is worth noting that these readings also vary from time to time according to the communication density on each tower.

Key words: Electromagnetic radiation, non-ionizing, mobile phone towers, Al-Zubair city

مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية العدد ٢ – المجلد ٥٠ – آذار لسنة ٢٠٢٥

المقدمة:

تُعَدّ شبكات الهاتف النقال في الوقت الحاضر واحدة من أهم البنى التحتية للاتصالات بين الناس وتتمتع بتغطية عالمية، تقوم شركات الاتصالات بنصب أبراج الهاتف النقال في مواقع معينة, إذ تُشَكّل تلك الأبراج مصدر قلق من تأثيراتها الصحية على السكان الذين يعيشون بالقرب منها [١], عند إجراء مكالمة عبر الهاتف النقال عادة ما يتم ربط الإشارة بأقرب برج للهاتف النقال ضمن سعة حركة المرور الخاصة به, يتم تحديد التقسيمات المكانية لهذه الشبكات الخلوية إلى خلايا (نطاقات) بناء على مخطط نطاقي الذي يقع في مركزه برج للهاتف النقال, قد تتقلص الإشارات عند المطر بسبب الرطوبة والضباب الذي يمتص الطاقة الكهرومغناطيسية ويبعثرها, مما يؤدي إلى تغيرات في القيم الكهرومغناطيسية للإشعاع[٢].

(١)مشكلة الدراسة:

تكمن المشكلة في التساؤلات الآتية:-

(١-١) هل أنّ الانتشار العشوائي لأبراج الهاتف النقال أثر في تباين نطاقات الاشعة الكهرومغناطيسية في مدينة الزبير؟

(١-٢) هل تتباين حدة وتشابك نطاقات الاشعة الكهرومغناطيسية مع تباين اعداد السكان في المدينة التي يصاحبها تباين في أبراج الهاتف النقال ووجودها في المناطق السكنية؟

(٢) **فرضية الدراسة: تنطلق الدراسة من الفرضيات الأتية:-**

(٢-١) ان للتوزيع العشوائي غير المنتظم في الأحياء السكنية في مدينة الزبير دوراً فعالاً في تباين النطاقات الكهرومغناطيسية.

(٢-٢) تتباين نطاقات الاشعة الكهرومغناطيسية تبعاً لتباين اعداد أبراج الهاتف النقال من حي سكني الى اخر تبعاً لتباين السكان في أحياء مدينة الزبير.

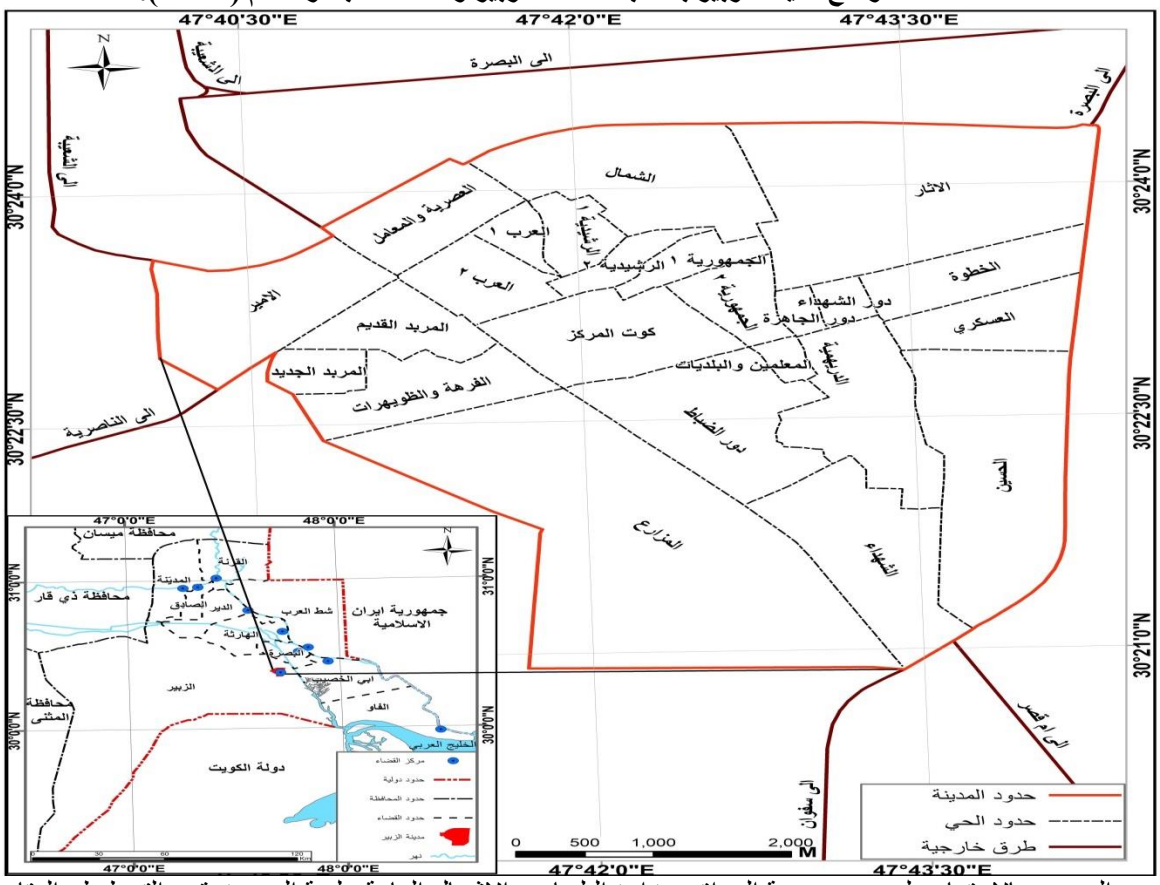
(٣)اهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الى كشف الصورة الواقعية لحدود نطاقات الاشعة الكهرومغناطيسية لأبراج الهاتف النقال ونمذجة خرائط توزيع وانتشار تلك النطاقات وتسجيل القيم الكهرومغناطيسية المنبعثة منها للخروج بتوصيات تضمن الاستفادة منها بشكل آمن وصحي وبما يناسب السكان.

(٤)منطقة الدراسة:

تتمثل الحدود المكانية لمنطقة الدراسة بمدينة الزبير التي تقع في الجزء الغربي من محافظة البصرة الواقعة في الجنوبي الشرقي من العراق، ما بين خطي طول (٠٥"٤٠'٤٧ ْ - ٢٣"٤٤'٤٧ ْ) شرقاً وبين دائرتي عرض (٤٨"٢٠'٣٠ ْ - ٢٥"٢٤'٣٠ ْ) شمالاً كما في خريطة (١), بلغت مساحة مدينة الزبير (٣٢٢٢) هكتار[*] وبلغ عدد سكانها لعام ٢٠٢٣ (٤٤٧٥٢٣) نسمة[٣], موزعين على احيائها البالغة ٢٤ حياً سكنياً[٤], في حين اقتصرت الدراسة زمانياً على سنة ٢٠٢٣م.

خريطة (١)
موضع مدينة الزبير بالنسبة لقضاء الزبير ومحافظة البصرة لعام (٢٠٢٣).



المصدر بالاعتماد على:- جمهورية العراق, وزارة البلديات والاشغال العامة, بلدية البصرة, قسم التخطيط والمتابعة, خريطة محافظة البصرة. باستخدام برنامج (ARC.GIS10.8), والمرئية الفضائية للقمر الصناعي لاندسات٩.

(٥)مفاهيم الدراسة:

(٥-١) الاشعة الكهرومغناطيسية: هي موجة ذاتية الانتشار في الفضاء أو عبر المادة، ولديه مكونات كهربائية ومغناطيسية تتذبذب في طور متزامن عادةً (بزاوية ٩٠ درجة) مع بعضها البعض وفي اتجاه انتشار الموجة أو الطاقة. وبناءً على تردد هذا التذبذب، تُشَكّل طيف من الإشعاع الكهرومغناطيسي يحتوي على الترددات الراديوية، ومتُعَدّدة الترددات، و تيرا هرتز، والأشعة تحت الحمراء، والضوء المرئي، والأشعة فوق البنفسجية، والأشعة السينية، وأشعة جاما[٥].

