التقـــرير ITU-R RS.2096

تقاسم الخدمات الثابتة والمتنقلة وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) لنطاق التردد GHz 10,68-10,6

(2007)

جـــدول المحتـــويات

الصفحة

1 مقدمة 2

2 خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) 2

1.2 التطبيقات 2

2.2 معلَمات المحاسيس المنفعلة 2

3.2 معايير التداخل المسموح به 5

4.2 تداخل التردد الراديوي حالياً في النطاق GHz 10,68-10,6 5

3 معلَمات الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة 6

1.3 الخدمة الثابتة 6

2.3 الخدمة المتنقلة (MS) 8

4 دراسات المحاكاة 8

1.4 منهجية عامة للمحاكاة 8

2.4 دراسة المحاكاة رقم 1 9

1.2.4 أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة 11

2.2.4 أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى عدة نقاط 14

3.4 دراسة المحاكاة رقم 2 17

4.4 دراسة المحاكاة رقم 3 19

1.4.4 أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى عدة نقاط 19

2.4.4 أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة 21

3.4.4 الأنظمة المتنقلة 23

5.4 دراسة المحاكاة رقم 4 24

1.5.4 أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة 24

2.5.4 الأنظمة المتنقلة 27

6.4 موجز نتائج دراسات التقاسم 31

5 نهج التخفيف 37
1.5 خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (المنفعلة) 37
2.5 الخدمة الثابتة 38
3.5 الخدمة المتنقلة 41
6 الخلاصة 41
7 وثائق قطاع الاتصالات الراديوية الداعمة 42

1 مقدمة

الغرض من هذا التقرير هو تلخيص نتائج الدراسات المتعلقة بتقاسم الخدمات الثابتة والمتنقلة وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (المنفعلة) لنطاق التردد GHz 10,68-10,6.

2 خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة)

1.2 التطبيقات

ينطوي النطاق GHz 10,7-10,6 على أهمية خاصة لقياس المطر والثلج وحالة البحار والرياح المحيطية لأسطح المحيطات والأسطح البرية. ويعتبر نطاق التردد هذا مناسباً لجميع الأجواء لاستخدام الأنظمة متعددة الأطياف في تحديد خواص المواد السطحية.

- فوق الأسطح البرية، تعد القياسات التي تجرى في نطاق التردد GHz 10 مناسبة لتقدير الكتلة الأحيائية النباتية بمجرد معرفة مساهمة رطوبة التربة.
- فوق أسطح البحار، يعد النطاق GHz 10 كافياً لقياس سطح البحر وسرعة الرياح. وبوجه خاص، تعتبر القياسات في النطاق GHz 10 التي توفر قياسات لسرعة الرياح أساسية للحصول على معرفة دقيقة بدرجة حرارة سطح البحر باستخدام بيانات النطاق GHz 6 التي تعطي أفضل حساسية بالنسبة إلى درجة حرارة سطح البحر.

وهناك عدد من المحاسيس التي تستعمل بالفعل أو تخطط لاستعمال نطاق التردد هذا في هذه القياسات في المستقبل القريب. وهذه القياسات تشغيلية بالكامل (استعمال منتظم للبيانات واستمرارية في الخدمة ونواتج عديدة من البيانات القابلة للاستعمال) وتستعمل على صعيد عالمي. وتستعمل البيانات المسترجعة ويجري تبادلها بين هيئات الأرصاد الجوية في جميع المناطق. وتجدر الإشارة إلى أن المعلمات المسترجعة تستخلص في الأساس من مجموعة من القياسات التي تجرى على خمسة ترددات مرتبطة بينياً (6 و10 و18 و24 و36,5 GHz).

2.2 معلَمات المحاسيس المنفعلة

يلخِّص الجدول 1 معلَمات المحاسيس المنفعلة التي تقوم بالمسح المخروطي وتعمل أو ستعمَل في نطاق التردد GHz 10,68-10,6، كما يتضح في الشكل 1.

الجـــدول 1

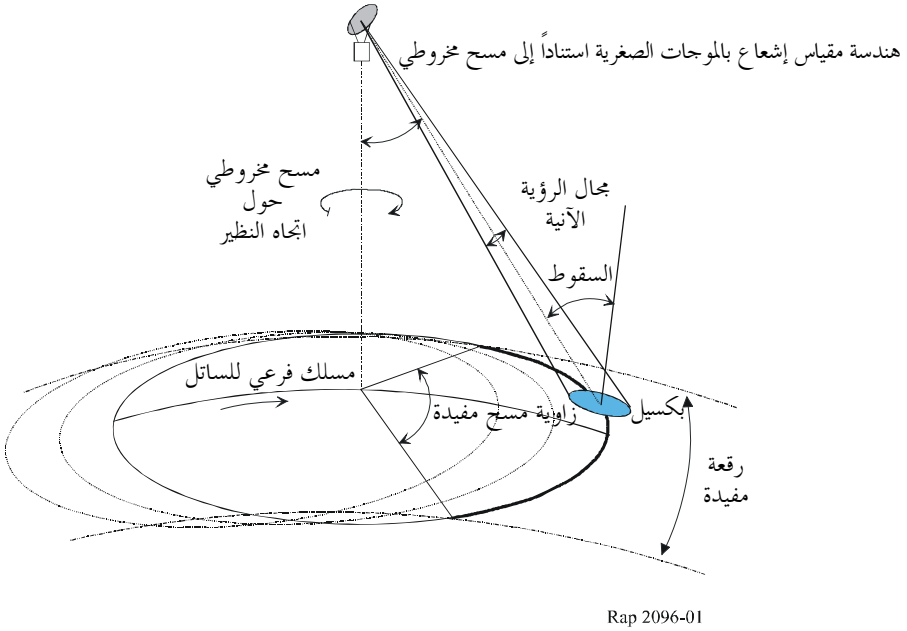
معلَمات المحاسيس المنفعلة

القناة GHz 10,7-10,6	المحساس 1 GHz 10	AMSR-E	CMIS
عرض نطاق القناة (MHz)	100	100	100
حجم البكسيل عبر المسلك (قطر البكسيل) (km)	56,7	27,5	42,9
زاوية الإزاحة للنظير أو زاوية نصف المخروط α (بالدرجات)	44,3	47,5	48,6
زاوية السقوط *i* في مركز آثار الأقدام (بالدرجات)	52	55	58,1
الاستقطاب	H، V	H، V	H، V، R، L
ارتفاع الساتل (km)	817	705	833
الحد الأقصى لكسب الهوائي (dBi)	36	42	45
قطر العاكس (m)	0,9	1,6	2,2
الرقعة المفيدة (km)	1 594	1 450	1 893
عرض حزمة الهوائي بنصف القدرة عند dB θ3 (بالدرجات)	2,66	1,4	1,02
معدل المسح بوحدات rpm (عدد اللفات في الدقيقة)	20	40	31,6

H: أفقي V: رأسي R: يمين L: يسار

الشـــكل 1

هندسة مقياس إشعاع بالموجات الصغرية استناداً إلى مسح مخروطي

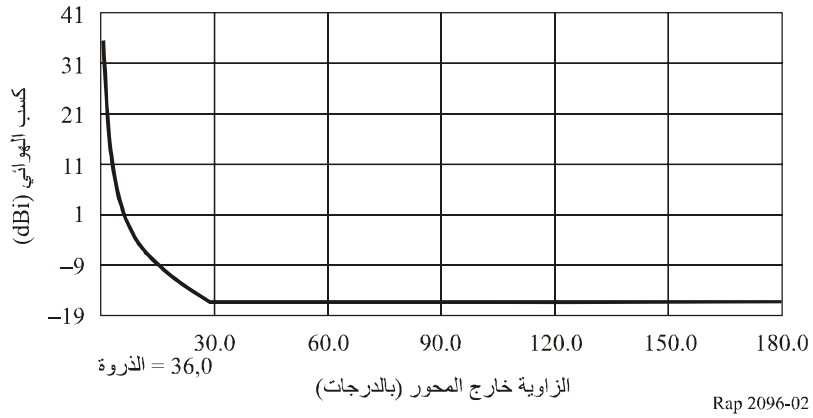


Rap 2096-01

تجري نمذجة هوائيات المحاسيس المنفعلة طبقاً للأشكال من 2 إلى 4 التالية.

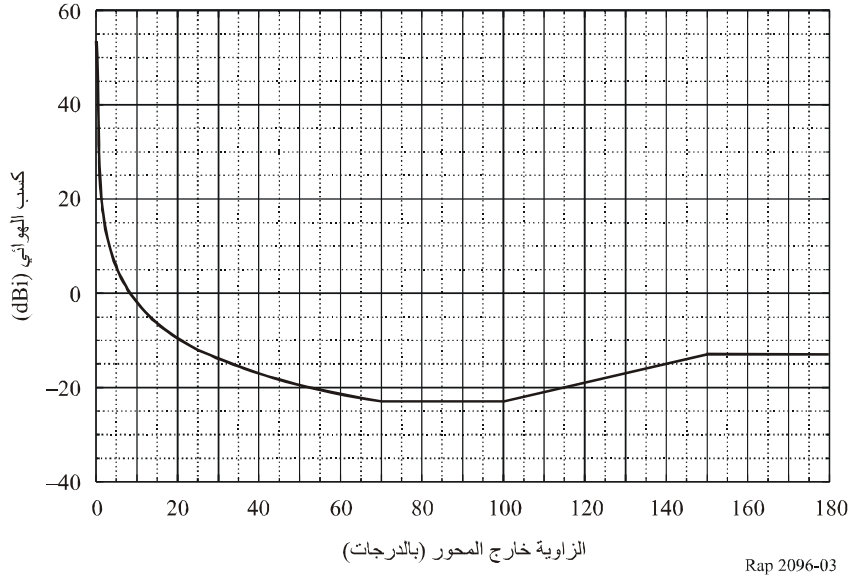
الشـــكل 2

مخطط كسب هوائي المحساس SENSOR-1 عند التردد GHz 10,6



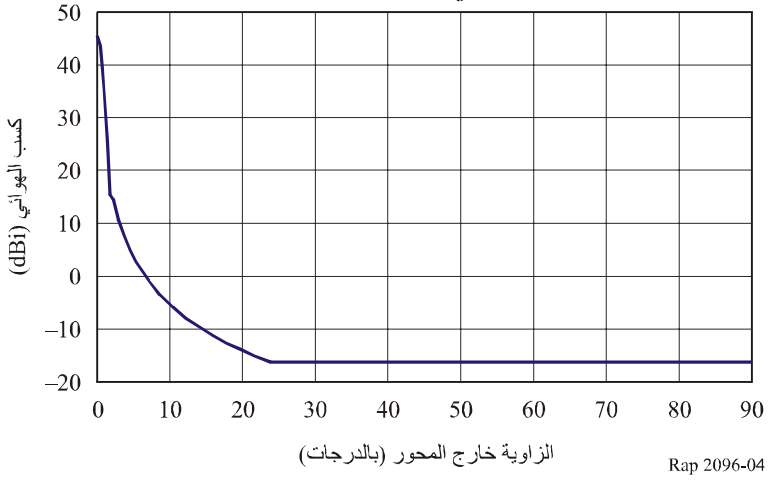
الشـــكل 3

مخطط كسب هوائي AMSR-E في التردد GHz 10,6



الشـــكل 4

مخطط كسب هوائي CMIS عند التردد GHz 10,6



3.2 معايير التداخل المسموح به

التوصية ITU-R RS.1029 – معايير التداخل للتحسس عن بُعد المنفعل بالسواتل – توصي بمستويات تداخل وعروض نطاقات مرجعية مسموح بها لأغراض الاستعمال في أي تقدير للتداخل أو في دراسات التقاسم. ومستويات التداخل المسموح بها لنطاق التردد 10,7-10,6 GHz هي –156 dBW، في عرض نطاق مرجعي يبلغ 100 MHz للمحاسيس المنفعلة الحالية و–166 dBW في عرض نطاق مرجعي يبلغ 100 MHz للمحاسيس المنفعلة المستقبلية التي ستكون أكثر حساسية من المحاسيس المنفعلة الجاري تشغيلها. ويتعلق الرقم الأول بشروط التقاسم في 2003 على وجه التقريب؛ أما الرقم الثاني فيتعلق بالاشتراطات العلمية القابلة للتحقيق من الوجهة التقنية من خلال المحاسيس في الفترة التالية التي تتراوح بين 5 و10 سنوات. وتبيِّن التوصية ITU-R RS.1029 أيضاً أن مستويات التداخل هذه لا ينبغي تجاوزها في مساحة تتعدى 0,1% من منطقة رؤية المحساس، والتي وُصِفت بأنها منطقة قياس مربع على الأرض مساحته 10 000 000 km^2، إلا إذا كانت ثمة مبرِّرات لغير لذلك.

4.2 تداخل التردد الراديوي حالياً في النطاق 10,68-10,6 GHz

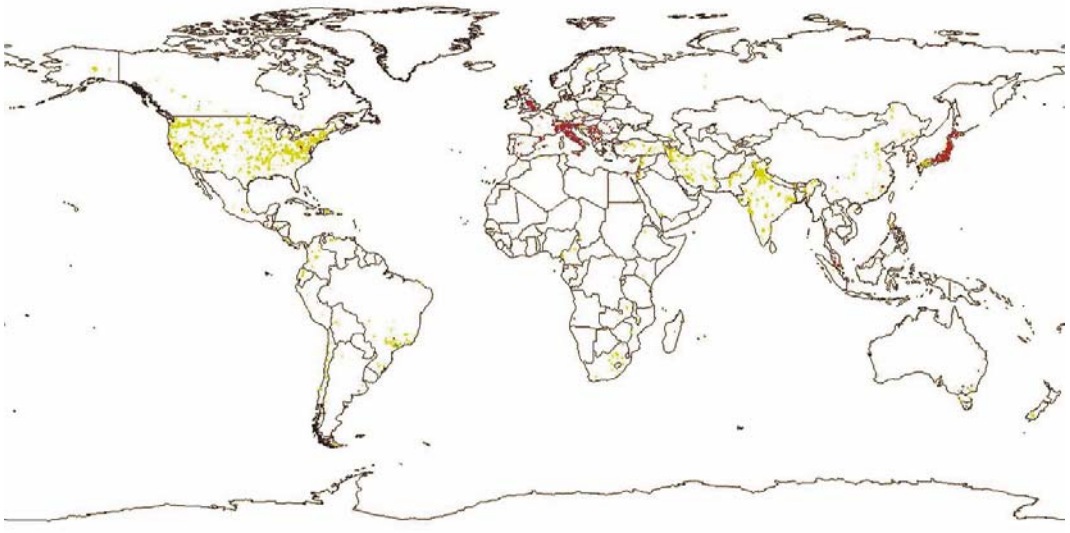
من منظور عام، تؤدي المستويات المنخفضة من التداخل المستقبلة عند دخل المحاسيس المنفعلة إلى انحطاط في عمليات تشغيل المحاسيس المنفعلة مع الإقرار بوجه خاص بأن المحاسيس لا يمكنها التمييز بين هذه الإشعاعات الطبيعية والإشعاعات الاصطناعية.

ومن ناحية أخرى، عندما تكون مستويات التداخل عالية جداً، بمقادير كبيرة مقارنة بالحساسية، فيمكن النظر إلى المستويات المقابلة المكتشفة على أنها غير طبيعية ومن ثم يجب إغفالها.

والشكل 5 عبارة عن صورة تركيبية للعالم تبين تداخل الترددات الراديوية (RFI) عند ترددات صغرية مختلفة مشتقة من بيانات شهر واحد لمحساس AMSR-E (أغسطس 2004) (اللون الأصفر للنطاق 7-6 GHz والأحمر للنطاق 10,6 GHz).

الشـــكل 5

تداخل الترددات الراديوية على محساس منفعل AMSR-E في نطاقي التردد 7-6 GHz و10,6 GHz



Rap 2096-05

ويستند هذا الشكل إلى تحليل لقياسات المحساس المنفعل في كلا الاستقطابين الأفقي والرأسي على السواء يستعمل فيهما معايير لفروق الاستقطاب السالب (أي الفرق بين الاستقطابين الأفقي والرأسي) تبلغ 5 K. ومن المسلم به في الواقع أن الاستقطاب السالب الذي يزيد عن 5 K لا يحدث إلا في هذا النمط من أطوال الموجات التي تحدث خلال الإرسالات الاصطناعية في الاستقطاب الأفقي.

وتجدر الإشارة إلى أن هذا الشكل يبين فقط صورة واحدة من صور التداخل (إرسالات باستقطاب أفقي) ولا يبين بشكل عام مدى كثافة التداخل غير المكتشف. وعلى ذلك من المناسب افتراض أن من المرجح أن نجد في تلك المناطق ذات التداخل RFI الكثيف الذي يمكن اكتشافه مناطق أكبر من التداخل غير المكتشف. ومع ذلك، فإن التداخل المكتشف هذا عند مستويات عالية يعتبر علامة على وجود مشكلة، وإن كان عدم وجود تداخل RFI مكتشف لا ينطوي بداهة على عدم وجود مشكلة.

وبالنسبة لمستوى التداخل المحتمل، ومع الإقرار بأن هذه الأرقام تمثل استقطابات سالبة أكبر من 5 K، يمكن افتراض أن التداخل وبصورة تقريبية سيكون على الأقل أكبر من القيمة 5 K هذه (تقابل −142 dBW/100 MHz).

وبالنظر إلى عتبة التداخل الحالية كما ترد في التوصية ITU-R RS.1029 (أي 166 dBW/100 MHz تقابل 0,02 K)، يتبين أن هذه التداخلات تكون فوق العتبة بمقدار 24 dB على الأقل.

وبالإضافة إلى ذلك، تنص التوصية ITU-R RS.1029 أيضاً على أنه بالنسبة للنطاق 10,6-10,7 GHz، يمكن تجاوز مستوى التداخل المسموح به في 0,1% من منطقة القياس التي تبلغ مساحتها 10 000 000 km^2. وبصورة تقريبية وبالنظر إلى المناطق الحالية المتأثرة، يمكن اكتشاف أن المناطق الأعلى تلوثاً بالتداخل تقابل 2,8%، حيث تتجاوز كثيراً معايير المساحة (0,1%)، وهو ما يؤكد أن هناك مناطق أخرى ملوثة غير مكتشفة وبالتالي غير داخلة في هذا التقدير.

وفي حالة تداخل كهذا، سيكون على نماذج المحاكاة أن تعمل على التغلب على المواقف التالية التي تؤدي إلى تنبؤات جوية غير سليمة:

- مستوى عال من التداخل، وبالتالي يكون مكتشفاً، حيث يجب إغفاله وإن كان ذلك سيؤدي إلى نقص في البيانات فوق منطقة معينة؛
- مستويات غير مكتشفة من التداخل، أكثر من التي يرجح حدوثها فوق منطقة كبيرة، حيث يؤدي ذلك إلى بيانات غير سليمة؛
- بيكسلات لا يوجد فيها تداخل أو يوجد تداخل أقل من العتبة الواردة في التوصية ITU-R RS.1029، ومن ثم تقدم بيانات سليمة،

وتجدر الإشارة إلى أن الحالتين الأخيرتين لن يتم تمييزهما.

3 معلَمات الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة

1.3 الخدمة الثابتة

يقدم الجدولان 2 و3 معلمات لأنظمة في الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة (P-P) ومن نقطة إلى عدة نقاط (P-MP)، على التوالي، والتي جرى تناولها في دراسات التوافق هذه.

ويستعمل النطاق 10,6-10,68 GHz في فرنسا في التجهيزات اللاسلكية الثابتة فقط في حالة تمزق وصلات التوصيل والإصلاح لوصلات الخدمة الثابتة في النطاقات الأخرى. ومن ثم فإن هذا الاستعمال يعتبر محدوداً ومؤقتاً. ويقدم العمود الأخير في الجدول 2 خصائص وصلات الطوارئ هذه في الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة.

الجـــدول 2

معلَمات تشغيل تجهيزة وصلة ثابتة من نقطة إلى نقطة في النطاق GHz 10,68-10,6

المصدر	التوصية ITU-R RS.1029			مساهمات الإدارات	
التشكيل	128-TM			ASK، PESKY	ASK، PESKY 4-
حالة محاكاة الخدمة الثابتة[1]	1	2	3	4	5	6
السعة (Mbit/s)	3,1	12,4	24,7	8	16	34
مباعدة القنوات (MHz)	0,8	2,5	5	7	14	14
عدد القنوات/80 MHz	100	32	16	12	6	6
كسب الهوائي (الأقصى) (dBi)	51	51	51	49	49	36-45
خسارة المغذي/معدد الإرسال (الحد الأدنى) (dB)	0	0	0	0	0	4
نمط الهوائي	طبقي	طبقي	طبقي	طبقي	طبقي	طبقي
القدرة القصوى لخرج المرسل (dBW)	3–	3–	3–	[2]2–	[2]2–	7–
القدرة e.i.r.p (القصوى) (dBW)	[2]48	[2]48	[2]48	[2]47	[2]47	34
عرض النطاق IF للمستقبل (MHz)	0,8	2,5	5	7	14	20,4
عامل ضوضاء المستقبل (dB)	4	4	4	3	3	8
الضوضاء الحرارية للمستقبل (dBW)	141–	136–	133–	132,5–	129,5–	113–
مستوى الدخل الاسمي للمستقبل (dBW)	60–	60–	60–	60–	60–	68–
مستوى دخل المستقبل عند معدل خطأ في البتات يبلغ 1×10^{-3} (dBW)	110–	104–	101–	117–	114–	108–

[1] يستعمل هذا المدخل كمرجع فيما بعد في هذا التقرير عند وصف بعض دراسات المحاكاة.

