

الاتحاد الدولي للاتصالات

# ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التقرير ITU-R SM.2449-0  
(2019/06)

الخصائص التقنية وتحليلات الأثر للأنظمة  
اللاحزمية الحثية لإرسال الطاقة لاسلكياً  
في الأجهزة المتنقلة والمحمولة في خدمات  
الاتصالات الراديوية

السلسلة SM  
إدارة الطيف

الاتحاد الدولي للاتصالات



## تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد مدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها. ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

## سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

### سلاسل تقارير قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REP/en>)

العنوان	السلسلة
البث الساتلي	BO
التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية	BR
الخدمة الإذاعية (الصوتية)	BS
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)	BT
الخدمة الثابتة	F
الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
أنظمة الاستشعار عن بعد	RS
الخدمة الثابتة الساتلية	S
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM

**ملاحظة:** وافقت لجنة الدراسات على النسخة الإنكليزية لهذا التقرير الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.

النشر الإلكتروني  
جنيف، 2020

© ITU 2020

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

## التقرير ITU-R SM.2449-0

## الخصائص التقنية وتحليلات الأثر للأنظمة اللاحزمية الحثية لإرسال الطاقة لاسلكياً في الأجهزة المتنقلة والمحمولة في خدمات الاتصالات الراديوية

(المسألة ITU-R 210-3/1)

(2019)

## جدول المحتويات

## الصفحة

2	.....	مقدمة	1
2	.....	التطبيقات الحالية لشحن الأجهزة المتنقلة والمحمولة العاملة في مدى التردد 100-148,5 kHz حثياً	2
2	.....	المعايير الدولية للتطبيقات اللاحزمية الحثية لإرسال الطاقة لاسلكياً العاملة في مدى التردد 100-148,5 kHz	3
3	.....	الخصائص التقنية والتشغيلية في مدى التردد 100-148,5 kHz	4
3	.....	1.4 الخصائص التشغيلية	
4	.....	2.4 الخصائص التقنية	
4	.....	تحليل الأثر على خدمات الاتصالات الراديوية	5
5	.....	1.5 الدراسة 1 للإذاعة بتشكيل الاتساع (AM)	
12	.....	2.5 الدراسة 2 للإذاعة AM	
23	.....	3.5 دراسة أثر التطبيقات الحثية غير الحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً على خدمة الهواة	
29	.....	4.5 دراسة أثر التطبيقات الحثية اللاحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً على خدمة الملاحة الراديوية	
38	.....	5.5 دراسة أثر التطبيقات الحثية اللاحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً من خدمة الملاحة الراديوية للطيران	
44	.....	6 الخلاصة	
44	.....	الملحق 1 - المراجع	
46	.....	الملحق 2 - المختصرات	

## 1 مقدمة

مع زيادة الطلب على الأجهزة اللاسلكية والتنقلية العالمية، تطورت تكنولوجيات إرسال الطاقة لاسلكياً من أجل إمداد هذه الأجهزة بالطاقة وأصبح من السهل على المستهلكين من شتى أنحاء العالم الوصول إليها في الوقت الراهن. وأجرى قطاع الاتصالات الراديوية تقييمات تمهيدية لتطبيقات إرسال الطاقة لاسلكياً الحثية اللاحزمية، بما في ذلك حالات الاستعمال المختلفة والخصائص التقنية العامة والظروف التنظيمية المقابلة في العديد من البلدان. وقد أُبجَز هذا العمل استجابة لطلب المسألة 210-3/1 لقطاع الاتصالات الراديوية ويمكن الاطلاع عليه في التقرير ITU-R SM.2303 - إرسال القدرة لاسلكياً باستعمال تكنولوجيات غير حزم التردد الراديوي ITU-R SM.2110.

ويرمي هذا التقرير إلى توسيع نطاق العمل الجاري المضطلع به بشأن الأنظمة اللاحزمية الحثية لإرسال الطاقة لاسلكياً، وتحديداً من أجل تطبيقات الأجهزة المتنقلة والمحمولة من مدى الترددات 148,5-100 kHz باستخدام عمليات نقل للطاقة حتى 15 Watts. ونتيجة لاختلاف الخصائص التشغيلية، ومديات التردد وتيسر المعلومات، فإن التطبيقات اللاحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً ذات القدرة الأعلى مثل شحن المركبات الكهربائية والأجهزة المنزلية، تقع خارج نطاق هذا التقرير وترمي استنتاجات هذا التقرير إلى الإجابة على الفقرة 2 من الفقرة "تقرر" من المسألة 210-3/1 لقطاع الاتصالات الراديوية بشأن الخطوات الواجب اتخاذها لتدنية الآثار على خدمات الاتصالات الراديوية القائمة وتوضيح أن هذه الأجهزة تعمل طبقاً للرقم 12.15 من لوائح الراديو.

## 2 التطبيقات الحالية لشحن الأجهزة المتنقلة والمحمولة العاملة في مدى التردد 148,5-100 kHz حثياً

طبقاً للتقرير ITU-R SM.2303-1، تستخدم التكنولوجيا الحثية لإرسال الطاقة لاسلكياً في الأجهزة المتنقلة والمحمولة مثل الهواتف الذكية والأجهزة اللوحية وأجهزة الحاسوب المحمولة. وبعد نشر هذا التقرير، استخدمت التكنولوجيا الحثية لإرسال الطاقة لاسلكياً في الأجهزة التي يمكن ارتداؤها مثل الساعات الذكية وأجهزة تتبع اللياقة البدنية. والتطبيقات اللاحزمية الحثية لإرسال الطاقة لاسلكياً أصبحت متاحة الآن ومرخص بها في العديد من البلدان حيث تعمل في مدى التردد 148,5-100 kHz.

يحتاج الشحن الحثي اللاحزمي عادة إلى توصيل مباشر بين جهاز الشحن ومصدر الطاقة. وعند التوصيل المباشر وبدء الشحن، يفترض أن تكون الطاقة المنبعثة أقل من 15 Watts. ويتوقف الشحن بمجرد انفصال التوصيل؛ بين أنه يمكن للجهاز إصدار بعض الطاقة لأغراض الكشف فحسب. ويورد القسم 4 من هذا التقرير العمليات والخصائص التقنية للتطبيقات اللاحزمية الحثية لإرسال الطاقة لاسلكياً العاملة في مدى التردد 148,5-100 kHz بمزيد من التفصيل.

## 3 المعايير الدولية للتطبيقات اللاحزمية الحثية لإرسال الطاقة لاسلكياً العاملة في مدى التردد kHz 148,5-100

ترد المعايير المتاحة الدولية للتطبيقات اللاحزمية الحثية لإرسال الطاقة لاسلكياً طبقاً للتقرير ITU-R SM.2303-1.

ويمكن اعتبار تطبيقات إرسال الطاقة لاسلكياً تطبيقات صناعية وعلمية وطبية (ISM) (انظر الرقمين 15.1 و 13.15 من لوائح الراديو) عادة، عندما لا تكون هناك اتصالات بيانات بين الشاحن وجهاز الشحن. ومع ذلك، ترخص إدارات كثيرة في إطار لوائحها الوطنية الخاصة بالطيف هذه التطبيقات في إطار قواعد ترتبط بالأجهزة قصيرة المدى أو كتطبيقات معفاة من الترخيص، حيث تصنف على أنها أجهزة للإشعاع المعتمد.

1 يستخدم سيناريو هان في الدراسات الواردة في هذا التقرير خسارة اختراق المباني. وتفيد المعلومات الواردة من الفريق المسؤول بقطاع الاتصالات الراديوية بمحدودية تطبيق ذلك.

## 4 الخصائص التقنية والتشغيلية في مدى التردد 100-148,5 kHz

### 1.4 الخصائص التشغيلية

تستخدم التطبيقات اللاسلكية الحثية لإرسال الطاقة لأجهزة للإشعاع المعتمد المستعملة في شحن الأجهزة المتنقلة والمحمولة في الأساس داخل المباني، في المساحات المكتبية والمنازل، على سبيل المثال.

ولا يتحقق نشاط الشحن في معظمه إلا في حالة وجود توصيل مباشر بين جهاز الشحن ومصدر الطاقة. ولا يتحقق هذا النشاط إلا لفترات قصيرة تمتد حتى اكتمال شحن بطارية جهاز الشحن. وبمجرد اكتمال شحن البطارية، أو عند انفصال التوصيل المباشر، تنخفض الطاقة المنبعثة بشكر كبير.

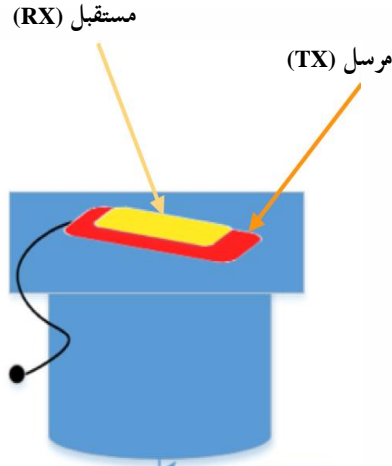
والتطبيقات الواردة في هذا التقرير متاحة في الأسواق ومعتمدة طبقاً لقواعد الإعفاء من الترخيص للجنة الاتصالات الفيدرالية (FCC)<sup>2</sup> حيث تعتبر أجهزة للإشعاع المعتمد لأغراض الاستخدام والبيع في الولايات المتحدة الأمريكية.

#### 1.1.4 سيناريوهات الشحن

أجري الاختبار باستخدام جهاز شحن واحد (الشكل 1) وشحن مجمع باستخدام خمسة أجهزة للشحن (الشكل 2).

#### الشكل 1

تصور لتمثيل نشر مصدر شحن وحيد في بيئة منزلية

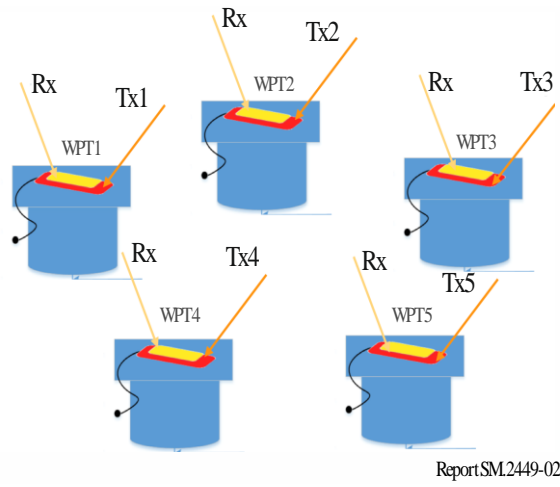


ReportSM.2449-01

<sup>2</sup> الفقرتان 15 و18 من مدونة اللوائح الفيدرالية 47 (2017).

الشكل 2

تصور لتمثيل نشر مجمع ليئة مكتبية



2.4 الخصائص التقنية

الجدول 1

أسلوب التشغيل

				عرض النطاق	417 Hz
				مستويات القدرة	الأساسي = -15 dBμV/m @ 300 m
				شدة المجال	الأساسي = -15 dBμV/m @ 300 m
<b>HD9</b>	<b>HD7</b>	<b>HD5</b>	<b>HD3</b>	محتوى التوافقيات	
dBμV/m @ 30 m 4	dBμV/m @ 30 m 6	dBμV/m @ 30 m 8,9	dBμV/m @ 300 m 24-		

5 تحليل الأثر على خدمات الاتصالات الراديوية

طبقاً للمادة 5 من لوائح الراديو، فإن خدمات الاتصالات الراديوية الحالية الموزعة على أساس أولي في مدى التردد 100-148,5 kHz هي الثابتة والملاحة الراديوية (بما فيها الملاحة الراديوية للطيران) والمنتقلة البحرية والملاحة الراديوية البحرية. وإضافة إلى ذلك، فإن خدمة الهواء موزعة على أساس ثانوي في جميع الأقاليم الثلاثة في نطاق التردد 135,7-137,8 kHz. والخدمة الإذاعية موزعة في الإقليم 1 على أساس أولي بدءاً من نطاق التردد 148,5-255 kHz.



## 1.5 الدراسة 1 للإذاعة بتشكيل الاتساع (AM)

تعمل الخدمة الإذاعية في مدى التردد التالية:

- الإقليم 1: 283,5-148,5 kHz و 526,5-1 606,5 kHz<sup>3</sup>
- الإقليم 2: 1 625-525 kHz (يخضع للرقم 89.5)<sup>4</sup>
- الإقليم 3: 1 606,5-526,5 kHz<sup>3</sup>

وقد أجري الاختبار باستخدام التطبيقات اللاهزمية الحثية لإرسال الطاقة لاسلكياً العاملة في مدى التردد 100-148,5 kHz. وأجري الاختبار باستخدام القناة 810 kHz وهي التوافقية السابعة في تطبيقات إرسال الطاقة لاسلكياً. والقناة 810 kHz هي أكثر القنوات استيفاءً لاشتراطات الحد الأدنى لشدة الإشارة بالنسبة للإذاعة بتشكيل الاتساع في الولايات المتحدة الأمريكية.

### 1.1.5 تشكيلة الاختبار

تستخدم هذه الدراسة بيانات تم جمعها من خلال اختبار أجري في قائمة اختبار مؤمنة طول ضلعها 3 m. وقد تم اختبار ثمانية شواحن لأجهزة متنقلة حثية متوفرة تجارياً إزاء التداخل على مستقبلين للإذاعة بتشكيل الاتساع من تلك المتوفرة تجارياً. واستخدم في السيناريو المجمع خمسة أجهزة من أجهزة الشحن المتنقلة الثمانية لشحن الأجهزة آتياً.

وتم اختبار شدة المجال باستخدام هوائي حلقي مصفح. وتم القياس في حالي الأجهزة المجهزة والجهاز الوحيد إزاء جهازي الراديو AM. وتعرض تشكيلة الجهاز الوحيد في الشكل 3 أدناه.

الشكل 3

### تشكيلة معمل الاختبار لحالة الجهاز الوحيد



Report SM.2449-03

3 تخضع الخدمة الإذاعية للخطة الموضوعية بموجب اتفاق جنيف الإقليمي لعام 1975 في النطاق 283,5-148,5 kHz للإقليم 1 وفي النطاق 526,5-1 606,5 kHz للإقليمين 1 و 3 (جنيف، 1975).

4 الرقم 89.5: يخضع استعمال النطاق 1 605-1 705 kHz من جانب محطات الخدمة الإذاعية في الإقليم 2، للخطة التي وضعها المؤتمر الإداري الإقليمي للراديو (ريو دي جانيرو، 1988).

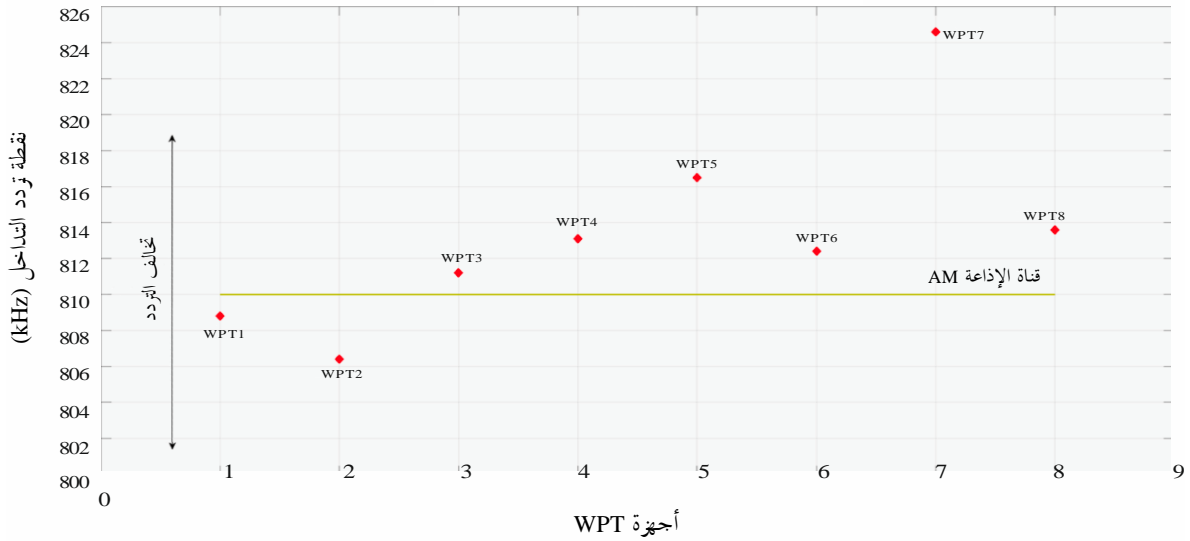
2.1.5 الاختبار السمعي الشخصي (جهاز واحد ومجموعة أجهزة)

يبين القسم بيانات ونتائج الاختبار السمعي الشخصي. ويبين الشكل 4 أن جميع التوافقيات السابعة لأجهزة الشحن اللاسلكية تقع داخل مدى تخالف تردد يتراوح بين 4- kHz و 14,6+ kHz تقريباً. وبالنسبة للسيناريو المجمع، توضع أجهزة الشحن اللاسلكية على مسافة 0,6 m تقريباً من بعضها البعض حول مستقبل الإذاعية AM.

الشكل 4

توزيع تردد التوافقية السابعة من أجهزة الشحن اللاسلكية

توزيع تخالف تردد التداخل



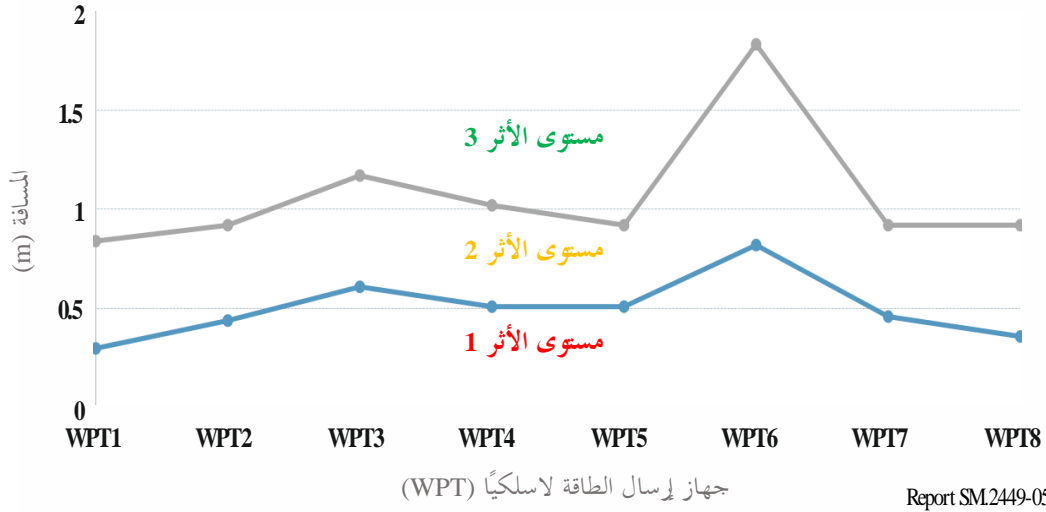
Report SM.2449-04

ويلخص الأثر المقاس على مستقبلي الإذاعية (AM1 و AM2) من كل جهاز شحن لاسلكي في الأشكال والجداول التالية. وتستخدم الأشكال الثلاثة مستويات للأثر (انظر الجدول 2) من أجل تقدير مستوى الضوضاء السمعية التي يسببها كل جهاز شحن لاسلكي على مستقبلي الإذاعية AM وذلك لعمل رسم بياني للتداخل السمعي الأفضل والأسوأ، بحيث يكون المستوى 1 هو المستوى غير المقبول والمستوى 3 هو المستوى المسموع. ويقل مستوى الأثر مع زيادة المسافة بين جهاز الشحن اللاسلكي ومستقبل الإذاعية AM.