(٥-٢) التردد: هو عدد الذبذبات الكاملة في الثانية الواحدة، يقاس بوحدة تسمى هرتز[٦], ومن الجدير بالذكر أنّ لكل شركة اتصالات ترددات خاصة لها اي تزداد انواع الترددات بزيادة عدد شركات النقال في المدن.

(٥-٣) أبراج الهاتف النقال: يُعَرّف برج الهاتف النقال، أنه حامل معدني يمكنه حمل هوائي أو أكثر، وعُرِف أيضًا أنه مجموعة من المرسلات والمستقبلات للأمواج, ومن ثم فهي تُشَكّل عصب شبكات الهاتف النقال, لأنهّا تربطها مع بعضها البعض، وهي تتكون من دعامات حديدية شبكية مترابطة، مثبتة على قاعدة أرضية مستقلة قائمة من دون أية دعامات من منشآت أخرى، وتَستَخدِمُ أجهزة بثٍ أو استقبالٍ لاسلكية[٧], تعمل أنظمة الشبكات المحلية اللاسلكية الداخلية والخارجية (بطاقة منخفضة للغاية) أقل من طاقة الها تف المحمول[٨].

(٤-٥) الأيون: هو ذرة أو جزيء اكتسب شحنة إلكترونية إما عن طريق اكتساب أو فقدان واحد أو أكثر من الإلكترونات. عملية اكتساب شحنة إلكترونية تسمى التأين. وبالآتي، فإن "الإشعاع المؤين" هو إشعاع يحتوي على طاقة كافية للتسبب في تأين المادة[٩], النواة هي قلب الذرة، والكتلة الذرية لعنصر ما يمكن أنّ تختلف، وهذا التنوع هو ما يؤدي إلى تكوين نظائر العنصر. تدور الإلكترونات حول النواة وتُرتب في طبقات تسمى الأغلفة. عندما يتم إزالة أحد الإلكترونات الخارجية من الذرة، ينتج عن ذلك انبعاث للطاقة، وعادة ما يكون على شكل أشعة جاما. يُطلق على هذه الظاهرة اسم الإشعاع المؤين[١٠].

(٥-٥) الإشعاعات غير المؤينة (*harmless radiation*) هي: إشعاعات ذات طاقة ضعيفة نسبيًا وهي لا تستطيع تكسير الروابط بين مكونات المادة، منها الضوء المرئي، والأشعة فوق البنفسجية، والأشعة تحت الحمراء، والترددات الراديوية، والموجات القصيرة، ومجال الترددات الراديوية بين (٣٠٠ هرتز - ٣٠٠ ميجاهرتز)[١١].

وللزيادة بالتفصيل وايضاح التباين في قوة الاشعة الكهرومغناطيسية تم تقسيمها على النحو الآتي:-

(١) تباين قيم الاشعة الكهرومغناطيسية في مدينة الزبير:

تم تسجيل قوة الاشعاع الكهرومغناطيسي للأبراج جميعها بواسطة جهاز (Narda SMR 3006) صورة(١), التي أَخَذَتْ للأبراج جميعها (من الساعة الثامنة الى الساعة الحادية عشر صباحاً) ولأيام عدّة متتالية, إذ كانت القيم الكهرومغناطيسية المسجلة متباينة كما في الجدول (١) وموضح على خريطة (٢) إذ كانت متباينة من برج ولآخر وهذا يُحسب لتباينات سكان أحياء مدينة الزبير ايضاً إذ تم حصر نطاقات الأبراج ضمن الأحياء فكانت القيم اعلاها في الأحياء ذات الكثافات السكانية المرتفعة كنتيجة للاستخدام المرتفع لأجهزة الهاتف النقال الذي بدوره يُحفّز قوة النطاقات من خلال زيادة قوة (التردد).

صورة (١) جهاز (Narda SMR 3006)

المصدر بالاعتماد على الدراسة الميدانية بتاريخ ١٢/ ١٠/ ٢٠٢٣.

شهدت الجغرافيا أساليب لم تكن موجودة في السابق لدى الكارتوكرافي التقليدي الذي كانت تقتصر مهمتهُ على تمثيل المعلومات الجغرافية على الخرائط دون اللجوء إلى طرائق استخلاص تلك المعلومات من البيانات, إلا أنّ الكارتوكرافي اليوم قد اتجه إلى التفاعل مع التقنيات الجغرافية الحديثة, كما أنّ فكرة اقتصار نظم المعلومات الجغرافية (GIS) على إنتاج الخرائط هو نظرة محدودة وتحرم مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية من العديد من الوظائف المهمة لها، أهمها تحليل البيانات الجغرافية واستخلاص المعلومات من مصادر ليست تقليدية[١٢], إذ يمكننا استعمال ادوات التحليل المكاني والاحصائي في اشتقاق نطاقات الاشعة الكهرومغناطيسية ومناطق تداخل تلك النطاقات واكتشاف المناطق التي تتشابك فيها قيم الاشعة الكهرومغناطيسية في بيئة برنامج (Arcgis 10.8.

من جدول (١) يلاحظ حي دور الضباط قد سجلت الأبراج التي يحتويها اعلى القيم وذلك بسبب الكثافة السكانية الموجودة في الأحياء المجاورة, فضلاً عن سكان الحي نفسه يرافقه قله الأبراج في تلك المنطقة مما جعل الطلب علي تلك الأبراج كبيراً وبالتالي فالقيم الكهرومغناطيسية المسجلة مرتفعةً فيها, وهذا يفسر زيادة القيم الكهرومغناطيسية المسجلة او القراءات لتلك الأبراج نسبياً, فكلما أزداد عدد السكان زاد استخدامهم للهواتف المحمولة كونها وسيلة اتصال مهمة بين الأفراد ويعني ذلك بالضرورة زيادة عدد المكالمات الهاتفية وما ينتج عنه من تصاعد تحفيز الإشعاعات المنبعثة من هوائيات أبراج الهواتف المحمولة وإليها[١٣].

جدول (١)

قوة الاشعاع الكهرومغناطيسي لأبراج شركتي الهاتف النقال في مدينة الزبير (mW/cm2)