[2] باستثناء بعض البلدان المحددة، يحدد الرقم 482.5 من لوائح الراديو القدرة e.i.r.p بالقيمة 40 dBW وقدرة المرسل بالقيمة 3– dBW في حالة عدم وجود اتفاق بموجب الرقم 21.9 من لوائح الراديو. وسينتج عن عمليات المحاكاة التي تجري باستعمال حدود القدرة الواردة في الرقم 482.5 من لوائح الراديو مستويات تداخل تكون أقل بمقدار 7-8 dB من تلك المبينة في الشكل 7.

الجـــدول 3

معلَمات تشغيل تجهيزة وصلة ثابتة من نقطة إلى عدة نقاط في النطاق GHz 10,68-10,6

المعلَمات	المحطة المركزية (المحورية)	المحطة الطرفية للعميل
التشكيل	تشكيل رباعي بزحزحة الطور (QPSK)	
أسلوب النفاذ	تعدد الإرسال بتقسيم زمني (TDM)	
عرض النطاق/الموجة الحاملة	MHz 3,5	MHz 3,5
نمط الهوائي	هوائي قطاعي	طبقي
كسب الهوائي (dBi)	13، الفص الخلفي 10– dBi	19-26
عرض حزمة الهوائي	°120	°7–°12
عدد الموجات الحاملة النشيطة/القطاع	5	5
عدد القطاعات	3	–
طول المسير (km)[1]	0,1-10	
أقصى قدرة إرسال لكل موجة حاملة (dBW)	10–	10–
التحكم في القدرة	لا	نعم
خسارة تغذية خط نظام الاستقبال (dB)	0	0
مستوى الدخل الاسمي للمستقبل/الموجة الحاملة (dBW)	110–	110–

[1] يحتمل وجود أطوال لمسيرات تزيد عن 10 km وذلك حسب عوامل الحجب البيئية.

تُنشر الأنظمة من نقطة إلى عدة نقاط في هذا النطاق على نطاق واسع في المناطق الحضرية وشبه الحضرية وقليل جداً منها، إن وجدت، في المناطق الريفية. وطبقاً لترتيبات فدرات الترددات الراديوية الواردة في التوصية ITU-R F.1568، أي خمس أزواج من الفدرات، يتراكب اثنان منها مع النطاق GHz 10,68-10,6 ونصف قطر خلية نفاذ لاسلكي يصل إلى km 10، يمكن توقع شبكتان نفاذ لاسلكي على الأكثر تعملان في منطقة حضرية/شبه حضرية رئيسية معينة. وطبقاً لترتيبات قناة التردد الراديوي، يمكن أن يكون لكل فدرة عرض نطاق يصل إلى 25 أو 30 MHz. وعلاوة على ذلك، يمكن أن يكون الحد الأقصى لعدد المحطات الطرفية في حدود 300 محطة. ولن تقوم المحطات الطرفية والمحطات المحورية لهذه الأنظمة بالإرسال معاً في النطاق GHz 10,68-10,6، على أساس أن غالبية الأنظمة من نقطة إلى عدة نقاط تستخدم على الأرجح تقنيات الإرسال المزدوج بتقسيم الترددات (FDD).

وتكون قيم كسب وعرض حزمة الهوائي للمحطات الطرفية من نقطة إلى عدة نقاط في هذا النطاق في حدود dBi 26-19 و12°إلى 7°، على التوالي. ويكون الارتفاع النمطي لهوائي محطة طرفية في هذا النطاق m 20 فوق مستوى الأرض (قواعد تثبيت أعلى الأسطح). ويترتب على هذا أن زاوية الإمالة لأسفل النمطية لهوائي المحطة المحورية تكون في حدود 4° أو أقل تحت المستوى الأفقي.

وتبعاً لذلك، هناك ثلاثة تشكيلات نشر محتملة من نقطة إلى عدة نقاط لأي منطقة حضرية/شبه حضرية:

- أن تعمل كل محطة من المحطتين المحوريتين في منطقة مدينة على فدرة تردد واحدة أو فدرتين ضمن عرض نطاق المحساس المنفعل.
- أن تعمل محطة محورية على فدرة تردد ضمن عرض نطاق المحساس المنفعل وتعمل نحو 150 محطة طرفية من محطات العملاء على فدرة التردد الأخرى.
- ألا تعمل أي محطة محورية على فدرات تردد ضمن عرض نطاق المحساس المنفعل في حين تعمل المحطات الطرفية للعملاء البالغ عددها 150 محطة المصاحبة لكل محطة محورية من المحطتين داخل نطاق المحساس المنفعل، بإجمالي 300 مرسل مسبب للتداخل لمنطقة المدينة.

وتتراوح قيم كسب الهوائي للمحطات الطرفية للعملاء من نقطة إلى عدة نقاط في هذا النطاق من 19 إلى dBi 26 وقيم عرض حزمة الهوائي بين 12° و7°. ويكون الارتفاع النمطي لهوائي المحطة الطرفية في هذا النطاق m 20 فوق مستوى الأرض (قواعد تثبيت فوق الأسطح). ويترتب على هذا أن زاوية الإمالة لأسفل النمطية لهوائي المحطة المحورية تكون في حدود 4° أو أقل تحت المستوى الأفقي.

2.3 الخدمة المتنقلة (MS)

ترد في الجدول 4 الخصائص التقنية للأنظمة المتنقلة العاملة في النطاق GHz 10,68-10,6. ويستخدم هذا النطاق على وجه خاص لوصلات الفيديو من نقطة إلى نقطة المؤقتة الموسمية (بما في ذلك تجميع الأخبار إلكترونياً والإذاعة التلفزيونية الخارجية والإنتاج الميداني الإلكتروني)، والتي يمكن اعتبارها جزء من الخدمة المتنقلة. ويلاحظ أن خصائص محطات الخدمة المتنقلة هذه تتشابه إلى حد كبير مع خصائص محطات الخدمة الثابتة المفترضة في عمليات المحاكاة الدينامية، وبناءً على ذلك، فإن من المفترض بوجه عام أن استنتاجات دراسات الخدمة الثابتة يمكن أن تنطبق على الخدمة المتنقلة.

4 دراسات المحاكاة

1.4 منهجية عامة للمحاكاة

تستخدم دراسات التقاسم هذه عمليات المحاكاة النموذجية الدينامية، بما يترتب عليها من نتائج وفقاً للتوصية ITU-R RS.1029، فيما يتعلق بالنسبة المئوية من مساحة منطقة قياس تزيد على 10 ملايين كيلومتر مربع يمكن أن يتم فيها تجاوز سوية قدرة التداخل المسموح بها. وتؤدي عمليات المحاكاة النموذجية الدينامية هذه إلى وضع دالات التوزيع التراكمي (CDF) لسويات التداخل المستقبَلة على أساس مناطق القياس هذه، بحيث يمكن مقارنة إحصاءات التداخل هذه مباشرة مع معايير التداخل المحددة.

الجـــدول 4

نطاق التردد	GHz 10,68-10,6			
المعيار ARIB	STD-B33	STD-B33	STD-B11	استعمال هوائي شامل الاتجاهات
مباعدة القنوات (MHz)	(SDTV) 9	(HDTV) 18	(HDTV) 18	18
السعة (الحمولة النافعة) (Mbit/s)	ما يصل إلى 30	ما يصل إلى 60	ما يصل إلى 66	غير متيسر
التشكيل	QPSK-OFDM 16-QAM-OFDM 32-QAM-OFDM 64-QAM-OFDM		QPSK 16-QAM 32-QAM 64-QAM	غير متيسر
كسب هوائي الإرسال النمطي (dBi)	35-29	35-29	35-29	0
نمط هوائي الإرسال	مكافئي	مكافئي	مكافئي	شامل الاتجاهات
قدرة الإرسال (القصوى) (dBW)	3–	3–	3–	3–
القدرة EIRP (القصوى) (dBW)	40	40	40	3–
كسب هوائي الاستقبال النمطي (dBi)	35-29	35-29	35-29	غير متيسر
نمط هوائي الاستقبال	مكافئي	مكافئي	مكافئي	غير متيسر
خسارة مغذي الاستقبال (القصوى) (dB)	1	1	1	غير متيسر
عرض النطاق IF للمستقبل (MHz)	9	18	18	غير متيسر
عامل ضوضاء المستقبل (dB)	4	4	4	غير متيسر
الضوضاء الحرارية للمستقبل (dBW)	130,5–	127,4–	127,4–	غير متيسر

الملاحظـــة 1 – لم تحدد زوايا الارتفاع لأن محطات الاستقبال مثبتة على مركبات ومحمولة جواً ومنصوبة على المباني المرتفعة أو على الأبراج. ويعني ذلك أن بإمكان الهوائي التوجيه نحو أي زاوية ارتفاع لتجنب العوائق على الأرض، وأن هوائيات الإرسال تتحرك لأن هوائيات الاستقبال يمكن تثبيتها على مركبات أو حملها جواً. وتقع الأحداث في أي وقت من اليوم مع وقوع القليل منها جداً في الليل؛ بين الساعة 12 بعد الظهر والساعة 6 صباحاً. وتستغرق عمليات تجميع الأخبار ما بين 1/2 ساعة إلى ساعة واحدة تقريبا. ومع ذلك، قد يستغرق تجميع الأخبار عن بعض الأحداث الخاصة فترات تتراوح بين 2 إلى 5 ساعات. وفي بعض الحالات يمكن لبعض العمليات أن تمتد لأكثر من عدة أيام أو ربما لأكثر من عدة أسابيع.

الملاحظـــة 2 – تشير بعض الإدارات إلى أن النطاق GHz 10,68-10,6 يستعمل بواسطة تجميع الأخبار إلكترونياً (ENG) والإذاعة التلفزيونية الخارجية (TVOB) والإنتاج الميداني الإلكتروني (EFP) للتطبيقات المتنقلة والمحمولة. ويمكن الحصول على جميع الخصائص المقابلة لهذه التطبيقات من الجدول 4. ومع ذلك، لا يوجد تمثيل لبعض تطبيقات تجميع الأخبار إلكترونياً والإذاعة الخارجية في هذه الدراسات وهذا الجدول، ويمكن الحصول على المواصفات التقنية لهذه الأنظمة من التقرير رقم 38 للجنة ERC (قدرة المرسل تبلغ 6 dBW والقدرة e.i.r.p تتراوح بين 6 و16 dBW) (انظر دليل الوصلات الفيديوية بالتجهيزات والأنظمة الراديوية من أجل الاستعمال في تجميع الأخبار إلكترونياً والإذاعة الخارجية).

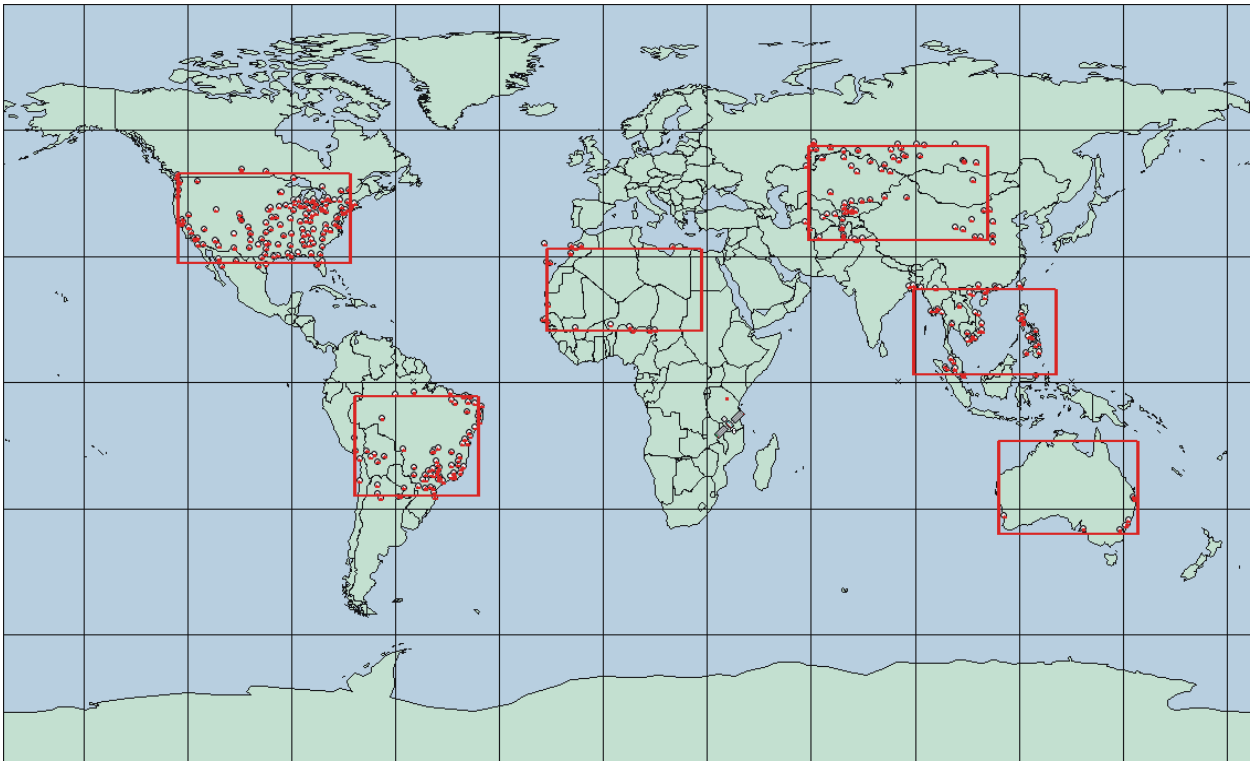
الملاحظـــة 3 – يمكن الحصول على مزيد من المعلومات عن تجميع الأخبار إلكترونياً ورقمياً للأرض من التقرير ITU-R BT.2069.

2.4 دراسة المحاكاة رقم 1

تقوم هذه المحاكاة على فرضية نشر أنظمة للخدمة الثابتة في مناطق حضرية وشبه حضرية، مع القليل منها، إن وجدت، في مناطق ريفية. وقد أجريت عدة دراسات للمحاكاة استناداً إلى التوزيع العشوائي لمحطات الخدمة الثابتة حول مدن تقع داخل منطقة المحاكاة، وكان عدد محطات الخدمة الثابتة لكل مدينة يعتمد على تحديد استعمال وحيد للنطاق في كل منطقة من مناطق المدينة. ويوضح الشكل 6، عدد ست من مناطق النشر هذه المستعملة في عمليات المحاكاة. ويقدم الجدول 5 معلومات بشأن عدد المدن المرتبطة بكل منطقة من مناطق القياس هذه.

الشـــكل 6

مناطق قياس خدمة استكشاف الأرض الساتلية المستعملة في عمليات المحاكاة



الجـــدول 5

كثافات المدن في مناطق القياس

منطقة القياس	عدد المدن في المحاكاة	عدد المدن داخل منطقة القياس
أستراليا	8	8
شمال إفريقيا	18	9
جنوب شرق آسيا	65	50
أمريكا الجنوبية	82	69
وسط آسيا	74	60
الأراضي الرئيسية بالولايات المتحدة الأمريكية	157	142

1.2.4 أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة

توجد خمسة أنماط لأنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة تم تناولها في عمليات المحاكاة هذه. ويعرض الجدول 6 المعلمات الرئيسية لكل نظام من هذه الأنظمة ومدى التداخل عبر مناطق القياس الست ومحساسين منفعلين. ويعرض الشكل 7 دالات التوزيع التراكمي (CDF) الناتجة عن عمليات المحاكاة هذه.

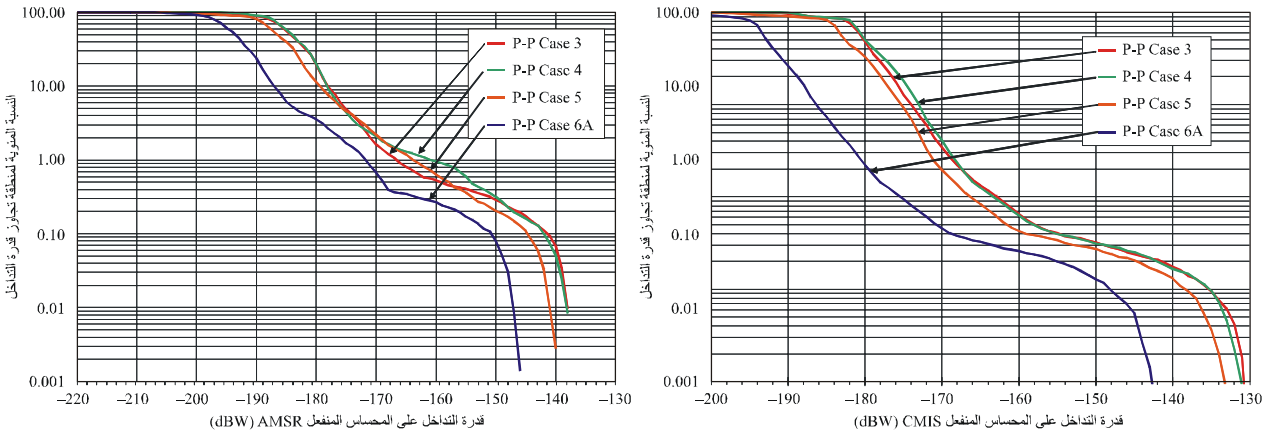
الجـــدول 6

نتائج نموذج نشر أنظمة خدمة ثابتة من نقطة إلى نقطة عبر مناطق القياس الست ومحساسين

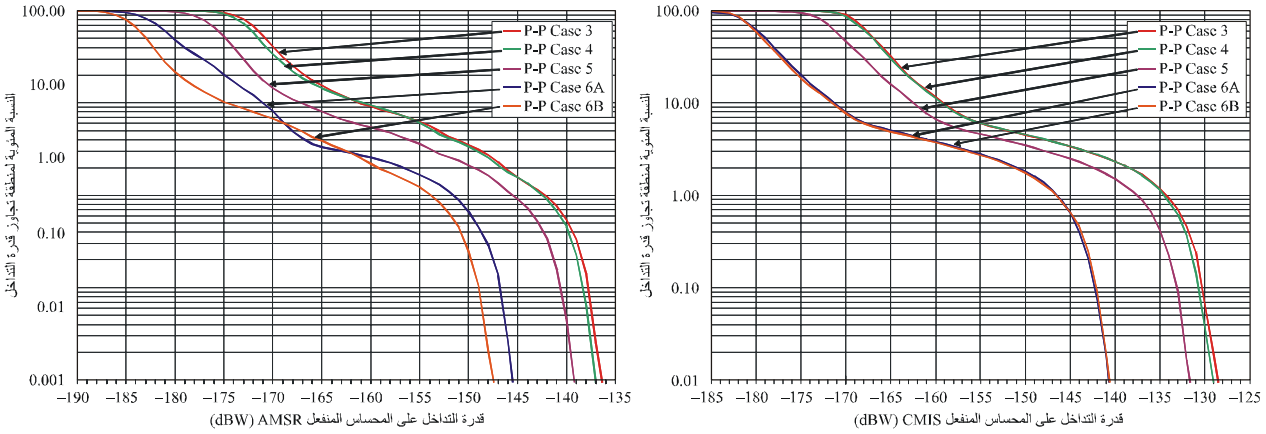
مرجع نظام الخدمة الثابتة	الحالة–3	الحالة–4	الحالة–5	الحالة–6A	الحالة–6B
مباعدة القنوات (MHz)	5	7	14	14	14
عدد القنوات في النطاق 80 MHz	16	12	6	6	6
كسب الهوائي (dBi)	51	49	49	36	45
خسارة المغذي/معدد الإرسال (dB)	0	0	0	4	4
قدرة خرج المرسل (dBW)	3–	2–	2–	7–	7–
القدرة e.i.r.p (dBW)	48	47	47	25	34
قدرة التداخل المتجاوزة عبر 0,1% من منطقة القياس (dBW)	142– إلى 131–	142– إلى 131–	142– إلى 131–	151– إلى 142–	151– إلى 142–

الشـــكل 7

تداخل أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة على المحساسين المنفعلين AMSR-E وCMIS عند التردد GHz 10,6