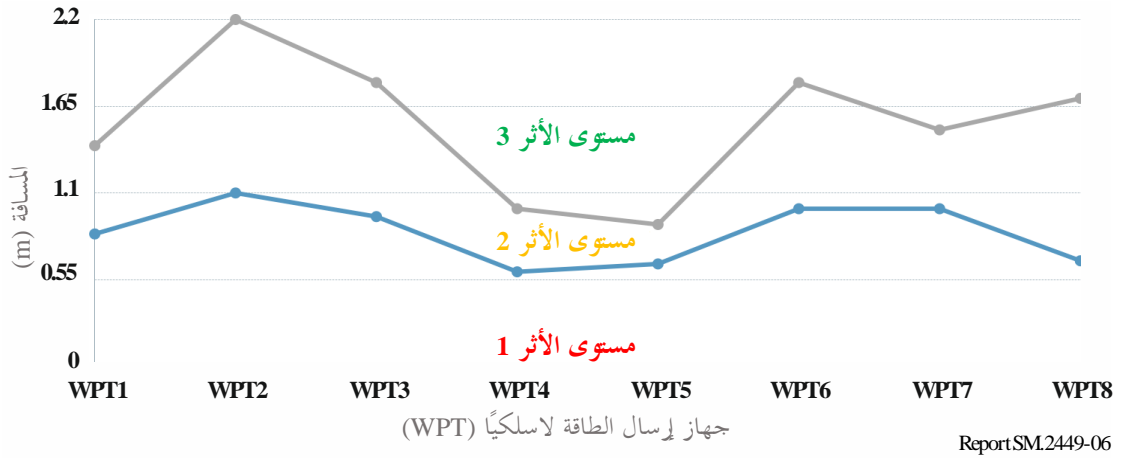
الشكل 5

## ملخص الاختبار السمعي الشخصي للمستقبل AM1



الشكل 6

## ملخص الاختبار السمعي الشخصي للمستقبل AM2



الجدول 2

## وصف مستويات الأثر

التعريف	مستوى الأثر
ضوضاء غير مقبولة	1
ضوضاء مسموعة ولكن مقبولة	2
ضوضاء غير مسموعة	3

ويلخص الجدولان 3 و4 نتائج بيانات حالة الجهاز الوحيد مع المستقبلين AM1 وAM2. ويبين العمودان أقصى اليمين المسافات القابلة للشكلين 5 و6 أعلاه. وبالنسبة للمستقبل AM1، إذا وضع جهاز الشحن اللاسلكي على مسافة أبعد من 1,83 m، لن

يكون هناك تداخل مسموع. وكذلك، بالنسبة للمستقبل AM2، فإن وضع جهاز الشحن اللاسلكي على مسافة أبعد من 1,8 m يقضي على التداخل المسموع.

الجدول 3

ملخص الاختبار السمعي الشخصي للمستقبل AM1 من جهاز وحيد

الحد بين المستويين 2 و 3 (m)	الحد بين المستويين 1 و 2 (m)	شدة إشارة الإذاعة السمعية AM (dBμV/m) (القناة 810 kHz)	شدة مجال التوافقية السابعة (dBμA/m) @ 10 m	شدة مجال التوافقية السابعة (dBμA/m) @ 3 m	نوع جهاز الشحن اللاسلكي
0,84	0,3	54,35	53,36-	22,06-	WPT1
0,92	0,44	54,35	58,41-	27,11-	WPT2
1,17	0,61	54,35	43,95-	12,65-	WPT3
1,02	0,51	54,35	61,04-	29,74-	WPT4
0,92	0,51	54,35	47,32-	16,02-	WPT5
1,83	0,82	54,35	60,1-	28,8-	WPT6
0,92	0,46	54,35	38,34-	7,04-	WPT7
0,92	0,36	54,35	61,18-	29,88-	WPT8

الجدول 4

ملخص الاختبار السمعي الشخصي للمستقبل AM2 من جهاز وحيد

الحد بين المستويين 2 و 3 (m)	الحد بين المستويين 1 و 2 (m)	شدة إشارة الإذاعة السمعية AM (dBμV/m) (القناة 810 kHz)	شدة مجال التوافقية السابعة (dBμA/m) @ 10 m	شدة مجال التوافقية السابعة (dBμA/m) @ 3 m	نوع جهاز الشحن اللاسلكي
1,4	0,84	54,16	53,36-	22,06-	WPT1
2,2	1,1	54,16	58,41-	27,11-	WPT2
1,8	0,95	54,16	43,95-	12,65-	WPT3
1	0,6	54,16	61,04-	29,74-	WPT4
0,9	0,65	54,16	47,32-	16,02-	WPT5
1,8	1	54,16	60,1-	28,8-	WPT6
1,5	1	54,16	38,34-	7,04-	WPT7
1,7	0,67	54,16	61,18-	29,88-	WPT8

ويعرض الجدولان 5 و 6 نتائج الاختبار المجمع. وتوضع أجهزة الشحن اللاسلكية الخمسة المستخدمة في هذا الاختبار على مسافة 0,6 m تقريباً من بعضها البعض حول المستقبل AM. وتبين النتائج المجمعة للمستقبل AM1 أن وضع أجهزة الشحن اللاسلكية على سافة أبعد من 2,2 m يمنع التداخل. وبالنسبة للمستقبل AM2، فإن وضع أجهزة الشحن اللاسلكية على مسافة أبعد من 2,3 m سيمنع التداخل المسموع على المستقبل.

## الجدول 5

ملخص الاختبار السمعي الشخصي للمستقبل AM1 من مجموعة أجهزة

الحد بين المستويين 2 و 3 (m)	الحد بين المستويين 1 و 2 (m)	شدة إشارة الإذاعة السمعية AM (dB $\mu$ V/m) (القناة 810 kHz)	شدة مجال التوافقية السابعة (dB $\mu$ A/m) @ 10 m	شدة مجال التوافقية السابعة (dB $\mu$ A/m) @ 3 m	نوع جهاز الشحن اللاسلكي
2,2	1,2	54,16	43,95-	12,65-	WPT1
		54,16	61,04-	29,74-	WPT2
		54,16	60,1-	28,8-	WPT3
		54,16	38,34-	7,04-	WPT4
		54,16	61,18-	29,88-	WPT5

## الجدول 6

ملخص الاختبار السمعي الشخصي للمستقبل AM2 من مجموعة أجهزة

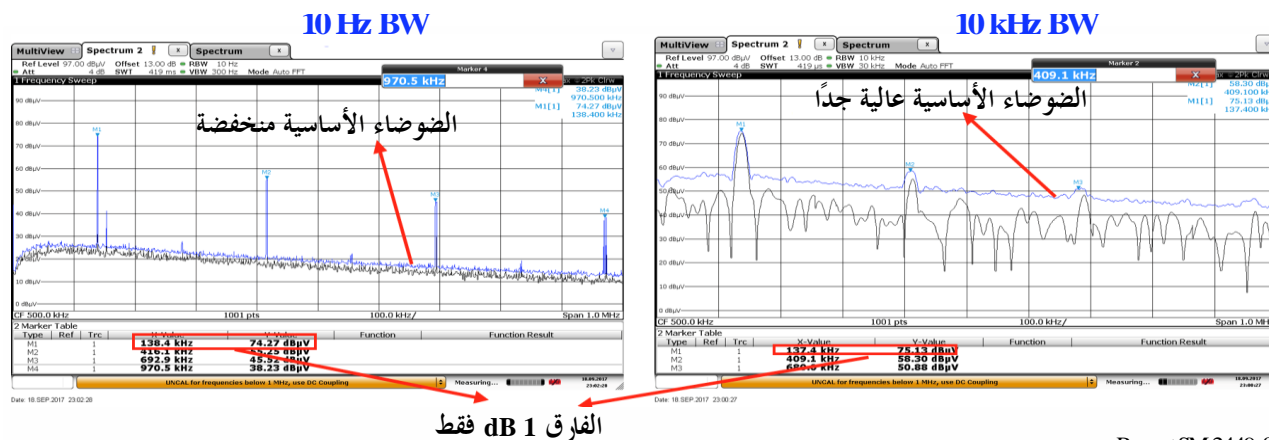
الحد بين المستويين 2 و 3 (m)	الحد بين المستويين 1 و 2 (m)	شدة إشارة الإذاعة السمعية AM (dB $\mu$ V/m) (القناة 810 kHz)	شدة مجال التوافقية السابعة (dB $\mu$ A/m) @ 10 m	شدة مجال التوافقية السابعة (dB $\mu$ A/m) @ 3 m	نوع جهاز الشحن اللاسلكي
2,3	1,1	54,16	43,95-	12,65-	WPT1
		54,16	61,04-	29,74-	WPT2
		54,16	60,1-	28,8-	WPT3
		54,16	38,34-	7,04-	WPT4
		54,16	61,18-	29,88-	WPT5

## 3.1.5 التقدير الكمي لشدة المجال المفتوح لتطبيقات إرسال الطاقة اللاسلكية والمستقبلات AM

يعرض التشكيل 7 قيم ضبط عرض النطاق لقياسات توافقيات أنظمة إرسال الطاقة لاسلكياً والمسوغ المرئي لاستعمال عرض النطاق البالغ 10 Hz. وكما يتبين من الشكل، لا يزيد الفارق عن عرض النطاق 10 Hz وعرض النطاق 10 Hz عن 1 dB، ولكنه يقلل من الضوضاء الأساسية بصورة كبيرة جداً. وإلى جانب ذلك، يتفق استعمال عرض النطاق 10 Hz أكثر مع خصائص إشارة إرسال الطاقة لاسلكياً، حيث إن هذه الإشارة تشابه موجة جيبية وبالتالي، لا تؤثر في عرض النطاق إلا بالقدر اليسير. ويمكن التغيير إلى عرض النطاق 10 Hz من فهم المطلوب لإجراء القياسات بشكل أفضل.

الشكل 7

مسوغات عرض النطاق

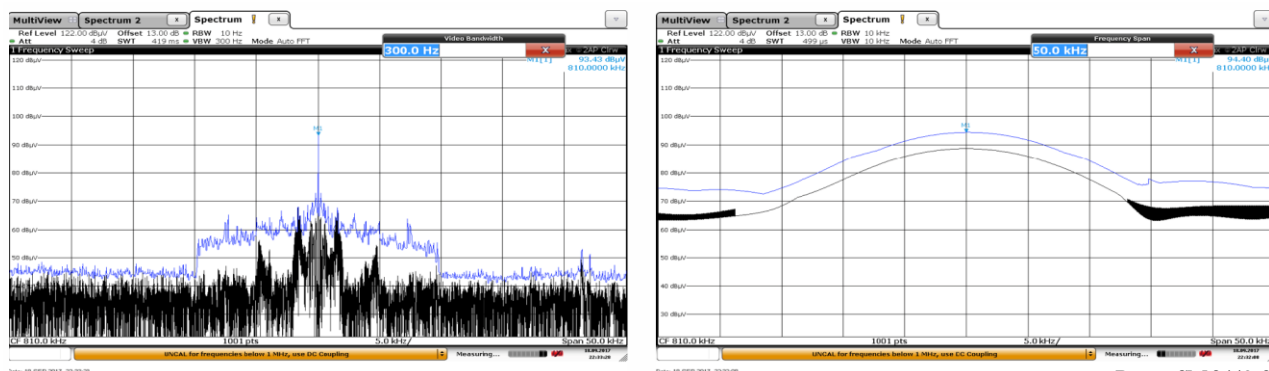


ReportSM.2449-07

وتعرض قيم ضبط عرض النطاق للمستقبل AM في الشكل 8. ولما كان الفارق 1 dB، فإن عرض النطاق 10 Hz يستعمل أيضاً من أجل المستقبلات AM.

الشكل 8

قيم عرض النطاق للمستقبل AM

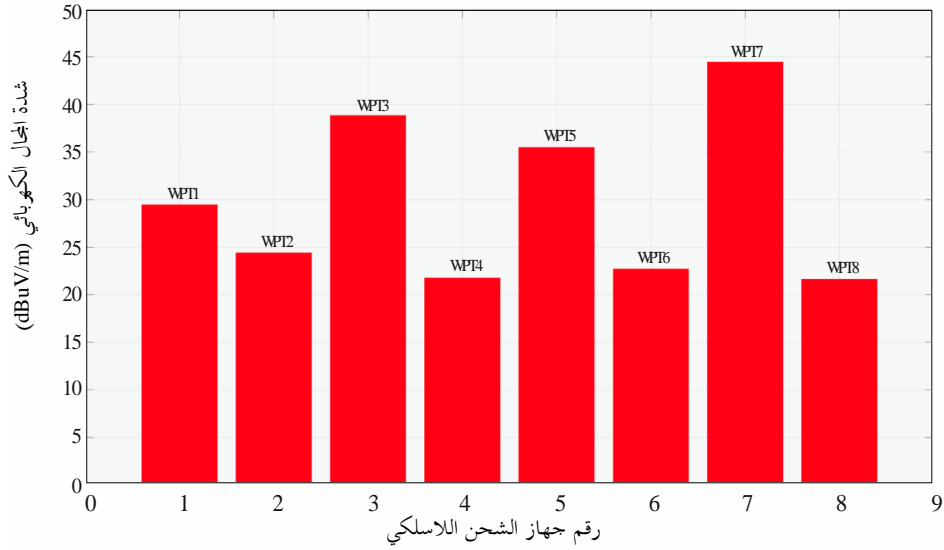


ReportSM.2449-08

## الشكل 9

قياس شدة مجال التوافقية السابعة على مسافة 3 m

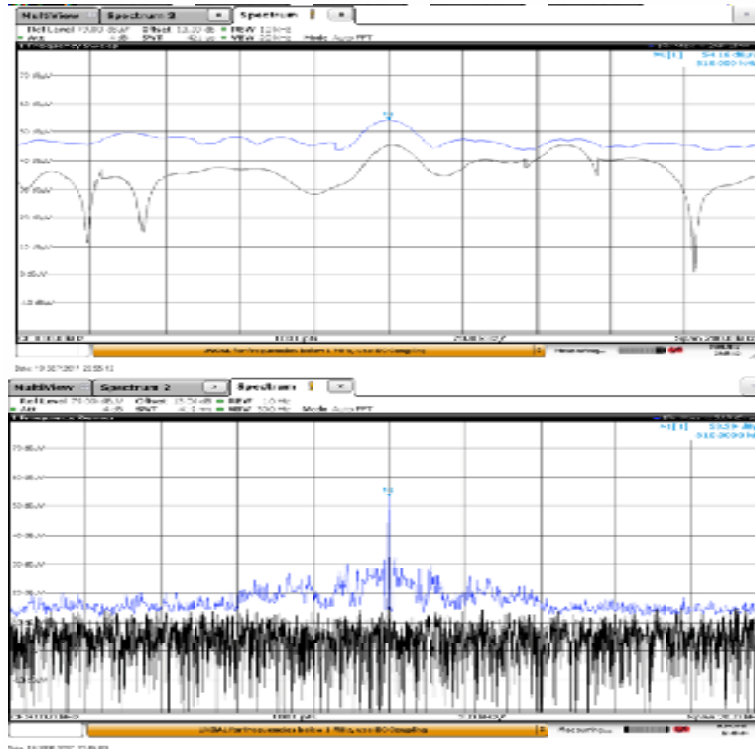
توزيع شدة مجال التوافقيات



Report SM.2449-09

## الشكل 10

شدة إشارة الإذاعة الراديوية AM، 54,16 dBuV/m (0,5 mV/m = 54 dBuV/m)



Report SM.2449-10

### 4.1.5 ملخص نتائج الاختبارات

تبين نتائج الاختبارات العملية أنه لا بد من وجود مسافة فصل مقدارها  $m 2,3$  كحد أدنى لمنع التداخل المسموع على مستقبلات الإذاعة AM لاختبار التوافقية السابعة لأجهزة الشحن الحثية. ونظراً إلى أن أي جهاز متنقل يستعمل عادة في المكاتب والمنازل، فإن هذه المسافة يمكن تحقيقها وبالتالي ترى الدراسة أن الأثر على الخدمة الإذاعية مهمل.

#### الجدول 7

#### ملخص التجارب

الأثر المجمع في الحالة الأسوأ، 5 أجهزة لإرسال الطاقة لاسلكياً تعمل في آن واحد، على مسافة $m 0,6$ من بعضها البعض	أثر مصدر وحيد في الحالة الأسوأ، 8 أجهزة شحن لاسلكية يختبر كل منها على حدة	شدة إشارة الإذاعة الصوتية AM ( $dB\mu V/m$ ) (المستهدف): $500 \mu V/m$ ( $dB\mu V/m 54$ )	مستقبل الإذاعة الصوتية AM
$m 1,2 >$ ، الضوضاء غير مقبولة $m 2,2 <$ ، الضوضاء غير مسموعة	$m 0,82 >$ ، الضوضاء غير مقبولة $m 1,83 <$ ، الضوضاء غير مسموعة	54,35	AM1
$m 1,1 >$ ، الضوضاء غير مقبولة $m 2,3 <$ ، الضوضاء غير مسموعة	$m 1,1 >$ ، الضوضاء غير مقبولة $m 2,2 <$ ، الضوضاء غير مسموعة	54,16	AM2

### 2.5 الدراسة 2 للإذاعة AM

#### 1.2.5 ملاحظات عامة

أجري في الأساس عدد قليل من الاختبارات الشخصية باستخدام جهاز شحن هاتف مجهل تماماً ومحامي هاتف متنقل كحمل صناعي وهاتف ذكي.

كان واضحاً من البداية أن التكرار سيكون معضلة رئيسية. وكان من الصعوبة بمكان أيضاً شرح المشاهدات. وكان خرج جهاز الشحن يعتمد بشكل كبير على الموقع الفعلي للحمل (أو الهاتف) بالنسبة لجهاز الشحن وموقعه الفعلي من المستقبل واتجاهه. ليس فقط تردد التشغيل هو الذي يتغير بتغير هذه المعلمات، ولكن أيضاً طبيعة التداخل. وبوجه عام، يبدو أن "الخرج" يكون موجة مربعة نبضية ومرشحة (افتراضياً) بتردد متغير حتى ولو تم تثبيت الحمل بصرامة في مكان واحد بالنسبة لجهاز الشحن. وحتى في حالة عدم وجود توافقيات في "القناة" المؤلف عليها المستقبل<sup>5</sup>، قد تسمع تمورات تبديل قوية بشكل واضح في بعض الأحيان<sup>6</sup> (عند معدل تكرار النبضية عبر نطاق الترددات المتوسطة (MF)). وعلاوة على اعتماده إلى حد ما على الموقع الفعلي لجهاز الشحن بالنسبة إلى المستقبل، فإن الأثر الكلي يعتمد بوضوح على الاستقطاب النسبي (المفترض) لجهاز الشحن؛ ويمكن إزالة أثر التداخل بشكل أو بآخر بالتنظيم الدقيق. وفي حين كان يمكن توقع تأثيرات الموقع والاستقطاب، لم تكن هذه هي الحالة دائماً، وفي حالات كهذه كان من الصعب التفسير. وتشير عوامل التغير وعدم الاستقرار العامة للتشكيلية ككل إلى أنه ربما قد يكون من الصعب إجراء قياسات ذات مغزى.

ويختلف أداء جهاز الشحن عند شحن هاتف كثيراً عن الأداء مع الحمل الصناعي. ومن غير الواضح مدى اعتماد التغيرات على حالة شحن بطارية الهاتف. وكان الهاتف يشير على أنه مشحون بالكامل تقريباً إلى حد كبير.

5 يمكن لتغيرات طفيفة جداً في موقع الحمل بالنسبة إلى جهاز الشحن التسبب في قفز التوافقية على قناة مجاورة، وربما قناة أبعد.

6 نكرر ثانية، تعتمد على موقع الحمل واتجاهه.



ومع عدم وجود هواتف على جهاز الشحن، حالة "عدم التحميل" فعلياً، تنبعث نبضة بصورة متقطعة وبشكر متكرر إلى حد ما - كشكل من أسئلة "هل أنت هناك" لأي هاتف قد يكون على جهاز الشحن أو قريباً منه للبدء في تتابع شحن. وحتى في حالة عدم وجود هواتف على جهاز الشحن، فإن هذه النبضات تسمع بوضوح على أي مستقبل قريب.