ت	الحي	y	x	القيمة المسجلة mW/cm2
1	الامير	N "٧.٥٦٠ '٢٣ °٣٠	E "٣٤.٧٩٣ '٤٠ °٤٧	٠.٠٠٠١١٠
2		N "١٤.٤٠٧ '٢٣ °٣٠	E "٣٧.٣٩٣ "٤٠ °٤٧	٠.٠٠٠١٢١
3	الجمهورية الاولى	N "٢٠.٤٤٠ '٢٣ °٣٠	E "١٤.٩٧٣'٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٢٢
4		N "٢٧.٣٤٨ '٢٣ °٣٠	E "٢٦.٧٦٨ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠٠٨٦
5		N "٢٧.٣٣١ '٢٣ °٣٠	E "٣٠.٠٩٥ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٢٠
6		N "٣٠.٣٤٦ '٢٣ °٣٠	E "٣٩.٣٩٨ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٣٠
7		N "٣٤.٥٠٧ '٢٣ °٣٠	E "٤١.٣٩٧ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٢٣
8	الجمهورية الثانية	N "١٥.٧٩٩ '٢٣ °٣٠	E "٣١.١٤٤ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠٠٩٢
9		N "٥.٩٢٥ '٢٣ °٣٠	E "٤٥.٩٣٨ '٤٢ °١٤٧	٠.٠٠٠١٧١
10	الخطوة	N ٣٢.٨٤٧ '٢٣ °٣٠	E ٤٥.٨٦٨ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠١٤٢
11		N "٣٤.٥٦٨ '٢٣ °٣٠	E "٨.٢٨٢ ٤٤ ٤٧	٠.٠٠٠١١٧
12	الدريهمية	N "٥٩.٨٣١ '٢٢ °٣٠	E "١٣.٥٦٩'٤٣°٤٧	٠.٠٠٠١٢٨
13		N "٣٢.٣٣٦ '٢٢ °٣٠	E "٦.٢٢٦ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠١٦٢
14		N "٥٦.٢٩٩ '٢٢ °٣٠	E "٦.٤٦٨ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠١٨٥
15	الرشيدية الاولى	N "٤٩.٧٤٠ '٢٣ °٣٠	E "٥١.٣٣١ ٤١ ٤٧	٠.٠٠٠١٠٨
16		N "٤٦.٤١٧ '٢٣ °٣٠	E "٥٣.١١٨ '٤١ °٤٧	٠.٠٠٠١٠١
17		N "٣١.٦٣٧ '٢٣ °٣٠	E "٥٤.٨٦٥ '٤١ °٤٧	٠.٠٠٠١١١
18		N "٤٩.٨٣٢ '٢٣ °٣٠	E "٤.٧٠٤ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠٠٩٧
19		N "٤١.٨٦٨ '٢٣ °٣٠	E "٧.٢٤٤ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٠١
20	الرشيدية الثانية	N "٢٩.٠٤٠ '٢٣ °٣٠	E "١٣.٦٨٢ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠٢١٣
21		N "٢٨.٤١٩ '٢٣ °٣٠	E "٨.١٤٧ '٤٢°٤٧	٠.٠٠٠٢٠٧
22	العرب الاولى	N "٤٤.٨٥٩ '٢٣ °٣٠	E "٣١.٥٦٥ '٤١ °٤٧	٠.٠٠٠١٦٨
23	العرب الثانية	N "١٤.٥٥٨ '٢٣ °٣٠	E "٢٦.٥٩٥ '٤١ °٤٧	٠.٠٠٠١٥٧
24		N "٤٠.٥٨٢ '٢٣ °٣٠	E "٣١.٥٥٤ '٤١ °٤٧	٠.٠٠٠١٠١
25		N "١٧.١٥٤ '٢٣ °٣٠	E "٣٤.٥٢٨'٤١ °٤٧	٠.٠٠٠١٠٨
26		N "٢٧.٨٧٥ '٢٣ °٣٠	E "٤٣.٨٨٠'٤١ °٤٧	٠.٠٠٠٠٩٣
27	العصرية والمعامل	N "٤٣.٨٩٩ '٢٣ °٣٠	E "١٣.٣٩٢ '٤١ °٤٧	٠.٠٠٠١٧٢
28		N "٣٥,٤٦٧ '٢٣ °٣٠	E "١٨.٦٢٦ '٤١ °٤٧	٠.٠٠٠١٨٥
29		N "٥٩.٢٩٣ '٢٣ °٣٠	E "٢٥.٢٧٥ '٤١ °٤٧	٠.٠٠٠١٠٣
30		N "٥٧.٣٥٨ '٢٣ °٣٠	E "٢٩.٨٩٢ '٤١ °٤٧	٠.٠٠٠٢٢١
31		N "٣١.٣١٢ '٢٣ °٣٠	E ٨.١٦٦ '٤١ °٤٧	٠.٠٠٠٢٤٦
32	المربد القديم	N "١.٥١٢ '٢٣ °٣٠	E "٢٥.٨١٣ '٤١ °٤٧	٠.٠٠٠١٠٧
33	المعلمين والبلديات	N "٥٣.٧٠٥ '٢٢ °٣٠	E "٤٩.٦٣٢ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠٢٢٣
34		N ٤٦.٨٥٧ '٢٢ °٣٠	E "٠.٤٧٧ '٤٣°٤٧	٠.٠٠٠٢١٣
35	الحسين	N "٤٥.٧٧٢ '٢٢ °٣٠	E ٣١.٥٢٢ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠٢١١
36		N "٥١.٢٩٠ '٢٢ °٣٠	E "٤٥.٨٦٣ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠١٦٨

مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية العدد ٢ – المجلد ٥٠ – آذار لسنة ٢٠٢٥

37	الشهداء	N "١٨.١٦٦ '٢١ °٣٠	E "١٦.٧٥٧'٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠١٠١
38		N "٥٠.٨٩٥ '٢١ °٣٠	E ٢٠.٥٧٤ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠١٧٨
39		N "٣١.٧٥٠ '٢١ °٣٠	E "٢٠.٨٩٢ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠٠٨٩
40		N "٤٨.٥٣٣ '٢١ °٣٠	E "٢٢.٩٣٣ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠٢٠٠
41		N ١١.٨٧٦ '٢٢ °٣٠	E "٧.٧٨٦ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠٢٠٦
42	العسكري	N "١.٥٨٨ ٢٣ ٣٠	E "٢٦.٣٥٠ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠١١٢
43		N "٨.١٠١ '٢٣ °٣٠	E "٣١.٦٢٤ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠٢١٧
44		N "٧.٥٦٣ '٢٣ °٣٠	E "٤٦.٦٩٩ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠١٨١
45		N "٥٨.٢٩٥ ٢٢ °٣٠	E "٠.٦٢٩ '٤٤ °٤٧	٠.٠٠٠٢٠٨
46	دور الجاهزة	N "٢٠.٣٩٢ '٢٣ °٣٠	E "٥٨.٠١٠ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٧٣
47	دور الشهداء	N "٢٢.٦١٠ '٢٣ °٣٠	E "٦.٣٧٩ '٤٣ °٤٧	٠.٠٠٠٢٠١
48	دور الضباط	N "٢٤.٩١١ '٢٢ °٣٠	E "٣٢.٠٥٩ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠٢٦٥
49		N ٤٢.٨٣٧ '٢٢ °٣٠	E "٤٨.٨٧٩ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠٢٠٣
50	كوت المركز	N "١٣.٢٧٩ '٢٣ °٣٠	E "١٠.٧٠١ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٢١
51		N "٧.٣٩٠ '٢٣ °٣٠	E "١٩.٦٦٤ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠٠٩٣
52		N "٨.٣٧٤ '٢٣ °٣٠	E "٣٤.٣٣٤ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٣٣
53		N "٥٩.٠٢٤ '٢٢ °٣٠	E "٦.٠٦٤ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٨٠
54		N "٥٨.٨١٩ ٢٢ °٣٠	E "٧.١٢٠ '٤٢°٤٧	٠.٠٠٠١٣٨
55	الشمال	N "٥٨.٧١٤ '٢٣ °٣٠	E "١١.١٠٤ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٨٨
56		N "٤٤.١٩٤ '٢٣ °٣٠	E "١٨.٧٦٩ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٩٠
57		N "٤٥.٥٠٠ '٢٣ °٣٠	E "٢٧.٢٩٤ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠٠٩٩
58		N "٩.٧٣٦ '٢٤ °٣٠	E "٢٩.٦٦٢ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٧٢
59		N "١٢.٧٦٦ '٢٤ °٣٠	E "٣٤.٤١٥ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٧١
60		N "٥٠.٨١٣ '٢٣ °٣٠	E "٣٥.٣٨٩ '٤٢ °٤٧	٠.٠٠٠١٤٦

المصدر: بالاعتماد على الدراسة الميدانية

في الوقت نفسه نجد القيم الكهرومغناطيسية المسجلة لأبراج الرشيدية الثانية مرتفعة ايضاً لتوسطها في المنطقة التجارية التي تزداد المكالمات فيها نسبياً, يعني ذلك أنّ القيم الكهرومغناطيسية لأبراج الهاتف النقال تكون اكثر ارتفاعاً عند المناطق المزدحمة او عند المناطق التي تقل فيها الأبراج ويزداد فيها السكان, لان هذا البرج سوف يزداد عليه الطلب مما يرفع من القيم الكهرومغناطيسية لبرج الهاتف النقال, في حين هنالك أبراج لكثافتها العددية وتقاربها انخفضت قيمها الكهرومغناطيسية كما في أبراج الرشيدية الاولى والعرب الاولى لقرب تلك الأبراج من بعضها البعض فقل الطلب فانخفضت القيم,

أنّ قوة الاشعاع الكهرومغناطيسي غير المؤين لأبراج الهاتف النقال قد قسمت على (٤) مستويات صنفت داخل بيئة برنامج (Arcgis 10.8) كالاتي:

(٢) **مستويات قيم الاشعة الكهرومغناطيسية لأبراج الهاتف النقال في مدينة الزبير**.