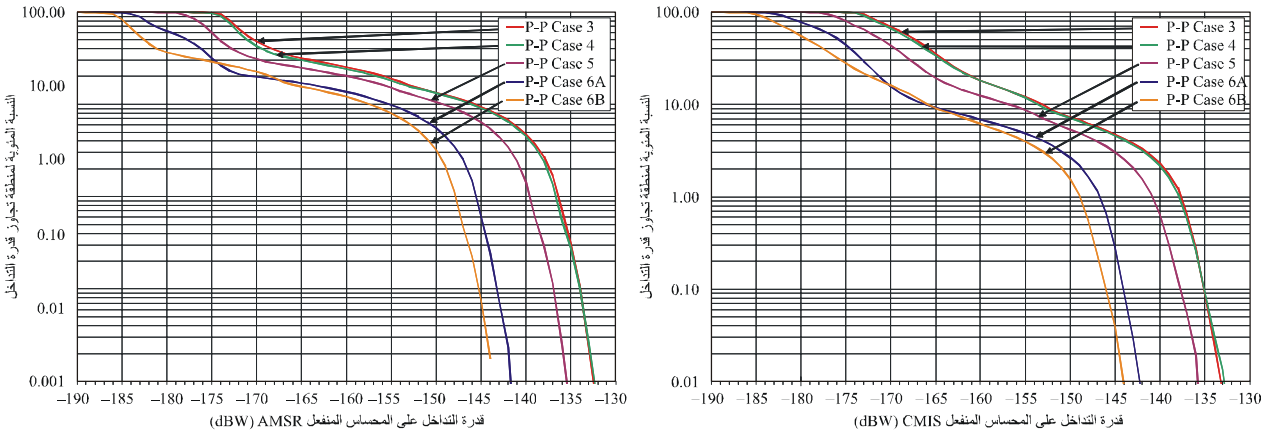


أ) منطقة قياس أستراليا



ب) منطقة قياس وسط آسيا

دالات التوزيع التراكمي للحالتين 6A و6B والحالتين 3 و4 متشابهة إلى حد كبير وتظهر متراكبة في هذا الشكل



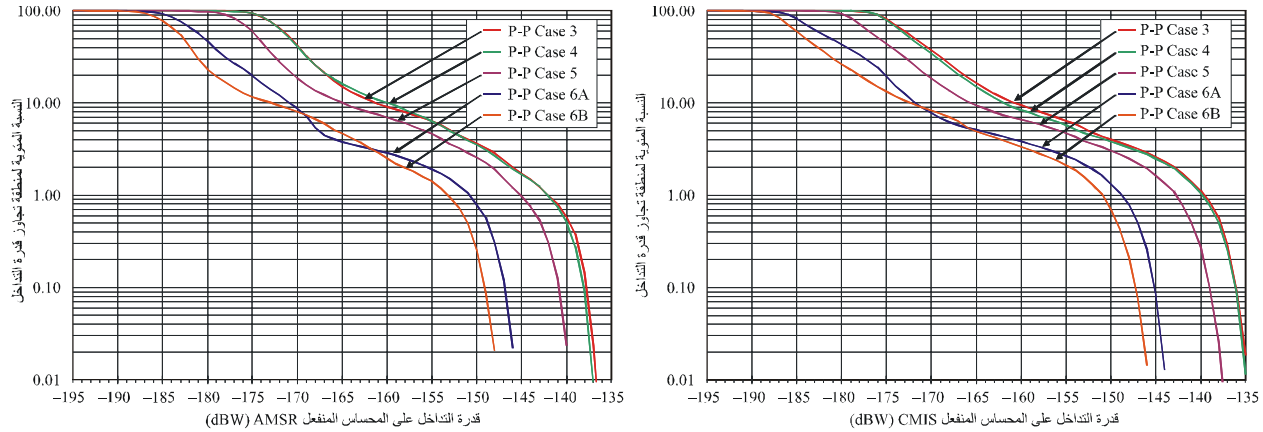
ج) منطقة قياس الأراضي الرئيسية بالولايات المتحدة

الملاحظة 1 – ينتج عن الاختلافات الطفيفة بين دالات التوزيع التراكمي تلك رسوم بيانية متراكبة بصورة واضحة

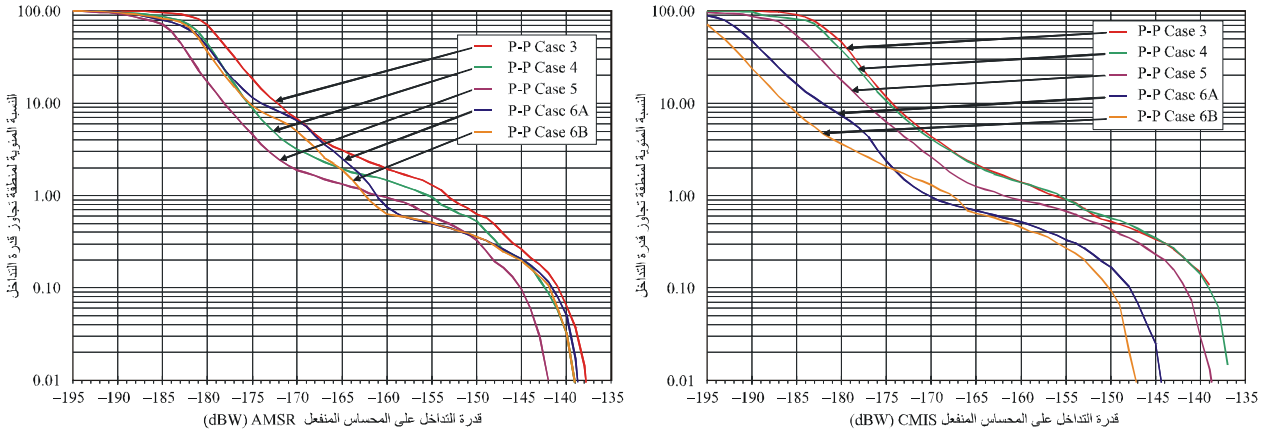
Rap 2096-07

الشـــكل 7 (تتمة)

تداخل أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة على المحساسين المنفعلين AMSR-E وCMIS عند التردد GHz 10,6

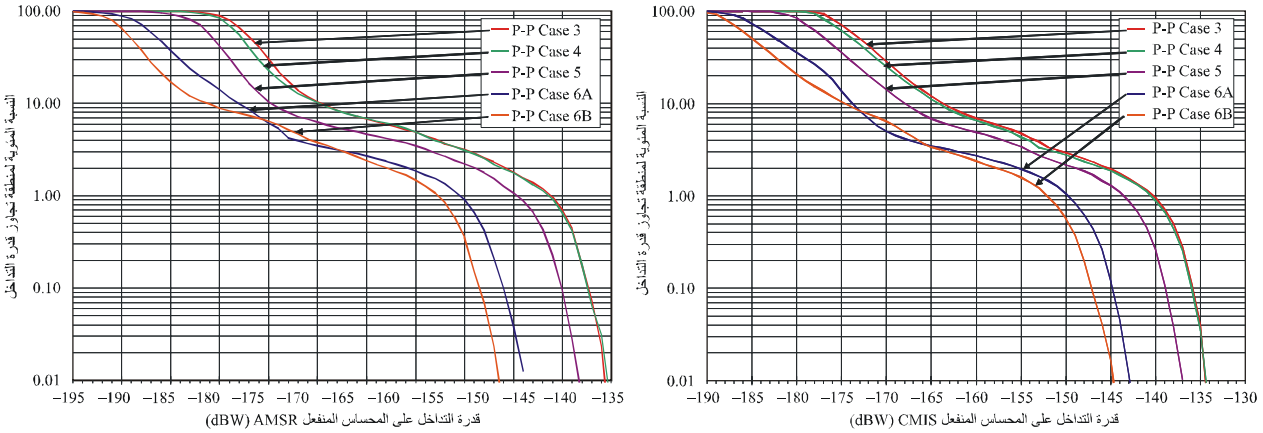


د) منطقة قياس أمريكا الجنوبية



هـ) منطقة قياس شمال إفريقيا

دالات التوزيع التراكمي للحالتين 6A و6B والحالتين 3 و4 متشابهة إلى حد كبير وتظهر متراكبة في هذا الشكل



و) منطقة قياس آسيا

Rap 2096-07end

2.2.4 أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى عدة نقاط

استخدمت نفس نماذج المحاكاة الدينامية لحساب مستويات التداخل الناتجة عن عمليات نشر لأنظمة من نقطة إلى عدة نقاط لكل منطقة من مناطق القياس الست للثلاثة تشكيلات المحتملة لقناتي خطة قنوات التوصية ITU-R F.1568[1] الواقعتين ضمن النطاق GHz 10,68-10,6، أي محطتين محوريتين، ومحطة محورية واحدة مع محطة عميل في القناة الأخرى، ومحطات العملاء في القناتين على السواء. ويعرض الجدول 7 النتائج. فيما يعرض الشكل 8 دالات التوزيع التراكمي (CDF) الناتجة عن عمليات المحاكاة هذه.

الجـــدول 7

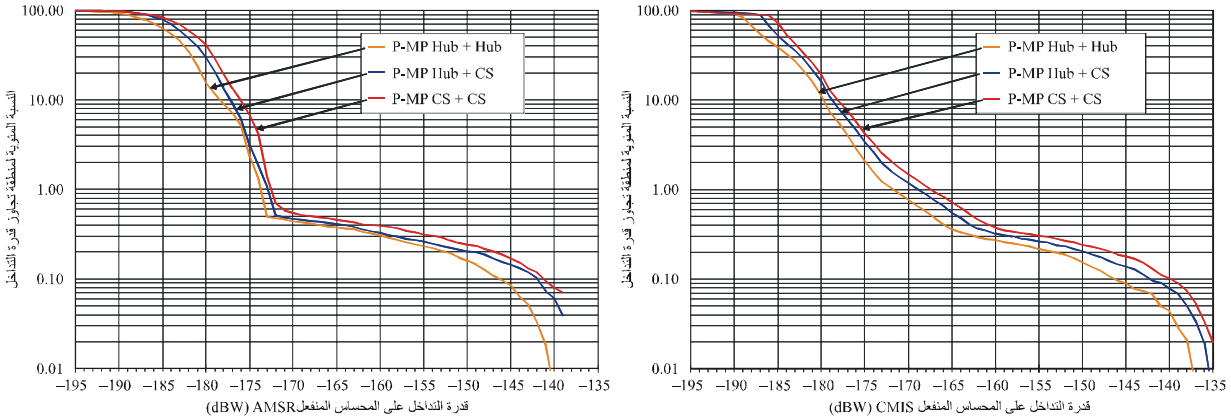
نتائج نموذج نشر أنظمة خدمة ثابتة من نقطة إلى عدة نقاط عبر مناطق القياس الست ومحساسين

تشكيل من نقطة إلى عدة نقاط	محورية + محورية	محورية + عميل	عملاء + عملاء
قدرة التداخل المتجاوزة في 0,1% من منطقة القياس (dBW)	−147 إلى −137	−143 إلى −130	−144 إلى −127

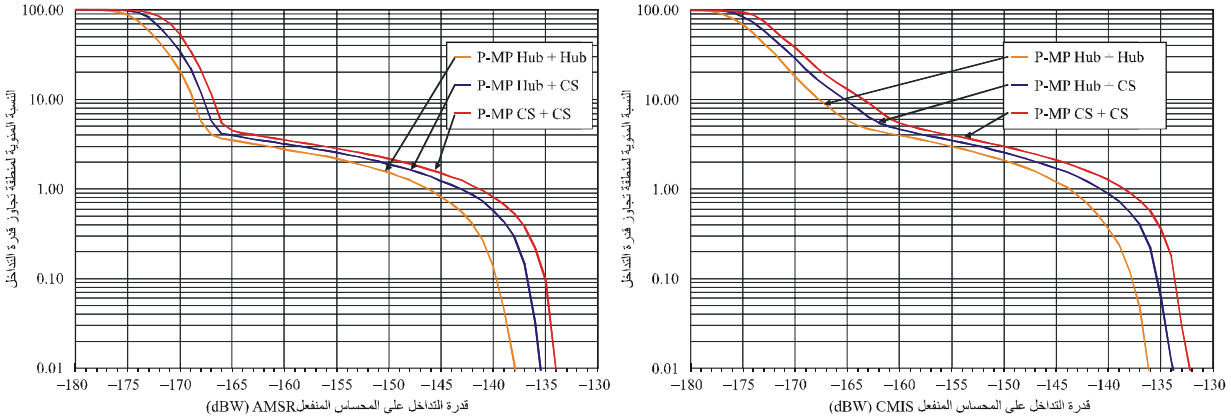
[1] التوصية ITU-R F.1568: ترتيبات فدرات الترددات الراديوية لأنظمة النفاذ اللاسلكي الثابتة في مدى الترددات GHz 10,3-10,15/10,65-10,5.

الشـــكل 8

تداخل أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى عدة نقاط على المحساسين المنفعلين AMSR-E وCMIS عند التردد GHz 10,6

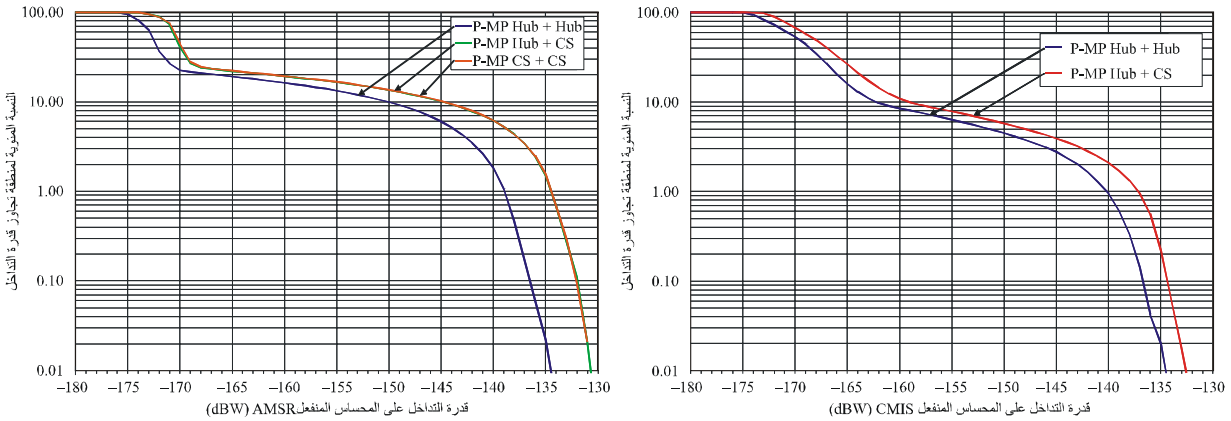


أ) منطقة قياس أستراليا



ب) منطقة قياس وسط آسيا

دالات التوزيع التراكمي للحالتين 6A و6B والحالتين 3 و4 متشابهة إلى حد كبير وتظهر متراكبة في هذا الشكل



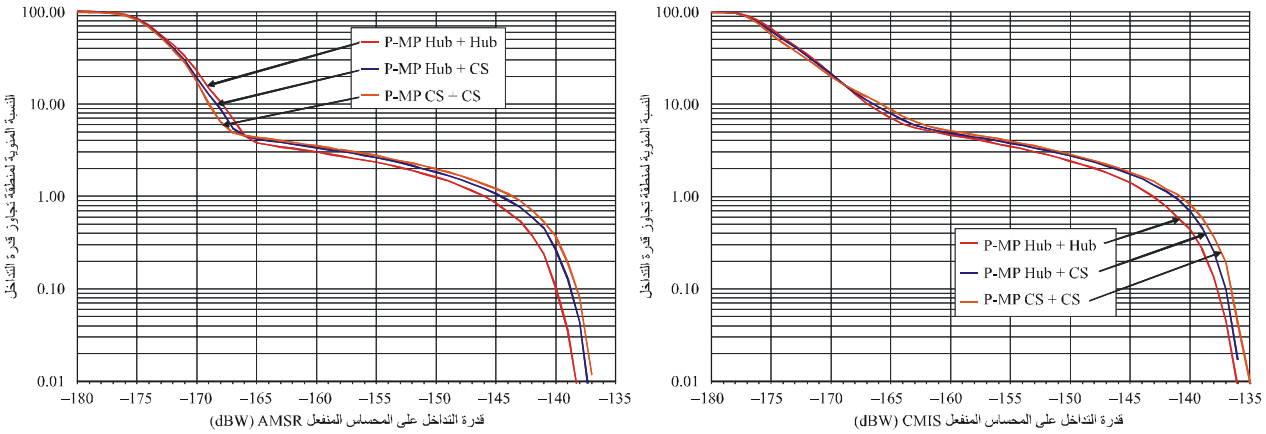
ج) منطقة قياس الأراضي الرئيسية بالولايات المتحدة

الملاحظة 1 - ينتج عن الاختلافات الطفيفة بين دالات التوزيع التراكمي تلك رسوم بيانية متراكبة بصورة واضحة.

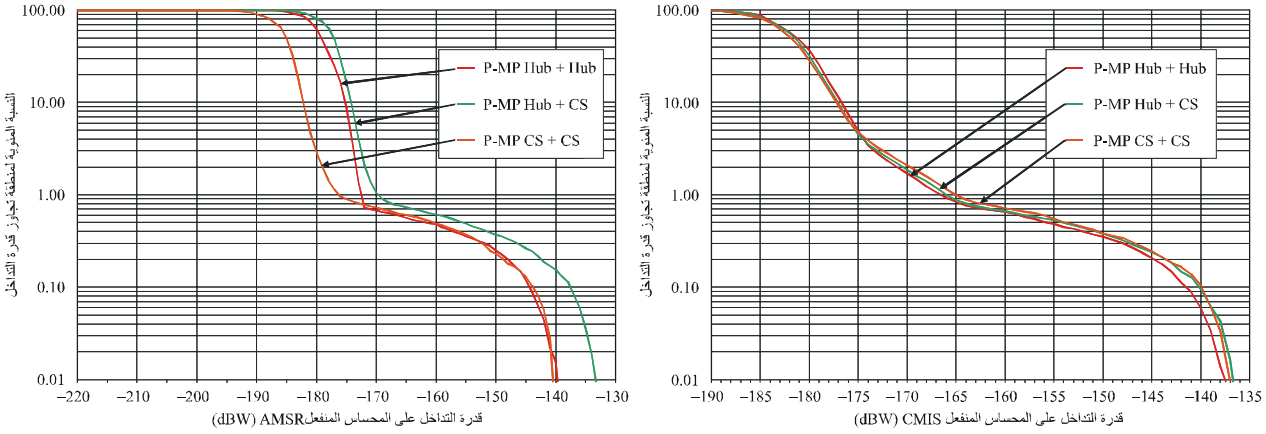
Rap 2096-08

الشـــكل 8 (تتمة)

تداخل أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى عدة نقاط على المحساسين المنفعلين AMSR-E وCMIS عند التردد GHz 10,6

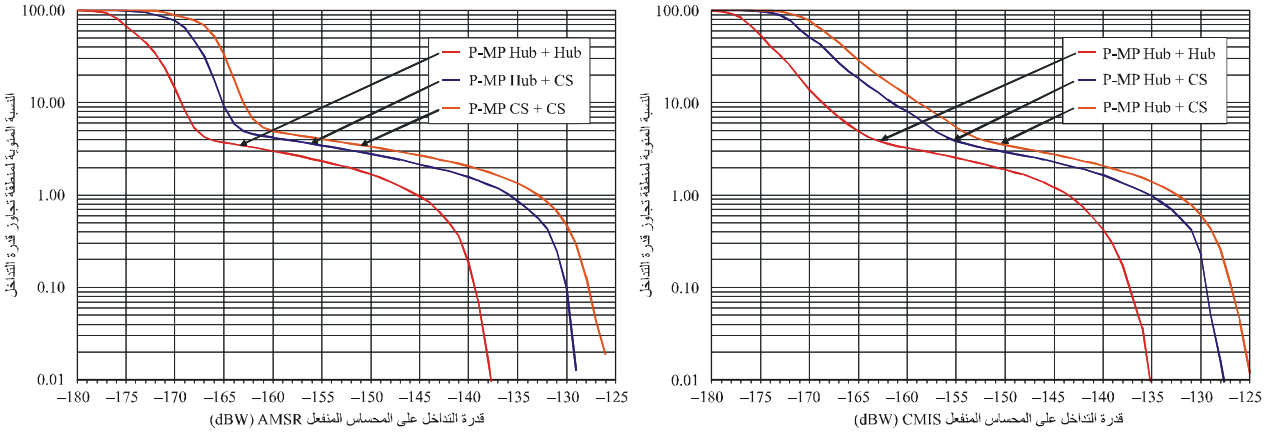


د) منطقة قياس أمريكا الجنوبية



ه) منطقة قياس شمال إفريقيا

دالات التوزيع التركمي للحالتين 6A و6B والحالتين 3 و4 متشابهة إلى حد كبير وتظهر متراكبة في هذا الشكل



