

الاتحاد الدولي للاتصالات

# ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

**التقرير ITU-R SM.2450-0**  
(2019/06)

**دراسات التقاسم والتوافق بين الخدمة  
المتنقلة البرية والخدمة الثابتة والخدمات  
المنفصلة في مدى التردد 450-275 GHz**

**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 الاستثمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقدم 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 بُعد   | 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.2450-0

## دراسات التقاسم والتوافق بين الخدمة المتنقلة البرية والخدمة الثابتة والخدمات المنفصلة في مدى التردد 450-275 GHz

(2019)

## لمحة عامة

يحتوي هذا التقرير على عدد من الدراسات لتقييم تقاسم الترددات بين الخدمات المنفصلة (خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) وخدمة الفلك الراديوي (RAS)) والخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة البرية في المدى 450-275 GHz<sup>1</sup>. وتبحث دراسات التوافق، التي تستند إلى المعلومات التقنية المتاحة عن خصائص الخدمة المتنقلة البرية (LMS) والخدمة الثابتة (FS) في التقريرين ITU-R M.2417-0 وITU-R F.2416-0، عن الطيف الذي يمكن أن يستخدم في تطبيقات الخدمتين LMS وFS دون الحاجة إلى قيود محددة لحماية تطبيقات الخدمات (RAS وEESS (المنفصلة)). وتستند خصائص الخدمات المنفصلة إلى التقريرين ITU R RA.2189-1 وITU-R RS.2431-0.

وقد خلصت معظم الدراسات إلى أن لا حاجة، في النطاقات 450-356 GHz و330-320 GHz و313-306 GHz و296-275 GHz، إلى شروط محددة لحماية خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS)، من أجل الأنظمة العاملة ضمن المعلمات الواردة في تقارير قطاع الاتصالات الراديوية المشار إليها بالإحالة. ولم تسع هذه الدراسات إلى وضع شروط (مثل حدود القدرة ومتطلبات الحجب و/أو قيود زاوية الارتفاع، وما إلى ذلك) التي من شأنها أن تسهل التقاسم مع الخدمة EESS في نطاقات التردد الأخرى. وخلصت دراسات التوافق إلى أن التوهين الجوي المستقل عن الخسارات في الفضاء الحر في المدى 450-275 GHz غير كافٍ لتحقيق التوافق بين عمليات الخدمة الثابتة (FS) وخدمة الفلك الراديوي (RAS) في غياب الاعتبارات الأخرى. وينبغي النظر في مسافات الفصل وزوايا التحجب بين محطات الخدمة RAS ومحطات الخدمة FS تبعاً لبيئة نشر محطات الخدمة FS.

<sup>1</sup> يحدد الرقم 565.5 من لوائح الراديو أيضاً بعض نطاقات التردد لتطبيقات خدمة الأبحاث الفضائية (المنفصلة)، ومع ذلك لم تُجر أي دراسات في هذا الشأن.

## جدول المحتويات

الصفحة

|    |       |  |   |
|----|-------|--|---|
| 5  | ..... | مقدمة  | 1 |
| 5  | ..... | 1.1 نُهج التقرير   |   |
| 5  | ..... | 2.1 تنظيم التقرير  |   |
| 5  | ..... | التوصيات والتقارير ذات الصلة الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية   | 2 |
| 7  | ..... | قائمة المختصرات  | 3 |
| 7  | ..... | المعلومات التنظيمية للترددات فوق 275 GHz   | 4 |
| 8  | ..... | خصائص الأنظمة  | 5 |
| 8  | ..... | 1.5 خصائص الأنظمة لتطبيقات الخدمة المتنقلة البرية العاملة في مدى التردد 450-275 GHz                          |   |
| 8  | ..... | 1.1.5 الأنظمة المتنقلة في المحيط القريب  |   |
| 11 | ..... | 2.1.5 الاتصالات داخل الجهاز  |   |
| 12 | ..... | 3.1.5 الوصلات اللاسلكية في مراكز البيانات  |   |
| 13 | ..... | 2.5 خصائص الأنظمة لتطبيقات الخدمة الثابتة العاملة في مدى التردد 450-275 GHz                                  |   |
| 13 | ..... | 1.2.5 التوصيل الأمامي والخلفي من نقطة إلى نقطة   |   |
| 17 | ..... | 3.5 خصائص أنظمة خدمة الفلك الراديوي العاملة في مدى التردد 450-275 GHz  |   |
| 21 | ..... | 4.5 خصائص أنظمة الخدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفصلة) العاملة في مدى التردد 450-275 GHz                   |   |
| 26 | ..... | اعتبارات من أجل دراسات التقاسم والتوافق  | 6 |
| 26 | ..... | 1.6 خدمة الفلك الراديوي  |   |
| 28 | ..... | 2.6 خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفصلة)   |   |
|    |       | سيناريوهات التداخل من تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية والخدمة الثابتة العاملة في النطاق 450-275 GHz           | 7 |
| 30 | ..... | في تطبيقات الخدمة المنفصلة التي تستخدم الطيف المحدد في الرقم 565.5 من لوائح الراديو                          |   |
|    |       | 1.7 سيناريوهات التداخل من تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) العاملة في النطاق 450-275 GHz                 |   |
| 31 | ..... | في الخدمة EESS (المنفصلة) وخدمة الفلك الراديوي (RAS)   |   |
|    |       | 2.7 سيناريوها التداخل من تطبيقات الخدمة الثابتة (FS) العاملة في النطاق 450-275 GHz في الخدمة EESS (المنفصلة) |   |
| 32 | ..... | وخدمة الفلك الراديوي (RAS)   |   |
| 33 | ..... | دراسات التقاسم والتوافق المتعلقة بالخدمة EESS (المنفصلة)   | 8 |
| 33 | ..... | 1.8 دراسات التقاسم والتوافق بين تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) وتطبيقات الخدمة EESS (المنفصلة)         |   |
| 33 | ..... | 2.8 دراسات التقاسم والتوافق بين تطبيقات الخدمة الثابتة وتطبيقات الخدمة EESS (المنفصلة)                       |   |
| 34 | ..... | 3.8 ملخص دراسات التقاسم والتوافق المتعلقة بالخدمة EESS (المنفصلة)  |   |

## الصفحة

|    |   |     |
|----|---|-----|
| 34 | دراسات التقاسم والتوافق المتعلقة بخدمة الفلك الراديوي   | 9   |
| 34 | دراسات التقاسم والتوافق بين تطبيق الخدمة المتنقلة البرية (LMS) وخدمة الفلك الراديوي (RAS)                   | 1.9 |
| 34 | دراسات التقاسم بين تطبيقات الخدمة الثابتة وخدمة الفلك الراديوي  | 2.9 |
| 35 | ملخص دراسات التقاسم والتوافق المتعلقة بخدمة الفلك الراديوي (RAS)  | 3.9 |
| 36 | الملحق 1  |     |
|    | الملحق 2 - الاستكمال الخارجي لخسارة دخول المبنى وخسارة الجلبة من التوصيتين ITU-R P.2108 وITU-R P.2109       |     |
| 38 | دراسات التقاسم والتوافق   |     |
| 40 | الملحق 3 - نتائج قياس مخطط إشعاع الهوائي عند 300 GHz  |     |
|    | الملحق 4 - دراسات التقاسم بين تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) والخدمة الثابتة (FS) وخدمة استكشاف الأرض |     |
| 42 | الساتلية (ESS)  |     |
| 42 | 1.A4 مقدمة  |     |
| 42 | 2.A4 الدراسة 1: تحليل ساكن بين الخدمتين FS/LMS والخدمة EESS (المنفصلة)                                      |     |
| 42 | 1.2.A4 الحد الأقصى المسموح به من سويات إرسال وحيد المصدر  |     |
| 45 | 2.2.A4 الحد الأقصى لسويات إرسال وحيد المصدر لأنظمة الخدمة الثابتة   |     |
| 45 | 3.2.A4 خلاصة الدراسة 1  |     |
| 46 | 3.A4 الدراسة 2: تقييم تداخل الخدمة الثابتة (FS) في الخدمة EESS (المنفصلة)                                   |     |
| 46 | 1.3.A4 تقييم التداخل وحيد المصدر من الخدمة الثابتة (FS) في الخدمة EESS (المنفصلة)                           |     |
| 49 | 2.3.A4 تقييم التداخل الكلي للخدمة الثابتة في الخدمة (المنفصلة)  |     |
| 52 | 3.3.A4 الخلاصة  |     |
|    | 4.A4 الدراسة 3: تحليل التوافق بين الخدمة EESS (المنفصلة) والخدمتين FS/LMS في مدى                            |     |
| 52 | التردد 450-275 GHz  |     |
| 52 | 1.4.A4 منهجية التحليل   |     |
| 53 | 2.4.A4 خصائص أنظمة الخدمة EESS (المنفصلة)   |     |
| 56 | 3.4.A4 خصائص تطبيقات الخدمتين FS وLMS   |     |
| 57 | 4.4.A4 نتائج المحاكاة   |     |
| 68 | 5.4.A4 ملخص الدراسة 3   |     |
|    | 5.A4 الدراسة 4: التحليل الكلي للتقاسم بين محطات الخدمتين FS/LMS والخدمة EESS (المنفصلة) في                  |     |
| 69 | النطاق 325-275 GHz  |     |
| 69 | 1.5.A4 مقدمة  |     |
| 69 | 2.5.A4 سوية القدرة المستقبلية من جهاز استشعار خدمة EESS منفصلة  |     |

الصفحة

|     |   |        |
|-----|---|--------|
| 69  | ..... نشر الأنظمة المتنقلة في المحيط القريب (CPMS)  | 3.5.A4 |
| 70  | ..... نشر الخدمة الثابتة  | 4.5.A4 |
| 70  | ..... سوية القدرة المستقبلية لأجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة)                                | 5.5.A4 |
| 75  | ..... ملخص الدراسة 4  | 6.5.A4 |
|     | 6.A4 الدراسة 5: تحليلات التوافق بين الخدمة EESS (المنفصلة) والخدمة FS في مدى الترددات 450-275 GHz |        |
| 75  | ..... (حالة تجميعية)  |        |
| 75  | ..... خصائص أنظمة الخدمة EESS (المنفصلة)  | 1.6.A4 |
| 77  | ..... خصائص الخدمة الثابتة ونشرها   | 2.6.A4 |
| 78  | ..... الحد الأقصى للقدرة e.i.r.p. في الخدمة FS في اتجاه سواتل الخدمة EESS (المنفصلة)              | 3.6.A4 |
| 83  | ..... دراسات التقاسم مع نظام الخدمة EESS (المنفصلة) المحدد (ICI)                                  | 4.6.A4 |
| 84  | ..... تحليل عمومي في جميع نطاقات الخدمة EESS (المنفصلة)   | 5.6.A4 |
| 93  | ..... ملخص الدراسة 5  | 6.6.A4 |
|     | 7.6.A4 الملحق 1 للدراسة 5 - المنهجية المستخدمة لاشتقاق عدد وصلات الخدمة الثابتة على نشر قائم      |        |
| 94  | ..... على السكان  |        |
| 97  | ..... الملحق 5 - دراسات التقاسم بين تطبيقات الخدمة الثابتة وخدمة الفلك الراديوي                   |        |
| 97  | ..... مقدمة   | 1.A5   |
| 97  | ..... الدراسة 1: التوافق بين عمليات الخدمتين RAS وFS في نطاق الطيف 450-275 GHz                    | 2.A5   |
| 97  | ..... الافتراضات والهندسيات   | 1.2.A5 |
| 99  | ..... النتائج   | 2.2.A5 |
| 102 | ..... الخلاصة   | 3.2.A5 |
| 102 | ..... الدراسة 2: تحليل التوافق بين الخدمتين RAS وFS في النطاق 325-275 GHz                         | 3.A5   |
| 103 | ..... مواقع خدمة الفلك الراديوي   | 1.3.A5 |
| 103 | ..... حماية محطات الخدمة RAS من محطات الخدمة FS العاملة في النطاق 350-275 GHz                     | 2.3.A5 |
| 105 | ..... ملخص الدراسة 2  | 3.3.A5 |
| 105 | ..... الدراسة 3: حماية محطات RAS من محطات الخدمة FS العاملة في النطاق 450-275 GHz                 | 4.A5   |

## 1 مقدمة

يدعو البند 15.1 من جدول أعمال المؤتمر WRC-19 إلى إجراء دراسات لتحديد نطاقات التردد لكي تستخدمها الإدارات لتطبيقات الخدمة المتنقلة البرية والخدمة الثابتة العاملة في مدى التردد 450-275 GHz، وفقاً للقرار (WRC-15) 767. ويدعو القرار (WRC-15) 767 قطاع الاتصالات الراديوية إلى إجراء دراسات التقاسم والتوافق بين تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) وتطبيقات الخدمة الثابتة (FS) وتطبيقات الخدمات المنفصلة المزمع تشغيلها في مدى التردد 450-275 GHz وتحديد نطاقات التردد المرشحة لكي تستخدمها الأنظمة في تطبيقات الخدمتين LMS وFS، مع الحفاظ على حماية تطبيقات الخدمات المنفصلة المحددة في الرقم 565.5 من لوائح الراديو.

ويقدم هذا التقرير نتائج دراسات التقاسم والتوافق بين تطبيقات الخدمتين LMS وFS الواجب تشغيلها في مدى الترددات 450-275 GHz والخدمات المنفصلة (خدمة الفلك الراديوي وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفصلة)).

## 1.1 نهج التقرير

يتمثل النهج المتبع في هذه الدراسات في تقصي استخدام نطاق التردد 450-275 GHz أو أجزاء ضمن المدى يمكن استخدامها لتطبيقات الخدمة المتنقلة البرية والخدمة الثابتة دون شروط محددة، بناءً على خصائص الأنظمة المحددة حتى الآن.

## 2.1 تنظيم التقرير

تقدم الأقسام من 2 إلى 4 معلومات أساسية من حيث توصيات وتقارير قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة والمختصرات المستخدمة والمعلومات ذات الصلة من لوائح الراديو، على التوالي.

ويخصص القسم 5 خصائص تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) والخدمة الثابتة (FS) وخدمة الفلك الراديوي (RAS) وخدمة استكشاف الأرض الساتلية EESS (المنفصلة) المحددة حتى الآن.

ويصف القسم 6 الاعتبارات المحددة لدراسات التقاسم والتوافق بشأن الخدمتين RAS وEESS (المنفصلة).

ويصف القسم 7 سيناريوهات التداخل التي ينظر فيها هذا التقرير.

ويخصص القسمان 8 و9 نتائج دراسات التقاسم والتوافق المتعلقة بالخدمتين EESS (المنفصلة) وRAS، على التوالي.

وترد التحليلات التفصيلية في ملحقات هذا التقرير، وعلى وجه التحديد:

الملحق 1 يلخص النطاقات موضع اهتمام الخدمة EESS (المنفصلة).

الملحق 2 يقدر القيمة الوسطى لخسارة دخول المبنى (BEL) ولخسارة الجلبة قيد النظر.

الملحق 3 يصف مخطط إشعاع الهوائي المستخدم في بعض الدراسات في الملحق 4 والملحق 5.

الملحق 4 يحتوي على دراسات التقاسم بين تطبيقات الخدمتين LMS وFS وتطبيقات الخدمة EESS (المنفصلة).

الملحق 5 يحتوي على دراسات التقاسم بين تطبيقات الخدمة الثابتة (FS) وتطبيقات خدمة الفلك الراديوي (RAS).

## 2 التوصيات والتقارير ذات الصلة الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية

التوصية ITU-R F.699 مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات الأنظمة اللاسلكية الثابتة من أجل استعمالها في دراسات

التنسيق وفي تقييم التداخل في مدى الترددات من 100 MHz إلى 70 GHz تقريباً

|  |                       |
|--|-----------------------|
| النموذج الرياضي لمخططات الإشعاع المتوسطة وذات الصلة من أجل هوائيات الأنظمة اللاسلكية الثابتة من نقطة إلى نقطة على خط البصر للاستعمال في بعض دراسات التنسيق وتقييم التداخلات في مدى الترددات من 1 إلى 70 GHz تقريباً  | التوصية ITU-R F.1245  |
| إجراءات التنبؤ لتقدير التداخل بين المحطات على سطح الأرض عند ترددات تفوق 0,1 GHz تقريباً  | التوصية ITU-R P.452   |
| حساب التوهين في الفضاء الحر  | التوصية ITU-R P.525   |
| بيانات الانتشار المطلوبة لتقييم التداخل بين المحطات في الفضاء والمحطات على سطح الأرض   | التوصية ITU-R P.619   |
| التوهين الناجم عن الغازات الجوية   | التوصية ITU-R P.676   |
| التوهين الناجم عن السحب والضباب  | التوصية ITU-R P.840   |
| التنبؤ بالخسارة الناجمة عن الجلبة  | التوصية ITU-R P.2108  |
| التنبؤ بالخسارة الناجمة عن دخول المبنى   | التوصية ITU-R P.2109  |
| نطاقات التردد المفضلة للقياسات الفلكية الراديوية. وهذا يعطي ترددات الخطوط الطيفية ذات الأهمية الكبرى لخدمة الفلك الراديوي داخل النطاق 450-275 GHz. في هذا السياق، تعتبر الخطوط الطيفية لأول أكسيد الكربون (CO) عند الترددين 345,777 GHz و 330,588 GHz ذات أهمية استثنائية لخدمة الفلك الراديوي | التوصية ITU-R RA.314  |
| معايير الحماية المستخدمة في القياسات الفلكية الراديوية   | التوصية ITU-R RA.769  |
| حماية خدمة الفلك الراديوي في نطاقات التردد المتقاسمة مع خدمات أخرى   | التوصية ITU-R RA.1031 |
| حماية قياسات الفلك الراديوي فوق 60 GHz من التداخل القائم على الأرض   | التوصية ITU-R RA.1272 |
| مستويات فقدان البيانات في عمليات الرصد للفلك الراديوي ومعايير النسبة المئوية الزمنية الناجمة عن الانحطاط الناتج عن التداخل بالنسبة لنطاقات التردد الموزعة لخدمة الفلك الراديوي على أساس أولي   | التوصية ITU-R RA.1513 |
| مخطط الهوائي المرجعي لأجهزة الاستشعار المنفصلة العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفصلة) الذي يتعين استعماله في تحليلات التوافق في مدى الترددات 100-1,4 GHz  | التوصية ITU-R RS.1813 |
| معايير الأداء والتداخل لعملية الاستشعار عن بُعد الساتلية المنفصلة  | التوصية ITU-R RS.2017 |
| التعايش بين الخدمة الثابتة العاملة في النطاقات 76-71 GHz و 86-81 GHz و 94-92 GHz والخدمات المنفصلة   | التقرير ITU-R F.2239  |
| الخصائص التقنية والتشغيلية لتطبيقات الخدمة الثابتة العاملة في نطاق التردد 450-275 GHz  | التقرير ITU-R F.2416  |
| الخصائص التقنية والتشغيلية لتطبيقات الخدمة المتنقلة البرية العاملة في نطاق التردد 450-275 GHz  | التقرير ITU-R M.2417  |
| التقاسم بين خدمة الفلك الراديوي والخدمات النشطة في مدى التردد 3 000-275 GHz  | التقرير ITU-R RA.2189 |
| النطاقات المنفصلة التي تهم خدمة استكشاف الأرض الساتلية/خدمة الأبحاث الفضائية في الترددات من 275 إلى 3 000 GHz  | التقرير ITU-R RS.2194 |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| التقرير ITU-R RS.2431 | الخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفصلة) في مدى التردد GHz 450-275 |
| التقرير ITU-R SM.2352 | الاتجاهات التكنولوجية للخدمات النشطة في مدى التردد GHz 3 000-275                                   |

### 3 قائمة المختصرات

|  |         |
|--|---------|
| وحدة النطاق القاعدة ( <i>Base band unit</i> )  | BBU     |
| النظام المتنقل في المحيط القريب ( <i>Close proximity mobile system</i> )                               | CPMS    |
| مطرف متنقل في النظام المتنقل في المحيط القريب ( <i>Close proximity mobile system mobile terminal</i> ) | CPMS MT |
| محطة ثابتة في النظام المتنقل في المحيط القريب ( <i>Close proximity mobile system fixed station</i> )   | CPMS FS |
| خدمة استكشاف الأرض الساتلية ( <i>Earth exploration-satellite service</i> )                             | EESS    |
| بمجال الرؤية الآني في الخدمة الثابتة ( <i>Fixed service Instantaneous Field of View</i> )              | FS IFOV |
| الخدمة المتنقلة البرية ( <i>Land mobile service</i> )  | LMS     |
| (هوائي) متعدد الدخل والخروج ( <i>Multiple-input and multiple-output (antenna)</i> )                    | MIMO    |
| رأس راديوي ناءٍ ( <i>Remote radio head</i> )   | RRH     |
| خدمة الفلك الراديوي ( <i>Radio astronomy service</i> )   | RAS     |

### 4 المعلومات التنظيمية لترددات فوق GHz 275

ليس هنالك في لوائح الراديو من توزيعات تردد فوق GHz 275.

أما نطاقات التردد للاستخدام في تطبيقات الخدمات المنفصلة فهي محددة في الرقم 565.5 من لوائح الراديو، كما هو مبين أدناه:

565.5 تحدد نطاقات التردد التالية في المدى GHz 1 000-275 لاستعمال الإدارات لأغراض تطبيقات الخدمات المنفصلة:

- خدمة الفلك الراديوي: GHz 323-275 و GHz 371-327 و GHz 424-388 و GHz 442-426 و GHz 510-453 و GHz 711-623 و GHz 909-795 و GHz 945-926؛

- خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفصلة) وخدمة الأبحاث الفضائية (المنفصلة): GHz 286-275 و GHz 306-296 و GHz 356-313 و GHz 365-361 و GHz 392-369 و GHz 399-397 و GHz 411-409 و GHz 434-416 و GHz 467-439 و GHz 502-477 و GHz 527-523 و GHz 581-538 و GHz 630-611 و GHz 654-634 و GHz 692-657 و GHz 718-713 و GHz 733-729 و GHz 754-750 و GHz 776-771 و GHz 846-823 و GHz 854-850 و GHz 862-857 و GHz 882-866 و GHz 928-905 و GHz 956-951 و GHz 973-968 و GHz 990-985.

ولا يجوز استعمال المدى GHz 1 000-275 في الخدمات المنفصلة دون استعمال هذا المدى في الخدمات النشطة. وتُحث الإدارات التي ترغب في إتاحة الترددات في المدى GHz 1 000-275 لأغراض تطبيقات الخدمات النشطة على اتخاذ كل التدابير الممكنة عملياً لحماية هذه الخدمات المنفصلة من التداخلات الضارة، إلى حين وضع جدول توزيعات نطاقات التردد في المدى GHz 1 000-275 المذكور أعلاه.

ويجوز للخدمات النشطة والمنفصلة على السواء أن تستخدم جميع الترددات في المدى GHz 3 000-1 000. (WRC-12)

5 خصائص الأنظمة

1.5 خصائص الأنظمة لتطبيقات الخدمة المتنقلة البرية العاملة في مدى التردد GHz 450-275

1.1.5 الأنظمة المتنقلة في المحيط القريب

توفر الأنظمة المتنقلة في المحيط القريب (CPMS) وسيلة لنقل الملفات كبيرة الحجم في بضع ثوانٍ. ومن بعض الأمثلة على ذلك أنظمة الأكشاك أو أنظمة بوابات التذاكر، التي يمكن استخدامها لشراء شريط سينمائي تم تنزيله على جهاز متنقل. وتكون هذه الأنظمة موصولة عادةً بشبكات سلكية وهي توفر البيانات اللاسلكية للأجهزة المتنقلة في المناطق العامة، مثل محطات القطار والمطارات وما إلى ذلك. وتكون المسافة بين المستعمل ومطراف البوابة أو الكشك عموماً أقل من 10 سنتمترات.

ويرد في الجدول 1 المدى المتوقع للخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة المتنقلة في المحيط القريب المزمع تشغيلها في النطاقين GHz 450-275 و GHz 325-275.

الجدول 1

الخصائص التقنية والتشغيلية المتوقعة لتطبيقات الأنظمة المتنقلة البرية في المحيط القريب  
في مدى التردد GHz 450-275

| القيم  |   | المعلومات   |
|--|---|---|
| تطبيق CPMS المعزز  | تطبيق CPMS  |   |
| 450-275  | 325-275   | نطاق التردد (GHz)                                       |
| 0,6 جهاز/km <sup>2</sup>   | 0,6 جهاز/km <sup>2</sup>  | كثافة النشر <sup>(1)</sup>                              |
| 6,7...10,1-  | 6,9...3,8-  | كثافة قدرة خرج المرسل (dBm/GHz)                         |
| 36,7...19,9  | 36,9.....26,2   | كثافة e.i.r.p. القصوى (dBm/GHz)                         |
| FDD/TDD  | FDD/TDD   | أسلوب الإرسال المزدوج                                   |
| OOK/BPSK/QPSK/<br>16QAM/64QAM/8PSK/<br>8APSK<br>BPSK-OFDM/<br>QPSK-OFDM/<br>16QAM-OFDM/<br>32QAM-OFDM/<br>64QAM-OFDM | OOK/BPSK/QPSK/16QAM/<br>64QAM<br>BPSK-OFDM/<br>QPSK-OFDM/<br>16QAM-OFDM/<br>32QAM-OFDM/<br>64QAM-OFDM | التشكيل   |
| 0,1  | 0,1   | متوسط المسافة بين أجهزة CPMS الثابتة والمتنقلة (أمتار)  |
| 1  | 1   | المسافة القصوى بين أجهزة CPMS الثابتة والمتنقلة (أمتار) |
| -  | 2...1   | ارتفاع الهوائي (أمتار)                                  |
| 90...5   | 10...3  | عرض حزمة الهوائي (درجات)                                |
| 90±  | 90±   | علو الهوائي (درجات)                                     |
| 1  | 1   | إعادة استعمال التردد                                    |
| بوقي   | بوقي  | نمط الهوائي   |
| غوسي   | غوسي  | مخطط الهوائي  |

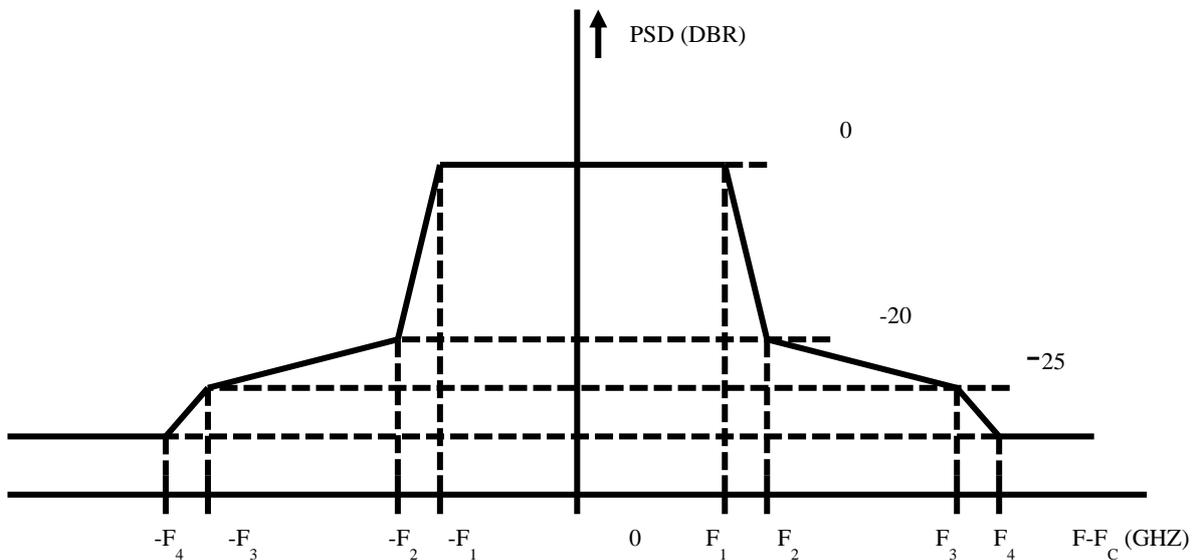
الجدول 1 (تتمة)

| القيم   |   | المعلومات   |
|---|---|---|
| تطبيق CPMS المعزز                                       | تطبيق CPMS                                |   |
| خطي   | خطي                                       | استقطاب الهوائي                                     |
| 90  | 100                                       | نشر الأجهزة الثابتة CPMS داخل المباني (%)           |
| 2   | 2   | خسارة خط التغذية (dB)                               |
| 10  | 10  | قدرة الخرج القصوى لجهاز CPMS الثابت/المتنقل (dBm)   |
| /17,28/12,96/8,64/4,32/2,16<br>103,68/69,12/51,84/25,92 | /17,28/12,96/8,64/4,32/2,16<br>51,8/25,92 | عرض نطاق القناة (GHz)                               |
| واردة في الشكل 1 والجدول 2                              | واردة في الشكل 1 والجدول 2                | قناع طيف المرسل                                     |
| 30  | 30  | الكسب الأقصى لهوائي جهاز CPMS ثابت (dBi)            |
| 15  | 15  | الكسب الأقصى لهوائي جهاز CPMS متنقل (dBi)           |
| 40  | 40  | قدرة الخرج القصوى (e.i.r.p.) لجهاز CPMS ثابت (dBm)  |
| 25  | 25  | قدرة الخرج القصوى (e.i.r.p.) لجهاز CPMS متنقل (dBm) |
| 0,2   | 0,76                                      | متوسط عامل النشاط (%)                               |
| 20  | 20  | متوسط قدرة جهاز CPMS ثابت (dBm (e.i.r.p.))          |
| 15  | 15  | الرقم النموذجي لضوضاء المستقبل (dB)                 |
| (1) ثمة معلومات مفصلة عن كثافة النشر واردة أدناه.       |   |   |

قناع الطيف الوارد أدناه، المأخوذ من المعيار IEEE Std 802.15.3d-2017، كما هو مبين في الشكل 1 والجدول 2، هو القناع المستخدم في دراسة الأنظمة CPMS.

الشكل 1

## قناع طيف إرسال عمومي



الجدول 2

معلومات قناع طيف إرسال

| $f_4$ (GHz) | $f_3$ (GHz) | $f_2$ (GHz) | $f_1$ (GHz) | عرض نطاق القناة (GHz) |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| 2,20        | 1,60        | 1,10        | 0,94        | 2,160                 |
| 3,28        | 2,68        | 2,18        | 2,02        | 4,320                 |
| 5,44        | 4,84        | 4,34        | 4,18        | 8,640                 |
| 7,60        | 7,00        | 6,50        | 6,34        | 12,960                |
| 9,76        | 9,16        | 8,66        | 8,50        | 17,280                |
| 14,08       | 13,48       | 12,98       | 12,82       | 25,920                |
| 27,04       | 26,44       | 25,94       | 25,78       | 51,840                |
| 35,68       | 35,08       | 34,58       | 34,42       | 69,120                |

كثافة النشر وعامل النشاط في محطات CPMS (أنظمة تنزيل الأكشاك)

يستخدم نظام تنزيل الأكشاك، الذي يُنشر بشكل رئيسي داخل المباني، في المحطات والمطارات والمتاجر الصغيرة. ونظراً لأن عدد المحطات والمطارات أقل بكثير من عدد المتاجر الصغيرة، فينبغي استخدام كثافة نشر مطايرف الأكشاك في المتاجر من أجل دراسات التقاسم والتوافق، ويبغي أن تُحمل عمليات النشر في المحطات والمطارات. وإجمالي عدد المتاجر الصغيرة في اليابان هو 55 129، ولكن 19 571 متجرًا، أي 35% من جميع المتاجر، موزعة في منطقة كانتو التي تبلغ مساحتها 32 420 كيلومتراً مربعاً، كما هو موضح في الجدول 3. وهذا يعني أن كثافة النشر في كانتو هي 0,6 متجر/كيلومتر مربع وفي طوكيو 3,28 متجر/كيلومتر مربع وهو الحد الأقصى لكثافة المتاجر في اليابان.

ويبلغ متوسط عدد العملاء في المتاجر الكبرى في اليابان حوالي 1 000 شخص/يوم، ولكن في أكثر المتاجر ازدحاماً، والتي تقع في المحطات القريبة في طوكيو، تبلغ ذروة عدد العملاء حوالي 2 000 عميل في اليوم. وقد وضع الافتراض التالي لتقدير عامل النشاط لمحطات أكشاك CPMS:

|  |   |  |
|--|---|--|
| متوسط عدد العملاء في المتجر                    | 1 | 1 000/يوم                                  |
| النسبة المئوية للعملاء الذين يحملون أجهزة CPMS | 2 | 20%  |
| تنزيل أفلام مدتها ساعتان لكل عميل CPMS         | 3 | 2  |
| صبيب الجهاز CPMS                               | 4 | 6,9 Gb/s (انظر الجدول 4)                   |
| الوقت الفعلي للتنزيل من قبل عميل واحد          | 5 | 2,2 ثانية                                  |
| إجمالي وقت التنزيل                             | 6 | 440 ثانية                                  |
| الساعات النموذجية لعمل المتجر                  | 7 | 7:00 صباحاً حتى 23:00 مساءً (57 600 ثانية) |
| عامل النشاط المقدر لكل متجر                    | 8 | 0,76%                                      |

## الجدول 3

## عدد المتاجر الصغيرة والمحطات في منطقة كانتو

| المساحة (km <sup>2</sup> ) | عدد المتاجر الصغيرة | العاصمة والبلدية           |
|----------------------------|---------------------|----------------------------|
| 2 190                      | 7 183               | طوكيو                      |
| 2 415                      | 3 765               | كاناغاوا                   |
| 3 797                      | 2 833               | سايتاما                    |
| 5 157                      | 2 637               | شيبا                       |
| 6 096                      | 1 315               | إيباراكي                   |
| 6 362                      | 950                 | غونما                      |
| 6 408                      | 888                 | توشيغي                     |
| 32 425                     | 19 571              | منطقة كانتو <sup>(1)</sup> |

(1) كانتو هو الاسم الإقليمي الذي يشمل طوكيو العاصمة والبلديات الست المذكورة أعلاه.

## الجدول 4

## زمن التنزيل المقدر للمجلات والأفلام

| زمن التنزيل (ثوان) |                    |                    | حجم الملف (MB) | نمط المحتوى                          |
|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|--------------------------------------|
| الصبيب<br>*Gb/s 66 | الصبيب<br>Gb/s 6,9 | الصبيب<br>Gb/s 4,6 |                |                                      |
| 0,03               | 0,3                | 0,5                | 300            | مجلة                                 |
| 0,11               | 1,1                | 1,6                | 900            | فيلم (ساعتان)<br>H.265 (عالي الوضوح) |

## 2.1.5 الاتصالات داخل الجهاز

في الاتصالات داخل الجهاز، يمكن للوصلات اللاسلكية عالية السرعة بقيمة تيراهرتز (THz) توصيل اثنين أو أكثر من لوحات الدارات المطبوعة (PCB) أو حتى الرقائق على نفس اللوحة PCB داخل الجهاز، وتبسيط تصميم اللوحة، وتوصيلات الأسلاك بين النمائط، وما إلى ذلك. ويتم عموماً تدريع هذه الأجهزة، مما يمنع دخول وخروج إشارات THz. ولم يكن مقدار التدريع والنسبة المثوية للأجهزة المتوقع تدريعها متاحة وقت إعداد هذا التقرير. وينبغي أن تأخذ الدراسات المستقبلية في الاعتبار هذه المعلومات إذا توفرت.

ويوضح الجدول 5 المديات المتوقعة للخصائص التقنية والتشغيلية للوصلات اللاسلكية THz داخل الأجهزة المزعم تشغيلها في النطاق 450-275 GHz، ولا يختلف قناع ومعلمات طيف المرسل عن تلك الواردة في تطبيق CPMS في الشكل 1 والجدول 2.

الجدول 5

الخصائص التقنية والتشغيلية المتوقعة للوصلات اللاسلكية THz داخل الجهاز  
العامة في نطاق التردد GHz 450-275

| المعلمة                                    | القيمة  |
|--|---|
| نطاق التردد (GHz)                          | 450-275   |
| كثافة النشر                                | <sup>(1)</sup> 0,23/km <sup>2</sup>                 |
| قدرة الخرج القصوى للجهاز (dBm)             | 10  |
| قدرة الخرج القصوى للجهاز (e.i.r.p.) (dBm)  | 30  |
| الكثافة القصوى لقدرة خرج المرسل (dBm/GHz)  | 6,7...10,1-   |
| كثافة e.i.r.p. القصوى (dBm/GHz)            | 36,7...19,9   |
| النشر داخل المبنى (%)                      | 50  |
| أسلوب الإرسال المزدوج                      | SDD ،FDD ،TDD                                       |
| التشكيل                                    | OOK/BPSK/QPSK/16QAM/64QAM<br>8PSK/8APSK             |
| المسافة القصوى بين الأجهزة                 | m 1 >   |
| ارتفاع الهوائي (أمتار)                     | 3...1   |
| عرض حزمة الهوائي (درجات)                   | 180...15 (متوقع)                                    |
| إعادة استعمال التردد                       | 1   |
| نمط الهوائي                                | غوسي  |
| استقطاب الهوائي                            | خطي   |
| عرض نطاق القناة (GHz)                      | 103,68/69,12/51,84/25,92/17,28/12,96/8,64/4,32/2,16 |
| الكسب الأقصى لهوائي الجهاز (dBi)           | 20  |
| الكسب النموذجي المتوقع لهوائي الجهاز (dBi) | 6   |
| النشاط الأقصى للجهاز (%)                   | 100   |
| الرقم النموذجي لضوضاء المستقبل (dB)        | <sup>(2)</sup> 10                                   |

(1) تُقدر كثافة النشر كمتوسط يستند إلى افتراض أن كل واحد من ألف مواطن في ألمانيا يستخدم مثل هذا الجهاز. وفي المدن المكتظة بالسكان، قد تزداد الكثافة إلى 3,95 في الكيلومتر المربع مثلاً بموجب نفس الافتراضات.

(2) ورد في المنشورات أيضاً رقم ضوضاء منخفض حتى 8 dB. وهذه القيمة هي قيمة أسوأ حالة في المعلومات المنشورة.

### 3.1.5 الوصلات اللاسلكية في مراكز البيانات

يهدف استخدام الوصلات اللاسلكية في مراكز البيانات إلى توفير المرونة من خلال توفير مسيرات قابلة لإعادة التشكيل داخل مركز بيانات ما دون إعادة توصيل الأسلاك على نحو شامل. ويرد في الجدول 6 المديات المتوقعة من الخصائص التقنية والتشغيلية للوصلات اللاسلكية في مراكز البيانات المزمع تشغيلها في النطاق GHz 450-275. والغرض من هذا التطبيق هو أن يكون تطبيقاً داخل المباني فقط. ومع ذلك، فإن مقدار خسارة التوهين الناجم عن المباني الذي يستخدم في الدراسات غير معروف تماماً في هذا الوقت. للاطلاع على مناقشة بخصوص خسارة التوهين الناجم عن المباني، انظر الملحق 2.

ومن الضروري توفير عرض نطاق ترد بمقدار 50 GHz لتحقيق معدل بيانات لا يقل عن 100 Gbit/s مع تشكيل QPSK بسيط ولتمكين التوافق مع وصلات إيترنت بمقدار 100 Gbit/s. ولا يختلف قناع ومعلومات طيف المرسل عن تلك الواردة في تطبيق CPMS في الشكل 1 والجدول 2.

## الجدول 6

الخصائص التقنية والتشغيلية المتوقعة للوصلات اللاسلكية في مراكز البيانات  
العامة في مدى التردد 450-275 GHz

| المعلمة                                    | القيمة  |
|--|---|
| نطاق التردد (GHz)                          | 450-275   |
| كثافة النشر                                | km <sup>2</sup> / 0,07                                  |
| القدرة القصوى لخرج الجهاز (dBm)            | 10  |
| القدرة القصوى لخرج الجهاز (e.i.r.p.) (dBm) | 40  |
| كثافة قدرة خرج المرسل (dBm/GHz)            | 6,7...10,1-   |
| كثافة القدرة e.i.r.p. (dBm/GHz)            | 26,7...9,9  |
| أسلوب الإرسال المزدوج                      | DRE ،DRF ،DRT   |
| التشكيل                                    | OOK/ MDPB/ MDPQ/MAQ-16/MAQ-64<br>MDP-8/MDAP-8           |
| المسافة القصوى بين الأجهزة                 | m 100   |
| عرض حزمة الهوائي (درجات)                   | > 25 (متوقع)  |
| إعادة استعمال التردد                       | 1   |
| مخطط الهوائي                               | غوسي  |
| استقطاب الهوائي                            | خطي   |
| نشر الأجهزة داخل المباني (%)               | 100   |
| عرض نطاق القناة (GHz)                      | /17,28/12,96/8,64/4,32/2,16<br>103,68/69,12/51,84/25,92 |
| الكسب الأقصى لهوائي الجهاز (dBi)           | 30  |
| النشاط الأقصى للجهاز (%)                   | 100   |
| الرقم النموذجي لضوضاء المستقبل (dB)        | 10  |

## 2.5 خصائص الأنظمة لتطبيقات الخدمة الثابتة العاملة في مدى التردد 450-275 GHz

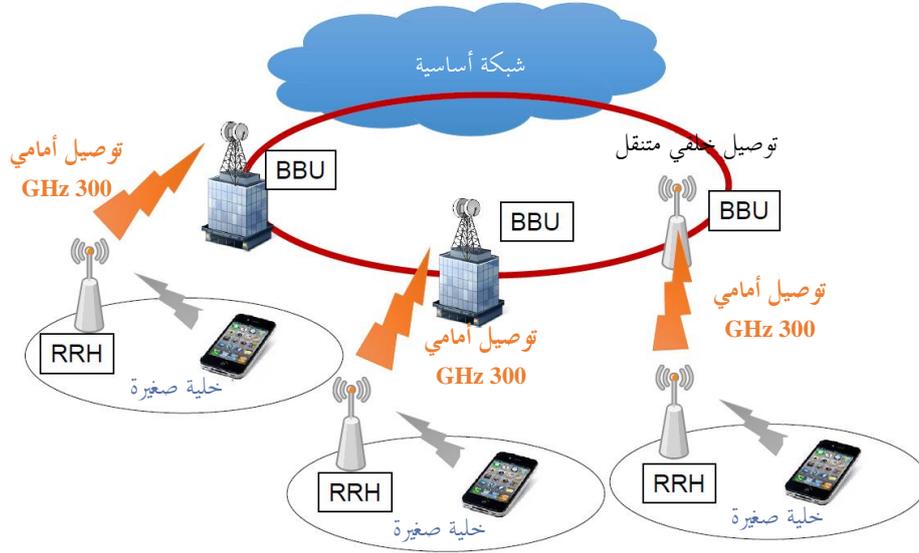
### 1.2.5 التوصيل الأمامي والخلفي من نقطة إلى نقطة

يوضح الشكل 2 معمارية شبكة الأنظمة المتنقلة التي تدعم الإرسال كبير السعة بين محطة قاعدة ومطراف متنقل. ويعرّف التوصيل الأمامي بأنه وصلة التوصيل بين وحدة النطاق القاعدة (BBU) للمحطة القاعدة والرأس الراديوي النائي (RRH)، بينما التوصيل الخلفي هو وصلة بين المحطة القاعدة وعناصر الشبكة على المستوى الأعلى. ووفقاً للتوصية ITU-R M.2083 والتقرير ITU-R M.2376، فإن التوصيل الأمامي والخلفي يمثلان تحديات هامة لاستيعاب الزيادة في صبيب البيانات لحركة

الاتصالات المتنقلة في المستقبل. ولتلبية معدل بيانات الذروة بمقدار 10-20 Gbit/s للمطاريق المتنقلة في خلية صغيرة، قد تتجاوز سعة الإرسال للتوصيل الأمامي والخلفي بكثير عشرات الجيغابتات في الثانية.

الشكل 2

عملية التوصيل الأمامي والخلفي المستخدمة في شبكة أنظمة متنقلة



ويوفر المدى GHz 450-275 إمكانية مجال قصير وعرض نطاق واسع ومعدل بيانات مرتفع للأنظمة اللاسلكية التي تدعم المطاريق المتنقلة.

ويرد في الجدول 7 الخصائص التقنية والتشغيلية المقترحة لأنظمة التوصيل الأمامي والخلفي الثابت من نقطة إلى نقطة المزمع تشغيلها في النطاقين GHz 325-275 و GHz 450-380، بشرط أن يبين تحليل التقاسم أن الخدمة الثابتة يمكن أن تتعايش مع الخدمات المنفصلة. ولا يختلف قناع ومعلومات طيف المرسل عن تلك الواردة في تطبيق CPMS في الشكل 1 والجدول 2.

الجدول 7

الخصائص التقنية والتشغيلية لتطبيقات الخدمة الثابتة المزمع تشغيلها

| 445-380  | 325-275  | نطاق التردد (GHz)                     |
|--|--|---------------------------------------|
| FDD/TDD<br>ملاحظة: خطط إرسال مزدوج أخرى ممكنة  | FDD/TDD  | أسلوب الإرسال المزدوج                 |
| BPSK/QPSK/8PSK/8APSK/<br>16QAM/32QAM, 8PSK, 8APSK<br>BPSK-OFDM/QPSK-OFDM/<br>16QAM-OFDM/<br>32QAM-OFDM | BPSK/QPSK/8PSK/8APSK/<br>16QAM/32QAM/64QAM<br>BPSK-OFDM/QPSK-OFDM/<br>16QAM-OFDM/32QAM-<br>OFDM/64QAM-OFDM | التشكيل                               |
| (FDD) 32,5.....2<br>(TDD) 65.....2   | (FDD) 25.....2<br>(TDD) 25.....2   | عرض نطاق القناة (GHz)                 |
| انظر البند 1.1.5   | انظر البند 1.1.5   | قناع الطيف                            |
| 10....10-  | 20....0  | مدى قدرة خرج المستقبل (dBm)           |
| 7....28-   | 17.....17-   | مدى كثافة قدرة خرج المستقبل (dBm/GHz) |

## الجدول 7 (تتمة)

| 445-380                            | 325-275                            | نطاق التردد (GHz)  |
|------------------------------------|------------------------------------|--|
| 3 ... 0                            | 3 ... 0                            | مدى حساسية التغذية/تعدد الإرسال (dB)                                       |
| 50...24                            | 50...24                            | مدى كسب الهوائي (dBi)  |
| 60.....37                          | 70.....44                          | مدى القدرة e.i.r.p. (dBm)  |
| 57.....19                          | 67.....30                          | مدى كثافة القدرة e.i.r.p. (dBm/GHz)  |
| التوصية ITU-R F.699<br>(مصدر وحيد) | التوصية ITU-R F.699<br>(مصدر وحيد) | مخطط الهوائي   |
| التوصية ITU-R F.1245<br>(تجميع)    | التوصية ITU-R F.1245<br>(تجميع)    |  |
| عاكس مكافئ                         | عاكس مكافئ                         | نمط الهوائي  |
| 25-10                              | 25-6                               | ارتفاع الهوائي (أمتار)   |
| 20± (نموذجي)                       | 20± (نموذجي)                       | علو الهوائي (درجات)  |
| 15                                 | 15                                 | الرقم النموذجي لضوضاء المستقبل (dB)  |
| 69-                                | 69-                                | كثافة القدرة النموذجية لضوضاء المستقبل (dBm/GHz)                           |
| 54-.....61-                        | 54-.....61-                        | سوية دخل المستقبل المعايير لمعدل خطأ بتات (BER)<br>قدره 6-10 × 1 (dBm/GHz) |
| 300 ... 100                        | 300 ... 100                        | طول الوصلة (أمتار)   |
| انظر أدناه                         | انظر أدناه                         | كثافة النشر  |
| التوصية ITU-R F.758                | التوصية ITU-R F.758                | معايير حماية نسبة التداخل إلى الضوضاء (I/N)                                |

## تقدير الكثافة القصوى لوصلات الخدمة الثابتة

وفقاً للتوصية ITU-R M.2101، تصنف سيناريوهات نشر شبكات النفاذ الراديوي للاتصالات المتنقلة الدولية (IMT) في أربعة مواقع للمحطات القاعدة، أي المناطق الريفية والمناطق شبه الحضرية والمناطق الحضرية وداخل المباني. وتنقسم سيناريوهات المناطق شبه الحضرية والمناطق الحضرية بدورها إلى مواقع كبرى ومواقع صغيرة تتميز مناطق التغطية بها. ومناطق تغطية السيناريو الصغرى تدخل ضمن المنطقة الكبرى.

ومن المتوقع أن توفر تطبيقات الخدمة الثابتة، مثل التوصيل الأمامي والخلفي، وصلة كبيرة السعة بين وحدة نطاق قاعدة (BBU) ورأس راديوي ناء (RRH). وقد يتوافق موقع الوحدة BBU مع المحطة القاعدة الخلوية الكبرى وموقع رأس RRH مع المحطة القاعدة الخلوية الصغرى في كل من المناطق الحضرية وشبه الحضرية. ومع ذلك، ونظراً للمسافة بين المحطة القاعدة في المناطق شبه الحضرية، يُفترض أن تُستخدم وصلات الخدمة الثابتة العاملة في النطاق GHz 450-275 في البيئة الحضرية فقط، بينما يتم توصيل الوصلات الأخرى من خلال نطاقات تردد راديوي أخرى موزعة أصلاً على الخدمة الثابتة.

وتقدر كثافة المحطات القاعدة في المناطق الحضرية بنحو 30 محطة في الكيلومتر المربع في كل من مديات التردد المتوقعة للاتصالات المتنقلة الدولية IMT-2020 (أي النطاقات GHz 33,4-24,25 و GHz 43,5-37 و GHz 52,6-45,5 و GHz 86-66)<sup>2</sup>. وتستخدم وصلة الخدمة الثابتة في المدى GHz 450-275 للوصلة فائقة السعة للمنطقة الحضرية المكتظة فقط. ومع أن النسبة المثوية للمساحة

<sup>2</sup> الوثيقة 5-1/36، "خصائص أنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية للأرض لتحليلات التقاسم/التداخل في مدى التردد بين GHz 24,25 و GHz 86".

الحضرية المكتظة لكل كيلومتر مربع غير مشار إليها تحديداً في أي من منشورات قطاع الاتصالات الراديوية، إلا أن نسبة 7% من المحطات القاعدة مفترضة في المناطق الحضرية المكتظة.

ووفقاً لهذا الافتراض، يحسب العدد الإجمالي للمحطات القاعدة في منطقة طوكيو الكبرى بنسبة 7% من 120 محطة قاعدة مضروبة بمقدار 619 كيلومتر مربع، أي 200 5، كما هو موضح في الجدول 8، للنطاق 450-275 GHz بأكمله. والمدينة الرئيسية الأخرى في اليابان واردة أيضاً في الجدول 8. ويوضح هذا الحساب أنه يمكن توقع كثافة تصل إلى 8,4 وصلة خدمة ثابتة في الكيلومتر المربع في النطاق 450-275 GHz بأكمله، ومن ثم تعتبر كثافة 4,2 وصلة خدمة ثابتة في الكيلومتر المربع في كل من النطاقين 325-275 GHz و 445-380 GHz لتقييم الأثر الكلي للإرسال من وصلات الخدمة الثابتة.

ويفترض أن نسبة 4,2 وصلة خدمة ثابتة في الكيلومتر المربع، مع أنها تعتمد فقط على بعض المدن المكتظة في اليابان، هي نسبة تمثيلية عموماً. وبدلاً من ذلك، ثمة وسيلة أخرى لحساب توزيع وصلات الخدمة الثابتة باستخدام الكثافة السكانية إلى جانب النسبة المذكورة أعلاه وقدرها 0,0007 وصلة/ساكن (لكامل النطاق 275-250 GHz)، أي كثافة بمقدار 0,00035 وصلة/ساكن في كل من النطاقين 445-380 GHz و 325-275 GHz.

### الجدول 8

#### حساب وصلات الخدمة الثابتة في المدى 450-275 GHz لبعض المدن المكتظة في اليابان

| اسم المدينة | المساحة (km <sup>2</sup> ) | عدد السكان (ملايين) | عدد وصلات الخدمة الثابتة | وصلة خدمة ثابتة/ <sup>(1)</sup> km <sup>2</sup> | وصلة خدمة ثابتة/ساكن |
|-------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|---|----------------------|
| منطقة طوكيو | 619                        | 9,37                | 5 200                    | 8,4   | 0,0006               |
| يوكوهاما    | 437,4                      | 3,73                | 3 674                    | 8,4   | 0,0010               |
| أوساكا      | 223                        | 2,70                | 1 873                    | 8,4   | 0,0007               |
| ناغويا      | 326,4                      | 2,30                | 2 742                    | 8,4   | 0,0012               |
| المجموع     | 1 605,8                    | 18,1                | 13 489                   | 8,4   | 0,0007               |

(1) تُقدر كثافة وصلة الخدمة الثابتة على أساس تنظيم جميع الموجات المليمترية الأربع المقترحة لاستخدامها في خدمات الاتصالات IMT-2020.