من خريطة (٢), يلاحظ المستويات الاربع الآتية:-

(٢-١) القيم المنخفضة جداً (**0.000112** فأقل) (mW/cm2):

ضم هذا المستوى قيم (١٨) برجاً توزعت على (١١) حياً سكنياً, تراوحت القيم الكهرو مغناطيسية المسجلة فيه بين (0.000086 - 0.000112) (mW/cm2), استحوذ حي الرشيدية الاولى على (٥) أبراج من هذا المستوى في حين جاء حي العرب الثانية بعدها ب(٣) أبراج واحتوى حي الشهداء على (برجين) في حين احتوت ثمان أحياء هي (الامير, الجمهورية الاولى, الجمهورية الثانية, العصرية والمعامل, المربد القديم, العسكري, كوت المركز, وحي الشمال) كل منها على (برج واحد).

(٢-٢) القيم المنخفضة (**0.000113 - 0.000146**) (mW/cm2):

احتوى هذا المستوى على قيم (١٢) برجاً ضمن (٦) أحياء سكنية, جاء حي الجمهورية الاولى اولاً بـ(٤) أبراج من هذا المستوى, تبعه حي كوت المركز ب (٣) أبراج في حين حي الخطوة ضم (برجين), في الوقت نفسه سجل (برجاً واحداً) في (٣) أحياء سكنية هي كل من (الامير, الدريهمية, وحي الشمال).

(٣-٢) القيم المرتفعة (**0.000147 - 0.000190**) (mW/cm2):

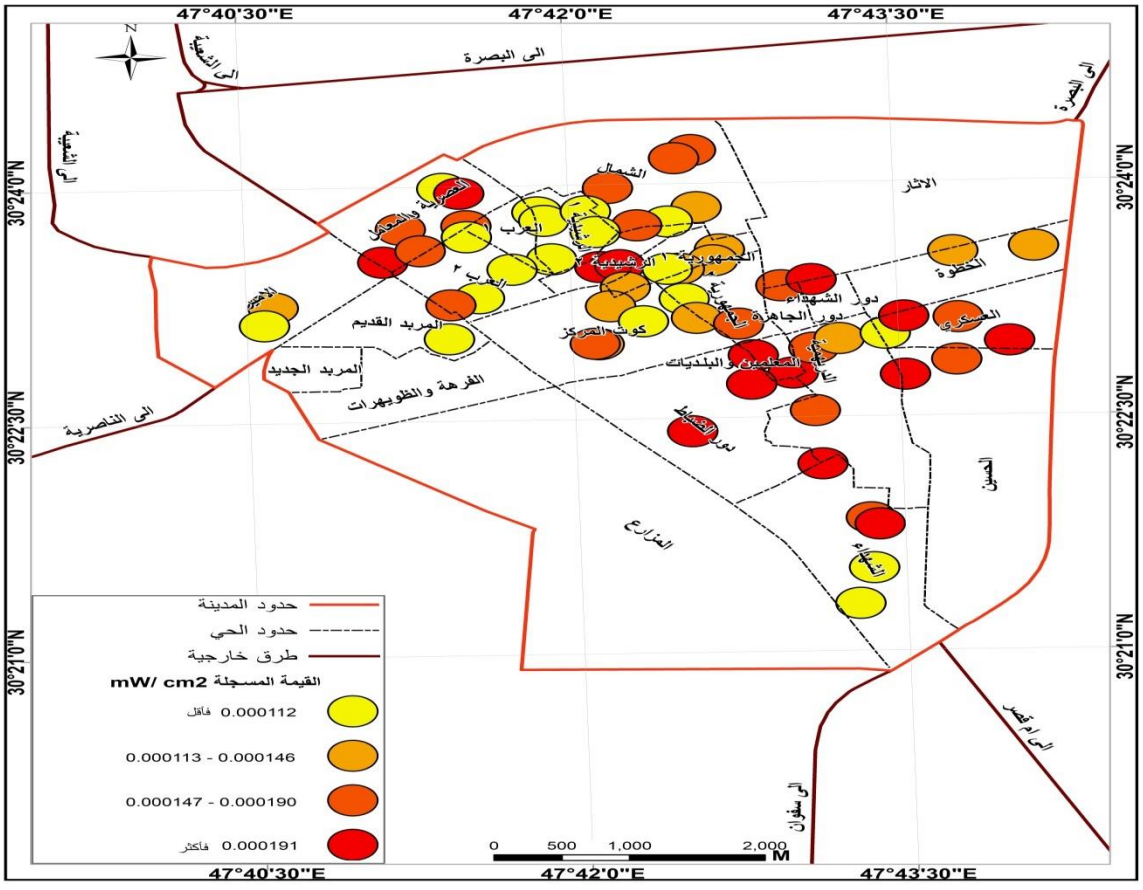
سجل بهذا المستوى قيم (١٦) برجاً ضمن (١١) حياً سكنياً, إذ ضم حي الشمال (٤) أبراج في حين احتوى حي العصرصية والمعامل وحي الدريهمية على (برجين), وكان من نصيب ثمان أحياء (برجاً واحداً) لكل منها وهي (الجمهورية الثانية, العرب الاولى, العرب الثانية, الحسين, الشهداء, العسكري, دور الجاهزة, وحي كوت المركز).

(٤-٢) القيم المرتفعة جداً (**0.000191** فأكثر) (mW/cm2):

تراوحت القيم الكهرو مغناطيسية المسجلة في هذا المستوى بين (0.000191 - 0.000265) (mW/cm2), ضم قيم اشعة كهرومغناطيسية لـ(١٤) برجاً موزعة على (٨) أحياء سكنية, ستة أحياء احتوى كل حي منها على (برجين) هي (الرشيدية الثانية, العصرية والمعامل, المعلمين والبلديات, الشهداء, دور الضباط, وحي العسكري), في حين سجلت قراءة (لبرج واحد) لكل من (حي دور الشهداء, وحي الحسين) من هذا المستوى.

خريطة (٢)

قوة الاشعاع الكهرومغناطيسي لمجمل أبراج الهاتف النقال في مدينة الزبير (mW/cm2)



المصدر: بالاعتماد على جدول (١)

(٣) حدود نطاقات الاشعة الكهرومغناطيسية لأبراج الهاتف النقال في مدينة الزبير:

لابد لنا من كشف الصورة الفعلية لامتداد الاشعة الكهرومغناطيسية لأبراج الهاتف النقال التي هي موضوع دراستنا, ومن خلالها يمكننا ابراز سعة انتشار الترددات وتغطية القيم الكهرومغناطيسية المسجلة, وتقييم وتحليل النطاقات الصادرة من تلك الأبراج واكتشاف مناطق تداخل النطاقات الصادرة من أبراج الهاتف النقال المنتشرة في مدينة الزبير بنوعيها بحسب الشركتين المالكة (زين العراق واسيا سيل).