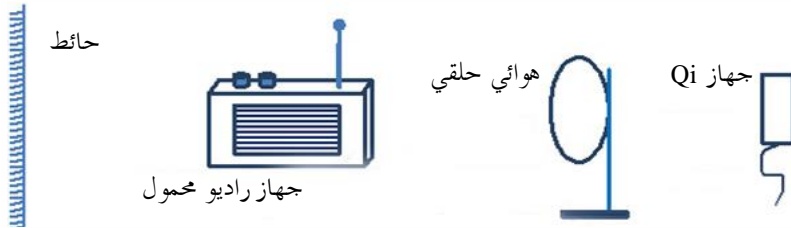
ويبين التقييم الشخصي أنه باستخدام توليفة حمل مكون من ملفات وإشارة واردة مطلوبة مولدة اصطناعياً بقيمة  $18,5 \text{ dB}\mu\text{A/m}$  (تعادل  $70 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  -  $10 \text{ dB}$  فوق الحساسية الدنيا للمستقبل الموصوفة في التوصية ITU-R BS.703)، يمكن لمصدر التداخل الموجود على مسافة  $2 \text{ m}$  أن يكون غير مسموع بشكل أو بآخر ويمكن أن يكون مزعجاً إلى حد كبير بتغيير الاتجاه و/أو الموقع الفعلي لجهاز الشحن. ويحدث ذلك بوضوح عند قيم النتائج الواردة في الجدولين 3 و 4 بهذا التقرير، مع الإشارة إلى أن الأثر في جميع أجهزة الشحن المختبرة يكون غير مسموع عندما تصل المسافة إلى  $2 \text{ m}$  (تكون أقل من هذه القيمة بكثير في بعض الأحيان) وتكون شدة الإشارة الواردة (المطلوبة) أقل بمقدار  $16 \text{ dB}$ .

### 2.2.5 ترتيبات الاختبار

أجري الاختبار في غرفة معزولة بأبعاد أقل قليلاً من  $4 \text{ m}$  طولاً. وقد فرض ذلك بعض التقييدات على الاختبارات، حيث لم يتسن في الغالب تحقيق مسافة فصل بين المستقبل وجهاز الشحن أطول من  $2 \text{ m}$  كحد أقصى. وتعرض التشكيلة المادية في الشكلين 11 و 12.

#### الشكل 11

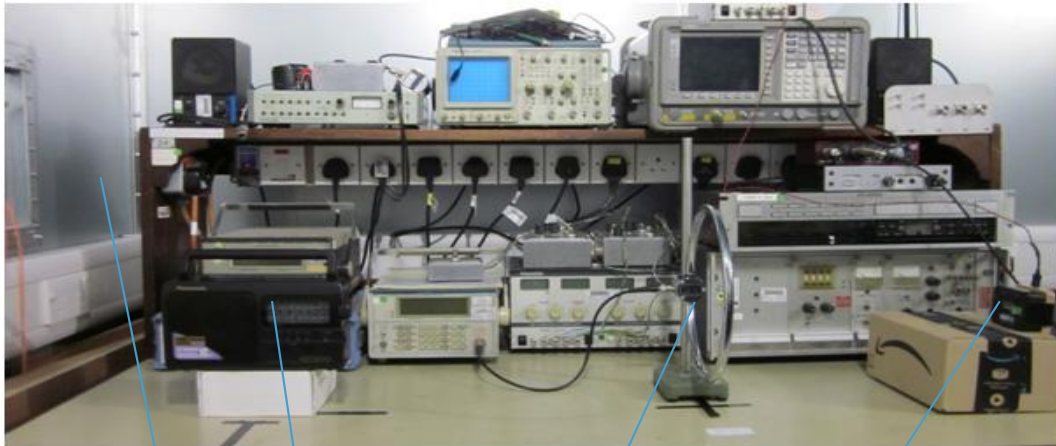
#### تشكيلة الاختبار (مخطط)



Report SM.2449-11

الشكل 12

تشكيلة الاختبار (صورة فوتوغرافية)



حائط

مستقبل

هوائي حلقي

جهاز Qi®

Report SM.2449-12

تم وضع الهوائي الفريتي في المستقبل وجهاز الشحن بحيث يكونان على المحور العمودي للهوائي الحلقي. ولأغراض الاختبارات، وضع المستقبل على مسافة 0,5 m من الحائط والهوائي الحلقي على مسافة 1,0 m وجهاز الشحن على مسافة 1,2 m. واستخدم الهوائي الحلقي لتوليد إشارة محاكاة إذاعية. ومحاكاة الإشارة الإذاعية بهذه الطريقة يتيح مزايا أكثر من استخدام إشارة خارج الأثير.

ويمكن التحكم في مستوى الإشارة عند المستقبل بدقة.

ويمكن التحكم في تردد التشغيل بدقة؛ ولا يسمح هذا الأمر فقط بمواءمة تردد توليف المستقبل مع جهاز الشحن، ولكنه يعني أيضاً أن التوافقية المختلفة لجهاز الشحن التي ستؤثر على ترددات الموجات الحاملة المختلفة (قنوات إذاعة مختلفة) يمكن تحليلها. ملاحظة - يمكن "توليف" المستقبل/يتسنى "توليف" المستقبل مع جهاز الشحن وليس أي شيء آخر.

ويمكن استعمال نفس العينات السمعية (كلام وموسيقى) في جميع الاختبارات بما يقضي على أي مصدر محتمل لعدم اليقين.

والقدرة على التحكم في مستوى الإشارة عند المستقبل تعني أيضاً أنه يمكن محاكاة أثر تحريك جهاز الشحن بحيث يكون أقرب أو أبعد من المستقبل دون تحريكه فعلياً. وكما تم شرحه من قبل، تفرض أبعاد الغرفة المعزولة قيداً خطيراً على مسافة الفصل الفعلية التي يمكن تحقيقها. وقد روعيت آثار انعكاسات الحائط وتم أخذها في الاعتبار، عند الاقتضاء (انظر الفقرة 1.6.3). ونظراً إلى علاقة قانون التكميع العكسي بين شدة المجال والمسافة، فإن زيادة بمقدار 18 dB في مستوى الإشارة المطلوبة (الإشارة الإذاعية) ستؤدي إلى مضاعفة مسافة الفصل بين المستقبل وجهاز الشحن. ومن الواضح أن المستقبل سيعمل بإشارة أقوى من 18 dB وأنه للحفاظ على نسبة الإشارة إلى ضوضاء السليمة للمستقبل، كان لا بد من حقن ضوضاء RF بقيمة 18 dB في المستقبل. وتيسر تحقيق ذلك بإضافة ضوضاء إلى الإشارة المطلوبة في الهوائي الحلقي<sup>8</sup>. وبهذه الطريقة، يمكن ضبط المسافة الفعلية بين المستقبل وجهاز الشحن على أي قيمة مرغوبة<sup>9</sup> وبالتالي خفض تأثير التداخل مع إمكانية قياس مسافة الفصل.

8 عملياً، تولد ضوضاء شبه عشوائية وتضاف إلى الإشارة السمعية في الحاسوب.

9 حتى النقطة التي يحدث عندها فرط حمل للحافة الأمامية للتردد RF في المستقبل من جراء شدة الإشارة الزائدة.

وضبطت زاوية جهاز الشحن للحصول على التأثير الأقصى على المستقبل (الحالة الأسوأ) وتوفير الاقتران الأقصى لملفات البحث. والاقتران الأدنى لجهاز الشحن تجاه المستقبل - مع عدم القدرة على سماع التداخل تقريباً في كثير من الحالات - يحدث عند إمالة توليفة الحمل الخاصة بجهاز الشحن بزاوية 10° تقريباً من الاتجاه الأفقي مع ابتعاد الحمل عن المستقبل. وتشير هندسة هذا الوضع إلى أن الاقتران الأدنى سيحدث عندما يكون ملف جهاز الشحن أفقياً لأن المجال المسبب للتداخل سيتطابق مع الحساسية الدنيا للهوائي الفريتي (على زوايا قائمة من الحساسية القصوى). وعملياً، يعتمد اتجاه الحساسية الدنيا على الموقع الفعلي للحمل على جهاز الشحن. ومن الواضح أنه يعتمد أيضاً على الإزاحة الرأسية والجانبية لجهاز الشحن من محور الهوائي الفريتي. والحساسية الدنيا حادة وواضحة بينما الحساسية القصوى أقل قيمة تحديداً. والاستجابة القطبية 'cos θ' ملف الشحن ستولد قيمة صفرية حادة كإحدى وقائمة أوسع من القيم للحد الأقصى.

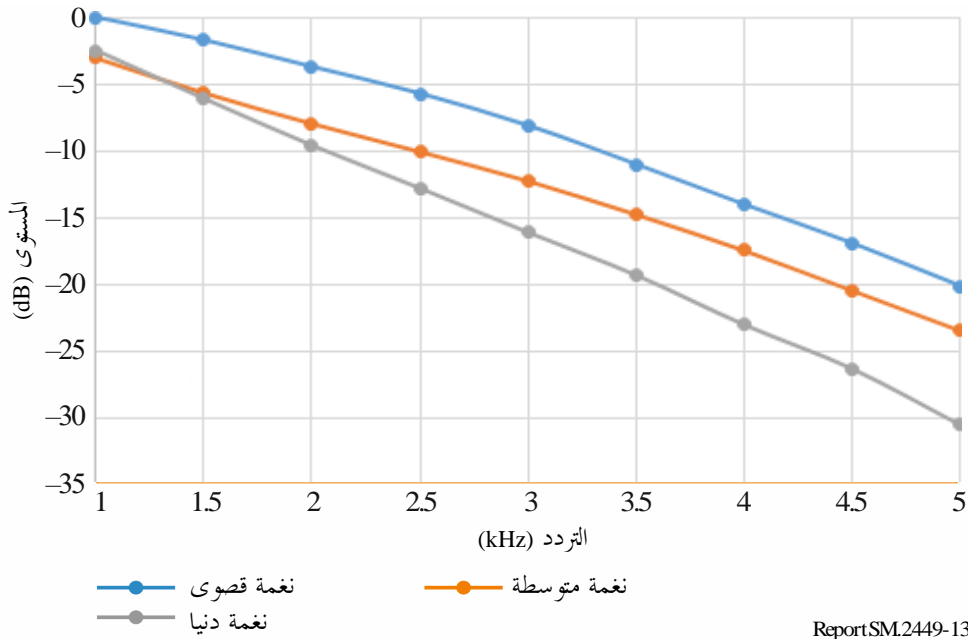
### 3.2.5 قياسات أداء المستقبل

ترد في التوصية ITU-R BS.703 "خصائص المستقبلات المرجعية للإذاعة الصوتية بتشكيل الاتساع لأغراض التخطيط". وفيما يلي المعلومات ذات الصلة:

- استجابة التشكيل السمعي (التردد) -3 dB عند 2 kHz؛ و-24 dB عند 5 kHz
  - النسبة S/N للإشارة الصوتية مع شدة المجال 60 dBμV/m تشكيل 26 dB قيمة مرجعية غير مرجحة مع 30%.
- وكان في المتناول مستقبلان محمولان، المستقبل 1 والمستقبل 2 وتم قياسهما لتحديد إلى أي مدى هما متطابقان مع المستقبل المرجعي. وكان المستقبل 1 من ثمانينات القرن الماضي بتوليف باستخدام أزرار الكيس مع إطار خشبي. وكان المستقبل 2 أحدث من سابقه؛ ليس باهظ الثمن ولكن يتسم بأداء معقول. وتعرض النتائج في الشكلين 13 و 14 - لاحظ تأثير ضوابط النغمات.

الشكل 13

#### استجابة التشكيل للمستقبل 1



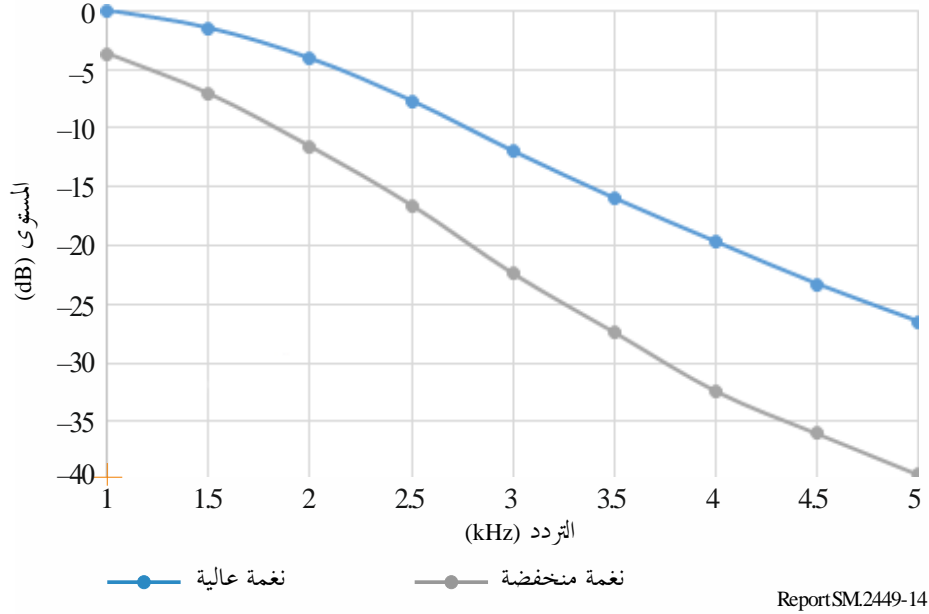
ReportSM.2449-13

وسلوك التحكم في نغمة المستقبل 1 غريب إلى حد كبير، إذ يبدو أن له أثراً أكبر على المستوى الإجمالي منه على استجابة التردد العالي، والذي يتحدد بشكل كبير (افتراضياً) بالمرشحات IF. ولأغراض اختبارات التداخل، ينبغي ضبط قيمة التحكم على الحد

الأقصى للحفاظ على الاستجابة عند المستوى المأمول تقريباً عند 2 kHz. والاستجابة عند 5 kHz أقل أهمية، نظراً إلى أن مصدر التداخل سيوضع عن قصد على فاصل ترددي مقداره 2 kHz تقريباً من الموجة الحاملة المطلوبة لتمثيل الحالة الأسوأ.

الشكل 14

استجابة التشكيل للمستقبل 2

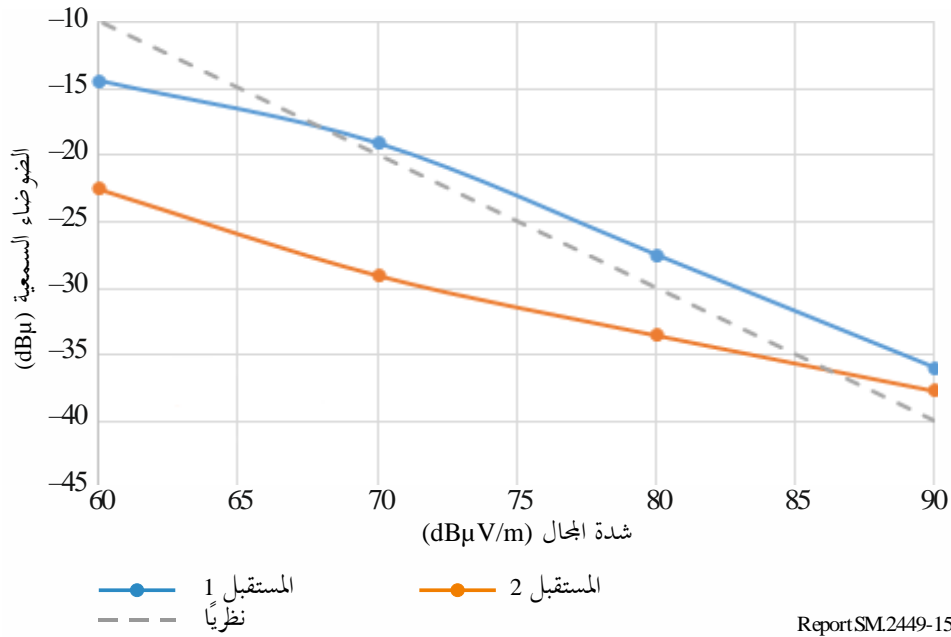


وسلوك التحكم في النغمة (المفتاح) حاد في الواقع. فمن الواضح أن أي اختبار ينبغي إجراؤه مع وضع المفتاح على الوضع "عالية" حيث لا يوجد وسط بين "العالية" و"المنخفضة" - حيث تتواءم استجابة التشكيل جيداً مع الاستجابة الخاصة بالمستقبل المرجعي للتوصية ITU-R BS.703.

وتقاس مستويات الضوضاء السمعية بدلالة شدة المجال ويعرض في الشكل 15 مخطط بياني لها.

الشكل 15

## مستويات الضوضاء السمعية للمستقبلين



Report SM.2449-15

وترسم مستويات الضوضاء نسبة إلى عمق تشكيل AM مقداره 30%، كما تشترط التوصية ITU-R BS.703. ("الضوضاء السمعية" التي تبلغ قيمتها -30 dB تقابل قيمة قدرها 30 dB للنسبة  $S/N$ ). ونظرياً، يتوقع أن تزيد النسبة  $S/N$  على خطوات قيمة كل منها 1 dB مع زيادة الإشارة المطلوبة، وذلك طبقاً للخط المتقطع في الشكل. وعملياً، تعطى الضوضاء "الداعمة عند الحافة الخلفية" (في المراحل الأخيرة للمستقبل) حداً علوياً، في حين يعمل التحكم الأوتوماتي في الكسب (AGC) عند مستويات الإشارة المنخفضة خارج المدى. وعند شدة إشارة قيمتها 60 dBμV/m، يبدو أن أداء المستقبل 1 أفضل مما هو متوقع. بيد أن هذا الأمر مثير للبس لأن مستوى الإشارة المطلوبة تعرض للانخفاض بسبب الضوضاء.

ولذلك، يبدو أن المستقبل 2 هو المستقبل الأفضل للاستخدام في الاختبار لأنه يتطابق أكثر مع المرجع الخاص بالتوصية ITU-R BS.703. فهو ينخفض بمقدار 5 dB في النسبة  $S/N$  السمعية، ولكن هذا ليس بالأمر الخطير لأن المسافات الكبيرة ليست عملية عند تقييم آثار التداخل. وقد استخدمت مسافات فصل أقصر وقيم أكبر لشدة المجال المرجعية، على النحو الموضح في الفقرة 2.3.

ويلاحظ أن تردد الموجة الحاملة المختار للاختبارات كان القيمة 999 kHz القياسية. وفي حالة استعمال تردد آخر، يرجح أن تختلف حساسية المستقبل.

## 4.2.5 مستويات الانبعاث من جهاز الشحن

قيست مستويات الانبعاث من جهاز الشحن. وتتفق النتائج بشكل كبير مع تلك الواردة في الجداول من 3 إلى 6 من هذا التقرير. وقد استخدم كاشف "مصنع محلياً"، حيث يضم عشر لفات من السلك الملفوف حول قطعة صغيرة من أنبوب لتصريف المياه، وكان قطر الملف يبلغ 68 mm. وقد ركب بعد الكاشف مكبر ضوضاء منخفضة 30 dB (اسمياً).

الشكل 16

كاشف مصنع محلياً (على اليسار) وجهاز شحن Qi® (مع حمل)



Report SM.2449-16

وكان المستوى المقاس على مسافة 1 m على محلل الطيف -34 dBm. وبما أن كسب المكبر الأولي 29 dB (مقاس)، بلغ خرج الملف -63 dBm. و0 dBm يعادل 224 mV، وبالتالي -63 dBm تعادل 0,159 mV<sup>10</sup>.