#### زوايا ارتفاع الهوائي

تقدر ارتفاعات الهوائي للمحطات القاعدة في المنطقة الحضرية في المدى من 6 إلى 25 m. وتحسب زوايا ارتفاع الهوائي من ارتفاع هوائي محطات الخدمة الثابتة والمسافة بين وصلات الخدمة الثابتة. ومع أن المسافة بين المحطات القاعدة في المنطقة الحضرية المكتظة هي 200 m، إلا أنه يفترض استخدام مسافة 100-300 m لحساب زاوية ارتفاع الهوائي.

وفي منطقة طوكيو الكبرى، تقدر زاوية الارتفاع بأقل من ±12 درجة مع مراعاة المعالم المذكورة أعلاه وكذلك الانحراف السطحي لمنطقة طوكيو.

ولكي تؤخذ في الحسبان مختلف المناطق الحضرية في شتى أنحاء العالم، يفترض أن يكون الارتفاع النموذجي هو ±20 درجة.

#### ترتيب القنوات والاحتياجات من الطيف

وفقاً للاحتياجات من الطيف لنظام الاتصالات IMT في مدى الترددات بين 24,5 GHz و 86 GHz، تُظهر إحدى نتائج الدراسة تقدير الاحتياجات من الطيف بقيمة 18,7 GHz، وكانت نتيجة دراسة أخرى بقيمة 27,4 GHz وهي تشمل نظام النقاط الساخنة داخل المباني<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> الوثيقة 5-1/36" بيان اتصال لفريق المهام 5/1 - الاحتياجات المقدرة من الطيف للمكون الأرضي للاتصالات المتنقلة الدولية في مدى التردد الواقع بين 24,25 GHz و 86 GHz".

وفي ضوء نتائج الدراسات هذه، فإن عرض نطاق القناة البالغ 24,5 GHz يكفي لتوفير وصلة كبيرة السعة للتوصيل الأمامي/الخلفي لنظام الاتصالات IMT. وإذا كانت الاحتياجات متشابهة، فإن نفس عرض النطاق بحوالي 25 GHz قد يلي سيناريوهات النشر النموذجية الأولية.

ووفقاً للمناقشة السابقة، فإن عرض نطاق طيف إجمالي طويل الأجل بحوالي 50 GHz يدعم بشكل كاف تطور حركة الاتصالات IMT بين وحدات النطاق القاعدة (BBU) والرؤوس الراديوية النائية (RRH). ونطاقاً التردد الممكنة المرشحة لتطبيقات التوصيل الأمامي والخلفي هما 275-325 GHz و 380-445 GHz. ويمكن أيضاً النظر في نطاق التردد 330-370 GHz في المستقبل، إذا ومتى توفرت المعلومات لذلك المدى

### 3.5 خصائص أنظمة خدمة الفلك الراديوي العاملة في مدى التردد 275-450 GHz

يوفر الجدول 9 والجدول 10 سويات لعتبة التداخل في خدمة الفلك الراديوي مماثلة لتلك الموجودة في التوصية ITU-R RA.769، ولكن بالنسبة إلى نطاقات التردد موضوع الاهتمام الحالي. وقد أدرجت القيم تحت النطاق 275-450 GHz وفوقه مباشرة لأغراض الاستكمال الداخلي. ويسرد الجدول 11 مواقع إحدى عشرة محطة فلكية راديوية تجري حالياً عمليات في النطاق 275-450 GHz، وموقع واحد يُقترح إجراء هذه العمليات فيه. والارتفاع الوسيط لهذه المواقع هو 3 500 m، ومعظمها فوق 4 000 m. ويمكن الاطلاع على الجغرافيا المحلية لهذه المواقع ومزيد من التفاصيل بالرجوع إلى خريطة العالم للتلسكوبات الراديوية ومناطق الهدوء الراديوي التي وضعتها اللجنة العلمية المعنية بتوزيع الترددات (IUCAF) في الموقع <http://tinyurl.com/yrvszk>.

## الجدول 9

## سويات عتبة التداخل الضار بالرصدات المتواصلة لخدمة الفلك الراديوي

| سويات عتبة التداخل   |  |                                     | حساسية النظام<br>(تقلبات الضوضاء)                 |                            | حرارة ضوضاء<br>المستقبل<br>$T_R$<br>(K) | حرارة ضوضاء<br>الهوائي الدنيا<br>$T_A$<br>(K) | عرض النطاق<br>المفترض<br>$\Delta f$<br>(MHz) | التردد المركزي <sup>(1)</sup><br>$f_c$<br>(MHz) |
|--|--|-------------------------------------|---|----------------------------|---|---|--|---|
| كثافة تدفق القدرة<br>الطيفية<br>$S_H$<br>(dB(W/(m <sup>2</sup> · Hz))) | كثافة تدفق القدرة<br>$S_H \Delta f$<br>(dB(W/m <sup>2</sup> )) | قدرة الدخل<br>$\Delta P_H$<br>(dBW) | كثافة القدرة الطيفية،<br>$\Delta P$<br>(dB(W/Hz)) | الحرارة $\Delta T$<br>(mK) |   |   |  |   |
| (9)  | (8)  | (7)                                 | (6)   | (5)                        | (4)                                     | (3)   | (2)  | (1)   |
| 214,9-   | 115,9-   | 185,8-                              | 274,8-  | 0,024                      | 75                                      | 20  | 8 000  | 265 000   |
| 211,3-   | 112,2-   | 184,5-                              | 273,5-  | 0,032                      | 100                                     | 30  | 8 000  | 345 000   |
| 206,6-   | 107,6-   | 181,2-                              | 270,2-  | 0,069                      | 215                                     | 60  | 8 000  | 405 000   |
| 205,0-   | 106,0-   | 180,2-                              | 269,2-  | 0,087                      | 275                                     | 73  | 8 000  | 432 000   |
| 202,2-   | 103,2-   | 178,6-                              | 267,7-  | 0,124                      | 385                                     | 110   | 8 000  | 500 000   |

## الجدول 10

## سويات عتبة التداخل الضار بعمليات رصد الخطوط الطيفية في خدمة الفلك الراديوي

| سويات عتبة التداخل   |  |                                     | حساسية النظام<br>(تقلبات الضوضاء)                 |                            | حرارة ضوضاء<br>المستقبل<br>$T_R$<br>(K) | حرارة ضوضاء<br>الهوائي الدنيا<br>$T_A$<br>(K) | عرض النطاق<br>المفترض لقناة<br>رصد الخطوط<br>الطيفية<br>$\Delta f$<br>(MHz) | التردد $f$<br>(MHz) |
|--|--|-------------------------------------|---|----------------------------|---|---|---|---------------------|
| كثافة تدفق القدرة<br>الطيفية<br>$S_H$<br>(dB(W/(m <sup>2</sup> · Hz))) | كثافة تدفق القدرة<br>$S_H \Delta f$<br>(dB(W/m <sup>2</sup> )) | قدرة الدخل<br>$\Delta P_H$<br>(dBW) | كثافة القدرة الطيفية،<br>$\Delta P$<br>(dB(W/Hz)) | الحرارة $\Delta T$<br>(mK) |   |   |   |                     |
| (9)  | (8)  | (7)                                 | (6)   | (5)                        | (4)                                     | (3)   | (2)   | (1)                 |
| 195,4-   | 135,4-   | 205,3-                              | 255,3-  | 2,12                       | 75                                      | 20  | 1 000   | 265 000             |
| 191,8-   | 131,8-   | 204,0-                              | 254,0-  | 2,91                       | 100                                     | 30  | 1 000   | 345 000             |
| 187,1-   | 127,1-   | 200,7-                              | 250,7-  | 6,15                       | 215                                     | 60  | 1 000   | 405 000             |
| 185,5-   | 125,5-   | 199,7-                              | 249,7-  | 7,78                       | 275                                     | 73  | 1 000   | 432 000             |
| 182,7-   | 122,7-   | 198,2-                              | 248,2-  | 11,07                      | 385                                     | 110   | 1 000   | 500 000             |

## الجدول 11

مواقع خدمة الفلك الراديوي العاملة في المدى GHz 450-275  
الإقليم 1 لقطاع الاتصالات الراديوية

| الخصائص الجغرافية                                 | ارتفاع المستقبل فوق الأرض (أمتار) | الارتفاع الأدنى (درجات) | خط الطول (E)، خط العرض (N)، الارتفاع (أمتار فوق متوسط مستوى البحر) | اسم المرصد، المكان، الإدارة                       |
|---|-----------------------------------|-------------------------|--|---|
| هضبة قمة جبل معزولة في مرآى جزئي من مرافق عامة    | 15                                | 0                       | °5,9079173<br>°44,633889<br>(2 553)                                | IRAM-NOEMA 12×15 m Array, Plateau de Bure, France |
| سفح جبل يطل على منتجع تزلج قريب وعلى مدينة غرناطة | 31                                | 0                       | °3,392778–<br>°37,06611<br>(2 850)                                 | IRAM-30 m, Pico de Veleta, Spain                  |

## الإقليم 2 لقطاع الاتصالات الراديوية

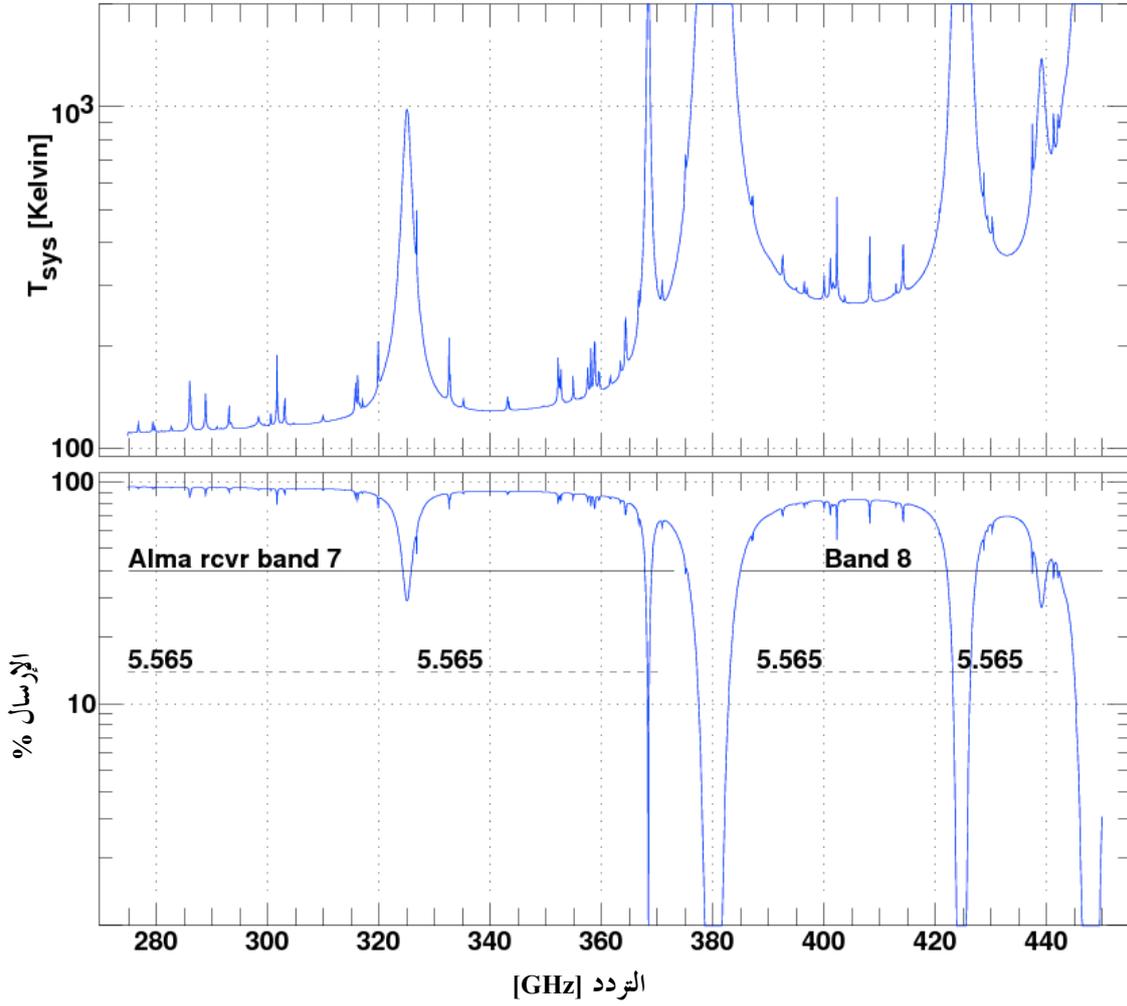
| الخصائص الجغرافية  | ارتفاع المستقبل فوق الأرض (أمتار) | الارتفاع الأدنى (درجات) | خط الطول (E)، خط العرض (N)، الارتفاع (أمتار فوق متوسط مستوى البحر) | اسم المرصد، المكان، الإدارة   |
|--|-----------------------------------|-------------------------|--|---|
| قمة جبل في خط البصر نحو عدة مدن وعلى بعد 15 km من الطريق السريع مكسيكو سيتي - بوييلا - فيراكروز              | 51                                | 7                       | °97,313333–<br>°18,985000<br>(4 660)                               | LMT 50 m Sierra Negra, Puebla, Mexico                                     |
| سهل منبسط عريض عالٍ تحيط به الجبال، يمكن الوصول إليه بطريق برية  | 13                                | 0                       | °67,75888–<br>°23,00583–<br>(4 850)                                | APEX 12 m – Atacama Pathfinder Experiment, Chajnantor, Chile              |
| سهل منبسط عريض عالٍ تحيط به الجبال، يمكن الوصول إليه بطريق برية  | 13                                | 0                       | °67,7033–<br>°22,97158–<br>(4 775)                                 | ASTE 12 m – Atacama Submillimeter Telescope Experiment, Chajnantor, Chile |
| سهل منبسط عريض عالٍ تحيط به الجبال، يمكن الوصول إليه بطريق برية، دائرة قطرها 35 km مركزها الإحداثيات المحددة | 13                                | 0                       | °67,754928–<br>°23,022911–<br>(4 800)                              | ALMA, 54×12 m+12×7 m Chajnantor, Chile                                    |
| سهل واسعة عالٍ يمكن الوصول إليه عبر طريق عامة  | 7                                 | 0                       | °67,702222–<br>°22,296306–<br>(4 750)                              | NANTEN2 4 m, Pampa La Bola, Chile   |
| قمة جبل نائية مغطاة بغابة أشجار  | 11                                | 7                       | °109,89201–<br>°32,701303<br>(3 200)                               | ARO SMT 10 m, Mt. Graham, AZ, USA   |
| قمة جبل معزولة عالية جداً  | 17                                | 6                       | °155,47500–<br>°19,821667<br>(4 300)                               | JCMT 15 m, SMA 6×6 m & CSO 12 m; Mauna Kea, HI, USA                       |
| في صميم القطب الجنوبي  | 8                                 | 0                       | .....<br>°90–<br>(2 820)   | South Pole 10m Telescope, NSF South Pole Research Station                 |
| سهل واسعة عالٍ يمكن الوصول إليه عبر طريق عامة  | 6                                 | 0                       | °67,7875–<br>°22,95861–<br>(5 200)                                 | Simons Array and Simons Observatory, Chile                                |

الإقليم 3 لقطاع الاتصالات الراديوية

| الخصائص الجغرافية                             | ارتفاع المستقبل فوق الأرض (أمتار) | الارتفاع الأدنى (درجات) | خط الطول (E)، خط العرض (N)، الارتفاع (أمتار فوق متوسط مستوى البحر) | اسم المرصد، المكان، الإدارة                    |
|---|-----------------------------------|-------------------------|--|--|
| سهل واسعة عالٍ يمكن الوصول إليه عبر طريق عامة | 4                                 | 0                       | °90,5258<br>30,1033<br>(4 319)                                     | CCOSMA, 3m, Yangbajing, Tibet China            |
| قمة جبل في سهل عريض منبسط عالٍ، مكان ناءٍ     | 6                                 | 0                       | °70,116111<br>°80,416944-<br>(4 087)                               | HEAT, 5m, Dome A, South Pole, China (proposed) |

## الشكل 3

درجة حرارة النظام في السمات والإرسال الجوي في مرصد ALMA



الرسم الأعلى: تباين درجة حرارة النظام عند مرصد ALMA مع التردد، بما في ذلك مساهمات السماء والغلاف الجوي والمستقبل. درجة حرارة النظام الموضحة هنا هي مجموع  $T_A$  و  $T_R$  في الجدولين 1 و 2 في الملحق 1 بالتوصية ITU-R RA.769، وهي تساوي الكمية  $T$  في المعادلة (3) في التوصية ITU-R RA.769 (أي  $T = T_A + T_R = T_{sys}$ ).

الرسم الأسفل: الإرسال في الغلاف الجوي كدالة للتردد. تظهر مديات ضبط النطاقين 7 و 8 في مستقبل Alma، وكذلك مديات التردد المذكورة في الرقم 565.5 من لوائح الراديو.

#### 4.5 خصائص أنظمة الخدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفصلة) العاملة في مدى التردد GHz 450-275

جرى، بين الترددين 275 و 450 GHz، تحديد عدد من النطاقات ذات الأهمية العلمية لدراسات الأرصاد الجوية/علم المناخ والكيمياء الجوية وهي مدرجة في الملحق 1 من هذا التقرير. وتركز عمليات تحسس الأرصاد الجوية/علم المناخ بالدرجة الأولى على خطوط زين بخار الماء والأكسجين ونوافذ التردد المرتبطة بها لاسترجاع هذه المعلمات الفيزيائية الضرورية، بينما تقوم عملية التحسس الكيميائي في الغلاف الجوي بقياس الخطوط الطيفية الأصغر للعديد من العناصر الكيميائية المختلفة في الغلاف الجوي. وفي بعض الحالات، يُلاحظ وجود جزيء واحد في عدة نطاقات تردد مختلفة ومرد ذلك، مثلاً، أن نطاقات تردد مختلفة حساسة لجزيء معين على ارتفاعات مختلفة.

وتتضمن التوصية ITU-R RS.2017 سويات التداخل المسموح بها لأنظمة التحسس النائي المنفصلة للخدمة EESS. ويتضمن الجدول 12 مقتطفاً من تلك التوصية يشمل نطاق التردد GHz 450-275. وجدير بالملاحظة أن معايير الحماية هذه هي سويات كلية للحد الأقصى من التداخل ويتعين تخصيصها بين جميع المصادر المختلفة، داخل النطاق وفي النطاق المجاور. وفي إطار البند 15.1 من جدول أعمال المؤتمر WRC-19، يتعين تخصيص هذه المعايير، عند الاقتضاء، بين الخدمة الثابتة (FS) والخدمة المتنقلة (MS) والإرسالات غير المطلوبة المحتملة من الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة.

الجدول 12

مقتطف من التوصية ITU-R RS.2017 يبين معايير التداخل للتحسس النائي الساتلي المنفعل  
في مدى التردد GHz 450-275

| نطاق (نطاقات) التردد (GHz) | عرض النطاق المرجعي (MHz) | سوية التداخل القصوى (dBW) | النسبة المئوية من المساحة أو الوقت المسموح فيها بتجاوز سوية التداخل (%) <sup>(1)</sup> | أسلوب المسح <sup>(2)</sup> (L, C, N) |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--|--------------------------------------|
| 285,4-275                  | 3                        | -194                      | 1  | L                                    |
| 306-296                    | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-160- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, N                                 |
| 355,6-313,5                | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-158- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, C, N                              |
| 365-361,2                  | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-158- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, N                                 |
| 391,2-369,2                | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-158- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, N                                 |
| 399,2-397,2                | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-158- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, N                                 |
| 411-409                    | 3                        | 194-                      | 1  | L                                    |
| 433,46-416                 | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-157- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, N                                 |
| 466,3-439,1                | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-157- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, C, N                              |

<sup>(1)</sup> فيما يتعلق بسوية 0,01%، تحدد مساحة القياس كمربع على الأرض مساحته 2 000 000 km<sup>2</sup>، ما لم يرد ما يبرر خلاف ذلك؛ وفيما يتعلق بسوية 0,1%، تحدد مساحة القياس كمربع على الأرض مساحته 10 000 000 km<sup>2</sup>، ما لم يرد ما يبرر خلاف ذلك؛ وفيما يتعلق بسوية 1%، يكون زمن القياس 24 ساعة، ما لم يرد ما يبرر خلاف ذلك.

<sup>(2)</sup> N: نظير، L: حافة، C: مخروطي.

<sup>(3)</sup> الرقم الأول للأسلوب النظير ي أو الأسلوب المخروطي والرقم الثاني لتطبيقات سبر الحواف بالموجات الصغيرة.

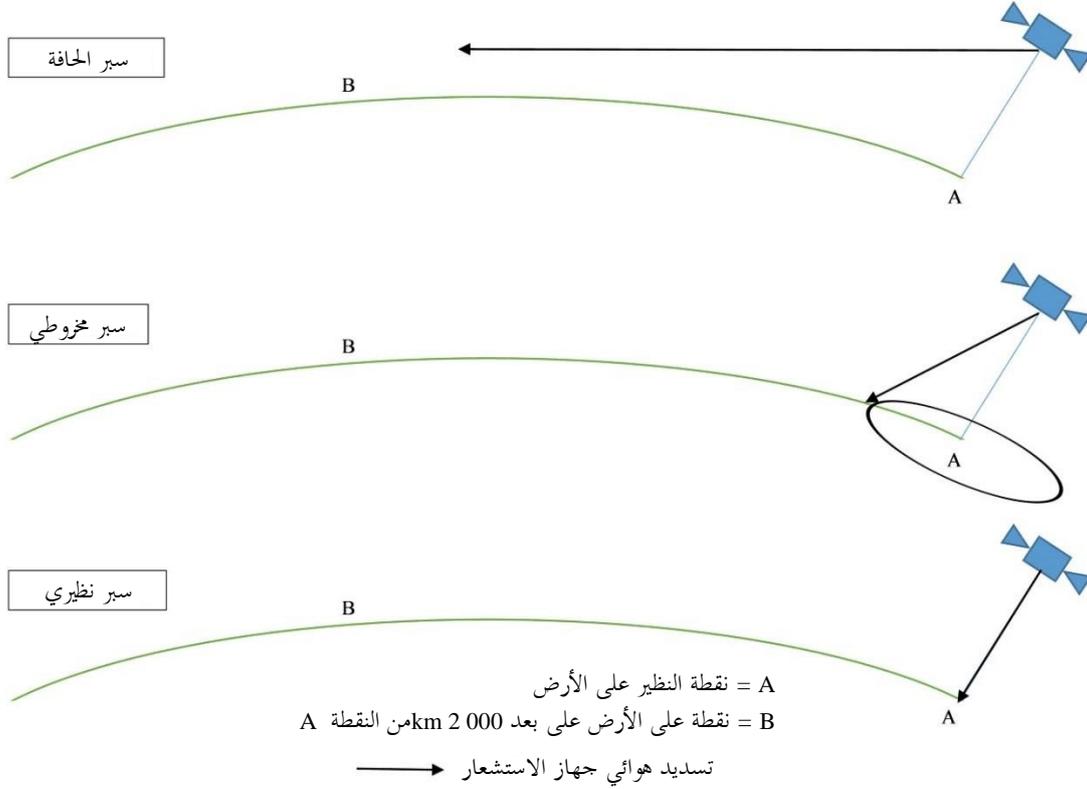
وفيما يلي تعريف الأنواع المختلفة من أجهزة استشعار EESS (المنفصلة) الواجب مراعاتها في هذه الدراسات:

- N: تركز أساليب مسح النظير على سبر سطح الأرض أو معاينته بزوايا ورود متعامدة تقريباً. وينتهي المسح عند السطح أو عند مستويات مختلفة في الغلاف الجوي وفقاً لدالات الترجيح المستخدمة لتقييم معلمة محددة في الغلاف الجوي.
- L: تشهد أساليب مسح الحواف الغلاف الجوي "على الحافة" وتنتهي في الفضاء وليس على سطح الأرض، وتبعاً لذلك تكون قيمة دالة الترجيح صفراً عند السطح وقيمة عظمى عند ارتفاع نقطة التماس.
- C: تشهد أساليب المسح المخروطي سطح الأرض من خلال تدوير الهوائي بزواياة تحالف من اتجاه النظير.

الشكل 4 يصور هذه الأنواع الثلاثة من أجهزة الاستشعار. ويلاحظ أيضاً أن نوع النظير في أجهزة الاستشعار يشمل جميع تطبيقات أجهزة الاستشعار المختلفة التي تحتوي على مكون مشاهدة للنظير واحد على الأقل، من قبيل تقاطع المسار والكنس الدافع.

## الشكل 4

أساليب المسح النظيري والحافة والمخروطي في جهاز استشعار الخدمة EESS (المنفصلة)



يقدم الجدول 13 ملخصاً بحسب كل نطاق على حدة لأنظمة الخدمة EESS (المنفصلة) الواجب مراعاتها في دراسات التقاسم في مدى التردد 450-275 GHz. ويرد في الجدول 14 موجز للمعلومات اللازمة لإجراء الدراسات. وترد الخصائص التفصيلية لأنظمة EESS (المنفصلة) في التقرير ITU-R RS.2431.

الجدول 13

أنظمة التحسس النائي الساتلية المنفصلة للنطاقات في مدى التردد 4GHz 450-275

| أسلوب المسح   |   |         | نطاق (نطاقات)<br>التردد (GHz) |
|---|---|---------|-------------------------------|
| حافة  | نظيري، مخروطي   |         |                               |
| النظر في خصائص مماثلة لنظام STEAMR (الملاحظة 1)   | -----   | L       | 285,4-275                     |
| MASTER (مدار أرضي منخفض، الفقرة 9.6)  | النظر في خصائص مماثلة لنظام STEAMR (الملاحظة 1)   | L ،N    | 306-296                       |
| STEAMR (مدار أرضي منخفض، الفقرة 4.6)<br>CAMLS (مدار أرضي منخفض، الفقرة 7.6)<br>MASTER (مدار أرضي منخفض، الفقرة 9.6) | ICI (مدار أرضي منخفض، الفقرة 1.6)<br>SSM (مدار أرضي منخفض، الفقرة 3.6)<br>GEM (مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض،<br>الفقرة 5.6)                     | L ،C ،N | 355,6-313,5                   |
| النظر في خصائص مماثلة لنظام STEAMR (الملاحظة 1)   | النظر في خصائص مماثلة لنظام ICI (الملاحظة 1)  | L ،N    | 365-361,2                     |
|   | TWICE (مدار أرضي منخفض، الفقرة 2.6)<br>GEM (مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض،<br>الفقرة 5.6)<br>GOMAS (مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض،<br>الفقرة 6.6) | L ،N    | 391,2-369,2                   |
|   | النظر في خصائص مماثلة لنظام ICI (الملاحظة 1)  | L ،N    | 399,2-397,2                   |
|   | -----   | L       | -411-409                      |
|   | GOMAS (مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض،<br>الفقرة 6.6)   | L ،N    | 433,46-416                    |
|   | ICI (مدار أرضي منخفض، الفقرة 1.6)   | L ،C ،N | 466,3-439,1                   |
|   |   |         |                               |

الملاحظة 1 - بالنسبة لبعض النطاقات التي لا تتوفر لها معلمات أنظمة التشغيل الحالية أو المخطط لها، يتعين استخدام الخصائص القائمة على أنظمة لها نفس أسلوب المسح في نطاقات أخرى.

الجدول 14

ملخص الخصائص التقنية لأنظمة EESS (المنفصلة) في مدى الترددات GHz 450-275 (انظر التقرير ITU-R RS.2431)

| GMS   | MASTER                    | CAMLS                     | GEM  | GOMAS   | STEAMR                   | SMM                             | TWICE   | ICI   | الجهاز  |
|---|---------------------------|---------------------------|--|---|--------------------------|---------------------------------|---|---|---|
| GSO   | SSO LEO                   | LEO                       | GSO  | GSO   | SSO LEO                  | SSO LEO                         | SSO LEO   | SSO LEO   | نمط المدار  |
| 35 684                                      | 817                       | غير متاح                  | 35 684   | 35 684  | 817                      | غير متاح                        | 400   | 817   | الارتفاع (km)   |
| 0   | 98,7                      | غير متاح                  | 0  | 0   | 98,7                     | ميل مرتفع                       | ميل مرتفع   | 98,7  | الميل (درجات)   |
| مسح مجتمع لشريط واسع ودائرة رقيقة (الشكل 9) | حافة                      | حافة                      | مخروطي   | مخروطي (الشكل 17)   | حافة (الشكل 15)          | مخروطي أو تقاطع مسار (الشكل 13) | مخروطي (الشكل 11)   | مخروطي (الشكل 10)                                 | أسلوب المسح   |
| لا ينطبق                                    | حافة: 3                   | حافة: 10                  | غير متاح   | غير متاح  | حافة: 6                  | غير متاح                        | مخروطي: 53  | مخروطي: 2 ± 53                                    | زاوية سمّت الرصد (OZA) (بالدرجات) للمسح المخروطي، أو أدنى ارتفاع توجيهه (km)، لمسح الحواف |
| 338<br>380,197<br>424,763                   | 299,75<br>320,0<br>345,6  | 340                       | 380,197<br>425,763   | 380,197<br>424,763  | 319,5<br>349,6           | 325                             | 310<br>380,2  | 325,15<br>448                                     | التردد المركزي (GHz)  |
| 8-0,03<br>1-0,01                            | 11,5<br>9,0<br>6,5        | 16                        | (LSB) 18-0,05  | 4-0,3<br>1-0,06<br>(الجدول 12)  | 12<br>12                 | غير متاح                        | 10<br>7,2<br>(الجدول 4)   | 6-3,2<br>6-2,4<br>(الجدول 4)                      | عرض نطاق التردد (GHz)   |
| هوائي عاكس                                  | عاكس متخالف إهليلجي       | غير متاح                  | مسح فتحة مليئة   | مسح فتحة مليئة  | هوائي عاكس               | غير متاح                        | قرون نطاق عريض متعددة الإضاءة   | عاكس متخالف، تغذية متعددة                         | نمط الهوائي   |
| 76  | غير متاح                  | غير متاح                  | غير متاح   | غير متاح  | 70                       | غير متاح                        | (TBC) 48-46   | 55  | ذروة كسب الهوائي (dBi)  |
| 3   | 2 × 1                     | غير متاح                  | 2  | 3   | غير متاح                 | غير متاح                        | غير متاح  | 0,5 ~   | قطر الهوائي (m)   |
| °0,027                                      | غير متاح                  | غير متاح                  | °0,029<br>°0,026   | °0,019<br>°0,017  | انظر الشكل 15            | غير متاح                        | °0,64<br>°0,56  | غير متاح  | عرض حزمة الهوائي (درجات)  |
| 16  | لا ينطبق (انظر الجدول 17) | لا ينطبق (انظر الجدول 13) | مجال الرؤية: 20,5<br>المساحة ≈ 330 km <sup>2</sup><br>مجال الرؤية: 16,4<br>المساحة ≈ 210 km <sup>2</sup> | مجال الرؤية الآني: 12<br>المساحة ≈ 110 km <sup>2</sup><br>مجال الرؤية الآني: 10<br>المساحة ≈ 75 km <sup>2</sup> | لا ينطبق (انظر الشكل 15) | غير متاح                        | مجال الرؤية: 6,5 × 9,9<br>المساحة ≈ 50 km <sup>2</sup><br>مجال الرؤية: 5,8 × 8,7<br>المساحة ≈ 40 km <sup>2</sup><br>(الشكل 2-2.6) | 16<br>المساحة ≈ 200 km <sup>2</sup><br>(الجدول 3) | مجال الرؤية (km)<br>مساحة البصمة (km <sup>2</sup> )                                       |

ولا بد من الإشارة إلى أن التوصية ITU-R RS.1813 تقتصر حالياً على المدى من 1,4 إلى 100 GHz من أجل معادلات مخطط هوائي الخدمة EESS (المنفصلة) المرجعية. ومع ذلك، يوصي فريق الخبراء العامل المسؤول في قطاع الاتصالات الراديوية بأن تستخدم أيضاً معادلات مخطط الهوائي في التوصية ITU R RS.1813 في المدى GHz 450-275 لهذه الدراسات.

## 6 اعتبارات من أجل دراسات التقاسم والتوافق

### 1.6 خدمة الفلك الراديوي

يختلف احتمال التداخل في خدمة الفلك الراديوي (RAS) جراء الاستخدام النشط المقترح للخدمة في نطاق التردد GHz 450-275 عن حالات التداخل الأخرى بين الخدمات وذلك بسبب الخصائص التي ينفرد بها الامتصاص (انظر الشكلين 3 و 4 والبند A5-1) وبحكم الموقع الجغرافي لمحطات الفلك الراديوي التي تستخدم النطاق (الجدول 11). وتقع هذه المحطات عموماً على ارتفاعات تتراوح من 3 إلى 5 كيلومترات في مناطق قاحلة لتقليل هطول الأمطار والامتصاص الجوي إلى أقصى حد حول هوائي خدمة الفلك الراديوي وفوقه.

وفي نطاق التردد GHz 450-275، تتميز الهوائيات النشطة المتواضعة الحجم بعرض حزمة ضيقة غير ممكنة في نطاقات التردد الأدنى. ومع أن عروض الحزمة الضيقة وهيمنة زوايا الارتفاع المنخفضة متوقعة بالنسبة لتطبيقات الخدمة الثابتة، فقد يكون من الضروري اختيار الهوائيات المناسبة والتخطيط الدقيق لاتجاهات الوصلة لتجنب التداخل الضار في خدمة الفلك الراديوي.

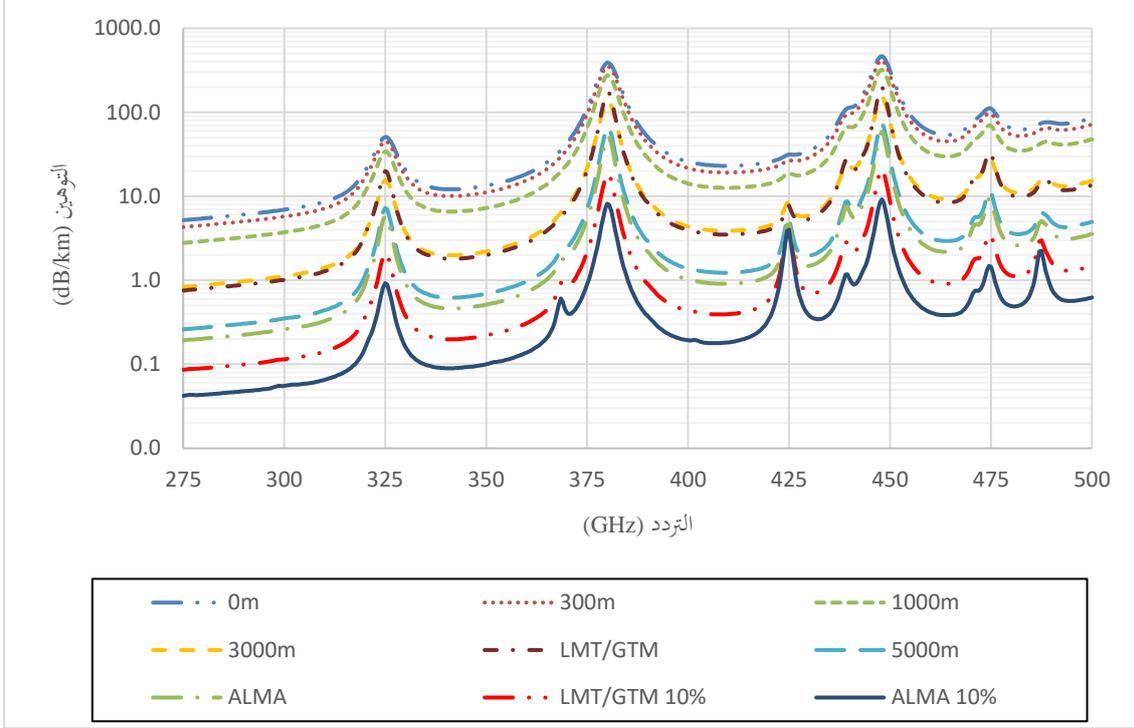
فوق GHz 275، يتأثر الانتشار عبر الغلاف الجوي للأرض بشدة بخصائص امتصاص جزئيات الغلاف الجوي، وعلى الأخص الأكسجين وبخار الماء. ولئن كان التوهين الجوي يوفر حماية إضافية لعمليات خدمة الفلك الراديوي في ترددات معينة، بسبب التباين الكبير في جزئيات الغلاف الجوي كدالة للارتفاع، فهناك "نوافذ" للإرسال تقترب من خسارة الفضاء الحر على ارتفاعات أعلى.

وقد خلص التقرير ITU-R RA.2189-1 إلى أن التقاسم ممكن، في قدرات الإرسال قيد النظر هنا، بين خدمة الفلك الراديوي والخدمات النشطة في مدى التردد GHz 3 000-275 إذا ما أخذت في الاعتبار الخصائص الجوية بدلالة الارتفاع فوق مستوى سطح البحر، وكذلك اتجاهية هوائي المرسل. ويمكن تجنب التداخل الضار في منشآت خدمة الفلك الراديوي باستخدام مناطق الاستبعاد الجغرافي المحيطة بمرافق هذه الخدمة. ومن شأن الإضاءة المباشرة لمراسد هذه الخدمة، في المقام الأول على ارتفاعات مماثلة أو أعلى من المراسد، أن تتسبب في حدوث تداخل في أنظمة خدمة الفلك الراديوي.

وبصرف النظر عن مناطق الاستبعاد، هناك استراتيجيتان أساسيتان ممكنتان لحماية خدمة الفلك الراديوي في هذه النطاقات من إرسالات الخدمة الثابتة. الأولى تنطوي على انخفاض القدرات وهوائيات الحزمة الضيقة، والثانية تنطوي على تجنب التسديد نحو مرافق خدمة الفلك الراديوي. وبينما ينبغي أن يكون ذلك واضحاً بالنسبة لمعظم استخدامات الخدمة الثابتة من نقطة إلى نقطة، فإنه لا ينطبق على بعض تطبيقات الأرض الأخرى مثل الاستخدام المتنقل.

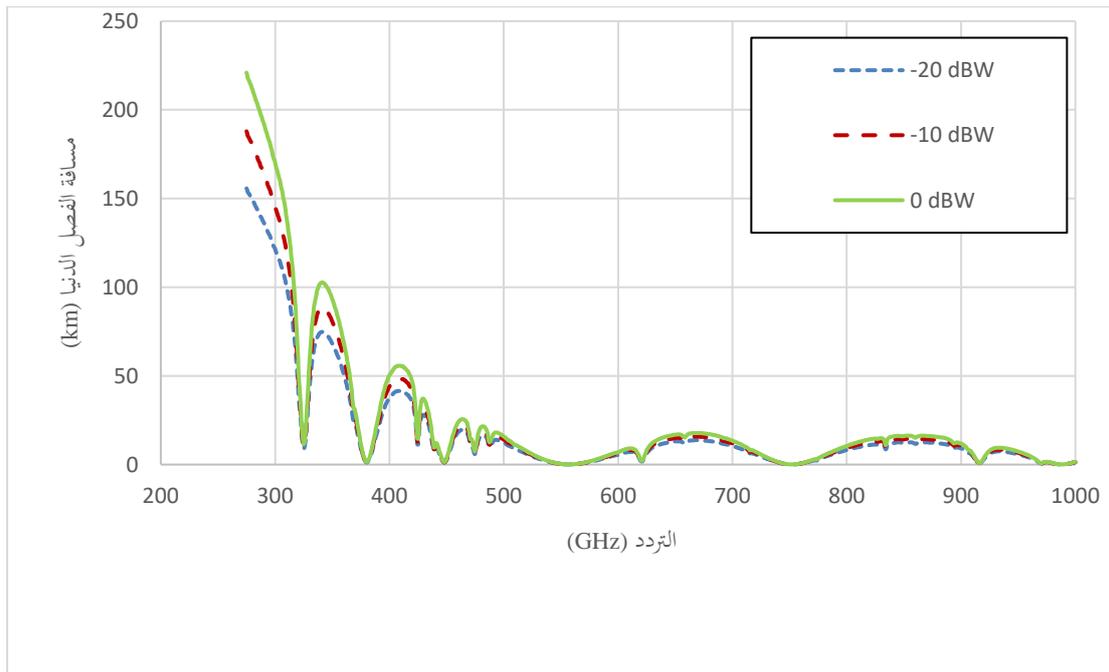
## الشكل 5

التوهين الجوي محسوب على مسيرات أفقية بقيمة 1 km على خمسة ارتفاعات مختلفة فوق مستوى سطح البحر، فضلاً عن ظروف رصد المئين العاشر المتوسطة سنويا في موقعي رصد الفلك الراديوي ALMA و LMT/GTM، بافتراض خصائص الغلاف الجوي في الجدول 1 من التقرير ITU-R RA.2189-1



## الشكل 6

المسافة الأفقية على ارتفاع 5 000 m فوق مستوى سطح البحر والتي لن تتجاوز بعدها الإشارة المرسل على ترددات بين 275 و 1 000 GHz عتبات التداخل في خدمة الفلك الراديوي الواردة في التقرير ITU-R RA.2189-1، مما يبرز الحاجة إلى توليفة من مناطق الاستبعاد الجغرافي وتجنب الإضاءة المباشرة لحماية عمليات خدمة الفلك الراديوي



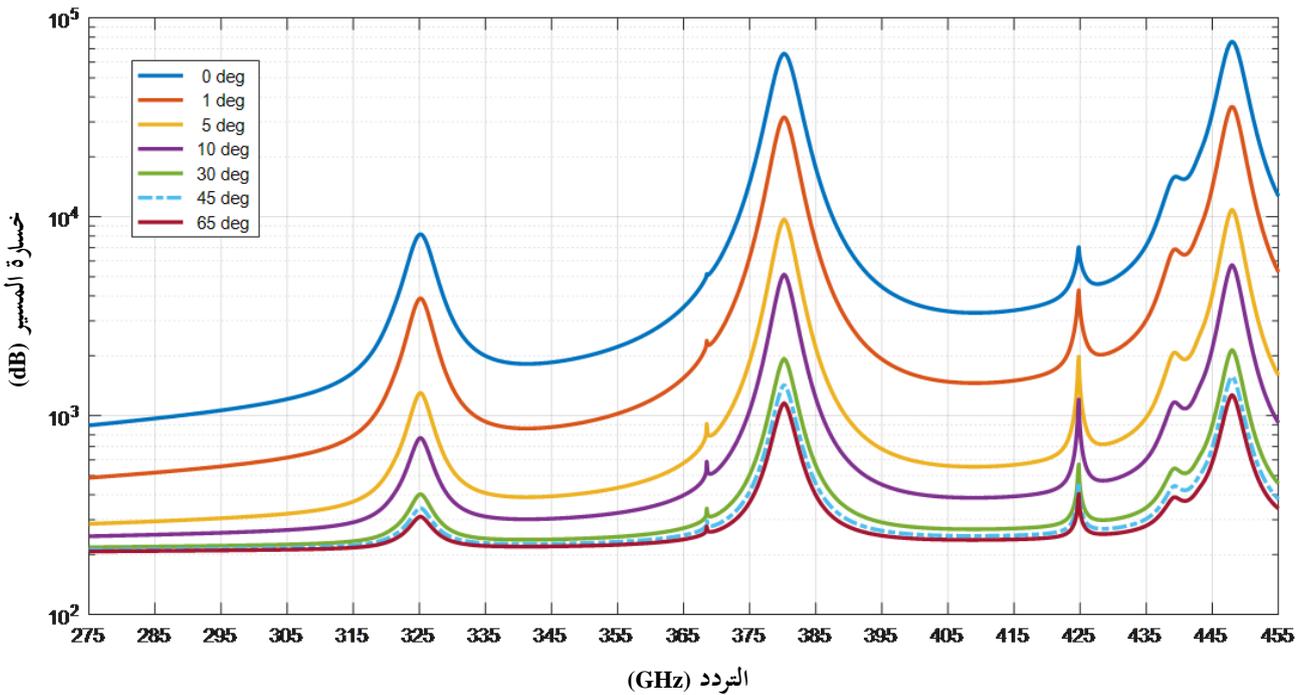
## 2.6 خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفصلة)

إن الخسارة الكلية للمسير من وصلة خدمة ثابتة ذات زاوية ارتفاع منخفضة نحو ساتل في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) في مدار غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (NGSO) يرتفع فوق الأفق عند سمت وصلة خدمة ثابتة هي عملية حسابية معقدة بسبب انكسار مسير الإشارة بتغير ارتفاعه فوق الأرض وتغير التوهين بتغير الضغط الجوي ودرجة الحرارة وبخار الماء. ويقدم القسم 2.2 من الملحق 1 بالتوصية ITU-R P.676-11 خوارزمية مناسبة لهذه الحسابات. ومع ذلك، لا يأخذ الحساب في الاعتبار الحجب بسبب العوائق الطبيعية أو عوائق البناء، مما يقلل أو يزيل التداخل في أجهزة استشعار الخدمة (المنفصلة) EESS في بعض الحالات. لذلك، يجب أن تراعي عمليات المحاكاة الدينامية للخدمة الثابتة والتداخل المتنقل على الأرض في أجهزة استشعار الخدمة (المنفصلة) EESS احتمال وجود عوائق طبيعية وعوائق بناء، مما يقلل التداخل في الحالات التي توجد فيها عوائق. وكذلك، فإن أي تقدير للتداخل الكلي من أنظمة الخدمة الثابتة يجب أن يأخذ في الاعتبار حجب جزء ما من المصادر.

ويوضح الشكلان 7 و 8 متوسط خسارة المسير من مرسل خدمة ثابتة للأرض عند زوايا ارتفاع مختلفة إلى ساتل في مدار على ارتفاع 817 km<sup>5</sup>.

الشكل 7

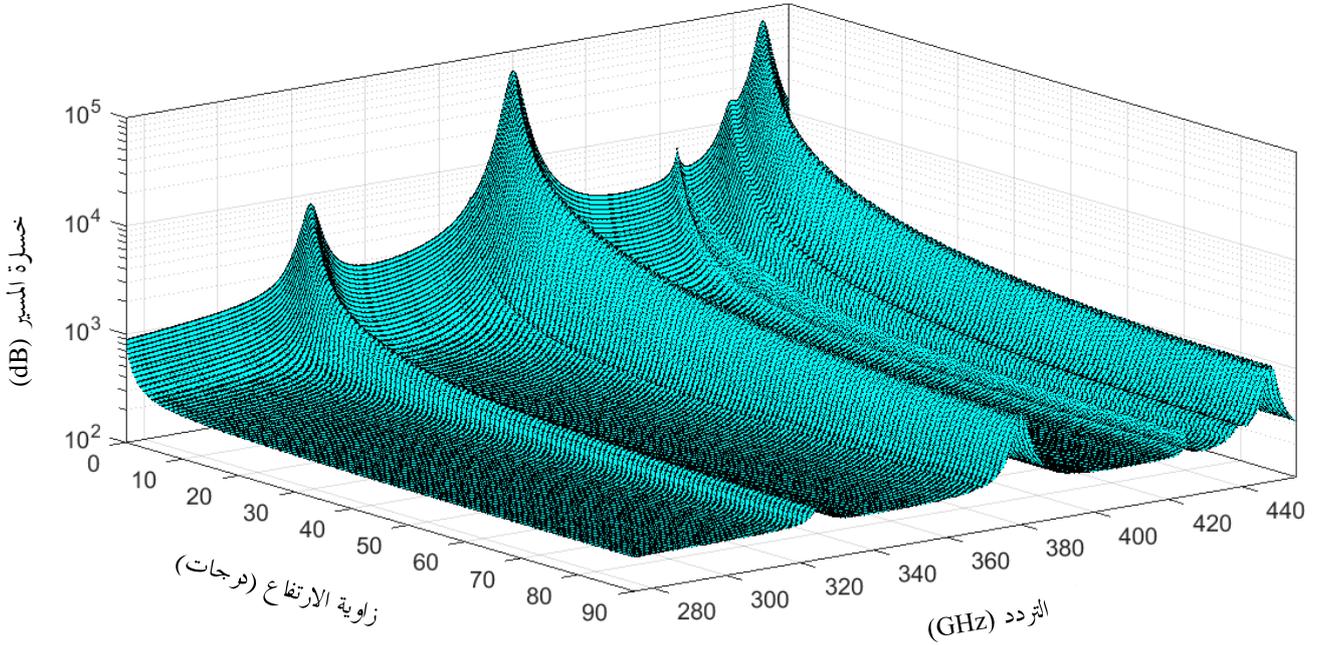
متوسط خسارة المسير من نقطة أرضية إلى ساتل (km 817 = H) كدالة لزاوية الارتفاع



5 الارتفاع km 817 هو ارتفاع نموذجي لمدار خدمة EESS غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (NGSO). وتختلف النتائج قليلاً بالنسبة لارتفاعات أخرى.

## الشكل 8

## تمثيل ثلاثي الأبعاد للشكل 7



ويستند الشكلان 7 و 8 إلى مجموع نوعين من الخسائر "الدائمة" (أي الموجودة دوماً):

- متوسط الخسائر الناجمة عن الغازات في الغلاف الجوي،
- الخسائر الناجمة عن الانتشار الهندسي للطاقة (خسارة المسير في الفضاء الحر).

وقد حُسبت الخسائر الناجمة عن غازات الغلاف الجوي باستخدام كل من طريقة الخط تلو الخط في الملحق 1 والفقرة 2.2 من التوصية ITU-R P.676-11؛ وباستعمال الغلاف الجوي المرجعي العالمي السنوي المحدد في التوصية ITU-R P.835. وبناءً على هذا الغلاف الجوي المرجعي، على سطح الأرض، يبلغ ضغط الهواء الجاف 1013,25 hPa، ودرجة الحرارة 288,15 K، وكثافة بخار الماء 7,5 غرام في المتر المكعب.

وتُحسب الخسائر الناجمة عن الانتشار الهندسي للطاقة (خسارة المسير في الفضاء الحر)  $L_{sp}$  بوحدة dB من حيث التردد  $f$  (GHz) ومسافة الانتشار  $d$  (km) على النحو التالي:

$$(1) \quad L_{sp} = 92.45 + 20 \log (f \cdot d)$$

وبالنسبة لساتل على ارتفاع  $H$  وزاوية ارتفاع  $\varphi$ ، يمكن الحصول على مسافة الانتشار  $d$  من المعادلة (2).

$$(2) \quad d = \sqrt{(a \sin \varphi)^2 + 2aH + H^2} - a \sin \varphi$$

حيث  $a$  هي نصف قطر الأرض المكافئ الذي يعادل 6371 km.

وبالإضافة إلى الخسائر المذكورة أعلاه، قد تكون هناك أيضاً خسائر ناتجة إما عن الانتشار أو الامتصاص الناجم عن التوهطال.

وقد يكون تقييد وصلات الخدمة الثابتة بزوايا ارتفاع منخفضة تقنية تخفيف فعالة في الحد من التداخل في أجهزة استشعار الخدمة EESS، ومع ذلك فإن أي قيود على زاوية الارتفاع لمحطات الخدمة الثابتة يتعين أن تكون حكماً تنظيمياً إلزامياً حتى تكون تقنية التخفيف هذه فعالة. ومما يزيد من تعقيد هذه المشكلة هو وجود أنواع متعددة من أجهزة استشعار EESS في الخدمة، ولكل منها خصائص حزمة-أرض مختلفة. وفي بعض الحالات، تتطلع هذه الأجهزة الاستشعار نحو الأمام وفي هذه الحالات، قد تكون

تسوية الحزمة الرئيسية حتى بين الوصلات الثابتة منخفضة الزاوية وأجهزة استشعار الخدمة EESS ممكنة (رغم معاوضة التوهين الجوي العالي). ويجب التحقق من سيناريوهات التداخل المحتملة هذه وآثارها بإجراء دراسات التقاسم والتوافق.