تُعَدّ مناطق تداخل النطاقات ذات اهمية لكونها متعرضة لقيم اشعة مسجلة من اكثر من مصدر, إذ تتضاعف الاشعة الكهرومغناطيسية في المناطق المستهدفة مرة او مرتين واكثر بحسب مواقع تلك المناطق وكثافة الأبراج واحاطتها بتغطية النطاقات المختلفة, تُعَدّ بداية الاستحضار لتشكيل النطاقات الثلاثة ضمن مستويات ثلاث لكل نطاق امر غاية في الاهمية, لاشتقاق المساحات وامتدادها فبدون الرجوع الى بيئة برنامج (Arcgis 10.8) نلاقي صعوبة في استخراج انصاف اقطار دوائر تغطية الاشعة الكهرومغناطيسية والتداخلات بين محيطات تلك الدوائر التي يتوسط كل منها برج هاتف نقال.

ويمكننا هنا اخذ كل نطاق على حدة لكشف مستويات ومساحات التداخل في مدينة الزبير وكالاتي:-

يمكن تصنيف تداخل نطاقات الهاتف النقال ضمن ثلاثة نطاقات مقترحة كالاتي:

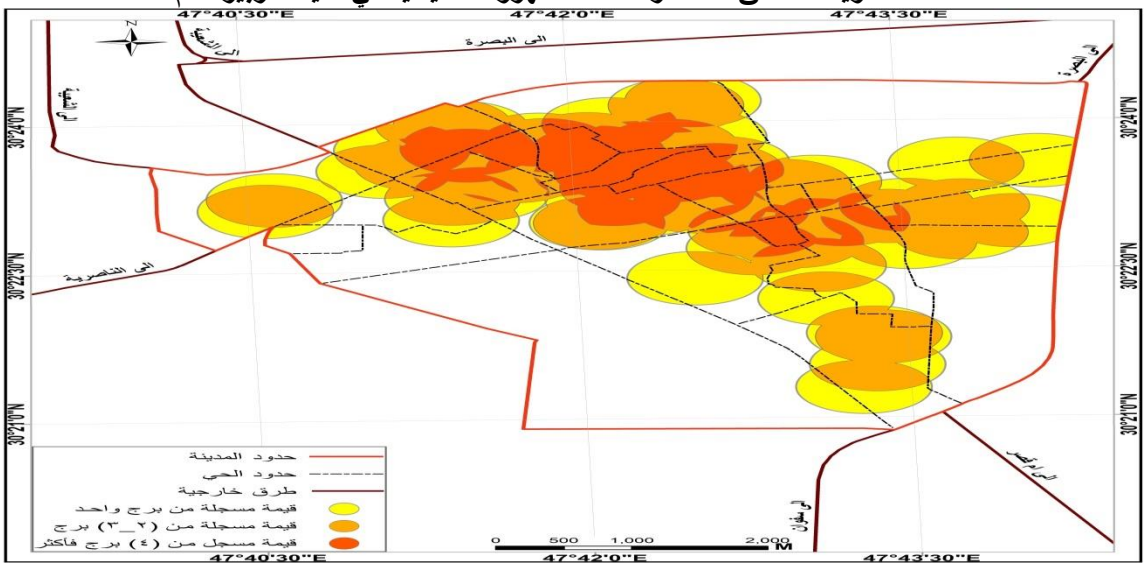
- النطاق المستقر نصف قطره (٥٠٠) متر: في هذا النطاق تكون القيم الكهرومغناطيسية المسجلة ثابتة، ويكون هناك تداخل بسيط بين دوائر التغطية للأبراج المجاورة, ومع استقرار قوة القيم الكهرومغناطيسية المسجلة الا أنّ تأثير التداخل في هذا النطاق يكون أقل من النطاقين الآتيين.
- النطاق شبه المستقر نصف قطره (١) كيلومتر: يزداد تداخل الدوائر في هذا النطاق, إذ أنّ نطاقات القيم الكهرومغناطيسية المسجلة تتداخل مع دوائر التغطية للأبراج المجاورة بشكل أكبر, وهذا يؤدي إلى تعرض مناطق التداخل لتضاعف مصادر القيم الكهرومغناطيسية المسجلة.
- نطاق غير مستقر نصف قطره (٢) كيلومتر: تكون القيم الكهرومغناطيسية المسجلة متقطعة وغير ثابته فيه، وتداخل الدوائر أكبر نظراً لاتساع نصف قطر دوائر التغطية، وتكون مساحات التداخل بين نطاقات تغطية الأبراج المتجاورة بشكل اكبر.

(٣-١) النطاق المستقر:

وفي هذا النطاق تكون تغطية الاشعة الكهرومغناطيسية بشكل مستقر مستمر بدون تقطع ضمن نصف قطر دائرة (٥٠٠) متر مركزها برج الهاتف النقال, وبمساحة ضمن حدود المدينة بلغت (١٧,١٤١) كم^{٢}, كما هو واضح في خريطة (٣), وتحيطه مساحات من النطاقين اللاحقين, وقد قسم هذا النطاق على ثلاث مستويات هي بالتفصيل:-

مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية العدد ٢ – المجلد ٥٠ – آذار لسنة ٢٠٢٥

خريطة (٣)
مستويات النطاق المستقر للأشعة الكهرومغناطيسية في مدينة الزبير لعام ٢٠٢٤



المصدر: من مخرجات برنامج (Arcgis10.8) باستخدام ادوات (Buffer) و(Clip) في استخراج النطاقات والقطع.

(٣-١-١) المستوى الاول:

فيهقيمة مسجلة من برج واحد وبمساحة (٥,٠٥٧) كم^{٢} اي أنّ تلك المساحات معرضة للأشعة الكهرومغناطيسية من برج واحد فقط, وهي مساحات في الغالب تكون عند اطراف المساحة الكلية لهذا النطاق.

(٣-١-٢) المستوى الثاني:

وهي مساحات ضمن المدينة تتعرض للأشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة من (٢_٣) برج, وبمساحة ضمّت (٨,٠٥١) كم^{٢}, وهي منطقة متوسطة بين المستويين الاخرين ضمن هذا النطاق, وان تلك المساحات ليست بالضرورة أنّ تكون ملاصقة أو متقاربة لأحد الأبراج دون غيره.

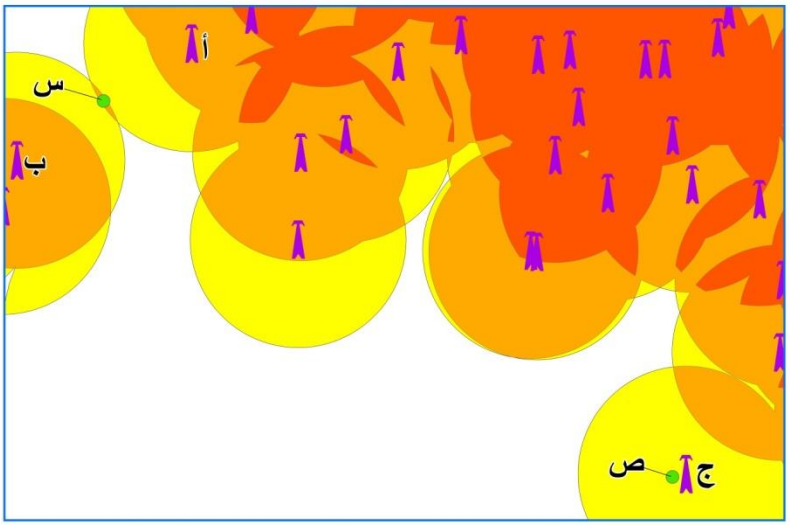
مثال للتوضيح: في الشكل (١) يلاحظ أنّ النقطة المساحية (س) تبعد عن البرجين (أ, ب) (٤٤٩) متراً بشكل متوسط بين البرجين المذكورين الا أنهّا تتعرض للأشعة الكهرومغناطيسية من كلا البرجين, في حين النقطة المساحية (ص) هي نقطة مجاورة للبرج (ج), فأنهّا تتعرض للأشعة من هذا برج المجاور فقط, بمعنى ادق أنّ نقطة (س) مع بعدها النسبي للأبراج الا أنهّا اكثر تعرضاً للأشعة الكهرومغناطيسية من النقطة (ص) التي هي ملاصقة لبرج (ج).