من شأن مرور مجال مغنطيسي  $H$  في ملف مساحة مقطعه  $A$  وعدد لفاته  $N$  أن يحقق زيادة في المجال الكهرومغنطيسي  $E$  بمقدار  $\mu_0 H A N \omega$ ، حيث  $\mu_0$  هي نفاذية الفضاء الحر (تحدد بالقيمة  $4\pi \times 10^{-7}$ ) و  $\omega$  التردد الزاوي. وبإعادة ترتيب هذه الصيغة نحصل على المعادلة:

$$(1) \quad H = E / \mu_0 A N \omega$$

$$H = 0,159 \times 10^{-3} / \{ (4\pi \times 10^{-7}) \times (\pi \times 0,034^2) \times 10 \times (2\pi \times 115 \times 10^3) \} \quad \text{وبالتعويض بالأرقام:}$$

$$\text{فإن} \quad H = 0,0048 \text{ A/m، على مسافة 1 m.}$$

ويعادل ذلك 73,6 dB $\mu$ A/m (أو 125,1 dB $\mu$ V/m من أجل المجال الكهربائي المكافئ في الفضاء الحر). وعلى مسافة 300 m ستخف هذه القيمة إلى  $\log 300$  dB أو 60 dB بحيث تعطى -23,5 dB $\mu$ V/m. ويعطى القسم 1.5 قيمة تساوي -15 dB $\mu$ V/m. وهذا أمر معقول نظراً لعوامل عدم اليقين المختلفة.

### 5.2.5 مستويات انبعاث التوافقيات من جهاز الشحن

من المثير للاهتمام أيضاً، مستويات التوافقيات النسبية، فهي توافقيات تصيب الاستقبال الراديوي في نطاق الموجات LF و MF بالخلل.

ولقياس التوافقيات، وضع ملف بحث من أربع لفات بجانب جهاز الشحن على مسافة 200 mm. وكانت هندسة الملف هي نفسها المستخدمة في القياسات السابقة (القسم السابق)، بيد أنه يتألف من عدد لفات أقل مع عدم وجود مكبر. ويوصل خرج الملف مباشرةً بمحلل الطيف - كما كان الحال من قبل. ويؤدي ذلك إلى خسارة مقدارها 6 dB، نظراً إلى أن مقاومة انتهائية الملف تساوي 50  $\Omega$ .

وقد أعطت القياسات السابقة مستوى يساوي 0,034 A/m في الأساس على مسافة 1 m. وكان المستوى الفعلي المقاس هنا -45 dBm. وبالعودة إلى المعادلة (1) أعلاه:

$$H = E / \mu_0 A N \omega$$

10 تحديداً، dBm هي وحدات القدرة في نظام المعاوقة الثابتة. وفي هذه الحالة، يحول الملف الفولطية بالفعل إلى معاوقة عالية.



مع التعبير بالأرقام كالتالي:  $H = 1,26 \times 2 \times 10^{-3} / \{(4\pi \times 10^{-7}) \times (\pi \times 0,034^2) \times 4 \times (2\pi \times 115 \times 10^3)\}$  حيث  $1,26 \times 10^{-3}$  تساوي -45 dBm بالفولت والقيمة 2 من أجل تعويض خسارة الانتهاية.

$$A/m 0,19 = H$$

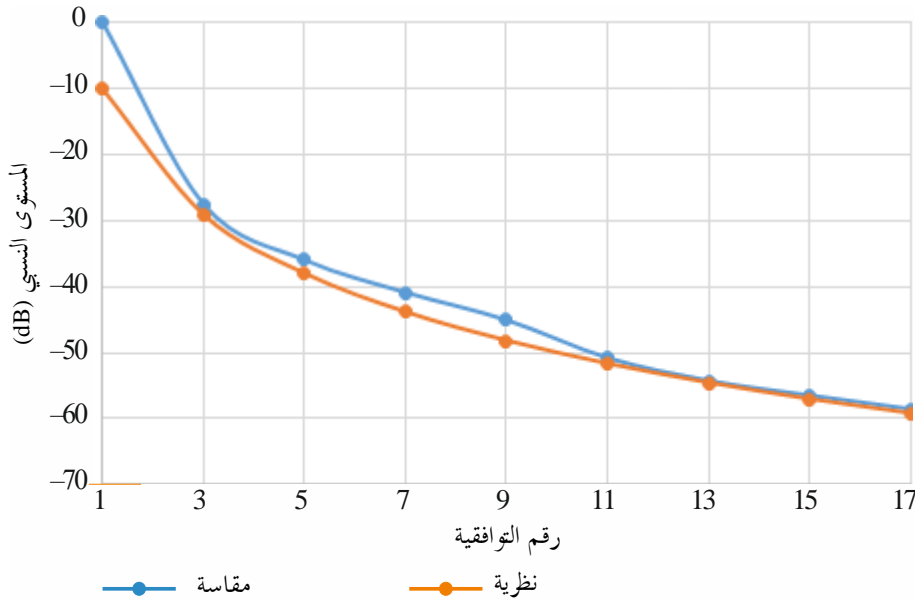
وبما أن القياس أجري على مسافة m 0,2 بدلاً من m 1,0، فإن قانون التكعيب العكسي يفرض قسمة هذا الرقم على 125 لأغراض المقارنة:

$$A/m 0,0015 = H$$

والجال عند نقطة عمودية على ثنائي الأقطاب يساوي نصف قيمة المجال عند نقطة على نفس المسافة ولكن على نفس الخط مع ثنائي الأقطاب. لذا، يعد ذلك متفقاً منطقياً مع النتائج السابقة.

### الشكل 17

#### مستويات التوافقيات النسبية لجهاز الشحن



ReportSM.2449-17

وتعرض في الشكل 17 مستويات التوافقيات النسبية. وأجريت عملية تقييس كالتالي:

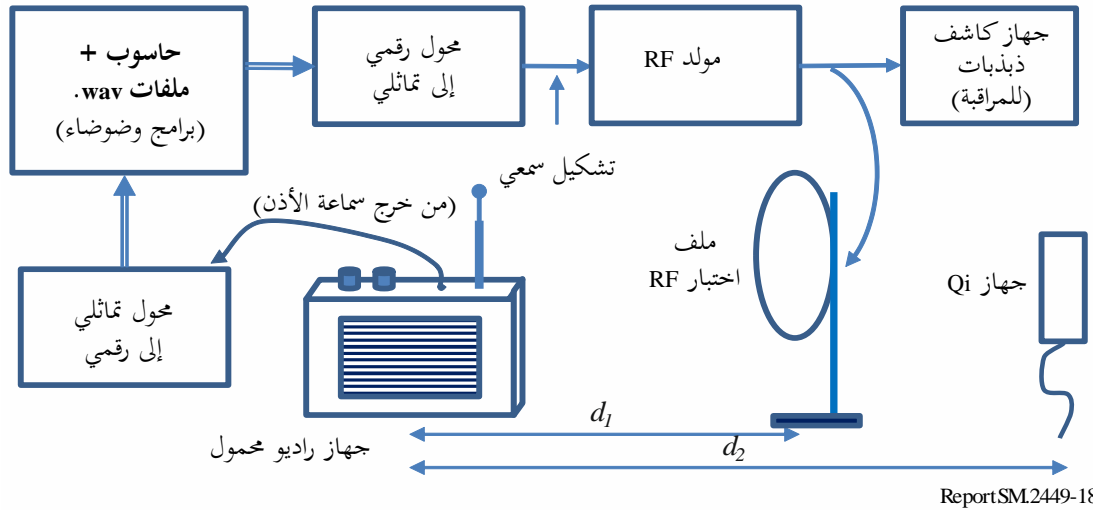
- ضبط المكون الأساسي على 0 dB.
- يطرح المقدار  $20 \times \log n$  لبقية المكونات حيث  $n$  رقم التوافقية. تجري هذه العملية لتعويض خاصية الملف المتناسبة مع التردد. ويفترض المنحنى "النظري" قيمة تساوي 40 dB لقانون العقود  $20 (1/n^2)$  dB: لكل عقد من قيمة الإرسال (تؤخذ بحيث تشتق من مصدر فولطية) و 20 dB لكل عقد من مستوى توافقيات الموجة المربعة (تؤخذ بحيث تكون شكل موجة تشتق من الملف). ويبدو هذا النموذج معقولاً. (ومن الواضح أن هذا النموذج لن يكون صالحاً في الأساس، لأن الملف سيكون رنينياً عند هذا التردد).
- وبأخذ التوافقية السابعة كمثال، يكون المستوى الأساسي بمقدار 41 dB. وبافتراض  $H$  تساوي  $A/m 0,00482$  للمستوى الأساسي، فإن مستوى هذه التوافقية يساوي  $32,7$  dB $\mu$ A/m، أو مجال  $E$  مكافئ يساوي  $84,2$  dB $\mu$ V/m على مسافة فصل 1 m.

6.2.5 تقييم مستويات التداخل

قيست تأثيرات التداخل المتولد من توليفة من جهاز شحن/حمل موضوعياً وشخصياً على الخرج السمعي للمستقبل باستخدام التشكيلة الموضحة في الشكل 18.

الشكل 18

تشكيلة لتقييم تداخل الجهاز Qi



ويشرح الشكل نفسه في الغالب. وتخزن مادة البرنامج في الحاسوب في شكل ملفات Wav. وهي مماثلة للمستخدمة في اختبارات إرسال الطاقة لاسلكياً السابقة.<sup>11</sup> (وهي مقدمة من استوديوهات المحطة الإذاعية رقم 5 لإذاعة BBC وتم ضغطها لأغراض الإرسال). وهي تشغل عبر محول من رقمي إلى تماثلي (DAC) عالي الجودة "مرجعي"، يستخدم لتشكيل مولد RF. ويوجه المولد RF بعد ذلك هوائي اختبار حلقي. واصطلاحياً، يوضع الهوائي الحلقي على مسافة 600 mm من العنصر قيد الاختبار (جهاز الراديو)، وهي الحالة التي يكون فيها المجال الكهربائي المكافئ بالوحدات V/m مساوياً عددياً لعشر (1/10) المجال الكهرومغناطيسي لمصدر المولد بوحدات V.<sup>12</sup> وفي النهائية، يحول خرج الراديو مضافاً إليه التداخل إلى إشارة رقمية تخزن في الحاسوب كملفات Wav.

وإلى جانب ذلك، أضيفت ضوضاء شبه عشوائية إلى مادة البرنامج بواسطة الحاسوب Audacity. وساعد ذلك على السماح بضبط النسبة S/N السمعية عند خرج المستقبل على القيمة المرجعية البالغة 26 dB مع عمق تشكيل يبلغ 30% لتشكيل الاتساع بغض النظر عن القيمة الفعلية لشدة المجال.<sup>13</sup> وعند تنفيذ الاختبارات الشخصية بشأن التداخل، يعد تأثير التقنيع والضوضاء الأساسية من العوامل الهامة.

وفي النهاية، يجري فحص سلامة لمعايرة النظام. يضبط المولد على -3 dBm، لقيمة تبلغ 317 mV لشدة المجال الكهرومغناطيسي للمصدر وشدة مجال اسمية تساوي 31,7 mV/m (90 dBμV/m). وينبغي أن تكون شدة المجال هذه بعد ذلك 31,7 / 377 mA/m أو 38,5 dBμA/m. ويستخدم الملف المكون من 4 لفات ثانية لقياس شدة المجال الفعلية ويعطى قراءة تبلغ -92 dBm على محلل الطيف.

11 كمثال كما هو موصوف في الورقة البيضاء [WHP 322](#) لإذاعة BBC.

12 لا يوجد تأثير من أن يولد الهوائي الحلقي بالفعل مجالاً كهربائياً - وفي الواقع، يتم عزل الهوائي الحلقي لمنع من القيام بذلك. وبحسب المجال الكهربائي المكافئ باستخدام العلاقة القياسية للمجال البعيد  $E/H = 377 \Omega$ .

13 بافتراض أن شدة المجال كافية لتجاوز النسبة S/N السمعية للتداخل.

وبالرجوع إلى المعادلة (1) أعلاه:

$$H = E / \mu_0 A N \omega$$

$$H = (5,63 \times 2 \times 10^{-6}) / \{ (4\pi \times 10^{-7}) \times (\pi \times 0,034^2) \times 4 \times (2\pi \times 999 \times 10^3) \}$$
 مع التعويض بالأرقام

حيث  $5,63 \times 10^{-6}$  تساوي 92 dBm بوحدات الفولت والرقم 2 من أجل الانتهاية.

$$H = 9,818 \times 10^{-5} \text{ A/m}، \text{ أو } 39,8 \text{ dB}\mu\text{A/m}$$

ويتوافق ذلك بشكل معقول مع شدة المجال الاسمية.

### 1.6.2.5 مضاعف المسافة وتأثير الغرفة المعزولة

كما ذكر آنفاً، قد تكون المستويات المتزايدة للإشارة "المطلوبة" عند المستقبل المعني مفيدة في تقييم التداخل الناجم عن جهاز على مسافات تزيد عن تلك المتاحة في الغرفة المعزولة. ويفترض أن المستقبل المرجعي يعمل على 60 dB $\mu$ V/m، وأن جهاز الشحن المسبب للتداخل على بعد مترين. ومن قانون التكعيب العكسي، يمكن للتداخل أن يزيد بمقدار 18 dB إذا قصرت المسافة إلى النصف أي إلى 1 m. ويستتبع ذلك أن التأثير إذا خرج المستقبل سيكون هو نفسه إذا تمت زيادة الإشارة المطلوبة هي الأخرى بمقدار 18 dB وهناك شرطان: الأول، يتعين إبقاء أي ضوضاء تتولد في أي مكان آخر داخل النظام عند نفس المستوى (-26 dBu، التشكيل بالاتساع المرجعي 30%)؛ والثاني، يجب أن يُبقى التحكم الأتوماتيكي في الكسب داخل المستقبل مستوى الخرج (المطلوب) ثابتاً بصورة مناسبة.

ويعرض الجدول 8 مستويات مولد الإشارة المناسبة لعوامل التضعيف 1-4. ويفترض استعمال هوائي حلقي وأن المستقبل المتعرض للتداخل على مسافة 600 mm منه.

الجدول 8

#### مستويات المولد لعوامل تضعيف معينة

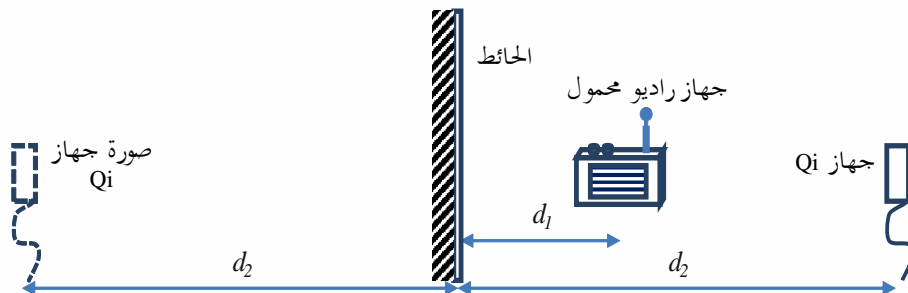
مستوى المولد (dBm)	33-	15-	4,4-	3+
عامل التضعيف	1	2	3	4

العامل 4 يعني أن أي مصدر تداخل يوضع على مسافة 600 mm يكون له نفس تأثير المصدر الموضوع على مسافة 2,4 m

والمسافات العملية المتاحة في الغرفة المعزولة أكثر تقييداً مما هو متوقع. ويرجع ذلك إلى أن الغرفة مصنوعة من المعدن وأن المعدن يتصرف كعاكس شبه نموذجي. وبالرغم من أن الغرفة تقترب من 4 m طولاً، يلزم إبقاء مصدر التداخل في حدود 1,2 m من المستقبل. ويعرض هذا الوضع في الشكل 19.

الشكل 19

#### تأثير أي انعكاس



وكما قيس عند جهاز الراديو، فإن قيمتي شدة المجال المعيارية من أجل الجهاز Qi® وانعكاساته هما  $1 / (d_2 + d_1)^3$  و  $1 / (d_2 - d_1)^3$  على التوالي. وللحصول على شدة المجال الناتجة، يتعين طرح الإشارة المنعكسة من الإشارة المباشرة. 14

$$\text{شدة المجال الناتجة} = 1 / (d_2 - d_1)^3 - 1 / (d_2 + d_1)^3$$

$$\text{نسبة الناتج إلى قيمتي شدة المجال} = \{ 1 / (d_2 - d_1)^3 - 1 / (d_2 + d_1)^3 \} / 1 / (d_2 - d_1)^3$$

$$= 1 - \{ (d_2 - d_1) / (d_2 + d_1) \}^3$$

وبالتعويض بالقيم الفعلية للمسافتين ( $m 1,2 = d_2$  و  $m 0,5 = d_1$ ) نصل إلى نسبة تساوي 0,93 مطروحاً منها قيمة خطأ تساوي 0,6 dB. وفي هذه الحالة، يكون التأثير ضعيفاً جداً لكي يؤخذ في الاعتبار ويمكن تصويبه بخفض المسافة  $d_2$  قليلاً. ومع ذلك، يتزايد الخطأ سريعاً من زيادة المسافة  $d_2$ .

### 2.6.2.5 العينات السمعية

تم عمل بعض التسجيلات التمهيديّة لمدة 30 ثانية كلام و30 ثانية موسيقى "لإرسالها" إلى جهاز راديو محمول. وكانت هذه المادة هي نفسها التي استخدمت من قبل في اختبارات إرسال الطاقة لاسلكياً وكانت مأخوذة من كليب "القدس" المقدم في الخطة الإذاعية 5 Radio. وقد تمت معالجته لتوزيعه لمحطات الإرسال بتشكيل التردد (FM) للمحطة الإذاعية 5 Radio.

وكانت التسجيلات التي أعدت حتى الآن، مع بعض التعليقات، كالتالي في جميع الحالات، اختيرت التوافقية السابعة لمصدر التداخل، وتراوح التردد نمطياً حول 1 MHz ولكنه تغير.

### الجدول 9

#### التسجيلات التي أعدت حتى الآن

معرف الهوية	وصف مختصر	تعليقات
as_clean	كلام، بدون انقطاعات خلاف ضوضاء النظام بقيمة -26 dBu	ضحيج الخلفية مسموع ولكنه غير معترض عليه
bs_wp0_12_2-4_onc	كالأعلى، إضافة إلى تداخل على القناة من حشية الشحن غير المطابقة	التداخل عند المسافة الفعالة البالغة 2,4 m واضح جداً
cs_wp0_12_2-4_offc	كالأعلى ولكن مع وجود التداخل خارج القناة	لن يكون التداخل ملحوظاً في العادة على الأرجح
ds_wp0_12_2-4_idle	كالأعلى ولكن مع إبعاد الحمل من على حشية الشحن	ثانية، لن يكون التداخل ملحوظاً في العادة على الأرجح
em_clean	موسيقى، بدون انقطاعات خلاف ضوضاء النظام بقيمة -26 dBu	ضحيج الخلفية مسموع ولكنه غير معترض عليه
fm_wp0_12_2-4_onc	كالأعلى، إضافة إلى تداخل على القناة من حشية الشحن غير المطابقة	التداخل عند المسافة الفعالة البالغة 2,4 m واضح جداً
gm_wp0_12_2-4_offc	كالأعلى ولكن مع وجود التداخل خارج القناة	لن يكون التداخل ملحوظاً في العادة على الأرجح
hm_wp0_12_2-4_idle	كالأعلى ولكن مع إبعاد الحمل من على حشية الشحن	ثانية، لن يكون التداخل ملحوظاً في العادة على الأرجح
is_wp7_s7_2-4_onc	هاتف ذكي يولد تداخلاً على القناة على "الكلام"	نفس النتائج إلى حد كبير مثل حشية الشحن غير المطابقة
jm_wp7_s7_2-4_onc	كالأعلى بالنسبة لبرنامج "موسيقى"	كالأعلى

14 في المقابل، قد يكون من الأسهل التفكير من منظور الشحنات الكهربائية. ويجب أن تكون الفولطية صفرًا عند الحائط (الموصول بالأرضي). ولا يتسنى تحقيق ذلك إلا إذا تساوت الشحنتان الحقيقية والتخيلية وكانتا متضادتين وعلى نفس المسافة من الحائط.

كان من الصعب الحصول على نتائج متسقة لأن مصدر التداخل كانت لديه القدرة على القفز إلى قناة مختلفة بدون إنذار. وحتى أثناء استقراره، فإنه يبدل بين ترددتين ثابتين، أحدهما فقط سيتم توليف جهاز الراديو عليه. وكان معدل التبديل نحو مرة في الثانية، وهو ما يفرضي إلى تحديد "البصمة" المسموعة بسهولة. وقد كان التداخل خارج القناة غير مسموع في العادة تقريباً، ولكن هذا الأمر يعتمد على الكيفية التي يكون عليها خارج القناة.