وبالنسبة للخدمة الثابتة والتطبيقات المتنقلة البرية، حيث يتعذر الإرسال بزوايا ارتفاع منخفضة، يجب استخدام استراتيجيات الحماية البديلة لتحقيق التوافق مع الخدمات المنفصلة المحددة في الرقم 565.5 من لوائح الراديو. وقد يتضمن ذلك اختياراً دقيقاً للنطاقات من أجل تطبيقات الخدمات النشطة بناءً على ما إذا كانت قد تحددت لاستخدام EESS (المنفصلة) أم لا. ولدى العديد من النطاقات المحددة لاستعمال الخدمة EESS (المنفصلة) بموجب الرقم 565.5 من لوائح الراديو عرض نطاق متواضع بين تلك النطاقات المحددة. مثال ذلك أن النطاقين GHz 296-286 و GHz 409-399 هما نطاقان بقيمة 10 GHz، وهما يقعان بين نطاقات تم تحديدها للخدمة EESS. ومن ثم، قد يكون هذان النطاقان مناسبان عملياً للاستخدام النشط لأنواع الأنظمة التي لا يمكن فيها استخدام هوائيات الحزم الضيقة بزوايا ارتفاع منخفضة. ومن الناحية النظرية، قد يكون من الممكن تصميم هوائيات متعددة الدخل والخرج (MIMO) تعالج كلاً من ميزانيات الوصلة للاستخدام المتوخى وتحد أيضاً من الإرسالات عند زوايا الارتفاع العالية. ولكن هذه التقنية غير متوفرة حالياً ونتيجة لذلك لا يمكن أن يعتمد النفاذ إلى الطيف على تقنية MIMO في هذا الوقت.

وهناك طريقة أخرى لحماية عمليات أجهزة الاستشعار المنفصلة NGSO EESS التي قد تواجه الاقتران من الحزمة الرئيسية إلى الحزمة الرئيسية مع الخدمات النشطة للأرض عندما تكون في زوايا ارتفاع عالية، وهي مماثلة للتقنيات المستخدمة في إدارة تقاسم المدارات المستقرة وغير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO/NGSO) لسواتل اتصالات الخدمة الثابتة الساتلية (FSS). وتتنبأ هذه الطريقة بأحداث التسوية التي قد تحدث أداء سائل NGSO EESS وتعديل معالم نظام الأرض خلال الفترة الزمنية للتداخل المحتمل. ومع ذلك، فإن هذه الطريقة تلقي جميع مخاطر فشلها على عاتق خدمة EESS (المنفصلة) وتتطلب استخدام قاعدة بيانات عالمية لم تتحدد تفاصيلها بعد. وعلاوةً على ذلك، لم يتم تنفيذ هذه الطريقة بنجاح فيما يتعلق بأي خدمتين أو أي نطاق جغرافي أو أي مدى تردد. وهناك اعتبار أخير لدراسات التوافق بين الخدمة EESS (المنفصلة) والخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة البرية وهو الحاجة إلى النظر في التداخل الكلي الناجم عن أنظمة نشطة متعددة منشورة وتشع في نفس النطاقات. وينبغي أن تراعي دراسات التداخل الكلي هذه الحجب الناجم عن التضاريس والمباني على السواء لإرسالات الخدمة الثابتة والخدمة البرية المتنقلة.

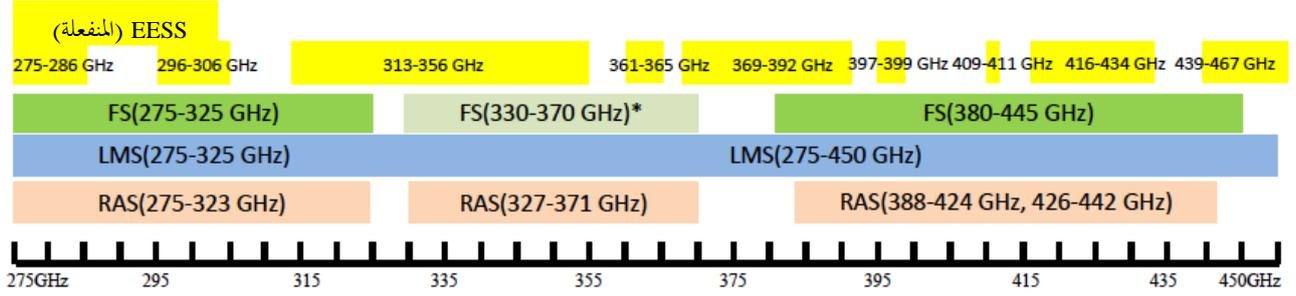
## 7 سيناريوهات التداخل من تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية والخدمة الثابتة العاملة في النطاق GHz 450-275 في تطبيقات الخدمة المنفصلة التي تستخدم الطيف المحدد في الرقم 565.5 من لوائح الراديو

طبقاً للرقم 565.5 من لوائح الراديو، تتحدد نطاقات التردد GHz 323-275 و GHz 371-327 و GHz 424-388 و GHz 442-426 لاستخدامها في تطبيقات خدمة الفلك الراديوي (RAS) بينما تتحدد النطاقات GHz 286-275 و GHz 306-296 و GHz 313-356 و GHz 361-365 و GHz 369-392 و GHz 397-399 و GHz 409-411 و GHz 416-434 و GHz 439-467 لاستخدامها في تطبيقات الخدمة EESS (المنفصلة). وقد تناول البحث دراسات التقاسم والتوافق التالية:

- 1 تطبيق الخدمة المتنقلة البرية (LMS) العاملة في النطاق GHz 450-275 فيما يتعلق بحماية محطات الخدمة EESS العاملة في النطاقات GHz 286-275 و GHz 306-296 و GHz 313-356 و GHz 361-365 و GHz 369-392 و GHz 397-399 و GHz 409-411 و GHz 416-434 و GHz 439-467؛
- 2 تطبيق للخدمة الثابتة يعمل في النطاق GHz 450-275 فيما يتعلق بحماية محطات الخدمة EESS العاملة في النطاقات GHz 286-275 و GHz 306-296 و GHz 313-356 و GHz 361-365 و GHz 369-392 و GHz 397-399 و GHz 409-411 و GHz 416-434 و GHz 439-467؛
- 3 تطبيق للخدمة الثابتة يعمل في النطاق GHz 450-275 فيما يتعلق بحماية محطات خدمة الفلك الراديوي (RAS) العاملة في النطاقات GHz 323-275 و GHz 371-327 و GHz 424-388 و GHz 442-426.

## الشكل 9

## نطاقات التردد قيد النظر في دراسات التقاسم



\* يمكن النظر في نطاق التردد هذا في المستقبل.

### 1.7 سيناريوهات التداخل من تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) العاملة في النطاق GHz 450-275 في الخدمة EESS (المنفصلة) وخدمة الفلك الراديوي (RAS)

يرد في الشكل 10 سيناريوها التداخل المدرجان في الجدول 15 ويمكن النظر فيهما بين تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) والخدمات المنفصلة.

## الجدول 15

## سيناريوها التداخل

| السيناريو | المتداخل                      | المتداخل فيه      | نموذج الانتشار (انظر الملحق 2)  |
|-----------|-------------------------------|-------------------|---|
| A         | مطراف متنقل LMS<br>محطة ثابتة | جهاز استشعار EESS | التوصية ITU-R P.619، التوصية ITU-R P.2108 <sup>(1)</sup> ،<br>التوصية ITU-R P.2109 <sup>(2)</sup> |
| B         | مطراف متنقل LMS<br>محطة ثابتة | محطة RAS          | التوصية ITU-R P.452، التوصية ITU-R P.2108 <sup>(3)</sup> ،<br>التوصية ITU-R P.2109 <sup>(2)</sup> |

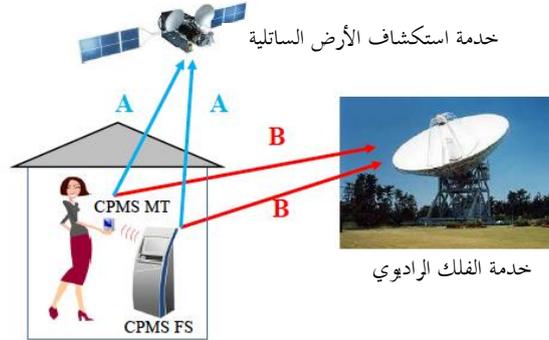
(1) تستخرج من هذه التوصية خسارة جلبة المسير الساتلي في نطاق GHz 300 بقيمة 0 dB.

(2) تستخرج من هذه التوصية خسارة دخول المبنى في نطاق GHz 300 بقيمة 73 dB.

(3) تستخرج من هذه التوصية خسارة جلبة المسير الأرضي في نطاق GHz 300 بقيمة 47 dB.

الشكل 10

رسم توضيحي لسيناريوهي التداخل بين تطبيق الخدمة المتنقلة البرية (LMS) والخدمات المنفصلة



## 2.7 سيناريوها التداخل من تطبيقات الخدمة الثابتة (FS) العاملة في النطاق 275-450 GHz في الخدمة EESS (المنفصلة) وخدمة الفلك الراديوي (RAS)

ينظر في سيناريوهي التداخل المدرجين في الجدول 16 بين تطبيق الخدمة الثابتة (توصيل أمامي/خلفي) والخدمات المنفصلة.

الجدول 16

### سيناريوها التداخل

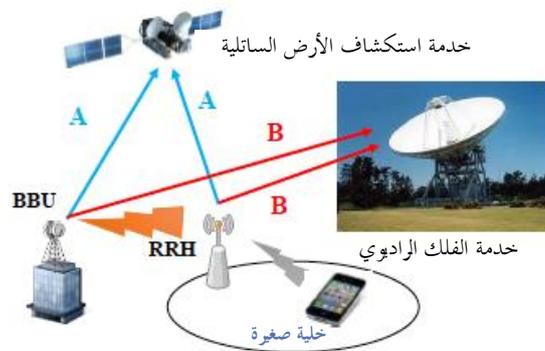
| السيناريو | المتداخل         | المتداخل فيه      | نموذج الانتشار (انظر الملحق 2)                           |
|-----------|------------------|-------------------|--|
| A         | توصيل أمامي/خلفي | جهاز استشعار EESS | التوصية ITU-R P.619، التوصية ITU-R P.2108 <sup>(1)</sup> |
| B         | توصيل أمامي/خلفي | محطة RAS          | التوصية ITU-R P.452، التوصية ITU-R P.2108 <sup>(2)</sup> |

(1) تستخرج من هذه التوصية خسارة جلبة المسير الساتلي في نطاق 300 GHz بقيمة 16 dB وزاوية ارتفاع قدرها 12°.

(2) تستخرج من هذه التوصية خسارة جلبة المسير الأرضي في نطاق 300 GHz بقيمة 47 dB.

الشكل 11

رسم توضيحي لسيناريوهي التداخل بين تطبيقات الخدمة الثابتة والخدمات المنفصلة



## 8 دراسات التقاسم والتوافق المتعلقة بالخدمة EESS (المنفصلة)

### 1.8 دراسات التقاسم والتوافق بين تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) وتطبيقات الخدمة EESS (المنفصلة)

ترد في الملحق 4 دراسات التقاسم بين تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) وتطبيقات الخدمة EESS (المنفصلة).

وقد حللت الدراسة 3 إمكانات التداخل التي قد تنجم عن تطبيقات الخدمة LMS العاملة في مدى التردد 450-275 GHz في أنظمة الخدمة EESS (المنفصلة). وكان النهج المتبع في هذه التحليلات هو إجراء تحليل مجال رؤية آني (IFOV) واحد لكل نوع من أجهزة الاستشعار المنفصلة. وقد وجدت هذه الدراسة أن التوافق دون الحاجة إلى أحكام تنظيمية إلزامية قد تحقق في نطاقات التردد 296-275 GHz و 313-306 GHz و 330-320 GHz و 450-356 GHz. ولاحظت الدراسة أيضاً أن تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) تنطوي على إشكالية لكل من أجهزة استشعار المسح المخروطي والنظيري على السواء في النطاق 286-275 GHz، غير أن هذا النطاق لا يستخدمه حالياً سوى مسابير الحواف.

وخلصت الدراسة 4 إلى أنه يمكن استخدام النطاقات 296-275 GHz و 313-306 GHz و 332-319 GHz و 450-356 GHz لتطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) دون أي شروط محددة. كما تمت أيضاً دراسة حالات الاستخدام داخل المباني وخارجها لتحديد نطاقات التردد الممكنة لتطبيق الأنظمة المتنقلة في المحيط القريب (CPMS) في الخدمة LMS.

### 2.8 دراسات التقاسم والتوافق بين تطبيقات الخدمة الثابتة وتطبيقات الخدمة EESS (المنفصلة)

أجري العديد من دراسات التقاسم والتوافق للبحث عن نطاقات التردد التي يمكن أن تستخدمها تطبيقات الخدمة الثابتة. وترد هذه الدراسات بالتفصيل في الملحق 4.

وقد ركزت الدراسة 2 على تحليل وحيد المصدر لمحطات الخدمة الثابتة والخدمة EESS (المنفصلة) في ثلاثة سيناريوهات تسديد مختلفة عبر مدى التردد 450-275 GHz، كما ركزت على تحليل كلي لتوزيعات زوايا الارتفاع في الخدمة الثابتة بمقدار  $20 \pm$  و  $12 \pm$ °. ووجدت هذه الدراسة أن التوافق ممكن في نطاقات التردد 286-275 GHz و 334-318 GHz و 356-350 GHz و 365-361 GHz و 392-369 GHz و 399-397 GHz و 411-409 GHz و 434-416 GHz و 450-439 GHz.

وحللت الدراسة 3 التداخل المحتمل الذي قد ينجم عن تطبيقات الخدمة الثابتة العاملة في مدى التردد 450-275 GHz لأنظمة الخدمة EESS (المنفصلة). وكان النهج المتبع في هذه التحليلات هو إجراء تحليل وحيد لمجال الرؤية الآني (IFOV) لكل نوع من أجهزة الاستشعار المنفصلة. ووجدت هذه الدراسة أن التوافق قد تحقق في نطاقات التردد 296-275 GHz و 313-306 GHz و 330-320 GHz و 450-356 GHz. وأشارت هذه الدراسة أيضاً إلى أن تطبيقات الخدمة الثابتة في النطاق 286-256 GHz تنطوي على إشكالية لكل من أجهزة استشعار المسح المخروطي والنظيري على السواء في النطاق 286-275 GHz، غير أن هذا النطاق لا يستخدمه حالياً سوى مسابير الحواف.

وتوفر الدراسة 4 التحليل الكلي في مدى الترددات 450-275 GHz. وقد قيّم هذا التحليل التوافق بين محطة خدمة ثابتة وأجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة). وخلصت الدراسة إلى أن محطات الخدمة الثابتة لن تتداخل مع أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) في نطاقات التردد 296-275 GHz و 313-306 GHz و 336-318 GHz و 450-348 GHz. ومع أن نطاق التردد 450-275 GHz ينقسم إلى أربعة أجزاء تردد، فإن من الممكن تحقيق نطاق متناخم بمقدار 50 GHz.

وخلصت الدراسة 5 إلى أن النطاقات التالية المحددة حالياً للخدمة EESS (المنفصلة) في الرقم 565.5 من لوائح الراديو لا يمكن أن تستخدمها الخدمة الثابتة: 306-296 GHz و 320-313 GHz و 356-331 GHz. وفي الأجزاء المتبقية من المدى 450-275 GHz، يمكن التفكير في استخدام الخدمة الثابتة. وستكون هذه النطاقات كافية لتلبية احتياجات الخدمة الثابتة من الطيف بمقدار 50 GHz.

### 3.8 ملخص دراسات التقاسم والتوافق المتعلقة بالخدمة EESS (المنفصلة)

يلخص الجدول 17 النطاقات المقترحة للاستخدام في تطبيقات الخدمة الثابتة/المتنقلة البرية (FS/LMS) في الدراسات 2 و3 و4 و5. وتلخص الدراسات إلى أن بعض نطاقات التردد يمكن أن تستعملها الخدمة المتنقلة البرية والخدمة الثابتة. وبينما تحتوي كل دراسة على نتائج مختلفة قليلاً (كما هو موضح في الجدول)، فإن الإجماع بين كل الدراسات هو أن نطاقات التردد التالية يمكن أن تستخدمها تطبيقات الخدمة FS/LMS دون شروط محددة، مع الحفاظ على حماية الخدمات المنفصلة:

- تطبيقات الخدمة FS/LMS: 296-275 GHz و 313-306 GHz و 330-320 GHz و 450-356 GHz؛
- ولا تشمل هذه النتائج التوافق مع خدمة الفلك الراديوي، التي يتناولها القسم التالي.

#### الجدول 17

#### ملخص نتائج الدراسات

| نطاقات متوافقة للخدمتين FS/LMS<br>(حيث لا حاجة إلى شروط محددة لحماية الخدمة EESS (المنفصلة)) |                |                |                | خدمة التطبيق | الدراسة |
|--|----------------|----------------|----------------|--------------|---------|
| النطاق 4 (GHz)   | النطاق 3 (GHz) | النطاق 2 (GHz) | النطاق 1 (GHz) |              |         |
| 450-356  | 333-318        | 313-306        | 296-275        | FS & LMS     | 2       |
| 450-356  | 330-320        | 313-306        | 296-275        | FS & LMS     | 3       |
| 450-356  | 332-319        | 313-306        | 296-275        | FS & LMS     | 4       |
| 450-356  | 333-318        | 313-306        | 296-275        | FS & LMS     | 5       |

### 9 دراسات التقاسم والتوافق المتعلقة بخدمة الفلك الراديوي

#### 1.9 دراسات التقاسم والتوافق بين تطبيق الخدمة المتنقلة البرية (LMS) وخدمة الفلك الراديوي (RAS)

لم تُجر أي دراسات للتقاسم والتوافق بين تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية وخدمة الفلك الراديوي. ومع ذلك، فإن نتائج التقرير ITU-R RA.2189-1 تتجاهل نوع الخدمة لأن هذا التقرير يقتصر على سوية قدرة مرسل واحد والمسافة التي تفصله عن موقع الخدمة RAS. ويخلص التقرير ITU-R RA.2189-1 إلى أن دراسات التقاسم في مواقع جغرافية محددة مطلوبة على أساس كل حالة على حدة. وبالنسبة لتطبيقات الخدمة LMS، ينبغي مراعاة التداخل الكلي.

#### 2.9 دراسات التقاسم بين تطبيقات الخدمة الثابتة وخدمة الفلك الراديوي

تم إجراء العديد من دراسات التقاسم والتوافق للبحث عن نطاقات التردد التي يمكن أن تستخدمها تطبيقات الخدمة الثابتة. وترد هذه الدراسات بالتفصيل في الملحق 5.

وتحتوي الدراسة 1 على مثالين في ظروف مماثلة لتلك التي تصادف في جوار المواقع المستخدمة للرصدات الفلكية الراديوية. وتناولت الدراسة هندستين: وصلة لخدمة ثابتة وخدمة فلك راديوي على نفس المستوي المسطح، مع تباين زاوية السمات والقدرة في وصلة الخدمة الثابتة ووجود وصلة لخدمة الثابتة وخدمة فلك راديوي على ارتفاعين مختلفين، مع تثبيت حزمة الخدمة الثابتة عند سمات تشغيل خدمة الفلك الراديوي مع تباين المسافة وزاوية الارتفاع. واستخدمت ثلاثة ترددات في الدراسات، وهي: 275 GHz و 345 GHz و 412 GHz. وخلصت الدراسات إلى أن الأمر قد يحتاج إلى مسافات فصل فضلاً عن زوايا تجنب السمات والارتفاع، وذلك لحماية مواقع خدمة الفلك الراديوي، لأن خسائر الغلاف الجوي وحدها لا تكفي لضمان التوافق.

وتحتوي الدراسة 2 على عدة حسابات لمسافات الفصل اللازمة عند النظر في محطة خدمة ثابتة وموقع خدمة فلك راديوي على عدد من الارتفاعات المختلفة. وأوضحت الدراسة أن ثمة حاجة إلى مسافات فصل تبلغ 150 km، ويمكن تحقيق الحد الأدنى من مسافات الفصل عند ذرى الامتصاص في الغلاف الجوي. ويمكن تقليل هذه المسافات إذا أخذت حسارة الجلبة في الحسبان.

### 3.9 ملخص دراسات التقاسم والتوافق المتعلقة بخدمة الفلك الراديوي (RAS)

خلصت دراسات التوافق بين تطبيقات خدمة الفلك الراديوي وتطبيقات الخدمة الثابتة إلى أن التوهين في الغلاف الجوي وحده، بصرف النظر عن خسائر الفضاء الحر، في المدى GHz 450-275 غير كافٍ لتحقيق التوافق بين عمليات الخدمة الثابتة وخدمة الفلك الراديوي في غياب اعتبارات أخرى. وفي النطاقات المعنية المحددة من أجل تطبيقات خدمة الفلك الراديوي في الرقم 565.5 من لوائح الراديو (GHz 323-275 و GHz 371-327 و GHz 424-388 و GHz 442-426)، ينبغي النظر في مسافات الفصل و/أو زوايا التجنب بين محطات خدمة الفلك الراديوي ومحطات الخدمة الثابتة تبعاً لبيئة نشر محطات الخدمة الثابتة.

وبالنسبة لحالة العمليات على نفس الارتفاع الجغرافي، من الضروري ألا يكون تسديد حزم الخدمة الثابتة قريباً جداً نحو موقع خدمة الفلك الراديوي. ويتوقف مقدار زاوية التجنب على تفاصيل مخطط حزمة الخدمة الثابتة الفعلي المستخدم في أي حالة، من بين متغيرات أخرى. وفي حالة عمليات خدمة الفلك الراديوي عالية الارتفاع في خط البصر المباشر لعمليات الخدمة الثابتة على ارتفاعات أخفض بكثير، يمكن توجيه حزم الخدمة الثابتة في السمات نحو موقع خدمة الفلك الراديوي على ترددات بالقرب من الحد الأعلى من النطاق أو عند فواصل أفقية كافية، ولكن ينبغي أن تدرس على أساس كل حالة على حدة تبعاً لسوية قدرة المرسل. وتتطلب السيناريوهات التي تنطوي على تداخل كلي من عمليات نشر في الخدمة الثابتة متعددة المصادر نمذجة مفصلة تستند إلى تفاصيل كل حالة ويجب تقييمها على أساس كل حالة على حدة.

## الملحق 1

### الجدول 1-A1

نطاقات موضع اهتمام الخدمة EESS (المنفصلة) بين التردد 275 و 450 GHz (مقتطفات من التقرير ITU-R RS.2194)

| معلومات داعمة  | جهاز/أجهزة موجودة أو مخطط لها                   | أسلوب المسح النموذجي | القياس  |             |  | خط/خطوط طيفية (GHz)   | مجموع عرض النطاق المطلوب (MHz) | نطاق/نطاقات التردد (GHz) |
|--|---|----------------------|---|-------------|--|---|--------------------------------|--------------------------|
|  |   |                      | كيمياء  | نافذة (GHz) | أرصاء جووية - مناخ                                   |   |                                |                          |
| كيمياء (279,6-275)، نافذة (285,4-276,4)  |   | حافة                 | ClO، N <sub>2</sub> O   | 285,4-276,4 |  | (N <sub>2</sub> O) 276,33<br>(ClO) 278,6  | 10 400                         | 285,4-275                |
| نافذة (306-296)، كيمياء (306-298)  |   | نظير، حافة           | أكسجين، N <sub>2</sub> O، O <sup>17</sup> O، O <sub>3</sub><br>HOCl، HNO <sub>3</sub>   | 306-296     | قناة جناح لسبر الحرارة                               | نافذة من أجل 298,5، 325,1<br>301,44، (HOCl) 300,22، (HNO <sub>3</sub> )<br>304,5، (O <sub>3</sub> ) 303,57، (N <sub>2</sub> O)<br>(HNO <sub>3</sub> ) 305,2، (O <sup>17</sup> O)  | 10 000                         | 306-296                  |
| خط بخار الماء عند 325,15 (-314,15) :BW 3 GHz، قيمة التخاليف: (336,15، 9,5 GHz)، قياسات السحاب (337,65-331,65)، (348-339، 348-314,14، 324,45-320,45، 317,15-314,14، (348-339، 344-336، 329,85-325,8، (336,15-314,15) CLOUDICE MWI (ICI) نافذة (336,35-313,95) STEAMR كيمياء (346-342) GEM Chemistry (PREMIER) (359,85-310,15) | STEAMR (PREMIER)، CLOUDICE (ICI) MWI GEM، GOMAS | نظيري، مخروطي، حافة  | CH <sub>3</sub> Cl، H <sub>2</sub> O، O <sub>3</sub> ، ClO، HDO، HOCl، HNO <sub>3</sub> ، O <sup>18</sup> O، CO، CH <sub>3</sub> CN، HCN، BrO، N <sub>2</sub> O | 348,5-339,5 | جانبيه بخار الماء، سحاب، قناة جناح لسبر درجة الحرارة | 346,9، 315,8، (HDO) 313,8، 318,8، (ClO) 352,9، 344,5، 321,15، (HNO <sub>3</sub> ) 344,5، 345,8، 352,3، 345,5، 321، (H <sub>2</sub> O) 325,15، 343,4، 322,8، (O <sub>3</sub> ) 352,8، 352,6، (CH <sub>3</sub> Cl) 345,4، 345,0، (HOCl) 346، (CO) 345,8، (O <sup>18</sup> O) 345,0، 351,67، (CH <sub>3</sub> CN) 349,4، (BrO) 354,5، (N <sub>2</sub> O) | 42 100                         | 355,6-313,5              |

## نطاقات موضع اهتمام الخدمة EESS (المنفصلة) بين الترددين 275 و 450 GHz (مقتطفات من التقرير ITU-R RS.2194)

| معلومات داعمة   | جهاز/أجهزة موجودة أو مخطط لها | أسلوب المسح النموذجي  | القياس   |             |                                  | خط/خطوط طيفية (GHz)  | مجموع عرض النطاق المطلوب (MHz) | نطاق/نطاقات التردد (GHz) |
|---|-------------------------------|-----------------------|--|-------------|----------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------|
|   |                               |                       | كيمياء   | نافذة (GHz) | أرصاء جووية - مناخ               |  |                                |                          |
| <b>بخار الماء GOMAS</b><br>(363-361)، كيمياء (365-363)<br>خط بخار الماء (2-369، 391،2)<br>، GHz 3:BW، قيمة التخالف: 9,5 GHz)،<br><b>GEM</b> سبر بخار الماء (379-381)،<br>جانبيية بخار الماء (371-389)، مدارات<br>قطبية وسواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض<br>(FY4) للتهطل فوق الجبال والسهول المغطاة<br>بالثلوج (بالقرب من 380)<br><b>GOMAS</b> (2-370، 390،2) | GOMAS                         | نظري، حافة            | O <sub>3</sub>   |             | قناة جناح لجانبيية<br>بخار الماء | (O <sub>3</sub> ) 364,32   | 3 800                          | 365-361,2                |
|   | GOMAS ، GEM                   | نظري، حافة            |  |             | جانبيية بخار الماء               | (H <sub>2</sub> O) 380,2   | 22 000                         | 391,2-369,2              |
| <b>GOMAS</b> (2-397، 399،2)   | GOMAS                         |                       |  |             | جانبيية بخار الماء               |  | 2 000                          | 399,2-397,2              |
|   |                               | حافة                  |  |             | سبر درجة الحرارة                 |  | 2 000                          | 411-409                  |
| <b>خط الأكسجين</b> (06-416، 433،46:BW<br>، GHz 3<br>قيمة التخالف: 7,2 GHz)،<br><b>GEM</b> أكسجين (416-433) <b>GOMAS</b><br>(26-420، 428،76)   | GOMAS ، GEM                   | نظري، حافة            |  |             | أكسجين، جانبيية<br>درجة الحرارة  | (O <sub>2</sub> ) 424,7  | 17 460                         | 433,46-4016              |
| <b>خط الماء</b> (3-439، 456،7:BW، GHz 3)<br>قيمة التخالف: 7,2 GHz)، قياسات<br>السحاب (2-452، 458،2-444، 447،2)<br><b>CLOUDICE</b> (8-448، 452-466، 459)،<br>(3-439، 456،7- MWI (ICI)، (1-442، 444)<br>)، كيمياء (1-439، 439،1)<br>نافذة (5-458، 466،64)   | (ICI) MWI<br>CLOUDICE         | نظري، حافة،<br>مخروطي | HNO <sub>3</sub> ، O <sub>3</sub><br>CO ، N <sub>2</sub> O | 466,3-458,5 | جانبيية بخار الماء،<br>سحاب      | 442 (HNO <sub>3</sub> ) ، 443,1،<br>448 (H <sub>2</sub> O) ، 443,2 (O <sub>3</sub> ) | 27 200                         | 466,3-439,1              |

(4) نظراً لاحتياجات الأجهزة لضبط المذبذب المحلي من أجل تحقيق دقة القياس المثلى، يتجاوز نطاق التردد الموصى به لهذا الجهاز (STEAMR) النطاق المبين في العمود الأول المقابل.

## الملحق 2

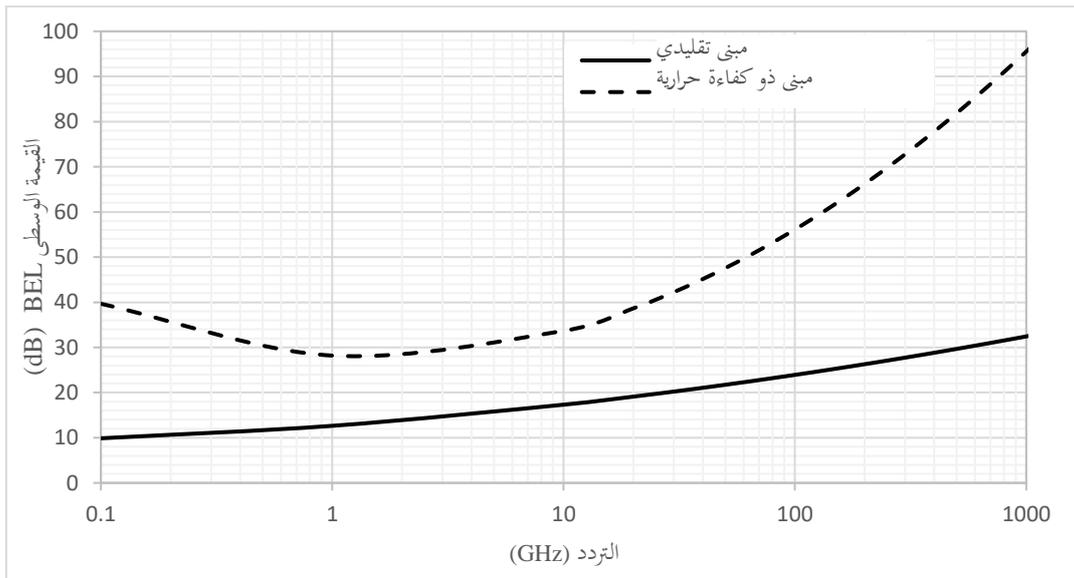
### الاستكمال الخارجي لخسارة دخول المبنى وخسارة الجلبة من التوصيتين ITU-R P.2109 و ITU-R P.2108 لدراسات التقاسم والتوافق

يُقدَّر هذا الملحق القيمة الوسطى لخسارة دخول المبنى (BEL) وخسارة الجلبة في نطاق 300 GHz بالاستكمال الخارجي لنتائج التوصيتين ITU-R P.2109 و ITU-R P.2108. ويوضح الشكل 1-A2 خسارة المبنى المستكملة في نطاق 300 GHz بقيمة حوالي 73 dB في حالة مبنى يتسم بالكفاءة الحرارية و 27,7 dB للمباني التقليدية دون النظر في خسارة إضافية في واجهة المبنى، من قبيل التبسيط. ومع أن القيمة الوسطى لخسارة دخول المبنى (BEL) يمكن استكمالها من النموذج، فإن الأمر يحتاج إلى التوزيع الكامل لهذه الخسارة لاستخدام هذه المعلومات في دراسات التقاسم؛ وفي شكله الحالي، لا يمكن أن يعطي نموذج الخسارة BEL سوى توزيعات هذه الخسارة للترددات التي تصل إلى 100 GHz. وقد يتوفر في المستقبل المزيد من المعلومات التفصيلية حول خسارة دخول المبنى في هذه الترددات، ومن ثم تجنب الحاجة إلى استكمال القيم خارجياً.

ويوضح الشكل 2-A2 القيمة الوسطى لخسارة الجلبة المستكملة لمسير الساتل عند  $p = 50\%$  في زوايا ارتفاع مختلفة. ومع ذلك، لا يمكن استخدام القيمة الوسطى لخسارة الجلبة في دراسات التقاسم والتوافق؛ إذ يتعين استخدام التوزيع الكامل لقيم خسارة الجلبة لتردد معين وارتفاع معين. ويمكن حساب هذا التوزيع من نموذج الجلبة. وبما أن خسارة الجلبة لمسير الساتل بزاوية ارتفاع 90° قريبة من الصفر، فلا تضاف خسارة الجلبة للدراسات بين تطبيق الخدمة المتنقلة البرية (LMS) والخدمة EESS (المنفصلة). ويوضح الشكل 3-A2 خسارة الجلبة المستكملة خارجياً بالنسبة إلى المسيرات الأرضية باستخدام التوصية ITU-R P.2109.

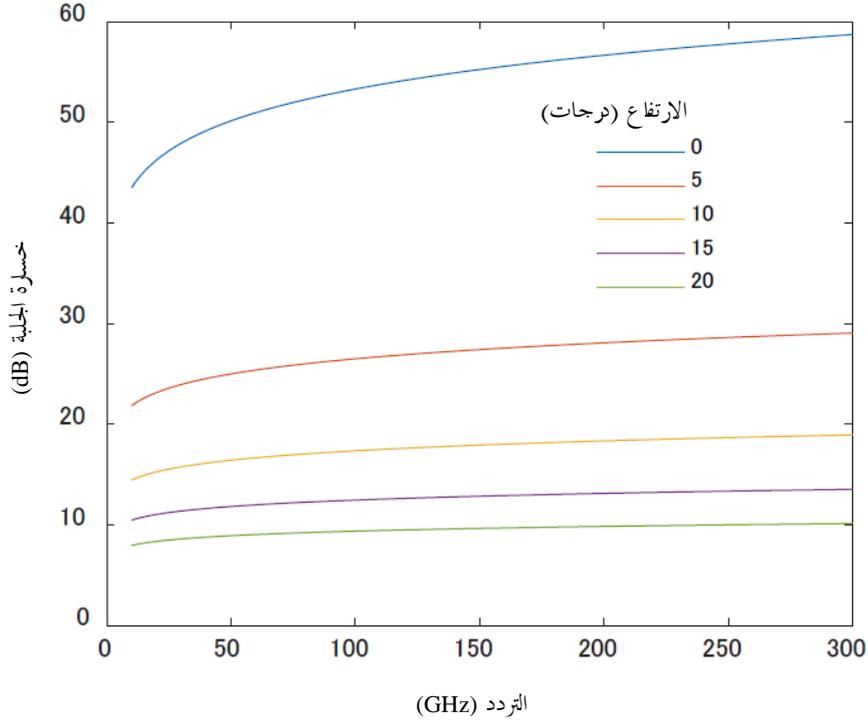
#### الشكل 1-A2

#### استكمال القيمة الوسطى لخسارة دخول المبنى باستخدام التوصية ITU-R P.2109



## الشكل 2-A2

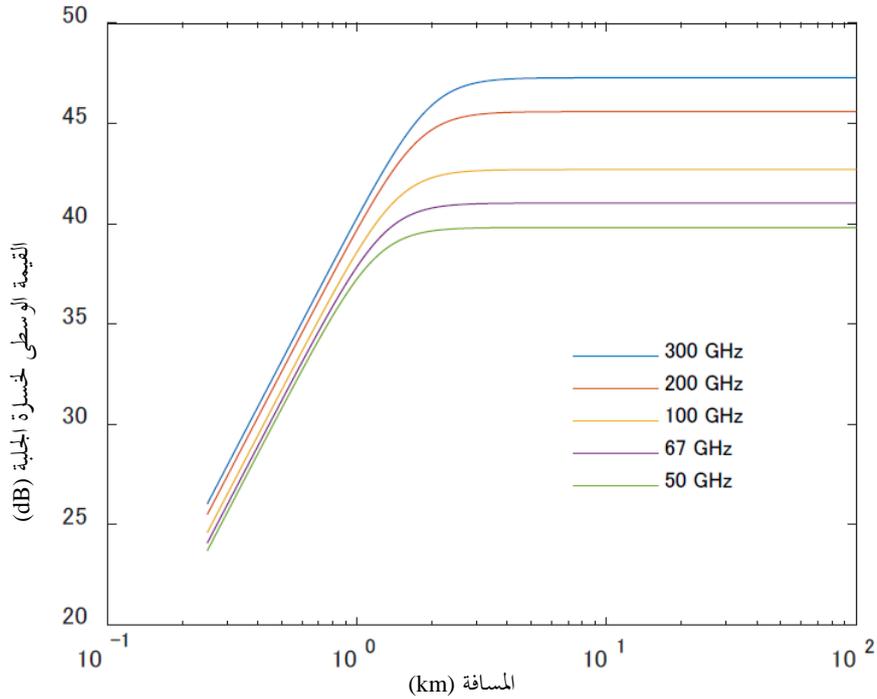
استكمال القيمة الوسطى لخسارة الجلبة ( $p = 50\%$ ) لمسير الساتل باستخدام التوصية ITU-R P.2108



ملاحظة - يتعين استخدام التوزيع الكامل لنموذج الجلبة في تحليل التقاسم والتوافق.

## الشكل 3-A2

خسارة الجلبة للمسير الأرضي المستكملة خارجياً باستخدام التوصية ITU-R P.2108



### الملحق 3

#### نتائج قياس مخطط إشعاع الهوائي عند 300 GHz

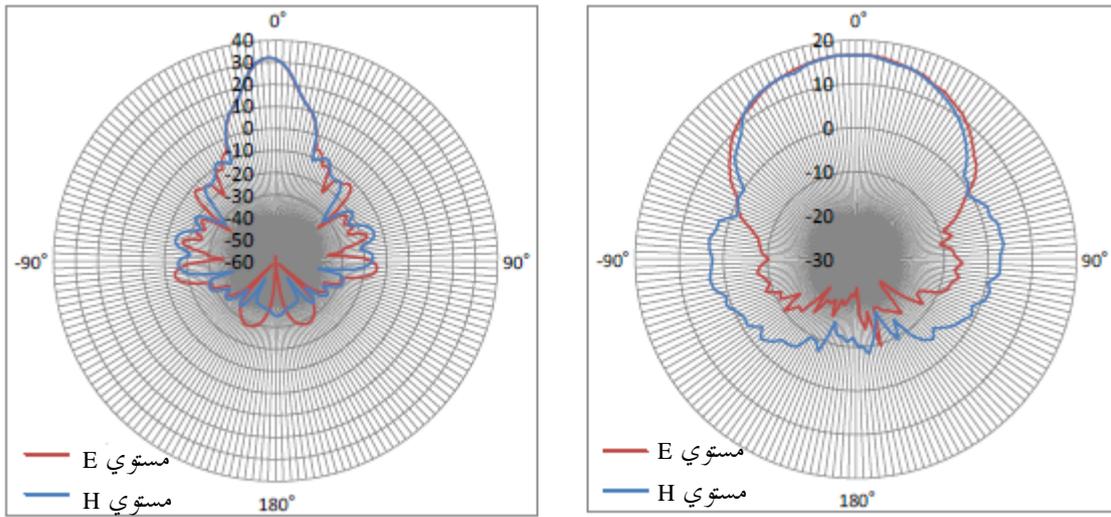
يوفر هذا الملحق مخطط إشعاع الهوائي المستخدم في بعض الدراسات في الملحق 4.

الشكل 1-A3

الخصائص المقاسة لهوائيات بقيمة 30dBi و 15 dBi

أ) هوائي بوقي 30 dBi

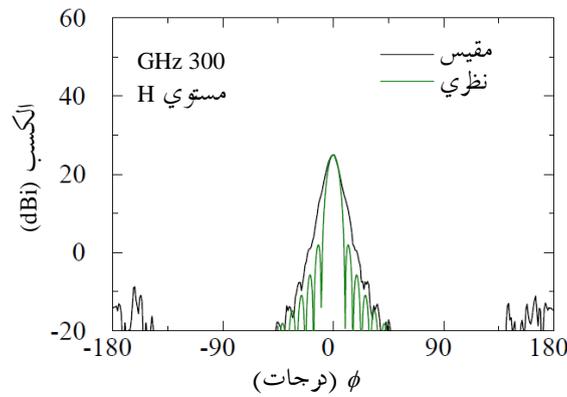
ب) هوائي CPMS 15 dBi



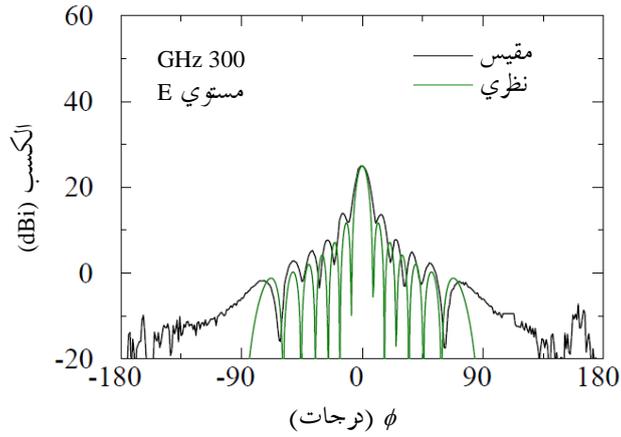
الشكل 2-A3

نتائج قياس مخطط هوائي بوقي يكون كسب الهوائي فيه 25 dBi

أ) مستوي H

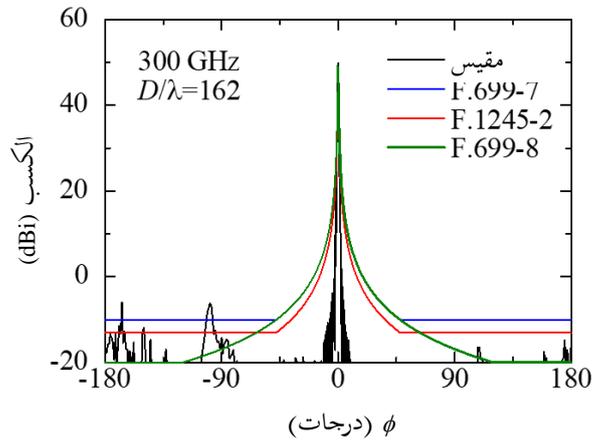


## ب) مستوي E



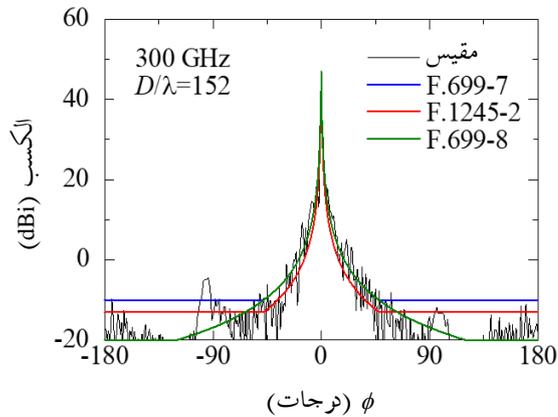
الشكل 3-A3

الخصائص المقيسة لهوائي مكافئ متخالف بكسب أقصى قدره 49 dBi



الشكل 4-A3

الخصائص المقيسة لهوائي cassegrain بكسب أقصى قدره 47 dBi



## الملحق 4

### دراسات التقاسم بين تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) والخدمة الثابتة (FS) وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (ESS)

#### 1.A4 مقدمة

يقدم هذا الملحق نتائج دراسات التقاسم الأربع (الدراسات 2 و 3 و 4 و 5) بين تطبيقات الخدمة EESS (المنفصلة) والخدمة الثابتة (FS) والخدمة المتنقلة البرية (LMS) في النطاقات المحددة للخدمة EESS (المنفصلة) في مدى التردد 450-275 GHz. وترد نطاقات التردد قيد الدراسة في الرقم 565.5 من لوائح الراديو، وهي: 286-275 GHz و 306-296 GHz و 336-313 GHz و 365-361 GHz و 392-369 GHz و 399-397 GHz و 411-409 GHz و 434-416 GHz و 467-439 GHz. وجدير بالملاحظة أن النطاقين 286-275 GHz و 411-409 GHz يقتصران على استخدام مسابير الحواف في الخدمة EESS (المنفصلة)، ولذلك من المفترض، من حيث المبدأ، أن يستخدم لتطبيقات الخدمة المتنقلة البرية والخدمة الثابتة. ويلاحظ أيضاً أن الدراسة 1 تصف التحليل الساكن الأولي للتقاسم بين الخدمة الثابتة والخدمة EESS (المنفصلة) وقد أجريت قبل الانتهاء من وضع خصائص الخدمة الثابتة. ولذلك رئي من المفيد الحفاظ عليها كدراسة مرجعية.

#### 2.A4 الدراسة 1: تحليل ساكن بين الخدمتين FS/LMS والخدمة EESS (المنفصلة)

تنظر هذه الدراسة في تحليل ساكن بين محطة خدمة ثابتة أو خدمة متنقلة برية (FS/LMS) مسددة مباشرة نحو سائل خدمة EESS (منفصلة) وتقوم بحساب الحد الأقصى لتداخل وحيد المصدر يتلقاه جهاز استشعار الخدمة EESS (المنفصلة).

#### 1.2.A4 الحد الأقصى المسموح به من سويات إرسال وحيد المصدر

عند النظر في الإرسالات من مصدر خدمة ثابتة أو خدمة متنقلة برية (FS/LMS) عند نقطة معينة على سطح الأرض، يمكن حساب التوهين المركب في جهاز استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) من خلال النظر في ثلاثة عوامل:

- التوهين في الفضاء الحر  $Att_{FS}$ ، الذي تتحكم فيه مسافة المسير المائل بين الساتل والنقطة على سطح الأرض؛
- التوهين الغازي  $Att_{GAS}$  (انظر التوصية ITU-R P.676)، الذي يتحكم فيها الارتفاع الذي يُرى فيه الساتل من نقطة على سطح الأرض؛
- الكسب النسبي لهوائي جهاز الاستشعار  $G_{discr}$ ، الذي تتحكم فيه الزاوية التي تُرى عندها النقطة على سطح الأرض من الساتل، مقارنة بزاوية تسديد جهاز الاستشعار.

ويلاحظ أن توهين إشارة ناشئة من سطح الأرض ومرسلة باتجاه جهاز استشعار خدمة EESS (منفصلة) قد يكون أكبر، على أساس متغير الزمن، من مجموع عناصر التوهين المركب المذكورة أعلاه عندما يُؤخذ في الاعتبار الانكسار في الغلاف الجوي. ومع ذلك، يلاحظ أن مسير الإرسال من مرسل على سطح الأرض موجه نحو جهاز استشعار خدمة EESS (منفصلة) من المحتمل أن ينكسر نحو جهاز استشعار خدمة EESS (منفصلة) بقدر ما يمكن أن ينكسر بعيداً عن جهاز استشعار خدمة EESS (منفصلة). ونتيجة لذلك، فإن الانكسار في الغلاف الجوي له تأثير محايد على نتائج هذا التحليل الساكن ويمكن إهماله أيضاً لدى إجراء تحليلات دينامية قد يتعين القيام بها.

ويكون التداخل الذي يتلقاه مستقبل جهاز استشعار ساتلي من مرسل أرضي وحيد (ذي قدرة مشعة  $P$  باتجاه الساتل) عند نقطة معينة على سطح الأرض عندئذ:

$$I = P - Att_{FS} - Att_{GAS} + G_{discr} = P - Att_{composite}$$

حيث:

$$"التوهين المركب" = G_{discr} - Att_{GAS} + Att_{FS} = Att_{composite}$$

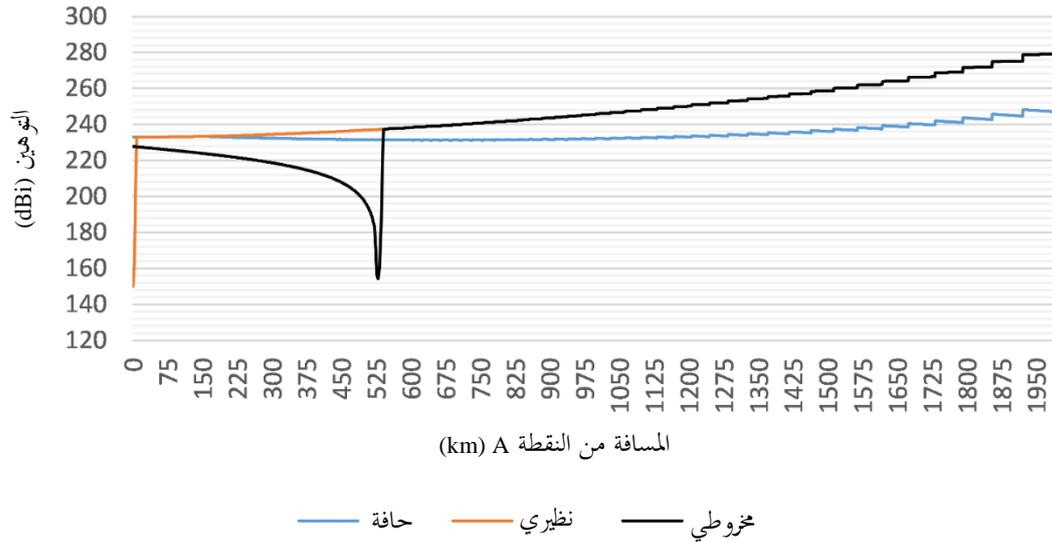
وباتخاذ مثال النطاق GHz 306-296، يقدم الشكل 1-A4 نتائج حسابات التوهين المركب بين نقطة على سطح الأرض والأنواع الثلاثة من أجهزة استشعار الخدمة EESS المنفصلة.

ويبدأ هذا التحليل عند النقطة A (نظير الساتل) حتى النقطة B، على بعد 2 000 km من A، وتمثل هذه المسافة أبعد مسافة يمكن أن يكون فيها مصدر تداخل عن نظير ساتل على ارتفاع 817 km عند النظر في منطقة القياس المحددة في التوصية ITU-R RS.2017.

- ارتفاع الساتل = 817 km
- كسب هوائي جهاز استشعار الساتل = 60 dBi
- مخطط هوائي جهاز استشعار الساتل (التوصية ITU-R RS.1813)
- التوهين الغازي عند 301 GHz (التوصية ITU-R P.676، الملحق 2 (نموذج مبسط))
- ارتفاع التسديد لجهاز استشعار حافة = 25 km
- زاوية النظير لجهاز استشعار مخروطي = 32,2°.

الشكل 1-A4

التوهين المركب لإرسالات الخدمتين FS/LMS في الخدمة EESS (المنفصلة) للأساليب N و L و C



في ضوء الافتراضات المذكورة أعلاه، يلاحظ من هذا الشكل ما يلي:

- يتراوح التوهين المركب، عند النظر في أجهزة استشعار الحواف، دوماً بين 230 و 250 dB؛
- يصل التوهين المركب، عند النظر في جهاز الاستشعار النظيري والمخروطي، إلى حد أدنى عند زاوية ورود هوائي جهاز الاستشعار عند قيمتي الأرض 150 dB و 154 dB، على التوالي.

ويزداد التوهين المركب كدالة للتعدد بتزايد المسافة من النظير (أي زوايا الارتفاعات الأخفض فيما يتعلق بموقع الجهاز وجهاز استشعار الخدمة EESS). ومع ذلك، وبما أن أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) تنشر على سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (NGSO)، فإن زاوية ارتفاع الجهاز فيما يتعلق بجهاز الاستشعار تتغير نظراً لأن مدارات الساتل والتداخل الكلي تهيمن عليها الأجهزة الموجودة بالقرب من نقطة تقاطع حزمة الخدمة EESS مع الأرض عند زاوية ورود جهاز الاستشعار.

وعملياً، يكون إجمالي التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) هو مجموع التداخلات المحسوبة لجميع مصادر التداخل ضمن مجال رؤية الساتل، بما في ذلك مصادر التداخل التي يتلقاها جهاز الاستشعار من خلال الفصوص الجانبية للهوائي. وبالنظر إلى المستوى العالي من التوهين المركب المحسوب لأجهزة استشعار الحواف، تبين التجربة أنه لحساب الحزمة الرئيسية يكفي وصف التداخل الذي قد يحدث لأجهزة الاستشعار النظرية والمخروطية، حيث يمكن إهمال التداخل من خلال الفصوص الجانبية بحكم سوية تمييز الهوائي المتاحة.

وعلى هذا الأساس، وبالنظر إلى التصميم النموذجي لأجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) المدرجة في الجدول 1-A1، يتضمن الجدول التالي حساب سويات إرسال الخدمة الثابتة (FS) أو الخدمة المتنقلة البرية (LMS) من مصدر وحيد مسموح به والموجهة نحو جهاز استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) في منطقة مرجعية والتي تكون ضرورية لحماية أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) في النطاق 306-296 GHz.

ويجب أن نذكر أن أي استنتاج للتقاسم بين خدمة EESS (المنفصلة) والخدمة الثابتة (FS) والخدمة المتنقلة البرية (LMS) في النطاق 450-275 GHz يجب أن يشمل النظر في التداخل الكلي الناجم عن الخدمتين FS و LMS في بصمة الخدمة EESS (المنفصلة) (المنطقة المرجعية) بالاقتران مع النظر في معايير توفر البيانات بحسب التوصية ITU-R RS.2017 فوق منطقة القياس المحددة التي يتعين عندئذ النظر فيها. ولا يأخذ الجدول 1-A4 في الاعتبار التداخل الكلي الناجم عن الخدمتين FS و LMS، كما لا يأخذ في الاعتبار معايير توفر البيانات.