و) منطقة قياس آسيا

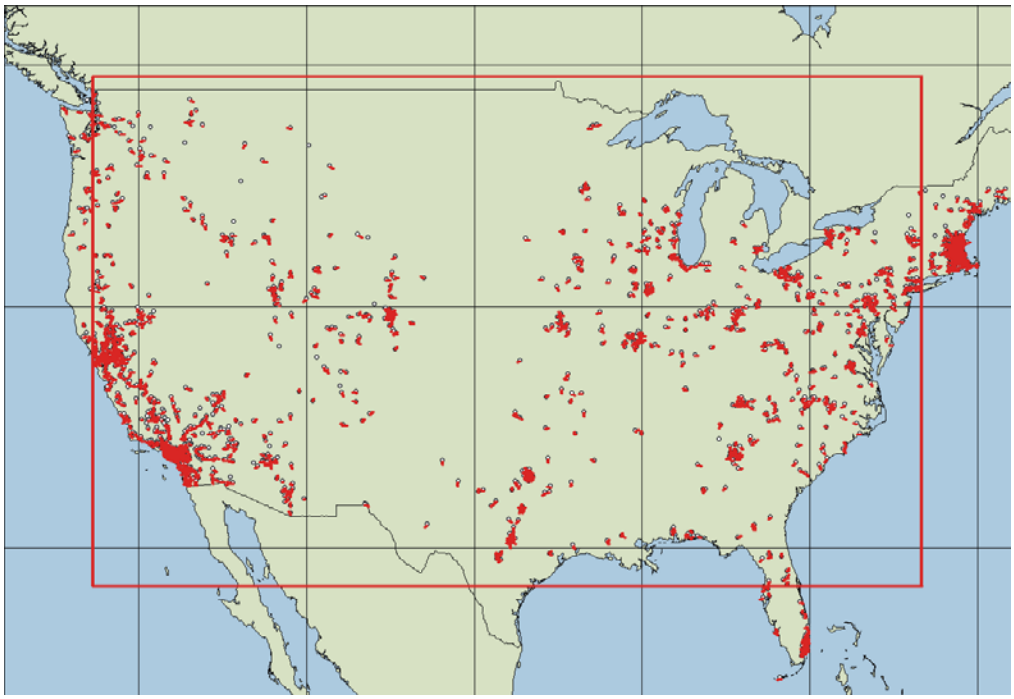
Rap 2096-08end

3.4 دراسة المحاكاة رقم 2

تم إتاحة البيانات المتيسرة لجمهور العامة عن المحطات المرخصة بالولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا في عام 2005 في نسق يسمح ببناء نموذج محاكاة دينامية لإجراء مقارنة بين دالات التوزيع التراكمي للتداخل الناتجة عن نماذج نشر لأنظمة للخدمة الثابتة تستند إلى البيانات المرخصة وأخرى تستند إلى توزيعات عشوائية لمحطات الخدمة الثابتة حول المدن الرئيسية. ويوضح الشكلان 9 و10 نماذج نشر لأنظمة الخدمة الثابتة من أجل مناطق قياس محساس منفعل تغطي الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا، على التوالي. وتمثل النقاط الإفرادية محطات الخدمة الثابتة المحدد معلماتها من خلال بيانات المحطات المرخصة. وتشمل هذه المعلمات الإحداثيات الجغرافية وزوايا سمت التسديد وقدرات المرسلات والقيم القصوى لكسب الهوائيات وعروض النطاقات dB 3 لعدد 652 2 و966 محطة من هذه المحطات في الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا، على التوالي. وتم تحديد مجموعة من مخططات الهوائيات المرجعية استناداً إلى التوصية ITU-R F.1245 [2] لتغطية مدى قيم كسب هوائيات الخدمة الثابتة وعروض نطاقاتها dB 3 في البيانات المرخصة لكل بلد. وتم اختيار مخطط إشعاع الهوائي لكل محطة خدمة ثابتة في نموذج المحاكاة بحيث يكون المخطط الأقرب بالنسبة للكسب وعرض النطاق المحددين في البيانات المرخصة.

الشـــكل 9

نماذج نشر لأنظمة الخدمة الثابتة في الولايات المتحدة الأمريكية



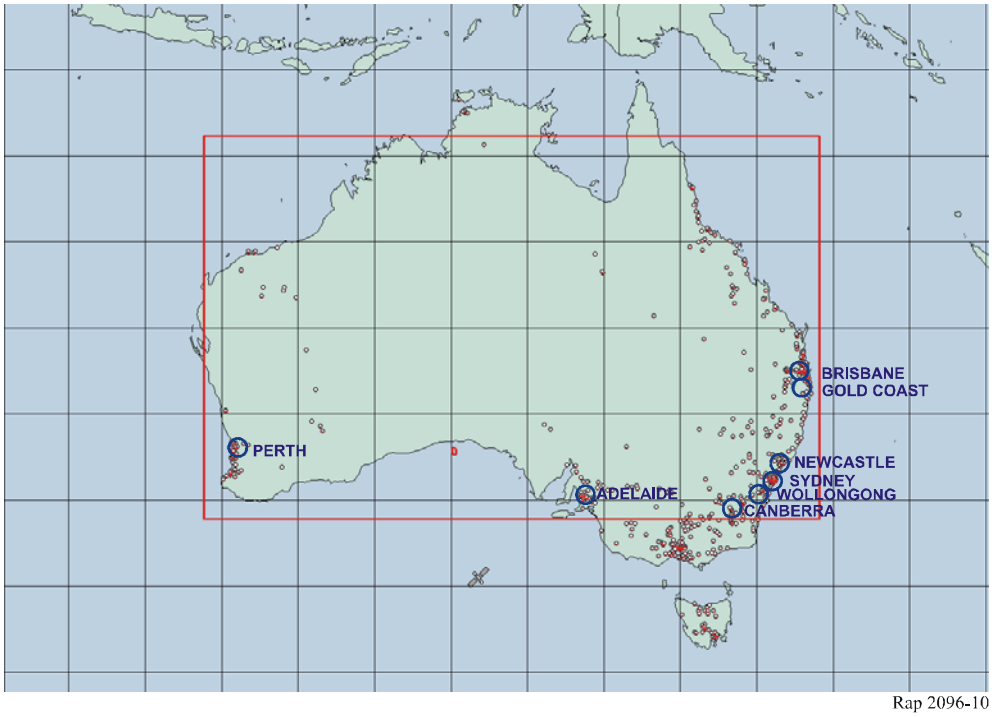
Rap 2096-09

وتوضح الدوائر الأكبر الثماني مع أسماء المدن المصاحبة لها في الشكل 10 المنطقة التي تم فيها توزيع محطات الخدمة الثابتة عشوائياً في نماذج نشر عشوائية نظرية لأنظمة الخدمة الثابتة قائمة على المدن استعملت في بعض عمليات المحاكاة السابقة بالنسبة لهذه المنطقة ويرد وصفها في الفقرة 2.4. وكل محطة في نماذج المحاكاة تلك لها نفس مخطط إشعاع الهوائي ونفس قيمة قدرة الإرسال ولكن المواقع موزعة عشوائياً بحيث تقع على مسافات تتراوح بين 0,1 و30 km من مركز المدينة واختيرت زوايا سمت التسديد عشوائياً بين –180° و180° مع توزيع منتظم للاحتمال.

[2] التوصية ITU-R F.1245: نموذج رياضي من أجل مخططات الإشعاع المتوسطة لهوائيات أنظمة الترحيل الراديوي من نقطة إلى نقطة على خط البصر للاستخدام في بعض دراسات التنسيق وتقييم التداخل في مدى التردد الذي يتراوح من 1 إلى 70 GHz تقريباً.

الشـــكل 10

نماذج نشر لأنظمة الخدمة الثابتة في استراليا

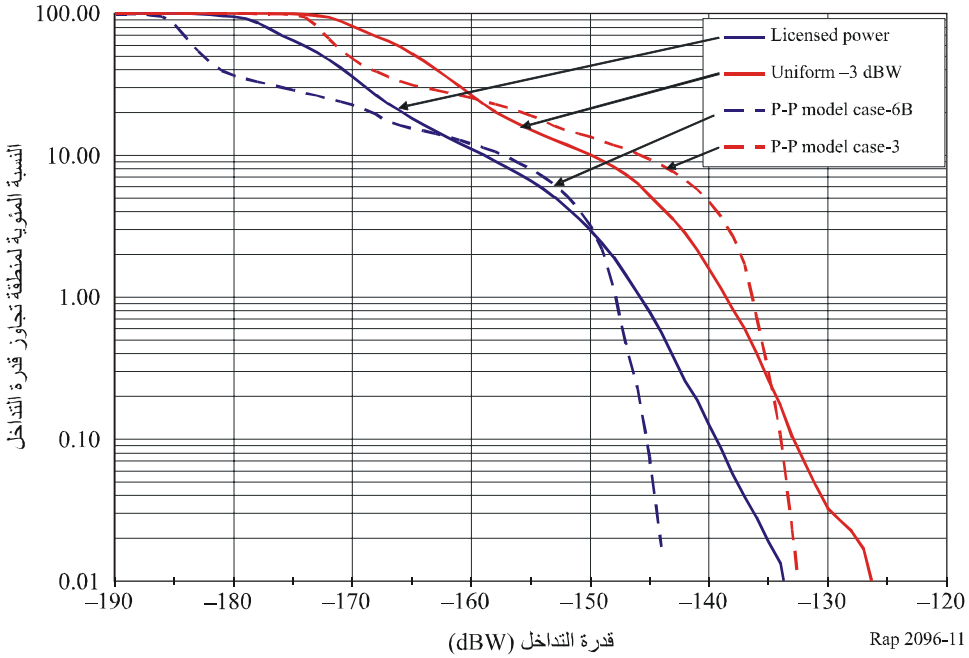


Rap 2096-10

ويعرض الشكلان 11 و12 نتائج عمليات المحاكاة باستخدام نماذج نشر أنظمة الخدمة الثابتة تلك. وتم تمثيل ثلاث حالات أخرى بيانياً لأغراض المقارنة. واستخدمت حالة من هذه الحالات نموذج نشر لمحطات خدمة ثابتة مرخصة ولكن مع افتراض أن لجميع المحطات قدرة إرسال واحدة تبلغ –3 dBW بدلاً من المستوى الفعلي للقدرة المرخصة. ويرد عرض الحالتين الأخريين للمقارنة مع نماذج النشر النظرية السابقة القائمة على المدن. والإحالات في هذه الأشكال تعود إلى الحالات من نقطةإلى نقطة الواردة في الشكل 7 في الفقرة 1.2.4.

الشـــكل 11

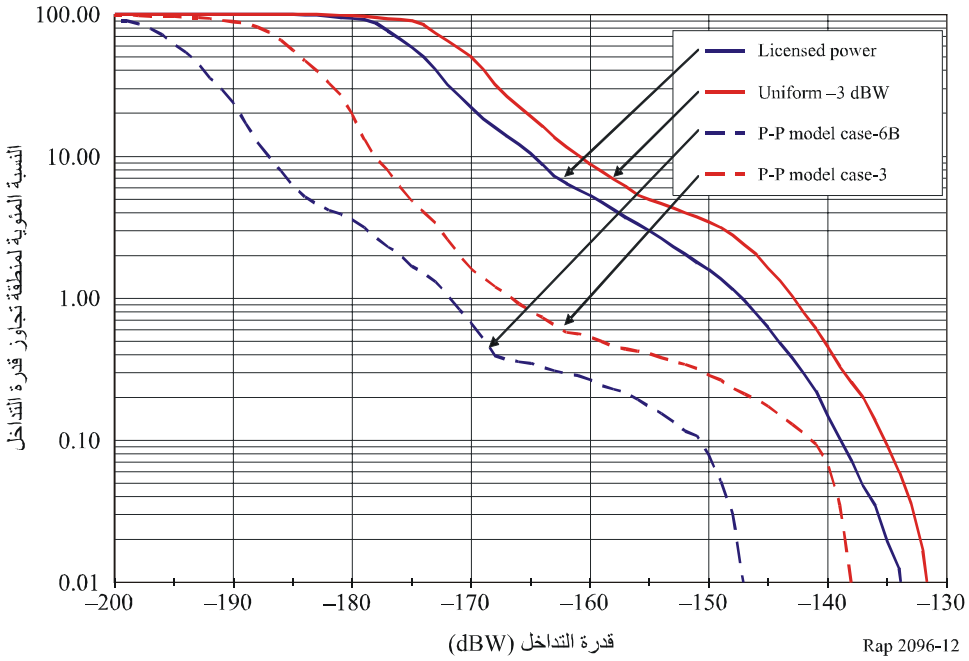
مقارنة لدالات التوزيع التراكمي للتداخل بين العديد من نماذج نشر أنظمة الخدمة الثابتة في الولايات المتحدة الأمريكية



Rap 2096-11

الشـــكل 12

مقارنة لدالات التوزيع التراكمي للتداخل بين العديد من نماذج نشر أنظمة الخدمة الثابتة في أستراليا



تقع دالات التوزيع التراكمي (CDF) للتداخل بالنسبة لمحطات الخدمة الثابتة (FS) المرخصة حالياً في الولايات المتحدة الأمريكية المبينة في الشكل 11 بين حالتي الكثافة الأعلى والأدنى المستخدمتين في عمليات محاكاة نماذج النشر النظرية لأنظمة الخدمة الثابتة. بيد أن هذه الدالات بالنسبة لمحطات الخدمة الثابتة المرخصة حالياً في أستراليا المبينة في الشكل 12 تشير إلى مستويات أعلى للتداخل من أي من نماذج النشر النظرية السابقة لأنظمة الخدمة الثابتة. ويبدو أن هذا الاختلاف يعود إلى العدد الأقل إلى حد كبير للمدن المستخدمة في النموذج النظري لأستراليا (8 مدن مقارنة بعدد 157 مدينة للولايات المتحدة الأمريكية) وما يستتبع ذلك من عدم وجود محطات مسببة للتداخل في مناطق كبيرة في البلاد خارج هذه المناطق الحضرية القليلة التي يرخص فيها بتشغيل عدد كبير من محطات الخدمة الثابتة.

4.4 دراسة المحاكاة رقم 3

تقدم هذه الدراسة نتائج عمليات المحاكاة الدينامية للعديد من حالات النشر لأنظمة من نقطة إلى عدة نقاط ومن نقطة إلى نقطة وأنظمة متنقلة. وقد استمرت عمليات المحاكاة حتى أصبح التوزيع التراكمي مستقراً.

1.4.4 أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى عدة نقاط

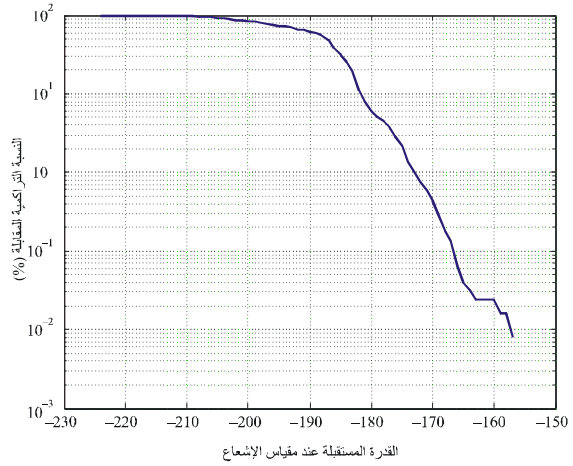
بالنسبة لعمليات المحاكاة الدينامية من نقطة إلى عدة نقاط، تم نشر 200 محطة من نقطة إلى عدة نقاط بشكل منتظم داخل منطقة تقع في أمريكا الشمالية (كندا والولايات امتحدة الأمريكية) وكانت في حالة تشغيل ضمن النطاق المنفعل المتقاسم GHz 10,68-10,6. وكانت هناك محطتان محوريتان تعملان في منطقة مدينة حيث تقع واحدة من فدرتي التردد ضمن عرض نطاق المحساس المنفعل. وكانت كل محطة ترسل 5 موجات حاملة لكل قطاع (120°)، بحيث ينتج قدرة إرسال تبلغ dBW 3– (10 dBW + 10 log (5)–) مع هوائي قطاعي كسبه الأقصى dBi 13. وكانت كل محطة مشترك ترسل قدرة تبلغ dBW 10– مع هوائي كسبه الأقصى dBi 26 (عرض الحزمة يبلغ 7°).

ويعرض الشكل 13 دالات التوزيع التراكمي الناتجة عن الأنظمة من نقطة إلى عدة نقاط.

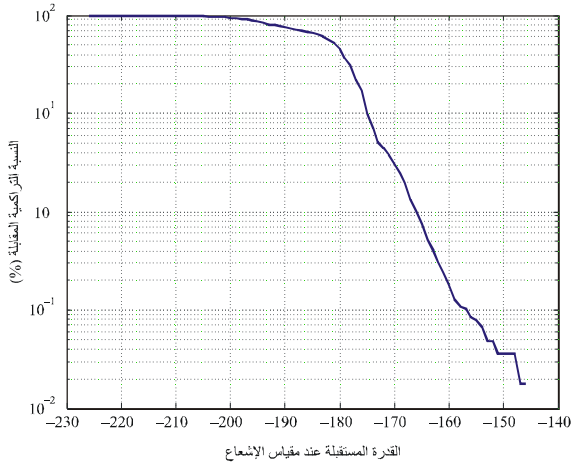
ويقارن الجدول 8 بين نتائج عمليات المحاكاة هذه بالنسبة إلى مستوى التداخل I_{EESS}، المتجاوز عند المحساس المنفعل فوق 0,1% من منطقة القياس مع معايير التداخل المسموح به الواردة بالتوصية ITU-R RS.1029 مع بيان قدرة الإرسال القصوى لأنظمة الخدمة الثابتة، P_t، التي تفي بالكاد بهذه المعايير.

الشـــكل 13

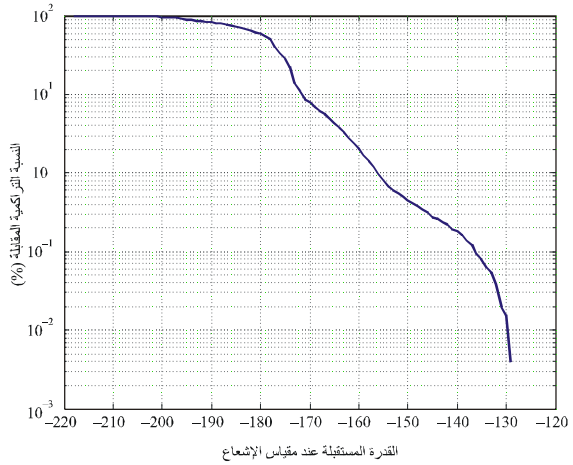
دالة التوزيع التراكمي للتداخل من نقطة إلى عدة نقاط على المحاسيس المنفعلة



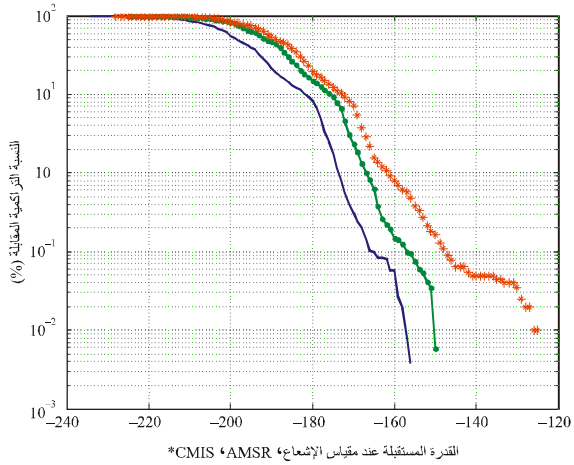
أ) 200 محطة محورية من نقطة إلى عدة نقاط على المحساس 1



ب) 200 محطة محورية من نقطة إلى عدة نقاط على المحساس AMSR-E



ج) 200 محطة محورية من نقطة إلى عدة نقاط على المحساس CMIS



د) 200 محطة محورية من نقطة إلى عدة نقاط على المحساس 1 ، AMSR-E، CMIS

Rap 2096-13

الجـــدول 8

ملخص لنتائج المحاكاة

حالة المحاكاة	القدرة I_{EESS} عند 0,1%	المعايير الحالية للمحاسيس		المعايير المستقبلية للمحاسيس	
		الهامش	P_t القصوى (dBW)	الهامش	P_t القصوى (dBW)
200 محطة محورية من نقطة إلى عدة نقاط على المحساس 1	167− dBW/100 MHz	قيمة موجبة	0	قيمة موجبة	10−
200 محطة محورية من نقطة إلى عدة نقاط على المحساس AMSR-E	156− dBW/100 MHz	قيمة موجبة	10−	10−	10−
200 محطة محورية من نقطة إلى عدة نقاط على المحساس CMIS	136− dBW/100 MHz	dB 20−	30−	30−	40−
200 محطة مشترك من نقطة إلى عدة نقاط على المحساس 1	166− dBW/100 MHz	قيمة موجبة	0	قيمة موجبة	10−
200 محطة مشترك من نقطة إلى عدة نقاط على المحساس AMSR-E	157− dBW/100 MHz	قيمة موجبة	10−	9−	19−
200 محطة مشترك من نقطة إلى عدة نقاط على المحساس CMIS	148− dBW/100 MHz	dB 8−	18−	18−	28−

2.4.4 أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة

يفترض في نماذج نشر أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة 100 نظام من نقطة إلى نقطة. ويتم نشر المحطات من نقطة إلى نقطة تلك بشكل منتظم داخل مستطيل أبعاده 40° شمالاً و0° شرقاً و60° شمالاً و20° شرقاً. وترسل كل محطة قدرة تبلغ 3− dBW باستعمال هوائي طبقي كسبه الأقصى 50 dBi. وتجدر الإشارة إلى أن بعض المحطات الثابتة تعمل بقدرات أقل.