ويعنى غياب الحرفية في هذه التأثيرات أن سلم الانحطاطات المكون من خمس نقاط الاعتيادي للاتحاد لن يكون ضرورياً بالمرّة: سواء كان التداخل كبيراً أو كان غير مسموع.

### 3.5 دراسة أثر التطبيقات الحثية غير الحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً على خدمة الهواة

#### 1.3.5 المعلمات المستخدمة في المحاكاة

تحدد الفقرة (2) من الجزء 31.15 من الباب 47 من مدونة اللوائح الفيدرالية في الولايات المتحدة متطلبات القياس لأجهزة التردد الراديوي العاملة في المجال القريب. وبعد تطبيق عامل الاستكمال الخارجي المطلوب طبقاً لمدونة اللوائح الفيدرالية البالغ 40 dB لكل عقد على القيمة -15 dB $\mu$ V/m على مسافة 300 m، فإن الحد على الأجهزة غير الحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً يكون 44,08 على مسافة 10 m. واستخدمت النمذجة من أجل الانتشار في المجال القريب.

وتؤخذ المعلمات الخاصة بمستقبلات خدمة الهواة من التوصية ITU-R M.1732 وهي كالمبينة في الجدول 10. ولا تحتوي هذه التوصية على معايير حماية من التداخل لعمليات الهواة في مدى التردد هذا. ويفترض معيار الحماية الخاص بالنسبة لتداخل إلى ضوضاء ( $I/N$ ) البالغ قيمتها -6 dB لأغراض هذه الدراسة.

#### الجدول 10

#### المعلمات المفترضة لمستقبل خدمة الهواة

المعلمات	القيمة
التردد المركزي (kHz)	136,75
عرض النطاق (kHz)	0,4
مخطط الهوائي	شامل الاتجاهات
المستوى الدني للضوضاء (dB $\mu$ V/m)	31,6
معيار الحماية (dB) ( $I/N$ )	-6
مستوى التداخل المسموح به (dB $\mu$ V/m)	25,6

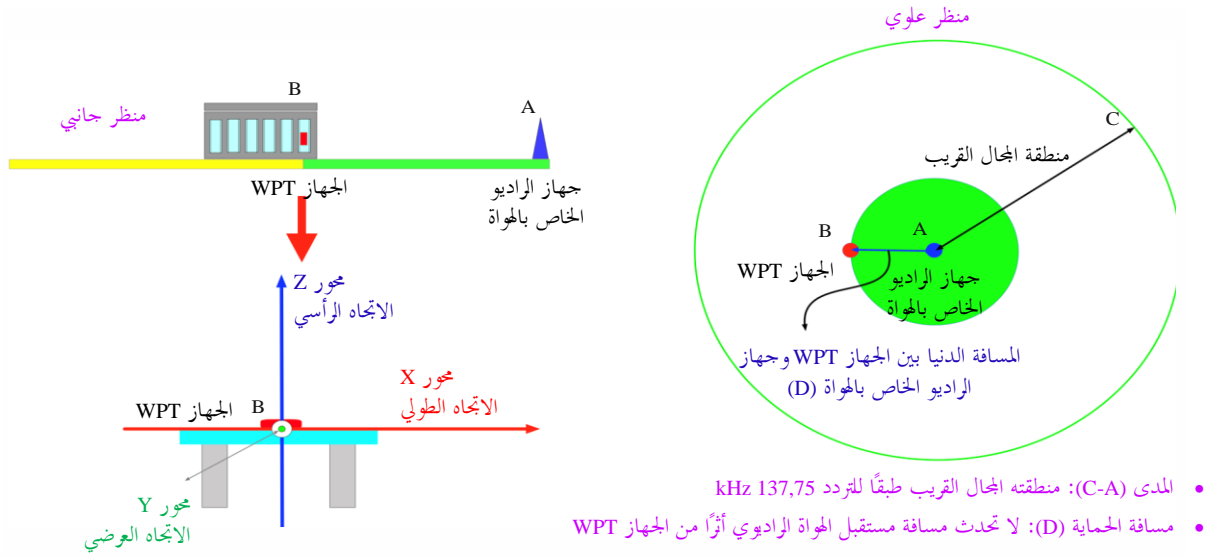
#### 2.3.5 تحليل المحاكاة ونتائجها

#### 1.2.3.5 سيناريوهات مصدر التداخل الوحيد

تضع سيناريوهات مصدر التداخل الوحيد جهازاً واحداً لإرسال الطاقة لاسلكياً داخل مبنى مع وضع مستقبل الهواة بعيداً عن الأبواب الخارجية للمبنى. وتستخدم المحاكاة الأولى قيمة لخسارة اختراق المباني تساوي 3 dB والثانية 10 dB لمراعاة مواد البناء المختلفة.

الشكل 20

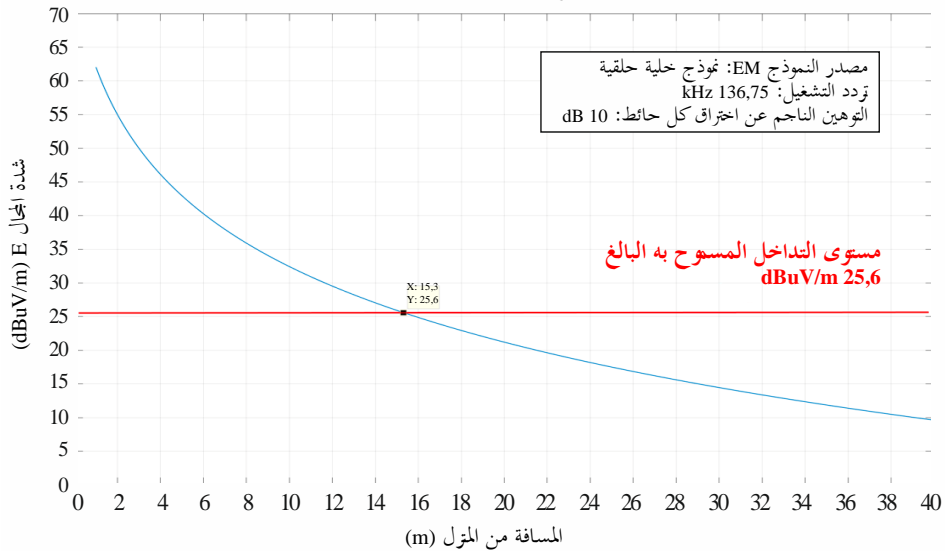
سيناريوهات مصدر التداخل الوحيد



الشكل 21

توزيع مصدر التداخل الوحيد للسيناريو 1

توزيع شدة المجال E لجهاز WPT وحيد



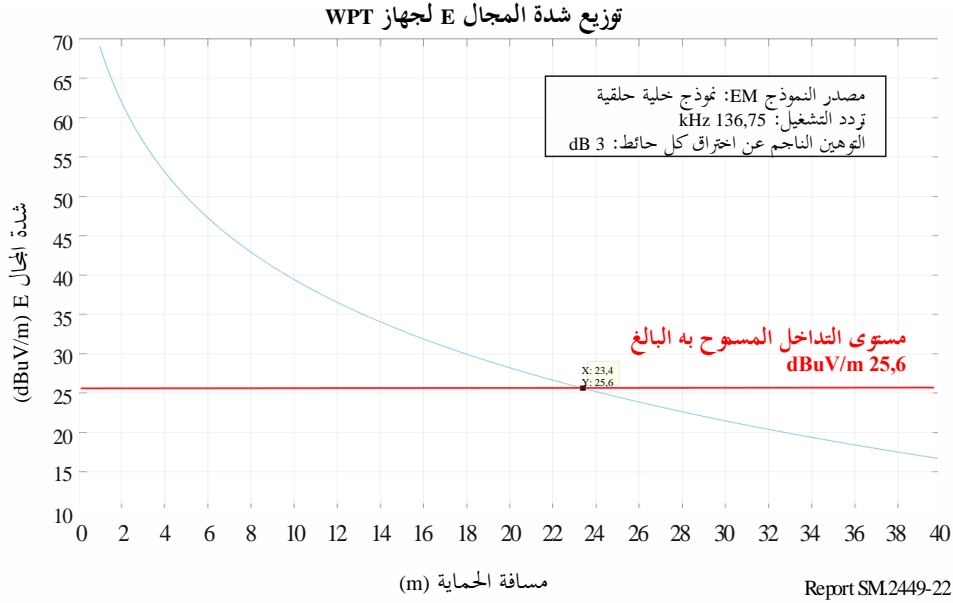
الاستنتاجات من السيناريو 1 لمصدر التداخل الوحيد

نتائج السيناريو 1 لمصدر التداخل الوحيد باستعمال توهين بقيمة dB 10 لمحاكاة مبنى خرساني تبين أن الجهاز WPT ينبغي وضعه على مسافة أبعد من 15,3 m من مستقبل الهواة الراديوي.



## الشكل 22

## توزيع مصدر التداخل الوحيد للسيناريو 2



## الاستنتاجات من السيناريو 2

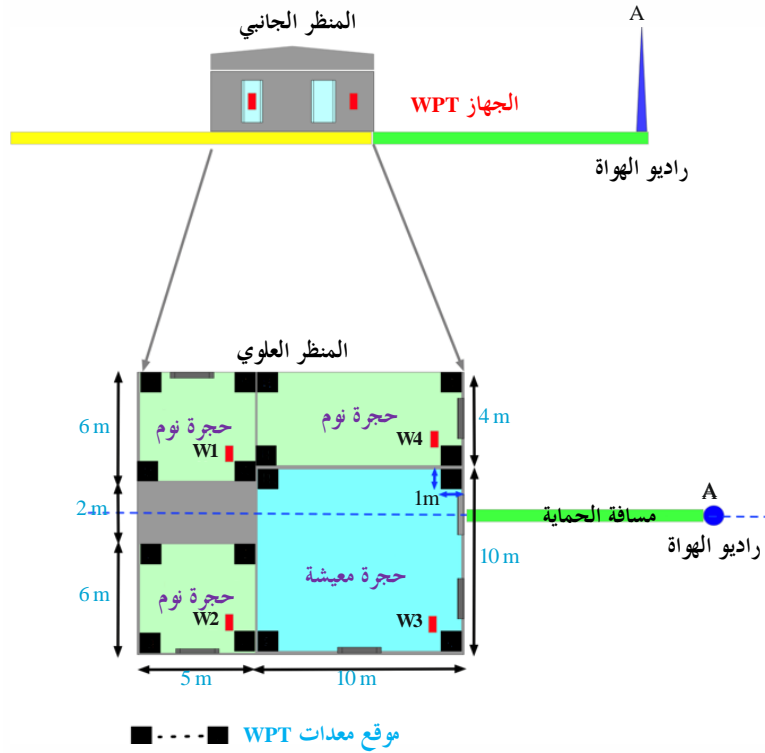
نتائج السيناريو 2 لمصدر التداخل الوحيد باستعمال توهين بقيمة 3 dB لمحاكاة مبنى خشبي تبين أن الجهاز WPT ينبغي وضعه على مسافة أبعد من 23,4 m من مستقبل الهواة الراديوي.

## 2.2.3.5 السيناريوهات التجميعية

تستخدم السيناريوهات التجميعية أربعة أجهزة WPT موضوعة داخل منزل. ويوضع كل جهاز WPT على مسافة 1 m من الحائط وتوزع الأجهزة عشوائياً في الأركان المختلفة للغرف. ويستعمل السيناريو الأول خسارة اختراق للمباني بقيمة 10 dB لمحاكاة تأثيرات الحوائط الخرسانية أو حوائط القرميد، بينما يستعمل السيناريو الثاني القيمة 3 dB من أجل المنشآت الخشبية.

الشكل 23

تصور النموذج رقم 1 للسيناريو التجميعي



ReportSM.2449-23

لمحاكاة مواد البناء المختلفة، تم تقدير قيمة خسارة اختراق المبنى للحوائط الخشبية والخرسانية لتحديد مسافة الحماية. وترد القيم في الجدول 11.

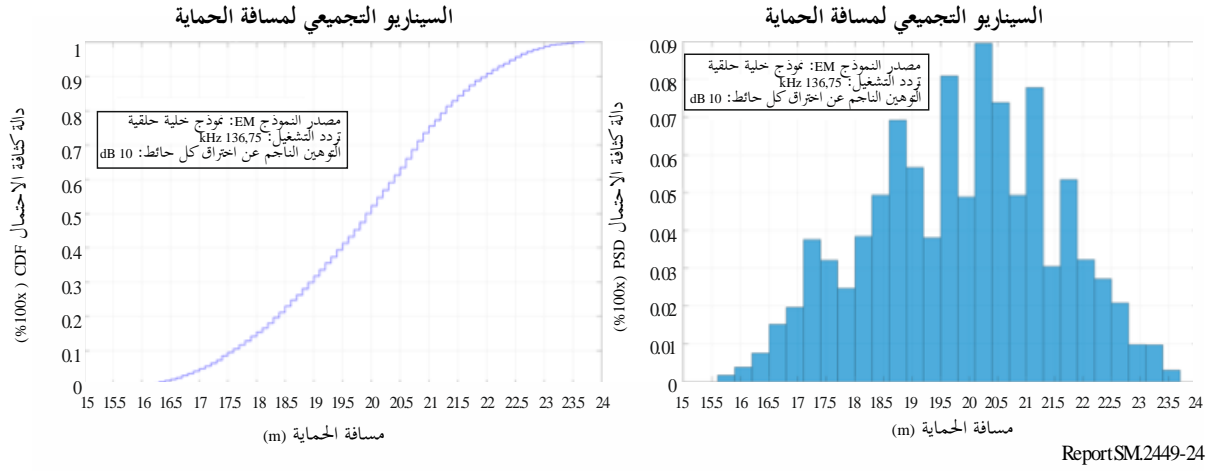
الجدول 11

القيم المستخدمة لخسارة اختراق المبنى

المعلمة	عدد الحوائط	خسارة اختراق المبنى للحوائط الخشبية (dB)	خسارة اختراق المبنى للحوائط الخرسانية (dB)
WPT1	2	6	20
WPT2	2	6	20
WPT3	1	3	10
WPT4	1	3	10

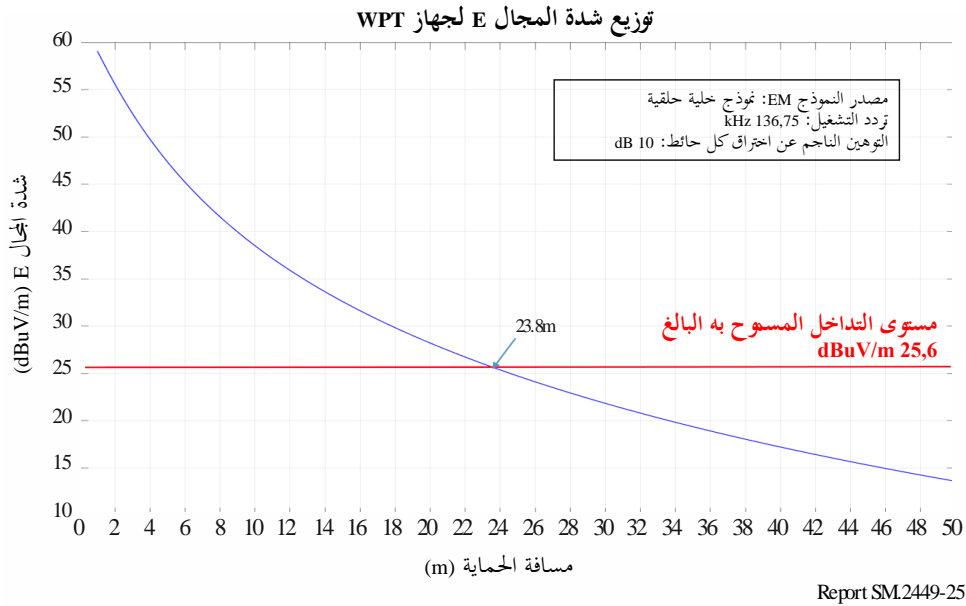
## الشكل 24

## نتائج المحاكاة باستعمال قيمة لخسارة اختراق المبنى تساوي 10 dB



## الشكل 25

## شدة المجال E المجمعة للأجهزة WPT باستعمال قيمة لخسارة اختراق المبنى تساوي 10 dB

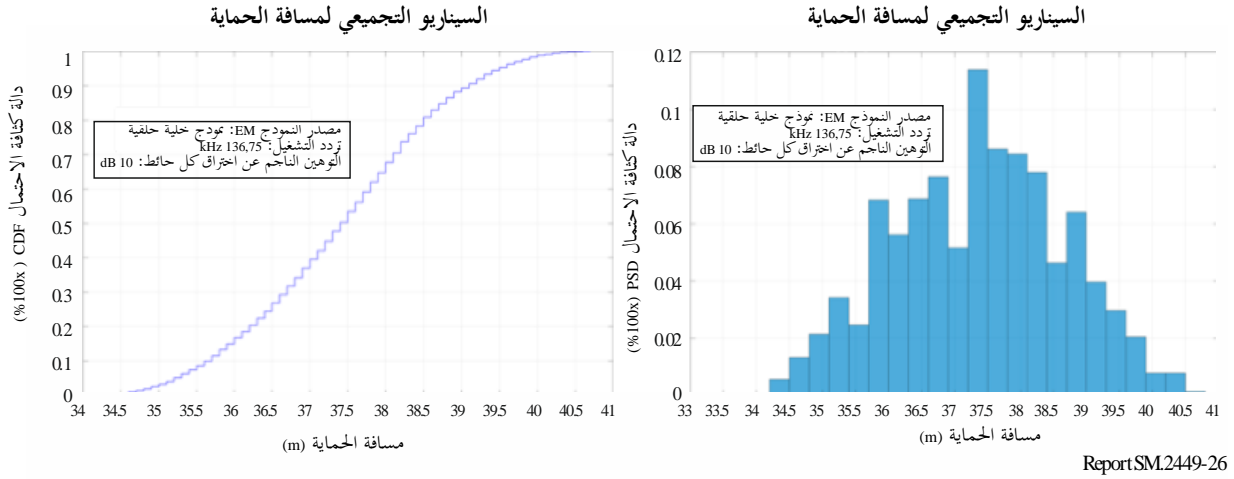


## استنتاجات المحاكاة 1 للسيناريو التجميعي

تبلغ مسافة الحماية الدنيا 15,5 m والقصى 23,8 m استناداً إلى قيمة لخسارة اختراق المبنى تساوي 10 dB من الحوائط الخرسانية. ومدى القيم ناجم عن وضع الأجهزة WPT بالقرب من النوافذ. وتكون المسافة القصوى البالغة 23,8 m عندما يوضع الجهاز WPT بالقرب من نافذة، وتكون المسافة الدنيا 15,5 m عندما يوضع الجهاز WPT بالقرب من حائط داخلي.