#### الجدول 1-A4

### الحد الأقصى المسموح به لسويات إرسال وحيد المصدر من الخدمتين FS/LMS موجه نحو الخدمة EESS (المنفصلة)<sup>6</sup>

| المعلمة  | الوحدة          | Idx             | نظيري       | مخروطي      | حافة                |
|--|-----------------|-----------------|-------------|-------------|---------------------|
| مدار الساتل  | km              |                 | 817         | 817         | 817                 |
| زاوية ورود الهوائي في الأرض  | °               |                 | 0           | 53          | لا ينطبق            |
| مسافة المسير المائل (مركز البصمة)  | km              |                 | 817         | 991         |                     |
| خسائر الفضاء الحر، $Att_{FS}$  | dB              | a               | 200,3       | 201,9       |                     |
| خسائر الغلاف الجوي (P.676)، $Att_{GAS}$  | dB              | b               | 9,8         | 12,2        |                     |
| كسب هوائي جهاز الاستشعار   | dB              | c               | 60          | 60          |                     |
| التوهين المركب، $Att_{composite}$  | dB              | $d = a + b - c$ | 150,1       | 154,1       | 230 إلى 250         |
| معايير الحماية الكلية (RS.2017)  | dBW             | e               | 160-        | 160-        | 194-                |
| عرض النطاق المرجعي   | MHz             |                 | 200         | 200         | 3                   |
| تقسيم معايير الحماية (LMS %50 و FS %50)  | dB              | f               | 3           | 3           | 3                   |
| الحد الأقصى لسوية إرسال وحيد المصدر موجه نحو EESS (المنفصلة) في المنطقة المرجعية | dBW/200 MHz     | $= e - f + d$   | 12,9-       | 8,9-        | 33 إلى 53 dBW/3 MHz |
| المنطقة المرجعية (مساحة البصمة للنظير والمخروط، رؤية الحواف)                     | km <sup>2</sup> |                 | 10(N)/20(C) | 10(N)/20(C) | M 29,5              |

<sup>6</sup> يستند الحد الأقصى المسموح به لسويات إرسال الخدمتين FS/LMS التي يمكن توجيهها نحو الخدمة EESS (المنفصلة) إلى سيناريو أسوأ حالة للتداخل يمكن تحقيقه بين الخدمتين FS/LMS وجهاز استشعار الخدمة EESS (المنفصلة).

## 2.2.A4 الحد الأقصى لسويات إرسال وحيد المصدر لأنظمة الخدمة الثابتة

ترد معلمات الخدمة الثابتة في مدى التردد 450-275 MHz في التقرير ITU-R F.2416 وهي مستنسخة في الجدول 7 من هذا التقرير. وعلى أساس القدرة e.i.r.p. في مرسل خدمة ثابتة بقيمة 0 dBW، يوفر الجدول 2-A4 حسابات كثافة القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة (dBW/200 MHz) لقيمتي كسب هوائي الخدمة الثابتة المتطرفتين وجميع عروض النطاق المقترحة من الجدول 7 ومن الجدول 2-A4 أدناه.

## الجدول 2-A4

## كثافة القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة (dBW/200 MHz)

| كثافة e.i.r.p. (dBW/200 MHz) لهوائي 50 dBi | كثافة e.i.r.p. (dBW/200 MHz) لهوائي 24 dBi | عامل عرض النطاق مقابل 200 MHz | عرض النطاق FS (GHz) |
|--|--|-------------------------------|---------------------|
| 39,7                                       | 13,7                                       | 10,3-                         | 2,16                |
| 36,7                                       | 10,7                                       | 13,3-                         | 4,32                |
| 33,6                                       | 7,6  | 16,4-                         | 8,64                |
| 31,9                                       | 5,9  | 18,1-                         | 12,96               |
| 30,6                                       | 4,6  | 19,4-                         | 17,28               |
| 28,9                                       | 2,9  | 21,1-                         | 25,92               |
| 25,9                                       | 0,1-                                       | 24,1-                         | 51,84               |
| 24,6                                       | 1,4-                                       | 25,4-                         | 69,12               |

تظهر نتائج الجدول 2-A4 بالاقتران مع نتائج الجدول 1-A4 أن كثافة القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة في 200 MHz تتجاوز سويات إرسال الخدمة الثابتة وحيد المصدر المسموح بها بمقدار:

- أدوات المسح المخروطي (بحد -8,9 dBW/200 MHz):
  - 7,5 إلى 22,6 dB (لهوائي 24 dBi)؛
  - 33,5 إلى 48,6 dB (لهوائي 50 dBi)،
- أدوات المسح النظيري (بحد -12,9 dBW/200 MHz):
  - 11,5 إلى 26,6 dB (لهوائي 24 dBi)؛
  - 37,5 إلى 52,6 dB (لهوائي 50 dBi).

## 3.2.A4 خلاصة الدراسة 1

تشير هذه الدراسة إلى أن الإرسالات من مرسل خدمة FS/LMS وحيد موجه مباشرة نحو سائل خدمة EEES (منفصلة) مع جهاز استشعار نظيري أو مخروطي تتجاوز سوية عتبة التداخل. وهذا يدل على أنه عند النظر فقط في خصائص إرسال وحيد المصدر للخدمة FS/LMS وتقاسم التوهين المركب بين الخدمة FS/LMS والخدمة EEES (المنفصلة) وأدوات المسح المخروطي في النطاق GHz 306-296 (وكذلك في جميع النطاقات الأخرى في المدى GHz 450-275 الذي تستخدمه أدوات المسح النظيري والمخروطي)، قد ينطوي التقاسم على إشكالية. ولم تنظر هذه الدراسة الأولية في التداخل الكلي الناتج عن كثافة النشر لكل من الخدمتين LMS وFS. وتختلف خسارة المسير اختلافاً كبيراً باختلاف التردد وزاوية الارتفاع وتزداد عموماً عند الترددات الأعلى وزوايا الارتفاع الأخفض. ومن ثم ينبغي لأي تحليل إضافي أن ينظر في زوايا الارتفاع التشغيلية لأنظمة الخدمة الثابتة هذه.

وبالإضافة إلى ذلك، يحتاج الأمر إلى معالجة تحليل السيناريو الكلي، في مزيد من الدراسات لأجهزة استشعار الحواف. ونتيجة لذلك، يتعين أيضاً وصف سيناريوهات نشر الخدمة الثابتة، بما في ذلك كثافات المعدات لكل كيلومتر مربع في بيئات مختلفة (ريفية وشبه حضرية وحضرية). ويتطلب التقاسم بين الخدمة الثابتة والخدمة EESS (المنفصلة) في المدى 450-275 GHz إجراء مزيد من الدراسات، تنظر في كل من سيناريوهات الإرسال وحيد المصدر والكلي مع أنواع مختلفة من أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) ومديات التردد.

ولكن، لدى صياغة الاستنتاجات النهائية، ثمة حاجة إلى توضيحات بشأن العناصر التالية:

- وصف توزيع ارتفاع الخدمة الثابتة المتوقع في النطاق فوق 275 GHz؛
  - وصف مخطط (مخططات) هوائي الخدمة الثابتة؛
  - وصف سيناريوهات نشر الخدمة الثابتة (كثافات المعدات لكل كيلومتر مربع) في بيئات مختلفة (ريفية وشبه حضرية وحضرية).
- وثمة حاجة أيضاً إلى عناصر مماثلة لمعالجة التقاسم بين الخدمتين LMS و EESS (المنفصلة).

وأخيراً، يتعين مراعاة توافق الخدمة EESS (المنفصلة) في النطاقات المجاورة لعمليات الخدمتين FS و LMS المقترحة وخصوصاً عند التعامل مع أنظمة عرض النطاق الواسع جداً. ولهذا الغرض يحتاج الأمر أيضاً إلى معلومات عن أقنعة إرسال الخدمتين FS و LMS ذات الصلة.

### 3.A4 الدراسة 2: تقييم تداخل الخدمة الثابتة (FS) في الخدمة EESS (المنفصلة)

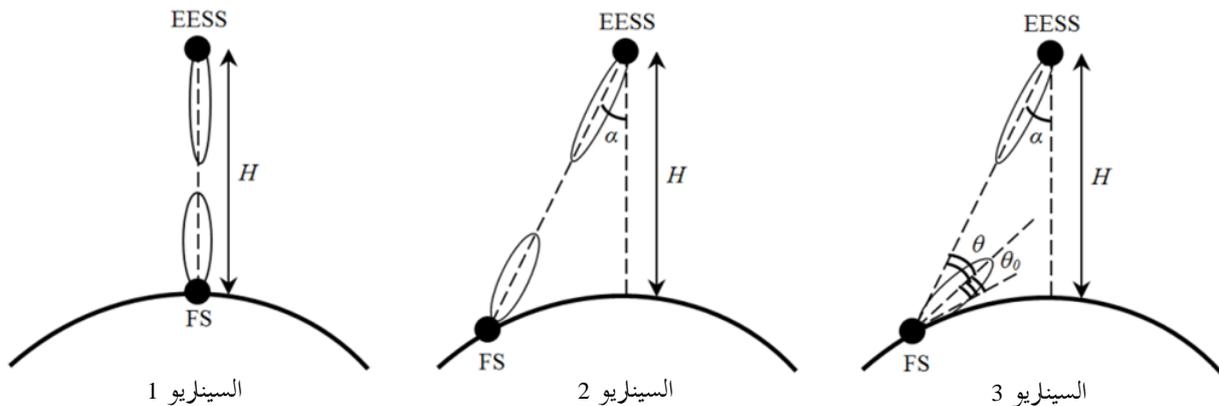
#### 1.3.A4 تقييم التداخل وحيد المصدر من الخدمة الثابتة (FS) في الخدمة EESS (المنفصلة)

تقدم هذه الدراسة تحليلاً ساكناً للتداخل بين محطة للخدمة الثابتة وساتل خدمة EESS (منفصلة) لثلاثة سيناريوهات بتوجيه مختلف عبر مدى التردد 450-275 GHz.

تظهر السيناريوهات الثلاثة التي نظر فيها هذا التحليل في الشكل 2-A4. السيناريو 1 هو عندما يترادف الحد الأقصى لكسب هوائي الخدمة الثابتة مع الحد الأقصى لكسب هوائي ساتل خدمة EESS يعمل في أسلوب النظير. والسيناريو 2 هو عندما يترادف الحد الأقصى لكسب هوائي الخدمة الثابتة مع الحد الأقصى لكسب هوائي ساتل خدمة EESS يعمل في أسلوب المسح المخروطي. والسيناريو 3 هو محطة خدمة ثابتة تستخدم زوايا ارتفاع نموذجية وفقاً للجدول 7 في متن التقرير، أي بافتراض وجود تمييز في الهوائي.

الشكل 2-A4

#### سيناريوهات التداخل بين مرسل FS وحيد وخدمة EESS



## الجدول 3-A4

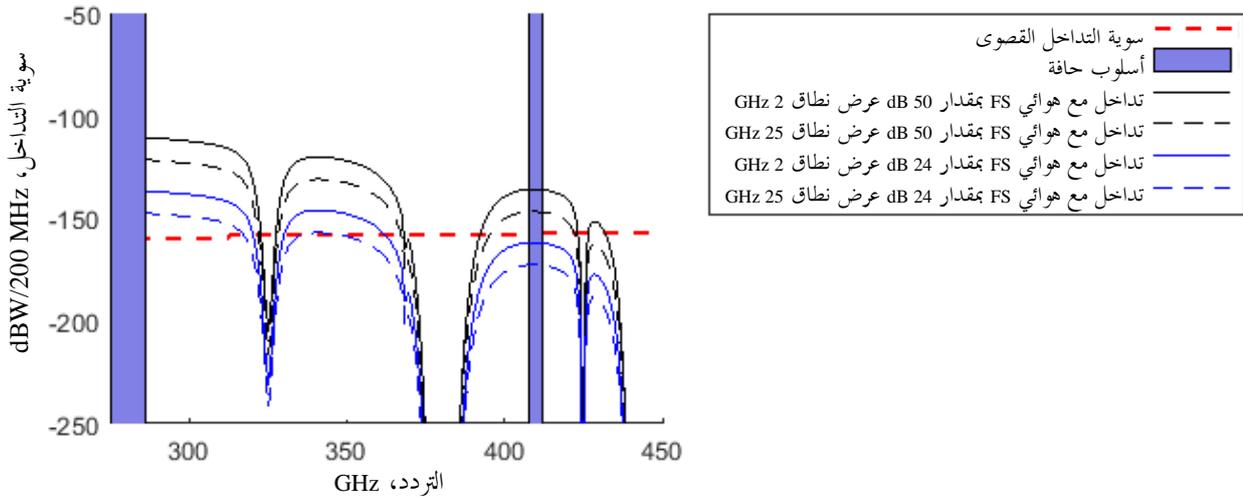
معلومات خدمة ثابتة مستخدمة في دراسة تداخل وحيد المصدر

| السيناريو 3 | السيناريو 2 | السيناريو 1 |   |
|-------------|-------------|-------------|---|
| 20          | 20          | 20          | القدرة e.i.r.p. في محطة FS (dBm)            |
| 2,4-10,8    | 50/24       | 50/24       | كسب FS نحو ساتل EESS                        |
| 25/2        | 25/2        | 25/2        | عرض نطاق FS (GHz)                           |
| 400         | 400         | 400         | ارتفاع ساتل EESS (km)                       |
| 45          | 45          | 0           | زاوية التسديد $\alpha$ في ساتل EESS (درجات) |

تحتوي الأشكال من 3-A4 إلى 5-A4 على سويات تداخل وحيد المصدر في مدى التردد 275-450 GHz. وبالنسبة إلى هذه الأشكال، فإن الترددات المميزة باللون الأزرق تستخدم فقط في مسابير الحواف في الخدمة EESS (المنفصلة). ويشار إلى الحد الأقصى لسوية التداخل المسموح بها بخط أحمر متقطع.

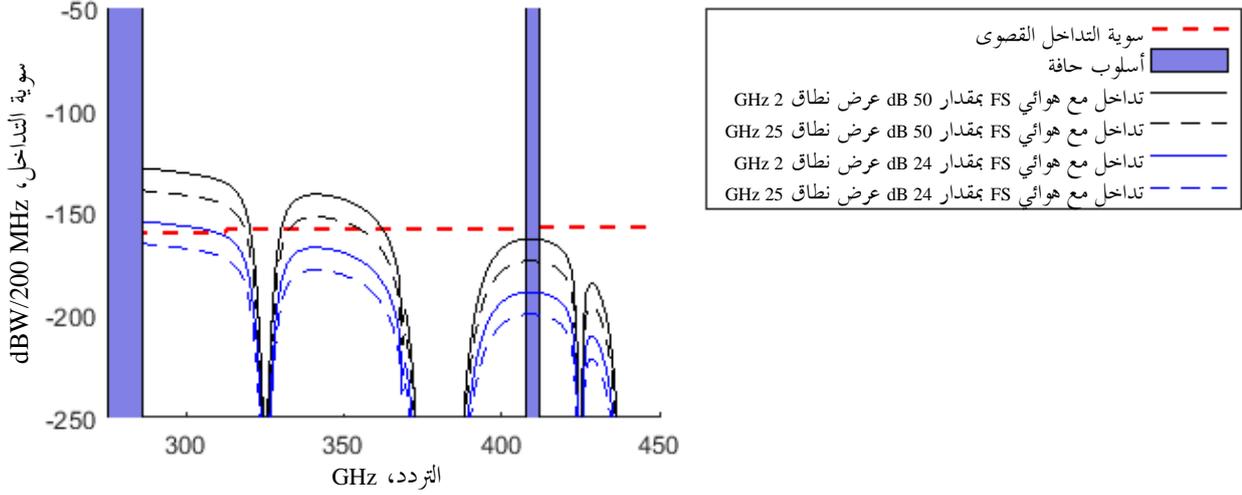
## الشكل 3-A4

التداخل بين محطة خدمة ثابتة وساتل في الخدمة EESS  
يعمل بأسلوب المسح النظيري (السيناريو 1)



الشكل 4-A4

التداخل بين محطة خدمة ثابتة وساتل في الخدمة EESS يعمل بأسلوب المسح المخروطي (السيناريو 2)



يحتوي الشكل 5-A4 على تحليل التداخل بين محطة خدمة ثابتة وجهاز استشعار خدمة EESS بمسح مخروطي للسيناريو 3، على غرار الشكل 4-A4 ولكن بالنسبة لمحطة خدمة ثابتة بزاوية ارتفاع  $20^\circ$  ( $\theta_0 = 20^\circ$ )، أي بزاوية تمييز هوائي قدرها  $21^\circ$  (وفقاً للمعادلة (1)).

$$(1) \quad \theta = \cos^{-1}\left(\frac{(a+H)\sin\alpha}{a}\right) - \theta_0$$

حيث:

$a$ : نصف قطر الأرض

$H$ : ارتفاع ساتل EESS

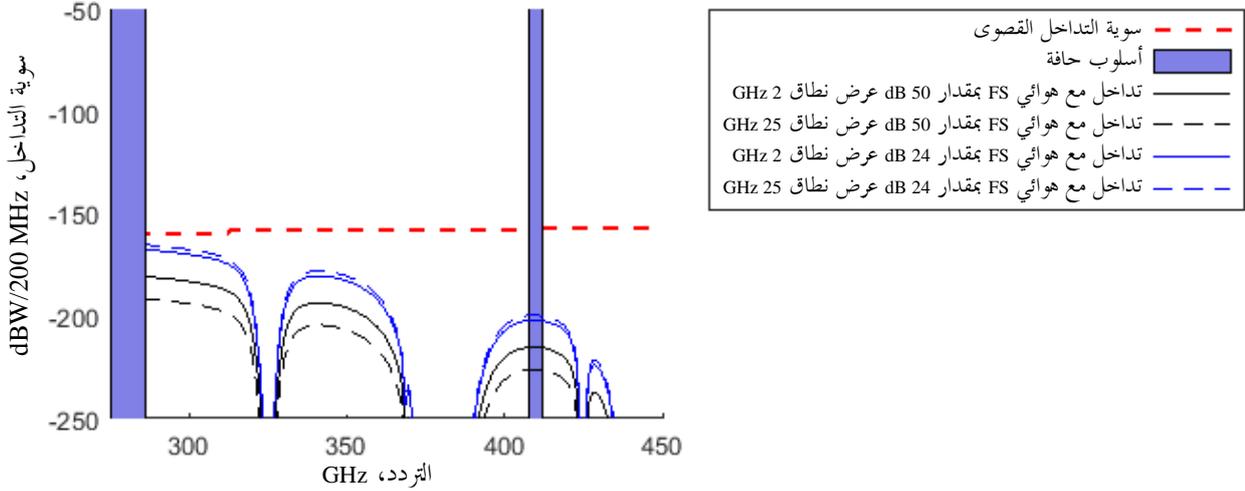
$\alpha$ : الزاوية من اتجاه النظر

$\theta_0$ : زاوية ارتفاع FS

عندئذ يكون كسب الهوائي في الاتجاه نحو الساتل -2,4 dBi لهوائي 50 dBi و 10,8 dBi لهوائي 24 dBi وفقاً لمخطط الإشعاع المرجعي من الإصدار الحالي للتوصية ITU-R F.699.

## الشكل 5-A4

التداخل بين محطة خدمة ثابتة وساتل خدمة EESS  
يعمل بأسلوب المسح المخروطي (السيناريو 3) مع تمييز الهوائي



تسمح نتائج التداخل وحيد المصدر لثلاث سيناريوهات قيد النظر بالتوصل إلى استنتاج أولي بشأن إمكانية تحقيق التقاسم بين الخدمة الثابتة والخدمة EESS (المنفصلة) في عدد من نطاقات التردد بحكم ظروف الانتشار.

## 2.3.A4 تقييم التداخل الكلي للخدمة الثابتة في الخدمة (المنفصلة)

لحساب التداخل الكلي، تم اختيار الترددات GHz 429 و GHz 416 و GHz 399.

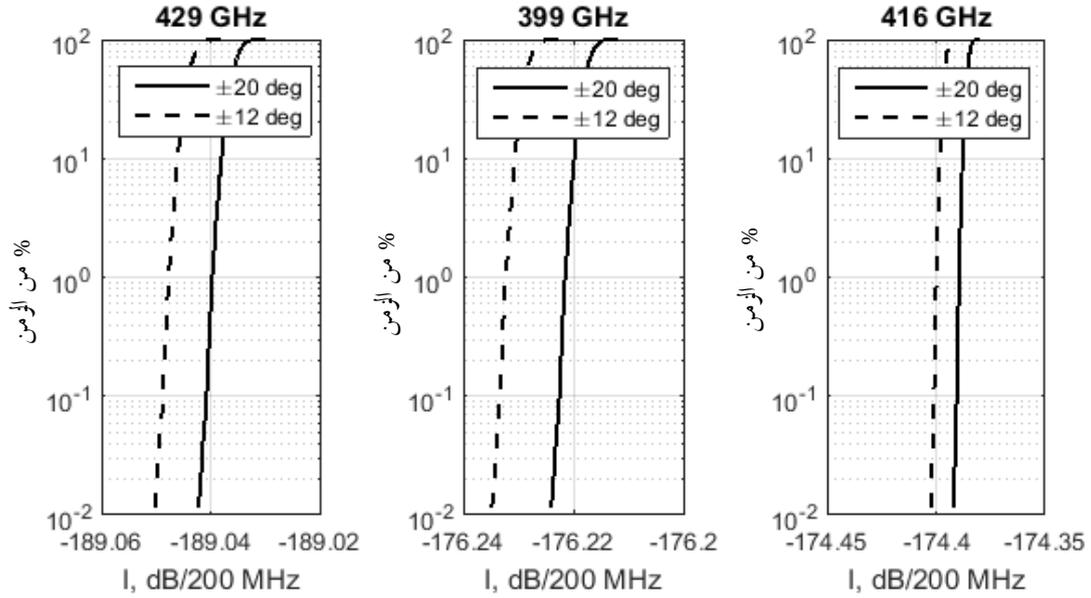
واستخدمت المعلومات التالية لساتل EESS: عرض الحزمة 0,64°، كسب هوائي ساتل EESS - 60 dBi، ارتفاع الساتل 400 km. واستخدم معلومات نظام الخدمة الثابتة التالية: كسب الهوائي بمقدار 24 و 50 dBi (مخططات الإشعاع المرجعية وفقاً للصيغة الحالية للتوصية ITU-R F.1245)، عرض النطاق 2 GHz، قدرة المرسل 20 dBm. وأخذت كثافة الخدمة الثابتة كما في الفقرة 1.2.5 (نفس كثافة الاتصالات IMT-2020 المتوقعة). وافترض توزيع زاوية الارتفاع على أنها 20° (وفقاً للجدول 7) و 12°. النسبة المئوية للمحطات التي تعمل في وقت واحد هي 100%، وكلها تعمل على نفس التردد.

في الشكل 6-A4، تُعرض نتائج الحساب لثلاثة ترددات وتوزيعان لزاوية الارتفاع (±20° و ±12°) لهوائي FS بمقدار 24 dBi وفي الشكل 7-A4 - لهوائي FS بمقدار 50 dBi.

ووفقاً للصيغة الحالية من التوصية ITU-R F.1245، يكون الكسب الأقصى في الاتجاه المتعامد، بالنسبة لهوائي 50 dBi هو -13 dBi، وبالنسبة لهوائي 24 dBi هو -7,07 dBi.

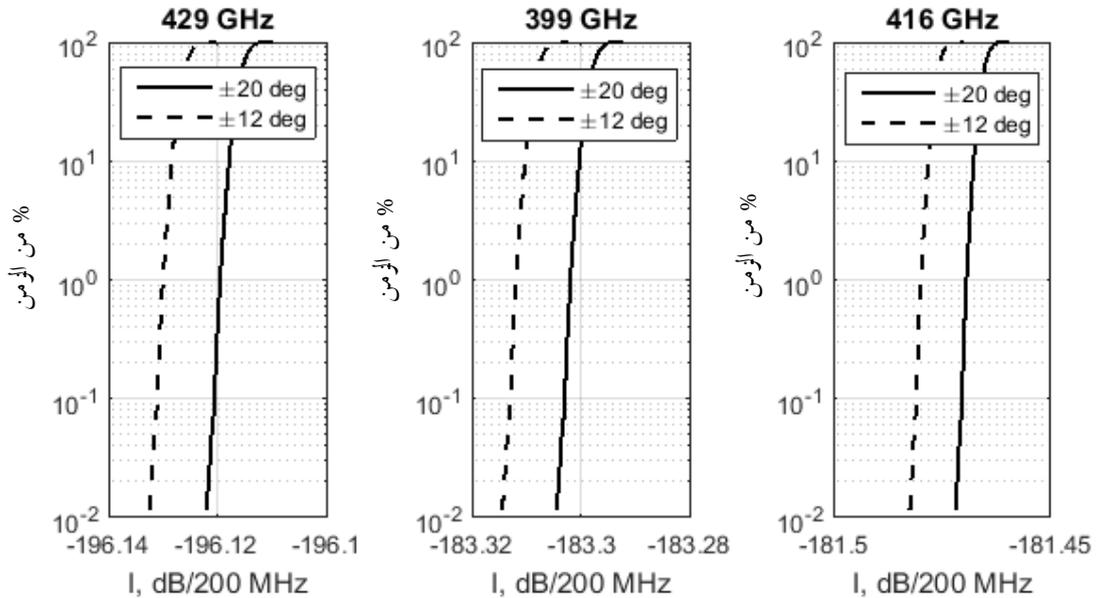
الشكل 6-A4

التداخل الكلي للخدمة الثابتة مع كسب هوائي 24 dBi في سائل EESS يعمل بأسلوب المسح النظيري



الشكل 7-A4

التداخل الكلي للخدمة الثابتة مع كسب هوائي 50 dBi في سائل EESS يعمل بأسلوب المسح النظيري



ووفقاً للجدول 12 في متن هذا التقرير، تكون لسويات التداخل القصوى لهذه الترددات القيم التالية:

429 GHz : -157 dBW/200MHz

399 GHz : -158 dBW/200MHz

416 GHz : -157 dBW/200MHz

وهكذا، بالنسبة لكلا هوائيي الخدمة الثابتة، لا يتم تجاوز سوية التداخل للترددات المختارة لجميع النسب المئوية من الزمن.

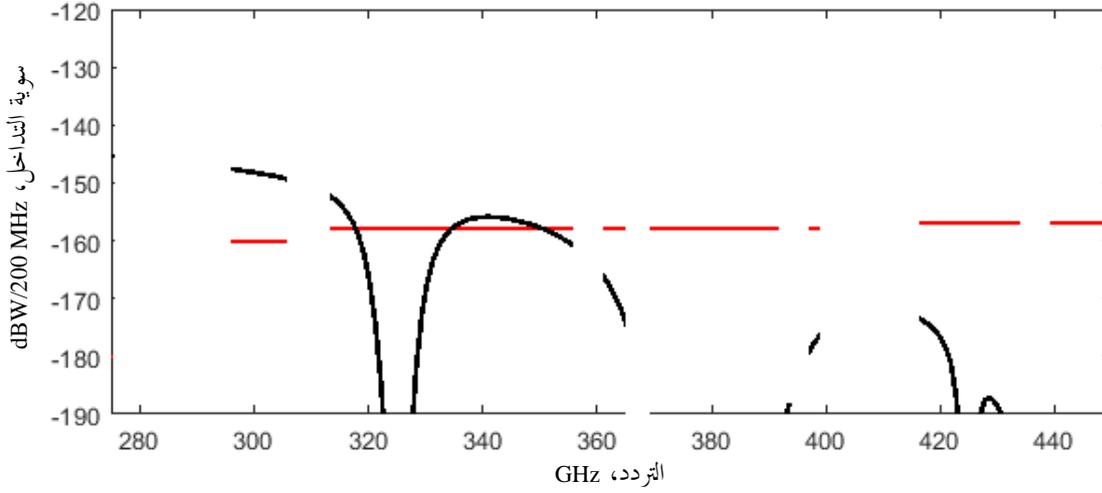
ويمكن إجراء تقييم لنطاقات التردد حيث يكون التقاسم ممكناً استناداً إلى الشكلين 8-A4 و 9-A4، مع بيان القيم التقريبية لسويات التداخل الكلي مع مراعاة النطاقات المحددة للخدمة EESS (المنفصلة). وقد تم حساب هذه القيم كما يلي:

$$(2) \quad I_{aggr} = I_{single}(\theta_0 = 0) + 10 \lg N$$

حيث  $N$  هو عدد محطات الخدمة الثابتة.

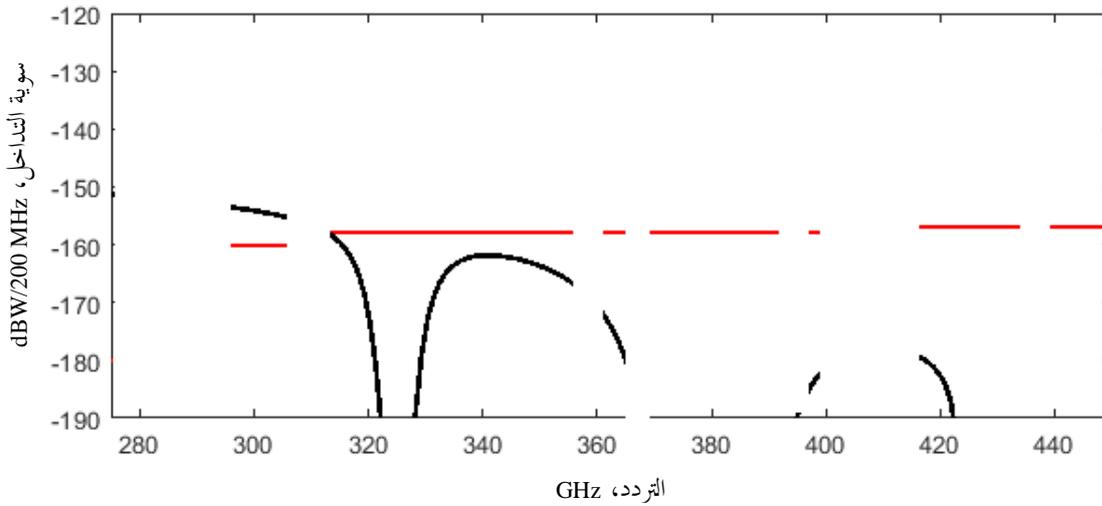
#### الشكل 8-A4

التداخل الكلي التقريبي لخدمة ثابتة في سائل خدمة EESS (منفصلة)  
يعمل بأسلوب المسح النظيري بكسب هوائي الخدمة الثابتة قدره 24 dBi



#### الشكل 9-A4

التداخل الكلي التقريبي لخدمة ثابتة في سائل خدمة EESS (منفصلة)  
يعمل بأسلوب المسح النظيري بكسب هوائي الخدمة الثابتة قدره 50 dBi



وبناءً على الشكلين 8-A4 و 9-A4، قد يكون التقاسم ممكناً في نطاقات التردد GHz 286-275 و GHz 334-318 و GHz 356-350 و GHz 365-361 و GHz 392-369 و GHz 399-397 و GHz 411-409 و GHz 434-416 و GHz 450-439.

### 3.3.A4 الخلاصة

وفقاً للدراسة 2، تحددت نطاقات التردد GHz 286-275 و GHz 334-318 و GHz 356-350 و GHz 365-361 و GHz 392-369 و GHz 399-397 و GHz 411-409 و GHz 434-416 و GHz 450-439 بأنها النطاقات التي يمكن فيها التقاسم بين الخدمة EESS (المنفصلة) والخدمة الثابتة.

ولم تتحدد النطاقات GHz 296-286 و GHz 361-356 و GHz 369-365 و GHz 397-392 و GHz 409-399 و GHz 416-411 و GHz 439-434 للاستخدام في الخدمة EESS (المنفصلة) ومن ثم يمكن استخدامها في تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية والخدمة الثابتة دون شروط.

### 4.A4 الدراسة 3: تحليل التوافق بين الخدمة EESS (المنفصلة) والخدمات FS/LMS في مدى التردد GHz 450-275

تبحث التحليلات في هذا القسم في احتمال التداخل الذي قد ينتج عن تطبيقات الخدمتين FS و LMS العاملة في مدى التردد GHz 450-275 في أنظمة الخدمة EESS (المنفصلة) التي تعمل أيضاً في مدى التردد هذا.

#### 1.4.A4 منهجية التحليل

كان النهج المتبع في هذه التحليلات هو:

- 1 اختيار أسوأ حالة لخصائص تطبيقات الخدمتين FS و LMS.
- 2 تحديد مقدار للتداخل بين تطبيقات الخدمتين FS و LMS الموصوفة.
- 3 إجراء تحليل في مجال رؤية (FOV) وحيد لكل نوع من أجهزة الاستشعار المنفصلة المحددة يتعين النظر فيه لكل نطاق من نطاقات الخدمة EESS (المنفصلة) المحددة في الرقم 565.5 من لوائح الراديو. ويحدد التحليل كثافة نشر أجهزة تطبيقات الخدمتين FS و LMS اللازمة لتجاوز سوية العتبة لحماية التداخل المحددة في التوصية ITU-R RS.2017.
- 4 فحص كثافات النشر الناتجة للتأكد من إمكانية تحقيقها.
- 5 صقل الدراسات حسب الضرورة بناءً على النتائج.

#### مساير الحواف

مساير الحواف ليست مسددة نحو الأرض، بل هي مسددة تماسياً عبر الغلاف الجوي. ومن ثم، فإن هندسة أسوأ حالة للتداخل في مسبار حافة هي عندما تكون مصادر التداخل في نظير جهاز الاستشعار. وقد نشر التحليل مرسلات الخدمتين FS و LMS في نظير جهاز الاستشعار وزاد بشكل متكرر الكثافة بانتظام لاستكشاف الحساسية لكثافة الجهاز.

#### أجهزة استشعار المسح المخروطي والنظيري

المنهجية المستخدمة أجهزة استشعار المسح المخروطي والنظيري تشبه تلك المستخدمة في التحليلات المتعلقة بمساير الحواف. ويتسم جهاز استشعار المسح المخروطي بأن له زاوية انحراف عن النظير ثابتة، ومن ثم مسار مائل ثابت من مجال الرؤية الآني (IFOV) باتجاه جهاز الاستشعار. وبالنسبة لأجهزة استشعار المسح المخروطي، تم نشر مصادر التداخل للخدمتين FS/LMS في المجال IFOV. ويحتوي جهاز استشعار المسح النظيري على متغير من حيث زاوية النظير، ولكن هندسة أسوأ حالة هي عندما تكون الحزمة في نظير جهاز الاستشعار، ومن ثم نشرت مصادر التداخل في نظير المجال IFOV من جهاز الاستشعار. ويمكن الهيمنة على التداخل الذي يشاهده جهاز استشعار المسح المخروطي أو المسح المنوالي بواسطة مرسل خدمة FS وحيد عند استقامة حزمة رئيسية مع حزمة رئيسية بين جهاز الاستشعار ومرسل خدمة FS. ويرد وصف هذا النوع من التداخل في الفقرة 2-A4 فيما يتعلق بأجهزة استشعار المسح المخروطي، ولكن هذا النوع من التداخل ينطبق أيضاً على أجهزة استشعار المسح المنوالي. لذلك، تنظر التحليلات في سوية كثافة نشر مرسلات الخدمة الثابتة التي يحدث عندها تجاوز تيسر البيانات المحددة في التوصية ITU-R RS.2017.

ويفترض أن يتغير ارتفاع تسديد الهوائي في الخدمة الثابتة بشكل منتظم على مدى ارتفاع الهوائي المحدد.، ويرد في الجدول 3-A4 زاوية حزمة الورد لجهاز استشعار المسح المخروطي في نطاق معين. ويمكن أن تتفاوت زاوية حزمة الورد لجهاز استشعار المسح المنوالي بين حوالي 18° و 60°. وبما أنه يفترض أن تتباين زاوية ارتفاع الهوائي لتطبيق الخدمة FS بشكل منتظم بين 0° و 67° في أسوأ الحالات، فإن احتمال استقامة حزمة رئيسية مع حزمة رئيسية بين هوائي الخدمة الثابتة وهوائي جهاز استشعار المسح المنوالي هو نفسه بالنسبة لأي زاوية ورود لهوائي المسح المنوالي؛ لذلك، ولأغراض التحليلات في هذا القسم، يتم اختيار زاوية ورود قدرها 60° لجهاز استشعار المسح المنوالي. ومع ذلك، يمكن أن تلجأ الإدارة إلى سياسات تنظيمية للحد من زوايا ارتفاع مصادر الخدمة الثابتة في النطاقات التي لا تتوافق فيها زوايا الارتفاع العالية مع استخدام الخدمة EESS (المنفصلة).

وتجرى عمليات محاكاة مونت كارلو للنشر داخل منطقة البصمة لجهاز استشعار وحيد بكثافة نشر متزايدة حتى النقطة التي يشير فيها الناتج إلى أن معايير توفر البيانات الواردة في التوصية ITU-R RS.2017 قد تم تجاوزها. وعندئذ يتم فحص كثافة النشر هذه التي يحدث عندها تجاوز معايير إتاحة البيانات من حيث كونها كثافة مرسل يمكن تحقيقها. فإذا اعتُبرت أنها كثافة مرسل يمكن تحقيقها، فيمكن عندئذ النظر في زيادة تحسين نشر تطبيق الخدمة الثابتة.

وعند النظر في أثر التداخل من تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) في أجهزة استشعار المسح المخروطي والمسح المنوالي، يُعمل على زيادة كثافة نشر مرسل الخدمة LMS ضمن بصمة جهاز استشعار وحيدة حتى يتم تجاوز معايير سوية عتبة التداخل المنصوص عليها في التوصية ITU-R RS.2017. وعندئذ تفحص كثافة النشر هذه التي يحدث فيها تجاوز معايير سوية عتبة التداخل من حيث كونها كثافة مرسل يمكن تحقيقها. فإذا اعتُبرت أنها كثافة مرسل يمكن تحقيقها، فيمكن عندئذ النظر في زيادة تحسين نشر تطبيق الخدمة LMS. ولا يعتبر من الضروري إجراء عمليات محاكاة مونت كارلو لنشر الخدمة LMS لأن حزمة الهوائي في هذه الخدمة عريضة.

#### 2.4.A4 خصائص أنظمة الخدمة EESS (المنفصلة)

يرد في الجدول 12 من متن هذا التقرير أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) الواجب استعمالها في دراسات التقاسم في نطاقات التردد المحددة للخدمة EESS (المنفصلة) في الرقم 565.5 من لوائح الراديو. وترد خصائص أجهزة الاستشعار هذه في الجدول 13 من متن هذا التقرير. ويرد في الجدول 4-A4 أدناه ملخص لخصائص أجهزة استشعار EESS (المنفصلة) الواجب استخدامها في التحليلات.

وتستخدم التوصية ITU-R RS.1813 - مخطط الهوائي المرجعي لأجهزة الاستشعار المنفصلة العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفصلة) الذي يتعين استعماله في تحليلات التوافق في مدى الترددات 100-1,4 GHz، لاشتقاق معلمات هوائي أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) في مدى التردد 275-450 GHz حيث تكون هذه المعلمات ضرورية لإجراء التحليل المطلوب.

الجدول 4-A4

خصائص الخدمة EESS (المنفصلة) لنطاقات التردد المحددة في الرقم 565.5 من لوائح الراديو

| نطاق التردد (GHz)    |                     |  |                        |  |  |                        |  |                        |  |                       |  |                      |                     |                   |                      |                   |  |                            |
|----------------------|---------------------|--|------------------------|--|--|------------------------|--|------------------------|--|-----------------------|--|----------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--|----------------------------|
| 467-439              |                     |  | 434-416                |  | 411-409                                    | 399-397                |  | 392-369                |  | 365-361               |  | 356-313              |                     |                   | 306-296              |                   | 286-275                                    |                            |
| مخروط <sup>22</sup>  | نظير <sup>6</sup>   | حافة <sup>21</sup>                         | منوال <sup>20-19</sup> | حافة <sup>18</sup>                         | حافة <sup>17</sup>                         | مخروط <sup>16-15</sup> | حافة <sup>14</sup>                         | منوال <sup>13-12</sup> | حافة <sup>11</sup>                         | مخروط <sup>10-9</sup> | حافة <sup>8</sup>                          | مخروط <sup>7</sup>   | نظير <sup>6</sup>   | حافة <sup>5</sup> | مخروط <sup>4</sup>   | حافة <sup>3</sup> | حافة <sup>2</sup>                          | المعلومات                  |
| 817                  | -                   | 817  | 35 684                 | 817  | 817  | 817                    | 817  | 35 684                 | 817  | 817                   | 817  | 817                  | 817                 | 817               | 817                  | 817               | 817  | الارتفاع (km)              |
| °45                  | °0                  | -  | -                      | -  | -  | °45                    | -  | -                      | -  | °45                   | -  | °45                  | °0                  | -                 | °45                  | -                 | -  | زاوية النظر                |
| -                    | -                   | -  | °60-°18~               | -  | -  | -                      | -  | °60-°18~               | -  | -                     | -  | -                    | -                   | -                 | -                    | -                 | -  | زاوية الحزمة الواردة       |
| -                    | -                   | 6  | -                      | 6  | 6  | -                      | 6  | -                      | 6  | -                     | 6  | -                    | -                   | 3                 | -                    | 3                 | 6  | ارتفاع التسليد الأدنى (km) |
| 448,0                | -                   | 453,0                                      | 424,76                 | 425,0                                      | 410,0                                      | 398,0                  | 398,0                                      | 380,197                | 370,5                                      | 363,0                 | 363,0                                      | 325,15               | -                   | 320,0             | 301                  | 299,75            | 280,5                                      | التردد المركزي (GHz)       |
| 3                    | 3                   | 12,0                                       | 1,0                    | 12,0                                       | 2,0  | 3,0                    | 2,0  | 4,0                    | 3,0  | 4,0                   | 4,0  | 3                    | 3                   | 9,0               | 5                    | 11,5              | 11,0                                       | عرض النطاق                 |
| 55                   | 55                  | 70   | (3m dia.)              | 70   | 70   | 55                     | 70   | (3m dia.)              | 70   | 55                    | 70   | 55                   | 55                  | <sup>23</sup> 80  | 55                   | <sup>23</sup> 80  | 70   | ذروة كسب الهوائي           |
| km <sup>2</sup> 200~ | km <sup>2</sup> 30~ | $\frac{5}{2,5} = h$<br>$\frac{5}{2,5} = v$ | km <sup>2</sup> 10     | $\frac{5}{2,5} = h$<br>$\frac{5}{2,5} = v$ | $\frac{5}{2,5} = h$<br>$\frac{5}{2,5} = v$ | km <sup>2</sup> 200~   | $\frac{5}{2,5} = h$<br>$\frac{5}{2,5} = v$ | km <sup>2</sup> 12     | $\frac{5}{2,5} = h$<br>$\frac{5}{2,5} = v$ | km <sup>2</sup> 200~  | $\frac{5}{2,5} = h$<br>$\frac{5}{2,5} = v$ | km <sup>2</sup> 200~ | km <sup>2</sup> 30~ | 2,3 × 4,6         | km <sup>2</sup> 200~ | 2,3 × 4,6         | $\frac{5}{2,5} = h$<br>$\frac{5}{2,5} = v$ | مجال الرؤية (km)           |

2 مشتقة من خصائص STEAMR  
 3 MASTER  
 4 مشتقة من خصائص ICI  
 5 MASTER  
 6 مشتقة من الدراسة 5 في هذا التقرير  
 7 ICI  
 8 مشتقة من خصائص STEAMR  
 9 مدرجة بمثابة نظير في الجدول 12، ولكن الإحالة إلى ماسح مخروطي  
 10 مشتقة من ICI  
 11 مشتقة من خصائص STEAMR  
 12 مدرجة بمثابة نظير في الجدول 12، ولكن الإحالة إلى ماسح منوالي GEO  
 13 مشتقة من خصائص GOMAS  
 14 مشتقة من خصائص STEAMR  
 15 مدرجة بمثابة نظير في الجدول 12، ولكن الإحالة إلى ماسح مخروطي  
 16 مشتقة من خصائص ICI  
 17 مشتقة من خصائص STEAMR  
 18 مشتقة من خصائص STEAMR  
 19 مدرجة بمثابة نظير في الجدول 12، ولكن الإحالة إلى ماسح منوالي GEO  
 20 مشتقة من خصائص GOMAS  
 21 مشتقة من خصائص STEAMR  
 22 ICI  
 23 مستكمل بناء على كسب الهوائي ومجال الرؤية FOV في STEAMR

## 1.2.4.A4 معايير الحماية من التداخل في الخدمة EESS (المنفصلة)

يتضمن الجدول 5-A4 سويات التداخل وعتبات توفر البيانات الواجب استخدامها في تقييم مدى توافق تطبيقات الخدمة الثابتة (FS) والخدمة المتنقلة البرية (LMS) المقترحة مع الخدمة EESS (المنفصلة) في مدى التردد 450-275 GHz. وبالنسبة لأجهزة استشعار المسح المنوالي في الخدمة EESS (المنفصلة)، تستخدم عتبات أجهزة استشعار المسح النظيري والمخروطي وذلك لأن عملية جهاز استشعار المسح المنوالي ومنتجات البيانات الناتجة مماثلة لعملية أجهزة الاستشعار هذه.

## الجدول 5-A4

مقتطف من التوصية ITU-R RS.2017 يبين معايير التداخل  
للتحسس النائي الساتلي المنفعل في مدى التردد 450-275 GHz

| نطاق (نطاقات) التردد (GHz) | عرض النطاق المرجعي (MHz) | سوية التداخل القصوى (dBW) | النسبة المئوية من المساحة أو الزمن المسموح فيها بتجاوز سوية التداخل (%) <sup>(1)</sup> | أسلوب المسح (L, C, N) <sup>(2)</sup> |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--|--------------------------------------|
| 285,4-275                  | 3                        | 194-                      | 1  | L                                    |
| 306-296                    | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-160- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, N                                 |
| 355,6-313,5                | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-158- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, C, N                              |
| 365-361,2                  | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-158- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, N                                 |
| 391,2-369,2                | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-158- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, N                                 |
| 399,2-397,2                | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-158- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, N                                 |
| 411-409                    | 3                        | 194-                      | 1  | L                                    |
| 433,46-416                 | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-157- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, N                                 |
| 466,3-439,1                | <sup>(3)</sup> 3/200     | <sup>(3)</sup> 194-/-157- | <sup>(3)</sup> 1/0,01  | L, C, N                              |

(1) فيما يتعلق بسوية 0,01%، تحدد مساحة القياس كمرجع على الأرض مساحته 2 000 000 km<sup>2</sup>، ما لم يرد ما يبرر خلاف ذلك؛ وفيما يتعلق بسوية 0,1%، تحدد مساحة القياس كمرجع على الأرض مساحته 10 000 000 km<sup>2</sup>، ما لم يرد ما يبرر خلاف ذلك؛ وفيما يتعلق بسوية 1%، يكون زمن القياس 24 ساعة، ما لم يرد ما يبرر خلاف ذلك.

(2) N: نظيري، L: حافة، C: مخروطي.

(3) الرقم الأول لأسلوب النظر أو الأسلوب المخروطي والرقم الثاني لتطبيقات سبر الحواف بالموجات الصغرية.

## 2.2.4.A4 منطقة القياس

يتعين تقييم منطقة القياس الواجب استخدامها في تقييم التداخل في أجهزة الاستشعار العاملة في المدى 450-275 GHz لتعكس مساحة مجال الرؤية الآني (IFOV) لجهاز استشعار الخدمة EESS. ويتمشى هذا التقييم مع عبارة "ما لم يبرر خلاف ذلك" الواردة في التوصية ITU-R RS.2017، الجدول 1، الحاشية 1.

3.4.A4 خصائص تطبيقات الخدمتين FS وLMS

يقدم الجدول 6-A4 ملخصاً لخصائص تطبيقات الخدمتين FS وLMS المستخدمة في تحليلات هذا القسم. وبالنسبة لجميع التحليلات الجارية في هذا القسم، يُفترض أن هناك ترادفاً بنسبة 100% في استخدام التردد مع (جهاز استشعار) الخدمة EESS المستخدم في التحليل المحدد.

الجدول 6-A4

ملخص خصائص تطبيقات الخدمتين FS وLMS (GHz 450-275)

| نقطة إلى نقطة<br>(توصيل أمامي/خلفي)  |             | مركز البيانات | داخل الأجهزة                 | معززة CPMS<br>(جهاز ثابت) |  |
|--|-------------|---------------|------------------------------|---------------------------|--|
| GHz 445-380  | GHz 325-275 | 40            | 36,7                         | 40                        | قدرة المرسل e.i.r.p. القصوى<br>(dBm/GHz)       |
| 57   | 67          |               |                              |                           |  |
| -  |             | أقل من 25     | 180                          | 90                        | عرض حزمة الهوائي (درجات)                       |
| 65-0   |             | 45            | 0                            | 90                        | ارتفاع الهوائي (درجات)                         |
| 50-24  |             | حتى 30        | حتى 20 dBi                   | 30                        | مدى كسب الهوائي (dBi)                          |
| [يحدد لاحقاً]  |             | [يحدد لاحقاً] | [يحدد لاحقاً] <sup>(1)</sup> | [يحدد لاحقاً]             | قطر الهوائي                                    |
| التوصية ITU-R F.699-7<br>(مصدر وحيد)<br>التوصية ITU-R F.1245-2<br>(تجميعي) |             | غوسي          | غوسي                         | غوسي                      | مخطط الهوائي                                   |
| -  |             | [يحدد لاحقاً] | -                            | -                         | خسارة المبني (حسب الاقتضاء)                    |
| 100 <sup>(2)</sup>   |             | 100           | 100                          | 100                       | تراكب عرض النطاق مع (جهاز<br>استشعار) EESS (%) |

<sup>1</sup> يستند قطر الهوائي إلى كسب نموذجي قدره 6 dBi.

<sup>2</sup> يعمل تطبيق (التوصيل الأمامي/الخلفي) من نقطة إلى نقطة في المدينين GHz 325-275 و GHz 445-380. وفي هذين المدينين، يعمل تطبيق الخدمة الثابتة هذا في جزء من المدينين GHz 365-313 و GHz 392-369 المحددين بموجب الرقم 565.5 من لوائح الراديو بمثابة نطاقات تردد تعمل فيها الخدمة EESS (المنفصلة). ومع ذلك، فإن مدى التردد المعلن لعمليات تطبيق الخدمة الثابتة هذه يتجنب ترادف التردد بنسبة 100% مع أجهزة استشعار EESS (المنفصلة) التي تحددت بمثابة أجهزة استشعار تمثيلية تعمل في مدى التردد هذه. لأغراض التحليلات الواردة في القسم 3، وسيتم تعديل التردد المركزي لأجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) العاملة في المدينين GHz 365-313 و GHz 392-369 بحيث يكون ترادف تردد التشغيل بنسبة 100% مع تطبيق الخدمة FS هذا حيث لا يشار صراحة إلى نسبة 100%. ويتم ذلك بحيث يمكن أن يأخذ التشغيل المحتمل لأجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) في تردد مركزي مختلف ضمن مدتي التردد هذين في الاعتبار نتائج الدراسات.

1.3.4.A4 النظام المتنقل في المحيط القريب (CPMS) المعزز (جهاز ثابت)

يحتوي النظام المتنقل في المحيط القريب (CPMS) الموصوف في الفقرة 1.1.5 على نظامين فرعيين: تطبيق CPMS وتطبيق CPMS المعزز. ولأغراض التحليلات الواردة في القسم 3، يُنظر فقط في الجهاز الثابت للتطبيق CPMS المعزز وذلك للأسباب التالية:

- 1 من المزمع أن يعمل عبر مدى التردد GHz 450-275 بأكمله؛
- 2 يعمل بنفس قدرة التطبيق CPMS؛
- 3 يُفترض أن يعمل الجهاز الثابت في آن واحد مع الجهاز المتنقل، والجهاز الثابت يرسل مثلاً بقدرة e.i.r.p. أعلى بمقدار 15 dB من الجهاز المتنقل، ومن ثم تعتبر مساهمة التداخل للجهاز المتنقل مهملة بالنسبة إلى إجمالي التداخل الناتج عن هذا التطبيق.