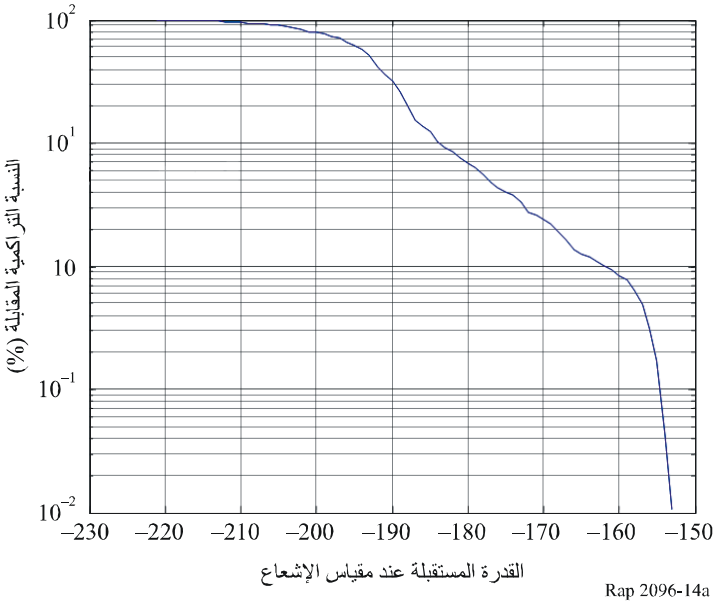
وعلى الرغم من نقص المعلومات المتعلقة بعدد فدرات التردد التي تقوم بالإرسال ضمن نطاق المحساس المنفعل 10,6-10,86 GHz، يفترض أنه يستعمل فدرة تردد واحدة فقط.

يعرض الشكل 14 دالات التوزيع التراكمي من نقطة إلى نقطة الناتجة عن الأنظمة من نقطة إلى نقطة.

ويقارن جدول 9 بين نتائج عمليات المحاكاة هذه بالنسبة إلى مستوى التداخل I_{EESS}، المتجاوز عند المحساس المنفعل فوق 0,1% من منطقة القياس مع معايير التداخل المسموح به الواردة بالتوصية ITU-R RS.1029 مع بيان قدرة الإرسال القصوى لأنظمة الخدمة الثابتة، P_t، التي تفي بالكاد بهذه المعايير.

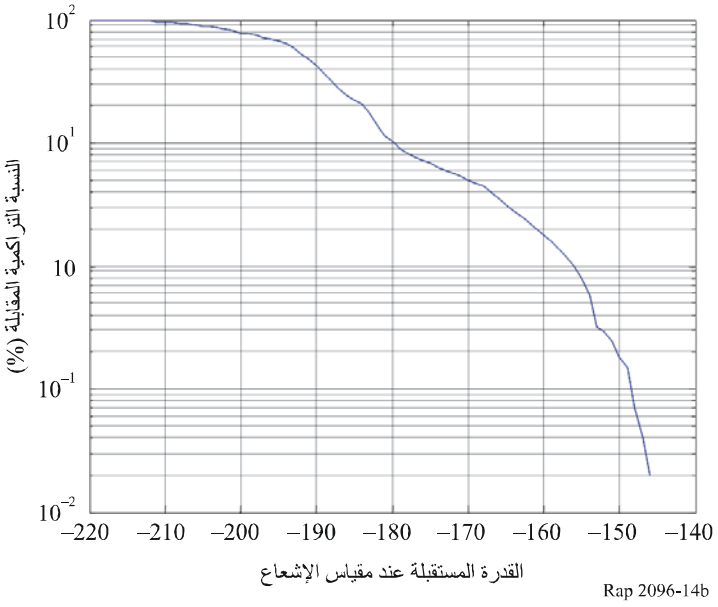
الشـــكل 14 أ)

دالة التوزيع التراكمي للتداخل من نقطة إلى نقطة على المحساس 1
(100 نظام من نقطة إلى نقطة)



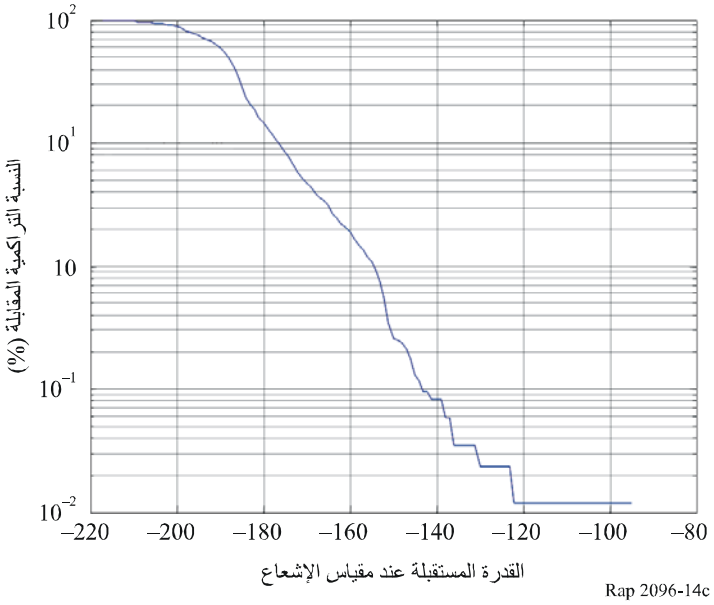
الشـــكل 14 ب)

دالة التوزيع التراكمي للتداخل من نقطة إلى نقطة على المحساس AMSR-E
(100 نظام من نقطة إلى نقطة)



الشـــكل 14 ج)

دالة التوزيع التراكمي للتداخل من نقطة إلى نقطة على المحساس CMIS
(100 نظام من نقطة إلى نقطة)



الجـــدول 9

ملخص لنتائج المحاكاة

حالة المحاكاة	القدرة I_{EESS} عند 0,1%	المعايير الحالية للمحاسيس		المعايير المستقبلية للمحاسيس	
		الهامش	P_t القصوى (dBW)	الهامش	P_t القصوى (dBW)
100 نظام من نقطة إلى نقطة على المحساس 1	dBW/100 MHz 155–	0	3–	11–	14–
100 نظام من نقطة إلى نقطة على المحساس AMSR-E	dBW/100 MHz 148–	8–	11–	18–	21–
100 نظام من نقطة إلى نقطة على المحساس CMIS	dBW/100 MHz 144–	12–	15–	22–	25–

3.4.4 الأنظمة المتنقلة

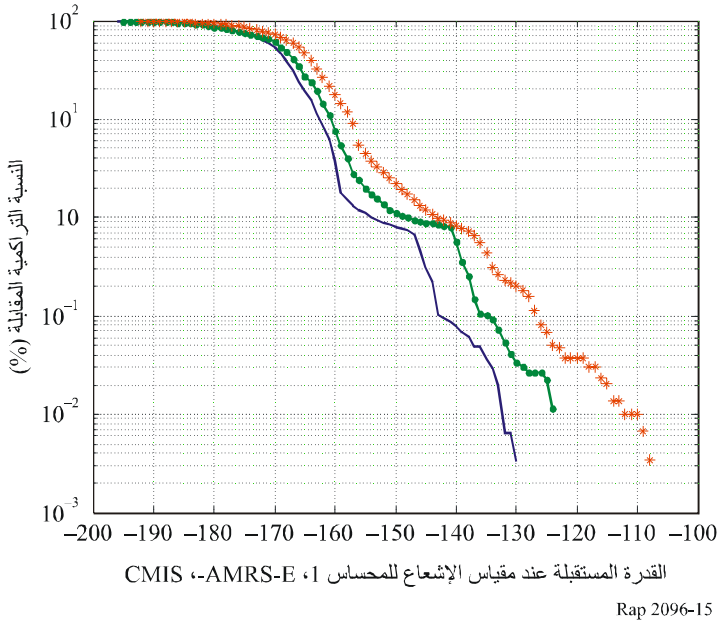
تفترض كثافة نشر الأنظمة المتنقلة نشر 100 وصلة فيديو في وضع تشغيل بشكل منتظم داخل أوروبا. وترسل كل محطة قدرة تبلغ 3– dBW بهوائي كسبه 32 dBi (عرض الحزمة = 4,5°).

ويعرض الشكل 15 دالة التوزيع التراكمي (CDF) الناتجة عن الأنظمة المتنقلة.

ويقارن الجدول 10 بين نتائج عمليات المحاكاة هذه بالنسبة إلى مستوى التداخل I_{EESS}، المتجاوز عند المحساس المنفعل فوق 0,1% من منطقة القياس مع معايير التداخل المسموح به الواردة بالتوصية ITU-R RS.1029 مع بيان قدرة الإرسال القصوى لأنظمة الخدمة الثابتة، P_t، التي تفي بالكاد بهذه المعايير.

الشـــكل 15

دالات التوزيع التراكمي لتداخل الأنظمة المتنقلة على المحاسيس المنفعلة



الجـــدول 10

ملخص لنتائج المحاكاة

حالة المحاكاة	القدرة I_{EESS} عند 0,1%	المعايير الحالية للمحاسيس		المعايير المستقبلية للمحاسيس	
		الهامش	P_t القصوى (dBW)	الهامش	P_t القصوى (dBW)
100 وصلة فيديو على المحساس 1	−142 dBW/100 MHz	−14	−17	−24	−27
100 وصلة فيديو على المحساس AMSR-E	−135 dBW/100 MHz	−21	−24	−31	−34
100 وصلة فيديو على المحساس CMIS	−126 dBW/100 MHz	−30	−33	−40	−43

5.4 دراسة المحاكاة رقم 4

تعرض هذه الدراسة نتائج عمليات المحاكاة الدينامية لأنظمة الخدمة الثابتة والمتنقلة. وقد أجريت عمليات المحاكاة لشهر واحد بفاصل زمني قدره 0,5 ثانية.

1.5.4 أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة

أجريت دراسات التقاسم باستعمال عمليات محاكاة حاسوبية دينامية لوضع دالة للتوزيع التراكمي لمستويات التداخل المستقبلة بمحساس منفعل AMSR-E يقوم بالمسح بشكل مخروطي من عملية نشر لمحطات خدمة ثابتة مع أخذ القياسات فوق منطقة قياس تبلغ 10^{7} km^2، استناداً إلى مستويات التداخل المسموح به المبينة في التوصية ITU-R RS.1029. ويبين الجدولان 11 و12 الافتراضات الخاصة بدراسات التقاسم. وقد أجريت عمليات المحاكاة لشهر واحد بفاصل زمني قدره 0,5 ثانية.

الجـــدول 11

معلمات خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) (المحساسان AQUA/AMSR-E)

المعلمة	القيمة
الارتفاع (km)	705
الميل المداري (بالدرجات)	98,2
كسب الهوائي (dBi)	42,4
مخطط الهوائي	انظر الشكل 3
الزاوية من النظير (بالدرجات)	47,5
مدى التردد (GHz)	10,68-10,6

الجـــدول 12

معلمات محطة خدمة ثابتة

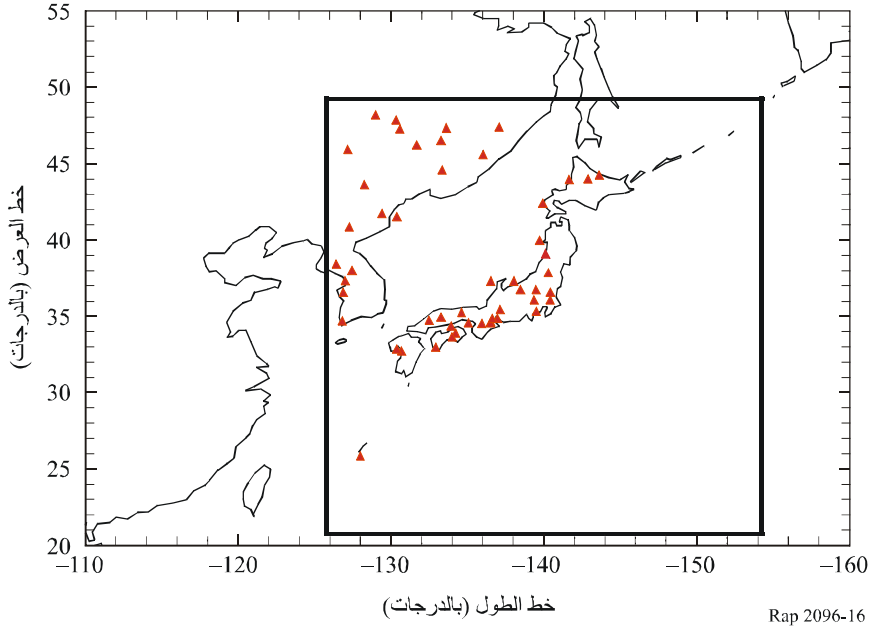
المعلمة	القيمة
قدرة المرسل (dBW)	3,0−
عرض النطاق (MHz)	18
كسب الهوائي (dBi)	43,0
القدرة e.i.r.p (dBW)	40,0
زاوية الارتفاع (بالدرجات)	من 0 إلى 20° تقريباً (توزيع منتظم)
اتجاه السمت (بالدرجات)	من 0 إلى 360° تقريباً (انظر الملاحظة 1)
مخطط إشعاع الهوائي	التوصية ITU-R F.1245
عدد المحطات	51 محطة (انظر الملاحظة 2)
التوزيع	توزيع منتظم
عامل النشاط (%)	100
الملاحظـــة 1− اتجاه السمت لكل محطة عشوائي في 360°. الملاحظـــة 2− العدد 51 محطة مشتق من حقيقة أن هناك 32 محطة في اليابان و19 محطة خارج اليابان. ويقدر عدد المحطات في البلدان الأجنبية بالنظر إلى النسبة بين عدد السكان في اليابان وعدد السكان في البلدان الأجنبية في منطقة القياس (انظر الشكل 16).	

يبين الشكل 17 منحنى دالة التوزيع التراكمي المحسوب لمحطات الخدمة الثابتة المبينة في الشكل 16.

الشـــكل 16

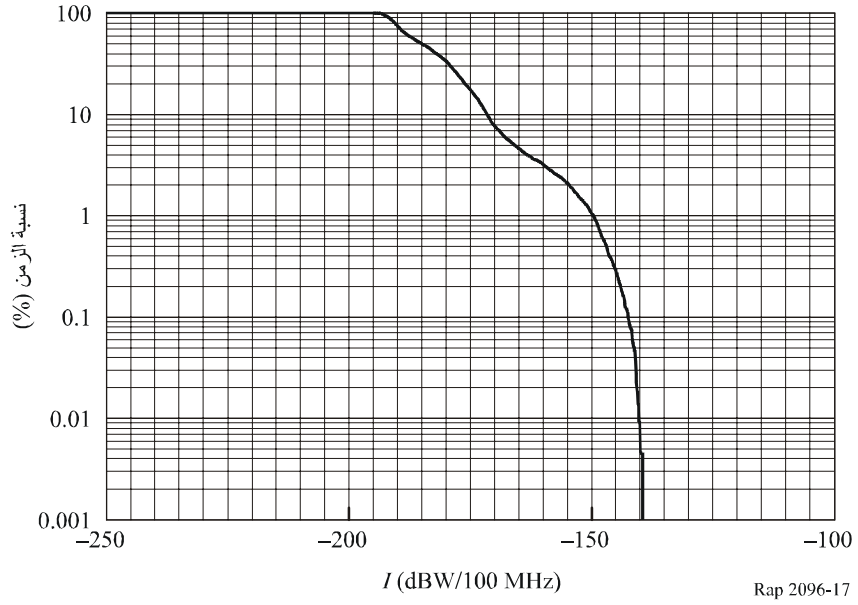
نشر محطات الخدمة الثابتة

(32 محطة في اليابان و19 محطة خارج اليابان)



الشـــكل 17

منحنى دالة التوزيع التراكمي للتداخل من محطات خدمة ثابتة



يبين الجدول 13 نسبتين مئويتين للزمن 2,3% و5,1% يتجاوز فيهما التداخل مستويات التداخل المسموح به والتي تبلغ –156 dBW/100 MHz و–166 dBW/100 MHz، على التوالي.

ويبين جدول 14 قيمة الزيادة فوق مستويات التداخل المسموح به، وقدرة المرسل والقدرة e.i.r.p من أجل الوفاء بمعايير التداخل. وبالنسبة لمستوى تداخل مسموح به للمحاسيس المنفعلة في المستقبل والذي يبلغ –166 dBW/100 MHz، هناك هامش سالب يبلغ نحو –24 dB، على ألا تزيد قدرة المرسل عن –27 dBW والقدرة EIRP عن 16 dBW. وفيما يتعلق

بمستوى تداخل مسموح به للمحاسيس المنفعلة الحالية والذي يبلغ –156 dBW/100 MHZ، هناك هامش سالب يبلغ نحو –14 dB، على ألا تزيد قدرة المرسل عن –17 dBW والقدرة e.i.r.p عن 26 dBW.

ويمكن خفض الهامش السالب باستعمال العناصر التالية غير المستخدمة في هذه المحاكاة:

- التحكم الأوتوماتي في قدرة المرسل (ATPC) أو أي وسيلة تحكم أخرى لضبط القدرة؛
- عدم تواؤم الاستقطاب؛
- خسارة في مغذي مرسل نظام الخدمة الثابتة.

الجـــدول 13

النسبة المئوية من الزمن التي يتجاوز فيها التداخل مستويات التداخل المسموح به

مستويات التداخل المسموح به (dBW/100 MHz)	النسبة المئوية لزمن التداخل (%)
166–	5,1
156–	2,3

الجـــدول 14

الزيادة فوق مستويات التداخل المسموح به، وقدرة المرسل والقدرة eirp للوفاء بمعايير التداخل

مستويات التداخل المسموح به (dBW/100 MHz)	مستوى التداخل للنسبة %0,1 (dBW/100 MHz)	الزيادة فوق مستويات التداخل المسموح به (dB)	قدرة المرسل (dBW)	القدرة eirp (dBW)
166–	142,4–	23,6	26,6–	16,4
156–	142,4–	13,6	16,6–	26,4

2.5.4 الأنظمة المتنقلة

أجريت دراسات التقاسم باستعمال عمليات محاكاة حاسوبية دينامية لوضع دالة للتوزيع التراكمي (CDF) لمستويات التداخل المستقبلة بمحساس منفعل AMSR-E يقوم بالمسح بشكل مخروطي من عملية نشر لمحطات خدمة متنقلة (النمط ENG/OB) مع أخذ القياسات فوق منطقة قياس تبلغ 10^7 km^2، استناداً إلى مستويات التداخل المسموح به المبينة في التوصية ITU-R RS.1029. ويبين الجدولان 15 و16 الافتراضات الخاصة بدراسات التقاسم. وفيما يتعلق بمخطط إشعاع الهوائي، تستخدم المحطات المتنقلة في هذا النطاق ليس فقط الهوائي المكافئي بل تستخدم أيضاً العديد من أنماط الهوائيات، بما في ذلك الهوائي شامل الاتجاهات والهوائي الحلزوني والهوائيات البوقية وقد أجريت عمليات المحاكاة لحالتي الهوائي المكافئي والهوائي غير الاتجاهي. وقد أجريت عمليات المحاكاة لشهر واحد بفاصل زمني قدره 0,5 ثانية.