الشكل 26

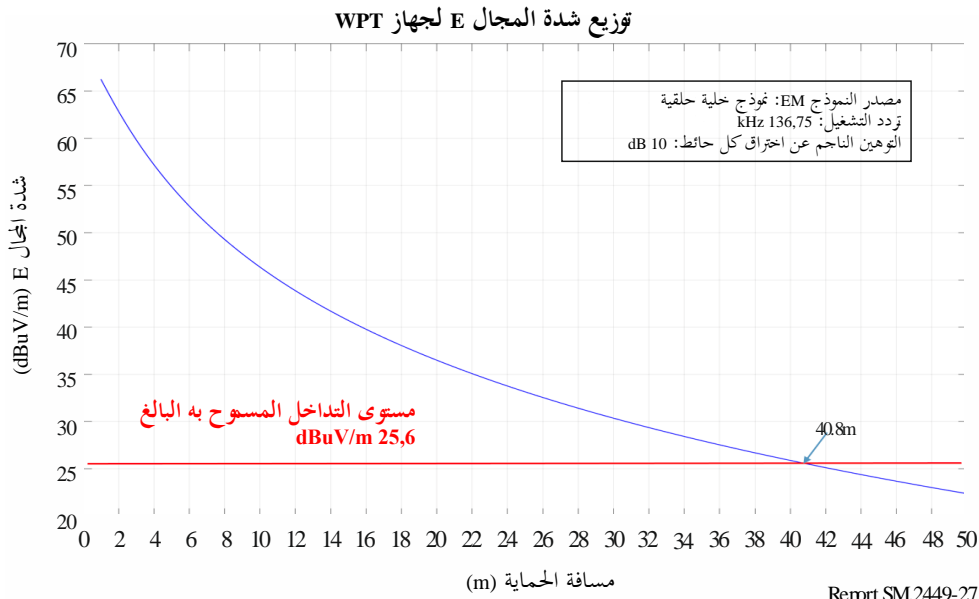
نتائج المحاكاة باستعمال قيمة لخسارة اختراق المبنى تساوي 3 dB



Report SM.2449-26

الشكل 27

شدة المجال E المجمعة للأجهزة WPT باستعمال قيمة لخسارة اختراق المبنى تساوي 3 dB



Report SM.2449-27

استنتاجات المحاكاة 2 للسيناريو التجميعي

تبلغ مسافة الحماية الدنيا 33,8 m والقصى 40,8 m استناداً إلى قيمة لخسارة اختراق المبنى تساوي 3 dB من الحوائط الخشبية. ومدى القيم ناجم عن وضع الأجهزة WPT بالقرب من النوافذ. وتسجل المسافة القصوى عندما يوضع الجهاز WPT بالقرب من حائط داخلي. وتكون المسافة القصوى البالغة 40,8 m عندما يوضع الجهاز WPT بالقرب من نافذة، وتكون المسافة الدنيا 33,8 m عندما يوضع الجهاز WPT بالقرب من حائط داخلي.

## 3.3.5 ملخص النتائج

ملخص الجدول 12 أدناه نتائج عمليات المحاكاة. وطبقاً لنتائج عمليات المحاكاة، يمكن استنتاج أن أجهزة الشحن المتنقلة اللاحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً لا تؤثر على مستقبلات خدمة الهواة عندما توضع الأجهزة على مسافة أبعد من 40,8 m من المستقبل.

الجدول 12

## ملخص النتائج

السيناريو	مستوى التداخل المسموح به (dB $\mu$ V/m)	مسافة الفصل (m)
السيناريو 1 لمصدر التداخل الوحيد	25,6	15,3
السيناريو 2 لمصدر التداخل الوحيد	25,6	23,4
السيناريو 1 التجميعي	25,6	23,8
السيناريو 2 التجميعي	25,6	40,8

## 4.5 دراسة أثر التطبيقات الحثية اللاحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً على خدمة الملاحة الراديوية

يفترض مستقبل Loran-C كنظام قائم يتعرض للتداخل، حيث يعمل في النطاق 90-110 kHz وبعرض نطاق 20 kHz. وتؤخذ خصائص النظام Loran-C من التوصية ITU-R M.583 كما قدمتها فرقة العمل 5B.

وعموماً، تقام محطة النظام Loran-C في منطقة غير سكنية. ويعرض الشكل 28 أمثلة كمرجع. والمستقبل Loran-C موجود على متن السفينة.

الشكل 28

## محطات النظام Loran-C في منطقة غير سكنية



Report SM.2449-28

## 1.4.5 معلمات من أجل المحاكاة

ترد في الجدولين 13 و14 المعلمات التي استخدمت أثناء المحاكاة لكل من المرجع والمستقبل المتعرض للتداخل على التوالي. وتحدد الفقرة (2) من الجزء 31.15 من الباب 47 من مدونة اللوائح الفيدرالية في الولايات المتحدة متطلبات القياس لأجهزة التردد الراديوي العاملة في المجال القريب. وبعد تطبيق عامل الاستكمال الخارجي المطلوب طبقاً للجنة الفيدرالية للاتصالات والبالغ 40 dB لكل عقد على القيمة 15- dB $\mu$ V/m على مسافة 300 m، فإن الحد على هذه الأجهزة يكون 44,08 dB $\mu$ V/m على مسافة 10 m.

ويرد نموذج الانتشار المستعمل لكل من المجال القريب والمجال البعيد في التقرير ITU-R SM.2028.

وفي سيناريوهات التداخل التي تمت محاكاتها، وضع جهاز إرسال الطاقة لاسلكياً على منضدة داخل مبنى على مسافة 50 m من أقصر خط واصل بين المرسل والمستقبل الموضوع متن سفينة قبالة الساحل. ويوضع مرسل النظام Loran-C على مسافة 5 km في البر من الساحل.

الجدول 13

المعلومات المفترضة لجهاز إرسال الطاقة لاسلكياً يتسبب في التداخل على مستقبل Loran-C

المعلومات	التفاصيل
نوع الجهاز	جهاز متنقل لإرسال الطاقة لاسلكياً
تردد التشغيل (kHz)	148,5-100 kHz
شدة المجال الكهربائي المشع (dBµV/m على مسافة 10 m)	44,08
نوع الهوائي	شامل الاتجاهات
الارتفاع (m)	0,7
أدنى مسافة من الشاطئ (m)	50
خسارة اختراق المبنى (dB)	10
نموذج الانتشار	نموذج انتشار المجال القريب والفضاء الحر

الجدول 14

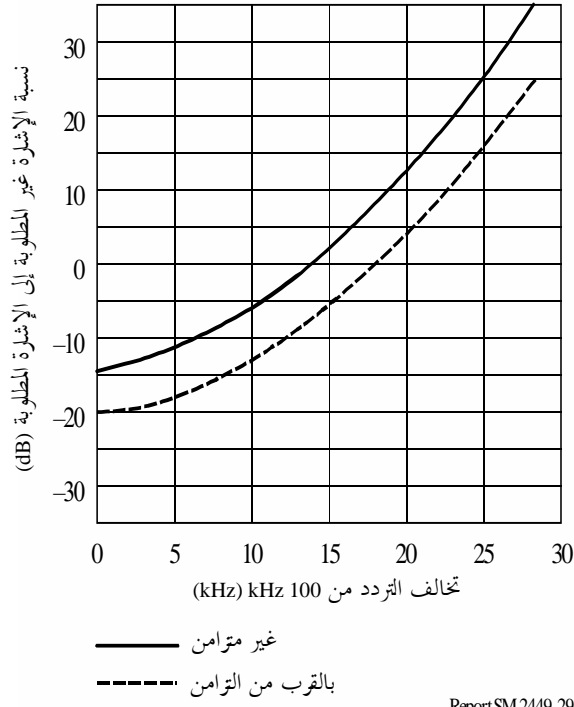
المعلومات المفترضة لمستقبل Loran-C يتعرض للتداخل

المعلومات	التفاصيل
النظام المعرض للتداخل	مستقبل Loran-C
تردد التشغيل (kHz)	100
عرض النطاق (kHz)	20
مخطط الهوائي	هوائي قضيبي
قدرة خرج مرسل المحطة Loran-C (kW)	40
شدة المجال الدنيا للإشارة Loran-C المحمية (dBµV/m)	45
معيير الحماية (I/S)	-20 dB

وترد معايير الحماية المستخدمة في الشكل 1 والمأخوذة من التوصية ITU-R M.589. وطبقاً لهذا المرجع، وينبغي لمعايير الحماية من التداخل داخل النطاق وخارج النطاق أن تتبع المنحنى المبين في الشكل 29. ويستخدم أسوأ منحنى (بالقرب من التزامن) لتقدير مخاطر التداخل. ويفترض أن تكون الحالة الأسوأ -20 dB من حالة القرب من التزامن عند 100 kHz (تخالف 0 kHz من 100 kHz)؛ وبالتالي، تعتبر القيمة 25 dBµV/m مقبولة بالنسبة للضوضاء عن المستقبل Loran-C. وإضافة إلى ذلك، يفترض أن الحالة الأسوأ -13 dB من حالة القرب من التزامن عند 110 kHz؛ وبالتالي، تعتبر القيمة 32 dBµV/m مستوى مقبول للضوضاء عن المستقبل Loran-C. وبناءً على هذين الافتراضين، تستخدم القيمة 25 dBµV/m عند 100 kHz كمستوى أقصى مقبول للضوضاء عند المستقبل Loran-C في هذا التقييم. ويصور الشكل 29 أدناه معايير الحماية من التداخل المأخوذة من التوصية ITU-R M.589، ويلخص الجدول 15 أدناه معلومات التداخل المستخدمة أدناه.

الشكل 29

## معايير الحماية Loran-C/CWI



الجدول 15

## المعلومات المفترضة لجهاز Loran-C يتعرض للتداخل

المستوى المقبول من الضوضاء عند المستقبل Loran-C (dBμV/m)	معايير الحماية Loran-C/CWI (بالقرب من التزامن)	شدة المجال الدنيا للإشارة المطلوبة	تردد مصدر التداخل
25	20-	45	kHz 100
32	13-	45	kHz 110

الجدول 16

النسبة E/H المستخدمة في حساب شدة المجال E للمجال القريب من جهاز إرسال الطاقة لاسلكياً

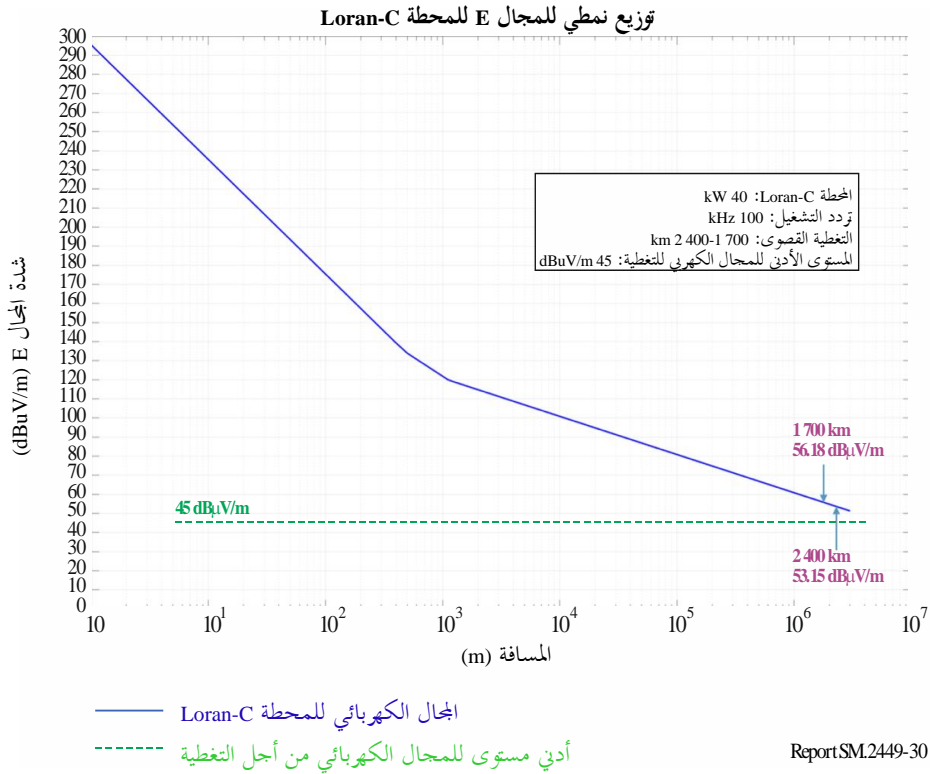
النسبة E/H (dB-ohms)	المسافة (m)
17,95	10
38,32	100
53,26	1 000
52,01	2 000
51,61	5 000
51,55	10 000

توزيع شدة الإشارة Loran-C

استناداً إلى قدرة قيمتها 40 kW من المحطة Loran-C، يصور الشكل 30 توزيع شدة المجال E للإشارة Loran-C مقابل المسافة. وداخل التغطية المستهدفة 1 700-2 400 km، تكون شدة الإشارة Loran-C أقوى بكثير من المستوى الأدنى المطلوب للإشارة.

الشكل 30

توزيع نمطي للمجال E للمحطة Loran-C

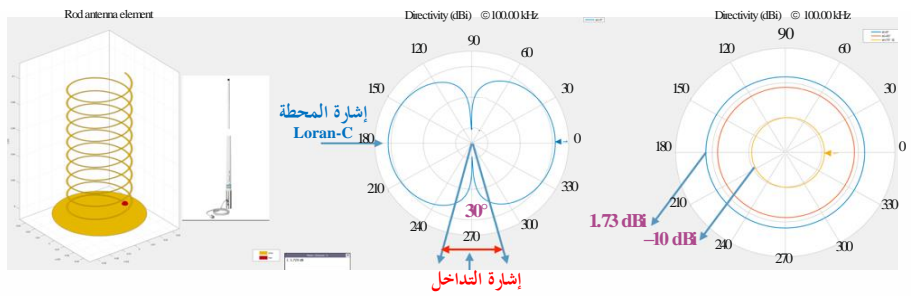


نموذج الهوائي للمستقبل Loran-C

في هذا التقييم، يفترض هوائي قضيبي كهوائي للمستقبل Loran-C مثبت أعلى السفينة. وطبقاً لنتائج المحاكاة المبينة في الشكل 31، تكون دلتا الكسب بين نسبة كسب الإشارة غير المطلوبة إلى كسب الإشارة المطلوبة -11,73 dB.

الشكل 31

كسب هوائي المستقبل Loran-C





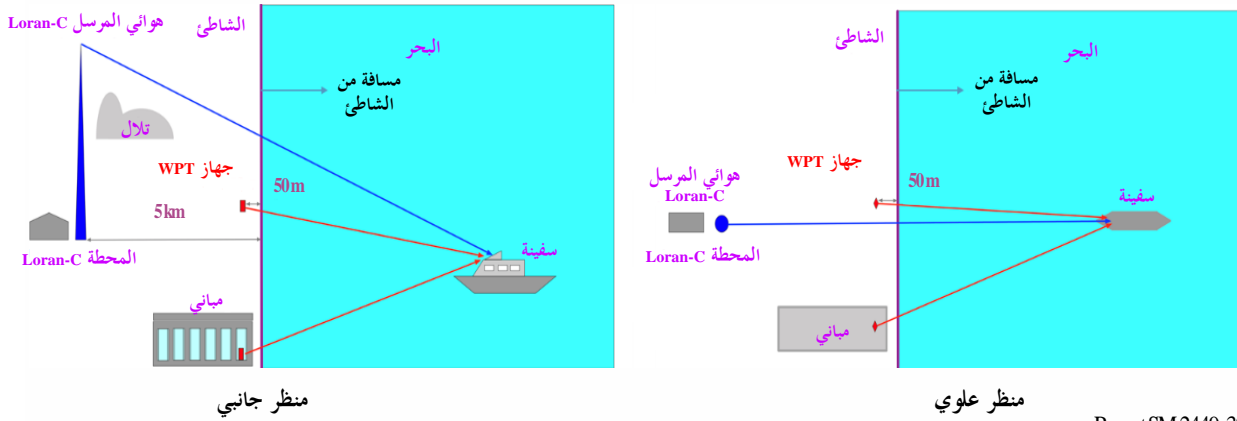
## 2.4.5 سيناريوهات ونتائج المحاكاة

## 1.2.4.5 نموذج المحاكاة رقم 1

يفترض النموذج رقم 1 أن الجهاز WPT موجود في مبنى أو بالقرب من مبنى على مسافة 50 m من الشاطئ. والجهاز المعرض للتداخل هو المستقبل Loran-C والمثبت على متن السفينة.

الشكل 32

## النموذج رقم 1 لدراسة الأثر للمستقبل Loran-C



والشكل 33 عبارة عن نتائج البيانات المجمعة للنموذج رقم 1 - سيناريو مصدر التداخل الوحيد. وعندما يعمل الجهاز WPT على 100 kHz، يكون هناك هامش مقداره 80 dB بين الإشارة الواجب حمايتها ( $26,21 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ ) وشدة المجال E للمرسل Loran-C والتي تزيد عن  $110 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  على الشاطئ.

الجدول 17

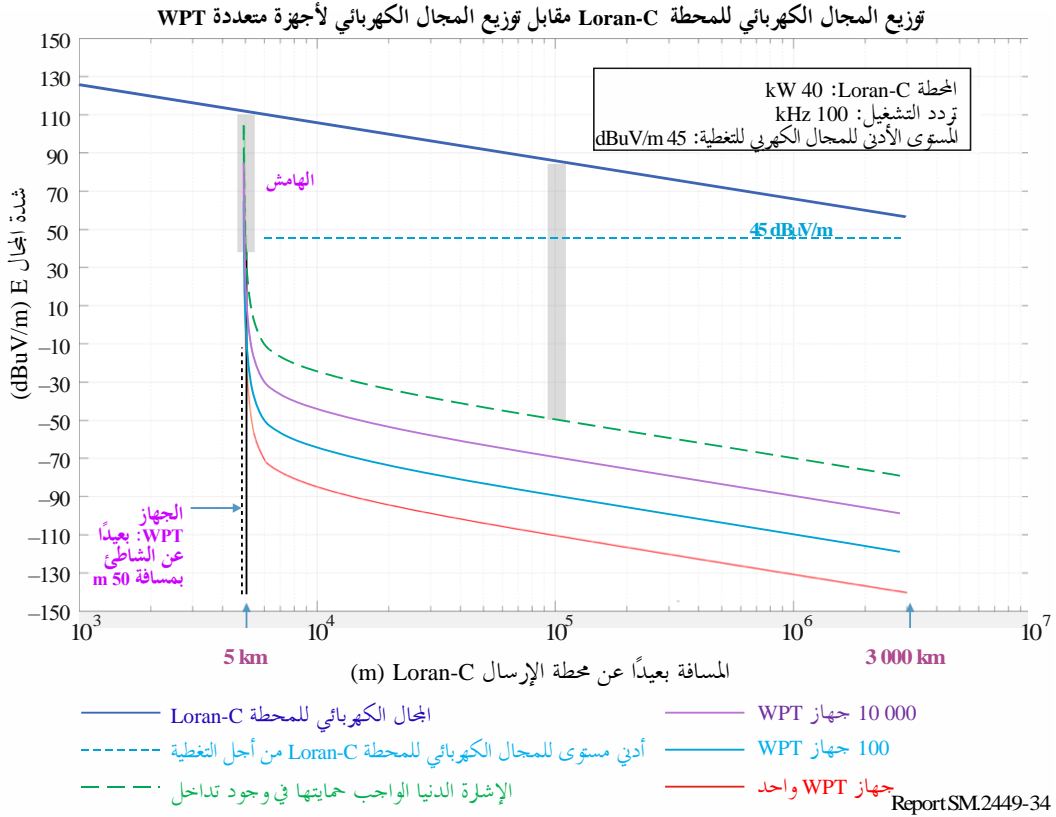
## النموذج رقم 1 للمستقبل Loran-C - مصدر تداخل وحيد

القيمة	المعلومات
15-	شدة المجال E للجهاز WPT على مسافة 300 m ( $\text{dB}\mu\text{V/m}$ )
44,08	شدة المجال E للجهاز WPT على مسافة 10 m ( $\text{dB}\mu\text{V/m}$ )
16,12	شدة المجال E للجهاز WPT على مسافة 50 m ( $\text{dB}\mu\text{V/m}$ ) (بعيداً عن الشاطئ)
10	خسارة اختراق المبنى (dB)
20	نسبة الحماية (dB)
26,12	مستوى الإشارة الواجب حمايتها ( $\text{dB}\mu\text{V/m}$ ) على أساس مسافة حماية 50 m
110<	شدة الإشارة Loran-C ( $\text{dB}\mu\text{V/m}$ ) على الشاطئ
80<	الهامش (dB)



## الشكل 34

## النموذج رقم 1 للمستقبل Loran-C - السيناريو المجمع



## 2.2.4.5 نموذج المحاكاة رقم 2

يفترض النموذج الثاني رقم 2 أن المرسل Loran-C الموجود على الشاطئ موضوع على مسافة 5 km من خط الساحل، مع وجود الجهاز WPT المتنقل أسفل سطح السفينة وهوائي المستقبل Loran-C أعلى السفينة. وبافتراض قيمة لخسارة اختراق المبنى تساوي 10 dB وقيمة تساوي 17,95 dB للنسبة E/H من الجدول 16، فإن شدة المجال E للتداخل المسموح بها على مسافة 10 m ستكون 34,08 dBμV/m. وكما هو مدرج في الجدول 14، يلزم وجود قيمة للنسبة I/S تساوي 20 dB. والمستوي الأقصى لإشارة التداخل المقبول سيكون 42,35 dBμV/m طبقاً للمعادلة أدناه، عندما يكون هناك جهاز WPT متنقل يعمل على مسافة 10 m بعيداً عن هوائي المستقبل Loran-C.