(٣-١-٣) المستوى الثالث:

وهي مساحات داخلية ضمن هذا النطاق تتعرض فيها للأشعة الكهرومغناطيسية من (٤) أبراج واكثر, بمعنى أدق أنّ اي نقطة مساحية فيها تغطيها الاشارة من (٤) أبراج واكثر, بلغت مساحتها (٤,٠٤٢) كم^{٢}, وأنّ تلك النقاط المساحية تكون ضمن محيط أبراج الهاتف النقال ضمن هذا النطاق اي ضمن مساحة دوائر نصف قطرها (٥٠٠) متر, وهي عادةً مساحة معروفة بتزاحم سكانها او أنهّا مناطق تجارية مكتظة بالمارة, وتحتوي تلك المساحات زيادة نسبية في اعداد أبراج الهاتف النقال.

مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية العدد x – المجلد 50 – آذار لسنة 2025

شكل (١) التعرض للأشعة الكهرومغناطيسية بحسب التوسط بين الأبراج والبعد والقرب منها



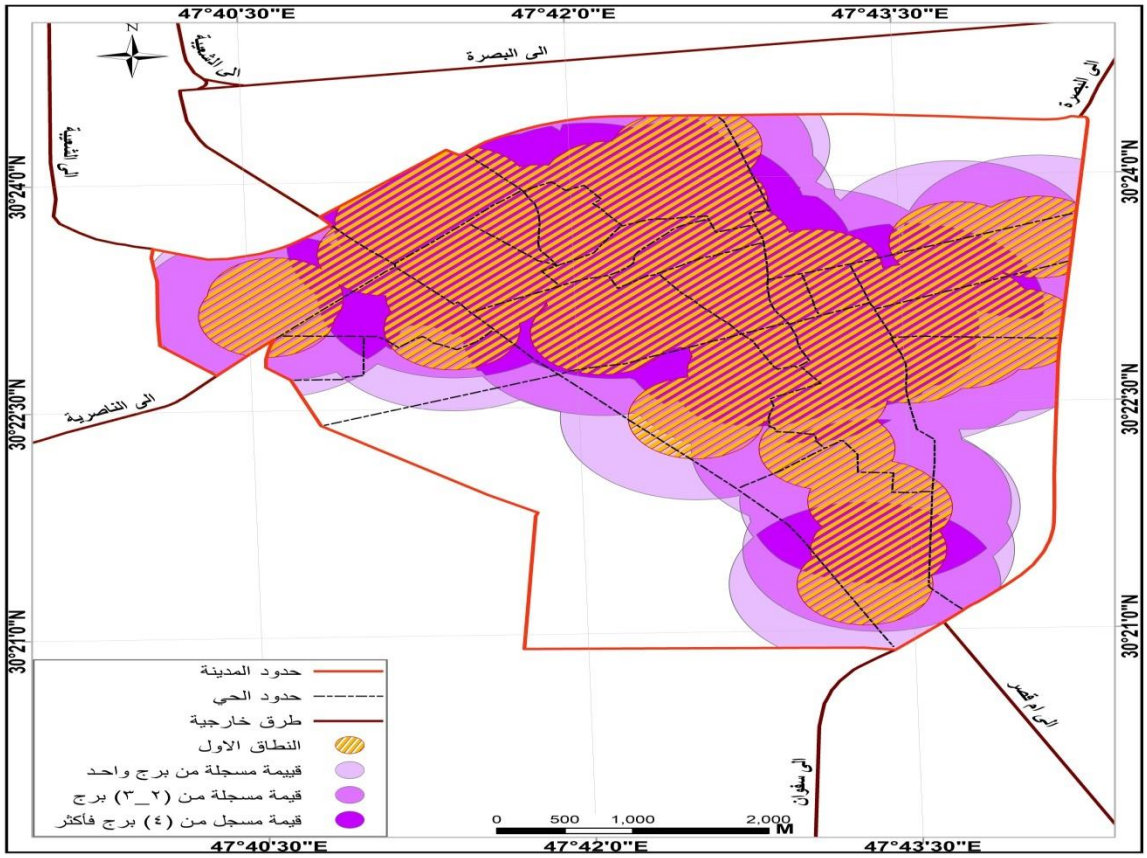
المصدر: بالاعتماد على خريطة (٣) بعد استقطاع جزء منها, وضبط الشكل بواسطة برنامج (Arcgis10.8).

(٣-٢) النطاق شبه المستقر:

وفي هذا النطاق تكون تغطية الاشعة الكهرومغناطيسية بشكل شبه مستقر ضمن نصف قطر دائرة (١٠٠٠) متر, مركزها برج الهاتف النقال, بمساحة (٢٥,٨٥٤) كم^2, وهذا يدل على أنّ مساحات النطاق تضم النطاق الاول ومساحات ابعد منه, كما في الخريطة (٤).

خريطة (٤)

مستويات نطاق شبه المستقر للأشعة الكهرومغناطيسية شاملاً النطاق الاول في مدينة الزبير لعام ٢٠٢٤



المصدر: من مخرجات برنامج (Arcgis10.8) باستخدام ادوات (Buffer) و(Clip) في استخراج النطاقات والقطع.

وهذا يدل على أنّ النطاق شبه المستقر قد غطّى جميع مساحات النطاق المستقر الاول وزاد على ما موجود من تغطية الاشعة الكهرومغناطيسية في مساحات النطاق الاول المستقر تغطية اضافية من الاشعة الشبه المستقرة, وبما انا قد اخذنا النطاق الاول المستقر بشكل مفصل سوف يقتصر التحليل بهذا النطاق على المساحات المحيطة بالنطاق الاول البالغة (٨,٨٢٩) كم^{٢}, قسمت على ثلاث مستويات ايضاً وكالاتي:-

(٣-٢-١) المستوى الاول:

ويضم مساحات من المدينة تسجل فيها قيم من برج واحد وشملت مساحة (٢,٤٣٩) كم^{٢}, تصل فيها الاشعة بالقيم الكهرومغناطيسية نفسها المسجلة عند البرج, الا أنّ الفرق الوحيد هو عدم استقرارها التام, اي أنهّا تشهد في بعض الاحيان عند استخدام الهاتف النقال الى بعض التقطعات وفي البعض الاخر تكون مستقرة وكأنهّا من ضمن النطاق الاول.

(٣-٢-٢) المستوى الثاني:

وضم مساحة بلغت (٤,٧١٥) كم^{٢}, وتسجل فيها القيم الكهرومغناطيسية المسجلة من (٢_٣) برج, وان تلك المساحات كما هي في النطاق الاول ليس بالضرورة أنّ تكون ملاصقة او متقاربة لأحد الأبراج دون غيره, إذ تكون كل نقطة مساحية فيها تشملها تغطية الاشعة الكهرومغناطيسية من برجين او ثلاثة أبراج, اي أنهّا تقع ضمن تقاطع دائرتين او ثلاث دوائر لكل منها نصف قطر (١٠٠٠) متر, أياً كان بعد تلك النقاط المساحية او قربها عن أبراج الهاتف النقال المؤثرة عليها.

(٣-٢-٣) المستوى الثالث:

وفيه قيمة مسجلة من (٤) أبراج واكثر, في الغالب تكون تلك النقاط المساحية في هذا المستوى اكثر قرباً للكثافات العددية لأبراج الهاتف النقال قد تصل فيها القيم الكهرومغناطيسية المسجلة من (٨) براج, وذلك لوقوع تلك النقاط المساحية ضمن مناطق تتقاطع فيها دوائر(٤) او اكثر نصف قطرها (١٠٠٠) متر يتمركز فيها برج هاتف نقال, غطى هذا المستوى مساحة بلغت (١,٦٧٥) كم^{٢}, من بعد استقطاع المساحات التي تضم النطاق الاول, يتُشَّكل هذا النطاق من وقوع اي نقطة مساحيه تشملها تغطية لا تقل عن (٤) من الاشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة من أبراج الهاتف النقال.