الجـــدول 15

معلمات خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) (المحساسان AMSR-E/AQUA)

المعلمة	القيمة
الارتفاع (km)	705
الميل المداري (بالدرجات)	98,2
كسب الهوائي (dBi)	42,4
مخطط إشعاع الهوائي	انظر الشكل 3
الزاوية من النظير (بالدرجات)	47,5
مدى التردد (GHz)	10,68-10,6

الجـــدول 16

معلمات محطات الخدمة المتنقلة

المعلمة	القيمة	
قدرة المرسل (dBW)	3,0−	
عرض النطاق (MHz)	18	
نمط الهوائي	هوائي مكافئي	هوائي شامل الاتجاهات
كسب الهوائي (dBi)	35,0	0
القدرة eirp (dBW)	32	3−
زاوية الارتفاع (بالدرجات)	من −90° إلى 90°	
اتجاه السمت (بالدرجات)	من 0 إلى 360° (انظر الملاحظة 1)	
مخطط إشعاع الهوائي	التوصية ITU-R F.1245	شامل الاتجاهات dBi 0
عدد المحطات	628 محطة في اليابان و354 محطة خارجها (انظر الملاحظة 2)	
التوزيع	توزيع منتظم	
عامل النشاط (%)	0,34 (انظر الملاحظة 3)	

الملاحظة 1 – اتجاه السمت لكل محطة عشوائي في 360°.

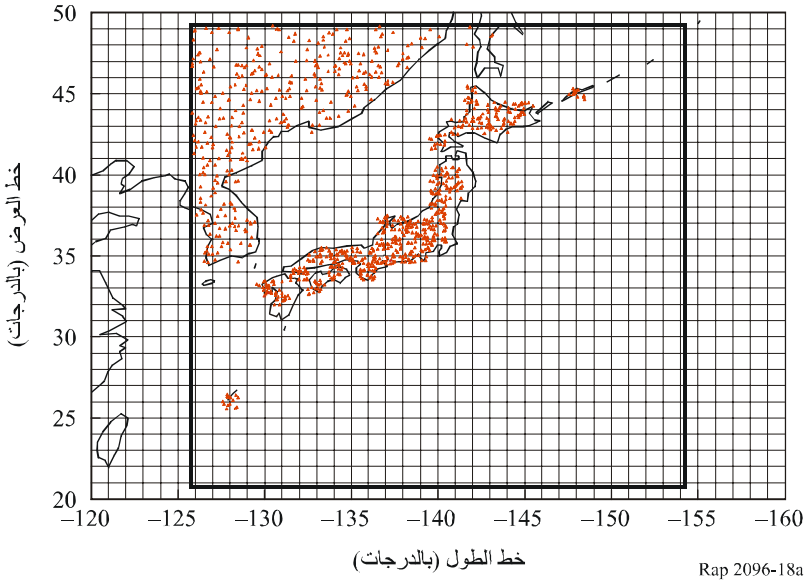
الملاحظة 2 – يقدر عدد المحطات في البلدان الأجنبية بالنظر إلى النسبة بين عدد السكان في اليابان وعدد السكان في البلدان الأجنبية في منطقة القياس (انظر الشكل 18).

الملاحظة 3 – هذه القيمة تقديرية تستند إلى إحصائيات استخدام محطات الخدمة المتنقلة في اليابان. وهي عبارة عن النسبة بين ساعات تشغيل المحطات في النطاق GHz 10,68-10,6 خلال العام وعدد الساعات الإجمالية خلال العام.

الشـــكل 18 أ)

نشر محطات الخدمة المتنقلة

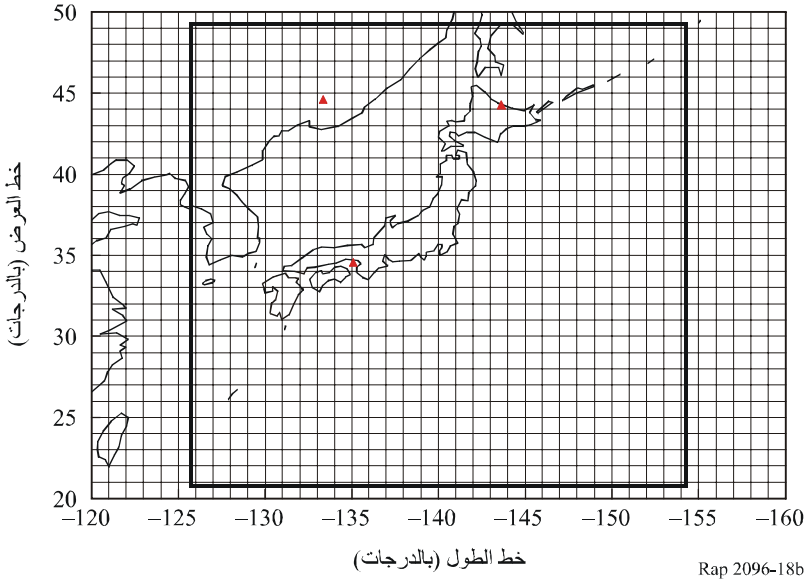
(عامل النشاط 100%، 628 محطة يابانية و354 محطة خارج اليابان)



الشكل 18 ب)

نشر محطات الخدمة المتنقلة

(عامل النشاط 0,34%، محطتان يابانيتان ومحطة خارج اليابان)

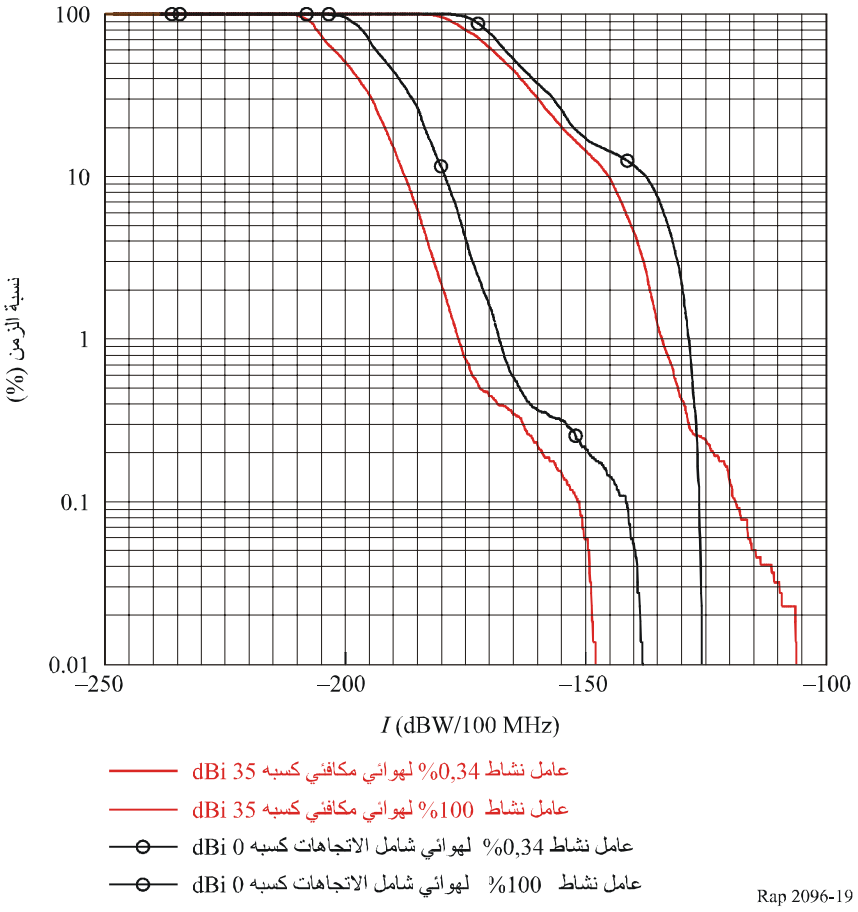


يبين الشكل 19 منحنى دالة التوزيع التراكمي المحسوب لمحطات الخدمة المتنقلة المبينة في الشكلين 18 أ) و18 ب). ويبين الشكل 18 ب) ثلاث محطات متنقلة تم اختيارها عشوائياً طبقاً لعامل نشاط يبلغ 0,34%. ويبين الشكل 19 الفرق بين منحنيي دالتي التوزيع التراكمي لعاملي نشاط 100% و0,34% لمخططي إشعاع هوائيين مختلفين.

ويبين الجدول 17 النسب المئوية لزمن التداخل المتجاوز لمستوى التداخل المسموح به والبالغ –156 dBW/100 MHz للمحاسيس المنفعلة الحالية بالنسبة لعاملي النشاط 100% و0,34%. وبالنسبة لحالة عامل النشاط البالغ 0,34%، تبلغ النسبة المئوية لزمن التداخل الذي يتجاوز المستوى –156 dBW/100 MHz حوالي 0,16% لهوائي مكافئي و0,32% لهوائي شامل الاتجاهات.

الشـــكل 19

دالة التوزيع التراكمي لعاملي النشاط 100% و0,34%



الجـــدول 17

النسبة المئوية لزمن التداخل المتجاوز لمستوى التداخل المسموح به

عامل النشاط (%)	نمط الهوائي	مستوى التداخل المسموح به (dBW/100 MHz)	النسبة المئوية لزمن التداخل (%)
0,34	هوائي مكافئي كسبه 35 dBi	–156	0,16
		–166	0,37
	هوائي شامل الاتجاهات كسبه 0 dBi	–156	0,32
		–166	0,675
100	هوائي مكافئي كسبه 35 dBi	–156	21,9
		–166	48,2
	هوائي شامل الاتجاهات كسبه 0 dBi	–156	28,1
		–166	57,0

ويبين جدول 18 الزيادة فوق مستويات التداخل المسموح به وقدرة المرسل والقدرة EIRP من أجل الوفاء بمعايير التداخل. وفي حالة اعتبار المستوى –156 dBW/100 MHz بمثابة معيار للتداخل، مع عامل نشاط يبلغ 0,34%، يوجد هامش سالب يبلغ –4,4 dB للهوائي المكافئي ويبلغ –14,4 dB للهوائي شامل الاتجاهات.

الجـــدول 18

الزيادة فوق مستوى التداخل المسموح به وقدرة المرسل والقدرة EIRP للوفاء بمعايير التداخل

عامل النشاط	نمط الهوائي	مستوى التداخل للنسبة 0,1% (dBW/100 MHz)	مستوى التداخل المسموح به (dBW/100 MHz)	الزيادة فوق مستويات التداخل المسموح به (dB)	قدرة المرسل (dBW)	القدرة EIRP (dBW)
0,34	هوائي مكافئي كسبه 35 dBi	151,6−	156−	4,4	7,4−	27,6−
			166−	14,4	17,4−	17,6−
	هوائي شامل الاتجاهات كسبه 0 dBi	141,6−	156−	14,4	17,4−	17,4−
			166−	24,4	27,4−	27,4−
100	هوائي مكافئي كسبه 35 dBi	119−	156−	37	40−	5−
			166−	47	50−	15−
	هوائي شامل الاتجاهات كسبه 0 dBi	126−	156−	30	33−	33−
			166−	40	43−	43−

وتنشأ مستويات التداخل الأعلى أساساً من خلال الاقتران بين الحزمة الرئيسية للمحاسيس المنفعلة المحمولة في الفضاء ومستويات الفصوص الجانبية لمحطات الخدمة المتنقلة عندما يكون عامل النشاط منخفضاً.

وفي معيار التداخل هذا، يمكن جبر هامش سالب يبلغ نحو 4,4− dB أو 14,4− dB باستخدام تقنية مناسبة لضبط القدرة أو أي تقنيات تخفيف ممكنة أخرى غير مستخدمة في هذه المحاكاة.

وللتقاسم مع خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة)، لا يوصى باستخدام هوائي شامل الاتجاهات.

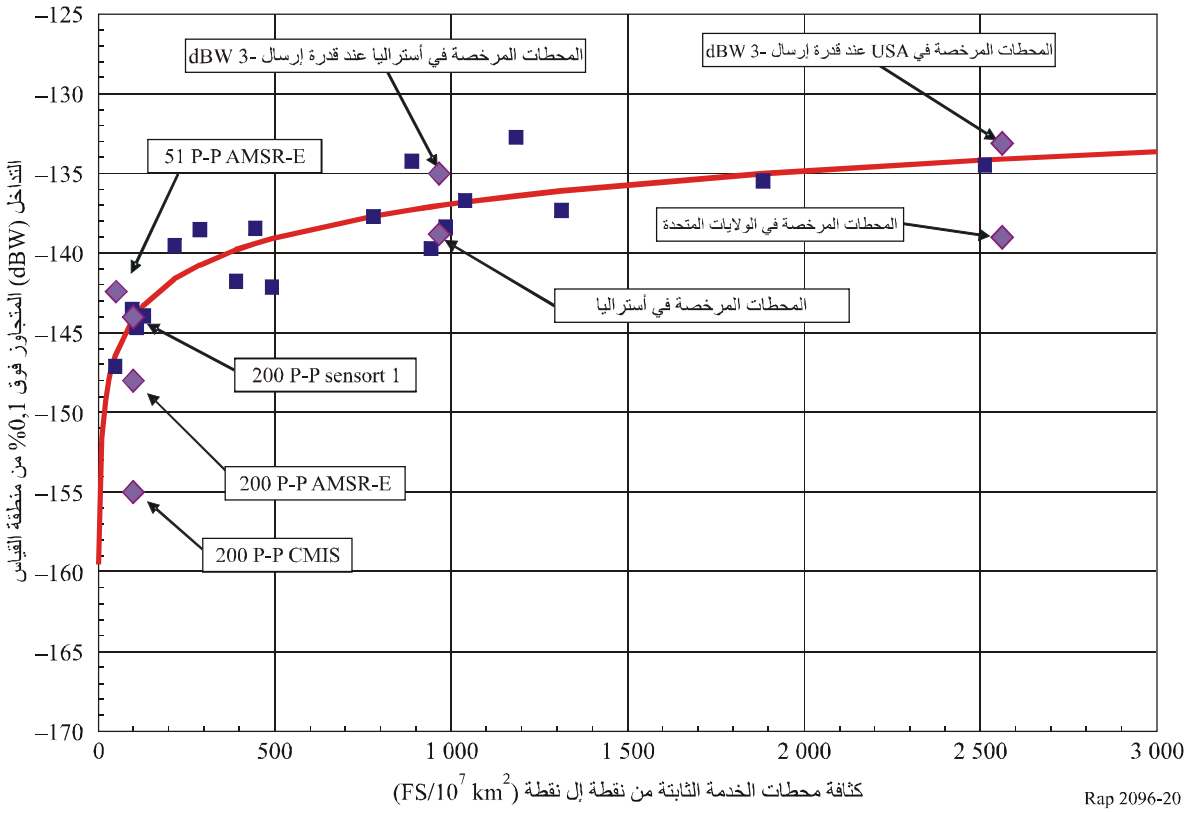
وقد تبين أن هناك هامش سالب يبلغ نحو 14,4− dB بالنسبة إلى مستوى التداخل المسموح به البالغ 156− dBW/100 MHz للمحاسيس المنفعلة الحالية. وفي حال استخدام أنماط مختلفة من الهوائيات في محطات الخدمة المتنقلة، فإن الزيادة المتوسطة فوق مستوى التداخل المسموح به يمكن أن تقع بين حالتي الهوائيين.

6.4 موجز نتائج دراسات التقاسم

يعرض الشكل 20 النتائج من الفقرة 1.2.4 لعمليات المحاكاة الدينامية التي أجريت لنماذج نشر لأنظمة خدمة ثابتة من نقطة إلى نقطة من منظور قدرة التداخل المتجاوزة في 0,1% من منطقة القياس كما تحددت من كل دالة توزيع تراكمي ومثلت بيانياً كنقطة بيانات في الشكل إزاء كثافة محطات الخدمة الثابتة في المحاكاة التي نتج عنها دالة التوزيع التراكمي. وتمت معايرة مستويات التداخل بالنسبة لقدرة إرسال لأنظمة الخدمة الثابتة تبلغ 3− dBW، حيث نتجت دالات توزيع تراكمي متعددة من خلال عمليات محاكاة مختلفة بنفس كثافة محطات الخدمة الثابتة، وتم تمثيل القيمة المتوسطة لمستويات التداخل لنفس الكثافة بيانياً. ويجب أن ينظر إلى هذه النتائج بالنسبة إلى المستوى المسموح به الوارد في التوصية ITU-R RS.1029 والبالغ 156− dBW/100 MHz عند هذه النسبة المئوية. كما يرد رسم بياني لأفضل منحنى مطابق لنقاط البيانات هذه في الشكل حيث يعرف المنحنى دالة على الصورة $I = a*x^b$، حيث I هي قدرة التداخل وx كثافة نشر أنظمة الخدمة الثابتة وa وb مقداران ثابتان. ومدرج أيضاً عمليات المحاكاة الدينامية المستندة إلى بيانات المحطات المرخصة في استراليا والولايات المتحدة الأمريكية الواردة في الفقرة 2.4، حيث تعتمد نقاط البيانات على القدرة المرخصة الفعلية لكل محطة وعلى افتراض أن كل محطة تعمل بقدرة إرسال تبلغ 3− dBW للمقارنة مع نتائج عمليات المحاكاة الأخرى وكذلك مع نتائج عمليات المحاكاة من نقطة إلى نقطة من الفقرات 1.4 و3.4 و4.4. وتتفق نتائج هذه الدراسات المستندة إلى بيانات محطات مرخصة في النطاق 10,6-10,68 GHz مع الدراسات السابقة المستندة إلى نماذج نظرية ويعتقد أنها توفر أساساً لتحديد مدى معقول لكثافات نشر أنظمة الخدمة الثابتة في سيناريوهات النشر النظرية المفترضة في عمليات محاكاة دينامية أخرى.

الشـــكل 20

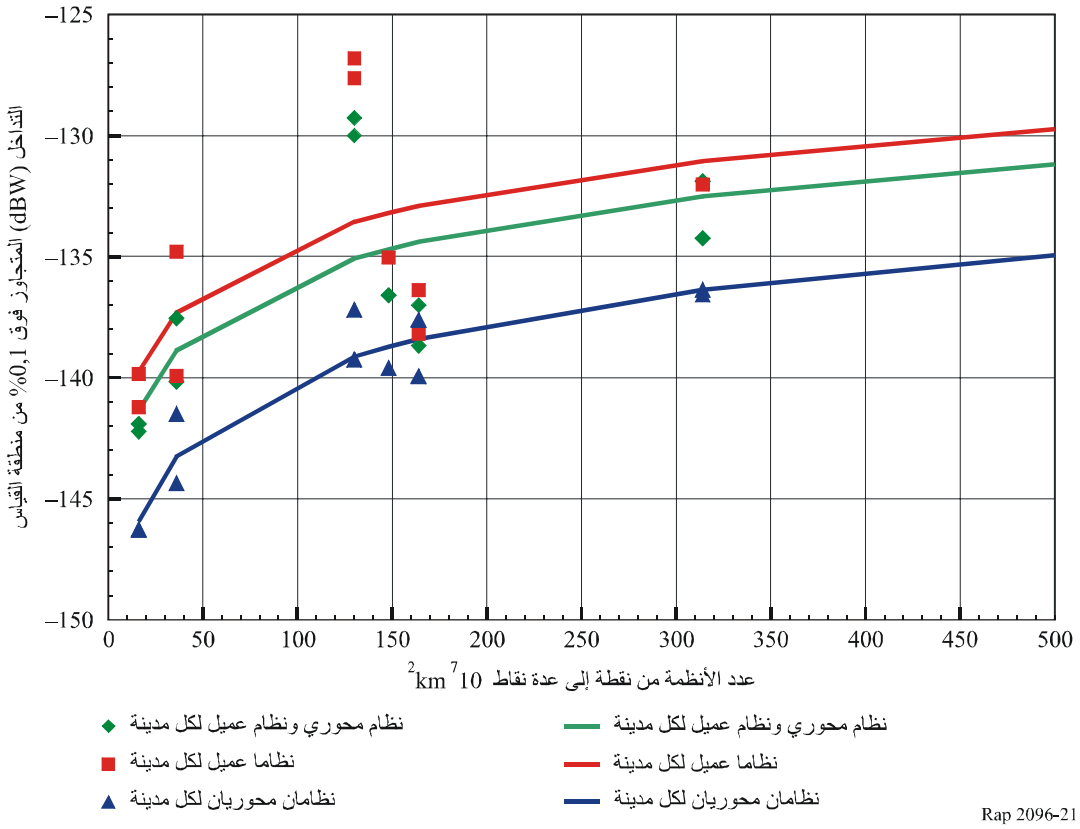
مقارنة لنتائج المحاكاة الدينامية من نقطة إلى نقطة عند GHz 10



ويعرض الشكل 21 نتائج المحاكاة الدينامية التي أجريت لنماذج نشر لأنظمة خدمة ثابتة من نقطة إلى عدة نقاط الواردة في الفقرة 2.2.4 ودالات التوزيع التراكمي الناتجة عن عمليات نشر لأنظمة خدمة ثابتة من نقطة إلى عدة نقاط حول مدن رئيسية في ستة أجزاء مختلفة من العالم مبينة في الشكل 7. وتم تحديد قدرة التداخل المتجاوزة بالنسبة إلى 0,1% من منطقة القياس من كل دالة من دوال التوزيع التراكمي وتم تمثيلها بيانياً باعتبارها نقطة بيانات في الشكل 21 إزاء كثافة الأنظمة من نقطة إلى عدة نقاط في المحاكاة التي نتج عنها دالة التوزيع التراكمي تلك. كما يرد تمثيل بياني لأفضل منحنى مطابق لنقاط البيانات تلك في الشكل 21. والرمز "H" يشير إلى محطة محورية والرمز "C" يشير إلى محطات العملاء بالنسبة لهذه التشكيلات لقناتين راديويتين من نقطة إلى عدة نقاط تقعان داخل نطاق خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة)، 10,6-10,68 GHz.