معادلة الحد الأقصى للضوضاء المقبولة عند المستقبل Loran-C:

$$\text{مستوى التداخل} - \text{دلتا الكسب} + \text{مستوى الحماية} = \text{dB}\mu\text{V/m } 42,35 = 20 + 11,73 - 34,08$$

## النموذج رقم 2 - سيناريو مصدر التداخل الوحيد

يتضمن الجدول 18 معلمات الدخول ونتائج المحاكاة لسيناريو مصدر التداخل الوحيد للنموذج رقم 2. وتظهر نتائج المحاكاة أمد الجهاز WPT الذي تبلغ شدة مجاله E القيمة 34,08 dBμV/m، ينبغي وضعه على مسافة أبعد من 5,37 m من هوائي المستقبل Loran-C للحفاظ على المستوى الأدنى للإشارة على مسافة التغطية القصوى البالغة 2 400 km.

الجدول 18

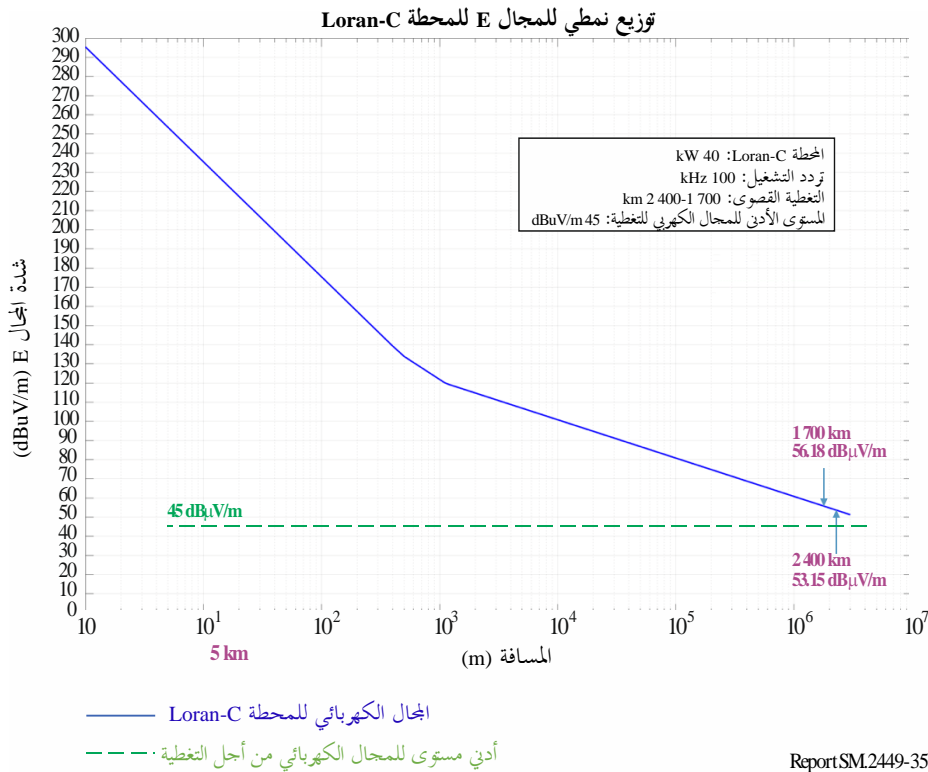
النموذج رقم 2 للمستقبل Loran-C - مصدر تداخل وحيد

المعلمة	القيمة
شدة المجال E للجهاز WPT على مسافة 300 m (dB $\mu$ V/m)	15-
شدة المجال E للجهاز WPT على مسافة 10 m (dB $\mu$ V/m)	44,08
خسارة اختراق المبنى (dB)	10
شدة المجال E للجهاز WPT على مسافة 10 m (dB $\mu$ V/m) مع خسارة اختراق المبنى	34,08
التغير، دلتا، في كسب الهوائي للإشارة المطلوبة والجهاز WPT المسبب للتداخل (dB)	11,73-
نسبة الحماية (dB)	20
مستوى الإشارة الواجب حمايتها (dB $\mu$ V/m) على أساس مسافة حماية 10 m	42,35
التغطية لمستوى الإشارة الواجب حمايتها (km) على أساس مسافة حماية 10 m	8355
مسافة الحماية (m) - على أساس مسافة تساوي 1 700 km	4,51
مسافة الحماية (m) - على أساس مسافة تساوي 2 400 km	5,37

والشكل 35 عبارة عن البيانات المجمعة لسيناريو مصدر التداخل الوحيد للنموذج رقم 2. ويصور الشكل نتائج مسافات الحماية الواردة في الجدول 18.

الشكل 35

النموذج رقم 2 لدراسة الأثر للمستقبل Loran-C - مصدر تداخل وحيد

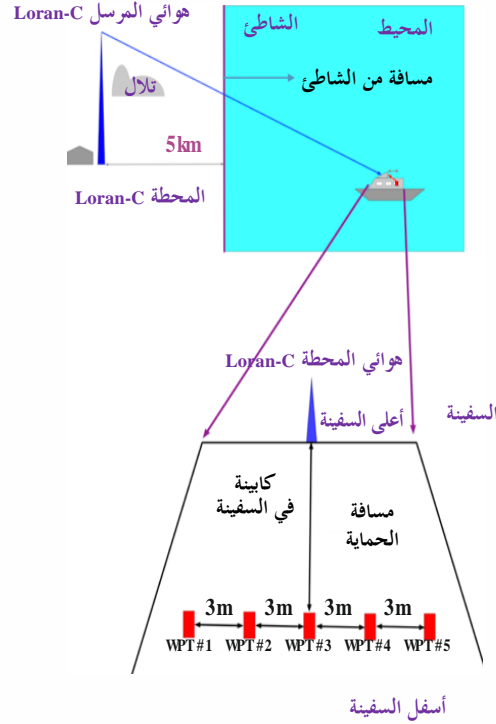


النموذج رقم 2 - السيناريو المجمع

يفترض في هذا السيناريو، أن هناك 5 أجهزة WPT متنقلة تعمل في نفس الوقت تحت سطح السفينة على مسافة فصل فيما بينها تساوي 3 m، كما هو مبين في الشكل 36. وترد في الجدول 19 معلمات الدخل للسيناريو المجمع هذا.

## الشكل 36

## النموذج رقم 2 للمستقبل Lorán-C - السيناريو المجمع



Report SM.2449-36

## الجدول 19

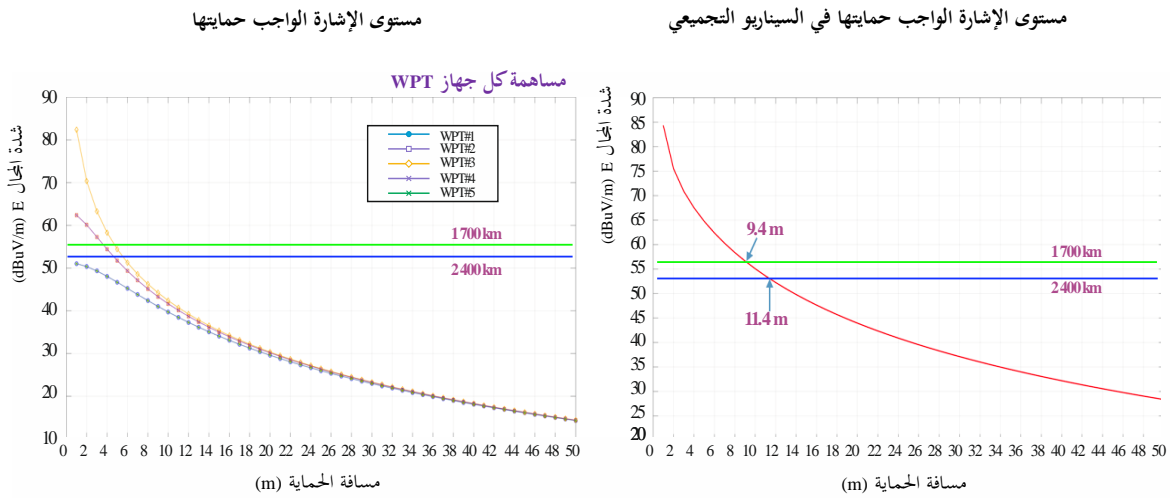
## النموذج رقم 2 للمستقبل Lorán-C - السيناريو المجمع

القيمة	المعلومات
5	عدد أجهزة WPT النشطة
15-	شدة المجال E للجهاز WPT على مسافة 300 m ( $\text{dB}\mu\text{V/m}$ )
44,08	شدة المجال E للجهاز WPT على مسافة 10 m ( $\text{dB}\mu\text{V/m}$ )
10	خسارة اختراق المبنى (dB)
34,08	شدة المجال E للجهاز WPT على مسافة 10 m مع خسارة اختراق المبنى
11,73-	التغير، دلتا، في كسب الهوائي للإشارة المطلوبة والجهاز WPT المسبب للتداخل (dB)
20	نسبة الحماية (dB)
8355	التغطية لمستوى الإشارة الواجب حمايتها (km) على أساس مسافة حماية 10 m
56,18	مستوى الإشارة الواجب حمايتها على مسافة 1 700 km ( $\text{dB}\mu\text{V/m}$ )
9,4	مسافة الحماية المطلوبة (m) لتغطية 1 700 km
53,13	مستوى الإشارة الواجب حمايتها على مسافة 2 400 km ( $\text{dB}\mu\text{V/m}$ )
11,4	مسافة الحماية المطلوبة (m) لتغطية 2 400 km

الشكل 37 عبارة عن البيانات المجمعة للسيناريو المجمع للنموذج رقم 2. ولعدم التأثير على المستقبل Lorán-C عند التغطية القصوى 2 400 km، ينبغي إبقاء أقرب جهاز WPT من هوائي المستقبل Lorán-C على مسافة 11,4 m من المستقبل.

الشكل 37

النموذج رقم 2 لدراسة الأثر للمستقبل Loran-C - مستوى الإشارة المجمعة



3.4.5 ملخص النتائج

لا يتأثر المستقبل Loran-C في سيناريو النموذج رقم 1 عندما تكون أجهزة الشحن المتنقلة WPT على الشاطئ على البر. وبالنسبة لسيناريو مصدر التداخل الوحيد للنموذج رقم 2، لا يتأثر المستقبل Loran-C بجهاز شحن الجهاز المتنقل WPT الموجود على متن السفينة عند وضع الجهاز بعيداً عن هوائي المستقبل Loran-C بمسافة 4,51 m عند المدى الأقصى لتغطيته البالغ 1 700 km، وبمسافة 5,37 m عندما تبلغ مسافة التغطية القصوى المرغوبة 2 400 km. وفي السيناريو المجمع للنموذج رقم 2، لا يتأثر المستقبل Loran-C بالأجهزة WPT المتنقلة الموجودة على متن السفينة عندما يكون أقرب جهاز على مسافة 9,4 m من هوائي المستقبل Loran-C عند المدى الأقصى لتغطيته البالغ 1 700 km، وعلى مسافة 11,4 m عندما تبلغ مسافة التغطية القصوى المرغوبة 2 400 km.

5.5 دراسة أثر التطبيقات الحثيثة اللاحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً من خدمة الملاحة الراديوية للطيران

1.5.5 معلمات المحاكاة

تحدد الفقرة (2) من الجزء 31.15 من الباب 47 من مدونة اللوائح الفيدرالية في الولايات المتحدة متطلبات القياس لأجهزة التردد الراديوي العاملة في المجال القريب. وبعد تطبيق عامل الاستكمال الخارجي المطلوب طبقاً للجنة الفيدرالية للاتصالات والبالغ 40 dB لكل عقد على القيمة -15 dBuV/m على مسافة 300 m، فإن الحد على الأجهزة اللاحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً يكون 44,08 على مسافة 10 m. وقد استخدمت النمذجة من أجل الانتشار في المجال القريب. ووفر الفريق المسؤول بقطاع الاتصالات الراديوية الأساس لتحليل الأثر، على النحو الوارد في الجدول 20 أدناه.

الجدول 20

حد التداخل المسموح به في أجهزة التحديد الأوتوماتي للاتجاه (ADF)/المناورات غير الاتجاهية (NDB)

الخدمات	مدى التردد (kHz)	عرض نطاق المستقبل NDB/ADF (kHz)	حد التداخل المسموح به (dBuV/m)
الملاحة الراديوية للطيران	535-130	2,7	21,9

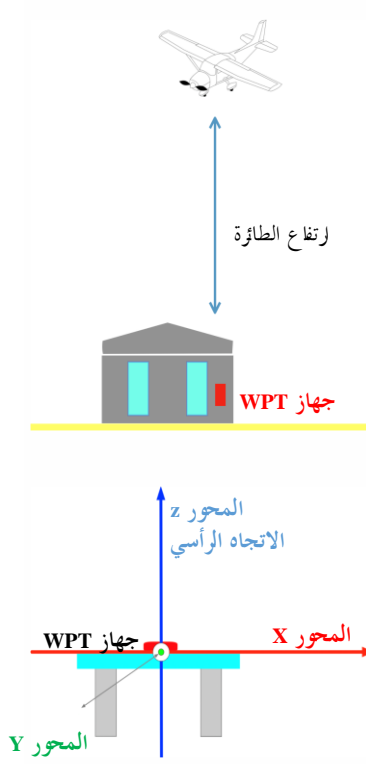
## 2.5.5 سيناريوهات ونتائج المحاكاة

## 1.2.5.5 سيناريو مصدر التداخل الوحيد

في سيناريو مصدر التداخل الوحيد، يوضع جهاز WPT وحيد داخل مبنى مع وضع طائرة أعلى المنطقة خارج المبنى مباشرةً.

الشكل 38

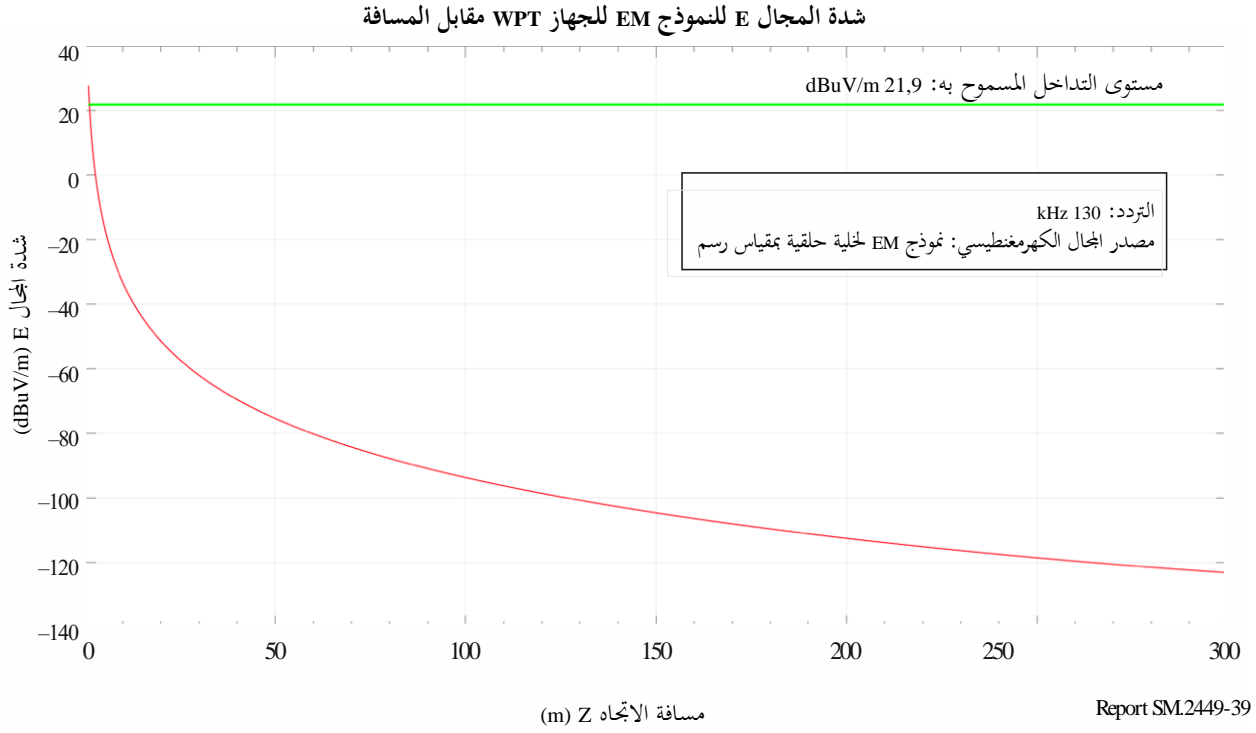
سيناريو مصدر التداخل الوحيد



Report SM.2449-38

الشكل 39

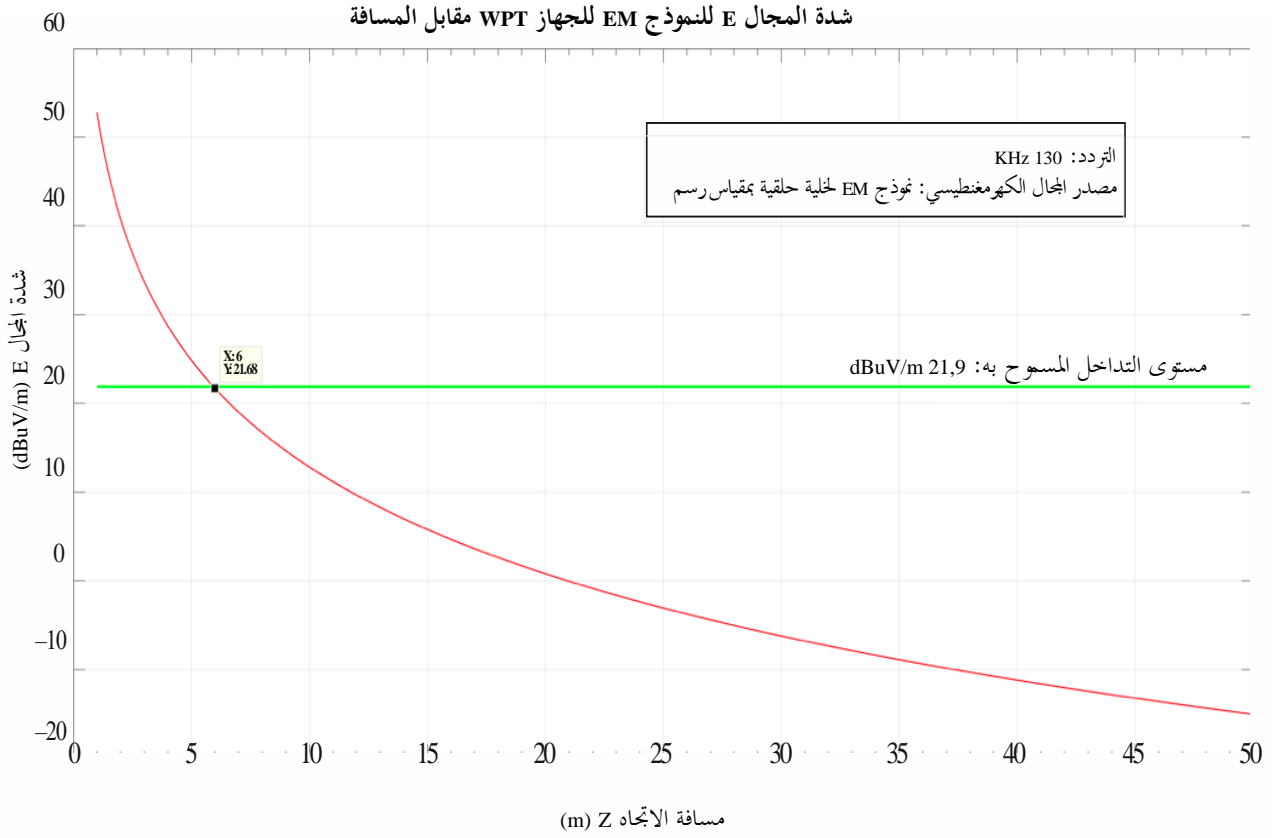
شدة المجال E لمصدر التداخل الوحيد مقابل الارتفاع فوق مستوى سطح الأرض (m)





## الشكل 40

شدة المجال E لمصدر التداخل الوحيد مقابل الارتفاع فوق مستوى سطح الأرض (m) (مع التكبير)



Report SM.2449-40

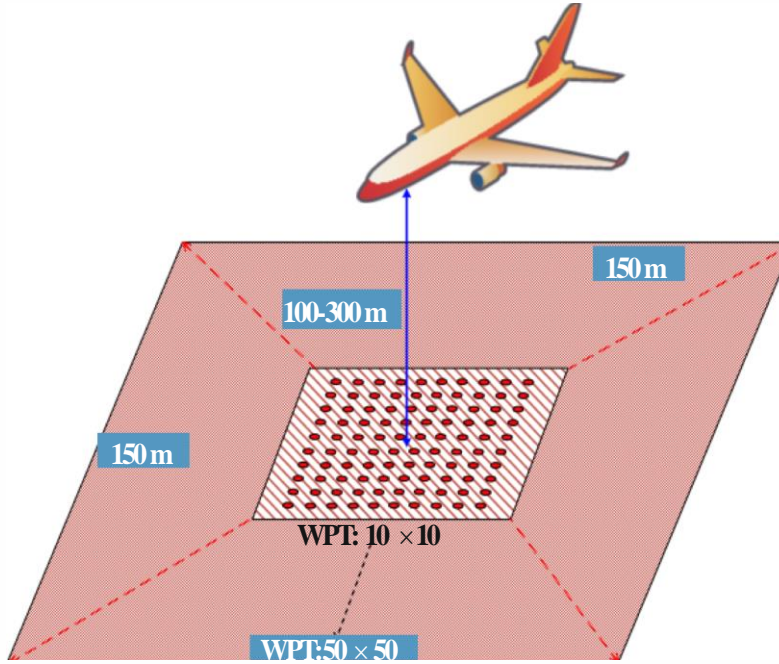
### الخلاصة لسيناريو مصدر التداخل الوحيد

تشير النتائج الخاصة بسيناريو مصدر التداخل الوحيد إلى أن الأثر على مستقبل جهاز التحديد الأوتوماتي للاتجاه أقل من العتبة لمسافة أقل من 6 m. ولم تؤخذ في الاعتبار في الحسابات خسارة الأسقف والأرضيات. ومن شأن مراعاة هذه الخسارة أن يخفض أكثر من أثر التداخل الناجم عن أجهزة إرسال الطاقة لاسلكياً على مستقبل جهاز التحديد الأوتوماتي للاتجاه.