### 2.3.4.A4 الاتصالات داخل الجهاز

يرد وصف كامل لتطبيق الاتصالات داخل الجهاز في الفقرة 2.1.5. ومع أن التطبيق يتمتع بتدرج نموذجي، فليس هنالك ما يشير إلى أن تنفيذ هذا التطبيق سيكون مدرعاً أو في أي ظروف قد يكون أو لا يكون مدرعاً. وعلاوة على ذلك، ليس هنالك من معلومات حالية عن درجة التوهين التي يمكن توقعها من هذا التدرج. والنقطة الأخرى التي يجب مراعاتها هي أنه بناءً على وصف التطبيق الوارد في الفقرة 2.1.5، يتوقع أن ينشر 50% من هذه الأجهزة في بيئة خارجية. ولهذه الأسباب، اعتبر أنه من الضروري تقييم التداخل المحتمل الناتج عن النشر خارج المباني لهذه الأجهزة مع افتراض أنه لم يتم تنفيذ أي تدرج في تصنيع منتج التطبيق داخل الجهاز. وتحدد عرض حزمة الهوائي للتطبيق داخل الجهاز بقيمة 180°. ولم تتوفر أي معلومات عن تسديد الهوائي في وصف التطبيق داخل الجهاز في الفقرة 2.1.5؛ لذلك، ولأغراض التحليلات الواردة في الفقرة 3.A4، يفترض أن زاوية ارتفاع هوائي التطبيق داخل الجهاز تساوي 0°.

### 3.3.4.A4 الوصلات اللاسلكية في مراكز البيانات

يرد وصف الوصلات اللاسلكية في تطبيق مراكز البيانات في الفقرة 3.1.5. ويلاحظ أن هذا تطبيق داخل المباني فقط، بحيث يتعين استخدام توهين خسارة المبني لإجراء تحليل للتداخل المحتمل الذي قد ينجم عن نشر هذا التطبيق. وهذه المعلومات غير متوفرة في التوصية ITU-R P.2109 لمدى التردد هذا. بيد أن مشورة خبراء الانتشار في قطاع الاتصالات الراديوية تفيد بأن المعلومات يمكن استكمالها خارجياً من القيم الواردة في التوصية ITU-R P.2109.

### 4.3.4.A4 التوصيل الأمامي/الخلفي من نقطة إلى نقطة

يرد وصف تطبيق التوصيل الأمامي/الخلفي من نقطة إلى نقطة في الفقرة 1.2.5. وتشير هذه الفقرة إلى أن زاوية ارتفاع الهوائي هي 20° كحد أقصى بناءً على تغيرات ارتفاع التضاريس في طوكيو، اليابان. ولتقييم أثر النشر العالمي لهذا التطبيق، تؤخذ في الاعتبار زاوية ارتفاع الهوائي القصوى بقيمة 65°. وجدير بالملاحظة أن التقرير ITU-R F.2239 الذي يتناول الخدمة الثابتة في النطاقين 86-76 و 95-92 GHz، ينظر في زوايا ارتفاع الخدمة الثابتة حتى 65°.

### 4.4.A4 نتائج المحاكاة

يقدم القسم التالي نتائج تحليل التداخل بين نظام الخدمة EESS ومختلف أنواع تطبيقات الخدمة الثابتة (FS) والخدمة المتنقلة البرية (LMS) المقترحة في إطار البند 15.1 من جدول أعمال المؤتمر WRC-19.

### 1.4.4.A4 تحليل التداخل في الأنظمة المتنقلة في المحيط القريب (CPMS) المعززة (جهاز ثابت)

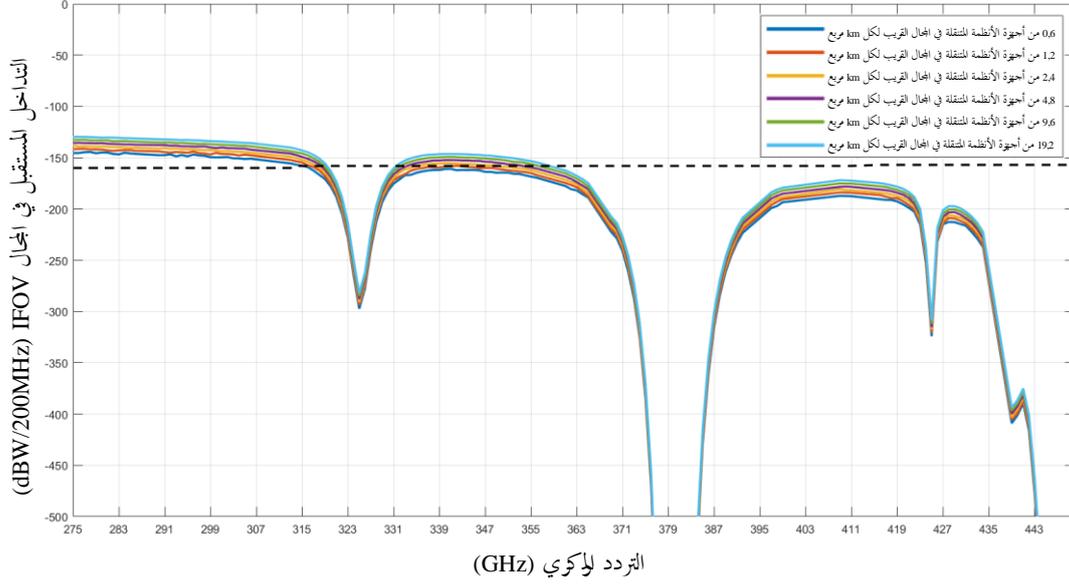
بالنسبة لهذا التحليل، تم تحديد منطقة القياس للساتل EESS بأنها مجال الرؤية الآني (IFOV) لجهاز الاستشعار المعين الذي تجري محاكاته. وقد تم، داخل المجال IFOV لجهاز استشعار EESS، نشر أجهزة CPMS بشكل عشوائي وزيدت كثافة أجهزة CPMS في المعلومات بدءاً من كثافة النشر المحددة في الجدول 1. ولا بد من الملاحظة أن هذا التحليل لا يوفر النسبة المئوية من الزمن الذي يتم فيه تجاوز معايير الحماية.

وترد خصائص الأنظمة CPMS المعززة والأنظمة EESS المستخدمة في هذه الدراسة في الجدولين 4-A4 و 6-A4 أعلاه. وفي هذا التحليل، وزعت زاوية السمات لأجهزة CPMS المعززة بشكل منتظم بين 0-360°. ومع ذلك، يلاحظ أن عرض حزمة الهوائي في نظام CPMS المعزز يحدد بمقدار 90° والارتفاع بمقدار 90°/+-. ولغرض هذا التحليل، يُفترض أن تكون زاوية الارتفاع لكل جهاز CPMS معزز مطابقة لزاوية ورود حزمة جهاز الاستشعار على الأرض لأن ذلك يفضي إلى نتائج أسوأ حالة، من قبيل 90° لأجهزة استشعار المسح النظيري و 37° لأجهزة استشعار المسح المخروطي بزوايا خارج النظير قدرها 45°. ويعاد النظر في هذا الافتراض عندما لا تشير النتائج الأولية إلى التوافق بين تطبيق CPMS المعزز وعمليات أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة).

الشكل 10-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح المخروطي EESS من أجهزة CPMS

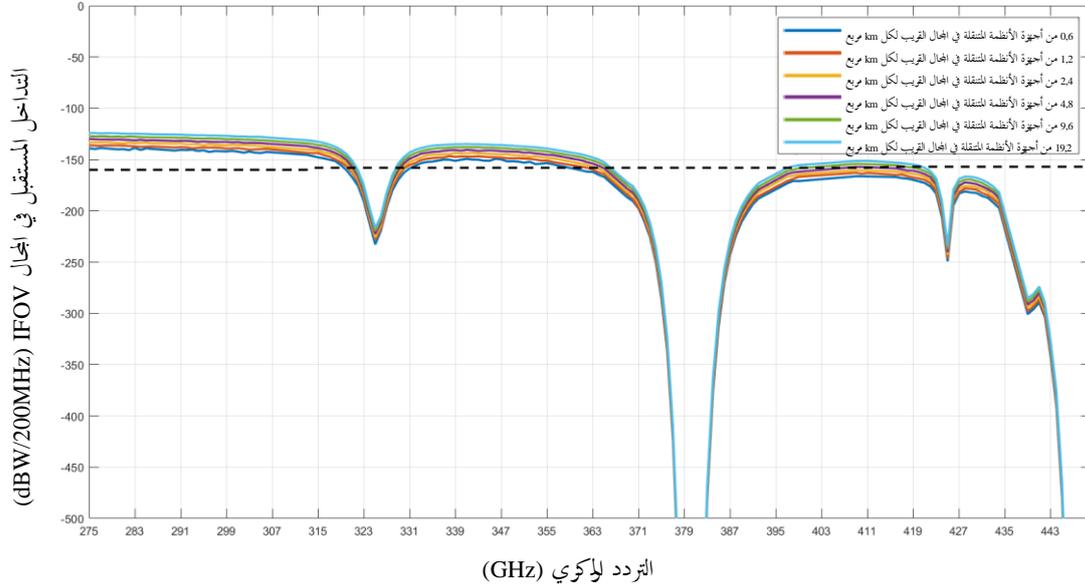
التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح المخروطي EESS



الشكل 11-A4

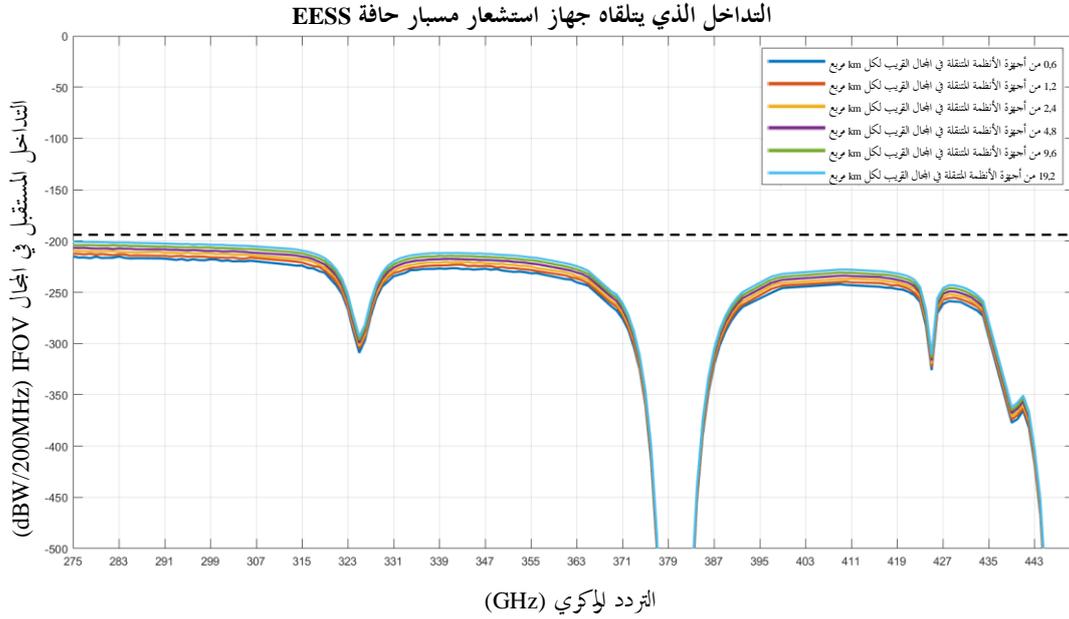
التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح النظيري EESS من أجهزة CPMS

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح النظيري EESS



## الشكل 12-A4

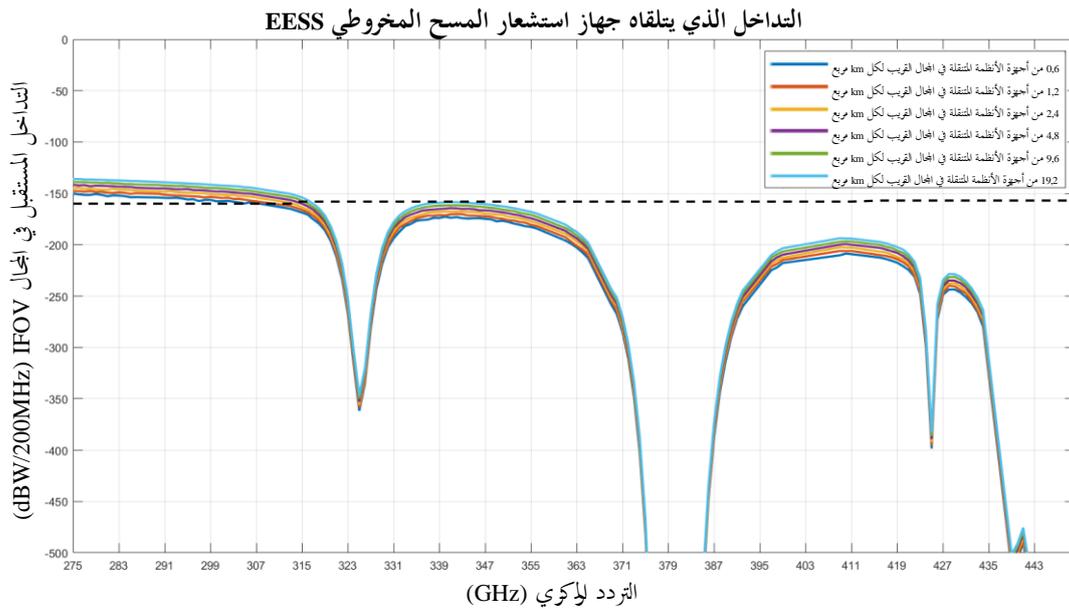
## التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار مسبار حافة EESS من أجهزة CPMS



تشير هذه النتائج إلى أنه قد يكون هناك عدم توافق بين أجهزة CPMS والخدمة EESS (المنفصلة) في بعض النطاقات المحددة لاستخدام EESS (المنفصلة). ولهذا، جرى تحليل إضافي لإعادة النظر في تسديد أجهزة CPMS المعززة. وفي التحليل التالي، تم توزيع سمات أجهزة CPMS المعززة بشكل عشوائي على مدى 0-360° وتم توزيع زوايا الارتفاع بشكل عشوائي على مدى 0-90°.

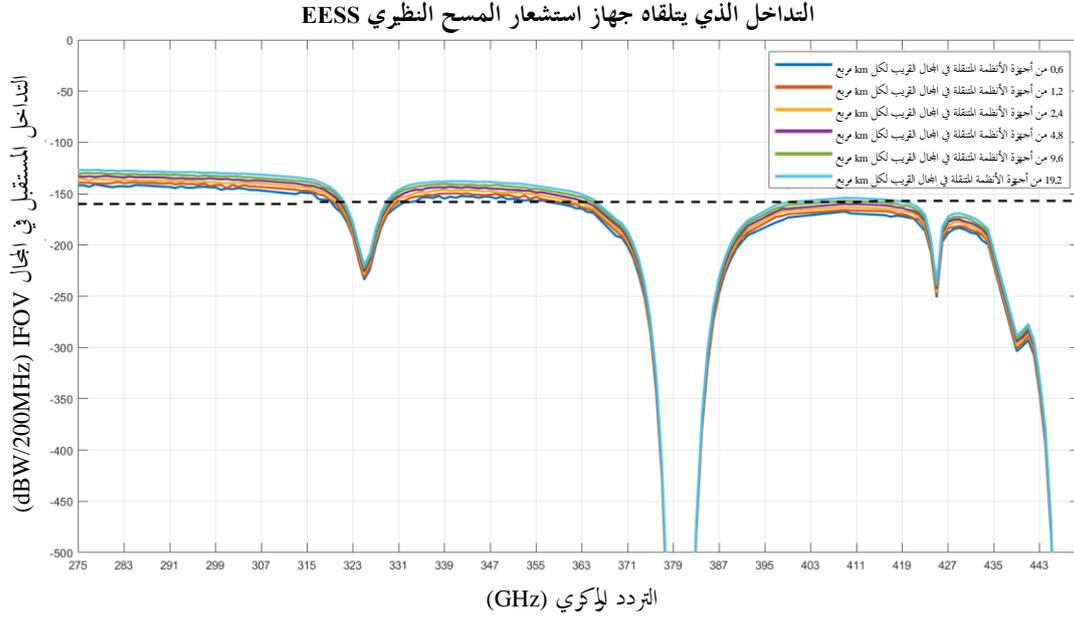
## الشكل 13-A4

## التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار مسح مخروطي EESS من أجهزة CPMS



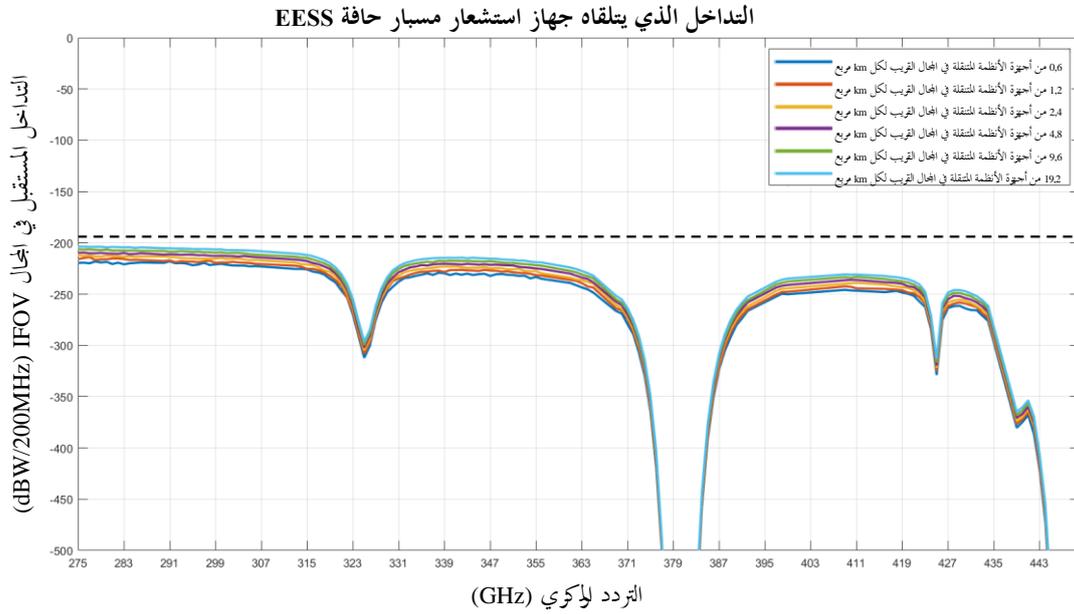
الشكل 14-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح النظيري EESS من أجهزة CPMS



الشكل 15-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار مسبار حافة EESS من أجهزة CPMS



وبناءً على التحليل الوارد أعلاه، لا يمكن استخدام النطاقات التالية في تطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) دون قيود محددة:

|             |   |
|-------------|---|
| GHz 306-296 | - |
| GHz 320-313 | - |
| GHz 356-330 | - |

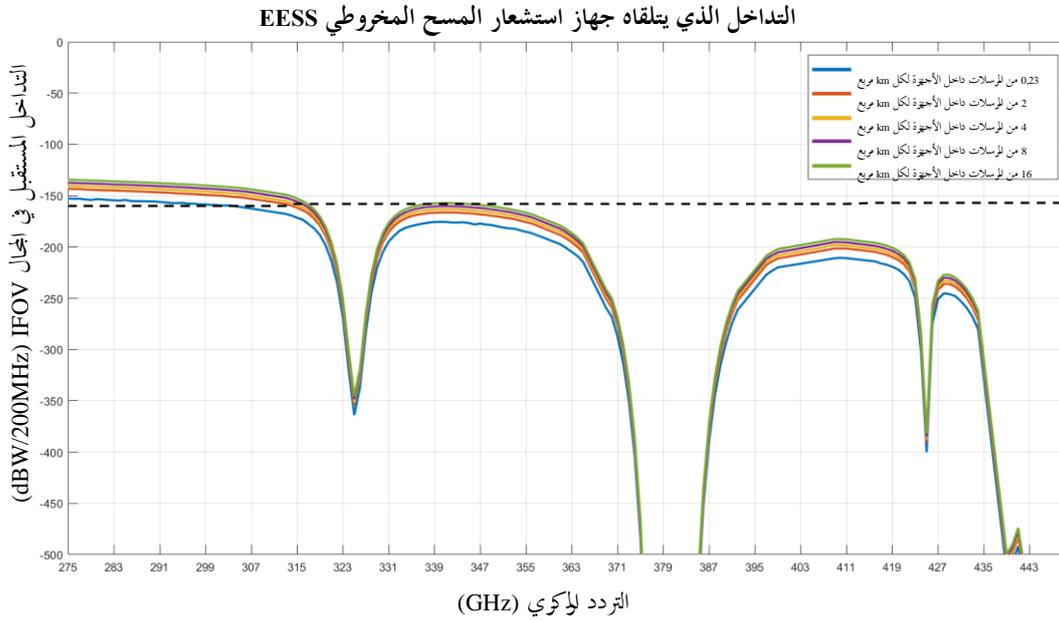
#### 2.4.4.A4 تحليل التداخل للاتصالات داخل الجهاز

بالنسبة لهذا التحليل، تم تحديد منطقة القياس للساتل EESS بأنها مجال الرؤية الآني (IFOV) لجهاز الاستشعار المعين الذي تجري محاكاته. وقد تم، داخل المجال IFOV لجهاز استشعار EESS، نشر الوصلات داخل الجهاز بشكل عشوائي وزيدت كثافة الوصلات داخل الجهاز بدءاً من كثافة النشر المحددة في الجدول 1.

وترد الوصلات داخل الجهاز وخصائص الخدمة EESS المستخدمة في هذه الدراسة في الجدولين 6-A4 و 4-A4 أعلاه. ويلاحظ أن عرض حزمة الهوائي للوصلات داخل الجهاز يحدد بمقدار  $180^\circ$  والارتفاع بمقدار  $0^\circ$ . ولغرض هذا التحليل، يُفترض أن تكون زوايا ارتفاع الوصلات داخل الجهاز ثابتة عند  $0^\circ$  وقد تم توزيع زوايا السمات بشكل عشوائي في المدى  $0-360^\circ$ .

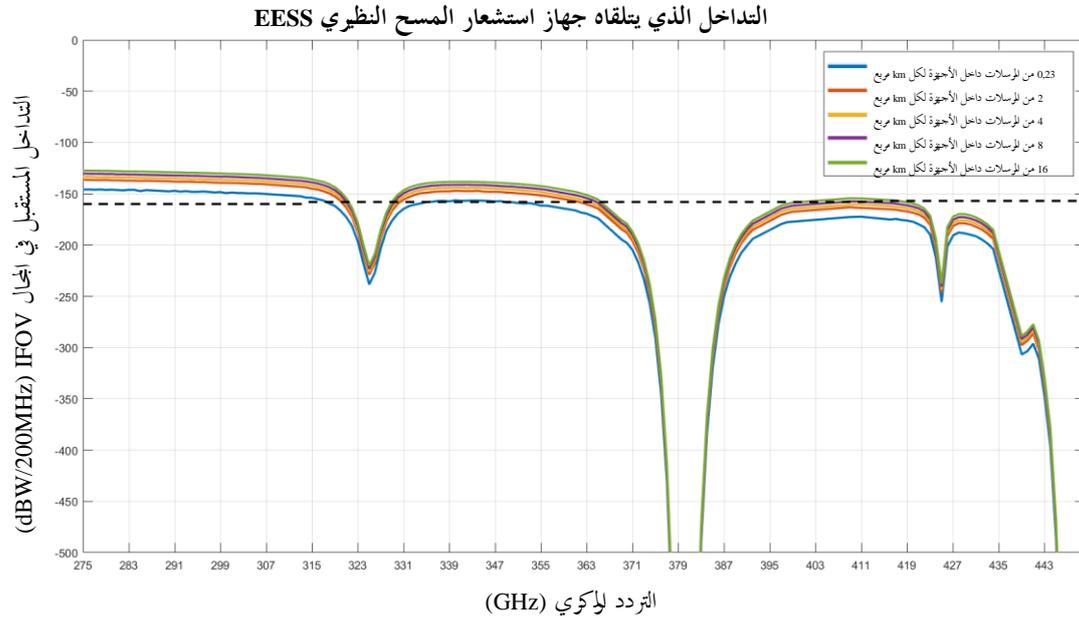
#### الشكل 16-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح المخروطي EESS من وصلات داخل الأجهزة



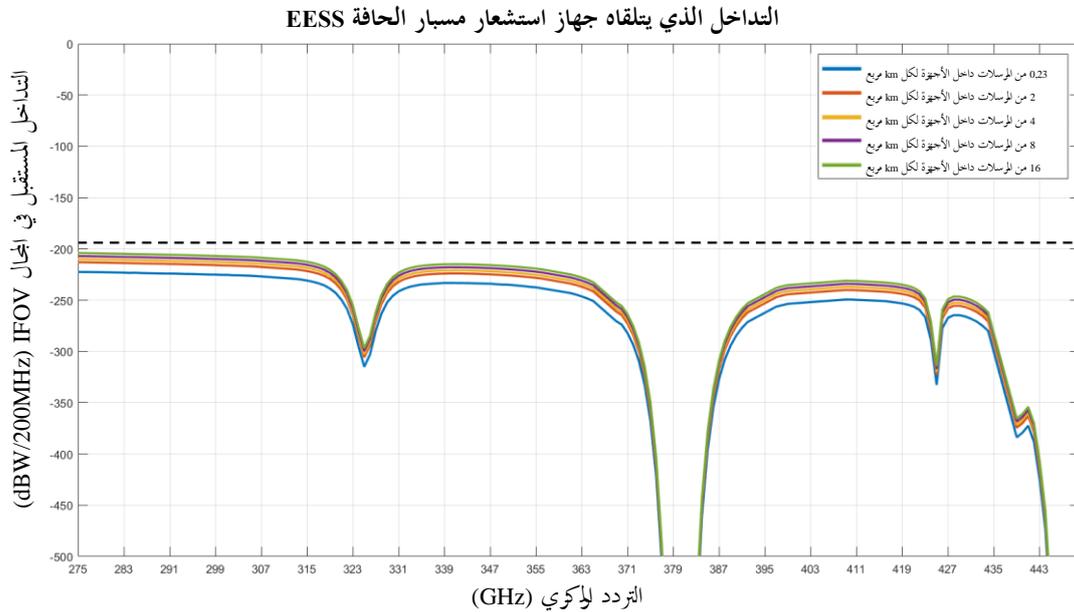
الشكل 17-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح النظيري EESS من وصلات داخل الأجهزة



الشكل 18-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار مسبار الحافة EESS من وصلات داخل الأجهزة



وبناءً على التحليل الوارد أعلاه، لا يمكن استخدام النطاقات التالية لتطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) دون مزيد من المعلومات المحددة فيما يتعلق بقيم خسارة دخول المبنى الفعلية وقيم الحجب:

|             |   |
|-------------|---|
| GHz 306-296 | - |
| GHz 320-313 | - |
| GHz 356-330 | - |

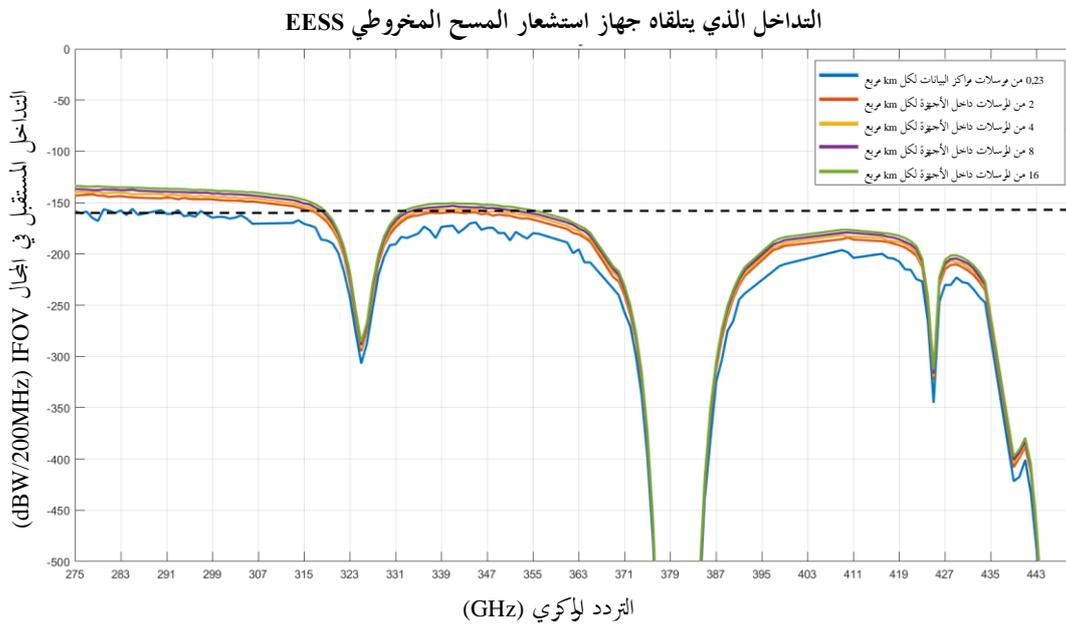
### 3.4.4.A4 تحليل التداخل للوصلات اللاسلكية في مراكز البيانات

بالنسبة لهذا التحليل، تم تحديد منطقة القياس للساتل EESS بأنها مجال الرؤية الآني (IFOV) لجهاز الاستشعار المعين الذي تجري محاكاته. وقد تم، داخل المجال IFOV لجهاز استشعار EESS، نشر وصلات مراكز البيانات بشكل عشوائي وزيادت كثافة وصلات مراكز البيانات في المعلمات بدءاً من كثافة النشر المحددة في الجدول 1.

وترد وصلات مراكز البيانات وخصائص الخدمة EESS المستخدمة في هذه الدراسة في الجدولين 6-A4 و 4-A4 أعلاه. ولغرض هذا التحليل، يُفترض أن تكون زوايا ارتفاع وصلات مراكز البيانات موزعة عشوائياً في المدى 30-45° وتم توزيع زوايا السمات عشوائياً في المدى 0-360°.

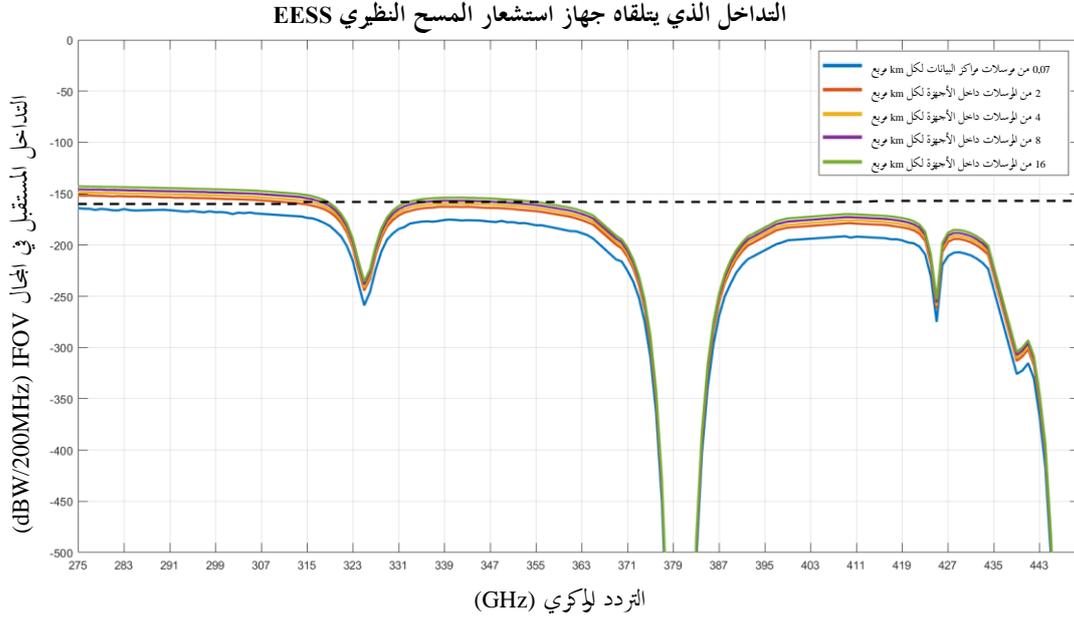
الشكل 19-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح المخروطي EESS من وصلات مراكز البيانات



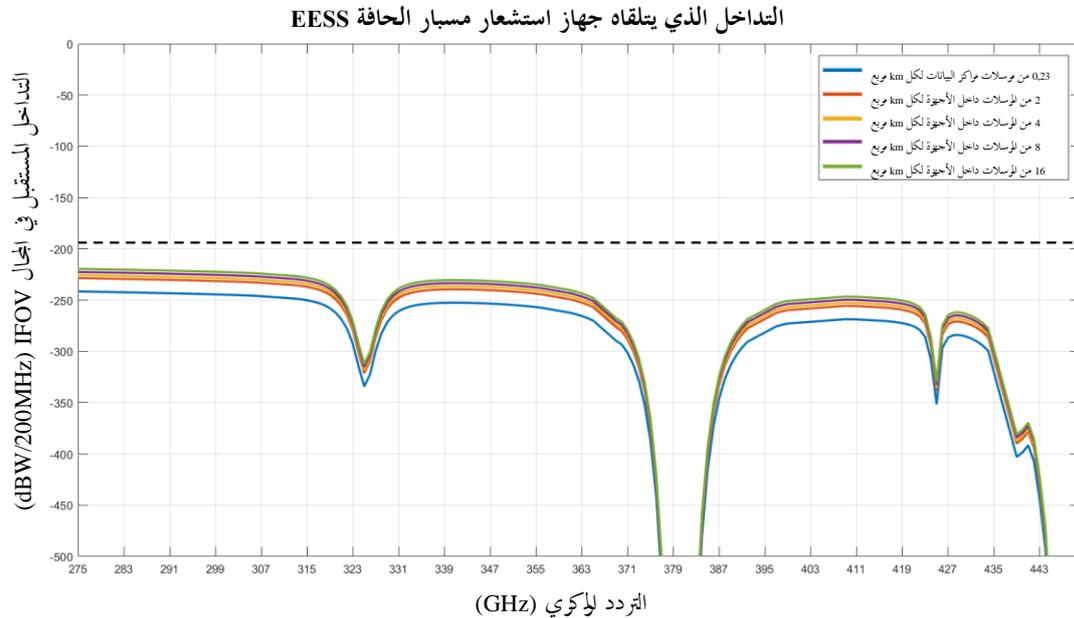
الشكل 20-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح النظيري EESS من وصلات مراكز البيانات



الشكل 21-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار مسبار الحافة EESS من وصلات مراكز البيانات



وبناءً على التحليل الوارد أعلاه، لا يمكن استخدام النطاقات التالية لتطبيقات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) دون مزيد من المعلومات المحددة فيما يتعلق بقيم خسارة دخول المبنى الفعلية وقيم الحجب:

|              |   |
|--------------|---|
| GHz 306-296  | - |
| GHz 320-313  | - |
| *GHz 356-330 | - |

ولا بد من الإشارة إلى أن النطاق الأعلى 356-330 GHz غير متوافق دون قيود تنظيمية عند النظر في كثافات أربع وصلات لكل كيلومتر مربع. ومع أن الحد الأدنى لكثافة النشر التي يقدمها فريق عمل الخبراء هي سبع وصلات لكل كيلومتر مربع فإن قيمة أربع وصلات لكل كيلومتر مربع لا تعتبر بأنها قيمة غير قابلة للتحقيق.

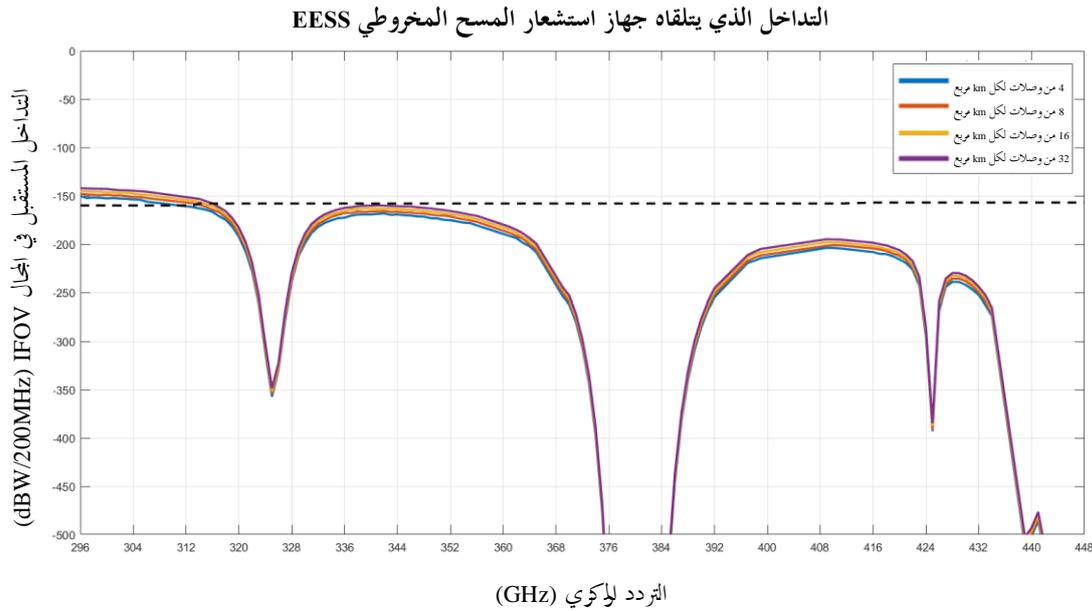
#### 4.4.4.A4 تحليل التداخل من توصيل أمامي/خلفي من نقطة إلى نقطة

بالنسبة لهذا التحليل، تم تحديد منطقة القياس للساتل EESS بأنها مجال الرؤية الآبي (IFOV) لجهاز الاستشعار المعين الذي تجري محاكاته. وقد تم، داخل المجال IFOV من وصلات الخدمة الثابتة في جهاز استشعار EESS نُشرت عشوائياً وزيدت كثافة محطات الخدمة الثابتة في المعالم بدءاً من كثافة النشر المحددة في الفقرة 1.2.5 أعلاه. ولا بد من ملاحظة أن هذا التحليل لا يوفر النسبة المغوية للزمن الذي يتم فيه تجاوز معايير الحماية.

وترد خصائص الخدمتين FS وEESS المستخدمة في هذه الدراسة في الجدولين 6-A4 و4-A4 أعلاه. ولغرض هذا التحليل، يُفترض أن زوايا الارتفاع لمحطات الخدمة الثابتة موزعة عشوائياً بين  $-20^\circ$  و  $+20^\circ$  وزوايا السمات موزعة عشوائياً في المدى  $0-360^\circ$ .

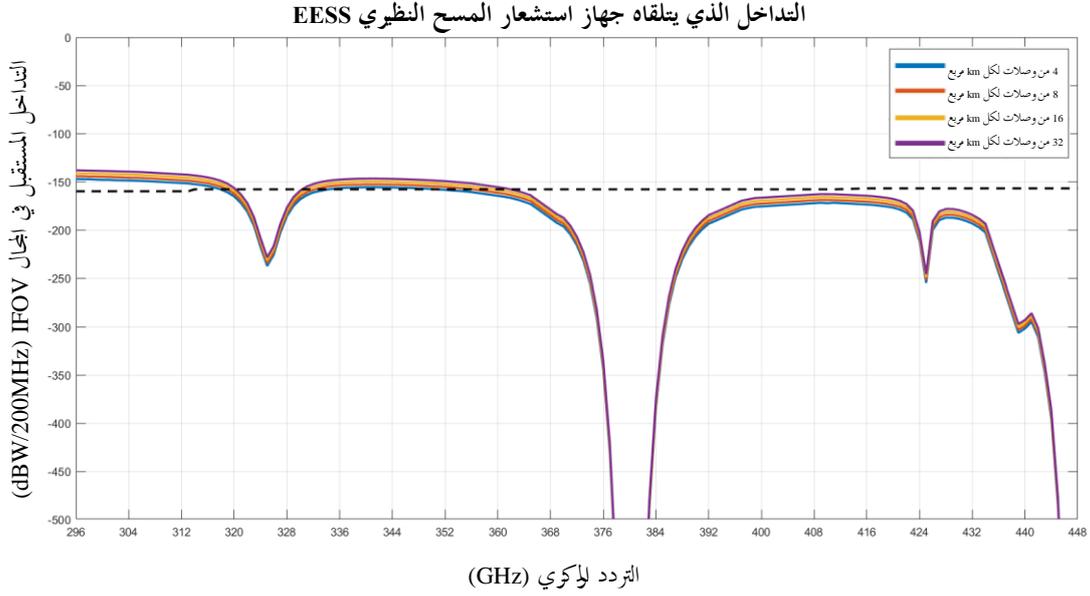
#### الشكل 22-A4

#### التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح المخروطي EESS من وصلات FS



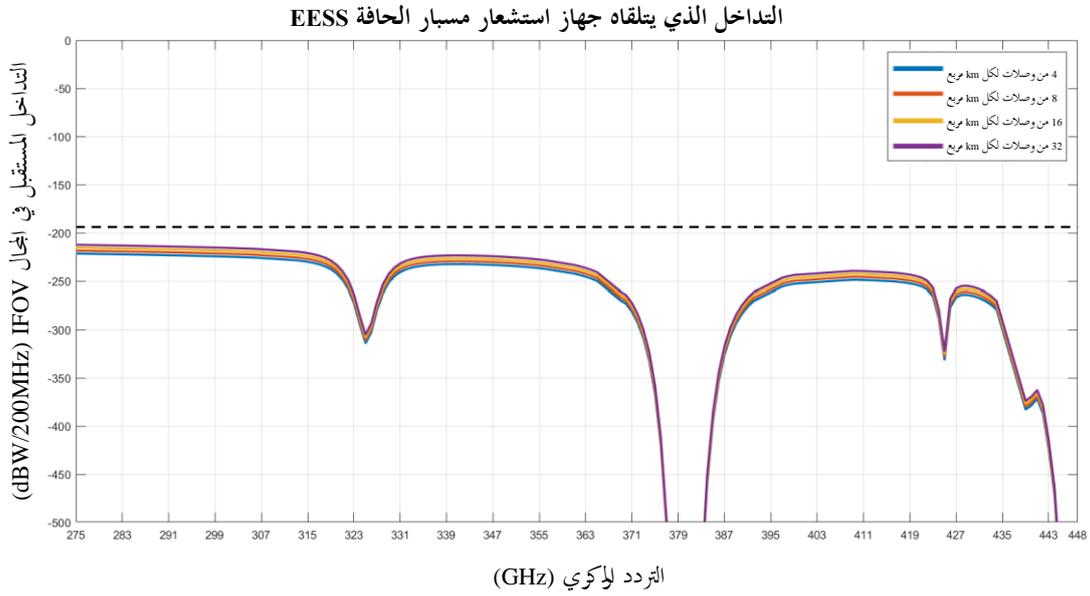
الشكل 23-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح النظيري EESS من وصلات FS



الشكل 24-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار مسبار الحافة EESS من وصلات FS

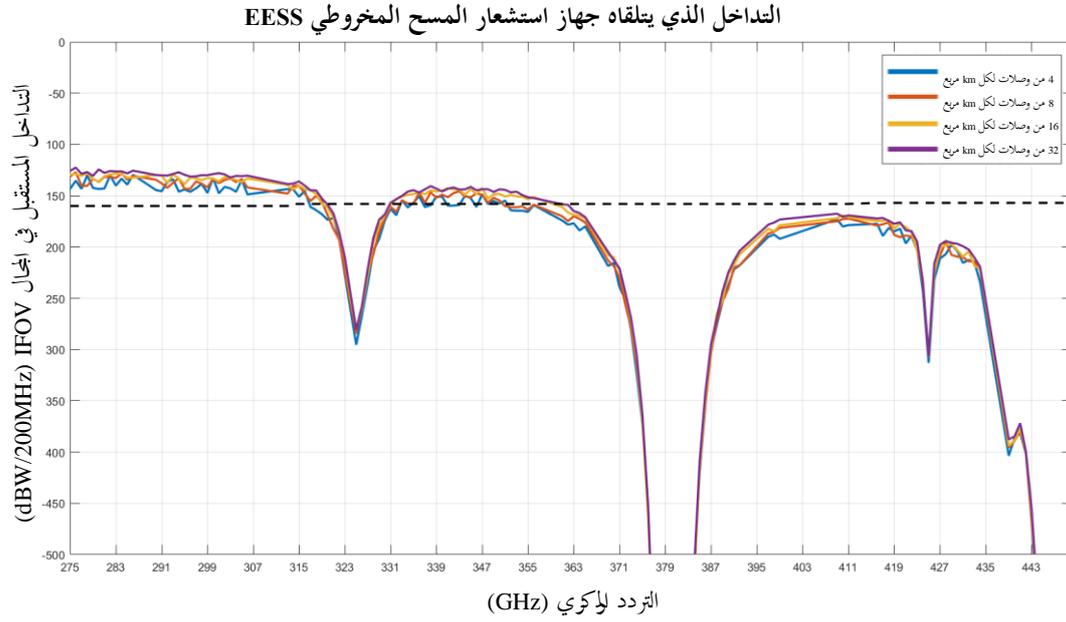


وقد تم توزيع خط الأساس لزوايا الارتفاع (بحد أقصى 20°) المستخدمة في التحليل الوارد أعلاه من قبل فريق عمل الخبراء. ومع ذلك، لن يتم تنظيم الارتفاع الأقصى لوصلات الخدمة الثابتة في النطاق GHz 450-275 حتى يتم إجراء التوزيعات الفعلية، لذلك من الضروري مراعاة إمكانية تشغيل نسبة مئوية معينة من وصلات الخدمة الثابتة على ارتفاعات أعلى. ولهذا الغاية، أجري التحليل الوارد أدناه باستخدام التوزيع التالي لزوايا الارتفاع:

- 90% موزعة بين 20-25°
- 10% موزعة بين 25-65°

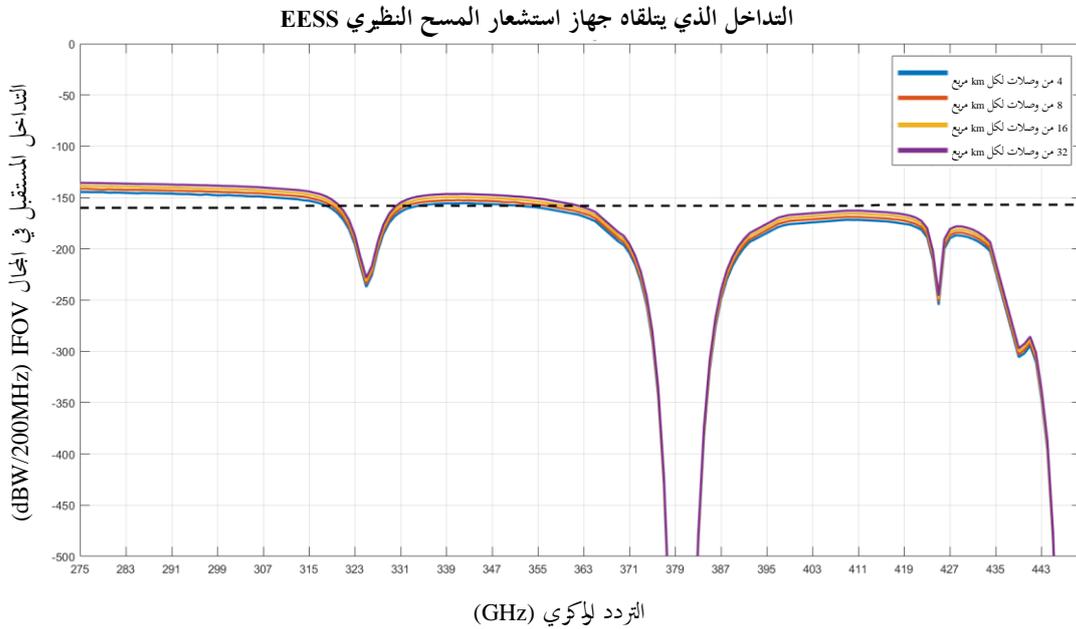
## الشكل 25-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح المخروطي EESS من وصلات FS



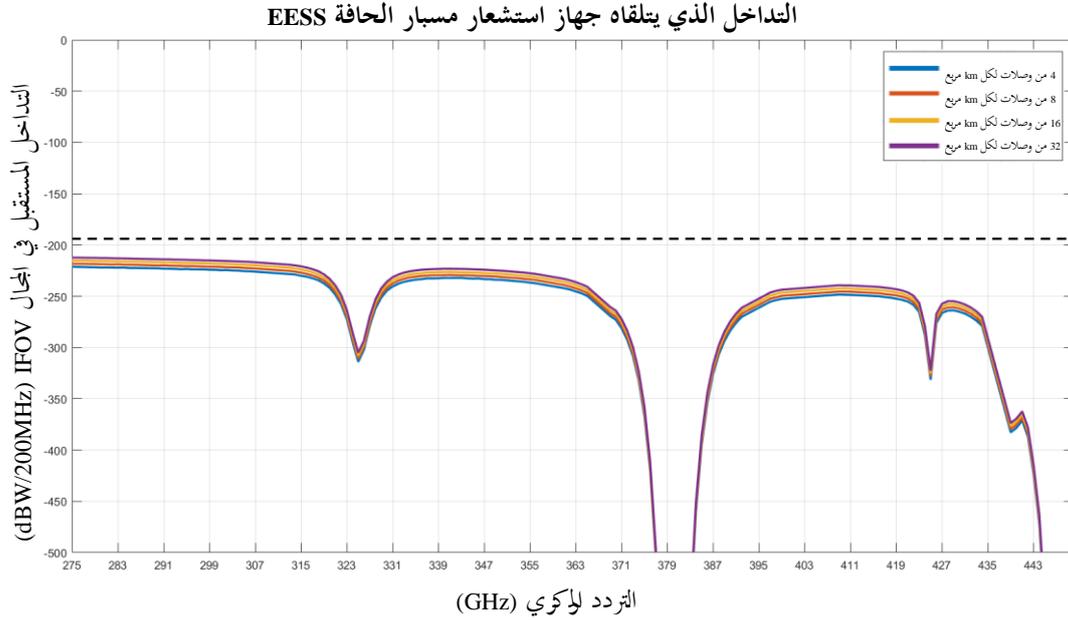
## الشكل 26-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار المسح النظيري EESS من وصلات FS



الشكل 27-A4

التداخل الذي يتلقاه جهاز استشعار مسبار الحافة EESS من وصلات FS



وبناءً على التحليل الوارد أعلاه، لا يمكن استخدام النطاقات التالية في تطبيقات الخدمة الثابتة دون قيود محددة:

- GHz 306-296
- GHz 320-313
- GHz 356-330

**5.4.A4 ملخص الدراسة 3**

بناءً على التحليل الوارد أعلاه، يمكن استخدام النطاقات التالية في تطبيقات الخدمتين FS/LMS دون شروط محددة:

- GHz 296-275
- GHz 313-306
- GHz 330-320
- GHz 450-356

ولا بد من الإشارة إلى أن تطبيقات الخدمتين FS/LMS في النطاق GHz 286-275 تبين أنها تنطوي على إشكالية لكل من أجهزة استشعار المسح المخروطي والنظيري، إلا أن هذا النطاق لا يستخدم حالياً إلا في مسابير الحافة. وقد تم تحديد تطبيقات الخدمتين FS/LMS لتكون متوافقة في هذا النطاق بسبب ذلك، ولكن إذا تم نشر أجهزة استشعار EESS (منفصلة) أخرى في هذا النطاق في المستقبل، فيجب إعادة تقييم هذا الاستنتاج؛ وسوف يتعين أن تؤخذ في الاعتبار أنواع أجهزة استشعار المسح المخروطي والنظيري إذا تم النظر في توزيعات في هذا النطاق.

وتستند هذه النتائج إلى المعلومات المحددة التي يوفرها فريق عمل الخبراء، ولكن إذا سُمي في المستقبل للحصول على توزيعات في النطاق GHz 450-275، عندئذ يمكن إجراء مزيد من الدراسات لتحديد الأحكام التنظيمية (مثل حدود القدرة و/أو قيود زاوية الارتفاع) التي من شأنها أن تضمن تقاسماً متوافقاً بين الخدمتين FS و EESS (المنفصلة).

## 5.A4 الدراسة 4: التحليل الكلي للتقاسم بين محطات الخدمتين FS/LMS والخدمة EESS (المنفصلة) في النطاق GHz 325-275

### 1.5.A4 مقدمة

تم تحديد نطاقات التردد GHz 286-275 و GHz 306-296 و GHz 356-313 لاستخدامها في الخدمة EESS (المنفصلة)، ويتم تشغيل الكثير من أنظمة التحسس النائي الساتلية المنفصلة كما هو مبين في الجدول 13 في متن هذا التقرير. ويوفر هذا القسم نتائج دراسة التقاسم بين محطات الخدمة الثابتة وأجهزة استشعار الخدمة EESS المنفصلة، وبين تطبيق محدد لأنظمة الاتصالات المتنقلة البرية (LMS) وأنظمة أكشاك CPMS.