الشـــكل 21

مقارنة لنتائج المحاكاة الدينامية من نقطة إلى عدة نقاط



وتقارن كل دراسة من الدراسات السابقة مستوى التداخل الذي يستقبله مستقبل خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) بمستويات التداخل المسموح به المحددة في التوصية ITU-R RS.1029. بيد أنه يجب أن يؤخذ في الاعتبار عند تقييم نتائج هذه الدراسات العديد من العوامل الأخرى.

أولاً، أن جميع عمليات المحاكاة تحسب التداخل الذي يستقبله المحساس المنفعل كمتوسط للقدرة المتجمعة بمقياس الإشعاع. لذا، فإن قيم قدرة مرسلات أنظمة الخدمة الثابتة المفترضة في المحاكاة الدينامية يجب أن تفسر على أنها الوسط الحسابي أو مستويات القدرة المتوسطة. وعلى ذلك، فإن الحدود التنظيمية تحدد على أساس مستويات قدرة الذروة والتي تكون فوق الوسط الحسابي (المستوى المتوسط) بمقدار من 2 إلى 4 dB للإرسالات الرقمية. ثانياً، أن حزم هوائيات المحاسيس المنفعلة تستقطب خطياً بمستويات عالية من نقاء الاستقطاب، بينما يأتي تداخل الأنظمة الثابتة نمطياً من الفصوص الجانبية أو الفصوص الخلفية للمحطة التي يكون لها حساسية استقطاب محددة منخفضة، إن وجدت. وهذا العامل الذي يخفض مستويات التداخل المحسوبة بمقدار من 2 إلى 3 dB غير مدرج في حسابات التداخل. وفي النهاية، في عمليتي محاكاة تستندان إلى محطات خدمة ثابتة مرخصة في النطاق GHz 10,68-10,6، تبين أن مستوى تداخل المحساس المنفعل المحسوب مع مستويات القدرة المرخصة الفعلية أقل بنحو dB 6,4-3,8 من مستوى التداخل عند 0,1% من مستوى دالة التوزيع التراكمي المحسوبة على فرضية أن كل محطة تقوم بالإرسال بالحدود التنظيمية. وتستخدم ملخصات دراسات المحاكاة دالات التوزيع التراكمي لتداخل المحاسيس المنفعلة المستخرجة من عمليات المحاكاة الدينامية لتحديد القدرة القصوى لأنظمة الخدمة الثابتة التي تفي بالكاد بمعايير التداخل المسموح به للتوصية ITU-R RS.1029 إذا كانت جميع محطات الخدمة الثابتة تعمل على نفس المستوى من القدرة. وبمراعاة العوامل الثلاثة الموضحة أعلاه، تكون مستويات القدرة المستعملة لضبط أي من الحدود الموصى بها المحددة كقيم قدرة إرسال ذروة للتطبيق كإجراء تنظيمي مكافئة لتطبيق قدرة متوسطة تكون أقل بنحو 7,8 إلى dB 13,4 من مستويات قدرة الإرسال المسموح بها تلك التي تحدد من خلال تعديل دالات التوزيع التراكمي المتحصل عليها من عمليات المحاكاة الدينامية.

ويقدم الجدول 19 عرضاً موجزاً لدراسات التقاسم المذكورة أعلاه. ولكل دراسة محاكاة، يستخدم العمودان الأولان لتحديد نمط محطة الخدمة الثابتة أو الخدمة المتنقلة المدروسة في المحاكاة، وقدرة مرسِل الخدمة الثابتة أو الخدمة المتنقلة المفترضة لكل محطة في نموذج نشر لأنظمة الخدمة الثابتة أو الخدمة المتنقلة. وفي بعض هذه الدراسات، أُجريت عمليات المحاكاة الدينامية على نطاق من الكثافات المختلفة لعمليات نشر لأنظمة الخدمة الثابتة على أساس عدد المدن الكبرى في مناطق قياس مفترضة مختلفة، وعدد القنوات الراديوية المتاحة داخل كل مدينة استناداً إلى خطط قنوات قطاع الاتصالات الراديوية. وترد في الجدول أعلى وأدنى كثافات محطات الخدمة الثابتة المستخدمة في عمليات المحاكاة المتضمَّنة في كل دراسة. وأسفرت كل محاكاة دينامية عن دالة توزيع تراكمي للتداخل المستقبل بالمحساس المنفعل I_{EESS}. ويرد في الجدول 1 مستوى I_{EESS} المتجاوز في 0,1% من منطقة قياس محساس منفعل، أو في الحالة التي أُجريت فيها عمليات المحاكاة في ظل نطاق من كثافات نشر محطات الخدمة الثابتة، أعلى وأدنى قيمة للقدرة I_{EESS} عند 0,1%. ويحدد الجدول أيضاً أعلى وأدنى قيمة للقدرات المحسوبة لمرسِلات الخدمة الثابتة التي من شأنها أن تفي بالكاد بمعيار التداخل المسموح به والبالغ –156 dBW، المبيَّن في التوصية ITU-R RS.1029، من أجل المحاسيس المنفعلة العاملة حالياً، والتي تقابل مستويات التداخل الأدنى والأعلى للمحساس المنفعل المتحصل عليها من دالات التوزيع التراكمي للمحاكاة.

ويُناقَش أدناه عاملان للتصحيح، عامل عدم تواؤم الاستقطاب (2-3 dB)، والآخر خاص بتوزيع مستويات القدرة (3,8-6,4 dB). وينطبق هذان العاملان على استخدام دالات التوزيع التراكمي للتداخل الناتجة عن عمليات المحاكاة الدينامية هذه لوضع أي معايير ممكنة للتقاسم. وتبيِّن أعمدة الجدول 19 التي تقع في أقصى اليمين نطاق مستويات قدرة الخدمة الثابتة/المتنقلة المحسوبة والمسموح بها لكل حالة محاكاة، حيث تقابل القيمة الدنيا أدنى مستوى إرسال معدّل للخدمة الثابتة وأصغر عامل تصحيح مركب يبلغ 5,8 dB، وأعلى قيمة تقابل أعلى مستوى إرسال معدّل للخدمة الثابتة، وأكبر عامل تصحيح مركب يبلغ 9,4 dB. وجدير بالملاحظة أيضاً أن جميع مستويات القدرة المستخدمة في الجدول 19 هي الوسط الحسابي أو مستويات القدرة المتوسطة المتجمعة في مقياس الإشعاع للمحساس المنفعل أثناء كل قياس، وأن هناك عامل تصحيح آخر ترد مناقشته في الفقرة 4، إذا كان الغرض هو إعداد معايير للتقاسم على أساس مستويات قدرة الذروة. وبالنسبة لحالات الأنظمة من نقطة إلى عدة نقاط، يشير الرمز "H" إلى محطة محورية والرمز "C" إلى محطة عميل للتشكيلات الثلاثة المحتملة (1C + 1H أو 2H أو 2C) لقناتين راديويتين من نقطة إلى عدة نقاط تقعان ضمن نطاق خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة)، 10,6-10,68 GHz.

الجـــدول 19

ملخص نتائج دراسات المحاكاة في النطاق GHz 10

رقم دراسة المحاكاة في النطاق GHz 10	ملاحظات	قدرة المرسِل (dBW)	كثافة محطات الخدمة الثابتة/المتنقلة لكل 10^7 km^2	I_{EESS} عند 0,1% بوحدات dBW	القدرة P_t القصوى بالوحدة (dBW) للوفاء بمعايير الحماية الواردة في التوصية ITU-R RS.1029	القدرة P_t القصوى بالوحدة (dBW) مع مراعاة عامل التصحيح البالغ dB 9,4-5,8
1	P-P	3−	48 إلى 2 512	151− إلى 130,5−[1]	8− إلى 28,5−[5a] 18− إلى 38,5−[5b]	22,7− إلى 1,4 32,7− إلى 8,6−
1	P-MP (1H1C)	3−	16 إلى 314	142,2− إلى 129,3−[1]	16,8− إلى 29,7−[5a] 26,8− إلى 39,7−[5b]	23,9− إلى 7,4− 33,9− إلى 17,4−
1	P-MP (2C)	10−	16 إلى 314	141,2− إلى 126,8−[1]	24,8− إلى 39,2−[5a] 34,8− إلى 49,2−[5b]	33,4− إلى 15,4− 43,4− إلى 25,4−
1	P-MP (2H)	3−	16 إلى 314	146,3− إلى 136,4−[1]	12,7− إلى 22,6−[5a] 22,7− إلى 32,6−[5b]	16,8− إلى 3,3− 26,8− إلى 13,3−
2	قاعدة بيانات أستراليا	3−	966	135,2−	23,8−[5a] 33,8−[5b]	18− إلى 14,4− 28− إلى 24,4−
2	قاعدة بيانات الولايات المتحدة الأمريكية	3−	2 652	132,9−	26,1−[5a] 36,1−[5b]	20,3− إلى 16,7− 30,3− إلى 26,7−
3	200 P-MP	10−	200	167− إلى 136−[3]	10− إلى 30−[5a] 10− إلى 40−[5b]	4,2− إلى 20,6− 4,2− إلى 30,6−
3	100 P-P	3−	100	155− إلى 144−[3]	3− إلى 15−[5a] 14− إلى 25−[5b]	2,8 إلى 5,6− 8,2− إلى 15,6−
3	100 متنقلة	3−	100	142− إلى 126−[3]	17− إلى 33−[5a] 27− إلى 43−[5b]	11,2− إلى 23,6− 21,2− إلى 33,6−
4	51 P-P	3−	51	142,4−	16,6−[5a] 26,6−[5b]	10,8− إلى 7,2− 20,8− إلى 17,2−
4	982 متنقلة	3−	100	126− إلى 119−	33− أو 40−[5a] 43− أو 50−[5b]	27,2− إلى 23,6− 37,2− إلى 33,6−
4	3 متنقلة	3−	100	151,6− إلى 141,6−	7,4− أو 17,4−[5a] 17,4− إلى 27,4−[5b]	1,6− إلى 2 11,6− إلى 8−

(1) مدى كثافات الخدمة الثابتة والمحاسيس المختلفة.

(2) القيم بالنسبة لكثافتين لأنظمة الخدمة الثابتة.

(3) القيم بالنسبة لثلاثة محاسيس مختلفة.

(4) جميع قدرات أنظمة الخدمة الثابتة قدرات "متوسطة" بينما قدرات أنظمة الخدمة المتنقلة قدرات "ذروة".

(5a) قيم متحصل عليها باستعمال معيار التوصية ITU-R RS.1029 البالغ 156− dBW/100 MHz.

(5b) قيم متحصل عليها باستعمال معيار التوصية ITU-R RS.1029 البالغ 166− dBW/100 MHz.

ولوحظ، في عدة حالات، أن مستويات القدرة المسموح بها المبيَّنة في الأعمدة التي توجد في أقصى اليمين من الجدول 19 تتجاوز مستوى قدرة الخدمة الثابتة المفترض لدراسة المحاكاة، ويمكن أن يستخلص من ذلك أن التوافق بين الخدمة الثابتة وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) قد ثبت بالنسبة لهذه الحالات. أما في الحالات التي تكون فيها مستويات القدرة المسموح بها أقل من مستويات قدرة الإرسال المفترضة لأنظمة الخدمة الثابتة، فقد فُحِصت دالات التوزيع التراكمي للتداخل الناتجة عن عمليات المحاكاة لتحديد التأثير على المحاسيس المنفعلة العاملة حالياً بالنسبة إلى النسبة المئوية من منطقة القياس التي يتم فيها تجاوز مستوى قدرة التداخل المسموح به البالغ –156 dBW (أو –166 dBW)، إذا كانت قدرة مرسِل الخدمة الثابتة محدودة بالقيمة المفترضة في عمليات المحاكاة، أو في حالة المحاكاة رقم 4، القيم المرخصة للمحطات المفترض تحديدها كمستويات لقدرة الذروة. ويغطي نطاق قيم النسب المئوية للمحاكاة رقم 2 نطاق كثافات نشر محطات الخدمة الثابتة، وهو نطاق القيم الواردة في المحاكاة رقم 3 التي تمثل التأثير على المحاسيس المنفعلة المختلفة من نموذج النشر نفسه.وتُعرض هذه النتائج في الجدول 20.

الجـــدول 20

النسبة المئوية لمناطق القياس التي يتم فيها تجاوز مستوى قدرة التداخل المسموح به

رقم دراسة المحاكاة في النطاق GHz 10	نمط نظام الخدمة الثابتة/المتنقلة	قدرة المرسِل (dBW)	كثافة المحطات في الخدمة الثابتة/المتنقلة لكل 10^7 km^2	النسبة المئوية من منطقة القياس التي يتجاوز فيها المقدار –156 dBW	النسبة المئوية من منطقة القياس التي يتجاوز فيها المقدار –166 dBW
1	P-P	3–	من 48 إلى 2512	أقل من 0,1 إلى 13	من 0,4 إلى 30
1	P-MP (1H1C)	3–	من 16 إلى 314	0,2 إلى 13	من 0,2 إلى 20
1	P-MP (2C)	10–	من 16 إلى 314	0,2 إلى 13	من 0,2 إلى 20
1	P-MP (2H)	3–	من 16 إلى 314	0,1 إلى 10	من 0,8 إلى 10
2	قاعدة بيانات استراليا	3–	966	1,8	من 0,5 إلى 20
2	قاعدة بيانات الولايات المتحدة الأمريكية	3–	2 652	3,6	من 10 إلى 30
3	200 P-MP	10–	200	أقل من 0,1 إلى 0,8	من 0,1 إلى 11
3	100 P-P	3–	100	أقل من 0,1 إلى 0,6	من 1 إلى 5
3	100 متنقلة	3–	100	من 1 إلى 3	من 11 إلى 50
4	51 P-P	3–	51	1,1	3,3
4	982 متنقلة (هوائي كسبه 35 dBi)	3–	982	14,6	31
4	982 متنقلة (هوائي شامل الاتجاهات كسبه 0 dBi)	3–	982	17,44	38
4	3 متنقلة (هوائي كسبه 35 dBi)	3–	3	0,06	0,2
4	3 متنقلة (هوائي شامل الاتجاهات كسبه 0 dBi)	3–	3	0,22	0,4

5 نهج التخفيف

1.5 خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (المنفعلة)

تستوعب المحاسيس المنفعلة الحالية والمقبلة الإشارة التي يتلقَّاها الساتل، وليس بالإمكان التفرقة بين الإرسالات الطبيعية والاصطناعية. وإذا تجاوز التداخل المستويات المسموح بها، يكمن خطر الحصول على قياسات غير سليمة من عدة مناطق، مما قد يؤثر سلباً على تنبؤات الأرصاد الجوية الموثوقة أو التطبيقات العلمية الأخرى التي تستخدم نواتج بيانات المحاسيس. ولا توجد تقنيات معتمدة للتعرُّف على قياسات المحاسيس المنفعلة التي أفسدها التداخل، وتخفيف تأثير مثل هذه القياسات غير السليمة على التنبؤات الجوية أو غيرها من الدراسات العلمية التي تستخدم هذه البيانات.

ونتيجة لذلك، فإن تقنيات التخفيف التي تنطبق على الخدمة EESS (المنفعلة) تركِّز على نهج قد تقلِّل من مستوى التداخل الذي يستقبله الساتل.

وجرت دراسة وتقييم للخصائص التقنية والتشغيلية التالية لأداة من أدوات الخدمة EESS (المنفعلة)، باعتبارها نهجاً محتملة لتخفيف أو تدنية فرص التداخل:

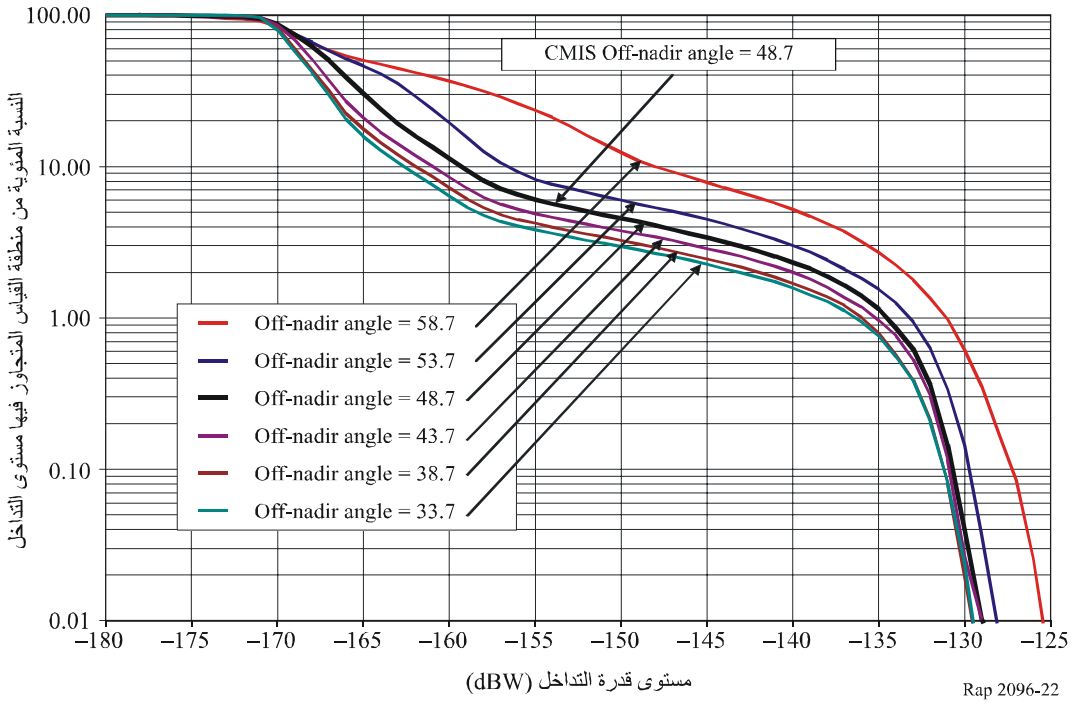
- وضع حد لزاوية السقوط القصوى يؤدي إلى التحكم في سعة الاقتران المباشر بين الخدمات النشطة للأرض ومستقبِل خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة). بيد أن تخفيض زوايا التسديد المحسوبة من النظير للمحاسيس المنفعلة المخروطية المسح إلى قيم أقل من قيم التصميم الحالية لن يؤدي إلى تخفيض كبير في مستويات التداخل.
- اشتراط حد أدنى من كفاءة الحزمة الرئيسية يؤدي إلى التحكم المباشر في شكل مخطط الهوائي، ويحدث خفضاً في قدرة التداخل المستقبلة خارج منطقة الحزمة الرئيسية.
- يمكن أن يؤدي فرض حد على الاستبانة الفضائية إلى تقليل احتمال مسبِّبات التداخل أو عددها داخل بكسيل معيَّن لأداة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة).
- قد يؤدي تحسين أداء الفص الجانبي لهوائي خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) إلى تخفيض مستويات التداخل. ومثال ذلك أن إجراء مقارنة بين مخطط هوائي مرجعي قيد الإعداد لأغراض خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة)، ومخطط هوائي خدمة ثابتة ساتلية يرد توصيفه في التوصية ITU-R S.672[3] يبين أن تخفيض سوية الفص الجانبي يؤدي إلى التقليل من النسبة المئوية للتداخل.

وتتقاطع الحزمة الرئيسية للمحاسيس المنفعلة المخروطية المسح مع سطح الأرض عند زاوية ارتفاع ثابتة يحددها ارتفاع الساتل وزاوية التسديد من النظير للهوائي المستقبِل. ولكي يتسنى فحص تأثير الاختلاف في زوايا الارتفاع تلك الخاصة بخدمة استكشاف الأرض الساتلية، أعيد تشغيل أَحد نماذج المحاكاة المذكورة سابقاً للمحساس المنفعل CMIS، من أجل مجموعة مختلفة من زوايا التسديد من النظير للمحساس المنفعل تتراوح بين قيمة تقل بمقدار 15° عن زاوية المحساس من النظير التي تساوي 48,7° وقيمة عليا تزيد بمقدار 10° عن هذه الزاوية. ويعرض الشكل 22 نتائج عمليات المحاكاة هذه.

[3] التوصية ITU-R S.672: مخطط إشعاع هوائي ساتلي لاستخدامه كهدف للتصميم في الخدمة الثابتة الساتلية التي تستخدم سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض.