(٣-٣) النطاق غير المستقر:

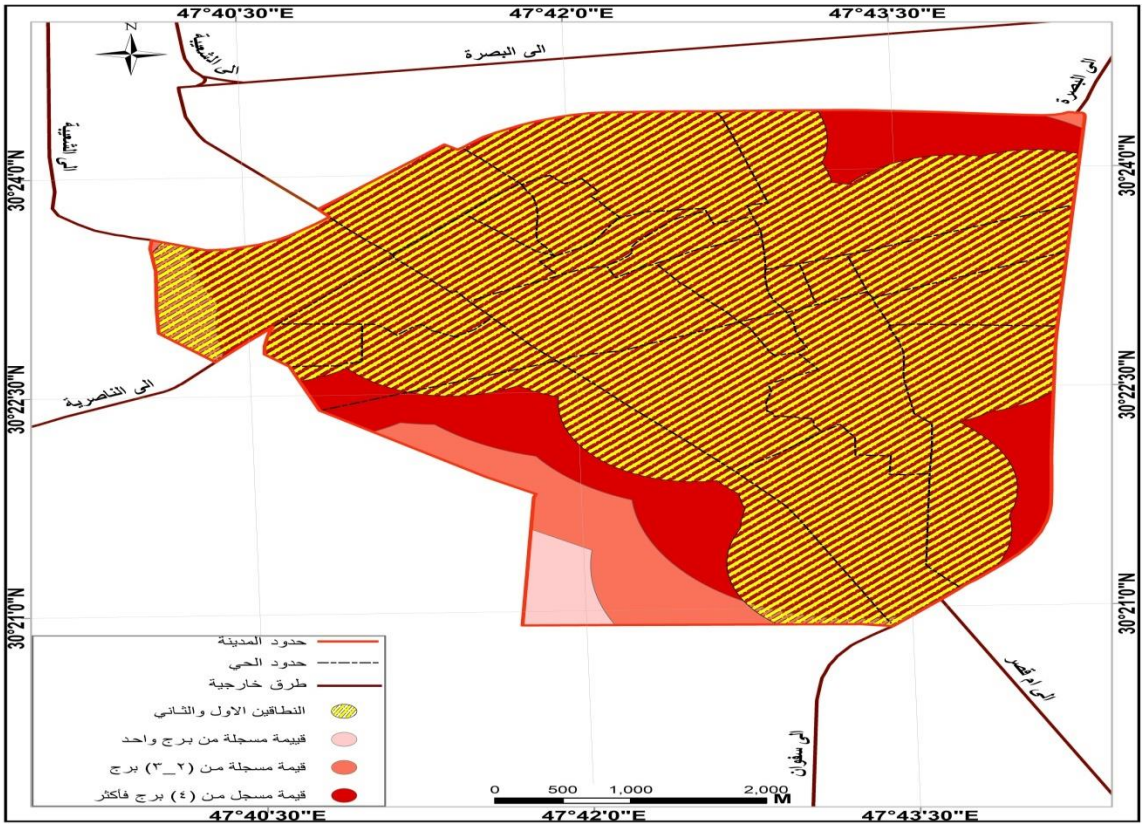
وهو النطاق الأبعد عن مراكز الدوائر التي يكون نصف قطرها (٢٠٠٠) متر والاكثر بعداً عن أبراج الهاتف النقال من بين النطاقات السابقة, ومن خلال حجم الدوائر الكبيرة نسبياً فأن هذا النطاق قد شمل مساحة المدينة بأكملها بتغطية غير مستقرة في اطرافها لزيادة البعد عن أبراج الهاتف النقال , كما في الخريطة (٥).

لابد هنا التطرق الى أنّ النقاط المساحية في النطاقين الاول والثاني التي غطتها الاشعة الكهرومغناطيسية بشكل كامل ضمن النطاقين المستقر وشبه المستقر الا أنّ النطاق غير المستقر ايضاً كانت له تغطية على النطاقين السابقين وذلك لوقوع تلك المساحات ضمن الدائرة التي نصف قطرها (٢٠٠٠) متر.

مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية العدد ٢ – المجلد ٥٠ – آذار لسنة ٢٠٢٥

خريطة (٥)

مستويات نطاق غير المستقر للأشعة الكهرومغناطيسية شاملاً النطاق الاول والثاني في مدينة الزبير لعام ٢٠٢٤



المصدر: من مخرجات برنامج (Arcgis10.8) باستخدام ادوات (Buffer) و(Clip) في استخراج النطاقات والقطع.

وبطبيعة الحال شملت مساحة اكبر من مساحة المدينة البالغة (٣٢,٢٠٣) كم^{٢}, وبذلك فأن عند تحليل الخريطة بنطاقاتها الثلاثة نجد التشابك في القيم الكهرومغناطيسية المسجلة قد يصل في بعض النقاط المساحية الى تغطية كهرومغناطيسية اكثر من نصف أبراج المدينة, وعلى وجه الخصوص المناطق التي تتوسط المدينة والقريبة من الكثافة العددية لأبراج الهاتف النقال, وعند رفع مساحتي النطاق الاول والثاني فيبقى من مساحة النطاق الثالث مساحة بلغت (٩,٣٤٩) كم^{٢} فقط.

ويمكن تحليل مستويات النطاق الثالث وكآلاتي:

(٣-٣-١) المستوى الاول:

وهو المستوى الذي يحتوي على مساحة غطّتها الاشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة من برج هاتف نقال واحد داخل المدينة, إذ بلغت مساحته (٥٦١) كم^{٢} وهي مساحة تقع في اقصى جنوب غرب المدينة, وتجدر الاشارة هنا أنّ القيمة الكهرومغناطيسية المسجلة فيه بنفس مقدار القيمة المسجلة بالقرب من البرج الهاتف النقال الا أنهّا غير مستقرة بسبب البعد.

(٣-٣-٢) المستوى الثاني:

شمل هذا المستوى المساحات التي تغطيها القيم المسجلة للأشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة من(٢_٣) برج, التي بلغت مساحته (٢,٤٧٥) كم^{٢}, بعد رفع المساحات التي غطاها النطقين الاول والثاني.

مجلة آداب البصرة للعلوم الإنسانية
العدد ٢ – المجلد ٥٠ – آذار لسنة 2025

(٣-٣-٣) المستوى الثالث:

وهي مساحه تغطيها من (٤) برج فأكثر, وتتجه للتمركز في المدينة وتزداد التشابك في اعداد القيم المسجلة للأشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة من أبراج الهاتف النقال, من خلال تداخل وتقاطع محيطات الدوائر البالغ نصف قطر كل منها (٢٠٠٠) متر, التي بلغت مساحتها (٦,٣١٣) كم^{٢} , بعد رفع مساحتي النطاقين السابقين.

النتائج:

(١) الإشعاعات غير المؤينة ذات طاقة ضعيفة نسبيًا وهي لا تستطيع تكسير الروابط بين مكونات المادة, إذ لا تُشَكل خطورة الا عند التعرض لتلك الاشعاعات لسنوات عديدة.

(٢) ارتبطت زيادة الاشعاع في المدن مع ثورة الأعلام والاتصال فقد أدت التطورات الحاصلة في ميدان التكنولوجيا والإعلام والاتصال الحديث الى زيادة في الاشعة الكهرومغناطيسية وعلى وجه الخصوص الاشعة غير المؤينة المنبعثة من أبراج الهاتف النقال.

(٣) ان لكل شركة اتصالات ترددات خاصة لها اي ما يعنيه المدن تتعرض لأشعة اكبر كلما زاد عدد شركات النقال في المدن.