### 2.2.5.5 السيناريو المجمع

يفترض السيناريو المجمع وجود أجهزة WPT مفصولة عن بعضها بمسافة 3 m داخل مربع طول ضلعه 150 m. ويمثل ذلك صفيفاً من 50 × 50 جهازاً WPT. وتحاكي مستويات النشاط المختلفة. وتتم محاكاة ارتفاعي طائرتين 100 m و 300 m. وكمراجع، يبلغ الارتفاع الأدنى الآمن في الولايات المتحدة 500 قدم (150 m تقريباً) فوق كتل مائية مفتوحة أو مناطق كثيفة السكان و 1 000 قدم (300 m تقريباً) فوق المناطق الحضرية، على التوالي، ويوضع هوائي مستقبل جهاز التحديد الأوتوماتي للاتجاه الخاص بالطائرة فوق مركز المربع. وتجمع المجالات المشعة باستخدام التجميع الاتجاهي.

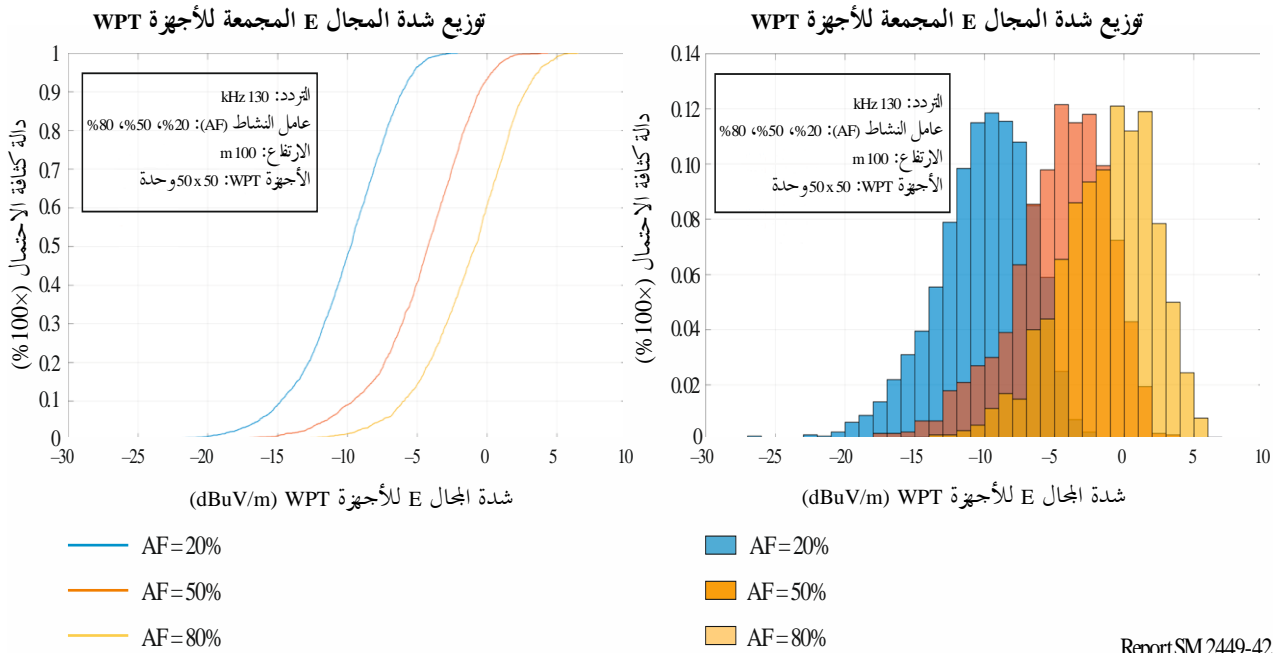
الشكل 41  
تصور السيناريو المجمع



Report SM.2449-41

ويعرض الشكل 42 النتائج لارتفاع للطائرة يبلغ 100 m.

الشكل 42  
توزيع المجال المجمع من الأجهزة WPT (ارتفاع الطائرة 100 m)



Report SM.2449-42

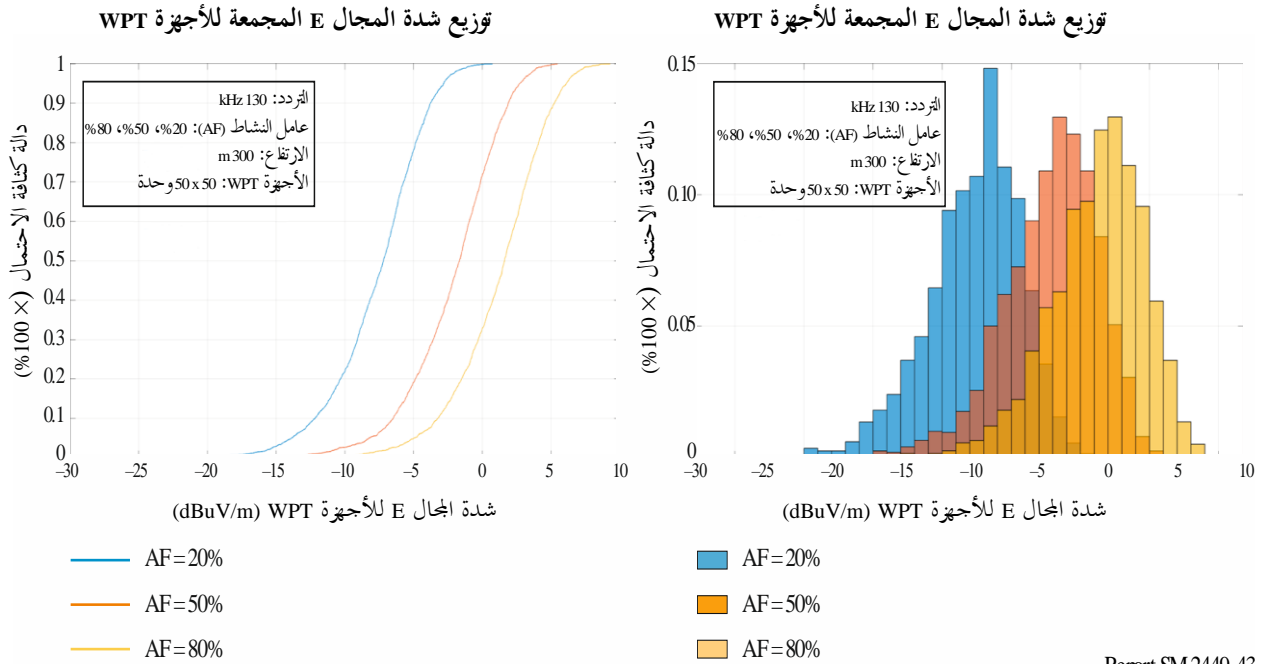
الهامش/الفجوة (dB)	التداخل الأقصى المسموح به (dB $\mu$ V/m)	الانحراف المعياري	المتوسط (dB $\mu$ V/m)	المجال الأقصى (dB $\mu$ V/m)	عامل النشاط
24,0	21,9	3,4	10,2-	2,1-	%20
17,5	21,9	3,6	4,7-	4,4	%50
15,4	21,9	3,5	1,3-	6,5	%80

### الخلاصة لارتفاع الطائرة البالغ 100 m

أظهرت المحاكاة أن شدة المجال القصى المحسوبة حتى عند عامل نشاط 80% أقل من التداخل الأقصى المسموح به بمقدار 15,4 dB. ولم تدرج خسارة اختراق الأسطح أو الأرضيات في المحاكاة، بيد أنها ستخفض أكثر من تأثير التداخل الناجم عن الأجهزة WPT على أجهزة التمديد الراديوي للاتجاه ويعرض الشكل 43 النتائج لارتفاع للطائرة يبلغ 300 m.

### الشكل 43

### توزيع المجال المجمع من الأجهزة WPT (ارتفاع الطائرة 300 m)



Report SM.2449-43

الهامش/الفجوة (dB)	التداخل الأقصى المسموح به (dB $\mu$ V/m)	الانحراف المعياري	المتوسط (dB $\mu$ V/m)	المجال الأقصى (dB $\mu$ V/m)	عامل النشاط
46,2	21,9	3,4	32,7-	24,3-	%20
41,4	21,9	3,4	27,1-	-19,5	%50
37,6	21,9	3,5	23,8-	15,7-	%80

### الخلاصة لارتفاع الطائرة البالغ 300 m

أظهرت المحاكاة أن شدة المجال القصى المحسوبة حتى عند عامل نشاط 80% أقل من التداخل الأقصى المسموح به بمقدار 37,6 dB. ولم تدرج خسارة اختراق الأسطح أو الأرضيات في المحاكاة، بيد أنها ستخفض أكثر من تأثير التداخل الناجم عن الأجهزة WPT على أجهزة التمديد الأوتوماتي للاتجاه.

### 3.5.5 ملخص النتائج

أظهرت عملية المحاكاة تلك أن المجال E لأجهزة الشحن WPT للأجهزة المتنقلة والمحمولة لا تؤثر على استقبال إشارات الأجهزة ADF/المنارات NDB. ولم تدرج في الحسابات/المحاكاة خسارة اختراق الأسطح أو الأرضيات، بيد أنها ستخفض أكثر من تأثير التداخل الناجم عن الأجهزة WPT على الأجهزة ADF.

## 6 الخلاصة

استخدمت النمذجة والقياسات للانبعاثات لتحليل الأثر من الأجهزة WPT الخاصة بشحن الأجهزة المتنقلة والمحمولة على خدمات الاتصالات الراديوية. ويحلل التقرير أثر التداخل على الإذاعة AM والأجهزة الراديوية والملاحة الراديوية للطيران (الأجهزة ADF/المنارات NDB). والأجهزة WPT المستخدمة في شحن الأجهزة المتنقلة والمحمولة العاملة في مدى التردد 100-148,5 kHz، يحتاج إلى مسافة فصل مناسبة من مستقبلات خدمات الاتصالات الراديوية من أجل تفادي التسبب في تداخلات. وبالنسبة للإذاعة AM، أظهرت دراسة أن مسافة الفصل المطلوبة تبلغ 2,3 m بينما أشارت دراسات أخرى إلى أن مسافة الفصل المطلوبة ربما تكون أكبر. وبالنسبة لخدمة الهواة تتراوح هذه المسافة بين 3,15 و 40,8 m حسب السيناريو المفترض. وبينت الدراسات بالنسبة لخدمة الملاحة الراديوية للطيران (الأجهزة ADF/المنارات NDB) أن مسافة الفصل المطلوبة أقل بكثير من ارتفاعات الطيران الآمن الدنيا (المشار إليها في الفقرة 2.2.5.5).

## الملحق 1

### المراجع

عنوان وثيقة قطاع الاتصالات الراديوية	وثيقة قطاع الاتصالات الراديوية ورقمها
	اتفاق الحطة الإقليمية GE75
منحنيات انتشار الموجة الأرضية للترددات ما بين 10 kHz و 30 MHz	التوصية ITU-R P.368-7
الضوضاء الراديوية	التوصية ITU-R P.372
قياس سوية توتر ضوضاء التردد السمعي في الإذاعة الصوتية	التوصية ITU-R BS.468
التشكيل المتعارض الأيونوسفيري في الإذاعة بالموجات الكيلومترية (LF) والموجات الهكثومترية (MF)	التوصية ITU-R BS.498
التأثيرات الأيونوسفيرية ومشاكل التشغيل المرتبطة بالتعديل الصناعي للأيونوسفير وقناة الموجات الراديوية	التوصية ITU-R P.532
القياس الموضوعي لنسب حماية التردد الراديوي في الإذاعة على الترددات LF و MF و HF	التوصية ITU-R BS.559
نسب حماية التردد الراديوي في الإذاعة على الموجات الكيلومترية (LF) والهكثومترية (MF) الديكامترية (HF)	التوصية ITU-R BS.560
تعريفات الإشعاع في الإذاعة على الترددات LF و MF و HF	التوصية ITU-R BS.561

وثيقة قطاع الاتصالات الراديوية ورقمها	عنوان وثيقة قطاع الاتصالات الراديوية
التوصية ITU-R M.589	الخصائص التقنية لطرائق إرسال المعطيات والحماية من التداخل في خدمات الملاحة الراديوية العاملة في نطاقات التردد بين 70 و 130 kHz
التوصية ITU-R BS.638	المفردات والتعريفات المستعملة في تخطيط الترددات من أجل الإذاعة الصوتية
التوصية ITU-R BS.639	عرض النطاق الضروري للإرسال في الإذاعة بالموجات الكيلومترية والهكثومترية والديكامترية
التوصية ITU-R BS.703	خصائص المستقبلات المرجعية الخاصة بالإذاعة الصوتية بتشكيل الاتساع (AM) لأغراض التخطيط
التوصية ITU-R M.823	الخصائص التقنية للإرسال التفاضلي في الأنظمة العالمية للملاحة الساتلية انطلاقاً من منارات راديوية بحرية في نطاق التردد 315-283,5 kHz (الإقليم 1) و 325-285 kHz (الإقليمان 2 و 3)
التوصية ITU-R SM.1056	تقييد الإشعاع الصادر عن التجهيزات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)
التوصية ITU-R P.1147	التنبؤ بشدة مجال الموجة الأيونوسفيرية عند ترددات بين 150 و 1700 kHz تقريباً
التوصية ITU-R P.1321	عوامل الانتشار التي تؤثر في الأنظمة التي تستعمل تقنيات التشكيل الرقمي في نطاقات الموجات الكيلومترية (LF) والهكثومترية (MF)
التوصية ITU-R BS.1348	متطلبات الخدمة للإذاعة الصوتية الرقمية عند ترددات تحت 30 MHz
التوصية ITU-R BS.1386	خصائص ومخططات هوائيات الإرسال على الموجات الكيلومترية (LF) والموجات الهكثومترية (MF)
التوصية ITU-R BS.1387	طريقة القياسات الموضوعية لنوعية الصوت المسموع
التوصية ITU-R BS.1514	نظام للإذاعة الصوتية الرقمية في نطاقات الإذاعة تحت 30 MHz
التوصية ITU-R M.1732-2	خصائص الأنظمة العاملة في خدمة الهواة وخدمة الهواة الساتلية لأغراض دراسات التقاسم
التوصية ITU-R BS.1895	معايير الحماية من أجل الأنظمة الإذاعية للأرض
التوصية ITU-R SM.1896	مَدَيَات الترددات الموصى باستخدامها لتنسيق تشغيل أجهزة الاتصال الراديوي قصيرة المدى على أساس عالمي أو إقليمي
التوصية ITU-R SM.2028	حساب مسافة الحماية بين الأنظمة الحثية وخدمات الاتصالات الراديوية التي تستعمل ترددات تحت 30 MHz
التوصية ITU-R SM.2103	التنسيق العالمي لفئات الأجهزة قصيرة المدى (SRD)
التوصية ITU-R SM.2110	مديات التردد من أجل تشغيل إرسال الطاقة اللاحمية لاسلكياً للمركبات الكهربائية
التقرير ITU-R BS.401	هوائيات الإرسال في الإذاعة على الموجات الكيلومترية (LF) والهكثومترية (MF) والديكامترية (HF)
التقرير ITU-R BS.458	خصائص الأنظمة في الإذاعة على الموجات الكيلومترية (LF) والهكثومترية (MF) والديكامترية (HF)
التقرير ITU-R SM.2057	الدراسات المتعلقة بتأثير الأجهزة التي تستعمل تكنولوجيا النطاق فائق العرض على خدمات الاتصالات الراديوية.
التقرير ITU-R SM.2153	المعلومات التقنية والتشغيلية واستعمال الطيف لأجهزة الاتصال الراديوي قصيرة المدى
التقرير ITU-R SM.2154	تقنيات قياس الدرجة التي تشغل بها أجهزة الاتصالات الراديوية قصيرة المدى الطيف الترددي
التقرير ITU-R SM.2179	قياس أجهزة الاتصالات الراديوية قصيرة المدى
التقرير ITU-R SM.2180	تأثير التجهيزات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) على خدمات الاتصالات الراديوية
التقرير ITU-R SM.2210	أثر الإرسالات من الأجهزة قصيرة المدى على خدمات الاتصالات الراديوية
التقرير ITU-R SM.2303	إرسال القدرة لاسلكياً باستعمال تكنولوجيا غير حزم التردد الراديوي

## الملحق 2

## المختصرات

المصطلح	الشرح
ADC	محول من تماثلي لرقمي ( <i>Analogue digital converter</i> )
ADF	جهاز التحديد الأتوماتي للاتجاه ( <i>Automatic direction finder</i> )
AM	تشكيل الاتساع ( <i>Amplitude modulation</i> )
BBC	هيئة الإذاعة البريطانية ( <i>British Broadcasting Corporation</i> )
BW	عرض النطاق ( <i>Bandwidth</i> )
FCC	اللجنة الفيدرالية للاتصالات ( <i>Federal Communications Commission</i> )
NDB	منار غير اتجاهي ( <i>Non-directional beacon</i> )
EV	مركبة كهربائية ( <i>Electric vehicle</i> )
ISM	التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية ( <i>Industrial, scientific, and medical (applications)</i> )
LF	التردد المنخفض ( <i>Low frequency</i> )
WPT	إرسال الطاقة لاسلكياً ( <i>Wireless power transmission</i> )

---