الشـــكل 22

نتائج التداخل المستندة إلى الاختلافات في الزوايا من النظير لنظام خدمة استكشاف الأرض الساتلية



2.5 الخدمة الثابتة

جرت دراسة وتقييم الخصائص التقنية والتشغيلية التالية لمحطة خدمة ثابتة كنهج محتملة لتخفيف أو تدنية فرص التداخل الناجمة عن عمليات الخدمة الثابتة في هذا النطاق:

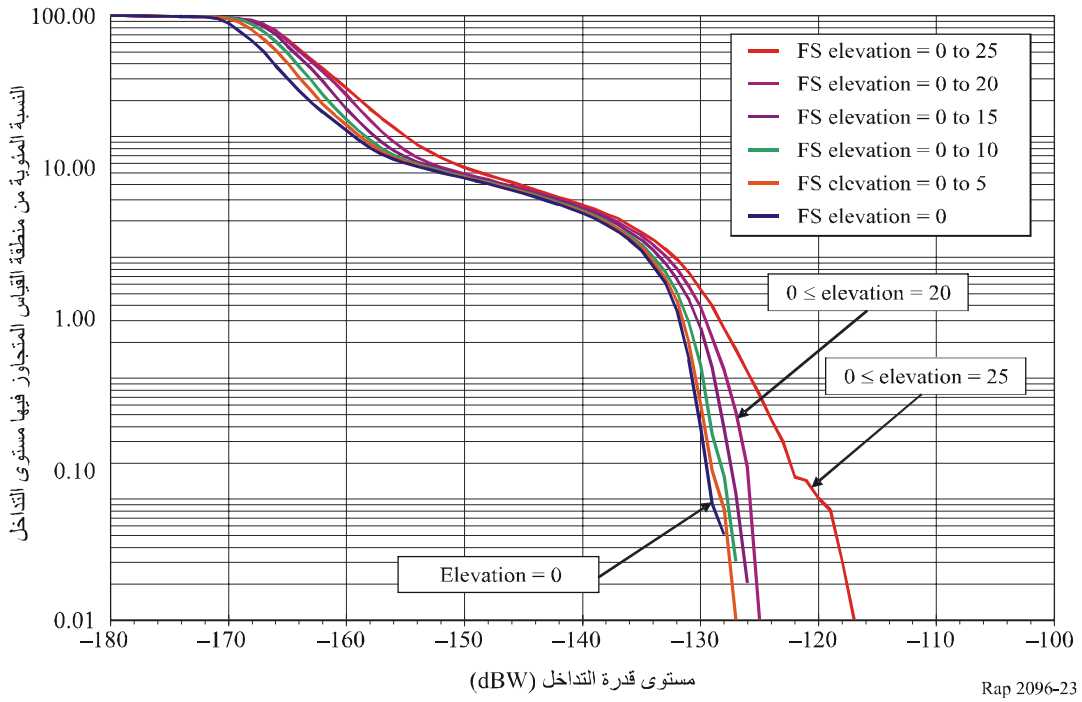
- فرض قيد على الحد الأقصى لكثافة القدرة EIRP لمحطة الخدمة الثابتة.
- اشتراط حد أقصى لزاوية ارتفاع الحزمة الرئيسية لمحطة الخدمة الثابتة؛ ومع ذلك، وفيما يتعلق بتوزيع منتظم لزوايا ارتفاع أنظمة الخدمة الثابتة، الذي يعد توزيعاً غير واقعي وغير موات لدراسات التقاسم، فإن مستويات التداخل على محساس منفعل مخروطي المسح لا تزداد زيادة كبيرة إلا إذا تجاوز الحد الأعلى المفروض على زوايا ارتفاع أنظمة الخدمة الثابتة 20°.
- اشتراط ضبط قدرة إرسال أنظمة الخدمة الثابتة عند القيمة التي توفر المستوى المطلوب للإشارة المستقبَلة في ظروف تكون السماء فيها صافية مع هامش خبو محدد؛ وهذا النهج يمكن أن يقلِّل بشكل ملحوظ مستويات التداخل على محساس منفعل.

وقد افترضت عمليات المحاكاة السابقة بوجه عام أن جميع مرسِلات أنظمة الخدمة الثابتة تعمل على زاوية ارتفاع تبلغ 0°. ومع ذلك، فإن من المتوقع أن يحدث بعض الاختلاف في زاوية ارتفاع أنظمة الخدمة الثابتة في الأنظمة الحقيقية لهذه الخدمة. ولكي يتسنى فحص تأثير هذه الاختلافات في زاوية ارتفاع أنظمة الخدمة الثابتة، أعيد إجراء أحد نماذج المحاكاة التي ذُكِرت سابقاً على أساس زوايا ارتفاع لهذه الخدمة تبلغ 0°، حيث خصص لكل محطة زاوية ارتفاع بطريقة عشوائية على أساس توزيع منتظم لزوايا الارتفاع يتراوح بين 0° وحد أقصى يتراوح بين 5° و25°. وقد افترض توزيع منتظم لزوايا ارتفاع أنظمة الخدمة الثابتة في عمليات المحاكاة هذه من أجل التبسيط، على الرغم من أن التوزيعات الفعلية لزوايا ارتفاع أنظمة الخدمة الثابتة تكون غوسية عادة في طبيعتها. ونموذج نشر أنظمة الخدمة الثابتة هو النموذج المسمى بمعلمات الحالة 4 لأنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة للمحساس المنفعل CMIS ومنطقة قياس وسط آسيا في مساهمة سابقة. ويعرض الشكل 23 نتائج عمليات المحاكاة هذه.

ويتبين من دراسة هذا الشكل أن هناك زيادة طفيفة في مستوى التداخل في 0,1% من منطقة القياس مع زاوية ارتفاع قصوى لأنظمة الخدمة الثابتة تتراوح بين 0° و20°، في حين تكون الزيادة كبيرة مع الزوايا التي تتراوح بين 20° و25°.

الشـــكل 23

نتائج التداخل استناداً إلى الاختلافات في زوايا ارتفاع أنظمة الخدمة الثابتة



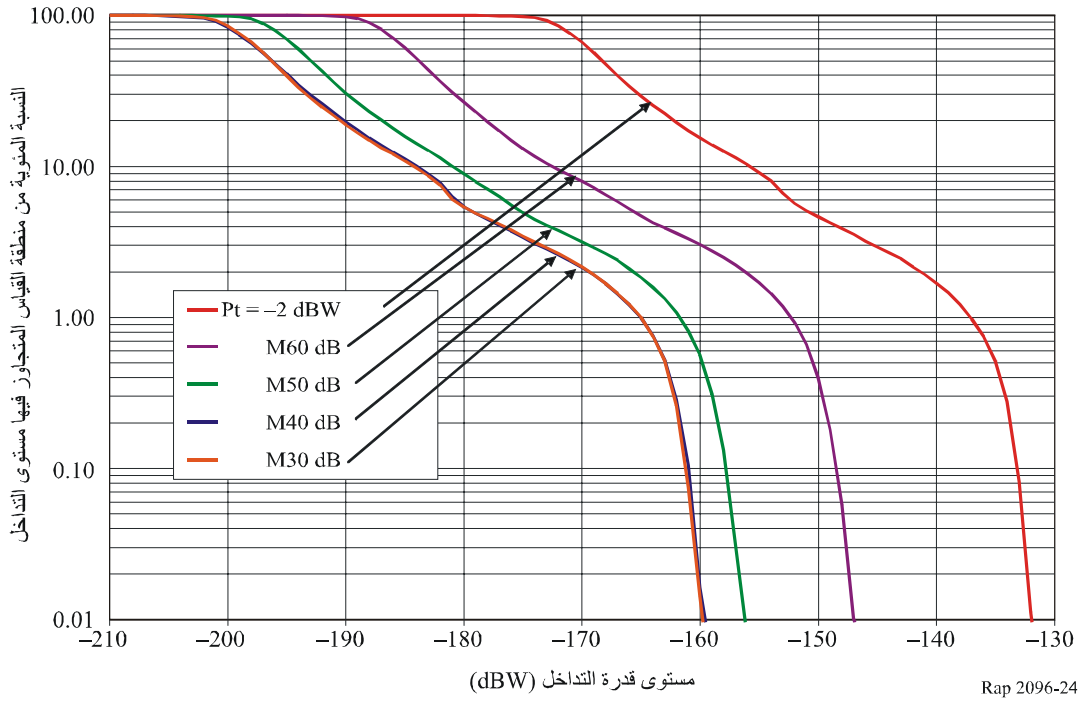
ملاحظـــة – على الرغم من أن هذه الدراسات تناولت زوايا ارتفاع لأنظمة للخدمة الثابتة تصل حتى 25° من أجل تحديد زاوية الارتفاع التي تحدث عنها زيادة كبيرة في مستوى التداخل، إلا أن ارتفاعات أنظمة الخدمة الثابتة فوق 5° تعتبر نادرة في أنظمة التشغيل الفعلية.

وقد افترضت عمليات المحاكاة السابقة للتداخل بوجه عام أن جميع مرسِلات أنظمة الخدمة الثابتة تعمل بنفس قدرة الإرسال. ومع ذلك، فقد أظهر فحص بعض سجلات التراخيص اختلافاً في قدرات المرسِلات المرخص لها. وقد يعزى هذا الاختلاف في قدرة المرسِلات إلى الاختلافات في أطوال مسيرات الوصلات الراديوية.

وقد أعد نموذج محاكاة جرى فيه تخصيص قدرات مرسِلات لمحطات الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة، عند مستويات تتراوح بين −30 dBW و−2 dBW أدت إلى مستوى استقبال محدد في ظروف الانتشار في الفضاء الحر عبر أطوال مسيرات تم اختيارها عشوائياً بين 0,5 و30 km مع توزيع منتظم للاحتمال. وشمل مستوى الاستقبال المحدد هوامش خبو تتراوح بين 30 و60 dB فوق مستوى أدنى للإشارة المستقبلة المطلوبة يبلغ −117 dBW. ويوضح الشكل 24 تأثير استخدام هذه التقنية على مستويات تداخل المحساس المنفعل، من أجل تخصيص مستويات قدرة إرسال، مقارنة بحالة يفترض فيها أن جميع المرسِلات تعمل عند مستوى أقصى واحد لقدرة الإرسال. كما يتضمن الشكل دالة التوزيع التراكمي للحالة التي تقوم فيها كل محطة من محطات الخدمة الثابتة بالإرسال على المستوى الأقصى المحدد للقدرة البالغ −2 dBW.

الشـــكل 24

نتائج التداخل استناداً إلى قدرات الإرسال المعتمدة على طول المسير من نقطة إلى نقطة

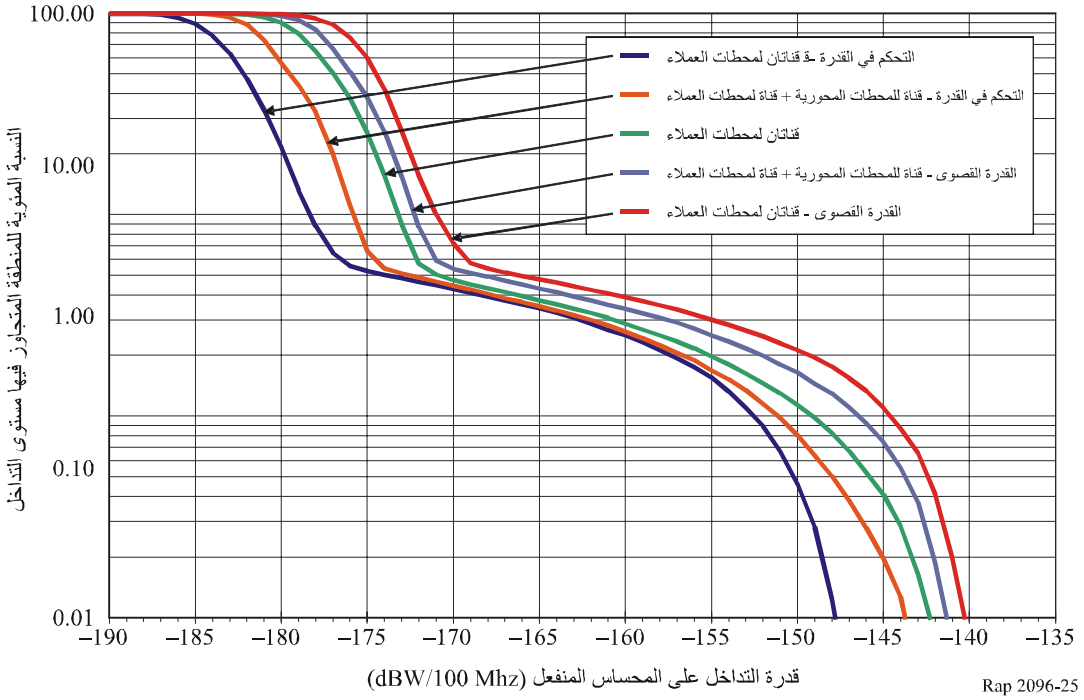


ملاحظـــة – التسميات على غرار "M30dB" تستعمل لوسم دالات التوزيع التراكمي نسبة إلى الهامش فوق انتشار الفضاء الحر الناتج عن ضبط قدرة مرسلات أنظمة الخدمة الثابتة.

وقد أجريت عمليات محاكاة أخرى للأنظمة من نقطة إلى عدة نقاط حيث ضبطت فيها قدرات إرسال وصلات محطات العملاء في الأنظمة من نقطة إلى عدة نقاط بين الحدين –10 و–30 dBW لإعطاء مستوى اسمي للإشارة المستقبلة يبلغ –110 dBW. وقد افترض أن المحطات المحورية تعمل بقدرة إرسال –3 dBW في جميع الحالات. وقد أفترض في عمليات المحاكاة تلك كسب لهوائي محطة العميل يبلغ 23 dBi مع أطوال مسيرات متغيرة عشوائياً بين 0,1 و10 km. ويعرض الشكل 25 نتائج عمليات المحاكاة تلك. وتظهر عمليات المحاكاة هذه انخفاضاً ملحوظاً في مستويات تداخل المحاسيس المنفعلة عند استعمال وسائل للتحكم في القدرة في وصلات العملاء مقارنة بالحالة التي تستخدم فيها المحطات المحورية القناتين من نقطة إلى عدة نقاط الواقعتين في النطاق المنفعل بالمستوى الأقصى لقدرة الإرسال البالغ –3 dBW. ومع ذلك، فإن مستوى تداخل المحاسيس المنفعلة يكون أقل من ذلك في الحالة التي تستخدم فيها المحطات المحورية القناتين بقدرة إرسال كلية مقيدة لكلتيهما بالقيمة –10 dBW.

الشـــكل 25

نتائج التداخل استناداً إلى قدرات الإرسال المعتمدة على أطوال المسيرات من نقطة إلى عدة نقاط



3.5 الخدمة المتنقلة

نظراً لأن تطبيقات الخدمة المتنقلة التي تم تناولها في هذه الدراسات تستند إلى أنظمة للخدمة المتنقلة لها خصائص مماثلة لخصائص أنظمة الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة، فإن اعتبارات التخفيف التي نوقشت في الفقرة 2.5 تنطبق على تطبيقات الخدمة المتنقلة تلك.

6 الخلاصة

يعرض هذا التقرير نتائج عدة دراسات بشأن المحاكاة لتقييم مستويات التداخل المحتمل التي قد تستقبلها مستقبلات خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة)، في النطاق GHz 10,68-10,6، من عدة أنماط من محطات الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة. ويوجز القسم 6.4 من هذا التقرير نتائج هذه الدراسات. أما الجدول 19، فإنه يحدد مدى مستويات قدرة الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة التي من شأنها أن تلبّي معايير التوصية ITU-R RS.1029، بالنسبة لنماذج النشر المختلفة لأنظمة الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة، والمحاسيس المنفعلة لخدمة استكشاف الأرض الساتلية التي تناولتها الدراسات. ويبيِّن الجدول 20 النسبة المئوية لمنطقة قياس المحساس المنفعل والتي يحدث فيها تجاوز لمستوى التداخل المسموح به للمحساس المنفعل طبقاً للتوصية ITU-R RS.1029 بالنسبة إلى مستويات قدرات الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة المفترضة في الدراسات.

وأجريت أيضاً دراسة وتقييم لعدد من الخصائص التقنية والتشغيلية لمحاسيس خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) وأنظمة الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة، كنهج محتملة لتخفيف أو تدنية مستوى التداخل. ويحدد الجدول التالي الحدود التي يمكن فرضها على الخصائص التقنية والتشغيلية لهذه الأنظمة، والتي من شأنها أن تسهِّل تقاسم النطاق GHz 10,68-10,6 بين خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) والخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة. وجدير بالملاحظة أنه عند وضع هذا الجدول، كانت هناك محاولة لوضع حدود من شأنها تحقيق التوازن الأمثل بين تحاشي فرض قيود لا داعي لها على الخدمات النشطة مع توفير الحماية الكافية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة).

الجـــدول 21

معايير التقاسم المحتمل في النطاق GHz 10,68-10,6

خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) (EESS)	الخدمة الثابتة	الخدمة المتنقلة
زاوية السقوط ≥ 60°، حيث تعرّف زاوية السقوط بأنها الزاوية على سطح الأرض بين الاتجاه الرأسي المحلي ومركز حزمة هوائي المحساس المنفعل	زاوية الارتفاع ≥ 20°	
الاستبانة الفضائية ≤ 50 km، حيث تعرّف الاستبانة الفضائية بأنها أقصى مقطع عرضي لكفاف المحساس المنفعل البالغ –3 dB على سطح الأرض	الحد الأقصى لقدرة المرسِل من نقطة إلى نقطة: ≤ –15 dBW أو ≤ –5 dBW مع تحكم أوتوماتي في قدرة الإرسال ATPC يبلغ 10 dB الحد الأقصى لقدرة المرسِل من نقطة إلى عدة نقاط: ≤ –17 dBW للمحطات المحورية ≤ –10 dBW لمحطات العملاء	الحد الأقصى لقدرة المرسِل –17 dBW
كفاءة الحزمة الرئيسية ≤ 85%، والتي تعرف بأنها الطاقة (المكونات الرئيسية ومكونات الاستقطاب المتقاطع) ضمن 2,5 مرة منطقة عرض النطاق عند –3 dB، بالنسبة إلى الطاقة الكلية ضمن جميع الزوايا	الحد الأقصى للقدرة المشعّة المكافئة المتناحية للمحطة المحورية من نقطة إلى عدة نقاط ≤ -4 dBW	

ويستند كل مدخل من المدخلات الإفرادية المبيَّنة في هذا الجدول، مثل الحد الأقصى للقدرة، إلى عمليات محاكاة تفترض أن الخدمة النشطة لا تطبق أي من تقنيات التخفيف، ما لم يذكر ذلك في الجدول. ويمكن تطويع القيود المذكورة في الجدول، إذا ما طبقت تقنيات التخفيف. وتشمل تقنيات التخفيف المحتملة الضبط المرن للقدرة، بتطبيق تحكم أوتوماتي في قدرة الإرسال بقيمة تبلغ 10 dB أو أكثر لتخفيف الخبو، واستخدام الهوائيات الاتجاهية ذات الأداء العالي. ومدخل التحكم الأوتوماتي في قدرة الإرسال الوارد في الجدول أعلاه يحدد، على سبيل المثال، الحالة التي يطبق فيها تحكم أوتوماتي في قدرة الإرسال قيمته 10 dB. وفي حالة الأنظمة التي تستخدم التحكم الأوتوماتي في قدرة الإرسال، يمكن زيادة الحد الأقصى لقدرة المرسِل بالكمية المقابلة للتحكم الأوتوماتي في قدرة الإرسال التي يستخدمها النظام. ولوحظ أن سويات التداخل التي تتعرض لها خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة)، كما توضحها نتائج دراسات المحاكاة التي تستخدم القيم المبيَّنة في هذا الجدول، تتجاوز معايير التداخل المسموح به وفقاً للتوصية ITU-R RS.1029 بالنسبة إلى بعض نماذج النشر التي تم تناولها في دراسات التقاسم. ومع ذلك، فإن هذه النتيجة تعتبر مقبولة لأنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) من منظور ضرورة التوصل إلى تقاسم عادل للأعباء في وضع معايير التقاسم للخدمات التي تتقاسم هذا النطاق.

7 وثائق قطاع الاتصالات الراديوية الداعمة

التوصية ITU-R F.758: الاعتبارات المتعلقة بوضع معايير التقاسم بين الخدمة الثابتة للأرض والخدمات الأخرى.

التوصية ITU-R RS.1803: الخصائص التقنية والتشغيلية للمحاسيس المنفعلة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) وخدمة الأبحاث الفضائية (المنفعلة)، لتسهيل التقاسم مع الخدمتين الثابتة والمتنقلة في نطاقي الترددات GHz 10,68-10,6 وGHz 37-36.