(٤) من خلال نظم المعلومات الجغرافيه والتقنيات الحديثة يمكننا ايضاح الصورة الحقيقية لنطاقات الاشعة الكهرومغناطيسية لأبراج الهاتف النقال في أحياء المدينة والتعرف على التباين الاشعاعي بين تلك الأحياء.

(٥) ترتفع قيم الاشعاعات الكهرومغناطيسية في مناطق تداخل نطاقات أبراج الهاتف النقال إذ تستلم تلك المناطق اشعاعات من اكثر من مصدر(برج).

(٦) المناطق المزدحمة في المدينة تزداد فيها الاشعة الكهرومغناطيسية لزيادة المكالمات فيها.

(٧) عند المناطق التي تقل فيها الأبراج ويزداد فيها السكان يزداد الطلب على الاشارة من تلك الأبراج المحدودة مما يرفع من القيم الكهرومغناطيسية للبرج الواحد في تلك المناطق.

التوصيات:

(١) تسهيل مهمة الباحثين والمطورين في مجال الاتصالات في البحث واستكشاف طرق بديلة تقلل الاشعة الكهرومغناطيسية في المدن.

(٢) تفعيل طرق التدريع التي تكفل عدم نفاذية الاشعة الكهرومغناطيسية عبر الابنية وبالأخص المناطق السكنية.

(٣) وضع فلترة لتنقية الاشعة للتقليل من حدة قوتها في المناطق السكنية والعمومية.

(٤) التقليل من عدد الأبراج داخل المدينة بتعويضها بأبراج ذات ارتفاعات عالية تحيط بالمدينة من الخارج بهدف تحييد مناطق تداخل النطاقات.

(٥) تحديد شركات الهاتف النقال بشركة واحدة تكون وطنية حكومية لتقليل اعداد الترددات المنبعثة من الأبراج المختلفة تبعاً للشركات المالكة.

المصادر:

المصادر العربية:

(١) احمد زاهد وضاح، الاضرار الصحية الناتجة عن أبراج الاتصالات، جمهورية العراق، وزارة حقوق الانسان، دائرة الدراسات والبحوث، قسم البحوث, بالرابط:

"http// www.humonrights- gor- ig/ uploads/ pdf / abroj 20% atsalat. pdf ."

(٢) حسين الشويخ، اخطار أبراج الاتصالات الكهرومغناطيسية، صحيفة الوسط البحرينية، العدد ٣١٢٥.السبت ١٥ اكتوبر ٢٠١١, بالرابط:

http://www.alwasatnews.com/3325/news/read/601253/1.html

(٣) شكري ابراهيم الحسن, التحليل المكاني لمستويات التلوث بالإشعاع غير المؤين المنبعث من الهواتف المحمولة في مدينة البصرة, مجلة ادأب البصرة, العدد ٧٥, لسنة ٢٠١٥.

(٤) طارق جمعة علي المولى, التمثيل الخرائطي لتغيرات الغطاء الأرضي في محافظة البصرة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافيه للمدة ١٩٧٣ – ٢٠١٣, أطروحة دكتوراه, كلية التربية للعلوم الإنسانية جامعة البصرة, ٢٠١٤.

(٥) عامر عاشور، وهالة صالح الحديثي، مسؤولية المدينة الناجمة من أضرار الأبراج الرئيسية والثانوية للهواتف النقالة، مجلة جامعة تكريت للعلوم القانونية والسياسية، العدد٥.

(٦) وزارة التخطيط والتعاون الانمائي , الجهاز المركزي للإحصاء وتكنلوجيا المعلومات والمتابعة, البصرة, ٢٠٢٣.

(٧) وزارة البلديات والاشغال العامة, بلدية الزبير, قسم التخطيط والمتابعة, ٢٠٢٣م.

المصادر الاجنبية:

(1) Premlal, P., & Eldhose, N. (2017). Mobile tower radiation-an assessment of radiation level and its health implications in the residential areas of western ghats in idukki, Kerala. Int. J. Appl. Eng. Res, 12(20.

(2) Dalip, F. & Vijay Kumar, (2014). Effects of environmental parameters on GSM and GPS, Indian Journal of Science and technology, 7(8).

(3) Vladimir Sinik and Zeljko V Despotovic, BASICS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION, IX International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2019, (IIZS 2019) October 3rd-4th, 2019, Zrenjanin, Serbia.

(4) NON-IONIZING RADIATION USER GUIDE University of California, Riverside, 10/29/2018

(5) California Institute of Technology NON-IONIZING RADIATION MANUAL, Caltech Environment, Health, and Safety Office 1200 E. California Blvd., M/C 25-6 Pasadena, CA 91125.

(6) J.R.Cameron and J. G. Skoforonick. "Medical Physics" ,New York, John 1976 Wiley and sons inc.

[1] Premlal, P., & Eldhose, N. (2017). Mobile tower radiation-an assessment of radiation level and its health implications in the residential areas of western ghats in idukki, Kerala. Int. J. Appl. Eng. Res, 12(20),p 9548-9554.

العدد ٢ – المجلد ٥٠ – آذار لسنة 2025

مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية

[2] Dalip, F. & Vijay Kumar, (2014). Effects of environmental parameters on GSM and GPS, Indian Journal of Science and technology, 7(8): p 1186.

*** الهكتار: من الوحدات الحديثة منشأها بفرنسا يعرف بالفرنسية Hectare هو من الوحدات المساحية يساوي ١٠.٠٠٠ متر مربع.**

٣ وزارة التخطيط والتعاون الانمائي , الجهاز المركزي للإحصاء وتكنلوجيا المعلومات والمتابعة, البصرة, ٢٠٢٣.

٤وزارة البلديات والاشغال العامة, بلدية الزبير , قسم التخطيط والمتابعة, ٢٠٢٣م.

[5] Vladimir Sinik and Zeljko V Despotovic, BASICS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION, IX International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2019, p3, (IIZS 2019) October 3rd-4th, 2019, Zrenjanin, Serbia.

[٦] حسين الشويخ،اخطار ابراج الاتصلات الكهرومغناطيسية، صحيفة الوسط البحرينية، العدد ٣١٢٥.السبت ١٥ اكتوبر ٢٠١١م http://www.alwasatnews.com/3325/news/read/601253/1.html

٧ عامر عاشور، وهالة صالح الحديثي، مسؤولية المدينة الناجمة من أضرار الأبراج الرئيسية والثانوية للهواتف النقالة، مجلة جامعة تكريت للعلوم القانونية والسياسية، العدد٥.

[8] NON-IONIZING RADIATION USER GUIDE University of California, Riverside,p4, 10/29/2018

[9] California Institute of Technology NON-IONIZING RADIATION MANUAL, Caltech Environment, Health, and Safety Office 1200 E. California Blvd., M/C 25-6 Pasadena, CA 91125.

[10] J.R.Cameron and J. G. Skoforonick. "Medical Physics" ,New York, John 1976 Wiley and sons inc.

[١١] احمد زاهد وضاح، الاضرار الصحية الناتجة عن ابراج الاتصالات، جمهورية العراق، وزارة حقوق الانسان، دائرة الدراسات والبحوث، قسم البحوث، ص٣٥. "http// www.humonrights- gor- ig/ uploads/ pdf / abroj 20% atsalat. pdf ."

[١٢] طارق جمعة علي المولى, التمثيل الخرائطي لتغيرات الغطاء الأرضي في محافظة البصرة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية للمدة ١٩٧٣ – ٢٠١٣, أطروحة دكتوراه, كلية التربية للعلوم الإنسانية جامعة البصرة ,٢٠١٤, ص٢.

[١٣] شكري ابراهيم الحسن, التحليل المكاني لمستويات التلوث بالإشعاع الغير مؤين المنبعث من الهواتف المحمولة في مدينة البصرة, مجلة ادأب البصرة, العدد ٧٥, لسنة ٢٠١٥, ص٢٢٢.