### 2.5.A4 سوية القدرة المستقبلية من جهاز استشعار خدمة EESS منفصلة

تُعطى سوية القدرة المستقبلية لهوائي الخدمة EESS بالمعادلة التالية:

$$P_R = P_T + G_T + G_R - L_{BW} - PL - A$$

حيث:

- $P_R$ : القدرة عند منفذ خرج هوائي المستقبل
- $P_T$ : القدرة عند منفذ دخل هوائي المرسل
- $G_T$ : كسب هوائي المرسل باتجاه هوائي المستقبل
- $G_R$ : كسب هوائي المستقبل باتجاه هوائي المرسل
- $L_{BW}$ : عنصر تحديد عرض النطاق
- $PL$ : خسارة المسار "التقليدي" بين هوائيات الإرسال والاستقبال بسبب الانتشار الهندسي والحجب الناجم عن التضاريس
- $A$ : عامل خسارة إضافية بسبب الامتصاص في الغلاف الجوي.

تُستخدم المعلومات في نطاق التردد GHz 325-275 الواردة في الجدولين 7 و 8 لحساب سوية القدرة المستقبلية للخدمة EESS (المنفصلة) التي تستند خصائصها إلى نظام ICI في الجدول 14. ويفترض أن يكون كسب هوائي الخدمة الثابتة في اتجاه السمات بمقدار -13 dB وفقاً للتوصية ITU-R F.1245. وتؤخذ من الشكل 6 خسارة المسير من نقطة أرضية إلى الخدمة EESS (المنفصلة) التي يبلغ ارتفاعها 817 km. ومع أن ثلاثة ارتفاعات تتراوح بين 0 و 1 000 m حيث وضعت هوائيات الخدمتين LMS/FS قد نظر فيها في تحليلات التقاسم والتوافق، فإن نتائج الدراسة ملخصة باستخدام الارتفاع الأقل من 1 000 m لأن المدن الكبرى التي يزيد عدد سكانها عن 10 ملايين نسمة في العالم تقع ما بين 0 و 1 000 m.

### 3.5.A4 نشر الأنظمة المتنقلة في المحيط القريب (CPMS)

يقدم هذا القسم الخصائص التقنية والتشغيلية لتطبيقات الأنظمة المتنقلة في المحيط القريب (CPMS) لاستخدامها في دراسات التقاسم بين الأنظمة CPMS وخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (المنفصلة) وفقاً للتقرير ITU-R M.2417. وتُستخدم تطبيقات الأنظمة CPMS في بيئة داخل المباني، وتكاد تكون جميع زوايا ارتفاع الهوائي، في الأجهزة الثابتة للأنظمة CPMS والأنظمة المتنقلة للتزليل عبر كشك أو بوابة تذاكر، بقيمة +90°. وتبدأ هذه الأجهزة CPMS الثابتة في العمل عند وضع الأجهزة CPMS المتنقلة على مقربة من تلك الأجهزة. ويمكن أيضاً أن يتوقع من الأجهزة المتنقلة CPMS توفير قدر من الحجب إزاء القدرة الإشعاعية المنبعثة من الأجهزة الثابتة CPMS نحو الأثير بسبب التلامس في الجوار القريب. وحتى إذا تواجه جهازان عن كسب، فمن الممكن أن تشع قدرة التسرب من المسافة بين الجهازين. ومع أن زاوية ارتفاع الهوائي للأجهزة CPMS قيد التشغيل هي -90°، فإنه يُؤخذ في الاعتبار لأغراض الدراسة سيناريو الحالة الأسوأ الذي تكون زاوية ارتفاع الهوائي فيه +90°. ويلخص

الجدول 7-A4 المعلومات التقنية والتشغيلية المستخدمة لدراسات التقاسم بين تطبيق الاتصالات LMS المطابق لخصائص التشغيل والنشر للأنظمة المتنقلة التي تستخدم تنزيل KIOSK مع خدمة EESS (المنفصلة). وتستخدم لأغراض الدراسة خسارة دخول المبنى (BEL) بمقدار 28 dB للمباني التقليدية من أجل عدم المبالغة في تقدير الخسارة BEL في النطاق 300 GHz.

الجدول 7-A4

ملخص المعلومات التقنية والتشغيلية لتطبيقات الأنظمة المتنقلة في المحيط القريب (CPMS)  
الواجب استخدامها في دراسات التقاسم

| الملاحظات  | القيم   | المعلومات                           |
|--|---------|-------------------------------------|
| تطبيق الأنظمة CPMS في التقرير ITU-R M.2417                           | 450-275 | مدى التردد (GHz)                    |
| كسب الهوائي لجهاز ثابت في نظام CPMS: 30 dBi<br>(انظر الملحق 3)       | 90+     | ارتفاع الهوائي (بالدرجات)           |
| كسب الهوائي لجهاز متنقل في نظام CPMS: 15 dBi<br>(انظر الملحق 3)      | 90+     |                                     |
| تطبق قيمة تطبيق CPMS المعزز بموجب التقرير ITU-R M.2417               | 90      | نشر جهاز CPMS ثابت داخل المباني (%) |
| قيمة استكمال خارجي بناءً على التوصية ITU-R P.2109<br>(انظر الملحق 2) | 28      | خسارة دخول المبنى (dB)              |

4.5.A4 نشر الخدمة الثابتة

تُحسب زوايا ارتفاع الهوائي من ارتفاع هوائي محطات الخدمة الثابتة ومسافة وصلات الخدمة الثابتة. ويحدد التقرير ITU-R F.2417-0 زاوية الارتفاع ضمن  $\pm 20^\circ$  لمحطات الخدمة الثابتة في المناطق الحضرية حيث يتراوح علو محطة الخدمة الثابتة بين 6 m و 25 m والمسافة بين محطات الخدمة الثابتة بين 100 و 300 m. ولكن ينبغي النظر في إمكانية وجود وصلات تصل إلى ارتفاع 30° كأسوأ الحالات للوصلات الحضرية الكثيفة القصيرة على ارتفاع عالٍ، على النحو المقترح في التقرير ITU-R F.2239-0.

ومع أن كثافة وصلات الخدمة الثابتة بمقدار  $4.2 \text{ km}^2$  محددة في مدي التردد 275-325 GHz و 380-445 GHz وفقاً للتقرير ITU-R F.2417-0، تُستخدم كثافة وصلات الخدمة الثابتة هذه في دراسات التقاسم في مدى التردد 275-450 GHz بأكمله.

5.5.A4 سوية القدرة المستقبلية لأجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة)

يلخص الجدول 8-A4 المعلومات المستخدمة لحساب القدرة الكلية المستقبلية لأجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة). ويجري تقييم جميع النطاقات في مدى التردد 275-450 GHz والتي حُددت لاستعمال أجهزة استشعار EESS (المنفصلة) وفقاً للفقرة 2.5.

## الجدول 8-A4

معلومات الخدمة EESS (المنفصلة) الواجب استخدامها في دراسات التقاسم

| الأثر الكلي  | زاوية النظر (درجات)   | عرض نطاق أجهزة الاستشعار المستقبلية (MHz) | أجهزة استشعار EESS (المنفصلة) |
|--|---|---|-------------------------------|
| لا ينطبق<br>توجيه هوائي 50 dBi محطة FS نحو جهاز استشعار EESS (سيناريو أسوأ حالة)   | 0   | 3   | حافة                          |
| لا ينطبق<br>توجيه هوائي 30 dBi لجهاز CPMS ثابت نحو جهاز استشعار EESS (سيناريو أسوأ حالة)   | 90  | 200                                       | نظير <sup>(1)</sup>           |
| كثافة وصلات FS = $4,2 \text{ km}^2$<br>بمجال الرؤية الآني $30 \text{ km}^2$ (ICI)<br>$10 \text{ km}^2$ (TWICE)، $110 \text{ km}^2$ (GOMAS)<br>عدد المرسلات = 252 (ICI)<br>84 (TWICE)<br>924 (GOMAS)<br>توزع محطات FS: توزع منتظم منفصل<br>متوسط كسب الهوائي = 5,2 dB (ICI)،<br>0,8 dB (TWICE)، 10,7 dB (GOMAS) | كثافة الأجهزة = $0,6 \text{ km}^2$<br>بمجال الرؤية الآني $30 \text{ km}^2$ (ICI)<br>$10 \text{ km}^2$ (TWICE)، $110 \text{ km}^2$ (GOMAS)<br>عدد الأجهزة = 18 (ICI)<br>6 (TWICE)<br>66 (GOMAS)<br>عامل النشاط = 0,76 %<br>توزع الاحتمال التراكمي > 0,01 % | 200                                       | مخروطي                        |
| توجيه هوائي 50 dBi محطة FS نحو جهاز استشعار EESS<br>زاوية الارتفاع = $25,7^\circ$  | كثافة الأجهزة = $0,6 \text{ km}^2$<br>$200 \text{ km}^2$ (ICI) = IFOV<br>توجيه هوائيات 30 dBi و 15 dBi لأجهزة CPMS ثابتة نحو جهاز استشعار EESS<br>زاوية الارتفاع = $25,7^\circ$   | 200                                       |                               |

(1) تُحسب القدرة المستقبلية لجهاز الاستشعار بأسلوب المسح النظيري عند  $90^\circ$  باتجاه السميت فقط.

## 1.5.5.A4 سوية القدرة المستقبلية من الأنظمة CPMS

يوضح الشكل 28-A4 نتائج الدراسة التي تُظهر أن المدى 450-275 GHz متاح لتطبيقات الاتصالات LMS إذا كانت هناك خسائر إضافية مثل خسائر دخول المبنى (BEL) ويمكن أخذها في الاعتبار. وتحقق النتائج التالية من الشكل 28-A4 (ج):

أ) لا يمكن استخدام المدى 450-275 GHz بأكمله لتطبيقات CPMS في حالة الاستخدام خارج المبنى بنسبة 10%، لأنه لن يتعين أن تؤخذ في الحسبان أي خسارة توهين للمباني.

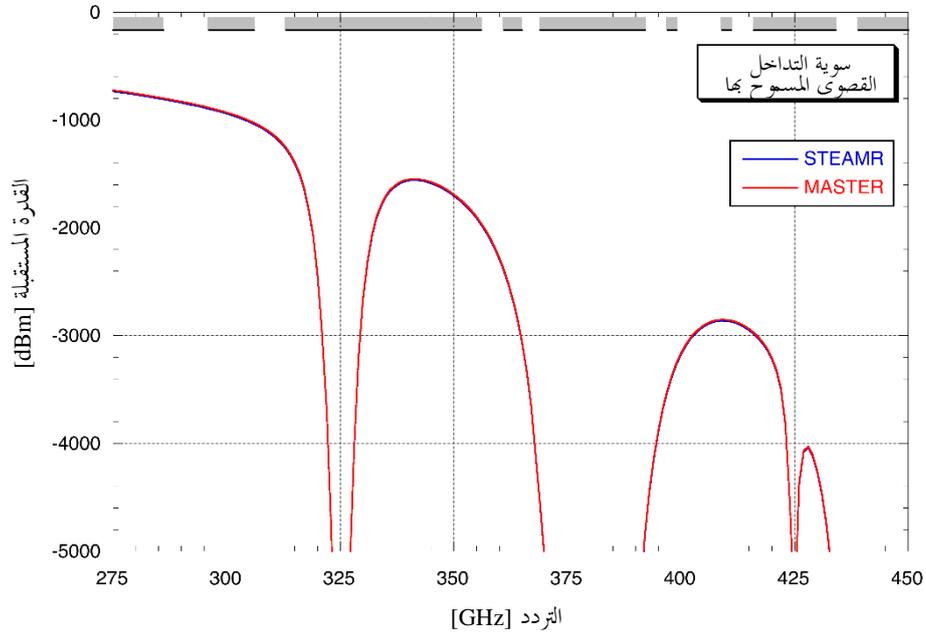
ب) لا يمكن استخدام النطاقات 296-306 GHz و 313-316 GHz و 332-356 GHz لتطبيقات CPMS إذا لم تؤخذ في الحسبان أي خسائر إضافية.

باختصار، يمكن استخدام النطاقات 275-296 GHz و 306-313 GHz و 319-332 GHz و 356-450 GHz لتطبيقات CPMS دون أي شروط محددة. ومع ذلك، يمكن استخدام المدى 450-275 GHz بأكمله لتطبيقات CPMS إذا كانت الشروط المحددة مثل خسارة المبنى قابلة للتطبيق على أجهزة CPMS المستخدمة داخل المبنى.

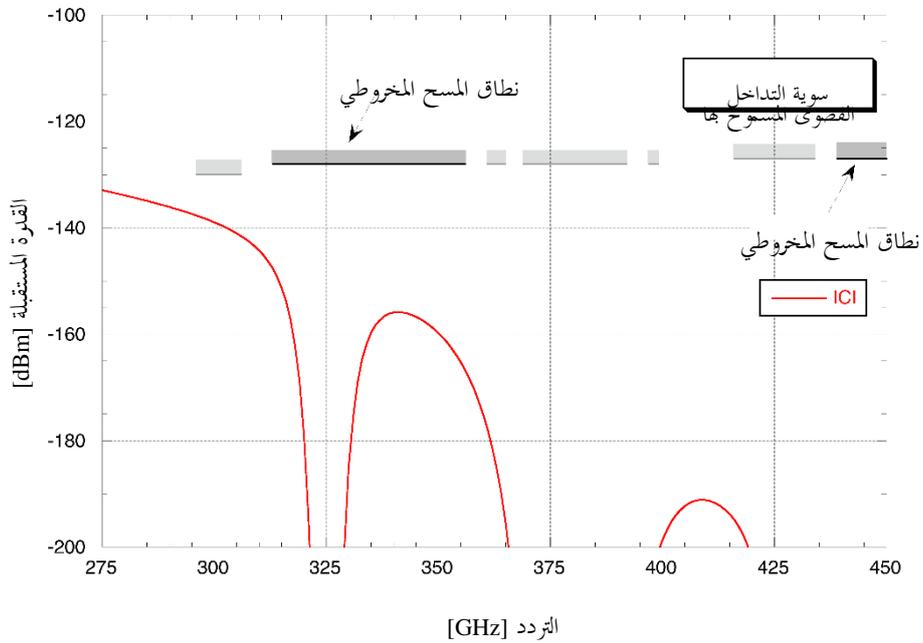
الشكل 28-A4

سوية القدرة المستقبلية لأجهزة استشعار EESS (المنفصلة) من تطبيقات CPMS

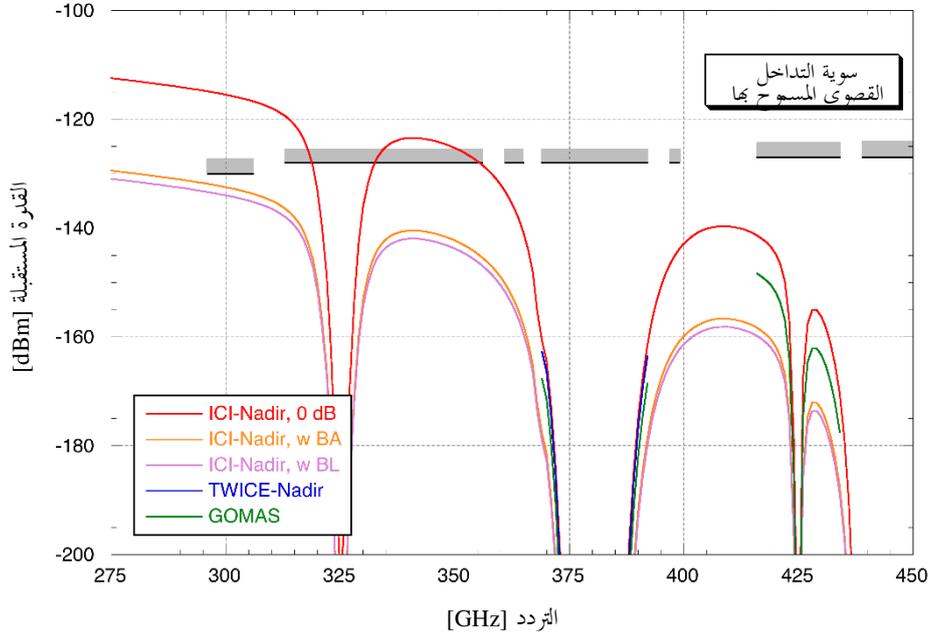
(أ) أسلوب الحافة



(ب) أسلوب المسح المخروطي



(ج) أسلوب النظر (إذا لم يؤخذ في الحسبان في دراسات التقاسم توهين مبني قدره 17 dB تتجاوز سوية القدرة المستقبلية أقصى سوية للتداخل في النطاقات (GHz 356-332 و GHz 319-313 و GHz 306-296)



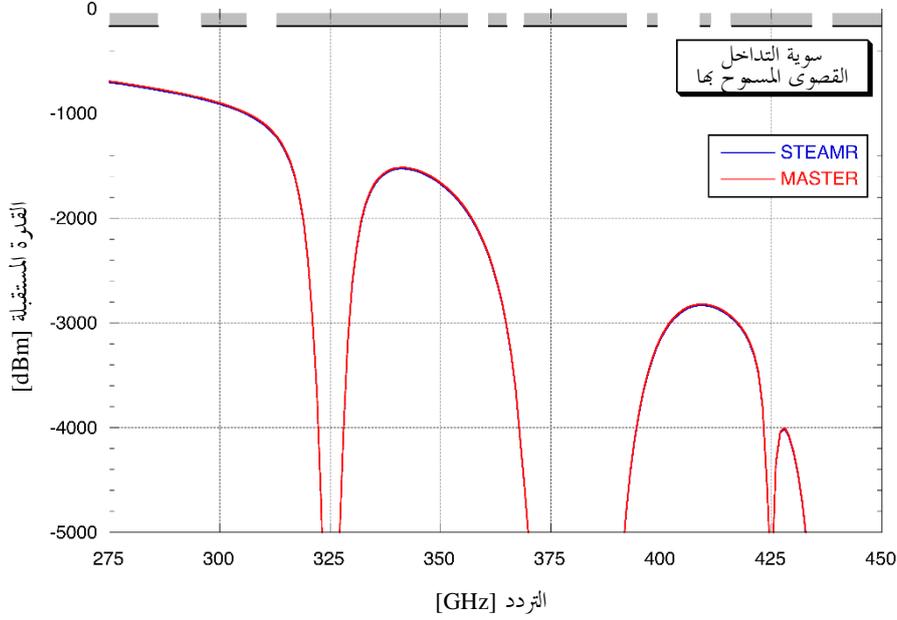
#### 2.5.5.A4 سوية القدرة المستقبلية من توصيل أمامي/خلفي من نقطة إلى نقطة

يبين الشكل 29-A4 النتائج المحسوبة لسوية القدرة المستقبلية لأجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة). ولم يلاحظ أي تداخل من محطات الخدمة FS في أجهزة الاستشعار العاملة بأسلوب الحافة والنظير. غير أن سوية القدرة المستقبلية يتجاوز الحد الأقصى لسوية التداخل في نطاق المسح المخروطي GHz 318-313 و GHz 348-336، وفي نطاق المسح النظيري GHz 306-296، على النحو المبين في الشكل 29-A4 (ب). وباختصار، يمكن استخدام النطاقات GHz 296-275 و GHz 313-306 و GHz 336-318 و GHz 450-348 لتطبيقات الخدمة الثابتة دون أي شروط معينة.

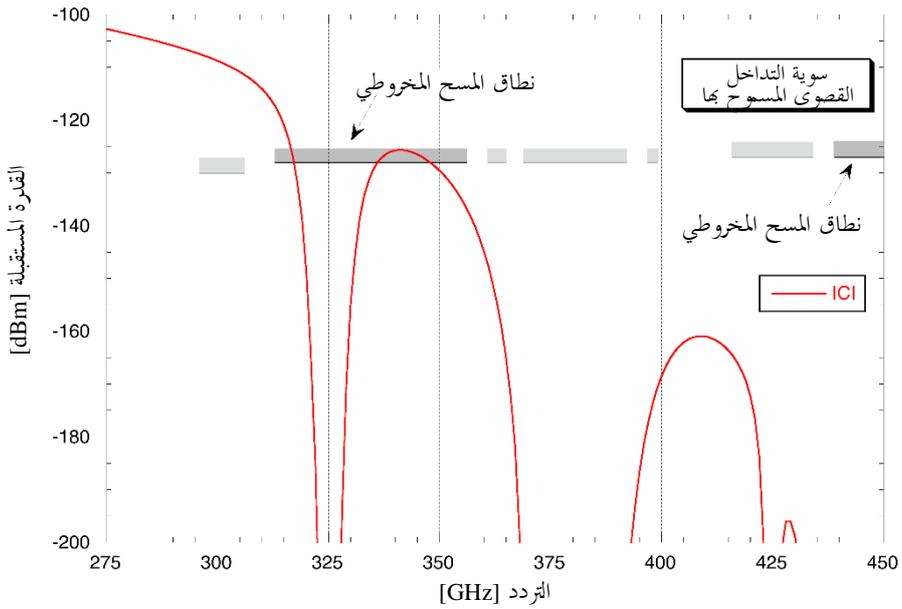
الشكل 29-A4

سوية القدرة المستقبلية في أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة)  
من تطبيقات الخدمة الثابتة

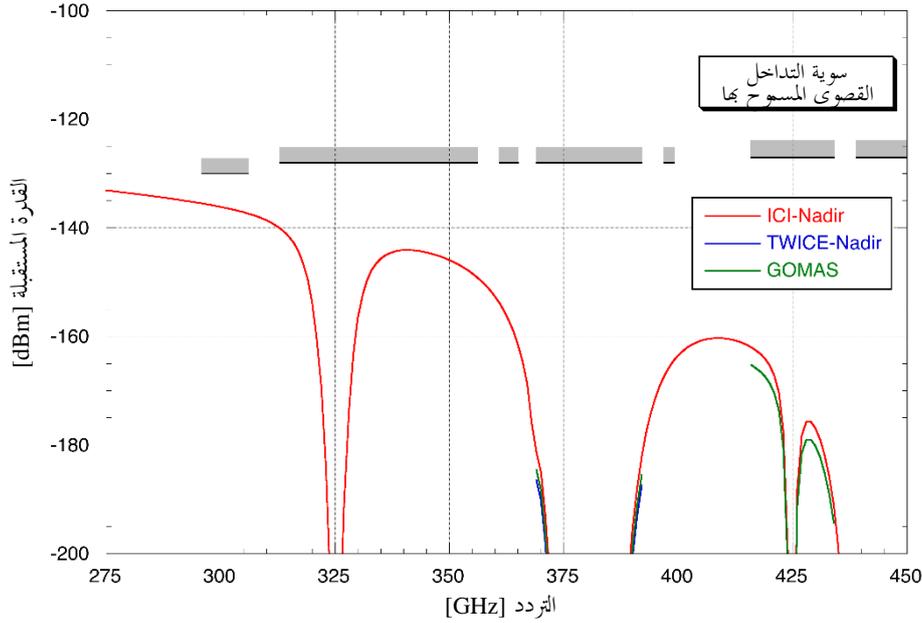
(أ) أسلوب الحافة



(ب) أسلوب المسح المخروطي (سوية القدرة المستقبلية تتجاوز سوية التداخل القصى في نطاقات المسح المخروطي 318-313 GHz و 348-336 GHz وفي نطاق المسح النظيري 296-306 GHz)



## (ج) أسلوب المسح النظري



## 6.5.A4 ملخص الدراسة 4

يمكن استخدام النطاقات GHz 296-275 و GHz 313-306 و GHz 332-319 و GHz 450-356 في تطبيقات CPMS دون أي شروط محددة. ويمكن أيضاً استخدام النطاقات GHz 296-275 و GHz 313-306 و GHz 336-318 و GHz 450-348 في تطبيقات الخدمة FS دون أي شروط محددة. ومن أجل توافق تطبيقات الخدمتين FS/LMS مع خدمة EESS (المنفصلة)، يمكن استخدام النطاقات GHz 296-275 و GHz 313-306 و GHz 332-319 و GHz 450-356 بشكل متوافق في تطبيقات الخدمتين FS/LMS.

## 6.A4 الدراسة 5: تحليلات التوافق بين الخدمة EESS (المنفصلة) والخدمة FS في مدى الترددات GHz 450-275 (حالة تجميعية)

تحتوي هذه الدراسة على تحليل للتداخل الكلي بين أنظمة الخدمة EESS (المنفصلة) والخدمة FS في المدى GHz 450-275. والنهج المتبع في هذا التحليل هو تحديد الحد الأقصى لقدرة التداخل الكلي التي تولدها محطات الخدمة الثابتة الموزعة في مجال الرؤية (FOV) لجهاز استشعار الخدمة EESS ثم حساب الحد الأدنى من توهين الغلاف الجوي اللازم لضمان عدم انتهاك معايير حماية الخدمة EESS. ثم جرت مقارنة هذا التوهين الأدنى في الغلاف الجوي بالقيم الفعلية التي تنبأت بها التوصية ITU-R P.676 لتحديد النطاقات المتوافقة.

## 1.6.A4 خصائص أنظمة الخدمة EESS (المنفصلة)

يرد وصف لأنظمة الخدمة EESS (المنفصلة) في المدى GHz 450-275 في الفقرة 4.5.

وبالنسبة لنظام ICI المحدد، تعتبر المعلمات التالية ضرورية لإجراء تحليل التقاسم:

الجدول 9-A4

خصائص النظام ICI

| جهاز استشعار ICI            |                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| غير مستقر بالنسبة إلى الأرض | نمط المدار                           |
| 817                         | الارتفاع (km)                        |
| 53                          | زاوية الانحراف عن النظير (درجات)     |
| 25,7                        | الارتفاع على الأرض (درجات)           |
| 200                         | مجال الرؤية الآني (km <sup>2</sup> ) |
| 55                          | كسب الهوائي (dBi)                    |

قنوات النظام ICI ذات الصلة هي:

- الفصل 1: 317,15-314,15 GHz (3 GHz)
- الفصل 2: 322,85-320,45 GHz (2,4 GHz)
- الفصل 3: 324,45-323,65 GHz (1,6 GHz)
- الفصل 4: 327,45-325,85 GHz (1,6 GHz)
- الفصل 5: 329,85-327,45 GHz (2,4 GHz)
- الفصل 6: 336,15-333,15 GHz (3 GHz)

وبالإضافة إلى ذلك، ومن أجل السماح بإجراء تحليل عام في جميع نطاقات التردد، يُنظر في خمسة أنظمة عمومية، كما هو موضح في الجدول 10-A4.

الجدول 10-A4

الخصائص العمومية لأنظمة الخدمة EESS (المنفصلة)

| النمط GOMAS (ارتفاع منخفض) | النمط GOMAS (نظير) | النمط نظير | النمط TWICE | النمط ICI |                                      |
|----------------------------|--------------------|------------|-------------|-----------|--------------------------------------|
| GSO                        | GSO                | NGSO       | NGSO        | NGSO      | نمط المدار                           |
| 35 684                     | 35 684             | 817        | 400         | 817       | الارتفاع (km)                        |
| 8,5                        | 0                  | 0          | 53          | 53        | زاوية النظير (°)                     |
| 12,7                       | 90                 | 90         | 31,9        | 25,7      | الارتفاع عند الأرض (°)               |
| 890                        | 110                | 30         | 50          | 200       | مجال الرؤية الآني (km <sup>2</sup> ) |
| 79                         | 79                 | 55         | 48          | 55        | كسب الهوائي (dBi)                    |

ملاحظة - يمكن تمثيل أجهزة استشعار تقاطع المسير بواسطة "نمط النظير" و"نمط ICI" على السواء.

## 2.6.A4 خصائص الخدمة الثابتة ونشرها

يرد وصف لأنظمة الخدمة الثابتة في المدى 250-275 GHz في الفقرة 2.5.

المعلومات التقنية التالية ضرورية لإجراء تحليل التقاسم بين أنظمة الخدمة الثابتة وأنظمة الخدمة EESS (المنفصلة).

- القدرة e.i.r.p. تتراوح من 30 إلى 67 dBm/GHz
- كسب الهوائي يتراوح بين 24 و 50 dBi
- مخطط هوائي الخدمة الثابتة بحسب التوصية ITU-R F.1245

فيما يتعلق بعدد وصلات الخدمة الثابتة، ينظر في الافتراضين التاليين:

- سيناريو كثافة الوصلات = 4,2 وصلة/km<sup>2</sup>
- سيناريو السكان = 0,00035 وصلة/نسمة

أخيراً، بالنسبة لتوزيعات ارتفاع وصلة الخدمة الثابتة، تستخدم حالة خط الأساس الواردة في التقرير ITU-R F.2416، أي 20° نموذجياً (الحالة 1)، وهذا لا يعني استبعاد ارتفاعات أعلى.

وفي ظل افتراض أن الحد الأقصى لارتفاع وصلات الخدمة الثابتة في النطاق 275-450 GHz لن يخضع للتنظيم، تنظر هذه الدراسة أيضاً في أثر نسبة مئوية معينة من وصلات الخدمة الثابتة العاملة على ارتفاع أعلى. وفي هذا الصدد، أخذ المثال من التقرير ITU-R F.2239 كمرجع يصور، بالنسبة لوصلات الخدمة الثابتة في النطاق 81-86 GHz، حالات الارتفاع التالية:

## الجدول 11-A4

## سيناريوهات ارتفاع الخدمة الثابتة المقتطفة من التقرير ITU-R F.2239

| الحالة 5  | الحالة 4            | الحالة 3                                     | الحالة 2                             |                   |
|---|---------------------|--|--------------------------------------|-------------------|
| أقل من 2% من الوصلات بارتفاع يتراوح بين 20° و 65° | ±30° (موزعة عاديًا) | 0,5% من الوصلات بارتفاع يتراوح بين 30° و 45° | 0,39% من الوصلات بارتفاع أعلى من 20° | وصلات ارتفاع عالٍ |

ملاحظة - لا بد من الإشارة إلى أن من المحتمل أن تكون قفزات وصلات الخدمة الثابتة أطول في النطاق 81-86 GHz مما هي في النطاق 275-450 GHz، ولذلك فقد تكون زوايا ارتفاع الخدمة الثابتة في النطاق 275-450 GHz أعلى.

ولحساب الأثر الكلي لنشر الخدمة الثابتة في أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة)، تم تطبيق المنهجية التالية:

الخطوة الأولى: تحديد عدد وصلات الخدمة الثابتة في بصمة الخدمة EESS:

- الخيار 1: قائم على الكثافة (4,2 وصلات/km<sup>2</sup>)
- الخيار 2: قائم على السكان (0,00035 وصلة/نسمة) (انظر المنهجية في الملحق 1)

## الجدول 12-A4

## عدد وصلات الخدمة الثابتة ضمن بصمة الخدمة EESS (المنفصلة)

| النمط GOMAS (ارتفاع منخفض) | النمط GOMAS (نظير) | النمط نظير | النمط TWICE | النمط ICI |                                      |
|----------------------------|--------------------|------------|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 890                        | 110                | 30         | 50          | 200       | مجال الرؤية الآني (km <sup>2</sup> ) |
| 3 738                      | 462                | 126        | 210         | 840       | قائم على الكثافة (عدد الوصلات)       |
| 1 903                      | 874                | 228        | 393         | 1 030     | قائم على السكان (عدد الوصلات)        |

الخطوة الثانية: النشر العشوائي لعدد وصلات الخدمة الثابتة على أساس المعلمات التالية المختارة عشوائياً:

- السم (0 إلى 360°)
  - الارتفاع (بناءً على حالات التوزيع أعلاه من 1 إلى 5)
  - القدرة e.i.r.p. (30 إلى 67 dBm/GHz)
  - كسب الهوائي (24 إلى 50 dBi)
- الخطوة الثالثة: في كل حالة، ينبغي تشغيل 1 000 عملية نشر عشوائية مختلفة لتحديد توزيع الحد الأقصى من القدرة e.i.r.p. في اتجاه جهاز استشعار الخدمة EESS (المنفصلة).

### 3.6.A4 الحد الأقصى للقدرة e.i.r.p. في الخدمة FS في اتجاه سواتل الخدمة EESS (المنفصلة)

تقدم الأقسام التالية الحد الأقصى للقدرة e.i.r.p. في الخدمة FS عند الأرض باتجاه سواتل الخدمة EESS (المنفصلة) (معبراً عنها بالوحدة dBm/200 MHz).

#### أ) مصدر وحيد

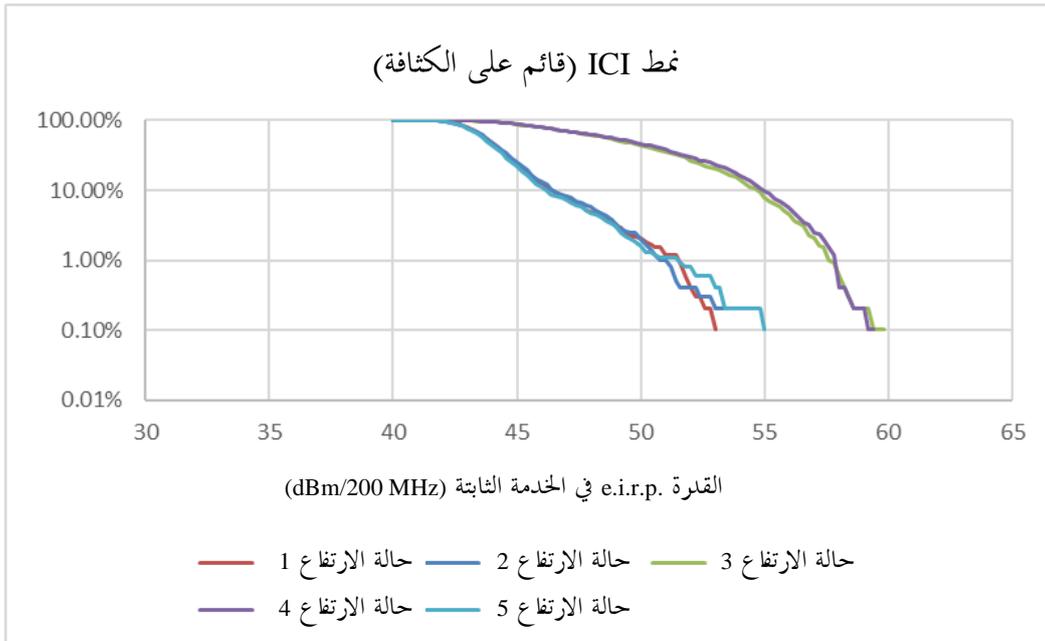
تُحدد القدرة e.i.r.p. القصوى للخدمة الثابتة بقيمة 67 dBm/GHz. ولذلك، وعلى أساس الوحدة dBm/200 MHz، تكون القدرة e.i.r.p. القصوى وحيدة المصدر للخدمة الثابتة على الأرض في اتجاه سواتل الخدمة EESS (المنفصلة):

$$\text{Max e.i.r.p.} = 67 + 10 \times \log(200/1\ 000) = 60 \text{ dBm/200 MHz}$$

#### ب) حالة تجميعية لجهاز استشعار من نمط ICI

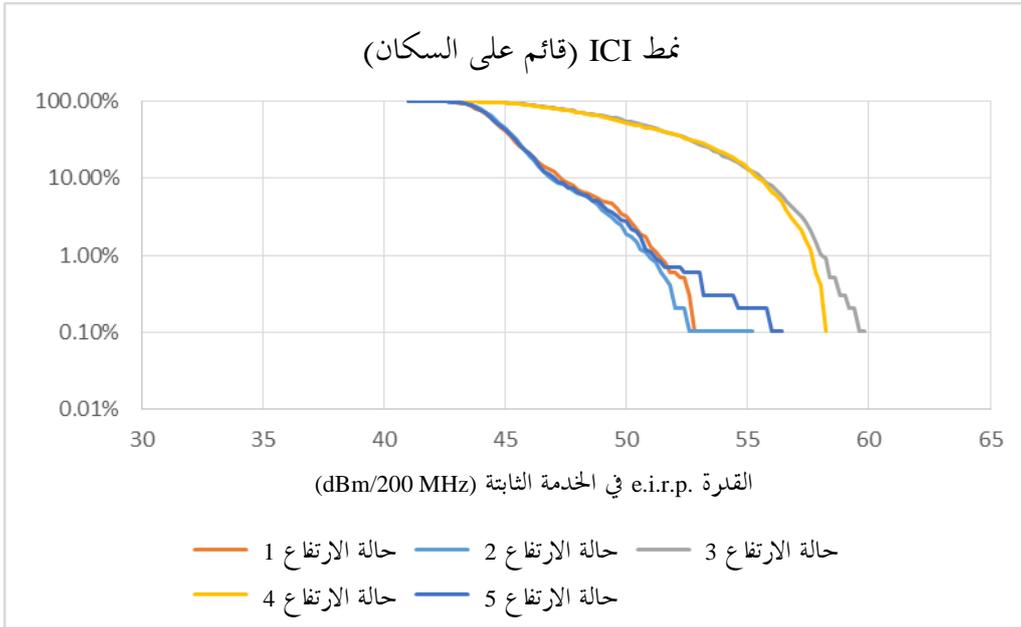
الشكل 30-A4

القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة في الأرض لجهاز استشعار من نمط ICI (قائم على الكثافة)



## الشكل 31-A4

القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة في الأرض لجهاز استشعار من نمط ICI (قائم على السكان)



القدرة e.i.r.p. التجميعية القصوى من الشكلين أعلاه = 59,8 dBm/200 MHz.

(ج) حالة تجميعية لجهاز استشعار من نمط TWICE

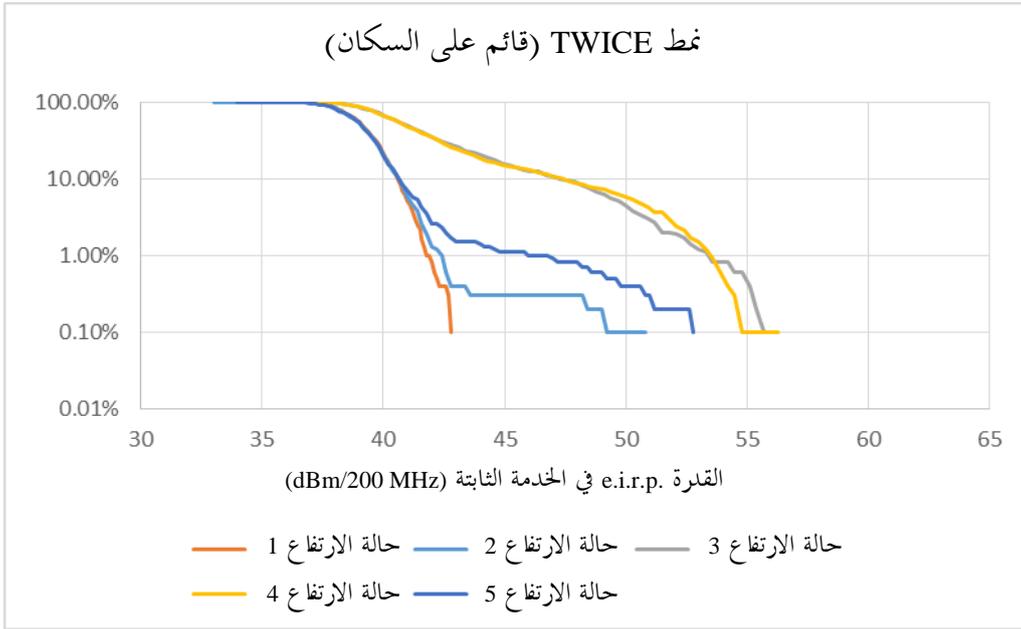
## الشكل 32-A4

القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة في الأرض لجهاز استشعار من نمط TWICE (قائم على الكثافة)



الشكل 33-A4

القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة في الأرض لجهاز استشعار من نمط TWICE (قائم على السكان)

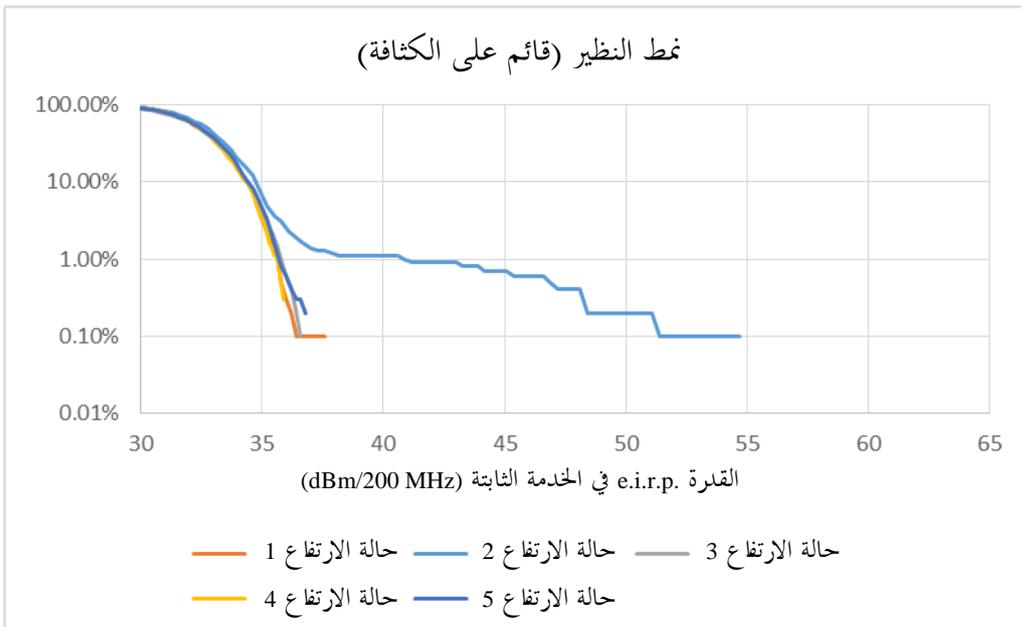


القدرة e.i.r.p. التجميعية القصوى من الشكلين أعلاه = 56,3 dBm/200 MHz.

( د ) حالة تجميعية لجهاز استشعار من نمط النظير

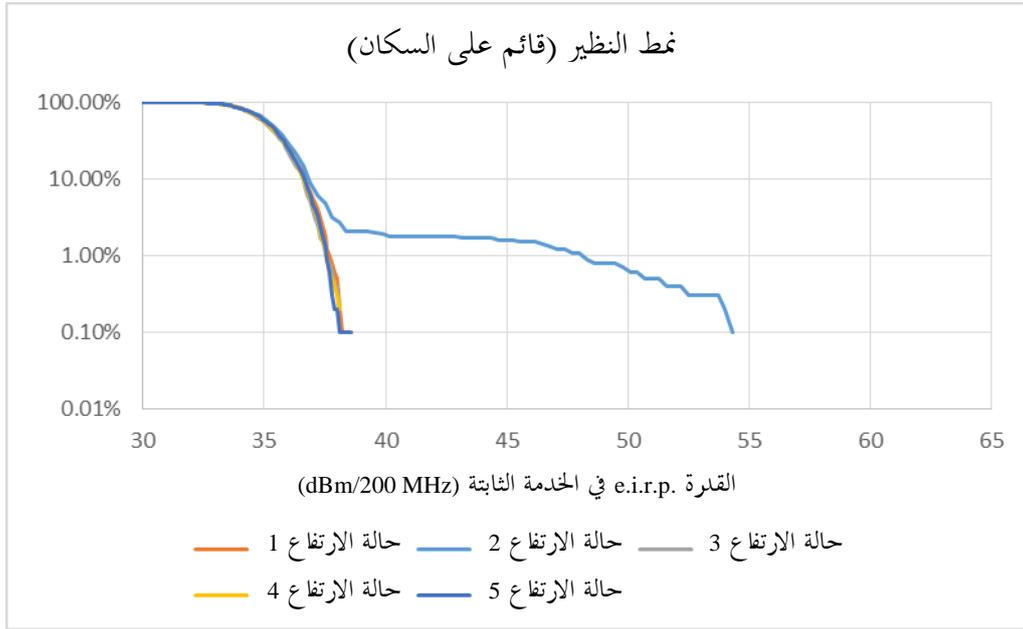
الشكل 34-A4

القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة في الأرض لجهاز استشعار من نمط النظير (قائم على الكثافة)



## الشكل 35-A4

القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة في الأرض لجهاز استشعار من نمط النظير (قائم على السكان)

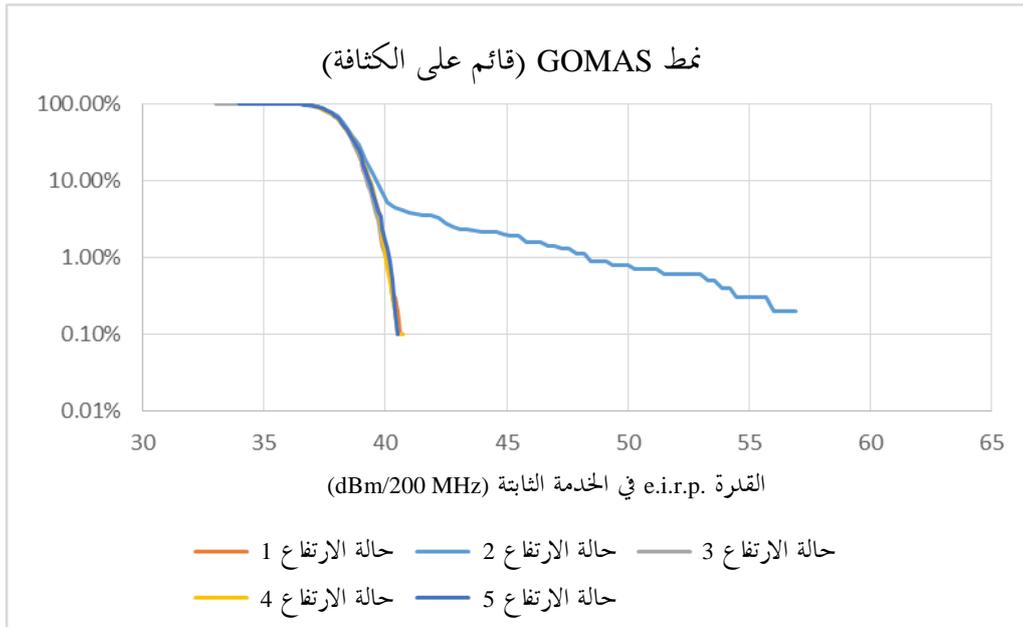


القدرة e.i.r.p. التجميعية القصوى من الشكلين أعلاه = 38,6 dBm/200 MHz (دون مراعاة الذروة من الحالة 2)

( هـ ) حالة تجميعية لجهاز استشعار من نمط GOMAS (النظير)

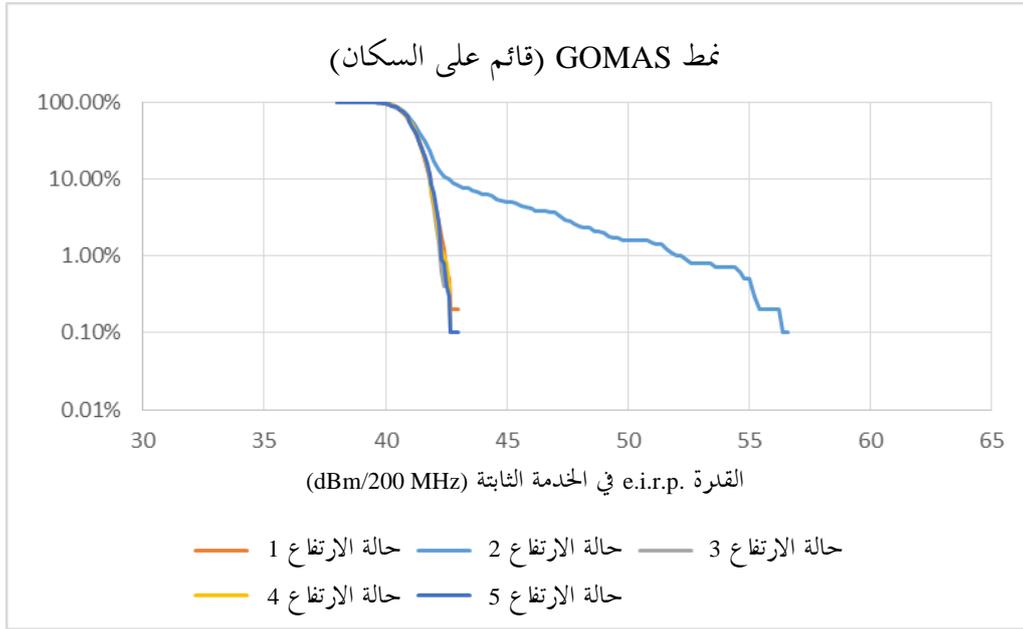
## الشكل 36-A4

القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة في الأرض لجهاز استشعار من نمط GOMAS (قائم على الكثافة)



الشكل 37-A4

القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة في الأرض لجهاز استشعار من نمط GOMAS (قائم على السكان)

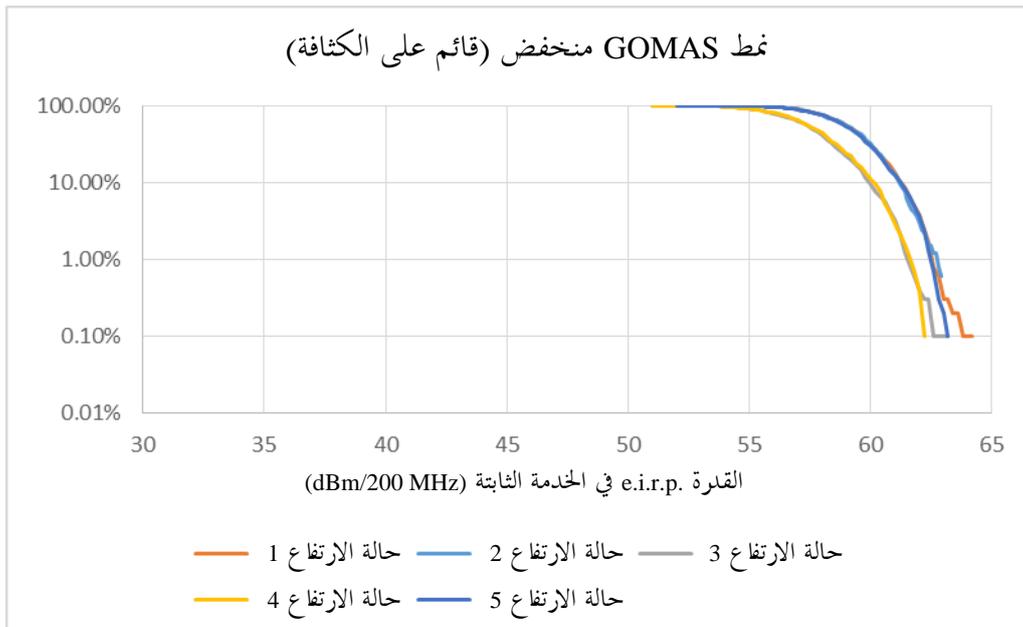


القدرة e.i.r.p. التجميعية القصوى من الشكلين أعلاه = 43 dBm/200 MHz (دون مراعاة الذروة من الحالة 2)

(و) حالة تجميعية لجهاز استشعار من نمط GOMAS (منخفض)

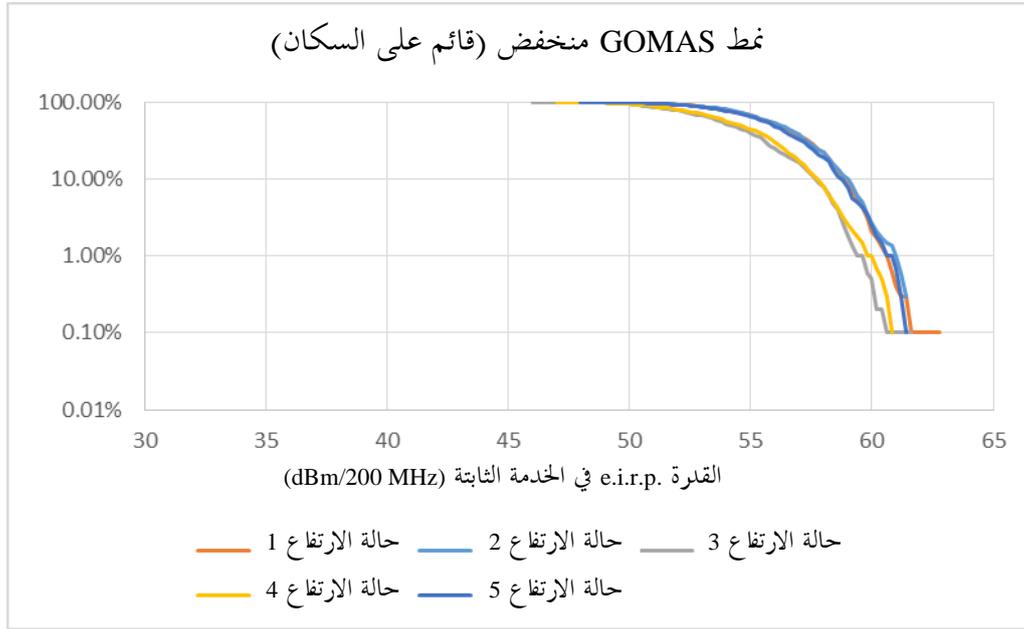
الشكل 38-A4

القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة في الأرض لجهاز استشعار (منخفض) من نمط GOMAS (قائم على الكثافة)



## الشكل 39-A4

القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة في الأرض لجهاز استشعار (منخفض) من نمط GOMAS (قائم على السكان)



القدرة e.i.r.p. التجميعية القصوى من الشكلين أعلاه = 64,2 dBm/200 MHz.

## 4.6.A4 دراسات التقاسم مع نظام الخدمة EESS (المنفصلة) المحدد (ICI)

يوفر الجدول 13-A4 الحد الأقصى من القدرة e.i.r.p. عند الأرض في اتجاه سواتل الخدمة EESS (المنفصلة) (معبّر عنه بالوحدة dBm/200 MHz) لضمان حماية جهاز استشعار من نمط ICI في النطاق 313-356 GHz. وقد جرى حساب خسائر الغلاف الجوي وفقاً للنموذج الوارد في التوصية ITU-R P.676. ويعزى الاختلاف في التوهين الجوي بين القنوات المختلفة الموصوف أدناه إلى التباين في جانبية بخار الماء إزاء التردد.

## الجدول 13-A4

## الحد الأقصى من التداخل عند الأرض لنظام ICI

| ICI-6L | ICI-5L | ICI-4L | ICI-3L | ICI-2L | ICI-1L | نظام الخدمة EESS                               |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| 334,65 | 327,45 | 326,65 | 323,65 | 321,65 | 315,65 | التردد (GHz)                                   |
| مخروطي | مخروطي | مخروطي | مخروطي | مخروطي | مخروطي | نمط جهاز الاستشعار                             |
| 817    | 817    | 817    | 817    | 817    | 817    | ارتفاع المدار (km)                             |
| 53,0   | 53,0   | 53,0   | 53,0   | 53,0   | 53,0   | زاوية النظر (°)                                |
| 1 563  | 1 563  | 1 563  | 1 563  | 1 563  | 1 563  | مسافة المسير المائل (km)                       |
| 206,8  | 206,6  | 206,6  | 206,5  | 206,5  | 206,3  | خسائر الفضاء الحر (dB)                         |
| 25,7   | 25,7   | 25,7   | 25,7   | 25,7   | 25,7   | الارتفاع عند الأرض (°)                         |
| 28,1   | 65,2   | 92,5   | 90,3   | 48,4   | 22,4   | خسائر الغلاف الجوي (dB)                        |
| 55     | 55     | 55     | 55     | 55     | 55     | كسب الهوائي (dBi)                              |
| 158-   | 158-   | 158-   | 158-   | 158-   | 158-   | معايير الحماية (dBW/200 MHz)                   |
| 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | 3      | التحصيل (dB)                                   |
| 48,9   | 85,8   | 113,1  | 110,8  | 68,9   | 42,7   | الحد الأقصى من التداخل عند الأرض (dBW/200 MHz) |

وفقاً للتحليل الوارد في الفقرة 3.6.A4 أعلاه، من المتوقع أن يكون الحد الأقصى من القدرة e.i.r.p. في الخدمة الثابتة كما يلي:

$$(1) \text{ مصدر وحيد} = 60 \text{ dBm/200 MHz}$$

$$(2) \text{ تجميعي} = 59,8 \text{ dBm/200 MHz}$$

#### استنتاجات من أجل النمط ICI في النطاق GHz 356-313

تبين النتائج الواردة أعلاه أن نشر الخدمة الثابتة لن يكون متوافقاً مع تشغيل النمط ICI فيما يتعلق بالقناتين 1 و6. وعلى العكس من ذلك، تبين أنه يمكن ضمان التوافق مع القنوات من 2 إلى 5.

#### 5.6.A4 تحليل عمومي في جميع نطاقات الخدمة EESS (المنفصلة)

يُفترض، بالنسبة لكل نطاق تردد، أن يكون الفرق في خسائر الفضاء الحر عند الترددات الأخفض والأعلى مهماً. ومن ثم يقتصر إجراء التحليلات على التردد المركزي لكل نطاق تردد في الخدمة EESS (المنفصلة).

وعلى هذا الأساس، يُقترح أن يكون الحساب، لكل نطاق ولجميع أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة) العمومية الخمسة، الحد الأقصى الصافي للتداخل على الأرض دون النظر في توهين الغلاف الجوي.

ومن ثم، فإن مقارنة هذه السوية الصافية بالقدرة القصوى للخدمة الثابتة على الأرض (مصدر وحيد وتجميعي) المحسوبة في القسم 4 أعلاه تسمح بتحديد السوية الدنيا المطلوبة للتوهين في الغلاف الجوي (عند الارتفاع المقابل) لضمان حماية أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة).

ويمكن بعد ذلك استخدام هذه السوية لتحديد التوهين الأدنى المكافئ للتوهين السمتي في الغلاف الجوي للمقارنة مع السويات المتعلقة بكل من نطاقات التردد المحددة وفقاً للتوصية ITU-R P.676.

#### أ) نطاق التردد GHz 306-296

يوفر الجدول 14-A4 الحد الأدنى من التوهين السمتي في الغلاف الجوي المطلوب لضمان حماية جميع أنواع أجهزة الاستشعار في النطاق GHz 306-296.

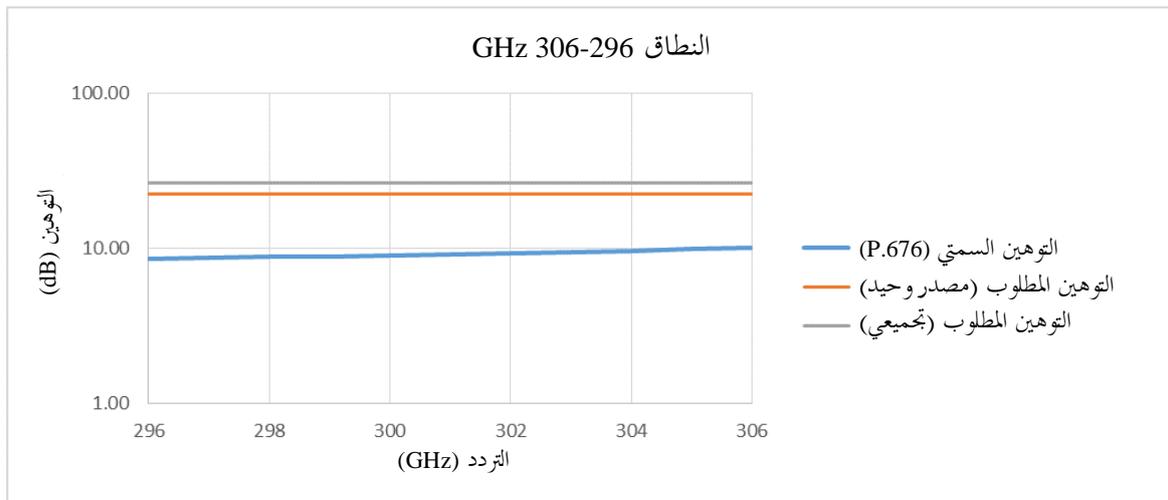
## الجدول 14-A4

## الحد الأدنى من التوهين السمّي في الغلاف الجوي (296-306 GHz)

| النظام EESS                                      | النمط ICI | النمط TWICE | النمط النظيري | النمط GOMAS | النمط GOMAS | التردد المركزي |
|--|-----------|-------------|---------------|-------------|-------------|----------------|
|  | 301       | 301         | 301           | 301         | 301         | GHz            |
| ارتفاع المدار                                    | 817       | 400         | 817           | 35 684      | 35 684      | km             |
| زاوية النظر                                      | 53,0      | 53,0        | 0,0           | 0,0         | 8,5         | °              |
| مسافة المسير المائل                              | 1 563     | 706         | 817           | 35 684      | 40 197      | km             |
| خسائر الفضاء الحر                                | 205,9     | 199,0       | 200,3         | 233,1       | 234,1       | dB             |
| الارتفاع على الأرض                               | 25,7      | 31,9        | 90,0          | 90,0        | 12,7        | °              |
| خسائر الغلاف الجوي                               |           |             |               |             |             | dB             |
| كسب الهوائي                                      | 55        | 48          | 55            | 79          | 79          | dB             |
| معايير الحماية                                   | 160-      | 160-        | 160-          | 160-        | 160-        | dBW/200 MHz    |
| التخصيص  | 3         | 3           | 3             | 3           | 3           | dB             |
| سوية التداخل القصوى على الأرض                    | 17,9      | 18,0        | 12,3          | 21,1        | 22,1        | dBm/200 MHz    |
| قدرة FS القصوى على الأرض (مصدر وحيد)             | 60,0      | 60,0        | 60,0          | 60,0        | 60,0        | dBW/200 MHz    |
| قدرة FS القصوى على الأرض (تجميعي)                | 59,8      | 56,3        | 38,6          | 43,0        | 64,2        | dBm/200 MHz    |
| التوهين الجوي المطلوب (مصدر وحيد)                | 42,1      | 42,0        | 47,7          | 38,9        | 37,9        | dB             |
| التوهين الجوي المطلوب (تجميعي)                   | 41,9      | 38,3        | 26,3          | 21,9        | 42,1        | dB             |
| التوهين الجوي السمّي المكافئ المطلوب (مصدر وحيد) | 18,3      | 22,2        |               |             | 8,3         | dB             |
| التوهين الجوي السمّي المكافئ المطلوب (تجميعي)    | 18,2      | 20,3        | 26,3          | 21,9        | 9,2         | dB             |

## الشكل 40-A4

## مقارنة بين التوهين المطلوب والتوهين بموجب التوصية ITU-R P.676 (296-306 GHz)



يوضح هذا الشكل أن التوهين الجوي في النطاق GHz 306-296 لا يكفي لضمان حماية الخدمة EESS (المنفصلة).

لذلك لا يمكن استخدام النطاق GHz 306-296 للخدمة الثابتة دون شروط محددة.

(ب) نطاق التردد 313-356 GHz

يوفر الجدول 15-A4 الحد الأدنى من التوهين الجوي السمتي المطلوب لضمان حماية جميع أنواع أجهزة الاستشعار في النطاق 313-356 GHz.

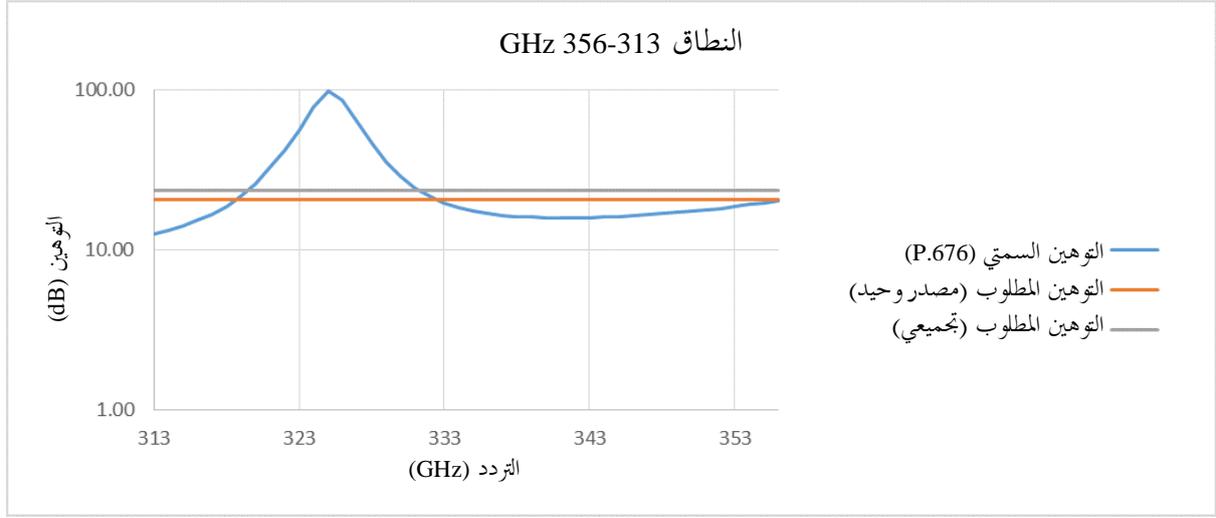
الجدول 15-A4

الحد الأدنى من التوهين الجوي السمتي (313-356 GHz)

|               | النظير GOMAS | النمط GOMAS | النمط النظيري | النمط TWICE | النمط ICI |             | النظام EESS                                      |
|---------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-----------|-------------|--|
|               | 334,5        | 334,5       | 334,5         | 334,5       | 334,5     | GHz         | التردد المركزي                                   |
|               | 35 684       | 35 684      | 817           | 400         | 817       | km          | ارتفاع المدار                                    |
|               | 8,5          | 0,0         | 0,0           | 53,0        | 53,0      | °           | زاوية النظير                                     |
|               | 40 197       | 35 684      | 817           | 706         | 1 563     | km          | مسافة المسير المائل                              |
|               | 235,0        | 234,0       | 201,2         | 199,9       | 206,8     | dB          | خسائر الفضاء الحر                                |
|               | 12,7         | 90,0        | 90,0          | 31,9        | 25,7      | °           | الارتفاع على الأرض                               |
|               |              |             |               |             |           | dB          | خسائر الغلاف الجوي                               |
|               | 79           | 79          | 55            | 48          | 55        | dBi         | كسب الهوائي                                      |
|               | 158-         | 158-        | 158-          | 158-        | 158-      | dBW/200 MHz | معايير الحماية                                   |
|               | 3            | 3           | 3             | 3           | 3         | dB          | التحصيل  |
|               | 25,0         | 24,0        | 15,2          | 20,9        | 20,8      | dBm/200 MHz | سوية التداخل القصوى على الأرض                    |
|               | 60,0         | 60,0        | 60,0          | 60,0        | 60,0      | dBW/200 MHz | قدرة FS القصوى على الأرض (مصدر وحيد)             |
|               | 64,2         | 43,0        | 38,6          | 56,3        | 59,8      | dBm/200 MHz | قدرة FS القصوى على الأرض (تجميعي)                |
|               | 35,0         | 36,0        | 44,8          | 39,1        | 39,2      | dB          | التوهين الجوي المطلوب (مصدر وحيد)                |
| القيمة القصوى | 39,2         | 15,0        | 23,4          | 35,4        | 39,0      | dB          | التوهين الجوي المطلوب (تجميعي)                   |
| 20,7          | 7,7          |             |               | 20,7        | 17,0      | dB          | التوهين الجوي السمتي المكافئ المطلوب (مصدر وحيد) |
| 23,4          | 8,6          | 19,0        | 23,4          | 18,7        | 16,9      | dB          | التوهين الجوي السمتي المكافئ المطلوب (تجميعي)    |

## الشكل 41-A4

مقارنة بين التوهين المطلوب والتوهين بموجب التوصية ITU-R P.676 (313-356 GHz)



يوضح هذا الشكل أن التوهين الجوي في معظم النطاق GHz 356-313 لا يكفي لضمان حماية الخدمة EESS (المنفصلة). ومع ذلك، يمكن استخدام النطاق GHz 331-320 (عرض 11 GHz) لتطبيقات الخدمة الثابتة.

## (ج) نطاق التردد GHz 365-361

يوفر الجدول 16-A4 الحد الأدنى من التوهين الجوي السمتي المطلوب لضمان حماية جميع أنواع أجهزة الاستشعار في النطاق GHz 365-361.

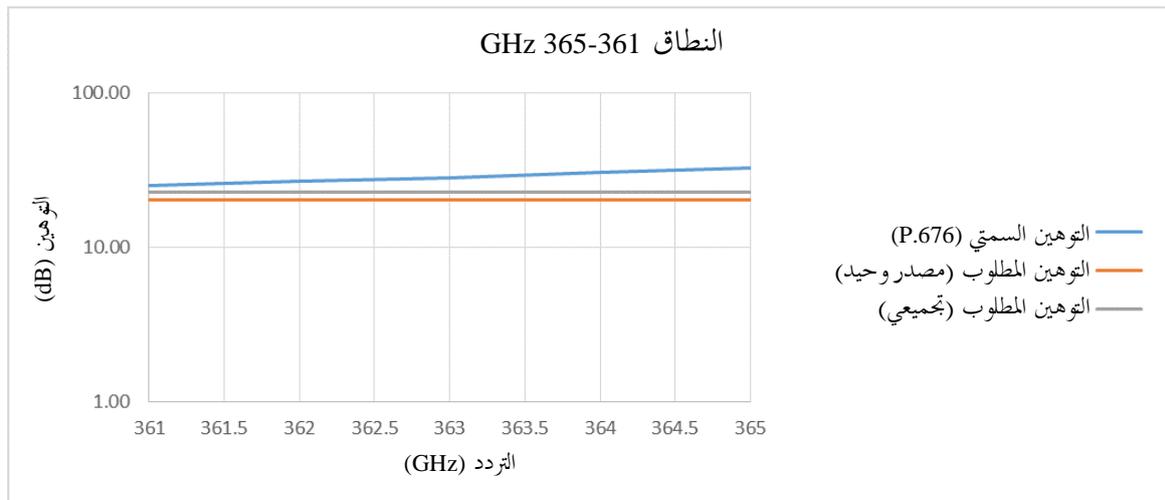
الجدول 16-A4

الحد الأدنى من التوهين الجوي السمتي (361-365 GHz)

| النظام EESS                                      | النمط ICI | النمط TWICE | النمط النظيري | النمط GOMAS | النظير GOMAS |             |
|--|-----------|-------------|---------------|-------------|--------------|-------------|
| التردد المركزي                                   | 363       | 363         | 363           | 363         | 363          | GHz         |
| ارتفاع المدار                                    | 817       | 400         | 817           | 35 684      | 35 684       | km          |
| زاوية النظير                                     | 53,0      | 53,0        | 0,0           | 0,0         | 8,5          | °           |
| مسافة المسير المائل                              | 1 563     | 706         | 817           | 35 684      | 40 197       | km          |
| خسائر الفضاء الحر                                | 207,5     | 200,6       | 201,9         | 234,7       | 235,7        | dB          |
| الارتفاع على الأرض                               | 25,7      | 31,9        | 90,0          | 90,0        | 12,7         | °           |
| خسائر الغلاف الجوي                               |           |             |               |             |              | dB          |
| كسب الهوائي                                      | 55        | 48          | 55            | 79          | 79           | dB          |
| معايير الحماية                                   | 158-      | 158-        | 158-          | 158-        | 158-         | dBW/200 MHz |
| التخصيص  | 3         | 3           | 3             | 3           | 3            | dB          |
| سوية التداخل القصوى على الأرض                    | 21,5      | 21,6        | 15,9          | 24,7        | 25,7         | dBm/200 MHz |
| قدرة FS القصوى على الأرض (مصدر وحيد)             | 60,0      | 60,0        | 60,0          | 60,0        | 60,0         | dBW/200 MHz |
| قدرة FS القصوى على الأرض (تجميعي)                | 59,8      | 56,3        | 38,6          | 43,0        | 64,2         | dBm/200 MHz |
| التوهين الجوي المطلوب (مصدر وحيد)                | 38,5      | 38,4        | 44,1          | 35,3        | 34,3         | dB          |
| التوهين الجوي المطلوب (تجميعي)                   | 38,3      | 34,7        | 22,7          | 18,3        | 38,5         | dB          |
| التوهين الجوي السمتي المكافئ المطلوب (مصدر وحيد) | 16,7      | 20,3        |               |             | 7,5          | dB          |
| التوهين الجوي السمتي المكافئ المطلوب (تجميعي)    | 16,6      | 18,3        | 22,7          | 18,3        | 8,4          | dB          |

الشكل 42-A4

مقارنة بين التوهين المطلوب والتوهين بموجب التوصية ITU-R P.676 (361-365 GHz)



يوضح هذا الشكل أن التوهين الجوي في النطاق 365-361 GHz يكفي لضمان حماية الخدمة EESS (المنفصلة).

ويمكن استخدام النطاق 365-361 GHz لتطبيقات الخدمة الثابتة.

## د نطاق التردد 392-369 GHz

يوفر الجدول 17-A4 الحد الأدنى من التوهين الجوي السمتي المطلوب لضمان حماية جميع أنواع أجهزة الاستشعار في النطاق 392-369 GHz.

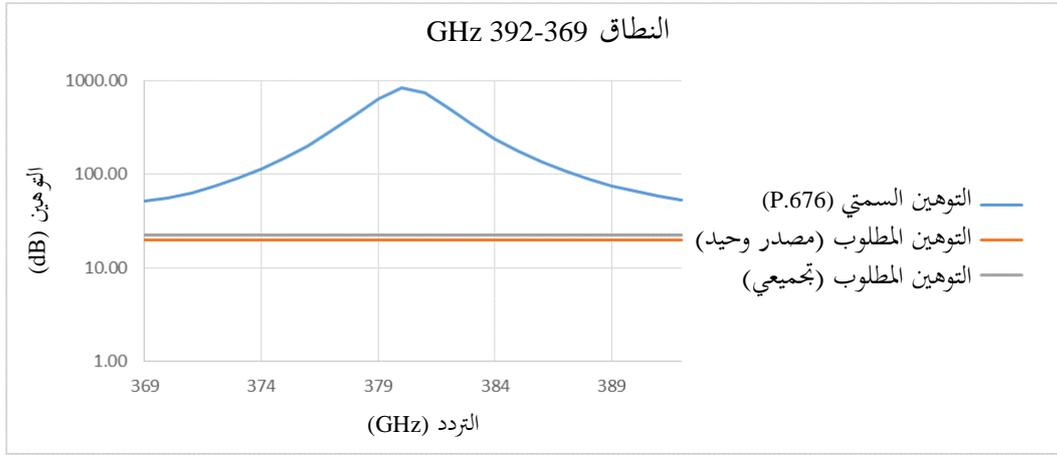
## الجدول 17-A4

## الحد الأدنى من التوهين الجوي السمتي (392-369 GHz)

|               | النظير GOMAS | النمط GOMAS | النمط النظيري | النمط TWICE | النمط ICI |                 | النظام EESS                                      |
|---------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-----------|-----------------|--|
|               | 380,5        | 380,5       | 380,5         | 380,5       | 380,5     | GHz             | التردد المركزي                                   |
|               | 35 684       | 35 684      | 817           | 400         | 817       | km              | ارتفاع المدار                                    |
|               | 8,5          | 0,0         | 0,0           | 53,0        | 53,0      | °               | زاوية النظير                                     |
|               | 40 197       | 35 684      | 817           | 706         | 1 563     | km              | مسافة المسير المائل                              |
|               | 236,1        | 235,1       | 202,3         | 201,0       | 207,9     | dB              | خسائر الفضاء الحر                                |
|               | 12,7         | 90,0        | 90,0          | 31,9        | 25,7      | °               | الارتفاع على الأرض                               |
|               |              |             |               |             |           | dB              | خسائر الغلاف الجوي                               |
|               | 79           | 79          | 55            | 48          | 55        | dB <sub>i</sub> | كسب الهوائي                                      |
|               | 158-         | 158-        | 158-          | 158-        | 158-      | dBW/200<br>MHz  | معايير الحماية                                   |
|               | 3            | 3           | 3             | 3           | 3         | dB              | التحصيل  |
|               | 26,1         | 25,1        | 16,3          | 22,0        | 21,9      | dBm/200<br>MHz  | سوية التداخل القصوى على الأرض                    |
|               | 60,0         | 60,0        | 60,0          | 60,0        | 60,0      | dBW/200<br>MHz  | قدرة FS القصوى على الأرض (مصدر وحيد)             |
|               | 64,2         | 43,0        | 38,6          | 56,3        | 59,8      | dBm/200<br>MHz  | قدرة FS القصوى على الأرض (تجميعي)                |
|               | 33,9         | 34,9        | 43,7          | 38,0        | 38,1      | dB              | التوهين الجوي المطلوب (مصدر وحيد)                |
| القيمة القصوى | 38,1         | 17,9        | 22,3          | 34,3        | 37,9      | dB              | التوهين الجوي المطلوب (تجميعي)                   |
| 20,1          | 7,4          |             |               | 20,1        | 16,5      | dB              | التوهين الجوي السمتي المكافئ المطلوب (مصدر وحيد) |
| 22,3          | 8,3          | 17,9        | 22,3          | 18,1        | 16,4      | dB              | التوهين الجوي السمتي المكافئ المطلوب (تجميعي)    |

الشكل 43-A4

مقارنة بين التوهين المطلوب والتوهين بموجب التوصية ITU-R P.676 (392-369 GHz)



يوضح هذا الشكل أن التوهين الجوي في النطاق 392-369 GHz يكفي لضمان حماية الخدمة EESS (المنفصلة). ويمكن استخدام النطاق 392-369 GHz لتطبيقات الخدمة الثابتة.

هـ نطاق التردد 399-397 GHz

يوفر الجدول 18-A4 الحد الأدنى من التوهين الجوي السمتي المطلوب لضمان حماية جميع أنواع أجهزة الاستشعار في النطاق 399-397 GHz.

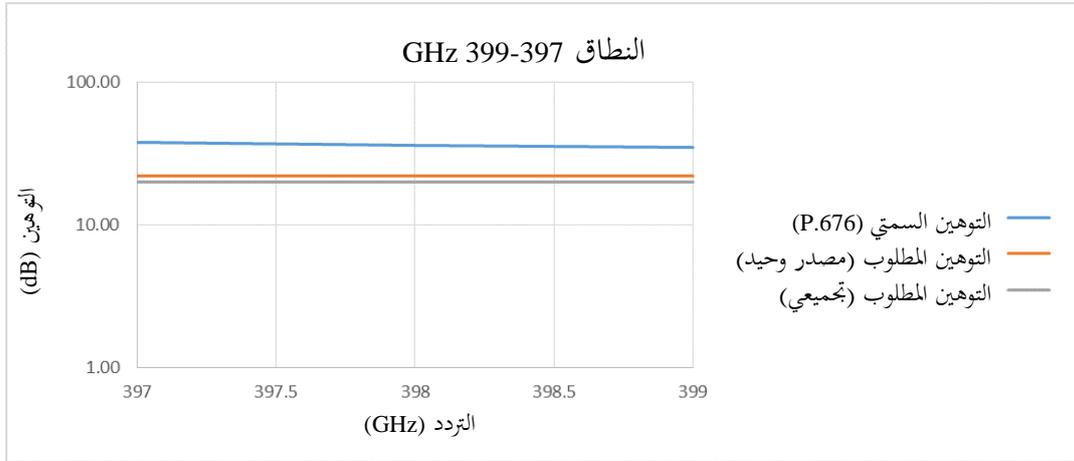
الجدول 18-A4

الحد الأدنى من التوهين الجوي السمتي (399-392 GHz)

|               | النظرية GOMAS | النمط GOMAS | النمط النظيري | النمط TWICE | النمط ICI |                 | النظام EESS                                      |
|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-----------|-----------------|--|
|               | 398           | 398         | 398           | 398         | 398       | GHz             | التردد المركزي                                   |
|               | 35 684        | 35 684      | 817           | 400         | 817       | km              | ارتفاع المدار                                    |
|               | 8,5           | 0,0         | 0,0           | 53,0        | 53,0      | °               | زاوية النظر                                      |
|               | 40 197        | 35 684      | 817           | 706         | 1 563     | km              | مسافة المسير المائل                              |
|               | 236,5         | 235,5       | 202,7         | 201,4       | 208,3     | dB              | خسائر الفضاء الحر                                |
|               | 12,7          | 90,0        | 90,0          | 31,9        | 25,7      | °               | الارتفاع على الأرض                               |
|               |               |             |               |             |           | dB              | خسائر الغلاف الجوي                               |
|               | 79            | 79          | 55            | 48          | 55        | dB <sub>i</sub> | كسب الهوائي                                      |
|               | 158-          | 158-        | 158-          | 158-        | 158-      | dBW/200 MHz     | معايير الحماية                                   |
|               | 3             | 3           | 3             | 3           | 3         | dB              | التخصيص  |
|               | 26,5          | 25,5        | 16,7          | 22,4        | 22,3      | dBm/200 MHz     | سوية التداخل القصوى على الأرض                    |
|               | 60,0          | 60,0        | 60,0          | 60,0        | 60,0      | dBW/200 MHz     | قدرة FS القصوى على الأرض (مصدر وحيد)             |
|               | 64,2          | 43,0        | 38,6          | 56,3        | 59,8      | dBm/200 MHz     | قدرة FS القصوى على الأرض (تجميعي)                |
|               | 33,5          | 34,5        | 43,3          | 37,6        | 37,7      | dB              | التوهين الجوي المطلوب (مصدر وحيد)                |
| القيمة القصوى | 37,7          | 17,5        | 21,9          | 33,9        | 37,5      | dB              | التوهين الجوي المطلوب (تجميعي)                   |
| 19,9          | 7,3           |             |               | 19,9        | 16,3      | dB              | التوهين الجوي السمتي المكافئ المطلوب (مصدر وحيد) |
| 21,9          | 8,3           | 17,5        | 21,9          | 17,9        | 16,3      | dB              | التوهين الجوي السمتي المكافئ المطلوب (تجميعي)    |

## الشكل 44-A4

مقارنة بين التوهين المطلوب والتوهين بموجب التوصية ITU-R P.676 (397-399 GHz)



يوضح هذا الشكل أن التوهين الجوي في النطاق 397-399 GHz يكفي لضمان حماية الخدمة EESS (المنفصلة). ويمكن استخدام النطاق 397-399 GHz لتطبيقات الخدمة الثابتة.

## ( و ) نطاق التردد 434-416 GHz

يوفر الجدول 19-A4 الحد الأدنى من التوهين الجوي السمّي المطلوب لضمان حماية جميع أنواع أجهزة الاستشعار في النطاق 434-416 GHz.

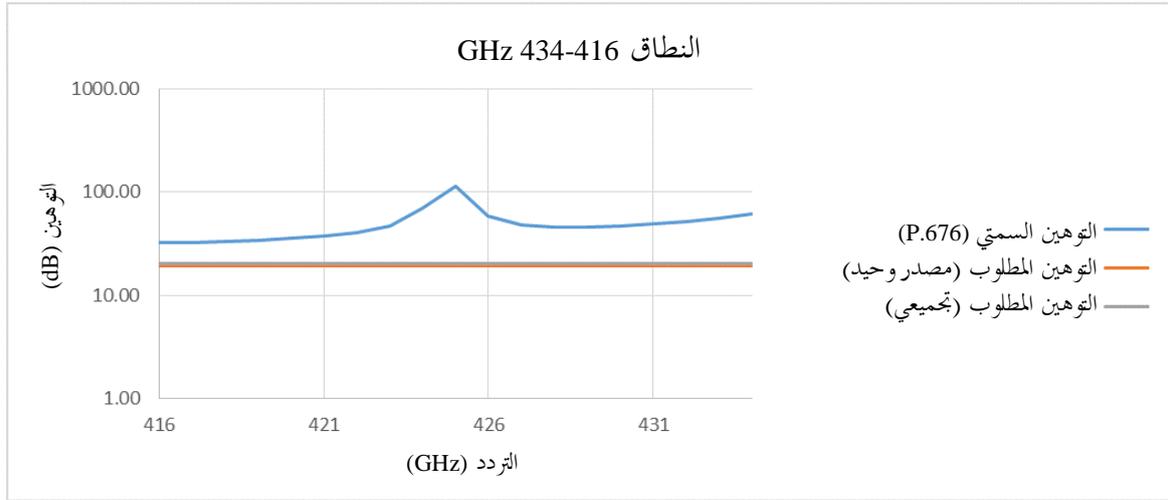
## الجدول 19-A4

## الحد الأدنى من التوهين الجوي السمّي (434-416 GHz)

| النظام EESS                                      | النمط ICI | النمط TWICE | النمط النظيري | النمط GOMAS | النمط النظيري GOMAS | التردد المركزي  |
|--|-----------|-------------|---------------|-------------|---------------------|-----------------|
|  | 425       | 425         | 425           | 425         | 425                 | GHz             |
| ارتفاع المدار                                    | 817       | 400         | 817           | 35 684      | 35 684              | km              |
| زاوية النظر                                      | 53,0      | 53,0        | 0,0           | 8,5         | 0,0                 | °               |
| مسافة المسير المائل                              | 1 563     | 706         | 817           | 40 197      | 35 684              | km              |
| خسائر الفضاء الحر                                | 208,9     | 202,0       | 203,3         | 237,1       | 236,1               | dB              |
| الارتفاع على الأرض                               | 25,7      | 31,9        | 90,0          | 12,7        | 90,0                | °               |
| خسائر الغلاف الجوي                               |           |             |               |             |                     | dB              |
| كسب الهوائي                                      | 55        | 48          | 55            | 79          | 79                  | dB <sub>i</sub> |
| معايير الحماية                                   | 157-      | 157-        | 157-          | 157-        | 157-                | dBW/200 MHz     |
| التخصيص  | 3         | 3           | 3             | 3           | 3                   | dB              |
| سوية التداخل القصوى على الأرض                    | 23,9      | 24,0        | 18,3          | 28,1        | 27,1                | dBm/200 MHz     |
| قدرة FS القصوى على الأرض (مصدر وحيد)             | 60,0      | 60,0        | 60,0          | 60,0        | 60,0                | dBW/200 MHz     |
| قدرة FS القصوى على الأرض (تجميعي)                | 59,8      | 56,3        | 38,6          | 64,2        | 43,0                | dBm/200 MHz     |
| التوهين الجوي المطلوب (مصدر وحيد)                | 36,1      | 36,0        | 41,7          | 31,9        | 32,9                | dB              |
| التوهين الجوي المطلوب (تجميعي)                   | 35,9      | 32,3        | 20,3          | 36,1        | 15,9                | dB              |
| التوهين الجوي السمّي المكافئ المطلوب (مصدر وحيد) | 15,7      | 19,0        |               | 7,0         |                     | dB              |
| التوهين الجوي السمّي المكافئ المطلوب (تجميعي)    | 15,6      | 17,1        | 20,3          | 7,9         | 15,9                | dB              |
| القيمة القصوى                                    |           |             |               |             |                     |                 |
|  |           |             |               |             |                     | 19,0            |
|  |           |             |               |             |                     | 20,3            |

الشكل 45-A4

مقارنة بين التوهين المطلوب والتوهين بموجب التوصية ITU-R P.676 (416-434 GHz)



يوضح هذا الشكل أن التوهين الجوي في النطاق 434-416 GHz يكفي لضمان حماية الخدمة EESS (المنفصلة). ويمكن استخدام النطاق 434-416 GHz لتطبيقات الخدمة الثابتة.

ز) نطاق التردد 439-467 GHz

يوفر الجدول 20-A4 الحد الأدنى من التوهين الجوي السمتي المطلوب لضمان حماية جميع أنواع أجهزة الاستشعار في النطاق 439-467 GHz.

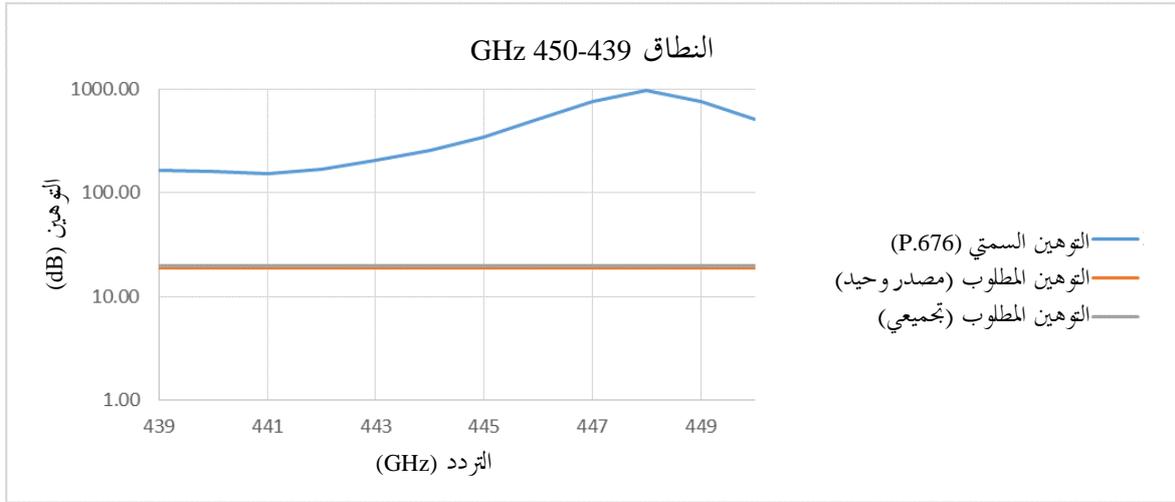
الجدول 20-A4

الحد الأدنى من التوهين الجوي السمتي (439-467 GHz)

|               | النظر GOMAS | النمط GOMAS | النمط النظيري | النمط TWICE | النمط ICI |             | EESS النظام                                      |
|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-----------|-------------|--|
|               | 453         | 453         | 453           | 453         | 453       | GHz         | التردد المركزي                                   |
|               | 35 684      | 35 684      | 817           | 400         | 817       | km          | ارتفاع المدار                                    |
|               | 8,5         | 0,0         | 0,0           | 53,0        | 53,0      | °           | زاوية النظر                                      |
|               | 40 197      | 35 684      | 817           | 706         | 1 563     | km          | مسافة المسير المائل                              |
|               | 237,6       | 236,6       | 203,8         | 202,5       | 209,4     | dB          | خسائر الفضاء الحر                                |
|               | 12,7        | 90,0        | 90,0          | 31,9        | 25,7      | °           | الارتفاع على الأرض                               |
|               |             |             |               |             |           | dB          | خسائر الغلاف الجوي                               |
|               | 79          | 79          | 55            | 48          | 55        | dBi         | كسب الهوائي                                      |
|               | 157-        | 157-        | 157-          | 157-        | 157-      | dBW/200 MHz | معايير الحماية                                   |
|               | 3           | 3           | 3             | 3           | 3         | dB          | التخصيص  |
|               | 28,6        | 27,6        | 18,8          | 24,5        | 24,4      | dBm/200 MHz | سوية التداخل القصوى على الأرض                    |
|               | 60,0        | 60,0        | 60,0          | 60,0        | 60,0      | dBW/200 MHz | قدرة FS القصوى على الأرض (مصدر وحيد)             |
|               | 64,2        | 43,0        | 38,6          | 56,3        | 59,8      | dBm/200 MHz | قدرة FS القصوى على الأرض (تجميعي)                |
|               | 31,4        | 32,4        | 41,2          | 35,5        | 35,6      | dB          | التوهين الجوي المطلوب (مصدر وحيد)                |
| القيمة القصوى | 35,6        | 15,4        | 15,8          | 31,8        | 35,4      | dB          | التوهين الجوي المطلوب (تجميعي)                   |
| 18,7          | 6,9         |             |               | 18,7        | 15,4      | dB          | التوهين الجوي السمتي المكافئ المطلوب (مصدر وحيد) |
| 19,8          | 7,8         | 15,4        | 19,8          | 16,8        | 15,3      | dB          | التوهين الجوي السمتي المكافئ المطلوب (تجميعي)    |

## الشكل 46-A4

مقارنة بين التوهين المطلوب والتوهين بموجب التوصية ITU-R P.676 (GHz 450-439)



يوضح هذا الشكل أن التوهين الجوي في النطاق GHz 450-439 يكفي لضمان حماية الخدمة EESS (المنفصلة). ويمكن استخدام النطاق GHz 450-439 لتطبيقات الخدمة الثابتة.

## 6.6.A4 ملخص الدراسة 5

لا يمكن، عموماً، إتاحة النطاقات التالية المحددة حالياً للخدمة EESS (المنفصلة) في الرقم 565.5 من لوائح الراديو للخدمة الثابتة:

- GHz 306-296
- GHz 320-313
- GHz 356-331

وفي الأجزاء المتبقية من المدى GHz 450-275، يمكن التفكير في الاستخدام للخدمة الثابتة.

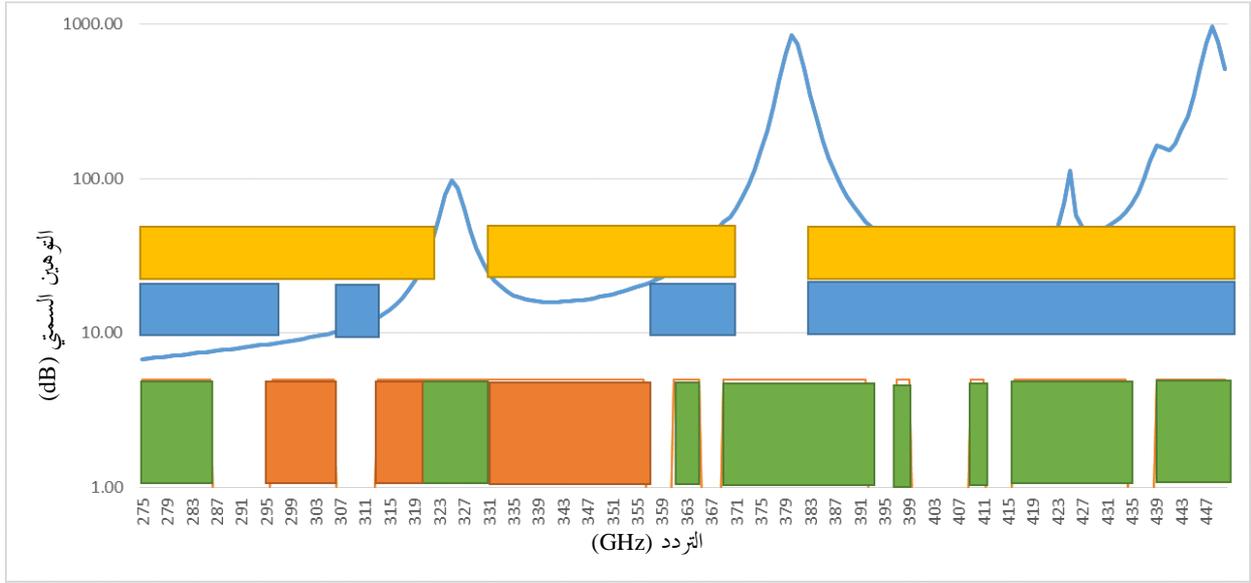
وبالنظر إلى النطاقات المحتملة التي تستهدف الخدمة الثابتة (GHz 320-275 و GHz 370-330 و GHz 445-380)، فإن النطاقات التالية ستكون متاحة لاستخدام الخدمة الثابتة:

- GHz 296-275 (عرض 21 GHz)، مما يسمح لكثافة طيف خدمة FS متواصلة بعرض 44 GHz إلى جانب النطاق GHz 275-252 الموزع أصلاً على الخدمة الثابتة؛
- GHz 313-306 (عرض 7 GHz)
- GHz 370-356 (عرض 14 GHz)
- GHz 445-380 (عرض 65 GHz)

وستكون هذه النطاقات كافية جداً لاستيعاب احتياجات الخدمة الثابتة من الطيف (50 GHz).

ويمكن تلخيص الحالة في الشكل 47-A4.

الشكل 47-A4



- نطاق EESS (المنفصلة) حيث التقاسم مع FS غير ممكن
- نطاق EESS (المنفصلة) حيث التقاسم مع FS ممكن
- نطاقات FS المستهدفة
- النطاقات التي يمكن من أجلها تحديد FS

7.6.A4 الملحق 1 للدراسة 5 - المنهجية المستخدمة لاشتقاق عدد وصلات الخدمة الثابتة على نشر قائم على السكان

1.7.6.A4 مجال الدراسة المحدد

جرى تحديد مجال الدراسة على النحو التالي:

- تتمحور حول مدينة باريس (فرنسا)؛
  - 340 km من الشرق إلى الغرب؛
  - 161 km من الجنوب إلى الشمال؛
  - مجموع المساحة 54 740 km<sup>2</sup>
- هذه المنطقة موصوفة في الشكل 48-A4 أدناه.

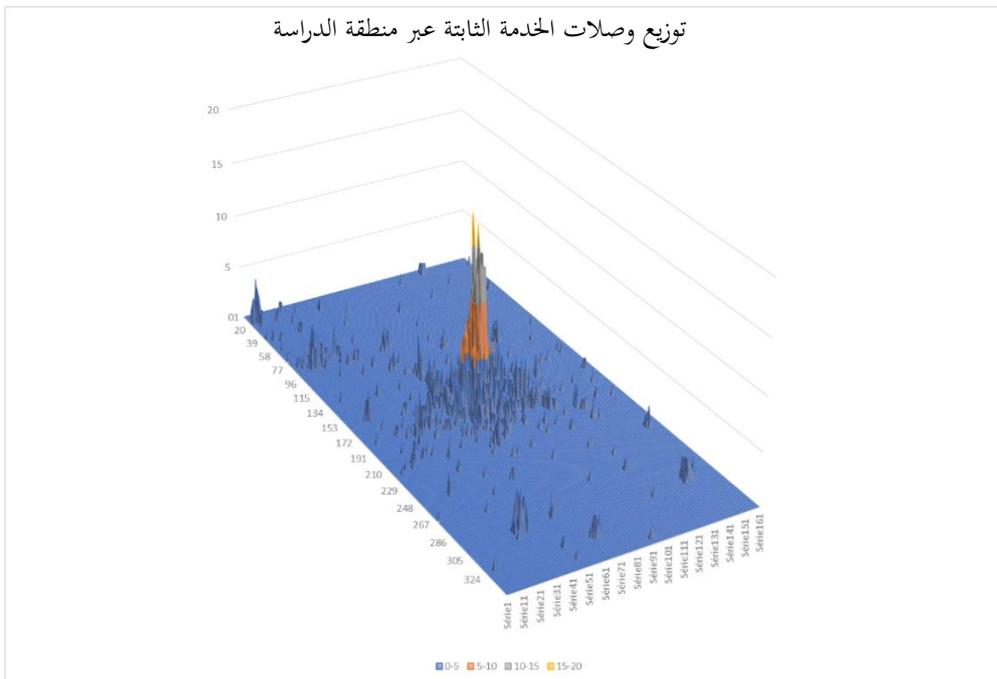
الشكل 48-A4



#### 2.7.6.A4 التوزيع المكاني لوصلات الخدمة الثابتة

في ضوء العناصر المذكورة أعلاه، جرى توزيع وصلات الخدمة الثابتة في منطقة الدراسة. ولكل كيلومتر مربع، يتحدد عدد وصلات الخدمة الثابتة بضرب عدد السكان بكثافة الخدمة الثابتة لكل نسمة (أي 0,000351)، حيث يتم تدوير الرقم النهائي إلى أقرب عدد صحيح. وفي المجموع، تم توزيع 4 415 وصلة خدمة ثابتة في منطقة الدراسة. ويوضح الشكل 49-A4 التوزيع المكاني لوصلات الخدمة الثابتة هذه في منطقة الدراسة.

الشكل 49-A4

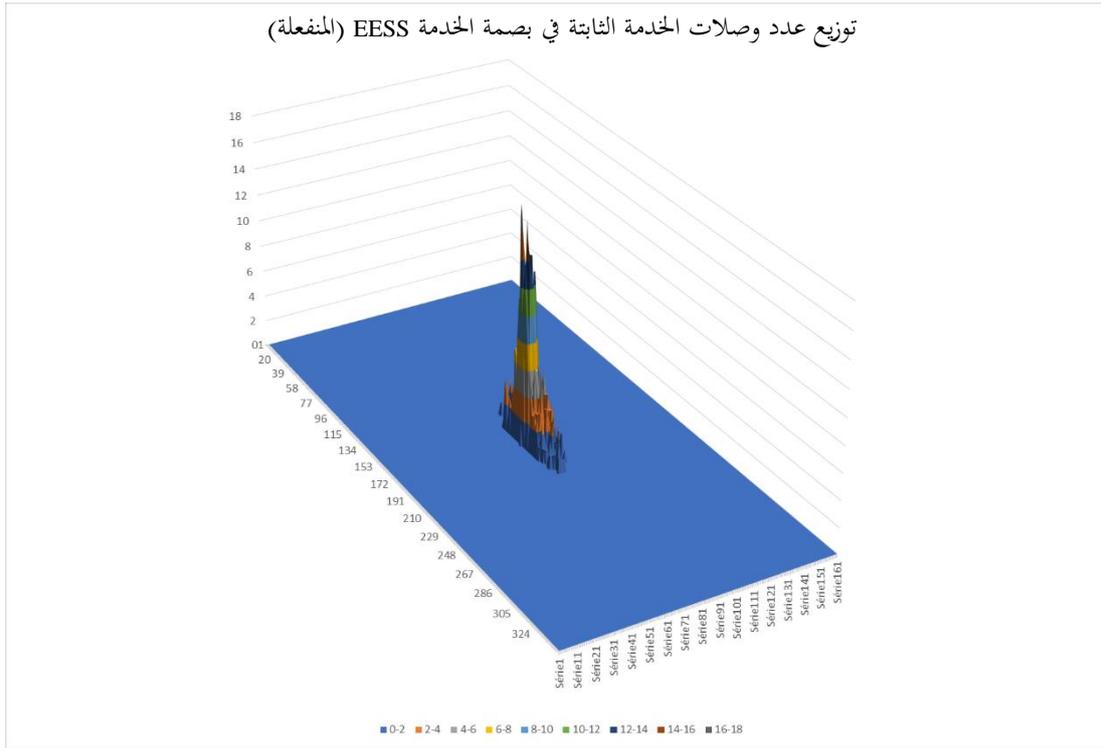


3.7.6.A4 توزيع وصلات الخدمة الثابتة في بصمة الخدمة EESS (المنفصلة)

يتم، لكل من أجهزة استشعار الخدمة EESS (المنفصلة)، تحديد عدد وصلات الخدمة الثابتة في البصمة وذلك بوضع البصمة في مركز منطقة الدراسة.

ويوضح الشكل 50-A4 التوزيع المكاني لوصلات الخدمة الثابتة في بصمة الخدمة EESS (المنفصلة)، على غرار نظام "GOMAS (منخفض)". وهو يؤدي إلى عدد قدره 1 903 من وصلات الخدمة الثابتة موزعة على بصمة الخدمة.

الشكل 50-A4



ويوفر الجدول 21-A4 عدد وصلات الخدمة الثابتة داخل بصمة كل نظام في الخدمة EESS (المنفصلة).

الجدول 21-A4

| النمط GOMAS (ارتفاع منخفض) | النمط GOMAS (نظيري) | النمط النظيري | النمط TWICE | النمط ICI |                                      |
|----------------------------|---------------------|---------------|-------------|-----------|--------------------------------------|
| 890                        | 110                 | 30            | 50          | 200       | بجاء الرؤية الآني (km <sup>2</sup> ) |
| 1 903                      | 874                 | 228           | 393         | 1 030     | قائم على السكان (عدد الوصلات)        |

## الملحق 5

## دراسات التقاسم بين تطبيقات الخدمة الثابتة وخدمة الفلك الراديوي

## 1.A5 مقدمة

يخلص التقرير ITU-R RA.2189-1، الذي يتناول التقاسم بين خدمة الفلك الراديوي والخدمات النشطة في مدى التردد 3 000-275 GHz، إلى أن التقاسم بين خدمة الفلك الراديوي والخدمات النشطة في مدى التردد هذا ممكن إذا ما أُخذت في الاعتبار خصائص الغلاف الجوي بدلالة الارتفاع فوق مستوى سطح البحر، وكذلك اتجاهية هوائي المرسل. ويشير التقرير إلى أن مواقع خدمة الفلك الراديوي تقع عادة على ارتفاعات عالية مع توهين في الغلاف الجوي أقل بكثير مما هو في مستوى سطح البحر، ويبرز أهمية تقييم كل حالة من حالات التقاسم على حدة. ومن شأن الإضاءة المباشرة لمواقع الفلك الراديوي من مرسلات قريبة من مستوى سطح البحر، إن أمكن ذلك من الناحية الهندسية، أن تنطوي على آثار امتصاص جوي أكبر بكثير، ومن ثم تخفيض متطلبات الفصل الجغرافي لقدرة مرسل معينة. ولم يأخذ هذا التقرير في الاعتبار بشكل منفصل تطبيقات الخدمات LMS وFS، ولكنه نظر فقط في سوية قدرة مرسل واحد من خدمة نشطة عامة. وقد يحتاج الأمر إلى دراسات تقاسم أكثر تفصيلاً، بما في ذلك الآثار التجميعية، إذا كان الأمر يشمل أعداداً كبيرة. ويقيم هذا الملحق جدوى التقاسم بين تطبيقات خدمة الفلك الراديوي (RAS) والخدمة الثابتة (FS) والخدمة المتنقلة البرية (LMS) في نطاقات التردد المحددة للخدمة RAS في الرقم 565.5 من لوائح الراديو بناءً على المعلومات المحددة الواردة في القسم 5 من هذا التقرير.

## 2.A5 الدراسة 1: التوافق بين عمليات الخدمتين RAS وFS في نطاق الطيف GHz 450-275

## 1.2.A5 الافتراضات والهندسيات

فيما يتعلق بالخدمة الثابتة (انظر التقرير ITU-R SM.2450، الجدول 7، الفقرة 1.2.5):

خرج الطاقة FS: 20-0 dBm

عرض لنطاق التردد FS: 24 GHz

مخطط هوائي FS: التوصية ITU-R F.699-7،  $D/\lambda > 100$ ، كسب الذروة 50 dBi

ذروة القدرة e.i.r.p. في الخدمة FS: 70-50 dBm

## الافتراضات المستخدمة بخصوص الانتشار

التوصية ITU-R P.676-11: جرى حساب التوهين الجوي الطيفي خطأً تلو الآخر (انظر الشكل 1-1.5).

واستخدمت الخصائص المقيسة في تلسكوب ALMA عند ارتفاع  $h = 4,8 \text{ km}$  لتعريف معاملات الدخل بموجب التوصية ITU-R P.676:  $T = 273 \text{ K}$ ؛  $p_{\text{Ha}} = 551$ ؛  $e(p_{\text{H}_2\text{O}}) = 1,14$ . واستخدم التوهين السمعي المقيس عند تردد 345 GHz، مع تحديد التوهين السمعي من توهين محدد في محيط معين عند ترددات دون 350 GHz (التوصية ITU-R P.676، البند 2.2)، لاشتقاق التوهين المحدد في المحيط (dB/km) في موقع ALMA كما هو موضح في الشكل 1-A5.

وأجري تعديل القياس بارتفاع  $h = 2,8 \text{ km}$  و  $h = 0 \text{ km}$  باستخدام الارتفاع القياسي في مقياس الهواء الجاف بمقدار 8,4 km وارتفاع مقياس H<sub>2</sub>O بمقدار 2 km، كما هو موضح في التوصية ITU-R P.676 للارتفاعات المنخفضة.

واستخدمت هندسيات خط البصر دون جلبة أو خسارة دخول المبنى.

معايير حماية الفلك الراديوي (انظر البند 3.5)

عتبات قدرة الدخول من الجدول 9، العمود 8 مع الاستكمال الداخلي الخطي في التردد. عرض نطاق التردد في الخدمة RAS: 8 GHz؛ تستقبل الخدمة RAS مجرد 1/3 قدرة الخدمة الثابتة. ملاحظة: تضبط معايير حماية الخدمة RAS عند كسب 0 dBi ولا تتوقف على الاتجاه أو مخطط الحزمة لهوائي الخدمة RAS.

اختيار الترددات

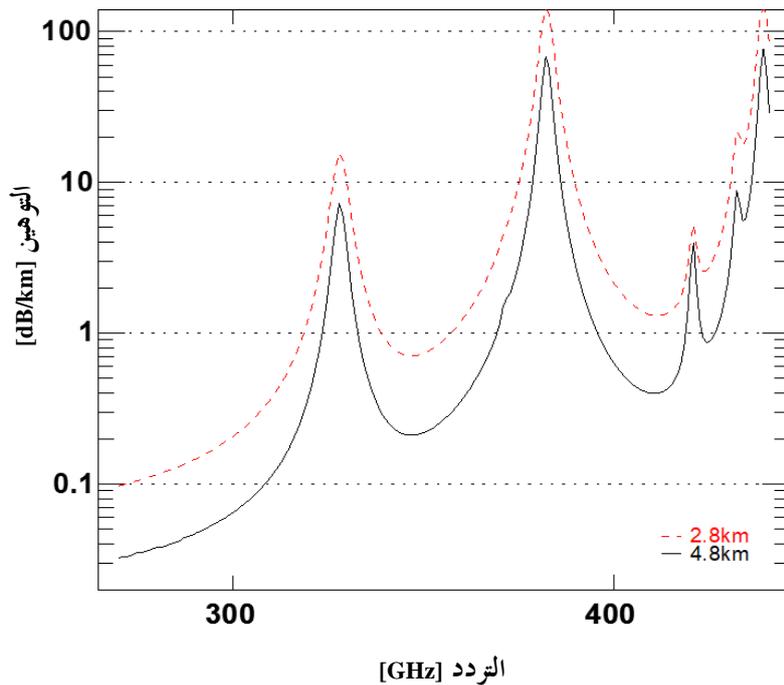
275 GHz، لتوضيح الشفافية العالية في الطرف الأخفض من النطاق. تنطبق الاعتبارات في هذا التردد كذلك على التوافق مع عمليات الخدمة RAS، في النطاقات المجاورة مباشرة دون 275 GHz (البند 7.2.7 في التقرير). 345 GHz، لأنها موضع اهتمام كبير للخدمة RAS، وهي التردد الباقي للانتقال J = 3-2 لأول أكسيد الكربون، CO. 412 GHz، لتوضيح استخدام تردد بالقرب من الطرف الأعلى من النطاق في نافذة غلاف جوي.

الهندسة:

أخذت هندستان في الاعتبار. وفي يسار الشكل 2-A5 (للهندسة) والشكل 3-A5 (لنتائج الانتشار)، تكون عمليات الخدمتين RAS و FS على نفس المستوي على أرض مستوية، وتكون حزمة الخدمة FS أفقية وزوايا السمات FS متفاوتة بالنسبة لهوائي الخدمة RAS. وبالنسبة لكل زاوية سمتية، تحسب المسافة الدنيا المتسقة مع معايير حماية الخدمة RAS، بالنظر إلى خسارة الانتشار وكسب هوائي الخدمة FS والتوهين المحدد بوحدة dB/km. وفي يمين الشكل 2-A5 والشكل 3-A5 تكون عمليات الخدمة RAS في الارتفاع h وعمليات الخدمة FS في الارتفاع 0. وتثبت حزمة الخدمة FS عند سمت تشغيل الخدمة RAS وتتحرك نحو الأعلى والأسفل. وعند كل فصل أفقي، تُحسب زاوية الارتفاع القصوى لهوائي الخدمة FS، بما يتسق مع معايير حماية الخدمة RAS. وعندما يتعذر التوافق، لا يرسم أي شيء في الشكل.

الشكل 1-A5

التوهين الجوي المحدد عند ارتفاعين



تم تحديد منحني الارتفاع بمقدار 4,8 km بحكم عتامة السمات المقيس عند تلسكوب ALMA في ذلك الارتفاع. وجرى تنسيب قياس منحني الارتفاع بمقدار 2,8 km من نتيجة تلسكوب ALMA باستخدام ارتفاعات مقياس الغلاف الجوي القياسية.

## 2.2.A5 النتائج

### 1.2.2.A5 التشغيل في نفس الارتفاع

تظهر النتائج على اليسار في الشكل 3-A5 للهندسة الموضحة في يسار الشكل 2-A5 حيث تعمل الخدمتين FS و RAS على نفس الارتفاع: إذ تكون مواقع ALMA والقطب الجنوبي واسعة بما فيه الكفاية لجعل ذلك ممكناً وليس هنالك من جلبة في هذه المواقع القاحلة. والحساب بسيط؛ التوهين النوعي (dB/km) ثابت على طول خط البصر الذي يفصل بين تشغيل الخدمتين RAS و FS وفي كل زاوية حزمة سمت في الخدمة الثابتة، يتكرر محلل جذر لمعرفة المسافة التي يتم عندها الوفاء بمعايير التوافق، بالنظر إلى مخطط الحزمة ذي الصلة في التوصية ITU-R F.699.

وعندما يتم توجيه حزمة الخدمة FS نحو عملية RAS، تكون مسافات الفصل الكبيرة مطلوبة في جميع الحالات. وتكون المسافات الفاصلة أقل من 10 km ممكنة عندما يتم توجيه حزمة الخدمة FS بأكثر من حوالي 10° - 40° بعيداً عن عملية RAS.

ويوضح الشكل 4-A54 أثر تغيير قدرة الدخل في هوائي الخدمة FS. وعندما يتم توجيه حزمة الخدمة FS بالقرب من عملية RAS، تكون مسافات الفصل كبيرة، ويهيمن التوهين الجوي على خسارة المسير وتنخفض مسافة الفصل المطلوبة ببطء بتخفيض القدرة.

### 2.2.2.A5 عملية التشغيل عالي الارتفاع للخدمة RAS فقط

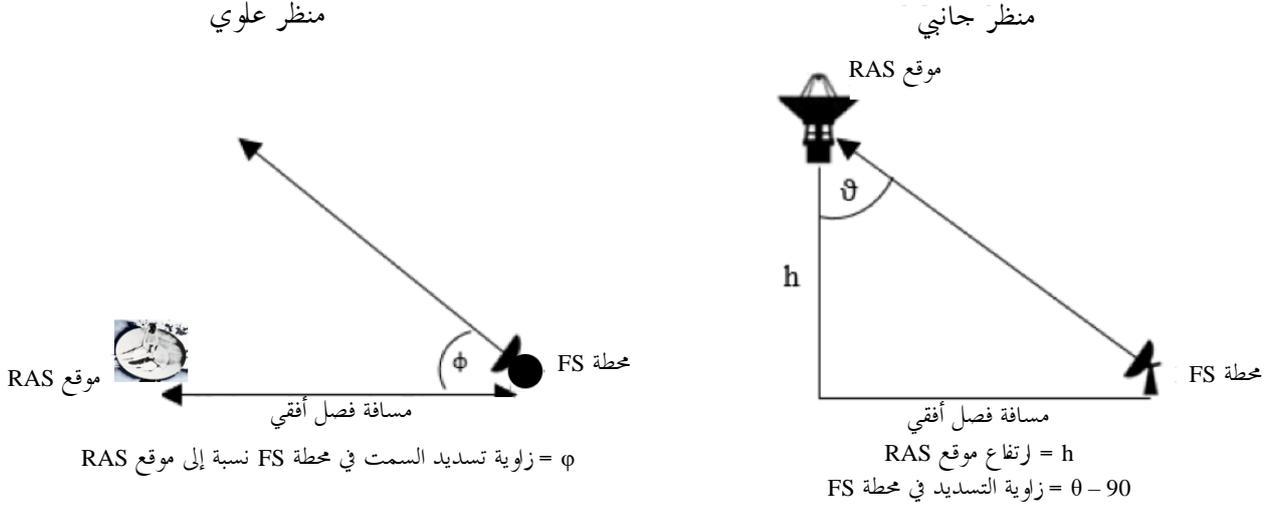
تظهر النتائج على اليمين في الشكل 3-A5 للهندسة الموضحة في يمين الشكل 2-A5. وفي هذا الترتيب، يكون التلسكوب الراديوي على ارتفاع  $h = 2,8$  أو  $h = 4,8$  km وتشغيل الخدمة FS على ارتفاع  $h = 0$ . ويتم توجيه حزمة الخدمة FS نحو السمات عند عملية RAS ويسمح بتفاوت ارتفاع حزمة الخدمة FS إلى قيمة حد أقصى تحدد عددياً وتظهر في المحور الرأسي على اليمين في الشكل 3-A5. ويتم حساب التوهين من خلال التكامل العددي على طول المسير المائل بين عمليتي FS و RAS، باستخدام ارتفاعات المقياس القياسية للجفاف ومكونات بخار الماء للغلاف الجوي الواردة في التوصية ITU-R P.676.

ولدى زيادة مسافة الفصل الأفقي، هنالك منافسة عند مواجهة الآثار المجتمعة لزيادة خسائر الانتشار في الفضاء الحر والتوهين في الغلاف الجوي نظراً لأن عملية RAS تبدو أقرب إلى خط تسديد حزمة خدمة FS موجهة أفقياً.

وتتم حماية عمليات RAS على ارتفاع عالٍ من عمليات الخدمة FS عند ارتفاع صفر عند تردد 412 GHz: عمليات FS و RAS متوافقة في جميع الفواصل الأفقية وارتفاعات حزمة الخدمة FS. وعند تردد 275 GHz، تكون عمليات FS و RAS متوافقة فقط عندما يتجاوز الفصل الأفقي 60 km. وفي التردد الوسيط، تتطلب عملية الخدمة FS مسافة فصل أكبر قليلاً من 1 m من أجل الارتفاع الأدنى لتشغيل الخدمة RAS عند ارتفاع  $h = 2,8$  km.

الشكل 2-A5

تفسير الهندسيات المستخدمة في الشكل 3-A5

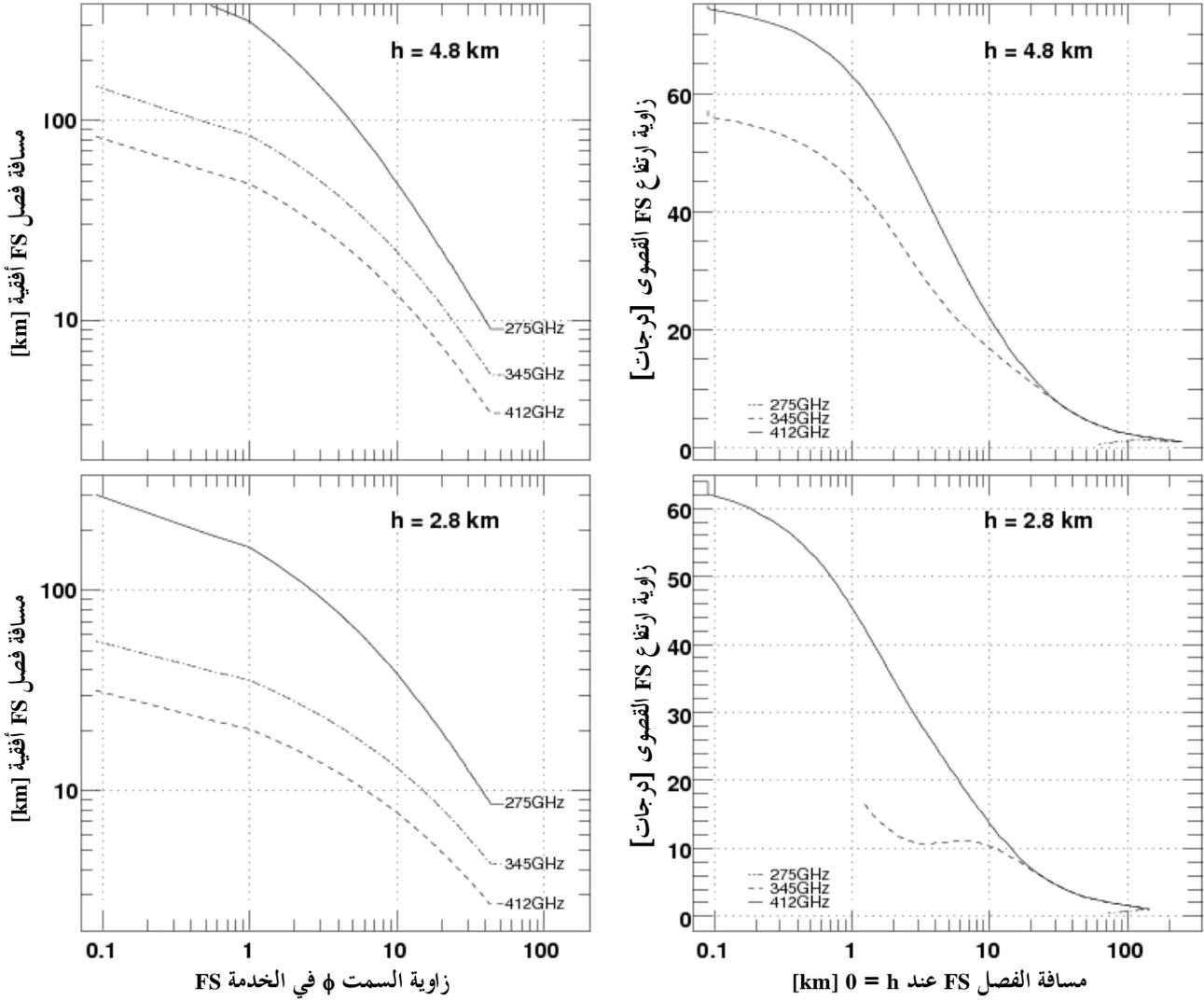


اليسار: منظر علوي، للهندسة المستخدمة في يسار الشكل 3-A5. وتقع عمليات الخدمتين RAS و FS على نفس الارتفاع الجغرافي، وتكون حزمة الخدمة FS أفقية وموجهة بزاوية السميت  $\phi$  فيما يتعلق بالتلسكوب الراديوي.

اليمن: منظر جانبي لهندسة سفح الجبل المستخدمة في يمين الشكل 3-A5. وتكون عمليات الخدمة RAS في الارتفاع  $h$ ، وتكون عمليات الخدمة FS عند  $h = 0$ ، ويكون توجيه حزمة الخدمة FS نحو عملية الخدمة RAS في السميت، ويُرى التلسكوب بزاوية خط تسديد  $90 - \theta$  عندما تكون حزمة الخدمة الثابتة أفقية.

## الشكل 3-A5

## نتائج الحسابات للهندسيات المبينة في الشكل 2-A5

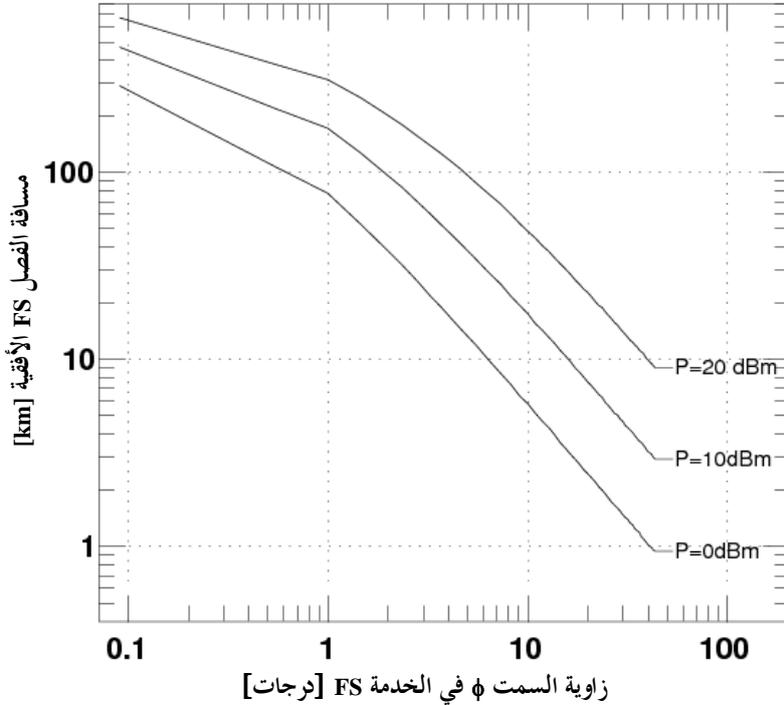


اليسار: بالنسبة للهندسة الموضحة في يسار الشكل 2-A5 حيث يكون تشغيل الخدمتين FS و RAS في نفس الارتفاع وتظل حزمة الخدمة FS أفقية بينما تكون متغيرة في السميت. وتظهر مسافة الفصل المطلوبة كدالة لزاوية السميت في الخدمة FS فيما يتعلق بهوائي الخدمة RAS. وتظهر النتائج عند ارتفاع 4,8 km في الأعلى والارتفاع 2,8 km في الأسفل، وفي كلتا الحالتين للترددات 275 و 345 و 412 GHz.

اليمين: بالنسبة للهندسة الموضحة في يمين الشكل 2-A5 حيث يكون تشغيل الخدمة FS على ارتفاع جغرافي 0 وتشغيل الخدمة RAS عند ارتفاع  $h = 4,8$  km (أعلى) أو  $h = 2,8$  km (أسفل) وزاوية السميت في هوائي FS هي 0 فيما يتعلق بتشغيل الخدمة RAS. ويظهر الحد الأقصى المسموح به لزاوية ارتفاع حزمة الخدمة FS عند كل فاصل أفقي: وعندما يتعذر التوافق، لا يرسم أي شيء. ويظهر التردد 275 الاستخدام الأكثر تقييداً. وعند ارتفاع  $h = 2,8$  km، ينبغي أن تقتصر زاوية ارتفاع FS على 10 درجات لفواصل خدمة FS أفقي أكبر من 11 km. ولكن عند ارتفاع  $h = 4,8$  km، يتراوح ارتفاع الزاوية من 45° (فاصل بمقدار 1 km) إلى حوالي 10° (فاصل بحوالي 20 km). ويظهر المزيد من نتائج الحسابات للهندسيات في الشكل 2-A5.

الشكل 4-A5

المزيد من نتائج حسابات الهندسيات الموضحة في الشكل 2-A5. يتكرر الحساب في أعلى اليسار في الشكل 3-A5 عند ارتفاع  $h = 4,8 \text{ km}$  وتردد  $f = 275 \text{ GHz}$  من أجل قدرة دخل FS بقيمة 0 و 10 و 20 dBm وذروة كسب هوائي FS بمقدار 50 dBi



ويتكرر الحساب في أعلى اليسار في الشكل 3-A5 عند ارتفاع  $h = 4,8 \text{ km}$  وتردد  $f = 275 \text{ GHz}$  من أجل قدرة دخل في الخدمة FS بقيمة 0 و 10 و 20 dBm وذروة كسب هوائي FS بمقدار 50 dBi.

### 3.2.A5 الخلاصة

لا يكفي التوهين الجوي المستقل عن خسائر الفضاء الحر في المدى 275-450 GHz لتحقيق التوافق بين عمليات FS و RAS في غياب الاعتبارات الأخرى.

وبالنسبة للعمليات في نفس الارتفاع الجغرافي، يجب توخي الحذر حتى لا تكون حزم الخدمة FS مسددة قريباً جداً من موقع RAS. ويتوقف مقدار زاوية التجنب على تفاصيل مخطط حزمة الخدمة FS الفعلي المستخدم في أي حالة، من بين متغيرات أخرى. وبالنسبة لعمليات RAS عالية الارتفاع في خط البصر المباشر لعمليات FS في ارتفاعات أخفض بكثير، يمكن توجيه حزم FS في السم نحو موقع RAS لجميع الترددات طالما كانت زاوية ارتفاع FS بمقدار 10 درجات أو أقل، وحتى 11 km أو عند فواصل أفقية كافية.

وتتطلب السيناريوهات التي تنطوي على تداخل كلي من عمليات نشر خدمة FS متعددة المصادر نمذجة مفصلة بناءً على تفاصيل كل حالة.

### 3.A5 الدراسة 2: تحليل التوافق بين الخدمتين FS و RAS في النطاق 275-325 GHz

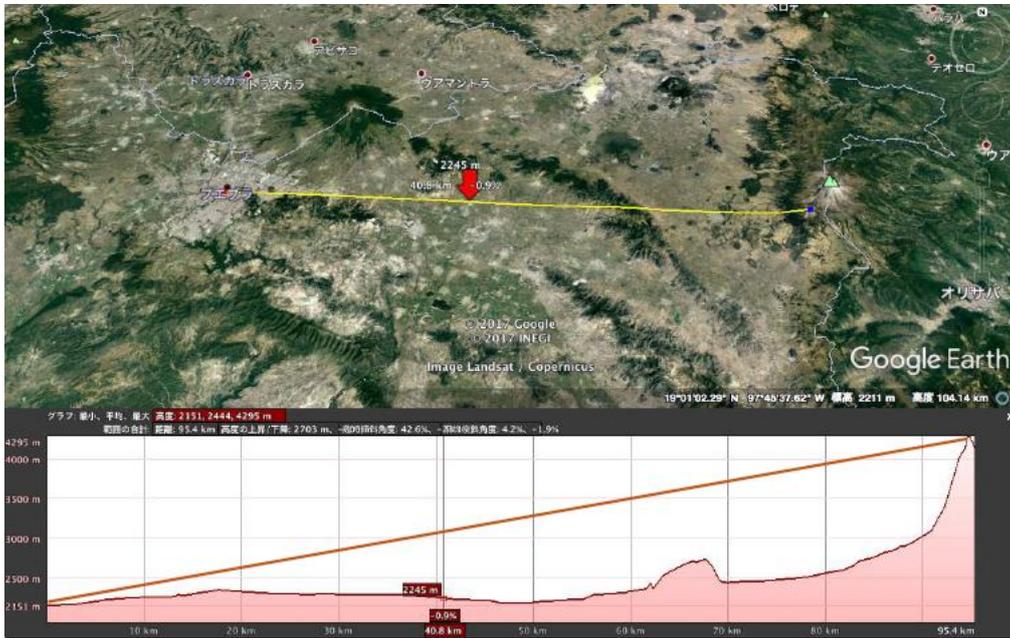
كما أشار التقرير ITU-R RA.2189، فإن أسوأ سيناريو للتداخل هو عندما تكون هوائيات الإرسال لمحطات الخدمة المتنقلة البرية (LMS) أو الخدمة الثابتة (FS) موجهة مباشرة نحو تلسكوب راديوي، حيث يكون كل من المرسل والتلسكوب على ارتفاع عالٍ. ولكن من المتوقع أن تكون قدرة خرج محطات الخدمة LMS وكسب الهوائي أقل بكثير مما هما في تطبيقات الخدمة FS. وفي هذا السياق، تركز دراسة التقاسم التالية على التداخل بين محطات FS خارج المباني وخدمة الفلك الراديوي.

## 1.3.A5 مواقع خدمة الفلك الراديوي

يلخص الجدول 11 مواقع خدمة الفلك الراديوي، التي تكون عموماً على قمم الجبال وفي المناطق المعزولة. فالمسافة، مثلاً، بين غرناطة (0,24 مليون نسمة) وبيكو دي فيليتا، وبين غرونوبل (0,15 مليون نسمة) وهضبة دي بور، وبين بوييلا (2,5 مليون نسمة) وسييرا نيغرا هي 20 km و 60 km و 90 km، على التوالي. وقد لا ينشر التوصيل الأمامي/الخلفي بمقدار 300 GHz في غرناطة وغرونوبل بسبب انخفاض عدد السكان. بينما قد ينشر التوصيل الأمامي/الخلفي بمقدار 300 GHz في المناطق الحضرية الكثيفة في بوييلا بسبب ارتفاع عدد السكان، لكن المدينتين الأخريين قد لا تنشران نظام 300 GHz بسبب نقص الحركة. ويوضح الشكل 5-A5 جانبية التضاريس بين بوييلا وتلسكوب المليتر الكبير في سييرا نيغرا. وهناك إمكانية مسير انتشار في خط البصر تبلغ مسافته حوالي 40 km.

## الشكل 5-A5

## جانبية التضاريس بين بوييلا وتلسكوب المليتر الكبير في سييرا نيغرا



## 2.3.A5 حماية محطات الخدمة RAS من محطات الخدمة FS العاملة في النطاق GHz 350-275

يوضح الشكل 6-A5 الحد الأدنى من مسافات الفصل بين محطة FS تبلغ قدرة الخرج فيها 20 dBm، وكسب الهوائي 50 dB، كما هو موضح في الجدول 7 وتلسكوب راديوي. ويستخدم أيضاً سيناريو مشابه "قريب من الحالة الأسوأ" للتداخل في خدمة الفلك الراديوي في التقرير ITU-R RA.2189-1 للحساب دون هطول الأمطار والتوهين الضبابي في الغلاف الجوي على السواء، ولكن بتغيير ارتفاع كل من هوائيات الخدمتين FS و RAS من 0 إلى 4 000 m لتقييم المسافة الفاصلة. وتحسب المسافة الفاصلة الدنيا من المعادلة (1).

$$(1) \quad P_R = P_T + G_T + G_R - P_L - P_{clutter} - A \geq SH$$

حيث:

$P_R$ : القدرة المستقبلية في موقع التلسكوب الراديوي

$P_T$ : قدرة المرسل FS المبينة في الجدول 2

$G_T$ : كسب الهوائي FS المبين في الجدول 2

$G_R$ : كسب هوائي التلسكوب الراديوي في اتجاه المرسل، الذي يفترض أن يكون 0 dBi وفقاً للتوصية ITU-R RA.769

$P_L$ : خسارة الفضاء الحر وفقاً للتوصية ITU-R P.525

$P_{clutter}$ : خسارة الجلبة كما تبدو في الشكل 3-A2

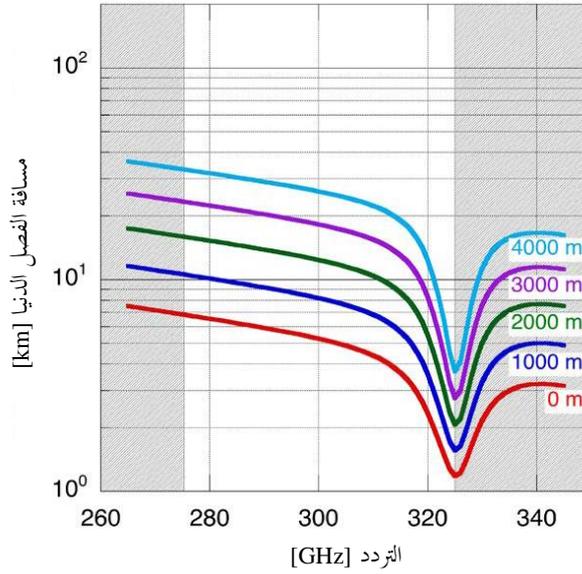
$A$ : التوهين الجوي وفقاً للتوصية ITU-R P.676

$SH$ : سوية عتبة التداخل الضار لرصدات الفلك الراديوي في الجدول 9.

وتشير نتائج الحساب بوضوح إلى أنه يمكن تحقيق مسافة الفصل دون 45 km، وهي أقصر من المسافة بين بوييلا وسييرا نيغرا وحتى بين غرونوبل وهضبة دي بور، إذا أضيفت في الحساب الخسارة المقدرة للجلبة الموضحة في الملحق 2. ولكن من المفضل استخدام التوزيع الكامل لخسارة الجلبة لتقدير مسافة الفصل. وبما أن سويات التداخل الضار في رصدات الفلك الراديوي عند 265 GHz و305 GHz محددة فقط في الجدول 9، فإن السويات بين 265 GHz و345 GHz مستكملة داخلياً باستخدام التقريب الخطي، كما هو مبين في الجدول 1-A5. ولا بد من الإشارة إلى أن حجب التضاريس وانحراف اتجاه هوائي الخدمة FS من اتجاه التسديد إلى محطة RAS، وكذلك تغيير الارتفاع من 3 000 m إلى 0 m من محطة FS قد يزيد من تخفيض مسافة الفصل. ويوضح الشكل 7-A5 مسافة الفصل دون خسارة الجلبة.

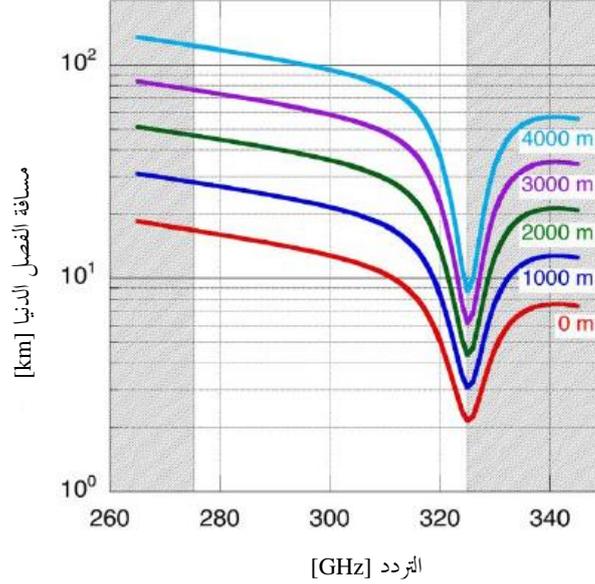
#### الشكل 6-A5

مسافة الفصل الدنيا، بما في ذلك الخسارة المقدرة للجلبة بين محطة FS وتلسكوب راديوي، التي لا تتجاوز عتبات تداخل خدمة الفلك الراديوي الواردة في الجدول 1-A5



## الشكل 7-A5

مسافة الفصل الدنيا، دون خسارة الجلبة بين محطة FS وتلسكوب راديوي، التي لا تتجاوز عتبات تداخل خدمة الفلك الراديوي الواردة في الجدول 1-A5



## الجدول 1-A5

الاستكمال الداخلي لسويات عتبة التداخل المحسوبة من الجدول 9

| التردد (GHz) | $S_H$ (dB(W/(m <sup>2</sup> · Hz))) | التردد (GHz) | $S_H$ (dB(W/(m <sup>2</sup> · Hz))) | التردد (GHz) | $S_H$ (dB(W/(m <sup>2</sup> · Hz))) |
|--------------|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|
| 265          | 195,4- <sup>(1)</sup>               | 295          | 194,05-                             | 325          | 192,7-                              |
| 270          | 195,175-                            | 300          | 193,825-                            | 330          | 192,475-                            |
| 275          | 194,95-                             | 305          | 193,6-                              | 335          | 192,25-                             |
| 280          | 194,725-                            | 310          | 193,375-                            | 340          | 192,025-                            |
| 285          | 194,5-                              | 315          | 193,15-                             | 345          | 191,8-                              |
| 290          | 194,275-                            | 320          | 192,925-                            |              |                                     |

<sup>(1)</sup> أخذت سويات العتبة عند GHz 265 و GHz 345 من الجدول 9، وحسبت السويات الأخرى بالتقريب الخطي بالاستكمال الداخلي.

## 3.3.A5 ملخص الدراسة 2

لا يكفي التوهين الجوي لتحقيق التوافق بين محطات الخدمتين FS و RAS في غياب التقنيات الأخرى. ومع ذلك، فإن الحجب الناجم عن التضاريس وانحراف اتجاه هوائي الخدمة FS من اتجاه التسديد إلى محطة RAS وتغيير الارتفاع من 0 m إلى 3 000 m من محطة الخدمة FS كلها تعمل على تخفيض مسافة الفصل. وهذه الشروط المحددة ضرورية لحماية محطة الخدمة RAS، على أساس كل حالة على حدة.

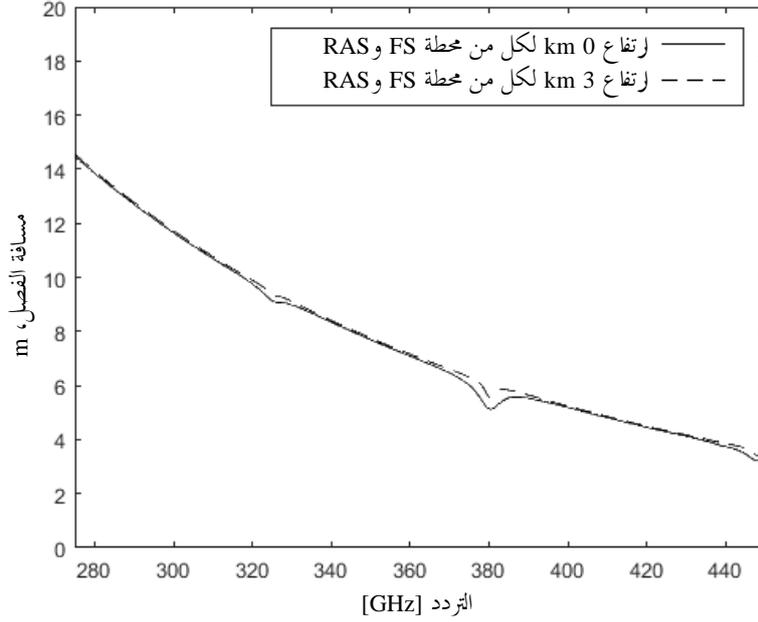
## 4.A5 الدراسة 3: حماية محطات RAS من محطات الخدمة FS العاملة في النطاق GHz 450-275

تستند الحسابات إلى المعادلة (1) الواردة في الدراسة 2.

وترد الحسابات التفصيلية لجميع السيناريوهات المدروسة في الجدول 2-A5.

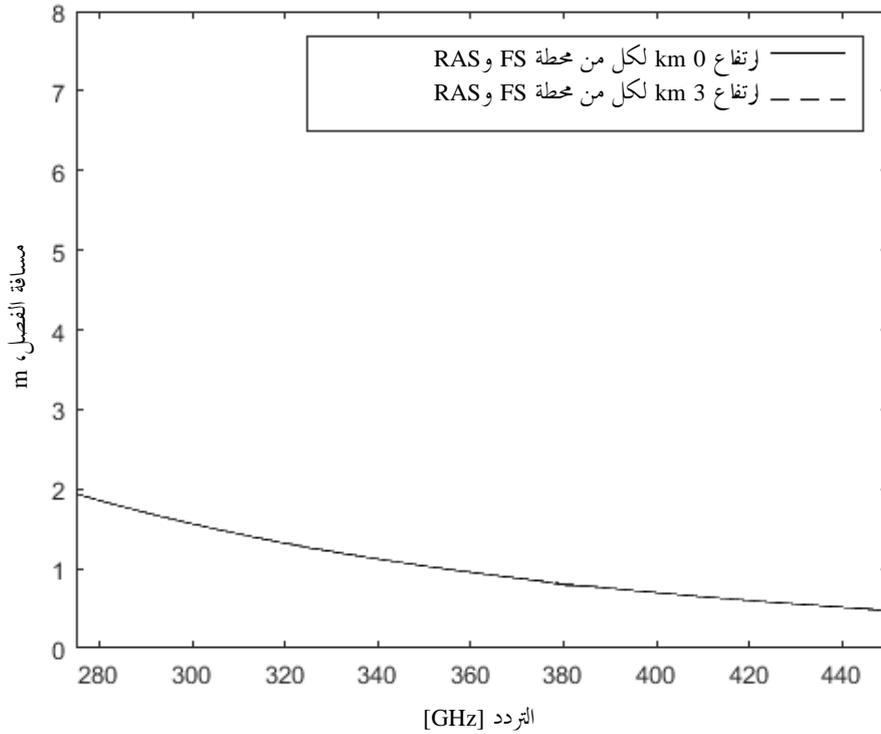
الشكل 8-A5

مسافة الفصل الدنيا، بما في ذلك الخسارة المقدرة للجلبة بين محطة خدمة FS وتلسكوب راديوي، التي لا تتجاوز عتبات التداخل في خدمة الفلك الراديوي الواردة في الجدول 9 (رصد متواصل)



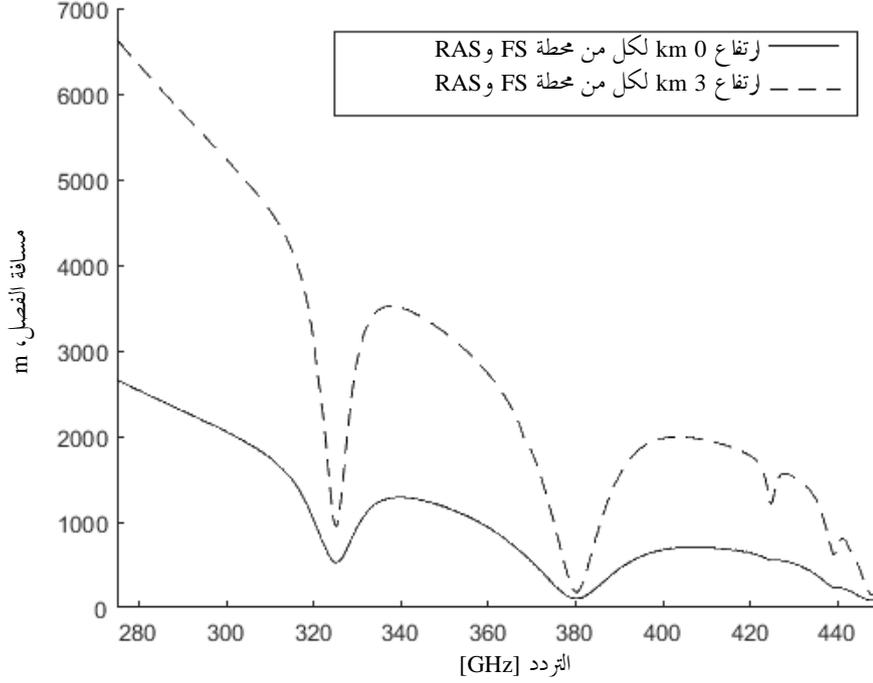
الشكل 9-A5

مسافة الفصل الدنيا، بما في ذلك الخسارة المقدرة للجلبة بين محطة خدمة ثابتة وتلسكوب راديوي، التي لا تتجاوز عتبات التداخل في خدمة الفلك الراديوي الواردة في الجدول 10 (رصد خط طيفي)



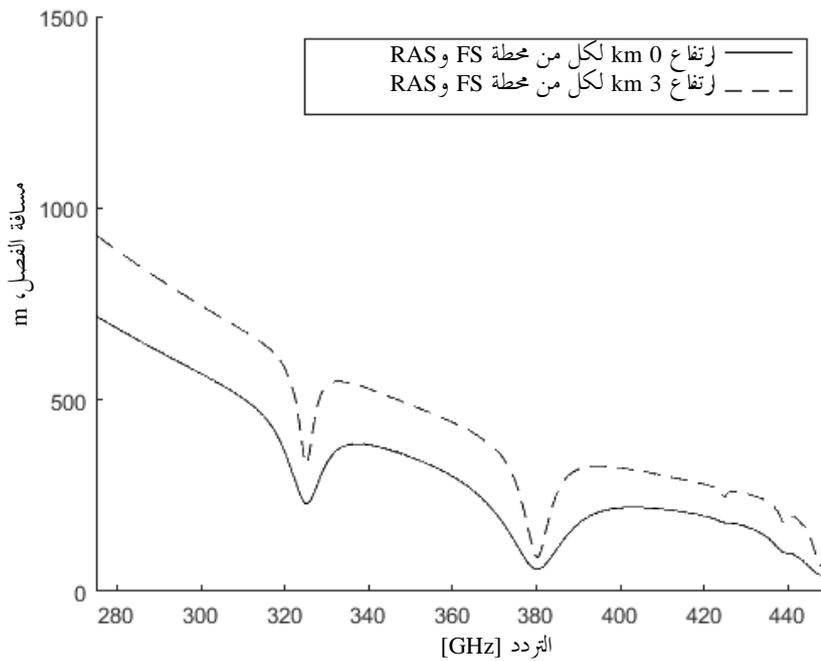
## الشكل 10-A5

مسافة الفصل الدنيا، دون خسارة الجلبة بين محطة خدمة ثابتة وتلسكوب راديوي، التي لا تتجاوز عتبات التداخل في خدمة الفلك الراديوي الواردة في الجدول 9 (رصد متواصل)



## الشكل 11-A5

مسافة الفصل الدنيا، دون خسارة الجلبة المقدرة بين محطة خدمة ثابتة وتلسكوب راديوي، التي لا تتجاوز عتبات التداخل في خدمة الفلك الراديوي الواردة في الجدول 10 (رصد خط طيفي)



الجدول 2-A5

نتائج حساب المسافة الفاصلة

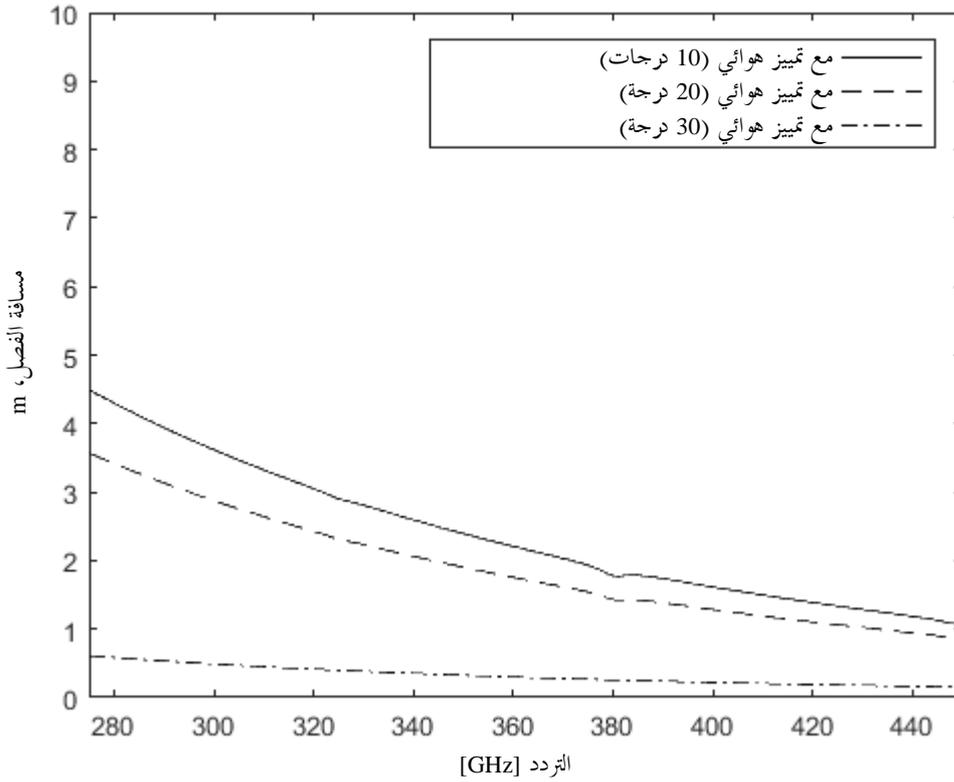
| التوهين الجوي<br>(dB/km) | خسارة<br>الفضاء الحر<br>(dB) | خسارة<br>الجلبة<br>(dB) | مسافة الفصل<br>(m) | PT + GT + GR<br>(dBW/Hz) | السوية القصوى<br>للتداخل<br>(dBW/Hz) | التردد<br>(GHz)        |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| رصد متواصل               |                              |                         |                    |                          |                                      |                        |
| 3,6817                   | 102,69                       | 47                      | <b>14</b>          | 53-                      | 214,45-                              | 275<br>(الارتفاع 0 m)  |
| 9,3321                   | 97,31                        | 47                      | <b>5,1</b>         | 53-                      | 208,8295-                            | 400<br>(الارتفاع 0 m)  |
| 0,4274                   | 102,69                       | 47                      | <b>14</b>          | 53-                      | 214,45-                              | 275<br>(الارتفاع 3 km) |
| 2,2811                   | 97,31                        | 47                      | <b>5,1</b>         | 53-                      | 208,8295-                            | 400<br>(الارتفاع 3 km) |
| 3,6817                   | 149,68                       | 0                       | <b>2 660</b>       | 53-                      | 214,45-                              | 275<br>(الارتفاع 0 m)  |
| 9,3321                   | 141,09                       | 0                       | <b>680</b>         | 53-                      | 208,8295-                            | 400<br>(الارتفاع 0 m)  |
| 0,4274                   | 157,62                       | 0                       | <b>6 635</b>       | 53-                      | 214,45-                              | 275<br>(الارتفاع 3 km) |
| 2,2811                   | 150,37                       | 0                       | <b>1 980</b>       | 53-                      | 208,8295-                            | 400<br>(الارتفاع 3 km) |
| رصد الخط الطيفي          |                              |                         |                    |                          |                                      |                        |
| 3,6817                   | 83,98                        | 47                      | <b>2</b>           | 53-                      | 194,95-                              | 275<br>(الارتفاع 0 m)  |
| 9,3321                   | 78,42                        | 47                      | <b>0,8</b>         | 53-                      | 189,3295-                            | 400<br>(الارتفاع 0 m)  |
| 0,4274                   | 83,98                        | 47                      | <b>2</b>           | 53-                      | 194,95-                              | 275<br>(الارتفاع 3 km) |
| 2,2811                   | 78,42                        | 47                      | <b>0,8</b>         | 53-                      | 189,3295-                            | 400<br>(الارتفاع 3 km) |
| 3,6817                   | 138,33                       | 0                       | <b>720</b>         | 53-                      | 194,95-                              | 275<br>(الارتفاع 0 m)  |
| 9,3321                   | 131,21                       | 0                       | <b>218</b>         | 53-                      | 189,3295-                            | 400<br>(الارتفاع 0 m)  |
| 0,4274                   | 140,56                       | 0                       | <b>930</b>         | 53-                      | 194,95-                              | 275<br>(الارتفاع 3 km) |
| 2,2811                   | 134,54                       | 0                       | <b>320</b>         | 53-                      | 189,3295-                            | 400<br>(الارتفاع 3 km) |

وبناءً على النتائج المقدمة، يمكن التوصل إلى استنتاج أولي مفاده أن التقاسم بين الخدمة FS والخدمة EESS (المنفصلة) قد يكون ممكناً في مدى التردد 450-275 GHz مع مراعاة ظروف الانتشار ومع استخدام حجب التضاريس أو انحراف اتجاه هوائي الخدمة FS عن اتجاه التسديد نحو محطة خدمة فلك راديوي (RAS).

وينبغي أن يؤخذ في الاعتبار أيضاً أن احتمال ترادف الحد الأقصى لمخطط إشعاع هوائي الخدمة FS مع الاتجاه نحو محطة RAS ليس عالياً (إذ يبلغ عرض حزمة الهوائي، بالنسبة إلى كسب هوائي قدره 50 dB، مقدار  $0,53^\circ$  طبقاً للصيغة الحالية من التوصية ITU-R F.699 وبالنسبة إلى كسب هوائي قدره 24 dB يبلغ عرض الحزمة مقدار  $10,6^\circ$ ). وفي الشكلين 12-A5 و 13-A5، يلاحظ أن نفس المنحنيات موجودة في الشكلين 8-A5 و 9-A5، ولكن من أجل ثلاث زوايا تمييز لهوائي الخدمة FS بالنسبة إلى الاتجاه نحو محطة خدمة RAS ( $10^\circ$  و  $20^\circ$  و  $30^\circ$ ).

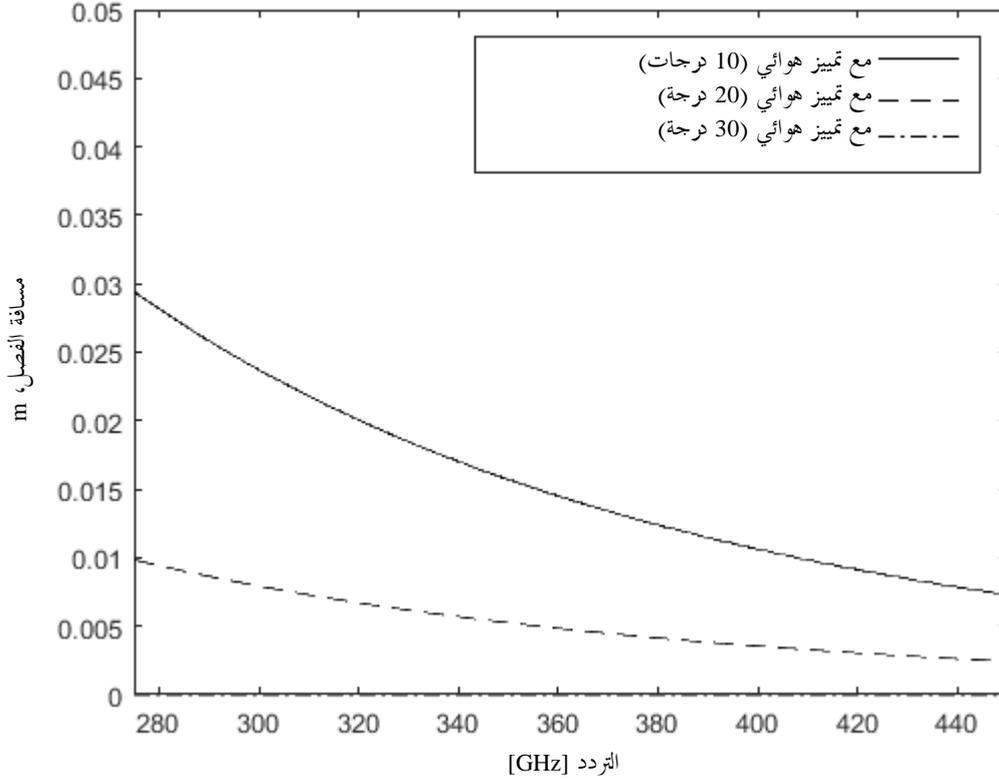
### الشكل 12-A5

مسافة الفصل الدنيا، بما في ذلك خسارة الجلبة المقدرة بين محطة خدمة ثابتة وتلسكوب راديوي، التي لا تتجاوز عتبات التداخل في خدمة الفلك الراديوي الواردة في الجدول 9 (رصد متواصل) مع مراعاة تمييز الهوائي



الشكل 13-A5

مسافة الفصل الدنيا، بما في ذلك خسارة الجلبة المقدرة بين محطة خدمة ثابتة وتلسكوب راديوي، التي لا تتجاوز عتبات التداخل في خدمة الفلك الراديوي الواردة في الجدول 10 (رصد خط طيفي) مع مراعاة تمييز الهوائي



بناءً على النتائج المقدمة، يمكن التوصل إلى استنتاج أولي مفاده أن التقاسم بين الخدمة الثابتة (FS) والخدمة EESS (المنفصلة) قد يكون ممكناً في نطاق التردد 325-275 GHz وكذلك في نطاق التردد 450-380 GHz، ولكن من الأسهل في نطاق التردد 450-380 GHz تحقيق التقاسم مع مراعاة ظروف الانتشار.